

Waldemar Gostomczyk¹

Politechnika Koszalińska

Organizacja systemu logistycznego w produkcji i wykorzystaniu biomasy energetycznej

Wstęp

Wymogi pakietu energetycznego-klimatycznego wymuszają na Polsce zwiększenie wykorzystania odnawialnych źródeł energii. Zgodnie z nałożonymi obowiązkami udział energii elektrycznej wytworzonej z OZE w zużyciu końcowym powinien wynosić w 2012r. – 10,4% a w roku 2020 - 15%. Energia ze źródeł odnawialnych oznacza energię pochodzącą z naturalnych powtarzających się procesów przyrodniczych, uzyskiwaną z odnawialnych, niekopalnych źródeł energii (wody, wiatru, promieniowania słonecznego, geotermalna, fal, prądów i pływów morskich, oraz energia wytwarzana z biomasy stałej, biogazu i biopaliw ciekłych) [2]. Biomasa stanowi trzecie w świecie i drugie w Polsce naturalne źródło energii. W 2010r. w bilansie energii odnawialnej biomasa stała stanowiła w naszym kraju 85,36%. Kolejnymi, pod względem udziału w OZE, były: biopaliwa ciekłe – 6,65%, woda – 3,65%, wiatr – 2,08%, biogazy – 1,67%, pompy ciepła – 0,31%, energia geotermalna – 0,20%, odpady komunalne – 0,04%, promieniowanie słoneczne – 0,03% [2]. Biomasa, w zależności od sposobu przetworzenia, może być wykorzystywana do produkcji ciepła, energii elektrycznej i paliw transportowych. Podstawowym paliwem stałym z biomasy jest biomasa leśna występująca w postaci polan, zrębków, wiór, trocin. Odrębną grupę stanowią paliwa z biomasy rolniczej pochodzące z plantacji przeznaczonych na cele energetyczne (wierzba, miskant, malwa, topola i in.) oraz pozostałości organiczne z rolnictwa, produkcji zwierzęcej i przetwórstwa rolno-spożywczego. W tej grupie ogromne rezerwy tkwią w energetycznym wykorzystaniu słomy. Biomasa jako surowiec energetyczny jest silnie zróżnicowana pod względem stanu skupienia, ciężaru właściwego, wilgotności, zwartości, wartości opałowej. W większości jest to surowiec o dużej objętości i zawartości wody, wytwarzany na rozproszonych przestrzennie polach i lasach. Z tych względów wymaga dużych nakładów na zbiór, transport, magazynowanie i dosuszenie. Wymaga zatem sprawnego systemu organizacyjnego i logistycznego celem maksymalnego ograniczenia kosztów transportu i dalszego przetworzenia.

¹ Dr inż. W. Gostomczyk, Docent, Politechnika Koszalińska, Wydział Nauk Ekonomicznych, Katedra Polityki Ekonomicznej i Regionalnej

Produkcja i zużycie biomasy w Polsce

Wykorzystywana w Polsce biomasa w przeważającej ilości pochodzi z zasobów krajowych. Jedynie biopaliwa ciekłe w znacznym stopniu wspiera import, który stanowi połowę zużycia krajowego. Dane te przedstawia tabela 1.

Tab. 1. Bilans nośników energii z biomasy w latach 2006-2010 [TJ].

| Wyszczególnienie | Pozyskanie | Import (+) | Eksport (-) | Zmiana zapasów (+/-) | Zużycie krajowe ogółem |
|--|------------|------------|-------------|----------------------|------------------------|
| Biomasa stała | | | | | |
| 2006 | 181 108 | - | - | -73 | 181 035 |
| 2007 | 184 917 | - | - | -924 | 183 993 |
| 2008 | 198 401 | - | - | 500 | 198 902 |
| 2009 | 217 302 | - | - | - | 217 302 |
| 2010 | 245 543 | - | - | - | 245 543 |
| Biogaz z wysypisk odpadów | | | | | |
| 2006 | 791 | - | - | - | 791 |
| 2007 | 879 | - | - | - | 879 |
| 2008 | 1 432 | - | - | - | 1 432 |
| 2009 | 1 487 | - | - | - | 1 487 |
| 2010 | 1 811 | - | - | - | 1 811 |
| Biogaz ze ścieków | | | | | |
| 2006 | 1 803 | - | - | - | 1 803 |
| 2007 | 1 802 | - | - | - | 1 802 |
| 2008 | 2 486 | - | - | - | 2 486 |
| 2009 | 2 429 | - | - | - | 2 429 |
| 2010 | 2 652 | - | - | - | 2 652 |
| Biogaz pozostały | | | | | |
| 2006 | 19 | - | - | - | 19 |
| 2007 | 27 | - | - | - | 27 |
| 2008 | 107 | - | - | - | 107 |
| 2009 | 188 | - | - | - | 188 |
| 2010 | 334 | - | - | - | 334 |
| Biogaz razem | | | | | |
| 2006 | 2 613 | - | - | - | 2 613 |
| 2007 | 2 708 | - | - | - | 2 708 |
| 2008 | 4 025 | - | - | - | 4 025 |
| 2009 | 4 104 | - | - | - | 4 104 |
| 2010 | 4 797 | - | - | - | 4 797 |
| Biopaliwa ciekłe - bioetanol | | | | | |

| | | | | | |
|-------------------------|--------|--------|-------|------|--------|
| 2006 | 3 542 | 66 | 989 | -61 | 2 558 |
| 2007 | 2 792 | 665 | 45 | -56 | 3 356 |
| 2008 | 2 459 | 3 027 | 11 | -184 | 5 291 |
| 2009 | 3 838 | 4 322 | - | 2 | 8 162 |
| 2010 | 4 538 | 3 505 | 43 | -92 | 7 909 |
| Biopaliwa ciekłe | | | | | |
| - biodiesel | | | | | |
| 2006 | 3 423 | 5 | 1 979 | 49 | 1 498 |
| 2007 | 1 822 | - | 746 | -4 | 1 072 |
| 2008 | 9 943 | 3 547 | - | -279 | 13 211 |
| 2009 | 14 010 | 5 819 | 320 | 92 | 19 600 |
| 2010 | 14 584 | 15 271 | 502 | -133 | 29 221 |
| Biopaliwa ciekłe | | | | | |
| - razem | | | | | |
| 2006 | 6 965 | 71 | 2 968 | -12 | 4 056 |
| 2007 | 4 614 | 665 | 791 | -60 | 4 428 |
| 2008 | 12 402 | 6 574 | 11 | -463 | 18 502 |
| 2009 | 17 847 | 10 141 | 320 | 94 | 27 762 |
| 2010 | 19 123 | 18 777 | 545 | -225 | 37 130 |

Źródło: opracowanie własne na podstawie: Energia ze źródeł odnawialnych w 2010r., Główny Urząd Statystyczny, Warszawa 2011.

Dla wykazania skali wielkości problemów związanych z zaopatrzeniem i transportem biomasy stałej, jej zużycie krajowe w 2010 roku wyrażone w teradžulach – 245 543 TJ, przeliczono na tony i metry sześciennie. W stanie powietrznie suchym, wilgotności ok. 20% i wartości opałowej 15 GJ/Mg, jej ciężar wynosił 16 369 533 tony a objętość 109 130 220 m³, w stanie świeżym, przy wilgotności ok. 50% masa wynosiła 35 077 571 ton.

Powodem importu biopaliw ciekłych (transportowych) są wysokie koszty produkcji krajowej w stosunku do importowanego biodiesla i bioetanolu wytwarzanego w państwach Ameryki południowej Azji południowo-wschodniej. Import ten, uruchamiany jest na zlecenie krajowych koncernów paliwowych, dodających biokomponenty do paliw ropopochodnych dla spełnienia norm i celów indykatorywnych. Oznacza to, że w organizację systemu logistycznego wprężnięte są również firmy zagraniczne zaopatrujące cysternami kolejowymi i samochodowymi krajowych dystrybutorów paliw.

Systemy organizacyjne zaopatrzenia w biomasę

Rosnące zapotrzebowanie na biomasę stałą, dominującą w strukturze nośników energii oznacza, że w kolejnych latach nabierać będzie na znaczeniu organizacja systemu pozyskania i transportu wzrastających ilości biomasy od producentów do przetwórców. Są nimi głównie lokalne ciepłownie i elektrociepłownie oraz elektrownie zawodowe. Chociaż w zamyśle wykorzystania biomasy było jej lokalne przetworzenie,

to coraz częściej jest ona transportowana na znaczne odległości. Duże elektrociepłownie systemowe nie są w stanie zaopatrzyć się w niezbędny surowiec na poziomie lokalnym, dlatego sprowadzają ją niejednokrotnie z odległości kilkuset km. Obecnie większość biomasy stałej wykorzystywana jest w systemie współspalania z paliwami kopalnymi. Przyszłość należy jednak do samodzielnego spalania, w szczególności do tego przygotowanych ciepłowniach i elektrociepłowniach. Jako jedyne paliwo wykorzystywane w tych zakładach do wytworzenia energii, zaopatrzenie w biomasę musi dostosować się do ścisłych rygorów zapewniających nieprzerwaną produkcję energii. Organizacja zaopatrzenia w biomasę w dużym stopniu zależy od wykorzystywanej technologii jej przetwarzania. Podstawowe znaczenie mają tu możliwości bezpośredniego spalania biomasy wilgotnej, prosto z lasu i pola lub spalania biopaliw podsuszonych o 20-30% wilgotności. W przypadku biopaliw wilgotnych – 40-60%, kotły wyposażone są w ruchome ruszty schodkowe, zapewniające w pierwszej fazie odparowanie wody. Eliminuje to potrzebę budowania większych magazynów. Są one niezbędne w przypadku kotłowni przystosowanych do paliw podsuszonych. System zaopatrzenia tych kotłowni musi zgromadzić odpowiednio wcześniej niezbędną ilość surowca i doprowadzić go do stanu zapewniającego wysoką sprawność spalania.

Na organizację systemu logistycznego biomasy energetycznej składają się czynności po stronie producentów biomasy oraz ich przetwórców. W pozyskaniu biomasy podstawowe znaczenie ma technologia zbioru. Ze względu na ogromną masę jest to czynność bardzo pracochłonna i podstawowy element kosztów pozyskania biomasy. Wieloletnie doświadczenia przeprowadzane przez autora na plantacjach polowych wierzby energetycznej na powierzchni ponad 90 ha wskazują, że należy zastosować zbiór jednoetapowy, z wykorzystaniem kombajnów ścinająco-zrębkujących, z jednoczesnym załadunkiem na przyczepę. Technologia ta zapewnia wysoką wydajność oraz możliwość natychmiastowej sprzedaży pozyskanych zrębków do przetwórców energii. Wcześniej stosowano zbiór wieloetapowy polegający na rozłożonych w czasie następujących czynnościach: ścinanie pędów wierzby kosiarkami spalinowymi i piłami łańcuchowymi, układanie ściętych pędów w pokos, załadunek na przyczepę, rozładunek i ułożenie wierzby na placu składowym oraz przechowywanie celem dosuszenia. Po 5-6 miesiącach, po uzyskaniu wilgotności 25-28% wierzbę poddawano zrębkowaniu. W pierwszym roku zastosowano rębak doczepiany do ciągnika, następnie zrębki były ładowane na przyczepę i dostarczane do ciepłowni miejskiej. W kolejnym roku zastosowano rębak samojezdny, samozaładowczy, który po napełnieniu wysypywał zrębki na zestaw transportowy. Wadą tych zestawów było niezachowanie wymaganych parametrów jakościowych dotyczących długości zrębek, szczególnie w przypadku cieńszych pędów, które zapychały urządzenia transportowe w ciepłowni.

Tab. 2. Wybrane dane jakościowe dla zrębków zgodnie z normą EN 14961-4

| Cechy | Klasa A1 | Klasa A2 | Klasa B1 | Klasa B2 |
|--|--|--|--|--|
| Pochodzenie i źródło | - całe drzewa bez korzeni - pnie drzew - pozostałości po ścinie, pielęgnacji i obróbce | - całe drzewa bez korzeni - pnie drzew - pozostałości po ścinie, pielęgnacji i obróbce | - drewno z plantacji, pozostałości drzewne | - produkty uboczne i pozostałości z przemysłu drzewnego - drewno użytkowe |
| Zawartość wilgoci, M | M10<10% M25<25% | M35<% | Musi być podana | |
| Popiół, A | A.1.0<1,0% suchy | A.1.5<1,5% suchy | A.3.0<3,0 % suchy | |
| Gęstość nasypowa, BD – kg/m ³ | BD150≥150 BD200≥200 | BD150≥150 BD200≥200 | Musi być podana | |

Źródło: opracowanie własne na podstawie: Narzędzia wsparcia rozwoju biomasy wykorzystywanej na cele energetyczne, FOREST IE EUROPE, Gdańsk 2011.

Tab. 3. Klasy zrębków w zależności od typowego rozmiaru zgodnie z normą M 7133.

| Wyszczególnienie | „drobne zrębki drzewne” | „średnie zrębki drzewne” | „duże zrębki drzewne” |
|--------------------------|--------------------------------|---|--------------------------------|
| Typowy rozmiar | Poniżej 3 cm (G30) | Poniżej 5 cm (G50) | Poniżej 10 cm (G100) |
| Typowy obszar zastosowań | Głównie urządzenia małej skali | Przemysłowe zrębki drzewne, głównie urządzenia średniej i dużej skali | Głównie urządzenia dużej skali |

Źródło: opracowanie własne na podstawie: Narzędzia wsparcia rozwoju biomasy wykorzystywanej na cele energetyczne, FOREST IE EUROPE, Gdańsk 2011.

Tab. 4. Klasy zrębków drzewnych w zależności od wilgotności zgodnie z normą M 7133.

| | W 20 powietrz no-suche | W 30 do przecho- wywania | W 35 ograniczona możliwość przechowywania | W 40 mokre | W 50 świeże po ścinie |
|-------------------|------------------------------|-----------------------------------|--|---------------|-----------------------------|
| Zawartość wilgoci | W<20% | 20%≤W<30% | 30%≤W<35% | 35%≤W<40% | 40%≤W<50% |

Źródło: opracowanie własne na podstawie: Narzędzia wsparcia rozwoju biomasy wykorzystywanej na cele energetyczne, FOREST IE EUROPE, Gdańsk 2011.

Podstawowymi normami w obszarze biomasy są normy serii EN 14961. Definiują one parametry w odniesieniu do źródeł pochodzenia, wilgotności, udziału poszczególnych frakcji, gęstości, zawartości składników a także produkcję, transport i obchodzenie się z paliwami. Obejmują one cały łańcuch dostaw, od dostawy surowca do punktu odbioru biopaliwa przez odbiorcę końcowego, łącznie

z wymaganiami wobec urządzeń i ich eksploatacji[3]. Normy te są elementem specyfikacji technicznej firm zajmujących się usługami przyjmowania, składowania i podawania biomasy oraz umów na dostarczanie biomasy do zakładów zajmujących się produkcją ciepła i energii. Obecnie większość takich przedsiębiorstw korzysta z firm pośredniczących zaopatrujących kilka zakładów.

Przykład systemu zaopatrzenia w biomasę Zespołu Elektrowni Dolna Odra (ZEDO)

W 2011 roku oddano do eksploatacji Elektrociepłownię w Szczecinie, która w całości pracuje na biomase. Jej moc cieplna wynosi 120 MWt i 68 WMe. Ze względu na krótki okres eksploatacji można obecnie określić jedynie szacunkowe zużycie biomasy wynoszące w skali roku około 500-700 tys. ton. Magazyny na biomasę mają pojemność 38 tys. ton. W ich skład wchodzi dwa silosy i magazyn otwarty na trzy rodzaje biomasy: zrębki leśne, pelety ze słomy, zrębki z upraw wierzby energetycznej. Zapas zgromadzony w magazynie starcza na 6 dni pracy (90 ton na godzinę). W celu zapewnienia biomasy zawarto długoterminowe umowy z 8 firmami oraz dodatkowo z lokalnymi producentami. Tak duże ilości biomasy dla elektrociepłowni pracującej w granicach dużego miasta wymaga sprawnie działających służb logistycznych. Funkcjonują one w oparciu o wzorcowe umowy składające się z następujących rozdziałów [4]:

1. Przedmiot umowy – określa czas jej obowiązywania, obowiązki kupującego i sprzedającego oraz okoliczności odstąpienia od zasad ogólnych,
2. Terminy użyte w umowie – wyjaśnienia takich pojęć jak Karta charakterystyki biomasy, partia dostarczonej biomasy, harmonogram miesięcznych dostaw, dobowa awizacja dostaw, protokołów z badań jakości biomasy i in.
3. Dostawa biomasy – opisuje miejsce i czas (harmonogram) dostaw, ich dobową awizację, zasady organizacyjne i bezpieczeństwo pracy,
4. Jakość biomasy – jej podstawą jest szczegółowa specyfikacja wymagań zawartych w charakterystyce biomasy:

Tab. 5. Charakterystyka biomasy:

| Grupa biomasy | Rodzaj biomasy | Wymiar zewnętrzny biomasy | Wartość opałowa biomasy | Zawartość wilgotności w stanie roboczym biomasy |
|---------------|--|--|-------------------------|---|
| I | Biomasa leśna w formie brykietu i peletu drzewnego | Pelet: długość: 5 - 50 mm, średnica: 5 – 20 mm Brykiet: | Od 8 do 18 GJ/Mg | Od 7% do 40% |

| | | | | |
|----|--|---|---------------------|---|
| | | długość: max 80 mm, szerokość/ wysokość: max 80 mm | | |
| II | Biomasa pozaleśna w formie brykietu i peletu | Pelet: długość: 5 - 50 mm, szerokość: 5 - 50 mm Brykiet: długość: max 80 mm, szerokość/ wysokość: max 80 mm | Od 8 do 18 GJ/Mg | Pelet – od 7% do 15%, Brykiet – od 7% do 12% |

Źródło: opracowanie własne na podstawie: wzór umowy O/ZEDO, załącznik nr 3a.

5. Rozliczenie dostaw biomasy – zawiera opis poboru próbek i badanie jakości, zasady rozliczanie ilości dostarczonej biomasy,
6. Cena i wartość dostaw biomasy – zawiera wzór całkowitego kosztu dostaw i określania ceny netto za 1 GJ energii,
7. Pozostałe składniki umowy mające charakter organizacyjny.

Częścią umowy są również załączniki opisujące warunki kwalifikacji i odbioru biomasy oraz wzory protokołów.

Ze względu na krótki okres funkcjonowania i brak doświadczeń system ten będzie doskonały i modyfikowany stosownie do lokalnych potrzeb.

Streszczenie

W artykule dokonano próby oceny funkcjonowania rynku biomasy energetycznej, jego struktury i dynamiki rozwoju w latach 2006-2010. Przedstawiono również różne warianty pozyskania biomasy i wskazano rozwiązania, które w polskich warunkach są najbardziej optymalne. Praktyczne wykorzystanie biomasy stałej oraz charakterystykę systemu logistycznego zaprezentowano na przykładzie Elektrociepłowni Szczecin.

The organization of the logistic system In the production and use of biomass energy

Abstract

The article attempts to assess the functioning biomass market for energy, structure and dynamics of the development in 2006-2010. It also presents various options to obtain biomass and identified solutions to the Polish conditions are most optimal. Practical use of solid biomass and characteristics of the logistics system is presented on the example of Stettin power.

Literatura

- [1]. Gostomczyk W.: Rola i znaczenie biomasy energetycznej w rozwoju zrównoważonym,[w:] Wykorzystanie biomasy w energetyce, Politechnika Koszalińska, Koszalin 2011.
- [2]. Energia ze źródeł odnawialnych w 2010r., Główny Urząd Statystyczny, Warszawa 2011.
- [3]. Narzędzia wsparcia rozwoju rynku biomasy wykorzystywanej na cele energetyczne, Intelligent Energy Europe, Gdańsk 2011.
- [4]. Wzór umowy O/ZEDO, /ELB2/2011 wraz z załącznikami.