

39/2004

**Raport Badawczy**  
**Research Report**

**RB/53/2004**

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

Część 2 –

zarys programu uczestnictwa na globalnym  
rynku metanolu

**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 II

### Zarys programu uczestnictwa na globalnym rynku metanolu

Wiesław Ciechanowicz, Instytut Badań Systemowych, PAN

Stefan Szczukowski, Uniwersytet Warmińsko Mazurski

#### Streszczenie

W części 2-giej podano zarys programu uczestnictwa na globalnym rynku metanolu. W ogólnym problemie rozwoju produkcji metanolu z biomasy, węgla, przy udziale syntezy jądrowej o zerowym bilansie emisji dwutlenku węgla uczestniczy wiele gałęzi nauki, rodzajów technologii oraz szeregu dziedzin, dla przykładu takich jak:

- uprawa biomasy, geodezja będąca podstawą wyboru właściwej lokalizacji przestrzennej poszczególnych plantacji w regionach, gospodarka wodna obejmująca małą retencję wodną, monitoring satelitarny jako czynnik zapobiegania nieurodzajowi roślin,
- technologie układów energetycznych: wykorzystujące bezlenową fermentację odpadów i ścieków do metanu, ceramiczne ogniwa paliwowe zasilane metanem, pompa ciepła pozwalająca wykorzystywać bardziej efektywnie energię geotermiczną.
- termiczna konwersja biomasy i zgazowanie biomasy do biogazu,
- uwodnienie biogazu poprzez parowy reforming węgla,
- mikrobiologiczne przetwarzanie lignocelulozy do metanolu,

Zakłada się zakup technologii syntezy metanolu i syntezy jądrowej, względnie uczestnictwa firm posiadającej uprawnienia licencyjne w przyszłym przedsiębiorstwie „Paliwa i Energia XXI Wieku”.

#### 1 Uwagi

Misją programu ma być działanie na rzecz zmniejszania bezrobocia na obszarach wiejskich. Misją jest także utrzymywanie miejsc pracy na Śląsku, poprzez tworzenie zbytu na węgiel kopalny.

Zakładaną wizją to zmniejszanie luki ekonomicznej i cywilizacyjnej pomiędzy wsią a miastem, szczególnie na tak zwanej ścianie wschodniej, gdzie nie ma szansy aby jakikolwiek kapitał inwestycyjny tam zawitał.

Celem globalnym programu jest zaistnienie na globalnym rynku metanolu, poprzez przedsiębiorstwo „Paliwa i Energia XXI Wieku”, tworząc podstawy naukowo badawcze, projektowe i produkcyjne dla opanowywania technologii produkcji metanolu:

- ekonomicznie opłacalnej,

- o zerowym bilansie emisji i absorpcji CO<sub>2</sub>.

**Czynniki sprzyjające uzyskaniu opłacalności ekonomicznej to:**

- wysoka wydajność uprawy biomasy z hektara,
- niskie koszty uprawy i pozyskiwania biomasy, mając na uwadze równocześnie likwidację bezrobocia,
- wysoka sprawność konwersji atomów węgla zawartych w biomase do atomów węgla tworzących molekuły tlenku węgla w biogazie,
- wysoka sprawność konwersji biogazu do gazu syntezowego,
- wysoka sprawność i niskie koszty konwersji gazu syntezowego do metanolu.

**Uwarunkowaniami uzyskania zerowego bilansu absorpcji i emisji CO<sub>2</sub> to:**

- wysoka wydajność biomasy z hektara, zapewniająca wysoką zdolność asymilacji atmosferycznego CO<sub>2</sub>,
- węgiel jako zewnętrzne bezpośrednie źródło wodoru w procesie uwodorniania biogazu, którego dodatkowym produktem ubocznym jest CO<sub>2</sub>,
- węgiel jako pośrednie źródło CO, uzyskiwanego w wyniku rozkładu radiolitycznego CO<sub>2</sub> na CO i O<sub>2</sub>,
- synteza jądrowa jako źródło neutronów wykorzystywanych w rozkładzie radiolitycznym CO<sub>2</sub>.

## **2 Wysoka wydajność uprawy biomasy z hektara [6-25],**

W ogólnym problemie uprawy biomasy będzie uczestniczyć wiele gałęzi nauki, rodzajów technologii oraz szeregu dziedzin, dla przykładu takich jak:

- genetyka, hodowla i szczegółowa uprawa roślin, technologie magazynowania biomasy,
- geodezja będąca podstawą wyboru właściwej lokalizacji poszczególnych plantacji,
- gospodarka wodna oraz monitoring satelitarny jako czynniki zapobiegania nieurodzaju roślin,
- technologie układów energetycznych wykorzystujące beztlenową fermentację odpadów i ścieków, stwarzające szansę zastosowania produktu ubocznego tej fermentacji jako nawozu organicznego.

### **2.1 Genetyka, hodowla i szczegółowa uprawa roślin - zadania wdrożeniowe**

#### **2.1.1 Zwiększanie wydajności jednostkowej wierzby krzewiastej na gruntach 3 i 4 klasy poprzez:**

- intensyfikację selekcji z użyciem markerów DNA,
- masową reprodukcję genotypów z zastosowaniem mikrorozmnażania w warunkach in vitro,
- różnicowanie warunków agrotechnicznych,
- dobór form do uprawy w jedno i wielo-genotypowych mieszaninach.

#### **2.1.2 Opracowanie charakterystyki drewna genotypów wierzby krzewiastej pozyskiwanego w krótkich rotacjach jako surowca do produkcji metanolu.**

#### **2.1.3 Monitoring plantacji aklimatyzacyjnych wierzb krzewiastych zlokalizowanych na terenie Polski i w różnych warunkach klimatyczno-glebowych.**

**Instytucja realizująca zadania:** Uniwersytet Warmińsko-Mazurski.

#### 2.1.4 Poszukiwanie warunków dla wysokowydajnej uprawy szałowca pensylwańskiego

W dotychczasowych badaniach na glebach zliczanych do kompleksu pszennego dobrego szałowiec pensylwański (*Sida hermaphrodita* R.) wydawał plony na poziomie 12-17 t/ha suchej masy. Istnieją podstawy do stwierdzenia, że uda się wskazać przynajmniej kilka elementów agrotechniki pozwalających na znaczącą produkcję biomasy w warunkach gleb lekkich.

**Instytucja realizująca zadanie:** Akademia Rolnicza w Lublinie, Katedra Szczegółowej Uprawy Roślin,

#### 2.1.5 Poszukiwanie warunków dla wysokowydajnej uprawy trzcinnika cukrowego

Rośliną rokującą duże nadzieje na wykorzystanie jako źródła energii jest, obok miskanta olbrzymiego, miskant cukrowy. Daje nieco niższy plon, jednak ma mniejsze wymagania termiczne i dobrze zimuje w naszych warunkach. Na piaszczystej glebie lekkiej plon wynosi około 5 t s.m/ha, natomiast na żyznej rędzinie przekracza 28 t s.m/ha.

Znacznie wierniejszym plonowaniem charakteryzuje się inna trawa wieloletnia – spartina preriowa. Wolumen plonu tego gatunku w zależności od klasy gleby wahał się w granicach 17-25 t s.m/ha. Stąd też spartina wydaje się być rośliną szczególnie predestynowaną do uprawy na gruntach 5 i 6 klasy.

Czynnikami agrotechnicznymi, wpływającymi na wielkość plonu omówionych roślin to:

- obsada roślin na jednostce powierzchni; częstotliwość zbioru; nawożenie, mineralne, jak i organiczne.

Nawożenie organiczne gleb klasy 5 i 6 mogłoby być realizowane wykorzystując produkt uboczny beztlenowej fermentacji odpadów i ścieków do metanu.

**Instytucja realizująca zadanie:** Instytut Nauk Rolniczych w Zamościu.

## 2.2 Geodezja będąca podstawą wyboru właściwej lokalizacji przestrzennej poszczególnych plantacji w regionach - system lokalizacji przestrzennej plantacji w regionach

Problem rozwoju obszarów wiejskich, oparty na bioenergii, staje się istotą zrównoważonego rozwoju poszczególnych regionów kraju. Przy wprowadzaniu bioenergii na obszary wiejskie winny być uwzględniane między innymi następujące aspekty:

1. regionalności, wymagający uwzględniania skali bezrobocia i osiągalności siły roboczej w regionie,
2. wielozadaniowego szkolenia, a więc wykorzystywania personelu w różnych okresach roku,
3. integralności poszczególnych etapów produkcji przedsiębiorstwa, a więc wykorzystywania personelu w różnych etapach produkcji stwarzający sens tworzenia omawianego specjalistycznego przedsiębiorstwa [10].

Pierwszorzędnym zadaniem jest rozpoznanie wymagań siedliskowych (warunki glebowo-klimatyczne) poszczególnych gatunków roślin. Podstawowe kryteria lokalizacji plantacji to:

- potencjał produkcyjny gleby, wyrażony kompleksem przydatności rolniczej,
- warunki klimatyczne (agro-klimatyczny atlas Polski) i hydrologiczne. [27, 28].

Zadania związane z zagospodarowaniem przestrzennym plantacji to:

- opracowanie systemu informacji geograficznej (GIS) dla potrzeb wdrożenia systemu produkcji roślin

energetycznych,

- wydzielenie potencjalnych rejonów dla uprawy roślin energetycznych z uwzględnieniem warunków naturalnych i społecznych,
- określenie wymagań glebowo-klimatycznych, wodnych i pokarmowych różnych gatunków oraz odmian roślin energetycznych,
- wyznaczenie terenów pod plantacje aklimatyzacyjne, pilotowe i uprawę komercyjną.

Jeżeli Polska miałaby pretendować do znaczącego producenta i eksportera paliwa dla technologii XXI wieku należy określić potencjalną docelową moc produkcyjną w poszczególnych regionach i z jakim przyrostem rocznym mogłaby być tworzona i co uwarunkowałoby to osiągnięcie.

Oczywiste, że dla uzyskania odpowiedzi na postawione pytanie musi być opracowana między innymi procedura rozwoju przestrzennego regionu pozwalająca:

- dokonywać oszacowywania wielkości obszarów uprawy, uwzględniając wyżej określone czynniki rozwoju, oraz możliwości zagospodarowania gruntów na cele energetyczne związane z intensyfikacją produkcji roślin konsumpcyjnych i energetycznych, wymagających nawadniania,
- wyznaczać scenariusze dochodzenia w czasie do określonego potencjału uprawy roślin i produkcji biomasy.

**Potencjalne instytucje realizujące zadanie:** Uniwersytet Warmińsko-Mazurski, Instytut Uprawy i Nawożenia Pulawy.

### 2.3 Gospodarka wodna obejmująca małą retencję wodną [29]

Intensyfikacja produkcji roślinnej jest jedynym czynnikiem umożliwiającym przeznaczanie znacznych obszarów gruntów rolniczych pod uprawę wierzby energetycznej. Jednym z elementów tej intensyfikacji jest nawadnianie, a w konsekwencji konieczność budowy małych retencji wodnych.

Nawadnianie upraw rolnych wymagałoby znacznych wydatków inwestycyjnych sięgających około 10 miliardów USD na 1 milion hektarów uprawy. Wydatki te musi ponieść Państwo, jeżeli myśli o gospodarce nowoczesnej. Ponieważ bez osiągalności wody o określonej ilości i jakości, w określony czasie nowoczesna gospodarka ekonomiczna i społeczna nie będzie mogła funkcjonować.

Docelowe korzyści dla Państwa byłyby następujące

- Możliwość dorównania jednostkowej wydajności upraw czterech zbóż i ziemniaków osiągalnej w takich krajach jak Niemcy, Szwecja, Francja [1], a w konsekwencji możliwość zwolnienia kilka milionów hektarów pod uprawę roślin energetycznych, a tym samym wzrost rozwoju wsi.
- Stosując metodę produkcji metanolu objętą patentem Konsorcjum, przy cenie 350 USD/tonę, dla uprawy biomasy na 5 i 3 mln ha odpowiednio gleby kl. 3-4 i 5-6 uzyskano by łącznie: roczny 20 % podatek VAT – około 40 mld/rok, zapotrzebowanie na węgiel - 230 mln ton/rok. Ponadto:
- zmniejszanie rozmiarów ewentualnych powodzi, oraz tworzenia w krótkiej perspektywie nowych miejsc pracy dla osób niewykwalifikowanych, których 70 % w skali kraju zamieszkuje na obszarach wiejskich.

Woda, tak jak energia, czyste powietrze i stała substancja materialna, wnoszą zasadniczy wkład w

utrzymanie produktywności ekonomicznej, dobrobytu społecznego, stylu życia i zachowania środowiska naturalnego.

**Potencjalne instytucje realizujące zadanie:** Instytut Badań Systemowych PAN, ?

#### **2.4 Monitoring satelitarny jako czynnik zapobiegania nieurodzaju roślin [40, 41, 42]**

W Ośrodku Teledetekcji i Informacji Przestrzennej Instytutu Geodezji i Kartografii wykorzystuje się zdjęcia satelitarne do przewidywania plonów upraw roślin. Na podstawie promieniowania czerwonego i podczerwonego Ziemi w ciągu okresu wzrostu roślin określa się tak zwany współczynnik wigoru roślin, identyfikujący stopień bujności roślin. Ponadto, wyznacza się wilgotność gleby, na których są prowadzone uprawy roślinne. Te dwie wielkości są wykorzystywane dla oszacowania plonów, jakie mogą być osiągalne w ciągu około 4-rech tygodni po dokonanych pomiarach satelitarnych. Mogłyby być wykorzystywane do:

- określenia jakości gleby w całej Polsce i właściwego gospodarowania zasobami wodnymi regionu.

**Potencjalne instytucje realizujące zadanie:** Instytutu Geodezji i Kartografii, Uniwersytet Warmińsko-Mazurski, Instytut Uprawy i Nawożenia Puławy, Instytut Badań Systemowych PAN.

#### **2.5 Technologie układów energetycznych wykorzystujące beztlenową fermentację odpadów i ścieków, stwarzające szansę zastosowania produktu ubocznego tej fermentacji jako nawozu organicznego.**

**Zadania wdrożeniowe - opracowanie technologii układów energetycznych typu:**

##### **2.5.1 Beztlenowa fermentacja odpadów i ścieków do metanu - ceramiczne ogniwa paliwowe zasilane metanem [26] jako pierwsza technologia, z którą Polska mogłaby wchodzić na światowy rynek.**

**Instytucje realizujące zadanie:** Instytut Inżynierii Ochrony Środowiska, Białystok, Instytut Badań Systemowych PAN.

##### **2.5.2 Beztlenowa fermentacja odpadów i ścieków do metanu - ceramiczne ogniwa paliwowe - pompa ciepła pozwalającą wykorzystywać bardziej efektywnie energię geotermiczną.**

**Potencjalne instytucje realizujące zadanie:** Instytut Inżynierii Ochrony Środowiska, Białystok, Polska Geotermalna Asocjacja, EURO Pompy Ciepła, Gdańsk, Instytut Badań Systemowych PAN.

### **3 Koszty pozyskiwania biomasy**

Koszty pozyskiwania biomasy to:

- bieżące koszty agrotechniki: pielęgnacji, nawożenia, koszty transportu, suszenia i magazynowania.
- obsługa kosztów inwestycyjnych zakładania plantacji.

Dla jednostkowej wydajności 30 tsm/ha rok koszty robocizny na 1 ha uprawy wynosiłyby odpowiednio dla:

- sprawności przetwarzania biomasy do metanolu 33 % - 270 USD/tonę metanolu,
- sprawności przetwarzania biomasy do metanolu 66 % - 135 USD/tonę metanolu.

Z oszacowań kosztów robocizny oraz obsługi kapitału inwestycyjnego wynika następujący wniosek:

**Sprawność przetwarzania biomasy do metanolu, w tym termicznej konwersji biomasy do biogazu, oraz**

koszty agrotechniczne będą miały decydujący wpływ na opłacalność uczestniczenia biomasy w produkcji metanolu [13].

Dlatego takie prace jak produkcja kwalifikowanych sadzonek, ich aklimatyzacji, zakładanie plantacji i żniwa biomasy winno wykonywać odpowiednie przedsiębiorstwo. Zakłada się, że tego typu przedsiębiorstwa będą działać jako podwykonawcy przedsiębiorstwa „Paliwa i Energia XXI Wieku”.

W zakładaniu omawianego przedsiębiorstwa należy brać pod uwagę wiele aspektów wprowadzania bioenergii na obszary wiejskie, o czym wspomniano w punkcie 2.2.

#### 4 Termiczna konwersja biomasy i zgazowanie biomasy do biogazu

W momencie, gdy biomasa zaczęła nabierać szczególnego znaczenia jako nośnik energii ze względu na konieczność zachowania środowiska dla przyszłych generacji, powstał problem transportu biomasy ze znacznie oddalonych upraw do miejsc jej gromadzenia. Jedynym rozwiązaniem okazała się termiczna konwersja biomasy do węgla drzewnego, charakteryzującego się dwukrotnie większą gęstością energii w stosunku do materii nieprzetworzonej. Oznacza to, że węgiel drzewny o dwukrotnie większym ciężarze właściwym zawiera tę samą energię co oryginalna biomasa czyniąc ekonomicznym jego transport [43].

Wstępne oszacowania [13] pokazują, że aby produkcja metanolu charakteryzowała się zerowym bilansem emisji CO<sub>2</sub> i ponadto mogła współzawodniczyć z konwencjonalnymi paliwami, które nie są neutralne wobec efektu cieplarnianego, staje wyzwanie przed Nauką, na miarę zachowania klimatu ziemskiego dla przyszłych pokoleń, aby:

- sprawność łączna przetwarzania termolitycznego biomasy do węgla drzewnego, w którym ciepło grzania pochodzi głównie ze źródła zewnętrznego, a następnie parowego reformingu węgla drzewnego do biogazu była przynajmniej rzędu 40 %.

**Powstają więc problemy:**

1. termicznej konwersji biomasy do węgla drzewnego, w tym:
  - 1.1 wyjaśnienie co należałoby czynić, w jakich warunkach środowiska, w jakim wymiarze czasu, w obecności jakich katalizatorów prowadzić proces termolizy, aby **minimalizować** samoistne reakcje egzotermiczne, wykorzystujące atomy węgla biomasy, zachodzące w różnych zakresach temperatur termicznej konwersji dla celulozy, hemicelulozy i ligniny, zwiększając w ten sposób ilość atomów węgla biomasy uczestniczących w tworzącym się węglu drzewnym,
  - 1.2 jeżeli termoliza ma stanowić rozwiązanie wyżej postawionego problemu, to w jaki sposób wykorzystywać produkty lotne termicznej konwersji:
    - czy bezpośrednio przetwarzać je do ciepła, czy też poprzez:
    - wykorzystywanie ogniw paliwowych charakteryzujących się ogólną sprawnością energetyczną przekraczającą 90 %,
2. parowego reformingu węgla drzewnego, w tym wyjaśnienie kwestii:
  - co czynić, aby w procesie parowego reformingu węgla drzewnego możliwie wszystkie atomy węgla uczestniczyły w powstawaniu jedynie molekuł tlenku węgla.



Według Dr Stefana Czernika, Renewable Energy National Laboratory, USA, istnieje możliwość uzyskania około 90 % sprawności wolnej konwencjonalnej pirolizy zachodzącej przy temperaturze 600 °C, której produktem byłyby oleje, węgiel drzewny i gaz. Jednakże temu procesowi towarzyszy dodatkowa produkcja CO<sub>2</sub>. Dla nie zmienionej skali produkcji metanolu koszty będą rosły o dodatkowy udział syntezy jądrowej i węgla w produkcji metanolu. Powstaje więc trzeci problem:

3. Jakie korzyści ekonomiczne można by uzyskać stosując jako termiczną konwersję biomasy wyżej wymieniony proces wolnej konwencjonalnej pirolizy wspólnie z rozkładem radiolitycznym produkowanego CO<sub>2</sub> oraz procesem uwodorniania CO przy wykorzystywaniu węgla kopalnego.

Tak ogólnie formułowane zagadnienia mają stanowić zadania badawcze. Prowadzenie tych zadań ma określić najkorzystniejszy sposób integracji termicznej konwersji biomasy, procesu uwodorniania przy wykorzystywaniu węgla kopalnego oraz syntezy jądrowej, jak również sprecyzowanie założeń do budowy retort termolizy, gazyfikatorów węgla drzewnego. Ma ono być realizowane w ramach Laboratorium Termicznej Konwersji Biomasy, lokalizowanej w pobliżu plantacji biomasy.

**Potencjalne instytucje realizujące zadanie:** Instytut Chemii, PAN, Instytut Chemicznej Technologii Drewna Akademii Rolniczej w Poznaniu, Politechnika Białostocka Zakład Produkcji Doświadczalnej i Usług Technicznych, Instytut Badań Systemowych PAN, Uniwersytet Warmińsko-Mazurski.

## 5 Uwodornianie biogazu poprzez parowy reforming węgla

Parowy reforming węgla, zgazowywania węgla parą, jest opanowany technologicznie. Powstaje jednak problem separacji CO<sub>2</sub>. Możliwymi technologiami separacji to poprzez wykorzystywanie:

- chemicznej absorpcji; fizycznej absorpcji; membran; destylacji.

**Potencjalne instytucje realizujące zadanie: ?**

## 6 Synteza metanolu

Wobec dotychczasowego rozwoju technologii produkcji metanolu w proponowanym programie rozwoju nie widzi się problemu opanowywania takiej technologii. Zakłada się, że jedynym rozwiązaniem byłby zakup technologii, względnie uczestnictwo firmy posiadającej uprawnienia licencyjne w przyszłym przedsiębiorstwie „Paliwa i Energia XXI Wieku”.

Na podstawie osiągalnych informacji, dotyczących dotychczasowego rozwoju technologii produkcji metanolu, uważa się, że najkorzystniejszym wyborem byłaby technologia określana mianem „Liquid Phase Methanol Proces” (w skrócie LPMEOH™ Proces), w której zastosowano reaktor o złożu ciekłym. Przypomnijmy, że w rozważanym reaktorze zastosowano sproszkowany katalizator zawarty w cieczy.

## 7 Synteza jądrowa

Radiologiczny rozkład  $\text{CO}_2$  następuje w odpowiednich rurach umieszczonych w płaszczu reaktora o skupianiu magnetycznym plazmy. W płaszczu dokonuje się także powielania trytu z litu poprzez reakcję neutronową litu z neutronami w wyniku czego uzyskuje się tryt i hel. Stanowi to zamknięty cykl paliwowy syntezy jądrowej. Z tego powodu reaktor syntezy jest samowystarczalny pod względem produkcji paliwa i nie jest uzależniony od zewnętrznego źródła paliwa.

Różne rodzaje płaszczy reaktora można instalować w reaktorze dla różnych celów w tym samym czasie. Jest to jedną z zalet reaktora typu mirror [26]. Można w określonym czasie wykorzystywać neutrony o wysokich energiach do rozkładu  $\text{CO}_2$ . Płaszcz reaktora może służyć jako źródło ciepła w zakresie 250, 600, 1000 i 1400 °C.

Reaktor syntezy zawiera radioaktywny tryt. W wyniku rozpadu promieniotwórczego tryt emituje cząstki  $\beta$  (elektrony) o energii średnio 5.7 keV. Osloną dla tego rodzaju cząstek może być kartka papieru [25,26].

Nienormalny stan wysokotemperaturowej plazmy spowoduje nagłe chłodzenie plazmy i w konsekwencji zaniku procesu syntezy jądrowej. Nie ma więc możliwości wyzwalać się dużej ilości energii. **Ponadto, produkty reakcji nie są radioaktywne** [16].

Na ogół syntezę jądrową kojarzy się z produkcją energii elektrycznej. To byłoby możliwe, gdyby współczynnik wzmocnienia plazmy, określony przez zależność  $Q = \text{wyzwalanie energii syntezy} / \text{wstrzykiwana energia}$  znacznie przewyższał wartość 1.

Ale synteza jądrowa ma wiele zastosowań dla przypadku, gdy  $Q < 1$ . Jednym z tych zastosowań syntezy jądrowej to neutrony o bardzo wysokich energiach.

Komercjalizacja syntezy jądrowej ma zapewnić bezpieczeństwo energetyczne USA, równocześnie przyczyniając się do znacznej redukcji emisji gazów cieplarnianych. Energia syntezy ma stać się podstawowym źródłem paliw Ekonomii Wodoru” [17,18].

Aby synteza jądrowa dawała produkt handlowy w ciągu 5 – 10 lat nie musi być na drodze do osiągnięcia progu opłacalności ekonomicznej produkcji energii elektrycznej [16]. Przede wszystkim potrzebny jest rynek zastosowań źródeł neutronów. Takim wielkim rynkiem, obok zastosowań do napędu pojazdów kosmicznych, produkcji radioizotopów, radioterapii, **może być metanol z biomasy i węgla z wykorzystaniem syntezy jądrowej**.

Źródłem neutronów o bardzo wysokich energiach może być w przyszłości **mionowo katalityczna synteza jądrowa**, zachodząca przy temperaturze 750 °C a więc „zimna” synteza [1,2,3,5,31,32].

**Mionowo katalityczna synteza jądrowa** jest przedmiotem zaawansowanych badań naukowych. Stwarza perspektywę osiągnięcia technologii stosunkowo prostej w porównaniu z obecnie opanowanymi reaktorami syntezy typu D-T. Wykorzystuje ona cząstki elementarne miony jako katalizatory w reakcji syntezy D-T [1]. Technologie te są obecnie rozważane w takich krajach jak: USA, Kanada, Wielka Brytania, Rosja, Szwajcaria, Austria, Południowa Korea. Mogłyby one być w przyszłości opanowywane przez szereg krajów o średnim potencjale przemysłowym i wykorzystywane w procesach rozkładu radiolitycznego, pod warunkiem, że produktem tej syntezy byłyby neutrony wysokich energii.

Także polscy naukowcy z Instytutu Fizyki Jądrowej w Krakowie mieli swój udział w rozwoju

mionowo katalitycznej syntezy jądrowej.

## 8 Mikrobiologiczne przetwarzanie lignocelulozy do metanolu [24]

Opracowanie technologii mikrobiologicznego przetwarzania lignocelulozy do metanolu może mieć ogromne znaczenie dla małoobszarowego rolnictwa w Polsce, ponieważ:

- mikroorganizmy mogą „uczynić” opłacalną uprawę roślin energetycznych i przetwarzanie ich do metanolu na wszelkich gruntach wiejskich,
- mikroorganizmy mogą „utworzyć” naturalny mechanizm aby rolnicy byli równocześnie producentami surowca i finalnego produktu w postaci metanolu na średnio obszarowych gospodarstwach.

Byłoby to także wielkim osiągnięciem w skali Świata, a równocześnie wielkim wyzwaniem nauki a rzecz rozwoju obszarów wiejskich.

**Instytucja realizująca zadania:** Akademia Rolnicza w Lublinie.

## 9 Przedsiębiorstwo produkcji kwalifikowanych sadzonek, ich aklimatyzacji, zakładania plantacji i żniw biomasy [3]

Zakładanie oraz eksploatacja plantacji na obszarze 50000 ha wymagałyby zatrudnienia następującej liczby osób:

### 1. Okres zakładania plantacji:

- Ręczna praca robocza - zatrudnienie od końca kwietnia do połowy maja - 8334 osób na około 1 miesiąc.
- Praca mechaniczna - liczba urządzeń wymagana dla plantacji w okresie 25 dni, przyjmując 8-mio godzinny dzień pracy wynosiłaby: 256 urządzeń, oraz zatrudnienie około 500 osób w ciągu miesiąca.

2. Żniwa: wykorzystując pracę rąk ręcznych i pił łańcuchowych, zakładając 100 dniowy okres żniw liczba osób przy żniwach wynosiłaby 6250 osób.

3. Załadunek, transport i składowanie: zatrudnienia przynajmniej 2500 ciężarówek 10 -cio tonowych lub 1250 dwutonowych, a więc zatrudnienie kilkaset osób.

W sumie przy zakładaniu plantacji na 50000 ha, żniwach, transporcie i składowaniu, nie licząc prac pielęgnacyjnych, zatrudnienie znalazłoby około: 15 000 tysięcy osób w przypadku stosowania pracy ręcznej lub około 7500 tysięcy osób stosując pracę mechaniczną przy zakładaniu plantacji.

Liczyby te są przede wszystkim gwarantem likwidacji bezrobocia na obszarach wiejskich w Polsce. Równocześnie wskazują, że dla właściwego zagospodarowania zatrudnionych pracowników wymagany jest odpowiedni harmonogram zakładania określonej powierzchni plantacji w ciągu roku w danym regionie. Jednym z zagadnień, które winno być uwzględnione w rozwiązywaniu tego zagadnienia to organizacja pracy.

W zakładaniu omawianego przedsiębiorstwa należy więc brać pod uwagę wiele czynników, o czym wspomniano poprzednio.

## 10 Ośrodek badawczo rozwojowy

Istnieje wiele czynności, o charakterze badawczo naukowym, projektowym, które winny być odpowiednio koordynowane oraz zarządzane, zanim uzyska się produkcję metanolu. Do tych czynności mogą być zaliczane między innymi:

- lokalizacja przestrzenna poszczególnych plantacji w regionach,
- mała retencja wodna,
- możliwość wcześniejszego wykorzystywania biomasy z plantacji doświadczalnej do celów grzewczych,
- edukacja.

Zadaniem ośrodka ma być:

1. nadzór nad przygotowaniem odpowiedniej kadry i uczestnictwo w tym przygotowaniu,
2. prowadzenie projektów badawczych dotyczących zagadnień systemowych produkcji biomasy i projektów badawczych związanych z ochroną środowiska,
3. opracowanie metod zakładania szkółek, plantacji doświadczalnych oraz produkcyjnych,
4. opracowanie metod agrotechnicznych zapewniających pozyskiwanie założonej wydajności jednostkowej w okresie pełnej rotacji plantacji, a więc w około 25 lat,
5. opracowanie sposobów walki z chwastami i szkodnikami,
6. udział w tworzeniu przedsiębiorstwa produkcji kwalifikowanych sadzonek, ich aklimatyzacji i zakładania plantacji,

## 11 Edukacja [15]

Proponowana wizja rozwoju obszarów wiejskich jest przedsięwzięciem niekonwencjonalnym, nie tylko obejmującym rolnictwo, ale także inne dziedziny takie jak energetyka, ochrona środowiska, ekonomia, informatyka, zarządzanie, monitoring satelitarny, mikrobiologia oraz takie kwestie jak przemiany demograficzne i migracja do miast, nierówności między mieszkańcami miast i wsi, postęp technologiczny w jego wszystkich postaciach. Jednakże głównym przedmiotem działania ma być rolnictwo. Wydawać się może, że problem kilku milionów bezrobotnych na obszarach wiejskich rozwiąże się w sposób konwencjonalny w okresie jednej kadencji Parlamentu, co nie jest możliwe.

Należy więc poprzez edukację dążyć do zmiany mentalności przeciwników rozwiązań niekonwencjonalnych, uświadamiając społeczeństwu, że pozostawienie rolnictwa w obecnym stanie z uprawą żyta i rzepaku będzie oznaczać pozostawienie Wsi w przeszłości, w erze cywilizacji agrarnej, gdzie kapitałem jest tylko ziemia.

Drugim zadaniem edukacji jest uświadamianie, że żyjemy w epoce narodzin nowej cywilizacji informatycznej, której instytucje jeszcze się nie uformowały. Chociaż jej wyniki na obszarach wiejskich będzie można zauważyć za 15 - 20 lat. Trzeba pamiętać, że era cywilizacji informatycznej będzie wyznaczać życie przyszłych pokoleń.

Trzecim zadaniem jest edukacja organizatorów i pracowników inicjujących w terenie rozwój bioenergii. W regionie obejmującym 1 milion ha uprawy należałoby edukować 300 000 osób.

Czwartym zadaniem jest edukacja tych, którzy mają opracowywać odpowiednie systemy komputerowe wykorzystywane dla projektowania przedsiębiorstw, którzy mają przyczynić się do tego aby Nauka wprowadzała nowoczesność na obszary wiejskie.

**Institucja realizująca zadania:** Uniwersytet Warmińsko-Mazurski, Wyższa Szkoła Informatyki i Zarządzania, Warszawa, Instytut Badań Systemowych PAN.

## 12 Przedsiębiorstwo międzynarodowe „Paliwa i Energia XXI Wieku”

Główny trzon przedsiębiorstwa mają stanowić instytucje, które zapewnią rozruch i właściwy rozwój przedsięwzięcia jakim ma być uczestnictwo na globalnym rynku metanolu. Te instytucje to:

### - Państwo:

- zapewniające odpowiednie ustawodawstwo dla rozwoju paliw i energii XXI wieku,
- wspomagające tworzeniu warunków wodnych na gruntach upraw rolnych,
- udzielające poparcia politycznego dla instytucji zagranicznych, uczestniczących we wspólnym przedsięwzięciu jakim ma być uczestnictwo na przyszłych rynkach paliw i energii,

- **Nauka**, zadaniem której jest tworzenie podstaw naukowo badawczych przede wszystkim dla opanowania produkcji metanolu: - ekonomicznie opłacalnej, - o zerowym bilansie emisji i absorpcji CO<sub>2</sub>,

- **Institucje finansowe**, inicjujące finansowanie pierwszych zadań badawczych, decydujących o możliwie szybkim opanowywaniu produkcji metanolu,

- **Institucje zagraniczne**, jako źródło licencji takich technologii jak synteza metanolu i synteza jądrowa.

Pierwszym zadaniem przedsiębiorstwa „Paliwa i Energia XXI Wieku” byłoby tworzenie podstaw dla organizacji i funkcjonowania Laboratorium Konwersji Termicznej Biomasy do produktów ekonomicznie transportowalnych. Kolejnymi zadaniami to między innymi:

- nawiązywanie kontaktów z odpowiednimi instytucjami krajowymi i zagranicznymi w celu wchodzenia na przyszłe rynki metanolu, oraz zdobywania licencji i odpowiednich funduszy,
- organizacja Ośrodka Badawczo Rozwojowego.

## 13 Uwagi końcowe

Gospodarka polska wymaga produktu, który przyczyniłby się do jej rozwoju. Możliwym rozwiązaniem, w przypadku braku korzystnego masowego eksportu gospodarki narodowej na rynki zagraniczne, to tworzenie odpowiednich uwarunkowań ekonomicznych, produkcyjnych i organizacyjnych dla wchodzenia na przyszłe rynki globalne metanolu i technologii ogniw paliwowych. Tworzenie takich warunków ma być między innymi celem programu Konsorcjum „Bioenergia na Rzecz Rozwoju Wsi” oraz przedsiębiorstwa „Paliwa i Energia XXI Wieku”, które wspólnie z państwem, nauką realizowałyby program Konsorcjum.

Prezydent Unii Europejskiej Romano Prodi ogłosił 16 października 2002, że do 2050 roku Unia Europejska stanie się pierwszym super mocarstwem wodorowym w XXI wieku wyprzedzając USA i Japonię w transformacji Unii z Ekonomii Paliw Kopalnych do Ekonomii Wodorowej.

Powstaje pytanie jaka inna może być alternatywa dla rozwoju naszego kraju? Czy tą alternatywą mogą być technologie konwencjonalne, w tym gorzelnie z XIX wieku oraz kotły spalania słomy, gdy mamy znaleźć się w Europie, która ma stać się super mocarstwem wodorowym? Czy też mamy wykorzystywać szansę jedyną jaka pojawia się na przełomie stuleci?

Jeżeli tak, to przytaczana szansa oznaczałaby nie tylko rozwój obszarów wiejskich, ale także aglomeracji miejskich, i to jest szansą dla Polski.

Ta szansa nie jest pod ręką, ale na horyzoncie. Odpowiedź jak dalekim jest ten horyzont będzie zależało od nas wszystkich jako obywateli kraju, między innymi od tego jak wspólnie nauka, stowarzyszenia terytorialne, producenci, organizacje społeczne, polityczne, rządowe i parlament będą działać.

Nic nie osiągniemy, gdy nie stworzymy centralnego programu wszechstronnego rozwoju kraju, gdy nie zrozumiemy konieczności takiego działania.

## Literatura

1. Ciechanowicz W., Bioenergia a Energia Jądrowa, Wyższa Szkoła Informatyki Stosowanej i Zarządzania, Warszawa 2001.
2. Ciechanowicz W., Energia, Środowisko i Ekonomia, Instytut Badań Systemowych PAN, 1995 , 1997.
3. Report on Technical Feasibility of Fusion Energy and Extension of the Fusion Programme and Basic Supporting Researches, May 17, 2000.
4. Non-Electric Applications of Fusion, Final Report to FESAC (Fusion Energy Scientific Advisory Committee), Fusion Applications and Market Evaluation, July 31, 2003,
5. American Nuclear Society, Fusion Energy Division, Fusion Applications and Market Evaluation, June 2003, Newsletter.
6. Bush Administration Announces Plan to Build Zero-Emissions Power Plant, eyeforfuelcells.com, 3.20.2003.
9. Ciechanowicz W. prywatna korespondencja Andrew Bermingham, Managing Director,
10. Ciechanowicz W., Strategia Rozwoju Obszarów Wiejskich, Wersja Wstępna, 10.03.2002
11. Ciechanowicz W., Uhrynowski Z., Instytut Badań Systemowych PAN Przyszłość polskiej energetyki jako element strategii rozwoju obszarów wiejskich.
12. Ciechanowicz W., Szczukowski Stefan, Patent P 365770, Sposób wytwarzania metanolu, 2004.
13. Ciechanowicz W., Szczukowski S., Metanol z biomasy, węgla, przy udziale syntezy jądrowej o zerowej emisji dwutlenku węgla, Część 3 - Uzupełnienia, 2004.
15. 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.
16. Szczukowski S., Uprawa Wierzb Krzewiastych i Pozyskiwanie Biomasy, Mat. Konf. „Ogniwa Paliwowe i Biomasa Lignocelulozowa Szansą Rozwoju Wsi i Miast”, Brok 2003.
17. Borkowska H., Uprawa Ślazuwca Pensylwańskiego, Mat. Konf. „Ogniwa Paliwowe i Biomasa Lignocelulozowa Szansą Rozwoju Wsi i Miast”, Brok 2003.
18. Kościak B., Kowalczyk-Juško A., Kościak K., Uprawa Miskanta Cukrowego i Spartiny Preriowej, Mat. Konf. „Ogniwa Paliwowe i Biomasa Lignocelulozowa Szansą Rozwoju Wsi i Miast”, Brok 2003.
19. Szczukowski S., Tworkowski J., Stolarski M., Charakterystyka Biomasy Wierzy Krzewiastej jako Surowca do Produkcji Metanolu, Mat. Konf. „Ogniwa Paliwowe i Biomasa Lignocelulozowa Szansą Rozwoju Wsi i Miast”, Brok 2003.
20. Przyborowski J.A., Możliwości Wykorzystania Markerów DNA w Selekcji Genotypów Wierzb Krzewiastych, Mat. Konf. „Ogniwa Paliwowe i Biomasa Lignocelulozowa Szansą Rozwoju Wsi i Miast”, Brok 2003.
21. Przyborowski J.A., Sulima P., Zwiększenie Wydajności Wierzy Krzewiastej poprzez Masową Reprodukację Klonów z zastosowaniem Mikrorozmnazania w warunkach in Vitro, Mat. Konf. „Ogniwa Paliwowe i Biomasa Lignocelulozowa Szansą Rozwoju Wsi i Miast”, Brok 2003.

22. Stolarzski M., Grzecznyk M., Zwiększanie Wydajności Wierzy Krzewiastej poprzez Regulację Zagęszczenia Roślin, Mat. Konf. „Ogniwa Paliwowe i Biomasa Lignocelulozowa Szansą Rozwoju Wsi i Miast”, Brok 2003.
23. Gołaszewski J., Załuski D., Monitoring Małoobszarowych Plantacji Aklimatyzacyjnych Wierzb Krzewiastych Zlokalizowanych w Zróżnicowanych Warunkach Glebowo-Klimatycznych, Mat. Konf. „Ogniwa Paliwowe i Biomasa Lignocelulozowa Szansą Rozwoju Wsi i Miast”, Brok 2003.
24. Borkowska H., Styk B., Ślázowiec, Ślázowiec – Biomasa, Perspektywy Uprawy i Wykorzystania Ślázowca Pensylwańskiego na Cele Energetyczne, Mat. Konf. „Ogniwa Paliwowe i Biomasa Lignocelulozowa Szansą Rozwoju Wsi i Miast”, Brok 2003.
25. Kościak B., Kowalczyk-Juśko A., Kościak K., Badania nad Uprawą Wieloletnich Gatunków Traw z Przeznaczeniem na Cele Energetyczne, Mat. Konf. „Ogniwa Paliwowe i Biomasa Lignocelulozowa Szansą Rozwoju Wsi i Miast”, Brok 2003.
26. Margel L., Produkcja Metanu z Odpadów Pochodzenia Rolniczego, Przemysłu Spożywczego i Komunalnego, Mat. Konf. „Ogniwa Paliwowe i Biomasa Lignocelulozowa Szansą Rozwoju Wsi i Miast”, Brok 2003.
27. Jadczyzyn Jan, Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa w Puławach, prywatna korespondencja.
28. Szczukowski Stefan, Uniwersytet Warmińsko Mazurski, prywatna korespondencja.
29. Ciechanowicz W., Mała Retencja Wodna, w Mat. Konf. „Ogniwa Paliwowe i Biomasa Lignocelulozowa Szansą Rozwoju Wsi i Miast”, Brok 2003.
20. Dąbrowska-Zielińska K., Kogan F., Ciołkosz A., Gruszczynska M., Raczka U., Kowalik W., Jankowski R., 1998. New Method of Drought Detection based on NOAA satellites and its impact on Polish Agriculture. ASPRS-RT1 1998 Annual Conference.
21. Ciechanowicz W., Holnicki P., Inkielman M., Kałuszko A., Partyka A., Sikorski J., Słomiński L., Uhrzynowski Z., Zadrozny S., - Instytut Badań Systemowych PAN, Ciołkosz A., Dąbrowska-Zielińska K., Instytut Geodezji i Kartografii, Problems of Economy, Energy, Water management and Environment in the Simulation of the Sustainable Development of Regions with the Majority of Rural Areas, International Meeting „IIAASA Days in Ukraine” Kiev, March 18-19, 1999.
22. Archer G., Metodologies for the Wood Energy Supply in Pakistan, Wood Energy Development: Planning, Policies and Strategies, Bangkok, May 1993.
23. Howell H., Heck III, Civil Engineering Research, [http://civil.fit.edu/heck\\_research.html](http://civil.fit.edu/heck_research.html). P12
24. Targoński Z., Problemy Biokonwersji Materiałów Lignocelulozowych do Alkoholu, Mat. Konf. „Ogniwa Paliwowe i Biomasa Lignocelulozowa Szansą Rozwoju Wsi i Miast”, Brok 2003.
25. 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](http://www-trep.ucsd.edu/najmabadi/PAPER/01-wec).
26. <http://nectar.nd.rl.ac.uk/~rikenral>, Welcome to RIKEN-RAL Muon Facility.









