

Agnieszka OCIEPA-KUBICKA¹

WYKORZYSTANIE BIOMASY W PRZEDSIĘBIORSTWACH ENERGETYCZNYCH

THE USE OF BIOMASS IN ENERGY COMPANIES

Abstrakt: W artykule przedstawiono zapotrzebowanie na biomasę, jej potencjał oraz kierunki wykorzystania. Scharakteryzowano biomasę jako surowiec energetyczny. Wskazano źródła biomasy i jej właściwości z uwzględnieniem zalet i wad wykorzystania biomasy w energetyce. Przedstawiono technologie wykorzystania biomasy w energetyce. Zasygnalizowano podstawowe problemy technologiczne i organizacyjne stosowania biomasy w przedsiębiorstwach energetycznych. W artykule wskazano również przykładowe inwestycje energetyczne oparte na biomase. Na podstawie „Prognozy zapotrzebowania na paliwa i energię do 2030 roku” przedstawiono przewidywane zapotrzebowanie na energię w Polsce oraz szacowane zużycie biomasy do produkcji energii elektrycznej w kolejnych latach.

Słowa kluczowe: biomasa, energia odnawialna, przedsiębiorstwo energetyczne

Wstęp

Spalanie węgla powoduje znaczne pogorszenie jakości powietrza poprzez emisje toksycznych substancji, takich jak między innymi CO₂, SO₂, NO_x, szkodliwych pyłów oraz metali ciężkich, np. rtęci i kadmu. Dytlenek węgla powstający w wyniku spalania węgla stanowi największy składnik światowej emisji gazów cieplarnianych, a więc ma on poważny wpływ na klimat. Z tego względu obecnie jednym z najtrudniejszych do rozwiązania problemów ochrony środowiska jest nadmierna emisja gazów cieplarnianych. Kraje członkowskie Unii Europejskiej mają do 2020 roku zmniejszyć średnio o 20% ogólne zapotrzebowanie na energię, o 20% zmniejszyć emisję gazów cieplarnianych i o 20% zwiększyć wykorzystywanie odnawialnych zasobów energii. Problemem w Polsce jest ciągle zbyt niski udział energii ze źródeł odnawialnych w ogólnym bilansie energetycznym. Biomasa stanowi trzecie co do wielkości na świecie naturalne źródło energii [1, 2]. W związku z powyższym w kolejnych latach zgodnie z wymogami stawianymi przez Unię Europejską w naszym kraju musi wzrosnąć udział energii odnawialnej w ogólnym bilansie energetycznym, m.in. poprzez wykorzystanie biomasy [3].

Według definicji Unii Europejskiej, biomasa oznacza podatne na rozkład biologiczny frakcje produktów, odpady i pozostałości przemysłu rolnego (z substancjami roślinnymi i zwierzęcymi), leśnictwa i pokrewnych branż łącznie z rybołówstwem oraz akwakulturą (uprawa roślin i zwierząt w wodzie), jak również podatne na rozkład biologiczny frakcje odpadów przemysłowych i miejskich [4]. Biomasę można podzielić ze względu na energetyczne wykorzystanie jej na stałą, ciekłą i gazową (tab. 1).

¹ Zakład Rozwoju Regionalnego, Wydział Zarządzania, Politechnika Częstochowska, al. Armii Krajowej 19B, 42-200 Częstochowa, tel. 34 325 03 95, tel./fax 34 361 38 76, email: agnieszkaociepa22@wp.pl

* Praca była prezentowana podczas konferencji ECOpole'14, Jarnołtówek, 15-17.10.2014

Systematyka energetycznego wykorzystania biomasy [5]

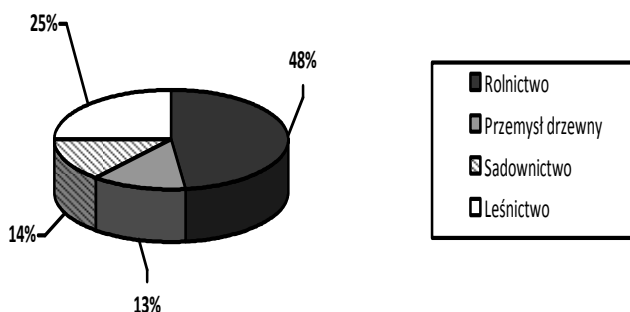
Tabela 1

Taxonomy browser use of biomass energy [5]

Table 1

Biomasa		
stała	gazowa	ciepła
<ul style="list-style-type: none"> - biomasa leśna, ogrodowa - odpady z przemysłu drzewnego i papierniczego - odpady z przemysłu spożywczego - słoma i inne odpady rolnicze - torf, osady ściekowe odwodnione - rośliny energetyczne 	<ul style="list-style-type: none"> - gaz wysypiskowy i rolniczy - biogaz z oczyszczalni ścieków - gaz drzewny - biogaz z fermentacji odpadów przetwórstwa spożywczego 	<ul style="list-style-type: none"> - biodiesel - paliwo rzepakowe - etanol - metanol - paliwa płynne z drewna

W Polsce obecnie pozyskuje się biomasę stałą głównie z rolnictwa, leśnictwa, sadownictwa i przemysłu drzewnego (rys. 1). Jednak, według „Krajowego planu działania w zakresie odnawialnych źródeł energii”, rolnictwo powinno w perspektywie 2020 r. dostarczać biomasę dla elektroenergetyki, ciepłownictwa i chłodnictwa oraz dla produkcji bioetanolu i biodiesla. Sformułowane w KPD zapotrzebowanie wymagałoby zagospodarowania na produkcję biomasy 3,78 mln ha gruntów ornych [6-8].



Rys. 1. Struktura pozyskania biomasy w Polsce [9]

Fig. 1. The structure of the acquisition of biomass in Poland [9]

Zalety i wady biomasy

Spalanie biomasy jest uważane za korzystniejsze dla środowiska niż spalanie paliw kopalnych, ponieważ [10-12]:

- zmniejszona jest emisja zanieczyszczeń w stosunku do spalania paliw stałych,
- zagospodarowuje się odpady produkcyjne przemysłu leśnego i rolnego, utylizuje odpady komunalne,
- z biomasy można wytworzyć wiele form energii od ciepła do ogrzewania, po paliwo dla samochodu,
- spalanie biomasy pozostawia małe ilości popiołu,
- biomasa jest stała w przeciwieństwie do nieprzewidywalnej energii wiatru czy słońca,
- zasoby biomasy są dostępne na całym świecie,
- jest zapewniona dostawa surowca z kraju (w przeciwieństwie do importu ropy i gazu),
- istnieje możliwość uzyskania dochodu przy nadprodukcji żywności,

- daje nowe miejsca pracy (głównie na wsi),
- powoduje zmniejszenie emisji CO₂ z paliw nieodnawialnych, który (w przeciwieństwie do CO₂ z biomasy) może zwiększać efekt cieplarniany,
- decentralizacja produkcji energii (bezpieczeństwo energetyczne)
- uprawy na cele energetyczne pozwalają też zagospodarować nieużytki rolne i rekultywować tereny przemysłowe,
- zasoby biomasy mogą być magazynowane i wykorzystywane w zależności od potrzeb, a ich transport i magazynowanie nie pociąga za sobą takich zagrożeń dla środowiska, jak transport czy magazynowanie ropy naftowej bądź gazu ziemnego.

Oprócz wielu zalet należy zwrócić uwagę też na pewne wady biomasy jako paliwa [13-15], np:

- mała gęstość surowca, utrudniająca jego transport, magazynowanie i dozowanie,
- szeroki przedział wilgotności biomasy, utrudniający jej przygotowanie do wykorzystania w celach energetycznych,
- mniejsza w stosunku do paliw kopalnych wartość energetyczna surowca,
- spalanie paliw, także biopaliw, powoduje wydzielanie tlenków azotu,
- spalanie biomasy zawierającej pestycydy powoduje powstanie związków o toksycznym działaniu, które dostają się do powietrza,
- duże uprawy roślin energetycznych zmniejszają bioróżnorodność,
- niektóre odpady są dostępne tylko sezonowo.

Charakterystyka energetyczna biomasy

Porównując właściwości węgla kamiennego stosowanego w energetyce i biomasy, należy stwierdzić, że jakościowo podstawowy skład pierwiastkowy jest taki sam. Różnice wynikają m.in. z wyższej zawartości popiołu z węgla w stosunku do biomasy czy też większej wilgotności biomasy (tab. 2) [16].

Tabela 2

Porównanie właściwości biomasy i węgla jako paliw [17]

Table 2

Comparison of the properties of biomass and coal as fuels [17]

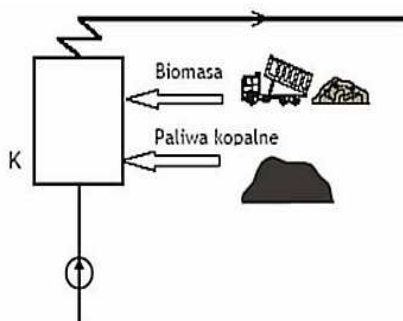
Właściwości	Biomasa	Węgiel
Ciepło spalania [GJ/Mg]	17,5 rośliny trawiaste 20,0 drzewa	23-25
Gęstość [kg/m ³]	100 słoma 150 zrębki wierzby 500 twarde drewno	800 węgiel brunatny 1330 węgiel kamienny
Zawartość wilgoci [%]	8-20 rośliny trawiaste 30-60 drewno	10-70 węgiel brunatny 2-12 węgiel kamienny
Gęstość energetyczna [GJ/m ³]	3,2 zrębki 12,0 pelety z drzewa 0,7 pocięta słoma 8,0 pelety ze słomy	ok. 22-25
Zawartość siarki [% wag.]	0,01-0,1	0,5-5,0
Zawartość popiołu [% wag.]	0,4-2,0 z dużą zawartością fosforu i potasu	5-20 z dużą zawartością fosforu i potasu

Technologie współspalania biomasy

Współspalanie biomasy z węglem należy uznać obecnie za efektywny i atrakcyjny finansowo sposób wykorzystania biomasy do produkcji energii elektrycznej. W elektrowniach i elektrociepłowniach biomasę spala się na dwa sposoby [18-20]:

- 1) współspalanie bezpośrednie, kiedy do procesu spalania doprowadzany jest osobno strumień węgla i biomasy lub gotowa mieszanka węgla i biomasy (tzw. mieszane paliwo wtórne);
 - 2) współspalanie pośrednie realizowane jest w 2 przypadkach:
 - biomasa spalana jest w tzw. przedpalenisku, zaś energia cieplna powstających spalin wykorzystywana jest w głównej komorze spalania,
 - biomasa jest zgazowywana w gazogeneratorze, a powstający gaz jest doprowadzany do komory spalania, gdzie jest spalany w palnikach gazowych.
- Należy podkreślić, iż efektywność procesu współspalania zależy m.in. od [21]:
- udziału biomasy w mieszance paliwowej,
 - dobrego wymieszania składników przed spalaniem (mieszanka paliwowa powinna być dopasowana do danego typu kotła),
 - zastosowania odpowiednich rozwiązań technicznych instalacji energetycznych.

Obecnie najczęściej stosuje się bezpośrednie współspalanie biomasy. Takie spalanie realizowane jest na skalę przemysłową w kilkunastu krajowych elektrowniach i elektrociepłowniach.



Rys. 2. Uproszczony schemat jednostki realizującej współspalanie bezpośrednie [5]

Fig. 2. Simplified scheme for the executing unit co-incineration direct [5]

Spalonym paliwem jest głównie biomasa drzewna (w postaci trocin, zrębków, pyłu) oraz biogaz. Współspalanie rozdrobnionej biomasy z węglem posiada wiele zalet w porównaniu ze spalaniem tych paliw oddzielnie: prawie natychmiastowe wykorzystanie biomasy w dużej skali (duże kotły), proces spalania jest stabilizowany przez spalanie węgla, niższe emisje SO_2 , NO_x , CO_2 (w części odnoszącej się do paliw kopalnych), elastyczność kotła i brak zależności produkcji energii elektrycznej od dostępności biomasy (problemy logistyczne), co jest korzystne dla operatora systemu energetycznego (np. w porównaniu z energią wiatru) [22, 23]. Cały czas jednak bada się nowe, jeszcze efektywniejsze technologie, które może w przyszłości zastąpią współspalanie,

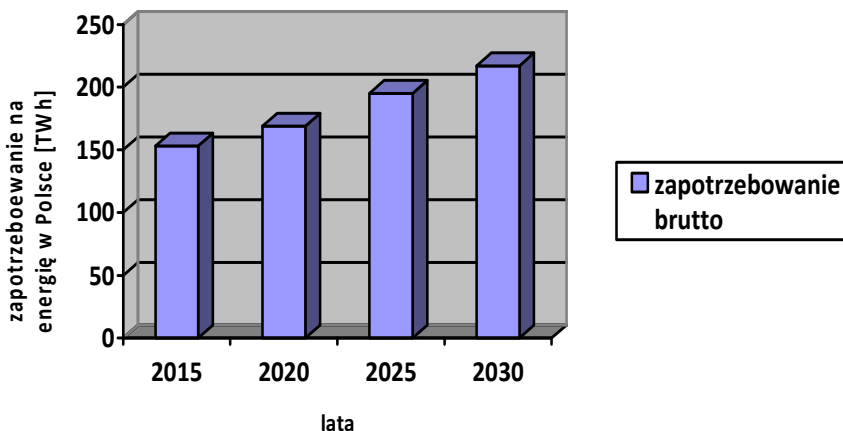
np. zgazowanie w połączeniu z układami gazowo-parowymi, a także wykorzystanie gazu lub etanolu z biomasy do zasilania wysokosprawnych ogniw paliwowych [24, 25].

Problemy technologiczne i organizacyjne przy współpalaniu biomasy

Ze względu na odmienne od węgla właściwości fizykochemiczne, m.in. gęstość nasypowa biomasy jest mniejsza (tab. 2) od węgla, bardzo ważne jest, aby procesy transportu, rozładunku i składowania przebiegały w prawidłowy sposób. Nieprawidłowości mogą doprowadzić m.in. do zawilgocenia biomasy i pogorszenia jej właściwości czy też zapleśnienia. Należy wziąć pod uwagę, iż magazyny, zadaszenia muszą być dużo większe niż w przypadku składowania węgla. W przypadku składowania biomasy na dużych hałdach może dojść do zagrożenia pożarowego (biomasa może ulec samozapłonowi). Dlatego też obszar, na którym składowana jest biomasa, należy szczególnie monitorować. Konieczne jest zainstalowanie urządzeń wykrywających i powiadamiających o pożarze, urządzeń gaśniczych itp. Przy wykorzystaniu biomasy pojawiają się również bariery technologiczne. Biomasa musi być odpowiednio przygotowana, rozdrobniona, szczególnie przy zastosowaniu kotłów pyłowych. W związku z większą plastycznością biomasy niż węgla może ona odkładać się w postaci osadów w kotłach, co obniża ich sprawność. Siarka i chlor, uwalniane podczas termicznej przemiany biomasy, mogą być przyczyną korozji wysokotemperaturowej [26, 27].

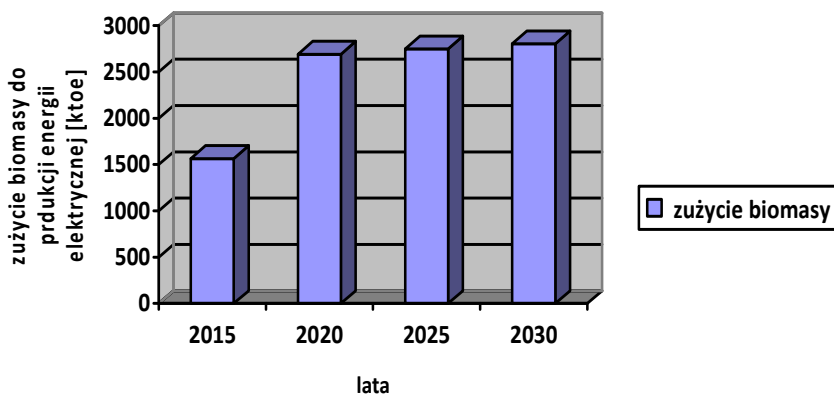
Prognoza zapotrzebowania na paliwa i energię do 2030 roku

Zapotrzebowanie na energię będzie w kolejnych latach rosnąć (rys. 3). Zgodnie z „Prognozą zapotrzebowania na paliwa i energię do 2030 roku”, zużycie biomasy na cele energetyczne w 2015 roku ma wynosić do 1566 ktoe (*kilotonne of oil equivalent*), a w roku 2030 szacuje się, że będzie wynosić 2805 ktoe (rys. 4).



Rys. 3. Prognoza zapotrzebowania na energię w Polsce [28]

Fig. 3. Forecast energy demand in Poland [28]



Rys. 4. Prognozowane zużycie biomasy do produkcji energii elektrycznej (łącznie z kogeneracją) [28]

Fig. 4. The projected consumption of biomass for the production of electricity (including cogeneration) [28]

Fiński koncern energetyczny Fortum należy do największych producentów i dystrybutorów prądu w krajach nordyckich, jest też czwartym co do wielkości producentem ciepła na świecie. Poza Finlandią, Szwecją i Norwegią inwestycje koncernu ulokowane są w Polsce. Fortum współspala biomasę w nowoczesnej elektrociepłowni w Częstochowie. W lipcu 2012 roku w elektrociepłowni w Częstochowie wykorzystano 19,5 tys. Mg biomasy (8 tys. Mg to zrębki leśne, a 11,5 tys. Mg - biomasa pochodzenia rolniczego). Elektrociepłownia w kolejnych latach chce zwiększać udział biomasy we współspalaniu. Biomasa ma być również jednym z głównych paliw wykorzystywanych w nowej elektrociepłowni Fortum w Zabrze. Według wstępnych założeń, udział biomasy w produkcji energii elektrycznej i ciepła w nowym zakładzie docelowo ma wynieść nawet 50%. W Połańcu (woj. świętokrzyskie) działa największa na świecie elektrownia na biomasę o mocy 205 MW.

Większość biomasy pochodzi z lokalnych źródeł. Miejscowe firmy zainwestowały w logistykę całego przedsięwzięcia, tj. magazyny i transport. Również w dwóch warszawskich elektrociepłowniach jest wykorzystywana biomasa. Rocznie spalane jest ok. 140 tys. Mg „zielonego paliwa”. W elektrociepłowniach tych stosuje się zrębki drzewne, pozostałości przemysłu rolno-spożywczego oraz biomasę z upraw energetycznych. Elektrociepłownie EDF Polska Oddział I w Krakowie, EDF Polska Oddział Wybrzeże, Kogeneracja oraz EDF Polska Oddział w Rybniku od dawna już modernizowały swoje urządzenia produkcyjne, przystosowując je do współspalania, a EDF Paliwa przygotował i wdrożył zakupy biomasy dla całej Grupy EDF w Polsce. Liczne elektrownie i elektrociepłownie cały czas modernizują, budują nowe moce oparte na biomase, np. Elektrociepłownia Jaworzno III, Elektrociepłownia Tychy, Stalowa Wola. Działania podejmowane przez elektrociepłownie związane z możliwością współspalania węgla z biomasą pozwoliły na redukcję emisji CO₂ [29, 30].

Podsumowanie i wnioski

Polska musi sprostać wymogom ochrony środowiska, wynikającym ze zobowiązań i umów międzynarodowych. Dlatego też musi następować wzrost ilości wytwarzanej energii ze źródeł odnawialnych, m.in. z biomasy.

Wytwarzanie energii z biomasy niewątpliwie z uwagi na ograniczenie emisji szkodliwych gazów i pyłów przyczynia się do zmniejszenia zanieczyszczenia środowiska naturalnego. Ponadto zapewni bezpieczeństwo energetyczne oraz oszczędne i racjonalne użytkowanie paliw i energii. Pozwoli to również na wzrost zatrudnienia w danym terenie poprzez zagospodarowanie gruntów rolnych pod produkcję roślin energetycznych oraz powstawanie nowych przedsiębiorstw energetycznych. W Polsce z roku na rok wzrasta liczba działających elektrowni i elektrociepłowni opartych o biomasę. Należy jednak podkreślić, że biomasa jako paliwo oprócz wielu zalet ma też pewne wady, które należy uwzględnić w trakcie projektowania i eksploatacji przedsiębiorstw spalających lub współspalających biomasę.

Podziękowania

Praca została sfinansowana w ramach BS/MN-625/301/2014/P.

Literatura

- [1] Bernedes G, Hoogwijk M, Van den Broek R. The contribution of biomass in the future global energy supply a review of 17 studies. *Biomass Bioen.* 2003;(25):1-28. DOI: 10.1016/S0961-9534(02)00185-X.
- [2] Erisson K, Nilsson LJ. Assessment of the potential biomass a supply in Europe using resources focused approach. *Biomass Bioen.* 2006;30:1-15. DOI: 10.1016/j.biombioe.2005.09.001.
- [3] Kościak B, redaktor. *Rośliny energetyczne*. Lublin: Wyd. AR w Lublinie; 2003.
- [4] Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2009/28/WE z dnia 23 kwietnia 2009 r. w sprawie promowania stosowania energii ze źródeł odnawialnych zmieniająca i w następstwie uchylająca dyrektywę 2001/77/WE oraz 2003/30/WE (Dz.Urz L140, 05/06/2009 P. 0016-0062).
- [5] Lewandowski WM. *Proekologiczne odnawialne źródła energii*. Warszawa: WNT; 2008.
- [6] Grzybek A. *Kierunki wykorzystania biomasy na cele energetyczne*. Energia odnawialna na Pomorzu Zachodnim. Szczecin: Wyd Hogben; 2003: 277-288. <http://www.e-czytelnia.abrys.pl/?mod=tekst&id=3129>.
- [7] Kus J, Faber A. *Produkcja roślinna na cele energetyczne a racjonalne wykorzystanie rolniczej przestrzeni produkcyjnej*. Polski. Mat. I Kongresu Nauk Rolniczych Nauka - Praktyce. Puławy: Wyd IUNG; 2009; 63-77.
- [8] Wiśniewski G, redaktor. *Określenie potencjału energetycznego regionów Polski w zakresie odnawialnych źródeł energii - wnioski dla Regionalnych Programów Operacyjnych na okres programowania 2014-2020*. Warszawa: Wyd Ministerstwo Rozwoju Regionalnego; grudzień 2011:50.
- [9] www.min-pan.krakow.pl.
- [10] Demirbas A. Combustion characteristics of different biomass fuel. *Progr En Combust Sci.* 2004;30(2):219-230. DOI: 10.1016/j.pecs.2003.10.004.
- [11] Bakhareva A. Biomasa - rozwijający się rynek. *Czysta Energia.* 2008;10(84):24-26. <http://www.e-czytelnia.abrys.pl/index.php?mod=tekst&id=9059>.
- [12] Gutowska AE. *Biomasa jako surowiec energetyczny*. W: *Energia odnawialna jak z niej korzystać?* Białystok: Wyd Polska Fund Rozw Reg; 2007. http://www.paze.pl/pliki/energia_odnawialna_jak_z_niej_korzystac.pdf.
- [13] www.czysta-energia.ovh.org.
- [14] <http://www.energetykacieplna.pl/>.
- [15] www.biomasa.org.
- [16] Ściążko M, Zuwała J, Pronobis M. Zalety i wady współspalania biomasy w kotłach energetycznych na tle doświadczeń eksploatacyjnych pierwszego roku współspalania biomasy na skalę przemysłową. *Energet Ekol.* 2006;(3):206-220.

- [17] Rybak W. Spalanie i współspalanie biopaliw stałych. Wrocław: Ofic Wyd Politechniki Wrocławskiej; 2006.
- [18] Nussbaumer T. Combustion and co-combustion of biomass: fundamentals, technologies, and primary measures for emission reduction. *Energy Fuels*. 2003 - ACS Publications. 2003;17(6):1510/21-23. DOI: 10.1021/ef030031q.
- [19] Baxter L. Biomass-coal co-combustion: opportunity for affordable renewable energy. *Fuel*. 2005;84(10):1295-1302. DOI: 10.1016/j.fuel.2004.09.023.
- [20] www.zielonaenergia.eco.pl.
- [21] Nowak W, Sekret R, Szymanek A, Szymanek P. Aspekty techniczno-ekonomiczne wykorzystania biomasy jako współpaliwa dla węgla kamiennego. *Ochr Pow Probl Odpadów*. 2004;2:46-54.
- [22] Igliński B, Buczkowki R, Cichosz M. *Technologie bioenergetyczne*. Toruń: Wyd. Nauk. Uniwersytetu Mikołaja Kopernika; 2009.
- [23] Golec T. Współspalanie biomasy w kotłach energetycznych. *Energetyka*. 2004;7-8:3. http://www.rynek-energii-elektrycznej.cire.pl/pliki/2/energetyka_pub.pdf.
- [24] Golec T, Lewtak R, Świątkowski B, Glot B. Współspalanie biomasy z węglem. *Czysta En*. 2010;9:26-29.
- [25] Wilk RK, Pilis P. Experimental investigation of biomass gasification in a fixed bed gasifier. *Archiv Combustion*. 2008;28(1-2):45-55. <http://archcomb.itc.pw.edu.pl/volume-28-no-1-2-2008/experimental-investigation-of-biomass-gasification-in-a-fixed-bed-gasifier-pp-45-5>.
- [26] Karcz H, Grabowicz M, Szczepaniak S, Komorowski W, Zamyślony J. Wady i zalety spalania biomasy w kotłach energetycznych. *Nowa En*. 2010;3:4.
- [27] Biedrzycka A. Instalacje do współspalania - w trakcie testowania - węgiel z biomasa. *Energia Gigawat*. 2004:7-8. <http://www.gigawat.net.pl/archiwum/index.php/article/articleview/375/1/43/index.html>.
- [28] Prognoza zapotrzebowania na paliwa i energię do 2030 roku (zał. 2) do Polityki Energetycznej Polski do 2030 roku. <http://www.mg.gov.pl/Bezpieczenstwo+gospodarcze/Energetyka/Polityka+energetyczna>.
- [29] [Pieniadze.gazeta.pl/Gospodarka/1,123717,8642096,Cieplo_sieciowe_to_jeden_z_najbardziej_przyjaznych.htm](http://pieniadze.gazeta.pl/Gospodarka/1,123717,8642096,Cieplo_sieciowe_to_jeden_z_najbardziej_przyjaznych.htm).
- [30] <http://polska.edf.com/edf-w-polsce/zakupy-wyglu-i-biomasy-52537.html>.

THE USE OF BIOMASS IN ENERGY COMPANIES

Department of Regional Development, Faculty of Management, Czestochowa University of Technology

Abstract: The article presents the demand potential of biomass and directions for its use. Characterized biomass as an energy resource. Identified sources of biomass and its properties, taking into account the advantages and disadvantages of the use of biomass for energy. Outlines the problems of technological and organizational use of biomass in energy companies. The paper presents the use of biomass technologies in the energy sector. The article indicates examples of energy projects based on biomass. On the basis of the "Forecasts of demand for fuel and energy by 2030" shows the expected energy demand in Poland and the estimated consumption of biomass for electricity production in the coming years.

Keywords: biomass, renewable energy, energy company