61/2003

Raport Badawczy

Research Report

RB/43/2003

Rozwój cywilizacji jako zagadnienie systemowe

W. Ciechanowicz

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 2003

Rozwój Cywilizacji

jako

Zagadnienie Systemowe

W. Ciechanowicz

Instytut Badań Systemowych, PAN

Badania systemowe, jak sama nazwa wskazuje, mają za zadanie badać systemy w sensie ich wzajemnego oddziaływania. Przypomnijmy więc jak nauka definiuje pojęcie systemu.

Najbardziej ogólna definicja określa system jako zbiór wzajemnie powiązanych elementów lub części składowych pewnej całości [1]. Bardziej szczegółowa definicja w teorii systemów mówi, że przez system rozumie się zbiór elementów lub obiektów oraz zespół sposobów (metod) działania, które są skoordynowane wewnętrznie, zespolone lub powiązane w całość przez określone związki lub zależności [2].

Dotychczas podaż pozyskiwanych paliw kopalnych określał bezpośrednio rynek. Biomasy drewnopochodnej, mającej stanowić globalny nośnik energii, nie określił rynek. Określiła, zgodnie z ekspertyzą Międzynarodowego Zespołu Specjalistów do Zmian Klimatu, konieczność zachowania klimatu ziemskiego w skali globalnej dla przyszłych generacji. Nastąpiło to w początkach lat 90-tych. Drugim impulsem działającym na rzecz eliminowania paliw kopalnych jest konieczność zmniejszania działania chorobotwórczego na zdrowie ludzkie nie spalonych węglowodorów w silnikach wewnętrznego spalania, szczególnie w aglomeracjach miejskich. Przewiduje się, że w 2015 roku z tego powodu będzie umierać w skali świata 8 milionów osób rocznie. Taki dezyderat wysunął Kongres USA już w 1979 roku. Powstał więc problem zastąpienia silnika wewnętrznego spalania generatorem neutralnym wobec zdrowia ludzkiego i środowiska.

Moment przełomowy w spełnianiu zaleceń Międzynarodowego Zespołu do Badania Zmian Klimatu Ziemskiego oraz Kongresu USA nastąpił wówczas, gdy system motoryzacyjny świata, drugi pod względem zgromadzonego kapitału po światowym systemie bankowym, poczuł się zagrożony wobec faktu, że po 2010 roku będzie uzależniony głównie od pól naftowych arabskich, oraz że popyt na ropę ma wzrosnąć do 2020 roku o 60 %. To mogłoby powodować szok cenowy, ekonomiczną recesję w skali świata, a nawet groźbę wojny. System ten obejmuje nie tylko producentów samochodów, ale wiele sektorów gospodarek, budowy dróg, autostrad i otoczenia autostrad. Stworzył wiele miejsc pracy, stał się motorem ciągłego rozwoju ery cywilizacji przemysłowej, zapoczątkowanego w 1812 roku przez udoskonalony przez Newcomena silnik parowy.

Co oznacza - z punktu widzenia badań systemowych - dążenie do tego, aby do końca obecnego stulecia, wprowadzić w skali globalnej nowoczesny system bioenergetyczny jako odnawialne źródło energii?

Począwszy od 2060 roku zapotrzebowanie na energię w przeliczeniu na węgiel będzie wynosić 21 Gt/rok. Udział źródeł odnawialnych i energii rzek ma być równoważny 2.5 Gt węgla na rok [3]. W tym zapotrzebowaniu na biomasę przypadałoby około 18 Gt/rok.

Powierzchnia wszystkich lądów świata, wyłączając powierzchnie Antarktydy, Hawajów, Iranu Zachodniego, wynosi 13560 milionów ha. Gdyby biomasa lignocelulozowa była pozyskiwana w sposób naturalny, o wydajności roślin odpowiadającej uprawie świerku, a więc 2.5 ton suchej masy na hektar w ciągu roku, wymagana powierzchnia pod uprawę wynosiłaby 7000 milionów hektarów. Stanowiłoby to około 50 % powierzchni lądów świata. Odbywało się to w sposób naturalny, nie stwarzając zagadnienia systemowego.

Gdyby wyhodowano biomasę o wydajności 30 t suchej masy na ha na rok, wówczas wymagane zasoby gleby wynosiłyby 600 milionów ha, a więc 4.4 % powierzchni ziemi. Mogłoby to nastąpić po zaangażowaniu się nauki, szczególnie inżynierii genetycznej. Powstaje więc zagadnienie systemowe obejmujące takie elementy systemu jak **zasoby ziemi uprawnej i naukę** jako sposób działania.

Ogniwa paliwowe stosowane jako generatory energii elektrycznej we wszelkich urządzeniach energetycznych w relacji do konwencjonalnych generatorów, jak elektrownie lub silniki wewnętrznego spalanie, charakteryzują się dwukrotnie większą sprawnością. Oznacza to, że stosując te technologie w przyszłości wymagana powierzchnia do uprawy biomasy zmniejszyłaby się dwukrotnie, a więc do rzędu 300 milionów ha, co stanowiłoby 2.2 % powierzchni ziemi. A więc zagadnienie systemowe uzupełnia się dodatkowo o technologie, jak również o naukę wymaganą dla opracowania tych technologii.

Ale aby uzyskać wydajność 30 tsm/ha rok potrzebna byłaby woda w ilości przynajmniej 100 litrów/m^2 rok (uprawa warzyw wymaga 300-600 litrów/m^2 rok [4]). W sumie wynosiłoby to około 300 miliardów ton rocznie w skali świata. Średni roczny odpływ rzekami do morza w skali świata jest rzędu 42000 miliardów ton [5]. Są to wody odnawialne dostępne dla naszego wykorzystania. Przypomnijmy, że w wyniku aktywności tektonicznej skorupy ziemi traci się rocznie około 100 miliardów ton zasobów wody, przedostających się w głąb kuli ziemskiej i łączącej się z występującymi tam krzemianami. Równocześnie należy mieć na uwadze, że do 2025 roku zmniejszy się w skali świata około dwukrotnie osiągalna woda dla cywilizacji o akceptowalnej jakości [4]. Oznacza to, że kolejnymi elementami systemu byłyby **odnawialne dostępne dla cywilizacji zasoby wody,** warunkujące uprawę biomasy, oraz **konieczność utylizacji ścieków komunalnych i przemysłowych** jako sposób działania.

Możliwość dalszego zmniejszenia wymaganych zasobów gleby uprawnej można by dokonać, gdyby opracowano technologię utylizacji śmieci poprzez upłynnianie ich do glukozy, mikrobiologiczną konwersję glukozy do wodoru, wykorzystywanego w biologicznych ogniwach paliwowych jako lokalnych generatorów energii elektrycznej w gospodarstwach domowych.

Ilość odpadów komunalnych przypadających na jednego mieszkańca w ciągu roku wynosi w zależności od kraju od 800 – 300 kg [6]. Znaczący udział stanowi plastyk. Staje więc zadanie przed biologią molekularną: zastąpić tworzywa sztuczne materiałami organicznymi, pozwalając zwiększyć udział śmieci w wytwarzaniu energii elektrycznej w naszych domach. A więc zagadnienie systemowe uzupełnia **mikrobiologia i biologia molekularna** jako sposoby

działania.

Pojawia się możliwość budowy układów energetycznych integrujących ceramiczne ogniwa paliwowe zasilane metanem, produktem beztlenowej fermentacji odpadów pochodzenia roślinnego, z przemysłu spożywczego i komunalnego, które zasilałyby gospodarkę komunalną i obiekty użyteczności publicznej w energię elektryczną i ciepło grzewcze. Byłoby to działanie na rzecz ochrony środowiska i zmniejszania wymaganych zasobów gruntów do uprawy biomasy przynajmniej o dalsze 25 %.

Możliwość magazynowania paliwa w postaci ciekłej jest ważną zaletą metanolu w relacji do wodoru w zastosowaniu do jakichkolwiek urządzeń energetycznych. Ze względu na łatwość transportu metanolu ogniwa paliwowe zasilane bezpośrednio metanolem mogą czynić wszelkie źródła energii jako bezprzewodowe.

Oznacza to, że cywilizacja „Ekonomii Metanolu" dysponowałaby bezprzewodowymi źródłami energii o uniwersalnym zastosowaniu, przyczyniającymi się równocześnie do dekoncentracji instalowanej mocy źródeł energii. Wyeliminowało by to regionalne i państwowe systemy energetyczne oraz systemy wysokiego napięcia przesyłu energii elektrycznej. Przyczyniłoby się to do zlikwidowania strat przesyłu energii elektrycznej, wynoszących około 10 % przesyłanej energii. Ulegałyby likwidacji centralne systemy dystrybucji i zabezpieczeń, w raz z nimi likwidowano by wiele miejsc pracy. Dochodzi więc dodatkowo rynek pracy jako element systemu.

Ale przede wszystkim zaletą metanolu w relacji do wodoru jest to, że istnieje realna szansa zastąpienia metanolem ropy w „krwioobiegu" systemu motoryzacyjnego świata. I po to, aby system ten nadal funkcjonował jako siła rozwoju cywilizacji.

Dążenie do wprowadzenia w skali globalnej nowoczesnego systemu bioenergetycznego - w celu zachowania klimatu ziemskiego dla przyszłych pokoleń - stanowiłoby zagadnienie systemowe obejmujące:

jako zasoby:

- ziemia uprawna,
- odnawialne dostępne dla cywilizacji zasoby wodne,
- ścieki i odpady rolnicze, komunalne i przemysłowe,

jako sposoby działania:

- agrotechnika i inżynieria genetyczna,
- utylizacja ścieków i odpadów do metanu,
- beztlenowa fermentacja ścieków i odpadów do metanu,
- chemiczna konwersja lignocelulozy do metanolu,
- mikrobiologiczna konwersja lignocelulozy do metanu i metanolu,
- biologia molekularna stwarzająca możliwość zastępowania tworzyw sztucznych materiałami organicznymi, oraz:

jako technologie:

- polimerowe ogniwa paliwowe bezpośrednio zasilane metanolem,
- ceramiczne ogniwa paliwowe zasilane tlenkiem węgla lub metanem,
- biologiczne ogniwa paliwowe zasilane wodorem powstałym w wyniku mikrobiologicznej konwersji glukozy.

Co oznaczałoby - z punktu widzenia badań systemowych - konieczność zmniejszania działania chorobotwórczego na zdrowie ludzkie nie spalonych węglowodorów w silnikach wewnętrznego spalania, szczególnie w aglomeracjach miejskich?

Oznaczałoby konieczność:

- zastąpienia silnika wewnętrznego spalania generatorem energii neutralnym wobec zdrowia ludzkiego, oraz
- poszukiwania źródła „paliwa" dla tego generatora.

Z dwóch możliwych do zastosowania w transporcie rodzajów ogniw paliwowych,

- bezpośrednio zasilanych metanolem polimerowych ogniw paliwowych, mogących korzystać z istniejącej struktury sieci dystrybucji paliw, oraz
- polimerowych ogniw paliwowych zasilanych wodorem z bazy wodorowej,

ten drugi rodzaj ogniw jest bardziej korzystnym rozwiązaniem dla transportu miejskiego.

Około 20 % energii równoważnej energii zawartej w wodorze traci się na sprężanie i 10 % na transport. Autobusy miejskie, krążące wokół bazy, mogą stosunkowo często uzupełniać „gazowy" wodór w zbiornikach. Z tego względu nie ma potrzeby sprężania wodoru do wysokiego ciśnienia, co normalnie wymagałoby do 70 atmosfer, ale do 30 atmosfer. To wszystko czyni stosowanie ogniw paliwowych zasilanych wodorem tańszym rozwiązaniem, mając na uwadze także to, że ten rodzaj ogniw paliwowych nie wymaga drogiego katalizatora.

Z powyższych względów wodór „gazowy" będzie stanowił paliwo w autobusach komunikacji miejskiej. Powstaje więc konieczność poszukiwania źródeł wodoru, jako paliwa w polimerowych ogniwach paliwowych transportu miejskiego w pobliżu aglomeracji miejskich, gdzie ten transport ma funkcjonować. Obok takich źródeł odnawialnych jak **energia wiatrów, energia rzek**, a więc mała retencja wodna w połączeniu z turbinami wodnymi i technologią elektrolizy wody, bardzo korzystnym przyszłościowym rozwiązaniem byłaby **chemiczna konwersja węgla** w połączeniu z **reaktorami syntezy** typu „mirror", oraz **mikrobiologiczna konwersja węgla do wodoru**, mogąca mieć szczególne znaczenie w transporcie małych aglomeracji miejskich.

Aby produkcja wodoru poprzez proces elektrolizy przy wykorzystywaniu energii kinetycznej wiatru była ekonomicznie uzasadniona, aglomeracja miejska winna być

zlokalizowana w obszarze, gdzie następują odpowiednie warunki dla efektywnej pracy silników wiatrowych.

Turbiny wodne, kojarzone ze zbiornikami małej retencji wodnej, w połączeniu z technologią elektrolizy wody, mogą mieć zastosowanie w pobliżu aglomeracji miejskich, wokół których byłyby lokalizowane zbiorniki retencyjne i gdzie równocześnie funkcjonowałby transport miejski. Pozwalałoby to wykorzystywać małą retencje wodną równocześnie do celów nawadniania, zmniejszania rozmiarów ewentualnych powodzi, uatrakcyjnienia regionów do celów turystycznych i poprzez energetykę wodną w połączeniu z procesem elektrolizy do wytwarzania paliwa dla transportu miejskiego. Ponadto przyczyniałoby się znacznie do rozłożenia kosztów budowy małej retencji wodnej na wyżej wymienione cele, tworząc dodatkowo miejsce pracy dla osób niewykwalifikowanych.

Technologia produkcji wodoru w wyniku zgazowywania węgla w połączeniu z osadami ściekowymi lub z biomasą miałaby szczególne znaczenie dla dużych aglomeracji miejskich leżących w pobliżu zagłębia węglowego, takich jak Kraków i Aglomeracja Śląska. Jest to technologia opanowywana przez Coal Research Center and Departament of Mechanical Engineering and Energy Processes, Southern Illinois University Carbondale, USA, przez instytucję, która jest członkiem Konsorcjum „Bioenergia na Rzecz Rozwoju Wsi".

Produktem końcowym przedstawionej technologii jest wodór, osobny strumień dwutlenku węgla, oraz gorące wysokociśnieniowe powietrze mogące mieć zastosowanie w napędzie turbin gazowych produkujących elektryczność. Rozważa się dwie możliwości wykorzystywania dwutlenku węgla. Jedną z nich jest równoczesna produkcji metanolu poprzez rozkład radiolityczny CO_2 i elektrolityczny H_2O, wykorzystując energię syntezy.

Zastosowanie reaktorów syntezy typu mirror w omawianym cyklu energia syntezy - metanol nie wymaga od tych reaktorów spełniania przez plazmę kryterium Lawsona, a więc warunku, aby energia wytwarzana przewyższała energię pobieraną do grzania plazmy. Ma to miejsce, ponieważ w wyżej

wymienionych reaktorach, które przeszły próg opanowania technologicznego, energia syntezy manifestuje się w postaci energii neutronów o bardzo wysokich energiach [6,7].

Mikrobiologiczna konwersja węgla do wodoru, może mieć szczególne znaczenie w transporcie małych aglomeracji miejskich z dala od zbiorników retencyjnych lub gdzie nie występują odpowiednie warunki dla efektywnej pracy silników wiatrowych. Węgiel kamienny ma stosunkowo duży ciężar właściwy i z tego względu koszt transportu byłby znacznie mniejszy w porównaniu do biomasy. Wykorzystywanie węgla, jako surowca w produkcji wodoru, byłoby wielkim dziełem na rzecz czystego powietrza w aglomeracjach miejskich różnej skali. Należy oczekiwać, że byłoby to ekonomicznie akceptowalne, gdyż węgiel jako surowiec uczestniczyłby w cenie paliwa transportu samochodowego.

Pojawia się więc kolejno, jako sposób działania, a więc jako element systemu, posługiwanie się technologiami mikrobiologicznego przetwarzania, jedynej technologii jaką dysponowała ludzkość w erze cywilizacji agrarnej, wytwarzając odpowiednie alkohole z roślin spożywczych, oraz energia syntezy. Należy podkreślić, że cykl energia syntezy – metanol jest neutralny wobec efektu cieplarnianego, tak jak biomasa i energia jądrowa, będące neutralnymi źródłami energii wobec efektu cieplarnianego.

Dla wielu krajów przetwarzanie węgla do wodoru czy metanolu może oznaczać nie tylko strategiczne działanie na rzecz zaistnienia na wspomnianych globalnych rynkach, ale również osłabianie problemu bezrobocia w zagłębiach węglowych, a więc również w Polsce na Śląsku. Dodatkowy wzrost bezrobocia w tych krajach będzie w niedalekiej przyszłości konsekwencją przechodzenia cywilizacji świata z „Ekonomii Paliw Kopalnych" do „Ekonomii Wodoru".

Według prognoz z końcowych lat 80-tych począwszy od 2040 roku zapotrzebowanie na węgiel w skali świata miało wynosić 5000 milionów ton rocznie [3]. W końcu lat 90-tych wydobycie wynosiło 3800 milionów ton. Wydobycie takiej ilości węgla stwarza zatrudnienie dla około 10 milionów osób w skali świata. Gdyby do 2040 roku całkowicie zastąpiono węgiel

biomasą stanowiłoby to ekonomiczny i społeczny problem w wielu krajach, szczególnie w USA (wydobycie roczne ponad 800 milionów ton), Chinach, w Indiach i w Polsce.

Przewiduje się, że w 2030 roku ludność świata będzie stanowić 8 miliardów. W tym czasie 60 % ludności ma żyć w aglomeracjach miejskich, a więc około 4.8 miliarda ludności może korzystać z transportu miejskiego, nie tylko autobusowego ale także z pociągów podmiejskich, krążących wokół bazy, w których mogą znaleźć zastosowanie ogniwa paliwowe zasilane wodorem jako bezprzewodowe źródła energii. Jak wspomniano poprzednio wodór można by pozyskiwać wykorzystując takie źródła odnawialne jak energia rzek i wiatrów oraz węgiel. Ze względu na ograniczoną osiągalność energii rzek i wiatrów w pobliżu aglomeracji miejskich, węgiel w ilości około 2000 milionów ton może stać się znaczącym źródłem wodoru w skali świata.

Reasumując - z punktu widzenia badań systemowych - konieczność zmniejszania działania chorobotwórczego na zdrowie ludzkie nie spalonych węglowodorów w silnikach wewnętrznego spalania, szczególnie w aglomeracjach miejskich, zagadnienie systemowe rozwoju cywilizacji obejmowałoby dodatkowo:

- możliwość wykorzystania, jako źródeł odnawialnych, energii wiatru i energii rzek,
- chemiczną i mikrobiologiczną konwersję węgla do wodoru.,
- reaktory syntezy typu mirror.

Ważnymi elementami rozważanego systemu będzie nauka i technologie, nauka wieku ery cywilizacji informatycznej jak biologia molekularna, inżynieria genetyczna i mikrobiologia. Pojawia się więc edukacja jako kolejny element systemu.

Z problemem edukacji będzie wiązać się zagadnienie siły roboczej, a ściśle mówiąc wieku siły roboczej. Wraz z przyśpieszaniem wprowadzania technologicznych innowacji w wielu sektorach

gospodarki, w wielu krajach promowana będzie młodsza wiekiem siła robocza [8,9,10]. Równocześnie udział ludności w wieku średnim wzrasta w kolejnych latach. Powstanie więc jako kolejny element rozważanego systemu, problem siły roboczej wieku średniego oraz problem starzenia się ludności.

W Australii oceniono, że procent ludności kraju w wieku 65 lat i powyżej tego wieku może w latach 2021, 2036 i po 2066 roku osiągnąć odpowiednio 20%, 25 % i 30 % ludności kraju [11]. Oznacza to, że dla zapewnienia odpowiednich warunków życia dla tak wielkiego udziału ludności po 65 roku życia będzie musiała pracować prawie taka sama liczba ludności w wieku produkcyjnym.

Znaczny wpływ na zatrudnienie będzie miał okres użytkowania samochodów napędzanych ogniwami paliwowymi, wynoszący około 20 lat. Wynikać to będzie z faktu, że serwis pojazdów napędzanych ogniwami paliwowymi będzie znacznie ograniczony w porównaniu do konwencjonalnych pojazdów.

Wykorzystywanie ziemi dla pozyskiwania równocześnie żywności i energii byłoby równoznaczne z intensyfikacją upraw. Wyłania się więc problem strategii rozwoju rolnictwa. Powstaje pytanie, która strategia wykorzystywania ziemi winna być akceptowana, czy ekstensywna strategia proekologiczna z możliwością zachowania kształtu krajobrazu, czy też strategia intensywna. Takie zagadnienie było rozważane w Australii, z którego wynika, że strategia intensywna będzie charakteryzowała się między innymi dwukrotnie większą produkcją zbóż i buraków cukrowych, oraz pozwoli powiększyć grunty uprawne w tym kraju o 75 % [12].

Przedstawiliśmy w dużym skrócie zagadnienie systemowe rozwoju cywilizacji. Rozwoju, który ma zapewniać, że ziemia nadal będzie domem człowieka i który będą wyznaczać miedzy innymi: grunty uprawne, biomasa, odnawialne dostępne dla cywilizacji zasoby wodne, odnawialne źródła jak energia wiatrów i rzek, wszelkie odpady, węgiel, mikroorganizmy, wodór i metanol, zasoby siły roboczej i jako sposoby działania nauka i technologie.

Nie uwzględniliśmy szeregu innych czynników jak dylematy rozwoju miast i wsi, jak przyszłe potrzeby ludności, starzenie się populacji, degradacja gruntów uprawnych, różnorodność środowiska naturalnego, jak konieczność modernizacji infrastruktur transportu, jak to, że w dobie rozwoju biotechnologii, nanotechnologii, technologii informatycznych, infrastruktury miast mogą ulec radykalnej zmianie.

Powstaje pytanie, jaki może mieć związek to wszystko co zostało powyżej powiedziane z rozwojem Polski?

Fakt konieczności wprowadzania w skali globalnej nowoczesnego systemu bioenergetycznego i włączenia się Polski do realizacji tego zamierzenia stwarza szansę przede wszystkim dla rozwoju obszarów wiejskich. Oznaczałoby to, że ziemia nabiera wymiaru zasobów warunkujących pozyskiwanie równocześnie żywności i energii. W momencie, gdy świat cywilizowany uwalnia się od pół naftowych arabskich wykorzystywanie ziemi dla pozyskiwania energii ma wymiar pół naftowych, a więc wymiar potencjalnej zamożności. Należałoby więc na możliwie największym areale uprawiać biomasę.

Jednym z problemów gazyfikacji biomasy, jako jednego z etapów produkcji metanolu, jest to, że relacja wodoru do tlenku węgla dla gazu uzyskiwanego poprzez gazyfikację biomasy wynosi 1 : 1, podczas, gdy gaz zasilający syntezę metanolu musi spełniać relację ilościową jak 2 : 1. Jednym z rozwiązań staje się wykorzystywanie części tlenku węgla dla podwyższania tego udziału poprzez reakcję zwrotną tlenku węgla z parą wodną.

Korzystnym rozwiązaniem może okazać się uzupełnianie gazu w wodór wytwarzany przy wykorzystywaniu węgla oraz, jako źródeł odnawialnych, energii wiatru, energii rzek. Korzyści byłyby następujące:

1 podnoszenie opłacalności ekonomicznej technologii produkcji metanolu małej skali,

2 zwiększanie stopnia wykorzystywania energii wiatrów poprzez możliwość magazynowania energii elektrycznej wytwarzanej przez silniki wiatrowe w postaci wodoru, oraz

3 czynienie bardziej opłacalnym wykorzystywanie energii potencjalnej i kinetycznej rzek.

W ten sposób zagadnienie systemowe produkcji metanolu powiększałoby się o dwa dodatkowe elementy: energia wiatrów i energia rzek, mając na uwadze, że potencjał hydroenergetyczny w Polsce pozwalałby na uzyskanie znacznych mocy, w tym mocy małych elektrowni o znaczeniu lokalnym [13].

Osobnym problemem dla Polski stanie się zagadnienie odnawialnych dostępnych dla cywilizacji zasobów wodnych. Wynika to z faktu, że średni odpływ wody do morza przypadający na jednego mieszkańca jest dla Polski w relacji do średniego odpływu w skali świata i Europy odpowiednio 4.3 i 2.85 razy mniejszy [5].

Powyższe uwagi oznaczają, że bardzo znaczącymi elementami zagadnienia systemowego wchodzenia Polski na powstające globalne rynki świata mogą być obok biomasy energia rzek, energia wiatrów i węgiel.

Jeżeli mamy uczestniczyć na powstających globalnych rynkach metanolu i technologii ogniw paliwowych, to rozwój kraju będzie musiał być spostrzegany nie jako działanie jednego lub trzech przedsiębiorstw mających poparcie rządu, ale jako zagadnienie systemowe, w którym obok tych przedsiębiorstw będzie musiało uczestniczyć państwo, nauka, samorządy terytorialne i szereg innych przedsiębiorstw. Państwo ma odpowiadać za sposób rozwiązywania dylematów starzenia się ludności, zdrowia społeczeństwa, edukacji i dylematów rynku pracy, będących konsekwencją przełomu technologicznego na miarę tysiąclecia.

Państwo ma poprzez odpowiednie ustawodawstwo pomóc w tworzeniu samofinansującego się przedsiębiorstwa rozwoju obszarów wiejskich, bo nie ma możliwości zaangażowania się państwa lub kapitału prywatnego w rozwój na wymaganą skalę na tych obszarach. Państwo ma odpowiadać za to, że priorytet w wykorzystywaniu znacznych funduszy w ramach poszczególnych Programów Ramowych Unii Europejskiej będą miały przede wszystkim programy systemowe dotyczące rozwiązań strategicznych kraju, które będą znaczącymi krokami w dążeniu do zaistnienia Polski na przyszłych globalnych rynkach świata. Sugestie takiego programu przedstawia się w kolejnym paragrafie.

Literatura

1 Kulikowski R., Sterowanie w Wielkich Systemach, WNT Warszawa, 1970.

2. Kulikowski R., Analiza Systemowa i jej Zastosowanie, PWN Warszawa, 1977.

3 Nitsch J., Klais H., Solar Hydrogen- Its Importance and Limits, Materiały Konferencji „Contributions to Hydrogen Energy Technology on the Occasion of the ISES Solar World Congress 1987, 13 – 18.09.1987 Hamburg.

4 Foran B., Poldy F., The Future of the Water, w Future Dilemmas: Option to 2050 for Australia's population, technology, resources and environment, October 2002.

5 Majewski W., Przewodniczący Komitetu Gospodarki Wodnej PAN, Woda dla Przyszłości, Biznes i Ekologia, czerwiec/lipiec 2003.

6 Ciechanowicz W., Energia, Środowisko i Ekonomia, Instytut Badań Systemowych PAN, 1995 1-wsze wydanie, 1997 2-gie wydanie.

7 Ciechanowicz W., Bioenergia a Energia Jądrowa, Wyższa Szkoła Informatyki Stosowanej i Zarządzania, Warszawa 2001.

8 Jonsson J.O., Class and the changing nature of the work, Work Employment and Society 1998.

9 Marshall M.G., Flexible specialization, supply side institutionalism, and nature of work systems, Review of Social Economy, 1999.

10 The Economist, Ageing Workers: A Full Life, The Economist September 4 th, 1999.

11 Foran B., Poldy F., People and their Needs: w Future Dilemmas: Option to 2050 for Australia's population, technology, resources and environment, October 2002.

12 Foran B., Poldy F., Natural Resources and Environment: w Future Dilemmas: Option to 2050 for Australia's population, technology, resources and environment, October 2002.

13 Ney R., Energia Odnawialna, referaty na Sesji Zgromadzenia Ogólnego Polskiej Akademii Nauk, Warszawa, 1994.