



Poradnik

Projektowanie systemów
grzewczych opalanych
biomasą stałą

FOREST

Gdańsk, 2012

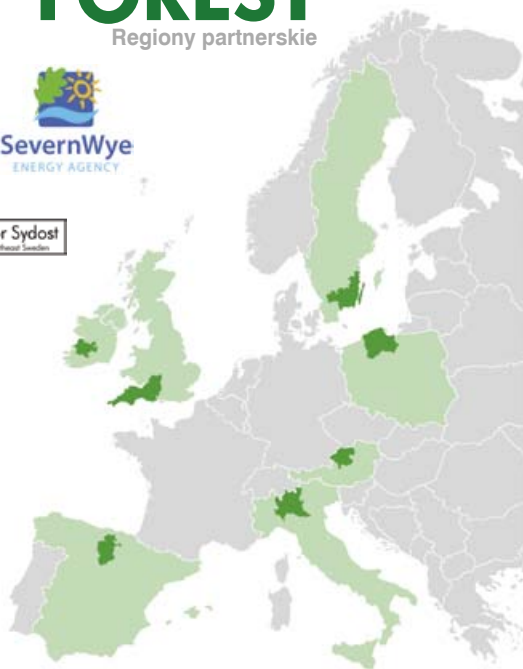


Projekt wspierany przez



FOREST

Regiony partnerskie

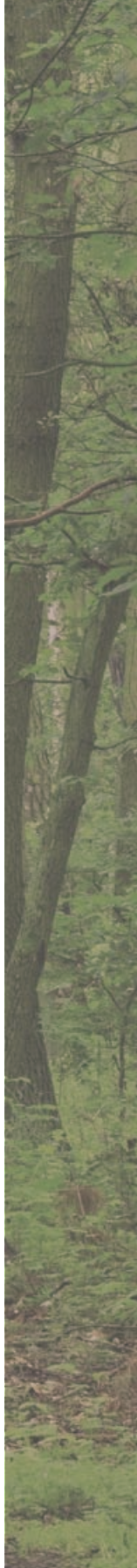


*FOREST to akronim programu
"Rozwijanie efektywnego partnerstwa
w łańcuchach dostaw biomasy".
Projekt jest współfinansowany
przez Komisję Europejską w ramach programu
Inteligentna Energia dla Europy (IEE).
Więcej informacji na stronie internetowej FOREST
www.forestprogramme.com.*



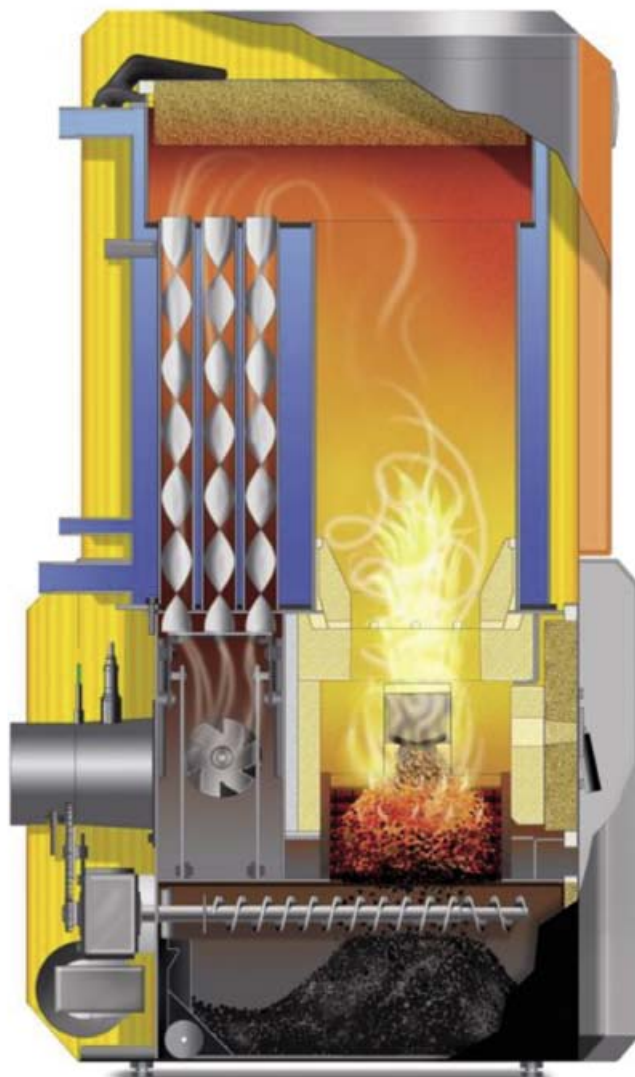
Spis treści

Wstęp	2
System ogrzewania biomasą	3
Cykl życia projektu	4
Faza koncepcji projektu	4
Faza definiowania projektu	4
Faza wdrożenia	6
Faza przekazania	6
Faza użytkowania	6
Systemy spalania biomasy	7
Wybór odpowiedniego paliwa	9
Wielkość kotła	9
Zasobnik ciepła	10
Podawanie paliwa i obsługa systemów	11
Przechowywanie paliwa drzewnego	12
Przechowywanie zrębków drzewnych	12
Przechowywanie pelet	15
Popioły i emisje	16
Systemy kontenerowe	17
Ogrzewanie sieciowe	18
Kocioł	19
Sieć dystrybucyjna	19
Obiegi odbiorcy	19
Załącznik	20
Zawartość energii w paliwach	20
Wartości opałowe typowych paliw	21
Przeliczniki	21
Dodatek regionalny (PL)	21
Projekt FOREST	21
Inne organizacje	21
Poradniki i inne materiały	21
Pozwolenia	21
Typowe wymagania projektowe	22
Budownictwo o niskim zapotrzebowaniu na energię	22
Planowanie lokalne – plany zaopatrzenia w ciepło, energię elektryczną i paliwa gazowe	22
OZE a Prawo budowlane	22
Jakość powietrza	22
Normy i jakość	23
Zachęty i wsparcie finansowe	23
Wsparcie finansowe	23
Dalsze wsparcie	23



Wstęp

Zaprojektowanie kompletnego systemu grzewczego opartego na biomase wymaga ugruntowanej wiedzy o każdym z elementów systemu. Udaane instalacje na biomasę są uzależnione od starannych obliczeń zapotrzebowania na ciepło i muszą uwzględniać indywidualne cechy lokalizacji instalacji. Każda instalacja na biomasę będzie unikatowa. Dodatkowo należy uwzględnić lokalne i regionalne przepisy, wymagania oraz różnorodne zachęty finansowe, co sprawia iż rozwiązanie sprawdzające się w danym przypadku, w innym nie będzie już miało zastosowania. Celem niniejszego przewodnika jest zapewnienie, osobom zainteresowanym biomasą, wystarczających informacji, aby mogły świadomie zadawać pytania oraz przekonanie osób, które nie biorą pod uwagę szerokiej możliwości, jakie oferuje biomasa – do tego efektywnego, opłacalnego źródła ciepła o niskiej emisji węgla.



Tresco

System ogrzewania biomasą

Wprowadzenie systemu grzewczego na biomasę u danego klienta lub w danej lokalizacji jest stosunkowo złożone. Najprostszy konwencjonalny system składa się z kotła (węglowy, gazowy lub olejowy) oraz systemu rozprzodzenia ciepła (najczęściej grzejniki). W systemie na biomasę mamy do wyboru różne paliwa i kotły, ale pomimo tego, że często nowe kotły mogą być połączone z istniejącą instalacją grzewczą, wymaganych jest wiele dodatkowych urządzeń, tak aby cały system pracował optymalnie. Dotyczy to składowania i przetwarzania paliwa, dodatkowych kotłów, wariantu magazynowania energii oraz systemu usuwania popiołu. Z tych powodów rzadko mówi się o kotle na biomasę w systemie, raczej mówi się o systemie na biomasę.

Większość elementów w systemie na biomasę jest ze sobą wzajemnie połączonych, a więc poprawne działanie systemu będzie wymagało zapewnienia komponentów, które są ze sobą kompatybilne oraz dostosowane do potrzeb danej lokalizacji. Często odpowiedzialność za poszczególne systemy spoczywa na różnych poddostawcach, co przekłada się na zwiększone ryzyko wystąpienia problemów.

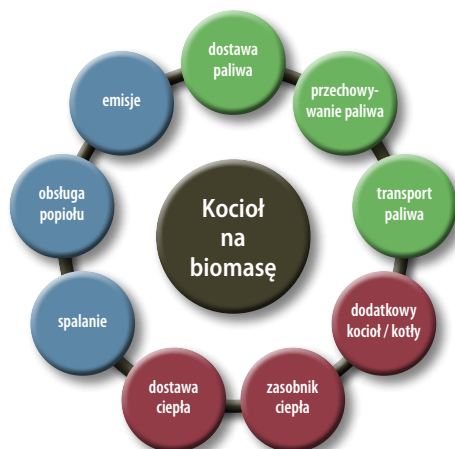
Jedną z opcji może być zaangażowanie jednego dostawcy, który może dostarczyć rozwiązanie „pod klucz”, oraz który przejmie odpowiedzialność za całość projektu i instalacji. Ponadto, przedsiębiorstwa usług energetycznych lub ESCO mogą podjąć się uruchomienia i utrzymania systemu w ramach kontraktu na dostawę ciepła. Tacy dostawcy pełnią kluczową funkcję na zaawansowanych rynkach biomasy, jak również dysponują sprawdzonymi metodami zarządzania ryzykiem związanym z prowadzeniem dużych i złożonych projektów. Więcej informacji o umowach partnerskich z zakresu sektora biomasy znajduje się w przewodniku FOREST pt. „Sukces dzięki współpracy”¹.

Mniej rozwinięte rynki mogą dysponować mniejszą liczbą ekspertów posiadających pełną wiedzę o systemie, a firmy typu ESCO mogą być trudniejsze do znalezienia. W takich przypadkach wymagane jest inne podejście, które ma więcej cech wspólnych z inżynierią systemów. Podejście to traktuje instalację, jako kompleksowy system (Rysunek 1) i jest powszechne w dużych lub złożonych projektach. Aby określić system, nie jest wymagane szczegółowe zrozumienie każdego z podsystemów; jest jednak ważne aby zrozumieć zależności pomiędzy każdym elementem i upewnić się, iż każdy dostawca odpowiedzialny za podsystem posiada należytą wiedzę o podległych systemach.

Projekt FOREST ma na celu promowanie partnerstwa w łańcuchu dostaw biomasy jako środka do rozwoju bardziej efektywnego i zintegrowanego podejścia dla ogrzewania biomasą, zwłaszcza na rynkach rozwijających się. Sukces wielu przedsięwzięć decyduje się na etapie projektowania, a całościowe podejście nie może być zaniedbane. W ramach niniejszego przewodnika nie sposób zamieścić każdy szczegół projektu systemu, jednak poprzez tę broszurę zamierza się:

- zwiększyć świadomość zasad projektowania systemów,
- przedstawić ilustrowane przykłady technologii i projektów systemu na biomasę,
- przedstawić przykłady najlepszych praktyk.

Rysunek 1. Ogrzewanie biomasą jako połączenie systemów



¹ www.bape.com.pl/forest/Materialy.aspx

W Europie istnieje znacząca różnorodność w zakresie kompetencji specjalistów projektujących, instalujących i utrzymujących systemy na biomase. Podobnie, regulacje dotyczące planowania, budowy i różnorodnych zachęt i wsparcia finansowego są dalekie od ujednolicenia. Mimo tego, interakcje pomiędzy składowymi oraz procesami fizycznymi są podobne; można więc wyciągnąć wiele ciekawych i cennych wniosków badając udane instalacje i proces ich rozwoju.

Niniejszy przewodnik zawiera przegląd cyklu życia projektu z uwzględnieniem poszczególnych etapów instalacji biomasy. W dalszej części znajduje się opis kluczowych elementów systemu na biomase, wraz ze wskazaniem ich przydatności w różnych środowiskach z uwzględnieniem skali systemów.

Cykl życia projektu

Warto rozważyć kolejne etapy projektu biomasy i wyróżnić działania, które muszą znaleźć się w każdej fazie cyklu. Można wyróżnić następujące fazy:

- koncepcja projektu
- zdefiniowanie projektu
- wdrożenie
- przekazanie
- użytkowanie.

Faza koncepcji projektu

W kontekście systemu na biomase, przedstawiono wstępną ocenę wykorzystania biomasy jako rozwiązania dla danych lokalizacji. Tam, gdzie doświadczenie z biomasą jest ograniczone, potencjalnie najprostsze może wydawać się wykorzystanie rozwiązań sprawdzonych gdzie indziej. Nie jest to jednak zalecane. Każdy system na biomase jest inny i w celu osiągnięcia powodzenia przedsięwzięcia, każdy element wymaga dostosowania do charakterystyki dla danej lokalizacji. Wszelki wysiłek podjęty w tej wczesnej fazie, przyczyni się do powodzenia projektu; błędy popełnione na wczesnych etapach często mają znaczny wpływ i przełożenie na późniejsze koszty, tak więc warto poświęcić dodatkowy czas i starannie rozważyć wszelkie opcje.

Aby uniknąć nadmiernych kosztów w początkowej fazie, proces może być podzielony na dwa etapy; etap przed oceną wykonalności, gdzie nieodpowiednie lokalizacje są odrzucane najwcześniej jak to możliwe; oraz bardziej szczegółowa ocena wykonalności, która ma na celu oszacowanie kluczowych czynników, aby zapewnić dokładniejszą analizę wykonalności (Tab. 1). Jeżeli odpowiedzi na te pytania są niejasne bądź niemożliwe, należy rozważyć możliwość profesjonalnego poprowadzenia projektu. Efektem tej fazy powinno być podjęcie decyzji, czy biomasa jest realnym źródłem ciepła dla danej lokalizacji.

Faza definiowania projektu

W ramach fazy definiowania projektu będą rozwijane praktyczne, techniczne oraz finansowe kwestie systemu. Wcześniejsza praca w ramach etapu wykonalności powinna zapewnić podstawy do merytorycznego dialogu z profesjonalnymi dostawcami.

Kluczowe decyzje, które wpływają na pozostałe elementy systemu, jak np. wydajność kotła, rodzaj paliwa, muszą być podjęte w oparciu o jasno określone wielkości zapotrzebowania na ciepło oraz parametrów tego zapotrzebowania w danej lokalizacji.

Zidentyfikowanie problemów, które mogą wpłynąć na wdrożenie lub pracę systemu, we wczesnej fazie, może przyczynić się do późniejszych oszczędności pieniędzy i czasu. W sytuacji, gdy prace techniczne będą wykonywane przez ekspertów i projektantów systemów biomasy, dla osoby nieznającej tematyki może być trudne objęcie pełnego zakresu działań mających miejsce w danej lokalizacji lub w jej okolicy. Dla przykładu, jeżeli w pewnych dniach lub okresach dostawa paliwa jest niemożliwa lub jeżeli istnieją obszary wrażliwe na hałas, to takie ograniczenia mogą wpływać na decyzję w fazie projektowania. Z tego względu, już na tym etapie, może być użytecznym skonsultowanie projektu z interesariuszami, którzy mogą dostarczyć użytecznych wskazówek dla klientów i projektantów systemu. Interesariuszem może być każdy, kogo dotyczy decyzja o zainstalowaniu systemu na biomase; mogą to być zarządcy czy administratorzy kotłowni, obsługa techniczna, czy mieszkańcy. Działalność gospodarcza czy firmy znajdujące się w sąsiedztwie lokalizacji mogą również być traktowane jako konsultanci, jako że mogą się znaleźć w zakresie oddziaływania instalacji, np. poprzez dostawy paliwa, które wymagają ruchu dodatkowych pojazdów oraz zwiększonego poziomu hałasu.

Dobry projekt systemu, często jest wypracowywany na drodze kolejnych kroków, gdzie kolejne warianty są konsultowane z interesariuszami dopóty, dopóki wymagania budynków oraz odbior-

ców ciepła zostaną spełnione. Zasady przetargu publicznego często kłócą się z tym podejściem, gdyż kontakty z dostawcami mogą być rozumiane jako nierówne traktowanie podmiotów. Jeżeli osoba specyfikująca system posiada odpowiednie doświadczenie, oferty mogą otrzymać szczegółowe dane projektowe.

W przypadkach, gdy doświadczenie w zakresie biomasy jest mniejsze lub lokalizacja jest skomplikowana, korzystniejsze może okazać się rozstrzygnięcie przetargów w etapach, w oparciu o szczegółowe opisy wymagań lokalizacji. Celem jest umożliwienie ekspertom technicznym dostarczenia szeregu rozwiązań oraz wybranie najlepszego do zrealizowania w kolejnym etapie. Zapewnia to szerszy wybór rozwiązań, które mogą być wzięte pod uwagę oraz zwiększa szansę znalezienia rozwiązania najbardziej odpowiedniego dla lokalizacji.

Na końcu tej fazy, klient określający specyfikację będzie miał jasny pogląd co do poprawnego rozwiązania technologicznego oraz realność finansową proponowanego systemu.

Tab. 1. Koncepcja projektu lub analiza wykonalności

Przykłady kwestii poprzedzających ocenę wykonalności	
Czy moc cieplna oraz profil zapotrzebowania na ciepło dla danej lokalizacji są dopasowane do systemu na biomasę?	Kotły na biomasę pracują z najwyższą wydajnością, gdy znajdują się blisko swojego znamionowego punktu pracy przez jak najdłuższy czas. Lokalizacje z niskim zapotrzebowaniem na ciepło lub bardzo zmiennym zapotrzebowaniem na ciepło, będą wymagały szczegółowego rozpatrzenia.
Czy w okolicy znajduje się odpowiedni dostawca paliwa?	Dostęp do paliwa wysokiej jakości, najlepiej od szeregu dostawców, jest bardzo istotny. Normy dotyczące paliw stawiają duże wymagania po to aby zapewnić właściwe paliwo dla kotłów. Paliwo niskiej jakości bądź nieprawidłowo sformułowane wymagania stawiane paliwom są częstą przyczyną usterek w systemach na biomasę.
Czy istnieje miejsce na zainstalowanie kotła, zasobnika ciepła oraz magazynu paliwa?	Kotły na biomasę są znacznie większe niż kotły na paliwo kopalne; również zasobnik ciepła oraz dodatkowe wyposażenie wymagają dodatkowego miejsca. Paliwo z drewna posiada niższą gęstość energii niż olej opałowy lub węgiel. Z tego względu magazyn paliwa wymaga większej przestrzeni.
Czy istnieje dogodny dostęp do lokalizacji dla pojazdów dostawczych oraz wystarczające miejsce do zawracania i manewrowania?	Wielkość oraz typ pojazdów będą zależały od wybranego paliwa, natomiast ilość dostaw będzie zależała od gęstości energii w danym paliwie. Wielkość magazynu paliwa zależy od zapotrzebowania na ciepło w danej lokalizacji.

Przykłady oceny wykonalności wymagające szczegółowego rozpatrzenia i/lub porady specjalisty:	
Jakiej wielkości kocioł będzie potrzebny?	Wielkość kotła jest decydująca i ma wpływ na każdy element systemu. Zbyt duży kocioł pracuje z niższą wydajnością i ma wyższy poziom emisji, co podniesie znacząco koszty całego przedsięwzięcia.
Ile miejsca potrzeba na kotłownię?	Wykorzystanie istniejących budynków może pozwolić na obniżenie kosztów kotłowni, jednak należy przewidzieć miejsce na urządzenia do magazynowania ciepła, dodatkowe rurociągi oraz, w niektórych przypadkach, dodatkowy kocioł na szczytowe obciążenia. Urządzenia na biomasę muszą być regularnie serwisowane, dlatego wymagana jest dodatkowa przestrzeń na swobodne wykonywanie rutynowych czynności, jak usuwanie popiołu czy czyszczenie.

Ile miejsca potrzeba na magazyn paliwa?	To zależy od rozmiaru kotła, rodzaju paliwa, pojemności pojazdów dostawczych, jak również zapotrzebowania na ciepło w lokalizacji. Niedoszacowany magazyn paliwa z utrudnionym dojazdem może ograniczyć możliwości dostawy paliwa, co przekłada się na zwiększoną częstotliwość dostaw do lokalizacji.
Jakie będą wymagania stawiane przewodom odprowadzającym spaliny?	Regulacje odnośnie umiejscowienia, wymiarów oraz wysokości komina zapewniają swobodne odprowadzenie gazów oraz zapewniają zminimalizowanie ryzyka pożaru.
Czy kocioł podlega regulacjom w zakresie jakości powietrza?	Obszary, gdzie istnieją problemy związane z jakością powietrza, mogą mieć ograniczenia odnośnie rodzaju wyposażenia, które może być instalowane lub ograniczenia dotyczące dopuszczalnych poziomów emisji.
Czy należy spełnić wszystkie wymogi prawne?	Należy wziąć pod uwagę regulacje dotyczące nieruchomości oraz planowania przestrzennego, jak również pozwolenia środowiskowe, aby zachować zgodność z tymi przepisami.
Czy system jest finansowo opłacalny?	Całkowity koszt kotła na biomasę jest zasadniczo wyższy niż kotła na paliwo kopalne (ropa, węgiel). Ponadto nakłady zwiększają koszty systemu zasilania i magazynowania paliwa. Jednak kotły mogą pracować przez 20 do 25 lat, a niższe koszty jednostkowe paliwa z drewna oznaczają, iż w całym cyklu życia koszty systemu na biomasę mogą być niższe.
Czy są dostępne granty lub inne zachęty?	Technologie grzewcze o niskiej emisji węgla, jak np. biomasę, mogą kwalifikować się do szeregu zachęt finansowych, jak również nieść środowiskowe i społeczne korzyści, które mogą mieć wpływ na decyzję o inwestycji.

Faza wdrożenia

W trakcie tej fazy podpisywane są kontrakty oraz toczą się prace montażowe. Podczas gdy prace projektowe oraz wytyczne do realizacji robót mogą być już opracowane, istnieje wiele aspektów, które nadal mogą być precyzowane przez klienta.

Ważne jest aby utrzymać komunikację między wszystkimi dostawcami łańcucha dostaw, którzy realizują projekt. Wzajemne połączenie pomiędzy elementami systemu na biomasę oznacza, iż jakiegokolwiek zmiany w specyfikacji mają oddziaływanie na pozostałe składniki systemu. Regularne spotkania w miejscu lokalizacji przedsięwzięcia oraz bliski kontakt z podwykonawcami i udziałowcami gwarantują, iż jakiegokolwiek zmiany w projekcie systemu są prawidłowo rozpatrywane i nie wpływają negatywnie na możliwości systemu lub jego interesariuszy.

Niniejsza faza kończy się wraz z odbiorem kotła.

Faza przekazania

Po odbiorze systemu następuje przekazanie go użytkownikowi bądź operatorowi.

Współczesne systemy na biomasę są czyste i wydajne, jednak mogą stwarzać pewne problemy w przypadku, gdy brakuje doświadczenia z kotłami na biomasę. Ważną częścią procesu przekazywania wiedzy jest dopilnowanie, aby operatorzy przeszli szkolenie obejmujące wszystkie aspekty pracy systemu oraz utrzymania ruchu, takie jak opróżnianie pojemników z popiołem, czyszczenie i wykrywanie prostych usterek.

Faza użytkowania

Gdy system zostanie przekazany klientowi, następuje okres zaznajamiania się z systemem. Operatorzy naberą doświadczenia jak system reaguje na różnego rodzaju obciążenia lub na zmianę paliwa.

Zaleca się zastosowanie monitoringu, aby upewnić się, że system działa zgodnie z założeniami. Upewnienie się, że nowy system współpracuje zgodnie z założeniami z istniejącymi systemami zarządzania budynkami oraz dodatkowymi kotłami jest bardzo ważne. Jakość i ilość paliwa, jak również ilość wytworzonego ciepła oraz ilość popiołów mogą być w łatwy sposób monitorowane. Monitoring tych parametrów oraz wskaźników finansowych może być wczesnym sygnałem jakichkolwiek problemów w systemie.

Rysunek 2. Ciepłownia o mocy 2 MW.



Systemy spalania biomasy

Spalanie biomasy jest główną technologią dla bioenergii i odpowiada za ponad 90% globalnego udziału w bioenergii. Projekt systemu na biomasę jest zdeterminowany przez szereg czynników, jak:

- charakterystyka paliwa, które ma być użyte,
- moc cieplna oraz zapotrzebowanie na ciepło,
- koszt oraz parametry techniczne urządzeń,
- lokalne uwarunkowania prawne odnośnie budynków i środowiska.

System na biomasę składa się zazwyczaj z poniższych elementów:

- kocioł na biomasę,
- magazyn paliwa,
- komin,
- system dystrybucji ciepłej wody użytkowej,
- instalacja centralnego ogrzewania (ogrzewanie podłogowe lub grzejniki),
- system sterowania z czujnikiem temperatury zewnętrznej.

W systemach grzewczych na biomasę paliwo jest transportowane z miejsca składowania do komory spalania, gdzie następuje spalanie. Wentylator podmuchowy zapewnia odpowiednią wymianę ciepła, jak również dostarcza odpowiednią ilość powietrza dla optymalnego spalania. Spaliny powstałe w procesie spalania przechodzą przez wymiennik ciepła, gdzie energia jest przekazywana do wody. Pompa cyrkulacyjna transportuje podgrzaną wodę poprzez system dystrybucyjny. Aby ograniczyć straty ciepła kotłowni, kocioł oraz przewody powinny być dobrze zaizolowane.

Do cech nowoczesnego systemu ogrzewania biomasą zalicza się:

- wysoka sprawność (80-90%),
- bardzo niskie emisje ze spalania,
- w pełni zautomatyzowana praca (automatyczny zapłon oraz wyłączanie, transport paliwa, usuwanie popiołu, czyszczenie wymiennika ciepła),
- wysokie standardy pracy i bezpieczeństwa przeciwpożarowego,
- niskie koszty paliwa.

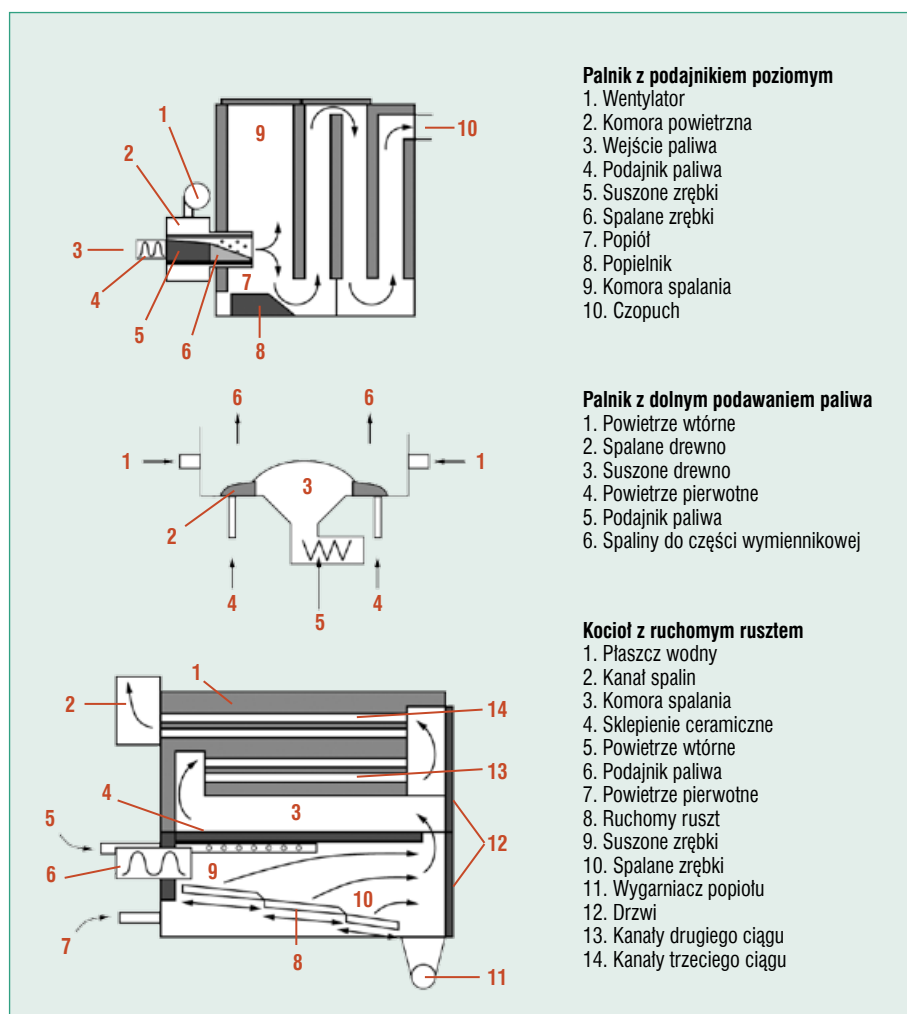
Nowoczesne systemy wykorzystują dwustopniowy proces spalania w celu spalania paliwa jak najdokładniej. W pierwszej strefie spalania, która znajduje się na ruszcie, następuje suszenie oraz spalanie

materiału stałego. Uwolnione gazy są spalane wraz z powietrzem w drugiej strefie spalania. Dwuetapowy proces spalania skutkuje kompletnym spalaniem i bardzo niską emisją, ze względu na brak niespalonych węglowodorów w spalinach. Częstki stałe w spalinach są głównie nieorganiczne, podczas gdy emisje z kotłów starszej generacji składają się głównie z niedopalonych cząstek organicznych.

Występują głównie trzy rodzaje palników, które różnią się systemami podawania paliwa (Rysunek 3):

- Palniki z podajnikiem poziomym: komora spalania jest umieszczona razem z paleniskiem lub z płytą palnika. Paliwo jest wprowadzane poziomo do komory spalania. W trakcie spalania, paliwo jest popychane lub przemieszczane poziomo z obszaru dostarczania paliwa do palnika lub na ruszt. W systemie tym mogą być stosowane zarówno zrzębki jak i pelety.
- Palniki z podawaniem paliwa od dołu (podajnik pod rusztem lub palnik retortowy): paliwo jest podawane od spodu komory spalania lub paleniska. Palniki tego typu są najbardziej odpowiednie dla paliw z niską zawartością popiołu jak zrzębki o niskiej wilgotności lub pelety.
- Ruszt ruchomy lub schodkowy: zaprojektowane do większych kotłów oraz paliwa niskiej jakości o wysokiej wilgotności. Wilgotne paliwo podawane jest na szczyt pochyłego, przemieszczającego się rusztu i jest stopniowo spychane w dół, w kierunku obszaru spalania. W ten sposób w miarę pokonywania drogi, paliwo jest stopniowo suszone.

Rysunek 3. Przykłady palników.



Występują również kotły z podawaniem paliwa od góry przeznaczone do spalania pelet, lecz są rzadko spotykane. Paliwo jest zrzucane z szybu na palenisko lub retortę. System podawczy i palenisko są oddzielone, co zapewnia skuteczną ochronę przed cofaniem płomienia w stronę magazynu paliwa. Popiół jest usuwany mechanicznie poprzez ruszt zsypujący lub jest usuwany ręcznie.

Wybór odpowiedniego paliwa

Kluczowymi parametrami biomasy jako paliwa są gęstość energii, zawartość wilgoci, rozmiar materiału oraz właściwości popiołu. Paliwa są wybierane tak, aby sprostać wymaganiom technologicznym oraz ekologicznym spalania; optymalna mieszanka paliw i technologii będzie inna dla każdego przypadku.

Paliwa niskiej jakości posiadają niejednorodną charakterystykę, zarówno pod względem zawartości wilgoci, rozmiaru, jak i topnienia popiołu. Takie paliwa są zazwyczaj stosowane w dużych systemach, podczas gdy systemy mniejsze wymagają paliwa o wyższej jakości. Jest to związane ze stopniem skomplikowania oraz wytrzymałości układu podawania paliwa, technologii spalania oraz zarządzania emisjami, a przede wszystkim proces musi być ekonomicznie opłacalny.

Większość systemów na biomasę spala zrębki drzewne lub pelety, ale również jako paliwo są stosowane pozostałości rolne i uprawy energetyczne takie jak miskantus oraz plantacje drzew o krótkiej rotacji jak wierzba lub topola. Niektóre kotły są dostosowane do różnego rodzaju paliwa, a inne nie, ponieważ parametry spalania muszą być specjalnie nastawiane, aby dostosować spalanie do różnych charakterystyk paliwa.

Niskoprzetworzone zrębki mogą posiadać zawartość wilgoci w wysokości 50% lub więcej i będą się charakteryzować niską gęstością energii (630-860 kWh/m³ w zależności od gatunku) podczas, gdy w zrębkach wyższej jakości można spodziewać się zawartości wilgoci ok. 30% (690-930 kWh/m³). Pelety najwyższej jakości mają zawartość wody poniżej 10% oraz gęstość energii ok. 3100 kWh/m³.

Kluczową kwestią jest zatem wielkość magazynu paliwa oraz sposób dostawy paliwa. Istnieje szereg rodzajów pojazdów takich jak ciężarówki, cysterny oraz ciągniki, które mogą dostarczać paliwo; sam sposób dostawy powinien być wcześniej skonsultowany, aby ustalić, czy jest możliwy do zastosowania w danej lokalizacji. Systemy z małym lub nieciągłym zapotrzebowaniem na ciepło oraz o ograniczonej pojemności magazynu paliwa, powinny wykorzystywać pelety, podczas gdy w dużych systemach z obszernymi magazynami oraz dużym zapotrzebowaniem na ciepło, zrębki drzewne mogą być bardziej opłacalne.

Producenci kotłów podają, który rodzaj paliwa jest odpowiedni dla danego zastosowania według predefiniowanych norm. Wszelkie parametry paliwa, jak gęstość energii, zawartość wilgoci, rozmiar oraz sposób dystrybucji mogą być określane przez europejskie bądź krajowe normy. Stosowanie paliwa nieodpowiedniego lub niezgodnego ze specyfikacją, może prowadzić do obniżenia skuteczności działania systemu, a w ostateczności do awarii.

Odrębna publikacja opracowana w ramach programu FOREST jest dostępna na stronie internetowej programu. Zawiera ona informacje o normach dotyczących paliwa oraz urządzeń.

Wielkość kotła

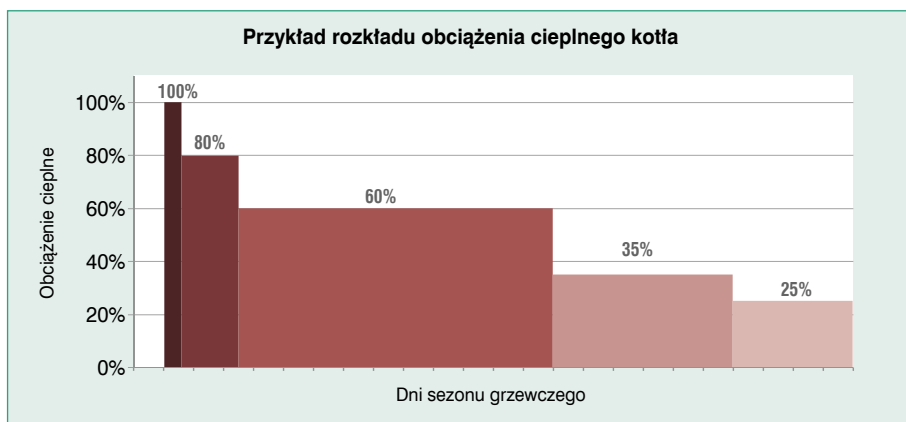
Kotły na paliwa gazowe i płynne mają możliwość modulacji mocy, aby sprostać zmiennemu zapotrzebowaniu. Z tego powodu są często przewymiarowane, aby zminimalizować ryzyko niedoboru mocy. Kotły na biomasę są mniej elastyczne i w przypadku, gdy będą przewymiarowane, będą się często załączać i wyłączać (tzw. praca cykliczna). Jest to niekorzystne z szeregu powodów:

- niskiej jakości spalania;
- niskiej wydajności;
- wyższej emisji;
- dodatkowego zużycia podzespołów;
- zwiększonego ryzyka awarii.

Przy projektowaniu wielkości kotła, należy zwrócić uwagę na różnicę pomiędzy obciążeniem nominalnym oraz obciążeniem szczytowym. Kotły zazwyczaj są tak dobierane, aby pokryć zapotrzebowanie jedynie dla określonej części obciążenia szczytowego. Specyfikacje różnią się dla różnych producentów oraz typów kotłów, jednak ogólnie kotły na zrębki nie powinny pracować przez dłuższy okres czasu z obciążeniem niższym niż 30% swojej mocy. Jest to czasem określane jako współczynnik regulacji. Dla kotłów na pelety, które są bardziej elastyczne, wartość ta wynosi 25%.

Na poniższym przykładzie (Rysunek 4) widać, iż kocioł zwymiarowany na 100% zapotrzebowania na moc, przez wiele dni pracowałby z niskim obciążeniem, co mogłoby się przyczynić do pro-

Rysunek 4. Przykład rozkładu obciążenia cieplnego kotła



blemów związanych z pracą cykliczną. W tym przykładzie, ilość godzin przepracowana z pełnym obciążeniem byłaby optymalna dla kotła dobranego na 50%-60% maksymalnego obciążenia. Taki kocioł byłby dużo tańszy i nigdy nie pracowałby z obciążeniem niższym niż 50% swojej mocy. Tam, gdzie wymagane jest ciepło technologiczne lub gdzie wahania zapotrzebowania na ciepło są nieznaczne w całym sezonie grzewczym, profil obciążenia będzie bardziej płaski i kocioł może być dobrany do lub blisko obciążenia szczytowego.

Pozostałe zapotrzebowanie na ciepło może być zaspokojone z wykorzystaniem dodatkowych kotłów, często małych kotłów na paliwa kopalne lecz również z wykorzystaniem kotłów na biomasę lub zasobnika ciepła. Nie jest niczym niecodziennym, aby kocioł dobrany na moc w wysokości 50% obciążenia cieplnego był w stanie sprostać obciążeniu 85% całkowitego obciążenia cieplnego, jeżeli pracuje w połączeniu z zasobnikiem ciepła.

Należy podkreślić, iż prawidłowe wymiarowanie kotła i systemu, zależy od wielu zmiennych zależnych od spalanego materiału oraz sposobu wykorzystania ciepła. Wymiarowanie kotła to bardzo wymagający proces i powinien być zlecany ekspertom. Klienci dostarczający specyfikację, powinni być gotowi na uzupełnienie danych o aktualnym lub prognozowanym zapotrzebowaniu na ciepło dla budynku.

Jeżeli system na biomasę jest częścią większej modernizacji, należy uwzględnić zmniejszone zapotrzebowanie na ciepło, wynikające z uzyskanych wyższych sprawności. W przypadku nowych budynków, gdzie nie są dostępne dane historyczne, wymagane będą precyzyjne obliczenia strat ciepła.



Zasobnik ciepła

Kotły na biomasę reagują wolniej niż kotły na paliwa kopalne, dlatego w większości przypadków systemy ogrzewania na biomasę powinny zawierać zasobnik ciepła. Prawidłowo zaprojektowany oraz zintegrowany system z zasobnikiem, będzie zwiększał liczbę godzin, w których kocioł będzie mógł pracować z pełną mocą oraz nieznacznie zwiększy obciążenie, które jest zaspokajane przez biomasę. Pozwoli to na obniżenie całkowitych kosztów wytwarzania ciepła oraz zmniejszy emisje.

Zasobniki ciepła są to zbiorniki stalowe o bardzo dobrej izolacji, które pełnią dwie funkcje. Zasobnik działa jako źródło ciepła po wyłączeniu kotła oraz pozwala na złagodzenie szczytów z zapotrzebowania na ciepło, w układzie jak na Rysunku 5.

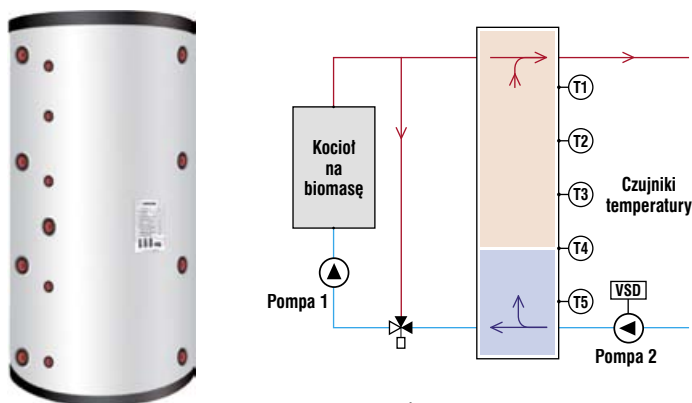
Termin „zasobnik” jest często zamiennie używany ze zbiornikami akumulacyjnymi, które są większymi zasobnikami ciepła, zapewniającymi dużo większą pojemność cieplną oraz znacznie więcej możliwości sterowania. Zbiorniki akumulacyjne pozwalają kotłom na dłuższą pracę z obciążeniem nominalnym, unikając potrzeby cyklicznego wyłączenia kotła oraz ponownego uruchamiania, gdy zapotrzebowanie na ciepło jest małe. Nagrzanie zbiornika akumulacyjnego w okresie niskiego zapotrzebowania na ciepło, umożliwia systemowi dostarczanie niskich ilości ciepła, bez pracy cyklicznej kotła oraz reagowania na nagłe skoki zapotrzebowania na ciepło, gdy sam kocioł nie może sprostać pełnemu obciążeniu.

Zbiornik akumulacyjny pełni również ważną rolę w systemie sterowania, wyposażony w szeregi czujników temperatury oraz pompy z płynnym sterowaniem (z napędem falownikowym). Utrzymanie uwarstwienia termicznego wewnątrz zbiornika, zapewniają czujniki temperatury umieszczone na różnych wysokościach, które mogą go uruchamiać. Gorąca woda jest wprowadzana do zbiornika od góry, a odbierana od dołu, przez złącza minimalizujące turbulencje, tak aby nie zaburzyć uwarstwienia termicznego.

Najprostszy system posiada dwa czujniki, jeden u góry, a drugi u dołu. Oferuje on jedynie zgrubną regulację, podczas gdy bardziej wyrafinowane systemy posiadają pięć lub więcej czujników, tak aby było możliwe sterowanie progresywne.

Rozmiar zbiornika akumulacyjnego zależy od czynników, takich jak pojemność znamionowa oraz wielkość kotła, jak również dostępna przestrzeń w kotłowni. Zbyt małe zasobniki ciepła lub zbiorniki akumulacyjne, nie będą w stanie zapewnić odpowiedniego stopnia swobody pracy lub ochrony systemu. Wartości pomiędzy 20 a 60 litrów na kW zainstalowanej mocy, mogą być traktowane jako odniesienie, jednak nie można polegać jedynie na tych wartościach, gdyż każdy system jest inny.

Rysunek 5. Zasobnik ciepła – zbiornik i schemat



Źródło: www.biomassenergycentre.co.uk (D. Palmer)

Podawanie paliwa i obsługa systemów

Podawanie paliwa i obsługa systemów są niezbędne, aby przetransportować paliwo od punktu dostawy do punktu przechowywania, oraz z punktu przechowywania do systemu spalania. Ze względu na bezpośredni wpływ systemu podawania paliwa na gotowość i działanie systemu, musi on być zaprojektowany starannie oraz dopasowany do zastosowanej technologii spalania. Przykłady systemów podawania paliwa:

- podajnik taśmowy
- podajnik ślimakowy (śrubowy)
- ruchoma podłoga
- systemy pneumatyczne.

Podajniki taśmowe (Rysunek 6) są często spotykane w dużych instalacjach oraz kotłowniach miejskich do transportu dużych ilości opału na duże odległości. Są one niezawodne, stosunkowo proste i tanie.

Podajniki śrubowe (Rysunek 7) są często zabudowane i umożliwiają transport surowych materiałów bez pylenia. Mogą być używane do transportu drobnych materiałów (wielkość cząstek mniejsza niż 50 mm), takich jak trociny, pelety oraz zrębki. Mimo, iż są względnie tanie, mogą się zacinąć, jeżeli stosowane jest paliwo inne niż wskazane w specyfikacji lub również przez odłamki kory ze zrębków, dłuższe fragmenty cząstek. Może się również pojawić problem trwałości mechanicznej związany z nagromadzonym pyłem z pelet niskiej jakości. Te wady mogą być zminimalizowane przez stosowanie paliwa wysokiej jakości oraz zapewnienie łatwego dostępu do zamkniętych podajników. Zasadniczo, podajniki śrubowe powinny być jak najkrótsze.

Hydraulicznie sterowane wygarniacze typu ruchoma podłoga (Rysunek 8) są bardziej popularne w dużych instalacjach i przy dużych ilościach transportowanego materiału na niewielkie odległości. W szczególności są one wykorzystywane do transportu paliwa wewnątrz powierzchni magazynowych lub są wbudowane w naczepy transporterów materiału, co może być alternatywną metodą rozładunku do wywrotek, zwłaszcza tam, gdzie występują ograniczenia wysokości.

Pneumatyczne podajniki paliwa są często spotykane w dostawach pelet, które są wydmuchiwane z cystern; możliwe jest również wydmuchiwanie zrębków. Niektóre systemy wykorzystują przewody pneumatyczne, zwłaszcza tam, gdzie magazyn jest w znacznej odległości od kotła. Właściwości unoszenia pelet są znacznie lepsze niż zrębków, dzięki jednolitemu kształtowi, gęstości oraz niższej zawartości wilgoci. Pomimo tych właściwości, pelety niszczą się, jeżeli w układzie będą występować ostre krawędzie, lub jeżeli ciśnienie będzie zbyt wysokie.

Decyzje projektowe muszą być podejmowane w oparciu o charakterystykę paliwa, odległość oraz wysokość na jaką paliwo musi być podane, ryzyko zapylenia (wybuch i pożar), objętość oraz szybkość z jaką paliwo musi być transportowane.

Rysunek 6. Podajnik taśmowy



Rysunek 7. Podajnik ślimakowy



Rysunek 8. Ruchoma podłoga



Mechanizmy zasilania w paliwo są częstym powodem awarii całego systemu, dlatego mając na uwadze całkowite koszty, warto uwzględnić koszty serwisu i utrzymania systemu, jak również potencjalny koszt przestojów, w zakresie dodatkowego kosztu robocizny oraz kosztu paliwa zastępczego.

Przechowywanie paliwa drzewnego

Kluczową kwestią w projekcie magazynu paliwa są jego objętość oraz dostęp. Paliwa z biomasy mają niższą gęstość energii niż paliwa kopalne, dlatego wymagają większej przestrzeni, ponieważ np. w miesiącach zimowych zwiększenie częstotliwości dostaw może stać się niemożliwe. Opłaty za dostawę paliwa drzewnego są zazwyczaj naliczane w zależności od odległości, dlatego mocnym argumentem ekonomicznym jest ograniczenie ilości wymaganych dostaw.

Objętość magazynu powinna również uwzględniać miejsca dla samochodów dostawczych. Magazyn powinien być w stanie przyjąć dostawę w całości z uwzględnieniem miejsca na stworzenie zapasu, tak aby kolejne dostawy mogły być dokonywane bez ryzyka wyczerpania stanów magazynowych. Mniejsze lokalizacje powinny rozważyć magazyn wielkości 1,5 do 2-krotnej wielkości dostawy lub więcej, jeżeli kotłownia jest dużym wytwórcą energii.

Systemy dostawy paliwa są dużo mniej złożone, jeżeli odległość pomiędzy kotłem i magazynem paliwa jest niewielka. Takie rozwiązanie pozwala na obniżenie kosztów oraz poprawia całkowitą niezawodność systemu. W układach, gdzie obsługa techniczna nie jest dostępna przez cały czas, systemy automatycznego załadunku magazynu i transportu paliwa do komory spalania mogą wymagać wyższych nakładów, lecz skutkować będą niższymi kosztami utrzymania systemu dla całego okresu eksploatacji.

Przechowywanie zrębków drzewnych

Zrębki drzewne nie są tak jednolite jak pelety. Mają również gorszą charakterystykę przemieszczania (transportowania) oraz są podatne na zakleszczanie się w instalacji rozładunkowej. Z tego

Projektowanie systemu opalanego biomasa

powodu częstym środkiem przeładunku jest traktor ze spychaczem, ładowarka czołowa lub inne maszyny rolne. Dostawy zazwyczaj są realizowane przez ciężarówki bądź ciągniki z naczepą samowyładowczą lub naczepy z ruchomą podłogą.

Zarządcy źródeł ciepła opalanych zrębkami drzewnymi często współpracują z lokalnymi dostawcami. Warto więc sprawdzić jakie metody dostawy są stosowane w rejonie przed podjęciem decyzji projektowych odnośnie magazynu. Najprostszą metodą dostawy jest bezpośrednie rozładowanie do piwnic lub do podziemnego magazynu. Alternatywnie, można wykorzystać naturalne pochyłości lub rampy, tak aby ograniczyć koszt zagłębionego magazynu i aby był możliwy rozładunek bezpośredni.



Koszty wybudowania magazynów zagłębionych mogą być wyższe niż magazynów znajdujących się nad poziomem ziemi, ale dostawy są szybkie i względnie ciche oraz nie jest wymagana fachowa obsługa do rozładunku surowca. Dzięki temu paliwo może być dostarczane przez większą liczbę dostawców.

Magazyny znajdujące się nad poziomem gruntu, muszą zapewniać dobry dostęp pojazdom dostawczym. Duże obiekty, mogą być wyposażone w otwarte wiaty z bezpośrednim dostępem oraz ruchome podłogi typu ciężkiego, które mogą wytrzymać masę pojazdów z dostawami. Alternatywnie, dostawy mogą być wyladowywane na zewnątrz i spychane na ruchomą podłogę za pomocą spychacza. Lekkie ruchome podłogi są tańsze, lecz wymagają dodatkowej obsługi technicznej oraz spychacza, aby przesunąć paliwo do magazynu, co wiąże się z dodatkowymi kosztami.

Innym rozwiązaniem są magazyny wzniesione ponad poziom gruntu, które są względnie tanie w budowie, jednak napełnianie ich może wymagać większego nakładu pracy i specjalistycznego sprzętu (Rysunek 9). Dostęp do magazynu może być realizowany przez hydraulicznie unoszoną pokrywę, jeżeli dostawa może być wykonana przez naczepę samorozładowczą z podnośnikiem. Pozwala to na sprawny rozładunek, jednak takie przyczepy są zazwyczaj ciągnięte przez ciągniki, co znacznie ogranicza zasięg i przekłada się na ograniczenie możliwości dostawy paliwa.

Rysunek 9. Dostawa do magazynu ponad poziomem ziemi



Możliwe są również dostawy w systemach wdmuchiwania zrębków, z wykorzystaniem przystosowanych naczep samo-rozładowczych. Istnieje również możliwość różnego łączenia podajników śrubowych (Rysunek 10) lub podajnika śrubowego oraz dmuchawy w celu załadowania paliwa do magazynu. Wywrotki muszą mieć możliwość powolnego (uwąganego) rozładunku na podajnik śrubowy, który podaje paliwo do dmuchawy. Takie dostawy mogą być czasochłonne oraz bardzo

głośne, co może sprawiać, iż nie nadają się w niektórych lokalizacjach. Należy odnotować, że długotrwałe lub skomplikowane dostawy, mogą uniemożliwić skorzystanie ze zniżek oferowanych przez dostawców.

W niektórych przypadkach, w których duże kotły dostosowane są do przyjmowania mokrych zrębków, można je rozładowywać bezpośrednio do magazynu, jednak działanie takie wiąże się z hałasem i jest bardziej czasochłonne.

Aby dostarczyć paliwo do kotła, w wielu magazynach stosuje się podajniki ślimakowe współpracujące z wolno obracającą tarczą o sprężystych stalowych ramionach, zwane wygarniaczem (Rysunek 11).

Rysunek 10.
Połączenie podajników śrubowych



Rysunek 11. Wygarniacz i podajnik śrubowy w magazynie zrębków



Przy kolejnych obrotach, wygarniacz nagarnia zrębki do otwartego kanału, w którym znajduje się podajnik śrubowy. Jest to tanie i powszechnie stosowane rozwiązanie, jednak należy ostrożnie obliczać jego wydajność, ponieważ pod wygarniaczem znajduje się spora „martwa” przestrzeń, która jest poza jego zasięgiem, jako że często wygarniacz jest umieszczany pod pewnym kątem do podłogi. Ponadto, jeżeli pomieszczenie jest zbudowane na planie kwadratu lub wielokąta, to będzie miało narożniki, w których również pozostanie materiał. Szereg innych rozwiązań z podajnikami i magazynami przedstawia Rysunek 13.

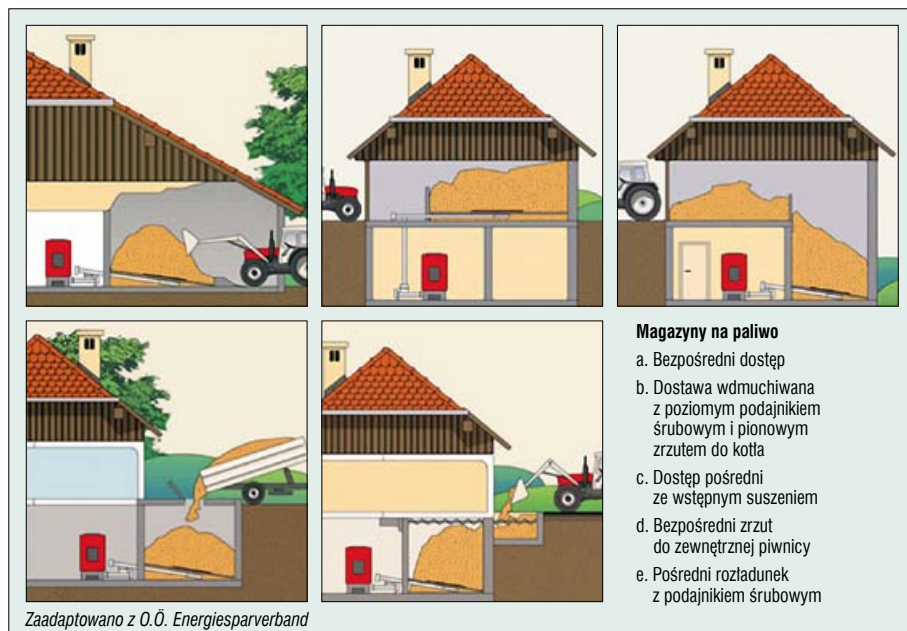


Rysunek 12.
Kontenery na zrębki zintegrowane
z podajnikiem ślimakowym

Dla lokalizacji z utrudnionym dostępem i ograniczoną przestrzenią, rozwiązanie mogą stanowić kontenery (Rysunek 12). Są to niezależne pojemniki o pojemności ok. 30 m³, które są wyposażone w zintegrowaną ruchomą podłogę.

Kontenery wyposażone w ucho są zdejmowane z ciężarówki i podłączone bezpośrednio do podajnika ślimakowego, który podaje paliwo bezpośrednio do kotła. Ciągła praca wymaga dwóch lub trzech kontenerów, tak że pusty kontener może być zastąpiony pełnym podczas jednej dostawy i bez zakłócania pracy kotła. Jest to czysta i szybka metoda dostawy, jednak może być kosztowna i wymagać długoterminowego kontraktu z wybranym dostawcą.

Rysunek 13. Wybrane opcje magazynowania paliwa



Zrębki mogą zawierać od 25% wilgoci więcej i w związku z tym muszą być traktowane jako biologicznie czynne. Naturalna aktywność mikroorganizmów powoduje rozkład materii organicznej oraz wydzielanie ciepła w trakcie tego procesu. Może to prowadzić do znacznego zmniejszenia masy, jeżeli materiał jest składowany przez dłuższy czas. Duże hałdy wilgotnych zrębków (powyżej 8 metrów) mogą generować znaczne ilości ciepła i z tego względu powinny być monitorowane. Rozwój pleśni i zarodników jest potencjalnie niebezpieczny dla zdrowia, dlatego wszystkie magazyny na zrębki, muszą być wentylowane. Należy unikać martwych punktów w magazynie (np. narożniki) oraz stosować okresowe przerzucanie materiału, aby uniknąć kompostowania. Dobra wentylacja poprawia suszenie, przez co zwiększa się wartość opałowa paliwa.

Przechowywanie pelet

Dla wielu lokalizacji, systemy peletowe zapewniają większą elastyczność oraz umożliwiają wykorzystanie biomasy tam, gdzie instalacje na zrębki byłyby rozwiązaniem bardziej skomplikowanym. Pelety mają wysoką gęstość energii, są względnie łatwe do transportowania oraz w wielu przypadkach pozwalają na dostawę wdmuchiwaną. Niemal każda lokalizacja, która była obsługiwana przez cysterny z olejem, może wykorzystać pelety jako paliwo.

Istnieje szereg opcji magazynowania paliwa zarówno wewnątrz, jak i na zewnątrz:

- zewnętrzne zbiorniki lub silosy
- zasobniki
- silosy workowe
- podziemne zbiorniki.

Rozmiar magazynu powinien być dobrze przemyślany, aby uniknąć nadmiernej częstoty dostaw. Większy magazyn poprawi skalę korzyści i proporcjonalnie zmniejszy koszty dostawy oraz ograniczy ryzyko konieczności opróżnienia magazynu przed dokonaniem nowej dostawy paliwa. Właściwy rozmiar magazynu będzie zawsze zależny od zapotrzebowania na ciepło w danej lokalizacji, jednak należy uwzględnić minimalny zapas na trzy tygodnie najniższego okresu. Jeden metr sześcienny pelet (o wilgotności <10%) posiada wartość kaloryczną 3100 kWh, jednak w obliczeniach energetycznych należy uwzględnić sprawność kotła, która w przypadku systemów na pelety może nawet przekraczać 90%.

Transport pelet z magazynu do kotła odbywa się zazwyczaj przy wykorzystaniu instalacji podciśnienia, podajnika ślimakowego lub grawitacyjnie z zasobnika lub silosu. Wszystkie te sposoby

zapewniają bezproblemowe pobieranie pelet z magazynu, jednak istnieje szereg uwarunkowań związanych z trwałością mechaniczną pelet oraz ryzykiem zapalenia.

Na każdym z etapów transportu pelet, przeładunek będzie skutkował stopniową ich degradacją. Niestaranny przeładunek będzie powodował nadmierne ilości pyłu, który jest potencjalnie wybuchowy i niebezpieczny dla zdrowia ludzkiego. Degradacja pelet może również wpływać na jakość spalania, jak też powodować zacinanie takich elementów jak podajniki śrubowe. Cechą dobrego systemu przechowywania pelet powinna być minimalizacja ich uszkodzeń.

Dostawy pelet są zazwyczaj realizowane przy zastosowaniu dużych cystern pod ciśnieniem, które wdmuchują paliwo do magazynu elastycznym węzłem. Wąż jest podłączony do magazynu znormalizowaną szczelną złączką typu Storz 110-A. W celu wyrównania ciśnienia w magazynie podczas dostawy stosowany jest specjalny łącznik, który jest podłączony do cysterny lub wyciąg lub wyposażony w filtr pyłowy.

Maksymalny zasięg cysterny przy rozładunku wynosi 20-30 m w poziomie i ok. 12 m w pionie. Przy większych odległościach ciśnienie podczas dostawy byłoby zbyt wysokie i pelety uległyby zniszczeniu. Większość dostawców pelet chętnie udzieli informacji o wymaganiach dla ciężarów, takich jak np. minimalna wysokość, szerokość, miejsce do zawracania. Pomimo, iż podane wymiary mogą sprzyjać łatwej dostawie, należy przede wszystkim minimalizować dystans pomiędzy samochodem a magazynem, aby uniknąć zniszczenia pelet.

Również przewody powinny być proste, bez łuków, w szczególności ostrych ($<0,5$ m). Rury dostawcze powinny być gładkie w środku oraz wyłożone przewodzącym materiałem, np. metalem, oraz uziemione. Plastikowe rury mogą powodować gromadzenie ładunku elektrostatycznego, który może być źródłem zapłonu w zapyłonym środowisku. Cały system również powinien być uziemiony. Ważne, aby wylot z kanału dostawczego znajdował się przynajmniej 2,5 m od przeciwległej ściany, aby uniknąć rozbijania pelet. W mniejszych magazynach może być wykorzystany szyber lub mata tłumiąca, która może być umieszczona w małej odległości od ściany, aby ograniczyć uderzenia; można też stosować wylot pod kątem, aby wydłużyć trajektorię lotu pelet.

Pelety drzewne mają dobrą charakterystykę transportowania. Przy nachyleniu większym niż 40 – 45 stopni oraz gładkiej powierzchni, powinny płynnie zsypywać się do podajnika podającego paliwo do kotła. Można zastosować wziernik kontrolny w celu weryfikacji poziomu w magazynie. Niektórzy producenci oferują czujniki ultradźwiękowe z elektronicznymi wskaźnikami poziomu, które w połączeniu z Internetem mogą umożliwiać automatyczne zamawianie dostawy.

Ponieważ pelety mają dużo niższą zawartość wilgoci niż zrębki drzewne, mogą być przechowywane niemalże bez ograniczeń; w odpowiednim środowisku nie są biologicznie czynne. Natomiast nawet w małych ilościach, pelety mogą uwalniać niebezpiecznie duże ilości tlenku węgla i z tego powodu magazyny powinny być stale starannie wentylowane. Mogą również występować inne gazy powodujące niedobór tlenu. Pojedyncze osoby nie powinny samodzielnie zaglądać lub wchodzić do pomieszczeń magazynowych, zwłaszcza miejsc niewidocznych i trudnodostępnych, bez uprzedniego sprawdzenia poziomu tlenu i tlenku węgla.

Popioły i emisje

Ważne jest to, co jest podawane do kotła, ale równie ważne jest to, jakie są produkty spalania. Charakterystyki popiołu różnią się, w zależności od rodzaju paliw; ogólnie, paliwa wyższej jakości pozostawiają mniej popiołu. Dla pelet najwyższej jakości, zawartość popiołu powinna być niższa niż 0,7% masy, a może nawet osiągać jedynie 0,3-0,5%, w zależności od warunków spalania. Dobrej jakości zrębki drzewne pozostawiają więcej popiołu ok. 1-1,5%. Materiały gorszej jakości pozostawiają więcej popiołu, w zależności od zawartości kory oraz liści. Kora może zwiększyć ilość zawartość popiołu do 3% objętości, a liście do 6%.

Automatyczne usuwanie popiołów jest standardową cechą wszystkich nowoczesnych kotłów; zazwyczaj do usuwania jest wykorzystywany przenośnik ślimakowy, który wygarnia popiół do szczelnego pojemnika, co znacznie upraszcza utrzymanie. Ręczne czyszczenie jest nadal zalecane w określonych odstępach czasu. Popiół może zbierać się w popielniku pod paleniskiem lub może być usuwany w postaci cząstek ze spalinami (popiół lotny).

Popiół z popielnika może być wykorzystywany jako nawóz, ponieważ zawiera duże ilości potasu, choć jego zasadowość oznacza, iż powinien być rozproszany w cienkich warstwach. W Szwecji zalecane są maksymalnie 3 tony na hektar. Do innych zastosowań zalicza się mieszanie z cementem i betonem oraz produkcję pustaków żużlobetonowych.

Popiół lotny jest produkowany w dużo mniejszych ilościach, jednak nie powinien być stosowany jako nawóz, ponieważ zawiera metale ciężkie. Większe cząstki mogą być skutecznie usuwane z zastosowaniem cyklonu lub multicyklonu, przez który są przepuszczane spaliny.

Rysunek 14. Automatyczny ekstraktor popiołu z wygarniaczem śrubowym z kotła oraz kontener na popiół



Drobniejsze cząstki (PM10 oraz PM2.5) nie są wystarczająco masywne, aby były wychwycone przez cyklon, tak więc stosowane są filtry tkaninowe lub elektrostatyczne. Jest to droższa opcja, jednak może być zainstalowana w istniejących kotłach, usuwając do 96% pyłów PM10 oraz PM2.5. Inne emisje ze spalania biomasy, które mogą być regulowane, zawierają tlenki azotu oraz siarki (SO_x oraz NO_x) jak również tlenek węgla (CO). Poziomy w dużym stopniu zależą od paliwa oraz sprzętu, jak również trybu pracy.

Emisje NO_x mogą się wahać pomiędzy 60 mg/MJ i 170 mg/MJ; są wyższe w porównaniu z gazem (5-20 mg/MJ) i olejem (50-70 mg/MJ), podobne do emisji z węgla (40-170 mg/MJ). Jednak typowe instalacje na biomasę wypierają olej lub paliwa stałe w mało zaludnionych obszarach wiejskich, także ich wpływ jest względnie niski. Dla porównania, samochód z silnikiem diesla może produkować 440-530 mg NO_x /km; dla zimnego rozruchu przyjmuje się więcej. Roczną emisję NO_x z kotła na zrębki o mocy 150 kW można porównać do średniej wielkości samochodu, który pokonuje 24 000 km.

Biomasa charakteryzuje się niższą emisją SO_x (20 mg/MJ) niż olej (140 mg/MJ) czy węgiel (900 mg/MJ), lecz wyższą niż gaz ziemny (<1 mg/MJ). Emisje CO ze spalania biomasy mogą być względnie wysokie, zależy to od wilgotności biomasy i sposobu spalania. Są typowo niższe od emisji CO ze spalania węgla w małych kotłach.

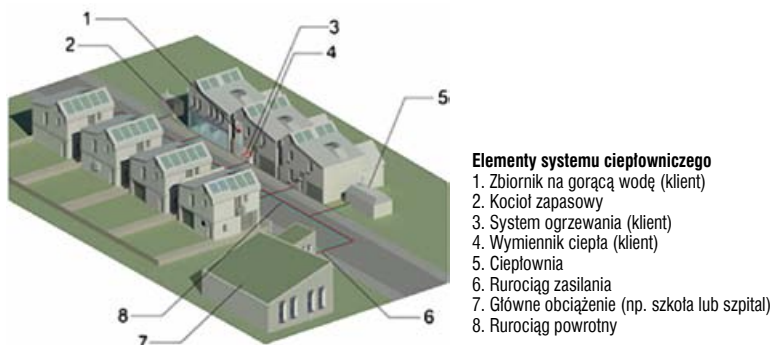
Systemy kontenerowe

Dla małych lokalizacji lub tam, gdzie niemożliwa jest przebudowa kotłowni, kontenerowe rozwiązanie na biomasę lub „kabiny energetyczne” są dobrym rozwiązaniem, zwłaszcza tam, gdzie w istniejących kotłowniach brakuje miejsca. Szereg producentów i instalatorów kotłów rozwija rozwiązania tego rodzaju, z kotłami o różnej mocy oraz z opcją zasobników ciepła, często ze zintegrowanym magazynem paliwa. Kontenery dostarczane na miejsce są wstępnie zmontowane, gotowe do podłączenia bezpośrednio do istniejącego systemu dystrybucyjnego. Typowe moce wynoszą ok. 200 kW, jednak i wyższe są możliwe, często z dodatkowymi modułami magazynowymi. Jest to relatywnie droga opcja, jednak wygoda i brak przestojów oraz oszczędności na odrębnym budynku kotłowni mogą poprawić wskaźniki ekonomiczne.

Rysunek 15. Kontenerowe kotłownie na biomasę



Rysunek 16. Elementy systemu ciepłowniczego



Ogrzewanie sieciowe

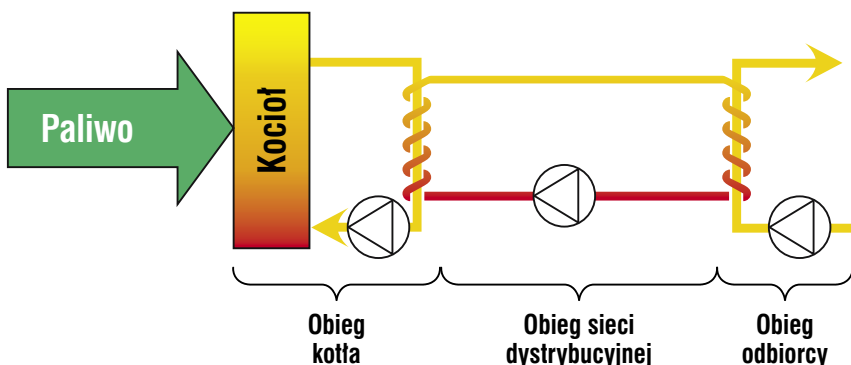
Ogrzewanie sieciowe może być doskonale powiązane z biomasą. Wysokie i stałe zużycie podstawowe dobrze nadaje się do pracy kotłów na biomasę, a możliwość rozłożenia kosztów nabycia na szereg odbiorców może sprawić, że efektywność ekonomiczna będzie bardzo atrakcyjna. Scentralizowana kotłownia i magazyn paliwa jest również bardziej korzystna z punktu wykorzystania przestrzeni oraz energii.

Sieci ciepłownicze mogą być stosowane w różnej skali, obejmując od kilku odbiorców do całych miejscowości czy miast. Obszary miejskie są zazwyczaj preferowane ze względu na koszty rurociągów oraz gęstość występowania odbiorców ciepła. Tam, gdzie występuje wystarczające zapotrzebowanie można zapewnić również sieciowe chłodzenie poprzez chłodzące systemy absorbujące.

Kluczowe parametry dla oceny i porównania wykonalności sieciowego systemu grzewczego zawierają gęstość powierzchniową mocy i zużycia ciepła oraz obciążenie sieci. Gęstość powierzchniowa mocy cieplnej i zużycia ciepła jest to stosunek całkowitego zapotrzebowania na energię (MW, MWh) do obszaru (w km²) dla proponowanego systemu. Obciążenie sieci to stosunek całkowitego zapotrzebowania na ciepło do całkowitej długości sieci (w km). Wartości będą się różnić dla poszczególnych regionów i wielkości systemu. W Polsce średnia gęstość powierzchniowa wynosi od 12 do 19 MW/km² (minimalnie 6 MW/km²) dla mocy cieplnej i od 20 do 35 GWh/km² (minimalnie 10 GWh/km²) dla zużycia ciepła. Gęstość energii powierzchniowej może być zwiększona przez uwzględnienie większych odbiorców ciepła, którzy mogą zapewnić dobre obciążenie podstawowe dla systemu. Niskie obciążenie linii wskazuje na względnie wysokie straty przesyłowe w rurociągach, które można ograniczyć przez przeniesienie kotłowni lub inne ułożenie sieci.

Systemy ogrzewania sieciowego będą zawierać trzy obiegi (Rysunek 17), jeden dla kotła, jeden dla sieci dystrybucyjnej i jeden u odbiorcy. W ramach obiegu odbiorcy, wydzielony jest osobny

Rysunek 17. Obiegi w sieciowym systemie ogrzewania



obieg ciepłej wody użytkowej. Obiegi mogą być połączone cieplnie poprzez dwa wymienniki ciepła, jeden po stronie kotła oraz drugi po stronie odbiorcy. Zaletą oddzielenia wymiennikiem obiegu kotła jest zabezpieczenie kotła przed opróżnieniem z wody w sytuacji przecieku w układzie dystrybucji. Duża pojemność systemu dystrybucyjnego w porównaniu do kotła powoduje, iż nawet mały przeciek w układzie mógłby bardzo szybko opróżnić kocioł i spowodować znaczne szkody.

Kocioł

Kotły przeznaczone do ogrzewania sieciowego o mocy do 10 MW, są to zazwyczaj kotły z ruchomym rusztem i mogą wytwarzać gorącą wodę i/lub parę. Kotły te są bardzo wytrzymałe i nierzadko projektowane na różne typy paliw, zwłaszcza o niskiej wartości opałowej, o dużej zawartości wilgoci. Mają one solidną wymurówkę ognioodporną oraz duże komory spalania. Oznacza to, że kocioł może dłużej dochodzić do temperatury zapłonu, lecz również jest mniej wrażliwy na zmiany, które mogą być spowodowane wprowadzeniem wilgotnego paliwa. Z tego względu kotły na wilgotne drewno są droższe niż te projektowane na suche paliwo.

W celu uzyskania wysokiej sprawności systemu ważne jest, aby zmaksymalizować różnicę temperatur pomiędzy zasilaniem sieci a powrotem (oznaczane jako ΔT). Niskie temperatury powrotu (najlepiej poniżej 50°) oznaczają, że znaczna część energii jest odbierana z gorącej wody. Jednocześnie utrzymanie temperatury na wyjściu na tyle niskie, na ile to możliwe (np. 65-70°C w ciągu lata) pomoże ograniczyć straty w sieci przesyłowej.

Sieć dystrybucyjna

Jakość sieci dystrybucyjnej ma decydujący wpływ na wskaźniki ekonomiczne ogrzewania sieciowego. Jest ona ważnym składnikiem w niezawodności oraz odgrywa rolę w zarządzaniu stratami systemu. W mniejszych systemach, straty sieciowe mogą sięgać 10-20%, podczas gdy w dużych systemach straty mogą być niskie, nawet 5%, dzięki zastosowaniu zaawansowanej kontroli spalania oraz odzyskowi ciepła.

Aby osiągnąć takie wartości, rury preizolowane oraz połączenia w sieci powinny być izolowane wg podwyższonego standardu oraz mogą wykorzystywać ułożenie bliźniacze, gdzie w jednej izolacji ułożone są rury zasilania i powrotu.

Korozja może stać się głównym problemem w sieci dystrybucyjnej wraz z upływem czasu; należy zapobiegać wnikaniu tlenu do wody sieciowej. Uzyskuje się to poprzez uszczelnianie lub przez chemiczne wiązanie tlenu w słabych punktach układu za pomocą dodawania hydrazyny (N_2H_4). Wykorzystanie domieszek może podlegać lokalnym i narodowym regulacjom. Rury z tworzyw sztucznych nie są podatne na korozję, jednak metalowe połączenia oraz zawory nadal są. Jednak rury z tworzyw są gorsze od metalowych pod względem dyfuzji tlenu i dlatego rury stalowe są często uważane za lepsze.



Rysunek 18.

Układ sieci z rur podwójnych

Obiegi odbiorcy

Zastąpienie indywidualnych kotłów przez kompaktowe węzły ciepła ma wiele zalet dla odbiorcy. Węzeł cieplny (Rysunek 19) jest porównywalnych rozmiarów do kotła gazowego oraz zapewnia cichą pracę. Oferuje niezależne zasilanie w ciepło i ciepłą wodę użytkową, dla każdego lokalu, poprzez istniejącą instalację. Tam gdzie stosowane paliwa kopalne, a zwłaszcza ropa i węgiel, są zastępowane czystszy systemem, praktycznie bezobsługowym oraz o zredukowanym ryzyku pożaru.

Urządzenia starszego typu również mogą być mało wydajne i z tego powodu kosztowne w eksploatacji. Przewagą dużego systemu ciepłowniczego może być także dużo bardziej zaawansowany system kontroli emisji.



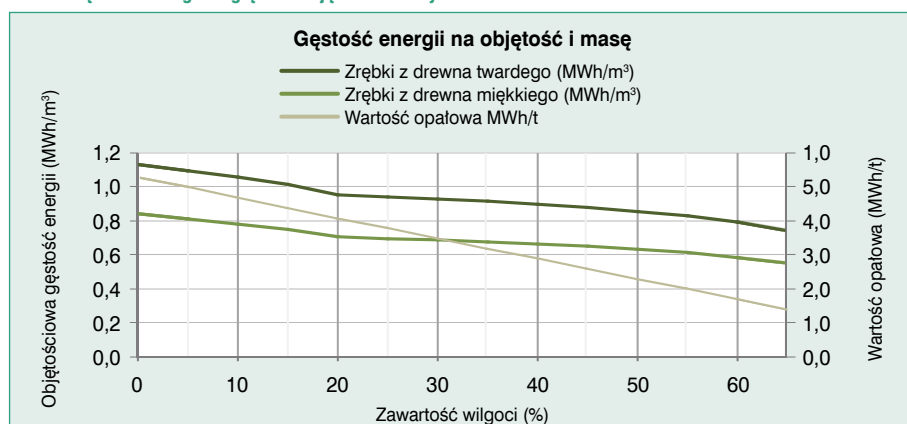
Rysunek 19.
Węzeł kompaktowy (bez pokrywy)

Załącznik

Zawartość energii w paliwach

Wartość energii w paliwach z drewna jest głównie zdeterminowana przez zawartość wilgoci – zależność wartości opałowej od zawartości wilgoci jest liniowa. Istnieje pewna różnica pomiędzy wartością opałową twardego i miękkiego drewna. Jednak ze względu na różnicę gęstości i charakterystyki pomiędzy gatunkami drewna, objętościowa gęstość energii (mierzona w MWh/m^3) ma bardziej złożoną zależność od zawartości wilgoci (Tab. 2). Ogólnie, metr sześcienny zrębków z twardego drewna będzie miał wyższą wartość opałową niż metr sześcienny zrębków z drewna miękkiego. Zaleca się projektowanie magazynu paliwa z uwzględnieniem ilości zmagazynowanej energii, a nie tylko objętości paliwa. Dane podane poniżej nie uwzględniają wydajności kotła, czy innych strat systemu, które również należy uwzględnić przy obliczeniach dla magazynu.

Tab. 2. Gęstość energii względem objętości i masy.



Projektowanie systemu opalanego biomasa

Wartości opałowe typowych paliw

Tab. 3. Wartości opałowe typowych paliw

Paliwo	Wartość opałowa kWh/kg	Gęstość kg/m ³	Objętościowa gęstość energii kWh/m ³
Drewno (jednolite, suszone w piecu, 0% wilgoci)	5,3	400-600	2 100 - 3 200
Pelety drzewne (~8% wilgoci)	4,8	650	3 100
Kłody drzewne (składowane, 20% wilgoci)	4,1	350-500	1 400 - 2 000
Zrębki drzewne (30% wilgoci)	3,5	250	870
Miskant (bele, 25% wilgoci)	3,6	140-180	500 - 650
Oil opałowy	11,8	845	10 000
Węgiel kamienny	7,5 - 8,6	850	6 400 - 7 300
Gaz ziemny	10,6	0,9	9,8
Gaz LPG	12,9	510	6 600

Dane z Biomass Energy Centre

Przeliczniki

Jednostka	kWh	MWh	J	MJ	toe
1 Kilowatogodzina (kWh)	1	1000	3 600 000	3,6	$8,6 \times 10^{-5}$
1 Megawatogodzina (MWh)	0.001	1	3 600 000 000	3 600	$8,6 \times 10^{-8}$
1 Dżul (J)	$2,78 \times 10^{-7}$	$2,78 \times 10^{-10}$	1	0,0000001	$2,4 \times 10^{-11}$
1 Megadżul (MJ)	$2,78 \times 10^{-4}$	0,278	1 000 000	1	$2,4 \times 10^{-8}$
1 Tona oleju ekwiwalentnego (toe)	11 630	11,63	41 868 000 000	41 868 000	1

Dodatek regionalny (PL)

Informacje i odnośniki dodatkowe

Projekt FOREST

Projekt współfinansowany ze środków programu Inteligentna Energia – Europapromujący rozwijanie efektywnych długoterminowych powiązań w dostawach biomasy. www.forestprogramme.com

Inne poradniki opracowane w ramach projektu FOREST:

- FOREST – Przewodnik po modelach współpracy
- Analiza regionalnych rynków ciepła z biomasy
- Przewodnik po normach dotyczących ogrzewania biomasa
www.bape.com.pl/forest/Materialy.aspx
- Narzędzie szkoleniowe – FOREST online training tool (opracowane przez Uniwersytet Linneaus) www.forestprogramme.com/tools-resources/training-tool/

Inne organizacje

- Polskie Towarzystwo Biomasy
www.polbiom.pl

Poradniki i inne materiały

1. Regionalny Plan Działań BIOMASA dla województwa pomorskiego, BAPE; www.bape.com.pl
2. Wykorzystanie biopaliw stałych w ogrzewnictwie, BAPE; www.bape.com.pl
3. Poradnik użytkownika pelet drzewnych, BAPE; www.bape.com.pl

Pozwolenia

Decyzja o środowiskowych uwarunkowaniach

Kotłownia lub elektrociepłownia na biomasę o mocy do 10 MW nie jest kwalifikowana do przedsięwzięć mogących znacząco oddziaływać na środowisko z §3 ust.1 pkt 4 rozporządzenia Rady Ministrów z dnia 9 listopada 2010 r. w sprawie przedsięwzięć mogących znacząco oddziaływać na środowisko (Dz. U. 2010 nr 213 poz. 1397), ponieważ nie osiąga progu mocy cieplnej 10 MW przy zastosowaniu paliwa stałego.

W związku z tym, zgodnie z art. 71 ust. 2 Ustawy z dnia 3 października 2008 r. o udostępnianiu informacji o środowisku i jego ochronie, udziale społeczeństwa w ochronie środowiska oraz o ocenach oddziaływania na środowisko (Dz.U. z 2008 r., nr 199, poz. 1227 z późn. zm.) inwestycja nie wymaga uzyskania decyzji o środowiskowych uwarunkowaniach, ponieważ nie jest przedsięwzięciem mogącym zawsze lub potencjalnie oddziaływać na środowisko.

Pozwolenie na budowę

Roboty budowlane można rozpocząć jedynie na podstawie ostatecznej decyzji o pozwoleniu na budowę, która jednak nie jest wymagana w przypadku budowy przyłączy elektroenergetycznych i ciepłych oraz przebudowy sieci elektroenergetycznych i ciepłych. Z obowiązku tego wyłączone są również remonty istniejących obiektów i urządzeń budowlanych z wyjątkiem obiektów wpisanych do rejestru zabytków. Natomiast wymagają pozwolenia na budowę przedsięwzięcia, dla których nałożono obowiązek przeprowadzenia oceny oddziaływania na środowisko lub na obszar Natura 2000. Roboty nie objęte obowiązkiem uzyskania pozwolenia na budowę wymagają zgłoszenia właściwemu organowi.

Decyzja o pozwoleniu na budowę wygasa, jeżeli budowa nie została rozpoczęta przed upływem 3 lat od dnia, w którym decyzja ta stała się ostateczna lub budowa została przerwana na czas dłuższy niż 3 lata.

Typowe wymagania projektowe

Typowe wymagania projektowe są określone w Rozporządzeniu Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz.U. z 2002 r., nr 75, poz. 1227 z późn. zm.). Rozporządzenie reguluje m.in. zasady, jakimi powinni kierować się projektanci instalacji grzewczych zasilanych z kotłów na paliwo stałe, w tym biomasę, a także określają warunki dla instalowania kominków opalanych drewnem.

Budownictwo o niskim zapotrzebowaniu na energię

Obecnie obowiązujące zasady projektowania nie gwarantują realizacji budownictwa o niskim poziomie zapotrzebowania na energię. Oprócz zaostrzenia wymagań ochrony cieplnej, to właśnie wykorzystanie odnawialnych źródeł energii stanie się wkrótce warunkiem koniecznym dla realizacji budownictwa niskoenergetycznego lub o prawie zerowym zapotrzebowaniu na energię. Urządzenia i systemy OZE znajdują zastosowanie we wszystkich obszarach zużycia energii w budynku. Obowiązek realizacji budynków o takich parametrach nastąpi z dniem 31 grudnia 2018 dla budynków użyteczności publicznej i 31 grudnia 2020 roku dla wszystkich nowo wznoszonych.

Planowanie lokalne – plany zaopatrzenia w ciepło, energię elektryczną i paliwa gazowe

Zgodnie z art. 18. ust.1 Ustawy Prawo energetyczne z dnia 10 kwietnia 1997 r. (Dz.U. z 1997 r., nr 54, poz. 348 z późn. zm.) do zadań własnych Gminy w zakresie zaopatrzenia w energię należą między innymi planowanie i organizacja zaopatrzenia w ciepło, energię elektryczną i paliwa gazowe na obszarze gminy oraz planowanie i organizacja działań mających na celu racjonalizację zużycia energii i promocję rozwiązań zmniejszających zużycie energii na obszarze gminy. Zadania te samorządy lokalne realizują poprzez opracowywanie tzw. Założeń do planów, w których w ramach analizy aktualnej sytuacji zaopatrzenia w energię dokonuje się badania możliwości wykorzystania paliw lokalnych z uwzględnieniem odnawialnych źródeł energii. Również określenie kierunków modernizacji istniejących źródeł ciepła lub potrzeby budowy nowych powinno uwzględniać możliwości wykorzystania OZE, w tym biomasy.

OZE a Prawo budowlane

Nowe wymagania określone Ustawą Prawo budowlane z dnia 7 lipca 1994 r. (Dz.U. z 1994 r., nr 89, poz. 414 z późn. zm.) nakładają obowiązek rozpatrzenia zasadności wykorzystania OZE dla budynków o zapotrzebowaniu mocy cieplnej ponad 50 kW.

Jakość powietrza

Standardy emisyjne

Standardy emisyjne dla kotłów opalanych biomasą reguluje Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 22 kwietnia 2011 r. w sprawie standardów emisyjnych z instalacji (Dz. U. z 2011 r., nr 95, poz. 558). Tablica poniżej przedstawia emisje wyrażone w mg/m³, przy zawartości 6% tlenu w gazach odlotowych dla nowych źródeł.

SO ₂	NO _x (w przeliczeniu na NO ₂)	pył
400	400	100

Normy i jakość

W Polsce normami w obszarze paliw z biomasy są normy z serii EN 14961 oraz EN 15234, które zostały opublikowane przez Polski Komitet Normalizacyjny w latach 2010-2012. Seria EN 14961 składająca się z 6 części dotyczy wymagań technicznych, jakie powinny spełniać poszczególne rodzaje biopaliw stałych, natomiast seria EN 15234, również 6-częściowa, dotyczy zapewnienia jakości biopaliw stałych. Stosowanie norm nie jest obligatoryjne, niemniej jednak chcąc pozostać konkurencyjnym na rynku europejskim, a wkrótce także krajowym, koniecznym będzie dostosowanie produkcji do wymogów określanych w ww. normach. Normy można zakupić za pośrednictwem strony internetowej Polskiego Komitetu Normalizacyjnego: www.pkn.pl. Obecnie trwają prace nad międzynarodowymi normami ISO dotyczącymi klasyfikacji i wymagań technicznych dla poszczególnych rodzajów biopaliw stałych. Seria norm ISO 17225 (części od 1 do 7, z których siódma będzie określać wymagania dla brykietów niedrzewnych) w przyszłości zastąpi ww. normy europejskie.

Zachęty i wsparcie finansowe

Ustawa o OZE

Projekt nowej ustawy o Odnawialnych Źródłach Energii zakłada uproszczone administracyjnie i korzystne finansowo procedury dla mikroinstalacji, o mocy do 40 kW_e i małych instalacji, do 100 kW_e. Taryfy specjalne będą wspierać najmniejsze źródła, kogeneracja na bazie biomasy będzie wspierana współczynnikami korekcyjnymi do 1,7 dla źródeł o mocy elektrycznej do 10 MW_e. Wsparcie dla współspalania biomasy będzie znacznie niższe i będzie wygaszane w kolejnych latach. Otworzy to rynek biomasy dla małych i średnich źródeł.

Wsparcie finansowe

Środki Wojewódzkiego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej w Gdańsku

W 2013 roku do listy przedsięwzięć priorytetowych Fundusz zaliczył m.in.:

- budowę instalacji odnawialnych źródeł energii oraz budowę lub modernizację wysokosprawnej kogeneracji,
- zadania prowadzące do zmniejszenia zużycia energii i ograniczenia emisji,
- kompleksową modernizację źródeł i systemów zaopatrzenia w ciepło,
- budowę lokalnych, małych źródeł energii produkujących zarówno energię elektryczną jak i ciepło na potrzeby lokalne, niewymagających przesyłania jej na duże odległości.

Aktualne informacje: www.wfosigw-gda.pl

WFOŚiGW w Gdańsku i BOŚ S.A.

1. Linia kredytowa LK1 – inwestycje z zakresu odnawialnych źródeł energii
2. Linia kredytowa LK2 – systemy grzewcze

Aktualne informacje: www.bosbank.pl

Mechanizm Finansowy EOG

W ramach Programu Operacyjnego „Oszczędzanie energii i promowanie odnawialnych źródeł energii” będzie można uzyskać dofinansowanie na projekty mające na celu modernizację lub zastąpienie istniejących źródeł ciepła zaopatrujących budynki użyteczności publicznej nowoczesnymi, energooszczędnymi i ekologicznymi źródłami ciepła lub energii elektrycznej o łącznej mocy nominalnej do 3 MW, w tym: pochodzącymi ze źródeł odnawialnych lub źródłami ciepła i energii elektrycznej wytwarzanych w skojarzeniu (kogeneracji).

Aktualne informacje: www.eog.gov.pl

BOŚ S.A.

Bank Ochrony Środowiska oferuje wiele wariantów kredytowania inwestycji służących poprawie środowiska, w tym:

1. Kredyt na urządzenia i wyroby służące ochronie środowiska
2. Kredyt z Klimatem w Programie Efektywności Energetycznej w Budynkach – BOŚ S.A.
3. Kredyt z Dobrą Energią – BOŚ S.A.

Dalsze wsparcie

Uczestnik Projektu FOREST deklaruje gotowość wsparcia dla uczestników rynku biomasy w regionie:

- Bałtycka Agencja Poszanowania Energii SA
www.bape.com.pl





FOREST

Poprzez projekt FOREST pragniemy razem współpracować na rzecz rozwoju i wzmocnienia sektora ciepła z biomasy!



Wyłączna odpowiedzialność za treść niniejszego dokumentu leży po stronie jej autorów. Poradnik nie musi odzwierciedlać opinii Unii Europejskiej. Ani Agencja Wykonawcza ds. Konkurencyjności i Innowacyjności (EACI) ani Komisja Europejska nie są odpowiedzialne za jakiekolwiek wykorzystanie informacji w nim zawartych.