

BIOMASA KONTRA ROLNICTWO

Andrzej Roszkowski

Instytut Budownictwa, Mechanizacji i Elektryfikacji Rolnictwa w Warszawie

Streszczenie. Kryzys energetyczny. Czynniki ograniczające i uwarunkowania energetycznego wykorzystania biomasy rolniczej i leśnej. Konkurencyjność żywności, ograniczenia powierzchni rolniczych, zmiany cen. Biomasa organiczna jako źródła energii cieplnej, elektrycznej, surowce dla wytwarzania biopaliw, doskonalenie technologii, uwarunkowania środowiskowe. Prognozy ilościowe w krajach UE 27 i RP. Energetyczne perspektywy biomasy, węgla, energii jądrowej i wodoru.

Słowa kluczowe: kryzys energetyczny, biomasa organiczna rolnicza, leśna i odpadowa, przetwarzanie biomasy, rynki żywności i energii, ograniczenia obszarowe, uwarunkowania przyrodnicze, nowe technologie, biopaliwa I-ej i II-ej generacji, biogaz, biorafinerie

Wstęp

Wszystkie dostępne źródła analityczne wskazują na wysokie prawdopodobieństwo wystąpienia kryzysu energetycznego, a obserwowane różnice dotyczą tylko terminu jego wystąpienia i spodziewane są w ciągu najbliższych 15-25 lat [Kopetz i in. 2007; Ramsay 2007; Roszkowski 2007]. Większość analiz wskazuje na niekorzystne zmiany klimatyczne powodowane m. in. wzrostem zużycia energii, co skutkuje zwiększoną emisją GHG do atmosfery. W rezultacie średnia temperatura do roku 2030 wzrośnie prawdopodobnie o 1°C przy jednoczesnym nasileniu się zjawiska deficytu wody, decydującego w znacznym stopniu o plonach rolniczych [Lapillone 2007; Ramsay 2007]. Wzrost liczby ludności świata z równoczesnym podniesieniem się PKB, zwłaszcza w takich krajach jak Chiny i Indie (37% ludności świata) jest przyczyną wydatnego zwiększania się potrzeb żywnościowych, w tym i produktów wysoko przetworzonych, co wymaga większych ilości energii i wody. Oprócz energii nuklearnej i dużych, choć ograniczonych zapasów węgla, realnym źródłem energii może być biomasa organiczna (rolnicza, leśna i większość odpadów bytowych, przetwórczych i komunalnych). Intensywne wykorzystanie biomasy rolniczej jest w większości przypadków przeciwstawne rolnictwu będącemu dotychczas głównym producentem żywności [BOOT i in. 2007; Petersem 2007].

Rolnictwo jako producent żywności i energii

Rolnictwo nie wytwarza energii – konieczna jest konwersja biomasy jako głównego energetycznego produktu rolniczego. Energetyczne wykorzystywanie rolniczej przestrzeni produkcyjnej jest przyczyną niebezpieczeństwa zakłóceń na rynkach żywnościowych, czego wskaźnikiem jest m.in. obserwowany wzrost cen żywności. Biomasa dostarcza

świata 14% energii, w krajach rozwijających się 33%, ale w krajach rozwiniętych jest to tylko 2-3%. Ceny wszystkich zbóż w końcu 2007 r. były 2-2,5 krotnie wyższe niż na początku roku i były najwyższe od 35 lat. W USA, których udział w eksporcie zbóż wynosi około 70%, cena kukurydzy wzrosła o 50%. Z 200 kg ziarna kukurydzy można otrzymać tylko 50 l bioetanolu. Wskutek wzrostu cen energii i żywności, a także i inflacji, w ostatnich 3 latach ceny żywności zwiększyły się o przeszło 80%. Całkowita ilość ziarna na świecie wzrasta rocznie o 20 Mt, a zapotrzebowanie na ziarno do samego bioetanolu, począwszy od 2005 r., wynosi 120 Mt. W 2007 r. zapotrzebowanie Chin stanowiło o 2/3 popytu na paliwa transportowe. Dlatego Chiny wprowadziły zakaz wykorzystywania produktów żywnościowych jak np. kukurydzy do wytwarzania biopaliw. W tym celu można używać tylko produktów nie mających cech żywności. Dziesięć krajów UE odłożyło obowiązek dodawania biokomponentów. W części krajów UE rozwija się koncepcja importu, a nie własnej, wyraźnie droższej ze względu na warunki, produkcji. Polska nie jest zwolennikiem takiego stanowiska (importu).

Produkcja rolnicza na cele energetyczne powinna być optymalizowana pod względem maksymalizacji efektywności energetycznej, a nie cech jakościowych dominujących w konwencjonalnym wytwarzaniu żywności i pasz. Wskutek aktualnych uwarunkowań ekonomicznych i legislacyjnych rynki energii zaczynają „kierować” rynkami rolniczymi. Takie tendencje potencjalnie zagrażają stosunkom białko-energia w produktach roślinnych. Równie istotne znaczenie ma ograniczenie emisji GHG, pomimo różnic poglądów dotyczących istotności ich wpływu na klimat Ziemi. W projekcie postanowienia komisji UE z końca stycznia 2007 przewiduje się, że emisja GHG w przeliczeniu na CO₂, powinna stanowić maksimum 35% emisji analogicznego produktu wytwarzanego z udziałem energii paliw kopalnych (gazu). Wskaźnika tego nie spełnia np. bioetanol z ziarna kukurydzy produkowany w USA ani biodiesel z oleju palmowego. Wzrost cen paliw konwencjonalnych stwarza warunki ekonomiczne do produkcji biopaliw, zwłaszcza bioetanolu. W efekcie tych zmian cena biodiesla w przeciągu roku 2007 wzrosła do 1440 \$·t⁻¹ (dwukrotnie), a zwykły ON do 840 \$·t⁻¹.

W USA w latach ubiegłych dopłaty do 1 litra bioetanolu z kukurydzy wynosiły 0,15\$, biodiesla z soi i tłuszczów - 0,25\$ i do biodiesla z olejów przepracowanych - 0,1\$. Dotacje USA do bioetanolu w 2006 r. wynosiły 7 miliardów \$. Wskutek naruszania zasad konkurencyjności EU wprowadza cła karne na dotowany BD z USA. Dodatkowym bodźcem zwiększającym konkurencyjność biopaliw jest powstanie rynku (handlu) emisjami węgla, co pociąga za sobą ceny „rolnicze”. Ale podnoszenie cen rolniczych jest wydatnie wolniejsze od tempa wzrostu cen energii, wskutek czego rolnictwo narażone jest na potencjalne straty. Wg OECD 10% paliw transportowych, których potrzebuje UE wymagałoby wykorzystania ok. 70% rolniczej przestrzeni produkcyjnej (USA, Brazylia i Kanada odpowiednio 30%, 3% i 0,3%).

Decyzje produkcyjne dotyczące energetycznych upraw rolniczych obecnie podejmowane są z wykorzystaniem rezultatów niepełnych analiz energetycznych i ekologicznych, często pod wpływem zmiennych uregulowań ekonomicznych (system dotacji). Prognozy na rok 2015-2020 uznają za w pełni zasadny wzrost cen żywności o 20÷50.

Do zalet energii z produkcji rolniczej dość powszechnie zalicza się dywersyfikację źródeł zaopatrzenia i redukcję emisji GHG oraz potencjalną możliwość przyspieszenia postępu technologicznego i technicznego. Dążenie do pozyskania tanich surowców i produktów

(oleje roślinne, drewno, bioetanol) wywołują tendencje powrotu do rolnictwa przemysłowego, pogarszają bioróżnorodność, a w pewnych przypadkach mogą zwiększać poziom emisji GHG w atmosferze (trzcina cukrowa, olej palmowy). Obecny poziom produkcji rolniczej limitowany dostępnością przydatnych rolniczo obszarów i wody wskazuje na brak terenów dla rozwoju rolnictwa energetycznego w dotychczasowym konwencjonalnym (tradycyjnym) rozumieniu. Programowane czy planowane ilości biomasy pochodzenia rolniczego i leśnego w większości zakładają uzyskiwanie nierealnych pod względem przyrodniczym wielkości średnich plonów suchej masy. W literaturze plony energii z biomasy roślinnej szacowane są na 54-330 GJ z ha na rok. W rzeczywistości uzyskanie 15 MJ kg⁻¹ s.m. netto, co odpowiada plonowi brutto ok. 180÷190 GJ/ha jest dobrym wynikiem. Analiza kilkuletnich danych wykazuje, że średnie plony biomasy w UE są mniejsze o 25-55% od najwyższych średnich plonów tych samych kultur w tym samym przedziale czasowym. Zasoby wody gruntowej, świeżej to 10,5 Mkm³ stanowiących tylko 0,76% wody na świecie – reszta to wody słone. Nawadnianie pozwala na zwiększenie plonów zbóż o 0,8 t na 1 m³ wody, ale produkcja 1 litra biopaliwa wymaga użycia około 3000 litrów wody. Opłacalna produkcja energii w zrównoważonym rolnictwie o charakterze tradycyjnym wymaga intensywnych, przemysłowych technologii, zapewniających uzyskanie plonów 8-12 t s.m. z hektara rocznie. Przeprowadzone w UE obliczenia symulacyjne zakładające uzyskanie 25% paliw transportowych z biomasy wykazały jednoczesny wzrost zużycia nawozów o 40%. Produkcja na obszarach odłogowanych, o niskiej produktywności 2-5 t s.m. ha⁻¹ jest nieopłacalna energetycznie i ekonomicznie (kosztowo).

Biomasa rolnicza i leśna jako źródła energii cieplnej i elektrycznej

Technologie wykorzystanie biomasy do przetwarzania jej na energię cieplną i elektryczną należą obecnie do najtańszych i najbardziej przyjaznych dla środowiska. W tym przypadku ograniczeniem jest wielkość dostępnej bazy surowcowej (głównie drewno z lasów naturalnych i SRC) oraz konieczność wszechstronnego uwzględnienia transportu (paliwa, emisje, koszty). Spalanie biomasy w różnych formach to podstawowa historycznie forma jej wykorzystania. Przy rozpowszechnionym współspalaniu biomasy z węglem najbardziej efektywna jest biomasa z drewna. W UE i RP przewiduje się uzyskanie do 2025 r. 21% energii elektrycznej z biomasy. Analiza dotychczasowych metod energetycznego wykorzystywania zasobów biomasy leśnej pozwala wyłącznie na potwierdzenie potencjału ich wysokiej wartości energetycznej. Główną właściwością lasów jest ich wartość przyrodnicza, zachowanie której wymaga „zrównoważonej hodowli”. Pozwala to tylko na bardzo ograniczone użytkowanie pozostałości zrębowych, których zabieranie istotnie zuboża zasoby siedliska, chociaż zmniejsza zagrożenia pożarowe. Z lasów UE uzyskuje się rocznie około 420 Mm³, ale drewno opałowe stanowi tylko około 12-13%, a reszta przeznaczona jest do przerobu przemysłowego, zwłaszcza na papier i opakowania.

Za najbardziej sprawne pod względem efektywności energetycznej uważane są procesy pozyskiwania ciepła ze spalania określonych rodzajów biomasy, zwłaszcza cechujących się względnie małą wilgotnością (słoma, miskantus, wierzba, drewno opałowe – suszone „naturalnie”). Niezależnie od sposobu konwersji na energię cieplną zawartość wody w biomacie wydatnie obniża ilość pozyskiwanej energii użytecznej. Z uwagi na znaczenie energii elektrycznej i dominujące w UE, a zwłaszcza w Polsce (96%) technologie jej wytwarzania

przede wszystkim z węgla, zastosowanie współspalania węgla z biomasą jest obecnie podstawową formą jej wykorzystania energetycznego. Pomimo, że udział biomasy w układach współspalania z węglem ze względów technicznych, wynosi na ogół nie więcej jak 5-10% (sporadycznie do 20%) i z reguły nieznacznie obniża sprawność przemian cieplnych, zapotrzebowanie energetyki przemysłowej na biomasę przewyższa możliwości jej wyprodukowania i dostarczenia. Uzyskiwane wyniki są uzależnione od ilości i wartości opałowej, będącej z reguły odzwierciedleniem wilgotności biomasy oraz rodzaju instalacji paleniskowej. Ograniczenia techniczne wynikają z niedostosowania układów rozdrabniających i podających paliwo i samej instalacji kotła do właściwości biomasy. Przy współspalaniu biomasy o wilgotności do 15% z 10% udziałem masowym sprawność kotłów i standardy emisyjne nie ulegają istotnym zmianom. W kotłach fluidalnych udział „dobrej jakościowo” biomasy może dochodzić do 20% [Szymanowicz 2007]. Użycie biomasy, zwłaszcza o gorszych parametrach wilgotnościowych, powoduje obniżenie sprawności (wzrost strat wylotowych i zwiększenie emisji NO_x). Zwraca uwagę niska efektywność utylizacji energetycznej biomasy z lasów naturalnych powodowana ograniczoną ilością (4-7 m³ z 1 ha rocznie). Przyczyną obniżonej efektywności jest konieczność ponoszenia nakładów na transport biomasy o niskiej koncentracji energii, a także wzrost zużycia energii na przygotowanie biomasy do spalania (rozdrabnianie, usterki funkcjonalne konwencjonalnych urządzeń węglowych). Pomimo tych i innych niedogodności w pozyskiwaniu biomasy energetycznej z lasów naturalnych paliwo to jest preferowane przez energetykę przemysłową ze względu na swoje właściwości technologiczne. Wysokie zapotrzebowanie na energetyczną biomasę z lasów naturalnych spowodowało także dążenie do administracyjnych form ograniczeń jego pozyskiwania w Europie, a w USA tendencję do preferowania uprawy topoli, dość niechętnie przyjmowanej w Europie. Podstawowym czynnikiem wymuszającym na energetyce przemysłowej zainteresowanie spalaniem biomasy jest ekonomiczny nacisk na ograniczenie emisji gazów szklarniowych („zielona energia”, „zielone certyfikaty”). Wyłączne użycie biomasy z drewna pozwala na redukcję emisji GHG nawet o 70%, a spalanie słomy i siana (i podobnych technologicznie) o 65-75 %. Ze względu na relatywnie wysoki poziom zinwentaryzowanych zapasów węgla (nie tylko w Polsce) oraz bardzo długi okres amortyzacji elektrociepłowni węglowych, węgiel pozostanie jeszcze przez wiele lat głównym źródłem przemiany energii cieplnej w elektryczną. Podejmowane dotychczas próby budowy elektrociepłowni wykorzystujących wyłącznie biomasę wykazały konieczność ponoszenia bardzo wysokich nakładów nie tylko na urządzenia techniczne, ale także na niezbędny transport biomasy z dużych odległości, niejako wymuszonych wielkością niezbędnych powierzchni uprawy i ich „gęstością”. Zapotrzebowanie elektrowni o mocy znamionowej 1 MW na biomasę wynosi 5000 tsm, co może być uzyskane z areалу co najmniej 500 ha. Przy 10 % „gęstości” upraw energetycznych oznacza to powierzchnię 50 km kwadratowych.

Wymienione ograniczenia nie wpływają na technologiczną przydatność biomasy do wytwarzania ciepła (spalania) w instalacjach grzewczych małej mocy. W tych zastosowaniach czynnikami warunkującymi powszechność użycia są koszty „energetyczne” i finansowe dodatkowych operacji zwiększających koncentrację energii w jednostce masy (peletowanie, brykietowanie, zrębkowanie z suszeniem). Rozdrabnianie, peletowanie i brykietowanie wymaga odpowiednio 0,5-1,0; 25-30 i 30-40 kWh·t⁻¹, w zależności od rodzaju i cech biomasy. Pelety z biomasy, zwłaszcza z drewna są bardzo rozpowszechnio-

nym rodzajem opału w krajach północnej Europy [Kopetz i in. 2007; Comission 2007]. Zapotrzebowanie UE na pelety szacowane jest w r. 2020 na 50-80Mt co odpowiada 20-32 Mtoe.

Biomasa rolnicza jako surowce do wytwarzania biopaliw

Ocenia się, że połowa popytu na ropę naftową wywoływana jest zapotrzebowaniem na paliwa transportowe. Aktualna sytuacja i spodziewane zmiany na rynku tych paliw zwiększają naciski na wykorzystanie surowców roślinnych do wytwarzania paliw transportowych. W latach 2000-2007 globalna produkcja biopaliw wzrosła 3 krotnie, ale i tak stanowi to tylko niespełna 3% paliw [Aare 2007; Doornbosch i in. 2007]. Przy wytwarzaniu biopaliw transportowych koszty surowca stanowią ok. 40-50% nakładów (trzcina w Brazylii 37%, buraki w UE 34%), a udział niezbędnych nakładów energii szacowany jest na 20-25%. Technologie wytwarzania paliw I-ej generacji (biodiesel i bioetanol) są uznawane za nie perspektywiczne, a technologie II-ej generacji za nie w pełni dopracowane. Bioetanol II-ej generacji jest wytwarzany na drodze biochemicznej przez konwersję enzymatyczną celulozy i hemicelulozy do cukrów, hydrolizę cukrów i fermentację do alkoholu. Biopaliwa II-ej generacji o cechach etanolu lub oleju napędowego (BTL – Biomass To Liquid) otrzymuje się także w procesach termochemicznych przez gazyfikację pirolityczną biomasy do gazu syntetycznego (syngaz) i syntezę paliwa w modyfikowanym procesie Fishera-Tropscha. Wytwarzanie biopaliw z olejów i tłuszczów poprzedzane jest procesem ich uwodorniania. Doświadczalne wytwórnie BTL już istnieją. Produkcja biopaliw na świecie pomimo silnych tendencji wzrostowych jest bardzo niewielka – tylko w Brazylii bioetanol z trzciny cukrowej stanowi 40% paliw płynnych, ale w UE i USA to tylko 3-5%. Bioetanol to 90% biopaliw w USA i Brazylii, a biodiesel to 88% biopaliw w UE. UE zakłada docelowo pozyskanie jednej czwartej do jednej trzeciej paliw z biomasy ze względu na bezpieczeństwo energetyczne, a w roku 2010 udział ten ma stanowić 10%. W UE bioetanol stanowi tylko ok. 20% biopaliw i wytwarzany jest głównie z buraków i pszenicy [Kopetz 2007]. Handel międzynarodowy jest jeszcze w fazie początkowej i nie przekracza 4% ogólnej produkcji. UE chroni swój rynek 45% cłem importowym, ale część krajów wspólnoty, mająca ograniczone powierzchnie uprawy, domaga się zniesienia takiej ochrony, a podobne stanowisko zajmuje i WTO. Uzyskanie przemiany celulozy z biomasy roślinnej w płynne i gazowe formy energii, bez konwencjonalnej fermentacji, jest „świętym Graalem” biosyntezy paliw – potencjalnie może umożliwić wykorzystanie ziem marginalnych do produkcji upraw wieloletnich, cechujących się mniejszym zapotrzebowaniem energii, co pozwoliłoby na produkcję biomasy na ok. 20% powierzchni użytków rolnych. Praktyczne zastosowanie hydrolizy enzymatycznej jest dotychczas ograniczane wysokimi cenami enzymów [Babcock 2007; Schmer i in. 2007]. Proces hydrolizy jest „samoczynnie” hamowany przez powstające cukry, które powinny być jednocześnie fermentowane do alkoholu. Takie reakcje, będące zarazem scukrzaniem i fermentacją (SSF), są obecnie najbardziej wydajnym procesem (technologią). Nierozwiązanym zagadnieniem jest dobór termicznych warunków procesowych – obecne enzymy wymagają temperatury 50-55°C, a drożdże fermentacyjne 30-40°C. Polepszenie obecnie niezadowolającej jeszcze efektywności energetycznej procesów określanymi mianem II-ej generacji uważane jest za możliwe przez energetyczne wykorzystanie w procesach technologicznych produktów ubocznych

(np. wytloki z trzciny lub rzepaku). W USA ceny bioetanolu z celulozy szacowane są na 2,5 \$ za galon, a z konwencjonalnego etanolu z ziarna kukurydzy na 1,65\$ za galon. Priorytetem krajowych producentów paliw są nie biokomponenty (którymi głównie zainteresowane jest rolnictwo), a samoistne B100, E85 i E100. Złe przygotowanie wniosku do Brukseli w połowie 2007 r spowodowało brak zatwierdzenia akcyzy na czysty ester 1 gr l⁻¹ (obecnie 20 gr) i zwolnienie z opłaty 10 gr l⁻¹ – razem byłoby taniej o ok. 30 gr l⁻¹ od ON. Wskutek tego produkcja biodiesla w kraju jest obecnie nie opłacalna. Podobnie niemiecki Petrotec z końcem 2007 r. zawiesił produkcję biodiesla ze względu na wprowadzenie podatków [Petersem 2007; Polasky 2007]. W Polsce Narodowy Cel wskaźnikowy w ORLENIE będzie realizowany w oparciu o dostawy bioetanolu z Petrotec (Niemcy) i PHP Wawrzyniak, a w zakresie estrów z wytwórni własnej w Trzebini i Wrocławiu. Krajowa Izba Biopaliw przewiduje na 2008 r produkcję 350 tys.t estrów metylowych i 250 tys. t bioetanolu. Możliwości produkcyjne gorzelni krajowych są dużo wyższe. W roku 2003 UE wytworzyła ok. 2 Mt, a w r. 2007 ok. 10 Mt, głównie dzięki różnym dotacjom i ulgom podatkowym, ale przez UE zużyto tylko 9 Mt. Obecnie w UE tylko ok. 2% paliw transportowych pochodzi z biomasy [Agricultural 2006; Biofuels 2006].

Perspektywiczne sposoby wykorzystania biomasy jako źródeł energii

Większość aktualnych opracowań uznaje, że energetyczne i racjonalne wykorzystanie potencjalnych zasobów rolnictwa wymaga dopracowania technologii umożliwiających całościowe, „globalne” wykorzystanie produktów rolniczych z uwzględnieniem produktów dodatkowych (np. słomy) i odpadowych (gnojowica, osady ściekowe) z ewentualnym wykorzystaniem biogazu [Amon 2007; Holm-Nielsen 2007]. Wytwarzanie biogazu z surowców roślinnych i odpadowych w części krajów UE nabiera coraz większego znaczenia. Nie rozwiązany dotychczas problemem są wysokie „koszty zbioru” odpadów organicznych oraz ograniczenie do 25-30% ilości biomasy dodatkowej (słoma) możliwej do zebrania ze względu na ujemne skutki dla warstw uprawnych. W roku 2006 biogaz stanowił równowartość energetyczną 6 Mtoe z propozycjami wzrostu do 12-15 Mtoe w r.2020. Biogaz traktowany jest głównie jako lokalne źródła energii dla CHP, ale z perspektywami dodawania (mieszania) go do europejskich sieci GN jako składnika obniżającego emisję GHG. W kraju działa obecnie jedna biogazownia Poldanor w PawłóWKu k/Słupska, a w trakcie przygotowania do uruchomienia jest biogazownia Agrogaz – Kulczyk w Liszkowie działająca przy gorzelni rolniczej, która ma wytwarzać energię elektryczną (2,1 MW).

Podsumowanie i wnioski

1. Dobór i technologie produkcji upraw energetycznych powinny uwzględniać specyfikę, ograniczenia i wymagania środowiskowe określonego kraju czy regionu (tylko 7-8 krajów UE, w tym i Polska, dysponuje „wolnymi energetycznie” powierzchniami produkcyjnymi, pod warunkiem uwzględnienia cen na światowym rynku zbóż). Udział energii odnawialnej w ogólnym zużyciu energii pierwotnej przez RP w roku 2005 wg różnych źródeł oficjalnych wahał się od 5,42% do 7,2%, a osiągnięcie w roku 2020 udziału 20% jest uważane za nierealne. Możliwa wielkość tego udziału szacowana jest

na 11-13%. Za właściwe kryterium należy uznać możliwości kraju, a nie odniesienie do PKB, jak zakładają to obecnie organa UE. Również swobodny handel na terenie UE zielonymi certyfikatami grozi wykupieniem ich przez państwa najbogatsze (cena 100 €·t⁻¹ CO₂), tym bardziej, że dopuszczalny dla Polski limit emisji został obniżony o ok. 1/3 zgłoszonych potrzeb. Polska proponuje dopuszczenie handlu „zielonymi certyfikatami” dopiero po uzyskaniu docelowego poziomu emisji GHG zakładanego na rok 2020 oraz utrzymania bazowych limitów emisyjnych z 1988 r. (rok akcesji Polski do UE).

2. Produkcja biomasy powinna być rozwinięciem (pochodną) aktualnych, zrównoważonych technologii rolniczych i leśnych. Posiadane zasoby naturalne nie powinny być umniejszane przez komercjalizację produkcji biomasy. Za podstawowe warunki ograniczające uważane są powszechnie dostępność powierzchni uprawnych i uzyskiwane wydajności. W warunkach UE za realistyczny uważany jest 11-13% udział biopaliw w rynku paliw transportowych. Wg danych UE i USA obecnie z powierzchni 1 ha rzepaku można uzyskiwać około 1300 l biodiesla, około 3500 l bioetanolu z ziarna kukurydzy i pszenicy, 6000 l z trzciny cukrowej i do 9500 l bioetanolu z celulozy. W przypadku wystąpienia długookresowej tendencji utrzymywania się wysokich cen ropy i gazu należy liczyć się z dużym prawdopodobieństwem konkurencyjności ropy z piasków i łupków (cena „graniczna” kosztów wydobycia wynosiła 30-40 \$ za baryłkę ropy) i węgla (cena „graniczna” 40-45 \$), a w dalszej perspektywie także wodzianów metanu i Hel.

Bibliografia

- Aakre D.** 2007. Biofuels Industry and Impacts on Agriculture. Dostępny w internecie: <http://www.ag.ndsu.nodak.edu/aginfo/farmmgmt/farmmgmt.htm>
- Amon T.** 2007. Potential of Biogas Production from Sustainable Biorefinery Concepts Universität für Bodenkultur, Wien 30.05.2007. Dostępny w internecie: <http://www.forum-biogas.net>
- Babcock B.** 2007. The Long-Run Impact of Corn-Based Ethanol on the Grain, Oilseed, and Livestock. Presented at the Iowa Pork Congress, Des Moines, IA January 25, 2007.
- Booth E., Bell J., Mc Govern R., Hodsman L.** 2007. Review of the Potential for On Farm Processing of Various Non Food Crop Products National Non Food Crops Centre, May 2007 s. 117.
- Doornbosch R., Steenblik R.** 2007. Biofuels: is the cure worse than the disease? Round Table on Sustainable Development OECD Paris, 11-12 September 2007. SG/SD/RT(2007)3.
- Holm-Nielsen J.B.** 2007. The future of biogas in Europe: Vision and Targets 2020. University of Southern Denmark, Esbjerg, 14-16. June 2007. www.sdu.dk/bio & www.acabs.dk
- Kopetz H., Jossart J. M., Ragossnic H., Metschina C.** 2007. European Biomass Statistics 2007. AEBIOM. Bruksela. s. 73.
- Lapillonne B.** 2007. Energy efficiency: Striking the Balance The energy Future in an Interdependent World Roma 12-15 November 2007.
- Petersen J.E.** 2007. Umweltfreundliche Bioenergieproduktion: Analysen und Strategien auf EU-Ebene; Berlin, 10. Dezember 2007. Dostępny w internecie: http://reports.eea.europa.eu/eea_report_2006_7/en
- Polasky S.** 2007. Bioeconomics of Biofuels: Environmental and Economic Consequences of Shifting Towards Renewable Biomass for Energy. Dostępny w internecie: www.ecosystemresearch.org/2007%20Meeting

- Ramsay W.** 2007. Security of energy supply in the European Union International Energy Agency. Melnik. 31 maj 2007.
- Roszkowski A.** 2007. Technika rolnicza a GMO. Inżynieria Rolnicza. Nr 8(96). Kraków. s. 219-224.
- Roszkowski A.** 2007. Energia a rolnictwo. Materiały IX Konferencji Naukowej Teoretyczne i Aplikacyjne problemy Inżynierii Rolniczej. 19-22.06.07 Wrocław-Polanica. s. 261-262.
- Schmer M. R. , Vogel K. P., Mitchell R. B., Perrin R. K.** 2007. Net energy of cellulosic ethanol from switchgrass Edited by Pamela A. Matson, Stanford University. Stanford, CA.
- Szymanowicz R.** 2007. Wytwarzanie energii odnawialnej w procesie wspólnego spalania biomasy i węgla. Biuletyn Naukowo-Techniczny Zakładów Pomiarowo-Badawczych Energetyki. Nr 5. s. 741-748.
- Agricultural Market Impacts of Future Growth in the Production of Biofuels OECD Papers. 2006. vol. 6, no. 1, pp. 1-5. Dostępny w internecie: www.oecd.org/dataoecd/58/62/36074135/
- Biofuels in the European Union. 2006; A vision for 2030 and beyond. Final draft of the Biofuels Research Advisory Council.
- Commission of the European Communities. 2007. Commission Staff Working Document EU Energy Policy Data Brussels. 10.10.2007. SEC(2007) 12.

BIOMASS VERSUS AGRICULTURE

Abstract. Energy crisis. Limiting factors and determinants of agricultural and forest biomass use for energy purposes. Food competitiveness, limitations of agricultural land, price changes. Organic biomass as a source of thermal and electric energy, raw material for biofuel production, technology improvement, environmental determinants. Quantitative forecasts for the EU 27 countries and the Republic of Poland. Energy prospects for biomass, coal, nuclear energy and hydrogen.

Key words: energy crisis; agricultural, forest and waste organic biomass; biomass processing; food and energy markets; land limitations; natural determinants; new technologies; 1st and 2nd generation biofuels; biogas; bio-refineries

Adres do korespondencji:

Andrzej Roszkowski; e-mail: roszan@ibmer.waw.pl.
Instytut Budownictwa, Mechanizacji i Elektryfikacji Rolnictwa
ul. Rakowiecka 32
02-532 Warszawa