

36/2004

Raport Badawczy

RB/50/2004

Research Report

**Metanol z biomasy, węgla – o
obniżonym bilansie emisji
dwutlenku węgla.**

Część 4.

Zadania dla zespołów badawczo- naukowych
Centrum "Bioenergia na Rzecz Rozwoju Wsi"

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
- o obniżonym bilansie emisji dwutlenku węgla
część IV

Zadania dla zespołów badawczo naukowych
Centrum „Bioenergia na Rzecz Rozwoju Wsi”

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

Wstęp

Przedstawiana praca jest kontynuacją części 1, 2, 3 opracowania „Metanol z biomasy, węgla, przy udziale syntezy jądrowej o zerowym bilansie emisji dwutlenku węgla” oraz patentu pt. „Sposób wytwarzania metanolu”, oznaczonego numerem P 365770 [1,2,3,4].

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

- 200 mln ton/rok produkcji o zerowym bilansie emisji CO₂, tworząc zapotrzebowanie na 85 mln t/yr węgla kopalnego,

- 340 mln ton/rok gwarantując zerowy bilans emisji CO₂ jedynie dla 50 % produkcji metanolu, tworząc zapotrzebowanie na

230 mln t/yr węgla kopalnego.

Dla 50 % produkcji metanolu o zerowym bilansie emisji CO₂ proponuje się, aby nie zbilansowana 50 % -wa emisja CO₂ była rekompensowana wykorzystywaniem neutralnych wobec efektu cieplarnianego źródeł zasilających gospodarke 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 ogniw paliwowych.

W części 2-giej – Podano zarys programu uczestnictwa Polski 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 szereg 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 niurodzaju roślin,

- technologie układów energetycznych: wykorzystujące beztlenową fermentację odpadów i ścieków do metanu, ceramiczne ogniwa paliwowe zasilane metanem, pompy ciepłe pozwalające wykorzystywać bardziej efektywnie energię geotermiczną.

- termiczna konwersja biomasy i zgazowanie biomasy do biogazu,

- uwodornianie biogazu poprzez parowy reforming węgla,

- mikrobiologiczne przetwarzanie lignocelulozy do metanolu,

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

Proponowany zarys programu ma być podstawą do formułowania centralnego programu rozwoju kraju.

Część 3 – Uzupelnienia - zawierają między innymi uzupełnienia informacji podanych w części 1 i 2-giej:

- zilustrowanie proponowanej technologii produkcji metanolu na przykładach liczbowych,

- wstępne oszacowania kosztów produkcji metanolu dla wybranych scenariuszy technologii produkcji metanolu.

- przedsiębiorstwo produkcji kwalifikowanych sadzonek, ich aklimatyzacji, zakładania plantacji i żniw biomasy,

- edukacja,

- obliczenia numeryczne: bieżące koszty pozyskiwania biomasy; obliczenia numeryczne scenariuszy rozwoju.

Celem niniejszej pracy – część 4 - jest tworzenie podstaw dla sformułowania założeń projektowych związanych z realizacją przedsięwzięcia rozwoju obszarów wiejskich poprzez wchodzenie na przyszły globalny rynek metanolu i ogniw paliwowych.

Wprowadzenie

Głównym priorytetem wchodzenia na globalne rynki metanolu i ogniw paliwowych dla Polski jest likwidacja bezrobocia na obszarach wiejskich i wyrównywanie luki ekonomicznej i społecznej między wsią i miastem.

Aby zrealizować ten cel będzie potrzebna woda i to czysta woda. A więc priorytetem staje się także nawadnianie poprzez budowę małej retencji wodnej i utylizacja wszelkich odpadów i ścieków poprzez beztlenową fermentację ścieków.

Priorytetem staje się również wysoka wydajność biomasy z hektara oraz wysoka sprawność termicznej konwersji biomasy do biogazu, dlatego aby uzyskać opłacalność ekonomiczną produkcji metanolu z biomasy.

Integracja produkcji metanolu z biomasy, węgla przy udziale syntezy jądrowej o zerowej emisji CO₂ z technologiami źródeł odnawialnych, umożliwiałaby równocześnie zwiększenie produkcji o około 75 % w relacji do przypadku 100 % bilansowania emisji CO₂ oraz zachowanie bilansu tego wzrostu jako neutralnego wobec efektu cieplarnianego. Oznacza to, że kolejnym priorytetem byłyby technologie źródeł odnawialnych i technologie ogniw paliwowych.

Priorytetem jest także lokalizacja przestrzenna plantacji w skali regionów i kraju, która przyczyniałaby się do uzyskiwania w pierwszym etapie rozwoju znacznych zysków przy minimalnym ryzyku.

Wobec szybkiego rozwoju technologii syntezy metanolu oraz syntezy jądrowej w USA w proponowanym programie rozwoju nie widzi się możliwości opanowywania tych technologii w Polsce. Zakłada się, że jedynym rozwiązaniem byłby zakup wspomnianych technologii, względnie uczestnictwo firmy posiadającej uprawnienia licencyjne w przyszłym przedsiębiorstwie „Paliwa i Energia XXI Wieku”. Współpraca międzynarodowa staje się nie tylko dodatkowym priorytetem ale równocześnie uwarunkowaniem osiągnięcia zamierzonego celu.

Kolejnym priorytetem staje się określenie szansy i zagrożeń rozwoju kraju do roku 2050, jak również odpowiedź na pytania, jakie może być miejsce Polski w Unii Europejskiej, która ma stać się super mocarstwem wodorowym, jakie zadania stoją przed nami dziś aby nasze wnuki nie żyły w kraju o niskich dochodach budżetu państwa.

Na te pytania nie da się odpowiedzieć, gdy nie zrozumiemy, że rozwój kraju będzie musiał być postrzegany nie jako działanie jednego lub trzech przedsiębiorstw mających poparcie rządu, ale jako działanie, w którym obok tych przedsiębiorstw będzie musiało uczestniczyć państwo, nauka, samorządy terytorialne i szereg innych przedsiębiorstw.

Państwo ma odpowiadać za to, aby priorytet w wykorzystywaniu znacznych osiągalnych funduszy miały przede wszystkim programy systemowe dotyczące rozwiązań strategicznych kraju, które będą znaczącymi krokami w dążeniu do zaistnienia Polski na przyszłych globalnych rynkach świata.

Programy systemowe miałyby stanowić elementy centralnego programu rozwoju kraju, który by obejmował między innymi takie zagadnienia jak:

- wysoka wydajność biomasy z hektara oraz wysoka sprawność termicznej konwersji biomasy do biogazu,
- strategia rozwoju obszarów wiejskich,
- 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 realizacja tak wielkiego przedsięwzięcia będzie wymagać szeregu decyzji na miarę stulecia. Między innymi, tworzenie „zwoźników”, które by przyczyniały się do tego aby wynikiem końcowym działalności objętej centralnym programem rozwoju kraju był produkt XXI wieku.

Tymi zwoźnikami winny być między innymi ośrodki badawcze rozwojowy oraz przedsiębiorstwa międzynarodowe „Paliwa i Energia XXI Wieku”.

Przytaczana szansa rozwoju kraju, w systemowym rozumieniu, poprzez wchodzenie na globalne rynki metanolu i ogniw paliwowych XXI wieku oznaczałaby nie tylko rozwój obszarów wiejskich, ale także aglomeracji Śląska, i innych aglomeracji miejskich, gdyby produktem był metanol z biomasy i z węgla o obniżonym bilansie emisji dwutlenku węgla, i to będzie szansą dla Polski. Sposób w jaki zostanie ona wykorzystana będzie zależeć od nas wszystkich jako obywateli kraju, między innymi od tego jak wspólnie nauka, stowarzyszenia terytorialne, producenci, organizacje społeczne, polityczne, rządowe i parlament będą działać.

Spis treści

- 1 Uwagi wstępne**
- 2 Pion wysokiej wydajności biomasy**
 - 2.1 Pozyskiwanie biomasy energetycznej
 - 2.1 (A) Pozyskiwanie wierzby krzewiastej
 - 2.1 (B) Pozyskiwanie ślazuwca pensylwańskiego
 - 2.1.(C) Pozyskiwanie traw energetycznych
 - 2.1.(D) Skutki środowiskowe pozyskiwania roślin energetycznych
 - 2.2 Beztlenowa fermentacja odpadów i ścieków
 - 2.3 Mała retencja wodna
 - 2.4 Lokalizacja przestrzenna plantacji
 - 2.5 Monitoring satelitarny
 - 2.6 Zarządzanie pozyskiwaniem i przetwarzaniem biomasy poprzez Internet
 - 2.6 (A) zarządzania przedsiębiorstwem uprawy biomasy i jej przetwarzania,
 - 2.6 (B) zarządzania zasobami wodnymi w regionie lub dorzeczu,
 - 2.6 (C) rozproszone zarządzanie przedsięwzięciem „Paliwa i Energia XXI Wieku” poprzez Internet w skali regionów
 - 2.6 (D) zdalne nauczanie mogące odegrać w przyszłości kluczową rolę w wyrównywaniu szans dostępu do edukacji dla poszczególnych grup społecznych obszarów wiejskich
- 3 Pion termicznej konwersji biomasy do substancji ekonomicznie transportowalnych**
 - 3.1 Piroliza biomasy lignocelulozowej
 - 3.2 Łagodna termoliza – prażenie biomasy
 - 3.3 Termoliza lignocelulozowej biomasy
- 4 Pion procesów uzupełniających produkcję gazu syntezowego z biogazu**
- 5 Pion technologii źródeł odnawialnych i ogniw paliwowych**
 - 5.1 Beztlenowa fermentacja odpadów i ścieków do metanu integrowanej z ceramicznymi ogniwami paliwowymi
 - 5.2 Mikrobiologiczna konwersja,
 - 5.2 (A) Mikrobiologiczna konwersja lignocelulozy do metanolu
 - 5.2 (B) Biologiczna ogniwa paliwowe dokonujące mikrobiologicznej konwersji glukozy ze śmieci do wodoru
 - 5.2 (C) Mikrobiologiczne przetwarzanie węgla do paliw ciekłych
 - 5.3 Produkcja wodoru, wykorzystując farmy wietrzne zlokalizowane w pobliżu brzegów morskich
 - 5.4 Ogniwa paliwowe
 - 5.4 (A) ceramiczne ogniwa paliwowe,
 - 5.4 (B) polimerowe ogniwa paliwowe,
 - 5.4 (C) ogniwa paliwowe bezpośrednio zasilane metanolem.
- 6 Pion centralnego programu rozwoju kraju**
 - 6.1 Strategia rozwoju obszarów wiejskich
 - 6.2 Badania systemowe
 - 6.2 (A) uwarunkowania ekonomiczne i socjalne rozwoju regionalnego,
 - 6.2 (B) ryzyko przedsięwzięcia w skali przedsiębiorstwa, regionu i kraju,
 - 6.2 (C) transformacja obecnej struktury wsi do struktury intensywnej produkcji konsumpcyjnej i energetycznej.
- 7 Pozostałe technologie stanowiące uzupełnienie w proponowanej technologii produkcji metanolu z biomasy, węgla przy udziale syntezy jądrowej**
- 8 Uwagi końcowe**

Uzupełnienie 1 - Uwagi dotyczące znaczenia metanolu jako strategicznego paliwa XXI wieku
 Uzupełnienie 2 - Zagadnienia termicznej konwersji biomasy
 Uzupełnienie 3 - Synteza metanolu
 Uzupełnienie 4 - Uwagi dotyczące reaktorów syntezy jądrowej

1 Uwagi wstępne

W części 1-wszej, „Metanol z biomasy, węgla, przy udziale syntezy jądrowej o zerowym bilansie emisji dwutlenku węgla” [1], podano sposób produkcji metanolu z biomasy, węgla, przy udziale syntezy jądrowej, o zerowym bilansie emisji CO₂. Wskazano na możliwość uczestnictwa Polski na przyszłym globalnym rynku metanolu, wykorzystując biomasę uprawianą na 8 mln ha gruntów, w przeliczeniu na ropę w ilości 200 mln ton/rok o zerowym bilansie emisji CO₂, oraz w ilości 340 mln ton/rok, gwarantując zerowy bilans emisji CO₂ jedynie dla 50 % użytkowanego metanolu.

Według proponowanej technologii [1] roczna produkcja 10 mld ton metanolu, stanowiąca 2/3 przyszłego zapotrzebowania na paliwa węglowodorowe w skali świata, wymagałaby 4 mld ton węgla oraz uprawy biomasy na 160 mln ha powierzchni, co stanowiłoby 1.18 % powierzchni wszystkich łądów świata. Węgla kopalnego jako surowca do produkcji metanolu wystarczyłoby na 150 lat, mając na uwadze, że zidentyfikowane światowe zasoby węgla ocenia się na 600 mld ton.

Gdyby produkowano metanol jedynie z węgla kopalnego, przy założeniu sprawności pozyskiwania metanolu z węgla wynoszącej 70 %, zapotrzebowanie na węgiel kopalny, jako na surowiec w produkcji metanolu 10 mld ton/rok, wyniosłoby ponad 14 mld ton rocznie. Węgla kopalnego jako surowca wystarczyłoby w skali świata na 42 lata [patrz Uzupełnienie 1].

Polska posiadając oszacowane zasoby węgla w ilości 100 mld ton [5], mogłaby produkować stosując technologię Konsorcjum „Bioenergia na Rzecz Rozwoju Wsi” rocznie około 500 mln ton metanolu przez 500 lat.

Przedstawione powyżej przybliżone oceny określają znaczenie proponowanej technologii zarówno w skali Polski jak i w skali przyszłej cywilizacji świata.

Jednakże o powodzeniu produkcji metanolu przy udziale biomasy będą decydować głównie dwa czynniki:

- wysoka wydajność biomasy z hektara oraz
- wysoka sprawność termicznej konwersji biomasy do biogazu.

Zagadnienia te stają się kluczowymi dla uzyskania opłacalności ekonomicznej technologii produkcji metanolu. Mają stanowić istotny wkład polskiej nauki w całość przedsięwzięcia jakim ma być produkcja metanolu z biomasy, węgla przy udziale syntezy jądrowej.

Dodatkowymi uwarunkowaniami uzyskiwania docelowej produkcji metanolu w przeliczeniu na ropę w ilości 340 mln ton rocznie byłoby:

- nawadnianie gruntów, jako jedno z zadań małej retencji wodnej, które stworzyłyby:
 - możliwość zagospodarowania do celów energetycznych kilku milionów ha,
 - umożliwiłoby przeciwdziałanie obniżania się lustra wody, będącego zjawiskiem usychania ziemi,
- współpraca z odpowiednimi przedsiębiorstwami USA w celu pozyskania licencji technologii syntezy metanolu i syntezy jądrowej typu Deuter – Tryt, jak również:
- stworzenie centralnego programu rozwoju kraju, obejmującego takie zagadnienia jak:
 - lokalizacja przestrzenna plantacji,
 - strategia rozwoju regionalnego,
 - uwarunkowania ekonomiczne i socjalne rozwoju regionalnego,
 - ryzyko przedsięwzięcia w skali przedsiębiorstwa, regionu i kraju,
 - transformację obecnej struktury wsi do struktury intensywniej produkcji konsumpcyjnej i energetycznej.

W poszukiwaniu możliwie najkorzystniejszych rozwiązań wyżej wymienionych zagadnień w możliwie najkrótszym przedziale czasu, mając na uwadze zamiar możliwie szybkiego zaistnienia Polski na tworzonych obecnie przyszłych globalnych rynkach metanolu oraz ogniw paliwowych, jak również ograniczone osiągalne krajowe środki finansowe, powstaje konieczność korzystania z istniejącej struktury badawczej kraju.

Proponuje się, aby poszczególne zadania badawcze były realizowane w instytucjach naukowo badawczych wykonawców tych zadań. Koordynację całości problemu zlokalizowano by w Instytucie Badań Systemowych w obecnie tworzonym Centrum „Bioenergia na Rzecz Rozwoju Wsi”.

Celem niniejszej pracy jest tworzenie podstaw dla sformułowania wyżej wymienionych założeń. Niniejsza praca zawiera zarys tych podstaw.

Zakłada się, że wyżej wymienione problemy badawcze będą realizowane przez pięć pionów organizacyjnych Centrum: pion wysokiej wydajności biomasy, pion termicznej konwersji biomasy do substancji ekonomicznie transportalnych, pion procesów uzupełniających produkcję gazu syntezowego, pion technologii źródeł odnawialnych i technologii ogniw paliwowych oraz pion centralnego programu rozwoju kraju.

2 Pion wysokiej wydajności biomasy

Obecnie ziemia staje się źródłem równocześnie żywności i energii. Nabiera więc wymiaru pól naftowych, a więc wymiaru potencjalnej zamożności. Staje się to szansą dla rozwoju obszarów wiejskich, pod warunkiem, że znajdziemy sposób na spełnianie określonych uwarunkowań ekonomicznych. Jednym z tych uwarunkowań jest wysoka wydajność biomasy z hektara. Powiązanie uprawy niekonwencjonalnej z uprawami konwencjonalnymi staje się jedyną szansą na to, aby przyszłe pokolenia mieszkańców obszarów wiejskich zaznały wyżej wspomnianą zamożność.

W ramach pionu wysokowydajnej biomasy przewiduje się w odpowiednim czasie organizację następujących zespołów:

- 2.1 uprawy i pozyskiwania biomasy,
- 2.2 beztlenowej fermentacji odpadów i ścieków do metanu,
- 2.3 małej retencji wodnej,
- 2.4 lokalizacji przestrzennej plantacji,
- 2.5 monitoringu satelitarnego jako czynnika pozwalającego przewidywać stan urodzaju roślin,
- 2.6 wirtualnego zarządzania pozyskiwaniem i przetwarzaniem biomasy poprzez Internet.

2.1 Pozyskiwanie biomasy energetycznej

W skład grupy badawczej pozyskiwania biomasy wchodzi zespół badawczy pozyskiwania:

- wierzby krzewiastej (A),
- ślazuca pensylwańskiego (B) oraz
- wieloletnich traw energetycznych jak miskant cukrowy, spartina periowa, palczatka gerarda (C).

Kierownik Zespołu: Prof. dr hab. Stefan Szczukowski,

Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie, Katedra Hodowli Roślin i Nasiennictwa.

Zespół 2.1 (A) Pozyskiwanie wierzby krzewiastej

2.1.1 (A) Potencjalne znaczenie uprawy wierzby krzewiastej

Uprawa wierzby krzewiastej na plantacjach polowych może dać rolnictwu rozdrobnionemu wiele korzyści między innymi ze względu na znaczny rynek zbytu, jak również tworzenie wiele miejsc pracy.

- **Zadanie badawcze - „Zwiększenie wydajności wierzby krzewiastej pozyskiwanej z gruntów rolniczych”**
- **Jednostka badawcza realizująca zadanie, nazwa i adres jednostki**
Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie, Wydział Kształtowania Środowiska i Rolnictwa
Katedra Hodowli Roślin i Nasiennictwa, tel. (89) 523 48 80
- **Kierownik zespołu: Prof. dr hab. Stefan Szczukowski,**
Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie, Katedra Hodowli Roślin i Nasiennictwa,
tel. (89) 523 39 79; e-mail: stefan.szczukowski@uwm.edu.pl

2.1.2 (A) Stan rozwoju

Badania nad uprawą i pozyskaniem biomasy wierzby krzewiastej prowadzone są w Uniwersytecie Warmińsko-Mazurskim w Olsztynie już od ponad 10 lat. Wyselekcjonowano klony oraz otrzymano pierwsze trzy polskie odmiany (START, SPRINT, TURBO) wierzby krzewiastej, które w warunkach intensywnej uprawy na madzie ciężkiej dały od 15 do 26 t ha⁻¹ roku⁻¹ suchej masy drewna. Wyższy plon uzyskano, gdy pędy pozyskiwano w rotacji 3-letniej. Drewno pozyskane w powyższym cyklu miało wysoką wartość kaloryczną 19,3 MJ · kg⁻¹ s.m. oraz niską zawartość popiołu (1,3%).

2.1.3 (A) Zamierzenia

- **Celem badań** będzie kontynuacja prac nad zwiększeniem produkcji biomasy wierzby krzewiastej (*Salix* spp.) do 30 ton suchej masy na ha poprzez:
 - intensyfikację selekcji oraz wybór klonów do masowej reprodukcji,
 - mikrorozmnażanie wierzby w warunkach *in vitro*, co stworzy możliwość szybkiej, masowej reprodukcji najcenniejszych klonów,
 - zróżnicowanie warunków agrotechnicznych uprawy (regulację zagęszczenia, nawożenie, częstotliwość zbioru roślin),
 - uprawę wierzby w jedno- i wielo-klonowych mieszaninach.

- Harmonogram prac:

1. Określi się:

- zmienność genetyczną gatunków *Salix* spp. zgromadzonych w kolekcji z zastosowaniem markerów DNA oraz podejmie się próby zlokalizowania skupisk genów odpowiedzialnych za produkcję biomasy, co pozwoli wskazać formy o potencjalnej wysokiej wydajności, jak również wytypować komponenty ewentualnych sztucznych krzyżowań międzygatunkowych,
- jakość drewna wybranych klonów *Salix* spp..
- opłacalność i efektywność energetyczną uprawy i pozyskiwania biomasy wierzby.

2. Przeprowadzi się ocenę wydajności i jakości odmian i klonów wierzby w zależności od częstotliwości zbioru w krótkich 1, 2 i 3-letnich rotacjach.

3. Opracuje się sposób zbioru i przechowywania biomasy.

4. Założy się w wytypowanych regionach kilku hektarowe plantacje aklimatyzacyjne wierzby krzewiastych na których będzie się prowadzić stały monitoring. Pozwoli to na ocenę produktywności odmian i klonów wierzby oraz określi się ich odporność na porażenie przez choroby i zasiedlenie przez szkodniki. Plantacje te poprzedzą zakładanie w regionach plantacji reprodukcyjnych (200 ha) i produkcyjnych (10 000 – 50 000 ha).

Prace badawcze będą kontynuowane w istniejących 2 obiektach doświadczalnych UWM w Olsztynie (Nizina Kwidzyńska i Mazury) w których na powierzchni 4 ha prowadzone są ściśle doświadczenia polowe: hodowlane i agrotechniczne z około 150 zgromadzonymi klonami *Salix* spp. oraz w ramach współpracy z samorządami gminnymi stworzy się nowe obiekty wdrożeniowe.

Dodatkowym efektem przeprowadzonych badań będą publikacje naukowe oraz instrukcja wdrożeniowa uprawy i pozyskiwania wierzby krzewiastej dla małych gospodarstw (1-10 ha powierzchni) oraz dużych (powyżej 50 ha).

2.1.4 (A) Posiadane urządzenia laboratoryjne

Pracownia biotechnologii: termocykler; zestaw do analizy i dokumentacji żeli elektroforetycznych: transiluminator, aparat cyfrowy, mikrociemnia, komputer z oprogramowaniem; zestawy do elektroforezy horzontalnej; stół laminarny o nawiewie poziomym, pokój hodowlany z możliwością regulacji temperatury i oświetlenia.

Pracownia właściwości fizyko-chemicznych biomasy: kalorymetr KL-12Mn z oprzyrządowaniem do określania wartości opałowej biomasy zgodnie z DIN 51731, suszarki i piece muflowe do oznaczania wilgotności i zawartości popiołu w biomasie.

2.1.5 (A) Wymagane urządzenia laboratoryjne

Automatyczny analizator elementarny firmy Carlo Erba typ 1108, pracujący wg procedury CE Instruments do oznaczania składu elementarnego biomasy (C, H, N, S)

2.1.6 (A) Skład zespołu badawczego

1.	Prof. dr hab. Stefan Szczukowski UWM w Olsztynie, Wydział Kształtowania Środowiska i Rolnictwa; Katedra Hodowli Roślin i Nasiennictwa
2.	Prof. dr hab. Józef Tworowski, UWM w Olsztynie; Katedra Hodowli Roślin i Nasiennictwa; kierownik Katedry
3.	Prof. dr hab. Janusz Gołaszewski UWM w Olsztynie; Katedra Hodowli Roślin i Nasiennictwa
4.	Dr Jerzy Przyborowski; UWM w Olsztynie; Katedra Hodowli Roślin i Nasiennictwa; adiunkt
5.	Dr Mariusz Stolarski; UWM w Olsztynie; Katedra Hodowli Roślin i Nasiennictwa; adiunkt
6.	Dr Dariusz Żaluski UWM w Olsztynie; Katedra Hodowli Roślin i Nasiennictwa; adiunkt

7.	Dr Paweł Sulima UWM w Olsztynie; Katedra Hodowli Roślin i Nasiennictwa; adiunkt
8.	Dr Jacek Kwiatkowski UWM w Olsztynie; Katedra Hodowli Roślin i Nasiennictwa; adiunkt
9.	Pracownicy pomocniczy – liczba pracowników 3 Mgr Krystyna Mielecka, mgr Jolanta Fiedoruk, mgr Alicja Polkowska

2.1.7 (A) Przewidywane środki finansowe

Planowane nakłady (w zł) w latach	2005	2006	2007	Sumarycznie
Ogółem	430625	393750	421875	1246250
Na place w ramach zespołu	107660	98440	105460	311560

Place średnio na osobę na miesiąc w okresie 3 letnim $311560 / (11 \cdot 3) = 9441 / 12 = 787 \text{ zł}$

Wydatki ogółem średnio na osobę na miesiąc w okresie 3 letnim $1246250 / (11 \cdot 3) = 37\,765 / 12 = 3147 \text{ zł}$

Zespół 2.1(B) Pozyskiwanie szałowca pensylwańskiego

2.1.1 (B) Potencjalne znaczenie uprawy szałowca pensylwańskiego

Uprawa szałowca pensylwańskiego stwarza szansę na dodatkowe korzyści dla rolników wynikające z:

- wprowadzenia bioróżnorodności w uprawy energetyczne (unikanie kompensacji chorób i szkodników),
- wieloletności gatunku (koszt zakładania plantacji raz na wiele lat),
- możliwości uprawy na dużym areale oraz
- łatwości zbioru standardowym sprzętem (kosiarki, sieczkarnie),
- stałego, co rocznego dostarczania masy,
- niskiej wilgotności masy w czasie zbioru ułatwiającej przerób i przechowywanie.
- **Zadanie badawcze** – „Dobór elementów agrotechniki umożliwiających wysoką wydajność szałowca pensylwańskiego (15-18 t.ha⁻¹ s.m.) w warunkach uprawy na glebach lekkich”
- **Jednostka badawcza realizująca zadanie, nazwa i adres jednostki**
Akademia Rolnicza w Lublinie, Wydział Rolniczy, Katedra Szczegółowej Uprawy Roślin, Wydział Techniki Rolniczej, Katedra Pojazdów i Silników.
- **Kierownik zespołu: Prof. dr hab. Halina Borkowska**
Akademia Rolnicza w Lublinie, Wydział Rolniczy, Katedra Szczegółowej Uprawy Roślin,
tel. (81) 445 67 43, e-mail: halina.borkowska@is.lublin.pl

2.1.2 (B) Stan rozwoju

Szałowiec pensylwański jest dla warunków Polski nowym gatunkiem wprowadzonym przez Profesora Styka. Od wielu lat w Katedrze Szczegółowej Uprawy Roślin Akademii Rolniczej w Lublinie prowadzone są badania nad agrotechniką szałowca uprawianego na różne w tym energetyczne cele (Borkowska, Styk 1997). Opracowano elementy agrotechniki pozwalające na uzyskiwanie 15-18 t.ha⁻¹ suchej masy na glebie kl. III (kompleks pszenno-dobry) i 8-11 t.ha⁻¹ na osadach ściekowych. Ustalono, że skład chemiczny (zawartość żywic) sprzyja granulowaniu, a niska wilgotność w czasie zbioru, ogranicza konieczność dosuszania. Określono też ciepło spalania, które wynosi 14,5 MJ.kg⁻¹ s.m.

2.1.3 (B) Zamierzenia

- **Celem badań** będzie określenie elementów agrotechniki pozwalających na większą wydajność z 1 ha, a także umożliwiających opłacalną uprawę na odłogach i glebach lekkich:
- badania wpływu różnych sposobów i terminów nawożenia mineralnego i organicznego (szczególnie na glebach lekkich),
- dobór korzystnej metody zakładania plantacji (wegetatywna, generatywna) na glebach lekkich,
- określenie właściwej obsady roślin dla różnych warunków glebowych,
- poprawę polowej zdolności wschodów poprzez biostymulację materiału siewnego,
- opracowanie chemicznej walki z chwastami w roku zakładania plantacji,
- ustalenie właściwych terminów zbioru dla różnych sposobów wykorzystania.

- Harmonogram prac:

1. Założenie eksperymentów polowych obejmujących wymienione wyżej czynniki.
2. Opracowanie metod zbioru ułatwiających transport i przechowywanie masy.
3. Określenie ciepła spalania masy w zależności od rodzaju gleby, czynników agrotechniki i terminów zbioru.

Badania polowe będą prowadzone w Gospodarstwie Doświadczalnym w Felinie i Stacji Doświadczalnej w Parczewie, należących do Akademii Rolniczej w Lublinie, zaś określanie ciepła spalania będzie wykonane w laboratoriach Katedry Pojazdów i Silników.

Uzyskane wyniki dadzą podstawę do opracowania publikacji naukowych oraz instrukcji wdrożeniowej uprawy i pozyskania biomasy ślazuwca pensylwańskiego na cele energetyczne.

2.1.4 (B) Posiadane urządzenia laboratoryjne

Katedra Szczegółowej Uprawy Roślin posiada podstawowy sprzęt do prowadzenia eksperymentów polowych, zaś Katedra Pojazdów i Silników aparaturę do określania ciepła spalania.

2.1.5 (B) Wymagane urządzenia laboratoryjne

Automatyczny analizator elementarny firmy Carlo Erba typ 1108, pracujący wg procedury CE Instruments do oznaczania składu elementarnego biomasy (C, H, N, S), kosiarka ciągnikowa.

2.1.6 (B) Skład zespołu badawczego

1.	Prof. dr hab. Halina Borkowska AR w Lublinie, Wydział Rolniczy, Katedra Szczegółowej Uprawy Roślin
2.	Prof. dr hab. Bolesław Styk AR w Lublinie, Wydział Rolniczy, Katedra Szczegółowej Uprawy Roślin
3.	Prof. dr hab. Szymon Dziamba AR w Lublinie, Wydział Rolniczy, Katedra Szczegółowej Uprawy Roślin
4.	Prof. dr hab. Wiesław Piekarski AR w Lublinie, Wydział Techniki Rolniczej, Katedra Pojazdów i Silników
5.	Mgr inż. Joanna Szyszak AR w Lublinie, Wydział Techniki Rolniczej, Katedra Pojazdów i Silników
6.	Dr Mieczysław Bojarczyk AR w Lublinie, Wydział Rolniczy, Katedra Ogólnej Uprawy Roli i Roślin
7.	Trzech pracowników pomocniczych – mgr inż. Władysław Badurowicz, inż. Paweł Wieźel, Jan Kukuryka

2.1.7 (B) Przewidywane środki finansowe

Planowane nakłady (w zł) w latach	2005	2006	2007	Sumarycznie
Ogółem	215300	196800	210900	623000
Na place w ramach zespołu	84000	84000	84000	252000

Place ogółem średnio na osobę na miesiąc w okresie 3 letnim $252000 / (9 \cdot 3) = 9333/12 = 778 \text{ zł}$

Wydatki ogółem średnio na osobę na miesiąc w okresie 3 letnim $623000 / (11 \cdot 3) = 37 \text{ 765} / 12 = 3147 \text{ zł}$

Zespół 2.1 (C) Pozyskiwanie traw energetycznych

2.1.1 (C) Potencjalne znaczenie uprawy traw energetycznych

Wieloletnie trawy o cyklu fotosyntetycznym C_4 postrzegane są w Europie Zachodniej jako ważne źródło biomasy wykorzystywanej na cele energetyczne. Potencjalne znaczenie traw wynika z następujących cech:

- wysoka produktywność,
- trwałość (kilkanaście lat),
- dotychczas nie stwierdzono podatności na choroby i szkodniki,
- różnicowane wymagania środowiskowe, pozwalające na wybór gatunków szczególnie przydatnych na konkretne stanowisko,

- możliwość wykorzystania do uprawy i zbioru standardowych maszyn i urządzeń.

Do czasu rejestracji gatunków obcych w Polsce uprawa ich na szeroką skalę nie jest możliwa. Aby zaspokoić zapotrzebowanie na biomasę już teraz, można w tym celu wykorzystać gatunki traw rodzimych, przy czym należy się skoncentrować na gatunkach o dużej wydajności, pomijając ich niską wartość paszową. Dlatego równocześnie z badaniami nad nowymi gatunkami traw należy opracować technologie uprawy gatunków znanych, aczkolwiek dotychczas uprawianych na cele pastewne.

- **Zadanie badawcze – „Możliwości produkcji biomasy wieloletnich gatunków traw rodzimych i introdukowanych w różnych regionach Polski”**
- **Jednostka badawcza realizująca zadanie, nazwa i adres jednostki**
Akademia Rolnicza w Lublinie, Instytut Nauk Rolniczych w Zamościu ul. Szczepka 102,
Zamość 22-400 tel. (084) 639 60 31, fax (084) 639 60 39 e-mail: ech_roslin@inr.edu.pl
- **Kierownik zespołu: Prof. dr hab. Bogdan Kościak**
Instytut Nauk Rolniczych w Zamościu, tel. (084) 639 60 31, wewn. 430

2.1.2 (C) Stan rozwoju

Uprawa szybko rosnących traw jest w Polsce zagadnieniem nowym, w chwili obecnej brak jest odmian uprawnych, a ich uprawa na skalę produkcyjną wymaga odpowiednich zezwoleń ze względu na fakt, iż są to gatunki obcego pochodzenia. Zanim zostaną one wprowadzone do uprawy niezbędne są badania nad ich produktywnością i możliwością aklimatyzacji w różnych rejonach kraju oraz porównanie z gatunkami traw obecnie uprawianymi w Polsce. Badania nad wieloletnimi trawami o cyklu fotosyntezy typu C₄ prowadzone są w Instytucie Nauk Rolniczych w Zamościu od 1999 roku. Jak wynika z dotychczasowych doświadczeń na szczególną uwagę zasługują miskant cukrowy (*Miscanthus sacchariflorus*) oraz spartina preriowa (*Spartina pectinata*). Stwierdzono, iż na glebie zasobnej w warunkach intensywnego nawożenia mineralnego plon powietrznie suchej masy miskanta dochodzić może do 30 t/ha, natomiast na glebie lekkiej osiąga zaledwie 5 t/ha. Spartina charakteryzuje się wierniejszym plonowaniem; w badaniach własnych uzyskano plony na poziomie 17-29 t/ha. Gatunki te różnią się tempem wzrostu i rozwoju: miskant zasycha już w październiku, zaś spartina pozostaje w stanie bardzo wysokiej wilgotności do okresu zimy. Wartość opałowa robocza badanych gatunków jest wysoka i wynosi: dla miskanta cukrowego 19,1 MJ/kg, zaś dla spartiny preriowej 16,8 MJ/kg.

2.1.3 (C) Zamierzenia

- **Celem badań** będzie uzyskanie możliwie najwyższego plonowania wieloletnich gatunków traw na poziomie 15 t suchej masy z 1 ha w przypadku traw rodzimych i 20 t/ha dla traw introdukowanych. Zostaną ustalone czynniki wpływające na zwiększenie potencjału plonowania traw w zróżnicowanych warunkach glebowo-klimatycznych, a także będą opracowane technologie ich uprawy i zbioru z przeznaczeniem na cele energetyczne. Dokonany zostanie dobór gatunków osiągających założone minimum plonu (15 t/ha) na glebach słabych (V-VI klasa). Do badań przeznaczone zostaną następujące gatunki:

- miskant cukrowy (*Miscanthus sacchariflorus*),
- spartina preriowa (*Spartina pectinata*),
- kostrzewa trzcinowa (*Festuca arundinacea*)
- mozga trzcinowata (*Phalaris arundinacea*)

- Harmonogram prac:

Zostaną założone doświadczenia w kilku rejonach Polski w celu określenia przystosowania obcych gatunków traw i porównania ich potencjału plonowania z gatunkami rodzimymi w określonych warunkach środowiskowych.

W doświadczeniach zostaną zastosowane następujące czynniki:

- zróżnicowane nawożenie mineralne,
- zróżnicowane warunki glebowe,
- zbiór jednokrotny i dwukrotny.

Pozwoli to na opracowanie zaleceń nawozowych i technologicznych dla uprawy i zbioru każdego gatunku oraz ocenę ich reakcji na nawożenie mineralne.

Biomasę będzie badana pod względem składu chemicznego oraz wartości energetycznej w każdej kombinacji doświadczenia.

W latach pełnego plonowania traw (począwszy od trzeciego roku wegetacji w przypadku gatunków obcego pochodzenia) zostanie obliczona efektywność technologiczna, ekonomiczna i energetyczna produkcji biomasy.

W czasie trwania badań prowadzone będą obserwacje dotyczące porażenia roślin przez choroby i szkodniki oraz ocena zachwaszczenia (a co za tym idzie – konieczność zwalczania chwastów).

Będą także kontynuowane doświadczenia ściśle prowadzone w Instytucie Nauk Rolniczych w Zamościu oraz doświadczenia demonstracyjne w Regionalnym Centrum Doradztwa Rozwoju Rolnictwa i Obszarów Wiejskich Poświętne w Płońsku, w Szewni Dolnej k. Zamościa oraz na hałdach kopalni siarki Jeziórko. Materiał pobrany z poletek na hałdach pokopalnianych będzie poddany analizom na zawartość metali, co pozwoli na określenie przydatności badanych gatunków do rekultywacji gruntów skażonych.

Wyniki badań prezentowane będą na konferencjach naukowych i spotkaniach z rolnikami i przedsiębiorcami oraz publikowane w czasopiśmie naukowych i popularnych. Na podstawie badań zostaną opracowane zalecenia dla praktyki dotyczące technologii uprawy i zbioru badanych traw.

2.1.4 (C) Posiadane urządzenia laboratoryjne

- Spektrofotometr Specol 11 do oznaczeń kolorymetrycznych,
- Spaktofotometr płomieniowy (phlavo),
- Spektrofotometr absorpcji atomowej AAS3 do oznaczania zawartości metali,
- Piec i suszarki do oznaczania wilgotności i zawartości popiołu.

2.1.5 (C) Wymagane urządzenia laboratoryjne

- Kalorymetr do oznaczania wartości opałowej biomasy,
- Analizator elementarny do oznaczania składu elementarnego biomasy.

2.1.6 (C) Skład zespołu badawczego

1.	Prof. dr hab. Bogdan Kościć Instytut Nauk Rolniczych w Zamościu; Zakład Produkcji Roślinnej i Agrobiznesu
2.	Prof. dr hab. Waldemar Martyn Instytut Nauk Rolniczych w Zamościu; Zakład Ochrony i Kształtowania Środowiska
3.	Dr Alina Kowalczyk-Juško Instytut Nauk Rolniczych w Zamościu; Zakład Produkcji Roślinnej i Agrobiznesu
4.	Pracownicy pomocniczy – liczba pracowników 2 Mgr inż. Marta Martyn, mgr inż. Liliana Karwan

2.1.7 (C) Przewidywane środki finansowe

Planowane nakłady (w zł) w latach	2005	2006	2007	Sumarycznie
Ogółem	150700	137700	147600	436000
Na płace w ramach zespołu	47100	47100	47100	141300

Płace ogółem średnio na osobę na miesiąc w okresie 3 letnim $141300 / (5 \cdot 3) = 9420 / 12 = 785 \text{ zł}$

Nakłady ogółem średnio na osobę na miesiąc w okresie 3 letnim $436000 / (5 \cdot 3) = 29066 / 12 = 2422 \text{ zł}$

Prace z dziedziny uprawy biomasy lignocelulozowej, prezentowanych na dwóch Konferencjach organizowanych wspólnie przez Konsorcjum „Bioenergia na Rzecz Rozwoju Wsi” i Stowarzyszenie Powiatów i Gmin Nadbużńskich podano w spisie literatury odpowiednio pod numerami indeksów: B1.1-B1. oraz B2.1 – B2.

Zespół 2.1 (D) Skutki środowiskowe pozyskiwania roślin energetycznych

2.1.1 (D) Potencjalne znaczenie

Inicjując program mający doprowadzić do wielkoobszarowej produkcji wierzby w Polsce koniecznym jest jednoczesne zainicjowanie wyprzedzających badań kwantyfikujących korzystne i niekorzystne skutki środowiskowe tej uprawy. Na plan pierwszy wysuwa się ilościowe określenie rzeczywistych potrzeb wodnych plantacji wierzby. Z literatury wiadomym jest, że ewapotranspiracja tej

rośliny przewyższa ewapotranspirację potencjalną. Oznacza to, że przy nadmiernej koncentracji tej uprawy można się spodziewać nawet daleko posuniętych zakłóceń warunków hydrologicznych i ogólnego pogorszenia bilansu wodnego w zlewniach i na większych obszarach. Podjęte więc zostaną badania modelowe dla wybranego powiatu (puławski) i województwa (lubelskie), w których modelowane będzie rozmieszczenie plantacji na obszarach potencjalnie gwarantujących pokrycie potrzeb wodnych z jednej strony oraz z drugiej strony ewentualny wpływ tych plantacji na bilans wodny. Badania te pozostawać będą w ścisłym związku z projektowanymi badaniami i działaniami w zadaniach badawczych 2.3 oraz 2.5, co powinno się przyczynić do zminimalizowania możliwych negatywnych skutków hydrologicznych uprawy oraz dostarczyć przesłanek do podejmowania decyzji o nawadnianiu tam, gdzie to będzie niezbędne. Na istniejących plantacjach produkcyjnych przeprowadzone zostaną badania metodą Life Cycle Assessment (badania cyklu życia), które określą: emisję gazów cieplarnianych (CO_2 , CH_4 , N_2O) i NH_3 powstające w trakcie uprawy, zakwaszenie gleb oraz wymycie azotu i fosforu. Badania LCA są w Europie i USA w fazie inicjalnego rozwoju, jednakże to co już zostało osiągnięte tam w zakresie zastosowań rolniczych, a zwłaszcza przemysłowych stanowić będzie wystarczające oparcie metodologiczne dla badań własnych. Na plantacjach doświadczalnych określony zostanie bilans węgla i azotu. Wyniki te będą przydatne do oszacowania emisji CO_2 i retencji węgla na plantacjach produkcyjnych, co powinno dać odpowiedź na ważne pytanie jaka jest retencja netto węgla (sekwestracja) w uprawach wierzby. Wykonane zostaną także bilanse podstawowych składników pokarmowych, co będzie znaczącym przyczynkiem do przyszłej optymalizacji nawożenia, które musi zapewnić pokrycie potrzeb żywieniowych wysokoplonujących plantacji przy minimalizacji eutrofizacji środowiska.

• **Zadania badawcze:**

1. przygotowanie map numerycznych dla powiatu puławskiego i województwa lubelskiego (mapa glebowo-rolnicza, mapa waloryzacji rolniczej przestrzeni produkcyjnej, mapa użytkowania terenu, mapa zasobów wody potencjalnie dostępnej dla roślin w profilu glebowym),
 2. opracowanie przestrzennych model bilansu wodnego gleb dla powiatu puławskiego i województwa lubelskiego,
 3. opracowanie map numerycznych obszarów potencjalnie najbardziej przydatnych do lokalizacji upraw wierzby oraz symulacja wpływu uprawy na tych obszarach na bilans wodny gleb oraz warunki hydrologiczne,
 4. przeprowadzenie badań ankietowych oraz analiz chemicznych roślin, gleb i wód niezbędnych do przeprowadzenia LCA,
 5. badania bilansu węgla, azotu i składników pokarmowych w ścisłych doświadczeniach polowych.
- Jednostka badawcza realizująca zadanie, nazwa i adres jednostki
Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa, Puławy
 - Kierownik zespołu: prof. dr hab. Antoni Faber

2.1.2 (D) Stan rozwoju

W IUNG w 2003 r. założono ściśle doświadczenia małoobszarowe z wierzbą, miskantem oraz ślázowcem. Doświadczenia prowadzone są na glebach dobrych, średnich i słabych. W projektowanych badaniach wykorzystane zostaną jedynie doświadczenia z wierzbą. W najbliższym czasie podjęta może zostać decyzja o zapoczątkowaniu wielkoobszarowych doświadczeń produkcyjnych na powierzchni 100 ha, które zlokalizowane zostaną w dolinie Wisły. Działania zmierzające do pozyskania środków na sfinansowanie tego projektu są zaawansowane. Utworzony zostanie w ten sposób jeden z nielicznych w Europie wielkoobszarowych poligonów badawczych umożliwiający badania technologiczne w skali produkcyjnej. Kompleksowe badania na tworzonym poligonie prowadzić będzie kilka instytutów badawczych. Poligon ten mógłby być docelowo wykorzystywany także w kolejnych fazach tego projektu, jeśli będzie on kontynuowany. W IUNG prowadzone są obecnie także intensywne prace nad rozwojem matematycznych metod modelowania: wzrostu i rozwoju roślin energetycznych, bilansu wodnego gleb i występowania suszy glebowej, retencji wodnej gleb w skali mikrozelewni i zlewni rolniczych. W najbliższym czasie, między innymi w ramach tego projektu, będą również poczynione próby tworzenia modelu dla potrzeb symulacji plonów wierzby w skali całego kraju.

2.1.3 (D) Zamierzenia

Projektowane badania na tym etapie realizacji nawiązują do ugruntowanej już metodologii „case studies”. Wybór takiego podejścia wynika z jednej strony z konieczności wykorzystania już istniejących doświadczeń i większych plantacji produkcyjnych, z drugiej zaś z chęci ograniczenia kosztów badań. Obszar badań został ograniczony do dwóch jednostek terytorialnych, ale opracowane narzędzia badawcze (modele), metodologia kwantyfikacji skutków środowiskowych uprawy będzie na tyle uniwersalna, iż można ją będzie zastosować w perspektywie na innych obszarach lub w skali kraju. Zgromadzone wyniki badań oraz ich synteza powinny się przyczynić do zmniejszenia luk w wiedzy w zakresie oddziaływań środowiskowych uprawy wierzby.

- **Celem badań** będzie określenie w skali wybranych jednostek administracyjnych wpływu uprawy wierzby na bilans wodny gleb oraz na elementy sytuacji hydrologicznej, zaś w skali doświadczeń ścisłych i plantacji produkcyjnych określenie pozytywnych i negatywnych skutków środowiskowych uprawy.

- **Harmonogram prac obejmuje:**

1. Przygotowanie map numerycznych dla wybranych jednostek administracyjnych (I-IV 2005),
2. Wytypowanie plantacji produkcyjnych wierzby oraz przygotowanie dokumentacji dla tych plantacji (I-III 2005),
3. Prowadzenie badań na plantacjach doświadczalnych i produkcyjnych (IV – III każdego roku),
4. Opracowanie modelu bilansu wodnego gleb (VI-XI 2005),
5. Wykonanie symulacji bilansu wodnego dla powiatu puławskiego i województwa lubelskiego (I-VI 2006),
6. Modelowanie potencjalnych potrzeb wodnych, wpływu plantacji na bilans wodny i skutków hydrologicznych prowadzenia uprawy na poprawnie wybranych obszarach produkcji (VI-XII. 2006),
7. Opracowanie syntezy badań LCA dla plantacji produkcyjnych (X-XI 2007),
8. Synteza bilansów węgla, azotu i składników pokarmowych (X-XI 2007),
9. Szacunki emisji dwutlenku węgla i retencji węgla w badanych stanowiskach (X-XI 2007).

2.1.4 (D) Posiadane możliwości przeprowadzenia badań:

Institut posiada niezbędne warunki do przeprowadzenia planowanych badań. Mamy dobre wyposażone laboratorium z akredytacją do prowadzenia analiz chemiczno-rolniczych. Nie przewidujemy więc zakupu innej aparatury i urządzeń. Gdyby to było jednakże możliwym cieszylibyśmy się z możliwości wykonania analiz na zawartość C, H, N, S na automatycznym analizerze elementarnym przewidzianym do zakupu w ramach projektu.

2.1.5 (D) Wymagane urządzenia i programy komputerowe:

W ramach projektu koniecznym będzie jedynie zakup szybkiego komputera o dysku dużej pojemności oraz oprogramowania umożliwiającego przeprowadzenie symulacji bilansów wodnych. Łączny koszt zakupu nie powinien przekroczyć 20 000 zł.

2.1.6 (D) Skład zespołu badawczego

1.	Prof. dr hab. Antoni Faber IUNG, Zakład Agrometeorologii i Zastosowań Informatyki
2.	Prof. dr hab. Jan Kuś IUNG, Zakład Systemów i Ekonomiki Produkcji Roślinnej
3.	Dr inż. Mieczysław Stasiak IUNG, Zakład Hodowli i Uprawy Roślin Specjalnych
4.	Mgr Artur Łopatka IUNG, Zakład Gleboznawstwa Erozji i Ochrony Gruntów
5.	Mgr inż. Robert Borek IUNG, Zakład Agrometeorologii i Zastosowań Informatyki
6.	Mgr Magdalena Borzęcka-Walker IUNG, Zakład Agrometeorologii i Zastosowań Informatyki

7.	Mgr Katarzyna Mizak IUNG, Zakład Agrometeorologii i Zastosowań Informatyki
8.	Pracownicy pomocniczy - 2 osoby

2.6.7 Przewidywane środki finansowe

Planowane nakłady (w zł) w latach	2005	2006	2007	Sumarycznie
Ogółem	180 000	180 000	180 000	540 000
Na place w ramach zespołu	84 000	84 000	84 000	252 000

Place ogółem średnio na osobę na miesiąc w okresie 3 letnim $252000/(9*3) = 9333/12 = 778$ zł
 Wydatki ogółem średnio na osobę na miesiąc w okresie 3 letnim $540000/(9*3) = 20p000/12 = 1667$ zł

Zespół 2.2 Beztlenowa fermentacja odpadów i ścieków

W wyniku beztlenowej fermentacji odpadów pochodzenia rolniczego, przemysłu spożywczego i gospodarki komunalnej uzyskuje się metan oraz próchnicę. Ta ostatnia wykorzystywana do nawożenia słabych gleb, na których miałyby być uprawiana biomasa energetyczna, mogłaby przyczynić się do zwiększania jednostkowych pólów. Zadaniem zespołu byłoby przygotowanie do wdrażania produkcji metanu i próchnicy poprzez beztlenową fermentację wyżej wymienionych odpadów.

2.2.1 Potencjalne znaczenie przedsięwzięcia - ryzyko

Znaczenie dla rozwoju cywilizacji:

Dla zachowania klimatu ziemi dla przyszłych pokoleń konieczne jest wprowadzenie w skali globalnej nowoczesnego bioenergetycznego systemu. Uwarunkowaniem realizacji tego celu jest osiągalność wody o określonej ilości, jakości i w określonym czasie. Jedynymi dostępnymi zasobami wody dla przyszłego rozwoju cywilizacji są odnawialne odpływy rzek do mórz. Jednakże, do 2025 roku zasoby te o akceptowalnej jakości zmniejszą się dwukrotnie.

Stąd wynika konieczność utylizacji ścieków i odpadów, ponieważ posiadają duże stężenie zanieczyszczeń typu organicznego oraz związków nawozowych (N,P,K). Wyznacza to równocześnie znaczenie beztlenowej fermentacji dla rozwoju cywilizacji. Szczególnie dlatego, że występujący w naturze proces wytwarzania metanu w wyniku oddziaływania złożonego świata mikroorganizmów poprzez beztlenową fermentację, może zachodzić również w sztucznie stworzonych warunkach, w odpowiednio zaprojektowanych komorach fermentacyjnych.

Znaczenie dla rozwoju kraju:

Znaczenie dla rozwoju kraju to przede wszystkim możliwość ochrony środowiska poprzez zmniejszanie zanieczyszczania wód.

Ponadto wykorzystując biogaz jako „paliwo” ceramicznych ogniw paliwowych można by w Polsce potencjalnie uzyskać paliwo równoważne 640000 ton węgla/rok.

Należy oczekiwać, że znacznie większe korzyści gospodarka kraju mogłaby uzyskiwać w wyniku eksportu technologii układów energetycznych integrujących beztlenową fermentację z ceramicznymi ogniwami paliwowymi zasilanymi metanem.

Znaczenie dla intensywnie prowadzonego gospodarstwa

Doświadczenia europejskie wskazują, że średnio intensywnie prowadzone gospodarstwo rolne o powierzchni np. 10 i więcej hektarów dysponuje wystarczającą ilością organicznego surowca, aby wytworzonym z niego biogazem zaspokoić swoje potrzeby opałowe. Ale granica ekonomicznej opłacalności biogazu jest nieco wyższa. Wytwarzanie z organicznych substancji biogazu nie koliduje z podstawami agrotechniki, gdy zużywany do produkcji obornik, gnojówka i inne, nie tylko nie obniżają ich wartości nawozowej po przebiegu procesu fermentacji, lecz wręcz podnoszą wartość jako nawozów organicznych. Mogą one być wykorzystywane do wzbogacania w próchnicę gleb bardzo słabych, na których mogłyby być uprawiane trawy energetyczne.

Wobec przedstawionego powyżej znaczenia beztlenowej fermentacji osadów i ścieków rolniczych, komunalnych i przemysłowych dla rozwoju cywilizacji, kraju i intensywnie prowadzonego gospodarstwa, wielkim ryzykiem byłoby zaniechanie beztlenowej fermentacji wszelkich odpadów i ścieków.

- **Zadanie badawcze** – Najważniejszym zadaniem badawczym zespołu będzie wdrożenie w skali półtechnicznej, a docelowo w skali technicznej instalacji do produkcji biogazu (metanu) z osadów

ściekowych pochodzących z oczyszczalni ścieków komunalnych, oczyszczalni ścieków mleczarskich oraz odpadów pochodzenia organicznego np. gnojowicy, wykasania traw, odpadów organicznych.

- **Jednostka badawcza realizująca zadanie, nazwa i adres jednostki**
Politechnika Białostocka, Wydział Budownictwa i Inżynierii Środowiska, Instytut Inżynierii i Ochrony Środowiska, Katedra Technologii Wody, Ścieków i Osadów, tel. (085) 746 96 30
- **Kierownik zespołu: Dr inż. Lech Magrel**
Instytut Inżynierii i Ochrony Środowiska, Katedra Technologii Wody, Ścieków i Osadów, tel. (085) 746 96 30, e-mail: lmagrel@pb.bialystok.pl

2.2.2 Stan rozwoju

Badania nad procesem fermentacji metanowej gnojowicy i osadów ściekowych wraz z analizą uzyskiwanego biogazu prowadzone są w Katedrze Technologii Wody, Ścieków i Osadów Politechniki Białostockiej od ponad 14 lat. Trudności z zagospodarowaniem zagrażających środowisku odpadów i ścieków, szczególnie na terenach wiejskich są barierami ograniczającymi inwestycje i rozwój naszego rolnictwa i przemysłu rolno-spożywczego.

2.2.3 Zamierzenia

- **Celem badań** będzie kontynuacja prac nad zwiększeniem produkcji biogazu w procesie fermentacji osadów ściekowych i odpadów pochodzenia organicznego poprzez:

- Prowadzenie prac z różną proporcją wsadu do komory fermentacyjnej.
- Zróżnicowanie parametrów technologicznych (szybkość i intensywność mieszania, zawartość suchej masy i ewentualnych dodatków).
- Badanie zawartości metanu i innych składników wydzielającego się biogazu w różnych układach.
- Ocena wartości nawozowych przefermentowanej biomasy pod kątem zastosowania jej do użytkowania na plantacjach roślin energetycznych oraz rekultywacji terenów zdegradowanych.

- **Harmonogram prac:**

- Przeprowadzenie badań w skali laboratoryjnej w różnych układach technologicznych.
- Ocena uzyskanych wyników oraz analiza ekonomiczna inwestycji.
- Założenie instalacji w skali technicznej na wybranej fermie lub dużym gospodarstwie rolnym (powyżej 50 ha).

Dotychczasowym efektem przeprowadzonych badań będą publikacje naukowe oraz instrukcja i wytyczne wdrożenia takiej instalacji dla gospodarstw i ferm.

2.2.4 Posiadane urządzenia laboratoryjne

Chromatograf gazowy i cieczowy, spektrofotometry, aparat cyfrowy, komputer wraz z drukarką laserową, cieplarka, suszarka, waga analityczna, model trzykomorowy do prowadzenia procesu fermentacji.

2.2.5 Wymagane urządzenia laboratoryjne

Fermentator kilku stanowiskowy, przemysłowy analizator gazu, licznik gazowy, odczynniki, oprogramowanie.

2.2.6 Skład zespołu badawczego

1.	dr inż. Lech Magrel P.B. w Białymstoku, Wydział Budownictwa i Inżynierii Środowiska; Katedra Technologii Wody, Ścieków i Osadów; adiunkt
2.	dr hab. inż. Prof. P.B. Jerzy Brylka, Wydział Budownictwa i Inżynierii Środowiska; Katedra Chemii; profesor,
3.	dr inż. Wojciech Dąbrowski Katedra Technologii Wody, Ścieków i Osadów; adiunkt
4.	dr inż. Dariusz Borszuko Katedra Technologii Wody, Ścieków i Osadów; adiunkt
5.	Mgr Janina Piekutin Katedra Technologii Wody, Ścieków i Osadów; adiunkt

6.	Pracownicy pomocniczy – liczba pracowników 2 Mgr Iwona Chrzanowska, Zdzisław Zieliński
----	--

2.2.7 Przewidywane środki finansowe

Planowane nakłady (w zł) w latach	2005	2006	2007	Sumarycznie
Ogółem	200.000	300.000	500.000	1000.000
Na place w ramach zespołu	50.000	50.000	100.000	200.000

Place ogółem średnio na osobę na miesiąc w okresie 3 letnim $200000 / (7*3) = 9523 / 12 = 794$ zł
 Nakłady ogółem średnio na osobę na miesiąc w okresie 3 letnim $1000000 / (7*3) = 47619 / 12 = 3968$ zł

Zespół 2.3 Mała retencja wodna

Nawadnianie gruntów, jako jedno z zadań małej retencji wodnej, pozwoli na:

- zwiększenie średniej jednostkowej wydajności z hektara podstawowych zbóż i ziemniaków w Polsce, do poziomu średniej wydajności wziętej z takich krajów Unii Europejskiej jak Niemcy, Wielka Brytania, Francja, Dania i Szwecja, które są prawie dwukrotnie wyższe w porównaniu do osiąganych w Polsce.

Stworzy to:

- możliwość zagospodarowania do celów energetycznych kilku milionów ha, a także w dalszej perspektywie:
- umożliwi przeciwdziałanie obniżania się lustra wody, będącego zjawiskiem usychania ziemi.

Powierzchnia gruntów nawadnianych może wynosić 10 mln ha na 18.5 milionów ha użytków rolnych. Koszty inwestycyjne małej retencji wodnej, stwarzającej warunki do nawadniania 10 mln ha, średnio w roku w ilości 1000 m³ na hektar, mogą zawierać się w granicach 80 – 100 mld USD.

Gwarantem realizacji tej inwestycji mogą być wpływy do budżetu państwa z tytułu podatku VAT od produkcji metanolu, docelowo ocenianej na poziomie ponad 500 mln ton/rok, a stanowiące rzędu 40 mld USD/rok.

Oznacza to, że dodatkowym znaczeniem dla gospodarki kraju wchodzenia na globalny rynek metanolu, obok rozwoju obszarów wiejskich, byłaby równocześnie:

- szansa tworzenia funduszy na realizację małej retencji wodnej, mającej także wymiar zachowywania w przyszłości uwarunkowań dla produkcji roślinnej w skali kraju.

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

Rzeki polskie charakteryzują się dużą zmiennością przepływu wyrażoną stosunkiem przepływu najniższego do najwyższego. Duża zmienność przepływu przysparza poważne trudności w wykorzystaniu rzek i planowej gospodarce wodnej, która musi walczyć zarówno z brakiem, jak i nadmiarem wody. Stąd konieczność magazynowania wody w zbiornikach retencyjnych.

Budowa małej retencji wodnej ma spełniać następujące zadania:

1. gromadzenie wody, która byłaby wykorzystywana do nawadniania roślin,
2. zasilanie małej energetyki wodnej,
3. zmniejszanie rozmiarów ewentualnych powodzi,
4. uatrakcyjnianie regionów dla celów turystycznych, oraz możliwość tworzenia w krótkiej perspektywie nowych miejsc pracy dla osób niewykwalifikowanych.

2.3.1 Potencjalne znaczenie przedsięwzięcia - ryzyko

Średnia jednostkowa wydajność z hektara podstawowych zbóż, ziemniaków i innych gatunków roślin w Polsce, uprawianych na ponad 10 milionach hektarów, jest statystycznie średnio dwukrotnie niższa niż średnia wzięta z takich krajów jak: Niemcy, Wielka Brytania, Francja, Dania i Szwecja.

Jednym z uwarunkowań zwiększenia wydajności wyżej wymienionych roślin jest nawadnianie. Korzyści jakie wynikałyby z nawadniania to:

- możliwość zagospodarowania do celów energetycznych przynajmniej 5 milionów ha, zakładając zachowa nie obecnego poziomu towarowej produkcji surowców roślinnych, a w konsekwencji w dalszej perspektywie:
- wpływy roczne do budżetu państwa z tytułu podatku VAT rzędu 40 mld USD od produkcji metanolu, oraz
- tworzenie nowych miejsc pracy dla niewykwalifikowanych osób na obszarach wiejskich, stanowiących

75 % ogółu niewykwalfikowanych w skali kraju.

Ale aby uzyskać możliwość zagospodarowania do celów energetycznych paru milionów hektarów oraz wydajność biomasy 30 tsm/ha rok potrzebna byłaby woda w ilości przynajmniej 100 litrów/m² rok na obszarze 10 mln ha (uprawa warzyw wymaga 300-600 litrów/m² rok [6,7]). 100 litrów/m² rok to 1000 m³/ha to 10 mld m³/rok wymaganych dla nawadniania 10 mln ha, to byłby wymagany kapitał rządu 80 - 100 mld USD.

W przypadku, gdyby nie stosowano technologii produkcji metanolu Konsorcjum „Bioenergia na Rzecz Rozwoju Wsi” nie byłoby podstaw ekonomicznych dla wydatkowania takiej sumy. Nie byłaby możliwa sprzedaż podwojonej produkcji w skali kraju ziarna zbóż i ziemniaków, nie byłoby sensu inwestować w sektor, którego udział w wytwarzaniu PKB jest poniżej 5 %.

W konkluzji, kolejnym znaczeniem dla gospodarki kraju wchodzenia na globalny rynek metanolu, obok rozwoju obszarów wiejskich, byłaby szansa dla budżetu państwa przeznaczać znaczny udział z przyszłych dochodów z tytułu podatku VAT od sprzedaży metanolu na zapobieganie sytuacji, w której bez osiągalności wody o określonej ilości i jakości, w określonym czasie nowoczesna gospodarka ekonomiczna i społeczna nie mogłaby funkcjonować. 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.

- **Zadanie badawcze – opracowanie ogólnej metodologii budowy modelu nawadnianie użytków rolnych**
- **Potencjalne jednostki realizująca zadanie, nazwa i adres jednostki**
Instytut Badań Systemowych, PAN
Wojewódzkie Zarządy Melioracji i Urzędzeń Wodnych i Biura Studiów i Projektów,
BIPROMEL, HYDROPROJEKT ?
- **Kierownik: Doc. dr hab. inż. Michał Inkielman**

2.3.2 Stan rozwoju

Problem małej retencji wodnej nie jest problemem nowym. Prace studialne na temat możliwości budowy zbiorników retencyjnych dla potrzeb rolnictwa prowadzone były w latach 1974-1980. W latach 1981-1986 w niektórych ówczesnych województwach opracowano inwentaryzację istniejących i projektowanych małych zbiorników wodnych.

Do 1996 r cztery województwa w ramach poprzedniej struktury administracyjnej kraju: woj. chełmskie, ostrołęckie, zielonogórskie i legnickie, opracowały programy rozwoju małej retencji wodnej. Najbardziej kompletny program opracowano w woj. chełmskim. Zrobił to Wydział Ochrony Środowiska i Wojewódzki Zarząd Melioracji i Urzędzeń Wodnych w Chełmie.

2.3.3 Zamierzenia

Zadaniem badań systemowych w dziedzinie małej retencji wodnej jest określenie strategii lokalizacji rozwoju małej retencji wodnej w skali kraju, uwzględniającej oprócz nawadniania szereg czynników, między innymi likwidację bezrobocia, możliwość wykorzystywania elektrowni wodnych do produkcji wodoru, uatrakcyjniania obiektów retencji wodnej dla celów turystyki regionalnej.

Realizacja strategii jest zagadnieniem projektowania i budowy. W początku lat 90-tych tymi zagadnieniami zajmowały się Wojewódzkie Zarządy Melioracji i Urzędzeń Wodnych i Biura Studiów i Projektów jak BIPROMEL, HYDROPROJEKT.

Powstaje konieczność znacznej modyfikacji poprzednich planów. Równocześnie powstaje pytanie, kiedy mogłaby nastąpić realizacja budowy małej retencji wodnej w skali kraju, tak potrzebna nie tylko dla przyszłego uczestnictwa Polski na globalnym rynku metanolu.

Winien być opracowany komputerowy model symulacyjny, oparty na danych z aktualnej bazy danych konkretnego regionu. Miałby służyć jako narzędzie doradcze przy podejmowaniu decyzji planistycznych, projektowych i operacyjnych dotyczących zarówno urzędzeń gospodarki wodnej jak i użytkowników wody.

Model symulacyjny dla potrzeb analizy możliwości małej retencji w dość istotny sposób musi różnić się od klasycznych modeli przepływy-zbiorniki, gdyż rola małej retencji tylko częściowo polega na gromadzeniu wody w zbiornikach i jej rozdysponowaniu w czasie. W dużej mierze efekty małej retencji dotyczą zmiany stosunków wodnych w glebie, poziomu wód gruntowych i ogólnego bilansu wilgotności w regionie. Z tego względu model małej retencji winien opierać się bardziej na

bilansie opadów niż przepływach rzecznych. Wiąże się to z koniecznością uwzględniania w większym stopniu ryzyka deficytu wody i badania możliwości współdziałania systemów małej retencji z dużymi zbiornikami regionalnymi i ponadregionalnymi.

Prace winny iść w dwu kierunkach:

- 1) opracowanie ogólnej metodologii budowy odpowiedniego modelu symulacyjnego użytecznego w bardzo różnorodnych warunkach geograficznych i hydrologicznych, uwzględniającego analizę wielokryterialną systemu, w której bilans wód powierzchniowych stanowi jedno z wielu narzędzi oceny; model winien także uwzględniać dopuszczalny poziom ograniczenia odpływu zlewni związany z kumulowaniem zanieczyszczeń
- 2) realizacji modeli szczegółowych we współpracy z lokalnymi ośrodkami gospodarki wodnej – w wielu przypadkach współpraca ta musi być wielostronna.

- **Celem badań** będzie opracowanie ogólnej metodologii budowy odpowiedniego modelu symulacyjnego zgodnie z definicją kierunku 1.

- **Harmonogram prac:**

2005 - Komputerowy model sieci wodnej interfejs graficzny, 1 + 2.

2006 - Modelowanie dynamiki gromadzenia wody w małej zlewni. Kryteria oceny zmian stosunków wodnych, 1 + 2.

2007 – Opracowanie i uruchomienie modelu jako narzędzia doradczego i analitycznego dla wybranego regionu. 1 + 2.

2.3.4 Skład zespołu realizującego zamierzenia (kierunek 1 zamierzeń)

1	Doc. dr hab. inż. Michał Inkielman, Kierownik zespołu Instytut Badań Systemowych PAN
2	2 osoby

2.3.5 Przewidywane środki finansowe

	Planowane nakłady (w zł) w latach	2005	2006	2007	Sumarycznie
	Ogółem	20000	50000	100000	170000
	Na place w ramach podzespołu				

Nakłady ogółem średnio na osobę na miesiąc w okresie 3 letnim $170000/(3*3) = 18888/12 = 1574 \text{ zł}$

Zespół 2.4 Lokalizacja przestrzenna plantacji

Pierwszym zadaniem lokalizacji przestrzennej w krótkiej perspektywie byłoby wyjaśnienie kwestii w jakich regionach o jakiej skali bezrobocia lokalizować pierwsze plantacje aby przy stosunkowo małych nakładach kapitałowych uruchamiać produkcję przynoszącą pierwszy zysk.

2.4.1 Potencjalne znaczenie

Problem rozwoju obszarów wiejskich, oparty na bioenergii, staje się istotą zrównoważonego rozwoju poszczególnych regionów oraz całego kraju. 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. Oczywiście, że dla uzyskania odpowiedzi na postawione pytanie należy opracować koncepcję rozwoju przestrzennego kraju i poszczególnych regionów opartą o potencjalną i rzeczywistą powierzchnię użytków rolnych, które mogą być przeznaczone pod rośliny energetyczne. Koncepcja rozwoju powinna mieć charakter zrównoważony, oparty o niezbędne limity powierzchni zdolne do zaspokojenia potrzeb żywnościowych kraju, skalę użytków rolnych pozostających w odlogowaniu i ugorowaniu, istniejące jeszcze rezerwy zwiększenia pólown aktualnych w stosunku do pólown potencjalnych, a także potrzeby związane z rozwojem innych działów gospodarki i ochroną zasobów przyrodniczych. Wyznaczenie obszarów korzystnych do uprawy roślin energetycznych zgodnie z ich wymaganiami będzie próbą oszacowania potencjalnych możliwości lokalizacji plantacji i minimalizacji ryzyka niepowodzenia przedsięwzięcia.

Wprowadzanie bioenergii na obszary wiejskie stworzy warunki lepszego wykorzystania potencjału produkcyjnego rolnictwa i generowania alternatywnych przychodów dla ludności wiejskiej. Poziom przychodów jest uzależniony w głównej mierze od wielkości uzyskanych pólown, a następnie od warunków organizacyjno-

gospodarczych bezpośrednio lub pośrednio wpływających na koszty przeprowadzenia zbioru, transportu i przetwarzania biomasy. Uzyskanie rentowności plantacji będzie możliwe przy uzyskaniu założonego plonu minimum w określonych warunkach siedliskowych i klimatycznych. Takie usytuowanie plantacji umożliwi uzyskanie zysku w krótkim okresie czasu przy stosunkowo małych nakładach kapitałowych. Dlatego strategicznym elementem programu rozwoju roślin energetycznych jest właściwa przestrzenna lokalizacja plantacji.

• **Zadania badawcze:**

1. opracowanie przestrzennych baz danych charakteryzujących środowisko przyrodnicze i socjo-ekonomiczne,
 2. opracowanie podstaw systemu informacji geograficznej (GIS) dla potrzeb uprawy roślin energetycznych,
 3. przetworzenie przestrzennych baz danych w systemie informacji (GIS) dla potrzeb analizy uprawy roślin energetycznych,
 4. opracowanie modelu przestrzennej lokalizacji gruntów potencjalnie przydatnych do uprawy roślin energetycznych z uwzględnieniem warunków glebowo-klimatycznych i socjo-ekonomicznych,
 5. wydzielenie obszarów potencjalnie przydatnych do uprawy roślin energetycznych w kraju
- **Jednostka badawcza realizująca zadanie, nazwa i adres jednostki**
Instytut Uprawy, Nawożenia i Gleboznawstwa, Puławy
- **Kierownik zespołu: Dr inż. Jan Jadczyzyn**

2.4.2 Stan rozwoju

Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa w Puławach dysponuje dla obszaru całego kraju pokryciem analogowych map glebowo-rolniczych w skali 1:25000, 1:100000, 1:500000, na których określone są przestrzenne zasięgi kompleksów rolniczej przydatności gleb w odniesieniu do głównych roślin produkcyjnych w rolnictwie. Kontury wydzielonych kompleksów zawierają również dane opisowe charakteryzujące typy i podtypy gleb oraz budowę i skład granulometryczny profilu glebowego. Uzupełnieniem właściwości genetycznych i fizycznych gleb zawartych na mapach glebowo-rolniczych będą wyniki badań monitoringu gleb realizowanych na terenie całego kraju, łącznie około 50000 pkt., które obejmują m. inn. zawartość makro i mikroelementów, próchnicy i poziom zakwaszenia gleb (pH).

Na bazie wieloletnich doświadczeń Instytut opracował ogólną charakterystykę jakości środowiska rolniczego w postaci waloryzacji rolniczej przestrzeni produkcyjnej.

W ramach dotychczasowych badań w okresie ostatnich dziesięciu lat Instytut stworzył podstawy Systemu Informacji o Rolniczej Przestrzeni Produkcyjnej (ZSIRPP) w Polsce oraz dokonał jego pilotażowych wdrożeń w kilku województwach, m.in. podlaskim i świętokrzyskim dla potrzeb ochrony gruntów i oceny przestrzennego zróżnicowania stosunków wodnych w skali zlewni i całego województwa. Obecnie prowadzone są intensywne prace nad rozwojem matematycznych metod modelowania bilansu wodnego, suszy glebowej i określania retencji wodnej gleb w skali mikrozlewni i zlewni rolniczych. W najbliższym okresie będą również poczynione próby tworzenia modelu dla potrzeb symulacji plonów wierzby w skali całego kraju. Od roku 2002 prowadzone są doświadczenia poletkowe wierzby energetycznej i ślazuwa pensylwańskiego na trzech różnych siedliskach glebowych.

2.4.3 Zamierzenia

Warunkiem właściwej lokalizacji plantacji energetycznych jest szczegółowe rozpoznanie warunków przyrodniczych, w tym potencjału produkcyjnego gleb, zasobów wodnych i zróżnicowania przestrzennego warunków klimatycznych w kraju. Właściwości te będą analizowane na podstawie map glebowo-rolniczych, danych monitoringu gleb. Szczególne znaczenie mają informacje zawarte na mapie glebowo-rolniczej, dotyczące kompleksów rolniczej przydatności gleb, typu i podtypu gleby, układu i składu granulometrycznego warstw genetycznych profilu glebowego. Na podstawie danych meteorologicznych określona zostanie ilość opadów i ich rozkład w sezonie wegetacyjnym oraz rozkład temperatur. Ukształtowanie rzeźby terenu oraz spadki analizowane będą w oparciu o numeryczny model terenu (DTM).

Istotny wpływ na ostateczną lokalizację będą miały również warunki socjalno-ekonomiczne, a w szczególności skala bezrobocia, dostępność stałej i sezonowej siły roboczej w regionie, infrastruktura techniczna obszaru, w tym jakość i zagęszczenie dróg. Wszystkie informacje charakteryzujące obszary wiejskie w zakresie właściwości glebowo-klimatycznych, topograficznych oraz socjalno-ekonomicznych zapisane zostaną w przestrzennej bazie danych. Przygotowanie i przetworzenie do formatu numerycznego tak szerokiego spektrum

informacji wymaga zastosowania narzędzi analitycznych. W tym celu stworzony zostanie system informacji (GIS), który w dalszym etapie wdrażania roślin energetycznych może być wykorzystany do inwentaryzacji i zarządzania plantacji produkcyjnych oraz prowadzenia monitoringu przestrzennej zmienności pól produkcyjnych pod wpływem stresu wodnego, żywieniowego oraz występowania chorób i szkodników.

Kolejnym krokiem przygotowania będzie określenie wymagań żywieniowych, klimatycznych oraz uwarunkowań technologicznych uprawy roślin energetycznych. Przede wszystkim istotne jest zapotrzebowanie roślin na wodę, makro i mikroelementy, określenie optymalnego i tolerowanego zakresu odczynu gleby, oraz wrażliwości na niskie temperatury. Wymagania żywieniowe, klimatyczne i technologiczne uzupełnione zostaną o preferencje socjalno-ekonomiczne.

Narzędziem analitycznym do praktycznej realizacji przestrzennych wydzieleni będzie model opracowany w oparciu o narzędzia obliczeniowe programu ERDAS IMAGINE. Symulacje przeprowadzone zostaną pod kątem wydzielenia obszarów korzystnych dla prowadzenia plantacji aklimatyzacyjnych, pilotowych oraz uprawy komercyjnej.

Wynikiem końcowym opracowania będzie mapa obszarów potencjalnie korzystnych do uprawy analizowanych roślin energetycznych oraz zestawienia tabelaryczne obliczonych powierzchni w układzie województw i wytypowanych regionów.

- **Celem badań** będzie określenie w skali całego kraju obszarów użytków rolnych nadających się pod uprawę roślin energetycznych, spełniających określone wymagania glebowo-klimatyczne i wodne. Dodatkowym kryterium lokalizacji plantacji będą uwarunkowania socjalne i ekonomiczne w poszczególnych regionach kraju, dające pewne preferencje rozwojowi obszarom dotkniętym wysokim bezrobociem i mniej atrakcyjnym położeniem dla pozostałych form inwestycji gospodarczych.

- **Harmonogram prac obejmuje:**

10. Dokończenie procesu przetwarzania analogowych map glebowo-rolniczych do formatu wektorowego, jako podstawy analizy właściwości siedliskowych gleb,
11. Opracowanie założeń do systemu informacji (GIS) dla potrzeb uprawy roślin energetycznych,
12. Przetworzenie danych monitoringu gleb,
13. Pozyskanie i przetworzenie danych klimatycznych (opady, temperatura, usłonecznienie) oraz danych socjo-ekonomicznych,
14. Zdefiniowanie uwarunkowań glebowo-klimatycznych i wodnych uprawy roślin energetycznych,
15. Opracowań kryteriów przyrodniczych i socjo-ekonomicznych wydzielenia obszarów korzystnych do produkcji roślin energetycznych,
16. Stworzenie modelu do przestrzennego wydzielenia obszarów korzystnych do produkcji roślin energetycznych,
17. Wyznaczenie obszarów korzystnych do produkcji roślin energetycznych w kraju,
18. Analiza uzyskanych wyników i opracowanie zestawień w ujęciu województw i regionów.

2.4.4 Posiadane programy GIS i urządzenia laboratoryjne:

Instytut posiada niezbędne wyposażenie sprzętowe i programowe do wykonania przedstawionych zadań

2.4.5 Wymagane urządzenia i programy laboratoryjne – w ramach prowadzonych prac przewidziana jest jedynie aktualizacja w niezbędnym zakresie oprogramowania ERDAS IMAGINE za kwotę 5000 EURO.

2.4.6 Skład zespołu badawczego

1.	Dr inż. Jan Jadczyzyn – kierownik zespołu IUNG, Zakład Gleboznawstwa Erozji i Ochrony Gruntów, adiunkt
2.	Prof. Antoni Faber IUNG, Zakład Agrometeorologii i Zastosowań Informatyki
3.	Dr inż. Tomasz Stuczyński IUNG, Zakład Gleboznawstwa Erozji i Ochrony Gruntów, kierownik zakładu

4.	Dr inż. Leszek Gawrysiak IUNG, Zakład Gleboznawstwa Eroзии i Ochrony Gruntów
5.	Dr inż. Jerzy Kozyra IUNG, Zakład Agrometeorologii i Zastosowań Informatyki,
6.	Mgr. Bernadetta Zawadzka IUNG, Zakład Gleboznawstwa Eroзии i Ochrony Gruntów,
7.	Mgr Renata Korzeniowska-Puculek, IUNG, Zakład Gleboznawstwa Eroзии i Ochrony Gruntów,
8.	Pracownicy pomocniczy, 2 osoby: Elżbieta Karkuszevska, Joanna Goluch

2.4.7 Przewidywane środki finansowe

Planowane nakłady (w zł) w latach	2005	2006	2007	Sumarycznie
Ogółem	244 000	214 000	214 000	672 000
Na place w ramach zespołu	84 000	84 000	84 000	252 000

Place ogółem średnio na osobę na miesiąc w okresie 3 letnim $252000 / (9 \cdot 3) = 9333 / 12 = 778 \text{ zł}$
 Wydatki ogółem średnio na osobę na miesiąc w okresie 3 letnim $672000 / (9 \cdot 3) = 24888 / 12 = 2074 \text{ zł}$

Zespół 2.5 Monitoring satelitarny

Podstawowym zadaniem monitoringu satelitarnego to umożliwienie pozyskiwania informacji wykorzystywanych do:

- określenia jakości gleby w całej Polsce,
- właściwego gospodarowania zasobami wodnymi regionu lub dorzecza.

2.5.1. Potencjalne znaczenie

Zdjęcia satelitarne i lotnicze z uwagi na coraz większą rozdzielczość i dostępną cenę są obecnie podstawowym źródłem informacji o ziemi i zjawiskach przestrzennych zachodzących na jej powierzchni. Na podstawie sygnałów zarejestrowanych przez odpowiednie czujniki istnieje możliwość interpretacji i rozpoznania m.in. struktury użytkowania gruntów i zasiewów. Metody te są powszechnie stosowane w krajach UE m.in. do kontroli dopłat powierzchniowych w ramach systemu IACS. Prowadzone są prace nad wykorzystaniem zdjęć do rozpoznania przestrzennego zróżnicowania uwilgotnienia gleb i gospodarki zasobami wodnymi w zlewniach i regionach. Dokładność interpretacji informacji zawartych na zdjęciu jest jednak uzależniona od rozdzielczości oraz zakresu rejestrowanego promieniowania spektralnego (ilości i zakres kanałów).

Podstawą wykorzystania wielospektralnych zdjęć satelitarnych i lotniczych do celów rolniczych i monitoringu upraw energetycznych jest zjawisko absorpcji promieniowania czerwonego i równoczesne odbicie promieniowania z zakresu bliskiej podczerwieni. W oparciu o powyższe zależności opracowano wiele wskaźników charakteryzujących stan wegetacji i rozwoju roślin, m.in. znormalizowany indeks wegetacji (NDVI), indeks powierzchni liści (LAI) i inne. Na podstawie opracowanych wskaźników istnieje również możliwość prognozowania plonów roślin, bieżącego śledzenia stanu uwilgotnienia gleby [11, 12].

- **Zadania badawcze:**
 1. ocena stanu uwilgotnienia gleb na podstawie analizy zdjęć radarowych,
 2. oszacowanie wielkości plonów roślin energetycznych na podstawie zdjęć wielospektralnych,
- **Jednostka badawcza realizująca zadanie, nazwa i adres jednostki**
Instytut Uprawy, Nawożenia i Gleboznawstwa, Puławy
- **Kierownik zespołu:** Mgr Bernadetta Zawadzka

2.5.2. Zamierzenia

Monitoring pilotowych plantacji energetycznych prowadzony będzie w oparciu o wielospektralne zdjęcia z pułapu lotniczego i satelitarnego. Zakres realizowanych badań obejmował będzie ocenę zmienności stanu uwilgotnienia gleby w trakcie sezonu wegetacyjnego. Na podstawie zarejestrowanego zakresu promieniowania wyliczone zostaną podstawowe wskaźniki rozwoju roślin, w tym m.in. wskaźnik

stanu vegetacji i wigoru roślin (RVI, NDVI, LAI i inne). W oparciu o wyliczone wskaźniki podjęta zostanie próba oszacowania wielkości plonów oraz zmienności przestrzennej w obrębie pól pilotowych. Wyniki pomiarów wykorzystane zostaną do oszacowania zapasu wody dostępnej dla roślin oraz określenia objawów suszy glebowej.

Pomiary radiometryczne w zakresie promieniowania widzialnego, bliskiej, średniej i dalekiej podczerwieni będą realizowane z pułapu lotniczego oraz satelity ASTER. Dane satelity ASTER rejestrowane są w 15 kanałach o rozdzielczości od 15 poprzez 30 do 90m. Dane dla zdjęć z pułapu lotniczego rejestrowane będą w kilku odrębnych kanałach o rozdzielczości od 0,5m do kilku metrów.

- **Celem badań** – jest próba oceny przydatności wielospektralnych zdjęć z poziomu lotniczego i satelitarnego do prognozowania plonów roślin energetycznych, przestrzennej zmienności łanu w obrębie pola. Zdjęcia radarowe posłużą do oceny warunków i zasobów wody w glebie.

- **Harmonogram prac obejmuje:**

1. Pozyskanie w okresie wegetacyjnym wielospektralnych zdjęć z pułapu lotniczego, satelity ASTER oraz zdjęć radarowych,
2. Klasyfikację obrazów wielospektralnych i obliczenie wskaźników vegetacji roślin,
3. Wykonanie badań właściwości wodnych gleby i zawartość podstawowych składników mineralnych,
4. Prognozowanie plonów roślin energetycznych,

2.5.3 Stan rozwoju

Wielospektralne obrazy satelitarne są obecnie powszechnie wykorzystywane do oceny zjawisk przestrzennych. W Instytucie Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa w Puławach przeprowadzono wiele prac badawczych i wdrożeniowych z wykorzystaniem zdjęć satelitarnych (Landsat TM, Aster, Spot) i lotniczych. Dla kilku województw w Polsce opracowano mapy użytków gruntowych z identyfikacją gruntów odługowanych, mapy dynamiki zmian powierzchni leśnych i zabudowanych. Przeprowadzono pozytywne testy rozpoznania obszarów zanieczyszczonych metalami ciężkimi. Obecnie rozpoczęto próby wykorzystania wielospektralnych zdjęć robionych z poziomu lotniczego do rozpoznania struktury zasiewów, zmienności struktury łanu pod wpływem stresu wodnego i żywieniowego.

2.5.4 Posiadane programy GIS i urządzenia laboratoryjne:

Instytut posiada niezbędne wyposażenie sprzętowe i programowe do wykonania przedstawionych zadań.

2.5.5 Wymagane urządzenia i programy laboratoryjne

Planowany zakup zdjęć radarowych i wielospektralnych.

2.5.6. Skład zespołu badawczego

1.	Mgr. Bernadetta Zawadzka IUNG, Zakład Gleboznawstwa Erozji i Ochrony Gruntów,
2.	Dr inż. Tomasz Stuczyński IUNG, Zakład Gleboznawstwa Erozji i Ochrony Gruntów, kierownik zakładu
3.	Dr inż. Jan Jadczyński IUNG, Zakład Gleboznawstwa Erozji i Ochrony Gruntów,
4.	Dr Jacek Niedźwiecki IUNG, Zakład Gleboznawstwa Erozji i Ochrony Gruntów,
5.	Mgr Renata Korzeniowska-Puculek, IUNG, Zakład Gleboznawstwa Erozji i Ochrony Gruntów,
6.	Pracownicy pomocniczy, 3 osoby: mgr Piotr Koza, mgr Joanna Goluch, Zbigniew Jakubowski

2.5.7 Przewidywane środki finansowe

Planowane nakłady (w zł) w latach	2005	2006	2007	Sumarycznie
Ogółem	165 000	145 000	82 000	392 000
Na place w ramach zespołu	75 000	75 000	75 000	225 000

Place ogółem średnio na osobę na miesiąc w okresie 3 letnim $225000 / (8*3) = 9375/12 = 781$ zł
 Wydatki ogółem średnio na osobę na miesiąc w okresie 3 letnim $392000 / (8*3) = 16333/12 = 1361$ zł

Zespół 2.6 Zarządzanie pozyskiwaniem i przetwarzaniem biomasy poprzez Internet

Tempo rozwoju Internetu jest jednym z fenomenów naszych czasów. Okazało się, że może on znaleźć zastosowanie wszędzie: w nauce, edukacji, zarządzaniu, handlu, rozrywce itd. Wspólnym mianownikiem tych wszystkich zastosowań jest możliwość szybkiej, niezawodnej wymiany informacji pomiędzy ośrodkami znajdującymi się w dowolnych punktach kuli ziemskiej [13].

W przypadku pozyskiwania biomasy o wysokiej wydajności duże znaczenie miałyby wykorzystywanie internetu do:

- zarządzania przedsiębiorstwem uprawy biomasy i jej przetwarzania,
- zarządzania zasobami wodnymi w regionie lub dorzeczu,
- rozproszone zarządzanie przedsięwzięciem „Bioenergia na Rzecz Rozwoju Wsi” poprzez Internet w skali Regionalnych Stowarzyszeń Producentów Bio-Metanolu, jak również :
- zdalne nauczanie mogące odegrać w przyszłości kluczową rolę w wyrównywaniu szans dostępu do edukacji dla poszczególnych grup społecznych obszarów wiejskich.

W ramach zagadnień zarządzania pozyskiwaniem i przetwarzaniem biomasy poprzez Internet przewiduje się w odpowiednim czasie organizację następujących zespołów:

- 2.6 (A) zarządzania przedsiębiorstwem uprawy biomasy i jej przetwarzania,
- 2.6 (B) zarządzania zasobami wodnymi w regionie lub dorzeczu,
- 2.6 (C) rozproszone zarządzanie przedsięwzięciem pozyskiwania i przetwarzania biomasy w skali regionów poprzez Internet, jak również :
- 2.6 (D) zdalne nauczanie mogące odegrać w przyszłości kluczową rolę w wyrównywaniu szans dostępu do edukacji dla poszczególnych grup społecznych obszarów wiejskich.

Na obecnym etapie nie określa się zagadnień 2.6 (A) i 2.6 (B) ze względu na brak instytucji realizujących wyżej wymienione zagadnienia.

2.6 (D) Rozproszone zarządzanie przedsięwzięciem pozyskiwania i zarządzania biomasy w skali regionów poprzez Internet

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

1. Okres zakładania plantacji:
 - Ręczna praca - 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 pil 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 osób w przypadku stosowania pracy ręcznej lub około 7500 osób stosując pracę mechaniczną przy zakładaniu plantacji i zbiorze biomasy.

Liczy 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, jak również odpowiednie nowoczesne zarządzanie.

Struktura zarządzania obejmowałaby następujące systemy:

- alokacji zakładów przetwarzania biomasy do postaci ekonomicznie transportowanej
- alokacji zakładów produkcji metanolu
- zarządzania zaopatrywania zakładów produkcji metanolu
- zarządzania dystrybucją metanolu

2.6.2 (D) Stan rozwoju

Brak informacji.

2.6.3 (D) Zamierzenia

Celem badań będzie opracowanie systemów komputerowych zarządzania. Systemy te, ze względu na różny rodzaj użytkowników, będą rozproszonymi systemami zarządzania, działającymi w sieci z wykorzystaniem łącza internetowego.

2.6.4 (D) Posiadane oprogramowanie specjalistyczne

Zespół badawczy posiada system posiada system MATLAB, jak również system SCILAB. Oba systemy mają odpowiednie Tool Boxy do rozwiązywania zadań badań operacyjnych oraz pozwalają na pisanie *skryptów* do konstruowania złożonych systemów wspomagania decyzji.

2.6.5 (D) Wymagany sprzęt komputerowy

W chwili obecnej zarówno WSISiZ posiada sprzęt komputerowy do opracowania pilotowych wersji omawianych systemów komputerowych. Do zadań rzeczywistych systemów (inna skala zadań) wymagane będzie zakupienie silnych komputerów, a następnie serwerów pozwalających na wielodostęp w czasie rzeczywistym.

2.6.6 (D) Skład zespołu badawczego

1	Doc. dr hab. inż. Maciej Krawczak Wyższa Szkoła Informatyki Stosowanej i Zarządzania,
2	Prof.dr hab. inż. Andrzej Straszak Wyższa Szkoła Informatyki Stosowanej i Zarządzania, IBS PAN,
3	Dr inż. Barbara Maźbic-Kulm Wyższa Szkoła Informatyki Stosowanej i Zarządzania,
4	Dr inż. Andrzej Ziółkowski Wyższa Szkoła Informatyki Stosowanej i Zarządzania,
5	Mgr inż. Dariusz Wagner Wyższa Szkoła Informatyki Stosowanej i Zarządzania,
6	Pracownicy pomocniczy – liczba pracowników 2

2.6.7 (D) Przewidywane środki finansowe

Rok	2005	2006	2007	Ogółem
Planowane nakłady w latach	40 000	80 000	80 000	200 000

Place średnio na osobę na miesiąc w okresie 3 letnim

$200000 / (21) = 9523 / 12 = 793 \text{ zł}$

3 Pion termicznej konwersji biomasy do substancji ekonomicznie transportowalnych

Kolejnymi uwarunkowaniami, aby wykorzystać szansę rozwoju obszarów wiejskich poprzez wchodzenie na globalny rynek metanolu to: konwersja biomasy do substancji ekonomicznie transportowalnych na znaczne odległości oraz to aby: możliwie najwięcej atomów węgla zawartych w biomasie uczestniczyło w tworzeniu molekuł tlenku węgla zawartych w biogazie. Rozważanymi technologiami dla spełniania wyżej określonych uwarunkowań to:

- piroliza,
- łagodna termoliza jako prażenie biomasy,
- termoliza.

W momencie, gdy biomasa zaczęła nabierać szczególnego znaczenia jako nośnik energii ze względu na konieczność zachowanie środowiska dla przyszłych generacji, powstał problem transportu biomasy ze znacznie oddalonych upraw do miejsc jej gromadzenia.

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.

Opłacalność ekonomiczna syntezy metanolu zaczyna się od 1 miliona ton produkcji metanolu rocznie. Wymagałoby to uprawy na 100000 ha (przy wydajności 10 ton metanolu na ha na rok), a więc 10 razy więcej w porównaniu do przypadku gdy biomasa byłaby transportowana w postaci nie przetworzonej.

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 mały by odpowiednio o 25 i 40 % [14].

Jedynym rozwiązaniem okazała się termiczna konwersja biomasy do substancji ekonomicznie transportowalnej, która może być prażoną biomasą, węglem drzewnym lub olejem pirolitycznym, charakteryzujących się większą gęstością energii w stosunku do materii nieprzetworzonej [15].

Problemem staje się poszukiwanie najkorzystniejszych warunków termicznej konwersji biomasy lignocelulozowej, takiej aby produkt termicznej konwersji charakteryzował się ekonomiczną opłacalnością transportu oraz aby możliwie najwięcej atomów węgla zawartych w biomasie uczestniczyła w tworzeniu molekuł tlenku węgla w biogazie.

Przyjmuje się, że możliwymi rodzajami produktów termicznej konwersji, uczestniczących w proponowanej przez Konsorcjum technologii produkcji metanolu, ze względu na możliwość uzyskiwania gazu syntezowego z biomasy jak również konwersji biomasy do substancji ekonomicznie transportowalnych, mogą być:

- wolna konwencjonalna piroliza,
- łagodna termoliza jako prażenie biomasy,
- termoliza.

Dodatkowe informacje o termicznej konwersji biomasy zawarto w Uzupełnieniu 2.

W ramach pionu termicznej konwersji biomasy do substancji ekonomicznie transportowalnych przewiduje się w odpowiednim czasie organizację następujących zespołów:

- 3.1 pirolizy biomasy lignocelulozowej,
- 3.2 łagodnej termolizy jako prażenia biomasy,
- 3.3 termolizy biomasy lignocelulozowej.

Potencjalne znaczenie przedsięwzięcia termicznej konwersji biomasy – ryzyko

Wartość sprzedaży w przyszłości 580 mln ton/rok metanolu przy cenie 350 USD/t wynosiłaby 203 mld USD/r. 20 % podatek od tej sumy stanowiłby 40 mld USD/rok, obecnie wielkość równoważna budżetowi Państwa Polskiego.

Uzyskiwanie takiej sumy byłoby realne pod warunkiem, że istniałaby technologia konwersji biomasy do substancji ekonomicznie transportowalnej o wysokiej sprawności konwersji atomów węgla zawartych w biomasie do atomów węgla uczestniczących w tworzonych w wyniku tej konwersji molekułach tlenku węgla biogazu. Jest to technologia, która byłaby potencjalnym gwarantem minimalizacji ryzyka w rozwoju i wdrażaniu technologii produkcji metanolu proponowanej przez Konsorcjum „Bioenergia na Rzecz Rozwoju Wsi”.

Fakt, że w listopadzie roku 2004 technologia termicznej konwersji biomasy do oleju pirolitycznego będzie komercyjnie osiągalna w Ameryce Północnej, o ryzyku rozwijania wspomnianej technologii metanolu może jedynie decydować to w jaki sposób potrafimy zagospodarować powyższą informację.

W konsekwencji właściwego zrozumienia tego faktu, zagospodarowanie zidentyfikowanych zasobów węgla kopalnego w Polsce pozwoliłyby na zasilanie powyżej wymienioną kwotą budżet państwa przez parę setek lat dając równocześnie pracę wielu osobom w Polsce.

Zespół 3.1 Piroliza biomasy lignocelulozowej

Mianem pirolizy określa się niekompletny termiczny rozkład - termiczną konwersję - materii organicznej na części stałe, w postaci węgla drzewnego, części lotne, w postaci gazów jako mieszaniny tlenu węgla, dwutlenku węgla, pary wodnej, metanu, wodoru i innych lekkich węglowodorów, części ciekłych w postaci olei i smół, w nieobecności powietrza powyżej 200 °C.

3.1.1 Potencjalne znaczenie – Możliwość konwersji biomasy do oleju pirolitycznego – substancji ekonomicznie transportowalnej

- **Zadanie badawcze – pozyskiwanie oleju pirolitycznego**

Jednostka badawcza realizująca zadanie

Akademia Rolnicza im. A.Cieszkowskiego w Poznaniu, Wydział Technologii Drewna, Instytut Chemicznej Technologii Drewna tel./fax (61) 848 74 52 61-637 Poznań, ul. Wojska Polskiego 38/42

Kierownik zespołu: Prof. dr hab. Roman Zakrzewski

Instytut Chemicznej Technologii Drewna, tel. (61) 848 74 55; e-mail: zak@au.poznan.pl.

3.1.2 Stan rozwoju

W skali świata:

Produkcja oleju pirolitycznego z biomasy o ogólnym zastosowaniu jest w stanie rozwoju. W skali świata są prowadzone intensywne badania obejmujące zagadnienia rozwoju reaktorów, obniżenia kosztów produkcji, sprawności przetwarzania oraz jakości oleju pirolitycznego.

Proces pirolizy, którego produkty w postaci oleju pirolitycznego miałyby zastosowanie w uzyskiwaniu gazu syntezowego, rozwijano głównie w National Renewable Energy Laboratory, USA, oraz w Holandii w ramach Biomass Technology Group, w której uczestniczą między innymi Dutch Research Institute for Environment, Energy and Proces Innovation oraz Eindhoven University of Technology [Uzupelnienie 2].

W Holandii zamierzeniem było wykorzystywanie biomasy do produkcji gazu syntezowego mającego zastosowanie w szeregu procesach przemysłowych takich jak produkcja metanolu względnie amoniaku. Rozważano dwu etapowy proces produkcji:

- pierwszy etap obejmował proces pirolizy, przy temperaturze 500 °C i atmosferycznym ciśnieniu, wytwarzający olej pirolityczny, gaz i węgiel drzewny,
- w drugim etapie dokonywano gazyfikacji oleju pirolitycznego do gazu syntezowego.

W procesie pirolizy była usuwana większa część zanieczyszczeń takich jak alkalia, brom, siarka. W drugim etapie następowało zgazowywanie do gazu syntezowego poprzez parowy reforming oleju pirolitycznego. Oceniono, że ciepło uzyskiwane ze spalania węgla drzewnego i gazu byłoby równoważne zapotrzebowaniu na energię elektryczną i ciepło w dwu etapowym procesie, w tym w procesie suszenia biomasy do 15 % zawartości wilgoci. Uzyskano 0.73 kg biogazu na 1 kg suchego drewna. Relacja wagowa wodoru do tlenu węgla w uzyskiwanym biogazie wynosiła jak 1 do 1 [16]. Produkowany gaz nie zawierał takich zanieczyszczeń jak smoła, azot i inne zanieczyszczenia.

Najbardziej zaawansowane prace w opanowaniu handlowym technologii produkcji oleju pirolitycznego są prowadzone w jednej z firm północno amerykańskich. Program komercjalizacji obejmował kolejne etapy w latach: 1994-96, 1997-99, 2000-01, 2001-02, 2002-03, w których realizowano następujące zadania:

- 1994-96: opracowanie i skompletowanie koncepcji technologii produkcji oleju pirolitycznego,
- 1997-99: budowa i eksploatacja instalacji prototypowej o wydajności 0.5 tpd (ton per day),
- 2000-01: projekt nowej pilotowej instalacji o produkcji 10 tpd zakończony w grudniu 2000,
- 2001-02: dalsza eksploatacja instalacji o wydajności 10 tpd, budowa i eksploatacja zakładu demonstracyjnego o wydajności 100 tpd przez 24 godzin,
- 2002-03: zakończenie etapu prac demonstracyjnych, rozpoczęcie realizacji działalności komercyjnej, budowa pierwszych zakładów w skali 200 – 400 tpd.

Omawiana firma stosuje reaktor wrzący o złożu fluidalnym. Przygotowany materiał, o wilgotności

poniżej 10 % i rozmiarach cząstek 1-2 mm, zasila reaktor, który jest grzany do temperatury 450 – 500 °C bez obecności powietrza. Temperatura ta jest niższa aniżeli w wolnej konwencjonalnej pirolizie. Dzięki temu uzyskuje się wyższą ogólną sprawność konwersji termicznej. Materiał zasilany zapala się i odparowuje. Powstałe gazy przedostają się do cyklonu, gdzie są oddzielane cząstki stałe w postaci węgla drzewnego. Następnie gazy przechodzą do wierzki gaśniczej, gdzie są szybko chłodzone powstałym olejem pirolitycznym, zasilającym zbiornik umieszczony poniżej wierzki gaśniczej. Nie skondensowane gazy są przekazywane do reaktora w celu podtrzymywania procesu grzania. Całkowita reakcja pomiędzy zasileniem a wrzeniem trwa tylko około 2 sekund.

100 % surowca jest przetwarzana do oleju pirolitycznego i węgla drzewnego. Nie skondensowane gazy, jako źródło ciepła, stanowią 75 % wymaganego ciepła procesu termicznej konwersji.

Produkt końcowy, w zależności od składu surowca zasilającego reaktor, wagowo stanowi 60 – 75 % oleju pirolitycznego, 15 – 25 % węgla drzewnego, 10 – 20 % gazów nie skondensowanych. Jako surowiec stosowano dotychczas: korę, drewno, wytloczyny z trzciny cukrowej.

W skali kraju:

Badania nad pirolizą surowców lignocelulozowych prowadzone są w Instytucie Chemicznej Technologii Drewna od prawie 40 lat. Ukierunkowane one były na otrzymywanie węglowych materiałów adsorpcyjnych o zdefiniowanej strukturze kapilarnej. Opracowano i opatentowano technologie otrzymywania ziarnowych węgla aktywnych z takich surowców jak drewno, łupiny pestek owocowych, węgle brunatne oraz włóknistych węgla aktywnych z celulozy regenerowanej. Cele badawcze i utylitarne realizowano przez pirolizę (karbonizację) surowców wyjściowych oraz wysokotemperaturowe (>750°C), częściowe zgazowanie półproduktu stałego (karbonizatu) w atmosferze pary wodnej oraz dwutlenku węgla.

3.1.3 Zamierzenia

Celem programu Konsorcjum jest możliwe szybkie uczestnictwo Polski na globalnym rynku metanolu. Technologia pirolizy wydaje się być tą, która możliwie najwcześniejszej może mieć zastosowanie w produkcji oleju pirolitycznego, substancji ekonomicznie transportowalnej będącej produktem termicznej konwersji biomasy. Następnie wykorzystywanej w uzyskiwaniu gazu syntezowego, stanowiącego półprodukt zakładu produkcji metanolu o wydajności rzędu 1 mln ton rocznie. Musi to być technologia, która przejdzie próg opanowania technologicznego oraz komercyjnego, zapewniająca nie tylko wysoką sprawność termicznej konwersji ale równocześnie bezawaryjną pracę przez około 20 lat.

- Cel badań:

- Celem perspektywnym badań będzie opracowywanie technologii, która pozwoli aby możliwie największa liczba atomów węgla zawartych w biomase uczestniczyła w substancjach ekonomicznie transportowalnych takich jak olej pirolityczny oraz substancja węglowa.
- Celem najbliższym badań jest:

- opracowanie i skompletowanie koncepcji technologii produkcji oleju i węgla pirolitycznego oraz
- opracowanie założeń do budowy i eksploatacji instalacji prototypowej o wydajności w skali ułamkowo technicznej.

- Harmonogram prac:

- wielowariantowa analiza termiczna surowców w celu ustalenia warunków optymalizujących proces pirolizy ukierunkowanej na maksymalizację wydajności węgla pierwiastkowego w produktach popirolitycznych (ciekłych i stałych)
- badania laboratoryjne nad katalizowaniem pirolizy biomasy lignocelulozowej mające na celu opracowanie optymalnych parametrów procesu maksymalizującego wydajność węgla w produktach popirolitycznych,
- opracowanie założeń techniczno-technologicznych dla prototypowej instalacji dla pirolitycznej konwersji biomasy lignocelulozowej.

3.1.4 Posiadane urządzenia laboratoryjne

Pracownia analiz termicznych z termowagami: Labsys TM i konstrukcją własną oraz kalorymetrem, pracownia chromatograficzna z chromatografem gazowym sprzężonym ze spektrometrem masowym, pracownia technologiczna wyposażona w piece i retorty do pirolizy materiałów lignocelulozowych w warunkach stacjonarnych, oraz piece rurowe do zgazowania karbonizatów w warunkach stacjonarnych i przepływowych, laboratorium do kompleksowych badań składu chemicznego surowców

lignocelulozowych oraz karbonizatów.

3.1.5 Wymagane urządzenia laboratoryjne

Analizatory gazów oraz reaktor do pirolizy w złożu fluidalnym konieczne do uzupełnienia wyposażenia laboratoryjnego

3.1.6 Skład zespołu badawczego

1	Dr hab. Roman Zakrzewski prof.nadzw. AR w Poznaniu, Wydział Technologii Drewna Instytut Chemicznej Technologii Drewna
2	Dr inż. Krzysztof Babel, AR w Poznaniu, Wydział Technologii Drewna Instytut Chemicznej Technologii Drewna
3	Dr inż. Monika Bartkowiak, AR w Poznaniu, Wydział Technologii Drewna Instytut Chemicznej Technologii Drewna
4	Dr inż. Bogusława Waliszewska, AR w Poznaniu, Wydział Technologii Drewna Instytut Chemicznej Technologii Drewna
5	Dr Magdalena Zborowska, AR w Poznaniu, Wydział Technologii Drewna Instytut Chemicznej Technologii Drewna
6	Dr inż. Marek Kielczewski- emerytowany adiunkt,
7	Pracownicy techniczni - 3 osoby, mgr inż. Grażyna Orszulak, inż. Helena Nowicka, Zbigniew Katolik

3.1.7 Przewidywane środki finansowe

Planowane nakłady (w zł) w latach	2005	2006	2007	Sumarycznie
Ogółem	150 000	130 000	120 000	400 000
Na place w ramach zespołu	80 000	80 000	80 000	240 000

Place średnio na osobę na miesiąc w okresie 3 letnim $240000 / (9*3) = 8888/12 = 740$ zł

Nakłady ogółem średnio na osobę na miesiąc w okresie 3 letnim $400000 / (9*3) = 14814/12 = 1234$ zł

Zespół 3.2 Łagodna termoliza biomasy lignocelulozowej – prażenie biomasy

Prażenie biomasy lignocelulozowej jest metodą pozwalającą polepszać właściwości biomasy jako paliwa. Poprzez powolne grzanie, w obojętnej atmosferze w temperaturze nie przekraczającej 300 °C, uzyskuje się produkt w stanie stałym z niewielką zawartością wilgoci oraz charakteryzujący się wysoką gęstością energii – wartością kaloryczną - w porównaniu do biomasy jako surowca [17]. Wartość kaloryczna prażonej biomasy jest zbliżona do wartości kalorycznej mialu węglowego. Wynosi około 22.5 GJ/t. Ponadto ma mniejszą zawartość wilgoci. Zawartość energii w jednostce objętości stanowi około 18 GJ/m³.

Proces może być uważany jako łagodna termoliza, z możliwością usuwania części lotnych oraz tworzenia produktu w stanie stałym, zachowując około 70 % początkowej masy a także 80 – 90 % energii zawartej w biomacie jako surowcu.

3.2.1 Potencjalne znaczenie – ryzyko

O znaczeniu łagodnej termolizy dla rozwoju wsi świadczą następujące fakty:

- Produkt prażenia biomasy może stanowić substytut węgla drzewnego do wielu zastosowań takich jak: produkcja peletów i brykietów, domowe kuchenne piece, ciepłownictwo komunalne, elektrownie, cementownie.
- Prażona biomasa może:
 - stanowić mieszankę z miałem węglowym w kotłach ciepłowni,
 - być współspalana w nowoczesnych węglowych elektrowniach i elektrociepłowniach. Pozwoliłoby to redukować dwutlenek siarki oraz emisję gazu cieplarnianego CO₂.
- W porównaniu do spalania jedynie węgla w elektrociepłowniach względnie elektrowniach prażona biomasa redukuje dwutlenek siarki, tlenki azotu i czyni zerowym bilans emisji CO₂ do atmosfery.
- Współspalanie prażonej biomasy jest bardziej atrakcyjne niż stosowanie nieprzetworzonej jako peletów, ponieważ prażona biomasa jest w postaci mialkiej i może być mieszana z miałem węglowym.
- Fakt, że prażona biomasa nie wymaga osobnego systemu zasilania oraz spalania, koszty inwestycyjne i eksploatacji są znacznie obniżone.

Tablica 3.2.1 Dane charakteryzujące prażoną biomasę [18]

Prażona biomasa Ton /rok	Wymagana powierzchnia Uprawy biomasy ha	Energia GWh/rok	Moc MW _e (7000 h)
30000	1500	75	12
60000	3000	150	25
90000	4500	225	37
120000	6000	300	49

Poprzez peletyzację prażonej biomasy można uzyskać jej gęstość właściwą energii wynoszącą 18 GJ/m³. Chociaż jest mniejsza od gęstości właściwej energii węgla wynoszącej 29 GJ/m³, jest większa od drewna handlowego o 20 %. Według [18] istnieją metody zwiększania gęstości właściwej oraz kosztów energii wymaganej dla produkcji peletów.

Ryzyko może stanowić brak zrozumienia przez decydentów rządu i nauki znaczenia przetwarzania biomasy do postaci prażonej, szczególnie gdy będzie następował rozwój plantacji a równocześnie nie będziemy dysponowali technologią konwersji biomasy do metanolu, a więc korzystnym rynkiem zbytu dla roślin energetycznych.

• Zadanie badawcze –

Celem opanowywania technologii prażenia biomasy jest między innymi:

- tworzenie możliwie szybko rynku zbytu biomasy zanim nastąpi wykorzystywanie jej do produkcji metanolu, po to, aby plantatorzy mogli uzyskiwać zysk do czasu, gdy nastąpi produkcja metanolu, oraz
- wykorzystywanie biomasy z poletek doświadczalnych o powierzchni dziesiątek ha, a następnie z plantacji rozmnożeniowej o powierzchni kilku setek ha, gdy zostaną założone plantacje produkcyjne, o powierzchni rzędu 50000 ha, zasilającej zakład o rocznej produkcji wynoszącej przynajmniej 1 mln ton metanolu. Okres zakładania plantacji o takiej powierzchni wynosiłby 6 - 9 lat.

Jednostka badawcza realizująca zadanie

Kierownik zespołu

3.2.2 Stan rozwoju

Pierwsze prace związane z wykorzystywaniem prażonej biomasy jako substytutu węgla drzewnego prowadzono w latach 80-tych we Francji. W latach 90 -tych rozpoczęto prace w Indiach, Brazylii, Unii Europejskiej, Finlandii, Szwecji, Wielkiej Brytanii, USA. Pionierami tej technologii obok Borgeoisa i Guyonneta, byli James Arcate i Thomas Reed, USA [18].

W grudniu 1987 roku rozpoczęto budowę siłowni o mocy 49,9 MW (net) opalaną mielonymi odpadami i pozostałościami leśnymi w ilości 75000 ton/rok (35000 do 40000 ton suchej masy/rok) w Wheelabrator Shasta, Anderson, Kalifornia.

3.2.3 Zamierzenia

- Cel badań:

- Celem perspektywnym badań będzie opracowywanie technologii, która pozwoli aby możliwie największa liczba atomów węgla zawartych w biomacie uczestniczyła w substancjach ekonomicznie transportowalnych takich jak prażona biomasa
- Celem najbliższym badań jest:
 - opracowanie i skompletowanie koncepcji technologii produkcji prażonej biomasy oraz
 - opracowanie założeń do budowy i eksploatacji instalacji prototypowej.

Na obecnym etapie w przypadku zagadnienia **łagodnej termolizy** dalszych informacji ze względu na brak instytucji realizującej wyżej wymienione zagadnienie **nie określa się**.

Zespół 3.3 Termoliza biomasy lignocelulozowej

Termoliza jest technologią termicznej konwersji, w której ciepło grzania pochodzi głównie ze źródła zewnętrznego. W najprostszej formie poprzez grzanie uzyskuje się części lotne i stałe w postaci węgla drzewnego.

Jednakże, niezależnie od grzania zewnętrznego, podczas tego procesu zachodzą samoistne reakcje egzotermiczne. Zmniejszają one w ten sposób ilość atomów węgla biomasy uczestniczących w tworzącym się węglu drzewnym. Niezależnie od tego, wydajność węgla drzewnego termolizy znacznie przewyższa wydajność węgla drzewnego dla pirolizy.

3.3.1 Potencjalne znaczenie –

O znaczeniu termolizy dla rozwoju wsi, świadczą następujące fakty, możliwości:

- stosowania technologii termolizy dla obszarów o powierzchni mniejszej w porównaniu do uwarunkowań stawianym szybkiej pirolizie, dla której powierzchnia plantacji jest rzędu paru tysięcy ha,
- wykorzystywania produktów lotnych termolizy jako sposobu na dostarczanie wodoru do ceramicznych ogniw paliwowych, czego nie można uczynić w przypadku oleju pirolitycznego,
- zagospodarowywania miejscowych biologicznych odpadów, pozostałości leśnych oraz słomy, jako zewnętrznego źródła ciepła procesu termolizy.

W konsekwencji, zezwalałoby to ludności zamieszkającej na obszarach wiejskich uniezależnianie się od scentralizowanych systemów energetycznych, a równocześnie wytwarzanie produktu w postaci węgla drzewnego, który w dowolnym czasie mógłby być sprzedawany regionalnemu producentowi metanolu.

Opracowanie technologii termolizy zintegrowanej z ceramicznymi ogniwami paliwowymi miałyby znaczenie dla gospodarki polskiej, jako:

- prowadzącej do zrównoważonego rozwoju obszarów wiejskich oraz jako:
- przedmiotu eksportu, mogącego przyczynić się do uczestnictwa na przyszłym rynku technologii ogniw paliwowych.

Stawianym zadaniem przez Konsorcjum „Bioenergia na Rzecz Rozwoju Wsi”, mającym na celu pozyskiwanie produktu w postaci stałej o większym ciężarze właściwym w porównaniu do prażonej biomasy staje się:

- 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 jako źródło ciepła:
 - czy bezpośrednio wykorzystywać je, czy też poprzez:
 - ceramiczne ogniwa paliwowe, charakteryzujące się ogólną sprawnością energetyczną przekraczającą 90 %.

• Zadanie badawcze – „Opracowanie katalizatorów dla procesu termolizy biomasy”

Jednostka badawcza realizująca zadanie, nazwa i adres jednostki

Instytut Katalizy i Fizykochemii Powierzchni PAN w Krakowie

30-239 Kraków, ul. Niezapominajek 8

Kierownik zespołu: Dr Ryszard Grabowski

3.3.2 Stan rozwoju

O rozwoju termolizy stosunkowo mało informacji można znaleźć w literaturze.

3.3.3 Zamierzenia

- **Cel badań:**

- Celem perspektywnym badań będzie opracowywanie technologii, która pozwoli aby możliwie największa liczba atomów węgla zawarta w biomase uczestniczyła w substancjach ekonomicznie transportalnych takich jak węgiel drzewny.
- Celem najbliższym badań będzie opracowanie katalizatorów do termicznej konwersji biomasy do substancji ekonomicznie transportalnych (głównie węgla drzewnego), minimalizujących samoistne reakcje egzotermiczne wykorzystujące atomy węgla biomasy.

- **Harmonogram badań:**

1. Studia literaturowe
2. Konstrukcja aparatury do badań reakcji termolitycznych biomasy
3. Synteza katalizatorów
4. Charakterystyka fizykochemiczna otrzymanych katalizatorów
5. Testy katalityczne
6. Optymalizacja wybranych katalizatorów
7. Korelacja wyników katalitycznych z własnościami fizykochemicznymi optymalnych katalizatorów
8. Opracowanie założeń techniczno-technologicznych dla prototypowej instalacji termolizy biomasy lignocelulozowej.

3.3.4 Posiadane urządzenia laboratoryjne

Pracownia Spektroskopii - spektrometr IR/Ra

Pracownia Elektronowego Rezonansu Magnetycznego - Spektrometr ESR

Pracownia Spektroskopii Elektronowej - Spektrometr ESCA

Pracownia Dyfrakcji Rentgenowskiej i Termoanalizy – Spektrometr XRD (Bruker), Termoanalyzer (Setaram)

Pracownia adsorpcji – Mikrowaga (Sartorius), Aparatura do TPD/TPR (Quantachrome), Aparatura do badania powierzchni właściwej i rozkładu mikroporów – Chembet 1 (Quantachrome).

3.3.5 Wymagane urządzenia laboratoryjne

- reaktor/autoklaw do termolizy biomasy,
- chromatograf gazowy (TCD/FID) sprzężony z spektrometrem masowym (GC-MS),
- suszarka, reagenty, oprogramowanie.

3.3.6 Skład zespołu badawczego

1	Dr Ryszard Grabowski – kierownik zespołu Instytut Katalizy i Fizykochemii Powierzchni PAN w Krakowie, 30-239 Kraków, ul. Niezapominajek 8
2	Prof. dr hab. Ewa Serwicka – konsultant Instytut Katalizy i Fizykochemii Powierzchni PAN w Krakowie
3	Dr Antonina Kozłowska – wykonawca Instytut Katalizy i Fizykochemii Powierzchni PAN w Krakowie
4	Dr Roman Dula – wykonawca Instytut Katalizy i Fizykochemii Powierzchni PAN w Krakowie
5	Dr Jacek Gurgul - wykonawca Instytut Katalizy i Fizykochemii Powierzchni PAN w Krakowie
6	Mgr Leszek Matachowski – wykonawca Instytut Katalizy i Fizykochemii Powierzchni PAN w Krakowie
7	Pracownicy pomocniczy - liczba pracowników 3 Dr. Joanna Kryściak, Mgr. Maciej Mikołajczyk, tech. Zofia Czula,

3.3.7 Przewidywane środki finansowe

	Planowane nakłady (w zł) w latach	2005	2006	2007	Sumarycznie
	Ogółem	470000	170000	155000	795 000
	Na place w ramach zespołu	70000	75000	75000	220 000

Place średnio na osobę na miesiąc w okresie 3 letnim $220000/(9*3) = 8148/12 = 679 \text{ zł}$

Nakłady ogółem średnio na osobę na miesiąc w okresie 3 letnim $795000/(9*3) = 29444/12 = 2453 \text{ zł}$

3.4 Konsultacja w dziedzinie termicznej konwersji biomasy

Dr inż. Stefan Czernik, pracownik National Renewable Energy Laboratory, USA, wyraził zgodę na udział w pracach Centrum „Bioenergia na Rzecz Rozwoju Wsi” jako konsultant w dziedzinie termicznej konwersji biomasy lignocelulozowej. Poniżej zamieszcza się informacje o NREL oraz o dorobku naukowo badawczym Dr inż. Stefana Czernika.

NREL jest instytutem naukowym Ministerstwa Energetyki (U.S. Department of Energy) zatrudniającym ponad 1000 pracowników, którego misją jest rozwój podstaw naukowych i technologii produkcji energii ze źródeł odnawialnych. Głównymi dziedzinami badań są baterie słoneczne, turbiny

wiatrowe, bioenergetyka, wodór i paliwa niekonwencjonalne. National Bioenergy Center (NBC) jest wiodącym ośrodkiem światowym w badaniach nad produkcją paliw i chemikaliów biomasy. Dwoma podstawowymi kierunkami rozwijanymi w NBC są: biotechnologia (metody biologiczne, głównie produkcja etanolu z odpadów leśnych i rolniczych) i konwersja termochemiczna biomasy lignocelulozowej. National Bioenergy Center posiada laboratoria do badań procesów w skali mikro do półtechnicznej wyposażone w różne typy komputerowo kontrolowanych reaktorów z nowoczesnymi systemami analitycznymi. Procesami szeroko badanymi w National Bioenergy Center są: szybka piroliza przetwarzająca biomasę na paliwo płynne, gazyfikacja produkująca gaz służący jako paliwo do silników spalinowych i turbin oraz do syntez chemicznych, produkcja wodoru metodą katalitycznego reformingu parowego, oleju pirolitycznego i innych ciekłych półproduktów pochodzących z biomasy.

Dr. Stefan Czernik pracuje na stanowisku Senior Scientist w National Bioenergy Center, National Renewable Energy Laboratory (NREL) w Golden, Colorado, USA.

Dr. Czernik od 1986 roku specjalizuje się w procesach termochemicznego przetwarzania biomasy na paliwa i chemikalia. W latach 1986-1991 na uniwersytetach kanadyjskich w Waterloo i Sherbrooke prowadził badania nad pirolizą i gazyfikacją biomasy w reaktorach fluidyzacyjnych i otrzymywaniem chemikaliów z oleju pirolitycznego. Od 1991 roku w NREL kierował projektami szybkiej pirolizy biomasy w celu produkcji paliw płynnych, depolimeryzacji odpadów plastikowych w celu odzyskania monomerów oraz produkcji gazu syntezowego i wodoru z biomasy metodami gazyfikacji i reformingu parowego. Jest uznanym ekspertem w dziedzinie procesów termochemicznego przetwarzania polimerów naturalnych i syntetycznych, opublikował ponad 50 artykułów w amerykańskich czasopiśmie naukowych i książkach, prezentował na licznych konferencjach naukowych i przewodniczył sesjom na temat termicznej przeróbki biomasy, reprezentował USA w latach 1996-2004 w International Energy Agency Pyrolysis Task gdzie kolejno kierował trzema grupami tematycznymi.

Możliwość konsultacji prac prowadzonych w ramach Centrum z Dr Stefanem Czernikiem, pracownikiem National Bioenergy Center, National Renewable Energy Laboratory (NREL), USA, pozwoli wykorzystywać bardzo znaczące doświadczenie Jego, co może przyczynić się do bardziej sprawnego i szybszego osiągnięcia zamierzonego celu Centrum „Bioenergia na Rzecz Rozwoju Wsi” w termicznej konwersji biomasy lignocelulozowej do substancji ekonomicznie transportowalnych.

3.4.7 Przewidywane środki finansowe

Planowane nakłady (w zł) w latach	2005	2006	2007	Sumarycznie
Ogółem	50000	50000	50000	150 000
Na place	40000	40000	40000	120 000

Place średnio na osobę na miesiąc w okresie 3 letnim $40000 / (12) = 3333 \text{ zł}$

Nakłady ogółem średnio na osobę na miesiąc w okresie 3 letnim $150000 / (3 * 12) = 4166 \text{ zł}$

4 Pion procesów uzupełniających produkcję gazu syntezowego z biogazu

- Do procesów uzupełniających produkcję gazu syntezowego, stanowiącego półprodukt produkcji metanolu, zalicza się:*
- gazyfikacja produktu termicznej konwersji biomasy, substancji ekonomicznie transportowalnej, jak olej pirolityczny względnie węgiel drzewny, do biogazu,
 - uwodornianie biogazu poprzez parowy reforming węgla kamiennego do właściwej relacji wodoru do tlenu węgla jaka jest właściwa dla gazu syntezowego, uczestniczącego w syntezie metanolu,
 - separacja dwutlenku węgla poprzez wykorzystywanie technologii: chemicznej absorpcji; fizycznej absorpcji; membran; względnie destylacji,
 - oczyszczanie gazu ze smół lotnych i ciekłych oraz ciężkich metali,
 - system pary nasyconej względnie przegrzanej jako źródło ciepła o różnym zakresie temperatur dla określonego zakresu ciśnień,
 - rozkład radiolityczny, dwutlenku węgla, stanowiącego produkt uboczny parowego reformingu węgla, do tlenu węgla i tlenu wykorzystujący neutrony wysokich energii syntezy jądrowej.

W wyniku termicznej konwersji biomasy uzyskuje się w pierwszym etapie substancje ekonomicznie transportowalną w postaci oleju pirolitycznego bądź węgla drzewnego.

W wyniku termicznej konwersji tych substancji 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.

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.

Parowy reforming węgla, w proponowanej technologii Konsorcjum „Bioenergia na Rzecz Rozwoju Wsi” ma zastosowanie w uwodornianiu:

- biogazu o relacji H₂ do CO jak 1:1 do relacji H₂ do CO jak 2:1, gdzie produktem ubocznym uwodorniania jest CO₂, oraz w uwodornianiu:
- CO, powstałego w wyniku rozkładu radiolitycznego CO₂

Sprawności tych procesów, zachodzących w obecności odpowiednich katalizatorów, będą miały wpływ na ogólną sprawność konwersji substancji ekonomicznie transportowalnych do gazu syntezowego, a więc w konsekwencji sprawności przetwarzania biomasy do metanolu.

Opracowanie technologii wyżej wymienionych procesów jest zadaniem stawianym przed zespołem procesów uzupełniających produkcję gazu syntezowego.

W ramach pionu procesów uzupełniających produkcję gazu syntezowego z biogazu przewiduje się w odpowiednim czasie organizację następujących zespołów:

- 4.1 gazyfikacja oleju pirolitycznego oraz węgla drzewnego do biogazu,
- 4.2 uwodorniania biogazu poprzez parowy reforming węgla kamiennego do właściwej dla gazu syntezowego relacji wodoru do tlenu węgla,
- 4.3 separacji dwutlenku węgla jako produktu parowego reformingu węgla kamiennego,
- 4.4 oczyszczania gazu ze smół oraz ciężkich metali,
- 4.5 systemu pary nasyconej względnie przegrzanej jako źródła ciepła,
- 4.6 rozkładu radiolitycznego, dwutlenku węgla.

Na obecnym etapie w przypadku pionu procesów uzupełniających produkcję gazu syntezowego z biogazu dalszych informacji nie określa się ze względu na brak instytucji realizującej wyżej wymienionych zagadnień.

5 Pion technologii źródeł odnawialnych i ogniw paliwowych

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

Jednakże 1 tona biomasy posiada zdolność asymilacji CO₂ 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 CO₂, co zapewnią proponowana technologia.

Gwarantując zerowy bilans emisji CO₂ jedynie tylko dla 50 % produkcji metanolu, dodatkowa produkcja metanolu mogłaby wzrosnąć do $1.5 + 0.5 \cdot 1.5 = 2.25$ w relacji do 1 tony biomasy.

Powstaje kwestia jak rekompensować ową nie zbilansowaną 50% -wą emisję CO₂. W proponowanej technologii proponuje się, aby ta rekompensata nie zbilansowanej emisji CO₂ była dokonywana wykorzystując neutralne wobec efektu cieplarnianego źródła zasilające gospodarke komunalną w energię elektryczną i ciepło.

Celem opracowywania technologii źródeł odnawialnych to tworzenie systemu technologii, neutralnego wobec efektu cieplarnianego, poprzez integrację:

- produkcji metanolu z biomasy, węgla przy udziale syntezy jądrowej gwarantującej zerowy bilans emisji CO₂ jedynie dla 50 % użytkowanego metanolu, i

- technologii źródeł odnawialnych, rekompensujących ową nie zbilansowaną 50 % emisję CO₂,

Umożliwiałoby to zwiększenie przyszłej produkcji metanolu o około 50 % w relacji do przypadku:

- produkcji metanolu z biomasy, węgla przy udziale syntezy jądrowej gwarantującej zerowy bilans emisji CO₂ dla 100 % użytkowanego metanolu,

- zaistnienia na przyszłym globalnym rynku technologii ogniw paliwowych, ocenianym po 2020 roku na 1.6 trylion USD.

Gdyby założyć, że potencjalny udział Polski w tym rynku mógłby wynosić jedynie 1/ 5.000.000 ocenianej wartości na 1.6 trylion, korzyści dla budżetu z tytułu podatku VAT od sprzedaży mogłyby osiągnąć 64 mld USD.

W ramach pionu technologii źródeł odnawialnych przewiduje się w odpowiednim czasie organizację następujących zespołów:

5.1 beztlenowej fermentacji odpadów i ścieków do metanu:

- (A) integrowanej z ceramicznymi ogniwami paliwowymi, oraz:

- (B) integrowanej z ceramicznymi ogniwami paliwowymi, pompami ciepła oraz energią geotermiczną,

5.2 mikrobiologicznej konwersji

- (A) mikrobiologicznej konwersji lignocelulozy do metanolu,

- (B) biologicznych ogniw paliwowych dokonujących mikrobiologicznej konwersji glukozy ze śmieci do wodoru wykorzystywanych jako lokalne generatory energii elektrycznej w gospodarstwach domowych,

- (C) produkcji wodoru poprzez mikrobiologiczne przetwarzanie węgla,

5.3 produkcji wodoru, wykorzystując farmy wietrzne zlokalizowane w pobliżu brzegów morskich, mającego mieć w przyszłości zastosowanie w transporcie masowym aglomeracji miejskich zlokalizowanych w pobliżu brzegów morskich,

5.4 technologii ogniw paliwowych.

Zespół 5.1 (A) Beztlenowa fermentacja odpadów i ścieków do metanu integrowanej z ceramicznymi ogniwami paliwowymi [B2.15]

5.1.1 (A) Potencjalne znaczenie

Konsekwencją przełomu technologicznego w skali globalnej, polegającego na zastępowaniu konwencjonalnych źródeł energii ogniwami paliwowymi jest nie tylko zapotrzebowanie na światowy produkt globalny, w sensie strategicznego paliwa, jakim ma być metanol, ale również rynek technologii ogniw paliwowych jako źródeł energii.

Przewiduje się, że w 2010 roku rynek ogniw paliwowych może osiągnąć 20 miliardów USD. W następnej dekadzie rozwój ogniw paliwowych, obejmujący wszystkie możliwe zastosowania, ma tworzyć globalny rynek oceniany rocznie na 1.6 trylion USD. Należy dążyć do tego aby Polska mogła zaistnieć na tym rynku.

Na obecnym etapie w przypadku zagadnienia „Beztlenowa fermentacja odpadów i ścieków do metanu integrowanej z ceramicznymi ogniwami paliwowymi” dalszych informacji nie określa się.

5.2 (A) Mikrobiologiczna konwersja lignocelulozy do metanolu [19]

5.2.1 (A) Potencjalne znaczenie

Rozwój cywilizacji ma prowadzić do sytuacji jaka charakteryzowała erę cywilizacji agrarnej, a więc do zrównoważonej przyszłości cywilizacji. Zrównoważona przyszłość cywilizacji to zrównoważony rozwój i zrównoważona mobilność jednostki.

Zrównoważona mobilność jednostki oznacza możliwość poruszania się każdego człowieka kiedy chce, gdzie chce, z kim chce i co chce wieźć ze sobą. Może to nastąpić wówczas, gdy stworzymy możliwość pozyskiwania „paliwa” dla naszych samochodów w obrębie naszych osiedli, naszych domów. Możliwą technologią dla uzyskania tego celu to mikrobiologiczne przetwarzanie lignocelulozy do metanolu.

Opracowanie tej technologii 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,
- nie będzie potrzeby, między innymi, suszyć biomasy, usuwać niepożądane zanieczyszczenia, dokonywać destylacji metanolu, ale będą powstawać inne problemy stawiane przed nauką,
- mikroorganizmy mogą „utworzyć” naturalny mechanizm nie tylko gwarantujący, aby rolnicy nie byli wyłącznie producentami surowca, ale aby byli równocześnie finalnymi producentami na średnio obszarowych gospodarstwach.

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

- **Zadanie badawcze – „Opracowanie wydajnej konwersji substratów lignocelulozowych do metanolu z udziałem wyspecjalizowanych mikroorganizmów”**
- **Jednostka badawcza realizująca zadanie, nazwa i adres jednostki**

Akademia Rolnicza w Lublinie

Wydział Rolniczy, Katedra Technologii Przemysłu Rolno-Spożywczego i Przechowalnictwa

- **Kierownik zespołu: Prof. dr hab. Zdzisław Targoński**

5.2.2 (A) Stan rozwoju

Badania dotyczące obróbki surowców lignocelulozowych w kierunku wykorzystania przez mikroorganizmy są prowadzone od wielu lat w różnych ośrodkach naukowych na świecie, w tym również były intensywnie prowadzone w Katedrze Technologii Przemysłu Rolno-Spożywczego i Przechowalnictwa w latach 80-tych i 90-tych ubiegłego wieku z dobrym rezultatem – uzyskiwano wyniki na poziomie światowym, które wykorzystano w rozprawach i publikacjach naukowych. Otrzymywane podczas obróbki biomasy roślinnej cukry były wykorzystywane jako źródło węgla dla drobnoustrojów prowadzących fermentację etanolową (wyspecjalizowane gatunki drożdży) i produkujących ten alkohol z możliwością wykorzystania na cele paliwowe lub jako odczynnik chemiczny. Natomiast zagadnienie biokonwersji biomasy lignocelulozowej do metanolu nie było dotychczas badane w Katedrze. Informacje dostępne w literaturze na temat fermentacji metanolowej są bardzo fragmentaryczne i skąpe. Znane są bakterie metanogenne oraz prowadzące biotransformację metanu do metanolu z udziałem enzymu monoooksygenazy metanolowej. Jednakże brak informacji na temat szerszego wykorzystania mikroorganizmów do produkcji biometanolu na cele paliwowo-energetyczne. Problem wciąż pozostaje otwarty.

5.2.3 (A) Zamierzenia

- **Celem badań** będzie pozyskanie i selekcja mikroorganizmów zdolnych do prowadzenia intensywnej fermentacji metanolowej na różnych substratach lignocelulozowych (np. wierzba krzewiasta, trawy energetyczne, odpady przemysłu drzewnego, odpady rolnicze), odpowiednie modyfikacje substratów do biokonwersji do metanu (warunki obróbki wstępnej) oraz dobór warunków prowadzenia procesu. W dalszej perspektywie podjęte zostaną próby pozyskania organizmu – producenta monoooksygenazy metanolowej oraz intensyfikacja produkcji tego enzymu na drodze genetycznej.
- **Harmonogram prac:**

1. Dobór metod obróbki wstępnej surowców ligninocelulozowych (wierzba krzewiasta, trawy energetyczne, inne substraty) w kierunku intensyfikacji otrzymywania metanu i optymalizacja metod obróbki wstępnej.
2. Izolacja drobnoustrojów stosowanych do biotransformacji metanu do metanolu, selekcja najwydajniejszych szczepów. Ewentualnie modyfikacje genetyczne wybranych szczepów.
3. Intensyfikacja biotransformacji metanu do metanolu poprzez dobór warunków hodowli mikroorganizmów (temperatura, pH, podłoże hodowlane, obecność związków wpływających na procesy redox w komórkach, warunki beztlenowe).

Prace badawcze będą prowadzone w Katedrze Technologii Przemysłu Rolno-Spożywczego i Przechowalnictwa Akademii Rolniczej w Lublinie. Wyniki badań będą publikowane w czasopiśmie naukowych bądź prezentowane na konferencjach naukowych.

5.2.4 (A) Posiadane urządzenia laboratoryjne

Bioreaktory o objętości pracującej od 1l do 20 l z oprzyrządowaniem, wytrząsarki laboratoryjne z regulacją temperatury i obrotów, chromatograf HPLC z detektorem refraktometrycznym, polarymetrycznym i UV-VIS, chromatograf GC, urządzenia do termochemicznej obróbki materiałów ligninocelulozowych.

5.2.5 (A) Wymagane urządzenia laboratoryjne

Detektor elektrochemiczny do HPLC, urządzenia do rozbudowy bioreaktora w kierunku odbierania metanolu,

5.2.6 (A) Skład zespołu badawczego

1.	Prof. dr hab. Zdzisław Targoński
2.	Dr Monika Kordowska-Wiater
3.	Dr Jacek Pielecki
4.	Pracownicy pomocniczy – liczba pracowników 1 lub 2.

5.2.7 (A) Przewidywane środki finansowe

	Planowane nakłady (w zł) w latach	2005	2006	2007	Sumarycznie
	Ogółem	150000	80000	70000	300000
	Na place w ramach zespołu	50000	26666	23334	100000

Place średnio na osobę na miesiąc w okresie 3 letnim $100000 / (4 \cdot 3) = 8333/12 = 694 \text{ zł}$

Nakłady ogółem średnio na osobę na miesiąc w okresie 3 letnim $300000 / (4 \cdot 3) = 25000/12 = 2083 \text{ zł}$

Zespół 5.2 (B) Biologiczne ogniwo paliwowe dokonujące mikrobiologicznej konwersji glukozy ze śmieci do wodoru

Opracowanie technologii biologicznego ogniwa paliwowego typu: mikrobiologiczna konwersja glukozy ze śmieci do wodoru - polimerowe ogniwo paliwowe, jako lokalny generator energii elektrycznej w gospodarstwie domowym. Ponadto wyhodowanie specjalnych bakterii, długo żyjących i produkujących znaczne ilości wodoru w celu znacznego zwiększenia sprawności produkcji.

Opracowanie technologii pozwalającej wyeliminować na gruncie biologii molekularnej użycie ropy naftowej w produkcji opakowań z tworzyw sztucznych, pozwalając w ten sposób zwiększać, poprzez stosowanie opakowań „organicznych”, udział glukozy w śmieciach.

Wyżej wymienione układy energetyczne i technologie mogą nie tylko tworzyć produkt globalny gospodarki, o wysokim stopniu innowacyjności, tak potrzebny dla zaistnienia Polski na rynku światowym, ale równocześnie mogą przyczynić się do ochrony środowiska oraz w pewnym wymiarze do samowystarczalności energetycznej gospodarki.

5.2.1 (B) Potencjalne znaczenie

Rozwój cywilizacji ma prowadzić do sytuacji jaka charakteryzowała erę cywilizacji agrarnej, a więc do zrównoważonej przyszłości cywilizacji. Zrównoważona przyszłość cywilizacji to zrównoważony rozwój i zrównoważona mobilność jednostki.

Współczesne zrozumienie zrównoważonego rozwoju oznacza taki rozwój, który zaspakaja nie tylko obecne potrzeby społeczeństwa ale również zapewnia możliwość zaspakajania własnych potrzeb przyszłych pokoleń. Ma między innymi spełniać następujący warunek:

- nie wolno dopuścić to tego, aby tempo wykorzystywania nieodnawialnych źródeł energii przewyższało tempo rozwoju odnawialnych źródeł energii.

Technologie biologicznych ogniw paliwowych dokonujących mikrobiologicznej konwersji glukozy ze śmieci do wodoru mogą mieć znaczny udział w spełnianiu w przyszłości wyżej wymienionego warunku.

• **Zadania badawcze:**

1. Opracowanie technologii biologicznego ogniwa paliwowego typu: mikrobiologiczna konwersja glukozy ze śmieci do wodoru - polimerowe ogniwo paliwowe, jako lokalny generator energii elektrycznej w gospodarstwie domowym. Ponadto wyhodowanie specjalnych bakterii, długo żyjących i produkujących znaczne ilości wodoru.
2. Opracowanie technologii pozwalającej wyeliminować na gruncie biologii molekularnej użycie ropy naftowej w produkcji opakowań z tworzyw sztucznych, pozwalając w ten sposób zwiększać, poprzez stosowanie opakowań „organicznych”, udział glukozy w śmieciach.

Na obecnym etapie w przypadku zagadnienia „**Biologiczne ogniwa paliwowe dokonujące mikrobiologicznej konwersji glukozy ze śmieci do wodoru**” dalszych informacji ze względu na brak instytucji realizującej jak również zespołu **nie określa się**.

5.2 (C) Mikrobiologiczne przetwarzanie węgla do paliw ciekłych

5.2.1 (C) Potencjalne znaczenie

Mikrobiologiczna konwersja węgla pozwalałaby na obszarach zabudowanych wytwarzać nośniki energii, takie jak metanol, etanol i butanol, mogące mieć zastosowanie w ogniwach paliwowych środków transportu miejscowego. Przyczyniałaby się, to tak jak mikrokonwersja celulozy do metanolu, do zrównoważonej mobilności jednostki na niewielkich obszarach zurbanizowanych.

- **Zadanie badawcze –**
- **Jednostka badawcza realizująca zadanie, nazwa i adres jednostki**
- **Kierownik zespołu**

5.2.2 (C) Stan rozwoju

Prace nad zagadnieniem produkcji paliw ciekłych poprzez mikrobiologiczne przetwarzanie węgla były prowadzone w:

- Arkansas University, Fayetteville, USA – Biological production of fuels from coal-derived gases,
- Bechtel National, Inc., San Francisco, USA – Indirect liquefaction of coal via biosynthesis,
- Georgia Institute of Technology, Atlanta, USA – Biological degradation of low-rank coal.

Na obecnym etapie w przypadku zagadnienia „**Mikrobiologiczne przetwarzanie węgla do paliw ciekłych**” dalszych informacji **nie określa się**.

5.3 Produkcja wodoru, wykorzystując farmy wietrzne zlokalizowane w pobliżu brzegów morskich

Potencjalne znaczenie

Pojawia się rynek transportu miejskiego, wykorzystującego system ogniw paliwowych do napędu autobusów. Dokonuje się tego w celu zmniejszenia szkodliwego oddziaływania paliw ropopochodnych stosowanych w transporcie miejskim na zdrowie ludzkie. Zgodnie z uchwałą Parlamentu Europejskiego do 2020 roku mają one zastąpić wszystkie autobusy komunikacji miejskiej. W Niemczech do 2020 roku, a więc za 17 lat, mają zastąpić wszystkie autobusy komunikacji miejskiej i międzymiastowej. Na tym rynku winna pojawić się Polska.

W komunikacji miejskiej jako „paliwo” w ogniwach paliwowych stosuje się wodór „gazowy” bezpośrednio zasilający anodę polimerowego ogniwa paliwowego. Wynika to z faktu, że autobusy miejskie krążące wokół bazy mogą stosunkowo często uzupełniać gazowy wodór w zbiornikach. Wobec tego mogą być instalowane w nich polimerowe ogniwa paliwowe zasilane wodorem, nie wymagające

katalizatora. Ze względu na możliwość częstego „tankowania” wodoru w zajezdni nie ma potrzeby sprężania wodoru do wysokiego ciśnienia, co normalnie wymagałoby 70 atmosfer, ale tylko 30 atmosfer. To wszystko czyni bezpośrednie stosowanie wodoru tańszym rozwiązaniem.

Aby to przedsięwzięcie było ekonomicznie uzasadnione, aglomeracja miejska winna być zlokalizowana w obszarze, gdzie występują odpowiednie warunki dla efektywnej pracy silników wiatrowych. Takimi obszarami są aglomeracje położone w pobliżu brzegów morskich. Oznacza to, że Trójmiasto Gdańsk – Sopot – Gdynia jest potencjalną aglomeracją mogącą wykorzystywać źródła energii odnawialnej do środków transportu miejskiego o zerowej emisji zanieczyszczeń.

Na obecnym etapie w przypadku zagadnienia „Produkcji wodoru, wykorzystując farmy wietrzne zlokalizowane w pobliżu brzegów morskich” dalszych informacji nie określa się.

5.4 Technologie ogniw paliwowych

Konsekwencją przełomu technologicznego w skali globalnej, polegającego na zastępowaniu konwencjonalnych źródeł energii ogniwami paliwowymi jest nie tylko zapotrzebowanie na światowy produkt globalny, jakim ma być metanol, ale również rynek technologii ogniw paliwowych jako źródeł energii.

*W 2020 roku rozwój ogniw paliwowych, obejmujący wszystkie możliwe zastosowania, ma tworzyć globalny rynek oceniany rocznie na 1.6 tryliona USD. Gdyby założyć, że potencjalny udział Polski w tym rynku mógłby wynosić jedynie 1/5.000.000, korzyści dla budżetu od sprzedaży w postaci 20 % podatku VAT mogłyby osiągnąć $0.2 * 320 \text{ mld USD/rok} = 64 \text{ mld USD/rok}$.*

Ludność Polski w 2030 ma stanowić 1/200 ludności świata. Gdyby udział Polski na rynku ogniw paliwowych wynosił 1/200, wpływ do budżetu rosłoby parę tysięcy razy w porównaniu do poprzedniego przypadku, co wydaje się nieprawdopodobne.

Przybliżone powyższe oszacowania świadczą, że nieobecność Polski na rynku ogniw paliwowych będzie oznaczać w przyszłości degradację Polski do krajów o niskim dochodzie na mieszkańca w skali świata. Jeżeli chcielibyśmy uniknąć tej sytuacji, jednym z celów strategicznych rozwoju kraju winno być uczestnictwo na wspomnianym rynku. Powstaje kwestia jakie zadania stoją przed nami dziś aby nasze wnuki nie żyły w kraju o niskich dochodach do budżetu państwa.

Aby uczestniczyć znacząco na przyszłym rynku metanolu należy tworzyć system technologii, neutralny wobec efektu cieplarnianego, poprzez integrację:

- produkcji metanolu z biomasy, węgla przy udziale syntezy jądrowej gwarantującej zerowy bilans emisji CO₂ jedynie dla 50 % użytkowanego metanolu, i
- technologii źródeł odnawialnych, rekompensujących ową nie zbilansowaną 50 % emisję CO₂,

Oznacza to, że pierwszym zadaniem byłby rozwój technologii integrujących ogniwa paliwowe z odnawialnymi źródłami energii takich jak:

- ceramiczne ogniwa paliwowe z odpowiednimi odnawialnymi źródłami tlenu węgla lub metanu, mającymi zastosowanie w gospodarce komunalno bytowej oraz
- polimerowe ogniwa paliwowe zasilane wodorem, przy wykorzystywaniu lokalnych odnawialnych źródeł energii, mających zastosowanie w lokalnym publicznym transporcie na terenach zurbanizowanych.

Jednakże główny rynek będą tworzyć ogniwa paliwowe bezpośrednio zasilane metanolem, mające uniwersalne zastosowania, jako przenośne lub stacjonarne źródła energii:

- poczynając od wszelkich podręcznych urządzeń elektronicznych,
- poprzez generatory energii w gospodarstwach domowych i obiektach użyteczności publicznej,
- do środków transportu samochodowego, osobowego i ciężarowego, transportu szynowego i lotniczego i morskiego.

Polska jako potencjalny przyszły znaczący uczestnik na rynku metanolu w perspektywie przez parę setek lat, musi w jakimś stopniu uczestniczyć na przyszłym rynku technologii ogniw bezpośrednio zasilanych metanolem. Staje się to drugim strategicznym zadaniem. Jednym z możliwych zastosowań ogniw paliwowych zasilanych metanolem to źródła energii głównie napędu jednostek transportu morskiego o małej wyporności oraz jednostek marynarki wojennej. Szczególnie, ze względu na znaczenie przemysłu stoczniowego dla gospodarki polskiej.

W ramach pionu technologii ogniw paliwowych przewiduje się w odpowiednim czasie organizację następujących zespołów:

- 5.4 (A) ceramicznych ogniw paliwowych,
- 5.4 (B) polimerowych ogniw paliwowych,
- 5.4 (C) ogniw paliwowych bezpośrednio zasilanych metanolem.
- 5.4 (D) ogniw paliwowych biologicznych.

Uwagi wstępne [13, 20, 21, 22, 23]

Co czynią ogniwa paliwowe: Wykorzystują najprostszy pierwiastek, jakim jest atom wodoru, zbudowany z jednego elektronu jako ładunku ujemnego i jednego protonu jako ładunku dodatniego. Na anodzie ogniwa dokonuje się dekompozycji atomu wodoru na elektrony i protony. Elektrony płyną przez obwód zewnętrzny, stanowiący odbiornik prądu elektrycznego, protony, płynąc poprzez elektrolit do katody, łączą się z elektronami w atmosferze powietrza tworzą wodę.

Tyle elektronów popłynie przez obwód zewnętrzny ile popłynie protonów z anody przez elektrolit do katody, a to warunkują: polaryzacja aktywacji i koncentracji protonów jak również polaryzacja omowa.

Sposobem na dostarczanie wodoru do ogniw paliwowych wykorzystywanych między innymi w środkach transportu jest metanol.

Sposobem na dostarczanie wodoru w ceramicznych ogniwach paliwowych, mających zastosowania w stacjonarnych układach energetycznych, może być metan lub tlenek węgla. Metanol, metan i tlenek węgla uzyskiwane w wyniku przetwarzania biomasy są biopaliwami przyszłości.

Czym charakteryzują się ogniwa paliwowe:

Zastępują w elektrowniach konwencjonalnych bardzo złożony proces wytwarzania prądu elektrycznego, oraz w silnikach wewnętrznego spalania proces zamiany ciepła na pracę.

Eliminują zasadę, podaną przez Andre Carnot w 1824 roku, która mówi, że silnik cieplny nie może pracować nie pobierając ciepła ze „źródła ciepła” i nie oddając go do „źródła zimna”, a więc do atmosfery. Elektrownie, a także silniki wewnętrznego spalania oddają odpowiednio około 65 % i 80 % ciepła do atmosfery. **Oznacza to, że ogniwa paliwowe przynajmniej dwukrotnie efektywniej pozwalają wykorzystywać surowce energetyczne.**

Także eliminują zasadę, że koszty inwestycyjne generatora prądu elektrycznego maleją wraz ze wzrostem mocy tego generatora, co obowiązuje elektrownie. Oznacza to, że:

- ogniwa paliwowe jako źródła energii będą przyczyniać się do dekoncentracji instalowanej mocy źródła energii,
- będzie skracany okres wprowadzania technologii do gospodarek narodowych do miesiąca, który w przypadku elektrowni dużych mocy wynosił kilka lat,
- moce nominalne ogniw paliwowych będą wyznaczać bezpośredni, poszczególni odbiorcy jak:
 - przenośne urządzenia elektroniczne, pojedyncze gospodarstwa domowe,
 - obiekty użyteczności publicznej, osiedla mieszkaniowe,
 - środki transportu samochodowego, osobowego i ciężarowego, transportu szynowego, lotniczego i morskiego.

Obecnie rynki ogniw paliwowych kształtują się następująco[22]:

- podręcznych urządzeń elektronicznych,
- generatorów energii elektrycznej i ciepła w gospodarstwach domowych,
- generatorów energii elektrycznej i ciepła w obiektach użyteczności publicznej,
- transportu samochodowego – ogniwa paliwowe zasilane bezpośrednio metanolem,
- transportu miejskiego – autobusy,
- transportu szynowego – podmiejskiego,
- transportu morskiego.

Rodzaje ogniw paliwowych, które już zaistniały na tych rynkach, są następujące:

- DMFC – polimerowe ogniwa zasilane bezpośrednio metanolem,
- SOFC - ceramiczne ogniwa paliwowe,
- PEFC - polimerowe ogniwa zasilane wodorem,
- MCFC – węglanowe ogniwo paliwowe,
- BFC – biologiczne ogniwo paliwowe.

Brak jest informacji o zastosowywaniu alkalicznych ogniw paliwowych AFC i fosforowych ogniw PAFC.

W tabelicy 1 przedstawiono dla poszczególnych rodzajów rynku, rozumianych jako odbiorców energii, potencjalne możliwości zastosowania i rzeczywiste zastosowanie poszczególnych rodzajów ogniw paliwowych, wskazując ilość firm stosujących już dane rodzaje ogniw.

Z przedstawionych danych w tabelicy 1 wynika, że ogniwa paliwowe dominują na rynku:

- podręcznych urządzeń elektronicznych - ogniwa DMFC,
- generatorów energii elektrycznej i ciepła w gospodarstwach domowych oraz w obiektach użyteczności publicznej - ogniwa SOFC,

- transportu samochodowego - ogniwa DMFC,
- transportu miejskiego autobusowego - ogniwa PEFC.

W układach utylizacji ścieków oferowanych przez firmę Fuel Cell Energy zastosowano węglanowe ogniwo paliwowe wysokiej sprawności określanej mianem Direct Fuel Cell (DFC).

Tablica 1 Możliwe zastosowania i stosowane rodzaje ogniw paliwowych przez odbiorców energii

Rodzaj rynku	ożliwe rodzaje stosowanych ogniw Paliwowych	stosowane rodzaje ogniw paliwowych	Ilość stosowanych ogniw danych rodzajów
Podręczne urządzenia elektroniczne	DMFC	DMFC	5
	PEFC	PEFC	1
Generatorów energii elektrycznej i ciepła w gospodarstwach domowych	SOFC	SOFC	14
	DMFC	DMFC	1
	PEFC	PEFC	1
	BFC	BFC	1
Generatorów energii elektrycznej i ciepła w obiektach użyteczności publicznej o mocy 250 kW i powyżej	SOFC	SOFC	7
	DMFC	DMFC	2
	PEFC	PEFC	0
	MCFC	MCFC	1
Generatorów energii elektrycznej i ciepła w obiektach użyteczności publicznej - 250 kW	SCFC	SOFC	1
Transport samochodowy	DMFC	DMFC	6
	PEFC	PEFC	1
Transport miejski – autobusy	PEFC	PEFC	
Transport szynowy – podmiejski	PEFC	PEFC	
Transport morski	DMFC PEFC SOFC MCFC		

Zespół 5.4 (A) Ceramiczne ogniwo paliwowe SOFC

Potencjalne znaczenie dla kraju:

- poprzez integrację ceramicznych ogniw paliwowych z odpowiednimi odnawialnymi źródłami energii:
 - możliwość tworzenia technologii pozwalającej w przyszłości Polsce uczestniczyć na globalnym rynku paliwowym, jak również
 - możliwość zwiększenia potencjalnej produkcji metanolu czyniąc te użytkowanie metanolu neutralne wobec efektu cieplarnianego,
- jako dodatkowe źródła energii elektrycznej i ciepła w gospodarce komunalno bytowej.

Osiągalność handlowa

Ceramiczne ogniwa paliwowe zajmują drugie miejsce, po stacjonarnych polimerowych ogniwach paliwowych zasilanych wodorem, jeżeli chodzi o zaawansowanie w rozwoju technologicznym. Mają być osiągalne handlowo w USA jako stacjonarne ogniwa około 2010 roku.

Wiele wysiłku i wielkich funduszy trzeba było aby opracować bardzo proste w konstrukcji ogniwo paliwowe, które jako generator energii elektrycznej i ciepła osiąga sprawność ponad 90 %. Obecnie koszt jednego kW kształtuje się w granicach 1000 - 1500 USD. Dążeniem jest jego zmniejszenie do 600-800 USD/kW. Aby osiągnąć ten cel Departament Energii, USA zainicjował wspólnie z Solid State Energy Conversion Alliance i innymi instytucjami prace związane z redukcją kosztów produkcji i materiałów, równocześnie powiększając okres używalności i niezawodność. Ogniwa te mają stanowić podstawowe generatory energii elektrycznej i ciepła w gospodarce komunalno bytowej w zakresie mocy 1-10 kW w pojedynczych gospodarstwach i 200-250 kW w obiektach użyteczności publicznej. Częściowa komercjalizacja ma nastąpić w latach 2004-2005 w USA. Na rynkach Japonii, Australii, Chin i Korei produkcja ogniw znajduje się we wczesnym okresie komercjalizacji i wymaga dalszego rozwoju.

Dotychczasowe zastosowania - ceramiczne ogniwa paliwowe zasilane metanem jako produktem beztlenowej fermentacji osadów i ścieków:

W 2002 roku

Fuel Cell Energy przekazuje odpowiednim instytucjom oczyszczalnie ścieków komunalnych i przemysłowych. Oczyszczalnie te są wyposażone w 250 kW ceramiczne ogniwa paliwowe zasilane metanem. Stanowi on produkt bezlennego zgazowywania odpadów komunalnych.

Fuel Cell Energy wspólnie z **Marubeni Corporation** nawiązało współpracę w instalowaniu ogniw paliwowych zasilanych metanem przeznaczonych do utylizacji ścieków w Nippon Metal Industry, w Japonii. Poprzednio **Marubeni** zainstalowała 250 kW-we systemy ogniw paliwowych w oczyszczalniach osadów w Fukuoka Metropolitan District i w Browarze Kirin w pobliżu Tokio.

Koszty instalacji ceramicznych ogniw paliwowych, przykłady:

FuelCell Energy i PPL Corp oddał do użytku, na początku 2003, w Zoot Enterprice'Galactic Park, Montana, USA, 250 kW system ceramicznych ogniw paliwowych, jako źródło energii elektrycznej i ciepła. Całkowity koszt inwestycji wynosi 3.8 miliona USD, w tym 1.4 miliona USD przekazanych przez United States Department of Energy.

New York State Energy Research and Development Authority (NYSERDA) dostarczy fundusze w kwocie 1 milion USD na zainstalowanie 250 kW atowego systemu ogniw paliwowych w SUNY College of Environment Sciences and Forestry (SUNY_ESF).

South Jersey Industries (SJI) zainstaluje generator ogniw paliwowych 200 kW w Stockton College of New Jersey at Pomona, USA. Projekt, którego koszt wynosi 1.3 miliona USD, ma wytwarzać 1 700 000 kWh energii elektrycznej rocznie oraz zaspakajając zapotrzebowanie na ciepłą wodę. Dla oszczędzenia rocznych kosztów energii w kwocie 80 000 USD ma udzielić uczelni 710 000 USD rabatu.

Zespół 5.4 (B) Polimerowe ogniwa paliwowe zasilane wodorem

Potencjalne znaczenie dla kraju:

- zastosowane w publicznym transporcie na terenach zurbanizowanych wykorzystując wodór pozyskiwany przy udziale źródeł odnawialnych mogą przyczynić się do zmniejszania chorobotwórczego wpływu spalin silnika wewnętrznego spalania na zdrowie ludzkie w aglomeracjach miejskich,
- możliwość tworzenia technologii pozwalającej w przyszłości Polsce uczestniczyć na globalnym rynku paliwowym.

Osiągalność handlowa

Stacjonarne polimerowe ogniwa paliwowe zasilane wodorem są jedynymi obecnie osiągalnymi handlowo na rynku światowym.

Dotychczasowe zastosowania – w transporcie aglomeracji miejskich

Transport miejski - autobusy

2002 - US Department of Transportation (DOT) zawarł umowę z **United Technologies Corp. Fuel**

Cells dotyczącą zaprojektowania systemu ogniw paliwowych przeznaczonych do napędu autobusów.

Ogniwa o mocy rzędu 200 kW mają być zasilane wodorem. Autobusy mają być produkowane przez firmę IRISBUS, Irlandia, Europa i Thor Industries, USA.

2002 - Według Philippe Busquin, Komisarza do spraw rozwoju w Unii Europejskiej, zapoczątkowano promocję badań i rozwoju alternatywnych paliw dla transportu w Unii Europejskiej. Realizuje się CUTE projekt (Clean Urban Transport for Europe), dysponujący funduszem 18.5 milionów EURO.

2002.12.12 - Urząd miejski Tokyo będzie wprowadzał do komunikacji miejskiej autobusy napędzanych ogniwami paliwowymi począwszy od lata 2003 roku. Ma to być narodowy debiut autobusów o zerowej emisji zanieczyszczeń.

2003.02.04 - Autobusy wyposażone w polimerowe ogniwa paliwowe jako środek napędu przeszły badania testowe i są gotowe do obsługi transportu w mieście Barth, Niemcy.

2003.02.06 Prezydent Bush wezwał Kongres aby przyjął jego inicjatywę alternatywnego paliwa polegającą na rozwoju autobusów napędzanych ogniwami paliwowymi, co w długim horyzoncie czasowym pozwoliłoby znacznie zmniejszyć zapotrzebowanie na ropę oraz zredukować zanieczyszczenie środowiska. Według planu prezydenta Busha koszt produkcji samochodów napędzanych ogniwami paliwowymi ma być konkurencyjny do konwencjonalnych samochodów w 2010 roku.

2003.02.06 - Iceland New Energy powiadomiła o otwarciu w tym roku pierwszej stacji dystrybucji wodoru. Będą one zasilają w wodór autobusy firmy Daimler Chrysler.

2003.02.20 – MAN rozwija produkcję autobusów napędzanych ogniwami paliwowymi. Trzy takie autobusy mają obsługiwać transport pasażerski na lotnisku w Monachium. System dystrybucji wodoru został opracowany przez firmę Dynetek Industries Ltd.

Transport szynowy

Rząd Japonii finansuje projekt prowadzony przez Railway Technology Institute of the Japanese National Railways Group dotyczący poszukiwania zastosowania ogniw paliwowych, jako alternatywnego źródła energii dla obecnie stosowanych silników diesla w transporcie samochodowym.

W Kanadzie podejmuje się inicjatywę zastosowania ogniw paliwowych do napędu lokomotyw w kopalni Val-d'Or, Quebec.

Zespół 5.4 (C) Ogniwa paliwowe zasilane metanolem

Potencjalne znaczenie dla kraju

Znaczenie tych ogniw winno wynikać z możliwości stosowania ich w transporcie miejskim oraz w transporcie morskim ze względu na potencjał przemysłu stoczniowego w Polsce, jak również ze względu na możliwość stosowania wymienionych ogniw paliwowych w Wojsku Polskim.

Osiągalność handlowa

Ogniwo to nie jest obecnie osiągalne handlowo. Podstawowym problemem jest katalizator w ogniwach paliwowych bezpośrednio zasilanych metanolem.

Rozkład metanolu na wodor i dwutlenek węgla na anodzie ogniwa zachodzi przy obecności katalizatora w postaci takich metali szlachetnych jak **platyna, pallad i rod**.

W roku 1999 na jedno ogniwo paliwowe stanowiące napęd samochodu zużywano łącznie metali szlachetnych około 50 gramów.

Od 1999 do 2001 roku zmniejszono ilość platyny, palladu i rodu jako katalizatorów w ogniwach o 45 %.

Planuje się dalsze zmniejszenie, dodatkowe redukcje o 17 % w latach 2002 – 2006. Przewiduje się, że przyszłe zapotrzebowanie na szlachetne metale na samochód nie przekroczy 1.5 grama platyny, 0.3 grama palladu i 0.3 grama rodu, a więc łącznie 2.1 grama.

Równocześnie czyni się próby poszukiwania innych metali jako katalizatorów w celu obniżenia udziału kosztów katalizatorów w ogólnych kosztach produkcji ogniwa.

Dotychczasowe zastosowania w transporcie morskim

Water Transit Authority, USA i San Francisco powiadomili w marcu 2002, że zamierzają budować prom morski, napędzany ogniwami paliwowymi, łączący San Francisco i Treasure Island. Połączenie to ma nastąpić w 2005 roku.

Howaldswerke-Deutsche Werft AG (HDW) w Kilonii, Niemcy w marcu 2002 zwodowało pierwszą łódź podwodną napędzaną ogniwami paliwowymi, pierwszą z czterech klasy 212 A. Łódź podwodna dla Niemieckiej Marynarki Wojennej będzie mogła pływać w zanurzeniu przez tygodnie. W dodatku nie będzie wykrywalna, ponieważ praca ogniw paliwowych nie powoduje hałasu, ani nie wydziela ciepła do wód morskich.

Zespół 5.4 (D) Ogniwa paliwowe biologiczne

Potencjalne znaczenie:

- możliwość zwiększenia potencjalnej produkcji metanolu czyniąc te użytkowanie metanolu neutralne wobec efektu cieplarnianego,
- jako dodatkowe źródło energii elektrycznej i ciepła w gospodarce komunalno bytowej,
- możliwość wchodzenia na światowy rynek ogniw paliwowych z technologią, która będzie miała duże znaczenia w zrównoważonym rozwoju świata.

Dotychczasowy stan rozwoju

2003.02.14 – **The Kyoto Research Institute** opracowuje dla firmy Sharp Corp. technologie utylizacji śmieci poprzez upłynianie ich i mikrobiologiczną konwersję glukozy zawartej w upłynionych śmieciach do wodoru, wykorzystywanego w ogniwach paliwowych jako lokalnych generatorów energii elektrycznej w gospodarstwach domowych.

Uwagi

Nie jest możliwe, jak również nie jest celowe poszukiwanie nowych rozwiązań technologicznych rozważanych ogniw w Polsce. Natomiast celem byłoby ustanowienie zespołów w instytucjach naukowo badawczych pełniących rolę ekspertów przy zakupie licencji, przy podejmowaniu decyzji o rozwoju produkcji ogniw paliwowych, jak również przy wdrażaniu następujących rodzajów ogniw paliwowych:

- ceramicznych ogniw paliwowych zintegrowanych z beztlenową fermentacją osadów i ścieków,
- polimerowych ogniw paliwowych zasilanych wodorem stosowanych w transporcie aglomeracji miejskich uzyskiwanym przy wykorzystywaniu energii kinetycznej wiatrów jak również poprzez mikrobiologiczne przetwarzanie węgla,
- ogniw paliwowych zasilanych bezpośrednio metanolem,
- biologicznych ogniw paliwowych.

6 Pion centralnego programu rozwoju kraju

Głównym priorytetem wchodzenia na globalne rynki metanolu i ogniw paliwowych dla Polski jest likwidacja bezrobocia na obszarach wiejskich i wyrównywanie luki ekonomicznej i społecznej między wsią i miastem.

Aby uzyskać ten cel będzie potrzebna woda i to czysta woda. A więc priorytetem staje się także nawadnianie poprzez budowę malej retencji wodnej i utylizacja wszelkich odpadów i ścieków poprzez beztlenową fermentację ścieków.

Priorytetem staje się również wysoka wydajność biomasy z hektara oraz wysoka sprawność termicznej konwersji biomasy do biogazu, dlatego aby uzyskać opłacalność ekonomiczną produkcji metanolu z biomasy.

Integracja produkcji metanolu z biomasy, z węgla przy udziale syntezy jądrowej z technologiami źródeł odnawialnych oraz z ogniwami paliwowymi byłaby nie tylko gwarantem neutralności wobec efektu cieplarnianego ale pozwoliłaby uzyskać docelowo roczną produkcję w przeliczeniu na ropę ponad 300 mln ton metanolu, wykorzystując równocześnie ponad 200 mln ton węgla kopalnego. Oznacza to, że kolejnym priorytetem byłyby technologie ogniw paliwowych.

Priorytetem jest także lokalizacja przestrzenna plantacji w skali regionów i kraju, która przyczyniałaby się do uzyskiwania w pierwszym etapie rozwoju do uzyskiwania znacznych zysków przy minimalnym ryzyku.

Wobec dotychczasowego rozwoju technologii syntezy metanolu oraz syntezy jądrowej w USA w proponowanym programie rozwoju nie widzi się możliwości opanowywania tych technologii w Polsce. Zakłada się, że jedynym rozwiązaniem byłby zakup wspomnianych technologii, względnie uczestnictwo firmy posiadającej uprawnienia licencyjne w przyszłym przedsiębiorstwie „Paliwa i Energia XXI Wieku”. Współpraca międzynarodowa staje się nie tylko dodatkowym priorytetem ale równocześnie uwarunkowaniem osiągnięcia zamierzonego celu.

Kolejnym priorytetem staje się określenie szansy i zagrożeń rozwoju kraju do roku 2050, jak również odpowiedzenie na pytania, jakie może być miejsce Polski w Unii Europejskiej, która ma stać się super mocarstwem wodorowym, jakie zadania stają przed nami dziś aby nasze wnuki nie żyły w kraju o niskich dochodach budżetu państwa.

Na te pytania nie da się odpowiedzieć, gdy nie zrozumiemy, że rozwój kraju będzie musiał być spostrzegany nie jako działanie jednego lub trzech przedsiębiorstw mających poparcie rządu, ale jako działanie, w którym obok tych przedsiębiorstw będzie musiało uczestniczyć państwo, nauka, samorządy terytorialne i szereg innych przedsiębiorstw.

Państwo ma odpowiadać za to, że priorytet w wykorzystywaniu znacznych osiągalnych funduszy będą miały przede wszystkim programy systemowe dotyczące rozwiązań strategicznych kraju, które będą znaczącymi krokami w dążeniu do zaistnienia Polski na przyszłych globalnych rynkach świata.

Programy systemowe miałyby stanowić elementy centralnego programu rozwoju kraju, który by obejmował między innymi takie zagadnienia jak:

- wysoka wydajność biomasy z hektara oraz wysoka sprawność termicznej konwersji biomasy do biogazu,
- strategia rozwoju obszarów wiejskich,
- 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.

Oczywiście, że realizacja tak wielkiego przedsięwzięcia będzie wymagać szeregu decyzji w miarę stulecia. Między innymi, tworzenie „zwozniców”, które by przyczyniały się do tego aby wynikiem końcowym działalności objętej centralnym programem rozwoju kraju był produkt XXI wieku.

Tymi zwoznicami winny być między innymi ośrodki badawczo rozwojowy oraz przedsiębiorstwo międzynarodowe „Paliwa i Energia XXI Wieku”.

Przytaczana szansa rozwoju kraju, w systemowym rozumieniu, poprzez wchodzenie na globalne rynki metanolu i ogniw paliwowych XXI wieku oznaczałaby nie tylko rozwój obszarów wiejskich, ale także aglomeracji Śląska, i innych aglomeracji miejskich, gdyby produktem był metanol z biomasy i z węgla o obniżonym bilansie emisji dwutlenku węgla, i to jest szansą dla Polski. Sposób w jaki zostanie wykorzystana będzie zależał od nas wszystkich jako obywateli kraju, między innymi od tego jak wspólnie nauka, stowarzyszenia terytorialne, producenci, organizacje społeczne, polityczne, rządowe i parlament będą działać.

W ramach pionu centralnego programu rozwoju kraju przewiduje się w odpowiednim czasie organizację następujących zespołów:

6.1 strategii rozwoju obszarów wiejskich,

6.2 badań systemowych w tym:

6.2 (A) uwarunkowań ekonomicznych i socjalnych rozwoju regionalnego,

6.2 (B) ryzyka przedsięwzięcia w skali przedsiębiorstwa, regionu i kraju,

6.2 (C) transformacji obecnej struktury wsi do struktury intensywnej produkcji konsumpcyjnej i energetycznej.

Zespól 6.1 Strategia rozwoju obszarów wiejskich

Globalnym celem strategii obszarów wiejskich jest działanie na rzecz zmniejszenia bezrobocia, a tym samym wyrównywanie luki ekonomicznej i cywilizacyjnej pomiędzy wsią i miastem.

Powstaje szansa rozwoju obszarów wiejskich związana z uprawą roślin energetycznych, pozyskiwania biomasy i jej przetwarzania do metanolu jako paliwa XXI wieku.

Jednakże cykl inwestycyjny tego przedsięwzięcia jest rzędu 10 lat. Mając na uwadze dużą kapitałochłonność przedsięwzięcia inwestycyjnego, jak również okres dyskontowania tego kapitału wynoszący około 20 lat, nie można oczekiwać, że inwestycja ta będzie charakteryzowała się wysoką stopą zwrotu kapitału zainwestowanego. W związku z tym powstaje konieczność poznawania uwarunkowań, przy których byłaby możliwość budowy względnie samofinansującego się przedsięwzięcia.

Powstaje także konieczność tworzenia naturalnych mechanizmów, które by zapewniały, że kapitał prywatny uczestnicząc w przedsięwzięciu rozwoju wsi uwzględniłby równocześnie interes wsi. Po to, aby nie przekreślić powstającej w obecnym stuleciu jedynej szansy wyrównywania luki ekonomicznej i cywilizacyjnej pomiędzy miastem a wsią, a więc szansy zrównoważonego rozwoju kraju.

6.1.1 Potencjalne znaczenie – likwidacja kilku milionowego bezrobocia na obszarach wiejskich jak również przyczynianie się do tworzenia miejsc pracy na wybranych aglomeracjach miejskich takich jak zagłębia węglowe.

- **Zadanie badawcze** – rozwój obszarów wiejskich

6.1.2 Zamierzenia

- **Celem badań** będzie

w bliższej perspektywie:

- analiza możliwie najkorzystniejszych scenariuszy rozwoju,

- koncepcji samofinansującego się przedsiębiorstwa, zdolnego zdobywać fundusze na rozwój obszarów wiejskich.

W dalszej perspektywie:

- opracowanie systemu komputerowego:

- tworzenie systemu informacji stanowiących podstawy do określania zagadnień systemowych rozwoju regionalnego.

- Harmonogram prac (*na najbliższy okres*):

- analiza możliwie najkorzystniejszych scenariuszów rozwoju.

- **Jednostka badawcza realizująca zadanie, nazwa i adres jednostki**

Instytut Badań Systemowych, PAN, 01-447 Warszawa, ul. Newelska 6

- **Kierownik zespołu: Prof. dr hab. inż. Wiesław Ciechanowicz**

6.1.2 Stan rozwoju

Rozważano tworzenie się samofinansującego się Międzyregionalnego Stowarzyszenia Producentów Bio-Metanolu w trzech etapach rozwoju utożsamianych z trzema regionami.

6.1.3 Zamierzenia

Celem badań będzie – określenie uwarunkowań rozwoju wybranych regionów

6.1.6 Skład zespołu badawczego

1.	Prof. dr hab. inż. Wiesław Ciechanowicz Instytut Badań Systemowych PAN
2.	Jeden pracownik pomocniczy

6.1.7 Przewidywane środki finansowe

Planowane nakłady (w zł) w latach	2005	2006	2007	Sumarycznie
Ogółem	13000	17500	17500	48000
Na place w ramach podzespołu	10000	17500	17500	45000

Place średnio na osobę na miesiąc w okresie 3 letnim

$45000 / 5 = 9000 / 12 = 750 \text{ zł}$

6.2 Badania systemowe - Potencjalne znaczenie

W momencie, gdy cały świat cywilizowany dąży szybkimi krokami do zrównoważonej przyszłości i zrównoważonej mobilności jednostki, gdy pojawia się przyszły rynek ogniw paliwowych obejmujący wszystkie możliwe zastosowania, oceniany rocznie po 2020 roku na 1.6 trylionu USD, obowiązkiem badań systemowych jest wyjaśniać z jakimi dylematami rozwoju miast i wsi mogłyby spotykać się przyszłe pokolenia. Do dylematów tych można zaliczyć takie zagadnienia jak:

- przyszłe potrzeby ludności,
- jakość środowiska w miastach,
- naturalne zasoby a zachowanie środowiska,
- przyszłość energii,
- możliwości rozwoju i zagrożeń.

Powstaje więc globalny problem określenia szansy i zagrożeń rozwoju kraju do roku 2050, gdy zgodnie z zapewnieniem Prezydenta Unii Europejskiej Romana Prodiego Europa ma stać się super mocarstwem wodorowym. Nauka poprzez badania systemowe musi możliwie szybko odpowiedzieć na pytanie, jakie może być miejsce Polski w Unii Europejskiej. Na to pytanie nie da się odpowiedzieć, gdy nie stworzymy centralnego programu wszechstronnego rozwoju kraju, gdy Rząd i Nauka nie zrozumie konieczności takiego działania.

Stan rozwoju

W Instytucie Badań Systemowych PAN, opracowano w latach 1996-98 System Komputerowy dla kompleksowej analizy rozwoju regionalnego z uwzględnieniem zagadnień Energetyki, Rolnictwa, Gospodarki Wodnej i Ochrony Środowiska.

Głównym celem podjęcia się opracowywania omawianego systemu komputerowego było stworzenie narzędzia wspomagającego podejmowanie decyzji w skali regionów lub kraju oraz w skali gmin i powiatów.

Zespół 6.2 (A) Uwarunkowania ekonomiczne i socjalne rozwoju regionalnego

Na obecnym etapie zagadnienie „Uwarunkowania ekonomiczne i socjalne rozwoju regionalnego” nie jest określane.

Zespół 6.2 (B) Ryzyko przedsięwzięcia w skali przedsiębiorstwa, regionu i kraju

6.2.1 (B)

- Zadanie badawcze – „Wspieranie strategii rozwojowej poprzez czasowo przestrzenne rozprzestrzenianie się innowacji z uwzględnieniem ryzyka”
- Jednostka badawcza realizująca zadanie, nazwa i adres jednostki
Instytut Badań Systemowych PAN,
- Kierownik zespołu: Prof. dr hab. inż. Roman Kulikowski, członek rzeczywisty PAN

6.2.2 (B) Stan rozwoju – opracowanie metodologii promocji i wdrażania innowacji

6.2.3 (B) Zamierzenia

- Celem badań jest opracowanie metodologii rozprzestrzeniania innowacji i z tym związanego ryzyka rozwoju.

- Harmonogram:

1. określenie problemu, 2. opracowanie metody minimalizacji ryzyka oraz unikania strat i zagrożeń.

6.2.6 (B) Skład zespołu badawczego

1.	Prof. dr hab. inż. Roman Kulikowski, członek rzeczywisty PAN Instytut Badań Systemowych PAN
2.	Prof. dr hab. inż. Tadeusz Banek Akademia Rolnicza w Lublinie
3.	Dr inż. Lech Kruś Instytut Badań Systemowych PAN

6.2.7 (B) Przewidywane środki finansowe

Planowane nakłady (w zł) w latach	2005	2006	2007	Sumarycznie
Ogółem				
Na place w ramach podzespołu	30000	30000	30000	90000

Place średnio na osobę na miesiąc w okresie 3 letnim $90000 / (3 \cdot 3) = 1000 / 12 = 833 \text{ zł}$

6.2 (C) Transformacja obecnej struktury wsi do struktury intensywnej produkcji konsumpcyjnej i energetycznej

Na obecnym etapie zagadnienie „Transformacja obecnej struktury wsi do struktury intensywnej produkcji konsumpcyjnej i energetycznej” nie jest określone.

7 Pozostałe technologie stanowiące w proponowanej technologii produkcji metanolu z biomasy, węgla przy udziale syntezy jądrowej

Pozostałymi technologiami to synteza metanolu i synteza jądrowa typu D – T. Wobec dotychczasowego rozwoju technologii produkcji metanolu w proponowanym programie rozwoju Konsorcjum „Bioenergia na Rzecz Rozwoju Wsi” nie widzi się problemu opanowywania od podstaw 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 LPMEOHTM Proces), w której zastosowano reaktor o złożu ciekłym. Przypomnijmy, że w rozważanym reaktorze zastosowano sproszkowany katalizator zawarty w cieczy.

Także w przypadku technologii syntezy jądrowej jedynym rozwiązaniem byłby zakup technologii, względnie uczestnictwo firmy posiadającej uprawnienia licencyjne w przyszłym przedsiębiorstwie „Paliwa i Energia XXI wieku”.

W Uzupelnieniu 2 i 3 podano informacje o rozwoju wyżej wymienionych technologii (opracowanie pełne).

8 Uwagi końcowe

Jak wspomniano poprzednio, w ogólnym problemie rozwoju kraju - uczestnictwa na przyszłych globalnych rynkach metanolu i technologii ogniw paliwowych - musi uczestniczyć wiele gałęzi nauki, rodzajów technologii oraz szeregu dziedzin.

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. Między innymi, tworzenie „zwmników”, które by przyczyniały się do tego aby wynikiem końcowym działalności objętej centralnym programem rozwoju kraju był produkt XXI wieku.

Tymi zwmnikami na pewno winny być między innymi ośrodek badawczo rozwojowy oraz przedsiębiorstwo międzynarodowe „Paliwa i Energia XXI Wieku”.

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, jak:
 - wpływ różnorodności klasy gleb na zrównoważoną produkcję roślin energetycznych,
 - wpływ uprawy wierzby na zachowanie bio-różnorodności: gatunków ptaków i owadów,
3. opracowanie metod zakładania szkółek, plantacji doświadczalnych, plantacji produkcyjnych, metod agrotechnicznych zapewniających pozyskiwanie założonej wydajności jednostkowej w okresie pełnej rotacji plantacji, a więc w około 25 lat,
4. udział w tworzeniu przedsiębiorstwa produkcji kwalifikowanych sadzonek, ich aklimatyzacji i zakładania plantacji, a także
5. budowa prototypowej instalacji pirolizy, termolizy i łagodnej termolizy (prażenia) biomasy ligno-celulozowej,
6. udział w opanowaniu technologicznym i komercyjnym pirolizy, termolizy i łagodnej termolizy biomasy lignocelulozowej,
7. udział w organizacji zarządzania produktami termicznej konwersji biomasy do substancji ekonomicznie transportowalnych, uzyskiwanych od wielu plantatorów a działających na rzecz jednego przedsiębiorstwa przetwarzającego te substancje do metanolu,
8. udział w organizacji zarządzania zasobami wodnymi w danym dorzeczu.

Przedsiębiorstwo międzynarodowe „Paliwa i Energia XXI Wieku

Główny trzon przedsiębiorstwa mają stanowić instytucje, które zapewnią rozruch i właściwy rozwój przedsięwzięcia jakim ma być uczestnictwo Polski na globalnym rynku metanolu, jak również na rynku technologii ogniw paliwowych. Są to:

Państwo, które ma zapewnić odpowiednie ustawodawstwo dla rozwoju paliw i energii XXI wieku,

- wspomagać tworzenie warunków wodnych na gruntach upraw rolnych,
- udzielać poparcia politycznego dla instytucji zagranicznych, mających uczestniczyć 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 obniżonym bilansie emisji i absorpcji CO₂,

Instytucje finansowe, inicjujące finansowanie pierwszych zadań badawczych, decydujących o możliwie szybkim opanowywaniu produkcji metanolu,

Instytucje zagraniczne, głównie jako źródło licencji takich technologii jak synteza metanolu i synteza

jądrowa.

Uwagi

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”, którzy wspólnie z państwem, nauką realizowaliby centralny program rozwoju kraju.

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, w tym Śląska, 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 rozwoju kraju, gdy nie zrozumiemy konieczności takiego działania.

Literatura

1. Ciechanowicz W., Szczukowski S., Metanol z biomasy, węgla, przy udziale syntezy jądrowej o zerowej emisji dwutlenku węgla, Część 1 – Sformułowanie problemu Uzupelnienia, 2004.
2. Ciechanowicz W., Szczukowski S., Metanol z biomasy, węgla, przy udziale syntezy jądrowej o zerowej emisji dwutlenku węgla, Część 2 – Zarys programu uczestnictwa na globalnym rynku metanolu, 2004.
3. Ciechanowicz W., Szczukowski S., Metanol z biomasy, węgla, przy udziale syntezy jądrowej o zerowym bilansie emisji dwutlenku węgla, część 3 – Uzupelnienia, 2004.
4. Ciechanowicz W., Szczukowski Stefan, Patent P 365770, Sposób wytwarzania metanolu, 2004.
5. Ciechanowicz W., Energia, Środowisko i Ekonomia, Instytut Badań Systemowych PAN, 1995, 1997.

Prace z dziedziny uprawy biomasy lignocelulozowej, prezentowane na Konferencji organizowanej wspólnie przez Konsorcjum „Bioenergia na Rzecz Rozwoju Wsi” i Stowarzyszenie Powiatów i Gmin Nadbużańskich w Warszawie w roku 2001

- B1.1 J. Błażej, Uniwersytet Rzeszowski, Polska, *Odporność i plony różnych odmian wierzby - dla szerokiego zakresu warunków glebowych.*
- B1.2 S. Jeżowski, Instytut Genetyki Roślin PAN, Polska, *Miscanthus sienensis – jako roślina energetyczna*
- B1.3 S. Kalembsa, B. Symonowicz, Akademia Podlaska w Siedlcach, Polska, *Możliwość zastosowania upraw z gatunku „Geleaga Orientalis” do celów energetycznych.*
- B1.4 B. Foran, CSIRO, Canberra, Australia, *Biopaliwa w planach rozwoju gospodarki Australii do roku 2025*
- B1.5 W. Ciechanowicz, Instytut Badań Systemowych PAN, Polska, *Bioenergia jako czynnik rozwoju rolnictwa w Polsce.*
- B1.6 T. Stuczynski, J. Jadczyzyn, L. Gawrysiak, Instytut Uprawy, Nawożenia i Gleboznawstwa, Puławy, Polska, *Wykorzystanie Zintegrowanego Systemu Informacji o Rolniczej Przestrzeni Produkcyjnej do oceny warunków przyrodniczych uprawy roślin energetycznych w Polsce.*
- B1.7 S. Szczukowski, J. Tworowski, A. Klasa, Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie, Polska, *Uprawa wierzby jako biomasy do celów energetycznych w północnym regionie Polski.*
- B1.8 S. T. Szańkowski, Stowarzyszenie Powiatów i Gmin Nadbużańskich, Polska, *Bioenergia w regionie Podlasia.*

- B1.9 J. Błażej, Uniwersytet Rzeszowski, Polska, *Potencjalne możliwości produkcji biomasy z wierzby w południowo-wschodnim regionie Polski.*
- B1.10 J.W. Dubas, „Wena”, Jelenia Góra, Polska, *Możliwości produkcji biomasy z wierzby wysokoenergetycznej na terytorium Polski południowo-zachodniej - ograniczonego województwem dolnośląskim.*
- B1.11 R. Jabłoński, Z. Kruszewski, Stowarzyszenie Powiatów i Gmin w Regionie Zachodnio-Pomorskim, Polska, *Możliwości produkcji upraw energetycznych w północno-zachodnim regionie Polski.*
- B1.12 M. Osiecki, Global Management J.V. Sp. z o.o., Polska, *Problematyka lokalizacji produkcji i wykorzystania energii biomasy na terenie Subregionu Zachodniego Województwa Śląskiego.*
- B1.13 S. Orwiński, L. Wójcik, Cz. Karczmar, C.K. Ziemiannin - Zielona Góra, Polska, *100 tysięcy hektarów wierzby w województwie lubuskim.*
- B1.13 V. Dornburg, Uniwersytet w Utrechcie, Holandia, *Koszty i redukcja emisji CO₂ przy zastosowaniu wieloproduktowych i kaskadowych systemów uprawy biomasy.*
- B1.14 M. Osiecki, Global Management J.V. Sp. z o.o., Polska, *Zagadnienia efektywności produkcji i technologicznego przerobu biomasy na terenie Subregionu Zachodniego Województwa Śląskiego.*
- B1.15 R. Kisiel, J. Piechocki, S. Szczukowski, J. Tworkowski, Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie, Polska, *Energetyczna efektywność produkcji biomasy z wierzby.*
- B1.16 R. Kisiel, S. Szczukowski, J. Tworkowski, J. Piechocki, Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie, Polska, *Koszty i zyski z uprawy wierzby przy różnych cyklach zbierania plonów.*
- B1.17 B. J. Sypień, Sypień Consulting, Zielona Góra, Polska, *Perspektywy rozwoju gospodarczego obszarów wiejskich dzięki przemysłowej produkcji biomasy – efekt ekonomiczny i społeczny.*
- B1.18 H. Kopetz, Austriackie Stowarzyszenie Biomasy, Austria, *Wprowadzanie biomasy na rynek energii. Doświadczenia w Austrii.*
- B1.19 A. Roos, Szwedzki Uniwersytet Nauk Rolniczych, Uppsala, Szwecja, *Rynki bioenergii: ekonomiczne i dynamiczne aspekty zastosowania biomasy do celów energetycznych.*
- B1.19 P. Kowalik, Politechnika Gdańska, Polska, *Energetyczne wykorzystanie biomasy w Polsce.*

Prace z dziedziny uprawy biomasy lignocelulozowej, prezentowane na Konferencji organizowanej wspólnie przez Konsorcjum „Bioenergia na Rzecz Rozwoju Wsi” i Stowarzyszenie Powiatów i Gmin Nadbużńskich w Broku nad Bugiem w roku 2003

- B2.1 Wiesław Ciechanowicz, Instytut Badań Systemowych PAN, *Biomasa Lignocelulozowa.*
- B2.2 Stefan Szczukowski, Uniwersytet Warmińsko Mazurski, Olsztyn, *Uprawa Wierzb Krzewiastych i Pozyskiwanie Biomasy.*
- B2.3 Halina Borkowska, Akademia Rolnicza w Lublinie, *Uprawa Ślazuwca Pensylwańskiego.*
- B2.4 Bogdan Kościłk, Alina Kowalczyk-Juško, Kajetan Kościłk, Instytut Nauk Rolniczych w Zamościu, Akademia Rolnicza w Lublinie, *Uprawa Miskanta Cukrowego i Spartiny Prerolowej.*
- B2.5 Wiesław Ciechanowicz, Instytut Badań Systemowych PAN, *Biopaliwa.*
- B2.6 Wiesław Ciechanowicz, Instytut Badań Systemowych PAN, *Strategia Rozwoju Obszarów Wiejskich.*
- B2.7 Stefan Szczukowski, Józef Tworkowski, Mariusz Stolarski, Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie, *Charakterystyka Biomasy Wierzb Krzewiastej jako Surowca do Produkcji Metanolu.*
- B2.8 Jerzy Andrzej Przyborowski, Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie, *Możliwości Wykorzystania Markerów DNA w Selekcji Genotypów Wierzb Krzewiastych.*
- B2.9 Jerzy Andrzej Przyborowski, Paweł Sulima, Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie, *Zwiększenie Wydajności Wierzb Krzewiastej poprzez Masową Reprodukację Klonów z zastosowaniem Mikrorozmnażania w Warunkach in Vitro.*
- B2.10 Mariusz Stolarski, Mariusz Grzelczyk, Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie, *Zwiększanie Wydajności Wierzb Krzewiastej poprzez Regulację Zagęszczenia Roślin.*
- B2.11 Janusz Golaszewski, Dariusz Żalusi, Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie, *Monitoring Maloobszarynych Plantacji Aklimatyzacyjnych Wierzb Krzewiastych Zlokalizowanych w Zróżnicowanych Warunkach Glebowo-Klimatycznych.*
- B2.12 Halina Borkowska, Bolesław Styk, Katedra Szczegółowej Uprawy Roślin, Akademia Rolnicza w Lublinie, *Ślazuwec – Biomasa, Perspektywy Uprawy i Wykorzystania Ślazuwca Pensylwańskiego na Cele Energetyczne.*
- B2.13 Bogdan Kościłk, Alina Kowalczyk-Juško, Kajetan Kościłk, Instytut Nauk Rolniczych w Zamościu, Akademia Rolnicza w Lublinie, *Badania nad Uprawą Wieloletnich Gatunków Traw z Przeznaczeniem na Cele Energetyczne.*
- B2.14 Wiesław Ciechanowicz, Instytut Badań Systemowych PAN, *Ogniwo Paliwowe i Bioenergia Szansą Rozwoju Wsi i Miast.*
- B2.15 Lech Magrel, Politechnika Białostocka, Instytut Inżynierii i Ochrony Środowiska, Białystok, *Produkcja Metanu z Odpadów Pochodzenia Rolniczego, Przemysłu Spożywczego i Komunalnego.*

- B2.16 Alina Borkowska, Tadeusz Chmielniak, Wiesław Ciechanowicz, Bogdan Kościak, Lech Magrel, Stefan Szczukowski, Zdzisław Targoński, Konsorcjum „Bioenergia na Rzecz Rozwoju Wsi”, *Program Naukowo – Badawczo – Produkcyjny Konsorcjum „Bioenergia na Rzecz Rozwoju Wsi” wchodzenia na Światowe Rynki Metanolu i Technologii Ogniw Paliwowych.*
- B2.17 Wiesław Ciechanowicz, Instytut Badań Systemowych PAN, *Dotychczasowe Przedsięwzięcia Upowszechniające Wiedzę o Działalności Konsorcjum „Bioenergia na Rzecz Rozwoju Wsi”.*
6. Ciechanowicz W., Mała retencja wodna, *Mat. Konf. „Ogniwa Paliwowe i Biomasa Lignocelulozowa Szansą Rozwoju Wsi i Miast”*, Brok 2003.
 7. Foran B., Poldy F., *Future Dilemmas: Options to 2050 for Australia’s population, technology, resources and environment, CSIRO Sustainable Ecosystems, October 2002, Australia.*
 8. 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.
 9. Jadczyzyn J., Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa w Puławach, prywatna korespondencja.
 10. Szczukowski Stefan, Uniwersytet Warmińsko Mazurski, prywatna korespondencja.
 11. Dąbrowska-Zielińska K., Kogan F., Ciolkosz A., Gruszczyńska M., Raczka U., Kowalik W., Jankowski R., 1998. *New Method of Drought Detection based on NOAA satellites and its impact on Polish Agriculture. ASPRS-RTI 1998 Annual Conference.*
 12. Ciechanowicz W., Holnicki P., Inkielman M., Kaluszko A., Partyka A., Sikorski J., Słomiński L., Uhrynowski Z., Zadrozny S., - Instytut Badań Systemowych PAN, Ciolkosz 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 „IIASA Days in Ukraine” Kiev, March 18-19, 1999.*
 13. Ciechanowicz W., *Bioenergia a Energia Jądrowa, WSISZ, Warszawa 2001.*
 14. Steinberg M., *i inni, A Survey of Applications of Fusion Power Technology to the Chemical and Material Processing Industry, BNL, 1974.*
 15. Howell H., Heck III, *Civil Engineering Research, http://civil.fit.edu/heck_research.html.*
 16. Brends R., Brem G., *Two stage gasification of biomass for the production of syngas with application to high-pressure chemical process, TNO-MEP DuchResearch Institute for Environment, Energy and Process Innovation, r.h.brends@mep.tno.nl.*
 17. Arcate J.R., *Transnational Technology LLC, USA, WOOD ENERGY N5, July 202.*
 18. Lipinski E.S., Arcate J.R., Reed T.B., *Enhanced Wood Fuels via Torrefraction, Fuel Chemistry Division Preprints 2002.*
 19. Targoński Z., *Problemy biokonwersji materiałów lignocelulozowych do alkoholi, Mat. Konf. „Ogniwa Paliwowe i Biomasa Lignocelulozowa Szansą Rozwoju Wsi i Miast”*, Brok 2003.
 20. B. Geyer, „U.S. Fuel Cell Council”, USA, *Stan rozwoju technologii ogniw paliwowych, Konf. „Bioenergia na Rzecz Rozwoju Wsi”*, Warszawa, 2001
 21. Ciechanowicz W., *Ogniwa paliwowe, Mat. Konf. „Ogniwa Paliwowe i Biomasa Lignocelulozowa Szansą Rozwoju Wsi i Miast”*, Brok 2003.
 22. Ciechanowicz W., *Informacje o rozwoju ogniw paliwowych, Mat. Konf. „Ogniwa Paliwowe i Biomasa Lignocelulozowa Szansą Rozwoju Wsi i Miast”*, Brok 2003.
 23. Chmielniak T. J., Instytut Maszyn i Urządzeń Energetycznych, Politechnika Śląska, Gliwice, *Ogniwa Paliwowe w Energetyce – Kierunki Rozwoju.*

Uzupełnienie 1 - Uwagi dotyczące znaczenia metanolu jako strategicznego paliwa XXI wieku

Znaczenie metanolu jako strategicznego paliwa XXI wieku autorzy niniejszego opracowania zauważyli w końcowych latach 90 tych gdy następowalo:

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

Było to konsekwencją oczekiwania przełomu w rozwoju technologicznym źródeł energii, jakie czynią ogniwa paliwowe, dotyczącego przechodzenia cywilizacji świata z ekonomii Paliw Kopalnych do Ekonomii Wodoru, ściśle mówiąc do Ekonomii Biometanolu.

Przełom miało czynić polimerowe ogniwo paliwowe bezpośrednio zasilane metanolem, jako sposobem na dostarczenie wodoru do anody ogniwa. Ma ono stanowić przenośne lub stacjonarne źródło energii, mające zastosowanie:

- poczynając od wszelkich podręcznych urządzeń elektronicznych, poprzez
- generatory energii elektrycznej i ciepła w gospodarstwach domowych i obiektach użyteczności publicznej,
- do środków transportu samochodowego, osobowego i ciężarowego, transportu szynowego i lotniczego.

Zrozumieliśmy, że powstaje zapotrzebowanie na światowy produkt globalny, w sensie strategicznego paliwa i technologii źródeł energii, szczególnie gdy w grudniu 1999 roku podano do wiadomości, że wyżej wymienione ogniwo przekroczyło próg opanowania technologicznego.

W konsekwencji uczestnictwo na tych rynkach mogłoby się przyczynić do rozwiązywania następujących strategicznych problemów gospodarki kraju, takich jak.

- rozwój obszarów wiejskich,
- samowystarczalność energetyczna kraju.

Począwszy od 1999 roku powiadamialiśmy społeczeństwo jak również decydentów o szansie, jaka się pojawia na przełomie stuleci, wyrównywania luki ekonomicznej pomiędzy wsią i miastem, która może być także szansą możliwie wszechstronnego rozwoju kraju.

Sposobem przekazywania informacji były publikacje w Tygodniku Siedleckim, AURZE - miesięczniku Naczelnej Organizacji Technicznej (numery: 9/99; 10/99; 11/99; 11/00; 12/00;4/0; 9/01; 6/01), monografia „Bioenergia a Energia Jądrowa” jak również organizowane następujące konferencje:

1. Międzynarodowe Warsztaty Szkoleniowo Naukowe „Bioenergia na Rzecz Rozwoju Wsi”, Warszawa 26-29 wrzesień 2001, pod honorowym patronatem: Prezesa Rady Ministrów, Ambasadora Stanów Zjednoczonych Ameryki Północnej, Ambasadora Unii Europejskiej, Ambasadora Republiki Federalnej Niemiec.
2. Jednodniowe Seminarium na temat „Strategia rozwoju obszarów wiejskich” w 2002, w którym głównym prelegentem był Pan Profesor Barney Foran z CSIRO, Australia, autor projektu uprawy biomasy na obszarze 30 mln ha.
3. Warsztaty szkoleniowo naukowe „Ogniwa Paliwowe i Biomasa Lignocelulozowa Szansą Rozwoju Wsi”, Brok nad Bugiem czerwiec 2003.

Także uświadamialiśmy społeczność wiejską o tej szansie na Regionalnych Warsztatach Szkoleniowo Naukowych organizowanych począwszy od 1999 roku w Siemiatyczach, Siedlcach, Łosicach, Ostrowi Mazowieckiej, Mielniku wspólnie ze Stowarzyszeniem Powiatów i Gmin Nadbużańskich, Starym Polu, Kwidzynie z organizacjami Samorządowymi, oraz w Gdańsku i Warszawie organizowanych odpowiednio przez Gdański i Mazowiecki Wojewódzki Ośrodek Doradctwa Rolniczego.

W Międzynarodowych Warsztatach udział wzięło 92 uczestników, w tym krajowych 77, zagranicznych 15 (z Austrii, Australii, Holandii, Niemiec, Szwecji, Włoch, USA).

Przebieg Warsztatów wykazał między innymi - zainteresowanie współpracą międzynarodową z Konsorcjum „Bioenergia Na Rzecz Rozwoju Wsi” następujących instytucji zagranicznych:

1. Koncern Amerykańsko Niemiecki Daimler - Chrysler,
2. Resource Future Program, CISRO Wildlife and Ecology, Canabera Australia,
3. Gas Technology Institute, USA, w tym zainteresowanie wstąpieniem do Konsorcjum.

Z korespondencji z prof. B. Foranem z Australii w dniach 5.10.01 i 26.06.02 uzyskaliśmy następujące informacje:

1. We współpracy Australii i Polski, w celu posiadania znacznego wspólnego udziału na przyszłym rynku metanolu, mogłaby ze strony Australii brać udział rządowa organizacja handlowa - AUSTRADE.
2. Pierwszym elementem tej współpracy winna być wizyta delegacji australijskiej.
3. W tym spotkaniu powinna znaleźć się krótka prezentacja ze strony polskiej na temat „Polish directions in Biomass Energy”.
4. Według oceny prof. Forana istnieje możliwość uzyskania AUS\$ 200 miliardów na rozwój biopaliw w ciągu 50 lat (AUS \$4 miliardy rocznie).

Podstawowym warunkiem jakichkolwiek rozmów dotyczących współpracy a wiążących nas z Daimlerem Chryslerem i Australią we wchodzeniu na rynek metanolu było między innymi poparcie polityczne ze strony czynników rządowych. O tym informowaliśmy premiera nie uzyskując odpowiedzi [B2.17].

W kwietniu 2004 roku Prof. B. Foran przesłał drogą e-mailową Prof. W. Ciechanowiczowi Raport „Energy Supply and Demand in Australia”, marzec 2004, przygotowany przez konsorcjum konsultantów kierowanych przez National Institute of Economic and Industry Research (NIEIR). Przytoczmy niektóre stwierdzenia i rekomendacje zawarte w tym Raporcie:

- **Metanol wylania się jako podstawowy nośnik energii ekonomii wodoru, który będzie odgrywał potencjalną kluczową rolę w przyszłości.**
- Międzynarodowa współpraca, dzielenie się wiedzą, korzystanie z podstaw naukowych ekonomii oraz rozwój odpowiednich technologii są kluczowymi czynnikami umożliwiającymi redukcję emisji gazów cieplarnianych w skali globalnej.
- **Studia przeprowadzone przez NIEIR stwierdzają: dostęp Australii do technologii będzie decydować o możliwościach wzrostu ekonomicznego.** Sposób w jaki Australia będzie ustanawiać swoją współpracę międzynarodową z kluczowymi partnerami będzie znacznie oddziaływać na bezpieczeństwo energetyczne, rozwój przemysłu surowców i energii oraz na ogólny rozwój ekonomiczny.
- Badania Naukowe i Rozwój będą stanowić siłę napędową sektora energii w przyszłości. USA Zachodnia Europa i Japonia są zgodne co do czynienia znacznych inwestycji w Badania i Rozwój, w nowe technologie energii neutralne wobec efektu cieplarnianego.

W kwietniu 2004 roku ukazał się Raport Końcowy przygotowany dla Rządu USA przez Georgetown University, wydany przez University of Florida pod tytułem „An Investigation of the Feasibility of Coal-Based Methanol for Application in Transportation Fuel Cell Systems”. W Raporcie zawarto następującą konkluzję:

- Import ropy do USA jest większy aniżeli w okresie kryzysu energetycznego w latach 1970-tych i zachowuje tendencje rosnącą. Redukcja tej zależności od importu ropy stanowi największe znaczenie dla USA.
- Gaz naturalny i węgiel są jedynymi źródłami energii obecnie osiągalnymi w ilościach porównywalnych do zapotrzebowania na ropę w transporcie.
- Ceny naturalnego gazu i węgla będą prawdopodobnie rosnąć w miarę oczekiwanego zapotrzebowania. Także będzie musiał wzrastać import naturalnego gazu do USA aby sprostać wzrastającemu zapotrzebowaniu. Stąd wniosek, że naturalny gaz nie może być właściwym surowcem do pozyskiwania przyszłych alternatywnych paliw jeżeli celem jest redukcowanie zależności od zagranicznych źródeł energii.
- Zidentyfikowane zasoby węgla przynajmniej pięciokrotnie przewyższają technicznie osiągalne zasoby gazu naturalnego i ropy w USA.
- **Metanol jest najbardziej pożądanym ciekłym paliwem węglowodorowym w ogniwach paliwowych i może być efektywnie wykorzystywany w obecnie stosowanych silnikach wewnętrznego spalania.**
- **Gdy oczekuje się, że wszystkie alternatywne paliwa będą bardziej droższe dla użytkownika niż obecnie benzyna, metanol produkowany z węgla będzie prawdopodobnie najtańszym z rozważanych paliw jeżeli cena gazu wzrośnie zgodnie z przewidywaniem.**

W przytoczonym Raporcie przedstawiono między innymi tendencje zapotrzebowania na paliwa kopalne dla dwóch scenariuszy wzrostu ekonomicznego USA do 2020 roku, wysokiego i umiarkowanego. Są one następujące - dla wysokiego i umiarkowanego scenariusza rozwoju ekonomicznego nastąpi wyczerpywanie zasobów:

- gazu odpowiednio **za 6 i 29 lat.**
- węgla odpowiednio **za 180 i 236 lat.**

Koszt produkcji wodoru, stosując parowy reforming naturalnego gazu, może być porównywalny do kosztu produkcji metanolu tylko w przypadku gdyby wodór nie był sprężany uplynniany ani transportowany, a więc dla przypadku gdyby był wykorzystywany lokalnie.

Dnia 03-03-2004 został zgłoszony patent na wynalazek p.t Sposób na wytwarzanie metanolu. Zgłoszenia dokonali: Ciechanowicz Wiesław i Szczukowski Stefan.

Patent dotyczy produkcji metanolu z biomasy, węgla, przy udziale syntezy jądrowej o zerowym bilansie emisji dwutlenku węgla.

Znaczenie proponowanej technologii produkcji metanolu dla rozwoju kraju [1]

Zakładając możliwość do 2030 roku uprawy biomasy na 5 mln ha gruntów ornych oraz na 3 mln ha pozostałych gruntów przy stosowaniu proponowanej technologii, gwarantującej zerowy bilans emisji CO₂ jedynie dla 50 % produkcji metanolu, i nawadniania gruntów byłby możliwy następujący scenariusz rozwoju produkcji metanolu, przy założonej cenie metanolu 350 USD/t [20]:

- skala produkcji metanolu:	580 mln ton/rok
- różnica sprzedaży i ponoszonych kosztów:	107 mld USD/r
- 20 % podatek VAT od sprzedaży	40 mld USD/r
- zapotrzebowanie na węgiel:	230 mln ton/rok

W Polsce docelowa produkcja metanolu 580 milionów ton rocznie oznaczałaby w przeliczeniu na ropę 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.

Powstaje kwestia jak rekompensować ową nie zbilansowaną 50% -wą emisję CO₂. W proponowanej technologii proponuje się, aby rekompensata nie zbilansowanej emisji CO₂ była dokonywana wykorzystując neutralne wobec efektu cieplarnianego źródła zasilające gospodarkę komunalną w energię elektryczną i ciepło.

Znaczenie proponowanej technologii produkcji metanolu dla rozwoju cywilizacji

Zgodnie z prognozami sporządzonymi przez IIASA oraz przez Deutsche Forschung und Versuchsanstalt für Luft und Raumfahrt i Institut für Technische Thermodynamik, Stuttgart, przyszłe zapotrzebowanie na energię ocenia się w przeliczeniu na węgiel na 20 mld ton rocznie [5]. W tym zapotrzebowaniu udział energii odnawialnych, głównie energia kinetyczna wiatrów i energia kinetyczna rzek, ma stanowić około 20-25 %. Pozostaje więc konieczność wykorzystywania węgla jako surowca w produkcji metanolu względnie wodoru. Tym węglem może być węgiel „atmosferyczny” zawarty w atmosferycznym CO₂, węgiel „biologiczny” zawarty w biomasie i węgiel kopalniany. Najtańszym rozwiązaniem staje się korzystanie z węgla kopalnego.

Rozważmy konsekwencje stosowania jako surowca w pokrywaniu 10 mld ton zapotrzebowania na metanol, równoważnego pod względem wartości kalorycznej 10 mld ton węgla, dla 2/3 przyszłego zapotrzebowania na wodór względnie metanol.

Wodór z węgla kopalnego

Sprawność pozyskiwania wodoru poprzez gazyfikację węgla wynosi 43 %. Energię równoważną 30 % wodoru traci się na sprężanie jego do ciśnienia 70 atm. W związku z tym sprawność malałaby do 33 %. 10 mld metanolu, jako sposobu na dostarczenie wodoru do anody ogniw paliwowych, jest równoważne pod względem wartości kalorycznej około **1.25 mld ton wodoru**. Zapotrzebowanie na węgiel kopalny, jako na surowiec w produkcji wodoru, wyniosłoby około **3.8 mld ton rocznie**.

Powstałaby konieczność sekwestracji do oceanów dwutlenku węgla w ilości 25.7 kg CO₂/kg H₂ * 1.25 mld ton H₂ = **32 mld ton CO₂ rocznie**. Wymagana byłaby dodatkowa energia na separację CO₂ oraz sekwestrację. Należy zauważyć, że oceniana roczna zdolność pozyskiwania węgla kopalnego w skali świata wynosi 5 mld ton.

Zidentyfikowane zasoby węgla w skali świata wynoszą 600 mld ton. Wystarczyłyby one na zaspokojenie cywilizacji w przypadku produkcji wodoru z węgla kopalnego w ciągu **150 lat**.

Metanol z węgla kopalnego

Przy założeniu sprawności pozyskiwania metanolu z węgla wynoszącej 70 % zapotrzebowanie na węgiel kopalny, jako na surowiec w produkcji metanolu, wyniosłoby **14 mld ton rocznie**. Węgla kopalnego jako surowca wystarczyłoby na **43 lata**. Ten fakt mówi, że produkcja metanolu z węgla

kopalnego, chociaż obecnie jest najtańsza, nie może stanowić rozwiązania docelowego w skali świata.

Metanol z biomasy, węgla kopalnego przy udziale syntezy jądrowej

Produkcja 10 mld ton metanolu wymagałaby **4 mld ton węgla** oraz uprawy biomasy na **160 mln ha powierzchni**, co stanowiłoby 1.18 % powierzchni wszystkich łądów świata. Węgla kopalnego jako surowca w produkcji metanolu wystarczyłoby na **150 lat**.

Polska posiadając zidentyfikowane zasoby węgla w ilości 100 mld ton, mogłaby produkować rocznie około 0.50 mld ton metanolu przez **500 lat**.

Ponadto uprawiając biomasę na powierzchni około 8 mln ha i zakładając wykorzystywanie pracy ręcznej powstawałaby możliwość tworzenia miejsc pracy na obszarach wiejskich dla 300 000 osób/mln ha * 8 mln ha = 2 miliony 400 tysięcy osób. Również byłaby możliwość znacznego rozwoju na Śląsku, zamieszkałego przez 5 milionów ludności, gdzie przemysł węglowy bezpośrednio i pośrednio jest źródłem dochodów dla około 500000 osób.

Z danych zawartych w Tabelicy U1 wynika, że obok Polski do krajów o znacznym wydobyciu węgla kamiennego w przyszłości mogłyby być USA, Chiny i Australia, a więc tylko te kraje mogłyby tworzyć przyszły rynek metanolu produkowanego przy udziale węgla kopalnego.

Jednakże uwarunkowaniami uzyskiwania docelowej produkcji metanolu w przeliczeniu na ropę w ilości 340 mln ton rocznie byłoby:

- nawadnianie gruntów, jako jedno z zadań małej retencji wodnej, które stworzyłyby:
 - możliwość zagospodarowania do celów energetycznych około 5 milionów ha, a także w dalszej perspektywie:
 - umożliwiłoby przeciwdziałanie obniżania się lustra wody, będącego zjawiskiem usychania ziemi,
- wysoka wydajność biomasy z ha oraz wysoka sprawność termicznej konwersji biomasy do biogazu,
- współpraca z odpowiednimi przedsiębiorstwami USA w celu pozyskania licencji technologii syntezy metanolu i syntezy jądrowej typu Deuter – Tryt,

jak również:

- stworzenie centralnego programu rozwoju kraju, obejmującego takie zagadnienia związane z określeniem strategii rozwoju obszarów wiejskich jak:
 - lokalizacja przestrzenna plantacji i
 - badania systemowe pozwalające 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.

Tabela U1 Wydobycie węgla kamiennego w mln ton w krajach o znacznym wydobyciu w skali świata

	1980	1985	1989	1990	1992	1995	1996	2000
Australia	72.5	118	118	159	165	191	194	304
Chiny	596	872	946	1080	1087	1361	-	849
Polska	193	192	178	148	132	137	138	103
USA	710	736	806	854	907	859	885	935
ZSRR	493	494	502					
Rosja				210	-	117	167	172
Ukraina				128	-	80.6	68.9	81.6

Metanol z naturalnego gazu

Umowa na dostawę gazu do Polski z Rosji dotyczy ilości gazu, przewyższającej znacznie obecne zapotrzebowanie. Powstaje kwestia jakie uwarunkowania towarzyszyłyby rozwojowi produkcji metanolu na bazie importowanego gazu z Rosji.

Jednym z podstawowych uwarunkowań byłyby osiągalność technologii. Jak wspomniano powyżej, technologią rozwijaną, która w 2004 roku ma osiągnąć próg opanowania komercyjnego jest technologia Firmy Eastman USA opartą na węglu. Ta technologia będzie rozwijana, ponieważ zasoby gazu naturalnego mogą wystarczyć najwyżej na parę dziesiątków lat. W tej sytuacji, mając na uwadze dużą kapitałochłonność przedsięwzięcia inwestycyjnego, jak również okres dyskontowania tego kapitału

wynoszący około 20 lat, nie można oczekiwać, że inwestycja ta będzie charakteryzowała się wysoką stopą zwrotu kapitału zainwestowanego oraz możliwie niewielkim ryzykiem powodzenia.

Możliwa docelowa produkcja metanolu według proponowanej przez Konsorcjum technologii byłaby rzędu 580 mln ton/rok. Gdybyśmy stosowali gaz naturalny, import gazu musiałby wynosić, przy sprawności przetwarzania 70 %, w przeliczeniu na metanol lub węgiel o wartości opałowej 22.4 GJ/tonę, około 828 mln ton/rok. Stanowiłoby to 80 % wydobycia gazu naturalnego w Rosji w 2004 roku.

Ponadto, oparcie przyszłej produkcji na importowanym gazie nie tylko całkowicie uzależniałoby rozwój Polski poprzez wchodzenie na globalny rynek metanolu ale również przekreślałoby szansą możliwości tworzenia paru milionów miejsc pracy oraz utrzymywania rozwoju Śląska.

Tablica U2 Wydobycie naturalnego gazu w przeliczeniu na węgiel kamienny, o wartości opałowej 22.4 GJ/tonę, równoważnej wartości opałowej metanolu, w mln ton, w krajach o znacznym wydobyciu naturalnego gazu w skali świata.

Lata	1980	1985	1989	1990	1992	1995	1996	2000
USA	859	731	742	780	865	905	925	925
ZSRR	678	988	1140	1231				
Rosja					921	1013	1022	1016
Ukraina					34	29	29	27

Uzupełnienie 2 - Zagadnienia termicznej konwersji biomasy

2.1 Uwagi wstępne

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 substancji ekonomicznie transportowalnej, która może być prażoną biomasą, węglem drzewnym lub olejem pirolitycznym, charakteryzujących się większą gęstością energii w stosunku do materii nieprzetworzonej.

Oznacza to, że stara technologia termicznej konwersji drewna, określaną mianem pirolizy, powraca na nowo do życia. Świadczy o tym liczba konferencji światowych organizowanych na przełomie lat 2002 - 2004. Przykładem mogą być następujące konferencje organizowane pod nazwą:

- Pyrolizys 2002 Leben, Austria, 17-20 wrzesień 2002,
- Recovered Fuels from Waste and Biomass, 9-10 grudzień 2003, Bergen, Holandia,
- 2-gie Warsztaty Pirolizy organizowane w Australii, 15-17 grudzień 2003,
- 2- ga Światowa Konferencja Biomasy, 14-18 Maj 2004, Rzym, gdzie zgłoszono 180 referatów na temat termicznej konwersji biomasy.

Tablica U 2.1 Charakterystyka gęstości i wartości kalorycznej wybranych substancji [1]

Rodzaj substancji	Gęstość substancji (kg/m ³)	Wartość kaloryczna (GJ/T)	Gęstość energii (GJ/m ³)
Trawa energetyczna	100	20	2
Drewno rozdrobnione	400	20	8
Olej pirolityczny*	1200	25	30
Węgiel drzewny	300	30	9

* jeden z produktów wolnej konwencjonalnej pirolizy

Proces, w którym biomasę lignocelulozową poddaje się działaniu ciepła przy ograniczonym dostępie tlenu, stanowi termiczną konwersję biomasy.

Na przebieg termicznego rozkładu drewna, podobnie jak i jego poszczególnych składników, takich jak celuloza, hemiceluloza, lignina, w dużym stopniu wpływają warunki reakcji, a zwłaszcza temperatura, czas grzania, środowisko. Ze względu na temperaturę reakcji wyróżnia się następujące fazy termicznej konwersji [2]:

- do temperatury 170 °C następuje wydzielenie wody,
- w temperaturze 170 – 270 °C następuje wydzielanie gazów, CO₂ i CO, powstaje mała ilość kondensujących się par zawierających kwas octowy i metanol, równocześnie zaczyna się wydzielanie w małych ilościach smoła,

- w temperaturze 270 – 280 °C proces nabiera charakteru egzotermicznego, wydzielającego ciepło, w postaci samoistnych reakcji egzotermicznych, następuje silne wydzielanie węglowodorów, a zmniejsza się wydzielanie CO₂ i CO,
- w temperaturze 280 – 400 °C następuje najsilniejsze wydzielanie węglowodorów i początek wydzielania wodoru. Badania przebiegu procesów oraz składu chemicznego drewna poddawanego termicznej konwersji, stwierdzają różną odporność termiczną poszczególnych składników drewna. Rozkład hemicelulozy zachodzi w przedziale temperatur 200 – 260 °C. Celuloza ulega rozkładowi w temperaturze 240 – 350 °C, a lignina w temperaturze 280 – 500 °C. Najwięcej produktów lotnych powstaje w zakresie temperatur 250 – 350 °C, a powstające w zakresie temperatury 350 – 450 °C produkty pochodzą z rozkładu ligniny. W tablicy 3.2 podano wpływ ciśnienia oraz czasu trwania reakcji termicznej konwersji rozkładu drewna brzoźowego na wydajność. Wydajność węgla drzewnego i jego skład chemiczny w zależności od temperatury końcowej termicznej konwersji przedstawiono w tablicy U 2.3.

Tablica U 2.2 Wydajność produktów termicznej konwersji drewna w %, w przeliczeniu na zupełnie suche drewno, w zależności od ciśnienia i czasu [2]

Produkty	5 mm Hg 5 h	760 mm Hg 3 h	760 mm Hg 8 h	760 mm Hg 16 h	760 mm Hg 14 dni
Węgiel	19.54	25.51	30.85	33.18	39.44
Smola	37.18	18.00	16.94	10.10	1.80
Kwasy	10.05	7.42	7.57	7.30	6.91
Metanol	1.20	1.49	1.47	1.50	1.41

Tablica U 2.3 Wpływ temperatury termicznej konwersji na wydajność i skład węgla drzewnego.

Temperatura reakcji °C	Wydajność węgla %	Zawartość w węglu Drzewnym węgla (C %)	Zawartość w węglu Drzewnym wodoru (H %)
200	91.8	52.3	6.3
250	65.2	70.6	5.2
300	51.4	73.2	4.9
400	40.6	77.7	4.5
500	31.0	89.2	3.1
600	29.1	92.2	2.6
700	27.8	92.8	2.4
800	26.7	95.7	1.0
900	26.6	96.1	0.7
1000	26.8	96.6	0.5

2.2 Piroliza

W procesie pirolizy stosuje się stosunkowo niską temperaturę 500 - 800 °C w porównaniu do 800 1000 °C temperatury zgazowywania.

Rozróżnia się pirolizę wolną, szybką i błyskawiczną zależną między innymi od takich parametrów jak:

- czas trwania,
- szybkość grzania,
- temperatura.

Wśród wolnej, szybkiej i błyskawicznej wyróżnia się odpowiednie odmiany ze względu na szczełogólną produkcję, a mianowicie:

- piroliza wolna zwęglająca, piroliza wolna konwencjonalna,
- piroliza szybka,
- piroliza błyskawiczna ciekła, piroliza błyskawiczna gazowa, piroliza ultra błyskawiczna,
- piroliza próżniowa.

W tablicy U 2.4 podano dane charakteryzujące poszczególne rodzaje pirolizy [1]

Ze względu na możliwość uzyskiwania gazu syntezowego z biomasy, nasze główne zainteresowanie dotyczy pirolizy wolnej konwencjonalnej, której produktem końcowym jest węgiel drzewny, olej pirolityczny oraz gaz. Udziały tych produktów w ogólnej produkcji pirolizy mogą zmieniać się w



zależności od składu chemicznego biomasy oraz warunków w jakich zachodzi proces pirolizy. Dla przykładu z jednej tony drewna można uzyskać 350 kg węgla drzewnego, 450 kg oleju, 75 kg smół i 60 m³ gazu. [3]. Produkt pirolizy w postaci oleju pirolitycznego stanowi mieszaninę wody, około 25 %, oraz cieczy.

Tablica U 2.4 Dane charakterystyczne poszczególnych rodzajów pirolizy.

Rodzaj pirolizy	Czas trwania	Szybkość grzania	Temperatura °C	Produkty
Wolna zwęglająca	Dni	Bardzo wolna	400	Węgiel drzewny
Wolna	Godziny /dni	<< 1 K/s	Max 400	Węgiel, gaz
Wolna konwencjonalna	5 – 30 min	Wolna	600	Oleje, gaz, węgiel drzewn
Szybka	0.5 – 5 sek	Bardzo szybka	650	Oleje
Błyskawiczna ciekła	< 1 sek	Szybka	<650	Oleje
Błyskawiczna gazowa	< 1 sek	Szybka	<650	Chemikalia, gaz
Ultra błyskawiczna	<0.5 sek.	Bardzo szybka	1000	Chemikalia, gaz
Próżniowa	2 – 30 sek.	Srednia	400	Oleje

Charakterystyka oleju pirolitycznego:

- wartość kaloryczna: 16 – 18 GJ/t, a więc dwukrotnie mniejsza w porównaniu do oleju ropopochodnego,
- może mieć zastosowanie w stacjonarnych układach energetycznych,
- może być magazynowany w zbiornikach oraz transportowany,
- jest higroskopijny oraz korozyjny,
- może ulegać rozkładowi w wysokich temperaturach,
- obecnie nie widzi się możliwości zastosowania oleju pirolitycznego jako sposobu na dostarczanie wodoru do ceramicznego ogniwa paliwowego.

Uzyskanie biomasy z plantacji o wysokiej wydajności o powierzchni rzędu 50000 ha, stanowiącej surowiec dla produkcji metanolu w zakładzie produkującym 1 mln ton metanolu rocznie, może być osiągalne najwcześniej za 6 – 10 lat.

Jeżeli nie będziemy w stanie w tym czasie zbudować wspólnie z odpowiednimi instytucjami zagranicznymi zakładu syntezy metanolu łącznie z reaktorem syntezy jądrowej, i innymi towarzyszącymi technologiami jak parowy reforming węgla, po to aby produkować metanol. Uzyskany olej pirolityczny będzie mógł znaleźć zastosowanie w stacjonarnych układach energetycznych, pod warunkiem, że będzie ekonomicznie opłacalny.

Mając powyższe na uwadze, uwarunkowaniem określanych zamierzeń dotyczących wolnej konwencjonalnej pirolizy jest to aby w ciągu najbliższych 3-7 lat mieć w posiadaniu technologię gwarantującą powyżej określone wymagania.

Nie jest możliwe w Polsce opanowanie komercyjne tej technologii w ciągu 3 lat. Powstaje pytanie czy byłoby to możliwe w ciągu 7 lat. Jakie w związku z tym wiązało by się ryzyko realizacji inwestycyjnej zakupionej technologii syntezy metanolu i reaktora syntezy jądrowej nie dysponując technologiami produkcji oleju pirolitycznego i jego zgazowywania do gazu syntezowego ?

Z drugiej strony, właściwie byłoby prowadzić rozmowę o zakupie licencji względnie o współpracy z odpowiednią firmą po zatwierdzeniu międzynarodowej ochrony patentu „Metanol z biomasy, węgla przy udziale syntezy jądrowej”.

Jednakże, mając na uwadze fakt, że zamierzeniem strategicznym Konsorcjum jest możliwe szybkie uczestnictwo Polski na przyszłym rynku metanolu, niezależnie od możliwości kupna licencji lub współpracy, musimy więc dysponować własnym zespołem, tworzącym w możliwie najkrótszym czasie własną technologię. Jednostką, która winna prowadzić badania na tym zagadnieniu, winna być ta, która już tego typu badania prowadziła.

2.3 Łagodna termoliza - prażenie biomasy lignocelulozowej

Na przebieg procesu prażenia ma wpływ wiele parametrów takich jak: skład chemiczny biomasy, wielkość rozdrobnienia, temperatura procesu, czas trwania procesu, szybkość grzania, skład produktów lotnych procesu prażenia, ciśnienie i szybkość przepływu. Także grubość cząsteczek biomasy ma wpływ na czas trwania procesu. Mechanizm reakcji różni się znacznie dla cienkich i grubych cząsteczek.

W zakresie temperatur 220 – 280 °C większość reakcji dekompozycji dotyczy hemicelulozy. Celuloza i lignina w znacznie mniejszym stopniu może uczestniczyć w procesie prażenia.

W procesie łagodnej termolizy dopuszcza się jedynie rozkład hemicelulozy, co oznacza, że temperatura procesu prażenia nie może przekroczyć temperatury 280 °C.

Ze względu na fakt, że woda może odgrywać znaczącą rolę w procesie prażenia rozważano efekt stosowania pary przegrzanej w tym procesie. Przegrzana para charakteryzuje się wyższym ciepłem właściwym aniżeli powietrze lub azot. Ponadto para tworzy środowisko, które pozwala redukować straty wynikające z procesu utleniania.

Przegrzana para przy ciśnieniu atmosferycznym cyrkuluje pomiędzy pośrednim wymiennikiem ciepła a biomasą do chwili, gdy zostanie osuszona i przetworzona do prażonej biomasy. Z generowanej pary z wilgoci odzyskuje się ciepło poprzez kondensator chłodzony powietrzem lub wodą. Ciepło to wykorzystuje się do wstępnego suszenia biomasy, względnie jako ciepło wykorzystywane w gospodarce komunalno bytowej.

Przegrzana para wspólnie z lotnymi produktami prażenia cyrkuluja poprzez pośredni wymiennik oraz poprzez komorę prażenia. Nadmiar pary jest skraplany a produkty lotne prażenia mogą być wykorzystywane dla pozyskiwania ciepła wymaganego w procesie prażenia.

W celu zapobiegania samo zapłonowi w kontakcie z otaczającym powietrzem, prażona biomasa, jako produkt końcowy procesu, jest schładzana do temperatury około 110 °C.

Proces prażenia obejmuje trzy człony: suszenie biomasy, prażenie i schładzanie prażonej biomasy. Przebieg procesu jest następujący.

Surowiec w postaci biomasy lignocelulozowej jest wstępnie osuszany w pierwszym członie, przy wykorzystywaniu pary przegrzanej, do zawartości wody w biomacie poniżej 10 %.

W produkcji prażonej biomasy mają zastosowanie reaktory zarówno o wsadowym jaki i ciągłym załadunku. Preferowany jest reaktor o ciągłym załadunku. Prażenie w stanie równowagi jest procesem endotermicznym wydzielającym wodę, kwasy, CO₂, CO i inne substancje lotne. Temperatura reakcji jest ciągle monitorowana i regulowana. Ażeby nie dopuścić do zachodzenia egzotermicznych reakcji temperatura reakcji prażenia nie może przekroczyć, jak wspomniano poprzednio, 280 °C.

Para zawierając części lotne procesu prażenia jest w sposób ciągły usuwana z reaktora prażenia. Jest przekazywana do członu schładzania w celu odzyskania kwasów oraz palnych produktów lotnych, jak również w celu usuwania innych odpadów mając na uwadze ich oddzielne składowanie.

2.4 Termoliza

Poniżej podano zakres przedziałów temperatur, w których zachodzi rozkład hemicelulozy, celulozy, ligniny oraz udział tych substancji w biomacie lignocelulozowej.

Tablica U 2.5 Zakres przedziałów temperatur, w których zachodzi rozkład hemicelulozy, celulozy, ligniny oraz udział tych substancji w biomacie lignocelulozowej.

Rodzaj substancji biomasy	Przedział temperatur, w którym Zachodzi rozkład	Udział w biomacie lignocelulozowej
Hemiceluloza	200 – 260 °C	18 %
Celuloza	240 – 350 °C	54 %
Lignina	280 – 500 °C	20 %

Literatura

1. <http://www.fao.org/docrep/T4470E/t4470e0a.htm> [P8]
2. Prosiński S., Chemia drewna, PWRL, Warszawa 1984.
3. http://www.unep.or.kr/highlight/energy/bioenergy/biomass_technology.htm

Uzupełnienie 3 - Synteza metanolu

Pierwszą syntetyczną produkcję metanolu rozpoczęto w 1923 roku w zakładzie BASF, Leuna Niemcy. Proces wymagał wysokich ciśnień (250 – 350 atm). Charakteryzował się słabą selektywnością stosowanych wówczas katalizatorów. W latach 1960-tych i 70-tych zaczęto stosować bardziej aktywne katalizatory w postaci Cu/Zn/Al, zezwalające na budowę zakładów większej skali charakteryzujących się większą sprawnością energetyczną i ekonomiczną [1].

Obecnie prowadzi się badania w celu uzyskiwania większej efektywności konwersji surowców do metanolu. Celem byłoby opracowanie technologii bezpośredniego przetwarzania metanu do metanolu, chociaż metoda ta nie okazała się korzystna.

Dotychczasowym surowcem stosowanym w produkcji metanolu jest naturalny gaz. W typowej technologii produkcji metanolu występują dwa etapy. W pierwszym dokonuje się, poprzez parowy reforming, konwersji naturalnego gazu do gazu syntezowego, stanowiącego mieszaninę tlenku węgla, dwutlenku węgla, wody i wodoru. Zwykle uzyskuje się to poprzez katalityczny parowy reforming gazu. Drugi etap stanowi katalityczna synteza metanolu z gazu syntezowego. Każdy z tych etapów może być realizowany na wiele sposobów z zastosowaniem różnych technologii odpowiednich dla określonego zastosowania.

Produkcja metanolu z gazu naturalnego [2, 3]

W konwencjonalnym procesie produkcji metanolu, gdy stosuje się naturalny gaz jako surowiec i jako źródło energii, proces obejmuje następujące moduły:

1. oczyszczanie gazu,
2. produkcja tlenu,
3. parowy reforming metanu,
4. autotermiczny reforming,
5. separator CO₂,
6. synteza metanolu,
7. destylacja.

Naturalny gaz zawiera zarówno organiczne i nieorganiczne związki siarki. W procesie odsiarczania wykorzystuje się kobalt, nikiel oraz tlenki molibdenu i cynku jako katalizatorów.

Parowy reforming gazu naturalnego jest procesem silnie endotermiczny zachodzącym przy katalizatorze typu nikiel. Para wodna w reformatorze spełnia rolę czynnika inicjującego przemiany. Właściwy przebieg procesu przemiany determinują takie parametry jak temperatura, ciśnienie i właściwy dobór katalizatora. Typowa temperatura w reformatorze zawiera się w przedziale 830 °C do 1000 °C [32].

Kolejnym modułem systemu produkcji metanolu jest autotermiczny reforming, obejmujący procesy: - dodatkowej produkcji wodoru poprzez utlenianie metanu; - redukcji CO₂ poprzez jego uwodornianie.

Autotermiczny reforming łączy proces parowego reformingu z procesem częściowego utleniania oraz eliminuje CO₂ w mieszaninie gazu, wytwarzanym w module parowego reformingu, zanim on dotrze do modułu syntezy metanolu. Potrzebny jest to tego celu wodor, aby przemienić CO₂ w metanol.

Także spełnia funkcję generatora pary pozwalając zagospodarowywać ciepło odpowiednich reakcji egzotermicznych w ramach całego systemu produkcji metanolu.

Autotermiczny reforming składa się z dwóch sekcji: spalania i reformingu. W pierwszej sekcji następuje częściowe spalanie gazu, którego produktem jest CO₂ i H₂O, w drugiej sekcji następuje uwodornianie w obecności katalizatora. Typowa temperatura autotermicznego reformingu zawiera się w granicach 900 °C - 1000 °C.

Zespół obejmujący parowy reforming metanu i autotermiczny reforming jest uważany jako „Serce” całego systemu. Stosując tę analogię do systemu produkcji metanolu można rozważać wspomniany zespół jako część krwioobiegów zakładu produkcji metanolu. Jednakże, zespół ten może stać się zawodnym elementem całego urządzenia prowadzącym niekiedy do katastrofy z racji możliwości zaistnienia zjawiska korozji kawitacyjnej w wymienniku ciepła o wysokiej temperaturze około 1000 °C. Skutki takiego katastroficznego wybuchu, określonego mianem koszmaru przedstawiono na rys. .

Przez kawitację rozumie się powstawanie w cieczy obszarów nieciągłości wypełnionych parą lub gazem wywołane miejscowym spadkiem ciśnienia poniżej ciśnienia wrzenia. Przy przepływie cieczy zachodzi w miejscach znacznego wzrostu prędkości, powodując straty energii przepływu, drgania przewodów i niszczenie powierzchni opływanych ścian, co jest określane mianem korozji kawitacyjnej.

Udział kosztów inwestycyjnych zespołu reformingu w kosztach inwestycyjnych całego zakładu stanowi 50 do 60 %. To staje się drugą przyczyną poszukiwania bardziej zwartego a równocześnie bardziej bezpiecznego zespołu reformingu. W nowej technologii dokonuje się przede wszystkim ograniczenia rozmiaru. Równocześnie poszukuje się sposobu odzyskiwania ciepła wzajemnie powiązanych procesów, a więc sposobu organizacji gospodarki ciepła w systemie produkcji metanolu.

Po przejściu mieszaniny gazu przez autotermiczny reforming i etap separacji następuje synteza metanolu, jako reakcja silnie egzotermiczna, zachodzi przy temperaturze 260 °C i ciśnieniu 30 atm.

Jednym z produktów ubocznych tego procesu, obok wody, jest wodor. Jest on zawracany do modułu separacji i wspólnie z CO₂ jest przekazywany do modułu autotermicznego reformingu, który jak przedstawiono poprzednio jest równocześnie zasilany metanem i tlenem. Także produktem ubocznym jest woda.

W przedstawianym systemie produkcji metanolu, określanym mianem Low Cost Methanol Technology, jako źródło ciepła stosuje się system pary nasyconej, zachowujący stan pary nasyconej dla określonego zakresu ciśnień. Ciepło dostarczane do tego systemu pochodzi z modułu syntezy metanolu. Gaz syntezowy, przed wejściem do reaktora syntezy metanolu, jest schładzany z temperatury 900 – 950 °C do 260 °C. Także schładzany jest metanol. Ciepło to, przekazywane do wspomnianego systemu pary nasyconej, stanowi 30 do 40 % zapotrzebowania na ciepło przez rozważany system produkcji metanolu.

Uwagi

Niższa temperatura i niższy stosunek ilościowy pary do CO w reakcji uwodorniania CO₂ prowadzi do większej sprawności termodynamicznej równocześnie maksymalizując produkcję H₂ [6]

Podstawowy poziom produkcji wynosi 6500 t/d, a więc zakładając ciągłość pracy systemu, roczna produkcja może osiągać rzędu 2300000 ton/rok, a zapotrzebowanie na tlen 3000 t/d, a więc około 1000000 t/rok.

Zakłada się: okres życia technicznego zakładu na 25 lat, ekonomiczny czas życia inwestycji 10 lat, 8 % stopę długoterminową, co wyznacza 15 % roczny zwrot kapitału inwestycyjnego.

Dokonane oszacowania ekonomiczne uważa się jako optymistyczne, mając na uwadze możliwość niepewnodzenia, szczególnie w pierwszych latach eksploatacji, co o takiej możliwości potwierdzają przypadki jakie w ostatnich latach miały miejsce w szeregu zakładach produkcji metanolu. Redukcja o 3 % produkcji przy cenie 160 USD/tonę byłaby równoważna wzrostowi inwestycji całego zakładu o 15 %. Ten sam efekt nastąpiłby gdyby rozruch zakładu nastąpiłby z 6-cio miesięcznym opóźnieniem.

Konsumpcja wody netto – 71 kg/tonę metanolu, produkcja uboczną wody – 22 kg/tonę metanolu, emisja CO₂ – 0.22 ton/tonę metanolu.

Problemy zawodności

Jednym ze źródeł zawodności rozważanego reaktora syntezy metanolu, zasilanego gazem naturalnym, jest parowy reforming metanu i stowarzyszone z nim przegrzewacze pary i system rozdzielu pary.

W parowym reformingu metanu katalizatorem są rury wykonane z metalu stanowiącego równocześnie katalizator. Są tak zaprojektowane, aby mogły funkcjonować bez awaryjnie w ciągu 100000 godzin. Niewłaściwy rozkład gazów spalinowych może stać się przyczyną lokalnego wzrostu temperatury rur metalowych powyżej dopuszczalnej temperatury, skracając w ten sposób założony okres ich technologicznej żywotności. System monitoringu, który jest zainstalowany w tym systemie, może minimalizować ryzyko uszkodzeń, ale nie może tego ryzyka eliminować. Fakt, że istnieje możliwość zaistnienia temperatury 1100 °C lub powyżej 1100 °C, chociaż zakładaną maksymalnie dopuszczalną temperaturą metalu jest 960 °C, oznacza, że zawsze istnieje potencjalne zagrożenie. Szczególnie jest to ważne, gdy medium pracującym w parowym reformingu jest silnie wybuchowa mieszanka wodoru i tlenu węgla.

Innym obszarem zagrożenia jest to, że w autotermicznym reformingu jest tlen sprzyjający zapłonowi wodoru.

Ażeby parowy reforming metanu i inne urządzenia pracowały niezawodnie firmy Metanex i Syntex pracują wspólnie od szeregu lat nad zaawansowanymi technologiami syntezy. Kolejnym etapem tych prac jest budowa specjalnej jednostki po nazwą Material Demonstration Unit. Pozwoli to na przetestowanie wielu materiałów zespołów rurowych mających mieć zastosowanie w urządzeniach syntezy metanolu.

Produkcja metanolu z gazu naturalnego i wody jako surowców – Point Lisas Methanol Complex [4]

Proces obejmuje następujące cztery moduły: oczyszczania gazu, parowego reformingu, syntezy metanolu i oczyszczania metanolu.

Naturalny gaz, zawierający 96 % metanu, ma być źródłem tlenu węgla i wodoru, a woda źródłem tlenu. Celem oczyszczania gazu i wody jest usuwanie związków siarki oraz ewentualnych nieczystości wody. Nie usunięte nieczystości mogą przyczynić się do obniżenia sprawności termicznej oraz do ewentualnego uszkodzenia niektórych urządzeń.

Celem parowego reformingu jest konwersja metanu, pary wodnej do wodoru, dwutlenku węgla i tlenku węgla.

W trzecim etapie CO i H₂ uczestniczą w reakcjach syntezy metanolu. Produkt końcowy stanowi 68 % metanolu i 31 % wody.

Przedstawione procesy produkcji metanolu są realizowane w czterech zakładach w Point Lisas Methanol Complex. Produkcja przebiega w sposób ciągły w ciągu 24 godzin. Roczna produkcja osiąga około 3 miliony ton.

Produkcja metanolu z węgla [5,6]

Produkcja metanolu z węgla była celem programu USA „Czyste Technologie z Węgla” (Clean Coal Technology). Celem programu było zaopatrywanie rynku energetycznego USA w nowoczesne technologie wykorzystujące węgiel o podwyższonej sprawności, neutralne wobec środowiska, mogące pokonywać bariery jakie stoją na drodze pełnego wykorzystywania węgla.

Zaprojektowano proces, który przemienia gaz syntezowy, uzyskiwany w wyniku gazyfikacji węgla, w metanol. W metanol traktowany jako alternatywne paliwo, o niskiej zawartości dwutlenku siarki i dwutlenku azotu.

Proces, określane mianem „Liquid Phase Methanol Proces” (w skrócie LPMEOH™ Proces), różni się od tradycyjnego procesu produkcji metanolu tym, że zamiast reaktora o złożu usypowym zastosowano **reaktor o złożu ciekłym**. W innych rozwiązaniach reaktora katalizator występuje w postaci peletów zlokalizowanych w złożu, względnie w postaci rur wykonanych z materiału, stanowiący równocześnie katalizator.

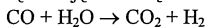
W rozważanym reaktorze zastosowano sproszkowany katalizator zawarty w cieczy. Ciecz, w postaci oleju mineralnego, występuje w obiegu, którego elementami obok reaktora jest cyklon, wymiennik jako układ schładzający i separator. W cyklonie dokonuje się wydzielenia kropli cieczy unoszonych z gazem – metanolem w stanie lotnym - opuszczającym reaktor. Gaz po wyjściu z cyklonu po wstępnym schłodzeniu, przechodzi do separatora, w którym ponownie są oddzielane resztki mineralnego oleju. W kolejnym kondensatorze następuje przemiana metanolu ze stanu lotnego do stanu ciekłego.

Takie rozwiązanie posiada następujące zalety:

- Pozwala realizować syntezę metanolu w środowisku ciekłym, zawierającym katalizator w postaci sproszkowanej.
- Umożliwia doskonałą kontrolę temperatury, co jest szczególnie istotne ze względu na fakt, że proces syntezy metanolu jest silnie egzotermiczny.
- Istnieje możliwość regulacji koncentracji katalizatora w reaktorze w czasie jego pracy, zapewniając możliwie optymalny poziom koncentracji. Umożliwia to regulację poziomu konwersji gazu, jako mieszaniny produktów zgazowania węgla, dla szerokiego zakresu składu tego gazu.
- Proces charakteryzuje się wysoką stabilnością zachodzących reakcji.
- Reaktor o złożu ciekłym umożliwia dokonywanie szybkich zmian pracy reaktora „na biegu jałowym”, jak również dla ekstremalnych obciążeń.
- Inną zaletą reaktora to produkcja wysokiej jakości metanolu bezpośrednio z gazu bogatego w wodór i tlenek węgla, o zawartości wody w granicach 4 –20 %.
- Olej mineralny jest czynnikiem pozwalającym pozyskiwać ciepło reakcji syntezy metanolu. Charakteryzuje się wysokim współczynnikiem wymiany ciepła w wymienniku. Umożliwia to utrzymywanie określonego rozkładu temperatury na całej długości reaktora.

Jednym z istotnych problemów syntezy metanolu jest sposób przejmowania ciepła reakcji syntezy metanolu, który warunkowałby utrzymywanie temperatury na określonym poziomie. Ma to wpływ na uzyskanie optymalnego czasu życia katalizatora oraz szybkości zachodzenia reakcji. Nadmierna temperatura reakcji syntezy znacznie redukuje okres życia katalizatora.

Przedstawiana technologia jest szczególnie korzystna dla przypadku, gdy gaz syntezowy, jaki jest uzyskiwany w wyniku zgazowywania węgla, charakteryzuje się dużym udziałem tlenku węgla w relacji do udziału wodoru. W celu zwiększenia ilościowej relacji wodoru do tlenku węgla wykorzystuje się wodną reakcję zwrotną



Istnieje jednak granica stosowania powyższej reakcji ze względu na konieczność zastosowania układu usuwania CO₂.

Program został ustanowiony w 1992 roku jako finansowany przez rząd USA i przemysł. Budowę

rozpoczęto w 1995 roku. Pierwsza produkcja metanolu nastąpiła w 2.04.1997 roku. Dnia 6.04.1997 uzyskano produkcją w ilości 260 ton na dobę. W kolejnym okresie eksploatacji demonstracyjnej wielkość produkcji metanolu osiągnęła 300 ton dziennie. Wielkość zużycia węgla wynosi 1000 ton/dobę, a więc 365 000 ton węgla rocznie. Koszty inwestycyjne stanowiły 214 mln USD.

W okresie od kwietnia 1997 do listopada 1998 roku uzyskana produkcja osiągnęła 96 % poziomu produkcji planowanej w 24 godzinnej ciągłej eksploatacji. W tym czasie deaktywacja katalizatora wyniosła 0.2 % dziennie.

Produkcja metanolu z biomasy – proces HYNOL [7]

Proces HYNOL, rozwijany w Brookhaven National Laboratory i na Uniwersytecie Kalifornijskim, wykorzystuje proces zgazowywania biomasy w obecności wodoru w złożu fluidalnym. Obejmuje trzy etapy:

1. proces zgazowywania biomasy w obecności wodoru w złożu fluidalnym, pozwalający uzyskać gaz stanowiący mieszaninę CO, H₂, CH₄, obejmujący reakcje zachodzące przy ciśnieniu 30 atm i temperaturze 800 °C,
2. parowy reforming gazu uzyskiwanego w pierwszym etapie, obejmujący reakcje zachodzące przy ciśnieniu 30 atm i temperaturze 900-950 °C, w wyniku czego otrzymuje się gaz syntezowy.
3. syntezie metanolu, zachodzącej przy ciśnieniu 30 atm.

Następnie gaz syntezowy schładza się do temperatury 260 °C, który uczestniczy w procesie zgazowywania tylko 87 % węgla zawartego w biomase. Pozostałe 13 % jest wykorzystywane do podgrzania gazu uzyskiwanego z gazyfikatora przed wejściem do parowego reformingu.

Gaz syntezowy, przed wejściem do reaktora syntezy metanolu, jest schładzany z temperatury 900-950 °C do 260 °C. Ciepło to jest wykorzystywane do podgrzewania gazu bogatego w wodór na wyjściu z gazyfikatora. W tym procesie wytwarza się także parę, która jest zwracana do parowego reformingu, czyniąc system samowystarczalny pod względem produkcji i zapotrzebowania pary.

Tylko 90 % CO uczestniczy w procesie syntezy metanolu. Pozostałą część, poprzednio ogrzana, stanowiąca gaz bogaty w wodór, zwraca się do gazyfikatora, gdzie uczestnicząc w procesie zgazowywania biomasy w atmosferze wodoru, jako reakcja egzotermiczna, dostarcza ciepła w procesie zgazowywania.

Jak zaznaczono powyżej, reakcje syntezy metanolu są silnie egzotermiczne. Ciepło uzyskiwane w wyniku schłodzenia metanolu jest wykorzystywane do suszenia biomasy.

Mając powyższe na uwadze, proces HYNOL charakteryzuje się wysoką sprawnością termodynamiczną, chociaż tylko konwersja CO jest niższa aniżeli w konwencjonalnej syntezie metanolu.

Technologia była eksploatowana jako urządzenie pilotowe. Przyszłe badania wymagają rozwiązania szeregu problemów materiałowych.

Produkcja metanolu z biomasy, wodoru i tlenu uzyskiwanych na drodze elektrolizy wody [8, 9, 10, 11]

Produkcja metanolu z biomasy przy wykorzystywaniu energii wodnej była przedmiotem badań przez Center of Solar Energy and Hydrogen Research (ZSW), Stuttgart, Niemcy. Rozważano przypadek, gdy gazyfikacja biomasy następuje w obecności powietrza i dodatkowego tlenu.

Ażeby uzyskać wysoką wydajność metanolu mieszanina gazu syntezowego winna spełniać następującą zależność stoichiometryczną

$$S = (H_2 - CO_2) / (CO + CO_2) \approx 2$$

W przypadku, gdy powyższy warunek nie może być spełniony, wówczas pozostają dwa możliwe rozwiązania: separacja CO₂ z mieszaniny gazu lub uzupełnianie mieszaniny gazu dodatkowym wodorem.

Jeżeli produkcja biomasy ma charakteryzować się zerową emisją CO₂, wówczas źródłem dodatkowego wodoru winno być źródło energii odnawialnej. W przedstawianym przypadku zasugerowano zastosowanie energii kinetycznej rzek, wykorzystywanej w elektrolizie wody, uzyskując wodór i tlen zasilający gazyfikator biomasy.

Zgazowując biomasę w ilości 2 ton /godzinę i wykorzystując moc 13 MW hydroenergii produkcja metanolu wyniosłaby 2.2 ton /godzinę. Gdyby zrezygnowano z dodatkowego uzupełniania wodorem mieszaniny gazu oraz dodatkowego zasilania tlenem procesu zgazowywania, wielkość produkcji metanolu byłaby o 50 % mniejsza.

W niniejszej pracy wyrażono pogląd, że tylko katalityczna konwersja CO₂ w obecności wodoru do

metanolu i wody może być technicznie realizowalna. Podano w jaki sposób można wykorzystywać nadmiar CO₂ w syntezowym gazie w produkcji dodatkowej metanolu dodając do procesu dodatkowy wodór. Wyrażono także pogląd, że w przeciwieństwie do produkcji metanolu z biomasy, produkcja metanolu z CO₂ jest tylko możliwa stosując jedynie wodór pozyskiwany ze źródeł odnawialnej energii.

Powstaje jednak kwestia z jakich źródeł CO₂ mógłby być osiągalny, aby synteza metanolu była ekonomicznie opłacalna. Nadmiar energii odnawialnej, wymaganej dla konwersji CO₂ poprzez uwodornienia, pochodzącej z takich źródeł odnawialnych jak energia kinetyczna rzek lub energia słoneczna, zdaniem autorów pracy [6], nie istnieje na obszarach uprzemysłowionych. Pozostaje więc pozyskiwanie CO₂ bezpośrednio z gazów kominowych lub z atmosfery. Efektywność pozyskiwania z gazów kominowych jest rzędu 11 %, sprawność pozyskiwania z atmosfery, mając na uwadze bardzo niską koncentrację CO₂ w powietrzu, sprawność byłaby znacznie niższa.

W pracach podano następujące oceny kosztów produkcji metanolu dla wartości USD z 1997 roku:
z atmosferycznego CO₂ - 750 USD(1977)/tonę,
z CO₂ uzyskiwanego z gazów kominowych - 500 USD/t,
z biomasy - 312.5 - 437.5 USD/t.

Ceny metanolu na światowym rynku wynosiły:

W 1977	- 175 USD/t.
Średnia roczna w 2002	- 174.89 USD/t
Średnia roczna w 2003	- 249.31 USD/t
W styczniu 2004	- 249.45 USD/t

Konwencjonalnej metodzie syntezy metanolu towarzyszy emisja CO₂ wielkości 1.6 kg/kg metanolu. Wielkość ta obejmuje emisję podczas procesu produkcji i emisję związaną z użytkowaniem metanolu. W przypadku stosowania węgla jako surowca w produkcji metanolu emisja osiągałaby 3.8 kg/kg metanolu, a więc ponad 2.5 krotnie większą w porównaniu do konwencjonalnej metody, stosującej gaz jako surowiec. Dla biomasy i węgla wynosiłoby to 2.7 kg/kg metanolu.

Zdaniem autorów pracy, wyrażonym w jej podsumowaniu, zdecentralizowana produkcja metanolu z biomasy małej skali 50 t dziennie (a więc dla uprawy na obszarze 50*360/25 tsm/ha = 720 ha) wymaga innowacyjnej technologii, dla której szereg technologicznych kwestii dotychczas nie rozwiązano.

Mając na uwadze konieczność zachowania środowiska naturalnego i z tym związane koszty, szczególnego znaczenia nabiera biomasa jako syntetyczne odnawialne paliwo. Dlatego osiągalne zasoby biomasy winny być zachowywane dla produkcji paliw syntetycznych zamiast stosowanie ich „tylko” jako pierwotny nośnik energii, stanowiący surowiec w pozyskiwaniu ciepła i energii elektrycznej.

Według autorów prezentowanej publikacji, 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. Uważają, że przyszłościowym rozwiązaniem będzie produkcja metanolu wykorzystująca CO₂ i energię odnawialną, chociaż będzie droga, ale ma nieograniczone możliwości stać się paliwem przyszłości.

Literatura

1. Hamelinck C.N., Faaij A. P. C., **Future prospects for production of methanol and hydrogen from biomass**, Universiteit Utrecht, Copernicus Institute, Department of Science, Technology and Society, 2001.
2. **Methanol Production**, Americ Methanol Institute.
3. Fitzpatric T. **Methanol Technical Manager, LCM – The Low Cost Methanol Technology**, Syntec.
4. **Methanol Manufacturing Process**, Methanol Holdings (Trinidad) Limited, 22.03.2004.
5. **Clean Coal Technology Commercial – Scale Demonstration of the Liquid Phase Methanol (LPMEOH™) Proces**, Department of Energy USA, Project of Kingsport, Tennessee, EASTMAN.
6. **Commercial-scale demonstration of the Liquid Phase Methanol (LPMEOH™) Proces**, Project Performance Summary, Clean Coal Technology Demonstration Program, June 2004, DOE/FE-0470.
7. Ciecchanowicz W., Bartoszczyk P., **Zagadnienia Konwersji Biomasy i Węgla do Metanolu**, Mat. Konf. Ogniwa Paliwowe i Biomasa Lignocelulozowa Szansą Rozwoju Wsi i Miast, WSISIZ, Warszawa 2003.
8. Specht M. Bandi A., **The Methanol-Cycle – Sustainable Supply of Liquid Fuels**, Center of Solar Energy and Hydrogen Research (ZSW), Stuttgart.
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 International 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.

Uzupełnienie 4 - Uwagi dotyczące reaktorów syntezy jądrowej [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9]

Radiologiczny rozkład CO₂ 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.

Można w określonym czasie wykorzystywać neutrony o wysokich energiach do rozkładu CO₂ jako produktu ubocznego parowego reformingu węgla. Płaszcz reaktora może służyć jako źródło ciepła w zakresie 250 °C, 600 °C, 1000 °C i 1400 °C.

Reaktor syntezy zawiera radioaktywny tryt. W wyniku rozpadu promieniotwórczego tryt emituje cząstki β (elektrony) o energii średnio 5.7 keV. Osłoną dla tego rodzaju cząstek może być kartka papieru.

Paliwo dla reaktorów syntezy stanowi deuter i lit, jako materiał rodny dla trytu. Zasoby deuteru i litu są odpowiednio 10000 i 10 razy większe aniżeli zasoby węgla.

Zawartość paliwa w komorze reaktora wynosi tylko parę gramów. Nienormalny stan wysokotemperaturowej plazmy spowoduje nagle chłodzenie plazmy i w konsekwencji zanik procesu syntezy jądrowej. Nie ma więc możliwości wyzwolania się dużej ilości energii. **Ponadto, produkty reakcji nie są radioaktywne.**

Energia syntezy jądrowej typu Deuter-Tryt manifestuje się w postaci:

- plazmy jako naładowanych cząstek (protonów) o 3 – 15 MeV,
- neutronów o bardzo wysokich energiach (2 – 14 MeV),
- promieniowania γ i cząsteczek α.

Gdy nie występuje powielanie trytu, wówczas 80 % energii manifestuje się w postaci energii neutronów.

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 $Q < 1$. Tymi zastosowaniami jest wykorzystywanie protonów o prędkości 10⁷ m/sek, a więc 10000 km/sek, w silnikach plazmowych mających pozwolić ludzkości poznawać przestrzeń kosmiczną, w tym lądowanie na Marsie. Program Mars stał się główną przyczyną rozwoju reaktorów syntezy typu Mirror. Tego typu reaktory przeszły próg opanowania technologicznego już w 1980 roku.

Drugim bardzo ważnym zastosowaniem energii syntezy to neutrony o bardzo wysokich energiach. Mają one dla USA odegrać duże znaczenie w przechodzeniu do Ekonomii Wodoru.

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”.

Powstaje pytanie jak szybko może być osiągalna technologia reaktorów syntezy jądrowej jako źródło neutronów o bardzo wysokich energiach.

Aby synteza jądrowa dawała produkt handlowy w ciągu 5 – 10 lat nie musi być na drodze do osiągnięcia progu opłacalności ekonomicznej produkcji energii elektrycznej.

Przed 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, a więc „zimna” synteza.**

Mionowo katalityczna synteza jądrowa jest przedmiotem zaawansowanych badań naukowych. Stwarza perspektywę osiągnięcia technologii stosunkowo prostej w porównaniu z obecnie opianowanymi reaktorami syntezy typu D-T. Wykorzystuje ona cząstki elementarne miony jako katalizatory w reakcji syntezy D-T.

Reaktor mionowo-katalitycznej syntezy D-T może stanowić zamkniętą przestrzeń zawierającą mieszaninę D i T, do której wstrzykuje się strumień mionów, uzyskiwanych z akceleratora. Taki reaktor nie wymaga grzania plazmy i skupiania plazmy.

Mając na uwadze powyższe stwierdzenie, jak również to, że synteza mionowo-katalityczna zachodzi przy temperaturach rzędu 750 °C, technologie te są obecnie rozważane w takich krajach jak: USA, Kanada, Wielka Brytania, Rosja, Szwajcaria, Austria, Południowa Korea. Także polscy naukowcy z Instytutu Fizyki Jądrowej w Krakowie mieli swój udział w rozwoju mionowo katalitycznej syntezy jądrowej.

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.

Literatura

1. Ciechanowicz W., Energia, Środowisko i Ekonomia, Instytut Badań Systemowych PAN, 1995, 1997.
2. Ciechanowicz W., Bioenergia a Energia Jądrowa, WSISZ, Warszawa 2001.
3. Non-Electric Applications of Fusion, Final Report to FESAC (Fusion Energy Scientific Advisory Committee), Fusion Applications and Market Evaluation, July 31, 2003,
4. American Nuclear Society Fusion Energy Division, Fusion Applications and Market Evaluation, June 2003 Newsletter.
5. Meier W., Lawrence Livermore National Laboratory, USA, Najmabadi F., University of California, San Diego, USA, Schmidt J., Princeton Plasma Physics Laboratory, USA, Sheffield J., Oak Ridge National Laboratory and the University of Tennessee, Role of Fusion in a Sustainable Global Energy Strategy, www-trep.ucsd.edu/najmabadi/PAPER/01-wec.
6. Report on Technical Feasibility of Fusion Energy and Extension of the Fusion Program and Basic Supporting Researches, May 17, 2000, Fusion Engineering and Design.
7. <http://nectar.nd.rl.ac.uk/~rikenral>, Welcome to RIKEN-RAL Muon Facility.
8. <http://www.triumf.ca/welcome/h-fusion>, Muon-Catalysed Hydrogen Fusion.
9. Meier W., Lawrence Livermore National Laboratory, USA, Najmabadi F., University of California, San Diego, USA, Schmidt J., Princeton Plasma Physics Laboratory, USA, Sheffield J., Oak Ridge National Laboratory and the University of Tennessee, Role of Fusion in a Sustainable Global Energy Strategy, www-trep.ucsd.edu/najmabadi/PAPER/01-wec.
10. Report on Technical Feasibility of Fusion Energy and Extension of the Fusion Program and Basic Supporting Researches, May 17, 2000, Fusion Engineering and Design.

2.1.7 (A) Przewidywane środki finansowe

Planowane nakłady (w zł) w latach	2005	2006	2007	Sumarycznie
Ogółem	430625	393750	421875	1246250
Na place w ramach zespołu	107660	98440	105460	311560

Place średnio na osobę na miesiąc w okresie 3 letnim

$$311560 / (11*3) = 9441 / 12 = 787 \text{ zł}$$

Wydatki ogółem średnio na osobę na miesiąc w okresie 3 letnim $1246250 / (11*3) = 37\ 765 / 12 = 3147 \text{ zł}$

2.1.7 (B) Przewidywane środki finansowe

Planowane nakłady (w zł) w latach	2005	2006	2007	Sumarycznie
Ogółem	215300	196800	210900	623000
Na place w ramach zespołu	84000	84000	84000	252000

Place ogółem średnio na osobę na miesiąc w okresie 3 letnim

$$252000 / (9*3) = 9333 / 12 = 778 \text{ zł}$$

Wydatki ogółem średnio na osobę na miesiąc w okresie 3 letnim $623000 / (11*3) = 37\ 765 / 12 = 3147 \text{ zł}$

2.1.7 (C) Przewidywane środki finansowe

Planowane nakłady (w zł) w latach	2005	2006	2007	Sumarycznie
Ogółem	150700	137700	147600	436000

	Na place w ramach zespołu	47100	47100	47100	141300
--	---------------------------	-------	-------	-------	--------

Place ogółem średnio na osobę na miesiąc w okresie 3 letnim $141300 / (5*3) = 9420 / 12 = 785 \text{ zł}$

Nakłady ogółem średnio na osobę na miesiąc w okresie 3 letnim $436000 / (5*3) = 29066 / 12 = 2422 \text{ zł}$

2.2.7 Przewidywane środki finansowe

	Planowane nakłady (w zł) w latach	2005	2006	2007	Sumarycznie
	Ogółem	200.000	300.000	500.000	1000.000
	Na place w ramach zespołu	50.000	50.000	100.000	200.000

Place ogółem średnio na osobę na miesiąc w okresie 3 letnim $200000 / (7*3) = 9523 / 12 = 794 \text{ zł}$

Nakłady ogółem średnio na osobę na miesiąc w okresie 3 letnim $1000000 / (7*3) = 47619 / 12 = 3968 \text{ zł}$

2.3.7 Przewidywane środki finansowe

	Planowane nakłady (w zł) w latach	2005	2006	2007	Sumarycznie
	Ogółem				
	Na place w ramach podzespołu	20000	50000	100000	170000

Nakłady ogółem średnio na osobę na miesiąc w okresie 3 letnim $170000 / (3*3) = 18888 / 12 = 1574 \text{ zł}$

2.4.7 Przewidywane środki finansowe

	Planowane nakłady (w zł) w latach	2005	2006	2007	Sumarycznie
	Ogółem	244 000	214 000	214 000	672 000
	Na place w ramach zespołu	84 000	84 000	84 000	252 000

Place ogółem średnio na osobę na miesiąc w okresie 3 letnim $252000 / (9*3) = 9333 / 12 = 778 \text{ zł}$

Wydatki ogółem średnio na osobę na miesiąc w okresie 3 letnim $672000 / (9*3) = 24888 / 12 = 2074 \text{ zł}$

2.5.7 Przewidywane środki finansowe

	Planowane nakłady (w zł) w latach	2005	2006	2007	Sumarycznie
	Ogółem	165 000	145 000	82 000	392 000
	Na place w ramach zespołu	75 000	75 000	75 000	225 000

Place ogółem średnio na osobę na miesiąc w okresie 3 letnim $225000 / (8*3) = 9375 / 12 = 781 \text{ zł}$

Wydatki ogółem średnio na osobę na miesiąc w okresie 3 letnim $392000 / (8*3) = 16333 / 12 = 1361 \text{ zł}$

2.6.7 Przewidywane środki finansowe

	Planowane nakłady (w zł) w latach	2005	2006	2007	Ogółem
	Planowane nakłady na place	40 000	80 000	80 000	200 000

Place średnio na osobę na miesiąc w okresie 3 letnim $200000 / (21) = 9523 / 12 = 793 \text{ zł}$

3.1.7 Przewidywane środki finansowe

	Planowane nakłady (w zł) w latach	2005	2006	2007	Sumarycznie
	Ogółem	150 000	130 000	120 000	400 000
	Na place w ramach zespołu	80 000	80 000	80 000	240 000

Place średnio na osobę na miesiąc w okresie 3 letnim $240000 / (9*3) = 8888 / 12 = 740 \text{ zł}$

Nakłady ogółem średnio na osobę na miesiąc w okresie 3 letnim $400000 / (9*3) = 14814 / 12 = 1234 \text{ zł}$

3.3.7 Przewidywane środki finansowe

	Planowane nakłady (w zł) w latach	2005	2006	2007	Sumarycznie
	Ogółem	470000	170000	155000	795 000
	Na place w ramach zespołu	70000	75000	75000	220 000

Place średnio na osobę na miesiąc w okresie 3 letnim $220000 / (9*3) = 8148 / 12 = 679 \text{ zł}$

Nakłady ogółem średnio na osobę na miesiąc w okresie 3 letnim $795000 / (9*3) = 29444 / 12 = 2453 \text{ zł}$

3.4.7 Przewidywane środki finansowe

	Planowane nakłady (w zł) w latach	2005	2006	2007	Sumarycznie
	Ogółem	50000	50000	50000	150 000
	Na place	40000	40000	40000	120 000

Place średnio na osobę na miesiąc w okresie 3 letnim $40000 / (12) = 3333 \text{ zł}$

Nakłady ogółem średnio na osobę na miesiąc w okresie 3 letnim $123000 / (3*12) = 3416 \text{ zł}$

5.2.7 (A) Przewidywane środki finansowe

	Planowane nakłady (w zł) w latach	2005	2006	2007	Sumarycznie
	Ogółem	150000	80000	70000	300000
	Na place w ramach zespołu	50000	26666	23334	100000

Place średnio na osobę na miesiąc w okresie 3 letnim $100000 / (4*3) = 8333 / 12 = 694 \text{ zł}$

Nakłady ogółem średnio na osobę na miesiąc w okresie 3 letnim $300000 / (4*3) = 25000 / 12 = 2083 \text{ zł}$

6.1.7 Przewidywane środki finansowe

	Planowane nakłady (w zł) w latach	2005	2006	2007	Sumarycznie
	Ogółem	13000	17500	17500	48000
	Na place w ramach podzespołu	10000	17500	17500	45000

Place średnio na osobę na miesiąc w okresie 3 letnim $45000 / 5 = 9000 / 12 = 750 \text{ zł}$

6.2.7 (B) Przewidywane środki finansowe

	Planowane nakłady (w zł) w latach	2005	2006	2007	Sumarycznie
	Ogółem				
	Na place w ramach podzespołu	30000	30000	30000	90000

Place średnio na osobę na miesiąc w okresie 3 letnim $90000 / (3*3) = 1000 / 12 = 833 \text{ zł}$

2.6.7 Przewidywane środki finansowe

	Planowane nakłady (w zł) w latach	2005	2006	2007	Sumarycznie
	Ogółem	180 000	180 000	180 000	540 000
	Na place w ramach zespołu	84 000	84 000	84 000	252 000

Place ogółem średnio na osobę na miesiąc w okresie 3 letnim $252000 / (9*3) = 9333 / 12 = 778 \text{ zł}$

Wydatki ogółem średnio na osobę na miesiąc w okresie 3 letnim $540000 / (9*3) = 20000 / 12 = 1667 \text{ zł}$

**Zadania badawcze zespołów zgłoszonych do dnia:
15.12.2004**

- Uniwersytet Warmiński – Mazurski
Prof. dr hab. Stefan Szczukowski - pozyskiwanie wierzby krzewiastej
- Akademia Rolnicza w Lublinie,
Prof. dr hab. Halina Borkowska - pozyskiwanie ślazuwca pensylwańskiego
- Akademia Rolnicza w Lublinie,
Instytut Nauk Rolniczych w Zamościu
Prof. dr hab. Bogdan Kościk - pozyskiwanie traw energetycznych
- Instytut Uprawy, Nawożenia i
Gleboznawstwa, Puławy
Prof. dr hab. Antoni Faber - skutki środowiskowe pozyskiwania roślin energetycznych
- Politechnika Białostocka
Instytut Inżynierii i Ochrony Środowiska
Dr inż. Lech Magrel - beztlenowa fermentacja odpadów i ścieków
- Instytut Badań Systemowych, PAN,
Doc. dr hab. inż. Michał Inkielman - mała retencja wodna
- Instytut Uprawy, Nawożenia i
Gleboznawstwa, Puławy
Dr inż. Jan Jadczyzyn - lokalizacja przestrzenna plantacji
- Wyższa Szkoła Informatyki Stosowanej
i Zarządzania, Warszawa
Doc. dr hab. inż. Maciej Krawczak - rozproszone zarządzanie przedsięwzięciem pozyskiwania
i przetwarzania biomasy w skali regionów poprzez Internet
- Akademia Rolnicza w Poznaniu
Instytut Chemicznej Technologii Drewna
Prof. dr hab. Roman Zakrzewski - piroliza biomasy lignocelulozowej
- Instytut Katalizy i Fizykochemii
Powierzchni PAN w Krakowie
Dr Ryszard Grabowski - termoliza biomasy lignocelulozowej
- National Renewable Energy Laboratory, USA
Dr inż. Stefan Czernik - konsultant w dziedzinie termicznej konwersji biomasy
- Akademia Rolnicza w Lublinie,
Prof. dr hab. Zdzisław Targoński - mikrobiologiczna konwersja lignocelulozy do metanolu
- Instytut Badań Systemowych, PAN
Prof. dr hab. inż. Wiesław Ciechanowicz - scenariusze rozwoju obszarów wiejskich
- Instytut Badań Systemowych, PAN
Prof. dr hab. inż. Roman Kulikowski - ryzyko przedsięwzięcia w skali przedsiębiorstwa, regionu,
kraju



