

PORADNIK UŻYTKOWNIKA PELET DRZEWNYCH



Wstęp

Poradnik został opracowany w celu promocji wykorzystania pelet drzewnych jako paliwa energetycznego. Poradnik występuje w sześciu wersjach językowych: polskiej, angielskiej, duńskiej, niemieckiej, włoskiej i francuskiej.

Poradnik zawiera informacje ogólne oraz techniczne dotyczące produkcji, dystrybucji i spalania pelet, oraz omawia krajową sytuację rynkową i prawną. Jego głównymi adresatami są producenci pelet, firmy zajmujące się ich dystrybucją oraz więksi konsumenci.

Autorzy:

Morten Tony Hansen, Anna Rosentoft Jein
FORCE Technology

Edmund Wach – Bałtycka Agencja Poszanowania Energii
Małgorzata Bastian- Bałtycka Agencja Poszanowania Energii

Projekt graficzny:

EUBIA – European Biomass Industry Association

Żadna z części niniejszej publikacji nie może być reprodukowana ani przetwarzana z jakiegokolwiek sposobu oraz nie może być przechowywana w jakiegokolwiek bazie danych bez pisemnej zgody autorów.

Wydawca nie odpowiada za poprawność informacji zawartych w tym opracowaniu.

Termin ukończenia opracowania: 31 stycznia 2009

Podziękowania autorskie

Poradnik został przygotowany w oparciu o istniejącą wersję duńską (Træpillehandbogen, 2002) opublikowaną przez FORCE Technology. Publikacja odniosła w Danii duży sukces i znacząco przyczyniła się do rozwoju duńskiego rynku pelet.

Spis Treści

1	Wstęp.....	5
2	Produkcja i wykorzystanie pelet w Polsce i w Europie	6
3	Proces produkcji	10
3.1	Surowiec do produkcji.....	10
3.2	Peletyzacja.....	10
4	Jakość paliwa	15
4.1	Rodzaje pelet.....	15
4.2	Znaczenie jakości pelet dla klientów	16
4.3	Wymogi jakościowe	17
4.4	Kontrola i zapewnienie jakości	18
4.5	Parametry analityczne pelet drzewnych	21
4.6	Normy jakościowe pelet drzewnych	21
5	Dystrybucja pelet.....	23
5.1	Różne sposoby realizowania dostaw.....	23
5.1.1	Worki	23
5.1.2	Big bagi	24
5.1.3	Cysterna	24
5.1.4	Wywrotka	26
5.1.5	Odbiór osobisty przez klienta.....	27
5.2	Dystrybucja pelet w Danii	27
6	Spalanie pelet	28
6.1	Fazy spalania	28
6.2	Ciepło spalania i wartość opałowa	29
6.3	Wpływ paliwa na wykorzystywaną technologię spalania	29
6.4	Technika spalania	30
6.4.1	Nadmiar powietrza	31
6.4.2	Jakość spalania.....	31
6.5	Spalanie pelet w małych instalacjach.....	32
6.5.1	Powietrze spalania.....	32
6.5.2	Temperatura spalania	33
7	Technologia spalania.....	34
7.1	Kompaktowe instalacje kotłowe	34
7.2	Palnik z magazynem paliwa	35
7.3	Palniki bez magazynów paliwa	35
7.4	Piece na pelety	36
7.5	Piece na pelety z płaszczem wodnym.....	38
7.6	Złożone instalacje grzewcze	38
7.6.1	Kocioł na pelety + kocioł olejowy	39
7.6.2	Kocioł na pelety + piec na drewno	39
7.6.3	Kocioł na pelety + kolektory słoneczne	39
8	Wybór mocy kotła	41
8.1	Temperatura zewnętrzna a potrzeby cieplne budynku	41
8.2	Wiek budynku i wielkość ogrzewanej powierzchni	42
8.3	Roczne zużycie oleju opałowego i energii elektrycznej	42
8.4	Dotychczasowe zużycie energii	43
8.5	Powierzchnia i stan techniczny budynku	45
9	Małe instalacje na pelety.....	46
9.1	Przechowywanie paliwa	46
9.2	Zbiornik paliwa	48
9.3	Ruszt / palnik na pelety.....	48
9.4	Kocioł	48
9.5	Zbiornik popiołu	49

9.6	Kontrola poziomu paliwa i powietrza	49
9.7	Przewód odprowadzający gazy odlotowe oraz komin	50
10	Duże instalacje grzewcze	52
10.1	Kiedy zainstalować kocioł na pelety?	52
10.2	Dobór mocy kotła	54
10.3	Ciepłownia	54
10.4	Przechowywanie paliwa	56
10.5	Utrzymanie kotłowni	58
10.6	Doradztwo oraz zakup instalacji	59
10.6.1	Zakup instalacji	60
10.7	Ekonomia	61
11	Ciepłownie miejskie	62
11.1	Rys historyczny	62
11.2	Inżynieria instalacji	63
11.2.1	Przechowywanie paliwa	64
11.2.2	System przenoszenia paliwa	64
11.2.3	Zasilanie paliwem	65
11.2.4	Kocioł i komora spalania	65
11.2.5	Instalacja oczyszczania gazów odlotowych i usuwania popiołu	67
12	Duże elektrociepłownie wykorzystujące pelety	69
13	Środki ostrożności	72
13.1	Ryzyko pożaru	72
13.2	Przyczyny wypadków	72
13.2.1	Wybuchy pary	72
13.2.2	Wpływ temperatury	73
13.2.3	Cofanie się ognia	73
14	Uwarunkowania środowiskowe	74
14.1	Zużycie energii	74
14.1.1	Zużycie energii na pozyskanie innych paliw	75
14.2	Sprawność	75
14.2.1	Sprawność kotła	75
14.2.2	Sprawność urządzenia w ujęciu rocznym	76
14.2.3	Sprawność sieci	76
14.3	Emisje gazów odlotowych	76
14.3.1	Wzrokowa kontrola procesu spalania	76
14.3.2	Powietrze	77
14.3.3	Gazy odlotowe	77
14.3.4	Skład gazów odlotowych	78
14.4	Emisje	78
14.4.1	CO ₂ , dwutlenek węgla	78
14.4.2	SO ₂ , dwutlenek siarki	79
14.4.3	N ₂ , azot	79
14.4.4	H ₂ O, woda	79
14.4.5	O ₂ , tlen	80
14.4.6	Ar, argon	80
14.4.7	CO, tlenek węgla	80
14.4.8	NO _x , tlenki azotu	81
14.4.9	TOC	81
14.4.10	Pyły	82
14.5	Hałas	82
15	Możliwości dofinansowania inwestycji	83
16	Dostawcy pelet	84
17	Dostawcy urządzeń do produkcji pelet i brykietów	86
	Opis projektu - PELLETS@LAS	87

1 Wstęp

Pelety powstają poprzez prasowanie surowca pod wysokim ciśnieniem, bez udziału jakichkolwiek chemicznych substancji klejących. Podstawowym surowcem do produkcji pelet są odpady drzewne z tartaków, zakładów przeróbki drewna oraz leśne odpady drzewne (trociny, zrębki, wióry). Technicznie możliwe jest również wykorzystanie roślin energetycznych i odpadów rolnych. Wzrost energetycznego wykorzystania pelet stanowi dużą szansę dla zwiększenia wykorzystania Odnawialnych Źródeł Energii w Europie. Pelety są paliwem nadającym się do wykorzystania zarówno w grzewczych instalacjach indywidualnych jak i systemach ciepłowniczych. Doskonale nadają się do wykorzystania w małych instalacjach, takich jak kotłownie lub kominki w domkach jednorodzinnych.

Pelety to paliwo przyjazne dla środowiska i jednocześnie łatwe w transporcie, magazynowaniu i dystrybucji. Charakteryzuje je niska zawartość wilgoci, popiołów i substancji szkodliwych dla środowiska oraz wysoka wartość energetyczna.

Pelety cieszą się rosnącym zainteresowaniem, głównie z uwagi na wygodę stosowania tego biopaliwa oraz bardziej stabilne, w porównaniu do oleju opałowego, ceny. Zużycie pelet w Europie w 2007 roku wyniosło ponad 6,5 mln ton. Rozwój rynku pelet może poprawić bezpieczeństwo energetyczne Europy i obniżyć poziom szkodliwych emisji.

Celem Poradnika jest wsparcie rozwoju polskiego rynku pelet. Obecność wiarygodnego opracowania zawierającego aktualne dane dotyczące wielkości produkcji pelet, ich jakości, metod dystrybucji i dostępnych urządzeń do ich spalania powinno wpłynąć na stabilizację rynku i wzrost wykorzystania pelet jako paliwa.

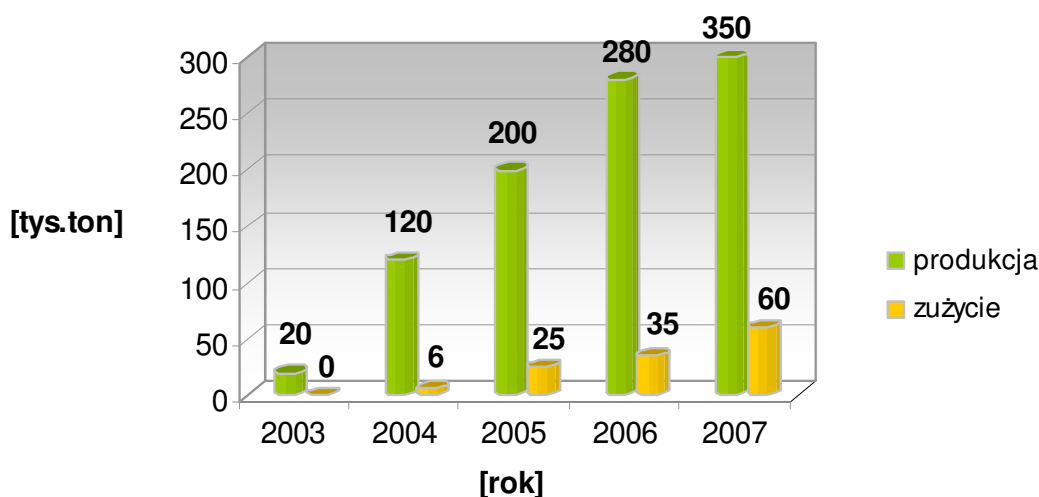
Poradnik jest adresowany przede wszystkim do producentów pelet, firm zajmujących się ich dystrybucją, producentów urządzeń oraz do firm konsultingowych, zajmujących się doradztwem w zakresie technologii energetycznych. Ma on być również przyjaznym przewodnikiem po rynku dla klientów. Realizacja wspomnianych funkcji poradnika wpłynie na poprawę przejrzystości rynku i wzrost konkurencyjności między uczestnikami rynku, z korzyścią zarówno dla producentów jak i klientów.

2 Produkcja i wykorzystanie pelet w Polsce i w Europie

Pelety ugruntowują swoje miejsce wśród paliw stosowanych w ogrzewnictwie, charakteryzując się dynamicznym wzrostem produkcji i zużycia. W 2007 roku wyprodukowano w Polsce 350 000 ton pelet. 83% tej ilości wyeksportowano, a 17% (60 000 ton) zostało wykorzystane w kraju. Z tej ilości w małych domowych instalacjach kotłowych i kominkowych przeznaczonych do ogrzewania domów jednorodzinnych, których liczbę szacuje się na ok.5000, spalono 35000 ton, a resztę w instalacjach większych mocy i systemach ciepłowniczych. Możliwości rozwoju wewnętrznego rynku są bardzo duże.

Gdyby wykorzystać całą ilość wytworzonych w Polsce pelet można by opalać nimi ok. 70 000 kotłów w domach jednorodzinnych o zapotrzebowaniu 0,5 GJ/m²rok lub 140 000 kotłów o zapotrzebowaniu 0,25 GJ/m²rok. Poruszając się tylko w obszarze domów średnio energooszczędnych, istnieją bardzo duże możliwości rozwoju rynku instalacji kotłowych wykorzystujących pelety. Największej troski wymaga rozwinięcie dystrybucji pelet na rynku krajowym. Polscy producenci pelet zafascynowani rynkami zagranicznymi nie przywiązywali wagi do sprzedaży na rynku wewnętrznym, gdzie występowały braki pelet i duże wahania cen. Na początku 2008 roku zaobserwowano początki działań kilku większych wytwórców pelet, które zmierzają do tworzenia własnych sieci dystrybucji, co pomoże użytkownikom w wyborze instalacji i dystrybutora pelet.

Pomimo lekkiej zimy i związanych z tym problemów ze zbytem, w roku 2007 produkcja w kraju zwiększyła się o 25%, a wzrost mocy produkcyjnych pozwala na przewidywanie dalszego wzrostu produkcji. Rozwój rynku pelet od roku 2003 przedstawiono na rysunku 1.



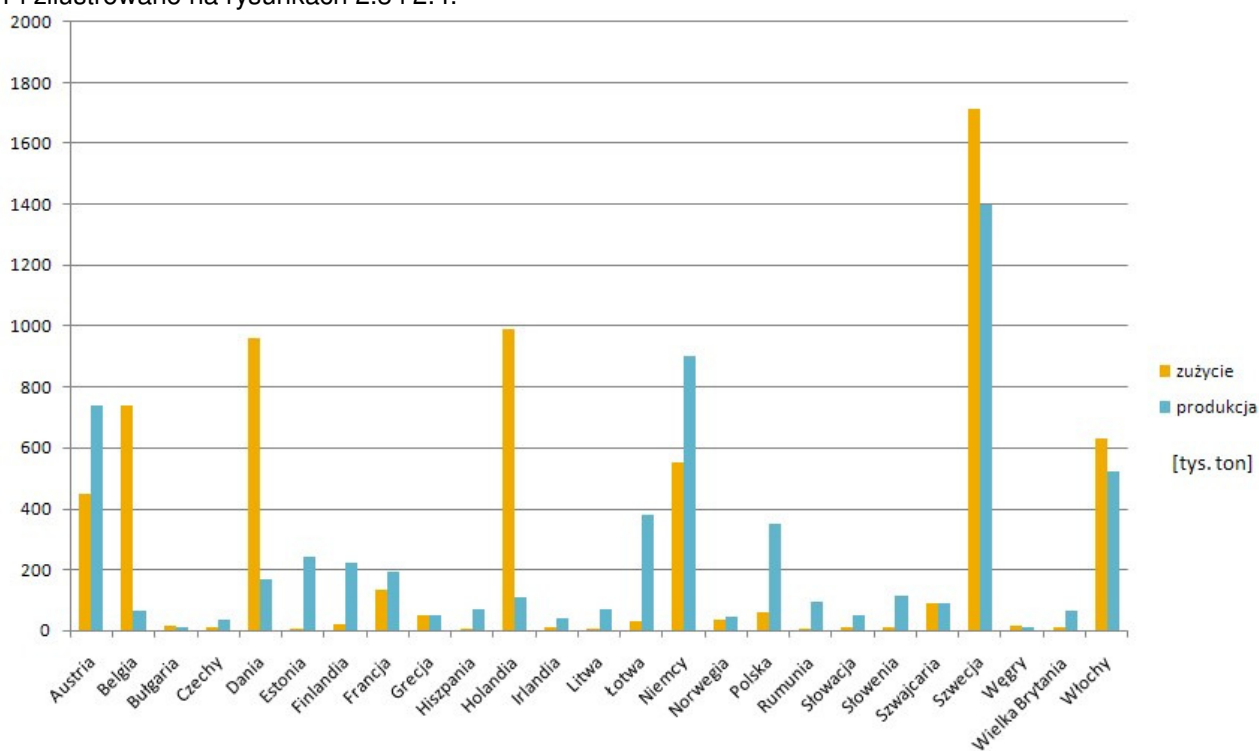
Rys. 2.1. Rozwój rynku pelet w Polsce

Rozmieszczenie zakładów produkcji pelet przedstawiono na mapie Polski na rys.2.2 i jest ono ściśle związane z rozmieszczeniem przemysłu drzewnego.



Rys.2.2. Rozmieszczenie producentów pelet

Sytuacja w Polsce rozwija się podobnie jak w Europie, gdzie produkcja również wzrosła o około 20%, a zużycie, dzięki importowi zza oceanu- o 30%. Dane liczbowe rynku europejskiego zamieszczono w tabeli 1 i zilustrowano na rysunkach 2.3 i 2.4.

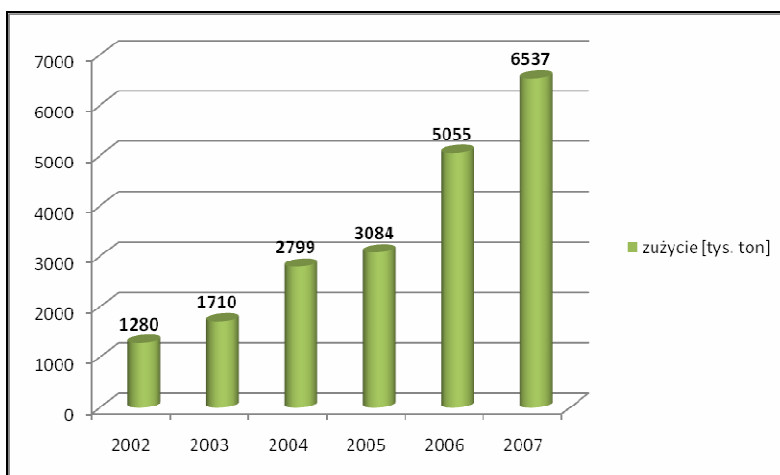


Rys.2.3. Ilustracja porównawcza rynku pelet w krajach europejskich

Tabela 1 – Dane liczbowe z rynku europejskiego w 2007 roku.

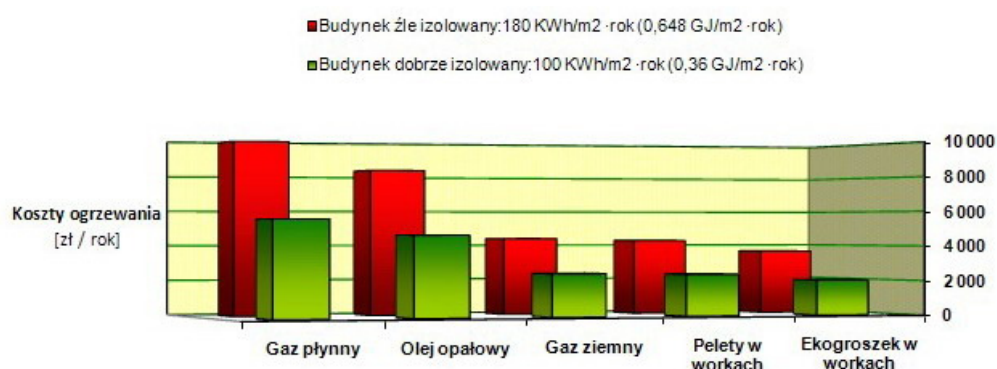
Kraj	Zużycie	Import	Eksport	Produkcja
	tys. ton/rok			
Austria	450		290	740
Belgia	740	675		65
Bułgaria	12			12
Czechy	10		25	35
Dania	960	793		167
Estonia	5		235	240
Finlandia	20		200	220
Francja	130		60	190
Grecja	50			50
Hiszpania	4		66	70
Holandia	990	1340	460	110
Irlandia	10		30	40
Litwa	5		65	70
Łotwa	30		350	380
Niemcy	550		350	900
Norwegia	32		13	45
Polska	60		290	350
Rumunia	5		90	95
Słowacja	10		40	50
Słowenia	10		105	115
Szwajcaria	90			90
Szwecja	1715	315		1400
Węgry	12			12
Wielka Brytania	7		58	65
Włochy	630	108		522
Razem	6 537	3 231	2 727	5 963

Rozbieżności pomiędzy importem i eksportem, wynoszące 504 000t oraz pomiędzy produkcją i zużyciem - 574 000t, wynikają z pokrycia braków produkcji przez import z Kanady, wynoszący ok. 740 000t i zapasami, które w sumie można szacować na koniec roku 2007 na 160 000 – 230 000t.



Rys.2.4. Wzrost zużycia pelet w Europie na przestrzeni lat.

Pelety utrzymują swoją atrakcyjność nie tylko ze względu na kwestie ochrony środowiska, ale także ze względu na to, że są interesujące cenowo. Duży wzrost cen paliw kopalnych czyni pelety coraz bardziej konkurencyjne jako paliwo w małych instalacjach grzewczych. Dla porównania kosztów ogrzewania domów za pomocą wybranych nośników na rysunku 5 zamieszczono wykres uwzględniający aktualne ceny dla pelet, gazu, oleju i węgla, z którego również można odczytać jak bardzo opłacalna jest termomodernizacja i zmiana systemu grzewczego.



		Gaz płynny	Olej opałowy	Gaz ziemny	Pelety w workach	Ekogroszek w workach
Cena paliwa	[zł/t]	4 238	3 174	1,43	675	800
Wartość opałowa	[GJ/t; MJ/m ³]	46	42	35	18	26
Sprawność kotła	[%]	90	88	90	85	82
Cena ciepła	[zł/GJ]	102,40	85,89	45,40	44,12	37,50
Roczny koszt ogrzewania (budynek źle izolowany)	[zł]	9 953	8 348	4 412	4 288	3 645
Roczny koszt ogrzewania (budynek dobrze izolowany)	[zł]	5 524	4 633	2 449	2 380	2 023

Rys.2.5. Roczne koszty ogrzewania domów jednorodzinnych o jednakowych powierzchniach i różnej izolacji cieplnej.

Obserwuje się rozwój instalacji kotłowych i kominkowych produkowanych w Polsce specjalnie do spalania pelet. Są to urządzenia coraz wyższej jakości, charakteryzujące się wysokimi sprawnościami i niezawodnością użytkowania, co w połączeniu z rozwojem sieci dystrybucyjnych pelet powinno zachęcać do ich coraz szerszego wykorzystania.

Wnioski:

- W dalszym ciągu obserwuje się dynamiczny wzrost produkcji i zużycia pelet w Polsce i Europie.
- Ceny pelet są konkurencyjne w stosunku do paliw kopalnych.
- Rośnie liczba instalacji kotłowych dzięki lepszej jakości kotłów produkcji krajowej i poprawie dystrybucji pelet.
- Najwięksi producenci organizują ogólnopolskie sieci dystrybucji pelet.

3 Proces produkcji

Rozdział opisuje proces produkcji pelet z odpadów drzewnych, od momentu dostarczenia surowca do zakładu produkcyjnego, do momentu, gdy pelety są wyprodukowane.

3.1 *Surowiec do produkcji*

Odpady pochodzące z przemysłu drzewnego w formie wiórów, zrębków i trocin stanowią główny surowiec do produkcji pelet w duńskich zakładach produkujących pelety.

Rosnące zapotrzebowanie na surowiec produkcyjny doprowadziło do tego, że całe pnie drewniane są rozdrabniane, aby ciągłość produkcji była utrzymana.

Do produkcji pelet nadaje się zarówno drewno liściaste, jak i iglaste. Zazwyczaj, drewno iglaste stanowi 70% wykorzystywanego surowca, zaś drewno liściaste resztę.

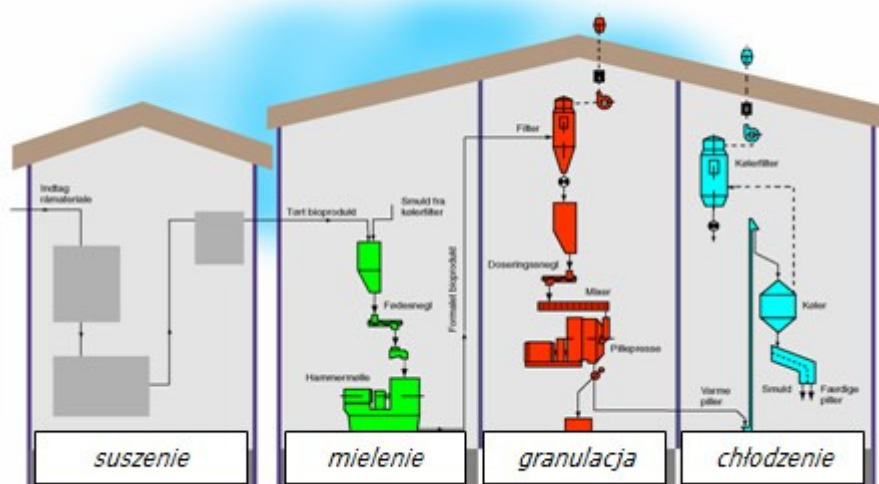
Odpady pochodzące z różnych gatunków drzew miesza się ze sobą, aby zapewnić jednorodną zawartość ligniny. Jest to bardzo istotne, gdyż to właśnie lignina spaja pelety w całość, a poszczególne gatunki drzew różnią się pod względem jej zawartości. Gatunki drzew twardych, jak np. buk, mają niższą zawartość ligniny, niż drzewa miękkie, jak popularny świerk. Stąd tak ważne jest, aby mieszanka odpadów była jak najbardziej jednorodna. W przeciwnym wypadku, zmienny surowiec może doprowadzić do problemów w procesie produkcyjnym.

3.2 *Peletyzacja*

Od momentu, gdy odpady drzewne docierają do zakładu produkującego pelety, do momentu, gdy pelety są gotowe do sprzedaży, surowiec przechodzi przez 3 procesy:

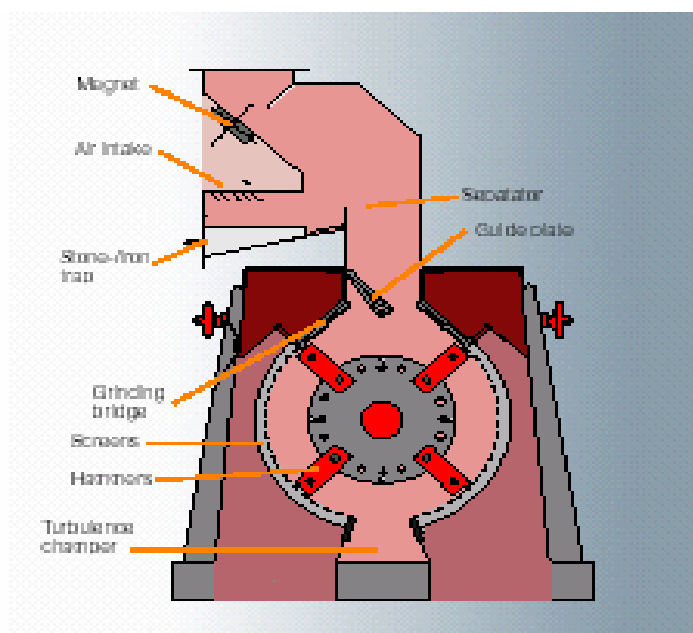
- mielenie
- granulowanie
- chłodzenie

Szczegóły zostały przedstawione na rysunku poniżej.



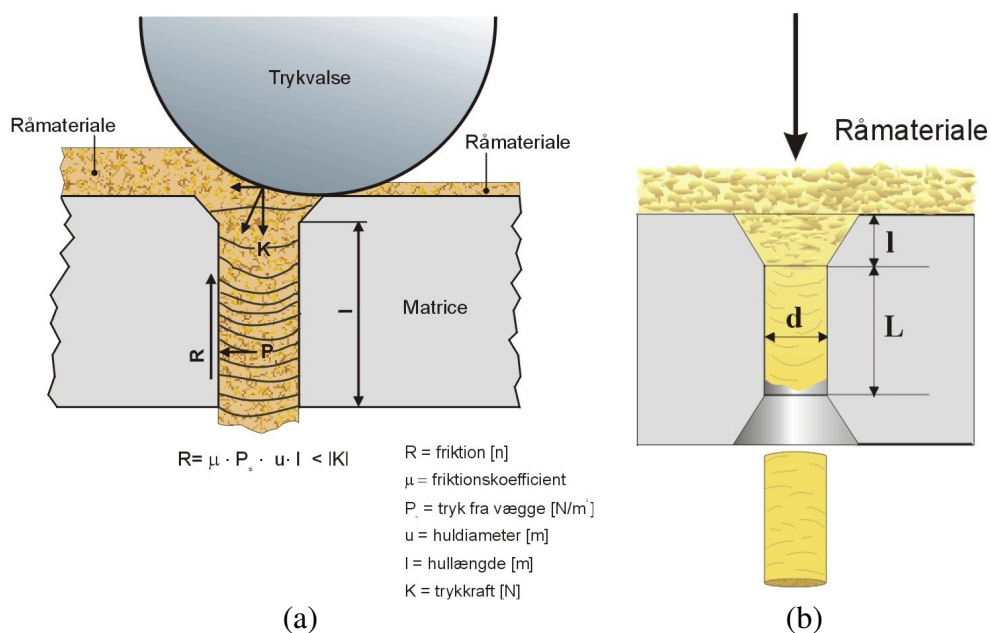
Rys. 3.1. Proces produkcji pelet- schemat

- Suszenie** Wilgotność surowca produkcyjnego nie może przekraczać 10%. Jeśli ten warunek nie jest spełniony, należy surowiec osuszyć, gdyż granulacja materiału o wilgotności powyżej 15% jest bardzo trudna.
- Oczyszczanie** Surowiec, który dociera do zakładu produkcji pelet należy oczyścić z materiałów takich jak np. kawałki metalu i piasek. Dokonuje się tego przy pomocy magnesów i sit.
- Mielenie** Przygotowany surowiec jest rozdrabniany w młynie (rysunek poniżej). Powstający pył jest oddzielany w cyklonie, ewentualnie w filtrach. Mielenie jest konieczne, gdyż surowiec docierający do zakładu produkcyjnego jest niejednorodny pod względem rozmiaru (choć zazwyczaj ma mniej niż 5mm średnicy).



Rys 3.2. Młyn rozdrabnia i ujednolica pod względem rozmiaru zrębki, trociny i wióry.

- Prasowanie** Zanim zostaną uformowane pelety, 1-2% wody, w postaci pary wodnej, jest dostarczane do surowca drzewnego, który jest w ten sposób ogrzewany do ok. 70°C. Ogrzanie materiału prowadzi do uwolnienia ligniny, co polepsza łączenie się cząsteczek i spójność produktu końcowego. Zmiękczone ligniny i pył drzewny są transportowane do prasy, gdzie ma miejsce granulacja.
- Proces granulacji został przedstawiony na Rys. 3.3 (a) i (b). Surowiec leży przed prasą, która następnie wciska materiał w matrycę. Gdy rolka prasy ponownie przesuwana się po powierzchni matrycy, nowy materiał trafia do otworów matrycy i w ten oto sposób są formowane pelety.



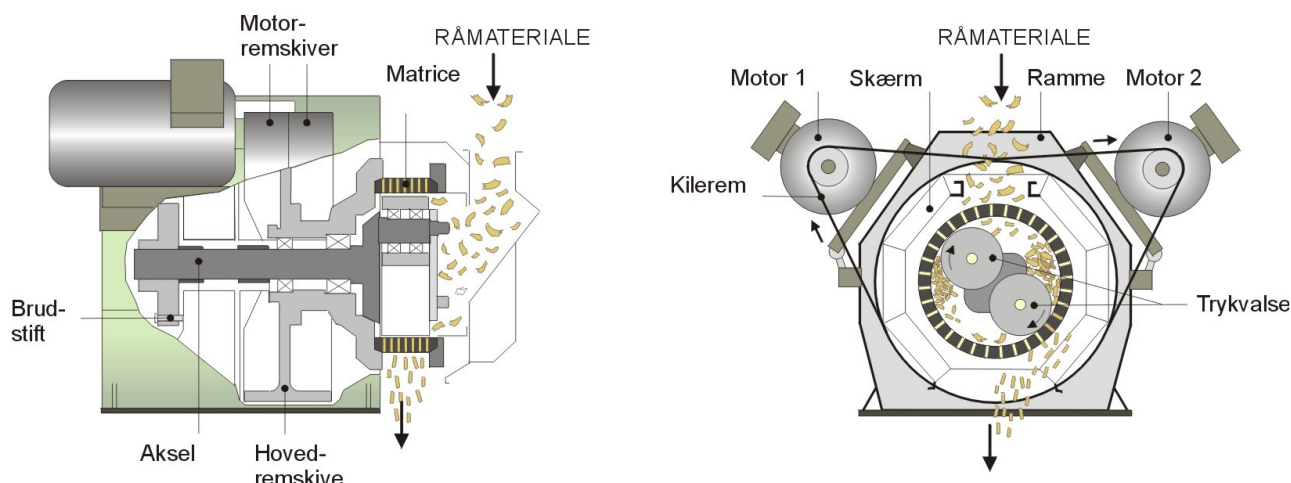
<i>Råmateriale</i> =	<i>Materiał drzewny</i>
<i>Trykvalse</i> =	<i>Prasa</i>
<i>Matrice</i> =	<i>Matryca</i>
<i>R</i> =	<i>Tarcie (N)</i>
μ =	<i>Współczynnik tarcia</i>
<i>P</i> =	<i>Ciśnienie na ścianki (N/m²)</i>
<i>u</i> =	<i>Średnica otworu (m)</i>
<i>l</i> =	<i>Długość otworu (m)</i>
<i>K</i> =	<i>Siła nacisku (N)</i>

Rys. 3.3. Zasada granulacji (a) i stosunek sprężania (b) – warunki sprężania = $d/(L+2 \cdot l)$.

6 warunków jest ważnych dla pomyślnego przebiegu granulacji– a tym samym wysokiej jakości produktu końcowego /3/:

- Jakość surowca drzewnego użytego do produkcji, wydajność maszyny granulującej oraz przebieg procesu granulacji
- Tarcie w matrycy
- Powierzchnia i materiał z jakiego jest wykonana matryca oraz prasa.
- Długość i średnica otworów w matrycy– Rys. 3.3 (b)
- Grubość materiału drzewnego jaka leży na powierzchni matrycy, a więc tym samym grubość warstwy materiału trafiającego do otworów matrycy
- Częstotliwość sprężania– czyli prędkość z jaką porusza się rolka prasy.

Odległość między matrycą a rolkami prasy ma wpływ na jakość pelet, zużycie sprzętu oraz zużycie energii. Doświadczenie pokazało, że zwiększenie tejże odległości z 0 do 1 mm spowodowało wzrost zużycia energii o 20%, ale zmniejszyło ilość powstających pyłów o 30%.

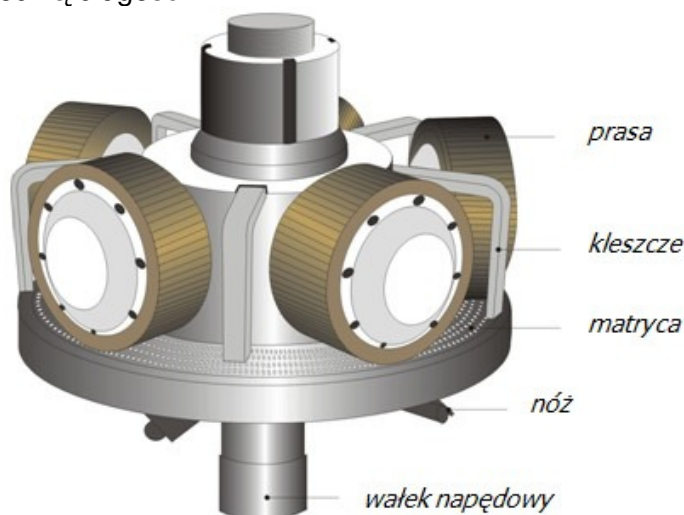


<i>Brudstift =</i>	<i>Zabezpieczenie napędu</i>
<i>Motorremskiver =</i>	<i>Silnik napędowy</i>
<i>Matrice =</i>	<i>Matryca</i>
<i>Råmateriale =</i>	<i>Biomasa</i>
<i>Aksel =</i>	<i>Wał napędowy</i>
<i>Hovedremskive =</i>	<i>Główne koło pasowe</i>
<i>Kilerem =</i>	<i>Pas napędu</i>
<i>Motor =</i>	<i>Silnik</i>
<i>Skærm =</i>	<i>Ostłona</i>
<i>Ramme =</i>	<i>Korpus</i>
<i>Trykvalse =</i>	<i>Prasa</i>

Rys.3.4. Granulator o pierścieniowej matrycy. Przygotowana biomasa trafia do bębna, gdzie jedna lub więcej rolek prasy przeciska materiał przez cylindryczne otwory prasy. Po przejściu przez matrycę pelety są przycinane na odpowiednią długość.

Matryca

Do granulacji można wykorzystać matrycę pierścieniową (rys. 5.4) lub płaską (rys. 5.5). Biomasa jest doprowadzana do bębna, gdzie jedna, lub więcej rolek prasy wgniata ją do cylindrycznych otworów matrycy. Po przejściu przez matrycę pelety są przycinane na odpowiednią długość.

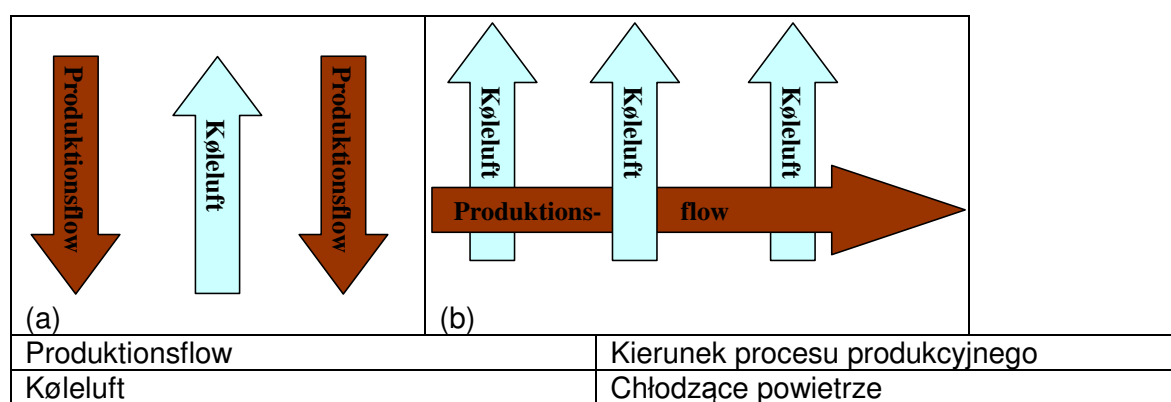


Rys. 3.5. Schemat płaskiej matrycy. Przygotowana biomasa trafia do bębna, gdzie jedna lub więcej rolek prasy przeciska materiał przez cylindryczne otwory prasy. Po przejściu przez matrycę pelety są przycinane na odpowiednią długość.

Matrycę można wymieniać, co pozwala na zmianę średnicy cylindrycznych otworów, a tym samym produkcję pelet o różnych rozmiarach. Prasowanie biomasy zwiększa jej temperaturę. Poziom ciśnienia w matrycy należy dostosować między innymi do rodzaju granulowanej biomasy. Ogólnie rzecz biorąc, im twardszy materiał poddajemy granulacji, tym wyższego ciśnienia będzie to wymagało. Zbyt niskie ciśnienie może doprowadzić do zablokowania otworów matrycy biomasa i zakłóceń w procesie produkcyjnym.

Chłodzenie

Gdy pelety są jeszcze ciepłe i elastyczne, trafiają do urządzenia chłodzącego, gdzie osiągają temperaturę pokojową. Proces chłodzenia zwiększa trwałość pelet, i tym samym zmniejsza ilość pyłu powstającego w czasie przechowywania i transportu. W przypadku chłodzenia przeciwwrząkowego, strumień powietrza i pelety poruszają się w swoim kierunku – rys. 3.6. Pozwala to na stopniowe ochładzanie pelet, co powoduje mniejsze naprężenia (gwałtowne zmiany mogą ujemnie wpływać na jakość produktu końcowego).



Rys 3.6: Ochładzanie pelet , (a) przeciwwrząkowe oraz (b) krzyżowe.

Usuwanie pyłów

Po chłodzeniu pelety trafiają na sита pozwalające oddzielić pył i drobne cząsteczki pozostałe z procesu produkcyjnego. Odpady są zawracane ponownie do procesu produkcyjnego natomiast pelety są magazynowane luzem, lub pakowane w worki.

4 Jakość paliwa

Pelety mogą znacznie odbiegać od siebie jakością. Czynniki wpływające na jakość paliwa to przede wszystkim surowiec użyty do produkcji, trwałość i wilgotność granulatu. Ciężko samodzielnie ocenić jakość paliwa, dlatego klienci powinni mieć możliwość upewnienia się, że produkt dostarczany przez konkretnego producenta spełnia określone wymagania.

Rozdział ten opisuje:

- Różne rodzaje pelet
- Wpływa jakości paliwa na jego dystrybucję, użytkowanie, proces spalania, środowisko i ekonomię
- Regulacje dotyczące jakości paliwa
- Narzędzia dostępne dla klientów, ułatwiające ocenę jakości pelet
- Przyszłe rozwiązania w zakresie certyfikacji pelet.

4.1 **Rodzaje pelet**

Średnica pelet może wynosić od 3 do 25mm, w zależności od matrycy użytej do produkcji granulatu. Długość wynosi od 5 do 40mm. Jeżeli wymiary granulatu przekraczają wartości podane powyżej, jest on zaliczany do brykietu- rys. 4.1.



Rys. 4.1. Średnica pelet wynosi od 3 do 25 mm, w zależności od użytej matrycy. W przypadku większych wymiarów produkt jest określany mianem brykietu.

8mm

w Danii najczęściej sprzedawane są pelety o średnicy 8mm. Inny popularny rozmiar to 6 mm. Jednakowa średnica pelet pochodzących z jednej partii produkcyjnej daje jednorodny produkt, łatwy w użyciu.

Alternatywne surowce produkcyjne

Pelety są produkowane głównie z drewna. W związku z rosnącym popytem na pelety, zasoby odpadów drzewnych wydają się niewystarczające i produkcja pelet z innych materiałów roślinnych, jak np. słoma, pestki oliwek czy łupiny orzechów.

4.2 Znaczenie jakości pelet dla klientów

Ogrzewanie przy pomocy pelet jest łatwe i nie wymaga zbyt wiele uwagi poświęcanej kotłowni. Czasem jednak mogą pojawić się problemy- np. w przypadku, gdy zbyt duża ilość popiołu przyczynia się do powstawania szlaki i zmniejszania wydajności pracy instalacji. Problemy te mają często związek z niską jakością użytego paliwa lub nieodpowiednim ustawieniem instalacji.

*Zmienna
jakość pelet*

W okresach mniejszej podaży surowca drzewnego producenci pelet są zmuszeni do wykorzystania całego dostępnego materiału drzewnego, niezależnie od jego jakości, co bezpośrednio wpływa na jakość pelet – rys. 4.2.



Rys. 4.2. Cztery różne rodzaje pelet, różniące się między sobą jakością. Pelety znajdujące się w dolnym prawym rogu to pelety wysokiej jakości, o niskiej zawartości popiołu, wyprodukowane z czystego i suchego drewna. Pelety w dolnym lewym rogu to mieszanka wyprodukowana z dwóch różnych rodzajów surowca. Spalanie takiej mieszanki doprowadziło do powstania szlaki w kotle w związku z niższą temperaturą topnienia popiołu. Ciemne pelety w górnym lewym rogu doprowadziły do powstawania porowatego żużla, który zablokował przenośnik śrubowy, służący do usuwania popiołu. Pelety w górnym prawym rogu cechuje wysoka zawartość pyłu. Doprowadziły do powstania blokady w systemie zasilania paliwem, co skutkowało niską wydajnością procesu spalania.

Ciemny kolor pelet może wynikać z ciemnych gatunków drzewa użytych do produkcji. Ciemny kolor drewna może być również spowodowany intensywnym osuszaniem mokrego drewna.

Niska jakość pelet Zmienna jakość pelet jest przyczyną problemów użytkowników kotłów spalających granulat. Pojawiły się zaburzenia spalania w instalacjach, które do tej pory działały bez zarzutu. Poniżej przedstawiono zestawienie przykładowych problemów ze spalaniem, oraz ich prawdopodobnych przyczyn.

Problem	<u>Możliwe, że pelety:</u>
Nadmierna ilość popiołu	<ul style="list-style-type: none"> - zawierają korę, nasiona czy inne rodzaje biomasyo wyższej zawartości popiołu niż czyste drewno - zawierają niepożądane dodatki jak nieczystości lub piasek - zawierają inne odpadki
Powstawanie szlaku	<ul style="list-style-type: none"> - zawierają korę, nasiona czy inne rodzaje biomasyo wyższej zawartości popiołu niż czyste drewno - zawierają niepożądane dodatki jak nieczystości lub piasek - zawierają inne odpadki
Osady i korozja	- zawierają inny rodzaj biomasy niż tylko czyste drewno, lub zawierają inne materiały o wysokiej zawartości związków lotnych takich jak związki siarki czy chloru
Słabe spalanie	<ul style="list-style-type: none"> - zawierają zbyt wiele popiołu - są zbyt wilgotne
Blokowanie systemu podawczego paliwa	<ul style="list-style-type: none"> - zawierają zbyt wiele popiołu - są zbyt wilgotne

Rys. 4.3. Przykłady problemów, z którymi może się spotkać użytkownik instalacji i ich potencjalne przyczyny, związane z jakością paliwa

4.3 Wymogi jakościowe

Prawne wymogi

W Danii, wg rozporządzenia dotyczącego biomasy i odpadów nr 638, producenci pelet mogą używać do produkcji jedynie czystego drewna (zrębki, wióry i trociny). Zabronione jest dodawanie plastiku, metalu, substancji konserwujących czy farb. Nie wolno również w czasie produkcji używać sztucznych substancji wiążących. Pelety zawierające substancje klejące lub inne zanieczyszczenia są uznawane za odpady i w świetle prawa podlegają takim samym regulacjom jak odpady. Takie pelety są zazwyczaj spalane w spalarniach odpadów.

**Zawartość
pyłów**

Ważnym czynnikiem wpływającym na jakość produktu jest zawartość pyłów w paliwie. Pyły powstają w czasie produkcji czy transportu pelet. Pył powstający w czasie produkcji jest zazwyczaj usuwany przez producenta, ale pyły powstające w dalszych etapach mogą wywoływać problemy. Pył utrudnia przemieszczanie się pelet w podajniku śrubowym przenoszącym paliwo z magazynu do kotła. Wysoka zawartość pyłów sprawia, że paliwo jest niejednorodne. Im mniejsza instalacja, tym bardziej wrażliwa na obecność pyłów.

Ogólnie rzecz biorąc, zawartość pyłów nie powinna przekraczać 8%, wielkość ta jest jednak trudna do oszacowania i przestrzegania, ze względu na nierównomierny rozkład pyłów w paliwie.

Trwałość

Trwałość paliwa ma dla klienta bardzo duże znaczenie. Pelety o małej trwałości są bardziej wrażliwe na uszkodzenia mogące wystąpić w czasie transportu, czy składowania, co skutkuje zwiększonym powstawaniem pyłów. Trwałość granulatu zależy między innymi od zawartości ligniny i wody oraz siły z jaką były prasowane. Wilgoć z otoczenia silnie wpływa na trwałość pelet, zatem pelety powinny być przechowywane w miejscu suchym.

**Wilgotność
paliwa**

Wilgotność pelet zawiera się w przedziale 5-10%. Parametr ten ma bardzo duże znaczenie dla wartości opałowej paliwa, która w przypadku granulatu drzewnego wynosi między 4,7-5 MWh/ tonę paliwa. Duże różnice w wilgotności występujące w przypadku zrębek nie występują w przypadku pelet. Wynika to z faktu, iż granulacja materiału o wilgotności przekraczającej 15% nie jest możliwa. Wystawienie pelet na działanie wilgoci może doprowadzić do ich nasiąkania wodą i rozpadania.

4.4 Kontrola i zapewnienie jakości

Na to czy pelety dotrą do klienta w doskonałym stanie ma wpływ wiele czynników, między innymi: surowiec użyty do produkcji, przebieg procesu produkcyjnego, dystrybucja, warunki przechowywania.

W związku z tym, że obecnie nie istnieją żadne obligatoryjne normy jakościowe, zaleca się poniższe działania przed zakupem pelet na potrzeby niewielkich instalacji grzewczych:

- Żądanie gwarancji, że pelety zostały wyprodukowane wyłącznie z czystego drewna
- Żądanie gwarancji, że pelety zostały wyprodukowane jedynie z dozwolonych surowców
- Żądanie gwarancji możliwości zwrotu zakupionego paliwa, na koszt producenta, w razie, gdyby okazało się, że wyżej wymienione warunki nie zostały jednak spełnione

Wymogi stawiane wobec paliwa powinny określać średnicę granulatu, wartość opałową, gęstość nasypową oraz zawartość wody, popiołu i siarki.

Ponadto, pelety produkowane z odpadów drzewnych powinny spełniać poniższe proste warunki:

- W czasie spalania powinny wydzielać zapach palonego drzewa
- W kolorze powinny wyglądać jak czyste drewno
- Ciężar właściwy powinien wynosić około 0,65 kg/l
- Nie mogą zawierać sztucznych dodatków
- Zawartość wody < 12 %
- Nie powinny zawierać nadmiernej ilości pyłu

Obecność powyższych cech sprawdza się w następujący sposób:

Test zapachu

W czasie spalania pelety powinny wydzielać woń palonego drewna. Jeżeli spalaniu towarzyszy inny zapach, należy przebadać pelety dokładniej.

Test koloru

Pelety powinny mieć jednolity kolor drewna. Odcień może się różnić w zależności od gatunku i od tego czy drewno oczyszczono z kory czy nie. Ciemniejszy kolor powierzchni zewnętrznej może być spowodowany opaleniem, mającym miejsce w czasie procesu produkcyjnego. Pelety zdecydowanie nie mogą zawierać drobin o kolorze innym niż kolor drewna. Ich źródłem mogą być farby, laminaty, impregnaty do drewna, resztki plastiku.

Ciężar właściwy

Ciężar właściwy pelet drzewnych zależy od siły z jaką pelety były prasowane. Dobrej jakości pelety charakteryzują się ciężarem 0,6 – 0,7 kg/litr.

Ciężar właściwy pelet można wyznaczyć w następujący sposób:

Pojemnik o pojemności 1 litra należy umieścić na wadze kuchennej i zanotować jego wagę. Następnie należy pojemnik napełnić wodą i ponownie zanotować jego wagę. Różnica między tymi dwiema wartościami to ciężar wody. Pojemnik należy starannie osuszyć i napełnić peletami. Wagę pelet uzyskamy odejmując wagę pustego pojemnika, od wagi pojemnika wypełnionego peletami.

Ciężar właściwy obliczymy korzystając z poniższego równania:

$$CW \text{ (kg/l)} = \frac{\text{(waga pojemnika wypełnionego peletami – waga pustego pojemnika)}}{\text{(waga pojemnika wypełnionego wodą – waga pustego pojemnika)}}$$

Obecność dodatków

Pelety nie zawierające sztucznych dodatków rozpadają się pod wpływem wody. Obecność ewentualnych dodatków można zatem ujawnić umieszczając pelety w pojemniku z wodą. Jeżeli po paru minutach pelety się rozpadną, ryzyko obecności sztucznych dodatków jest minimalne.

Wilgotność

Pelety rozpadają się, przy wilgotności powyżej 12-15%, można zatem łatwo ocenić jakość paliwa pod kątem wilgotności produktu. Jeżeli pelety łatwo się rozpadają, oznacza to, że albo zawierają zbyt wiele wody, albo prasowano je przy zbyt niskim ciśnieniu.

Jeżeli użytkownik posiada dostęp do suszarki, można określić dokładną zawartość wody. Ogólnie rzecz biorąc pelety charakteryzują się niską zawartością wody (5-10%) i nie jest konieczne sprawdzanie tej wartości dla każdej dostawy paliwa.

Zawartość wody jest określana jako masa wody w próbce, wyrażona w procentach masy wilgotnej próbki. Można ją wyznaczyć w następujący sposób: należy odważyć 1kg pelet, z dokładnością do 0,1 grama. Należy suszyć pelety w temperaturze $105^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$, aż ich waga przestanie się zmieniać. Wagę uważamy za stałą jeśli nie zmienia się o więcej niż 0,1% między dwoma pomiarami dokonanymi w odstępie godziny.

Procentowa zawartość wody jest obliczana przy pomocy poniższego wzoru:

$$\text{Wilgotność próbki} = \frac{\text{masa wilgotnej próbki (g)} - \text{masa suchej próbki (g)}}{\text{masa wilgotnej próbki (g)}} \times 100$$

Pylenie

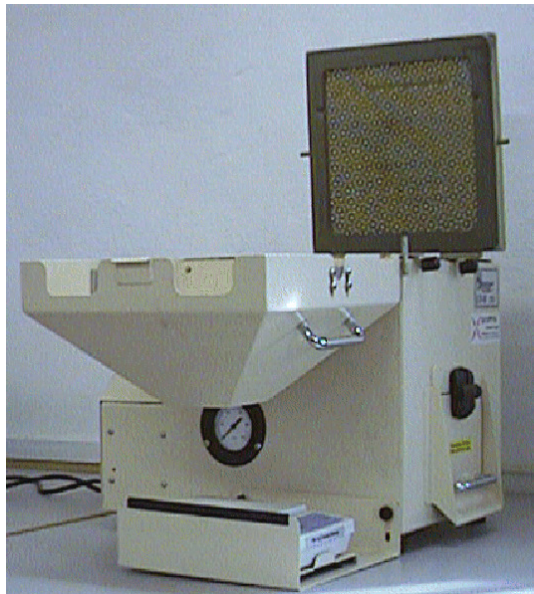
W czasie transportu pelet oraz ich rozładunku u klienta mogą powstawać uciążliwe pyły. Zawartość pyłów ciężko sprawdzić z powodu na ich nierównomierne rozmieszczenie.

Jeżeli istnieją jakiegokolwiek wątpliwości dotyczące jakości paliwa, można przeprowadzić test trwałości pelet. Na jego podstawie będzie można określić zawartość pyłów. Istnieje szereg instrumentów pozwalających zbadać trwałość pelet, jednakże z powodu wysokich kosztów związanych z ich zakupem, lepiej rozważyć zlecenie analizy zewnętrznemu laboratorium.

W czasie testu próbkę pelet poddaje się gwałtownej obróbce w specjalnym przyrządzie pomiarowym- rys. 4.4. Rodzaj użytego urządzenia pomiarowego i dopuszczalne wartości są określone poprzez poszczególne standardy.

Zawartość pyłów oblicza się w następujący sposób:

$$\text{pyły} = 100 \times \frac{\text{waga próbki pelet (przed badaniem)} - \text{waga próbki pelet (po badaniu)}}{\text{waga próbki pelet (przed badaniem)}}$$



Rys. 4.4. Przyrząd pomiarowy pozwalający na określenie trwałości pelet drzewnych zgodny z austriacką normą

4.5 Parametry analityczne pelet drzewnych

W tabeli 4.5 zestawiono najważniejsze (z ekonomicznego i technicznego punktu widzenia) parametry analityczne pelet drzewnych. W tabeli omówiono również znacznie odchyłeń od podanych wartości- z punktu widzenia użytkownika instalacji.

Parametr	Typowa wartość parametru	Znaczenie odchylenia wartości parametry od normy
woda % (wagowo)	5-10	- Im wyższa zawartość wody, tym niższa zawartość energii - Przy wysokiej zawartości wody (> 15 %) zachodzi ryzyko rozkładu biologicznego
popiół, 550°C % (wagowo)	0.2-1.5	- Wyższa zawartość wskazuje na obecność dodatków - Wyższa zawartość zwiększa ryzyko powstawaniu żużla - Wyższa zawartość popiołu oznacza potrzebę jego częstszego usuwania
siarka % (wagowo)	<0.02-0.08	- zawartość > 0.1 % wskazuje na obecność sztucznych dodatków wiążących (np. związków siarki) - zawartość > 0.1 stwarza ryzyko powstawania osadu siarczanu wapnia
wartość opałowa MJ/kg	1,9 – 18.6	- słaba jakość procesu spalania - nieekonomiczne spalanie
warunki topnienia popiołu np. wg ISO 540: Temp. mięknięcia °C Temp. płynięcia °C	1200 - 1400 1300 - > 1500	- w niższych temperaturach istnieje ryzyko powstawania żużlu
pyły % (wagowo)	< 8	- przy wyższej zawartości wzrasta ryzyko problemów związanych z obsługą instalacji - Przy wyższej zawartości zachodzi ryzyko słabego spalania
ciężar właściwy kg/m ³	600-700	- Słaba opłacalność ekonomiczna

Tab. 4.5. Parametry analityczne pelet

4.6 Normy jakościowe pelet drzewnych

Nie ma prawnie obowiązującej polskiej normy jakościowej dla pelet.

W opracowaniu znajdują się przepisy Unii Europejskiej dotyczące biopaliw stałych. Jednakże, zapewne minie parę lat zanim zaczną one obowiązywać.

W niektórych krajach, jak Austria czy Szwecja od lat obowiązują normy krajowe– patrz tab. 4.6. Na chwilę obecną normy te mogą stanowić wskazówkę– jednakże w dłuższej perspektywie stworzenie wspólnej normy europejskiej jest koniecznością.

	Norma austriacka (group HP1) (ONORM M 7135)	Szwedzka norma (grupa 1) (SS 18 71 20)	Szwedzka norma (grupa 2) (SS 18 71 20)	Szwedzka norma (grupa 3) (SS 18 71 20)
Średnica	4- 20 mm			
Długość	≤ 5×Ø	Max. 4×Ø	Max. 5×Ø	Max. 5×Ø
Ciężar właściwy		≥ 600 kg/m ³	≥ 500 kg/m ³	≥ 500 kg/m ³
Gęstość	≥ 1.12 kg/dm ³			
Trwałość (zawartość pyłów)	≤ 2.3 %	≤ 0.8% (pyły < 3mm)	≤ 1.5% (pyły < 3mm)	> 1.5% (pyły < 3mm)
Wartość opałowa	≥ 18.0 MJ /kg	≥ 16.9 MJ /kg	≥ 16.9 MJ /kg	≥ 15.1 MJ /kg
Zawartość popiołu	≤ 0.50 %	≤ 0.7 %	≤ 1.5 %	> 1.5 %
Wilgotność	≤ 10 %	≤ 10 %	≤ 10 %	≤ 12 %
Zawartość siarki	≤ 0.04 %	≤ 0.08 %	≤ 0.08%	opis
Dodatki	≤ 2 %	Opis zawartości + ilość	Opis zawartości + ilość	Opis zawartości + ilość
Azot	≤ 0.30 %			
Chlor	≤ 0.02 %	≤ 0.03 %	≤ 0.03 %	opis

Tab. 4.6. Normy jakościowe dla pelet obowiązujące w Austrii i Szwecji.

Jak widać austriacka norma dopuszcza znacznie wyższą zawartość pyłów (>2.3%), niż szwedzka (>0.8% - 1.5%), jest to jednak spowodowane innymi narzędziami pomiarowymi. Urządzenie wykorzystywane w Austrii poddaje pelety znacznie gwałtowniejszej obróbce, a wynik badania daje bardziej wiarygodne wyobrażenie na temat trwałości pelet.

W przypadku gdy krajowy rynek pelet wciąż pozostaje nieuregulowany pod względem jakości paliwa, powinny obowiązywać etykiety informacyjne.

Przykład treści takiej etykiety zaprezentowano na rys. 4.7:

Producent:	Pelet drzewny Wyprodukowany z wiórów Waga worka: 20 kg
Wartości normatywne:	średnica: 8mm Max długość: 40 mm Zawartość wody: ≤ 8 % Zawartość popiołu: ≤ 0.7 % (wagowo) Zawartość siarki: ≤ 0.05 % (wagowo) Trwałość: 2.3 %
Wartości informacyjne:	Energy density: 4.7 kWh/kg Binder: 1 weight % starch Chloride: 0.03 weight % Nitrogen: 0.5 weight - %

Rys. 4.7. Przykład etykiety informacyjnej z 20kg worka pelet

5 Dystrybucja pelet

W rozdziale tym zostaną omówione różne sposoby realizowania dostaw, wraz z ich zaletami i wadami.

5.1 Różne sposoby realizowania dostaw

Wielką zaletą pelet nad innymi rodzajami biopaliw jest to, że mogą one być transportowane zarówno zapakowane w torby, jak i w stanie luźnym, co czyni łatwą ich dystrybucję.

W zależności od wielkości zakupu można wykorzystać jedną z poniższych metod pakowania i dostarczania produktu do klienta:

- małe worki o maksymalnej wadze 40 kg
- big bagi w wadze do 1200 kg
- cysterna
- wywrotka
- odbiór osobisty przez klienta

5.1.1 Worki

Pelety można pakować w małe worki o wadze od 16 do 40kg. Pelety pakowane w ten sposób są najdroższe, gdyż ich cena zawiera również koszt worków, procesu pakowania i dystrybucji.

Zalety worków

Zaletą pelet pakowanych w worki jest to, że łatwość użytkowania i brak specjalnych pomieszczeń magazynowych. W celu obniżenia kosztów zakupu, niektórzy klienci odbierają od dystrybutora tak zapakowane pelety własnym samochodem.



Rys 5.1. Pelety w workach są używane głównie przez małych użytkowników.

5.1.2 Big bagi

Dostawy w tzw. big bagach są popularne zwłaszcza w sektorze rolniczym, m.in. służą one do dostarczania nawozu czy ziarna. Dystrybucja pelet w big bagach nie znalazła zbyt wielu zwolenników. Jest to prawdopodobnie spowodowane faktem, iż niewielu prywatnych odbiorców dysponuje sprzętem umożliwiającym przemieszczanie ciężaru ważącego 1200kg, jak np. wózki widłowe czy inny sprzęt podnoszący (rys. 5.2).



Rys.5.2. Big bagi wymagają użycia sprzętu podnoszącego

Magazynowanie Big bagi wymagają dużej przestrzeni magazynowej, umożliwiającej wykorzystanie sprzętu podnoszącego. Ten sposób pakowania obniża nieco cenę zakupu, ale i tak jest ona droższa niż zakup pelet luzem.

5.1.3 Cysterna

Dostawy przy pomocy cysterny są stosunkowo niedrogie, w porównaniu do dostaw pelet pakowanych. Jest to najczęściej wykorzystywany w Danii sposób dystrybucji pelet. Cysterna umożliwia jednorazowy przewóz 24 ton pelet, minimalna wielkość dostawy to zazwyczaj 3 tony.

Magazynowanie Minimalna przestrzeń magazynowa musi być zatem w stanie pomieścić 3 tony paliwa. Powierzchnia magazynowa musi być odpowiednio przystosowana do przyjmowania tego rodzaju dostawy paliwa. Najczęściej wielkość dostawy wynosi 12 ton, ale waha się od 3 do 18 ton. Niewielu klientów posiada magazyn odpowiednio duży, aby pomieścić całą zawartość cysterny.

Niezbędne warunki dostawy Aby dostawa pelet za pomocą cysterny była możliwa, musi istnieć droga dojazdowa pozwalająca cysternie zaparkować w odległości nie większej niż 10m. od magazynu paliwa

Przyłącze dla cysterny

Przyłącze musi być umiejscowione na odpowiedniej wysokości, ok 60cm nad poziomem gruntu. Aby zminimalizować ilość pyłu powstającego w czasie dostawy, system łączący cysternę z magazynem powinien być jak najkrótszy i najprostszy. Magazyn powinien być dodatkowo wyposażony w cyklon, usuwający pyły powstające w czasie jego wypełniania paliwem. Średnica przewodu odprowadzającego pyły powinna być większa niż średnica przewodu doprowadzającego pelety. W ten sposób zapewniony zostanie nadmiar powietrza, pozwalający na wydajne usuwanie pyłów.



Rys. 5.3. Dostawy pelet luzem przy pomocy cysterny to preferowany sposób realizacji dostaw

Zalety dostaw cysterną

Zaletą dostawy realizowanej przy pomocy cysterny jest fakt, że nie wymaga ona pracy fizycznej. Nie ma również wymagań co do dostępnej pojemności magazynu, jako że przy pomocy cysterny można łatwo napełnić silos dodatkowy, oddalony od kotłowni.

Wady dostaw cysterną

Niestety, dystrybucja przy pomocy cysterny posiada również pewne wady. Po pierwsze pelety są poddawane dużym obciążeniom fizycznym, co zwiększa powstawanie pyłów. Po drugie, dostawa jest czasochłonna i towarzyszy jej pewien poziom hałasu. W związku z powstawaniem pyłów, należy pamiętać o regularnym odpylaniu magazynu, aby zapobiec ryzyku samozapłonu.

Dostawa pelet przy pomocy cysterny wymaga przestrzegania pewnych środków bezpieczeństwa:

- Dostawca pelet powinien się upewnić, czy przestrzeń magazynowa spełnia wymogi bezpieczeństwa, zanim przystąpi do rozładunku
- Dostawca pelet powinien się upewnić, że piec został wyłączony, gdyż niskie ciśnienie w magazynie paliwa może spowodować cofnięcie ognia.
- Aby zapobiec zapyleniu pozostałych części budynku, w czasie napełniania magazynu należy odprowadzać z niego powietrze
- Należy ograniczać ciśnienie pelet w przewodzie doprowadzającym je do magazynu paliwa, zapobiega to ich uszkodzeniom i pozwala ograniczyć powstawanie pyłów

5.1.4 Wywrotka

Prostszym rozwiązaniem jest dowóz pelet do klienta wywrotką. W tym przypadku musi być jednak możliwy bezpośredni zrzut ładunku do magazynu paliwa. Wykorzystanie wywrotki wywiera na pelety mniejsze obciążenia fizyczne, czas rozładunku jest krótszy i towarzyszy mu mniejszy hałas. Aby zapobiec nasiąkaniu pelet wodą w przypadku deszczu, pelety należy transportować przykryte.

Koszt dostawy najtańszym sposobem dystrybucji jest dostawa pelet przy pomocy wywrotki. Koszt takiej dostawy to około 30% kosztu dostawy przy wykorzystaniu cysterny. Cysterna może jednorazowo dostarczyć nawet do 30 ton paliwa i ten sposób dostawy jest głównie wykorzystywany w przypadku dużych odbiorców, którzy dysponują odpowiednim sprzętem. Typowi klienci to ciepłownie i elektrociepłownie wykorzystujące jako paliwo biomasę.



Rys. 5.4. Pelety luzem

Droga dojazdowa Ważnym warunkiem jest rodzaj drogi dojazdowej do klienta. Dowóz zamówienia wywrotką jest odpowiedni zwłaszcza dla większych obiektów, gdzie nie ma problemu z dostępem do przestrzeni magazynowej.

W przypadku dystrybucji za pomocą wywrotki należy pamiętać o paru sprawach:

- Czas dostawy zaplanować tak, aby nie przeszkadzała mieszkańcom, np. późny ranek
- Planując umiejscowienie przestrzeni magazynowej i lokalizację otworu umożliwiającego do niej dostęp należy pamiętać o pyłach powstających w czasie dostawy
- Po napełnieniu przestrzeni magazynowej należy posprzątać okolicę.

5.1.5 Odbiór osobisty przez klienta

Klient może również odebrać pelety od producenta osobiście, wykorzystując własny środek transportu. Można wykorzystać tą opcję zarówno do przewozu pelet w workach, jak i luzem.

Jest to sposób polecany dla małych i średnich prywatnych odbiorców. Klient przewozi pelety w dogodny dla niego sposób, powinien pamiętać o zabezpieczeniu pelet przed zamakaniem. Należy mieć na uwadze również powstawanie pyłów i związane z tym zagrożenia dla zdrowia.

Niektórzy producenci stworzyli samoobsługowe punkty odbioru pelet, gdzie zakup odbywa się przy pomocy karty płatniczej i przy wykorzystaniu własnego środka transportu (rys. 5.5).



Rys. 5.5: Odbiór pelet z samoobsługowego punktu dystrybucyjnego

5.2 Dystrybucja pelet w Danii

Na rynku duńskim istnieje paru dużych dystrybutorów i bardzo duża liczba małych przedsiębiorstw, dla których sprzedaż pelet jest główną gałęzią działalności, lub które zajmują się tym, np. z połączeniu ze sprzedażą pasz. Z związku z tak dużym rozdrobnieniem sektora dystrybucyjnego ciężko jest stworzyć dokładną mapę firm dystrybuujących pelety.

Bazując na informacjach uzyskanych od EcoNordic and dlg, które sprzedały łącznie 2/3 ilości pelet wykorzystanych na duńskim rynku w roku 2001, stworzono następujący obraz dystrybucji przy wykorzystaniu omówionych sposobów realizacji dostaw (rys 5.6).

Rodzaj dostawy	Udział procentowy	Dostarczona ilość
Big bagi	2%	6,000 ton
Worki 16, 25 or 40 kg	11%	33,000 ton
Luzem dostarczane wywrotką	30%	90,000 ton
Luzem dostarczane cysterną	57%	171,000 ton

Rys. 5.6. Powyższy rozkład wykorzystania poszczególnych sposobów realizacji dostaw jest oparty o dane z duńskiego rynku dystrybucji pelet i został wykonany dla wielkości sprzedaży = 300 000 ton.

Część z pelet przewożonych luzem trafiła do mniejszych dystrybutorów zajmujących się ich sprzedażą małym prywatnym odbiorcom. Firmy te czasem pakują pelety w worki i nie jest możliwe dokładne ustalenie jakiej wielkości sprzedaży to dotyczy.

6 Spalanie pelet

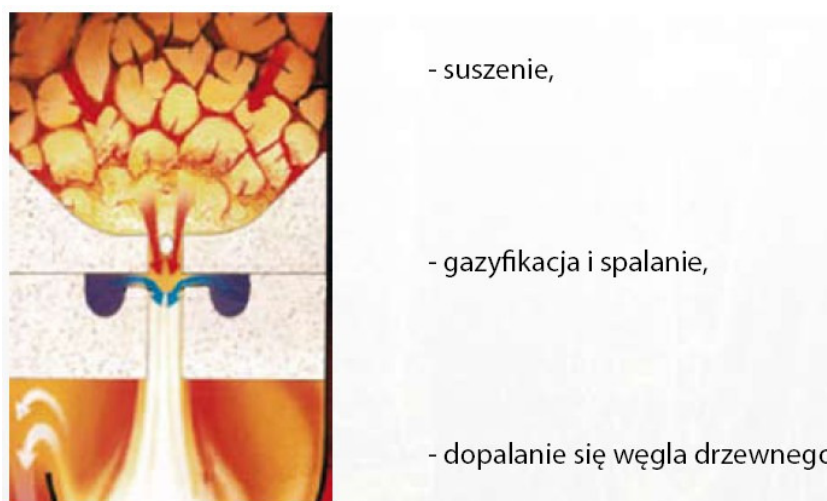
W tym rozdziale zostanie omówiony proces spalania pelet.

6.1 Fazy spalania

Wyróżniamy 3 fazy w procesie spalania:

- Suszenie, odparowanie wody
- Pyroliza i spalanie
- Dopalenie się węgla drzewnego

W czasie spalania pelet, około 80% energii jest uwalnianych w postaci gazu, a pozostałe 20%- w postaci węgla drzewnego.



Rys 6.1. Spalanie pelet drzewnych. Pelety przechodzą najpierw suszenie i spalanie, wtedy postaje płomień. Następnie dopalany jest węgiel drzewny, pozostawiając popiół.

Suszenie

Gdy pelety trafiają do komory spalania, w której trwa proces spalania, ciepło towarzyszące procesowi odparowuje wodę zawartą w peletach. Ponieważ zawartość wody w peletach jest niska, proces ten zachodzi bardzo szybko i następuje faza gazyfikacji.

Gazyfikacja (pyroliza)

Pod wpływem dalszego ogrzewania pelety wydzielają gazy. Temperatura konieczna do zajścia tego procesu to około 270 °C. Powstaje wtedy tlenek węgla (CO), wodór (H₂) i metan (CH₄) oraz inne węglowodory.

Spalanie gazu

Jeżeli istnieje wystarczający nadmiar powietrza gazy zaczną się spalać. Wodór zareaguje z tlenem tworząc wodę, zaś węgiel z węglowodorów i tlenku węgla spali się do dwutlenku węgla, a wodór do pary wodnej. W przypadku zbyt niskiej temperatury lub niewystarczającego nadmiaru powietrza gazy tworzą dym, który zamieni się w płomień gdy zostanie podwyższona temperatura lub doprowadzony tlen.

Wypalanie węgla drzewnego

Gdy spalą się wydzielone gazy, zaczyna wypalać się powstały węgiel drzewny. Nie widać wtedy płomienia, widoczne natomiast są niedopałki. Pozostały popiół to w głównej mierze niepalne związki mineralne.

6.2 Ciepło spalania i wartość opałowa

Ciepło spalania daje informację o ilości energii jaką z danego rodzaju paliwa można pozyskać. Obliczając ciepło spalania paliwa przyjmuje się, że paliwo jest suche a popiół nie jest uwzględniony w obliczeniach.

Wartość opałowa uwzględnia utratę ciepła w skutek odparowania i zawartość popiołu.

Wartość opałowa jest zazwyczaj wyrażana jako ilość MJ na kilogram paliwa (MJ/kg) lub GJ na tonę (GJ/t). Masa paliwa jest podawana wraz z zawartą w nim wodą, dlatego tak ważna jest znajomość wilgotności paliwa, do której odnosi się dana wartość opałowa. W praktyce to właśnie wartość opałowa i wilgotność paliwa stanowią najważniejszą część jego charakterystyki.

Wartość opałowa suchego drewna to ok. 19MJ/kg. W przypadku, gdy wilgotność drewna wynosi 7%, jego wartość opałowa jest obliczana w następujący sposób.

$$19.0 - (0.2145 * 7) = 17.5 \text{ MJ/kg}$$

6.3 Wpływ paliwa na wykorzystywaną technologię spalania

Zawartość wody Suche drewno ma wysoką wartość opałową i ciepło powstające w czasie spalania należy odprowadzać, aby wysokie temperatury nie uszkodziły instalacji. Wilgotne drewno ma z kolei niższą wartość opałową i komora spalania musi być dobrze uszczelniona, aby zatrzymać w niej ciepło i podtrzymać proces spalania. Dokonuje się tego zazwyczaj przy pomocy ogniotrwałych, izolacyjnych kafli.

Dlatego też projektuje się różne typy kotłów, przeznaczone do spalania drewna o różnej wilgotności. Pelety należy spalać tylko w instalacjach przystosowanych do spalania pelet.

Jednocześnie, w instalacjach przeznaczonych do spalania pelet nie należy spalać innych rodzajów paliwa.

Popiół Pelety drzewne mogą zawierać liczne zanieczyszczenia składające się z cząsteczek niepalnych, głównie popiołu. Popiół jest niepożądany, gdyż oznacza konieczność oczyszczania gazów odlotowych, oraz usuwania popiołu i szlaku. Zawartość popiołu jest ściśle powiązana z brudem i piaskiem w korze drzewnej oraz z solami wchłanianymi w procesie wzrostu drzewa.

Pelety drzewne charakteryzują się niską zawartością popiołu, zazwyczaj w granicach 0,5%. Popiół składa się głównie ze związków niepalnych, piasku i brudu znajdującego się na korze lub pochodzącego z runa leśnego. Drewno kominkowe i zrębki mają zawartość popiołu w granicach 0,5-3%, natomiast słoma może zawierać nawet 8% popiołu. Zawartość popiołu to ważny parametr paliwa, gdyż on sam paliwa nie stanowi, nie da się go spalić w celu uzyskania ciepła, a z drugiej strony ciepło jest potrzebne do jego powstania.

W popiele znajdują się również śladowe ilości metali ciężkich, stanowiących niepożądane źródło zanieczyszczenia. W peletach jest ich jednak mniej niż w innych stałych paliwach.

Sole Pelety drzewne zawierają sole, mające wpływ na proces spalania. Są to głównie sole potasu oraz sodu, tworzące lepki popiół, pokrywający następnie powierzchnie kotła.

Zazwyczaj zawartość potasu i sodu jest w peletach drzewnych tak niska, że nie powodują one kłopotów.

	% suchej masy
K	0.1
Na	0.015
P	0.02
Ca	0.2
Mg	0.04

Rys. 6.2. Typowa zawartość składników mineralnych w zrębkach drzewnych, wyrażona w % suchej masy. W porównaniu np. do słomy zawartość potasu w zrębkach jest około 10 razy niższa.

Kiedy popiół zostaje podgrzany do pewnej temperatury, staje się miękki i lepki. Temperatura ta jest różna dla różnych rodzajów biopaliw. Dla większości paliw drzewnych, w tym dla pelet, temperatura topnienia popiołu wynosi 1100 °C. Jeżeli cząsteczki popiołu znajdujące się w gazach odlotowych są podgrzane do temperatury wyższej niż 1100 °C, przyczepiają się do ścianek kotła tworząc warstwę izolacyjną, która zmniejsza przewodzenie ciepła, ogrzewającego wodę. To z kolei wywołuje potrzebę częstego czyszczenia przewodów. Zaniedbanie tego i dalsze ogrzewanie nagromadzonego popiołu, spowoduje jego całkowite stopienie i powstanie szlaki, bardzo trudnej do usunięcia.

Związki lotne

Pelety drzewne zawierają około 80% substancji lotnych (w % suchej masy). Oznacza to, że w czasie spalania 80% masy drewna przekształci się w gazy, a pozostała część zamieni się w węgiel drzewny. Wysoka zawartość substancji lotnych oznacza, że powietrze należy dostarczać w czasie spalania nad rusztem (powietrze wtórne) czyli tam gdzie zachodzi rzeczywiste spalanie gazów, a nie pod ruszt (powietrze wstępne).

6.4 Technika spalania

Wydajne i całkowite spalanie jest konieczne dla efektywnego wykorzystania pelet drzewnych jako ekologicznego paliwa. Poza zapewnieniem efektywności procesu, ważne jest również to aby w jego trakcie nie powstawały żadne niepożądane, z punktu widzenia ochrony środowiska, związki.

Podstawy dobrego spalania

Aby process spalania był podtrzymany należy spełnić pewne podstawowe warunki:

- Odpowiednie mieszanie tlenu (powietrza) i paliwa, znajdujących się w odpowiednim stosunku wagowym do siebie
- Paliwo znajdujące się już w komorze spalania musi przekazywać ciepło dostarczanemu paliwu, aby ciągłość procesu była zachowana

Należy pamiętać, że gazy spalają się jako płomień, natomiast cząsteczki stałe tlą się, oraz że w trakcie spalania drewna 80% energii jest wydzielanej w postaci gazów, natomiast reszta tworzy węgiel drzewny.

Mieszanka paliwa i powietrza

Mieszając paliwo z powietrzem ważne jest zapewnienie dobrego dostępu tlenu z powietrza do palnych składników drewna. Im lepszy kontakt między nimi zostanie zapewniony, tym szybsze i lepsze spalanie.

Jeżeli paliwem jest np. gaz naturalny, łatwo jest osiągnąć idealny skład mieszanki, gdyż łatwo wymieszać 2 składniki gazowe w odpowiednich proporcjach. Spalanie następuje szybko i łatwo regulować jego przebieg, kontrolując napływ nowego paliwa. Aby

zapewnić podobne warunki przy spalaniu pelet należy je rozdrobnić na bardzo drobne cząsteczki (pył). Te cząsteczki będą się poruszać w powietrzu. Dobra mieszanka oznacza, że płomień wygląda jak przy spalaniu gazu lub oleju.

Technologia spalania pelet i innych paliw stałych jest zatem bardziej złożona niż w przypadku kotłów gazowych i olejowych.

Kruszenie pelet i wykorzystywanie pyłu drzewnego jest wykorzystywane w Danii w ograniczonym stopniu. W Avedøre II, dużej duńskiej elektrociepłowni, pelety są uprzednio kruszone w młynach węglowych i tak powstały pył jest następnie spalany. W takim wypadku niezbędny jest kocioł o wysokiej wydajności i stopniu kontroli procesu, przystosowany do spalania szerokiej gamy paliw.

6.4.1 Nadmiar powietrza

Współczynnik nadmiaru powietrza (λ)

Każde paliwo potrzebuje odpowiedniej ilości powietrza (tlenu) aby zaszła stechiometryczna zależność, a współczynnik nadmiaru powietrza λ (lambda) wynosił = 1. Zależność stechiometryczna ma miejsce, gdy dostarczymy dokładnie tyle powietrza, ile jest potrzebne, aby całe paliwo zostało spalane. Jeżeli dostarczymy więcej powietrza ($\lambda > 1$), w gazach odlotowych będzie się znajdował tlen.

Typowe wartości λ

W praktyce spalanie następuje gdy $\lambda > 1$, gdyż osiągnięcie całkowitego spalania przy stechiometrycznej ilości tlenu jest niemal niemożliwe. W tabeli 6.3 przedstawiono wartości współczynnika powietrza, wraz z odpowiadającymi im procentowymi wartościami tlenu zawartego w gazach odlotowych.

	współczynnik nadmiaru powietrza, λ	O ₂ w suchej masie (%)
Kominiek, piekarnik	>3	>14
Piec na drewno	2.1-2.3	11-12
Ogrzewanie miejskie, zrebki	1.4-1.6	6-8
Ogrzewanie miejskie, pelety	1.2-1.3	4-5
Elektrociepłownia, pył drzewny	1.1-1.2	2-3

Rys. 6.3. typowe wartości współczynnika nadmiaru powietrza, λ , i wynikająca z tego zawartość tlenu w gazach odlotowych

Współczynnik nadmiaru powietrza a technologia spalania

Ilość powietrza potrzebna w procesie spalania jest w dużym stopniu zależna od wykorzystywanej technologii spalania oraz użytego paliwa. Współczynnik nadmiaru powietrza podczas spalania pelet jest zazwyczaj niższy niż podczas spalania zrębków. Spalanie drewna przebiega najlepiej, gdy współczynnik nadmiaru powietrza przyjmuje wartości między 1.4 i 1.6.

6.4.2 Jakość spalania

Paliwo ma duży wpływ na efektywność procesu spalania. Podczas palania całkowitego powstają jedynie woda i dwutlenek węgla. Niewłaściwe połączenie paliwa, technologii spalania i ilości dostarczanego powietrza może negatywnie wpłynąć na przebieg spalania i wywołać niepożądane skutki dla środowiska.

Efektywne spalanie wymaga:

- Wysokiej temperatury

- Nadmiaru tlenu
- Czasu przetrzymania
- Mieszania składników

W ten sposób zostaje zapewniona niska emisja tlenku węgla (CO) oraz węglowodorów aromatycznych oraz minimalna ilość niespalonego węgla pozostała w popiele.

Niestety te same warunki (wysoka temperatura, nadmiar tlenu o raz długi czas przetrzymania) są głównymi przyczynami powstawania tlenków azotu (NO_x). Dlatego też należy wykorzystywać niskoemisyjne technologie spalania, pozwalające na zmniejszenie emisji tlenków azotu.

Poza dwutlenkiem węgla i wodą, gazy odlotowe zawierają również powietrze (O₂, N₂ oraz Ar) i w mniejszym lub większym stopniu związki niepożądane takie jak tlenek węgla, węglowodory, tlenki azotu i inne.

Jednorodna struktura pelet drzewnych, duża powierzchnia zewnętrzna i stała wilgotność pozwalają na lepsze spalanie, niż to ma miejsce np. w przypadku drewna kominkowego czy zrębków.

6.5 Spalanie pelet w małych instalacjach

Pelety drzewne charakteryzują się wysoką zawartością substancji lotnych.

W celu uzyskania łatwopalnej mieszanki tych gazów należy je wymieszać z tlenem. Całkowite spalanie, pozwalające na pełne wykorzystanie energii zgromadzonej w danym paliwie, wymaga stałego doprowadzania powietrza, w odpowiedniej ilości i w odpowiednim miejscu.

6.5.1 Powietrze spalania

Znaczenie odpowiedniego dostępu powietrza Jeżeli nie dostarczymy wystarczającej ilości powietrza, nie wszystkie gazy się spalą i gazy odlotowe opuszczające komin będą zawierały np. tlenek węgla. Z drugiej strony, jeśli powietrza będzie zbyt dużo, będzie ono pobierało ciepło i gazy odlotowe opuszczą komin mając bardzo wysoką temperaturę. Duży nadmiar powietrza może również prowadzić do ochłodzenia gazów odlotowych, a wtedy paliwo nie spali się całkowicie.

Powietrze pierwotne i wtórne Poza dostarczeniem odpowiedniej ilości powietrza, ważne jest też jego odpowiednie mieszanie z pozostałymi gazami. Można to uzyskać dostarczając część powietrza wstępnie do komory spalania (powietrze pierwotne), i resztę później, gdzie powietrze miesza się z gazami odlotowymi (powietrze wtórne). Mieszanie musi nastąpić zanim gazy się ochłodzą mijając ścianki komory spalania lub nim się rozrzedzą w nadmiarze powietrza.

Kontrola dostępu powietrza W piecach na drewno i małych kotłach na paliwa stałe napływ powietrza jest naturalnie spowodowany przez ciepłe gazy odlotowe opuszczające komin. Powoduje to ujemne ciśnienie w komorze spalania i świeże powietrze jest zasysane, zarówno jako powietrze pierwotne jak i wtórne.

W większości ciepłowni opalanych peletami dopływ powietrza jest wywołany sztucznie, przy pomocy dmuchawy lub wentylatora. Dopływ powietrza i jego podział an powietrze pierwotne i wtórne może być kontrolowany ręcznie, lub przy pomocy różnych urządzeń elektronicznych.

Najbardziej zaawansowana technologicznie forma kontroli przepływu powietrza to zastosowanie sondy lambda w przewodzie gazów odlotowych. Sonda rejestruje ilość tlenu znajdującego się w gazach odlotowych i na podstawie tego reguluje ilość dostarczanego powietrza.

Aby zapewnić odpowiedni napływ powietrza należy zapewnić odpowiednie warunki próżniowe w przewodzie gazów odlotowych - 10-20 Pascali. W związku z różnicą ciśnień panującą w przewodach, ciśnienie w komorze spalania wynosi w wielu instalacjach jedynie 1-2 Pascale.

6.5.2 Temperatura spalania

900- 1000°C

Niezbędna temperatura dla procesu spalania, zazwyczaj 900-1000 °C, jest podtrzymywana częściowo przez odpowiednią konstrukcję komory spalania, oraz dostosowanie ilości powietrza do ilości spalanego paliwa.

Zbyt niska temperatura

Jeżeli temperatura w komorze spalania jest zbyt niska, istnieje ryzyko, że część węglowodorów aromatycznych z paliwa nie zostanie spalona i przedostaną się przez komin do otoczenia. W związku z tym, że węglowodory aromatyczne są szkodliwe dla zdrowia i powodują przykre wrażenia zapachowe należy zapobiegać ich emisji. Zbyt niska temperatura utrzymująca się przez dłuższy czas może również wywoływać korozję kotła i przewodów odprowadzających gazy odlotowe.

7 Technologia spalania

Małe urządzenia do spalania pelet można podzielić na:

- Kompaktowe instalacje kotłowe, gdzie zbiornik paliwa, komora spalania i kocioł to jedna, zintegrowana jednostka
- Palnik pelet ze zbiornikiem paliwa do zainstalowania w kotle
- Palnik bez zbiornika
- Piece

7.1 **Kompaktowe instalacje kotłowe**

Kotły kompaktowe składają się z kotła, systemu spalania oraz magazynu paliwa znajdujących się w jednym urządzeniu. Wszystkie elementy są tak zaprojektowane aby do siebie pasować, tzn. że magazyn paliwa, komora spalania i kocioł odpowiadają konkretnej ilości paliwa. W przypadku, gdy dołączamy zbiornik paliwa do istniejącej instalacji- taka zgodność nie zawsze ma miejsce.



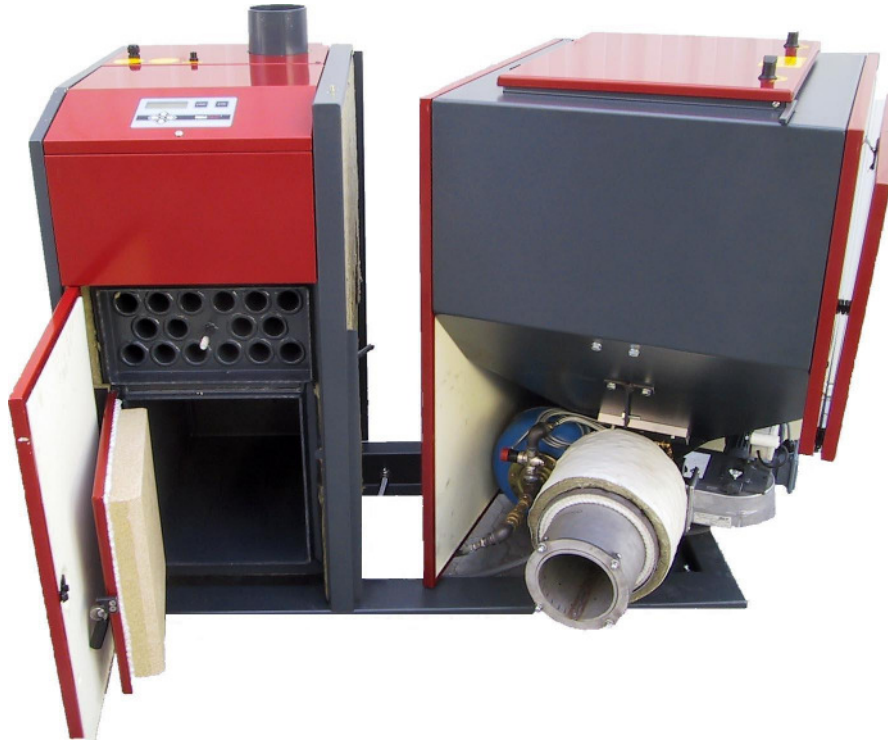
Rys. 7.1. Typowe urządzenie kompaktowe, gdzie zbiornik paliwa, komora spalania i kocioł to jedna, zintegrowana jednostka

Rodzaje paliwa Niektóre kotły kompaktowe są zaprojektowane do spalania pelet, zrębków i ziarna. Jednakże, zmiana jednego rodzaju paliwa na inny wymaga zazwyczaj zmiany ustawień w jednostce sterującej. Podobnie jak stare instalacje przeznaczone do spalania biomasy, kotły kompaktowe zajmują więcej miejsca i kosztują więcej niż np. kocioł olejowy o tej samej mocy.

7.2 Palnik z magazynem paliwa

Inną możliwością zmiany paliwa na pelety jest przystosowanie istniejącego kotła przez instalację palnika na pelety. Jeżeli kocioł jest w niezłym stanie technicznym a wymiary komory spalania umożliwiają spalanie pelet- jest to dobre rozwiązanie.

Ważnym warunkiem sprawnej pracy zmodernizowanej instalacji jest odpowiedni dobór palnika do istniejącego kotła.



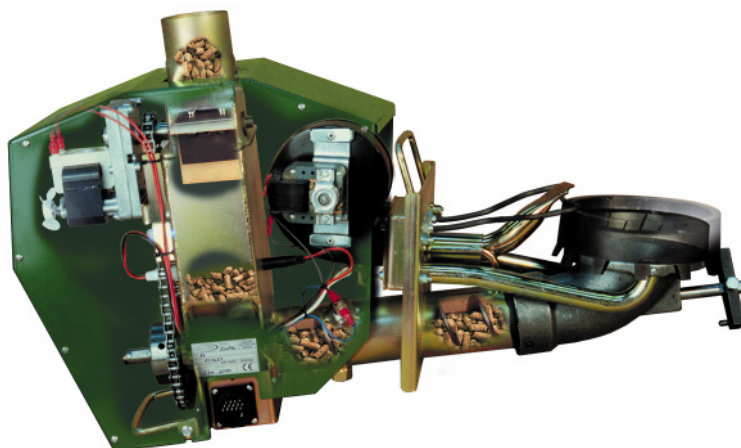
Rys. 7.2. Palnik na pelety ze zintegrowanym magazynem paliwa. Palnik (po lewej) należy obrócić o 45 stopni i wtedy może być podłączony do konstrukcji kotła (po lewej).

Wymagania Należy pamiętać o tym, że wymogi techniczne i bezpieczeństwa stawiane palnikom na pelety są takie same, jak te odnoszące się do nowych kotłów. Palniki są zazwyczaj zatwierdzone dla paru odpowiadających im typów kotłów, wybranych przez producenta palników.

Wymagania przestrzenne Palnik i kocioł muszą być łatwe do rozdzielenia, gdyż komora spalania musi być opróżniana z popiołu i czyszczona. To z kolei zwiększa wymagania przestrzenne takiej instalacji.

7.3 Palniki bez magazynów paliwa

Zarówno w Danii jak i w Szwecji istnieją wytwórcy zajmujący się produkcją kompaktowych palników, bardzo przypominających zarówno wyglądem jak i rozmiarem palniki olejowe.



Rys.7.3. Przykład palnika na pelety, który może być między innymi użyty do przystosowania istniejącej instalacji do spalania pelet.

Kompletny palnik do spalania pelet składa się zazwyczaj z:

- metalowego zbiornika na pelety
- przenośnika śrubowego przemieszczającego pelety
- przewodu doprowadzającego pelety do palnika
- palnika w którym zachodzi spalanie

Dodatkowo, palniki posiadają wbudowany wentylator doprowadzający powietrze niezbędne do procesu spalania, automatyczny zapłon oraz urządzenie zabezpieczające przed cofnięciem się ognia.

Wymagania przestrzenne

Zaletą tego typu palników jest to, iż mogą być zainstalowane w połączeniu z istniejącym kotłem, instalacja jest bardzo prosta i nie wymaga zbyt wiele miejsca. Końcowym warunkiem są wymiary i kształt rusztu.

7.4 **Piece na pelety**

Piece na pelety, do umieszczenia w pomieszczeniach mieszkalnych, zaprojektowano w oparciu o doświadczenia związane z piecami na drewno. Zyskują one coraz większą popularność.

Minimum obsługi

Piece na pelety zostały zaprojektowane w taki sposób, aby ich obsługa była jak najprostsza, a ilość prac związanych z ich utrzymaniem jak najmniejsza. Obecnie, większość pieców jest wyposażona w termostat i elektryczny zapłon i nie wymagają wiele uwagi.

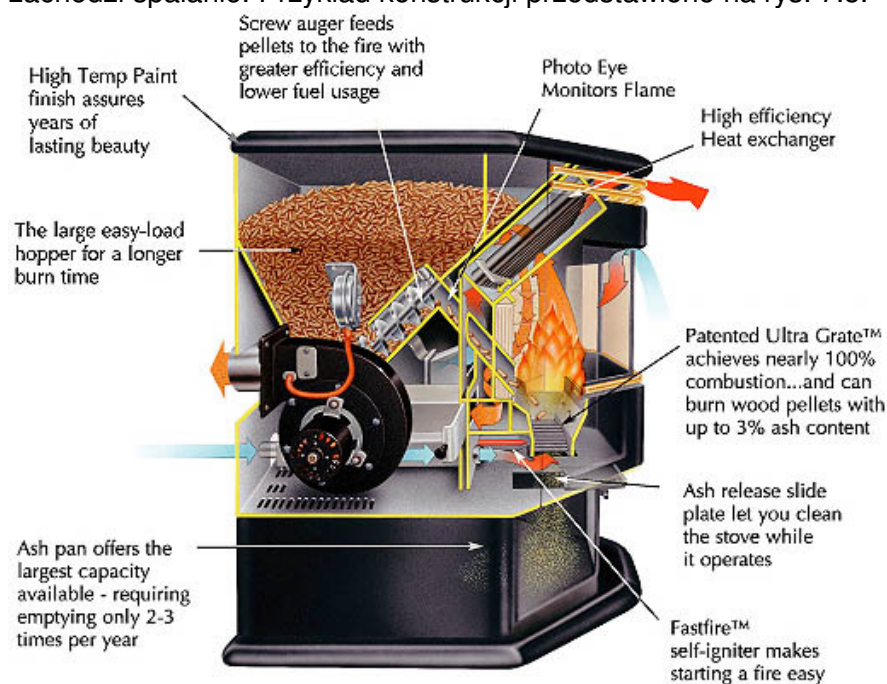


Rys. 7.4: Piec na pelety zaprojektowany do pomieszczeń mieszkalnych

Paliwo nie sprawia żadnych problemów w użytkowaniu i pozwala na bardzo efektywną pracę nawet przy mocy urządzeń rzędu paru kW. Takie rezultaty nie byłyby możliwe do osiągnięcia przy pomocy normalnego pieca na drewno.

Zbiornik paliwa Zbiornik paliwa, wbudowany w piec, jest w stanie pomieścić 10-30 kg paliwa, czyli równowartość 1-3 dniowego zużycia przy średnim wykorzystaniu mocy urządzenia. Pelety są zazwyczaj kupowane w workach o wadze 12-30 kg, co sprawia, że ich przechowywanie nie stwarza żadnych problemów. Pelety kupowane luzem nie mogą być przechowywane w pomieszczeniach mieszkalnych ze względu na powstające pyły.

Konstrukcja Automatyczny system grzewczy zazwyczaj składa się z krótkiego podajnika śrubowego dostarczającego pelety ze zbiornika, poprzez przewód, do palnika, gdzie zachodzi spalanie. Przykład konstrukcji przedstawiono na rys. 7.5.



Rys. 7.5. Przykład konstrukcji pieca na drewno.

<i>Bezpieczna odległość od materiałów łatwopalnych</i>	Zasady bezpieczeństwa dotyczące pieców na pelety są takie same jak w przypadku normalnych pieców na drewno, tzn. że w odległości 50cm od ścianek pieca nie mogą się znajdować żadne łatwopalne materiały. Płyta gipsowa jest również uznana za materiał łatwopalny i należy pamiętać o zachowaniu odpowiedniej odległości.
<i>Przewód wentylacyjny</i>	Przewód wentylacyjny również musi się znajdować w odpowiedniej odległości (minimum 30cm) od materiałów łatwopalnych (podłogi, listwy). Niektóre piece mają wyjście kanału wentylacyjnego tuż nad poziomem podłogi. W taki wypadku może okazać się koniecznym umieszczenie pieca na cokole.
<i>Wady</i>	Generalnie, piece na pelety są droższe niż tradycyjne piece na drewno i mogą być źródłem hałasu spowodowanego pracą podajnika śrubowego i wentylatora doprowadzającego powietrze do komory spalania. Również dmuchawa rozprowadzająca gorące powietrze po pomieszczeniu mieszkalnym jest źródłem hałasu. Pojawiają się modele pracujące ciszej, wykorzystujące naturalny ciąg powietrza. Emisja pyłów jest nie do uniknięcia w przypadku pelet, można ją jednak zminimalizować poprzez odpowiednie postępowanie.

7.5 Piece na pelety z płaszczem wodnym

<i>Zbiornik buforujący</i>	Niektórzy producenci oferują piece na pelety wraz ze zbiornikiem buforującym. Moc cieplna takich urządzeń to 8-9 kW, z czego zbiornik pochłania 35-45 %. Ciepło to jest wykorzystywane do ogrzania pozostałych pomieszczeń w domu poprzez centralny układ grzewczy.
<i>Połączenie</i>	<p>Przed podłączeniem pieca do zbiornika należy sprawdzić szczelność połączenia. Czynność ta powinna być wykonywana przez specjalistę. Ewentualne błędy mogą mieć skutki śmiertelne.</p> <p>Pieca na pelety wyposażonego w płaszcz wodny <u>nigdy</u> nie należy podłączać do systemu ze zbiornikiem wyrównawczym pod ciśnieniem.</p> <p>Jeżeli powierzchnia grzewcza, chłodzona wodą, jest większa niż 0.4 m² istnieje, ze względów bezpieczeństwa, konieczność zainstalowania osobnego przewodu, łączącego wierzchołek elementu grzewczego z otwartym zbiornikiem wyrównawczym. Ten przewód nie może nigdy być zablokowany! Musi on mieć dodatni spadek a jego długość nie może przekraczać 20m.</p> <p>Jeżeli powierzchnia grzewcza, chłodzona wodą, jest mniejsza niż 0.4 m², połączenie ze zbiornikiem wyrównawczym może być wykonane przy pomocy przewodu, pod warunkiem, że nie ma ryzyka jego zablokowania.</p>

7.6 Złożone instalacje grzewcze

Wielu użytkowników kotłów na pelety, uzupełnia instalację o dodatkowe urządzenia grzewcze, wykorzystywane w przypadku szczytowego zapotrzebowania, lub w okresie letnim. Takie urządzenia to np. kocioł olejowy, piec na drewno, kolektory słoneczne lub podgrzewacze elektryczne.

7.6.1 Kocioł na pelety + kocioł olejowy

Decydując się na instalację kotła na pelety dobrze jest pozostawić istniejący kocioł olejowy, może on stanowić zabezpieczenie w przypadku zwiększonego zapotrzebowania na ciepło w okresie zimowym, lub być urządzeniem zapasowym.

Instalacja kotła powinna być zgodna z przepisami Danish Working Environment Authority. Urządzenia rozprowadzające ciepło, tj. przewody, zawory, grzejniki, muszą być zgodne z odpowiednimi normami.

7.6.2 Kocioł na pelety + piec na drewno

Piece na drewno są bardzo popularne. W ciągu ostatnich lat nastąpił znaczny rozwój tych technologii grzewczych. Obsługa pieców została znacząco uproszczona a ich efektywność wzrosła do 60-70 %.

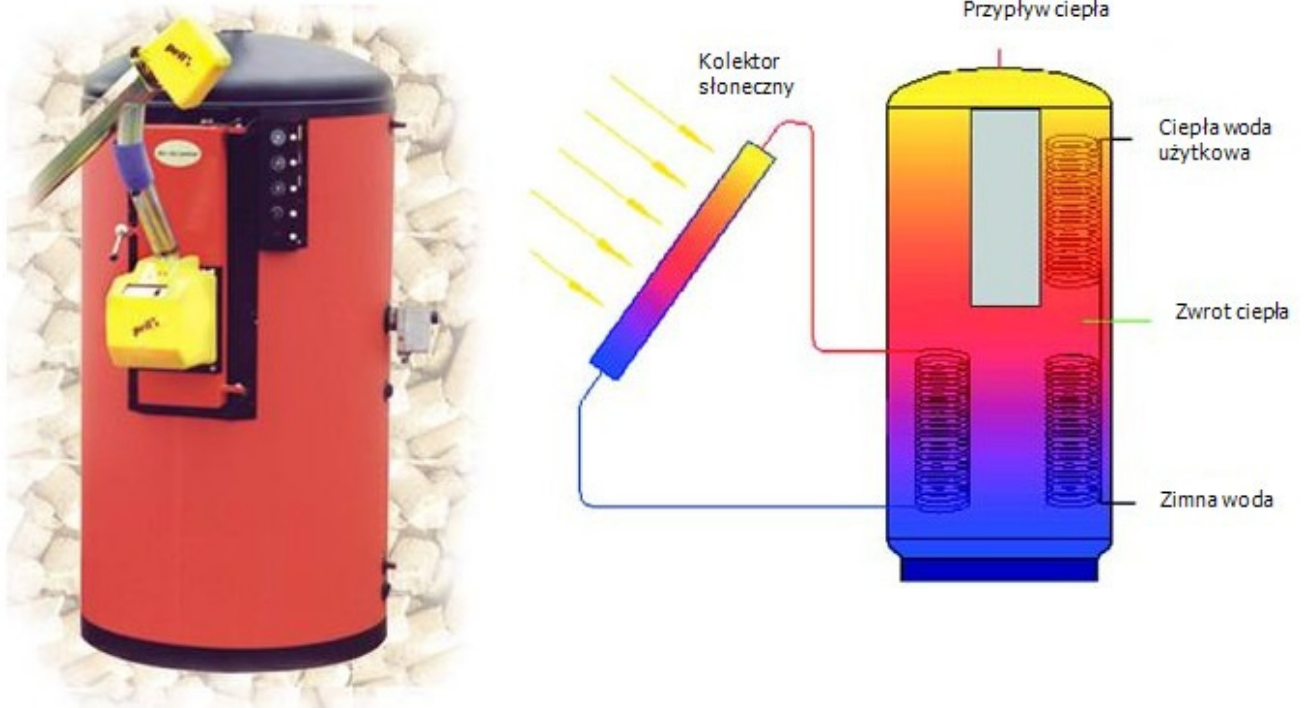
Z ekonomicznego punktu widzenia piece na drewno nie są bardzo opłacalne. Jest to spowodowane z jednej strony rosnącymi cenami drewna, z drugiej faktem, że temperatura w ogrzewanym pokoju będzie dość wysoka, a to z kolei powoduje nieco większe straty ciepła przez ściany i okna. Są zapewne osoby, które uznają wysoki komfort cieplny za zaletę.

7.6.3 Kocioł na pelety + kolektory słoneczne

Zaletą instalacji grzewczej łączącej kocioł na pelety z kolektorami słonecznymi jest fakt, że w okresie letnim potrzeby cieplne mogą być zaspokojone z pracy samych kolektorów, kocioł może zostać wyłączony. Kolektory słoneczne mogą działać na dwa sposoby, albo dostarczać wyłącznie ciepłą wodę użytkową, albo zarówno wodę jak i ogrzewanie pomieszczeń.

W przeciwieństwie do kotła na pelety, kolektory wymagają zbiornika, gromadzącego ciepło wyprodukowane w ciągu dnia przez kolektory. Pojemność takiego zbiornika musi odpowiadać powierzchni kolektorów, i najczęściej zbiornik na ciepłą wodę jest wystarczający.

Przykład instalacji łączącej wykorzystanie kotła na pelety oraz kolektorów słonecznych został przedstawiony na Rys. 7.6.



Rys. 7.6. Instalacją łącząca kocioł na pelety i kolektory słoneczne

8 Wybór mocy kotła

W tym rozdziale zostanie omówiony sposób określenia wymaganej mocy kotła, która jest jednym z najważniejszych czynników warunkujących dobre spalanie i ekonomiczną opłacalność inwestycji.

Kocioł na pelety powinien zaspokajać rzeczywiste potrzeby cieplne budynku, na które składają się zarówno: ciepła woda użytkowa jak i ogrzewanie pomieszczeń.

Dokonując wyboru mocy kotła należy wziąć pod uwagę następujące czynniki:

- Standardy budowlane (ocieplenie, wentylacja)
- Powierzchnia domu (powierzchnia, ilość kondygnacji, powierzchnia grzewcza)
- Dotychczasowe zużycie energii (olej opałowy, energia elektryczna, dodatkowe źródła ciepła)
- Model zużycia energii (ogrzewanie pomieszczeń, ciepła woda użytkowa)
- Przyszłe plany rozbudowy domu

Ważnym jest, aby nie instalować automatycznych kotłów na pelety o mocy wyższej, niż wymagana. W przeciwnym wypadku, kocioł będzie się często wyłączał i uruchamiał na nowo, lub pracował przy niepełnym obciążeniu, lub pracował całkiem niepotrzebnie, np. w okresie lata, gdy potrzeby cieplne są minimalne.

8.1 **Temperatura zewnętrzna a potrzeby cieplne budynku**

Kotłownie w Danii są projektowane w taki sposób, aby zapewniały temperaturę wewnątrz pomieszczeń 21 °C, przy zewnętrznej panującej temperaturze -12 °C. Jest to określane mianem obciążenia cieplnego budynku.

W związku z tym, że temperatury zewnętrzne rzadko spadają do -12 °C, szczytowe zapotrzebowanie będzie występowało jedynie przez parę dni w roku.

Wymiarowanie kotła

Opierając się na dotychczasowych doświadczeniach i przesłankach ekonomicznych, optymalne warunki pracy kotła przy mocy nominalnej osiąga się, gdy wynosi ona 60-80 % szczytowego zapotrzebowania na ciepło. Tak wybrany kocioł jest w stanie zaspokoić ok. 95 % potrzeb cieplnych budynku. Oznacza to, że przez pewną ilość godzin w ciągu roku potrzebne będzie dodatkowe źródło ciepła, np. grzejnik olejowy i elektryczny podgrzewacz wody.

W okresie letnim można całkiem wyłączyć kocioł i zaspokajać zapotrzebowanie na ciepłą wodę użytkową przy pomocy kolektorów słonecznych lub elektrycznych podgrzewaczy.

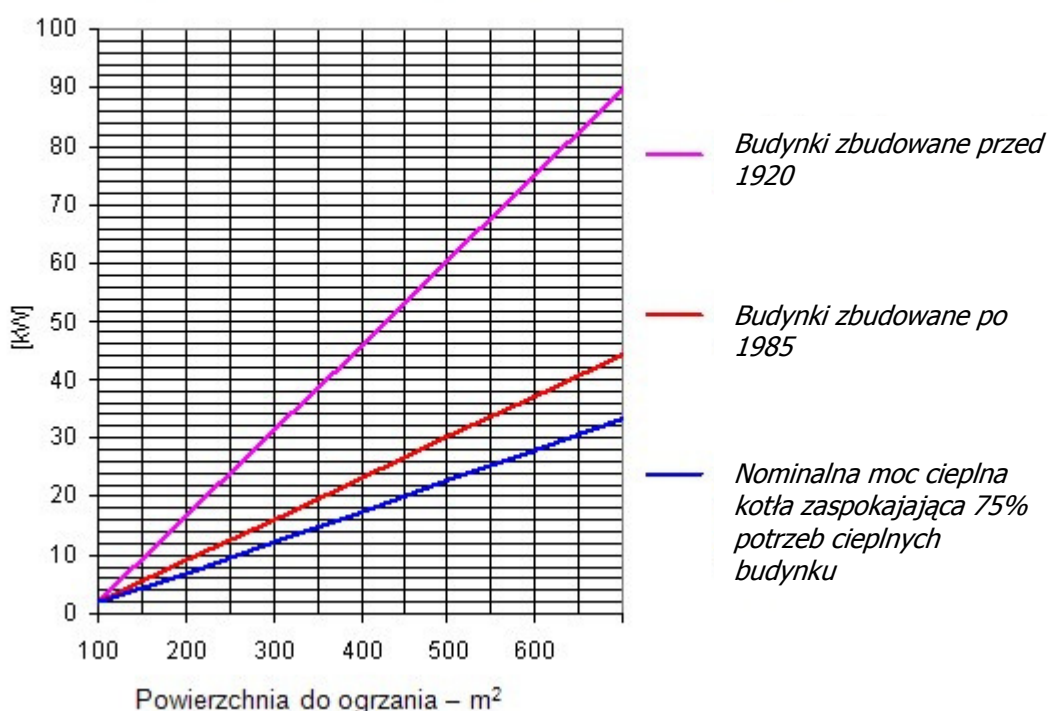
8.2 Wiek budynku i wielkość ogrzewanej powierzchni

Opierając się na znajomości wieku budynku i wielkości ogrzewanej powierzchni, można określić wymaganą moc nominalną urządzenia odczytując ją z wykresu przedstawionego na Rys. 8.1.

Uwzględniono zużycie ciepła na cele przygotowania ciepłej wody użytkowej oraz straty ciepłe (2 kW). Wykres prezentuje moc cieplną kotła potrzebną do spełnienia wymagań cieplnych budynków starych i słabo ocieplonych.

Jeżeli kocioł olejowy jest częścią istniejącej instalacji powinien on zostać pozostawiony, taka by zapewniał zapasowe źródło ciepła i zaspakajał szczytowe zapotrzebowanie. W tym wypadku nowoprojektowany kocioł nie musi uwzględniać maksymalnych strat ciepła. Bardziej wydajna praca kotła jest osiągnięta, gdy nominalna moc cieplna kotła jest przyjęta dla 75% szczytowego zapotrzebowania na ciepło.

Moc kotła oparta na wieku budynku i powierzchni do ogrzania



Rys. 8.1. Wybór nominalnej mocy kotła, oparty o dane dotyczące wieku i powierzchni budynku

8.3 Roczne zużycie oleju opałowego i energii elektrycznej

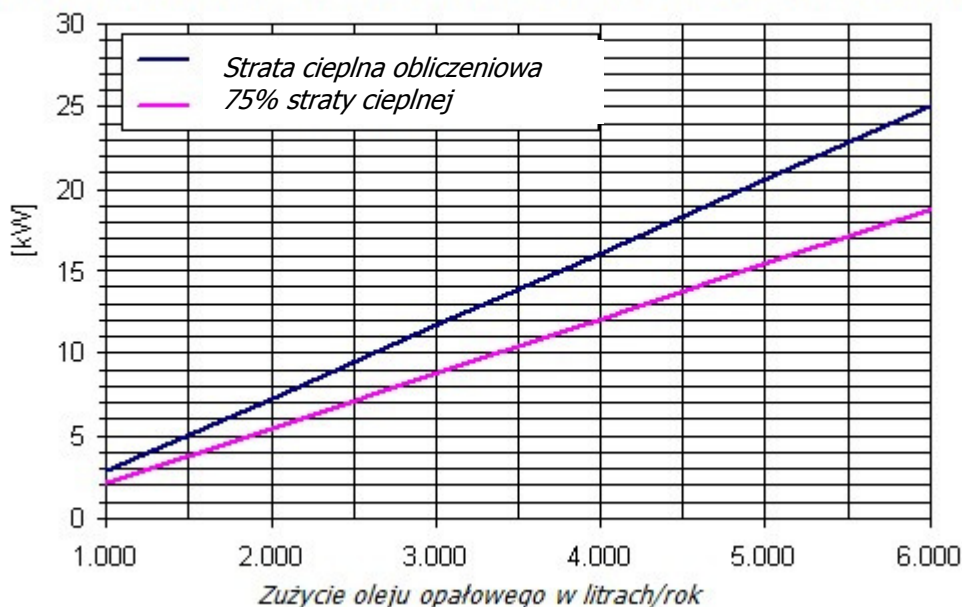
Znając roczne zużycie (w kWh) oleju opałowego oraz energii elektrycznej również można określić

wymaganą nominalną moc kotła (wg wykresu na Rys. 8.2). Uwzględniono zużycie ciepła na cele przygotowania ciepłej wody użytkowej oraz straty ciepłe (2 kW). Jeżeli dom jest ogrzewany energią elektryczną, to każda zużyta kWh elektryczności odpowiada 0,13 l oleju opałowego.

Przykład:

Roczne zużycie energii elektrycznej na cele grzewcze wynosi 30,000 kWh. Jest to równoważnik 4 000 litrów oleju opałowego. Jeżeli kocioł na pelety miałby samodzielnie zaspokoić te potrzeby ciepłe, jego nominalna moc musiałaby wynosić 16 kW. Jeżeli jednak pozostawimy kocioł olejowy do zaspokajania potrzeb szczytowych, moc kotła na pelety można zmniejszyć do 12 kW.

Wymagana moc cieplna kotła w zależności od rocznego zużycia oleju opałowego



Rys. 8.2. Określenie wymaganej mocy cieplnej kotła, w oparciu o roczne zużycie oleju opałowego przez nowoczesną instalację z wydajnością 75% w skali roku.

8.4 Dotychczasowe zużycie energii.

Opierając się na danych dotyczących dotychczasowego zużycia energii można również oszacować wymaganą moc kotła.

Jeżeli moc kotła ma być określona dla budynku, w którym zużycie ciepłej wody odbiega od średniej, lub jeżeli wliczane jest ciepło na pokrycie strat ciepłych w sieci grzewczej, moc cieplną kotła należy określić w oparciu o informacje podane poniżej.

Zależność od sezonu grzewczego

Przy tej metodzie obliczeń konieczne jest rozróżnienie między ciepłem użytym do przygotowania c.w.u. a tym użytym do ogrzania pomieszczeń. Zużycie ciepłej wody pozostaje na mniej więcej stałym poziomie przez cały rok, natomiast potrzeby ciepłe pomieszczeń są uzależnione od temperatur zewnętrznych. Zużycie ciepłej wody użytkowej oznacza się skrótem DIC (Degree day Independent Consumption) natomiast zużycie ciepła na ogrzanie pomieszczeń- DDC (Degree day Dependent Consumption).

Stopniodzień

Stopniodzień (degree day- DD) to określenie dla różnicy między temperaturą w pomieszczeniu, a temperaturą zewnętrzną. Należy zmierzyć średnią temperaturę w ciągu dnia, a każdy stopień różnicy od zmierzonej temperatury i 17 °C, daje stopniodzień.

Przykład:

Średnia temperatura zmierzona pewnego zimnego styczniowego dnia wynosiła -2°C . Wyliczona różnica wyniosła zatem 19°C . Ten dzień odpowiada 19 stopniodniom.

Średnia roczna Średnia roczna to statystyczne określenie liczby stopniodni w czasie jednego roku o średnich temperaturach. W Danii istnieją różne metody stosowane do jej obliczenia. Dwie z nich to TRY i ELO (Rys. 8.3¹). Ta druga jest stosowana głównie dla większych budynków.

	TRY	ELO		TRY	ELO
styczeń	546	519	lipiec	0	22
luty	507	486	sierpień	0	18
marzec	446	444	wrzesień	8	91
kwiecień	312	311	październik	208	207
maj	45	154	listopad	360	341
czerwiec	3	58	grudzień	476	461
Whole year				2,909	3,112

Rys. 8.3. Obliczenie stopniodni przy pomocy metod TRY i ELO

Średnia roczna temperatur nie uwzględnia ciepła zużytego na przygotowanie c.w.u. gdyż jego wielkość jest niezależna od pory roku.

Potrzebne informacje Aby określić odpowiednią moc kotła potrzebne są następujące informacje:

- Roczne zużycie oleju opałowego
- Wielkość zużycia oleju opałowego w miesiącach o najniższym zużyciu (czerwiec, lipiec lub sierpień)
- Ilość stopniodni w danym roku, dla którego rozpatrujemy zużycie oleju
- Ilość stopniodni w średniej rocznej obliczonej przy pomocy metody ELO (t.j. 3,112).

Metoda

Postępowania

Stosujemy następujące podejście

- określić zużycie oleju – np. 1000 litrów – dla miesiąca o najniższym zużyciu paliwa
- określić stałe zużycie (DIC) = $12 \cdot$ najniższe miesięczne zużycie
- określić zużycie ciepła na ogrzewanie pomieszczeń (DDC) = całkowite zużycie ciepła w ciągu roku – stałe zużycie(DIC)
- dostosować DDC do średniej rocznej:

$$\text{DDC}_{\text{dostosowane}} = \text{DDC} \cdot \text{DD}_{\text{średnia roczna}} / \text{DD}_{\text{rzeczywiste}}$$
- obliczyć maksymalne potrzeby cieplne w ciągu roku:

$$P = P_{\text{DDC}} + P_{\text{DIC}} = 3,875 \cdot \text{DDC}_{\text{dostosowane}} (1000 \text{ l/rok}) + 1,139 \cdot \text{DIC} (1000 \text{ l/rok}) \text{ kW}$$

Wybrać kocioł o nominalnej mocy rzędu 60-80 % P (przykład).

¹ TRY (Temperature Reference Year) and ELO (Energi Ledelses Ordningen, a Danish Energy Management Scheme)

Przykład:

Ośrodek wypoczynkowy chce zmienić kocioł z olejowego na opalany peletami. Aby ostatecznie podjąć decyzję o inwestycji ośrodek chce poznać dane dotyczące wysokości kosztów inwestycyjnych i potencjalnych oszczędności. Istniejący kocioł olejowy sprawuje się dobrze i mógłby pozostać, aby zaspokajać szczytowe zapotrzebowanie na energię ciepłą. Dozorca śledził miesięczne zużycie paliwa. Oto wyniki:

- Całkowite zużycie oleju w danym roku wyniosło 181 850 litrów
- Najniższe zużycie miało miejsce w lipcu – 6 900 litrów
- Rok miał 2 683 stopniodni
- Średnia roczna wyniosła 3 112

$$DIC = 12 \cdot 6\,900 = 82\,800 \text{ l}$$

$$DDC = 181\,850 - 82\,800 = 99\,050 \text{ l}$$

$$DDC_{\text{dostosowane}} = 99,050 \cdot 3\,112 / 2\,683 = 114\,631 \text{ l}$$

$$P = P_{DDC} + P_{DIC} = 3.875 \cdot 114.6 \text{ (kW)} + 1.139 \cdot 82.8 \text{ (kW)} = 444 \text{ kW} + 94 \text{ kW} = 538 \text{ kW}$$

Wybrany kocioł będzie w stanie pokryć 75 % maksymalnego zapotrzebowanie na ciepło, czyli będzie miał moc 400 kW.

Gdy zapotrzebowanie na ciepło będzie wyższe, różnicę pokryje kocioł olejowy.

Źródło: dk-TEKNIK/Dansk BioEnergi, December 2000

8.5 Powierzchnia i stan techniczny budynku

Jeżeli nieznane jest obecne roczne zużycie paliwa, można je wyznaczyć przy pomocy Rys. 8.4.

Typowe roczne zapotrzebowanie na energię ciepłą różnych rodzajów budynków zostało przedstawione w tabeli. Chwilowe zapotrzebowanie (zwłaszcza w okresach gdy znacznie wzrastają potrzeby cieplne pomieszczeń) może być wyższe niż wartości zebrane w tabeli.

Rodzaj i powierzchnia budynku	Roczne zapotrzebowanie na ciepło		Moc kotła	
	na 100 m ² (GJ)	na lokal (GJ)	na 100 m ² (kW)	na lokal (kW)
From "Varme Ståbi. 3rd edition, Ingeniøren A/S"				
Dom jednorodzinny, stary (140 m ²)	55	77	8.5	11.9
Dom jednorodzinny, nowy (135 m ²)	41	55	6.3	8.5
Niska zabudowa, stara (110 m ²)	53	58	8.2	9
Niska zabudowa, nowa (95 m ²)	38	36	5.9	5.6
Blok mieszkalny, stary (85 m ²)	51	43	7.9	6.6
Blok mieszkalny, nowy (70 m ²)	34	24	5.2	3.7
Duże gospodarstwo, instytucja itd., stare	95		14.7	
Duże gospodarstwo, instytucja itd., nowe	72		11.1	

Rys. 8.4. Roczne zapotrzebowanie na ciepło i wymagana nominalna moc kotła dla budynków różnej kategorii

9 Małe instalacje na pelety

Nowoczesne systemy grzewcze opalane peletami działają automatycznie, są niemal bezobsługowe. Zасыp paliwa i kontrola spalania wymagają minimum czynności. Stanowi to dużą przewagę, jeśli chodzi o wygodę użytkownika, kotłów na pelety nad innymi kotłami na paliwa stałe.

Kompletna instalacja kotła na pelety składa się z:

- magazynu paliwa
- zbiornika paliwa
- palnika/ rusztu na pelety
- kotła
- zbiornika popiołu
- systemów kontroli poziomu paliwa i powietrza
- przewodu odprowadzającego gazy odlotowe i komina

9.1 Przechowywanie paliwa

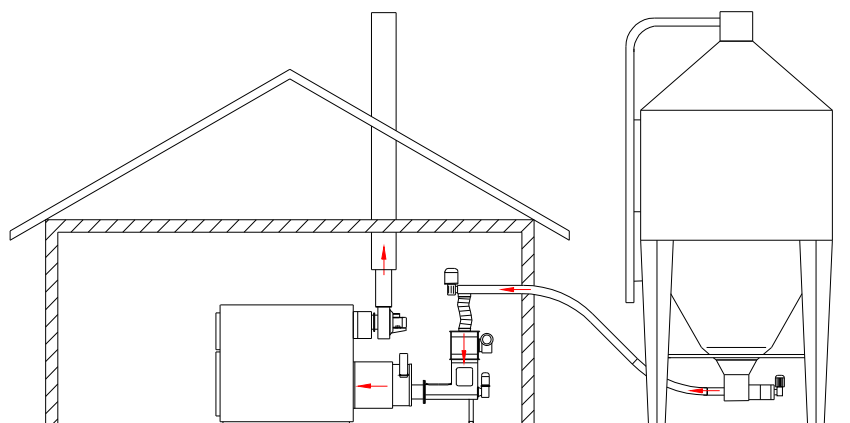
Wybór sposobu przechowywania paliwa zależy od dostępnej powierzchni u użytkownika instalacji i wybranej formy dostaw paliwa.

Przechowywanie w workach Niektórzy użytkownicy domowych instalacji używają pelety dostarczane w 16-40 kg workach. Mimo iż worki są plastikowe, należy je przechowywać w suchym miejscu, gdyż pelety absorbują wilgoć z powietrza. Jeżeli wystawimy pelety na działanie wody, np. w postaci deszczu, rozpadną się i staną bezużyteczne jako paliwo. Worki należy przechowywać w suchym miejscu, np. w przybudówce czy piwnicy. Gdy trzeba uzupełnić paliwo, worki przenosi się do kotłowni i zasypuje zbiornik paliwa.

Przechowywanie pelet luzem Większe magazyny paliwa, w których pelety są przechowywane luzem, mogą znajdować się w pomieszczeniu sąsiadującym z kotłownią, w poddaszu nadbudowanym nad nią lub w silosie. W takim przypadku magazyn musi spełniać przepisy ochrony przeciwpożarowej. Nie wolno przechowywać pelet luzem w pomieszczeniu kotłowni. Ten zakaz nie dotyczy jednak pelet w workach. To powstający pył stanowi zagrożenie dla zdrowia.

Niebezpieczne pyły Aby uniknąć problemów związanych z powstawaniem pyłów, ważne jest, aby traktować pelety (zarówno te w workach jak i luzem) w taki sposób, aby nie powodować ich kruszenia. Jeżeli magazyn paliwa znajduje się wewnątrz budynku mieszkalnego, zaleca się zamontowanie cyklonu przy instalacji służącej do dostarczania pelet do magazynu, w celu usuwania pyłów z pomieszczenia. Niskie ciśnienie w magazynie w czasie dostawy paliwa, dodatkowo zabezpiecza przed przedostawaniem się pyłów do pozostałych części budynku. Pyły są nie tylko uciążliwe i szkodliwe dla zdrowia, lecz również zwiększają ryzyko pożaru i są przyczyną wybuchów pyłu. Dlatego należy przestrzegać regularnego usuwania nagromadzonych pyłów.

Szkodliwa wilgoć Maksymalna wilgotność drewna użytego do produkcji pelet to 15%, powyżej tej wartości drewno jest narażone na działalność bakterii i butwienie. Z tego powodu, pelety można przechowywać przez bardzo długi okres czasu i nie podlegają one rozkładowi przez mikroorganizmy.



Rys. 9.1. Schemat kompletnej instalacji z zewnętrznym silosem na pelety.

Silos na pelety Do przechowywania pelletów luzem można wykorzystać wolnostojący silos (Rys.9.1). Mieści on zazwyczaj 5-6 m³ pelletów. Ten sposób realizacji dostaw oznacza minimum pracy i wymaga jedynie umowy z dostawcą na regularne dostawy paliwa. Silos musi mieć stromo nachylone ścianki, aby pellety trafiały do przenośnika śrubowego. Jeżeli ścianki nie są wystarczająco strome, pył będzie gromadził się w silosie, co oznacza, że po pewnym czasie kotłownia będzie spalać tylko pył, to z kolei podwyższa temperaturę w kotłowni i zmniejsza efektywność spalania. Wyższa temperatura to także zwiększone ryzyko powstawania żużla.

Wilgoć od podłogi Pomieszczenie w którym przechowywane są pellety musi być suche. Jeżeli chcemy przechowywać pellety luzem na betonowej podłodze, należy upewnić się, że nie ulegną one zawilgoceniu.

Ograniczanie pylenia Mając do czynienia z pelletami należy pamiętać o tym, aby do minimum ograniczyć obciążenia fizyczne jakim są poddawane, gdyż prowadzą one do powstawania pyłu. Przy mechanicznym traktowaniu pelletów, mogą się one kruszyć, towarzyszy temu powstawanie drobnych cząsteczek i pyłów. Producenci pelletów stosują sита i wyciągi, aby zapobiec temu problemowi. Ciężko jednak go unikać na kolejnych etapach łańcucha dystrybucyjnego i magazynowania.

Pyły mogą być źródłem poważnych problemów zwłaszcza w małych instalacjach:

- nierówny proces spalania spowodowany niejednorodnym paliwem
- zmniejszona efektywność
- wysoka zawartość niespalonego paliwa w popiele
- rozproszenie pyłów

Transport paliwa Transport paliwa między magazynem w którym pellety są przechowywane a zbiornikiem na paliwo odbywa się zazwyczaj przy wykorzystaniu przenośników śrubowych. Decydując się na wybór przenośników śrubowych należy dobrać odpowiednio niską prędkość obrotu do transportu pelletów. Przenośnik obracający się zbyt szybko przypomina śmigło, rozbijając pellety na mniejsze części.

9.2 Zbiornik paliwa

Ze zbiornika paliwa pelety automatycznie trafiają do komory spalania. Zbiornik musi być wykonany z niepalnego materiału i musi posiadać szczelne wieko. Pojemność takiego zbiornika zazwyczaj odpowiada jednodniowemu zużyciu paliwa, przy pełnej mocy pracy kotła.

9.3 Ruszt / palnik na pelety

Ze zbiornika paliwa pelety (przy pomocy przenośnika śrubowego) trafiają do komory spalania.

Pracą rusztu kieruje silnik, dostarczający ilość paliwa odpowiadającą zapotrzebowaniu na ciepło lub ustawionej mocy kotła. W przewodach rusztu znajduje się czujnik temperatury, który uruchamia zraszacz, gdy temperatura rusztu za bardzo się podniesie.

9.4 Kocioł

Kocioł składa się z komory spalania, wokół której znajduje się płaszcz wodny. Spalanie następuje w komorze spalania. Powietrze potrzebne do spalania jest doprowadzane przez jeden, lub więcej wentylatorów.

Komora spalania Komora spalania może być zaprojektowana na różne sposoby. W małych kotłach spalanie zazwyczaj odbywa się w przewodzie palnika lub na ruszcie. Powietrze jest doprowadzane przez liczne otwory znajdujące się w przewodzie palnika. W większych kotłach spalanie zazwyczaj ma miejsce na ruszcie.

Komora spalania może być wyłożona ognioodporną ceramiką lub żeliwem, które jest odporne na obciążenia termalne związane ze spalaniem, oraz dobrze utrzymuje temperaturę wewnątrz komory.

Do zapewnienia dobrego spalania niezbędny jest dopływ powietrza. Podczas spalania pelet drzewnych szczególnie ważne jest, aby ilość powietrza wystarczyła do całkowitego spalania wszystkich gazów zanim opuszczą one komorę spalania. Ciepła woda zasilająca grzejniki w domu, krąży przez płaszcz wodny otaczający komorę spalania. Ciepło powstające w czasie spalania ogrzewa wodę przez powierzchnię grzewczą kotła. Pompa główna pompuje nagrzaną wodę do grzejników. W niektórych przypadkach ciepło jest dostarczane do grzejników przy pomocy wymiennika ciepła. Drugi wymiennik zapewnia ciepłą wodę użytkową.

Wskazówki do projektowania komory spalania**Komora spalania musi być wystarczająco duża, aby:**

- gaz miał wystarczająco długi czas pozostawania w komorze
- węgiel drzewny miał wystarczająco dużo czasu, aby się całkowicie wypalić

Komora spalania musi być wystarczająco mała, aby:

- zapewnić całkowite mieszanie gazów i powietrza
- palenisko utrzymywało wystarczająco wysoką temperaturę, aby węgiel drzewny się nie ochłodził
- palące się gazy rozpały świeże paliwo
- gorące ścianki komory spalania rozpały świeże paliwo
- gazy były w kontakcie z żarzącymi się węgielkami

Powietrze musi być dostarczane w taki sposób, aby:

- istniał jego wystarczający nadmiar, tj. stężenie CO₂ wynosiło 12 - 17 %
- jego ilość pozwoliła na całkowite wypalenie się węgla drzewnego
- jego ilość pozwoliła na całkowite spalanie gazów
- węgiel i popiół nie przestały się żarzyć w komorze spalania
- jego największe turbulencje miały miejsce w komorze spalania

9.5 Zbiornik popiołu

Ilość popiołu Podczas spalania pelet powstaje niewiele popiołu. Zawartość części niepalnych w peletach to zaledwie 0.5-1 %. Jeżeli po spalaniu pozostaje więcej popiołu, może to świadczyć o słabej jakości pelet. Może to również oznaczać, że pelety zawierają nieczystości takie jak piasek lub inna materia nieorganiczna.

Dobrej jakości pelety pozostawiają po spalaniu niewielką ilość popiołu w formie drobnego, szarego proszku, łatwego do usunięcia. Jeżeli po spalaniu pelet pozostaje żużel, to albo pelety zawierały nieczystości, albo temperatura spalania była zbyt wysoka.

Pojemnik na popiół Popiół gromadzi się w pojemniku, który należy co jakiś czas ręcznie opróżniać. W dużych instalacjach popiół jest odprowadzany automatycznie, poprzez podajnik śrubowy.

Aby zapobiec ryzyku pożaru popiół należy zbierać do pojemnika metalowego, z pokrywą. Pod żadnym pozorem nie można go składować w workach na odpady i tym podobnych, jeżeli nie ma pewności co do tego, że nie zawiera on już żaru. Popiół z przydomowej kotłowni można wysypać na pole lub w lesie, gdyż zawiera on cenne substancje mineralne i stanowi dobry nawóz. Należy przy tym przestrzegać obowiązujących przepisów prawnych.

9.6 Kontrola poziomu paliwa i powietrza

Kotły na pelety i inne paliwa Kotły na pelety różnią się od gazowych i olejowych pod jednym ważnym względem: kotły na paliwa kopalne działają przez krótkie okresy czasu (włączają się i wyłączają), a dopływ paliwa i tlenu może być szybko zamknięty/otwarty. Komora spalania przestaje działać, gdy tylko zostanie odcięty dopływ paliwa.

W przypadku kotłów na pelety paliwo jest dostarczane w cyklu ciągłym. Tak długo jak dostępne jest paliwo i powietrze proces spalania będzie kontynuowany. Jeżeli odetniemy dopływ któregoś z nich, spalanie będzie trwało tak długo, aż spali się całe paliwo w komorze spalania. Z tego powodu okres rozruchu i wygaszenia kotła na pelety jest dłuższy niż w przypadku kotłów na paliwa kopalne.

System kontrolny Zadaniem system kontrolnego jest czuwanie nad dopływem paliwa i powietrza, tak aby kocioł produkował pożądaną ilość ciepła do system grzewczego, czyli grzejników i do przygotowania ciepłej wody użytkowej. Jeżeli zapotrzebowanie na ciepło wzrasta, przepływ paliwa i powietrza muszą ulec zwiększeniu.

Sonda lambda Jednostka kontrolna może śledzić temperaturę wody w wybranym punkcie system grzewczego.

Jeżeli temperatura spada poniżej pewnego poziomu do silnika napędzającego podajnik paliwa jest wysyłany impuls, aby więcej paliwa trafiło do komory spalania. Jednocześnie, jednostka kontrolna reguluje ilość powietrza potrzebną do spalania zwiększonej ilości paliwa. W nowszych kotłach taka jednostka kontrolna pracuje w oparciu o tzw. sondę lambda. Jest to czujnik umieszczony w przewodzie gazów odlotowych, sprawdzający ilość tlenu w nich zawartą. Jednostka kontrolna wykorzystuje sygnał z sondy do regulacji powietrza dostarczanego do komory spalania.

Jednostka kontrolna zawiera często pewne ustawienia domyślne, które się uruchamiają w momencie włączenia kotła. Są one odpowiednie dla różnych trybów pracy kotła: niskiej mocy, średniej i pełnej.

Jednostka kontrolna ma wielkie znaczenie. Precyzja jest ważna, aby otrzymać optymalną ekonomikę procesu i czyste spalanie, czyli pozbawione emisji niespalonych gazów takich jak np. tlenek węgla (CO).

Systemy kontrolne ułatwiają również użytkowanie kotła. Dlatego są one stale udoskonalane.

9.7 Przewód odprowadzający gazy odlotowe oraz komin

Aby zapewnić efektywne spalanie należy zapewnić odpowiednie zwymiarowanie przewodu odprowadzającego gazy odlotowe i komina. Zapchanie komina lub niewłaściwa konstrukcja może nie tylko negatywnie wpłynąć na przebieg procesu spalania, ale nawet doprowadzić do uwalniania się tlenu węgla.

Atest Przewody odprowadzające gazy oraz komin muszą być zgodne z wymaganiami postawionymi przez producenta kotła. Ma to zastosowanie zarówno do średnicy komina, jak i jego wysokości. Istniejący kocioł i komin powinny zostać zatwierdzone przez kominiarza.

Wymiary komina Gdy kocioł na pelety zastępuje kocioł na paliwa kopalne, lub gdy następuje wymiana starego palnika na nowy, przystosowany do spalania pelet, należy pamiętać o tym, że minimalna średnica komina w przypadku kotła spalającego pelety to 15cm, co odpowiada powierzchni przekroju równej 175 cm². Aby zapewnić odpowiednie warunki wyciągu może okazać się niezbędna budowa nowego komina, lub przebudowa istniejącego.

Kominiarz Zarówno ujście gazów odlotowych z kotła jak i komin muszą być utrzymane w czystości, tzn. że nie mogą w nich zalegać resztki węgla. Zapewnią to obowiązkowe wizyty kominiarza. Należy go wezwać również w każdym przypadku, gdy zachodzi podejrzenie zablokowania przewodów odprowadzających gazy odlotowe.

Sadza Kominiarze zaobserwowali problemy w domach z kotłami na pelety. Kominy, które sprawowały się dobrze przy starych kotłach, zaczęły korodować przez osadzającą się sadzę, gdy zmieniono kocioł na bardziej efektywny. Nowe kotły na pelety emitują dym o niskiej temperaturze. W związku z tym warunki, na jakie jest wystawiony komin są takie same jak w przypadku nowych kotłów olejowych.

Sadza w kominie jest szkodliwa i może doprowadzić do powstania pożaru w kominie, jeśli nie zostanie w porę usunięta. Tworzy się ona w wyniku kondensacji pary wodnej znajdującej się w gazach odlotowych, następującej w wyniku spadku temperatury poniżej 50 °C. Skraplanie pary wodnej następuje w najzimniejszych odcinkach komina, np. przy jego szczycie. Skropliny osadzają się na ceglach komina i rozpuszczają napotkane cząsteczki węgla. Rozpuszczone cząsteczki węgla przenikają ściany komina. Po pewnym czasie na zewnętrznych ściankach komina widać czarno-brązowe odbarwienia.

Przyczyny powstawania sadzy Przyczyną odkładania się warstwy węgla jest zazwyczaj złożenie się czynników takich jak: słaba izolacja komina, niska temperatura gazów odlotowych oraz niepełne spalanie. Gdy zamkniemy dopływ powietrza, paliwa wystarczy na dłuższy okres czasu, ale tym samym niespalone gazy odłożą się na ściankach komina w formie osadów węglowych. Po zamknięciu dopływu powietrza prędkość gazów odlotowych maleje, para wodna pozostaje w kominie i miesza się z niespalonymi gazami. Zjawisko to można zaobserwować jako błyszczącą warstwę węgla w kominie (błyszcząca sadza).

Pożar w kominie Najbardziej niebezpiecznym zdarzeniem jest wybuch pożaru w kominie. Może on wybuchnąć w momencie rozpalania pelet lub dopływu nowego paliwa. Dostaje się wtedy dużo powietrza i temperatura wzrasta tak gwałtownie, że nagromadzona sadza może się zapalić.

Wyłożenie materiałem izolującym Aby zapobiec kondensacji w kominie należy wykonać izolacyjny odlew wewnątrz komina. Dzięki temu komin będzie bardziej szczelny.

Wykrywanie kondensacji Użytkownik instalacji może sam sprawdzić, czy kondensacja zachodzi w jego kominie. W tym celu należy otworzyć drzwiczki komina i przejechać palcem po jego wewnętrznej powierzchni. Jeżeli palec będzie lepki i mokry, oznacza to, że kondensacja ma miejsce.

10 Duże instalacje grzewcze

Duże instalacje grzewcze dostarczają ciepło na potrzeby jednego lub paru większych budynków, takich jak np. hotele, obiekty konferencyjne, przedsiębiorstwa, szkoły, obiekty sportowe, budynki administracyjne, bloki mieszkaniowe.

Moc cieplna takiej instalacji wynosi zazwyczaj między 50 kW i 1 MW.



Rys. 10.1. Przykłady obiektów objętych dużymi instalacjami grzewczymi

10.1 **Kiedy zainstalować kocioł na pelety?**

Przed podjęciem decyzji o instalacji kotła na pelety należy przeanalizować pewne zagadnienia.

- Klimat** Nowoczesne kotły na pelety działają równie sprawnie jak kotły olejowe. Główna różnica to
- zmian** powszechność tych dwóch typów instalacji. Aby pomyślnie wdrożyć projekt i nową technologię, należy zadbać o to, aby odpowiednie osoby (właściciel i użytkownicy obiektu, sąsiedzi, lokalne władze) otrzymały pełne informacje nt projektu, co powinno pozytywnie wpłynąć na ich motywację.
- Przestrzeń** Kotłownia korzystająca z paliwa drzewnego, ma nieco większe wymagania przestrzenne niż kotłownie gazowe czy olejowe. Dodatkowo, należy spełnić odpowiednie warunki, aby możliwe były dostawy paliwa. Jeżeli w budynku brakuje wolnej przestrzeni wybór kotła na pelety może nie być najlepszym rozwiązaniem.

Dostępność paliwa Rozwój rynku pelet w Danii postępował przez wiele lat i obecnie pelety można nabyć na stacjach paliw, w przedsiębiorstwach energetycznych, czy też bezpośrednio od producenta. Liczba producentów i firm zajmujących się dystrybucją pelet nadal rośnie. Jednakże, w niektórych częściach kraju, w których rynek rozwija się nierównomiernie, widoczne są wahania w podaży i jakości pelet. Przed podjęciem decyzji o kupnie kotła na pelety warto znaleźć pewne źródło dobrego paliwa.

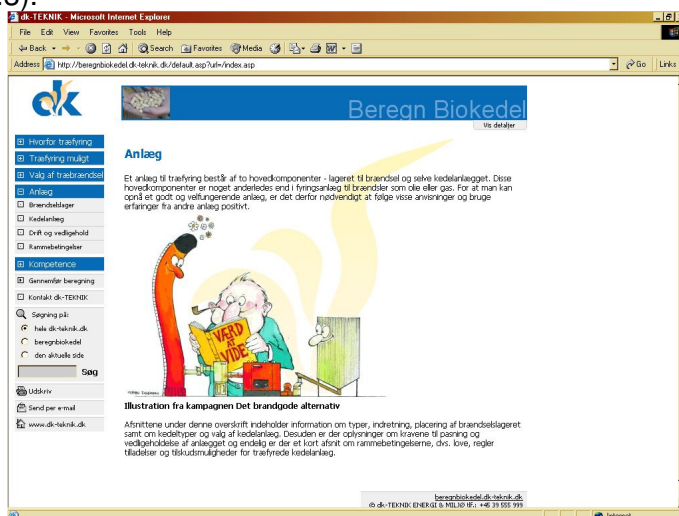
Utrzymanie Największa różnica między użytkowaniem kotła olejowego a nowoczesnego kotła na pelety jest potrzeba regularnego usuwania popiołu, pozostającego po spalaniu pelet. Od samego początku, jedna osoba powinna być odpowiedzialna za utrzymanie odpowiedniego zapasu paliwa, czy usuwanie popiołu. Jeżeli przewody odprowadzające gazy odlotowe nie zapewniają automatycznego usuwania lotnych pyłów, również ten element będzie wymagał czyszczenia (Rys. 10.2)



Rys. 10.2. Czyszczenie kotła

ocena ekonomiczna Ocena opłacalności ekonomicznej instalacji jest zazwyczaj czynnikiem decydującym dla inwestycji. Znajomość kosztu inwestycji, rocznych kosztów związanych z nową instalacją oraz wysokości oszczędności są niezbędne.

Doświadczona firma konsultacyjna może pomóc zarówno na etapie wstępnego rozważania zmiany instalacji, jak i przy przygotowaniu ostatecznego projektu. Pomoc w podjęciu decyzji można uzyskać również na niektórych portalach internetowych, zawierających proste kalkulatory, które po wpisaniu podstawowych danych finansowych pozwalają ocenić opłacalność przedsięwzięcia (przykład na Rys. 10.3).



Rys. 10.3. Darmowy kalkulator umożliwiający ocenę ekonomiczną wymiany paliwa. <http://beregbiokedel.dk-technik.dk>

10.2 Dobór mocy kotła

Konieczna jest ocena potrzeb cieplnych budynku już na wstępnym etapie projektu. Na tej podstawie dokonuje się wyboru kotła. Odpowiedni wybór zapewnia ekonomiczne i bezproblemowe działanie instalacji.

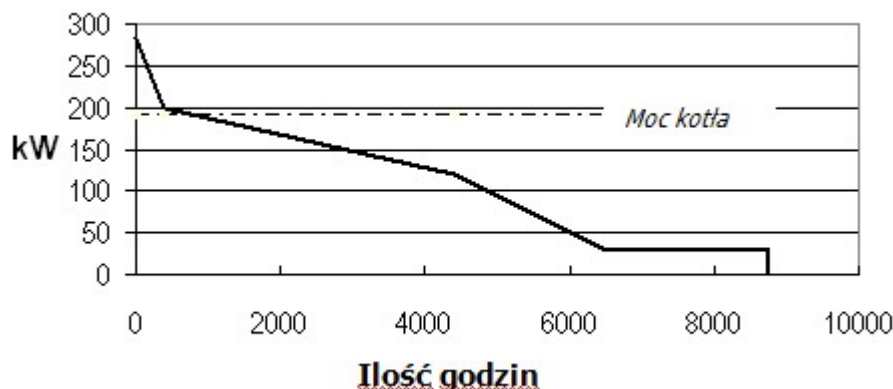
Jeżeli kocioł na pelety ma zastąpić istniejące źródło ciepła, w istniejącym budynku, dane dotyczące dotychczasowego zużycia paliwa najlepiej pozwolą oszacować poziom przyszłego zużycia pelet i moc nowej instalacji (która rzadko kiedy jest taka sama jak moc dotychczas działającej).

Jeżeli kocioł na pelety ma się pojawić w nowym budynku, zapotrzebowanie na ciepło można obliczyć na podstawie wielkości ogrzewanej powierzchni, zastosowanego ocieplenia i wielkości zapotrzebowania na ciepłą wodę użytkową.

Jeżeli instalacja ma zaopatrywać w ciepło kilka budynków, należy starannie rozrysować instalację i obliczyć występujące straty ciepła, aby wiarygodnie określić łączne zapotrzebowanie na ciepło.

W czasie sezonu grzewczego wszystkie typy instalacji grzewczych są poddane zmiennym warunkom pracy instalacji, w skutek zmiennego zapotrzebowania na ciepło kształtowanego przez warunki pogodowe, zwyczaje użytkowników i inne.

Krzywa użytkowania pokazuje oczekiwane zapotrzebowanie na ciepło względem czasu, na przestrzeni roku. Chronologia zmian zapotrzebowania na ciepło nie jest w wykresie uwzględniona. Największe zapotrzebowanie jest przedstawione w czasie zero, natomiast najniższy poziom zapotrzebowania na ciepło szacuje się na 8760 godzin. Przykład krzywej przedstawiono na Rys. 10.4



Rys. 10.4. Przykład krzywej użytkowania dla instalacji w bloku mieszkalnym..

10.3 Ciepłownia

Oferta rynkowa kotłów o mocy w zakresie 50kW – 1MW jest bardzo szeroka. Trzy najpopularniejsze typy kotłów to kotły kompaktowe z palnikami, kotły z rusztami posuwowymi i kotły z rusztami schodkowymi. Istnieją również inne instalacje, pozwalające na zwiększenie wszechstronności kotła i możliwości przystosowania jego pracy do zmiennych warunków zapotrzebowania na ciepło w ciągu roku.

Wybór instalacji

Następujące czynniki należy uwzględnić przy wyborze instalacji:

- Wysoka sprawność – powyżej 85% - potwierdzona wiarygodnymi badaniami
- Niskie emisje CO i pyłów
- Modulowana obsługa– Tryb włącz/wyłącz nie jest wystarczający, powoduje zbyt duże straty i emisje
- Duży stopień automatyzacji pracy instalacji
- Przykłady wcześniej zrealizowanych inwestycji, dowodzące iż konkretna instalacja sprawdziła się już w innym dużym budynku

Wybór kotła posiadającego atest niezależnej instytucji jest gwarancją wysokiej jakości, sprawności, bezpieczeństwa instalacji oraz niskich szkodliwych emisji.

Połączenie z innym kotłem

Instalację na pelety warto uzupełnić o kocioł gazowy lub olejowy, w celu pokrywania szczytowego zapotrzebowania na energię ciepłą oraz jako urządzenie zapasowe, na wypadek awarii. Dobierana moc kotła pozwala na zaspokojenie 60-80% szczytowego zapotrzebowania na energię ciepłą, czyli 60-80% wartości przy której krzywa użytkowania przecina się z osią y. W ciągu roku pelety pozwalają na zaspokojenie 95% potrzeb ciepłych, gdyż szczytowe zapotrzebowanie występuje jedynie przez parę dni w roku. Dodatkowy kocioł pokryje różnicę między zapotrzebowaniem a ciepłem produkowanym przez instalację na pelety. W ten sposób zapewnione zostaje bezpieczeństwo i stałość dostaw energii ciepłej, w ekonomiczny sposób.

Jest to rozwiązanie szczególnie opłacalne, gdy kotłownia gazowa/olejowa już istnieje. Jednakże, w związku z niebyt wysokimi kosztami kotłowni tego typu zakup nowej instalacji też jest opłacalny z ekonomicznego punktu widzenia.

Zbiornik akumulacyjny

To rozwiązanie przewiduje, że kocioł na pelety będzie w stanie zaspokoić potrzeby ciepłe mieszkańców budynku nawet w najzimniejszych okresach, jednakże musi on być uzupełniony o zbiornik akumulacyjny. Zbiornik taki pozwala na zaspokojenie szybkich zmian zapotrzebowania na energię ciepłą i jednocześnie zapewnia efektywną pracę instalacji w okresach o najniższym zapotrzebowaniu na ciepło. Zbiornik pozwala również na gromadzenie energii ciepłej z kolektorów słonecznych w okresie letnim, o ile taka instalacja istnieje.

Takie rozwiązanie posiada zaletę w postaci jednego kominu dla całej instalacji. Dodatkowy kocioł olejowy wymaga osobnego kominu. Jeden komin dla kotła olejowego i na pelety jest możliwy jedynie w przypadku, gdy kotły nigdy nie będą działać jednocześnie.

Dwa kotły na pelety

Pewność dostaw energii ciepłej można również zapewnić instalując dwa kotły na pelety. Oba kotły muszą mieć osobne zasilanie w paliwo. Instalacja drugiego kotła na pelety może się okazać tańsza niż nowy kocioł gazowy lub olejowy z własnym zbiornikiem paliwa oraz osobnym kominem.

Jeżeli nie ma zapasowego źródła energii ciepłej należy tak dobrać moc ciepłą kotła, aby był w stanie pokryć 100% szczytowego zapotrzebowania na energię ciepłą. Zaleca się instalację dwóch kotłów na pelety. Pozwala to na efektywną pracę przy różnych obciążeniach. Kotły powinny mieć różną moc nominalną, tak aby pokrywały różny poziom zapotrzebowania:

- Obciążenie podstawowe: 2/3 zapotrzebowania na energię ciepłą
- Obciążenie minimalne lub szczytowe: 1/3 zapotrzebowania na energię ciepłą

W niektórych przypadkach wymagane może być jeszcze większe bezpieczeństwo dostaw energii.

Wtedy można połączyć dwa kotły na biomasę, o różnych mocach, łącznie pokrywające niemal 100% szczytowego zapotrzebowania oraz kocioł olejowy, który sam wystarcza również na pełne pokrycie potrzeb na najwyższym poziomie.

10.4 Przechowywanie paliwa

Sposoby przechowywania paliwa Pelety można przechowywać wewnątrz budynku, w pomieszczeniu sąsiadującym z kotłownią, lub w osobnym pomieszczeniu, zbudowanym w tym celu na zewnątrz budynku. Zewnętrzny magazyn może mieć formę naziemnego silosa, lub zakopanego zbiornika na paliwo.

Jakikolwiek sposób przechowywania paliwa zostanie wybrany, należy zapewnić szczelność pomieszczenia przed dostępem wilgoci. Jest to szczególnie ważne w przypadku podziemnych zbiorników, gdzie problem stanowi woda deszczowa lub wody gruntowe. Projektując pomieszczenie magazynowe nie można zapominać o zapewnieniu możliwości jego opróżnienia z paliwa, jeśli zajdzie taka potrzeba, np. w wyniku awarii instalacji.

Dostawa pelet Kluczowa kwestia dla projektu pomieszczenia magazynowego jest sposób realizacji dostaw paliwa. Pelety mogą być dostarczane cysterną, która wdmuchuje pelety do magazynu poprzez przewód do tego służący, lub wywrotką, zsypującą paliwo wprost do magazynu.

Należy zapewnić wystarczająco dużo miejsca, aby samochód dostawczy, przywożący paliwo mógł swobodnie manewrować. Dostawy paliwa nie powinny oznaczać zastawiania miejsc parkingowych, czy wykorzystywania placów zieleni jako przestrzeni do manewrowania.



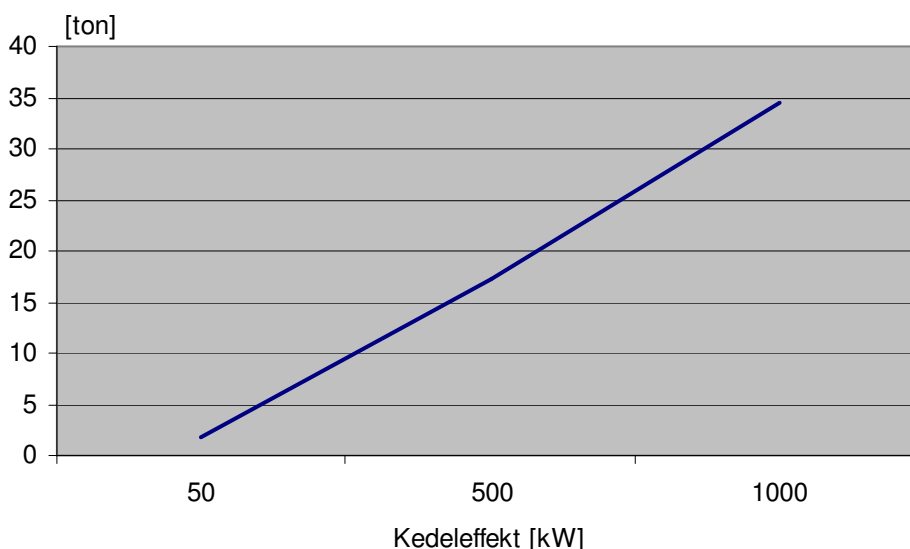
Rys. 10.5. Pelety są dostarczane do większych kotłowni za pomocą cysterny, lub wywrotki.

Wielkość magazynu Wielkość magazynu zależy między innymi od spodziewanego zużycia paliwa, dostępnej przestrzeni, sposobu, w jaki paliwo będzie dostarczane. W obiektach istniejących bardziej się opłaca przystosowanie dostępnej przestrzeni do przyjmowania dostaw paliwa, niż budowanie nowego magazynu.

Doświadczenie pokazuje, że przestrzeń magazynową można wypełnić paliwem najwyżej w 70%.

Przestrzeń magazynowa powinna być wystarczająco duża, aby przyjąć pełną ciężarówkę paliwa, nawet jeśli w magazynie wciąż znajduje się paliwo. W przypadku nowych budynków wielkość magazynu jest określana tak, aby była 50% większa niż wielkość dostawy paliwa, lub tak, aby ilość zmagazynowanego paliwa wystarczała na 2 tygodnie pracy kotłowni przy pełnym wykorzystaniu mocy nominalnej- wybiera się wyższą wartość. Dla mniejszych kotłowni przyjmuje się powierzchnię potrzebną do przyjęcia połowy pojemności ciężarówki dostarczającej paliwo.

Na Rys. 10.6 przedstawiono tygodniowe zużycie paliwa w zależności od nominalnej mocy kotła.



Rys 10.6. Tygodniowe zużycie paliwa przez kotłownię pracującą z pełnym wykorzystaniem mocy

W związku z tym, że cena pelet jest zazwyczaj niższa latem- poza sezonem grzewczym, ekonomicznie uzasadnione jest wybudowanie magazynu pozwalającego na przechowywanie całorocznego zapasu paliwa. Jest to możliwe jedynie w wypadku mniejszych instalacji.

Środki ostrożności

Przechowywanie pelet wymaga podjęcia specjalnych środków bezpieczeństwa, aby zapobiec np. wybuchom pyłów czy zniszczeniu paliwa. Ma to zastosowanie również w przypadku przechowywania pelet w silosie.

- Magazyn musi być suchy
- Ściana, w którą pelety uderzają, gdy są wyładowywane do magazynu, powinna być wyłożona ochronną gumową matą
- Drzwi do magazynu paliwa muszą być ogniotrwałe i całkowicie szczelne
- W magazynie paliwa nie mogą się znajdować żadne instalacje elektryczne
- Przewody umożliwiające rozładunek pelet z cysterny powinny być uziemione, aby zapobiec wyładowaniom elektrycznym w czasie rozładunku
- Ściany muszą być wystarczająco solidne, aby znieść ciśnienie wywierane przez pelety
- Pomieszczenie musi być ognioodporne

Raz w roku należy usunąć nagromadzone pyły i naoliwić łożyska przenośnika śrubowego.

Transport paliwa do kotłowni

Fakt, że pelety są paliwem jednorodnym i suchym pozwala na przenoszenie pelet z magazynu do kotłowni przy użyciu przenośnika śrubowego. Na Rys. 10.7 przedstawiono silos na pelety i przenośnik śrubowy.



Rys. 10.7: Silos na pelety i przenośnik ślimakowy

10.5 Utrzymanie kotłowni

Niezbędnymi warunkami sprawnej pracy kotłowni jest odpowiedni dobór mocy kotła oraz poprawne podłączenie całej instalacji. Odpowiednia konstrukcja zmniejsza potrzebę usuwania popiołu, czyszczenia kotła itd.

Konstrukcja kotłowni

Kotłownia i magazyn paliwa muszą być zawsze oddzielone, ze względu na ryzyko wybuchu pożaru. Ważne jest również zapewnienie odpowiedniej przestrzeni na czynności związane z utrzymaniem kotłowni, ewentualne prace naprawcze. Wymiana palnika czy przenośników śrubowych może wymagać bardzo dużo wolnego miejsca.

Codzienna obsługa kotłowni również wymaga sporo miejsca, np. aby możliwe było regularne czyszczenie przewodów odprowadzających gazy odlotowe. Kocioł o mocy 200kW wymaga kotłowni o powierzchni przynajmniej 20 m².

Utrzymanie

Zapotrzebowanie na pracę ludzką zależy od wielu czynników, które należy rozważyć już na etapie planowania. Jest to np. uzależnione od tego czy dostawa paliwa wymaga obecności osób trzecich, czy istnieje możliwość kontrolowania pracy kotłowni na odległość.

Czynności wykonywane na kotłowni:

- Sprawdzanie kotła 2 razy w tygodniu
- Naprawa drobnych problemów operacyjnych
- Zapewnienie paliwa
- Usuwanie popiołu

3 godziny tygodniowo Badania duńskie pozwoliły na oszacowanie nakładu czasu potrzebnego na utrzymanie kotłowni na pelety w dobrej kondycji. Pod uwagę wzięto wypowiedzi osób pracujących w kotłowni. Ustalono, że kotłownia na pelety wymaga 3 godzin pracy ludzkiej tygodniowo.

Nie należy zapominać, że tradycyjne kotłownie olejowe i gazowe również wymagają pracy ludzkiej. Przejście na pelety nie oznacza poświęcania instalacji większej ilości czasu.

Czas zależy od wielkości kotła Czas, który należy poświęcić na obsługę kotłowni zależy od mocy kotła i wielkości zużycia paliwa. Im większa instalacja, tym więcej wymaga czasu. Na podstawie informacji zebranych z instalacji o różnych wielkościach i ilości czasu, który należy poświęcić na ich obsługę ustalono następujące relacje:

- 4 minuty na GJ paliwa
- 1 godzina na 100 kW zainstalowanej mocy

Ograniczanie poświęcanego czasu Można ograniczać ilość czasu poświęcaną instalacji na różne sposoby:

- Inwestycja w instalację automatycznego usuwania popiołu
- Inwestycja w instalację automatycznego czyszczenia przewodów gazów odlotowych
- Zlecenie prac firmom zewnętrznym
- Zlecenie dostawcy paliwa elektronicznej kontroli poziomu paliwa dokonywanej na odległość
- Zlecenie okresowego czyszczenia instalacji kominiarzem

Szkolenia Wielu potencjalnym problemom można zapobiec zapewniając osobie odpowiedzialnej za obsługę kotłowni odpowiednie szkolenie przeprowadzone przez wytwórcę urządzenia, jego sprzedawcę bądź firmę dokonującą instalacji. Szkolenie powinno obejmować następujące zagadnienia:

- Codzienne czynności
- Regulacja procesu spalania
- Najczęstsze błędy
- Rozwiązywanie problemów
- Dane kontaktowe osób udzielających dalszych porad

Instrukcje powinny być udzielone zarówno ustnie jak i dostarczone na piśmie.

10.6 Doradztwo oraz zakup instalacji

Jak już zostało wcześniej wspomniane niezawodna praca instalacji jest uzależniona od dobrego projektu instalacji, zwłaszcza od prawidłowego doboru mocy nominalnej kotła.

Doradztwo O ile korzystanie z usług firm doradczych nie jest uzasadnione ekonomicznie w przypadku małych kotłów, o tyle w przypadku dużych kotłowni jest stanowczo zalecane.

Poza dokładnym obliczeniem zapotrzebowania na energię cieplną, firma doradcza pomoże wybrać dostawcę kotła, będzie czuwać nad pracami i odbiorem gotowej instalacji.

10.6.1 Zakup instalacji

Wybór dostawcyWyboru urządzenia można dokonać na wczesnym etapie realizacji projektu. Po dokonaniu wstępnej oceny technicznej i ekonomicznej projektu i jego akceptacji przez inwestora należy się skontaktować z różnymi dostawcami urządzeń.

Im dokładniejsze informacje nt projektu podamy dostawcom, tym lepiej będą oni mogli dobrać swoją ofertę do naszych potrzeb i tym precyzyjniej dokonają wyceny urządzeń.

Zapytanie ofertowe

Minimalny zakres informacji jaki należy podać dostawcy urządzeń przesyłając zapytanie ofertowe:

- Wielkość zapotrzebowania na energię ciepłą
- Rodzaj paliwa, wilgotność
- Rodzaj i wielkość magazynu na paliwo
- Przestrzeń dostępna w budynku i poza nim, na pomieszczenie kotłowni i magazyn paliwa
- Dopuszczalne limity emisji dla danej instalacji

Informacje nt dostawcy

Od dostawcy urządzeń możemy żądać następujących informacji:

- Zakres odpowiedzialności
- Szkice instalacji
- Wstępna oferta cenowa i warunki dostawy
- Dane kontaktowe paru klientów korzystających z podobnych instalacji mogących udzielić referencji

Wielość ofert

Dobrze jest skontaktować się z co najmniej trzema dostawcami. Należy ich poinformować o stopniu realizacji projektu o tym, że inne firmy również przedstawiają swoją ofertę.

Kocioł a kotłownia

Często zwroty “kocioł” i “kotłownia” są używane zamiennie. To prowadzi do nieporozumień i trudności w porównywaniu ofert. Kocioł jest oczywiście elementem kluczowym, ale kotłownia obejmuje również magazyn paliwa, system jego transportu, przewody, wentylację, komin, jednostkę kontrolną, przyrządy pomiarowe, zasilanie w energię elektryczną.

Do zbudowania kotłowni potrzebna jest duża ilość elementów. Dlatego ważny jest prawidłowy projekt. Należy wybrać osobę odpowiedzialną za czuwanie nad dostawami poszczególnych elementów. Taką osobą może być pracownik firmy doradczej. Ze względów ekonomicznych takie działanie ma sens tylko w przypadku większych instalacji.

Rozwiązania “pod klucz”

Przy budowie kotłowni warto rozważyć wariant zamówienia “pod klucz”. W praktyce oznacza to zakup kotłowni natychmiast zdolnej do pracy. Takie rozwiązanie jest zazwyczaj droższe niż zakup osobnych elementów. Jego zaletą jest natomiast zakup kompletnej usługi a nie poszczególnych elementów. Łatwiej w tym wypadku negocjować warunki gwarancji z dostawcą.

Decydując się na zakup poszczególnych elementów osobno ryzykujemy, że nie będą one do siebie pasować a odpowiedzialność za funkcjonalność całości spocznie na nas. Należy się upewnić, że poszczególne elementy będą do siebie pasować.

10.7 Ekonomia

Opłacalność ekonomiczna kotłowni na pelety jest zdeterminowana poprzez koszt inwestycyjny, zazwyczaj wyższy, i koszty operacyjne, zazwyczaj niższe niż w przypadku instalacji konwencjonalnych. Dane ekonomiczne przedstawiono na Rys. 10.8. dotyczą one kotłowni o mocy 120 kW i rocznej produkcji ciepła sięgającej 384 MWh. Wysokie koszty inwestycyjne szybko się zwracają ze względu na niskie ceny paliwa.

	jednostka	Pelety	Olej opałowy
kocioł	(DKK)	360,000	150,000
instalacja	(DKK)	50,250	20,250
prace budowlane	(DKK)	75,000	50,250
całkowity koszt inwestycyjny	(DKK)	485,250	220,500
koszty kapitałowe	(DKK/rok)	40,500	18,000
paliwo	(DKK/rok)	131,100	244,100
energia elektryczna	(DKK/rok)	4,100	2,000
materiały eksploatacyjne	(DKK/rok)	135,200	246,100
koszty napraw	(DKK/rok)	4,500	1,950
wynagrodzenia	(DKK/rok)	15,600	6,350
czyszczenie komina	(DKK/rok)	1,900	1,500
koszty utrzymania	(DKK/rok)	21,950	9,800
całkowite koszty w ciągu roku	(DKK)	197,700	273,950
koszt całkowity	(DKK/MWh)	515	713

Rys. 10.8. Dane ekonomiczne dla kotłowni na pelety o mocy 120kW, w porównaniu z tradycyjną instalacją olejową.

11 Ciepłownie miejskie

Pod pojęciem ciepłowni miejskiej rozumiemy w tym miejscu jednostkę samodzielnie produkującą energię cieplną, ale nie wytwarzającą energii elektrycznej. Wyprodukowane ciepło trafia do sieci miejskiej, gdzie korzystają z niego wszyscy podłączeni do sieci odbiorcy.

11.1 *Rys historyczny*

Kotłownie węglowe Po kryzysie paliwowym z roku 1979, gdy ceny oleju opałowego wzrosły trzykrotnie, wiele kotłowni miejskich, wykorzystujących do tej pory jako paliwo olej, zostało przystosowanych do spalania węgla. Do momentu wprowadzenia prawnego zakazu przekształcania kotłowni na węglowe, który został wprowadzony w roku 1984, powstało w Danii około 60 takich obiektów.

Podatek węglowy Po wprowadzeniu "podatku węglowego" w roku 1982, i jego podwyższeniu w roku 1986, kotłownie węglowe zaczęły stopniowo przechodzić na spalanie biopaliw. W roku 1993 miała miejsce kolejna podwyżka podatku, i od tej pory spalanie węgla stało się dla miejskich kotłowni całkowicie nieopłacalne.



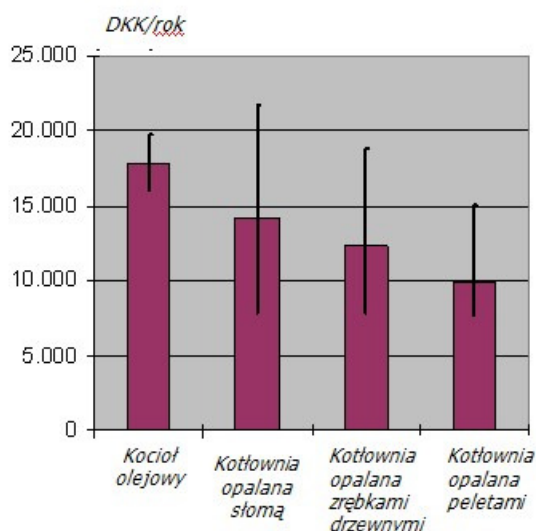
Rys. 11.1 Kotłownia miejska w Ringe wymieniła stare kotły węglowe na kotły spalające pelety

Wiele kotłowni miejskich przyjęło najtańsze rozwiązanie, tj. spalanie pelet w kotłach węglowych.

Również, kilka kotłowni olejowych zmodernizowano i przystosowano do spalania pelet poprzez wymianę paleniska i palnika.

30 kotłowni na pelety Podsumowując, około 35 kotłowni zdecydowało się na wybór pelet, jako jedyne wykorzystywanego przez nie paliwa, a kolejne 10 postanowiło dodawać pelety do spalanej słomy, czy zrębków drzewnych.

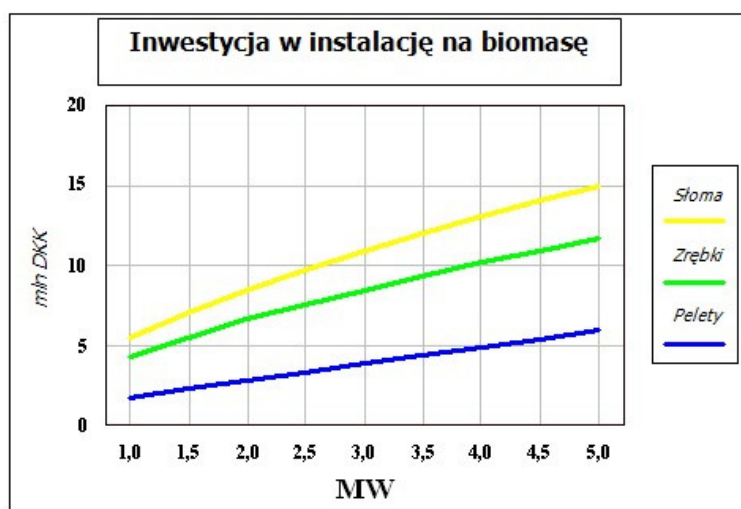
W roku 2001 ceny ciepła dostarczanego przez kotłownie opalane peletami drzewnymi należały do najniższych w Danii, jak widać na Rys. 11.2. Było to spowodowane niskimi cenami paliwa oraz faktem, iż były to stare kotłownie, przystosowane do spalania nowego paliwa po bardzo niskich kosztach.



Rys. 11.2. Średni koszt ogrzewania 130m² domku jednorodzinnego przy pomocy kotłowni biomasowych, lub indywidualnej instalacji olejowej w roku 2001. Przedział cenowy ukazuje najwyższe i najniższe ceny ciepła.

11.2 Inżynieria instalacji

W porównaniu z kotłowniami na słomę lub zrębki drzewne, kotłownie na pelety wymagają zazwyczaj niższych kosztów inwestycyjnych (Rys. 11.3). Z drugiej strony, patrząc na energetyczność paliwa, pelety są droższe niż słoma czy zrębki.



Rys. 11.3. Koszty inwestycyjne dla różnych typów instalacji na biomasę

Typowy projekt kotłowni

Typowa kotłownia na pelety jest zbudowana na bazie kotła z ruchomym rusztem. Projektowane instalacje charakteryzują się wysokim stopniem automatyzacji. Wszystkie kotłownie składają się z następujących elementów:

- magazyn na paliwo
- system przenoszenia paliwa
- zbiornik paliwa
- kocioł i komora spalania
- system oczyszczania gazów odlotowych
- komin
- system usuwania popiołu

W dalszej części rozdziału została opisana technologia spalania pelet w kotłowniach miejskich.

11.2.1 Przechowywanie paliwa

Rozmiar magazynu paliwa zależy między innymi od tego, w jaki sposób pelety będą dostarczane do kotłowni. Jednakże, zawsze obowiązuje zasada, że powierzchnia magazynowa powinna pozwalać na przechowywanie zapasu paliwa pozwalającego na co najmniej pięciodniowe zużycie paliwa, w instalacji pracującej przy pełnej mocy, co zabezpiecza pracę kotłowni w weekendy oraz w czasie ekstremalnych warunkach pogodowych.

Większość kotłowni posiada wewnętrzny magazyn paliwa, ale przechowywanie sporych ilości paliwa pozostawia jego producentom.

Wielkość magazynu na pelety jest mniejsza niż w przypadku kotłowni zrębkowych. Wynika to zazwyczaj z faktu, iż oryginalnie pomieszczenie służyło do przechowywania węgla, którego wartość opałowa dwukrotnie przekracza wartość opałową pelet, i nawet sześciokrotnie- zrębków.

To może być źródłem problemów, jeśli kotłownia jest przerabiana na kotłownię peletową lub zrębkową.

11.2.2 System przenoszenia paliwa

System przenoszenia paliwa z magazynu do urządzenia spalającego jest źródłem największej ilości problemów. Wiarygodność pracy wszystkich jego elementów jest równie ważna. Wystarczy awaria jednego elementu, aby zatrzymać pracę kotłowni.

Dźwigi Często do transportu między magazynem a kotłem są wykorzystywane dźwigi. Są one dyspozycyjne i pozwalają na przemieszczanie dużych objętości paliwa. Ważnym jest aby czepak dźwigu posiadał zęby. W przeciwnym wypadku ciężko go napełnić. W dużych instalacjach wykorzystanie dźwigów jest stosunkowo niedrogie, w mniejszych- całkiem nieopłacalne.

Przenośnik hydrauliczny Przenośnik hydrauliczny może być wykorzystywany do rozładowywania pelet z prostokątnych, wielopoziomowych silosów, jednakże to rozwiązanie nie spełnia się równie dobrze jak dźwigi. Przenośnik hydrauliczny jest dość tani, zatem odpowiedni dla mniejszych instalacji (moc kotła 0,1-1 MW).

Przenośnik śrubowy Przenośniki śrubowe są niedrogie, lecz podatne na uszkodzenie przed przedmioty zanieczyszczające paliwo. Zaleca się stosowanie przenośników osłoniętych obudową przykręconą od góry, zamiast przenośników w jednolitej rurze. Łatwo to zrozumieć, rozważając potrzebę oczyszczenia przenośnika z zaklinowanych kawałków obcych materiałów. Błędny jest również umieszczanie przenośnika w osłonie betonowej, czy w jakikolwiek inny sposób uniemożliwiający dostęp do niego i ewentualną naprawę. Tak jak inne przenośniki, tak przenośnik śrubowy powinien być uznany za element szybko podlegający zużyciu i wymagający łatwego dostępu.

Odpowiednio zwymiarowany, przenośnik śrubowy może stanowić odpowiednie rozwiązanie nawet dla małych kotłowni (moc kotła 0,1-1 MW). Jedynie wykorzystanie stali hartowanej może wpłynąć na mniejsze zużycie materiału i dłuższy czas użytkowania sprzętu. Przenośniki śrubowe rzadko są wykorzystywane w dużych kotłowniach.

11.2.3 Zasilanie paliwem

W roku 1992 przygotowano zestawienie danych technicznych 12 kotłowni, co do których planowano ich przekształcenie na spalanie biopaliw. Zostały one przystosowane do spalania pelet drzewnych. W dwóch kotłowniach paliwo jest doprowadzane przewodem rurowym, w ośmiu- podajnikami łańcuchowymi lub przy pomocy ruchomych rusztów. W pierwszym typie kotłowni ruch paliwa w przewodzie jest wywołany powietrzem, w drugim- paliwo przenosi się przy pomocy dźwigów.

Zbiornik Paliwa Większość kotłowni na pelety posiada prostą zsydnię paliwa, rozprowadzającą pelety po palniku. Jest to system znany z kotłowni węglowych o ruchomym ruszcie. Wymaga on tego, aby słup paliwa w zsydni był tak wysoki, aby działał jak hermetyczny korek między systemem doprowadzania paliwa a samym kotłem. Problemy związane z zapychaniem zsydni można ograniczyć poprzez odpowiednią konstrukcję lub zastosowanie mechanicznego mieszania/skrobania.

Przenośnik hydrauliczny W niektórych instalacjach ten system z powodzeniem się sprawdza. Przez wlot paliwa pelety spadają do sześciennego pojemnika znajdującego się na podwyższeniu, a stamtąd przenośnik hydrauliczny przenosi je na ruszt. Właściwa konstrukcja całości stanowi o niezawodności działania systemu i jest jednym z najlepszych dostępnych obecnie rozwiązań.

Przenośnik śrubowy Zwłaszcza w mniejszych kotłowniach (0.1-1 MW) pelety są często dostarczane za pomocą przenośnika śrubowego. W niektórych przypadkach przenośnik jest umieszczony prostopadle do rusztu. Zapewnia to dobre rozprowadzenie paliwa po powierzchni rusztu.

11.2.4 Kocioł i komora spalania

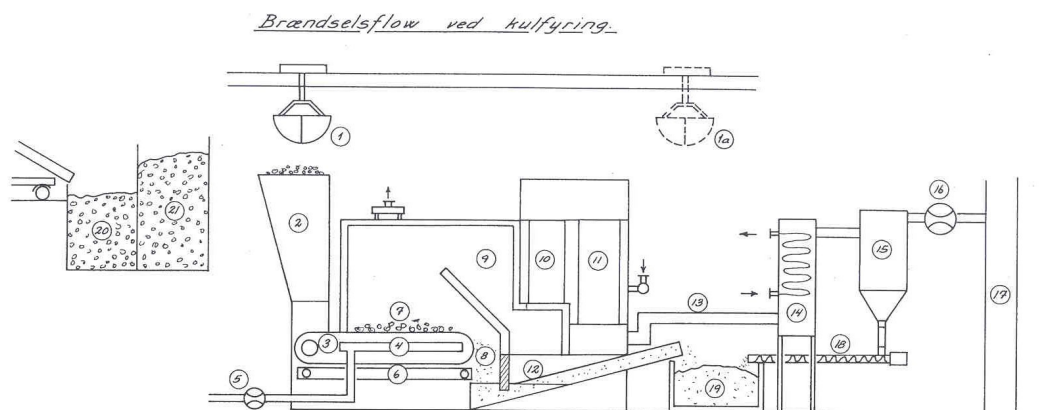
Większość ciepłowni obecnie spalających pelety to dawne ciepłownie węglowe. Najczęściej posiadają one ruchome ruszty, tylko w nielicznych paliwo jest doprowadzane przewodem. W obu przypadkach pelety są spalane na ruszcie, w komorze spalania, umiejscowionej najczęściej pod kotłem.

Przewód paliwowy System doprowadzania paliwa przewodem to stara metoda wykorzystywana wcześniej w kotłowniach węglowych. Ostatnia instalacja powstała w Danii w roku 1983. Przewód doprowadza paliwo dokładnie na ruszt. Powietrze jest dostarczane od dołu i paliwo się spala spadając lub leżąc na ruszcie.

Metoda ta ma dwie duże wady:

- Popiół i żużel trzeba usuwać ręcznie
- Paliwo powinno być bardzo dobrej jakości, zbyt duża ilość drobnej materii może powodować problem ze spalaniem paliwa i czyszczeniem rusztu

Powietrze wtórne jest zazwyczaj doprowadzane do przewodu.



- | | | |
|-------------------------------|---|------------------------------------|
| ① Kran med kul fra lager. | ⑧ Slagge. | ⑯ Røggassuger. |
| ⑩ Kran med slagge. | ⑨ Efterbrændingskammer | ⑰ Skorsten. |
| ② Kultragt. | ⑩ 1. regørstræk. | ⑱ Snegletransportør for flyveaske. |
| ③ Vandrerist. | ⑪ 2. regørstræk. | ⑲ Aske- og slaggegrube. |
| ④ Luftfordelingskasse. | ⑫ Aske- og slaggetransportør (vådsystem). | ⑳ Aflæssegrube. |
| ⑤ Forbrændingsluftblæser | ⑬ Røgtanal. | ㉑ Kullager. |
| ⑥ Askegennemfalds transportør | ⑭ Røggaskøler 220 → 120 °C. | |
| ⑦ Kullag under forbrænding. | ⑮ Røggasfilter | |

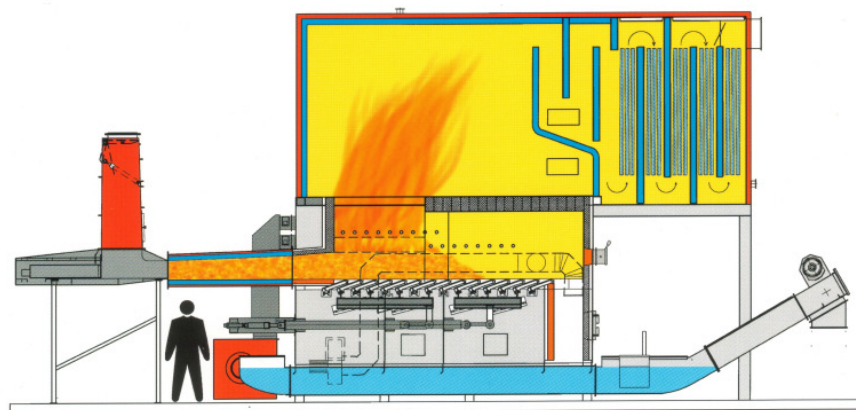
*Ringe Varmeværk
Nov. 1988 - Tegning nr. 19.1.30*

**TJÆREBERG
INDUSTRI**
6731 Tjæreborg - Telefon (05) 17 52 44

1. = Dźwig przenoszący paliwo, 1a. = Dźwig usuwający popiół
2. = Zasyp
3. = Ruchomy ruszt
4. = System napowietrzania
5. = Wentylator
6. = przenośnik popiołu
7. = spalająca się warstwa paliwa
8. = żużel
9. = wtórna komora spalania
10. = pierwszy ciąg odprowadzania gazów odlotowych
11. = drugi ciąg odprowadzania gazów odlotowych
12. = przenośnik popiołu (system mokry)
13. = przewód spalin
14. = system dochładzania gazów odlotowych 220 → 120 °C
15. = filtr gazów odlotowych
16. = rozprężacz gazów odlotowych
17. = komin
18. = przenośnik śrubowy
19. = pojemnik na żużel
20. = kanał rozładowawczy
21. = magazyn paliwa

Rys 11.4. Schemat ciepłowni w Ringe. Dania. Paliwo trafia na ruszt ze zsydni. Instalację zbudowało Tjæreborg Industri w 1982. Nominalna moc instalacji wynosi 4.7 MW.

Ruchomy ruszt Paliwo jest dostarczane na jeden koniec rusztu, a w trakcie spalania ruszt i paliwo przesuwały się w kierunku pojemnika na popiół. Powietrze pierwotne jest dostarczane od spodu na ruszt. Pierwotne i wtórne powietrze jest również dostarczane na potrzeby procesu spalania przez wentylatory znajdujące się pod rusztem.



Rys. 11.5. Zasada działania nowoczesnej, dużej ciepłowni na pelety drzewne. Taka kotłownia, w której pelety są dostarczane przy pomocy podajnika hydraulicznego, istnieje w Maribo w Danii. Moc cieplna instalacji wynosi 12 MW.

11.2.5 Instalacja oczyszczania gazów odlotowych i usuwania popiołu

Lotny popiół Oczyszczanie gazów odlotowych ma przede wszystkim na celu obniżenie zawartości lotnego popiołu. Popiół lotny jest odprowadzany z przewodu gazów odlotowych za pomocą podajnika śrubowego. Lotny popiół można oddzielić od gazów odlotowych przy pomocy multicyklonu, filtrów workowych lub innych metod.

Popiół lotny pozostający po spaleniu drewna składa się głównie z dużych cząsteczek, które można łatwo oddzielić w multicyklonie. Takie instalacje istnieją w większości ciepłowni. Dobrze zaprojektowany system pozwala na usunięcie nawet do $200\text{mg}/\text{m}^3_{\text{n}}$ (1 m^3_{n} – metr sześcienny gazu o temp. 0°C i ciśnieniu 1 bar). Multicyklony są niedrogimi urządzeniami, łatwymi w utrzymaniu i są często stosowane do wstępnego oczyszczania gazów odlotowych.

Filtry workowe Filtry workowe pozwalają obniżyć ilość drobin do $10\text{-}50\text{ mg}/\text{m}^3_{\text{n}}$. Można je stosować dla gazów, których temperatura nie przekracza 180°C . Aby zapobiec przedostawaniu się do filtra żaru i iskier umieszcza się wcześniej multicyklon. Filtr automatycznie się wyłącza jeżeli zostanie przekroczona dopuszczalna temperatura gazów lub stężenie tlenu w gazach odlotowych.

Elektrofiltry Podobnie jak filtry workowe, elektrofiltry zapewniają wysoką skuteczność oczyszczania. Są to jednak urządzenia zbyt drogie dla małych ciepłowni zrębkowych, mimo iż charakteryzują je niskie koszty użytkowania. Elektrofiltry nie są powszechnie stosowane w ciepłowniach stosujących pelety.

Komin System odprowadzania gazów odlotowych jest umieszczony przeciwbieżnie do komina, aby stworzyć podciśnienie w całym systemie. Jednostka kontrolna czuwa nad współdziałaniem procesu spalania i instalacji odprowadzającej gazy odlotowe, tak aby podciśnienie było stale obecne w komorze spalania. System odprowadzania gazów odlotowych prowadzi gazy odlotowe do skraplacza w kominie. Wysokość komina należy dobrać dla każdej instalacji indywidualnie.

Popiół Pelety drzewne zawierają średnio 0.5 % niepalnych substancji mineralnych, które pozostają po procesie spalania w postaci popiołu. Popiół jest usuwany automatycznie we wszystkich ciepłowniach miejskich. Ręczna obsługa jest ograniczona do przeglądów i interwencji awaryjnych.

Skład popiołu pozostającego po spalaniu drewna sprawia, iż powstawanie żużlu nie jest częstym problemem.

Z rusztu popiół trafia na przenośnik. Wyróżniamy mokre i suche systemy usuwania popiołu. Mokry system jest efektywny i zarazem pozwala na zagaszenie ewentualnego żaru znajdującego się w popiele. Jego wadą jest spory ciężar popiołu spowodowany zawartością wody i korozja spowodowana przez wilgotny popiół. W zależności od wielkości zużycia pelet pojemnik na popiół trzeba opróżniać raz na dwa tygodnie, lub raz na 3 miesiące.

12 Duże elektrociepłownie wykorzystujące pelety

W tym rozdziale opisana została duża elektrociepłownia w Avedøre, znajdująca się w sąsiedztwie Kopenhagi. Do produkcji energii elektrycznej i ciepła, trafiającego do kopenhaskiej sieci ciepłowniczej, są pelety. Właścicielem obiektu jest duńskie przedsiębiorstwo usługowe DONG Energy.

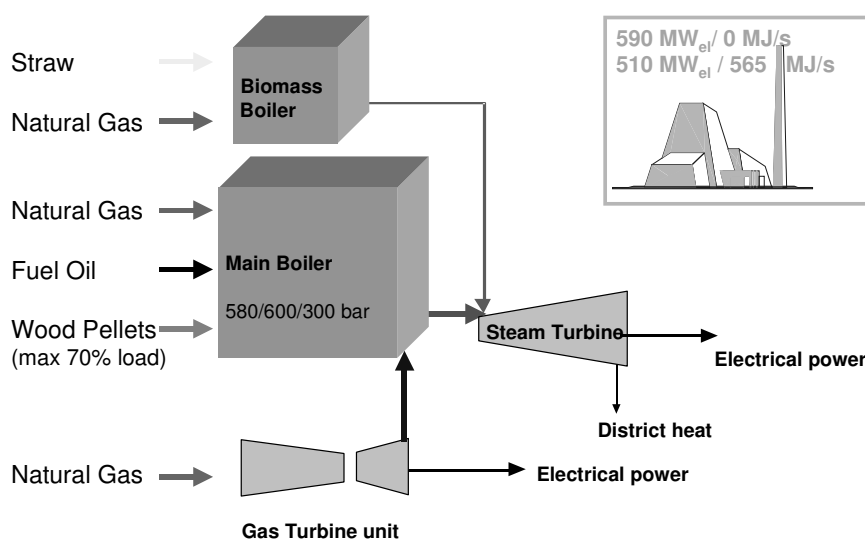
Pod koniec roku 2001 uruchomiono w elektrociepłowni nowy blok- rys. 12.1. Avedøre 2 spala różne rodzaje paliw: gaz ziemny, olej opałowy i biopaliwa w formie pelet drzewnych i ze słomy.



Rys. 12.1. Elektrociepłownia Avedøreværk. Drugi blok (po lewej, z tyłu) spala rocznie 300,000 ton pelet drzewnych

Efektywność energetyczna Instalacja składa się z głównego kotła (typu Benson) spalającego gaz ziemny, olej opałowy oraz pelety drzewne, kotła spalającego biomasę pochodzenia rolniczego i dwóch turbin zasilanych gazem ziemnym, skąd ciepło zawarte w gazach odlotowych jest odzyskiwane do podgrzania wody w obiegu parowym. Wydajność instalacji rozpatrywana pod kątem produkcji samej energii elektrycznej wynosi 51%. Schemat instalacji został przedstawiony na rys. 12.2.

Avedøre Power Station unit 2



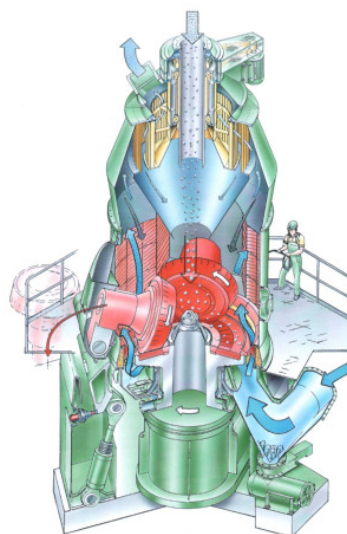
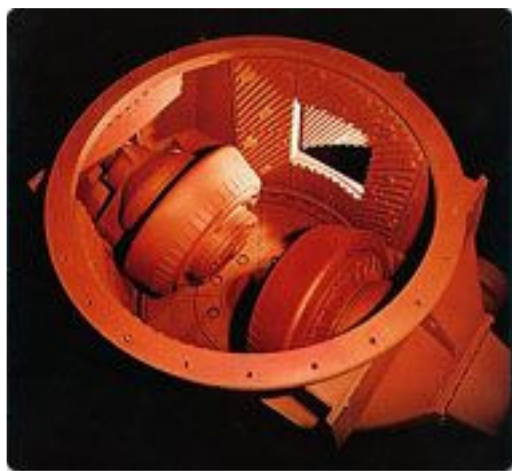
Rys 12.2. Schemat bloku Avedøre 2.

Parametry pary Wysokość głównego kotła to 80 metrów. Wysoka wydajność instalacji wynika (między innymi) z faktu iż jest to instalacja – posiadająca bardzo zaawansowane parametry pary, wykorzystująca specjalne stopy stalowe, ciśnienie 305 bar oraz temperaturę 582 °C.

16 palników Kocioł jest zasilany przez 16 palników, umieszczonych na 4 poziomach. Palniki są przystosowane do spalania różnych paliw: gaz ziemny, olej opałowy i pelety drzewne, pokruszone na pył. Zasadą jest, że w danym momencie każdy palnik może spalać tylko jeden rodzaj paliwa, ale wszystkie rodzaje paliwa mogą być wykorzystywane jednocześnie, w dowolnych kombinacjach.

Spalanie pelet Główny kocioł był pierwotnie przeznaczony do spalania gazu ziemnego, oleju i węgla. Aby wśród spalanych paliw znalazła się także biomasa, zdecydowano się na przystosowanie kotła do tego zadania. Jesienią 2002r. zaczęto spalać pelety w Avedøre 2. Roczne zapotrzebowanie na ten rodzaj paliwa wynosi 300 000 ton pelet. Pelety muszą być najpierw sproszkowane w 3 młynach, a następnie są wdmuchiwane do palników. Spalanie odbywa się na takiej samej zasadzie jak spalanie pyłu węglowego.

Młyny węglowe Do spalania pelet wykorzystuje się te same urządzenia, co do spalania pyłu węglowego. Trzy młyny węglowe, pozwalające również na spalanie pelet, zostały zainstalowane. Podczas spalania węgla każdy młyn osiąga wydajność równą 40% wydajności kotła. Gdy spalane są tylko pelety można oczekiwać, że kocioł będzie działał z wydajnością 70%, jeśli wszystkie 3 młyny będą pracować. W porównaniu z kotłownią węglową, wymagana jest większa ochrona przeciwpożarowa. Schemat młyna został przedstawiony na Rys. 12.3.

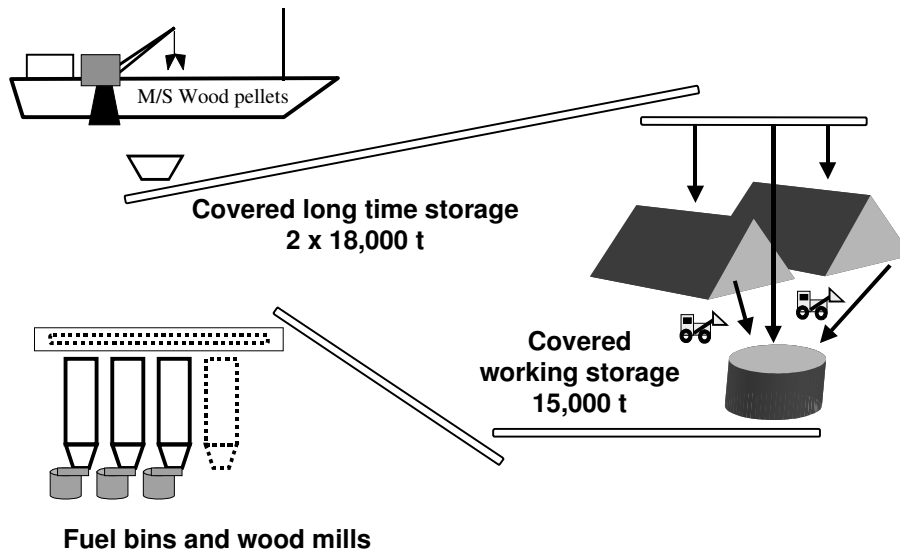


Rys. 12.3. Zdjęcie młyna węglowego oraz jego schemat – wydajność młyna 180 ton/godzinę.

Magazyn Od 2003 roku część spalanych pelet pochodzi z własnego zakładu produkcji pelet, należącego do Since DONG Energy. Zakład ten mieści się przy fabryce podłóg drzewnych (Junckers Fabrikker) w Køge, 35 kilometrów na południe od elektrociepłowni Avedøre. Pelety są transportowane statkiem, a na miejscu są przechowywane w zadanych magazynach. Dostępna powierzchnia magazynowa to dwa magazyny o pojemności 18 000 ton każdy, oraz zautomatyzowany silos, pozwalający na przechowywanie 15 000 ton pelet. Najbardziej ładowne statki mogą jednorazowo przewieźć 8000 ton pelet. Z magazynów do kotłowni pelety trafiają przy pomocy tych przenośników ślimakowych, które dostarczają węgiel do bloku nr 1.

Na rys. 12.4 zobrazowano wykorzystanie pelet. W 2007 własna produkcja pelet została wstrzymana.

Fuel Handling of Wood Pellets at AVV2



Rys. 12.4. Wykorzystanie pelet w Avedøre 2

Ograniczenie pylenia Aby zapobiec zawilgotnieniu pelet oraz ograniczyć powstawanie uciążliwych pyłów, pelety są wykorzystywane w zamkniętym systemie z podciśnieniem. Istniejące przenośniki ślimakowe zostały zadaszone i wyposażone w odciągi usuwające pyły.

Ryzyko pożaru W celu zapobieżenia ryzyku pożaru zainstalowano 400 zraszaczy, w 3 metrowych odstępach, wzdłuż przenośników ślimakowych o łącznej długości 1,2 km. Dodatkowo, aby zapobiec rozprzestrzenianiu się ewentualnych płomieni zainstalowano zasłony przeciwdymne.

13 Środki ostrożności

Wykorzystywanie pelet jako paliwa normalnie nie stwarza specjalnych zagrożeń dla bezpieczeństwa. Oczywiście, zarówno kocioł jak i pelety należy traktować z rozwagą i zgodnie z przepisami dotyczącymi postępowania z instalacjami zasilanymi peletami.

13.1 Ryzyko pożaru

Użytkownik instalacji powinien zwiększyć czujność podczas rozpalania kotła, jego czyszczenia, lub wykonywania innych czynności w trakcie których istnieje ryzyko, że żar znajdzie się poza komorą spalania.

Pelety drzewne są źródłem pyłu, który powstaje zwłaszcza w trakcie transportu pelet i ich wyładunku do magazynu. Szczególnie należy zapobiegać sytuacji, w której następuje duża akumulacja pyłów w magazynie paliwa, znajdującym się w nadbudówce nad kotłownią. Pyły powinny być w związku z tym regularnie usuwane.

Aby w przypadku ewentualnego pożaru zapobiec rozprzestrzenianiu się ognia po pozostałych pomieszczeniach domu, cała kotłownia powinna być wykonana z ognioodpornych materiałów. Kotłownie znajdujące się na w obiektach przemysłowych lub w budynkach rolniczych muszą być zbudowane jako pomieszczenia ogniotrwałe, co pozwoli zatrzymać rozprzestrzenianie się ognia.

Mimo iż nie jest to wymagane, można zapewnić dodatkową ochronę umieszczając hydrant z wodą, lub najlepiej gaśnicę, w pomieszczeniu kotłowni lub jej pobliżu. Pozwoli to na zagaszenie ognia zanim przybierze na sile.

13.2 Przyczyny wypadków

Przepisy obowiązujące w Danii, odnoszące się do instalacji zasilanych peletami, zapobiegają głównie wypadkom spowodowanym przez:

- Błędy w instalacji grzewczej rozprowadzającej ciepłą wodę. Powodują one niebezpieczeństwo zagotowania się wody i w najgorszym wypadku wybuchu pary. Taki wybuch może mieć dużą siłę, spowodować znaczne straty i nawet spowodować utratę życia.
- Obciążenia termiczne wywierane przez kocioł, magazyn paliwa, przewód odprowadzający gazy odlotowe, komin- na otoczenie. Aby zapobiec nagrzewaniu się, np. drewnianych ścian czy mebli znajdujących się w otoczeniu, temperatura powierzchni palnych materiałów znajdujących się w sąsiedztwie kotła nigdy nie może przekraczać 80 °C.
- Sytuację w której ogień z komory spalania przedostaje się do zbiornika na paliwo, magazynu pelet, czy innych pomieszczeń.

13.2.1 Wybuchy pary

Gdy woda w kotle jest podgrzewana, powstaje para. W przeciwieństwie do wody, para rozprzestrzenia się bardzo szybko i jeśli nie znajduje ujścia, zachodzi ryzyko wybuchu.

Aby zapobiec takim zdarzeniom należy przestrzegać zasad odnoszących się do projektowania instalacji wodnych.

Aby mieć pewność, że wyrównywanie się ciśnienia ma miejsce w instalacji, musi ona być wyposażona w zbiornik wyrównawczy i jeden, lub więcej zaworów bezpieczeństwa. Rury

prowadzące do zbiornika wyrównawczego oraz zawory bezpieczeństwa nie mogą być przyblokowane przez kurki czy inne zawory. Zbiornik wyrównawczy może być zbiornikiem otwartym, o ciśnieniu atmosferycznym, lub próżniowym zbiornikiem zamkniętym.

Zabroniona jest wymiana jakichkolwiek części instalacji centralnego ogrzewania przez osoby niewykwalifikowane. Montaż instalacji przez uprawnionego wykonawcę, to najlepsza gwarancja, że będzie ona działała bezpiecznie i ekonomicznie.

13.2.2 Wpływ temperatury

Kotły należy tak umiejscowić, aby ich wpływ na otoczenie nie wywoływał niebezpieczeństwa pożaru czy innych zniszczeń.

Aby zapobiec nagrzewaniu się, np. drewnianych ścian czy mebli znajdujących się w otoczeniu, temperatura powierzchni palnych materiałów znajdujących się w sąsiedztwie kotła nigdy nie może przekraczać 80 °C.

Nie należy umieszczać żadnych łatwopalnych cieczy czy innych przedmiotów w pobliżu kotła. Pomieszczenie kotłowni powinno zaś być utrzymane w czystości, tak aby zapobiec np. niebezpieczeństwu przypadkowego zapłonu zgromadzonego pyłu drzewnego.

13.2.3 Cofanie się ognia

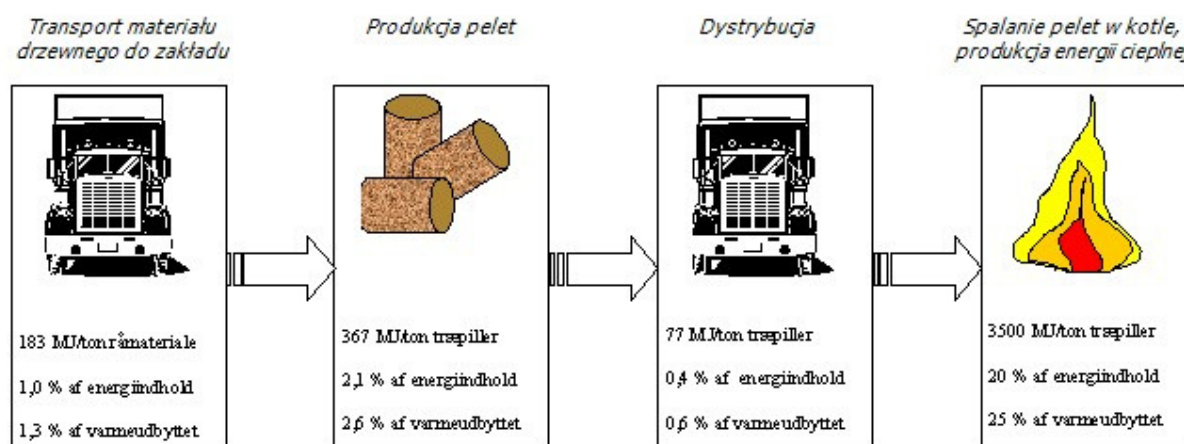
Wszystkie instalacje na biopaliwa muszą spełniać wymogi przepisów zapobiegających rozprzestrzenianiu się pożarów wewnątrz instalacji. Kotły posiadające atesty przeszły testy, sprawdzające czy nie zachodzi w ich przypadku ryzyko takiego pożaru.

14 Uwarunkowania środowiskowe

Ładunek zanieczyszczeń trafiających do środowiska w wyniku spalania pelet drzewnych jest minimalny. Pochodzi on głównie z gazów odlotowych, uwalnianych w procesie spalania.

14.1 Zużycie energii

Na Rys. 14.1 przedstawiono zużycie energii w łańcuchu produkcji ciepła z pelet.



<i>Råmateriale</i> =	<i>Materiale drzewny</i>
<i>Energiindhold</i> =	<i>Wartość opałowa</i>
<i>Varmeudbytte</i> =	<i>Uwolniona energia cieplna</i>

Rys. 14.1. Zużycie energii w łańcuchu produkcji ciepła z pelet

Zużycie energii przedstawiono na trzy sposoby:

- w MJ na tonę paliwa
- jako ułamek procentowy wartości opałowej paliwa
- jako procent ciepła jakie można wyprodukować w kotle klienta zakupującego pelety


Zużycie energii na cele transportowe materiału drzewnego jest oparte na założeniu, że odległość między zakładem przetwórstwa drewna a zakładem produkującym pelety nie przekracza 50km. Pelety są głównie produkowane z suchych i czystych wiórów i trocin, a prasowanie następuje bez dodawania sztucznych lepiszczy.

Sprawność urządzeń grzewczych znajdujących się u indywidualnych klientów została oszacowana na ok. 80%, co oznacza, że 20% wartości opałowej pelet jest tracone.

Sprawność urządzeń w ujęciu rocznym, to sprawność osiągnięta w praktyce, po uwzględnieniu strat w postaci gazów odlotowych i okresów rozpalania/wygaszania kotła, kiedy parametry jego pracy są znacznie poniżej nominalnych.

Nominalna sprawność urządzenia jest określana na podstawie jego mocy nominalnej. Moc nominalna to moc osiągnięta przy pełnych parametrach pracy, nominalna sprawność urządzenia jest wtedy wyższa niż jego sprawność w ujęciu rocznym.

Skibstransport fra udlandet

	Canada – Esbjerg	Finland – Århus
	432 MJ/ton træpiller	182 MJ/ton træpiller
	2,5 % af energiindhold	1,0 % af energiindhold
	3,1 % af varmeudbyttet	1,3 % af varmeudbyttet

Rys. 14.2. Zużycie energii na transport morski w przypadku importu pelet

Gdy pelety są importowane poza zużyciem energii zaprezentowanym na Rys. 14.1 dochodzi jeszcze energia potrzebna na transport paliwa z kraju producenta do kraju docelowego. Zużycie energii na transport morski (z Kanady oraz z Finlandii) zostało przedstawione na Rys. 14.2.

14.1.1 Zużycie energii na pozyskanie innych paliw

W tabeli 14.3 zamieszczono porównanie ukazujące ilość energii zużytej na produkcję pelet oraz ilość energii potrzebnej na pozyskanie innych popularnych paliw.

Ilość energii zużytej w procesie produkcji pelet jest jak widać znacznie niższa, niż ma to miejsce w pozyskiwaniu gazu ziemnego, węgla i przede wszystkim- oleju opałowego.

	Zużycie energii na pozyskanie paliwa	
	[MJ/tonę]	[% wartości opałowej]
Krajowe pelety	627	3.6
Pelety importowane ¹	787	4.5
Gaz ziemny	2,840	5.8
Olej opałowy	4,617	11.4
Węgiel	1,764	6.7

uwaga 1. Przy założeniu, że 60% importowanych pelet pochodzi z krajów nadbałtyckich, a 40% jest sprowadzane z oceanu, np. z Kanady

Rys. 14.3. Całkowite zużycie energii na pozyskanie różnych paliw

Nawet jeśli pelety są transportowane na znaczne odległości, to ilość energii na to zużyta jest mniejsza, niż ilość energii zużyta na pozyskiwanie jakichkolwiek paliw kopalnych.

14.2 Sprawność

14.2.1 Sprawność kotła

Spalanie paliwa pozwala na uwolnienie energii cieplnej bezpośrednio do otoczenia, lub za pomocą nośnika energii (np. wody) do grzejników rozmieszczonych w budynku. Jednakże, nawet najlepsze urządzenia nie są w stanie w pełni wykorzystać wartości opałowej paliw.

Sprawność dobrych jakościowo kotłów na pelety wynosi ok. 85-91%. Pozostała energia jest tracona w postaci niespalonego węgla znajdującego się w popiele, lub w postaci ciepła w gazach odlotowych i popiele.

Sprawność kotła określa jaki procent wartości opałowej paliwa zostanie przekształcony na energię cieplną przy pełnym wykorzystaniu nominalnej mocy kotła.

Najwyższa sprawność urządzenie osiąga pracując przy pełnej mocy.

14.2.2 Sprawność urządzenia w ujęciu rocznym

Sprawność urządzenia określa rzeczywistą moc kotła, w określonych warunkach testowych. Wartość ta jednak spada, jeżeli kocioł nie pracuje przy pełnych parametrach, czyli np. w lecie, gdy nominalna moc urządzeń jest wykorzystywana w niecałych 30%.

W związku z tym, że parametry pracy kotła są zmienne w ciągu roku, ilość ciepła pozyskana z paliwa o określonej wartości opałowej będzie niższa, niż sprawność kotła pracującego przy pełnej mocy nominalnej. Sprawność kotła w ujęciu rocznym będzie się różniła między poszczególnymi urządzeniami ze względu na zachodzenie innych czynników takich jak: dobrana moc kotła w stosunku do cieplnego zapotrzebowania budynku, wykorzystania dodatkowych źródeł ciepła (np. podgrzewaczy elektrycznych) czy całkowite wyłączenie instalacji na okres letni.

Sprawność urządzenia w ujęciu rocznym to stosunek między rocznym zużyciem paliwa a ciepłem wyprodukowanym przez urządzenie w tym samym okresie czasu.

14.2.3 Sprawność sieci

W miejskich sieciach grzewczych ciepło jest doprowadzane z ciepłowni do indywidualnych odbiorów przy pomocy sieci zaizolowanych przewodów. Pomimo izolacji część ciepła jest pochłaniana przez otaczającą przewody glebę. Sprawność sieci to stosunek ilości energii trafiającej do indywidualnych odbiorców, do ilości energii trafiającej z kotłowni do sieci grzewczej.

Na sprawność sieci wpływają między innymi:

- Jakość izolacji przewodów miejskiej sieci ciepłowniczej.
- Rozmiar rur. Im mniejsza rura, tym większa relatywna strata ciepła.
- Temperatura wody w rurach w stosunku do temperatury otaczającej gleby. Im większa różnica temperatur, tym większa strata ciepła.
- Zagęszczenie energii, czyli długość sieci dystrybucyjnej w stosunku do ilości energii dostarczanej odbiorcom. Im więcej odbiorców, tym większa sprawność.

Dla miejskich sieci ciepłowniczych przyjmuje się sprawność rzędu 70%, ale w regionach słabo zaludnionych może być ona niższa.

W przypadku, gdy kotłownia znajdująca się w budynku dostarcza ciepło tylko na potrzeby tego budynku, straty nie są duże. Wzrastają one, jeśli przewody ciepłe przechodzą przez np. nieogrzewane poddasza.

14.3 Emisje gazów odlotowych

Najmniejszy szkodliwy wpływ na środowisko ma proces spalania pelet, jeśli zachodzi spalanie całkowite, czyli spalaniu ulegną wszystkie składniki pelet. Na jakość procesu spalania mają wpływ liczne czynniki: konstrukcja kotła, dostęp powietrza i paliwa, działanie instalacji i inne.

14.3.1 Wzrokowa kontrola procesu spalania

Pomiary składu gazów odlotowych wymagają specjalistycznych urządzeń i są wykonywane przez odpowiednie firmy. Jako użytkownik niewielkiej instalacji w domku jednorodzinnych można w pewien sposób kontrolować jakość procesu spalania poprzez obserwację dymu z komina.

Wygląd dymu	Jakość procesu spalania
Brak lub niemal niewidoczny w czasie pracy instalacji	Dobre spalania przy odpowiedniej ilości powietrza
Białawy dym, szybko rozpuszczający się w otaczającym powietrzu	Dym zawiera parę wodną, pochodzącą z zawilgotniałego paliwa
Szary lub ciemny dym. Może zawierać widoczne kawałki węgla	Dym zawiera popioły. Można to kontrolować za pomocą dopływu powietrza pierwotnego i wtórnego. Prawdopodobnie powietrze przechodzi przez kocioł ze zbyt dużą prędkością.
Gęsty, ciemny dym o zapachu smoły	Słabe spalania będące źródłem emisji dużej ilości węglowodorów do powietrza. Należy odpowiednio dobrać ilość powietrza do ilości spalanego paliwa.

Tabela zawierająca wskazówki wzrokowej kontroli jakości procesu spalania na podstawie obserwacji dymu.

14.3.2 Powietrze

Powietrze doprowadzane do procesu spalania jest źródłem tlenu, niezbędnego w procesie spalania. Tylko tlen z powietrza jest wykorzystywany, pozostałe jego składniki przechodzą przez komorę spalania bez przeszkód.

	objętość %	
O ₂ tlen	21	Podlega procesowi spalania
N ₂ azot	78	
Ar argon	1	

Rys. 14.4. Skład powietrza

14.3.3 Gazy odlotowe

Ilość gazów odlotowych powstających w procesie spalania pelet i ich skład są określone poprzez analizę elementarną pelet. Analiza taka przeprowadzana jest przez laboratorium i pozwala poznać dokładny skład chemiczny pelet.

substancja	udział	produkt spalania
H ₂ wodór	5.8	H ₂ O para wodna w gazach odlotowych
C węgiel	46.5	CO ₂ dwutlenek węgla
O ₂ tlen	39.5	O ₂ dodatkowy tlen
A popiół	0.9	A częściowo jako pył w gazach odlotowych
S siarka	0.05	SO ₂ dwutlenek siarki
N ₂ azot	0.28	N ₂ azot w gazach odlotowych
H ₂ O woda	7.0	H ₂ O para wodna w gazach odlotowych

Rys. 14.5. Przykład analizy elementarnej pelet i produktów ich spalania.

W tabeli 14.5 przedstawiono typowy skład pelet określony za pomocą analizy elementarnej i powstające produkty spalania. Wyniki analizy nie powinny się różnić między iglastymi a liściastymi gatunkami drzew. Różnice mogą dotyczyć zawartości wody i popiołu.

14.3.4 Skład gazów odlotowych

Dzięki analizie elementarnej możemy określić ilość gazów odlotowych oraz ich skład przy pomocy równań z teorii procesu spalania. Spalając pelety o składzie przedstawionym w tabeli 18.5, przy współczynniku nadmiaru powietrza wynoszącym 1,5, otrzymamy gazy odlotowe o następującym składzie:

Składniki gazu	objętość % - gaz "mokry"	objętość % - gaz suchy
CO ₂ dwutlenek węgla	11.9	13.3
SO ₂ dwutlenek siarki	0.0	0.0
N ₂ azot	70.3	78.7
H ₂ O woda	10.6	0.0
O ₂ dodatkowy tlen	6.3	7.1
Ar argon	0.8	0.9

Rys. 14.6. Skład gazów odlotowych powstających przy spalaniu pelet o wilgotności 7%, przy współczynniku nadmiaru powietrza wynoszącym 1,5

Spalanie pelet może być również źródłem innych, niepożądanych z ekologicznego i zdrowotnego punktu widzenia, substancji:

- CO
- NO_x
- PAH
- TOC
- Pyły w gazach odlotowych

14.4 Emisje

Stężenie gazów i pyłów w gazach odlotowych zależy od wybranego paliwa i konstrukcji instalacji służącej do jego spalania. Dane dotyczące emisji następującej w wyniku spalania następujących paliw zostały przedstawione w dalszej części rozdziału:

- Pelet drzewnych
- Słomy
- Oleju opałowego
- Gazu ziemnego

14.4.1 CO₂, dwutlenek węgla

Dwutlenek węgla odgrywa znaczącą rolę w tzw. efekcie cieplarnianym i jego emisje do atmosfery powinny być w najwyższym stopniu ograniczane. Jednakże, spalając pelety ilość dwutlenku węgla uwalnianego do atmosfery jest taka sama, jak ilość która by została uwolniona w procesie rozkładu biologicznego materii drzewnej. Dlatego też pelety uznaje się za paliwo o neutralnej emisji dwutlenku węgla.

W poniższej tabeli wielkość emisji CO₂ następującej w wyniku spalania pelet lub słomy określono jako zerową.

Paliwo	jednostka	Wielkość emisji CO ₂
Pelety drzewne	g/MJ	0
Słoma	g/MJ	0
Olej opałowy	g/MJ	75
Gaz ziemny	g/MJ	57

Rys. 14.7. Dane dotyczące emisji CO₂

W związku z tym, że pelety i inne biopaliwa zawierają węgiel, w wyniku ich spalania zostaje uwolniony dwutlenek węgla. Ten uwolniony dwutlenek węgla został jednakże wcześniej wchłonięty w procesie wzrostu rośliny, trwającym w przypadku drzew 20-100 lat.

Dwutlenek węgla uwalniany do atmosfery w wyniku spalania paliw kopalnych został pochłonięty z atmosfery miliony lat temu. Dlatego uważa się, że dwutlenek węgla powstający w wyniku spalania paliw kopalnych zwiększa jego ogólną ilość w atmosferze.

Węgiel stanowi ok. 50% suchego drewna. Oznacza to, że pelety o wilgotności 7% będą go zawierały 47% (patrz tabela 14.5).

W wyniku całkowitego spalania 1 kg paliwa powstanie 3.69 kg CO₂.

14.4.2 SO₂, dwutlenek siarki

Emisje dwutlenku siarki nie stanowią problemu w przypadku spalania pelet drzewnych, w związku z tym, że zawartość siarki w drewnie jest bardzo niska.

Jednakże 40-60% dwutlenku siarki powstającego w wyniku procesu spalania reaguje z alkalicznymi składnikami popiołu. Jedynie pozostałe 40-60% dwutlenku siarki zostaje uwolnione z gazami odlotowymi.

Emisja SO₂ jest dla pelet najniższa, spośród porównywanych paliw.

Paliwo	jednostka	Wielkość emisji SO ₂
Pelety drzewne	g/MJ	0
Słoma	g/MJ	13
Olej opałowy	g/MJ	94
Gaz ziemny	g/MJ	0,5

Rys. 14.8. Dane dotyczące emisji SO₂

Uwagi wymagają pelety prasowane przy użyciu dodatkowych substancji wiążących. Lepiszczami na bazie ligniny, które są używane najczęściej są: Wafolin lub lignosulfonian, oba zawierają ok. 6 procent wagowych siarki.

Substancja wiążąca stanowi zazwyczaj mniej niż 1% produktu końcowego- pelety. W przypadku takiej zawartości dodatkowej substancji wiążącej zawartość siarki w peletach ulega czterokrotnemu zwiększeniu i stanowi 0.08 %.

14.4.3 N₂, azot

Azot jest bezbarwnym gazem, powszechnie występującym w naturze. Azot dostaje się do komory spalania wraz z powietrzem niezbędnym do procesu, jednakże sam nie bierze w nim udziału. Nie ma żadnych środowiskowych skutków emisji azotu.

14.4.4 H₂O, woda

Para wodna znajdująca się w gazach odlotowych pochodzi głównie z:

- Spalania wodoru
- Wilgotnego paliwa
- Pary wodnej w powietrzu dostarczanym do procesu spalania

Emisja pary wodnej nie ma skutków środowiskowych. Jednakże, para wodna opuszczająca komin może ulegać w niższych temperaturach skropleniu, a to z kolei prowadzi do korozji kominia i powstawania smolistej sadzy w kominie.

14.4.5 O₂, tlen

Tlen w gazach odlotowych pochodzi z nadmiaru powietrza doprowadzanego do procesu spalania. Oczywiście, jego uwolnienie do atmosfery nie niesie za sobą żadnych negatywnych skutków dla środowiska.

14.4.6 Ar, argon

W powietrzu znajduje się ok. 1% argonu, który w sposób nieunikniony trafia do komory spalania. Jest to tzw. gaz szlachetny, nie uczestniczący w procesie spalania.

14.4.7 CO, tlenek węgla

Tlenek węgla jest palnym, trującym gazem. Jest niewidoczny i nie posiada zapachu. Przebywając w pomieszczeniu, w którym znajduje się 0.01% tlenku węgla w otaczającym powietrzu (100 ppm), po paru minutach zaczyna nas boleć głowa i czujemy dyskomfort. Pozostawanie przez dłuższy okres czasu w pomieszczeniu skażonym tlenkiem węgla jest śmiertelne.

Emisja CO jest niepożądana z różnorodnych względów- jest to oznaka niepełnego spalania, jest niebezpieczny dla zdrowia oraz uszkadza warstwę ozonową Ziemi.

Wysoka emisja tlenku węgla jest oznaką obecności innych niepożądanych i szkodliwych związków w gazach odlotowych- niespalonych węglowodorów i dioxyn. Z drugiej strony- niska emisja świadczy o nieobecności wyżej wspomnianych związków. W praktyce niemożliwe jest osiągnięcie zerowej emisji tlenku węgla, towarzyszącej procesowi spalania.

Całkowite spalanie wymaga odpowiedniej ilości tlenu, w odpowiednim miejscu i czasie. Gdy warunki te nie zjedną się jednocześnie, część lotnych węglowodorów powstałych w procesie pyrolizy przejdzie przez komin, nie napotkawszy na swej drodze odpowiedniej ilości tlenu i reakcji do dwutlenku węgla, co prowadzi do nieuniknionej emisji CO.

Jednorodność pelet jako paliwa i niska wilgotność pozwalają na osiągnięcie bardzo niskich emisji CO, przy wykorzystaniu odpowiednio zaprojektowanego kotła.

CO powstaje w dużych ilościach, gdy spalamy paliwo w kotle nieprzystosowanym do spalania tego konkretnego typu paliwa.

Problemy z emisją CO mogą się pojawiać, gdy spalamy mokre paliwo, w kotle nie nadającym się do tego, lub gdy spalamy pelety w kotle węglowym, w którym całe powietrze jest doprowadzane od spodu rusztu.

Paliwo	jednostka	Wielkość emisji CO
Pelety drzewne	Mg/MJ	50-3000
Słoma	Mg/MJ	500-3000
Olej opałowy	Mg/MJ	15-30
Gaz ziemny	Mg/MJ	15-20

Rys. 14.9. Dane dotyczące emisji CO – kluczowe wartości przy optymalnym ustawieniu kotła. Wysokość emisji w bardzo dużym stopniu zależy od użytego kotła i warunków spalania.

14.4.8 NO_x, tlenki azotu

NO_x to ogólna nazwa sześciu różnych tlenków azotów:

- tlenek azotu (I) (N₂O), podtlenek azotu, tlenek diazotu, gaz rozweselający
- tlenek azotu(II) (NO) (monotlenek azotu)
- tritlenek diazotu (N₂O₃), w którym jeden atom azotu jest na formalnym stopniu utlenienia +4 a drugi +2.
- tlenek azotu (IV) (NO₂), ditlenek azotu (tworzy on również dimer - tetratlenek diazotu N₂O₄)
- tlenek azotu (V) (N₂O₅), pentatlenek diazotu

NO_x są niepożądane ponieważ przyczyniają się do powstawania efektu cieplarnianego i zakwaszają deszcze.

Tlenki azotu powstają w wyniku spalania paliw o naturalnej zawartości azotu, w tym biopaliw, oraz w wyniku tego, iż azot jest składnikiem powietrza doprowadzanego do procesu spalania. Konstrukcja kotła ma bardzo duże znaczenie dla osiągniętej wielkości emisji.

Nie da się stworzyć jednoznacznych instrukcji jak zaprojektować kocioł o niskiej emisji tlenków azotu, ale należy przestrzegać podstawowych zasad:

- Duża zawartość azotu w paliwie będzie prowadziła do wyższych emisji tlenków węgla
- Wysokie temperatury sprzyjają powstawaniu tlenków azotu

Z ważnych parametrów procesu spalania należy wspomnieć: przyspieszone spalanie z niskim współczynnikiem nadmiaru powietrza na początku, niska temperatura płomienia wywołana cyrkulacją gazów odlotowych (zmniejsza to ilość tlenu w komorze spalania i obniża temperaturę procesu).

Paliwo	jednostka	Wielkość emisji NO _x
Pelety drzewne	Mg/MJ	130-300
Słoma	Mg/MJ	130-300
Olej opałowy	Mg/MJ	75
Gaz ziemny	Mg/MJ	50-100

Rys. 14.10 Dane dotyczące emisji NO_x dla małych instalacji.

W większych instalacjach wykorzystuje się dodatkowe urządzenia usuwające tlenki azotu.

14.4.9 TOC

TOC ("Total Organic Compounds") oznacza niespalone węglowodory znajdujące się w gazach odlotowych. Są one niepożądane, gdyż wiele z nich jest toksycznych a nawet rakotwórczych.

Paliwo	jednostka	Wielkość emisji TOC
Pelety drzewne	Mg/MJ	< 10
Słoma	Mg/MJ	< 10
Olej opałowy	Mg/MJ	0-2
Gaz ziemny	Mg/MJ	0-2

Rys. 14.11. 10 Dane dotyczące emisji TOC

14.4.10 Pyły

Emisja pyłów ma miejsce, gdy lekkie małe cząsteczki stałe są porywane przez gazy odlotowe i uwalniane poprzez komin do atmosfery. Możemy je podzielić na 2 główne grupy:

- Popiół niepalny
- Kawałki, które nie uległy spaleni

Kawałki, które nie uległy spaleni zawierają węgiel, również sadzę. Sadza jest bardzo drobna i szkodliwa dla układu oddechowego. To właśnie sadza zabarwia dym na czarno, w przypadku niecałkowitego spalania.

Popiół niepalny to to, co pozostaje, gdy wszystkie składniki palne paliwa uległy całkowitemu spaleni. Również jest on niepożądany ze względu na szkodliwy wpływ na układ oddechowy.

Paliwo	jednostka	Wielkość emisji pyłów
Pelety drzewne	Mg/Nm ³ gazów odlotowych	25-500
Słoma	Mg/Nm ³ gazów odlotowych	200-500
Olej opałowy	Mg/Nm ³ gazów odlotowych	0
Gaz ziemny	Mg/Nm ³ gazów odlotowych	0

Rys. 14.12. 10 Dane dotyczące emisji pyłów.

Ani gaz ziemny ani olej opałowy nie zawierają popiołu, i jeśli są spalane w odpowiednich instalacjach, emisja pyłów jest zerowa.

Emisje pyłów w przypadku niewielkich instalacji są niskie i nie wymagają użycia dodatkowych filtrów.

W dużych instalacjach, w których gazy odlotowe poruszają się z dużą prędkością, emisja pyłów wzrasta i wymaga zastosowania urządzeń odpylających: cyklonów, filtrów workowych, elektrofiltrów. Wybór technologii jest uzależniony od warunków panujących w danej instalacji.

14.5 Hałas

W przypadku instalacji w domkach jednorodzinnych problem hałasu nie występuje.

W przypadku większych instalacji źródłem hałasu może być system transportu paliwa, ruchome elementy rusztu lub komin. Dopuszczalny poziom hałasu jest każdorazowo określany w pozwoleniu na budowę instalacji.

15 Możliwości dofinansowania inwestycji

Ustawa z dnia 18 grudnia 1998r. o wspieraniu przedsięwzięć termomodernizacyjnych (Dz.U. z 1998r. Nr 162, poz. 1121 z póź.zm.) określa zasady, na których może zostać zaciągnięty kredyt termomodernizacyjny z premią w wysokości 25%. Zgodnie z ustawą możliwe jest pozyskanie kredytu na całkowitą lub częściową zamianę konwencjonalnych źródeł energii na źródła odnawialne. Warunkiem uzyskania kredytu jest pozytywnie zweryfikowany przez Bank Gospodarstwa Krajowego audyt energetyczny dotyczący planowanego przedsięwzięcia. Uprawnieni do zaciągania kredytu są właściciele lub zarządcy budynków, lokalnej sieci ciepłowniczej lub lokalnego źródła ciepła, z wyłączeniem jednostek budżetowych i zakładów budżetowych (<http://www.sejm.gov.pl/>).

✱

Regionalne programy operacyjne – 16 odrębnych programów . W każdym z województw istnieje określony obszar wsparcia dla rozwoju odnawialnych źródeł energii (http://www.mrr.gov.pl/polityka_regionalna/).

✱

Programy Operacyjne 2007-2013 – Program Operacyjny Infrastruktura i Środowisko wspiera działania budowy jednostek wykorzystujących energię biomasy oraz budowę instalacji do produkcji biopaliw (<http://www.mrr.gov.pl/ProgramyOperacyjne+2007-2013/>).

✱

EkoFundusz – fundacja wspiera w formie dotacji w wysokości 30%-50% realizację inwestycji, w tym polegających na budowie kotłowni na biomasę zastępującej kotłownię na paliwa kopalne, o mocy minimalnej 500 kW. W konkursie mogą brać udział jedynie projekty dotyczące kompleksowej modernizacji systemów zamkniętych, składających się ze źródła ciepła, sieci dystrybucji i odbiorców. Uprawnionymi do wzięcia udziału w konkursie są właściciele budynków i obiektów będących przedmiotem projektu. (<http://www.ekofundusz.org.pl/pl/index.htm>).

16 Dostawcy pelet

Producent :	Kod poczt.	Miejscowość	Ulica	Nr	Telefon	Fax	e-mail	Adres www
Arno-Eko	70-893	Szczecin	ul. Szosa Starogardzka	20/22	0 91 462 15 82	0 91 462 15 82	r.wasilewski@arnoeko.pl	www.arnoeko.pl
Barlinek	74-320	Barlinek	ul.Przemysłowa	1	0 95 747 14 27	0 95 747 93 01	pawel.patyk@barlinek.com.pl	www.barlinek.com.pl
BIOPAL	70-130	Maszewo	ul.Polna	31	0 91 418 74 80		biopal@maszewo.net	www.biopal.com.pl
BRYTPOL s.c. Jadwiga Teda Monika Teda	26-341	Mniszków	Owczary	7	0 504 269 674	0 44 732 70 96	brytpol@wp.pl	
EKO-ORNETA	11-130	Orneta	ul. Krośnieńska	1	0 55 242 20 20	0 55 242 23 24	eko-orneta@wp.pl	www.eko-orneta.pl
EKOPAL	12-200	Pisz (Jagodne)	ul. Jagodna	3	0 87 423 02 96	0 87 423 02 96	biuro@ekopal.pl; mk@ekopal.pl	www.ekopal.pl
EMG Sp. z o.o. (Ekologiczne Materiały Grzewcze)	18-210	Szepietowo	ul. Kolejowa	2A	086 476 28 62	0 86 476 28 61	emg@podlasie.net	www.emg.com.pl
FUREL sp.z o.o.	91-863	Łódź	ul. Łagiewnicka	167	0 42 659 43 00	0 42 659 43 03	radek@furel.pl	www.pellet.furel.pl
Libero F.H.U.	09-311	Kuczborck	ul. 1 Maja	117	0 23 657 90 26	0 23 657 03 06	libero.fhu@op.pl	www.pelet.eu
Max-Parkiet Sp. z o.o.	09-300	Żuromin	ul. Lidzbarska	56A	0 23 657 40 00	0 23 657 40 00	poczta@maxparkiet.com.pl	www.maxparkiet.com.pl
MOTOWERK Zbigniew Misiarz	39-300	Mielec	ul.Wolności	83	0 17 582 59 30		motowerk@wp.pl	
PELLET-ART sp. z o.o.	66-235	Torzym	Mierczany	27	0 68 341 49 72	0 68 341 49 72	pellet-art.@pellet-art..pl	www.pellet-art..pl
Pellety Kozienice	26-900	Kozienice	ul.Warszawska	63	0 48 611 31 00	0 48 611 31 00	biuro@pelletykozienice.pl	www.pelletykozienice.pl

PPHU Fabich	78-500	Drawsko Pomorskie	ul. Kłosy	5	0 94 36 345 31		grzegorz.fabich@wp.pl	
PPHU Ekomir Import - Export	81-036	Gdynia	Ul. Przemysłowa	5	0 58 663 67 02	0 58 663 67 02	ekomir@wp.pl	www.ekomir.com.pl
PPHU FU-WI export-import sp. z o.o.	82-300	Elbląg	ul.Grochowska	5B	0 55 232 65 38	0 55 236 16 00	info@fuwi.pl	www.fuwi.pl
Radmar Ekoenergia	64-020	Czempień	Ul. Wiatrakowa	11	0 61 28 27 671		info@radmar-ekoenergia.pl	www.radmar-ekoenergia.pl
Regionalna Agencja Poszaniowania Energii	45-158	Kup	ul.Młyńska	5	0 77 469 64 26		rape.opole@vp.pl	
SYLVA Sp. z o. o	83-441	Wiele k. Kościerzyny	ul. Kościerska	2	0 58 687 38 26		mirek@sylvadrewno.com	www.sylvadrewno.com
TASK Marek Tasiemski, Mateusz Tasiemski	62-280	Kiszkowo	ul. Dworcowa	28	0 61 429 70 86		taskplus@wp.pl	www.pelet.pl
Tartak Olczyk	29-105	Krasocin	Świdno	1	041 39 17 331	0 41 39 17 330	biuro@tartakolczyk.com.pl	www.tartakolczyk.com.pl
Vapo	85-022	Bydgoszcz	ul. Gdańska	138	056 651 0021	0 56 651 0022	mcyganska@vapo-poland.pl	www.vapo-poland.pl

Firmy handlujące peletami:

DECO	52-425	Wrocław	Aleja Piastów	66	0 71 364 32 83	071 363 48 98	pellet@pellet.pl	www.pellet.pl
EKOPELLETS	84-230	Rumia	Ul.Grunwaldzka	83	0 58 771 13 00	0 58 771 29 37	biuro@ekopellets.pl	www.ekopellets.pl
FAPEL Sp. z o.o.	51-141	Wrocław	ul.Jana Brzechwy	62	0 71 352 87 59	0 71 352 87 59	albudex.firma@hot.pl	
NeoTermo	86-005	Białe Błota	Ul. Toruńska	8	0 52 581 96 94	0 52 581 96 94	handel@neotermo.pl	www.neotermo.pl
NORDWIT Lech Kowalewski	64-800	Chodzież	Ul. Buszczaka	4	0 67 281 04 85	0 67 281 04 85	nordwit@gmail.com; paliwadrzewne@home.pl	www.paliwadrzewne.pl; www.woodfuels.eu
P.H. BESTPOL	09-311	Zielona	Ul.1 Maja	117	0 23 657 90 26	0 23 657 90 26	bestpol@alpha.net.pl	

17 Dostawcy urządzeń do produkcji pelet i brykietów

	Firma	Ulica	Miasto	kod pocztowy	telefon	fax	Adres www	email
1	Biuro Usług Technicznych i handlu	ul.Mickiewicza 36	Poznań	60-837	0601 633 495	061 847 06 37	www.butih.pl	butih@butih.pl
2	Mechanika Maszyn i Urządzeń Rolniczych Bolesław Nawrocki	ul.Szpitalna 20	Żnin	88-400	052 303 40 20	052 303 40 29	www.granulatory.com	info@granulatory.com
3	Moretti Macchine	ul. Garncarska 9	Poznań	61-817	061 8560783	061 8560817	www.moretti.pl	moretti@moretti.pl
4	Radmar Ekoenergia	ul. Wiatrakowa 11	Czempiń	64-020	602 38 55 48	061 28 26 139	www.radmar-ekoenergia.pl	info@radmar-ekoenergia.pl
5	Synergia OZE Sp. z o.o.	ul. Miejska 18/1	Podkowa Leśna	05 - 807	022 758 96 24	022 729 11 72	www.synergia.pl	s.wach@synergia.pl
6	Testmer Warszawa S.A.	Al. Powstancow Warszawy 43	Michalkowice	05-816	022 723 52 78	022 723 39 84	www.testmer.com.pl	testmer@home.pl

Opis projektu - PELLETS@LAS

Rozwój i promowanie Przejrzystego Europejskiego Rynku Pelet – Utworzenie aktualizowanego na bieżąco Europejskiego Atlasu Pelet

W styczniu 2007 został uruchomiony nowy projekt, finansowany przez KE, o nazwie PELLETS@LAS, którego celem jest wspieranie europejskiego rynku pelet poprzez zbieranie informacji na całym obszarze Europy. Projekt realizowany będzie przez trzy lata. Ogólnym celem projektu PELLETS@LAS jest rozwijanie i promowanie przejrzystości europejskiego rynku pelet. Działania te mają na celu ułatwienie obrotu peletami i likwidację barier rynkowych, głównie luk informacyjnych, nadwyżek produkcyjnych i niejasności w zarządzaniu systemem zapewnienia jakości.

Ponadto, rezultatami projektu będą:

- wkład w stworzenie przyszłych europejskich ram prawnych rynku, hamowane obecnie przez niestabilność rynku i postawy jego uczestników, a nie powiązane z tym koszty
- zgromadzenie szczegółowych informacji (aktualne ceny, lista europejskich producentów pelet, jakość paliwa) na temat pelet drzewnych i roślinnych
- wsparcie rozwoju rynku oraz wykorzystania pelet w wyniku upowszechnienia wiarygodnych informacji rynkowych zgromadzonych w Europejskim Atlasie Pelet

Program projektu

Etap 1: Rozwój metodologii

Etap 2: Gromadzenie danych z poszczególnych rynków oraz opracowanie wstępnych studiów wykonalności dla zakładów produkcji agropelet

Etap 3: Krajowe i międzynarodowe rynki pelet

Etap 4: Upowszechnienie zgromadzonych informacji

Oczekiwane wymierne rezultaty

Głównym działaniem projektu PELLETS@LAS jest gromadzenie danych i informacji od producentów, firm handlowych i odbiorców pelet produkowanych z drzewa lub pelet z mieszanek biomasy we wszystkich 27+2 (plus Szwajcaria, Norwegia) krajach UE.

Ponadto:

- Internetowa platforma informacyjna zawierająca ważne dane na temat rynku pelet, takie jak wyprodukowane i dostępne ilości pelet oraz regularnie aktualizowane regionalne ceny sprzedaży.
- Rejestrowanie i ocena procesu akceptacji i wdrożenia norm jakościowych CEN.
- Baza danych dotyczących zarządzania logistycznego, na podstawie której opracowany zostanie model łańcucha transportu.
- Cztery wstępne studia wykonalności dotyczące wykorzystania pelet z mieszanek biomasy (MBP) w Polsce, Słowacji, Grecji i Niemczech
- Poradnik w sześciu językach europejskich (angielskim, niemieckim, francuskim, włoskim, polskim i duńskim) przedstawiający ogólne informacje na temat wykorzystania pelet
- Sześć seminariów w formie warsztatów (w Wielkiej Brytanii, Francji, Holandii, Polsce, Grecji i Węgrzech) mających na celu promowanie wykorzystania pelet do wytwarzania energii.

Strona projektu: www.pelletsatlas.info

Uczestnicy

WIP Renewable Energies (Niemcy), FORCE Technology (Dania), Holzforschung (Austria), Utrecht University (Holandia), EUBIA (Belgia), ETA-Renewable Energies (Włochy), Bałtycka Agencja Poszanowania Energii (Polska), LETEK (Estonia), GEONARDO (Węgry),

Opracowanie:

Bałtycka Agencja Poszanowania
Energii S.A.



pellets @ las