



Energia elektryczna ze źródeł odnawialnych – ocena możliwości poprawy wykorzystania istniejących technologii.

Prezentacja seminaryjna 2008.03.29

prowadzący seminarium
dyplomowe:

prof. Marian Dubowski

autor pracy: **Kulesza Grzegorz**

kierunek: ***Elektrotechnika***

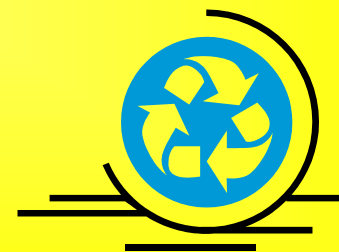
specjalność: ***PiUEE***

promotor: dr in. **Adam Ruszczyk**

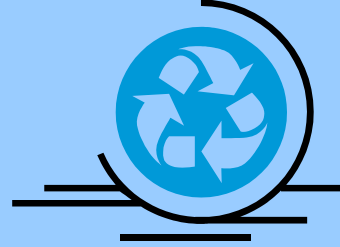
Zakres pracy dyplomowej



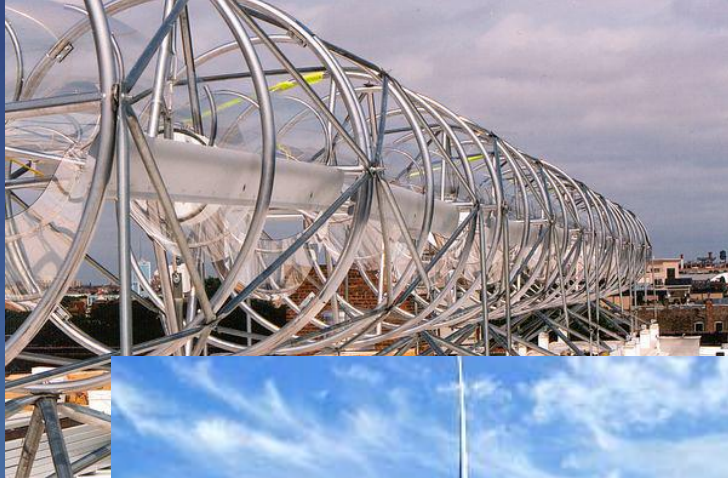
1. Przegląd rozwiązań wykorzystujących energię wiatru i słońca do wytwarzania energii elektrycznej
2. Ocena efektywności wytwarzania energii na przykładzie istniejącej elektrowni wodnej lub wiatrowej
3. Metody poprawy efektywności wykorzystania istniejących rozwiązań generatorów indukcyjnych
4. Wnioski końcowe



Energia wiatru



- **Wiatr jest to ruch powietrza atmosferycznego o przeważającej składowej poziomej, który powstaje w skutek nierównomiernego rozkładu ciśnienia atmosferycznego w różnych punktach powierzchni Ziemi.**
- **Energia wiatru jest pochodzenia słonecznego (1÷2% energii docierającej do powierzchni ziemi, co odpowiada mocy 2700 TW), przy czym wpływ na jego kierunek ma również ruch wirowy Ziemi (siła Coriolisa) oraz prądy morskie.**
- **Wypadkowy ruch mas powietrza jest wywołany zatem łącznym działaniem różnych czynników atmosferycznych, w efekcie czego wiatr charakteryzuje się różnym kierunkiem i intensywnością.**
- **Elektrownie wiatrowe charakteryzują się znacznym potencjałem. Wykorzystują moc wiatru przy prędkości w granicach od 4 do 25 m/s. Światowe zasoby wiatru nadające się do wykorzystania z technicznego punktu widzenia to 53 000 TW*h/rok. Stanowi to równoważność czterokrotnego zużycia energii elektrycznej w 1998 roku.**
- **Według danych z 2001 roku w krajach UE moc elektrowni wiatrowych wynosiła 13 606 MW.**



Energia wiatru

- Parlament Europejski w dniu 2001.06.04 przyjął dyrektywę dotyczącą źródeł odnawialnych, w której zawarł po raz pierwszy poparcie dla energetyki wiatrowej.
- Moce elektrowni wiatrowych zawierają się w granicach od kilku kilowatów do kilku megawatów. Typowe moce to 180 kW, 370 kW, 600 kW, 1000 kW i 1500 kW, w nowszych rozwiązaniach nawet 2÷3 MW
- Największe dotychczas elektrownie wiatrowe osiągnęły moce 4 MW (USA) i 3MW (Niemcy, Szwecja).
- Turbina wiatrowa o mocy 1 MW usytuowana w miejscu o średnim nasileniu wiatrów produkuje rocznie 2,3 mln kW*h energii, co zaspokaja potrzeby 600 gospodarstw.
- Elektrownie wiatrowe budowane wewnątrz lądu mają czas użytkowania mocy zainstalowanej od 500 do 1500 godzin rocznie, na wybrzeżach morskich – od 2000 do 3000, a na morzach około 3500 godzin rocznie.
- Oprócz dużych elektrowni wiatrowych istnieje zapotrzebowanie na elektrownie małe, o górnej granicy mocy zainstalowanej wynoszącej 50 kW, gdzie produkcja energii przeznaczona była by na potrzeby własne.

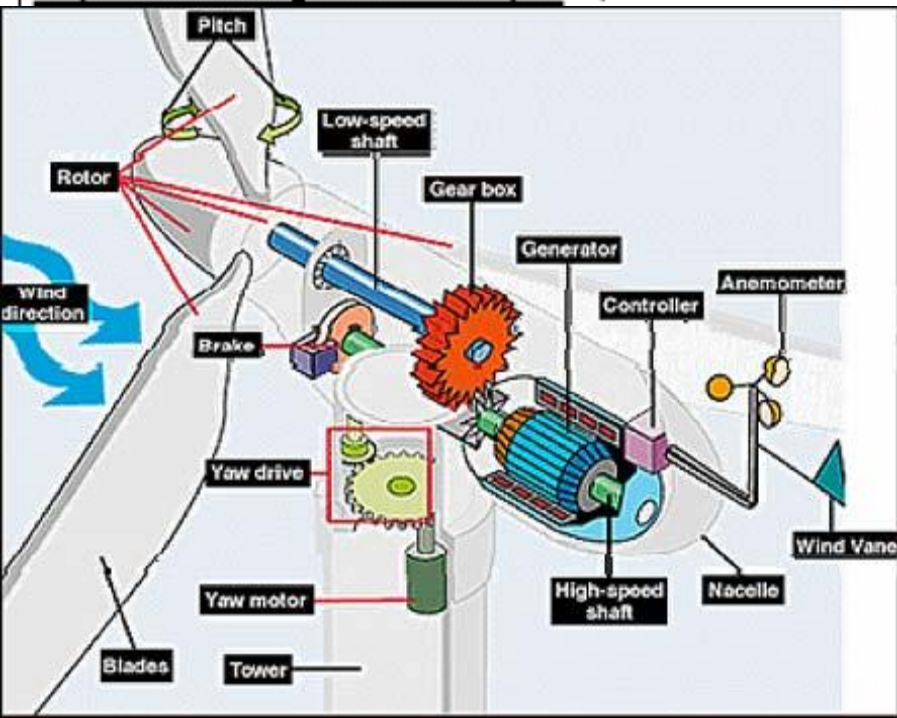
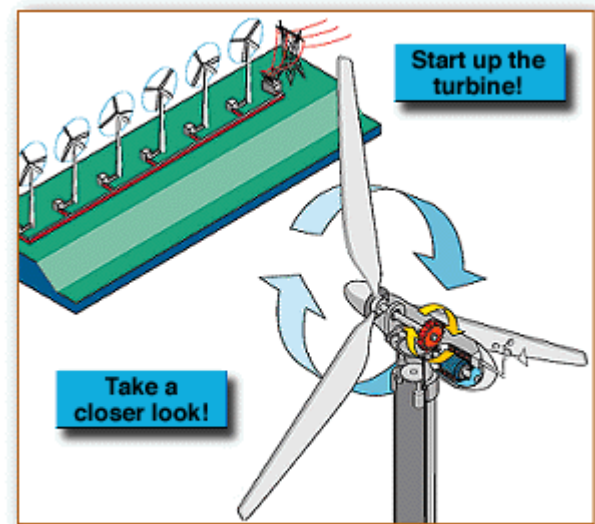
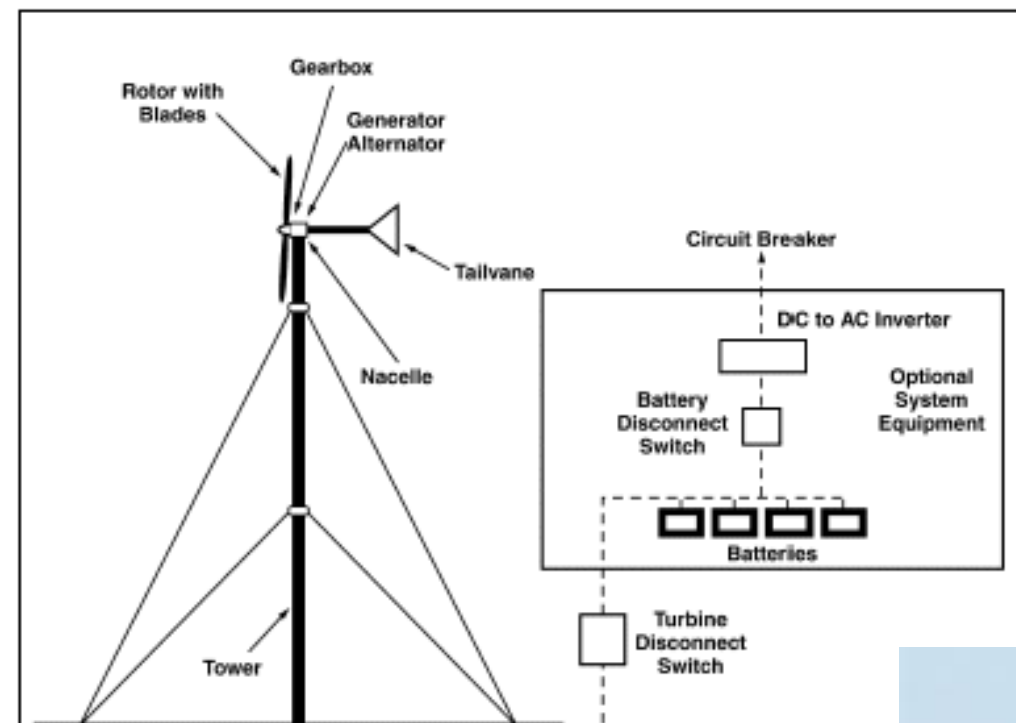




Energetyka wiatrowa w Polsce

- W Polsce energetyka wiatrowa dopiero zaczyna się rozwijać.
- Średnia prędkość wiatru wynosi u nas latem 2,8m/s a zimą 3,8 m/s. Tak zwana 1-sza klasa zasobów energetycznych wiatru obejmuje Pomorze i północno-wschodnie krańce Suwalszczyzny. Średnia (w skali roku) prędkość wiatru (na wysokości 50 m nad powierzchnią Ziemi) osiąga tam nawet 7 m/s, co daje dość duże możliwości energetyczne, gdyż energia uzyskana z wiatru jest wprost proporcjonalna do trzeciej potęgi jego prędkości.
- Równie korzystne są tereny Wybrzeża Kaszubskiego, Pobrzeża Słowińskiego z wyspą Uznam.
- Na terenie Polski pierwszym znanym źródłem pisemnym o wiatrakach jest pozwolenie z 1271 roku na budowę „młyna wietrznego” w Białym Buku.
- Pierwsza turbina wiatrowa w Polsce o mocy 150 kW została zbudowana i rozpoczęła pracę w 1991 roku w Lisewie koło Żarnowca, woj.. Pomorskie (dar Duńczyków)
- Obecnie możliwości produkcyjne w polskiej energetyce wiatrowej to 60MW (do końca 2005r.). Dla porównania w Niemczech jest to 4500 MW.





Rozmieszczenie największych elektrowni w Polsce



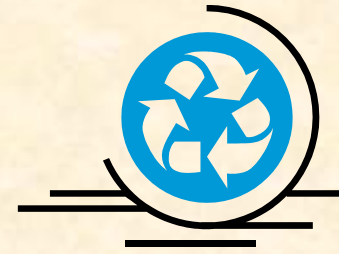


Zalety i wady energetyki wiatrowej

Elektrownie wiatrowe umożliwiają:

- znaczne zredukowanie zanieczyszczenia środowiska,
- zmniejszenie zużycia energii ze źródeł nieodnawialnych
- zagospodarowanie nieużytków (rozmieszczenie elektrowni wiatrowych na terenach niezurbanizowanych)
- stworzenie nowych miejsc pracy
- oszczędności na surowcach, gdyż energia wiatru jest bezpłatna
- zbudowanie jednej elektrowni wiatrowej o mocy 300 kW zmniejsza w środowisku emisję skali rocznej odpowiednio SO_2 o 7 ton, NO_x o 5 ton, CO_2 o 1000 ton i popiołów o 60 ton.
- duże rozproszenie elektrowni,
- Wprowadzanie zakłóceń do sieci energetycznych ze względu na zmienność wiatru, zarówno jego prędkości (zmiany dobowe i roczne), jak i kierunku,
- Wysoki poziom hałasu wywołanego pracą turbin, także wytwarzanie szkodliwych ultradźwięków, szczególnie w starszych rozwiązaniach konstrukcyjnych,
- Zakłócanie fal ultradźwiękowych,
- Konieczność stosowania akumulatorów energii (cykliczność pracy),
- Zakłócenie krajobrazu (nieestetyczne wieże turbin wiatrakowych),
- Zagrożenie dla ptaków,
- Wysokie koszty inwestycyjne

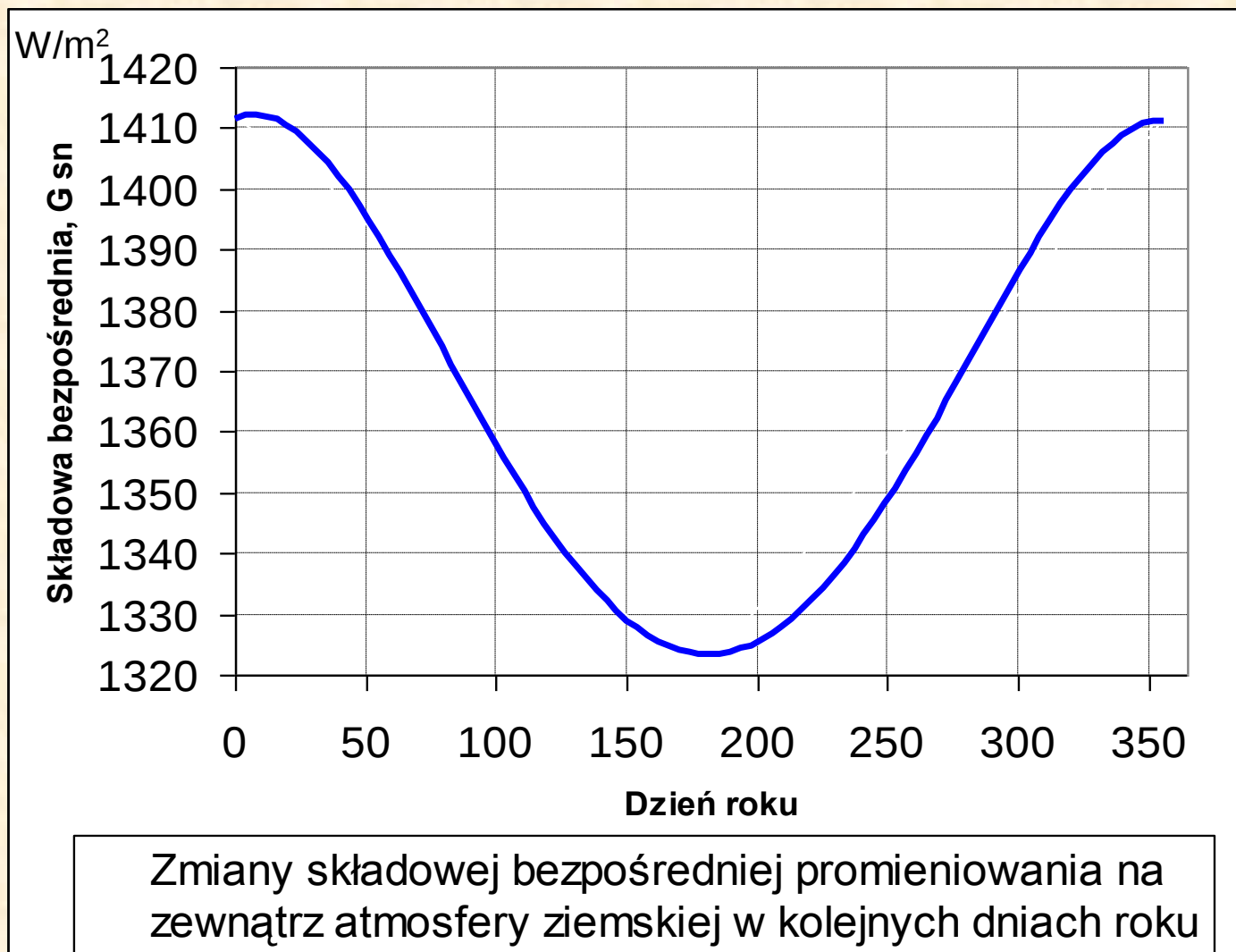
Energia słońca



- Źródłem energii promieniowania słonecznego są procesy nuklearne syntezy jąder wodoru w jądrze Słońca. Masa słońca to $1,991 \cdot 10^{30} \text{kg}$, która ciągle maleje, jednak nie spowoduje to dla naszej egzystencji istotnych zmian przez kilka kolejnych miliardów lat.
- Słońce wysyła fale promieniowania we wszystkich kierunkach.
- Najwięcej energii przypada na fale o długości $0,35 \div 0,75 \mu\text{m}$ czyli zakres promieniowania widzialnego.
- Całkowitą moc promieniowania wysyłaną przez Słońce w przestrzeń kosmiczną przyjmuje się na $3,816 \cdot 10^{26} \text{W}$
- Energia która dociera do Ziemi (część zostaje odbita, rozproszona, oraz zaabsorbowana) przekracza 10 000 krotne zapotrzebowanie ludzkości na energię obecnie.
- Średnią (w ciągu roku kalendarzowego) gęstość strumienia promieniowania słonecznego padającego na powierzchnię płaską, ustawioną prostopadle do kierunku promieni , na zewnątrz atmosfery ziemskiej określa się mianem stałej słonecznej $G_{sc} = 1367 \text{W/m}^2$.



Przebieg zmian gęstości strumienia promieniowania na zewnątrz atmosfery ziemskiej w kolejnych dniach roku



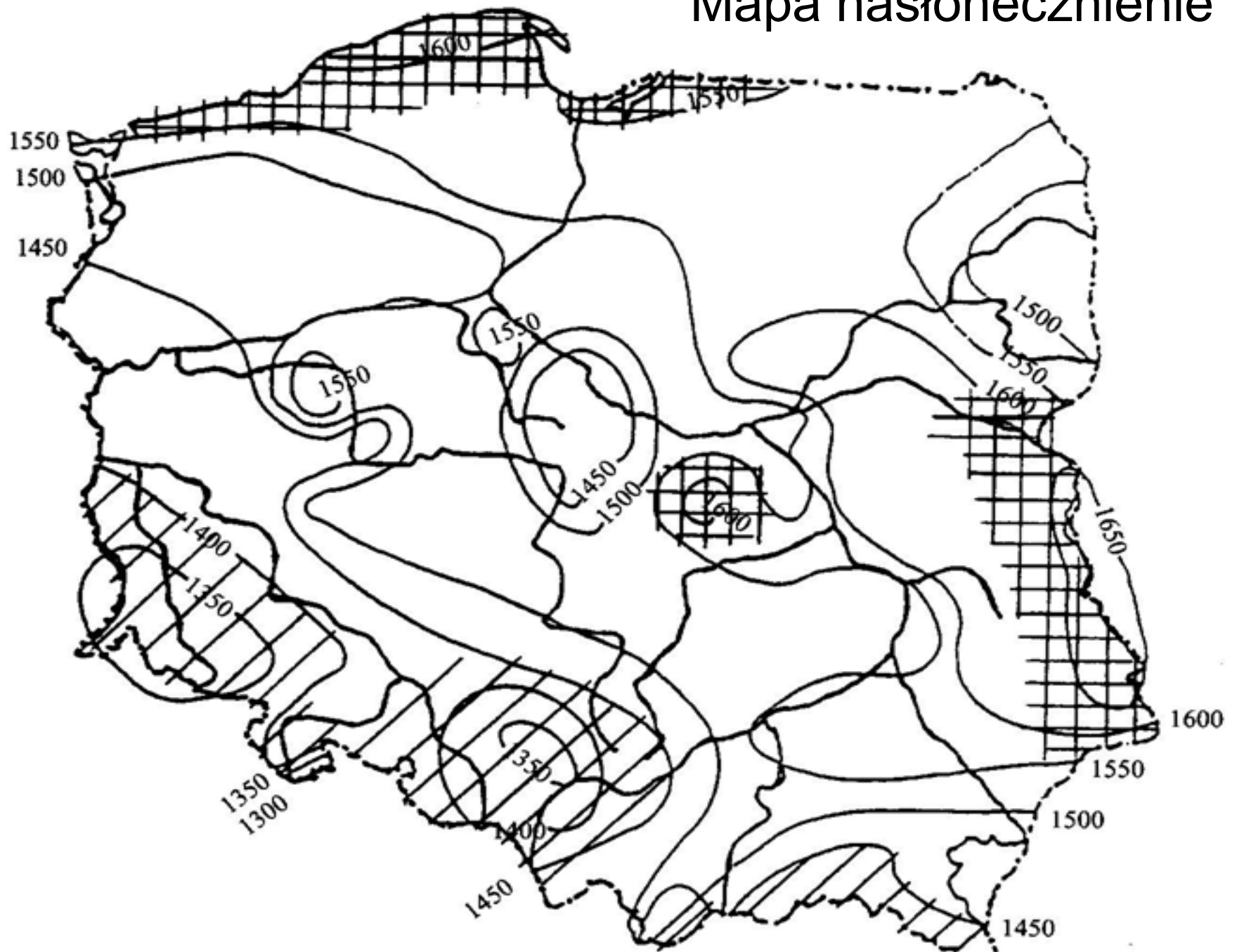


Nasłonecznienie roczne na wybranych szerokościach geograficznych

Szerokość geograficzna	Nasłonecznienie roczne kW*h/m
0° - Równik	2200
23,5 ° - Zwrotnik Raka	1900
45 °	1500
52 ° - Polska Centralna	1400
66,5 ° - Koło podbiegunowe	1200

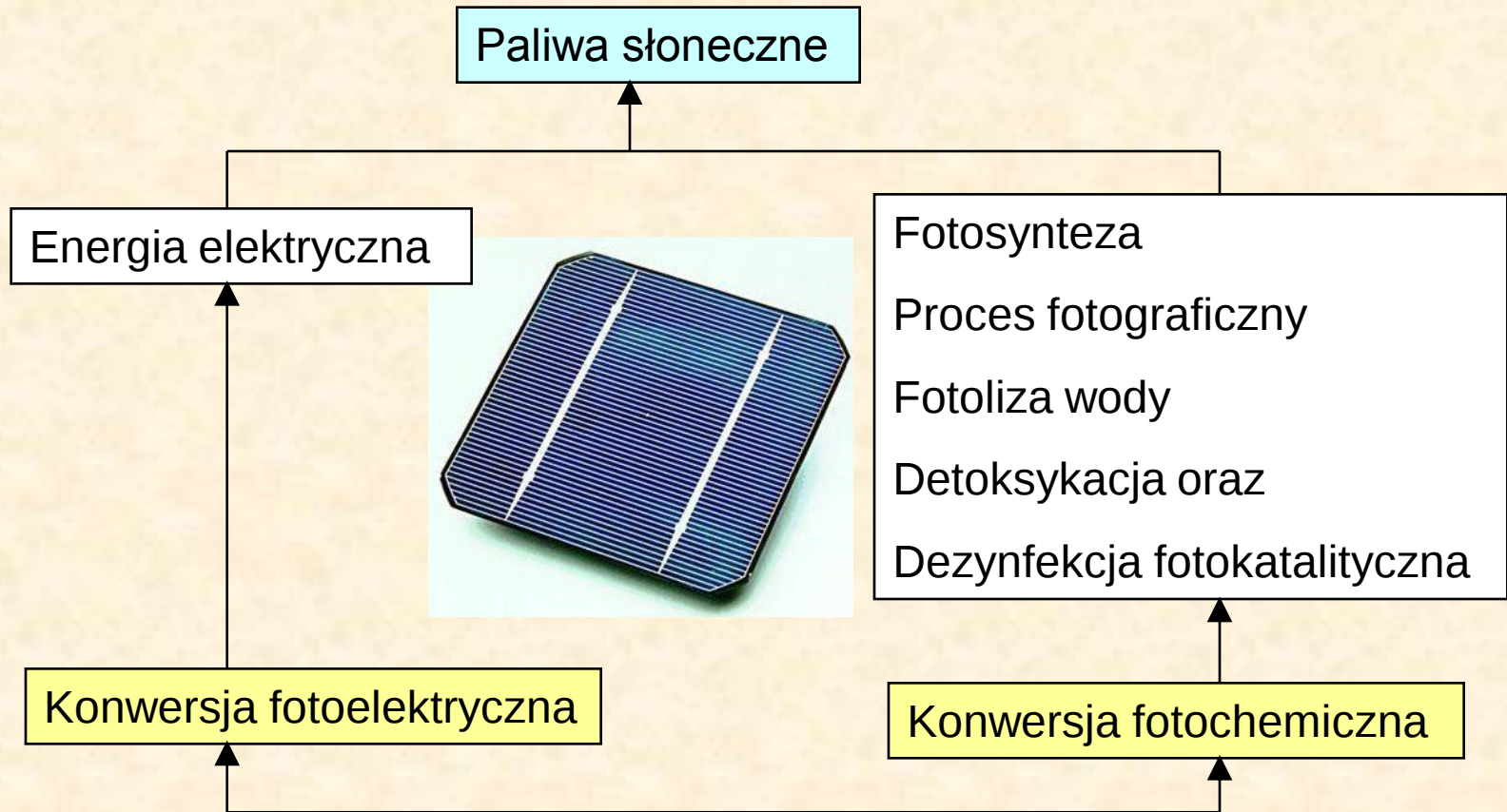


Mapa nasłonecznienia



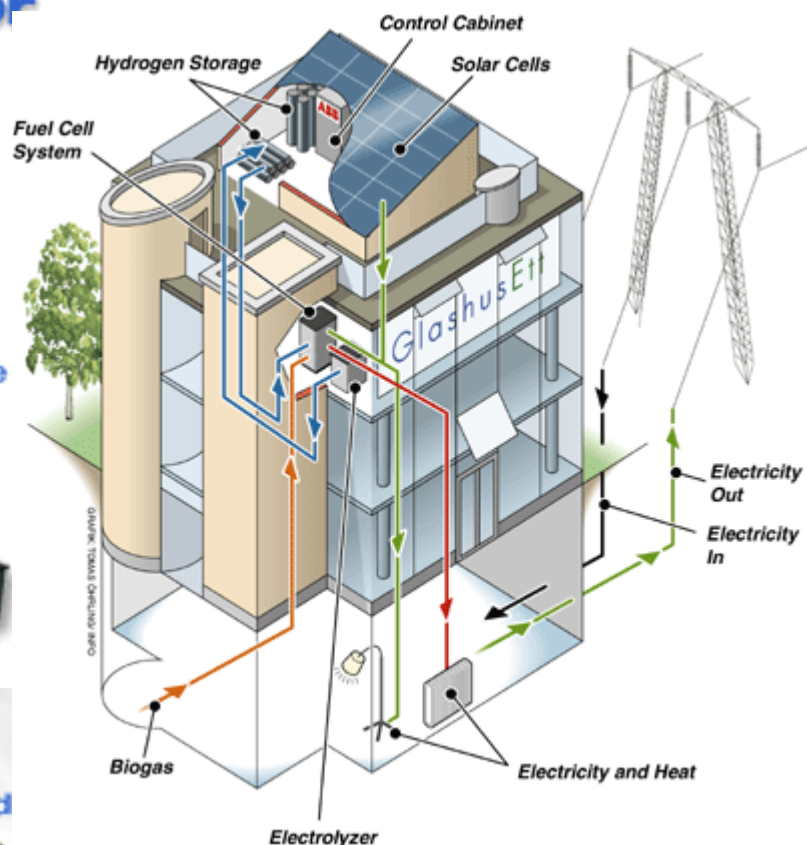
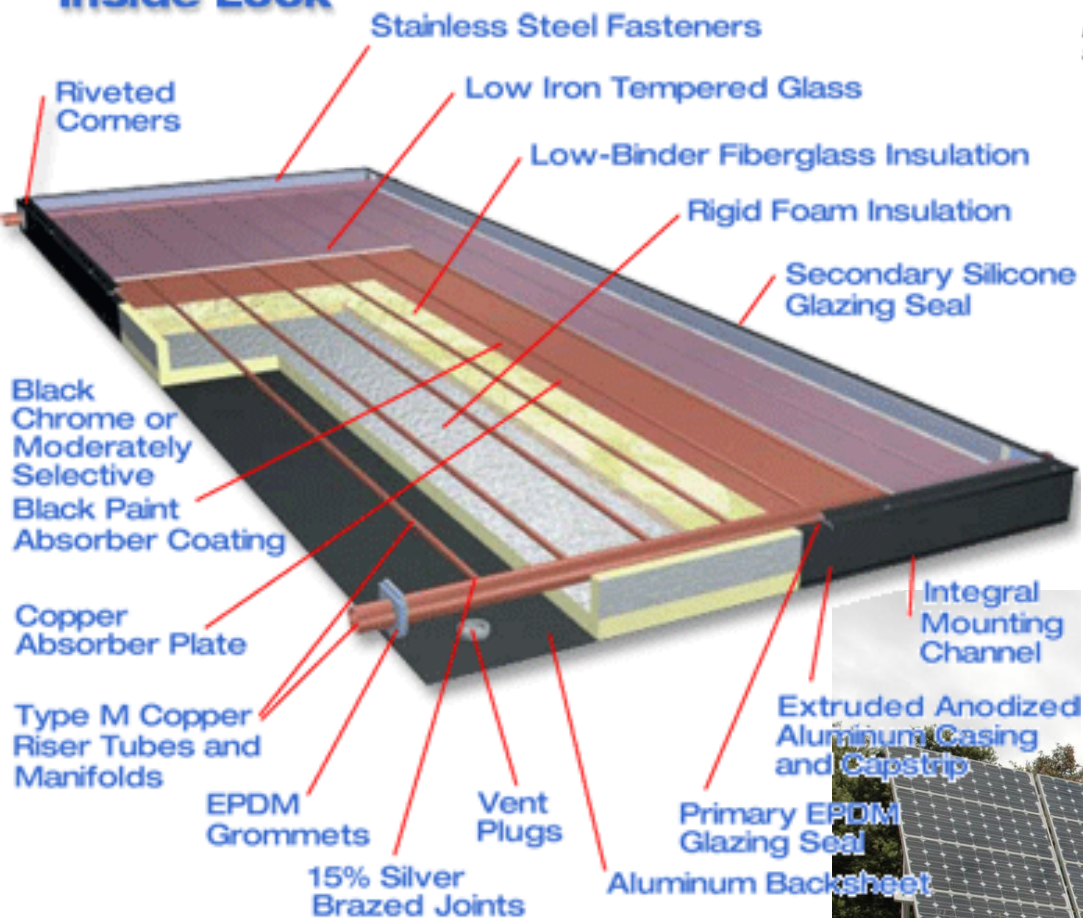


Konwersja energii słonecznej na inne formy energii

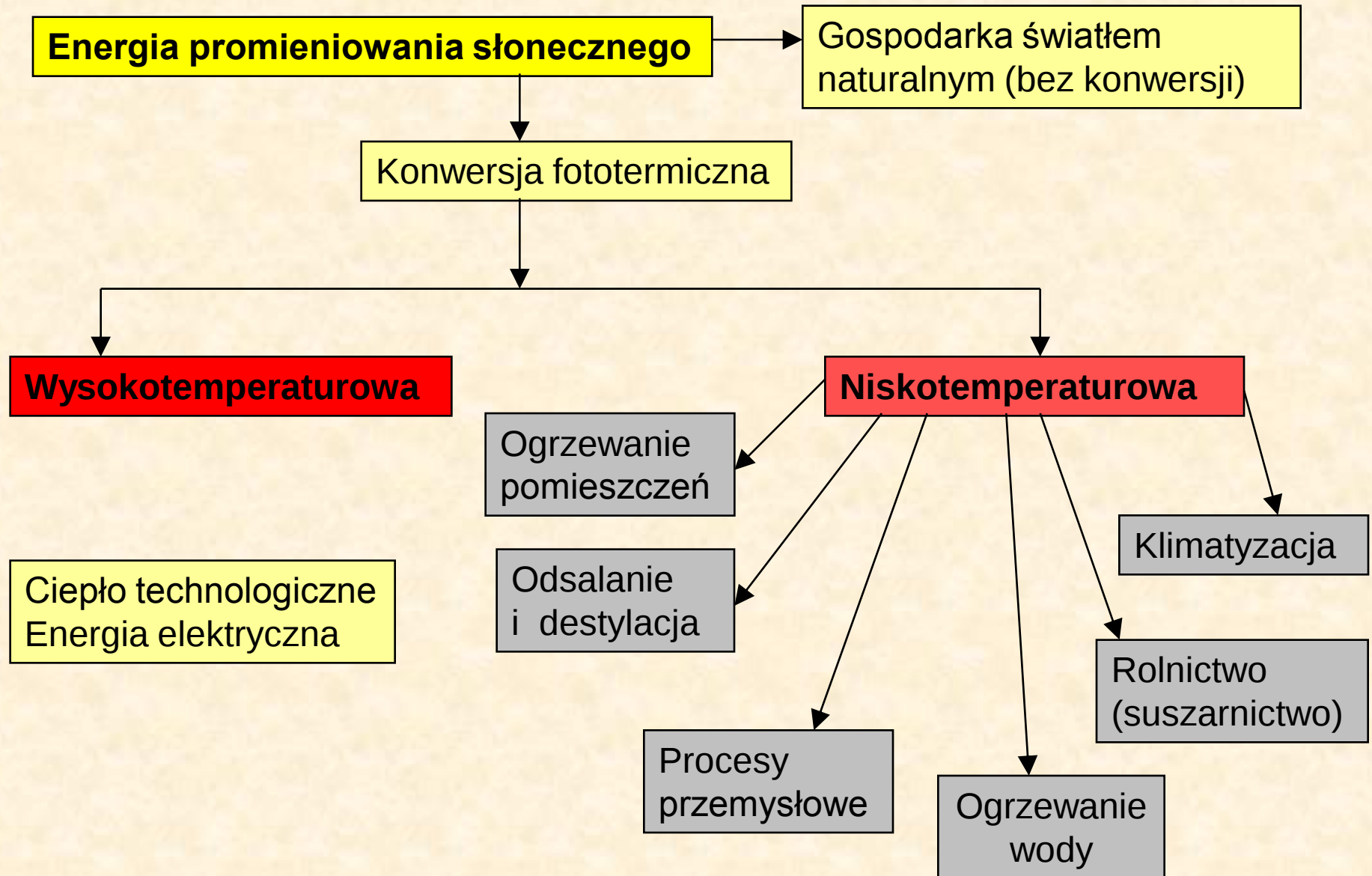


Glazed Flat Plate Solar Collector

Inside Look



Konwersja energii słonecznej na inne formy energii

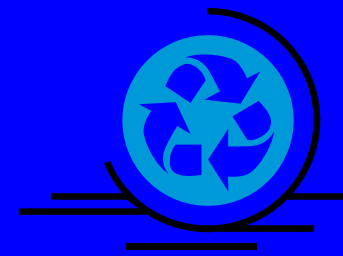




Zalety i wady energetyki słonecznej

- Spośród źródeł niekonwencjonalnych ma najmniejszy ujemny wpływ na środowisko – brak emisji szkodliwych substancji, 20-letnia eksploatacja instalacji słonecznej o powierzchni $6\div 8\text{m}^2$ wspomagającej grzejnictwo elektryczne przynosi efekty, które można przeliczyć na powstrzymanie emisji SO_2 rzędu 500kg oraz CO_2 rzędu 60 ton;
- Ma nieograniczone zasoby (nie zmienia bilansu energetycznego ziemi);
- Jest wszechobecna, co pozwala na uniezależnienie jej wykorzystania od transportu;
- Na Ziemi są praktycznie nieograniczone zasoby materiałów na moduły fotowoltaiczne (Si, Al.);
- Możliwa jest jej bezpośrednia konwersja na inne formy energii.
- Cykliczność, dotyczy to nierównomierności zarówno w skali dziennej, jak i rocznej;
- Znaczne rozproszenie zależne od pory roku, co wymaga stosowania układów skupiających;
- Zależność wartości natężenia promieniowania słonecznego od zapylenia atmosfery, zawartości pary wodnej, zachmurzenia nieba;
- Zależność wartości natężenia promieniowania słonecznego od kąta padania promieni słonecznych;
- Wysoki koszt urządzeń umożliwiający jej konwersję, a także oprzyrządowania umożliwiającego jej wykorzystanie w odbiornikach;
- Niska sprawność modułów fotowoltaicznych.

Energia wody



Do wodnych zasobów energetycznych zalicza się energię:

- Rzek (przepływu, różnic poziomu),
- Oceanów (pływów, fal, prądów)

Potencjał energii wodnej nadający się do wykorzystania w skali światowej jest szacowany na 1400TW*h, z czego udział poszczególnych kontynentów:

Azja(bez Syberii) 26,7%

Obszar dawnego ZSRR 24%

Ameryka Łacińska 23,7%

Afryka 9,4%

Europa(bez Rosji) 7,9%

Ameryka Północna 7%

Przewiduje się, że do 2010 roku udział energii wodnej w światowym bilansie energetycznym będzie wynosił 6,5% a w 2060 roku osiągnie 9,2%



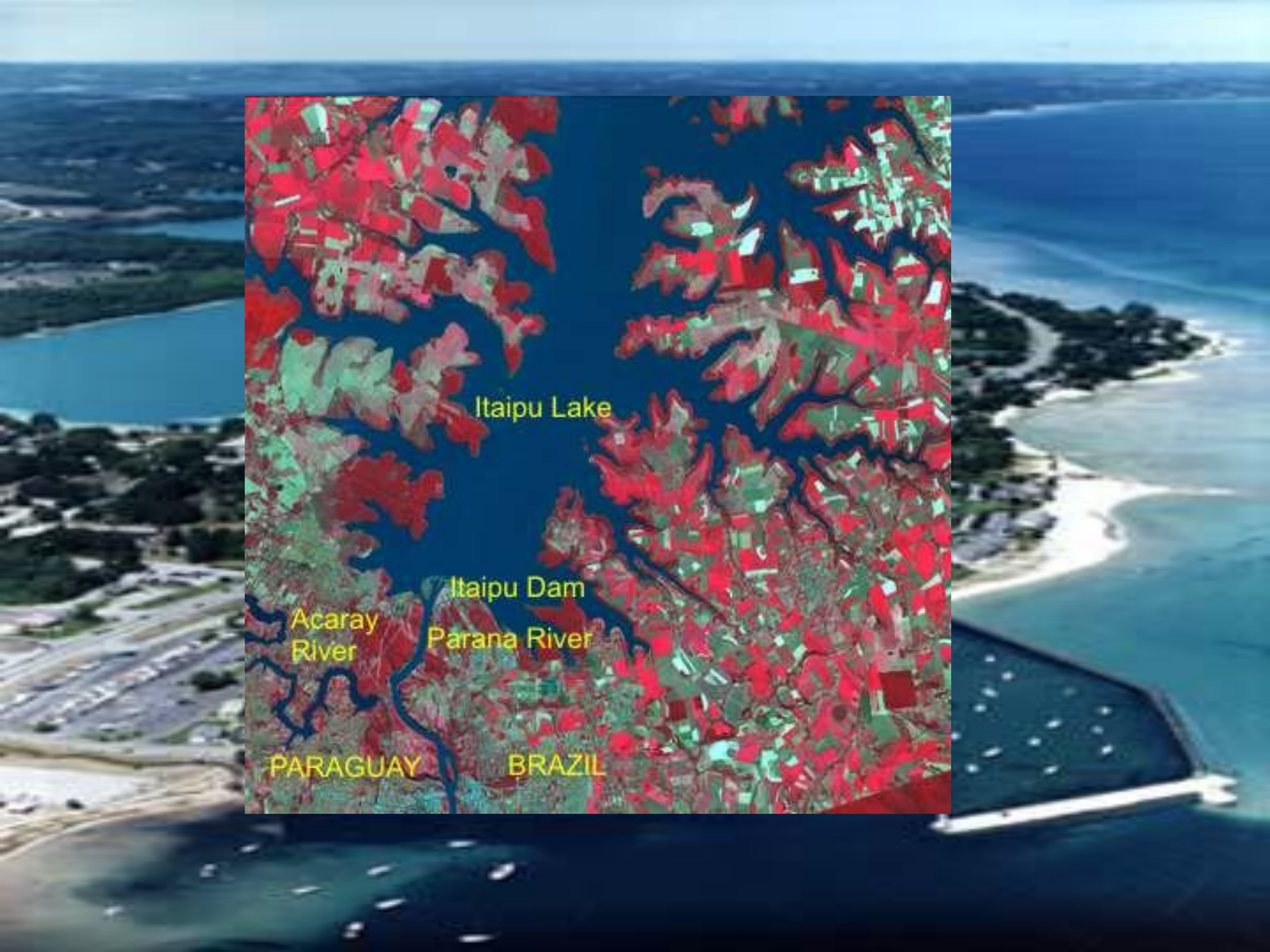
Energia wody

- W 1993 roku z globalnego potencjału wykorzystane było 15%
- W Polsce z naszego globalnego potencjału energii wodnej wykorzystuje się około 12%
- Energetyczne wykorzystanie wody jest największe w Ameryce Północnej i Europie. Przodują w tym takie kraje jak Norwegia (99% energii elektrycznej pochodzi z elektrowni wodnych), Brazylia (94%).
- W Polsce z elektrowni wodnych pochodzi 1,2% energii elektrycznej.
- Według Amerykańskiego Departamentu Energii w 1998 roku 22% energii elektrycznej świata (2564 TW*h) pochodziło z energii wodnej.



Elektrownia wodna Itaipu

- Obecnie największą na świecie elektrownią wodną jest Itaipu w Ameryce Południowej na rzece Parana, wybudowana w 1983 roku. Jest ona eksploatowana wspólnie przez Brazylię i Paragwaj. Energia elektryczna w Brazylii aż w 93,% pochodzi z elektrowni wodnych.
- Prędkość przepływu Itaipu $690\text{m}^3/\text{s}$ a łączna moc zainstalowana w 2005 roku wynosi 14000MV (20 generatorów o mocy jednostkowej 700 MW). Generatory współpracują z transformatorami jednofazowymi w liczbie 60 sztuk. Linie energetyczne odprowadzające są przystosowane na napięcie przemienne 500 kV przy częstotliwości odpowiednio 60 Hz (Brazylia) i 50 HZ (Paragwaj). Ponadto od strony Brazylii zainstalowano również linie prądu stałego na napięcie 600kV, a napięcie znamionowe przemienne w przypadku linii dalekosiężnych podnoszone jest nawet do wartości 750 kV.
- Elektrownia dostarcza rocznie około 108 966 GW*h energii elektrycznej, co zaspakaja zapotrzebowanie Paragwaju w 90% a Brazylii w 25%.
- Przy budowie Itaipu zadbano o ekologię. W części należącej do Paragwaju pozostawiono puszcę w postaci nienaruszonej. Po stronie Brazylii wycięto las na powierzchni 65000 ha. Po zakończeniu budowy obszar ten ponownie zalesiono. Rejon chroniony ekologicznie obejmuje 22 800 ha. W okolicy znajduje się ponad 270 naturalnych wodospadów o wysokości do 90m. Na terenie elektrowni, ze względu na różnicę poziomów wód wybudowano specjalny kanał dla ryb o długości 10 km.









Klasyfikacja elektrowni wodnych

Ze względu na charakter pracy wyróżnić można duże elektrownie wodne:

- przepływowe, na rzekach nizinnych,
- regulacyjne, umożliwiające magazynowanie wody w przeznaczonych do tego celu zbiornikach i przetwarzanie jej na energię elektryczną w miarę zapotrzebowania
- Kaskadowe, z wieloma zbiornikami wodnymi, co pozwala na lepszą regulację, magazynowanie i przetwarzanie wody, ale także stanowi zabezpieczenie przeciwpowodziowe
- Pompowo-szczytowe, w których przetwarzanie energii elektrycznej na energię potencjalną wody odbywa się w godzinach nocnych, a następnie zwraca się energię do sieci w godzinach szczytowych w ciągu dnia.



Klasyfikacja elektrowni wodnych

- W małej energetyce wodnej (MEW) obowiązuje podział zarówno ze względu na a.) kryterium mocy, b.) kryterium wysokości spadu wody.

Ad a.)

- mała energetyka, tzn. elektrownie do 5 MW, w tym tzw. mikroenergetyka
- elektrownie od 70 kW do 100 kW, oraz makroenergetyka
- powyżej 100 kW

Ad b.)

- niskospadowe: 2÷20m
- Średniospadowe: do 150m
- Wysokospadowe: powyżej 150m
- Pływające po rzece
- derywacyjne



Inne źródła energii wodnej

- Energia płynów
- Energia fal
- Energia prądów morskich
- Energia dyfuzji

W elektrowni pływowej wykorzystuje się różnicę poziomów wody podczas przyływów i odpływów.

Do budowy elektrowni wykorzystujących energię fal wykorzystuje się rozwiązania pneumatyczne, mechaniczne, indukcyjne i hydrauliczne

Jednym z ciekawszych rozwiązań jest konstrukcja elektrowni Stilmana. Energię można też uzyskać, wykorzystując gradient stężenia wody. Stosuje się tutaj pompy lub silniki dyfuzyjne pracujące między dwoma źródłami o zróżnicowanym stężeniu. Jednak ze względów finansowych takie rozwiązanie jest nieopłacalne.



Energetyka wodna w Polsce

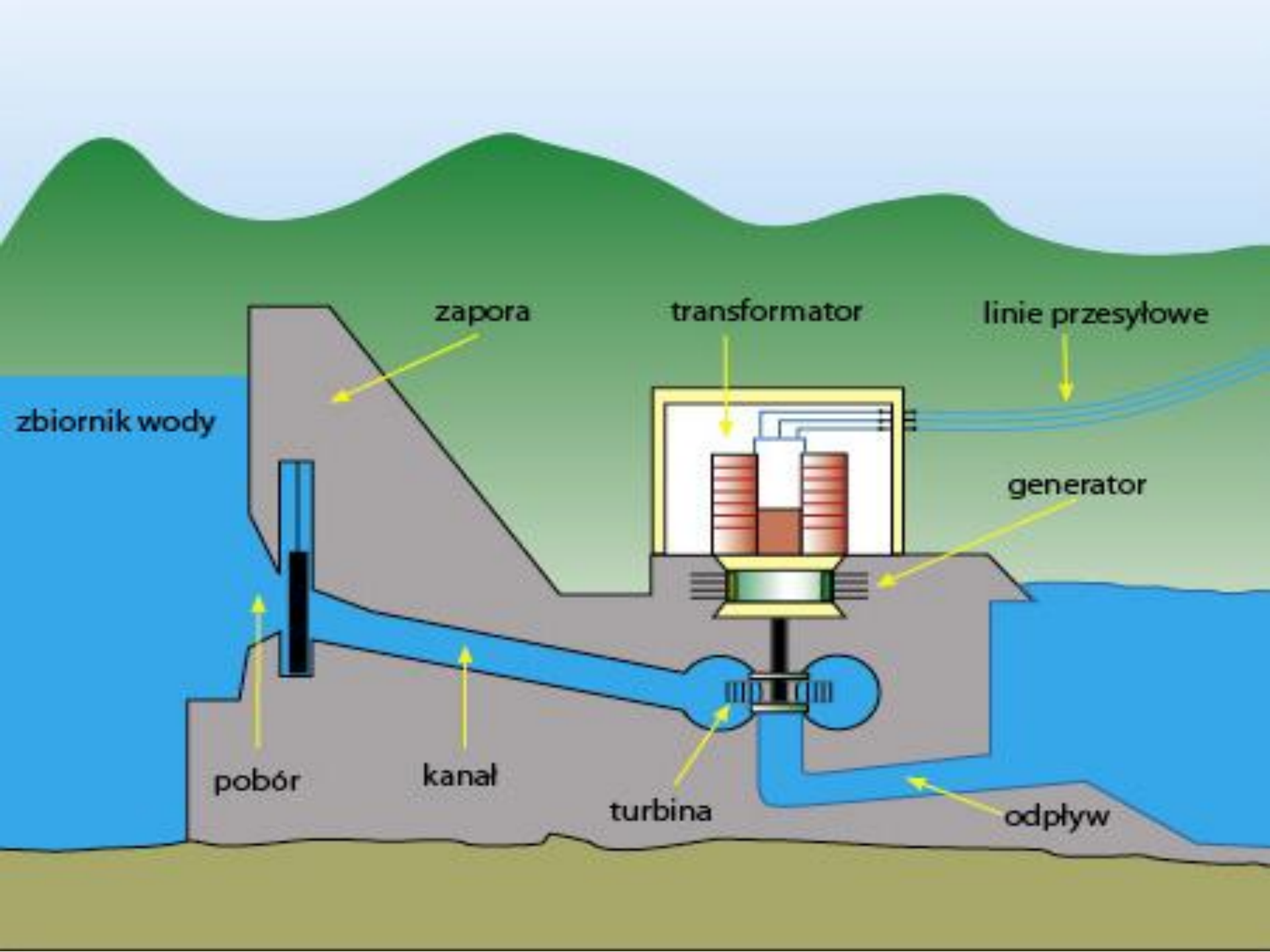
Najlepiej zagospodarowana pod względem elektrowni wodnych jest Wisła. W dolnym jej brzegu nawet w 82%. Dobrze zagospodarowana jest też Bzura (75%) o stosunkowo niskim potencjale teoretycznym.

W Polsce moc dużych elektrowni wynosi 2042 MW, z czego około 67% stanowi moc elektrowni szczytowo-pompowych. Łączna moc małych elektrowni (MEW) to 116,5 MW. Mikroelektrownie pracują z mocą od kilku do kilkunastu kilowatów.

Mamy 69 zapór wodnych z czego 3 o spadzie powyżej 60m. Do największych inwestycji należą następujące elektrownie wodne:

- Żarnowiec – elektrownia szczytowo-pompowa (zbudowana w latach 1979-1983), moc turbiny 680 MW, pompy 720 MW;
- Porąbka-Żar – elektrownia szczytowo-pompowa (zbudowana w latach 1975-1979), moc turbiny 500 MW, pompy 540 MW;
- Solina – elektrownia szczytowo – pompowa (zbudowana w latach 1962-1968, aktualnie zmodernizowana), moc turbiny 200 MW, moc pompy 220 MW
- Największa zawodowa elektrownia wodna zbiorowa we Włocławku na Wiśle ma moc 162 MW

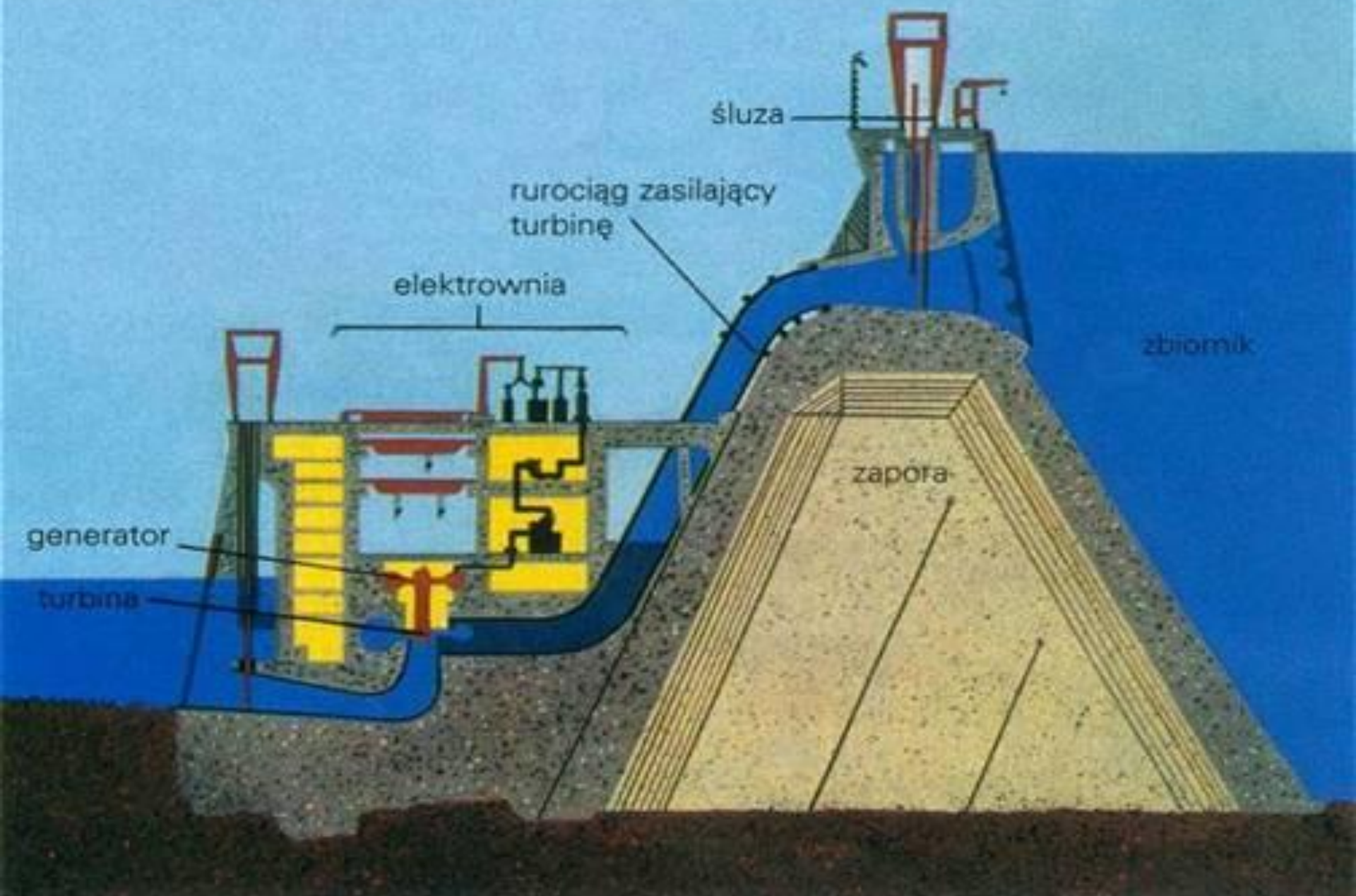




Zalety i wady energetyki wodnej

- Oszczędność paliw naturalnych,
- Brak zanieczyszczeń środowiska spalinami i pyłami
- Modułowość
- Niższe koszty eksploatacji niż w elektrowniach konwencjonalnych,
- Niższe koszty wytwarzania energii elektrycznej
- Większa sprawność
- Poprzez kaskadową zabudowę możliwe największe wykorzystanie spadku rzeki
- Uzyskanie na rzece nizinnej energii szczytowej zamiast przepływowej
- Uzyskanie największej mocy, gdyż moc sumaryczna kaskad jest większa niż elektrowni pojedynczych,
- Poprawa warunków żeglugowych
- Integracja w środowisko naturalne, zwłaszcza w przypadku obiektów o mocy większej niż 1MW
- 2÷3 –krotnie większe nakłady inwestycyjne w porównaniu do elektrowni konwencjonalnych
- Zamulenie dna rzeki
- Niebezpieczeństwo zakłóceń sejsmicznych, liczne katastrofy pochłonęły już miliony ofiar
- Sedymentacja zawiesin – występuje w całym zbiorniku, zawiesiny organiczne opadają na dno i ulegają fermentacji
- Akumulacja rumowiska – powoduje zmniejszenie się pojemności zbiorników,
- Zmiany poziomów wody powodują zjawiska osuwiskowe oraz abrazję brzegów
- Uciążliwość hałasu





Główna betonowa zapora i jej podstawowe części.

Zalety i wady energetyki wodnej małe elektrownie

Małe elektrownie, w porównaniu do dużych, oprócz tego, że również nie zanieczyszczają środowiska mają inne zalety:

- Mogą polepszyć bilans hydrologiczny i hydrobiologiczny,
- Mogą być zainstalowane na małych ciekach wodnych,
- Mogą być zaprojektowane i zbudowane w ciągu 1÷2 lat,
- Ich rozproszenie skraca odległość przesyłu energii

Literatura

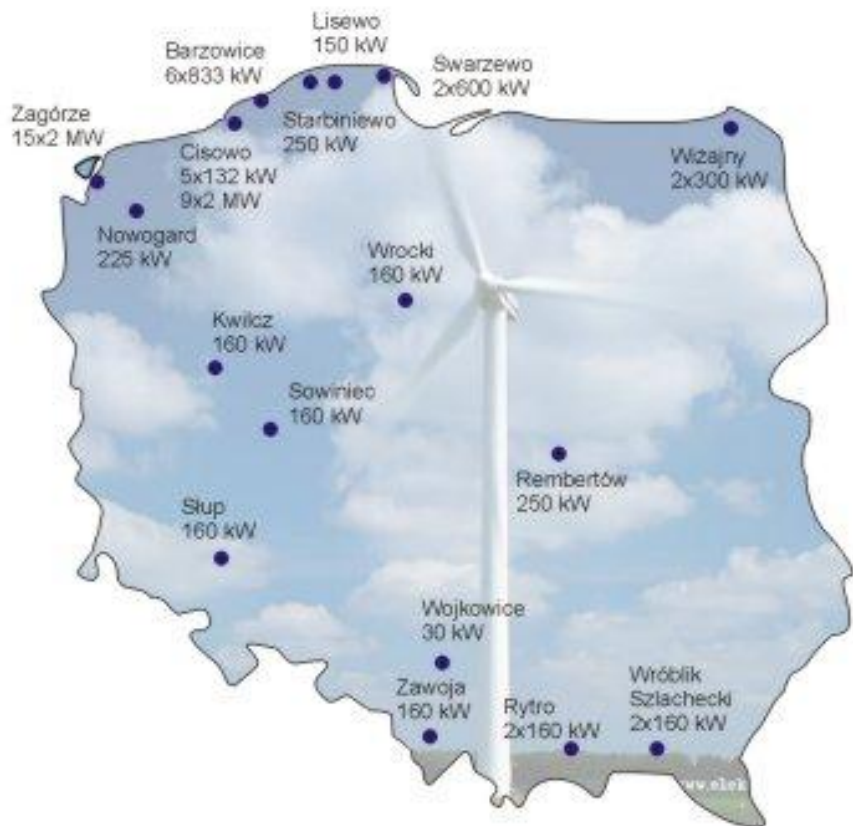


- [Jastrzębska Grażyna „odnawialne źródła energii i pojazdy proekologiczne” WN-T Warszawa 2007](#)
- [Podlaska Fundacja Rozwoju Regionalnego „Energia odnawialna Jak z niej korzystać?” Białystok 2007](#)
- **Energetyka wiatrowa :aktualne możliwości wykorzystania /Tomasz Boczar. Warszawa : Wydaw. Pomiar Automatyka Kontrola, 2007.**
- **Proekologiczne odnawialne źródła energii /Witold M. Lewandowski. Warszawa : Wydawnictwa Naukowo-Techniczne, 2007.**
- **Pierwsza Międzynarodowa Konferencja Energii Słonecznej i Budownictwa Ekologicznego - Energia odnawialna :innowacyjne idee i technologie dla budownictwa, 17-20 maja Solina 2006 : jubileusz X lecia Polskiego Towarzystwa Energetyki Słonecznej /kom.nauk. Wojciech Dzieniszewski [i in.]. Rzeszów : Oficyna Wydawnicza Politechniki Rzeszowskiej, 2006.**
- **Energetyka wiatrowa /Stanisław Gumuła [i in.]. Kraków : Uczelniane Wydawnictwa Naukowo-Dydaktyczne AGH, 2006.**
- **Odnawialne źródła energii :przykłady obliczeniowe /Ewa Klugmann-Radziemska. Gdańsk : Wydaw. Politechniki Gdańskiej, 2006.**
- **XXI Konferencja z cyklu Zagadnienia surowców energetycznych i energii w gospodarce krajowej pt. Paliwa dla energetyki - rynki i technologie, Zakopane, 7 - 10 października 2007 /Polska Akademia Nauk. Komitet Gospodarki Surowcami Mineralnymi. Instytut Gospodarki Surowcami Mineralnymi i Energią ; kom. nauk. Roman Ney , Kraków : Wydaw. IGSMiE PAN, 2007**
- **Energetyka wiatrowa /Stanisław Gumuła, Kraków : Uczelniane Wydawnictwa Naukowo-Dydaktyczne AGH, 2006.**
- [Dotacje UE na rozwój odnawialnych źródeł energii w Polsce. /Tomasz Sadowski, Grzegorz Świdorski, Włodzimierz Lewandowski. Warszawa : Europrimus Consulting. Europejskie Centrum Doradztwa, 2006](#)
- **Energie przyszłości /pod red. Romana Ulbricha i Jerzego Buzka. Opole : Politechnika Opolska , 2006 ;**
- **Kolektory słoneczne :poradnik wykorzystania energii słonecznej /G. Wiśniewski [i in.]. Warszawa : Centralny Ośrodek Informacji Budownictwa, 2006.**
- **Kolektory słoneczne :poradnik wykorzystania energii słonecznej /G. Wiśniewski , Warszawa : Centralny Ośrodek Informacji Budownictwa, 2006.**

Inne pomoce dydaktyczne

- <http://www.psew.pl/>
- **earth.google.com**
- <http://images.google.pl>
- www.elektrownie-wiatrowe.org.pl
- www.turbiny.pl

Przykłady elektrowni wiatrowych w Polsce





WIATR energia

O NAS | ENERGETYKA WIATROWA | AKTUALNOŚCI | PRAWO I POLITYKA | CZŁONKOSTWO | WYDARZENIA | P

ELEKTROWNIE WIATROWE W POLSCE

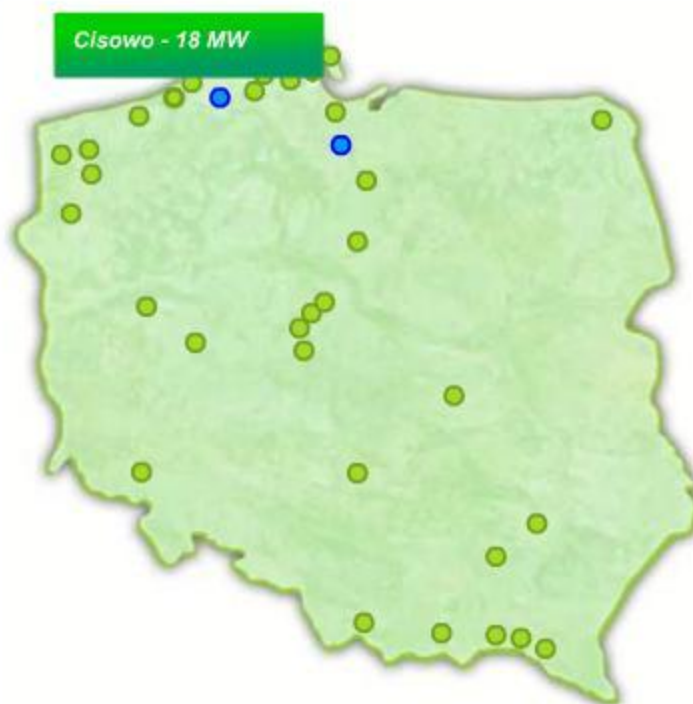


KONFERENCJA
2008

NEWSLETTER

no fuel

VIDEO





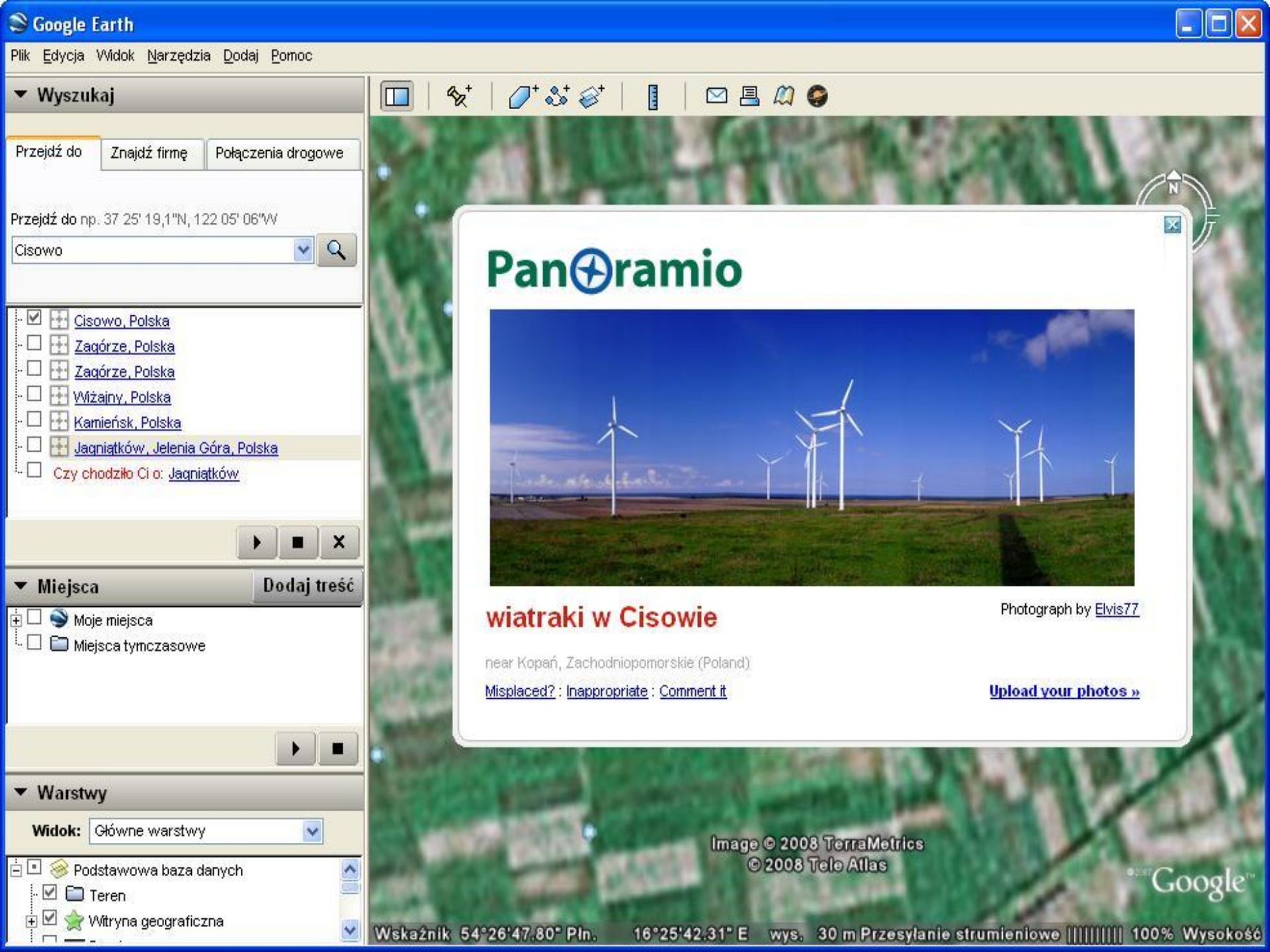
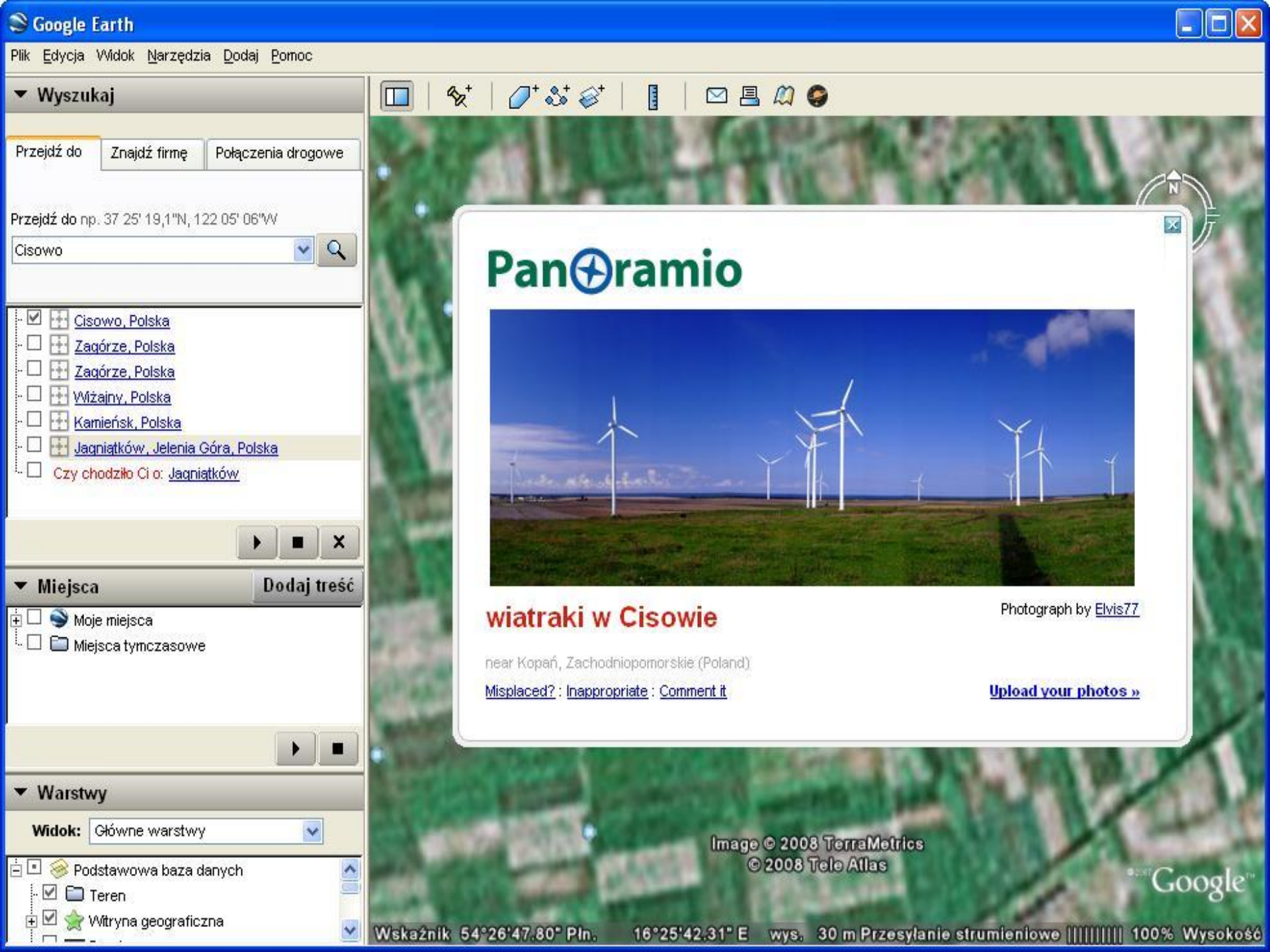
Cisowo, Polska

Cisowo

Elektrownia wiatrowa 'Cisowo'

Image © 2008 TerraMetrics
© 2008 Tele Atlas

© 2007 Google™



[Upload your photos »](#)

©2007 Google™

Wskaźnik 54°26'47.80" Płn. 16°25'42.31" E wys. 30 m Przesyłanie strumieniowe ██████████ 100%

Wysokość punktu widzenia 2.40 km

URL: <http://www.panoramio.com/photo/3299296>



[Zarejestruj się](#) | [Załaduj](#) | [Miejsca](#) | [Słowa Kluczowe](#)

[Forum](#) [Zaloguj](#) [Pomoc](#)

Szukaj miejsca

[Mapa Świata](#) > [Poland](#) > [Zachodniopomorskie](#) > [Kopani](#)

wiatraki w Cisowie

 See in Google Earth



