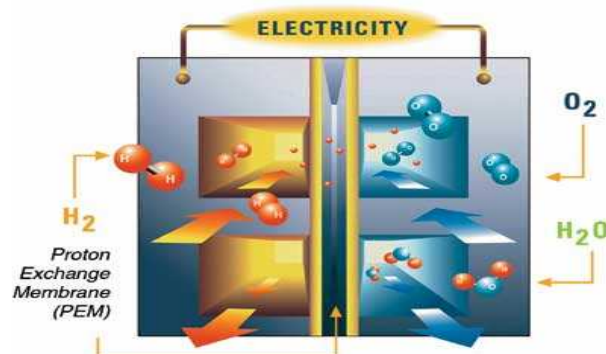


Energetyka wodorowa nowym źródłem energii odnawialnej?



Wstęp.

Wodór jako nośnik energii, znany jest od dawna. W XIX wieku zdefiniowano własności wodoru jako potencjalnego paliwa - obecnie jest używany jako paliwo do rakiet kosmicznych, w przemyśle chemicznym do procesów syntezy. Ostatnie lata charakteryzują się bardzo poważnym zainteresowaniem wykorzystania tego pierwiastka.

Można sobie zadać pytanie jaka jest tego przyczyna i co się stało, że możliwości wykorzystania wodoru stały się przedmiotem poważnych programów badawczych i programów rządowych. Można wymienić trzy powody tego zainteresowania energią wodorową: Pierwszy to wizja wyczerpania się zasobów paliw kopalnych takich jak ropa naftowa, gaz ziemny, węgiel. Powodem szczególnego przyśpieszenia w zakresie badań nad zastosowaniem wodoru jako nośnika energii jest coraz bliższa wizja wyczerpania się zasobów ropy naftowej. Drugi powód, to uświadomione wreszcie przez rządy większości krajów, zagrożenie wynikające z powiększającego się efektu cieplarnianego, mającego swoje źródło w emisji CO₂ do atmosfery. Można spotkać się z opinią, że płynące stąd zagrożenia będą większe niż zagrożenie terroryzmem.

Po trzecie, uniezależnienie się krajów od tak zwanej pętli „obcego źródła energii”, które jest często powodem napięć politycznych. Bezpieczeństwo energetyczne jest równoznaczne z bezpieczeństwem militarnym.

Nastąpił wzrost aktywności rządów krajów wysokorozwiniętych jak USA, Kanada, Japonia Niemcy, w tym zakresie, po ataku terrorystycznym na World Center 11 września 2001 r.

Ten trzeci powód wskazuje na konieczność maksymalnego oparcia bezpieczeństwa energetycznego kraju na własnych zasobach., a zastosowanie wodoru daje taką możliwość.

Wszystkie te trzy czynniki spowodowały wzrost działań rządów w obszarze badań i edukacji nad wdrożeniem gospodarki wodorowej, poprzez ogłaszanie rządowych programów jak chociażby w USA „Road Map”, „Freedom Car”, „Future Gen”. itp. W ramach Unii Europejskiej powstała w roku 2003 „Europejska Platforma Wodoru i Ogniw Paliwowych” której głównym celem jest wdrożeniem gospodarki wodorowej na terenie krajów należących do Unii Europejskiej.

Narastające problemy z zapewnieniem dostaw tanich i czystych źródeł energii kierują uwagę ku wykorzystaniu wielkich zasobów wodoru. Postępy w opanowaniu technologii energetycznej utylizacji tego pierwiastka pozwalają z optymizmem patrzeć na jego szanse stopniowego zastępowania obecnie stosowanych paliw organicznych. Wyrazem tych obiecujących

perspektyw są m.in. plany Departamentu Energetyki USA, zgodnie z którymi w 2030 r. 10% krajowego popytu na energię ma być zaspokojone przez wodór.



Dziś temat gospodarki wodorowej (hydrogen economy) wraca w nowym kontekście szybkiego rozwoju ogniw paliwowych jako źródła energii elektrycznej i ciepła w zastosowaniach stacjonarnych i w transporcie. Produkcja wodoru w procesie elektrolizy, zasilanej przez źródła o pracy nieciągłej (i często nieprzewidywalnej w czasie) jest atrakcyjnym sposobem magazynowania energii, ułatwiającej integrację, np. źródeł wiatrowych w istniejących systemach zaopatrzenia w energię. Komisja Europejska w licznych dokumentach traktuje wodór, wytwarzany w szeroko zróżnicowanych technologiach (tradycyjnych i wykorzystujących zasoby odnawialne) jako istotny czynnik zwiększenia bezpieczeństwa energetycznego UE przez dywersyfikację źródeł. Perspektywy rozwoju gospodarki wodorowej oceniono jako poważną opcję rozwiązywania problemów energetycznych świata.

Bardzo istotnym czynnikiem wpływającym na wzrost zainteresowania wykorzystaniem wodoru w wielu gałęziach gospodarki są jego właściwości energetyczne. W porównaniu na przykład z benzyną wodór odznacza się 2,8 razy większą wartością energetyczną (28,63 Gcal/kg), przy czym do jego zapłonu wymagana jest 15-krotnie mniejsza ilość ciepła. Wprawdzie gaz ten wykazuje względem paliw węglowodorowych także pewne niedogodności, jak niska gęstość i pojemność cieplna oraz szerokie granice wybuchowości, lecz z powodzeniem kompensują je zalety ekologiczne i ekonomiczne. . Przy spalaniu wodoru zamienia się w najbardziej ekologiczny produkt - wodę, która wraca do naturalnego obiegu materii w przyrodzie.



Właściwości wodoru.

Wodór jest najlżejszym ze znanych gazów; prawie 14,5 razy lżejszy od tlenu. Nie posiada barwy, zapachu ani smaku. Istnieją dwa trwałe izotopy wodoru: prot (^1_1H) i deuter (^2_1H) oraz jeden promieniotwórczy: tryt (^3_1H). Atom wodoru składa się z elektronu i jądra w postaci protonu. W normalnych warunkach ciśnienia i temperatury gaz ten jest związkiem dwuatomowych cząsteczek: H_2 . Został odkryty w 1766 r. przez angielskiego chemika Henriego Cavendisha.

Jest najbardziej rozpowszechnionym pierwiastkiem w przyrodzie. Stanowi podstawowy budulec Słońca, gwiazd i międzygwiazdnej materii, na który składa się : 63% wodoru, 36% tlenu i 1% innych substancji (wg. udziału mas). W skorupie ziemskiej stanowi zaledwie 1%. W niższych warstwach atmosfery wodoru jest wyjątkowo mało: na wysokości 50 km - 3% (objętościowo), a na poziomie 100 km - ok. 95%. Wchodzi w skład nie tylko wody (udział wagowy H_2 wynosi 11,2%), lecz także wielu związków organicznych, w szczególności - węglowodorów: benzyny, gazu ziemnego, metanolu, a także organizmów roślinnych i zwierzęcych.

Pod względem fizjologicznym jest substancją obojętną; przy wysokiej koncentracji wywołuje duszności; nie jest rakotwórczy.

Podstawowe parametry fizyczne są następujące.

- Wartość opałowa waha się w przedziale od $10,8 \text{ MJ/Nm}^3$ ($3,0 \text{ kWh/Nm}^3$) do $12,75 \text{ MJ/Nm}^3$ ($3,54 \text{ kWh/Nm}^3$), gdzie Nm^3 - objętość m^3 w normalnych warunkach: 273,15 K; 0,1013 MPa.
- Gęstość: $0,0899 \text{ kg/Nm}^3$ (w stanie ciekłym: $70,79 \text{ kg/m}^3$)

- Ciepło właściwe: $C_v = 10,074 \text{ J/kg/K}$; $C_p = 14,199 \text{ J/kg/K}$
- Graniczne wartości koncentracji w powietrzu powodujące wybuch (mieszanka piorunująca; objętościowo): 18,3 - 59,0 %
- Energia $1 \text{ Nm}^3 \text{ H}_2$ jest równoważna: 0,34 l benzyny; 1 kg H_2 jest równoważny: 2,75 kg benzyny (dla niższej wartości opałowej).

Zestawienie porównawcze wartości opałowych dla wybranych materiałów, w kWh/kg:

- H_233,33
- ropa naftowa.....11,6
- benzyna.....12,0
- metanol5,47
- metan.....13,9
- gaz ziemny.....10,6 - 13,1
- propan.....12,88
- gaz miejski.....7,57



W temperaturze $-253 \text{ }^\circ\text{C}$ wodór znajduje się w stanie ciekłym. Dzięki dużej wartości współczynnika dyfuzji (czterokrotnie większej od metanu) szybko przenika do powietrza, a ponieważ jest znacznie lżejszy od powietrza - unosi się z dużą prędkością. Jest substancją łatwo zapalną - do zapłonu potrzeba bardzo mało energii, o około jednego rzędu wielkości mniej niż w przypadku innych materiałów. Prędkość spalania jest siedmiokrotnie większa niż gazu naturalnego lub benzyny. Pali się bladoniebieskim, prawie niewidocznym płomieniem, wydzielając przy tym mało promieniowania cieplnego, i co ważniejsze praktycznie bez zanieczyszczeń. Najwcześniej poznaną właściwością jest powstawanie wody (H_2O), jako produktu spalania. Amerykańska agencja astronautyki NASA od 1970 r. stosuje ciekły wodór do napędu wahadłowców i innych rakiet wystrzeliwanych w kosmos. Wodorowe ogniwa paliwowe zasilają elektryczne systemy wahadłowca, a powstająca woda, jako produkt uboczny, jest wykorzystywana przez załogę.

Pod względem własności chemicznych wodór nie jest szczególnie niebezpieczny. Dlatego np. w Niemczech zalecenia odnośnie do bezpiecznego użytkowania nie odbiegają od stosowanych przy pracach z innymi palnymi gazami. Jest materiałem mniej palnym niż benzyna. Samozapłon następuje w temperaturze $550 \text{ }^\circ\text{C}$, podczas gdy dla benzyny (zależnie od jakości) temperatura waha się w granicach: od 228 do $501 \text{ }^\circ\text{C}$. Szybko ulega dyspersji. Będąc najlżejszym pierwiastkiem, szybko się unosi w powietrzu, co w przypadku ucieczki z układu znacznie utrudnia, lub uniemożliwia zapłon. Unosi się nawet podczas spalania, dzięki czemu jego ilość szybko się wyczerpuje. Natomiast cięższe odeń benzyna i pary oleju napędowego, a także gaz ziemny, nie ulegając dyspersji stwarzają zagrożenie przez dłuższy czas.

Niebezpieczeństwo eksplozji pojawia się, gdy wodór ulatnia się w zamkniętych pomieszczeniach takich np., jak garaże lub tunele. Jest tam wymagana dobra wentylacja. Ma szerszy zakres wartości koncentracji w powietrzu powodujące zapłon niż metan, propan i benzyna, a minimalna energia zapłonu jest prawie o rząd wielkości niższa od spotykanej u innych paliw.

Zapalność materiałów (% wagowej zawartości w powietrzu) i minimalne energie zapłonu (w MJ):



	wodór	metan	propan	benzyna
próg dolny	4	5,3	2,1	1
próg górny	75	25	9,5	7,8
energia	0,02	0,29	0,26	0,24

W odróżnieniu od paliw ropopochodnych nie jest toksyczny.

Przy użytkowaniu wymagane są następujące zasady bezpieczeństwa:

- nie powinien być mieszany z powietrzem,
- należy zapobiegać kontaktowi z potencjalnymi źródłami ognia,
- czyszczenie urządzeń i układów wodorowych powinno się przeprowadzać za pomocą obojętnego gazu, np. azotu,
- ponieważ pali się niewidocznym płomieniem, do detekcji potrzebne są specjalne detektory.

Pozyskiwanie wodoru.

Chociaż wodór jest pierwiastkiem najpowszechniej występującym we Wszechświecie (jego ilość ocenia się na 10^{13} ton), to w wolnej postaci na Ziemi jest go jednak bardzo niewiele, gdyż z łatwością reaguje z innymi pierwiastkami tworząc wodę, biomasę, paliwa organiczne i inne związki. W celu uzyskania czystego wodoru należy go wydzielić z wymienionych substancji, lecz proces ten wymaga doprowadzenia znacznej energii. . Potrzebne są do tego specjalne technologie produkcji. Obok najbardziej rozpowszechnionego związku jakim jest woda, w której występuje jako składnik, istnieje wiele innych substancji zawierających wodór.

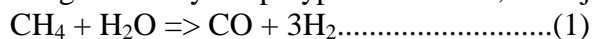
Większość związków organicznych stanowi połączenie węgla i wodoru. Przykładem może być gaz ziemny, lub metan, którego struktura składa się z jednego atomu węgla i czterech atomów wodoru (CH_4). Blisko spokrewniony z tym ostatnim jest etan (C_2H_6). Innym źródłem wodoru jest amoniak, gaz o charakterystycznym, ostrym zapachu, szeroko stosowany min. w produkcji nawozów sztucznych, a także biomasy.

Niezależnie wszakże od materiału wyjściowego i użytej technologii, do produkcji jest potrzebna energia.. Pierwotną może być energia wiatru, słońca, wody, a także energia jądrowa, ważną rolę mają odegrać nowoczesne wysokotemperaturowe reaktory jądrowe. Problem polega na tym, iż inne ekologiczne źródła nie są na tyle energotwórcze, by mogły w przyszłości pokryć zapotrzebowanie na energię, potrzebną do produkcji wodoru metodami elektrolizy i reformingu.

Metody produkcji wodoru

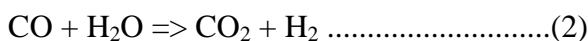
1. Reforming.

Reakcja węglowodorów z parą wodną w temperaturze $850\text{ }^{\circ}\text{C}$, przy ciśnieniu 2,5 bara, w obecności katalizatora . Jako surowce mogą być używane: metan, metanol, propan - butan, lub gaz ziemny. W przypadku metanu, reakcja ma postać:



Następnie, z gazu syntezowego w konwertorze (złożonego z tlenku węgla i wodoru), w

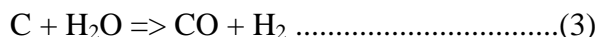
wyniku reakcji tlenku węgla z parą wodną:



uzyskuje się dalszy wzrost ilości H_2 .

Jeśli jednak wodór ma odgrywać w gospodarce energetycznej ważną rolę, to ze względu na skażenia dwutlenkiem węgla, w dłuższym okresie, procesu reformingu nie zaleca się stosować.

2. Gazyfikacja węgla lub koksu.



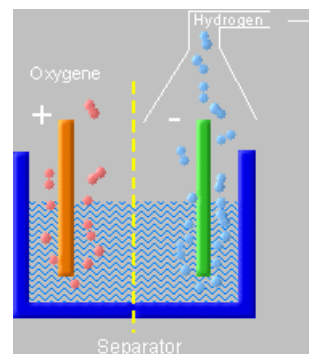
Technologia ta jest opłacalna w państwach zasobnych w węgiel takich, jak Chiny, Afryka Płd. W Niemczech istnieją zakłady pilotażowe. Do wielkoprzemysłowej produkcji wodoru używa się parowych generatorów gazu (reformerów), zazwyczaj o wydajności 100 tys. m^3/h .

3. Technologia plazmowa .

Nowoczesne procesy technologiczne, oparte na energii elektrycznej umożliwiają produkcję H_2 praktycznie bez wydzielania CO_2 . Na przykład w Norwegii rozwija się technologię opartą na plazmie, umożliwiającą w temperaturze 1600 $^{\circ}\text{C}$ rozdzielanie węglowodorów na wodór i czysty węgiel. Również Massachusetts Institute of Technology (MIT) pracuje nad konstrukcją reformera plazmowego. Zaleta takiego reformera polega na tym, iż nadają się do produkcji wodoru z rozmaitych węglowodorowych substancji, w tym także - z ciężkich frakcji oleju. Ponadto jest przystosowany do pirolizy - termicznego procesu rozkładu ciężkich frakcji materiału organicznego, bez powietrza i tlenu. Amerykański reformer, zwany "Plazmotronem", pracuje przy temperaturze 2000 $^{\circ}\text{C}$, z wydajnością 80 - 90 % H_2 . Technologia plazmowa umożliwia budowanie urządzeń bardziej kompaktowych i lżejszych od tradycyjnych. Wadą jest to, iż wymaga energii elektrycznej.

4. Elektroliza .

W dającym się przewidzieć czasie, jedynym możliwym procesem produkcyjnym otrzymywania wodoru z wody jest elektroliza. Oczywiście, może to być prawie wyłącznie osiągalne dla państw posiadających taną energię elektryczną, głównie z elektrowni wodnych, jak np. w Egipcie, Islandii i Norwegii.



Reakcja rozkładu wody pod wpływem stałego prądu elektrycznego przebiega następująco:
 $2\text{H}_2\text{O} \Rightarrow 2\text{H}_2 + \text{O}_2$(4)

Wodór wydziela się na elektrodzie ujemnej: katodzie, a tlen na dodatniej: anodzie. W celu utrzymania gazów w osobnych zasobnikach, stosuje się jonowy separator. Dla zwiększenia przewodności elektrycznej elektrolitu, do wody dodaje się 25 % roztworu wodorotlenku potasu. Zużycie energii elektrycznej wynosi ok. 4,5 kWh/Nm³.

Opracowane są już konstrukcje ciśnieniowych, kompaktowych elektrolizerów, przydatnych do produkcji H₂ pod ciśnieniem 30 barów, przy stacjach paliwowych.

Innym typem urządzenia jest tzw. elektrolizer parowy, w którym elektrolit ma postać ceramicznego przewodnika jonów. Odznacza się wysoką wydajnością, ale dotąd nie jest dostępny w sprzedaży.

5. Fotoelektroliza .

Ogniwo fotoelektryczne w połączeniu z katalizatorem działa jak elektrolizer, rozdzielając wodór i tlen bezpośrednio na powierzchni ogniwa. Jest obiecującym rozwiązaniem pod względem komercyjnym. Zaletą jest brak kosztów związanych z elektrolizerem i zwiększona wydajność.

6. Gazyfikacja biomasy .

Wodór można także produkować z biomasy. W porównaniu z gazem naturalnym, który zawiera prawie 25 % (wagowo) wodoru, w biomase stanowi on 6 - 6,5 %. Proces jest podobny do reformingu węglowodorów; pod wpływem wysokiej temperatury z biomasy otrzymuje się gaz, który następnie w obecności pary wodnej ulega rozkładowi wg. równania (1). Dwutlenek węgla, będący produktem ubocznym, z punktu widzenia efektu cieplarnianego jest gazem "neutralnym", gdyż rośliny na plantacjach, z których pochodzi biomasa, absorbują go w następnym roku.

7. Metoda biologiczna .

Istnieją różnorodne biologiczne procesy, w których swobodny wodór powstaje bezpośrednio, lub stanowi produkt uboczny. Można by wyróżnić dwa: fotosyntezę i fermentację. W

pierwszym przypadku wodór jest produktem zielonej agli (glonów), w długim zaś - mikroorganizmów.

Warto odnotować informację, iż chińscy naukowcy z Harbinu opracowali proces otrzymywania wodoru ze ścieków, nazwany przez nich: "bakteriolizą". Dzienna produkcja obecnie wynosi 280 m³ z 50 m³ ścieków.

Wodór źródłem nowej energii.

Rozwój technologii wodorowej stwarza rozległe perspektywy rozwiązań globalnych, a także możliwości optymalizacji i konsolidacji pracy luźno dziś powiązanych ze sobą obszarów aktywności energetycznej .

Globalny wymiar gospodarki wodorowej będzie wiązał się z wykorzystaniem, jak można przypuszczać, istniejącej sieci gazociągów gazu ziemnego do przesyłu wodoru na duże odległości, budowy wydzielonych sieci wodorowych, a także transportowania wodoru zmagazynowanego przy wykorzystaniu nowoczesnych technologii, np. nanostruktur kompozytowych. W ten sposób, wodór będzie można użytkować nie tylko lokalnie, w rejonie jego produkcji, jak to miało miejsce na przykład w przypadku gazu miejskiego, ale również w odległych od źródła rejonach.



Konsolidacyjna rola wodoru w zastosowaniach energetycznych opiera się na przekonaniu, że wodór można będzie efektywnie wytwarzać z energii wiatru, słońca, węgla, biopaliw, gazu ziemnego, rozszczepienia jądra atomowego i innych. Poprzez wykorzystanie elektrolizy, zgazowania, fotowoltaiki, termodysocjacji itd., wodór mógłby być integratorem podsystemów energetycznych. Dotyczyć to powinno zwłaszcza integracji energetycznego wykorzystania węgla i odnawialnych źródeł energii.

Wykorzystanie wodoru stwarza również możliwość szeroko pojętej, w rozumieniu terytorialnym optymalizacji kierunków rozwoju energetyki. Optymalizacja ta byłaby możliwa dzięki współdziałaniu systemów transportu wodoru ze źródłami wodoru opartymi na lokalnych zasobach paliw i energii. I tak stałaby się możliwa współpraca północnej części Europy obfitej w biomasę i energię wiatru, z centralną częścią naszego kontynentu zasobną w węgiel kamienny i brunatny, a także z regionem Morza Śródziemnego (włączając Afrykę Północną), gdzie bogactwo słońca i gazu ziemnego stanowią największy potencjał energetyczny.

Wykorzystanie wodoru stwarza więc ogromne możliwości dla wyzwolenia synergii poprzez sprzęgnięcie pracy różnych podsystemów energetycznych, a także ich odpowiedniego rozwoju w różnych regionach Europy i świata .



Technologie wodorowe są atrakcyjne ze względu na możliwość osiągania wysokich sprawności. Uzyskiwanie w hybrydowych instalacjach przemysłowych, złożonych z ogniw paliwowych i turbiny gazowej, sprawności do 80% jest w pełni realistyczne. Technologie wodorowe oznaczają także szanse na rozwój produkcji energii elektrycznej w układach rozproszonych, efektywne, rezerwowe zasilanie ważnych obiektów, zasilanie wspomagające obiektów w okresie szczytowego zapotrzebowania na energię elektryczną oraz odciążenie bądź całkowite uniezależnienie obiektów od pracy sieci elektroenergetycznej. Wśród walorów związanych z użytkowaniem wodoru należy wymienić jeszcze ten, że wszystkie wyżej wymienione efekty są przyjazne dla środowiska naturalnego.



Rzeczony technologii pozyskania i wykorzystania wodoru najszybciej odbywa się w USA. Siłą napędową jest troska o bezpieczeństwo energetyczne w przyszłości. USA dysponują obfitymi zasobami węgla, stąd założono, że wiodącą technologią pozyskiwania wodoru będzie technologia oparta na węglu. Trwające od lat 70. prace zmierzające do syntezy paliw ciekłych na bazie węgla ustępują pracom na rzecz pozyskania wodoru z węgla. Decydują o tym czynniki ekonomiczne. Pierwszy z wymienionych procesów wykorzystania węgla jest co najmniej dwukrotnie droższy od drugiego.

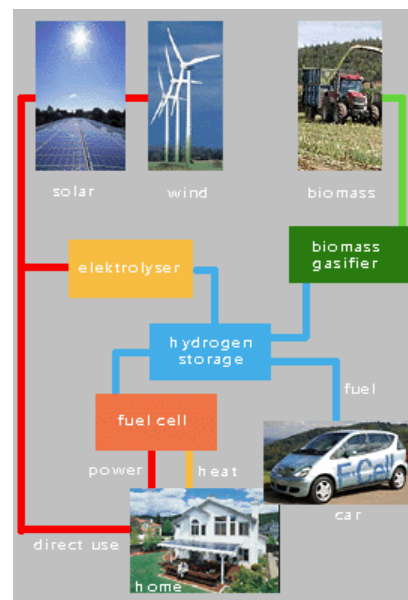
Mimo postępów prac, produkcja wodoru z węgla jest wciąż droga. Koszty wytworzenia wodoru w instalacji o wydajności 50 ton H₂/h wynosi obecnie około 1 USD/kg H₂, zarówno przy wykorzystaniu węgla jako surowca wsadowego, jak i przy wykorzystaniu gazu ziemnego. Przy tym udział kosztu surowca w produkcji wodoru wynosi około 20 proc. w przypadku węgla oraz około 75 proc. w przypadku gazu ziemnego.

Wyrażając koszty produkcji wodoru w jednostkach cieplnych można stwierdzić, że wytworzenie 1 kg wodoru kosztuje mniej więcej tyle co 1 galona (3,79 litra) benzyny. W przyszłości koszt ten będzie niższy. Przewiduje się, że w perspektywie do 2015 roku, na skutek rozwoju technologii, koszty produkcji wodoru z węgla mogą zmniejszyć się do połowy.

Dzięki technologiom produkcji wodoru, można będzie uzyskać jednoczesne efekty sekwestracji dwutlenku węgla po stosunkowo niskich kosztach. Koszt wodoru produkowanego z węgla przy 90 proc. sekwestracji CO₂ może być tylko nieznacznie, bo jedynie o 5 proc. droższy od wodoru produkowanego bez sekwestracji.

Dostrzegając konieczność prowadzenia badań nad rozwojem technologii wodorowych, Komisja Europejska przeznacza istotne środki na ich finansowanie. Programy, których realizacje już rozpoczęto, przewidują zainwestowanie 2,8 mld euro do 2015 roku w rozwój projektów HYCOM oraz HYPOGEN.

Projekt HYCOM związany jest ze stworzeniem prototypowej społeczności wodorowej. Jego zadanie polegać będzie na testowaniu infrastruktury i rozwiązań ekonomii wodorowej na poziomie społeczności lokalnej (energia elektryczna, ciepło, transport). Polska propozycja w tym zakresie odnosi się do wybranej społeczności o charakterze transgranicznym na obszarze wokół Cieszyna, a zatem leżącym na terenie trzech państw: Polski, Czech i Słowacji.



Projekt HYPOGEN koncentruje się na budowie europejskiej instalacji pilotażowej do produkcji wodoru na wielką skalę, tak aby następnie wykorzystać uzyskany wódór do zasilania wysokotemperaturowych turbin gazowych lub do zasilania wysokotemperaturowych ogniw paliwowych. Interesującym przykładem badań są zakłady chemiczne Maghera koło Wenecji, gdzie w kooperacji z firmą elektroenergetyczną Enel realizowany jest projekt demonstracyjny instalacji zgazowania węgla z pełną sekwestracją CO₂, produkcją wodoru, ciepła i energii elektrycznej. Wydajność instalacji produkcji wodoru wynosi 8000 ton na dobę. Emitowany dwutlenek węgla w całości zużywany jest do syntezy polietylenu. Oprócz podniesienia ekonomicznych walorów produkcji wodoru osiągany jest efekt wytwarzania kilku produktów przy zerowej emisji zanieczyszczeń .

Energetyka wodorowa w Polsce.

Rozwój technologii wodorowej w energetyce jest tematem, który prawdopodobnie znajdzie swe urzeczywistnienie dopiero w odległej perspektywie. Przybliżeniu tego celu ma służyć Polska Platforma Technologiczna Wodoru i Ogniw Paliwowych (PPTWiOP). Porozumienie w sprawie utworzenia PPTWiOP zostało podpisane 23 stycznia 2005 r. przez 35 sygnatariuszy .

Celem PPTWiOP będzie między innymi wypracowanie wizji sektora paliwowo-energetycznego w zakresie produkcji, transportu i wykorzystania wodoru, a także budowanie strategii rozwoju nowoczesnych technologii wodorowych dla podnoszenia konkurencyjności polskiej gospodarki. Zadania realizowane przez PPTWiOP będą polegały na budowaniu pomostu między przemysłem i światem nauki, uczestniczeniu w europejskich inicjatywach na rzecz rozwoju gospodarki wodorowej, inicjowaniu wspólnych, międzynarodowych projektów badawczo-wdrożeniowych, przy jednoczesnym najlepszym wykorzystaniu funduszy pomocowych i środków prywatnych..

Jednym z sygnatariuszy PPTWiOP jest Główny Instytut Górnictwa (GIG) w Katowicach, który począwszy od połowy lat 60. prowadzi badania w zakresie przetwórstwa węgla. Obecnie GIG uczestniczy w dwóch projektach europejskich związanych z rozwojem nowoczesnej energetyki węglowej. Jeden z nich dotyczy sekwestracji dwutlenku węgla w głębokich pokładach węglowych, drugi zaś opracowania podstaw wspomaganą adsorpcją beztlenową technologii zgazowania węgla do wodoru w reakcji z parą wodną. Przedmiotem zainteresowania GIG są również metody rozdziału i czyszczenia mieszanin gazowych zawierających wodór, a także zagadnienia produkcji tlenu z powietrza, wysokotemperaturowe procesy membranowe do bezpośredniego dostarczania tlenu do procesów zgazowania węgla oraz procesy utleniania paliw kopalnych z wykorzystaniem odwracalnych nośników tlenu .

Instytut Energetyki (IEn), który również bierze udział w pracach Platformy, koncentruje wysiłek

badawczy na pilotażowych instalacjach zgazowania węgla. Docelowo zakres prac ma być rozszerzony o instalacje oczyszczania pozyskanego w ten sposób gazu. Trwają prace nad ogniwami paliwowymi.

Daży się do uzyskania ogniwa o temperaturze pracy 600oC. IEn współpracuje w ramach zintegrowanych programów badań z Akademią Górniczo-Hutniczą i Instytutem Technologii i Eksploatacji. Z kolei prace badawcze Wojskowej Akademii Technicznej (WAT) w ostatnich 10 latach koncentrowały się na technologii wytwarzania energii elektrycznej z gazu ziemnego przy zastosowaniu ogniw paliwowych oraz na sposobach magazynowania wodoru przy użyciu nanomateriałów. Badania będą kontynuowane w zakresie nowych materiałów i systemów magazynowania wodoru (na przykład z wykorzystaniem stopów nanostrukturalnych i nanostruktur warstwowych), dalszych zastosowaniach ogniw paliwowych zasilanych wodorem (w tym jako źródeł energii elektrycznej do napędu pojazdów mechanicznych), wykorzystania wodoru do zasilania wysokotemperaturowych ogniw paliwowych typu MCFC i SOFC o mocy od 250 kW do 5 MW, a także w zakresie bezpieczeństwa posługiwania się wodorem, systemów dystrybucji wodoru, elektrolizy wody z użyciem innowacyjnych materiałów do konstrukcji elektrod oraz metod pozyskiwania wodoru opartych na katalizowanych reakcjach elektrolizy i fotolizy.

Badania nad technologią wodorową są też rozwijane w Południowym Koncernie Energetycznym SA (PKE). W pracach skoncentrowano się na możliwościach wykorzystania biomasy w elektrowni.

Wybierając biomasę jako źródło energii, kierowano się wysoką sprawnością procesu przetwórczego dużymi zasobami paliwa, dostępnym systemem transportu oraz doświadczeniami z zakresu utylizacji paliw alternatywnych. Celem, do którego dąży PKE, jest adaptacja technologii do polskich realiów, prostota procesu, ochrona środowiska oraz minimalizacja kosztów procesu. Badania prowadzone obecnie przez PKE koncentrują się wokół produkcji biokarbonsu poprzez termochemiczną konwersję biomasy. Jest to pierwszy krok na drodze produkcji wodoru. W ramach drugiego kroku opracowano już koncepcję zgazowania biokarbonsu przegrzaną parą wodną z absorpcją dwutlenku węgla. Proces będzie umożliwiał otrzymywanie wodoru przy znacznie niższym ciśnieniu (0,6 MPa) niż w przypadku zastosowania innych paliw (węgiel: 12 MPa, olej ciężki: 4,2 MPa).

Wyzwania dla polskiej energetyki wodorowej.

W odniesieniu do polskich warunków można sformułować następujące wnioski dotyczące rozwoju energetyki wodorowej:

- Europejskie badania nad produkcją i wykorzystaniem wodoru nie zyskały jeszcze jednolitej, domkniętej formy organizacyjnej. Polska ma szansę odegrać w tych badaniach istotną rolę.
- Należy zintegrować środowisko naukowe wokół prac nad technologiami wodorowymi. Konieczna jest inwentaryzacja polskich doświadczeń, określenie ich stanu na tle osiągnięć światowych, opracowanie programu badań i wdrażania technologii wodorowych, a także określenie źródeł finansowania prowadzonych prac.
- Polska winna uczestniczyć w międzynarodowych programach badawczo-wdrożeniowych.
- Utrzymanie wymogu redukcji emisji dwutlenku węgla i wprowadzenie w Europie podatku od nadmiernej emisji CO₂ spowodują ekonomiczną presję na rozwój energetyki opartej na wodorze. Badania nad rozwojem technologii wodorowych powinny być intensyfikowane w Polsce, zwłaszcza w kontekście wykorzystania posiadanych zasobów węgla.

Rozwój nowych technologii wymaga wsparcia ze strony przemysłu. Stojąc przed wyzwaniem, jakim jest zapewnienie bezpieczeństwa energetycznego kraju, Polskie Sieci Elektroenergetyczne SA zamierzają monitorować rozwój technologii innowacyjnych i angażować się we wszelkie formy działalności mające na celu pozyskiwanie tych technologii dla energetyki, w tym technologii wytwarzania i zastosowania wodoru.

Wyrazem tego jest udział Polskich Sieci Elektroenergetycznych SA w utworzenie Polskiej Platformy Technologicznej Wodoru i Ogniw Paliwowych .

Udział PSE SA w PPTWiOP, wynika m.in. z konieczności planowania rozwoju w zakresie zaspokojenia przyszłego zapotrzebowania na energię elektryczną oraz z naturalnych uwarunkowań funkcjonowania polskiej elektroenergetyki opartej na węglu i związanych z tym problemów dotyczących ochrony środowiska.

Udział PSE SA w PPTWiOP jest zgodny z założeniami polityki Unii Europejskiej promującej nowoczesne i nowatorskie działania przedsiębiorstw, dążące do zapewnienia bezpieczeństwa energetycznego w zakresie nośników energii elektrycznej i wystarczalności systemu elektroenergetycznego Europy a przede wszystkim Polski.

Literatura.

1. Jan Wachowicz, Krystyna Czaplicka, Jan Rogut . (Główny Instytut Górnictwa): Stan obecny i zamierzenia badawczo-rozwojowe Głównego Instytutu Górnictwa w obszarze technologii wytwarzania wodoru z węgla – krajowy i europejski wymiar badań.
2. Janusz Rakowski (Instytut Energetyki): Stan przygotowania do przyszłościowej produkcji wodoru z węgla i jego wykorzystanie w energetyce zawodowej.
3. Janusz Tchórz (Południowy Koncern Energetyczny SA), Zbigniew Bis, Rafał Kobyłecki (Politechnika Częstochowska): Ocena możliwości wdrożenia technologii wodorowych w polskiej energetyce – doświadczenia PKE SA.
4. Sławomir Neffe, Jerzy Bystrzycki, Jerzy Walentynowicz (Wojskowa Akademia Techniczna): Prace badawczo- rozwojowe poświęcone tematyce wodorowej prowadzone w WAT w latach 1995 – 2005.
5. Zygmunt Mozer (Polskie Sieci Elektroenergetyczne SA): Przykłady wdrażania wodorowych programów badawczo-rozwojowych – program dalszego działania.
6. Hanna Trojanowska (Polskie Sieci Elektroenergetyczne SA): Rozwój energetyki wodorowej – udział.
7. HyNet - The European Hydrogen Energy Thematic Network
http://www.hynet.info/hydrogen_e/index00.html
8. Bellona Report: http://www.bellona.no/en/energy/hydrogen/report_6-2002/22852.html
9. U.S. Energy Department of Energy, Energy Efficiency and Renewable Energy:
<http://www.eere.energy.gov/hydrogenandfuelcells/hydrogen/pdfs/chalk.pdf>
10. Report Title: Compilation of Existing Safety Data on Hydrogen and Comparative Fuels
11. F. Barbir: Review of Hydrogen conversion technologies; <http://www.iahe.org/h2convrt.htm>
12. J. Zhang. The Prospects of Hydrogen Economy — A Strategic Decision for Every Nation. Undated presentation.
13. J. P Nowacki. Wodór— nowy wektor energii. PWN, Warszawa 1966.
14. US Department of Energy: Energy and Renewable Energy web Pages on hydrogen: [www.eere.energy.gov/hydrogen and fuel cells/](http://www.eere.energy.gov/hydrogen_and_fuel_cells/).
15. The Hydrogen Economy: Opportunities, Iosts, Barriers and R & D Needs Nat Acc Press, Washington 2004.
16. European Commission: Integration of Renewable Energy So-urces and Distribution generation: Energy Supply Systems. EUR 19429, Luxembourg 2001.
17. European Commission: Qualitative assessment of non-nuclear energy proposals selected in FP5. EUR 19466, Brussels 2001.
18. New ERA for electricity in Europe: EUR 20901, Brussels 2003.
19. European Commission: World energy, technology and climate policy outlook - WETO 2030. EUR 20366, Brussels 2003
20. EurEnDel - European Energy Delphi Technology and Social Yisions for Europe's Energy Future. Round 1 June 2003, Ro-und 2, Sept. 2003.
21. M.L. Wald. Questions about Hydrogen Economy. Sci Amer May 2004
22. J.Kubowski Wodór - paliwo przyszłości

