

Niekonwencjonalne źródła energii.

Podział metod i omówienie
wybranych

Prowadzący:
dr inż. P.Tuz

Wykonujący:

Kulesza Grzegorz

Kulikowski Tomasz

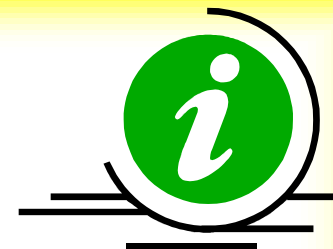
kierunek: **Elektrotechnika**

specjalność: **PiUEE**

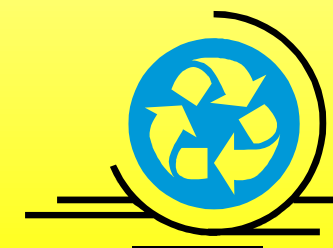
semestr **VIII** rok **2007/2008**

rocz. zaliczeniowe z przedmiotu: ochrona środowiska

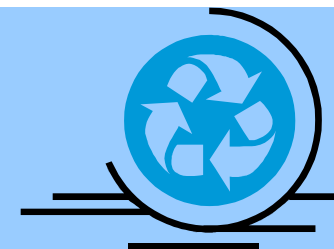
Podział energii



- Energia wiatru
- Energia wody
- Energia biomasy
- Energia geotermalna
- Energia słońca



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.



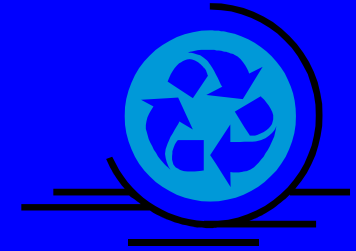
Zalety i wady energetyki wiatrowej

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 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 14000MW (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

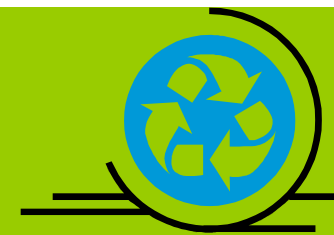
- Oszczędność paliw naturalnych,
- Brak zanieczyszczeń środowiska spalinami i pyłami
- Modułowość
- Niższe koszty eksploatacji niż w elektrowniach konwencjonalnych,
- Niższe koszty wytwarzania energii elektrycznej
- Większa sprawność
- Poprzez kaskadową zabudowę możliwe największe wykorzystanie spadku 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

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

Energia biomasy



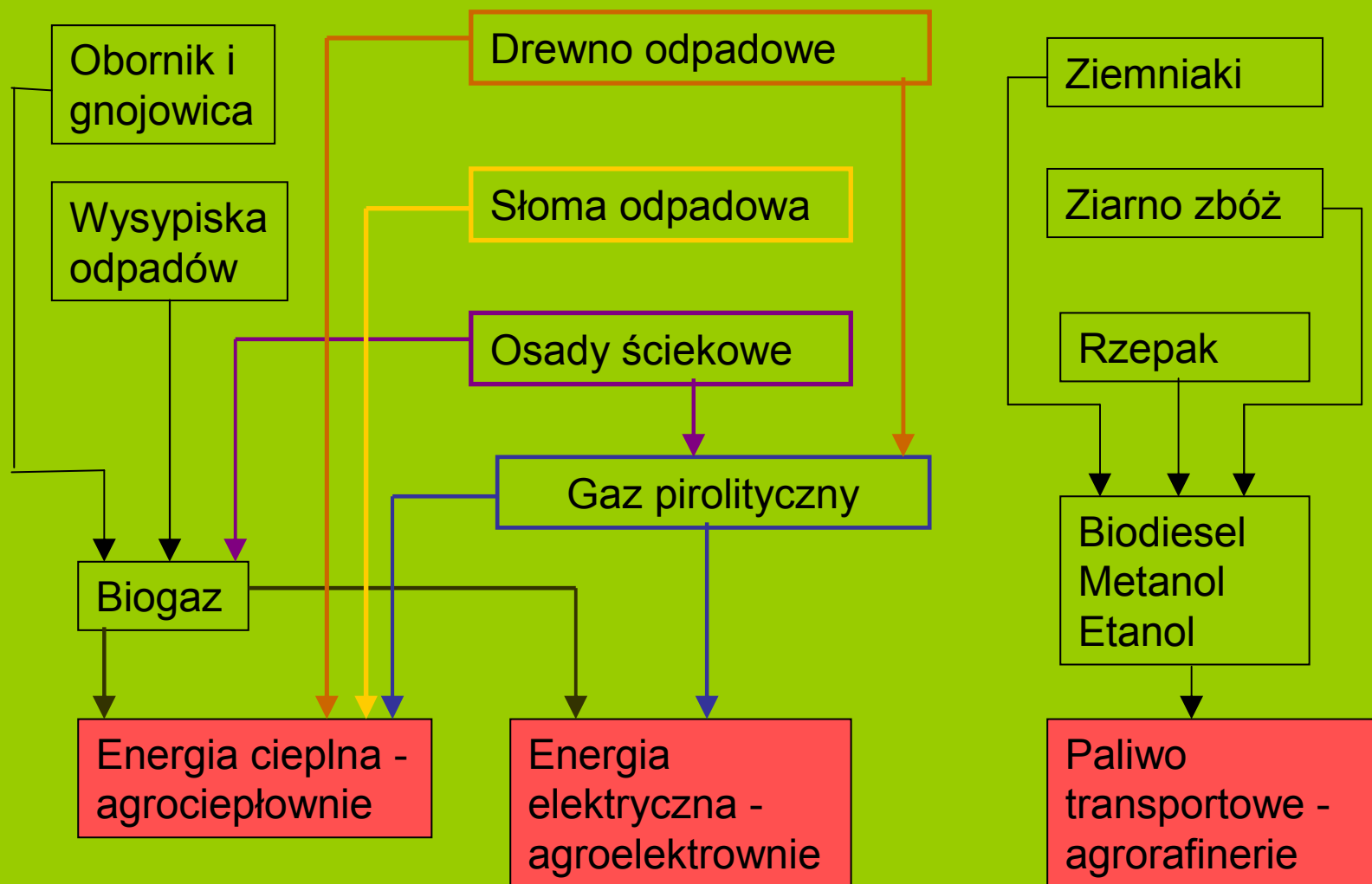
- Energię biomasy można uzyskać z odpadów rolnych (słoma pszenna, jęczmienna, kukurydziana, biogaz z gnojowicy, estry oleju rzepakowego, alkohol), odpadów leśnych (kora, chrust, trociny, tarcica), odpadów pochodzących z przemysłu celulozowo-papierniczego, tekstylnego, spożywczego, z gospodarki komunalnej (makulatura), z biogazu pochodzącego z wysypisk i osadów ściekowych.
- Inną możliwością uzyskania biopaliw jest produkcja specjalnych roślin na cele energetyczne prowadzona na plantacjach. Należą do nich: wierzba wiciowa, ślazier pensylwański, topole i niektóre gatunki traw. Do uprawy tych roślin nadają się mało urodzajne, a nawet skażone gleby
- Energia średnioroczna uzyskana z biomasy to $15\text{kW}\cdot\text{h}/\text{m}^2$ ziemi (przy małej wydajności) i $45\text{kW}\cdot\text{h}/\text{m}^2$ (przy dużej wydajności).
- Energia biomasy stanowi około 15% światowego zużycia energii, a w niektórych krajach rozwijających się nawet 38%.

Energia biomasy

- Biomasa (masa materii organicznej zawarta w organizmach zwierzęcych lub roślinnych określonej przestrzeni) powstaje w wyniku reakcji fotosyntezy.
- Jest to złożony proces wytwarzania związków organicznych z dwutlenku węgla CO_2 (z atmosfery) i wody H_2O (pobieranej z gleby) kosztem energii świetlnej. Sprawność tego procesu wynosi zaledwie około 1%.
- Pod wpływem energii promieniowania słonecznego $h\nu$ zachodzi proces rozkładu wody:
$$\text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + h\nu \rightarrow \text{O}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{CH}_2\text{O} + \text{E}$$

gdzie: $h=6,625 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$ – stała Plancka, ν - częstotliwość promieniowania elektromagnetycznego, s^{-1}
- W wyniku powyższej reakcji w węglowodanach (CH_2O) syntezowanych z jednego mola dwutlenku węgla jest akumulowana energia chemiczna E w ilości 470kJ. Produktem ubocznym konwersji uzyskanej energii chemicznej na ciepło (czyli reakcja spalania) jest dwutlenek węgla. Dwutlenek węgla krąży w obiegu zamkniętym – jego ilość wydzielana podczas spalania jest równa ilości pobranej przez rośliny podczas fotosyntezy.

Możliwości konwersji energii biomasy



Konwersja energii biomasy może odbywać się poprzez:

a.) bezpośrednie spalanie, b.) zagazowanie c.) przetwarzanie na paliwa płynne

Możliwość konwersji biomasy

- Spalanie biomasy odbywa się ze sprawnością 70%
- Dalsze jej przetwarzanie na energię elektryczną w obiegu parowym – ze sprawnością około 20%
- Płomieniowe spalanie materiału zachodzi w odpowiedniej komorze w obecności nadmiaru powietrza.
- Kotły do tego typu spalania biopaliw są dostępne w zakresie od 20kW do kilkuset MW.
- Ostatnio stosuje się współspalanie biomasy z węglem, dzięki czemu zmniejsza się znacznie zawartość siarki zarówno w samym paliwie jak i w spalinach. Biomasa zatem przyczynia się do „uszlachetniania węgla”.
- Biogaz z biomasy uzyskuje się w wyniku zastosowania technologii biologiczno-biochemicznej (wykorzystanie mikroorganizmów, stosunkowo niska temperatura procesu – poniżej 60°C) lub technologii fizyczno-termicznej (proces pyrolizy biomasy w temperaturze 300÷750°C lub nawet wyżej).
- Przetwarzanie biomasy na paliwa płynne (w szczególności etanol) jest z reguły wykonywane na roślinach (o dużej zawartości cukru). Uzyskany alkohol się odwadnia
- Dodanie do benzyny 5% alkoholu jest równoważne 50% zawartości dodatku ołowiu ze względu na wartości energetyczne paliwa, a jest bardziej korzystne dla środowiska

Biopaliwa w Polsce

Obecnie podstawowym odnawialnym źródłem energii wykorzystywanym w Polsce jest biomasa (98,05%). Można ją uzyskać ze słomy (zbożowej i rzepakowej), siana odpadów drzewnych, osadów ściekowych i komunalnych. Przewidywany udział procentowy biopaliw w ogólnym bilansie energetycznym kraju:

- paliwa roślinne biodiesel i biometan około 20%
- gaz CNG (Compressed Natural Gas – gaz ziemny w postaci sprężonej) i LPG (Liquefied Petroleum Gas – mieszaniana skroplonych gazów propan-butan), biogaz 15%
- węgiel kamienny i brunatny 40%
- ropa naftowa 10%
- energia wody i wiatru 8%
- drewno i biomasa 5%
- energia słoneczna 2%

Zalety i wady stosowania biopaliw

- poprawa stanu środowiska dzięki znacznemu zmniejszeniu emisji zanieczyszczeń do atmosfery, w tym całkowitej eliminacji emisji dwutlenku węgla (absorbowanego przez rośliny będące paliwem dla kotłowni),
- rozwój lokalnego rynku produkcji i dostaw biomasy, w tym roślin energetycznych
- zapewnić taną energię ciepłą dla odbiorców (w tym również komunalnych i przemysłowych);
- Spalanie słomy i drewna dostarcza do środowiska mniej szkodliwych gazów cieplarnianych (najlepsza jest tzw. Słoma szara),
- Uprawa niektórych roślin energetycznych przyczynia się do poprawy stanu środowiska
- Wpływa na stabilność dostaw nośnika energii i pomaga w częściowym uniezależnieniu się od importu (ropa, gaz),
- Przyczynia się do aktywizacji ekonomicznej i decentralizacji produkcji energii,
- Wysoki koszt jej pozyskania, przetwarzania i transportu;
- Niektóre aspekty uprawy roślin energetycznych, na przykład zwiększona erozja gleby, zakłócenia w gospodarce wodnej, zmniejszenie różnorodności biologicznej środowiska;
- Większe niż w przypadku paliw kopalnych wydzielanie pyłów; stopiony popiół może być przyczyną uszkodzenia kotła, ale zapobiega temu stosowanie odpowiedniej technologii filtrów i odpylania.

Energia geotermalna

- W jądrze Ziemi zachodzi rozpad pierwiastków promieniotwórczych ^{238}U , ^{235}U , ^{232}Th , ^{40}K , którego efektem jest wysoka temperatura, dochodząca nawet do 10 000K. Temperatura ta maleje w miarę zbliżania się do powierzchni Ziemi, w zależności od rodzaju skał i warunków geologicznych od 15 do 80 K na jeden kilometr. Przeciętnie przyjmuje się że gradient temperatury skorupy ziemskiej wynosi 25 K/km
- W warstwach zewnętrznych, na zasadzie konwekcji mamy hipotetyczną moc $4,3 \cdot 10^{10} \text{ kW}$.
- Eksploatacja energii geotermalnej jest niejednokrotnie trudna i kosztowna, wymaga bowiem wiercenia otworów na bardzo dużą głębokość. Technicznie istnieje możliwość wykonywania odwiertów nawet do głębokości 5km, ale ze względów ekonomicznych przyjmuje się granicę 2km, chociaż np. elektrownia Los Alamos (USA) o mocy 10MW, wykorzystująca energię gorących skał ma głębokość 4km.
- System scentralizowanego ogrzewania powstał w 1926 roku w Islandii. Energia elektryczna pochodzenia geotermalnego w 1989 roku wynosiła w tym kraju 257,5GW*h. Obecnie energia cieplna ze źródeł geotermalnych stanowi 75% zużywanej w Islandii energii cieplnej.

Energia geotermalna

- Energię ciepłą, ze źródeł geotermalnych wykorzystywali również wcześniej Francuzi i Szwedzi.
- Pierwsza elektrownia geotermalna o mocy 600MW powstała w Laedarello we Włoszech, a największa działa obecnie w USA (the Geysers, o mocy 2000MW, ma głębokość 1,5km, uzyskiwana temperatura pary dochodzi do 250°C). Energia elektryczna z niej jest dostarczana do 3mln odbiorców.
- W Nowej Zelandii i w Japonii działają elektrownie geotermalne o mocy 200 MW, a w Meksyku – 275MW.

Podział zasobów geotermalnych

Energia wnętrza ziemi jest dwojakiego rodzaju

- warstwy skalne gromadzące ciepło stanowią źródła petrotermiczne,
- gorąca woda ($50\div 70^{\circ}\text{C}$) i para oraz ich mieszanin ($200\div 300^{\circ}\text{C}$) są to źródła hydrotermiczne

Inny **podział** zasobów geotermalnych jest **związany ze spadkiem temperatury** od wnętrza ziemi do jej powierzchni. W zależności od warunków geologicznych gradient temperatury wynosi od 15 do 80 K/km. W zależności od gradientu temperaturowego wyróżnić można

- obszary semitermiczne z gradientem $40\div 80$ K/km,
- Obszary normalne z gradientem do 40 K/km

Niektóre złoża w USA mają temperaturę wyższą niż 150°C .

Konwersja energii geotermalnej na elektryczną.

- Do produkcji energii elektrycznej stosuje się energię geotermalną o wyższym potencjale temperaturowym - powyżej 130°C, ale pełną opłacalność jest powyżej około 150°C;
- Najczęściej stosuje się pompy sprężarkowe. Sprężarka jest napędzana silnikiem, gdyż do wymuszenia obiegu konieczne jest dostarczenie pracy W .
- Czynnik roboczy podczas odparowania w parowniku (dekompresji) pobiera energię ze źródła niskotemperaturowego.
- Następuje proces kondensacji w skraplaczu (kompresji) gdzie zostaje wydzielona energia wysokotemperaturowa.
- Współczynnik efektywności pompy ciepła opisuje zależność: $\varepsilon = Q_g / W$, gdzie Q_g jest ciepłem źródła górnego jest sumą ciepła źródła dolnego Q_d i pracy W .
- Współczesne pompy osiągają współczynnik efektywności $\varepsilon > 6$.
- Najkorzystniejsza sytuacja ma miejsce, gdy woda w skutek wysokiej temperatury skał przechodzi w suchą przegrzaną parę, która może być zastosowana bezpośrednio do napędu turbiny (tak działają elektrownie w Laedarello i Geysers).
- Przeważnie uzyskana para wodna jest wilgotna i jej bezpośrednie kierowanie na łopatki turbiny może być przyczyną korozji, wymaga się zatem zastosowania separatora i oddzielenia wody od pary.
- Woda jest tłoczona ponownie do złoża. Tak działają elektrownie w Wairakei (Nowa Zelandia) i Saltan Sea (USA).
- Niekiedy stosuje się instalacje z obiegiem wtórnym, z dodatkowym czynnikiem roboczym o niskiej temperaturze parowania (np. z freonem i izobutanem). Para uzyskiwana z tych cieczy napędza turbinę, a po skropleniu, poprzez wymiennik ciepła ponownie jest kierowana do turbiny.
- Dodatkową korzyść stanowi tu możliwość zastosowania źródeł energii geotermalnej o temperaturze poniżej 100°C.
- Na takiej zasadzie, przy zastosowaniu dwutlenku węgla jako czynnika roboczego, działa elektrownia w Rumunii.

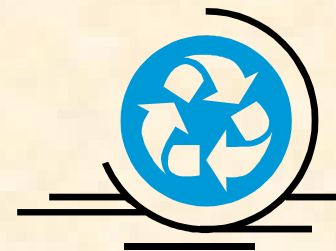
Energetyka geotermalna w Polsce

- Udział energii geotermalnej w ogólnym bilansie źródeł odnawialnych to 0,1%
- Na terenie kraju mamy wody geotermalne o temperaturze 45÷75°C są one wykorzystywane w ciepłownictwie.
- Największy potencjał występuje w Prowincji Przedkarpackiej.
- 40% obszaru Polski ma opłacalne źródła geotermalne
- W 1981 roku w Bańskiej Niżnej niedaleko Poronina uruchomiono pierwszą instalację geotermalną na terenie kraju, ma ona moc 6 MW, woda jest pobierana z głębokości 2,5km i ma temperaturę 70°C
- Na Podhalu powstał system ciepłowni o temperaturze złoża aż 86°C i o mocy docelowej 70 Mw
- W Pyrzycach koło Szczecina powstaje ciepłownia o planowanej mocy docelowej 49,7 MW;
- Temperatura polskich złóż geotermalnych wyklucza ich wykorzystanie do produkcji energii elektrycznej.
- Oprócz zastosowań ciepłowniczych w Polsce zasoby geotermalne wykorzystuje się do celów leczniczych, w Cieplicach, Łądku Zdroju, Ciechocinku czy Konstancinie.

Zalety i wady energii geotermalnej

- Wykorzystanie energii geotermalnej do wytwarzania energii cieplnej – znacznie bardziej opłacalne niż jej konwersja na energię elektryczną.
- Koszty wytworzenia energii elektrycznej z geotermalnej są o ok.. 50% niższe niż przy jej wytwarzaniu z węgla a dwukrotnie niższe niż przy wytwarzaniu z oleju opałowego.
- Energia jest podobnie jak słoneczna dostępna niemal w każdym miejscu planety, co uniezależnia od transportu.
- Eksploatacja energii geotermalnej może szkodliwie wpływać na środowisko, co w znacznej mierze wynika z ewentualnej emisji szkodliwych gazów (siarkowodór, radon oraz dwutlenek węgla).
- Woda ze źródeł geotermalnych może być zasolona, co z kolei przyczynia się do zasolenia gleby (schłodzoną wodę należy wtłoczyć w głąb Ziemi).
- Występuje niebezpieczeństwo korozji urządzeń energetycznych

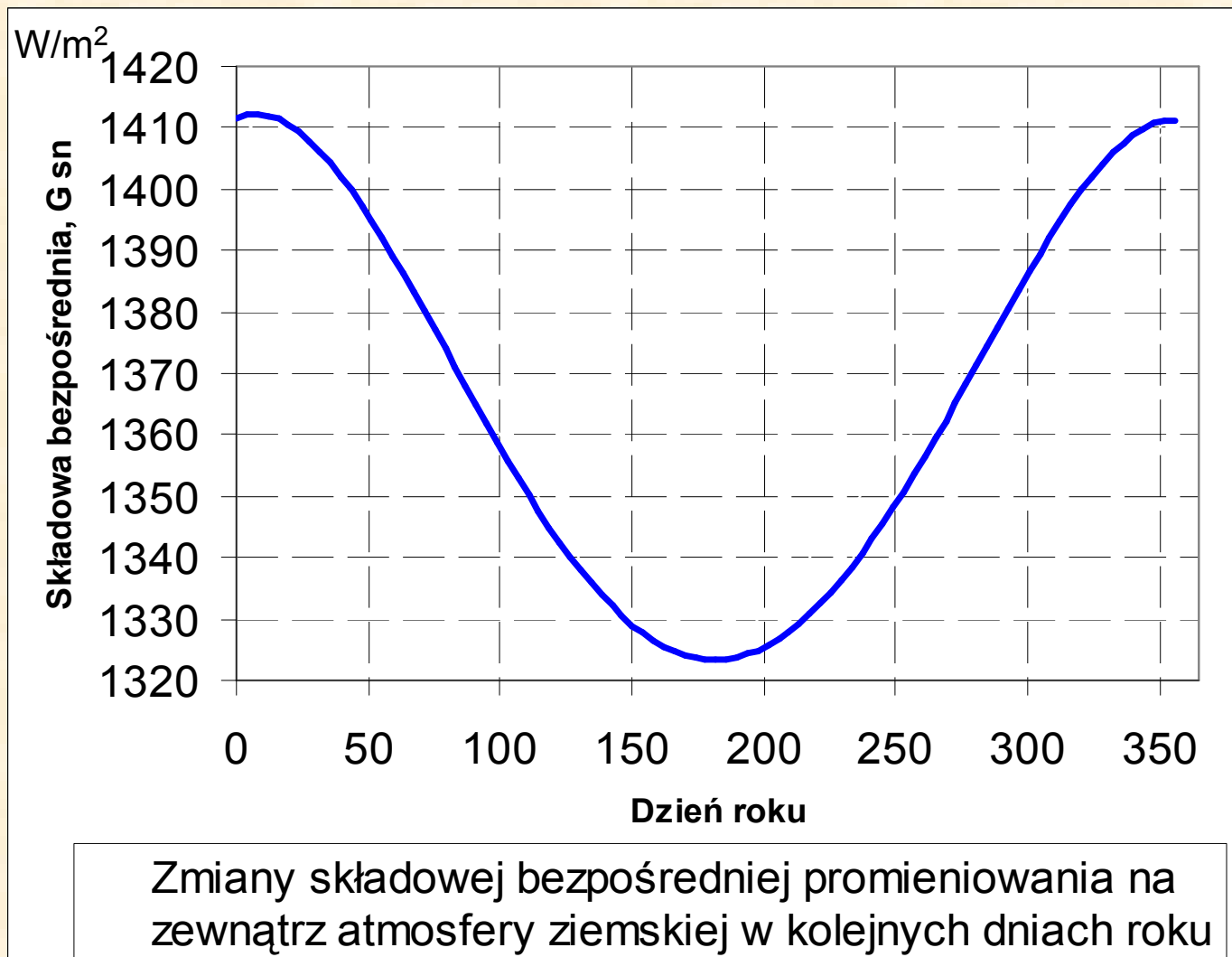
Energia słońca



- 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 $G_{sc} = 1367 \text{W/m}^2$.



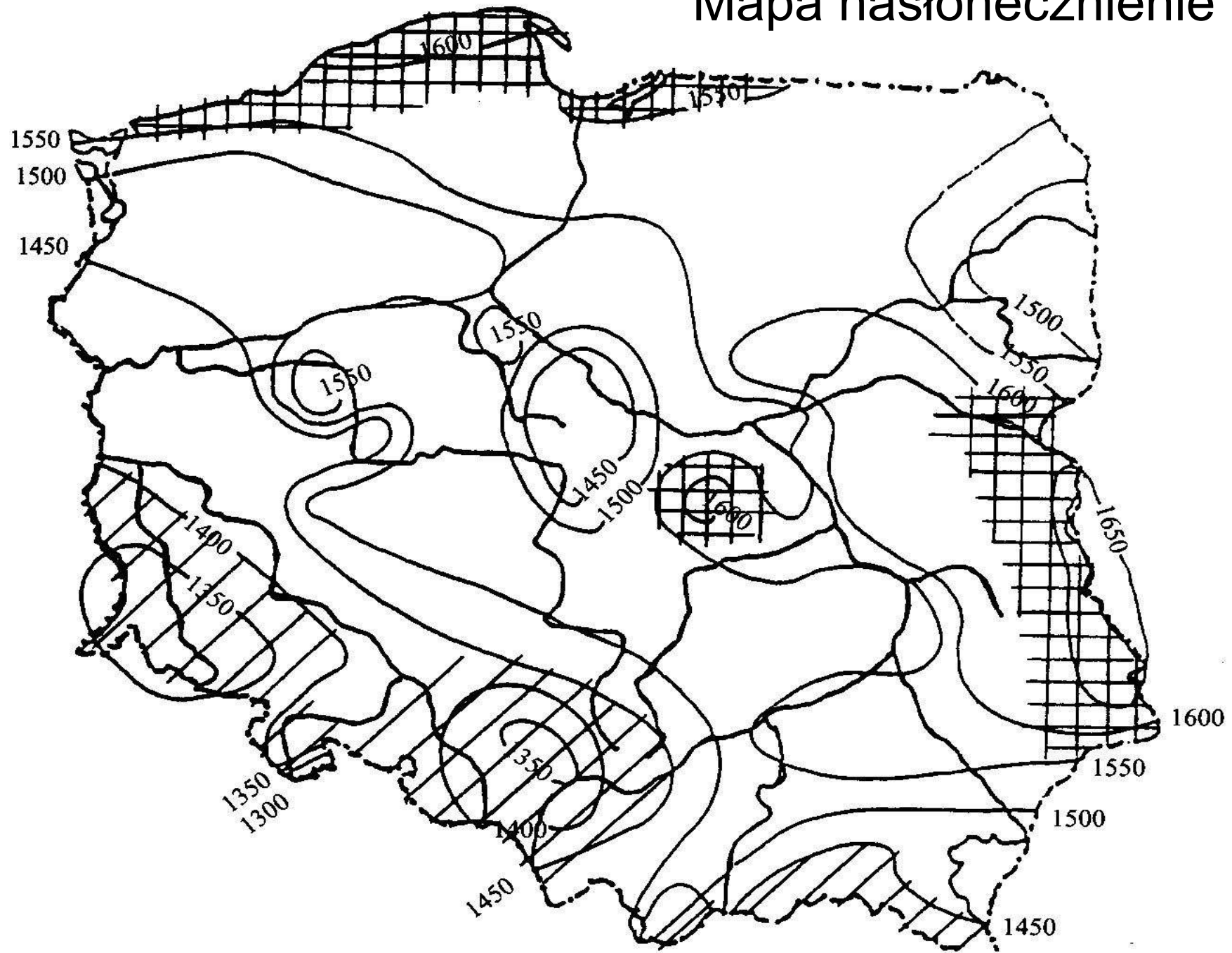
Przebieg zmian gęstości strumienia promieniowania na zewnątrz atmosfery ziemskiej w kolejnych dniach roku



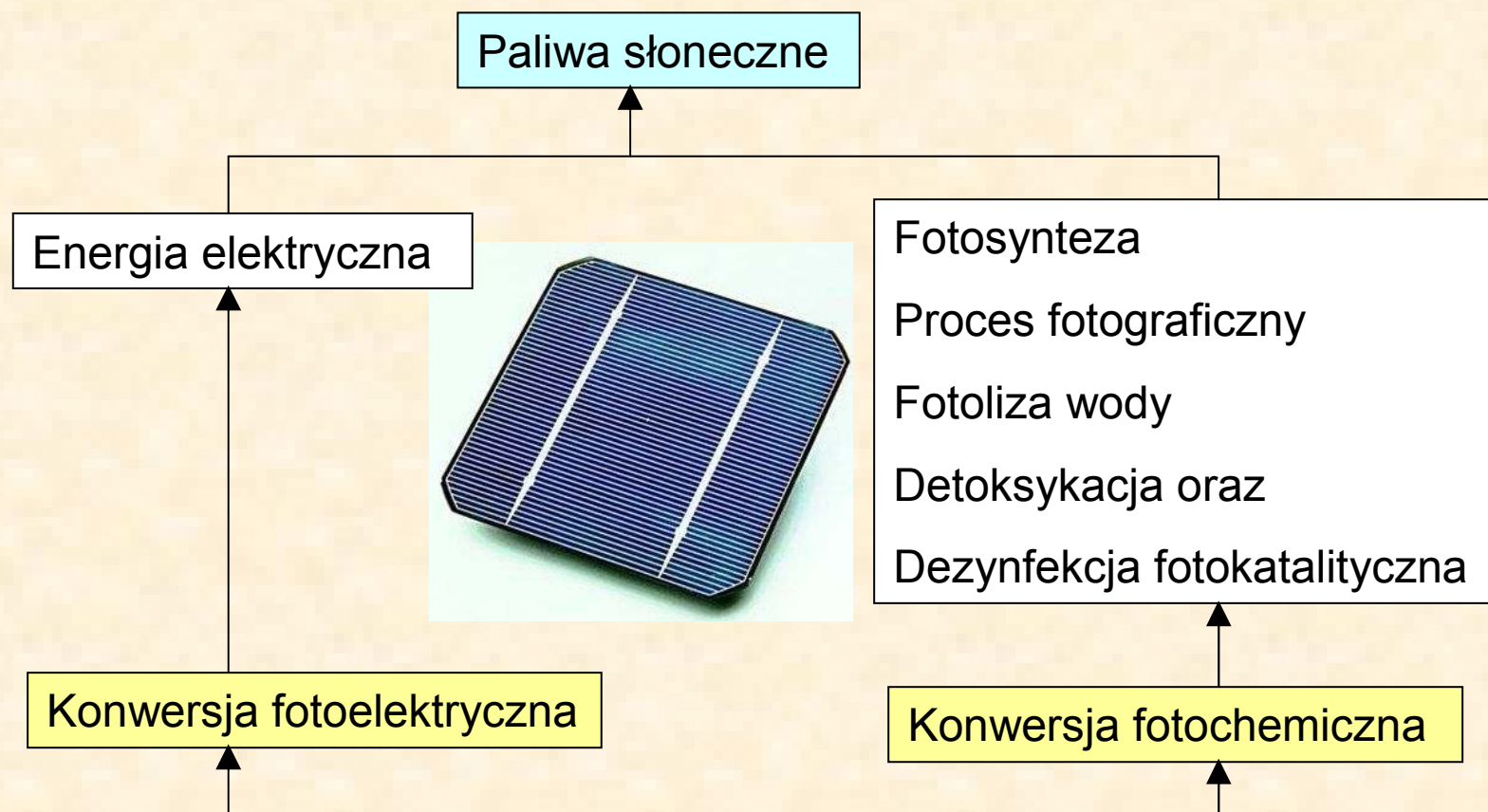
Nasłonecznienie roczne na wybranych szerokościach geograficznych

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

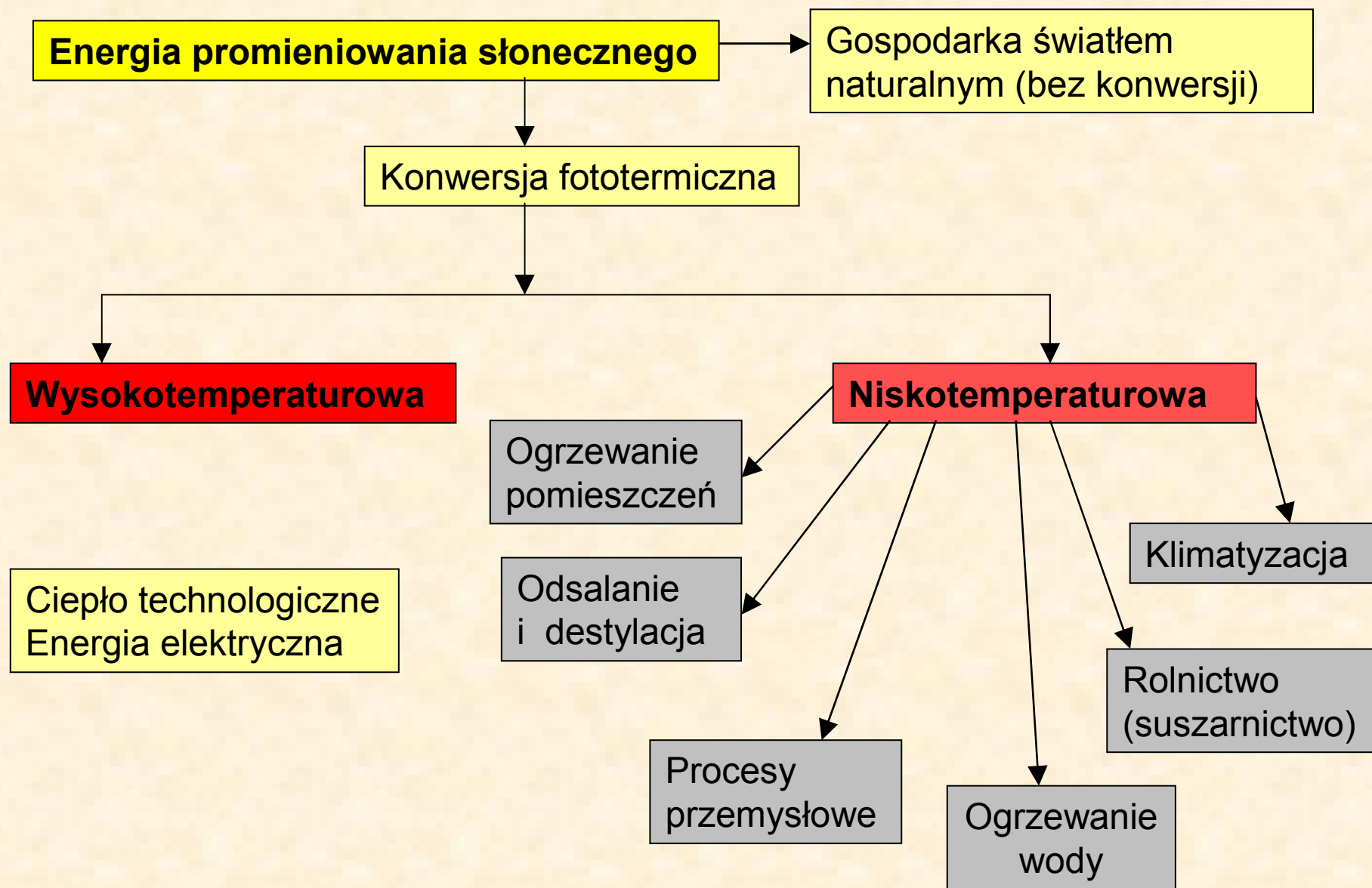
Mapa nasłonecznienia



Konwersja energii słonecznej na inne formy energii



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.



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