

Finansowanie Odnawialnych Źródeł Energii

semestr zimowy 2010/2011



Wykład 3

dr Tomasz Kruszyński

**„Wpatrz się głęboko, głęboko w przyrodę,
a wtedy wszystko lepiej zrozumiesz”**

Albert Einstein

**„Kto nie chce rozumieć historii, skazany jest na
to, żeby ją przeżyć ponownie”**

George Santayana

ENERGETYKA WIATROWA

podstawowymi elementami, od których zależy wielkość zasobów energii wiatrowej są:

- zasób energetyczny wiatru
- przestrzenne możliwości lokalizacji elektrowni wiatrowych

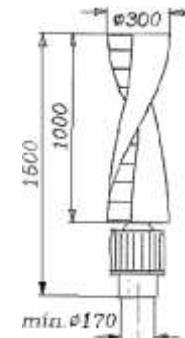
Podział:

- mała (autonomiczna) – do kilkudziesięciu kW
- duża (podłączona do sieci ogólnokrajowej) – kilkaset kW → kilkadziesiąt MW
- aby uzyskać 1 MW mocy wirnik turbiny wiatraka powinien mieć średnicę około +50 m

ENERGETYKA WIATROWA

- rodzaje turbin – wolno-(<1,5), średnio-(1,5-3,5) i szybkobieżne (>3,5) – wyróżnik szybkobieżności – stosunek prędkości obwodowej końca wirnika do prędkości wiatru

- pozioma oś obrotu wirnika
- pionowa oś obrotu wirnika



- wybrani producenci: Vestas, NEG Micon, Nordex (Dania), Enercon, Jacobs (Niemcy), Nedwind (Holandia), Wind Energy Group (GB), Mitsubishi (Japonia), Zond (USA)
- koszt zainstalowania i kW mocy szacuje się na ok. 900 USD (1700 elektrownie jądrowe i 1100 USD – tradycyjne na paliwo stałe)
- wady:
 - długi okres zwrotu poniesionych nakładów inwestycyjnych
 - realizacja projektu inwestycyjnego w Polsce wynosi przeciętnie od 4 do 7 lat

ENERGETYKA WIATROWA

Z A L E T Y

- czyste źródło energii
- możliwość wykorzystania w gospodarstwach oddalonych od innych źródeł energii

W A D Y

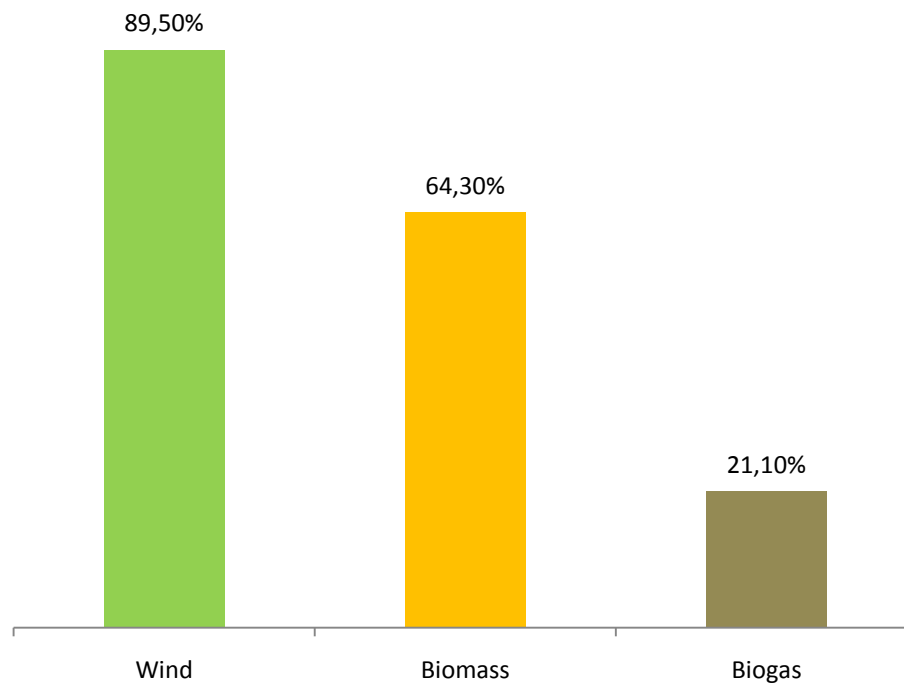
- hałas
- ingerencja w krajobraz
- zależność od pogody
- dość wysoki koszt budowy
- zakłócanie fal radiowych i telewizyjnych
- zagrożenie dla ptaków i innych gatunków migrujących

korzyść ekologiczna wyprodukowania 1 kWh = uniknięcie emisji:

- 5,5 g SO₂,
- 4,2 g No_x,
- 700 g CO₂,
- 49 g pyłów i żużlu

ENERGETYKA WIATROWA

Źródła OZE postrzegane jako najbardziej atrakcyjne do inwestowania w Polsce



ENERGETYKA WIATROWA

Moc zainstalowana w energetyce wiatrowej w UE wg stanu na koniec 2009 r.

- Polska – 13 miejsce

Źródło: EWEA Annual Report 2009

	Installed 2008	End 2008	Installed 2009	End 2009
EU capacity (MW)				
Austria	14	995	0	995
Belgium	135	415	149	563
Bulgaria	63	120	57	177
Cyprus	0	0	0	0
Czech Republic	34	150	44	192
Denmark	60	3,163	334	3,465
Estonia	19	78	64	142
Finland	33	143	4	146
France	950	3,404	1,088	4,492
Germany	1665	23,903	1,917	25,777
Greece	114	985	102	1,087
Hungary	62	127	74	201
Ireland	232	1,027	233	1,260
Italy	1010	3,736	1,114	4,850
Latvia	0	27	2	28
Lithuania	3	54	37	91
Luxembourg	0	35	0	35
Malta	0	0	0	0
Netherlands	500	2,225	39	2,229
Poland	268	544	181	725
Portugal	712	2,862	673	3,535
Romania	3	11	3	14
Slovakia	0	3	0	3
Slovenia	0	0	0	0
Spain	1558	16,689	2,459	19,149
Sweden	262	1,048	512	1,560
United Kingdom	569	2,974	1,077	4,051
Total EU-27	8,268	64,719	10,163	74,767
Total EU-15	7,815	63,604	9,702	73,194
Total EU-12	453	1,115	461	1,574
Of which offshore and near shore	374	1,479	582	2,061

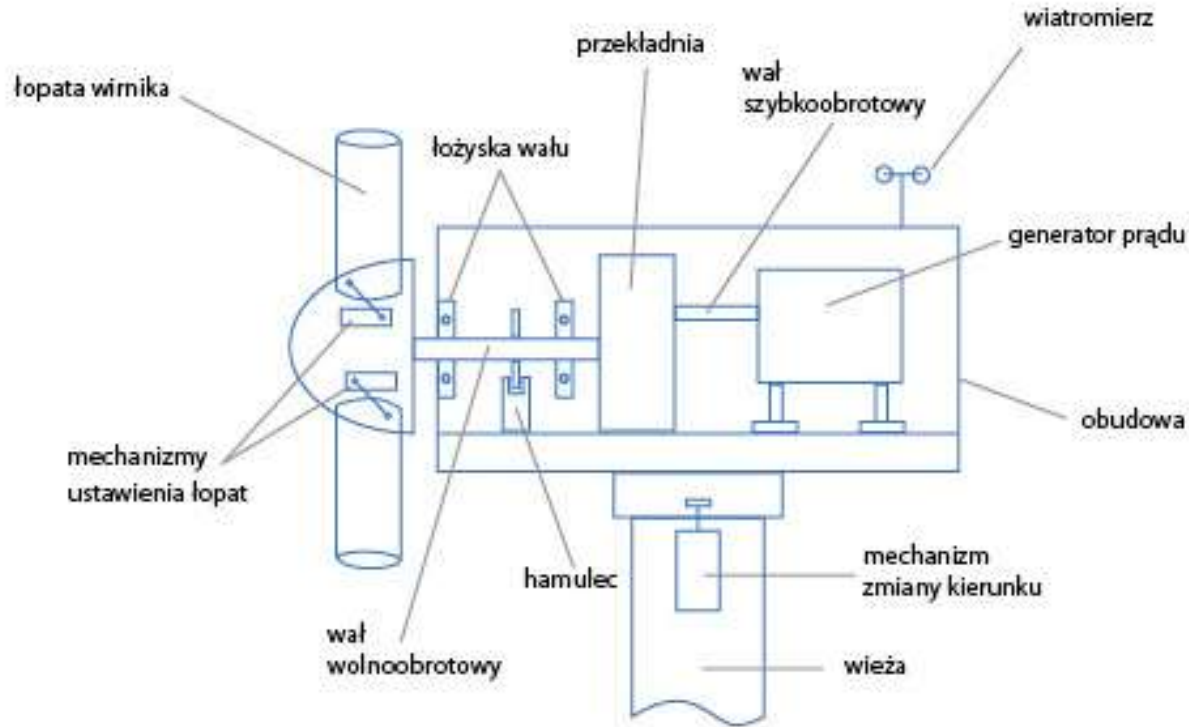
WYMIAR SPOŁECZNY ENERGETYKI WIATROWEJ

instalacja 1000 MW siłowni wiatrowych pociąga za sobą stałe zatrudnienie 5000 – 7000 osób

szacuje się, że sektor energii wiatrowej może przysporzyć 50-60 tys. nowych miejsc pracy w Polsce do 2012 r.

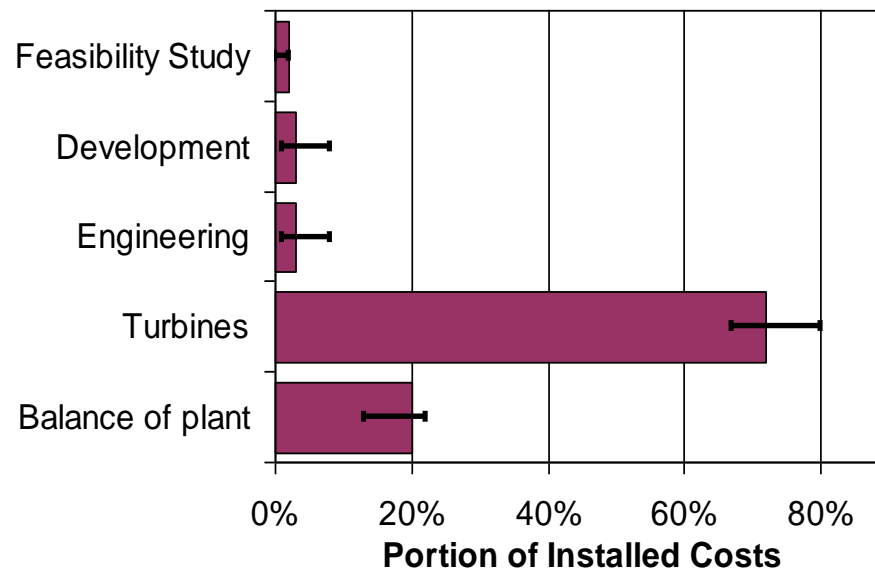
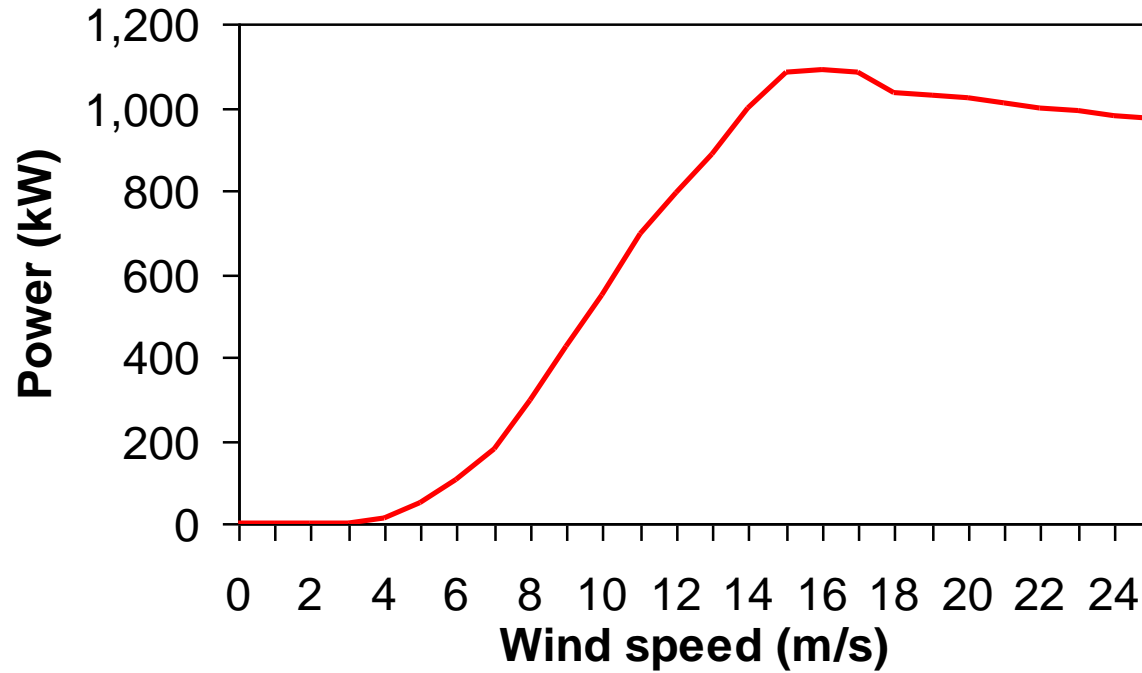
liczba pracowników zatrudnionych w sektorze energii geotermalnej wynosiła w 2005 roku i szacuje się, że osiągnie pułap przeszło 5000 tys. w br.

Schemat budowy turbiny wiatrowej



Wirnik obraca się najczęściej z prędkością od 15 do 30 obrotów na minutę. Prędkość ta zostaje następnie zwiększona przez przekładnię do 1500 obrotów na minutę

1 MW Turbine Power Curve



ENERGETYKA WIATROWA

Farma Wiatrowa „Barzowice” – pierwsza profesjonalna farma wiatrowa w Polsce

- 6 elektrowni wiatrowych (6 x 833 kW) = 5 MW
- data uruchomienia – 2001 r.
- turbiny Vestas V52
- koszt - ok. 26 mln zł

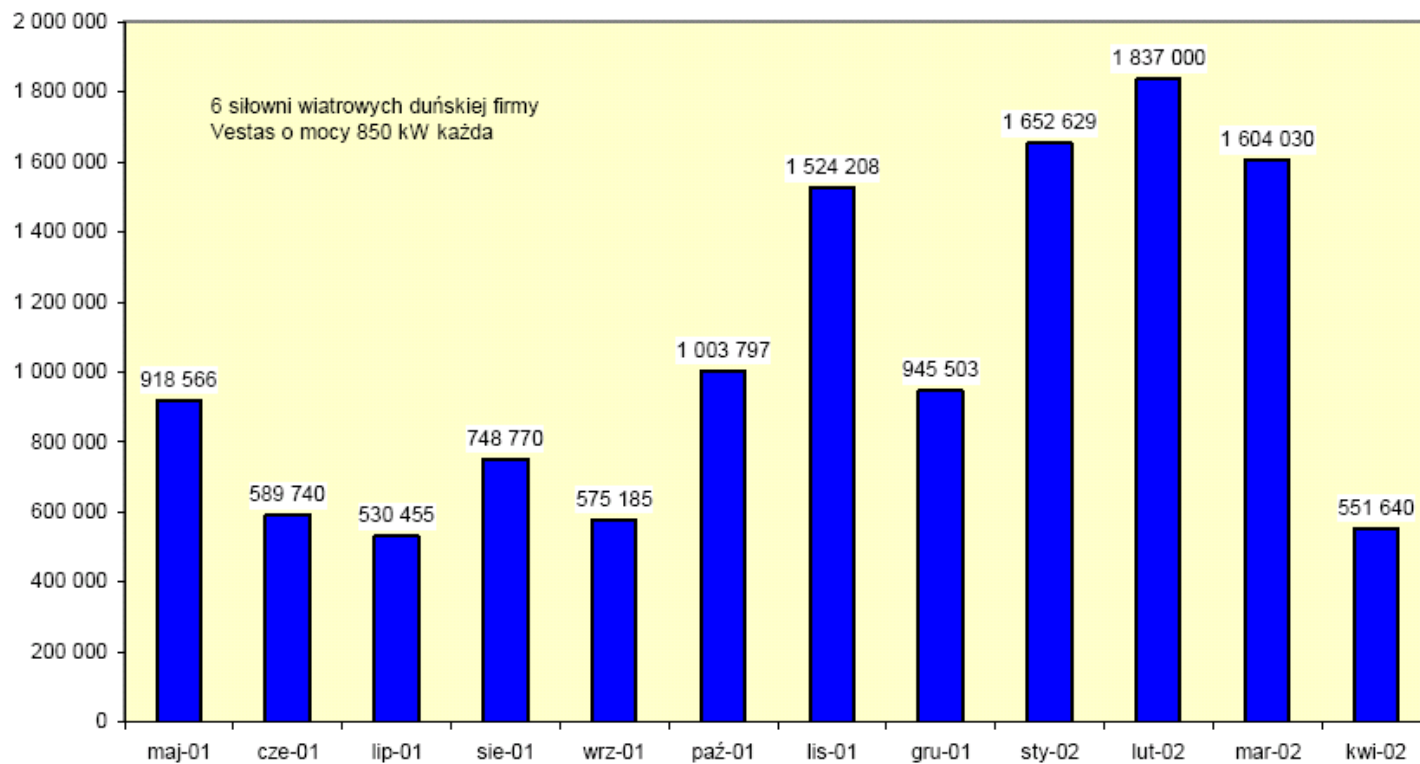
Farma Wiatrowa „Zagórze”

- 15 elektrowni wiatrowych (15 x 2 MW) = 30 MW
- powierzchnia - 225,2 ha
- data uruchomienia – 2003 r.
- turbiny Vestas V80
- koszt – ok. 33,5 mln euro

ENERGETYKA WIATROWA

Ilość wyprodukowanej energii elektrycznej przez Farmę Wiatrową Barzowice w pierwszym roku funkcjonowania: 12.481.523 kWh

[kWh]



ENERGETYKA WIATROWA

FARMA WIATROWA „LAKE OSTROWO”

Dzięki planowanej produkcji na poziomie 90 GWh/rok zostaną znacznie zmniejszone ilości emitowanych gazów i pyłów przez energetykę konwencjonalną:

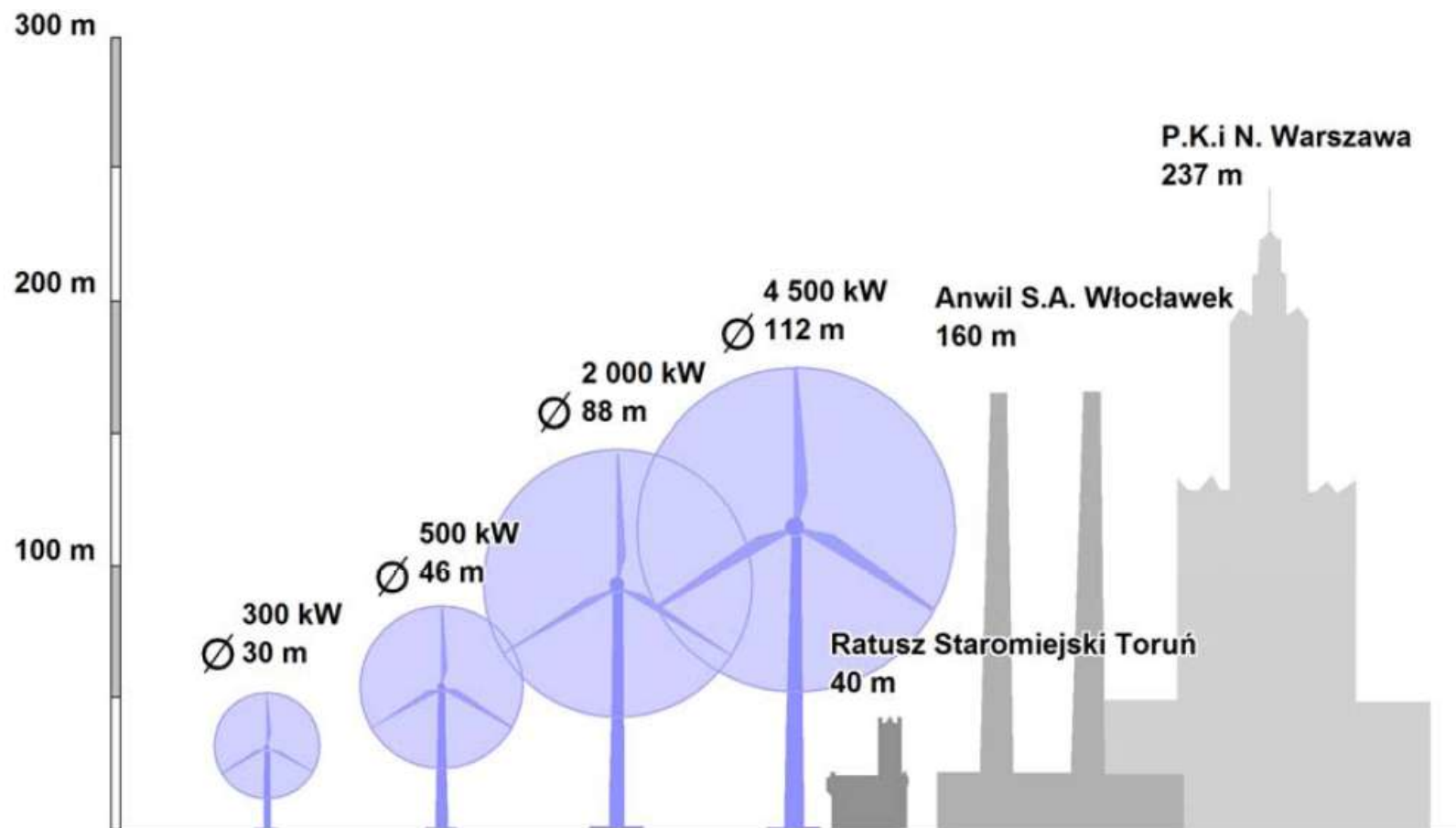
- CO₂ o około 81 000 ton/rok:
- tlenków azotu o około 242 ton/rok,
- pyłów 100 ton/rok

Projekt zrealizowany został w ramach SPO „*Wzrost Konkurencyjności Przedsiębiorstw*” na lata 2004-2006 - Priorytet 2 „*Bezpośrednie wsparcie przedsiębiorstw*”, Działanie 2.2 „*Wsparcie konkurencyjności produktowej i technologicznej przedsiębiorstw*”, Poddziałanie 2.2.1. „*Wsparcie dla przedsiębiorstw dokonujących nowych inwestycji*”.

Poziom dofinansowania z EFRR wynosił **5.833.671,00 PLN**, co stanowiło 3,69% kosztów kwalifikowanych.

Całkowite nakłady na realizację Projektu wyniosły **170 mln PLN**

ENERGETYKA WIATROWA



Elektrownie wiatrowe jako dominanta przestrzenna

ENERGETYKA WIATROWA



Bielik zabity w wyniku kolizji z turbiną siłowni wiatrowej na jednej z polskich farm wiatrowych

ENERGETYKA WIATROWA

THANET - największa na świecie przybrzeżna farma wiatrowa

- 100 elektrowni wiatrowych o łącznej mocy 300 megawatów
- miejsce - wybrzeże Wielkiej Brytanii, w pobliżu Ramsgate
- zasilanie dla 200 tys. gospodarstw domowych
- koszt – 880 mln funtów

ENERGIA GEOTERMALNA

- pochodzi z praktycznie niewyczerpalnego źródła – gorące wnętrze kuli ziemskiej
- system odwiertów
- temperatura – 60-80 °C
- głębokość zalegania - min 800 m
- para wodna może jednocześnie napędzać turbiny i produkować elektryczność
- trudność – znaczne zasolenie tych wód
- energia elektryczna – uzasadnienie - tylko b. gorące źródła

Z A L E T Y

- czyste źródło energii

W A D Y

- nie wszędzie dostępna
- droga instalacja
- trudne technicznie utrzymanie
- uwalnianie radonu i siarkowodoru

ENERGIA GEOTERMALNA

Energia geotermalna w największym stopniu wykorzystywana jest w Islandii, gdzie służy do ogrzewania prawie 87 % budynków i aż 99% gospodarstw domowych zaopatrywanych jest w gorącą wodę termalną.

Jak dotąd na terenie Polski funkcjonuje osiem geotermalnych zakładów ciepłowniczych:

1. Bańska Niżna (4,5 MJ/s, docelowo 70 MJ/s),
2. Pyrzyce (15 MJ/s, docelowo 50 MJ/s),
3. Stargard Szczeciński (14 MJ/s),
4. Mszczonów (7,3 MJ/s),
5. Uniejów (2,6 MJ/s),
6. Słomniki (1 MJ/s),
7. Lasek (2,6 MJ/s),
8. Klikuszowa (1 MJ/h).



w fazie realizacji jest projekt geotermalny w Toruniu.

ENERGIA GEOTERMALNA

The Geysers, USA

- lokalizacja: Kalifornia, n. San Francisco,
- zespół 22 elektrowni geotermalnych,
- 1517 MW (średnio (955 MW),
- produkcja energii elektrycznej dla 1,1 mln ludzi



ENERGIA SŁONECZNA

- 27 mld MW dociera na Ziemię – tylko ok. 1 % wystarcza na pokrycie zapotrzebowania na całość energii dla ludzkości

już 5 minut promieniowania słonecznego na powierzchnię Ziemi odpowiada rocznemu zużyciu energii na całym świecie

- efekt fotowoltaiczny został zaobserwowany przez francuskiego fizyka, Edmonda Becquerela w 1839 roku w obwodzie dwóch oświetlonych elektrod zanurzonych w elektrolicie
- gęstość strumienia promieni słonecznych w roku w Polsce – 950 → 1250 kWh/m²
- średnie roczne nasłonecznienie w Polsce – 1600 h
- 80% nasłonecznienia przypada w Polsce na okres wiosenno-letni – 16-8 h



mapa nasłonecznienia kraju

ENERGIA SŁONECZNA

- konwersja fotowoltaiczna – E.P.S → energia elektryczna (panele PV)
- konwersja fototermiczna – E.P.S → energia cieplna (kolektory słoneczne)
- ok. 50% rynku światowego – zastosowania autonomiczne (niedołączone do sieci elektroenergetycznych):
 - telefony awaryjne,
 - stacje telekomunikacyjne,
 - pompy wody,
 - wolnostojące systemy fotowoltaiczne, np. podświetlenie znaków drogowych
- ciekawostka - ok. 10% stanu Nevada (ok. 16 tys km²)
 - prąd dla całego USA





Znak drogowy D6 wyposażony w system PV

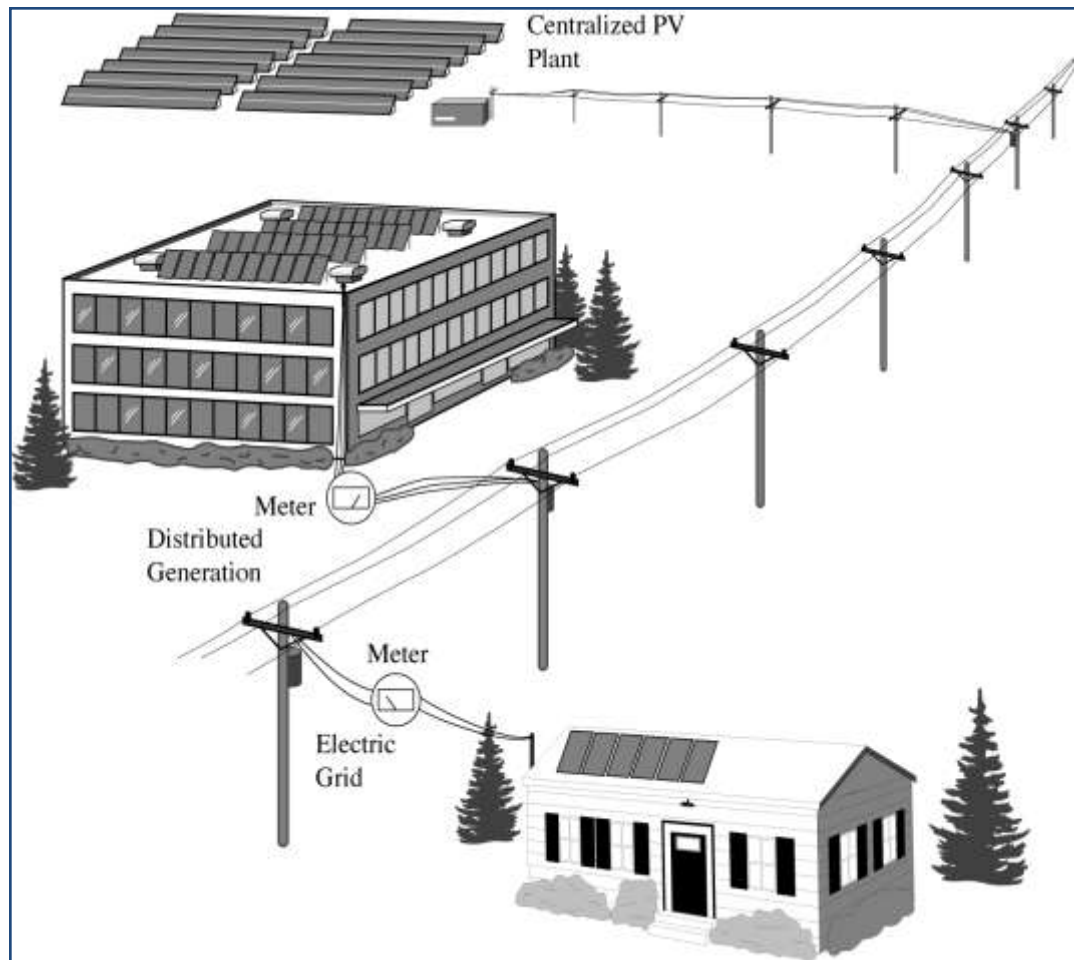
ENERGIA SŁONECZNA

Systemy fotowoltaiczne

- instalacje autonomiczne działające okresowo
- instalacje autonomiczne z akumulatorem
- instalacje autonomiczne hybrydowe
- instalacje podłączone do sieci energetycznej
- elektrownie fotowoltaiczne
- systemy fotowoltaiczne zintegrowane z budynkami (BIPV)

- **elementy kosztów systemu fotowoltaicznego:**
 - moduły fotowoltaiczne
 - komponenty systemu (akumulator, falownik, kontroler, okablowanie itp.)
 - transport i instalacja
 - projektowanie i kierowanie projektem

Schemat systemu zasilania lokalnego przy użyciu paneli fotowoltaicznych



ENERGIA SŁONECZNA

- koszty pokrycia dachów modułami fotowoltaicznymi (Niemcy i Austria) – ok. 13 €/Wp. Przy większej ilości identycznych systemów koszty wahają się od 8 do 12 €/Wp.
- relatywny udział poszczególnych składowych w kosztach 1 kWp systemu pokrywającego dach wynosi:
 - moduł - 53 %
 - falownik - 22 %
 - urządzenia mocujące - 12 %
 - pozostałe elementy - 13 %
- dla systemów podłączonych do sieci powyżej 500 kWp koszty wahają się od 8 do 16 €/Wp
- koszty systemów wolnostojących zależą w dużej mierze od ich konfiguracji. Ogólnie koszt modułu wynosi ok. 30 % ceny systemu, podczas gdy w systemie podłączonym do sieci wynosi on ok. 50 %

ENERGIA SŁONECZNA

Z A L E T Y

- brak emisji zanieczyszczeń atmosferycznych i gazów cieplarnianych
- łatwe utrzymanie/ konserwacja urządzeń
- możliwość wykorzystania w gospodarstwach oddalonych od innych źródeł energii

W A D Y

- ogniwa fotowoltaiczne budowane są z użyciem szkodliwych substancji
- ustawione ogniwa zajmują dużą powierzchnię

ENERGIA SŁONECZNA

duże instalacje

- **SOLAR ONE** w Kalifornii jest największą na świecie słoneczną "siłownią" o maksymalnej mocy 10 MW. Ponad 1800 zwierciadeł śledzi oddzielnie ruch słońca i odbija jego ciepło do kolektora znajdującego się w centrum urządzenia
- **projekt DESERTEC** – UE do 2015 roku sprowadzi do Europy energię słoneczną zgromadzoną w panelach słonecznych rozsianych w Afryce Północnej. Koszt – ok. 400 mln euro

