

43/2004

Raport Badawczy

RB/71/2004

Research Report

**Metanol z biomasy, węgla,
przy udziale syntezy jądrowej
o zerowym bilansie
emisji dwutlenku węgla.
Część 1. Sformułowanie problemu**

W.Ciechanowicz, S. Szczukowski

**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:
Prof. dr hab. inż. Zbigniew Nahorski

Warszawa 2004

**Metanol z biomasy, węgla, przy udziale syntezy jądrowej
o zerowym bilansie emisji dwutlenku węgla
Część 1 - Sformułowanie problemu**

Wiesław Ciechanowicz, Instytut Badań Systemowych, PAN
Stefan Szczukowski, Uniwersytet Warmińsko Mazurski

Streszczenie

W części 1-wszej podano sposób produkcji metanolu z biomasy, węgla, przy udziale syntezy jądrowej, o zerowym bilansie emisji CO₂. Wskazano na możliwość uczestniczenia na tym rynku, wykorzystując biomasę uprawianą na 8 mln ha gruntów (5 mln ha gleb średniej klasy i 3 mln gleb słabej klasy), w ilości :

- 325 mln ton/rok produkcji o zerowym bilansie emisji CO₂, tworząc zapotrzebowanie na 85 mln t/r węgla,
- 580 mln ton/rok gwarantując zerowy bilans emisji CO₂ jedynie dla 50 % produkcji metanolu, tworząc zapotrzebowanie na 230 t/r węgla.

Dla 50% produkcji metanolu o zerowym bilansie emisji CO₂ proponuje się, aby niezbilansowana 50% -wa emisja CO₂ była rekompensowana wykorzystywaniem neutralnych wobec efektu cieplarnianego źródeł zasilających gospodarkę komunalną w energię elektryczną i ciepło. Byłyby to technologie źródeł odnawialnych, takie jak: beztlenowa fermentacja odpadów i ścieków do metanu, ceramiczne ogniwa paliwowe, pompy ciepła, energia geotermiczna, mikrobiologiczne przetwarzanie lignocelulozy do metanolu, względnie śmieci do wodoru, poprzez uprzednie przetwarzanie do glukozy, energia kinetyczna wiatrów oraz energia kinetyczna rzek jako element małej retencji wodnej.

W konsekwencji, integracja produkcji metanolu z biomasy, węgla przy udziale syntezy jądrowej ze źródłami odnawialnymi, jako źródłami energii elektrycznej i ciepła u małych rozproszonych odbiorców, byłaby gwarantem sukcesu w skali kraju wchodzenia na pojawiające się globalne rynki metanolu i technologii ogniwo paliwowych.

1. Uwagi wstępne

Początek produkcji metanolu nastąpił w 1823 roku, gdy uzyskano go w wyniku kondensacji gazów spalania drewna w stan ciekły. Nazwano go „alkoholem dżewnym” [1]. Obecnie nabiera znaczenia dla dalszego rozwoju cywilizacji szczególnie ze względu na dwa powody.

Pierwszy powód, podawany w publikacjach światowych począwszy od 1999 roku, to dążenie:

- światowego systemu motoryzacyjnego do uniezależniania się od arabskich pól naftowych,
- cywilizacji do złagodzenia efektu cieplarnianego, jak również
- zmniejszenie chorobotwórczego wpływu spalin silnika wewnętrznego spalania na zdrowie ludzkie, szczególnie w aglomeracjach miejskich [2].

Drugi powód, sygnalizowany szczególnie w początkach 2004 roku, to konieczność:

- uniezależniania się cywilizacji od ropy, ponieważ zgodnie z ostatnimi informacjami potwierdzają się prognozy z lat 70-tych, że początek XXI wieku staje się końcem ery ropy [3, 4],
- stawiania czoła nieuniknionemu faktowi, że takie czynniki jak zachowanie środowiska, rozwój ekonomiczny, bezpieczeństwo narodowe, będzie wymagało szybkiego wprowadzania nowych źródeł energii, innych aniżeli ropa, oraz ogromnych inwestycji [4].

Metanol jako paliwo może być stosowany:

- bezpośrednio, w postaci mieszanki z benzyną, jako dodatek do benzyny, względnie jako:
- paliwo w układach mieszanych turbiny gazowej i parowej, szczególnie w systemach pokrywających zapotrzebowanie mocy w okresach szczytowych [1, 5, 6],
- paliwo w silnikach odrzutowych transportu lotniczego,
- sposób na dostarczanie wodoru w ogniwach paliwowych - bezprzewodowych generatorów energii.

Przewiduje się wzrost liczby samochodów w skali świata z obecnie wynoszącej 600 milionów do 1 miliarda w 2015 roku. Obecnie zużycie ropy kształtuje się na poziomie 3 miliardów ton rocznie. Skala rynku metanolu, jako strategicznego paliwa XXI wieku może osiągnąć za 20 – 30 lat poziom ponad dziesięć miliardów ton rocznie.

Szczególnie jeżeli zauważy się, że począwszy od 2050 roku zapotrzebowanie na energię w skali świata w przeliczeniu na węgiel będzie wynosić 21 mld ton/rok. Udział źródeł odnawialnych takich jak energia wiatrów i energii rzek ma być równoważny tylko 2.5 mld ton węgla na rok [7].

Udział węgla i wodoru w molekułe metanolu wynosi odpowiednio 37.5 i 12.5 %. Dla produkcji 10 mld ton metanolu rocznie powstałoby zapotrzebowanie na ponad 4 mld ton węgla.

Źródłem węgla może być węgiel kopalny, gaz ziemny, węgiel „atmosferyczny” zawarty w atmosferycznym CO₂ lub węgiel „biologiczny” zawarty w biomasie.

Ale należy przypomnieć, że w celu osłabiania efektu cieplarnianego, a więc zachowania środowiska naturalnego dla przyszłych pokoleń, począwszy od połowy XXI wieku korzystanie z węgla kopalnego winno maleć [8]. Jednakże przy wyborze źródła węgla obok aspektu ochrony środowiska jest brany obecnie przede wszystkim aspekt ekonomiczny.

W pracach [9, 10, 11, 12, 13.] podano następujące oceny kosztów produkcji metanolu:

z atmosferycznego CO ₂ -	750 USD/tonę,	z biomasy	312 - 437 USD/tonę,
z gazu naturalnego -	151 - 164 USD/tonę,	z węgla	138 USD/tonę.

Ceny metanolu na światowym rynku wynosiły: w 1977 roku - 175 USD/t, w styczniu 2004 - 249 USD/t [12].

W związku z powstawaniem tak ogromnego rynku metanolu, a równocześnie konieczności zachowania środowiska powstaje pytanie jakie technologie mogą stanowić docelowe rozwiązania.

Według opinii Centre of Solar Energy and Hydrogen Research, Stuttgart, Germany [13, 11], koszt produkcji metanolu ze źródeł energii odnawialnej, zgodnie z obecnie osiągalnymi technologiami, kilkakrotnie przewyższa obecny koszt produkcji benzyny. Widzą oni jako jedyną możliwość współzawodnictwa metanolu z konwencjonalnymi paliwami, gdyby te ostatnie były obciążone odpowiednimi podatkami, będącymi konsekwencją emisji CO₂ do atmosfery.

Według Raportu Akademii Nauk USA, opublikowanego na początku bieżącego roku, jedynie węgiel i energia syntezy mają sens uczestniczyć w przyszłej produkcji wodoru a biomasa byłaby tylko używana do spalania razem z węglem aby zredukować ilość emitowanego CO₂ z surowców kopalnych [14].

Zdaniem FESAC (Fusion Energy Scientific Advisory Committee, USA) istnieją tylko dwa rozwiązania narastania problemu ocieplania. Są to sekwestracja CO₂, oraz przechodzenie cywilizacji świata do Ekonomii Wodoru poprzez sięganie po CO₂ zawarty w atmosferze przy wykorzystywaniu energii syntezy [15].

Wadą sekwestracji – separacji - CO₂ produktów spalania paliw kopalnych, jest nie realizowalność ekonomiczna, oraz to, że nie obejmuje urządzeń mobilnych.

Sięganie po CO₂ zawarty w atmosferze, a więc procedura pozyskiwania węgla z atmosfery, obejmowałaby:

- (a) rozkład radiolityczny CO₂ 2CO_2 – energia syntezy $\rightarrow 2\text{CO} + 2\text{O}_2$
 (b) wytwarzanie wodoru poprzez wodną reakcję zwrotną $\text{CO} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2 + \text{CO}_2$

Zdaniem naukowców jest to rozwiązanie pozwalające na przejście cywilizacji świata do Ekonomii Wodoru [15, 16, 17, 18].

Rozwiązanie takie byłoby sprzeczne z dążeniem ludzkości do zrównoważonego rozwoju regionów. Szczególnie dotyczyłoby to problemu zatrudnienia na obszarach wiejskich i w zagłębiach węglowych, w których dodatkowy wzrost bezrobocia będzie konsekwencją przechodzenia cywilizacji świata z „Ekonomii Paliw Kopalnych” do „Ekonomii Wodoru”.

Uważa się, że nie korzystając z taniego źródła węgla, jakimi są paliwa kopalne, produkcja wodoru lub paliw węglowodorowych, spełniająca warunek zerowego bilansu emisyjności CO₂, byłaby zbyt droga aby osiągnąć sukces. Jednakże, chociaż nie możemy pozwolić na rezygnację z paliw kopalnych, technologie, które osiągnęłyby sukces, będą radykalnie różnić się od obecnie

stosowanych [17].

Wykorzystywanie biomasy w produkcji metanolu wymagają rozwiązania następujących problemów:

1. ekonomiczny aspekt transportu biomasy na duże odległości,
2. ekonomiczna skala produkcji biometanolu z biomasy,
3. bieżące koszty uprawy, pielęgnacji i pozyskiwania, w tym siły roboczej,
4. problem uwodorniania biogazu do gazu syntezowego.

2 Ekonomiczny aspekt transportu biomasy na duże odległości

Biomasa jako surowiec energetyczny, ze względu na mały ciężar właściwy musi być przetwarzana w regionie o promieniu 30-40 km, ponieważ jej transport jest nieopłacalny poza region uprawy, a więc powinna obejmować obszar około 10000 ha. Powierzchnia ta jest niewystarczająca, aby synteza metanolu była opłacalna ekonomicznie.

Możliwe rozwiązanie to termiczna konwersja biomasy do produktów lotnych, węgla drzewnego o zwiększonym ciężarze właściwym w stosunku do biomasy, oraz ewentualnie także do produktów ciekłych.

Zaletą tego rozwiązania jest to, że części lotne mogą być użytkowane lokalnie, a wytworzony węgiel drzewny oraz ewentualnie części ciekłe, mogą czynić opłacalnym ich transport.

Wadą jest to, że nie jest to działanie wystarczające dla uzyskania ekonomicznej skali produkcji metanolu.

3 Ekonomiczne uzasadnienie skali produkcji biometanolu z biomasy

Opłacalność ekonomiczna syntezy metanolu zaczyna się od 1 miliona ton produkcji metanolu rocznie, podczas gdy z biomasy uprawianej na 10000 ha możemy uzyskać około 100000 ton metanolu rocznie, a więc 10 razy mniej. O znaczeniu skali produkcji niech świadczą następujące dane: dla 2 lub 3 milionów rocznej produkcji metanolu koszty inwestycyjne w relacji do kosztów 1 miliona ton maleją odpowiednio o 25 i 40 % [19].

Czynniki mogące, między innymi, czynić skalę produkcji opłacalną ekonomicznie, to:

- wysoka wydajność biomasy z hektara,
- wysoko sprawna konwersja termiczna biomasy do produktów ekonomicznie transportowalnych.

4 Bieżące koszty uprawy, pielęgnacji i pozyskiwania, w tym siły roboczej ręcznej.

Koszty robocizny ręcznej dla uprawy, pielęgnacji i pozyskiwania biomasy szacuje się na około 2700 USD/ha rocznie [20, 23]. Dla rocznej wydajności 25 ton suchej masy biomasy z

hektara i sprawności przetwarzania biomasy do metanolu 40 %, udział kosztów robocizny w produkcji tony metanolu stanowiłyby 270 USD/tonę. Porównując koszty produkcji metanolu z węgla około 140 USD/tonę, staje się oczywiste, że koszty robocizny mogą stać się główną barierą dla biomasy jako surowca w produkcji metanolu – strategicznego paliwa XXI wieku.

Uzyskując wydajność uprawy biomasy 30 tsm/ha rok, jak również sprawność przetwarzania 0.66 %, udział kosztów robocizny malałby do 135 USD/tonę.

Oznacza to, że dążenie do uzyskiwania wysokich jednostkowych wydajności upraw biomasy oraz wysokiej sprawności przetwarzania biomasy do metanolu, może stanowić jedno z głównych uwarunkowań, aby biomasa mogła być wykorzystywana w ekonomicznie opłacalnej produkcji metanolu.

5 Problem uwodorniania biogazu do gazu syntezowego

W wyniku termicznej konwersji uzyskuje się biogaz o relacji ilościowej wodoru do tlenu węgla jak 1 : 1. W procesie syntezy metanolu wymagana jest relacja 2 : 1, a więc powstaje konieczność uwodorniania gazu do właściwej relacji [21]

Możliwy sposób uwodorniania to wykorzystanie 1/3 CO zawartego w biogazie w wodnej reakcji zwrotnej, której produktem jest wodór i CO₂. Oznaczałoby to, że 33 % atomów węgla biomasy niewykorzystywanych w syntezie metanolu powodowałoby wzrost kosztów produkcji.

6 Efekt cieplarniany - Problem zerowej emisji i opłacalności ekonomicznej

Biomasa, poprzez zdolność asymilacji CO₂, oraz synteza jądrowa, poprzez zdolność rozkładu radiolitycznego CO₂ na CO i O₂, są jedynymi czynnikami, które mogą uczynić produkcję i użytkowanie metanolu neutralną wobec efektu cieplarnianego.

Bilans zerowej emisji CO₂ oznacza równowagę pomiędzy: ilością atomów węgla zawartych w użytkowanym metanolu i emitowanych do atmosfery w postaci CO₂, a ilością atomów węgla wykorzystywanych w produkcji metanolu.

W przypadku CO₂ atmosferycznego, jeden atom węgla pozyskiwany poprzez rozkład radiolityczny CO₂ pozwala na wyprodukowanie jednej molekule metanolu o zerowym bilansie emisji CO₂ do atmosfery, niezależnie od sprawności rozkładu radiolitycznego CO₂ oraz wytwarzania wodoru poprzez wodną reakcję zwrotną.

W przypadku biomasy bilans ten stanowi równowagę pomiędzy: ilością atomów węgla zawartych w użytkowanym metanolu i emitowanych do atmosfery w postaci CO₂, a ilością atomów węgla asymilowanych przez biomase, wykorzystywaną w produkcji metanolu, co określa zależność

$$0.495 \text{ t C / t B} * 2.666 \text{ t Me / t C} = 1.32 \text{ t Me / t B}$$

gdzie: 0.495 t C / t B – udział wagowy atomów węgla w wierzbie jako biomase,

2.666 t Me / t C – udział wagowy atomów węgla w metanolu.

Dla wierzby jako biomasy, gdyby uwzględnić dodatkowo asymilację CO_2 przez liście wierzby, wówczas ilość użytkowanego metanolu, uzyskiwanego w wyniku przetwarzania 1 tony biomasy, spełniającej warunek neutralności CO_2 wobec środowiska naturalnego, wyniosłaby

$$1.32 \text{ t Me / t B} * 1.14 = 1.5048 \text{ t Me / t B}$$

Oznaczałoby to, że w idealnym przypadku, uprawiając i wykorzystując w produkcji metanolu 1 tonę wierzby, można by użytkować 1.5 tony metanolu, zachowując bilans zerowej emisji CO_2 do atmosfery.

7 Metanol z biomasy, węgla przy udziale syntezy jądrowej o zerowym bilansie emisji dwutlenku węgla [22]

Gdyby tylko 50 % atomów węgla zawartych w biomase uczestniczyło w tworzonych molekułach metanolu, wówczas wykorzystując 1 tonę biomasy uzyskano by tylko 0.5 tony metanolu.

Jak podano powyżej, 1 tona biomasy posiada zdolność asymilacji CO_2 powstałego w wyniku użytkowania 1.5 tony metanolu. Powstaje więc możliwość dodatkowo produkować, a następnie dodatkowo użytkować 1 tonę metanolu. Jednakże pod warunkiem, że:

- produkcja wodoru i tlenku węgla, dla uzyskania dodatkowej tony metanolu, charakteryzowałaby się zerowym bilansem emisji CO_2 .

Dodatkowa produkcja, przy założonej sprawności przetwarzania 50 %, stanowiłaby dwukrotną wartość produkcji uzyskiwanej wyłącznie przy udziale biomasy.

Sposób na spełnienie tych warunków, a zarazem uzyskiwanie dodatkowej produkcji metanolu obojętnej wobec emisji CO_2 jest istotą proponowanej technologii. Stanowi to wynalazek Konsorcjum „Bioenergia na Rzecz Rozwoju Wsi”, zawarty w patencie Nr 365770, autorstwa W. Ciechanowicza i S. Szczukowskiego.

W proponowanej technologii węgiel jest czerpany z biomasy i pośrednio z węgla kopalnego. Węgiel kopalny jest:

- bezpośrednim źródłem wodoru pozyskiwanym poprzez parowy reforming, którego produktem ubocznym jest CO_2 ,
- pośrednim źródłem węgla w postaci CO, pozyskiwanym w wyniku rozkładu radiolitycznego

CO₂.

Istotą wyżej wymienionej technologii produkcji metanolu z biomasy, węgla przy udziale syntezy jądrowej, w relacji do technologii dotychczas proponowanych lub rozwijanych w skali świata, jest dodatkowy sposób na zmniejszenie udziału kosztów produkcji biomasy w kosztach produkcji metanolu. Wynika to z możliwości:

1. uzyskiwania skali produkcji 1 miliona ton rocznie na znacznie mniejszym obszarze niżeli 100000 ha, co w przypadku 50000 ha uprawy koszty te miałyby o 50 %, a więc do 135 USD/tonę ,
2. zastosowanie zewnętrznego źródła wodoru w procesie uwodorniania biogazu do gazu syntezowego,
3. odniesienia kosztów produkcji biomasy do skali przewyższającej kilkakrotnie skalę produkcji metanolu przy wykorzystywaniu wyłącznie biomasy.

Zaletą sposobu według wynalazku jako systemu bioenergii jest także:

- dwupoziomowa struktura systemu bioenergii, oraz
- wieloetapowość rozwoju systemu pozwalająca uwzględniać kolejne etapy wprowadzania nowoczesnych technologii na rzecz osiągalności opłacalności ekonomicznej i neutralności wobec efektu cieplarnianego.

Dwupoziomowa struktura systemu według wynalazku łączy:

- I. pierwszy poziom producentów biomasy, jako satelitów systemu, obejmujący:
 - uprawę biomasy małej i średniej skali uprawy, a także wykorzystywanie lokalnych źródeł biomasy lignocelulozowej jak słoma, pozostałości leśne,
 - gazyfikację biomasy pierwszego etapu, do części lotnych, stałych, względnie ciekłych,
 - ceramiczne ogniwa paliwowe (w dalszym etapie rozwoju),
2. z drugim poziomem produkcji, utożsamianym z jądrem systemu, obejmujący:
 - uprawę biomasy, dużej skali, rzędu 10000 ha, zgazowywanie do części lotnych, stałych i ciekłych,
 - uwodornianie biogazu z wykorzystaniem parowego reformingu węgla,
 - powiększanie produkcji metanolu poprzez cykliczne wykorzystywanie radiolitycznego rozkładu CO₂ na CO i O₂, i parowego reformingu węgla oraz
 - w ostatnim cyklu uwodornianie CO wodorem uzyskiwanym z elektrolizy wody, nie wytwarzającej CO₂,
 - syntezę metanolu.

Wieloetapowość rozwoju technologicznego pierwszego poziomu systemu – obejmującego plantatorów biomasy to:

1. w krótkim horyzoncie czasowym wykorzystywanie produktów zgazowywania biomasy w grzewczych układach konwencjonalnych,
2. w średnim horyzoncie czasowym, produkcja:
 - gazu wykorzystywanego w ogniwach paliwowych wytwarzających energię elektryczną i ciepło,
 - węgla drzewnego oraz olei przekazywanych do jądra systemu.

Wieloetapowość rozwoju technologicznego drugiego poziomu systemu – jądra systemu - utożsamia się z kolejnym wprowadzaniem technologii:

1. uwodorniania biogazu poprzez wykorzystywanie węgla,
2. uwodorniania biogazu z wykorzystaniem syntezy jądrowej skupiania magnetycznego oraz radiolitycznego rozkładu CO_2 , i parowy reforming węgla, tworzących cykle wzrostu ilościowego produkcji metanolu [7,8],
3. wykorzystanie mionowo-katalitycznej syntezy jądrowej, a więc „zimnej” syntezy [7,8,39,40], (w przypadku, gdy technologia ta przekroczy próg opanowania technologicznego i okaże się ekonomicznie korzystniejszą w stosunku do syntezy skupiania magnetycznego) poprzez radiolityczny rozkład CO_2 , i parowy reforming węgla, tworzących cykle wzrostu ilościowego produkcji metanolu.

Wstępne oszacowania proponowanego rozwiązania pozwalają na wysunięcie następujących wniosków [23]:

1. **Produkcja metanolu wykorzystująca wyłącznie biomasę przetworzoną do węgla drzewnego:**
 - będzie stanowić przedsięwzięcie o zerowym bilansie emisji CO_2 , obejmującym produkcję i użytkowanie metanolu,
 - nie będzie stanowić przedsięwzięcia docelowego, bowiem nie jest możliwe uzyskanie skali produkcji rzędu 1 mln ton metanolu rocznie,
 - może stanowić etap przejściowy przedsięwzięcia docelowego, gdyby docelowo kojarzono biomasę
 - z innymi źródłami węgla lub wodoru. Jednakże pod następującymi warunkami:
 1. wysoka wydajność biomasy z hektara, a więc uprawa biomasy przynajmniej na glebach średniej klasy,
 2. gdyby możliwie maksymalna ilość atomów węgla zawartych w węglu drzewnym uczestniczyła po odpowiednim przetworzeniu w molekuł metanolu, co wyklucza możliwość stosowania pirolizy.
2. **Produkcja metanolu wykorzystująca wyłącznie węgiel jako surowiec:**
 - nie będzie stanowić przedsięwzięcia o zerowym bilansie emisji CO_2 , obejmującym produkcję i użytkowanie metanolu, i z tego względu:

- nie może stanowić przedsięwzięcia docelowego, chociaż może spełniać warunek opłacalności ekonomicznej.

3. Produkcja metanolu wykorzystująca biomasę, przetworzoną do węgla drzewnego, oraz węgiel kopalny:

- może stanowić przedsięwzięcie o zerowym bilansie emisji CO₂, obejmującym produkcję i użytkowanie metanolu, i z tego względu:

- może stanowić przedsięwzięcie docelowe, stające się opłacalnym ekonomicznie, jeśli biomasa jest uprawiana przynajmniej na glebach średniej klasy o wysokiej wydajności, stosując wysokiej sprawności procesy:

- termolizy jako termicznej konwersji biomasy do biogazu, oraz

- uwodorniania biogazu do gazu syntezowego poprzez parowy reforming węgla.

4. Produkcja metanolu wykorzystująca biomasę, przetworzoną do węgla drzewnego, węgiel kopalny, oraz energię syntezy jądrowej, manifestującej się w postaci neutronów o bardzo wysokich energii:

- może nie tylko stanowić przedsięwzięcie docelowe o zerowym bilansie emisji CO₂, ale, w relacji do produkcji metanolu wykorzystującej jedynie biomasę i węgiel, dla danej powierzchni uprawy, także:

- stanowić przedsięwzięcie o produkcji metanolu powiększonej ponad dwukrotnie oraz o zysku powiększonym ponad czterokrotnie.

Zakładając możliwość uprawy biomasy na 5 mln ha gruntów ornych oraz na 3 mln ha pozostałych gruntów przy stosowaniu odpowiednich technologii i nawadniania gruntów byłoby możliwe następujące scenariusze rozwoju produkcji metanolu, przy założonej cenie metanolu 350 USD/t:

Scenariusz 1: -wykorzystywanie jedynie biomasy;

Skala produkcji metanolu: 65 mln ton/rok

Różnica wartości sprzedaży i ponoszonych kosztów: 7 mld USD/rok

Scenariusz 2: wykorzystywanie biomasy i węgla;

Skala produkcji metanolu: 120 mln ton/rok

Różnica wartości sprzedaży i ponoszonych kosztów: 8.6 mld USD/rok

Zapotrzebowanie na węgiel około 28 mln ton/rok

Scenariusz 3: wykorzystywanie biomasy, węgla oraz energii syntezy jądrowej:

Skala produkcji metanolu: 325 mln ton/rok

Różnica wartości sprzedaży i ponoszonych kosztów : 52 mld USD/rok

Zapotrzebowanie na węgiel około : 85 mln ton/rok

Dokonano oszacowań dla przypadku, gdy skalę produkcji metanolu zwiększa się poprzez zwiększony w tej produkcji udział węgla i syntezy jądrowej przy niezminionej wielkości użytkowanej biomasy, gwarantując zerowy bilans emisji CO₂ jedynie tylko dla 50 % produkcji metanolu. Wnioski z takiej propozycji są następujące:

Koszt produkcji metanolu, dla 100 % oraz zredukowanych do 50 % kosztów robocizny pozyskiwania biomasy, może wynosić odpowiednio rzędu 166 i 150 USD/t. Oznacza to, że proponowana technologia ma szansę współzawodniczyć z technologiami produkcji metanolu przy wykorzystywaniu jedynie paliw kopalnych.

Dla uprawy biomasy na 5 mln ha gruntów klasy 3-4 i 3 mln klasy 5-6, przy cenie metanolu 350 USD/t uzyskano by:

- skala produkcji metanolu:	580 mln ton/rok,
- różnica sprzedaży i ponoszonych kosztów:	107 mld USD/r.
- zapotrzebowanie na węgiel:	230 ton/rok,

Powstaje kwestia jak rekompensować ową nie zbilansowaną 50% -wą emisję CO₂. Jak wspomniano poprzednio, istnieją propozycje w publikacjach zagranicznych, aby rekompensata stanowiła obciążanie podatkami względnie spalaniem biomasy wspólnie z węglem w układach produkcji energii elektrycznej i ciepła.

W proponowanej technologii proponuje się, aby ta rekompensata nie zbilansowanej emisji CO₂ była dokonywana wykorzystując neutralne wobec efektu cieplarnianego źródła zasilające gospodarkę komunalną w energię elektryczną i ciepło. Sposobem na to byłyby technologie źródeł odnawialnych, takie jak: beztlenowa fermentacja odpadów i ścieków do metanu, ceramiczne ogniwa paliwowe, pompy ciepła, energia geotermiczna, mikrobiologiczne przetwarzanie lignocelulozy do metanu, względnie śmieci, poprzez wstępne przetwarzanie do glukozy, do wodoru oraz energia kinetyczna rzek jako element małej retencji wodnej.

W konsekwencji ta integracja produkcji metanolu z biomasy, węgla przy udziale syntezy jądrowej o zerowej emisji CO₂ ze źródłami odnawialnymi, jako źródłami energii elektrycznej i ciepła u małych rozproszonych odbiorców, byłaby gwarantem pełnego sukcesu proponowanej technologii produkcji metanolu.

8 Uwagi końcowe

Polska wieś wymaga restrukturyzacji, aby w relacji do krajów Unii Europejskiej dorównać wydajnością produkcji roślinnej z hektara, która w przypadku czterech zbóż i ziemniaków jest dwukrotnie mniejsza w porównaniu do wydajności w takich krajach jak Szwecja, Niemcy i

Francja [2].

Jednakże to zagadnienie nie będzie mogło być rozwiązywane, dopóki nie potrafimy odpowiedzieć na pytanie, jak rozwiążemy problem dalszego wzrostu bezrobocia na obszarach wiejskich, będącego konsekwencją koniecznej restrukturyzacji rozdrobnionego rolnictwa, który obecnie przekracza około 2 milionów bezrobotnych.

Szansą dla likwidowania bezrobocia na polskiej wsi może być jedynie zaistnienie globalnego rynku produktu wysoko przetworzanego, surowcem w produkcji którego byłby produkt wsi, którego produkcja musiałaby być przynajmniej częściowo realizowana na obszarach wiejskich. Takim produktem ma być metanol jako strategiczne paliwo cywilizacji XXI wieku.

Wysokie koszty produkcji biomasy, które dla przyszłych producentów metanolu eliminują biomasę jako ewentualny surowiec, dla Polski, a szczególnie dla polskiej wsi, stają się czynnikiem zbawiennym. Bowiem wysokie koszty pozyskiwania biomasy oznaczają konieczność tworzenia wielu miejsc pracy i to na obszarach wiejskich, **pod warunkiem, że znajdziemy sposób na kilkukrotne zmniejszenie udziału kosztów produkcji biomasy w kosztach produkcji metanolu.**

Taki sposób na zmniejszenie kosztów zawiera wspomniany patent. Staje się więc realne twierdzenie Konsorcjum „Bioenergia na Rzecz Rozwoju Wsi”, podawane w szeregu publikacjach, począwszy od 2000 roku [24, 2], że:

- Wieś staje dziś przed wyzwaniem, że po raz pierwszy w historii może nie tylko żywić, ale także przyczynić się do znacznego podniesienia gospodarki kraju, jako przyszły „Zielony Kuwejt”.

W Polsce docelowa produkcja metanolu 350 względnie 580 milionów ton rocznie oznaczałaby w przeliczeniu na ropę odpowiednio 200 i 340 milionów ton. W 2000 roku produkcja ropy wynosiła: w Kuwejcie 120 mln ton, w Rosji 300 mln ton, w Arabii Saudyjskiej 200 mln ton.

W Polsce istniało i istnieje przekonanie, że im mniej państwa w gospodarce kraju, tym lepiej. W obecnej sytuacji międzynarodowej i kraju nic bardziej zgubnego nie może być, jak propagowanie i stosowanie wyżej wymienionego przekonania. Wprost przeciwnie, w rozwoju obszarów wiejskich, Śląska oraz pewnych gałęzi przemysłu precyzyjnego musi uczestniczyć głównie Państwo wspólnie z nauką, Państwo odpowiedzialne między innymi za udział nauki w rozważanym przedsięwzięciu, z samorządami terytorialnymi, organizacjami społecznymi, przedsiębiorstwami krajowymi i zagranicznymi.

Nic nie osiągniemy, gdy nie stworzymy **centralnego programu wszechstronnego rozwoju kraju**, a organizacje rządowe nie zrozumieją konieczności takiego działania. Rozwiązaniem nie może być fragmentaryczne uczestnictwo pojedynczych osób lub instytucji w konkursach Unii

Europejskiej.

W ogólnym problemie wszechstronnego rozwoju kraju musi uczestniczyć wiele gałęzi nauki, rodzajów technologii oraz szeregu dziedzin [25], między innymi, badania systemowe powalające oceniać:

- uwarunkowania ekonomiczne i socjalne rozwoju regionalnego,
- ryzyko przedsięwzięcia w skali przedsiębiorstwa, regionu i kraju,
- transformację obecnej struktury wsi do struktury intensywnej produkcji konsumpcyjnej i energetycznej.

Oczywiste, że dla realizacji tak wielkiego przedsięwzięcia, jak transformacja wsi w erę nowoczesności a więc w erę cywilizacji informatycznej, wymagać to będzie szeregu decyzji na miarę stulecia. Równocześnie należy mieć na uwadze, że program wszechstronnego rozwoju kraju to uczestnictwo na przyszłych globalnych rynkach metanolu i technologii ogniw paliwowych.

Literatura

1. Vermillion B., i inni, Feasibility Study of Methanol as Transportation Fuel, <http://chemlab.ucsd.edu/methanol>, 2001.
2. Ciechanowicz W., Bioenergia a Energia Jądrowa, WSISZ, Warszawa 2001.
3. Ciechanowicz W., Energia, Środowisko i Ekonomia, Instytut Badań Systemowych PAN, 1995, 1997.
4. Dear Earth Talk: Is the world running out of oil, The Environmental Magazine, June 01. 2004.
5. Clean Coal Technology Commercial – Scale Demonstration of the Liquid Phase Methanol (LPMEOH™) Proces, Departament of Energy USA, Project of Kingsport, Tennessee, EASTMAN.
6. Hamelinck C.N., Faaij A. P. C., Future prospects for production of methanol and hydrogen from biomass, Universiteit Utrecht, Copernicus Institute, Departament of Science, Technology and Society, 2001.
7. Ciechanowicz W., Rola Polskiej Nauki w Zdobywaniu Strategicznych Rynków XXI Wieku, Mat. Konf., „Ogniwa Paliwowe i Biomasa Lignocelulozowa Szansą Rozwoju Wsi i Miast”, WSISZ, Brok 2003.
8. Report on Technical Feasibility of Fusion Energy and Extension of the Fusion Programe and Basic Supporting Researches, May 17, 2000.
9. Specht M. Bandi A., Elser M., Staiss F., Comparison of CO₂ Source for the Synthesis of Renewable Methanol, in „Advances in Chemical Conversions for Mitigating Carbon Dioxide” Amsterdam, 1998.
10. Specht M. Bandi A., Baumgart F., Murray C. N., Gretz J., Synthesis of Methanol

- from Biomass/CO₂ Resources, Proc. of 4-th Internal. Conference on Greenhouse Gas Control Technologies, Amsterdam 1998.
11. Specht M. Bandi A., Bandi A., Weimer T., Comparison of the Renewable Transportation Fuels Liquid Hydrogen and Methanol with Gasoline, International Hydrogen Energy, 1998.
 12. Methanol Production, Americ Methanol Institute.
 13. Specht M. Bandi A., The Methanol-Cycle – Sustainable Supply of Liquid Fuels, Center of Solar Energy and Hydrogen Research (ZSW), Stuttgart.
 14. Czernik Stefan, Renewable Energy National Laboratory, 2004.
 15. Non-Electric Applications of Fusion, Final Report to FESAC (Fusion Energy Scientific Advisory Committee), Fusion Applications and Market Evaluation, July 31, 2003,
 16. American Nuclear Society, Fusion Energy Division, Fusion Applications and Market Evaluation, June 2003, Newsletter.
 17. Bush Administration Announces Plan to Build Zero-Emissions Power Plant, eyeforfuelcells.com, 03.20.2003.
 18. Ciechanowicz W., Prywatna korespondencja, Andrew Bermingham, Managing Director,
 19. Steinberg M., i inni, A Survey of Applications of Fusion Power Technology to the Chemical and Material Processing Industry, BNL, 1974.
 20. Ciechanowicz W., Strategia Rozwoju Obszarów Wiejskich, Wersja Wstępna, 10.03.2002.
 21. Adams J.F., Sims R.E.H., Methanol Production and Other Liquid Fuels from Biomass via Gasification at Both the Large and Small Scale, Centre for Energy research, Massey University, Nowa Zelandia, October 2002.
 22. Ciechanowicz W., Szczukowski Stefan, Patent P 365770, Sposób wytwarzania metanolu, 2004.
 23. Ciechanowicz W., Szczukowski S., Metanol z biomasy, węgla, przy udziale syntezy jądrowej o zerowej emisji dwutlenku węgla, Część 3 - Uzupełnienia, 2004.
 24. Ciechanowicz W., Bioenergia jako Czynn timerozwoju Obszarów Wiejskich, Materiały z międzynarodowych warsztatów naukowo-szkoleniowych, Warszawa, Pałac Staszica, wrzesień 2001.
 25. Ciechanowicz W., Ramowy Program Naukowo Badawczy Konsorcjum „Bioenergia na Rzecz Rozwoju Wsi”, -2001 rok, Mat. Konf. „Ogniwa Paliwowe i Biomasa Lignocelulozowa Szansą Rozwoju Wsi i Miast”, Brok 2003.
 39. Meier W., Najmabadi F., Schnidt J., Sheffield J., Role of Fusion in a Sustainable Global Energy Strategy, www.trep.ucsd.edu/najmabadi/PAPER/01-wec.
 40. <http://nectar.nd.rl.ac.uk/~rikenral>, Welcome to RIKEN-RAL Muon Facility.





