

KRZYSZTOF SALA

Uniwersytet Pedagogiczny w Krakowie, Polska
Pedagogical University of Cracow, Poland

Przemysłowe wykorzystanie biomasy w Polsce. Przesłanki i bariery

Industrial Use of Biomass in Poland. Conditions and Barriers

Streszczenie: Celem i przedmiotem publikacji jest przedstawienie roli alternatywnego źródła energii, jakie stanowi biomasa, w wykorzystaniu przemysłowym w Polsce. Publikacja powstała w oparciu o ogólnodostępną literaturę książkową i dane statystyczne, jak również na podstawie wiadomości netograficznych. W artykule przedstawiono pojęcie biomasy, jej rolę i specyfikę jako paliwa ekologicznego, w tym również definicję biomasy. Dokonano charakterystyki składników biomasy, ze szczególnym uwzględnieniem roślin uprawianych dla celów energetycznych. Publikacja zawiera również informacje dotyczące bieżącego wykorzystania biomasy w przemyśle. Wskazano na występujące przy tym korzyści w zakresie pozyskiwania energii elektrycznej lub ciepłej czy też zastosowania jej w transporcie. W pracy dokonano także identyfikacji barier i zagrożeń związanych z wykorzystywaniem biomasy. Dane zostały zilustrowane za pomocą tabel i wykresów. Metoda badawcza zastosowana w publikacji to analiza danych zastanych oraz krytyka piśmiennicza. Z dostępnej literatury książkowej, netografii i danych statystycznych wynika jasno, że biomasa odgrywa istotną rolę w przemyśle energetycznym w Polsce. Publikacja, prezentując analizę danych statystycznych i dostępnych materiałów dotyczących wykorzystywania biomasy, ocenia bieżącą sytuację, a także dokonuje próby oceny przyszłości biomasy jako surowca w przemyśle w Polsce.

Abstract: The purpose of the publication is to present the role of an alternative energy source which is the industrial use of biomass in Poland. The publication is based on openly available literature, statistical data, as well as on news netography. The article presents the concept of biomass and its role and specificity as an ecological fuel, including the definition of biomass by the European Union. The characteristics of the components of biomass with a focus on crops grown for energy purposes were presented. The publication also includes information on the current use of biomass in industry. It points out the benefits in terms of obtaining electricity, heat or the use of transport. The paper also identifies barriers and risks associated with the combustion of biomass. The data are illustrated with tables and graphs. The test method used in the publication is the analysis of existing data and writing criticism. On the basis of the available literature, netography and statistics, it is clear that biomass plays an important role in the energy industry in Poland. However, one should be aware of its specificity as an energy feedstock. The publication presenting the analysis of statistical data and materials available on the use of biomass evaluates the current situation and attempts to assess the future of biomass as a raw material in industry in Poland.

Słowa kluczowe: biomasa; energetyka odnawialna; produkcja; przemysł; rozwój zrównoważony

Keywords: biomass; industry; production; renewable energy; sustainable development

Otrzymano: 20 grudnia 2016

Received: 20 December 2016

Zaakceptowano: 28 lipca 2017

Accepted: 28 July 2017

Sugerowana cytacja / Suggested citation:

Sala, K. (2017). Przemysłowe wykorzystanie biomasy w Polsce. Przesłanki i bariery. *Prace Komisji Geografii Przemysłu Polskiego Towarzystwa Geograficznego*, 31(4), 148–156. <https://doi.org/10.24917/20801653.314.10>

WSTĘP

Współcześnie można zauważyć rosnący udział odnawialnych źródeł energii (OZE) na świecie. W ostatnich dekadach rozwój OZE stał się jednym z głównych celów polityki energetycznej państw Unii Europejskiej, w tym również Polski. Potwierdzenie tej tezy stanowiąc może opublikowana 23 kwietnia 2009 roku Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady Europy 2009/28/WE w sprawie promowania stosowania energii ze źródeł odnawialnych. Dyrektywa ta ustanowiła wspólne ramy promocji energii ze źródeł odnawialnych oraz określiła obowiązkowe krajowe cele w odniesieniu do całkowitego udziału energii ze źródeł odnawialnych w końcowym zużyciu energii i do udziału energii ze źródeł odnawialnych w transporcie. Ponadto Dyrektywa ta określiła kryteria zrównoważonego rozwoju dla biopaliw. W ramach polityki klimatycznej Polska zobowiązała się do wytwarzania 15% energii z odnawialnych źródeł do 2020 roku.

Wśród odnawialnych źródeł energii na szczególną uwagę zasługuje biomasa. Wykorzystywanie biomasy dynamicznie wzrasta. W 2010 roku jej udział w produkcji energii elektrycznej w Polsce w porównaniu do innych źródeł odnawialnych wynosił ponad 53%. Również w innych krajach Unii Europejskiej biomasa jest obecnie jednym z głównych źródeł energii odnawialnej do produkcji ciepła, energii elektrycznej i dla celów transportowych.

Literatura krajowa, zarówno polska, jak i anglojęzyczna, związana z przedmiotem artykułu jest stosunkowo obszerna. Problematyka wykorzystywania biomasy do celów energetycznych była poruszana między innymi przez: J. Kusia i A. Fabera (2009), A. Lisowskiego (2010), B. Kołodziej i M. Matykę (2012), A. Grzybek (2012). Potencjał biomasy na poziomie regionalnym i lokalnym badali między innymi: E. Tokarska i M. Kościel-ska-Chmurko (2004), M. Jasiulewicz (2010). Problematyka handlu biomasą w celach przemysłowych pojawiła się w publikacjach między innymi H. Bartoszewicz-Burczy, T. Mirowskiego, W. Kalawy i W. Sajdaka (2010).

Publikacja miała na celu zbadanie znaczenia biomasy w jej przemysłowym wykorzystaniu w Polsce oraz próbę odpowiedzi na pytanie, czy kierunki dokonujących się zmian sprostają wyzwaniom nowoczesnej gospodarki. Ważną kwestią stanowi również przyszłość wykorzystywania biomasy, biorąc pod uwagę występujące zagrożenia. Tezą, jaką należy postawić w publikacji, jest założenie, że w ostatnich latach doszło w Polsce do istotnych przemian w zakresie wykorzystania OZE, w tym również biomasy.

BIOMASA JAKO PALIWO ODNAWIALNE

Biomasa to najstarsze i najszerzej współcześnie wykorzystywane odnawialne źródło energii. Należą do niej zarówno odpadki z gospodarstw domowych, jak i pozostałości po przycinaniu zieleni miejskiej (Kołodziej, Matyka, 2012). Według definicji Unii

Europejskiej biomasa to ulegająca biodegradacji część produktów, odpadów lub pozostałości pochodzenia biologicznego z rolnictwa (łącznie z substancjami roślinnymi i zwierzęcymi), leśnictwa i związanych z nim działów przemysłu, w tym rybołówstwa i akwakultury, a także ulegająca biodegradacji część odpadów przemysłowych i miejskich. Do biomasy zaliczyć możemy także formy przetworzone, między innymi pellety i prasowane błočki.

Biomasa stanowi trzecie co do wielkości na świecie, naturalne i ekologiczne źródło energii. Do celów energetycznych wykorzystuje się przede wszystkim:

- drewno odpadowe oraz niskiej jakości,
- słomę, makuchy i inne odpady produkcji rolniczej,
- odchody zwierząt,
- osady ściekowe,
- odpady organiczne, np. wysłodki buraczane, łodygi kukurydzy, trawy,
- oleje roślinne i tłuszcze zwierzęce.

Przy oczyszczalniach ścieków i na składowiskach odpadów, tam gdzie rozkładają się odpady organiczne, występuje biogaz będący mieszaniną głównie metanu i dwutlenku węgla (Podkówka, Podkówka, Kowalczyk-Juško, Pasyniuk, 2012). Czasami jest on nazywany gazem błotnym, a powstaje podczas beztlenowej fermentacji substancji organicznych. Człowiek może go wykorzystywać na różne sposoby, między innymi do produkcji:

- energii elektrycznej w silnikach iskrowych lub turbinach,
- energii cieplnej w przystosowanych kotłach,
- energii elektrycznej i cieplnej w układach skojarzonych.

Biomasa to nie tylko pozostałości i odpady. Niektóre jej formy są celem, a nie efektem ubocznym produkcji. Specjalnie po to, by pozyskiwać biomasę, uprawia się pewne rośliny – przykład może stanowić wierzba wiciowa (*salix viminalis*) (Szczukowski, Tworowski, Stolarski, 2004). Do tych upraw energetycznych nadają się zwłaszcza rośliny charakteryzujące się dużym przyrostem rocznym i niewielkimi wymaganiami glebowymi (Szczukowski, 2011). Ponadto do celów energetycznych uprawia się między innymi:

- ślazowiec pensylwański (*Sida hermaphrodita*),
- słonecznik bulwiasty (*Helianthus tuberosus*),
- różę wielokwiatową (*Rosa multiflora*),
- rdestowiec sachaliński (*Polygonum sachalinense*),
- miskant olbrzymi (*Miscanthus sinensis gigantea*),
- miskant cukrowy (*Miscanthus sacchariflorus*),
- spartinę preriową (*Spartina pectinata*),
- palczatkę Gerarda (*Andropogon gerardi*),
- proso różgowe (*Panicum virgatum*).

Areał upraw najważniejszych roślin energetycznych w Polsce w 2013 roku przedstawia tab. 1.

Tab. 1. Powierzchnia upraw trzech głównych roślin energetycznych w Polsce w ha w 2013 roku

Roślina energetyczna	Powierzchnia upraw w ha
Wierzba	7728
Miskant	645
Topola	3135

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych ARiMR za 2013 rok (2016, 20 grudnia)

Przesłanek do wykorzystywania biomasy jest wiele. Paliwo to charakteryzuje się niskim poziomem szkodliwości dla środowiska. Ilość dwutlenku węgla emitowana do atmosfery podczas jego spalania jest równoważona ilością CO₂ pochłanianego przez rośliny, które odtwarzają biomasę w procesie fotosyntezy. Ogrzewanie biomasą jest opłacalne dzięki konkurencyjnym cenom biomasy na rynku paliw. Wykorzystanie biomasy pozwala wreszcie zagospodarować nieużytki i spożytkować odpady.

PRZESŁANKI I BARIERY WYKORZYSTYWANIA BIOMASY W POLSCE

Sytuacja energetyczna Polski charakteryzuje się brakiem bogatych zasobów surowców energetycznych, z wyjątkiem węgla kamiennego i brunatnego. W sytuacji niedoboru energii z własnych źródeł Polska, tak jak i inne kraje regionu Europy Środkowej, importuje znaczne ilości surowców energetycznych, zwłaszcza ropy naftowej i jej produktów pochodnych, gazu ziemnego, oraz stosunkowo nieduże ilości energii elektrycznej. Jednocześnie Polska ma wysoki udział użytków rolnych i lasów w ogólnym areale, dzięki temu posiada znaczny potencjał biomasy. Wszystkie te przesłanki wydają się przemawiać pozytywnie za wykorzystaniem biomasy w celach energetycznych.

Do celów energetycznych wykorzystywane są w pierwszej kolejności dostępne lokalnie produkty odpadowe z rolnictwa, przemysłu rolno-spożywczego, gospodarki przestrzennej i inne odpady biodegradowalne. Rekultywowane grunty, uprzednio zdezastowane przez przemysł i górnictwo, odłogi oraz tereny użytkowane dotąd przez wojsko są przykładem istniejących możliwości zwiększenia areału upraw roślin przeznaczonych na cele energetyczne.

Potencjał techniczny biomasy w Polsce jest szacowany na około 900 PJ/rok (Bartoszewicz-Burczy, 2012). Biomasa stanowi jedno z najważniejszych źródeł energii odnawialnej. Udział biomasy stałej w pozyskaniu wszystkich nośników energii odnawialnej osiągnął w 2010 roku 85,4%. Popyt na biomasę charakteryzuje się nieustanym wzrostem.

Największy krajowy potencjał stanowi biomasa stała, której składnikami są biomasa pochodzenia leśnego: w tym drewno odpadowe z lasów 202–240 PJ, odpady z przemysłu drzewnego – 30 PJ, drewno poużytkowe – 43 PJ oraz biomasa pochodzenia rolniczego, w tym drewno z sadów 15–16 PJ, z pielęgnacji parków i drzew przydrożnych – około 1 PJ, jak również niezagospodarowana słoma – około 114 PJ i siano – około 10 PJ. Uwarunkowania rolnicze i przyrodniczo-środowiskowe umożliwiają uprawę roślin energetycznych na obszarze szacowanym od 1,6 do 2,0 mln ha, który do 2020 roku może wzrosnąć do około 2,9 mln ha. Techniczny potencjał roślin energetycznych wyprodukowanych na tych gruntach jest szacowany na 130 PJ/rok. Polska posiada duży potencjał biomasy energetycznej możliwej do wykorzystania w biogazowniach na bazie technologii metanowej. Potencjał biogazu z fermentacji jest szacowany na około 290 PJ /rok (Bartoszewicz-Burczy, 2012).

Chcąc rozpatrywać biomasę jako paliwo dla energetyki, musimy dostrzec bariery, jakie ograniczają jej wykorzystanie. Bariery należy podzielić na trzy podstawowe kategorie:

- bariery wynikające z właściwości fizykochemicznych,
- bariery ekonomiczne,
- bariery techniczne.

Wśród barier fizykochemicznych wymienić należy:

- stosunkowo niskie ciepło spalania i wartość opałowa,
- duże zróżnicowanie zawartości wilgoci, zależne od rodzaju biomasy i okresu jej sezonowania (do 50%),
- wysoka zawartość części lotnych – problemy w kontrolowaniu spalania, dokładnie zmieniające się warunki zapłonu i spalania,
- trudności w dozowaniu paliwa wynikające z postaci biomasy,
- duża powierzchnia składowania i trudności z transportem wynikające z małej gęstości nasypowej,
- trudności w utrzymaniu jakości paliwa na stałym poziomie,
- duża zawartość związków alkaicznych, takich jak: potas, fosfor, wapń, a w przypadku roślin jednorocznych duża zawartość chloru może prowadzić do narastania agresywnych osadów w kotle.

W przypadku barier ekonomicznych wymienić należy:

- koszty pozyskiwania jednostki masy,
- koszty transportu.

Bariery techniczne są związane z koniecznością zastosowania odpowiednich technologii i rozwiązań technicznych dla indywidualnego zużycowania biomasy. Większości tych problemów można uniknąć poprzez zwiększenie gęstości biomasy oraz poprzez technologie przetwarzania z węglem jako stabilizatorem procesu.

PRZETWARZANIE BIOMASY W ENERGETYCE ZAWODOWEJ

Biomasa jako ekologiczny surowiec energetyczny może być używana w dwojaki sposób:

- przez gospodarstwa rolne w celach grzewczych,
- spalana przez elektroenergetykę zawodową, w tym również w procesie współspalania z węglem.

Oprócz bezpośredniego spalania wysuszonej biomasy, energię pochodzącą z biomasy uzyskuje się również poprzez:

- zgazowanie – gaz generatorowy (głównie wodór i tlenek węgla), powstały ze zgazowania biomasy w zamkniętych reaktorach (tzw. gazogeneratorach), jest spalany w kotle lub bezpośrednio napędza turbinę gazową bądź silnik spalinowy, może być też surowcem do syntezy Fischera-Tropscha,
- fermentację biomasy, w wyniku której otrzymuje się biogaz, metanol, etanol, butanol i inne związki, które mogą służyć jako paliwo,
- estryfikację – biodiesel (Nadziakiewicz, Waclawiak, Stelmach, 2007).

Zobowiązania Polski w ramach pakietu klimatycznego czy też przyznawanie tzw. zielonych certyfikatów za współspalanie biomasy okazały się pozytywnym impulsem do jej wykorzystywania w skali przemysłowej. Oprócz nowoczesnych zakładów, biomasa jest stosowana również przez najstarsze elektrociepłownie, mimo niskiej sprawności wytwarzania, rzędu tylko 25%. Największym zainteresowaniem podmiotów krajowej energetyki cieszy się współspalanie jej z węglem w istniejących już kotłach energetycznych. Rozwiązanie to wydaje się najbardziej uzasadnionym sposobem wykorzystania biomasy w jednostkach wytwórczych dużej mocy. Pozwala ono zapewnić wysoką sprawność konwersji energii chemicznej zawartej w spalonym paliwie.

Do czynników sprzyjających popularności współspalania biomasy zaliczyć należy:

- mniejsze koszty inwestycyjne,
- efektywna realizacja procesu przy stosunkowo niewielkich modyfikacjach tradycyjnych układów kotłowych spalających węgiel,
- możliwość realizacji procesów w jednostkach o mocy od kilkuset kilowatów do kilkuset megawatów.

Niemniej jednak należy wspomnieć również o wadach takiego rozwiązania, do których zaliczyć można:

- konieczność wprowadzenia wężła homogenizacji mieszanki paliwowej,
- konieczność uzależnienia udziału wprowadzanej biomasy od organizacji procesu (Ścieżko, Zuwała, Pronobis, 2007).

W 2015 roku w Polsce funkcjonowało 45 instalacji współspalających biomasę. Spalany jest również biogaz, a także odpady z produkcji zwierzęcej i roślinnej (wytłoki z rzepaku, mączka zwierzęca).

Energetyka zawodowa w 2010 roku zużyła ponad 4,5 mln ton biomasy (47 PJ), z czego 3619 tys. ton na węglu kamiennym i 917 tys. ton na węglu brunatnym. Energetyka zużywa głównie biomasę pochodzenia leśnego w postaci zrębków leśnych oraz peletów. Produkcję i zużycie peletów w latach 2008–2013 przedstawia tab. 2. Moc osiągalna instalacji na biomasę w 2010 roku wyniosła ok. 134 MW i wzrosła ona o blisko 22% w stosunku do 2009 roku.

Tab. 2. Produkcja i zużycie peletu w Polsce w latach 2008–2013 (w tys. ton)

Wyszczególnienie/lata	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Zużycie peletu	160	230	300	470	380	350
Produkcja peletu	380	410	510	600	600	600

Źródło: opracowanie własne na podstawie „Bioenergy International” (2013, nr 1)

Dane przedstawione w tab. 2 wyraźnie pokazują, że krajowa produkcja w pełni zaspokaja popyt na pelet jako surowiec energetyczny. W 2010 roku z biomasy wytworzono 12,2 PJ ciepła oraz około 6305 GWh energii elektrycznej, w tym 5593 GWh w technologii współspalania. Wielkość produkcji energii elektrycznej z biomasy w Polsce w latach 2008–2012 przedstawia tab. 3.

Tab. 3. Produkcja energii elektrycznej z biomasy w Polsce w GWh

Wyszczególnienie/lata	2008	2009	2010	2011	2012
Produkcja energii elektrycznej z biomasy	3200	4907	5910	7157	9540

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych z Ministerstwa Gospodarki (2013)

Dane zamieszczone w tab. 3 wyraźnie wskazują na pozytywną tendencję w produkcji energii elektrycznej z biomasy w Polsce.

W 2015 roku w Polsce występowało kilka instalacji wytwarzających energię ze spalania jedynie biomasy. Były to między innymi ZE PAK w Koninie czy kocioł Spółki Tauron Jaworzno III. Największy w Polsce tego typu kocioł znajduje się w Elektrowni Połaniec. Zastosowana w nim jednostka, o mocy 205 MW, stanowi największy na świecie blok energetyczny opalany w 100% biomasą, pochodzącą ze zrębków drzewnych

(80%) i odpadów rolniczych (20%). Koszt inwestycji wyniósł około 1 mld zł. Blok jest w stanie wyprodukować energię, która wystarczałaby na zasilenie 600 tys. gospodarstw domowych i odpowiada za około 25% krajowej produkcji prądu z paliwa biomasowego. Inwestycja umożliwiła obniżenie emisji dwutlenku węgla o ponad 1,2 mln ton rocznie.

Przy omawianiu przemysłowego wykorzystywania biomasy w Polsce warto wspomnieć o kilku ważnych faktach. W przypadku praktycznego spalania biomasy bilans CO₂ jest znacznie mniej korzystny niż wynikało to z obliczeń teoretycznych, ze względu na emisje w trakcie produkcji (np. przeróbki na pelety) oraz transportu biomasy. Według badań Princeton University wykorzystanie biomasy do celów energetycznych dopiero zbilansuje emisję CO₂ do zera po około 100 latach.

Według danych Polskiej Izby Biomasy, polityka państwa dąży do silnego wspierania wykorzystywania biomasy. Powoduje to wzrost cen i straty dla innych gałęzi przemysłu, np. produkcji z drewna. Konsekwencją wysokich cen krajowego surowca jest wysoki poziom importu biomasy ze wschodu, sięgający 85%. Przykład może stanowić elektrociepłownia Veolia Energia Łódź, która importuje biomasę w postaci zrębek drzewnych z Republiki Komi (Rosja), przewożąc co miesiąc około 7 tys. ton zrębków na odległość ponad 7 tys. km. Oznacza to co najmniej dwa składy pociągów dziennie. Niektóre elektrownie importują np. łuskę słonecznikową z Ukrainy czy łupiny orzechów olejowca gwinejskiego z odległej Malesji. Brak nowelizacji ustawy o OZE powoduje, że biomasa nie jest certyfikowana. Oznacza to, że nie ma pewności, czy deklarowane ilości są wykorzystywane w procesie współspalania. Ponadto w związku z brakiem odpowiedniej wentylacji linii technologicznych podczas współspalania dochodzi do wielu pożarów i wybuchów, w tym z ofiarami śmiertelnymi.

Równocześnie znaczna część polskiej biomasy jest eksportowana i spalana przez elektrownie niemieckie. Import polskiego drewna do Niemiec osiągnął w 2012 roku poziom 1,17 mln ton, podczas gdy jeszcze kilka lat wcześniej było to przeciętnie około 150 tys. ton rocznie. Taka sytuacja jest wynikiem dopuszczania do spalania w elektrowniach i elektrociepłowniach niemieckich drewna pełnowartościowego i takie jest importowane z Polski. W Polsce spalanie drewna pełnowartościowego zostało zakazane po protestach branży drzewnej wskazującej na wzrost cen drewna spowodowany rosnącym popytem generowanym przez branżę energetyczną.

ZAKOŃCZENIE

Za wykorzystywaniem biomasy jako odnawialnego źródła energii w przemyśle przemawia wiele argumentów. Przesłanki odwołujące się do ograniczenia emisji CO₂ do atmosfery czy też racjonalizacji w wykorzystywaniu nieużytków i odpadów należy uznać za jak najbardziej uzasadnione. Jednak przemysłowe korzystanie z biomasy, podobnie jak w przypadku energetyki wiatrowej, nie wiąże się z samymi korzyściami. Mając na uwadze korzyści ekologiczne, należy wziąć pod uwagę również względy ekonomiczne czy bezpieczeństwa, które nie powinny na tym ucierpieć. Sens importowania taniego i niskiej jakości surowca energetycznego ze znacznych odległości, przy jednoczesnym eksporcie biomasy wysokiej jakości z własnych zasobów, wydaje się tutaj wielce dyskusyjne. Nie bez znaczenia jest również niekorzystny wpływ na inne gałęzie przemysłu.

Jedną z sensowych dróg poprawy kłopotliwej sytuacji może stanowić skuteczne prawodawstwo, mogące przyczynić się do ograniczenia patologicznych zjawisk.

Literatura

References

- ARiMR (2016, 20 grudnia). Dane Agencji Restrukturyzacji i Modernizacji Rolnictwa. Pozyskano z <http://www.arimr.gov.pl/>
- Bartoszewicz-Burczy, H. (2012). Potencjał i energetyczne wykorzystanie biomasy w krajach Europy Środkowej. *Energetyka*, 7.
- Bartoszewicz-Burczy, H., Mirowski, T., Kalawa, W., Sajdak, W. (2010). *Study on biomass trade in Poland*. Raport projektu 4 Biomass.
- Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2009/28/WE z dnia 23 kwietnia 2009 r. w sprawie promowania stosowania energii ze źródeł odnawialnych. Pozyskano z <https://www.ure.gov.pl/pl/prawo/prawo-wspolnotowe/dyrektywy/4925,DzU-UE-L-0914016.html>
- Grzybek, A. (2012). *Słoma – wykorzystanie w energetyce ciepłej*. Falenty: Instytut Technologiczno-Przyrodniczy.
- Jasiulewicz, M. (2010). *Badanie potencjału biomasy na poziomie regionalnym i lokalnym*. Koszalin.
- Kołodziej, B., Matyka, M. (2012). *Odnawialne źródła energii, rolnicze surowce energetyczne*. Warszawa: Powszechne Wydawnictwo Rolnicze i Leśne.
- Kuś, J., Faber, A. (2009). *Produkcja roślinna na cele energetyczne a racjonalne wykorzystanie rolniczej przestrzeni produkcyjnej Polski*. I Kongres Nauk Rolniczych Nauka – Praktyce, Puławy: Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa.
- Lisowski, A. (red.) (2010). *Technologie zbioru roślin energetycznych*. Warszawa: Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego.
- Nadziakiewicz, J., Waclawiak, K., Stelmach, S. (2007). *Procesy termiczne utylizacji odpadów*. Gliwice: Wydawnictwo Politechniki Śląskiej.
- Podkówka, W., Podkówka, Z., Kowalczyk-Juško, A., Pasyniuk, P. (2012). *Biogaz rolniczy, odnawialne źródło energii. Teoria, praktyczne zastosowanie*. Warszawa: Powszechne Wydawnictwo Rolnicze i Leśne.
- Szczukowski, S. (2011). *Wieloletnie rośliny energetyczne*. Warszawa: Oficyna Wydawnicza Multico.
- Szczukowski, S., Tworowski, J., Stolarski, M. (2004). *Wierzba energetyczna*. Kraków: Plantpress.
- Ścieżko, M., Zuwała, J., Pronobis, M. (2007). *Współspalanie biomasy i paliw alternatywnych w energetyce*. Zabrze-Gliwice: Wydawnictwo Instytutu Chemicznej Przeróbki Węgla Politechniki Śląskiej.
- Tokarska, E., Kościelska-Chmurko, M. (2004). *Biomasa i biopaliwa – zasoby i wykorzystanie w energetyce*. Warszawa: Gea.

Krzysztof Sala, dr, adiunkt, Instytut Politologii Uniwersytetu Pedagogicznego w Krakowie. Absolwent międzynarodowych stosunków gospodarczych (specjalność studia europejskie) na Uniwersytecie Ekonomicznym w Krakowie (studia magisterskie), zakończonych dyplomem na podstawie pracy „Realizacja polityki ekorozwoju w krajach skandynawskich”, podyplomowych studiów w zakresie zarządzania jakością i ochroną środowiska w Wyższej Szkole Zarządzania i Bankowości w Krakowie oraz Kolegium Zarządzania i Finansów Szkoły Głównej Handlowej w Warszawie, zakończone uzyskaniem tytułu doktora nauk ekonomicznych na podstawie rozprawy „Nowe rodzaje turystyki jako przejaw postmodernizmu zachowań konsumenckich w Polsce”. Wieloletnie doświadczenie w praktyce gospodarczej na różnych stanowiskach zawodowych, w tym stanowiskach menedżerskich. Doświadczenie w pracy naukowo-dydaktycznej zdobyte na uczeniach publicznych i prywatnych. Udział jako trener w szkoleniach finansowanych z UE w ramach programu „Kapitał Ludzki” z zakresu dotyczącego szeroko rozumianej turystyki i zarządzania. Do głównych obszarów zainteresowań zalicza politykę gospodarczą i turystyczną Polski i Unii Europejskiej, przedsiębiorczość w sektorze małych i średnich firm oraz zarządzanie strategiczne.

Krzysztof Sala, Ph.D., Research Assistant, Institute of Political Science Pedagogical University of Cracow. He has graduated of International Economic Relations (specialisation European Studies) at the Cracow University of Economics (MA) with a paper entitled Implementation of the policy of sustainable development in the Nordic countries, postgraduate studies in the field of quality management and environmental protection at School of Management and Banking in Krakow and the College of Management and Finance School of Economics in Warsaw, leading to a doctoral degree in economic sciences for the thesis New types of tourism as

a manifestation of postmodern consumer behavior in Poland. He is experienced in business, including managerial positions. He has experience in research and academic work gained at public and private universities. The main areas of his interest include economic policy and tourism of Poland and European Union, entrepreneurship in small and medium-sized businesses, and strategic management.

Adres/address:

Wydział Humanistyczny
Instytut Politologii
Katedra Ekonomii i Polityki Gospodarczej
ul. Podchorążych 2, 30-084 Kraków, Polska
e-mail: krzysztofosal@onet.pl