

Dr inż. Wiesław Golka
Instytut Technologiczno-Przyrodniczy w Falentach
Mazowiecki Ośrodek Badawczy w Kłudzienku

ENERGETYKA A ODNAWIALNE ŹRÓDŁA ENERGII

Wprowadzenie

Temperatura na naszej Ziemi jest ściśle powiązana ze stężeniem gazów cieplarnianych w atmosferze. Przy podwojeniu stężenia dwutlenku węgla w stosunku do roku 1900 ($\text{CO}_2 = 300$ ppm), średnia temperatura na Ziemi wzrośnie o ok. 2-6 °C. Przewiduje się, że nastąpi to około roku 2060 ($\text{CO}_2 = 600$ ppm), jeśli zostaną podjęte zdecydowane przeciwdziałania. Dwutlenek węgla uwalniany jest do atmosfery głównie w wyniku spalania zasobów kopalni, co następuje w procesach technologicznych produkcji energii cieplnej, elektrycznej czy mechanicznej. Energii potrzebujemy z roku na rok więcej. Do roku 2030 przewiduje się 60-procentowy wzrost zapotrzebowania na energię. Jednocześnie jednak staje się ona dobrem deficytowym.

Wyższe ceny energii, zagrożenia dla bezpieczeństwa dostaw i zmiany klimatu Europy, zmuszają nas do działań obronnych. Jedną z form takiej obrony jest wdrażanie zrównoważonego systemu energetycznego. System taki charakteryzuje się następującymi zasadami:

- zaspokojenie potrzeb
- bezpieczeństwo energetyczne
- ochrona środowiska
- konkurencyjność gospodarki

Różnice pomiędzy systemami: konwencjonalnym i zrównoważonym pokazano w tabeli 1.

Tabela 1: Porównanie konwencjonalnego i zrównoważonego systemu energetycznego

Konwencjonalny System Energetyczny	Zrównoważony System Energetyczny
Nacisk na wzrost PKB	Nacisk na perspektywiczne cele ekonomiczne i środowiskowe
Klasyczne rozwiązania technologiczne i organizacyjne	Nowe technologie w zakresie wytwarzania i zarządzania
Przewaga paliw kopalnych	Wzrost wykorzystania OZE
Zyski wynikające z działania na rynkach zmonopolizowanych	Działania na rynkach konkurencyjnych
Całkowite pomijanie kosztów zewnętrznych	Rosnący nacisk na uwzględnianie kosztów zewnętrznych (strat środowiskowych)
Działanie na rynku wewnętrznym chronionym przez państwo	Działanie na rynkach międzynarodowych o jednakowych regułach konkurencji

Źródło: Wach Edmund (2008)

W zrównoważonym systemie energetycznym węzłową rolę odgrywają odnawialne źródła energii (OZE). Ich rozwój i stopniowe eliminowanie źródeł kopalnych (węgiel, ropa, gaz) ma doprowadzić do redukcji stężenia gazów cieplarnianych w atmosferze. W tabeli 2 przedstawiono wzrost stężenia gazów cieplarnianych w latach 1750-2000.

Tabela 2: Wzrost stężenia gazów cieplarnianych w atmosferze

Nazwa gazu cieplarnianego	Symbol	Wzrost stężenia w atmosferze w latach 1750-200 [%]
Dwutlenek węgla	CO ₂	31
Metan	CH ₄	151
Podtlenek azotu	N ₂ O	17
Ozon	O ₃	35

Źródło: prezentacja A. Grzybek (2010)

Zadanie ograniczenia stężenia gazów cieplarnianych jest trudne, gdyż ma nastąpić przy równoczesnym wzroście produkcji energii. Na szczycie Rady Europejskiej, 8-9 marca 2008r. przyjęto plan działań integrujący politykę klimatyczną i energetyczną Wspólnoty. W wyniku jego realizacji, ma zostać ograniczony wzrost średniej globalnej temperatury o więcej niż 2 °C powyżej poziomu sprzed okresu uprzemysłowienia oraz zmniejszone zagrożenie wzrostem cen i ograniczoną dostępnością do ropy i gazu.

Przyjęto nowe cele dla UE (tzw. 3 x 20):

- zmniejszenie emisji gazów cieplarnianych do 2020r. co najmniej o 20% w porównaniu do roku 1990
- racjonalizacja wykorzystania energii, a w konsekwencji ograniczenie jej zużycia o 20%
- zwiększenie udziału energii produkcyjnej z OZE do 20% (dla Polski – 15%) całkowitego zużycia średnio w UE w 2020 roku – osiągnięcie co najmniej 10% udziału biopaliw w sprzedaży paliw transportowych w roku 2020.

Podobnie jak na całym świecie, postawiono więc w UE na zdecydowany rozwój energetyki odnawialnej. Rozwój ten może nastąpić m.in. poprzez realizację następujących zadań:

- uzyskanie nowoczesnych, wysokowydajnych i tanich technologii produkcji energii elektrycznej i ciepłej z OZE;
- wdrożenie tych technologii do praktyki

Powyższych zadań nie można zrealizować bez znacznego zaangażowania światowego potencjału B+R+W. W UE uruchomiono w tym celu szereg mechanizmów wspomagających, do których m.in. można zaliczyć następujące:

- państwowe
 - fundusz termo-modernizacyjny;
 - fundusz ochrony środowiska;
 - budżet i środki samorządowe;
- wspólnotowe
 - programy ramowe;
 - mechanizm wspólnych wdrożeń oraz zielonych inwestycji;
 - fundusz spójności oraz fundusze strukturalne;
 - programy operacyjne (infrastruktura i środowisko, innowacyjna gospodarka, kapitał ludzki);
 - dopłaty do upraw roślin energetycznych;

Rozwój energetyki odnawialnej na świecie.

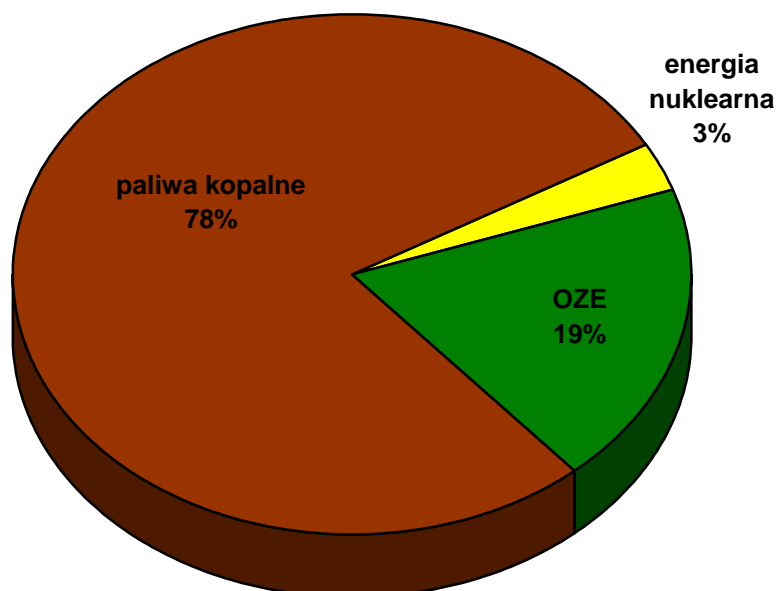
Do odnawialnych źródeł energii zaliczamy m.in.: wiatr, słońce, wodę, biomasę, biogaz, a także ciepło skumulowane w skorupie ziemskiej (źródła geotermalne). Znane dziś technologie, pozwalają uzyskiwać z tych źródeł zarówno energię cieplną jak też elektryczną.

W dotychczasowym rozwoju OZE poważną przeszkodę stanowią 2 elementy:

- Wysokie koszty inwestycyjne
Poważną przeszkodą w popularyzacji OZE są wysokie koszty początkowe w porównaniu z konwencjonalnymi cyklami paliwowymi, zwłaszcza że na ogół nie są w nich uwzględniane kategorie kosztów zewnętrznych.
- Ryzyko innowacyjności.
Technologie OZE podobnie jak inne technologie innowacyjne traktowane są przez inwestorów, organy administracji i użytkowników w kategoriach podwyższonego ryzyka. Jest to typowy objaw braku zaufania do nowych idei, oraz braku dostatecznej wiedzy o aktualnym potencjale technicznym i ekonomicznym branży.

W ostatnich latach obserwuje się szybki globalny wzrost produkcji energii. W roku 2009 nastąpił w stosunku do roku 2008 wzrost o 7%. Udział OZE w globalnej produkcji przedstawiono na rys.1.

Rys. 1 Udział OZE w globalnej produkcji energii w 2008 r.



Z 19-procentowego udziału OZE w globalnej produkcji energii, jednak aż 13% przypadało na tradycyjne formy produkcji energii cieplnej z biomasy, używanej głównie do gotowania i ogrzewania. Udział dużych elektrowni wodnych stanowił około 3,2%, biopaliwa - 0,6%, inne technologie o wyższym poziomie technicznym – około 2,1%. Bardzo znaczny postęp techniczny i wzrost produkcji energii ze źródeł odnawialnych, uzyskano w roku 2009. Odpowiednie liczby przedstawiono w tabeli 3.

Moc elektryczna zainstalowana na koniec 2009r. w skali globalnej wyniosła dla OZE 1230 GW i stanowiła ok. $\frac{1}{4}$ energii ogółem (ok. 4800 GW). W tabeli 4 przedstawiono podział tej mocy na: świat, kraje rozwijające się, EU-27, oraz czołówkę 6 krajów, ze wskazaniem rodzajów źródeł energii.

Tabela 3: Zainstalowana energia ze źródeł odnawialnych na koniec 2009r.

Lp.	Rodzaj energii	Jednostka miary	Energia dodana w roku 2009	Stan na koniec 2009r.
1.	Energia elektryczna	GW		
	1.1. Energia wiatru	"-	38	159
	1.2. Małe hydroelektrownie <10 MW	"-	2-4	60
	1.3. Biomasa	"-	2-4	54
	1.4. Ogniwa fotowoltaiczne	"-	7	21
	1.5. Energia geotermalna	"-	0,4	11
	1.6. Energia słoneczna	"-	0,2	0,6
	1.7. Energia oceaniczna (przyływy)	"-	---	0,3
	1.8. Hydroelektrownie (wszystkie wielkości)	"-	31	980
2.	Energia ciepła	GW		
	2.1. Spalanie biomasy	"-	•	270
	2.2. Kolektory słoneczne	"-	35	180
	2.3. Energia geotermalna	GW	•	60
3.	3.1. Produkcja etanolu	bilans litrów w roku	9	76
	3.2. Produkcja biodiesla	"-	5	17

Tabela 4: Odnawialna energia elektryczna zainstalowana na koniec 2009r. [GW]

Technologia	Świat	Kraje rozwijające się	EU-27	Chiny	USA	Niemcy	Hiszpania	Indie	Japonia
Energia wiatru	159	40	75	25,8	35,1	25,8	19,2	10,9	2,1
Małe hydroelektrownie <10 MW	60	40	12	33	3	2	2	2	4
Biomasa	54	24	16	3,2	9	4	0,4	1,5	0,1
Sieci energii PV	21	0,5	16	0,4	1,2	9,8	3,4	0	2,6
Energia geotermalna	11	5	0,8	0	3,2	0	0	0	0,5
Energia słoneczna(CSP) skoncentrowana	0,7	0	0,2	0	0,5	0	0,2	0	0
Energia oceanów (elektrownie pływowe)	0,3	0	0,3	0	0	0	0	0	0
Razem (tylko małe hydroelektrownie)	305	110	120	62	52	42	25	14	9
Wszystkie hydroelektrownie	980	580	127	197	95	11	18	37	51
Ogółem	1230	650	246	226	144	51	41	49	56

Źródło: Renewables 2010 Global Status Report

Jak wynika z powyższej tabeli największy potencjał energetyczny w dużych hydroelektrowniach posiadają kraje rozwijające się, a następnie Chiny, USA i Japonia a także Kanada i Brazylia.

Chiny i USA znajdują a się nadal na czele jeśli pominiemy duże hydroelektrownie. Wśród czołowych producentów energii z OZE znajdują się wówczas także Niemcy i Hiszpanie. Chiny zawdzięczają swoją wysoką pozycję licznym małym hydroelektrowniom oraz siłowniom wiatrowym.

W dalszym ciągu opracowania przedstawiono bardziej szczegółowo rozwój energetyki światowej na bazie wybranych odnawialnych źródeł energii: wiatru, biomasy, wody, ogniw fotowoltaicznych.

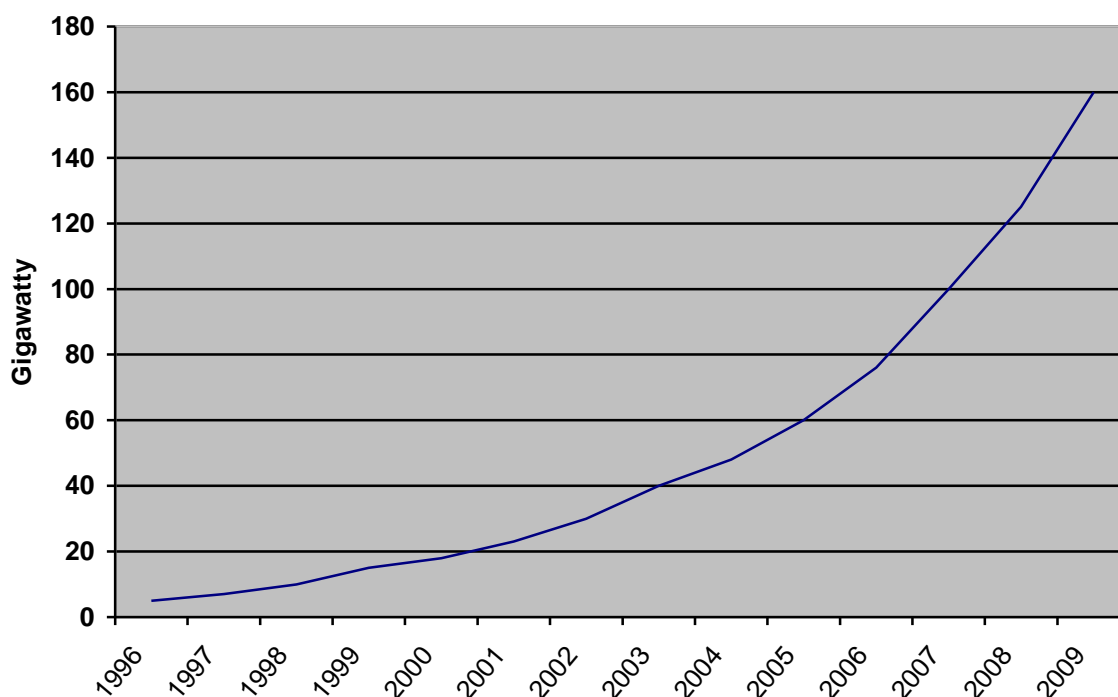
Energia wiatrowa

Pomimo światowego kryzysu ekonomicznego, nowe instalacje energii wiatrowej osiągnęły w roku 2009 rekordową wielkość 38 GW mocy. Jest to o 41% więcej niż w roku 2008. Globalna moc zainstalowana osiągnęła 159 GW.

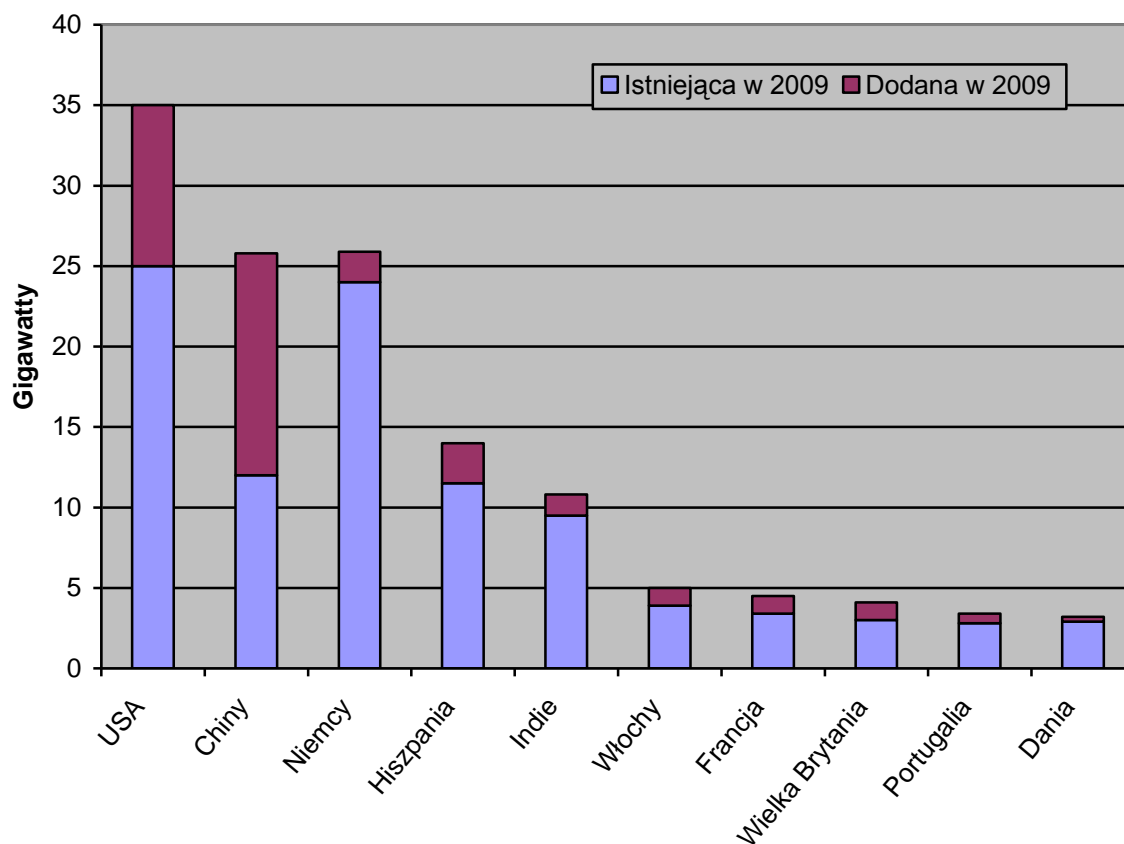
Największy wzrost odnotowano w Chinach (13,8%) i USA (10%).

W ciągu 10 ostatnich lat ilość instalacji wiatrowych mierzona w jednostkach mocy zainstalowanej, wzrosła 10 krotnie. Ilustruje to rys. 2. Czołowych 10 producentów z energii wiatrowej pokazano na rys. 3.

Rysunek 2. Przyrost globalny mocy zainstalowanej z siłowni wiatrowych w latach 1996 – 2009



Rysunek 3. Moc z elektrowni wiatrowych zainstalowana do końca 2009 r. u 10-ciu czołowych producentów na świecie



Jak widać z wykresu, wśród kontynentów czołową rolę w energetyce wiatrowej odgrywają: Ameryka Północna, Europa i Azja. Kilka krajów europejskich zaspakaja w znacznej części swoje potrzeby energetyczne energią wiatrową. Wg danych z 2009 r. należą do nich m.in.:

- Dania – 20,0%
- Hiszpania – 14,3%
- Portugalia – 11,4% (2008 r.)
- Irlandia – 9,3% (2008 r.)
- Niemcy – 6,5%

Są to kraje nadmorskie, gdzie panują najlepsze warunki do uruchamiania siłowni wiatrowych.

Aktualnie nowe inwestycje są projektowane w Afryce: Kenia, Tanzania, Etiopia oraz w Ameryce Południowej: Argentyna, Peru, Urugwaj. Należy więc przypuszczać, że energia wiatrowa będzie wkrótce liczącym się źródłem energii na świecie.

Biomasa

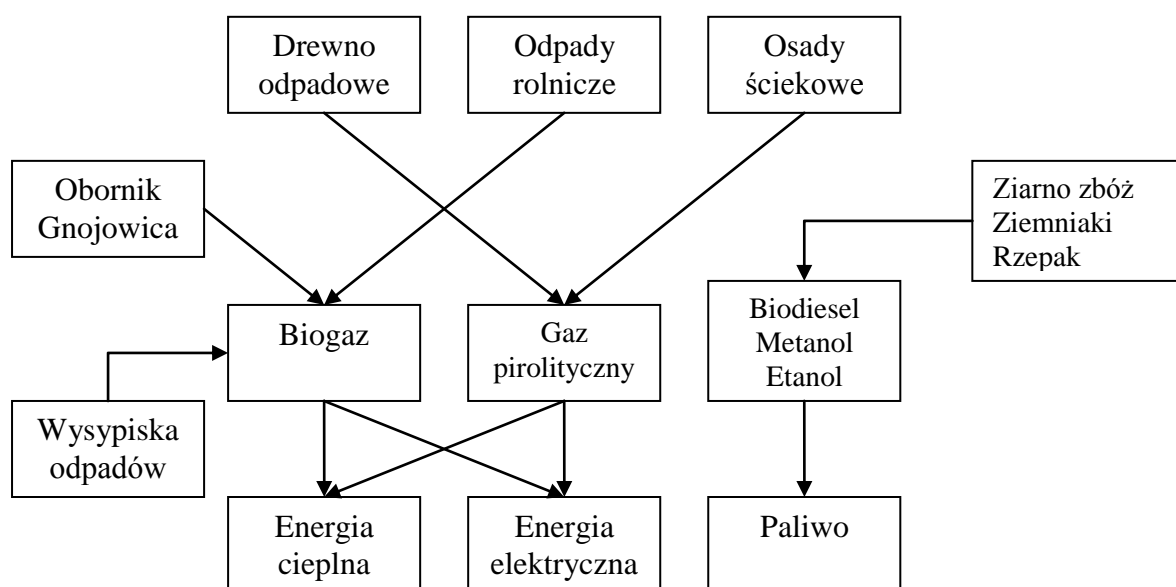
Biomasa oceniana jest aktualnie jako największe źródło energii odnawialnej na świecie. Szacuje się, że stanowi ona około 14% energii pierwotnej. Na rys. 4 przedstawiono schematycznie główne źródła pochodzenia biomasy oraz produkty energetyczne, jakie można z niej wyprodukować.

W ostatnich latach wzrasta udział biomasy w produkcji energii. Dotyczy to zwłaszcza grupy krajów europejskich i części krajów rozwijających się, w tym Chin oraz Indii. Globalnie na koniec 2009 r.

zarejestrowano moc 54 GW. W roku 2007 wyliczono, że ponad 34% energii elektrycznej z biomasy stałej wygenerowano w krajach OECD co stanowiło 42 TWh energii.

Drugim dużym producentem OECD okazała się Japonia – 16 TWh, a trzecim Niemcy – 10 TWh. W Niemczech i Wielkiej Brytanii szybko wzrasta wielkość energii wygenerowanej przez współspalanie biomasy roślinnej. Dotyczy to właściwie całej UE (5).

Rys. 4. Surowce energetyczne i produkty rynkowe pozyskiwane z biomasy.



Energia z biomasy wzrasta także znacząco w kilku rozwijających się krajach takich jak: Brazylia, Kostaryka, Indie, Meksyk, Tanzania, Tajlandia i Urugwaj. W Chinach nastąpił 14% przyrost energii z biomasy i osiągnął 3,2 GW. Plany przewidują dalszy wzrost – do 30GW w roku 2020. Indie wygenerowały w roku 2008 1,9 TWh energii elektrycznej ze stałej biomasy.

Są to tylko wybrane przykłady pokazujące wzrost zainteresowania biomasą na świecie, jako źródłem energii odnawialnej. Postęp ten dotyczy nie tylko produkcji energii elektrycznej ale także ciepłej oraz biopaliw.

Wytwarzanie energii elektrycznej z biogazu jest najbardziej rozpowszechnione w krajach OECD (30 TWh w roku 2008). Ale także inne rozwijające się kraje produkują energię elektryczną na bazie biogazu. Należą do nich: Malezja i Tajlandia, która prawie dwukrotnie zwiększyła swój potencjał energetyczny w roku 2009 (około 51 MW).

Energia wody

Hydroelektrownie dostarczyły około 16% globalnej energii elektrycznej w 2008 roku. W przybliżeniu 31 GW mocy przybyło w roku 2008 oraz prawie 31 GW – w roku 2009. Większy przyrost odnotowały tylko elektrownie wiatrowe.

Największy przyrost energii z wody odnotowały Chiny podwajając w latach 2004 – 2009 wielkość mocy zainstalowanej. W roku 2009 dodały 23 GW kończąc ten rok z 197 GW. Stany Zjednoczone osiągnęły 81 GW, Brazylia – 76 GW, Kanada – 74 GW na koniec 2008 r. plus 4 GW na początku roku 2010 r.

W Europie w ciągu 2009 roku znacznie wzrosła moc zainstalowana w wielu krajach, a szczególnie:

- Norwegia – 270 MW
- Wielka Brytania – 100 MW
- Słowenia – 43 MW
- Austria – 525 MW (w elektrowniach pompowo – szczytowych)

Znaczny rozwój małych i dużych elektrowni wodnych następuje w krajach rozwijających się takich jak: Indie, Malezja, Rosja, Turcja, Wietnam i wiele innych.

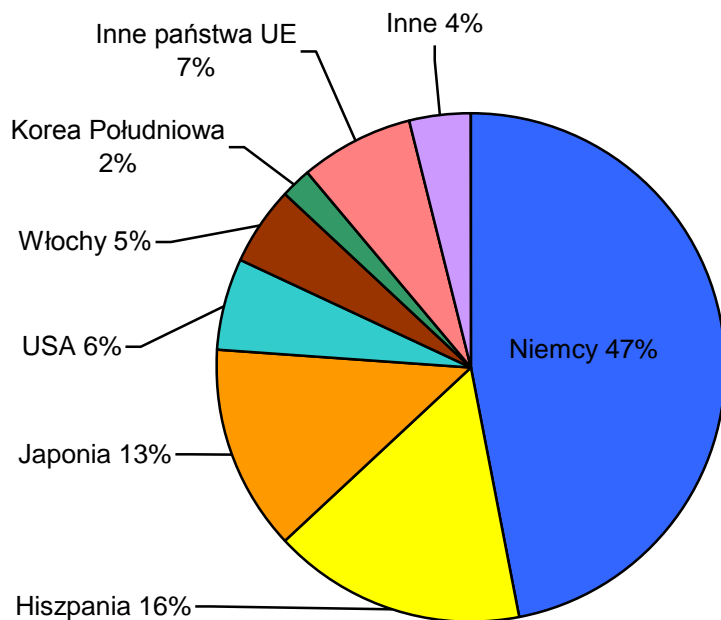
W skali globalnej, jak podano w tabeli 3 moc zainstalowana w hydroelektrowniach na koniec 2009 r. wynosiła 980 GW, z czego w małych hydroelektrowniach (poniżej 10 MW) – 60 GW.

Ogniwa fotowoltaiczne

Energia elektryczna z wykorzystaniem ogniw fotowoltaicznych produkowana jest w ponad 100 krajach. Jest to skutek znacznego postępu technologicznego na świecie, co w efekcie przynosi znaczne zmniejszenie kosztów produkcji. W latach 2004 – 2009 średnioroczny przyrost mocy elektrycznej wyniósł około 60%. Szacunkowo około 7 GW mocy zainstalowanej (podłączonej do sieci), przybyło w roku 2009 dając moc 21 GW. Do tego około 3 – 4 GW było niepodłączone do sieci.

Sześciu czołowych producentów energii elektrycznej z zastosowaniem ogniw PV pokazano na rys. 5.

Rysunek 5. Udział czołowych 6-ciu krajów w produkcji globalnej energii elektrycznej z ogniw PV



Z analizy przedstawionych materiałów wynika, że najbardziej dynamicznie rozwijającymi się źródłami energii odnawialnej w przypadku energii elektrycznej, są: woda, wiatr, biomasa. W ostatnich latach na skutek postępu technologicznego, szybko rozwija się energetyka na bazie ogniw PV.

Energia ciepła bazuje przede wszystkim na spalaniu biomasy i kolektorach słonecznych. Znaczący rozwój uwidocznił się w produkcji energii z biomasy przetwarzanej na **biogaz**. W krajach gospodarczo rozwiniętych początkowo rola biogazowni polegała na utylizacji uciążliwych odpadów rolniczych. Wraz z rozwojem bardziej zaawansowanych technologii, skupiono się na wykorzystywaniu biogazu do produkcji ciepła i energii elektrycznej z dostępnych substratów. Okazało się, że biogazownie należą do najbardziej wydajnych instalacji. Przy generatorach o podobnej mocy, biogazownia w ciągu roku wytwarza 4 x więcej energii od siłowni wiatrowej. Należy się więc liczyć z tym, że w najbliższych latach wydatnie wzrośnie produkcja biogazu a także prace nad doskonaleniem technologii instalacji kogeneracyjnych do produkcji energii elektrycznej i ciepłej z biogazu.

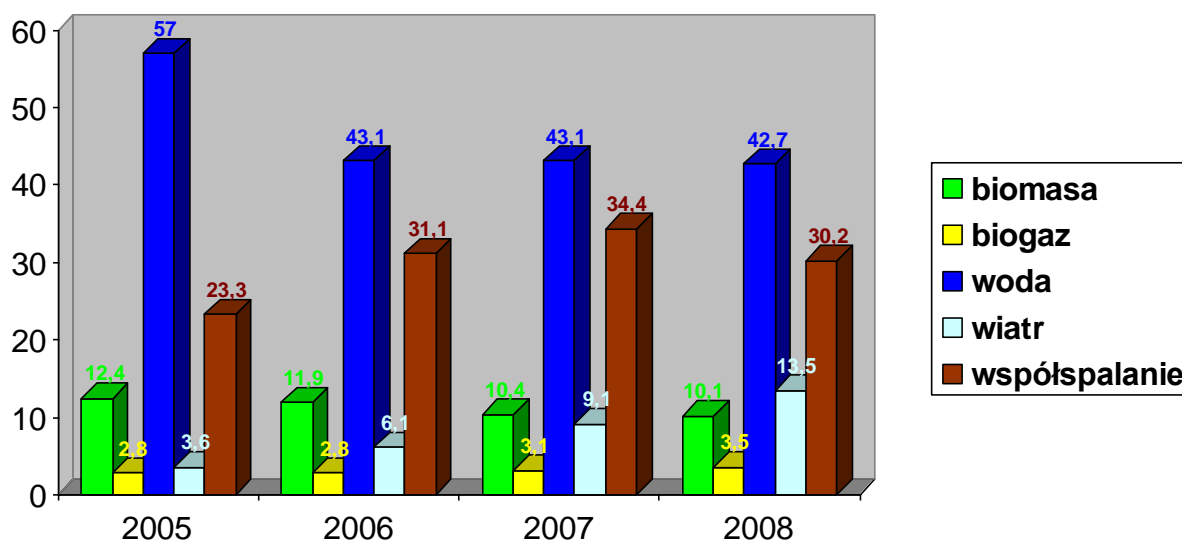
Energetyka odnawialna w Polsce.

Polska swój cel w zakresie rozwoju wykorzystania odnawialnych źródeł energii, przyjęła na mocy traktatu akcesyjnego, zobowiązując się że w roku 2010, w krajowym bilansie zużycia energii elektrycznej brutto 7,5% energii pochodzić będzie ze źródeł odnawialnych. Państwa członkowskie UE przyjęły cele w zakresie OZE na mocy dyrektywy unijnej 2001/77/WE. Jest to tzw. cel indykatywny. Cel obligatoryjny dla Polski, to 15% energii z OZE w roku 2020.

Tymczasem w sierpniu 2010r. szacowano [x] stan realizacji celu indykatywnego na ok. 70%. Udział energii odnawialnej w krajowym zużyciu energii elektrycznej brutto wyniósł ok. 5,5%. Wszystkie źródła OZE wygenerowały około 8,6 TWh energii elektrycznej, przy zużyciu energii elektrycznej brutto na poziomie 199 TWh.

Większość energii z OZE pochodzi z dużych systemowych elektrowni stosujących współspalanie. Współspalanie biomasy z węglem w elektrowniach systemowych i w elektrociepłowniach stanowi w Polsce 4,2 TWh. Ponadto z elektrowni wodnych mamy 2,4 TWh a z wiatru – 1 TWh energii elektrycznej. Spełnienie celu obligatoryjnego (15% w roku 2020) unijnej i krajowej polityki energetycznej wymaga więc bardzo przyspieszonego rozwoju wszystkich rodzajów źródeł energii odnawialnej. Na rys. 6 przedstawiono jak kształtowała się w Polsce produkcja energii elektrycznej z OZE w latach 2004-2008.

Rys.6 Produkcja energii elektrycznej z OZE w Polsce w latach 2004-2008 [%]



Z przedstawionych na rysunku danych wynika, że najmniejszy udział OZE w produkcji energii przypada na wiatr i biogaz. Jednakże w ostatnich 2 latach największy przyrost mocy zainstalowanej z OZE, odnotowano właśnie z siłowni wiatrowych. Widać to zresztą gołym okiem podróżując po Polsce. Postęp w przyroście mocy instalowanej z OZE w latach 2005-2010 przedstawiono dla głównych źródeł OZE w tabeli 5.

Tabela 5: Moc zainstalowana OZE w latach 2005-2010 w Polsce

Lp.	Rodzaje OZE	Moc zainstalowana [MW]			
		2005	2006	2007	2010
1.	Biomasa	189,8	252,8	255,0	252,4
2.	Biogaz	31,9	36,8	46,0	69,2 (stan we wrześniu 2009r.)
3.	Wiatr	83,3	176,0	269,0	1005,5
4.	Woda	921,7	929,4	934,0	946,7
5.	Suma	1226,7	1395,0	1504,0	2273,8

Źródło: PIGEO (2010r.), A. Grzybek – prezentacje (2010r.)

W produkcji biogazu Polska zajmuje w UE miejsce pod koniec drugiej dziesiątki, pomimo że szeroko zakrojone prace badawcze i wdrożeniowe (patrz prace IBMER), prowadzono już w latach 60-tych i 70-tych ubiegłego wieku. Później, zostały jednak zahamowane i produkcja biogazu jest obecnie w Polsce, pomimo dużego potencjału słabo rozwinięta. W roku 2009 rząd przyjął program „Rozwój biogazowni rolniczych”, zakładając przy odpowiedniej pomocy finansowej, że do 2020 roku w każdej gminie powstanie przynajmniej jedna biogazownia.

2.3. Podsumowanie

Reasumując, przedstawione informacje pozwalają na stwierdzenie, że zarówno w skali globalnej jak też europejskiej, w ostatnich paru latach dokonuje się olbrzymi postęp w produkcji energii ze źródeł odnawialnych. W niniejszym opracowaniu nie rozwinięto dostatecznie tematów dotyczących takich źródeł energii odnawialnej jak geotermia, energia fal pływów morskich, pompy ciepła kolektory słoneczne, biopaliwa i szereg jeszcze innych. Będzie o nich mowa w innych bardziej szczegółowych opracowaniach prezentowanego cyklu wykładów. Na zakończenie przedstawię jeszcze jak Polska prezentuje się ze swoimi zobowiązaniami dotyczącymi rozwoju OZE, na tle wybranych krajów UE, OECD i innych krajów rozwijających się. Informacje na ten temat przedstawiono w tabeli 6.

Tabela 6: Udział wybranych krajów w produkcji energii z OZE w 2008r. oraz docelowo w Przyszłości

Kraj/region	Energia pierwotna (%)		Energia finalna (%)	
	w roku 2008	w przyszłości	w roku 2008	w przyszłości
Świat				
UE-27				
Austria	29,0		28,5	34 do r. 2020
Bułgaria	5,1		9,4	16 do r. 2020
Czechy	4,9	8,6-10,0 do r.2020	7,2	13,0 do r. 2020

Dania	18,0	20,0 do r. 2011	18,8	30 do r. 2025
Finlandia	25		30,5	38 do r. 2020
Niemcy	8,1	4 do r. 2010 18 do r. 2020 50 do r. 2050	8,9	18 do r. 2020
Portugalia	17,6		23,2	31 do r. 2020
Szwecja	32,0		44,4	49 do r. 2020
Polska	5,8	14 do r. 2020	7,9	15 do r. 2020
Anglia	2,6		2,2	15 do r. 2020
Albania		18 do r. 2020		
Korea Południowa	2,4	4,3 do r. 2015		
Chiny	9,9	10 do 2010		15 do r. 2020
Fidzi				100 do r. 2013
Palestyna				20 do r. 2012
Tonga				100 do r. 2013
Uganda		61 do r. 2017		

Jak widać zobowiązania Polski na tle innych krajów nie są ani kompromitująco niskie, ani też w porównaniu np. z krajami skandynawskimi czy Fidzi, zbyt wysokie. W bardzo dużym uproszczeniu rozwój produkcji OZE w Polsce, dla poszczególnych jej rodzajów można by określić następująco:

Energia elektryczna:

- Energia wiatrowa – oczekiwany jest duży przyrost mocy zainstalowanej.
- Biomasa – przede wszystkim układy biogeneracyjne, wykorzystanie odpadów komunalnych oraz plantacji roślin energetycznych.
- Biogaz – szybki rozwój biogazowni rolniczych, szersze wykorzystanie biogazu ze składowisk odpadów.
- Energetyka wodna – rozwój przede wszystkim małych elektrowni wodnych.
- Fotowoltaika – postęp technologiczny (zastąpienie płytek krzemowych innymi materiałami) spowoduje szybki rozwój tego źródła energii.
- Gazotermia – w miarę rozwiązań technologicznych.

Energia cieplna:

- Biomasa – przede wszystkim układy kogeneracyjne.
- Geotermia – w tym pompy ciepła - oczekiwany szybki rozwój.
- Korektory słoneczne – oczekiwany bardzo duży rozwój.

Literatura

1. Renewables 2010 Global Status Report(REN 21)
2. A.Grzybek: Odnawialne Źródła Energii-rękopis, ITP 2010r.
3. PIGEO: Odnawialne Źródła Energii-strona internetowa(sierpień 2010)
4. U.Gołębiowska, W.Gostomczyk i inni: Odnawialne Źródła Energii, Koszalin 2009, wyd. książkowe.
5. Res-barometer, 2008