

92/2002

Raport Badawczy
Research Report

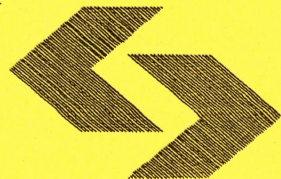
RB/28/2002

Sprawozdanie z działalności
Konsorcjum „Bioenergia
na Rzecz Rozwoju Wsi”
w 2002 roku

W. Ciechanowicz, Z. Uhrynowski

Instytut Badań Systemowych
Polska Akademia Nauk

Systems Research Institute
Polish Academy of Sciences



POLSKA AKADEMIA NAUK

Instytut Badań Systemowych

ul. Newelska 6

01-447 Warszawa

tel.: (+48) (22) 8373578

fax: (+48) (22) 8372772

Kierownik Pracowni zgłaszający pracę:
Dr inż. Piotr Holnicki

Warszawa 2002

Biopaliwa

Wiesław Ciechanowicz
Instytut Badań Systemowych PAN

Biomasa jest formą gromadzenia energii słonecznej, w wyniku którego rośliny produkują węglowodany z dwutlenku węgla zawartego w atmosferze i wody w obecności promieniowania słonecznego. Energia gromadzona w formie organicznej powstaje w wyniku fotosyntezy stanowi potencjalną energię zasobów biomasy: organicznej materii drzew i materii produktów spożywczych.

Biomasę, jako materię organiczną drzew, tworzą trzy podstawowe składniki: celuloza, hemiceluloza, lignina. Podstawowymi składnikami produktów spożywczych są cukry i skrobia. Znanymi cukrami występującymi w roślinach są sacharydy i glukoza. Skład chemiczny biomasy tworzą: węgiel, wodór i tlen. Energię uzyskiwaną w wyniku przetwarzania biomasy można określać mianem bioenergii.

Biopaliwa są to pierwotne lub wtórne nośniki bioenergii, stanowiące bezpośrednio lub pośrednio użytkowanie biomasy. Pierwotne nośniki bioenergii to uprawy roślinne, wykorzystywane bezpośrednio do celów energetycznych jako paliwo stałe będące alternatywą np. dla węgla. Wtórne nośniki bioenergii to przetwarzane energetyczne uprawy roślinne, do postaci ciekłej, jak paliwo rzepakowe, etanol lub metanol, lub do postaci gazowej jako niskokaloryczny gaz, którego głównym składnikiem jest tlenek węgla.

W końcu lat 80-tych powstał Międzynarodowy Zespół Specjalistów do Zmian Klimatu. Zadaniem tego zespołu było i jest przede wszystkim informowanie o zagrożeniach wynikających ze zmian klimatu dla życia ludzkiego na ziemi. Dotychczas opublikowano obszernie raporty w latach 1990, 1994 i 1996.

Publikowane ekspertyzy Międzynarodowego Zespołu Specjalistów do Zmian Klimatu a także szeregu instytucji, takich na przykład jak Światowej Rady Energetyki, Międzynarodowego Instytutu Stosowanej Analizy Systemów czy firmy Shell, jednogłośnie stwierdzają, że w celu zachowania klimatu ziemskiego konieczne będzie znaczne zredukowanie emisji gazów cieplarnianych, a więc wprowadzanie w skali globalnej nowoczesnego systemu bioenergetycznego. Biomasa posiada potencjalne możliwości by w końcu obecnego stulecia stać się jednym z największych globalnych odnawialnych źródeł energii.

Informacje przedstawiane przez powyżej wymienione ekspertyzy zapoczątkowały zainteresowanie uprawą roślin wykorzystywanych do celów energetycznych, głównie w Szwecji, Stanach Zjednoczonych i w Australii. Powstał problem jakie rośliny, wykorzystywane bezpośrednio jako pierwotne nośniki energii lub przetwarzane do wtórnych nośników energii, charakteryzowałyby się największą sprawnością energetyczną, a więc największym stosunkiem wydajności energetycznej rośliny do energii wymaganej dla jej pozyskania. Prace nad tym zagadnieniem prowadzono w latach 90-tych, głównie w kilku instytutach naukowych Szwecji: w Uniwersytetach w Lundzie, Upsali, Utrechcie i w Instytucie Ochrony Środowiska w Sztokholmie [1]. Końcowym podstawowym wnioskiem tych badań było stwierdzenie, że tylko uprawy wieloletnie, takie jak wierzba, mogą charakteryzować się wysoką sprawnością energetyczną. Wszystkie uprawy jednoroczne, a więc rośliny przeznaczane na rynek żywnościowy, tego warunku nie spełniają. Obecne wypowiedzi i publikacje w kraju podawane przez decydentów i polityków wskazują, że tylko te drugie, tj. rośliny jednoroczne są brane pod uwagę jako mające być wykorzystywane do celów energetycznych jako biopaliwa. Taka różnica poglądów wymaga wyjaśnienia, dlaczego naukowcy szwedzcy, a za nimi plantatorzy w Stanach Zjednoczonych, jak również w Australii, Holandii, Danii wykorzystują wyłącznie wierzbę. W rozważaniach będzie się wykorzystywać dane szwedzkie, wprowadzając poprawki na wydajność jednostkową plonów pszenicy, żyta, rzepaku i ziemniaków, uzyskiwanych w kraju, zgodnie z danymi podawanymi przez GUS.

Pierwszym wskaźnikiem określającym przydatność rośliny wykorzystywanej do celów energetycznych jest wartość kaloryczna, lub inaczej energia wewnętrzna suchej masy rośliny; drugi wskaźnik to wydajność jednostkowa plonów z hektara. Wymienione dane, dla wybranych upraw, zamieszczono w tabelicy 1. Nie uwzględnia się róży energetycznej ponieważ nie jest znana autorowi energia wewnętrzna suchej masy tej rośliny. Trzecim wskaźnikiem jest sumaryczne zużycie energii na uprawę gleby, dokonywanie zbiorów, pracę odpowiednich maszyn i transport. Czwartym wskaźnikiem jest energia wymagana dla wyprodukowania nawozów sztucznych, środków ochrony roślin, środków walki z chwastami i zużycie energii na wyprodukowanie nasion. Te wielkości, traktowane jako energia wejściowa dla produkcji roślin wykorzystywanych energetycznie, oszacowane przez odpowiednie instytuty w Szwecji, podano w tabelicy 2.

Tabelica 1. Wydajność energetyczna, wielkość zbiorów w tonach suchej masy, średnia w latach 1979-93, i zbiory w jednostkach energetycznych dla wybranych upraw roślinnych.

Rodzaj uprawy	Wartość kaloryczna GJ/t	Zbiory w tonach suchej masy ton/ha	ydajść energetyczna GJ/ha rok
1	2	3.0	4
Pszenica (ziarno)	18.5	3.1	57.3
Żyto	18.5	2.0	37
Rzepak (nasiona)	27.8	2.3	64
Ziemiaki	17.0	4.4	75
Lucerna	19.0	8.0	152
Wierzba salix	19.5	25.0	487
Malwa pensylwańska	11.7	25.0	292

Tabelica 2. Sprawność energetyczna uprawy jako relacja wydajności energetycznej do energii wejściowej.

	Wydajność energetyczna GJ/t	Paliwo GJ/ha r	Nasiona GJ/ha r	Nawozy sztuczne GJ/ha r	Pestycydy GJ/ha r	Transport GJ/ha r	Energia wejściowa GJ/ha r	Sprawność energetyczna uprawy - 8/2
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Pszenica	57.3	4.2	4.7	6.9	0.12	0.42	16.34	3.5
Żyto	37	4.2	4.7	6.9	0.12	0.42	16.34	2.3
Rzepak	64	5.0	5.0	8.4	0.20	0.21	18.81	3.4
Ziemiaki	75	17.0	13.0	8.3	0.36	2.4	41.06	2.2
Lucerna	152	5.7	5.7	1.0	1.0	2.4	15.8	9.6
Wierzba	487	2.1	2.1	4.3	0.02	8.4	16.92	28.8
Malwa	292	2.1	2.1	4.3	0.02	16.8	25.32	11.5

Jak wynika z danych zawartych w tabelicy 2, wierzba wygrywa prawie dziesięciokrotnie z wszystkimi uprawami jednorocznymi i pozostałymi uprawami wieloletnimi jak lucerna i malwa, ze względu na niższą sprawność energetyczną uprawy tych roślin. Pozostaje jeszcze rozważyć sprawność energetyczną magazynowania biomasy i przetwarzania jej do wtórnych nośników energii.

Rośliny wieloletnie, pozyskiwane w postaci łądyg, stosowane bezpośrednio jako pierwotne nośniki energii, względnie jako surowiec w procesie przetwarzania ich do wtórnych nośników energii, muszą być dostarczane do zakładu przetwarzającego w ciągu całego roku, chociaż są pozyskiwane jedynie w okresie, w którym następuje przerwa w wegetacji. Powstaje więc problem związany z koniecznością magazynowania dużej masy upraw wieloletnich. Plantacja 10000 ha wierzby wymagałaby 500 ha powierzchni magazynowania. Magazynowaniu surowca przez dłuższy okres będą towarzyszyć straty. Mogą one osiągać 2 % w jednym miesiącu magazynowania. Dla

biomasy magazynowanej w formie łądyg wielkość strat będzie tym większa im mniejszy będzie stosunek powierzchni przekroju do obwodu łądygi. Oznacza to, że im cieńsza łądyga tym większe straty. Oczywiście, lucerna i malwa będą charakteryzować się większymi stratami magazynowania w porównaniu do łądyg wierzby, a więc choćby z tego względu nie mogą być konkurencyjne wobec wierzby.

Rośliny, których składnikami są cukry i skrobia, a więc rośliny spożywcze, mogą być przetwarzane efektywnie tylko biologicznie poprzez proces fermentacji lub beztlenowego zgazowywania. Rośliny, których materię organiczną tworzą: celuloza, hemiceluloza i lignina mogą być przetwarzane tylko chemicznie. Sprawność biologicznego przetwarzania roślin spożywczych do etanolu lub oleju silnikowego nie przekracza 30%, podczas gdy sprawność roślin energetycznych, takich jak wierzba może osiągać 50 %. Przyjmując sprawność przetwarzania biologicznego dla uproszczenia dla wszystkich upraw spożywczych rzędu 30 % i przetwarzania chemicznego upraw energetycznych 50 %, określono sprawności energetyczne obejmujące uprawę i przetwarzanie rozważanych rodzajów roślin i zamieszczono je w tablicy 3. Jak widać przewaga wierzby jako uprawy energetycznej nad pozostałymi roślinami jest ogromna, co potwierdza wyniki uzyskiwane przez instytucje naukowe w Szwecji.

Na podstawie przedstawionych danych można zauważyć, że absolutnie nie opłaca się wykorzystywać żyta i ziemniaków do celów energetycznych. Oznacza to brak sensu planowania w kraju uprawy żyta czy ziemniaków do celów energetycznych na powierzchni ponad jednego miliona hektarów. Więcej energii włoży się w uprawę niż uzyska się po przetworzeniu.

Tablica 3. Sprawność energetyczna po przetworzeniu upraw

Rodzaj uprawy	Sprawność energetyczna uprawy	Sprawność przetwarzania	Sprawność po Przetworzeniu
1	2	3	4
Pszonica (ziarno)	3.5	0.3	1.05
Żyto	2.3	0.3	0.69
Rzepak (nasiona)	3.4	0.3	1.02
Ziemniaki	2.2	0.3	0.66
Lucerna	9.6	0.5	4.80
Wierzba salix	28.8	0.5	14.40
Malwa pensylwańska	11.5	0.5	5.75

Reasumując można stwierdzić, że o ogólnej sprawności energetycznej roślin będą głównie decydować energia wewnętrzna suchej masy roślinnej i jednostkowe zbiory z hektara. Określają one wartość energetyczną uprawy z hektara. Pozostałe czynniki w małym stopniu zmniejszają przewagę energetyczną wierzby nad pozostałymi rozważanymi roślinami z racji wysokiej, w stosunku do pozostałych, wartości energetycznej. Ta przewaga będzie rosła ponieważ w zasięgu Nauki są odmiany wierzby o wydajności suchej masy drzewnej wynoszącej 30 ton/ha rok.

Należy zauważyć, że etanol względnie biodiesel, będące produktami przetwarzania roślin spożywczych, lub metanol uzyskiwany z przetwarzania roślin energetycznych jak wierzba, mogą być jedynie dodatkiem do paliw ropopochodnych stosowanych w silnikach wewnętrznego spalania motoryzacji. Z tego względu nie mogą być masowym produktem eksportowym. W związku z tym, aby zaistniał nieograniczony rynek na paliwa pochodzenia biologicznego, który by stwarzał szansę rozwoju nie tylko obszarów wiejskich, potrzebny jest przełom w technologii systemu motoryzacyjnego świata. Przełom na miarę tego jaki zaistniał w postaci telefonów przenośnych w światowej telekomunikacji, z czego korzysta Finlandia, ponieważ co trzeci użytkownik w świecie telefon komórkowy jest firmy NOKIA.

Taki przełom nastąpił w momencie, gdy międzynarodowy system motoryzacyjny świata poprzez publikację firmy Ballard w 1999 roku, oznajmił, że istnieje rozwiązanie, które pozwoli potęgą motoryzacyjną od Tokio po Stuttgart do Detroit uwolnić się od pól naftowych objętych

stowarzyszeniem OPEC. Pozwoli tym potęgą uczynić rozwój motoryzacji w dalszej perspektywie stabilnym i przewidywalnym. Tym rozwiązaniem okazał się generator w postaci ogniwa paliwowego zasilanego bezpośrednio metanolem, który jest sposobem na dostarczanie wodoru do ogniw paliwowych. Takie rozwiązanie nazwano w USA **Samochodem Wolności** uniezależniającym USA od ropy, która po 2010 roku będzie pochodziła głównie ze źródeł bliskowschodnich. Ale tylko metanol uzyskiwany w wyniku przetwarzania biomasy może być neutralny wobec efektu cieplarnianego. Oznacza to, że metanol i tylko metanol jako paliwo węglowodorowe staje się paliwem strategicznym w skali świata w sektorze transportu. Dla Polski może oznaczać, że tylko metanol może być poszukiwanym masowym produktem eksportowym, rozwiązującym wiele problemów nie tylko wsi.

Zgodnie z informacjami podanymi przez Glenna Sacksa w Internecie z dnia 10.01.2002 Prezydent Bush inicjując wiek ogniw paliwowych może zaistnieć w historii jako jeden z największych przywódców USA, podobnie jak J.F. Kennedy, który zainicjował wiek badań kosmosu. Program G.W. Busha obejmowałby między innymi następujące przedsięwzięcia:

1. Sprawić, poprzez subwencje, aby zastosowanie ogniw paliwowych w sektorze transportu i układach stacjonarnych było mniej kosztowne niż konwencjonalne rozwiązania.
2. Począwszy od 1.01.2009 Administracja USA będzie zakupywać jedynie środki transportu napędzane ogniwami paliwowymi. Tworząc tak ogromny chroniony rynek będzie się stymulować masową produkcję samochodów napędzanych ogniwami paliwowymi.
3. Znaczne obniżanie długoterminowych podatków dla użytkowników i przedsiębiorców zakupujących samochody zasilane ogniwami paliwowymi i stacjonarne układy energetyczne wykorzystujące ceramiczne ogniwa paliwowe.

Literatura

1. Borjesson P., Department of Environmental and Energy Systems Studies, Lund University, Sweden, 1998.

