

# Alternatywne sposoby wykorzystania biomasy uzyskanej w wyniku gospodarowania na siedlisku wodniczki

-

## prezentacja rezultatów opracowania

mgr Ewa Gańko  
mgr inż. Przemysław Kopczyński  
mgr inż. Krzysztof Wnęk  
mgr inż. Anna Wróbel

### Instytut Paliw i Energii Odnawialnej

1. Ogólne uwarunkowania energetycznego wykorzystania biomasy w Polsce
2. Przegląd technologii
  - Spalanie
  - Kompostowanie
  - Wytwarzanie biogazu
3. Charakterystyka biomasy z późnego koszenia łąk „wodniczkowych”
4. Ocena możliwości utylizacji traw z późnego koszenia
5. Podsumowanie

## uwarunkowania

- Ustawa Prawo Energetyczne z dnia 10 kwietnia 1997 r. (Dz. U. 2006, Nr 89 poz. 625).
- Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 19 grudnia 2005 r. w sprawie szczegółowego zakresu obowiązków uzyskania i przedstawienia do umorzenia świadectw pochodzenia, uiszczenia opłaty zastępczej oraz zakupu energii elektrycznej i ciepła wytworzonych w odnawialnych źródłach energii (Dz. U. 2005, Nr 261 poz. 2187).
- Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 3 listopada 2006 r. w sprawie szczegółowego zakresu obowiązków uzyskania i przedstawienia do umorzenia świadectw pochodzenia, uiszczenia opłaty zastępczej oraz zakupu energii elektrycznej i ciepła wytworzonych w odnawialnych źródłach energii (Dz. U. 2006, Nr 205, poz. 1510).
- Ustawa o biokomponentach i biopaliwach ciekłych (Dz. U. 2006, Nr 169, poz. 1199).
- Rozporządzenie Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 14 marca 2008 r. w sprawie rodzajów roślin, innych niż wymienione w art. 33 ust. 1 lit. a rozporządzenia nr 1973/2004, do których przysługują płatności do roślin energetycznych (Dz. U. 2008, Nr 44, poz. 268).
- Rozporządzenie Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 14 marca 2008 r. w sprawie plonów reprezentatywnych roślin energetycznych w 2008 r. (Dz. U. 2008, Nr 44, poz. 267).

## Cele dotyczące produkcji energii elektrycznej wytworzonej w odnawialnych źródłach energii oraz zużycia biopaliw transportowych (Dz. U. 2005 Nr 261 poz. 2187; Ministerstwo Gospodarki 2007)

Udział energii elektrycznej z OZE w całkowitej ilości energii sprzedanej odbiorcom końcowym		Udział biokomponentów w rynku paliw transportowych	
Rok	Cel	Rok	Cel
2008	7,0%	2008	3,45 %
2009	8,7%	2009	4,60 %
2010	10,4%	2010	5,75 %
2011	10,4%	2011	6,20 %
2012	10,4%	2012	6,65%
2013	10,4%	2013	7,10 %
2014	10,4%	2014	7,55%

## Zielone certyfikaty

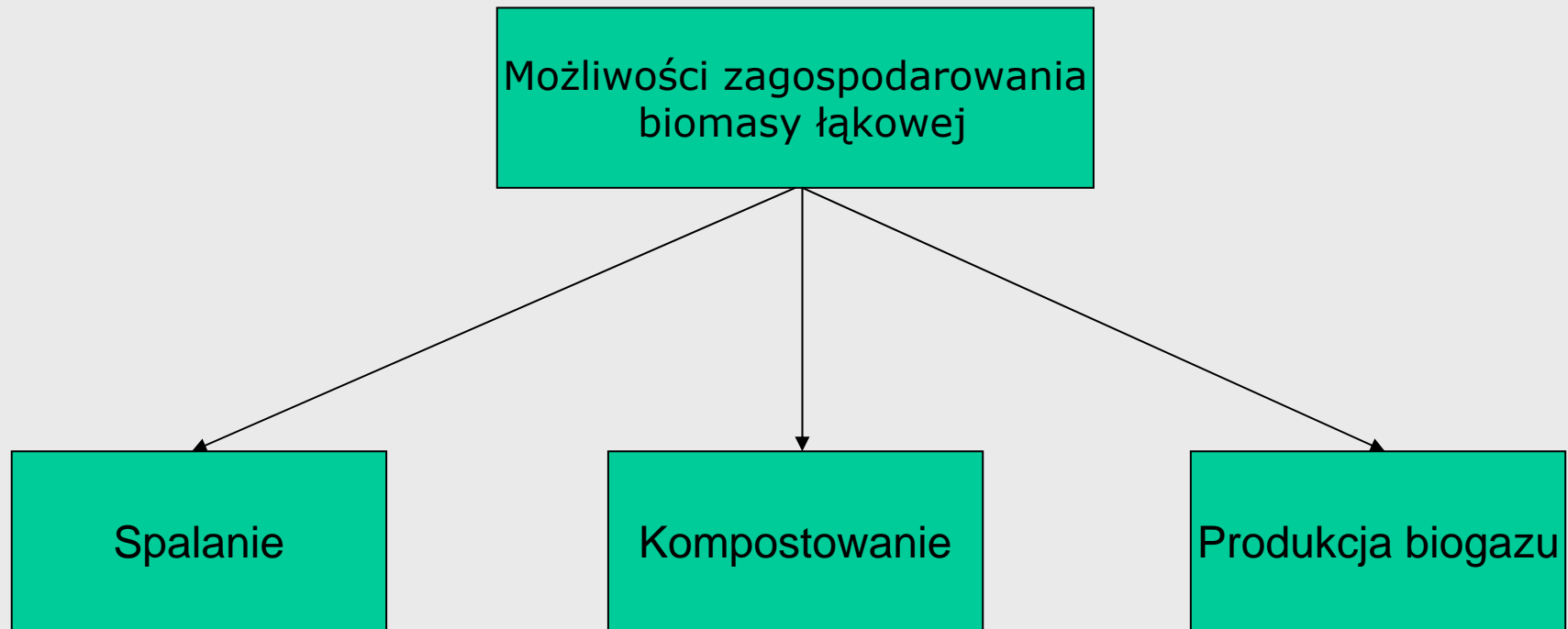
prawa majątkowe wynikające ze świadectw pochodzenia energii elektrycznej wytworzonej w odnawialnych źródłach energii. Świadectwa pochodzenia (zielone certyfikaty) są zbywalne i są przedmiotem obrotu rynkowego. Podmioty (wytwórcy i przedsiębiorstwa obrotu) sprzedające energię elektryczną odbiorcom końcowym zobowiązane są udokumentować wypełnienie obowiązku związanego z pozyskaniem odpowiedniej ilości energii ze źródeł odnawialnych poprzez przedstawienie prezesowi Urzędu Regulacji Energetyki

## Źródła Finansowania OZE

- Narodowy Fundusz Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej.
- Wojewódzkie fundusze ochrony środowiska i gospodarki wodnej.
- Bank Ochrony Środowiska S.A.
- EkoFundusz.
- Program Operacyjny Infrastruktura i Środowisko.
- Program Rozwoju Obszarów Wiejskich.
- Program Operacyjny Innowacyjna Gospodarka.

## przegląd technologii

**biomasa to biodegradowalne substancje (pochodzenia roślinnego lub zwierzęcego) pochodzące z produktów, odpadów i pozostałości z produkcji rolnej oraz leśnej, a także przemysłu przetwarzającego ich produkty, jak również inne odpady biodegradowalne (Dz. U. z 2006 r. Nr 89 poz. 625)**



- suszenie – następuje odparowanie wilgoci zawartej w cząsteczce wraz z jej nagrzewaniem,
- zgazowanie i spalanie – termiczny rozkład paliwa oraz równoległe spalanie wydzielonych związków lotnych,
- dopalanie powstałego karbonizatu - spalaniu ulegają stałe produkty palne, w postaci tzw. węgla drzewnego.

- Efektywność energetyczna spalania zależy od ilości dostarczanego powietrza
- W kotłach na biomasę powietrze dostarczane jest w postaci tzw. powietrza pierwotnego wtórnego
- Powietrze pierwotne miesza się z paliwem i wykorzystywane jest w procesie zgazowania i spalania
- Powietrze wtórne jest wykorzystywane podczas spalania substancji lotnych i nie miesza się z powietrzem pierwotnym



## spalanie drewna - etapy

- Suszenie i odgazowywanie, podczas którego podgrzane powietrze dopływające z górnej części komory paliwowej suszy drewno i pomaga w częściowym zgazowaniu zawartej w nim celulozy.
- Spalanie zupełne, przebiegające w temperaturze ponad 1000 °C, w wyniku połączenia gazów palnych z powietrzem wtórnym.
- Spalanie całkowite, czyli dopalanie cząsteczek stałych spadających z rusztu.
- Skierowanie spalin do powierzchni grzewczych kotła i przekazywanie ciepła wodzie.

## spalanie słomy

Kotły wsadowe - używane do okresowego spalania całych bel słomy, najczęściej zaopatrujące w energię ciepłą gospodarstwa rolne, szklarnie, małe i średnie przedsiębiorstwa oraz niewielką zabudowę mieszkaniową na wsiach.

Kotły do spalania słomy rozdrobnionej, obok kotłów wsadowych należą do najczęściej wykorzystywane w Polsce.

Kotły do „cygarowego” spalania całych bel słomy (spalanie dużych balotów od czoła z ukierunkowanym nadmuchem powietrza) – nie tak rozpowszechnione jak kotły dwóch poprzednich rodzajów ze względu na fakt, iż w balotach mogą występować miejscowe zawilgotnienia, co prowadzi do nierównomiernego spalania

# kompostowanie

Kompost - nawóz organiczny, otrzymywany z częściowego rozkładu tlenowego przez mikroorganizmy saprofityczne materiałów pochodzenia roślinnego i zwierzęcego, których nie można stosować bezpośrednio jako nawozu, np. resztki żywności, chwasty, osady z oczyszczalni ścieków



Etap I kompostowanie intensywne; część procesu kompostowania, w trakcie którego z odpadów organicznych otrzymywany jest kompost świeży. W tej fazie materiał ulega higienizacji, łatwo rozkładalne substancje zostają praktycznie rozłożone i maleje potencjalna zdolność emisji substancji zapachowych.

Etap II dojrzewanie; etap procesu kompostowania, w którym z kompostu świeżego uzyskuje się kompost dojrzały. W trakcie tej fazy rozkładane są substancje trudno rozkładalne (np. ligniny) i powstają stabilne struktury próchniczne z wbudowanymi substancjami odżywczymi, odporne na działanie czynników zewnętrznych

# metody kompostowania

Systemy nie reaktorowe (otwarte)		Systemy reaktorowe (zamknięte)	
bez przemieszczania odpadów w złożu	z przemieszczaniem odpadów w złożu	reaktory o przepływie pionowym (wieże)	reaktory o przepływie poziomym (bębny i zbiorniki)
<ul style="list-style-type: none"> <li>- w pryzmach statycznych,</li> <li>- w pryzmach z napowietrzeniem,</li> <li>- w techn. Brikollare</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- w pryzmach przrzuconych,</li> <li>- w pryzmach przrzuconych, z napowietrzaniem.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- w wieżach z piętrami,</li> <li>- w wieżach bez pięter.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- skrzyniowe,</li> <li>- tunelowe,</li> <li>- tunelowe i kontenerowe,</li> <li>- bębnowe.</li> </ul>

Biogaz wytwarzany jest z substancji organicznej (biomasy) w procesie fermentacji beztlenowej.

Fizycznie biogaz stanowi mieszaninę gazową składającą się głównie z metanu

i dwutlenku węgla oraz śladowych ilości zanieczyszczeń takich jak siarkowodór, amoniak, azot, tlen czy wodór

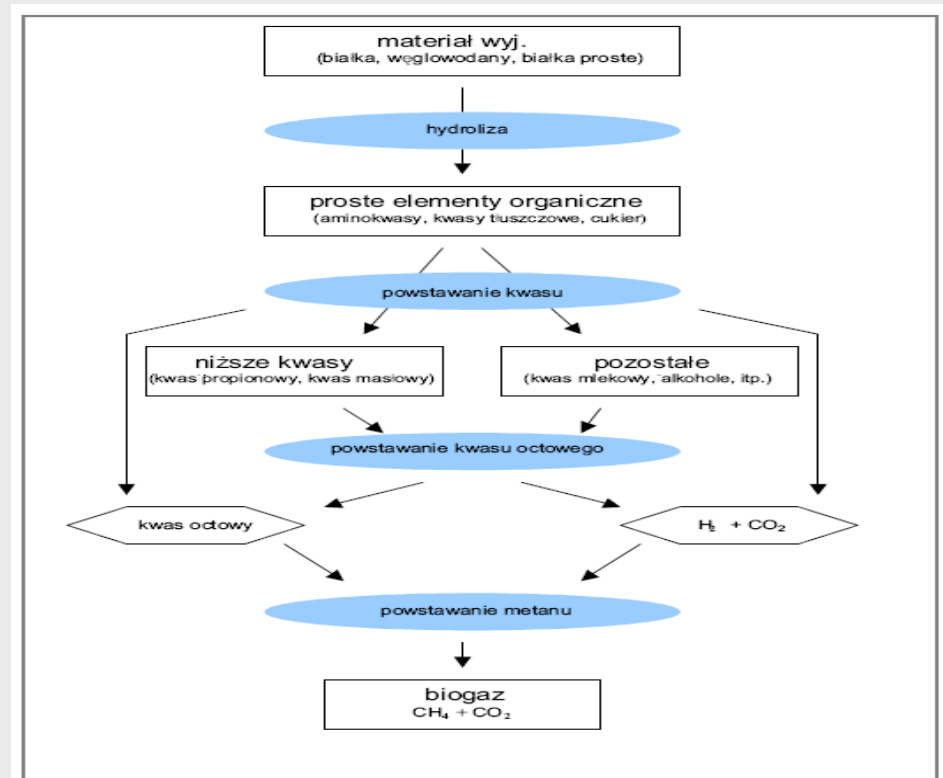
### Podział substratów do produkcji biogazu (Oniszk-Popławska i in. 2003)

Substraty rolnicze:	Substraty komunalne:	Substraty przemysłowe:
<ul style="list-style-type: none"> <li>- odchody zwierząt,</li> <li>- uprawy energetyczne,</li> <li>- odpady z hodowli roślin.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- frakcja organiczna odpadów miejskich,</li> <li>- osad ściekowy,</li> <li>- ścinki trawy i odpady ogrodnicze,</li> <li>- resztki jedzenia.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- odpady z przemysłu spożywczego,</li> <li>- mleczarskiego,</li> <li>- cukrowniczego,</li> <li>- farmaceutycznego,</li> <li>- kosmetycznego,</li> <li>- biochemicznego,</li> <li>- papierniczego,</li> <li>- mięsnego.</li> </ul>

# biogaz – mechanizm powstawania

## Typy biogazownii

- fermentacja osadów ściekowych w biologicznych oczyszczalniach ścieków
- ujęcia biogazu na składowiskach odpadów
- biogazownie rolnicze.



## Charakterystyka biomasy z późnego koszenia

- Największy udział w biomasie pozyskiwanej z terenów „wodniczkowych” mają turzyce i trzciny.
- Pozyskiwanie materiału po 1 sierpnia - wilgotność na poziomie 50-75%.
- Rozwiązaniem pozwalającym uniknąć koszenia mokrej biomasy - zbiór zimowy.
  - Pokos z zimowego koszenia odznacza się mniejszą wydajnością, gdyż noże kosiarek znajdują się wyżej – unika się w ten sposób zbierania wilgotnej materii przyściółkowej
  - dla turzyc i traw problem z wyleganiem pod ciężarem śniegu.
  - wilgotność materiału koszonego zimą może spadać do 35% (źdźbła, które nie uległy wyleganiu).
  - koszenie zimowe może umożliwić pozyskanie materiału o niższej wilgotności, choć nie jest to regułą dla każdego terenu.

## Charakterystyka biomasy z późnego koszenia

Zestawienie wybranych właściwości fizyko-chemicznych różnego rodzaju biomasy w suchej masie (Barz i in. 2006)

	Wartość opalowa (MJ/kg)	Części lotne (%)	Zawartość popiołu (%)	C (%)	N (%)	S (%)	Cl (%)	SiO <sub>2</sub> (%)
Siano <sup>a</sup>	18,41	b. d.	5,7	44,8	1,6	0,13	0,24	b. d.
Trzcina pospolita <sup>b</sup>	17,7	66,8	8,8	46,5	0,3	0,14	0,16	3,3
Mozga trzcinowata	b. d.	b. d.	8,5-8,8	b. d.	0,9	b. d.	b. d.	2-6-5,6
Kostrzewa <sup>b</sup>	b. d.	b. d.	7,0-7,6	b. d.	1,0	b. d.	b. d.	1,5-2,0
Miskant <sup>b</sup>	17,8	81,0	2,7	47,2	0,7	0,13	0,23	b. d.
Słoma pszeniczna <sup>b</sup>	17,1	79,6	5,3	46,7	0,4	0,1	0,4	b. d.
Drewno sosnowe <sup>b</sup>	18,7	84,0	0,3	50,9	0,2	0,02	0,01	b. d.
Węgiel kamienny <sup>b</sup>	31,8	38,8	6,8	79,4	1,5	1,0	<0,2	b.d.
Węgiel kamienny <sup>d</sup>	25,0	25,0	12,0	59,0	1,0	0,8	0,08	b. d.



## charakterystyka biomasy z późnego koszenia

Zależność wartości opałowej od wilgotności (Darroch-Thompson, Ash 2003)

Wilgotność	Redukcja wartości opałowej (do suchej masy)	Wartość opałowa
20%	24%	14.4 MJ / kg net
50%	60%	7.6 MJ /kg net
83%	100%	0 (brak wartości opałowej)

Wilgotność i gęstość nasypowa biomasy trzciny (na podstawie Darroch-Thompson, Ash 2003)

Wilgotność	Gęstość nasypowa (materiał luzem)
15%	80 to 100 kg/mp*
50%	140 to 200 kg/mp
80%	200 to 400 kg/mp
Zrębki drzewne (ok. 50%)	330 kg/mp

## wykorzystanie biomasy - spalanie

Zbyt wysoka wilgotność materiału wpływa na zmniejszoną ilość uzyskanej energii, powoduje podwyższoną emisję zanieczyszczeń w spalinach. Maksymalna dopuszczalna wilgotność na ogół waha się w granicach 18-25% (Grzybek 2001).

W porównaniu do biomasy drzewiastej trzciny i trawy mają podwyższoną zawartość chloru, siarki oraz popiołu

Biomasa trzcin, turzyc oraz słoma charakteryzują się podwyższoną zawartością popiołu oraz chloru i metali alkalicznych w porównaniu z biomasa drzewiastą. Wysoka zawartość potasu obniża temperaturę topnienia popiołów powodując korozję elementów kotła i gromadzenie się twardych osadów. Dla trzcin temperatura topnienia popiołów wynosi 1420°C (Barz i in. 2007).

Zawartość popiołów powyżej 9% powodowała gromadzenie się depozytu, który zaburzał dopływ powietrza do paleniska i obniżał efektywność energetyczną procesu.

Przy spalaniu biomasy trawiastej możliwe jest wystąpienie substancji smolistych (osady) w kotle. Rozwiązaniem tego problem jest stosunkowo proste – konieczna jest optymalizacja temperatury spalania oraz odpowiednia cyrkulacja i nadmiar powietrza wdmuchiwanego do paleniska.

Bardzo ważne jest prowadzenie procesu spalania w odpowiednio przystosowanych do tego rodzaju kotłach i w odpowiednim reżimie temperaturowym

Kotły dedykowane spalaniu słomy i traw o automatycznej kontroli i sterowaniu procesem spalania eliminują wszelkie niedogodności (Gostkowski 2008).

## wykorzystanie biomasy - spalanie

Trawy i turzyce w postaci kostek lub bel wymagają zastosowania kotłów wsadowych przystosowanych do spalania słomy

Materiał trawiasty w postaci paliw zagęszczonych (pelety, brykiety) może być spalany w kotłach na drewno

Przystosowanie biomasy do peletowania bądź brykietowania wymaga jej suszenia. Suszenie biomasy może mieć miejsce na powietrzu lub w pomieszczeniu zamkniętym z zastosowaniem suszenia wymuszonego

Biomasa w postaci słomy, traw, turzyc ma bardzo niską zawartość ligniny, która jest naturalnym lepiszczem wzmacniającym trwałość paliwa - paliwa zagęszczone wykonane z biomasy łąkowej charakteryzują się niższą odpornością mechaniczną niż pelety czy brykiety z biomasy drzewnej

## wykorzystanie biomasy - kompostowanie

Biomasa uzyskiwana z późnego koszenia (sierpień, wrzesień) traw charakteryzuje się innymi właściwościami fizyko-chemicznymi niż trawy z wczesnego koszenia (czerwiec-lipiec):

- udział suchej masy w trakcie okresu wegetacyjnego wzrasta, natomiast wilgotność roślin maleje,
- niższa zawartość azotu,
- zwiększona ilość substancji takich jak lignina, celuloza, hemiceluloza trudno ulegających procesowi kompostowania.

Trawy z późnego koszenia mogą być zagospodarowane jako substrat do produkcji kompostu

Ze względu na podwyższoną zawartość ligniny oraz innych trudno rozkładalnych substancji, proces kompostowania ulega wydłużeniu w stosunku do traw świeżych

Dość wysoka zawartość suchej masy negatywnie wpływa na rozdrobnienie kompostowanego materiału

Można również rozważyć współkompostowanie traw z późnego koszenia z innymi odpadami roślinnymi

## wykorzystanie biomasy – produkcja biogazu

Biomasa koszona z łąk oraz użytków zielonych stanowić może dodatek do podstawowych substratów do produkcji biogazu, natomiast z powodu wysokiej zawartości substancji suchej nie nadaje się do użytku jako monosubstrat

Trawy z późnego koszenia charakteryzują się niższą ilością składników pokarmowych, zwłaszcza azotu, oraz zwiększoną ilością substancji takich jak celuloza, lignina suberyna, kutyna, które trudno ulegają procesowi fermentacji lub zakiszenia (Latocha 2008)

W celu wykorzystania traw do produkcji biogazu późne koszenie powinno być poprzedzone koszeniem wiosennym i letnim, w przeciwnym wypadku w materiale zgromadzona jest nadmierna ilość krzemu. Wprowadzenie takiej ilości krzemu do systemu biogazowni wpływa niekorzystnie na jej elementy technologiczne oraz wiąże się z produkcją biogazu niskiej jakości (opinia ekspercka)

Rozpoczęcie produkcji biogazu głównie w oparciu o biomasę pochodzącą z późnego koszenia łąk nie jest działaniem popartym pozytywnymi wynikami analiz ekonomiczno-celowych, ze względu na stosunkowo niekorzystne właściwości fizyko-chemiczne substratu i na krótko-okresową jego dostępność

## podsumowanie

Pozyskiwanie biomasy może być realizowane jedno- lub dwuetapowo. W pierwszym przypadku roślinność jest koszona i od razu zbierana w czasie jednego przejazdu przez łąkę. W drugim przypadku biomasa jest koszona i pozostawiona na pokosie do wstępnego wyschnięcia, a następnie jest zbierana i wywożona z łąk

Wstępne podsuszenie biomasy na pokosie daje możliwość jej sprasowania do postaci kostek lub okrągłych balotów co bardzo znacznie obniży koszty załadunku i transportu

Obecnie użytkowane w Polsce maszyny do koszenia łąk bagiennej to pojedyncze prototypowe konstrukcje. Twórcy i użytkownicy tych maszyn deklarują możliwość opracowania projektu i konstrukcji urządzeń dostosowanych do koszenia, zbierania, pakowania i wywożenia biomasy z obszarów bagiennej, przy czym cena szacunkowa jest na poziomie 200-300 tys. zł za prototypową konstrukcję

Potencjał biomasy z „obszarów wodniczkowych” o powierzchni 3,5 tys. ha przeznaczonych do koszenia w dolinie Biebrzy wynosi 8750 t/rok przy średnim plonie suchej masy 2,5 t/ha. Daje to możliwość stworzenia systemu zagospodarowania biomasy w dużej skali.

W przypadku Pomorza Zachodniego poszczególne obszary „wodniczkowe” są oddalone od siebie oraz o mniejszej powierzchni. Ze względu na bardzo wysokie koszty specjalistycznych maszyn wskazane jest stworzenie jednego systemu pozyskiwania biomasy z tych terenów zarządzanego i obsługiwanego przez ten sam podmiot.

Na dzień dzisiejszy koszenie zimowe nie pozwala na uzyskanie dopłat w programach rolno-środowiskowych. Koszenie zimowe daje możliwość wykorzystania łatwo dostępnych maszyn rolniczych, czyli ciągnika z kosiarką, dla może mieć miejsce tylko w wypadku zimy mroźnej i bezśnieżnej; wymagana jest temp. powietrza poniżej  $-10^{\circ}\text{C}$  utrzymująca się przez kilka dni, by podłoże torfowe a w szczególności kępy turzycowe przemarzły i by mogły wjechać pojazdy kołowe

## podsumowanie

Należy dążyć do stworzenia takiego systemu zagospodarowania biomasy, który łączyć będzie ochronę terenów „wodniczkowych” z lokalną gospodarką komunalną, np. poprzez dostarczanie biomasy jako paliwa do lokalnych ciepłowni. Powstają wówczas najbardziej trwałe i korzystne dwustronnie powiązania pomiędzy podmiotem zarządzającym terenami chronionymi a lokalną społecznością

Pozyskanie i wstępne przetwarzanie biomasy z terenów bagiennych będzie kosztowne (innowacyjność rozwiązań technicznych, transport biomasy o podwyższonej wilgotności, nakłady na suszenie), dlatego otrzymanie dopłat rolno-środowiskowych będzie krytycznym warunkiem dla stworzenia systemu zagospodarowania biomasy generującego zysk lub co najmniej pozwalającego zrównać całkowite przychody z kosztami przedsięwzięcia

Spośród przeanalizowanych sposobów zagospodarowania biomasy wykorzystanie na cele energetyczne w procesach spalania należy uznać za rozwiązanie najbardziej racjonalne i perspektywiczne. Można brać pod uwagę przetwarzanie biomasy łąkowej na pelety i brykiety i sprzedaż głównie klientom indywidualnym lub prasowanie biomasy po wstępnym suszeniu na łące i dostarczanie do dużych odbiorców, typu ciepłowni bądź elektrociepłowni.

Prognozuje się, że cena rynkowa biomasy będzie powoli rosła za względu na coraz większe zapotrzebowanie na ten rodzaj paliwa. Dodatkowo, ze względu na konieczność ograniczania udziału biomasy leśnej do celów energetycznych w Polsce, biomasa rolnicza, a także łąkowa będzie miała coraz większe znaczenie. Ważne jest jednak przygotowanie i dostarczenie do zakładu energetycznego paliwa o odpowiedniej jakości (głównie chodzi tu o wilgotność i skład chemiczny). Cena paliw jest ściśle zależna od jego jakości.

**Dziękuję za uwagę**

**Instytut Paliw i Energii Odnawialnej  
ul. Jagiellońska 55, 03-301 Warszawa**

<http://www.ipieo.pl>