



Wiatraki- energia przyszłości



Spis treści:

1. Historia wiatraków	3
2. Model wiatraka	5
3. Wyróżnik szybkobieżności	6
4. Zasada działania	10
• Schemat powstawania siły nośnej na profilu	11
• System regulacji kąta natarcia łopat	11
• Zalety elektrowni wiatrowych	12
• Wady elektrowni wiatrowych	12
5. Energetyka wiatrowa wiodącą technologią w zastępowaniu technologii konwencjonalnych	13
• Plany rządowe na 2010 rok	14
• Zmiana produkcji energii elektrycznej w EU w latach 2007-2030	14
6. Lokalizacja elektrowni wiatrowych	15
• Tabela przedstawia warunki uwzględniające przykładowe przeszkody terenowe	15
• Rozmieszczenie farm wiatrowych w Polsce	16
• Zalety lokalizacji turbin wiatrowych na otwartym morzu	17
7. Wzrost znaczenia energii wiatrowej	18
• Dania i jej znaczenie w energetyce	18
• Przewidywania rozwoju energetyki wiatrowej	19
8. Koszty produkcji energii przez wiatraki	20
• Koszty energii wiatrowej oraz korzyści dla środowiska	20
• Przeszkody powstawania farm wiatrowych w Polsce	21
• Bilans energii wiatrowej oraz jej zastosowanie	21
9. Streszczenie pracy w języku angielskim	22
10. Bibliografia	27

Historia wiatraków

Siła wiatru jest znana człowiekowi od wieków. Po raz pierwszy zaczęto ją wykorzystywać 400 lat p.n.e. w Indiach. Początkowo wiatraki używano do pompowania wody a później także do mielenia ziaren. W Babilonie służyły one do osuszania mokradeł a w innych krajach do nawadniania pól.

W krajach Bliskiego Wschodu przyjął się model wiatraka zainstalowanego w przemysłowych budynkach, gdzie mogły pracować niezależnie od kierunku podmuchów. Inne zaś konstrukcje zastosowano w krajach europejskich w XIII wieku. Były to wiatraki czteroskrzydłowe o pionowej osi śmigła. Cała ta konstrukcja była ruchoma, dzięki temu można je było ustawiać do wiejącego wiatru. Tak skonstruowane urządzenia potocznie nazywano koźlakami. Ich cechą charakterystyczną jest to, że cały budynek wiatraka wraz ze skrzydłami jest obracalny wokół pionowego, drewnianego słupa tzw. sztembra. Używano ich wtedy głównie do mielenia zbóż. Później zaczęto je także wykorzystywać jako napęd do tartaków oraz i wyłaczarni olejów. Największą rolę energia wiatru odgrywała w XVI wieku. W Polsce pierwsze wiatraki zbudowano w XIV wieku na Kujawach oraz w Wielkopolsce, były to wiatraki koźłowe.



Koźlak z Zarebek Wiatrak - koźlak postawiony w końcu XIX wieku w Woli Domatkowskiej, w 1920 roku przeniesiony do Zarebek. Budynek drewniany, o konstrukcji słupowo - szkieletowej, oszalowany deskami.

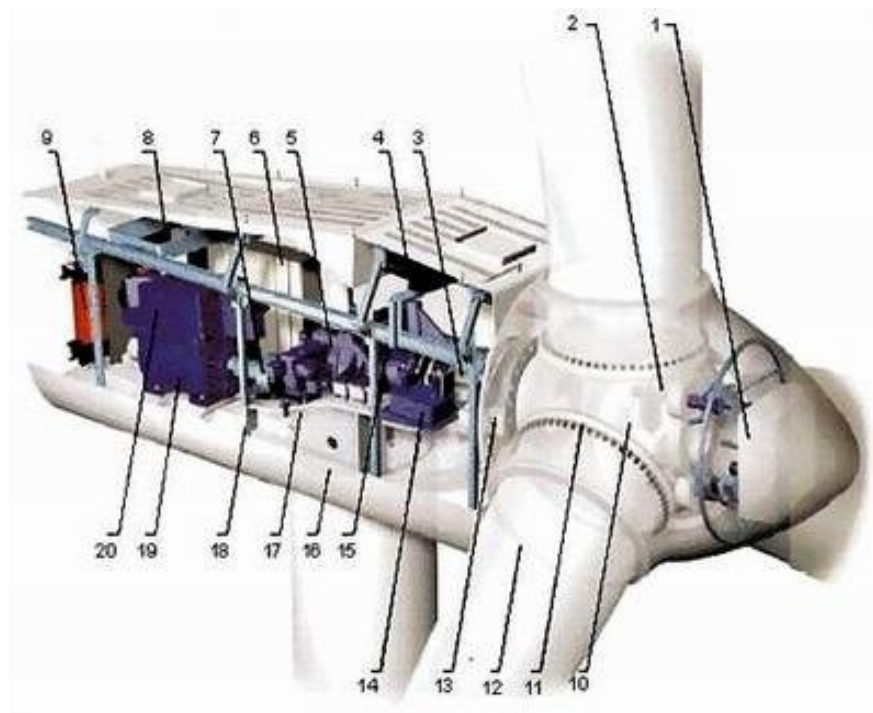
Później pojawiły się wiatraki wieżyczkowe, w której obracała się tylko górna część, na której zamontowane były śmigła. Pozostała część budynku, założona na rzucie ośmioboku (holendry drewniane) lub koła (holendry murowane), nie zmieniała nigdy swego położenia. Ojczyzną wiatraków stała się Holandia, stąd nazwa nowego typu wiatraku. W Polsce przyjęły się na zachodzie oraz północy lecz nigdy nie wyparły do końca tradycyjnego koźlaka.



Holender z Padwi

Wiatrak typu holender zbudowany w 1939 roku przez Stanisława Skrzyпка, w urządzenia mielnicze wyposażony dopiero w 1945 roku. Budynek drewniany, dziesięcioboczny

Model wiatraka



Elementy elektrowni wiatrowych:

- 1) kontroler
- 2) siłownik mechanizmu przestawiania łopat
- 3) główny wał
- 4) chłodnica oleju
- 5) skrzynia przekładniowa
- 6) wieloprocessorowy układ sterowania
- 7) hamulec postojowy
- 8) dźwig dla obsługi
- 9) transformator
- 10) piasta łopaty
- 11) łożysko łopaty
- 12) łopata
- 13) układ hamowania wirnika
- 14) układ hydrauliczny
- 15) tarcza hydraulicznego układu hamowania wirnika
- 16) pierścień układu kierunkowania
- 17) fundament
- 18) koła zębate układu kierunkowania
- 19) generator
- 20) chłodnica generatora powłok przymocowanych do belki nośnej.

Wyróżnik szybkobieżności

1. Silnik wiatrowy jest charakteryzowany przez wartość wyróżnika szybkobieżności, wyrażającego się zależnością:

$$Z = \frac{u_1}{V} = \frac{r_1 \omega}{V}$$

gdzie:

u_1 - prędkość obwodowa końca łopat

V - prędkość wiatru

r_1 - odległość końca łopaty od osi obrotu wirnika

ω - prędkość kątowna wirnika

2. W zależności od wartości wyróżnika szybkobieżności silniki wiatrowe dzieli się na:
- **wolnobieżne**, zwane także turbinami wiatrowymi, o wyróżniku szybkobieżności $Z \leq 1,5$; mają one wirnik o wielu łopatach (12-40) i odznaczają się dużym momentem rozruchowym;
 - **średnobieżne**, o wyróżniku szybkobieżności: $1,5 < Z \leq 3,5$ i 4-7 łopatach;
 - **szybkobieżne** (śmigłowe) o $Z > 3,5$, mające wirniki w kształcie śmigła lotniczego z trzema, dwiema lub jedną łopata; mają one największą sprawność aerodynamiczną, lecz niewielki moment rozruchowy.
3. Energia i moc wiatru jest związana z ruchem masy powietrza. Jeśli wektor prędkości wiatru jest równoległy do powierzchni terenu, a powietrze potraktujemy jako gaz idealny (nie lepki i nieściśliwy) znajdujący się w ruchu laminarnym, to energia masy m powietrza poruszającego się z prędkością v jest określona zależnością:

$$E = \frac{1}{2} mV^2$$

4. Przez powierzchnie S , zakreślone przez łopaty wirnika silnika wiatrowego, prostopadłą do kierunku wiatru, przepływa strumień powietrza m [kg/s]

$$\dot{m} = \rho SV$$

gdzie:

ρ - gęstość powietrza

5. Moc rozwijana przez ten strumień powietrza jest określona wzorem:

$$P = \frac{1}{2} \rho S V^3$$

6. W warunkach normalnych, tzn. w temperaturze 15°C i przy ciśnieniu 0,1 MPa, gęstość powietrza jest równa 1,209 kg/m³; a zatem moc jednostkowa wiatru, przypadająca na 1 m² powierzchni prostopadłej do kierunku wiatru, wynosi:

$$p = 0,6V^3 \text{ [W/m}^2\text{]}$$

7. Wprowadzenie wirnika silnika wiatrowego w strumień powietrza (wiatru) zaburza jego przepływ. Prędkość przed wirnikiem silnika maleje do wartości $V - v$, zaś za wirnikiem do wartości v_1 . Wartości zmian prędkości wiatru v_1 i v nie są sobie równe.

Moc przejmowana przez wirnik silnika wiatrowego jest określona iloczynem siły działającej na wirnik, równej zmianie pędu wiatru oraz prędkości wiatru przed wirnikiem:

$$\begin{aligned} P_w &= F(V - v) = m v_1(V - v) = \rho S(V - v) v_1(V - v) = \\ &= \rho S(V - v)^2 v_1 \end{aligned}$$

8. Z równania Bernoulliego dla przepływu przed i za wirnikiem silnika wiatrowego można wyliczyć, że $v_1 = 2v$, więc:

$$P_w = 2\rho S(V - v)^2 v$$

9. Stopień wykorzystania przez silnik wiatrowy energii wiatru, zwany sprawnością strumieniową, jest określony stosunkiem mocy przejmowanej przez wirnik P_w do mocy rozwijanej przez strumień powietrza (wiatr) P :

$$\eta_c = \frac{P_w}{P} = \frac{2\rho S(V-v)^2 v}{\frac{1}{2}\rho S V^3} = 4 \frac{v(V-v)^2}{V^3}$$

10. Można wykazać, że sprawność strumieniowa η_s osiąga maksimum przy $v = 1/3 V$ i jest wówczas równa $16/27$

$$\eta_{s\max} = \frac{16}{27} = 0,5926$$

co oznacza, że jest możliwe wykorzystanie co najwyżej takiej części (mniej ni 60%) energii kinetycznej powietrza (wiatru), przepływającego przez wirnik silnika wiatrowego. Powietrze opuszczające łopaty wirnika ma również pewną prędkość, a zatem i energię kinetyczną.

Maksymalna moc silnika wiatrowego określa się z zależności:

$$P_{w\max} = \frac{8\pi d^2 \rho V^3}{27} = 0,9308 \rho d^2 V^3$$

gdzie:

d - średnica koła zakreślanego przez łopaty wirnika silnika wiatrowego.

11. Moc, którą silnik wiatrowy może przekazać napędzanemu urządzeniu (generatorowi, kamieniom młyńskim, pompie), zwana mocą użyteczną, jest jeszcze mniejsza w wyniku strat aerodynamicznych, które powstają wskutek:
- tarcia powietrza o powierzchnie łopat,
 - wyrównywania się ciśnienia powietrza po obu stronach łopat,
 - zawirowania strumienia powietrza za wirnikiem,
 - niewykorzystania środkowej części wirnika,
 - częściowego odpływu powietrza na zewnątrz wirnika i wirowych zaburzeń strug powietrza za wirnikiem,
 - wzajemnego oddziaływania łopat (w wirnikach wielołopatowych) oraz strat mechanicznych (tarcie w łożyskach, straty w przekładniach).

Odzwierciedleniem tych strat jest sprawność aerodynamiczna η_s oraz sprawność mechaniczna η_m .

$$P_u = \eta_a \eta_m P_{wmax}$$

12. Moce największych silników wiatrowych są rzędu kilku megawatów, jednak optymalne pod względem ekonomicznym są agregaty wiatrowe o mocy 200-400 kW i średnicy wirnika 30-40 m.
13. W elektrowni wiatrowej silnik wiatrowy napędza generator elektryczny, którym może być prądnica bocznikowa prądu stałego, generator synchroniczny lub asynchroniczny. Najprostszy jest układ z prądnica bocznikowa prądu stałego. Uzyskuje się stałe napięcie w sieci przy różnych prędkościach wiatru dzięki regulacji wzbudzenia.

Współczesne elektrownie wiatrowe o mocach ponad 100 kW są zwykle wyposażone w generatory asynchroniczne lub synchroniczne i na ogół współpracują z siecią energetyki zawodowej. Większość z nich jest wyposażona w generatory asynchroniczne, których prędkość synchroniczna jest równa 1500 i 750 obr./min.

14. Moc elektrowni wiatrowej na zaciskach generatora wyraża się zależnością:

$$P_e = \eta_g P_u = \eta_g \eta_a \eta_m P_{wmax} = \eta_g \eta_a \eta_m \eta_s P,$$

gdzie:

η_g – sprawność generatora

Łączna sprawność silnika wiatrowego i prądnicy $\eta_g \eta_a \eta_m$ zawiera się w przedziale 0,4-0,8; zatem:

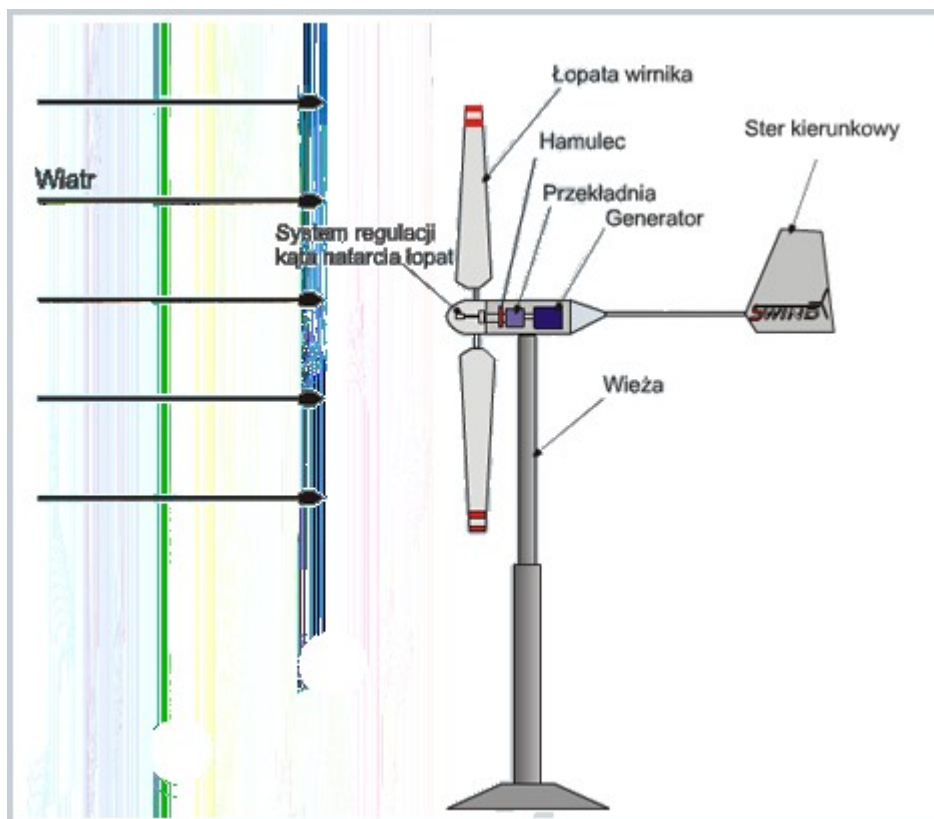
$$P_e = (0,237 + 0,474)P$$

czyli sprawność elektrowni wiatrowej mieści się w granicach od 23,7% do 47,4%. Przewiduje się możliwość uzyskania wyższych sprawności.

Zasada działania

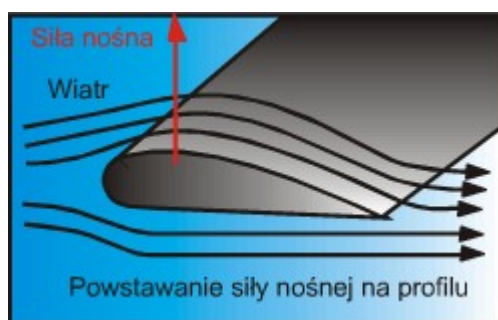
Napływający na łopaty strumień powietrza wywołuje jego ruch obrotowy wirnika. Obracający się wirnik, przekazuje energię do przekładni w której następuje wzrost wartości prędkości obrotowej przekazywanej przez generator. Generator, często nazywamy prądnicą, przetwarza energię mechaniczną na energię elektryczną, która przewodami zostaje odprowadzona do odbiorników.

Ster kierunkowy pozwala na utrzymanie całego wirnika w odpowiednim położeniu względem wiatru. cała konstrukcja spoczywa na stalowej wieży zakotwionej przez fundament w gruncie.



Schemat powstawania siły nośnej na profilu

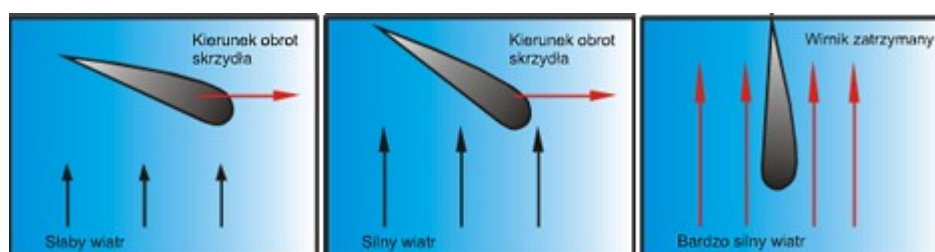
Ilość wyprodukowanej przez elektrownię wiatrową energii elektrycznej zależy od kilku czynników. Między innymi należą do nich prędkość wiatru oraz sprawność całego układu. Na rysunku 2. zilustrowany jest schemat powstawania siły nośnej na łopacie wirnika. Odpowiednio wyprofilowane łopaty gwarantują jego wysoką sprawność.



System regulacji kąta natarcia łopat

Bardzo ważnym elementem całego układu jest system regulacji kąta natarcia łopat. W swej budowie jest on dość skomplikowany lecz niezbędny do zapewnienia optymalnej pracy wirnika. Jest on również jednym z elementów bezpieczeństwa, skutecznie ograniczającym obroty wirnika w sytuacji gdy siła wiatru jest bardzo duża.

Zasada działania systemu regulacji kąta natarcia łopat została przedstawiona na rysunkach 3,4 i 5.



Zalety elektrowni wiatrowych :

- zaspokojenie rosnących potrzeb energetycznych ludności poprzez rozwój ekologicznie czystej energii,
- możliwość zasilania miejsc trudno dostępnych,
- wzrost udziału energii uzyskiwanej ze źródeł odnawialnych w bilansie energetycznym,
- możliwość aktywizacji terenów słabo zaludnionych lub o ubogich glebach,
- stały koszt jednostkowy uzyskiwanej energii oraz wzrastająca konkurencyjność ekonomiczna w stosunku do konwencjonalnych źródeł energii,
- prosta obsługa, krótki czas montażu, niskie koszty obsługi i eksploatacji

Wady elektrowni wiatrowych :

- wysokie koszty inwestycji,
- hałas,
- zmiany w krajobrazie,
- negatywny wpływ na populacje ptaków na danym terenie
- zmienność mocy w czasie - wytwarzana moc zależna jest, od siły wiatru, na którą człowiek nie ma wpływu

Jednakże obowiązujące obecnie zasady handlu energią elektryczną oraz przepisy prawne regulujące współpracę elektrowni ekologicznych z energetyką zawodową nie sprzyjają rozwojowi tej dziedziny gospodarki. Na układ współpracy między wytwórcami energii ekologicznej i energetyką zawodową niewątpliwie mają wpływ ceny energii elektrycznej.



Energetyka wiatrowa wiodącą technologią w zastępowaniu technologii konwencjonalnych

Raport Międzynarodowej Agencji Energetycznej „World Energy Outlook 2009“ (WEO 2009) zajmującym się analizą sytuacji w sektorze energetycznym, przewiduje, że popyt na energetykę wiatrową będzie wzrastał, wraz z rozwojem gospodarczym. Kryzys gospodarczy i finansowy w 2009 roku powoduje znaczny spadek zużycia energii. Największe zapotrzebowanie będą przejawiały, kraje rozwijające się: Azji i Bliskiego Wschodu. Zgodnie z przewidywaniami zapotrzebowanie na energię elektryczną do 2030 r. wzrasta o 2,5% rocznie.- Moc zainstalowana w energetyce wiatrowej w Polsce to ~666 MW (stan 30.09.2009, źródło URE). Wśród inwestycji wyróżnić można 14 profesjonalnych projektów:

Lp.	Lokalizacja	Województwo	Moc
1.	Barzkowice	zachodniopomorskie	5,1 MW
2.	Cisowo	zachodniopomorskie	18 MW
3.	Zagórze	zachodniopomorskie	30 MW
4.	Lisewo	pomorskie	10,8 MW
5.	Tymień	zachodniopomorskie	50 MW
6.	Puck	pomorskie	22 MW
7.	Kisielice	warmińsko- mazurskie	40,5 MW
8.	Kamieńsk	łódzkie	30 MW
9.	Jagniątkowo	zachodniopomorskie	30,6 MW
10.	Łosina k/Słupska	zachodniopomorskie	48 MW
11.	Gniezdzewo	pomorskie	22 MW
12.	Karścino	zachodniopomorskie	69 MW
13.	Łebcz	pomorskie	8 MW
14.	Suwałki	podlaskie	41,4 MW

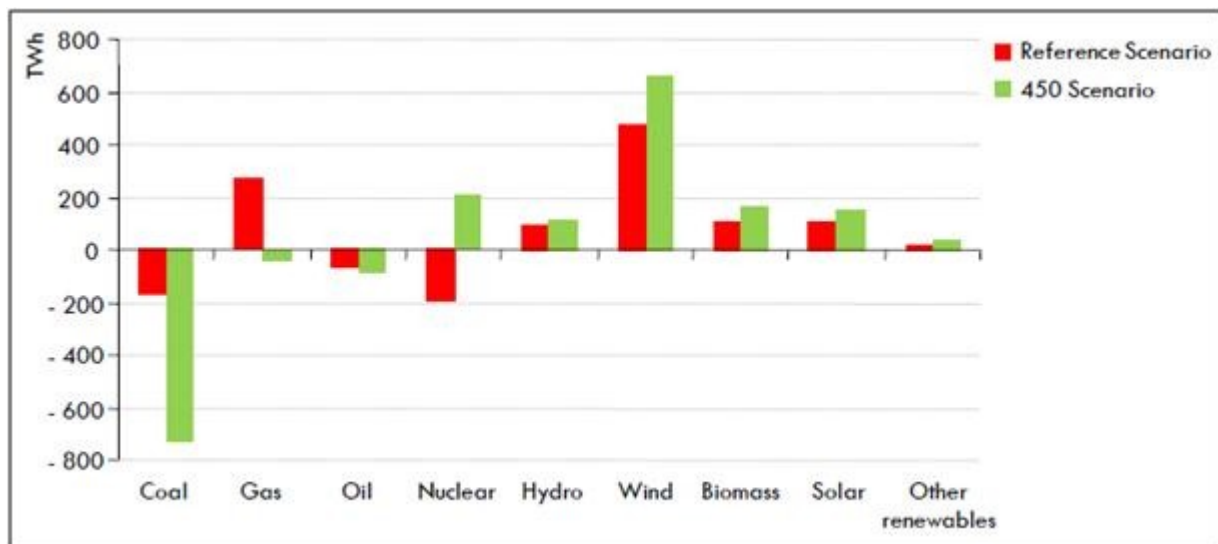
Z powyższych informacji wynika że, Polska nawet w połowie nie wykorzystuje swojego potencjału w energetyce odnawialnej.

Plany rządowe na 2010 rok:

1. 2000 MW zainstalowanych w energetyce wiatrowej,
2. 2,3% udział generacji wiatrowej w krajowym zużyciu energii,
3. Potrzebny przyrost mocy w latach 2006 - 2010: ponad 1800 MW, co oznacza potrzebę przyłączenia ok. 450 MW rocznie.
Rząd dąży do stopniowego zastępowania, konwencjonalnych sposobów uzyskiwania energii metodami odnawialnymi.
4. Unia Europejska ma zainwestować 565 milionów € w farmy wiatrakowe, to potwierdza że UE postrzega sektor offshore jako sektor strategiczny dla przyszłości Europy.



Zmiana produkcji energii elektrycznej w EU w latach 2007-2030.



Lokalizacja elektrowni wiatrowych

Lokalizacja elektrowni wiatrowych zależna jest od wielu czynników przyrodniczych. Od niej zależy dużej mierze wydajność takich farm. Dogodnym terenem dla takiej elektrowni są np. pojedyncze wzgórza i góry, skarpy, zagłębienia oraz przełęcz. Duży wpływ ma także wysokość. Im wyżej nad poziomem morza tym większa jest prędkość wiatru. Ważna jest też klasa szorstkości terenu, o której decydują ukształtowanie powierzchni oraz przeszkody terenowe, tj. domy, drzewa. Im mniej przeszkód terenowych na danym obszarze, tym większe są tam zasoby energii wiatru i tym lepsze warunki do budowy elektrowni. Najlepszymi obszarami pod względem warunków wiatrowych są obszary nadmorskie, gdyż klasa szorstkości tafli wody jest równa 0.

Budowa farm wiatrowych wymaga dużej otwartej przestrzeni. Jest to jednak problem, gdyż faktyczny obszar zajmowany przez wiatraki jest niewielki, gdyż muszą być zachowane odpowiednie odległości między nimi (powinno to być 400-640m). Większość terenów zajmowanych przez siłownie jest też zdana dla rolnictwa, dlatego znane są przypadki wykorzystywania terenu korzystnego dla siłowni wiatrowych pod uprawę roli lub wypas zwierząt.

Tabela przedstawia warunki uwzględniające przykładowe przeszkody terenowe.

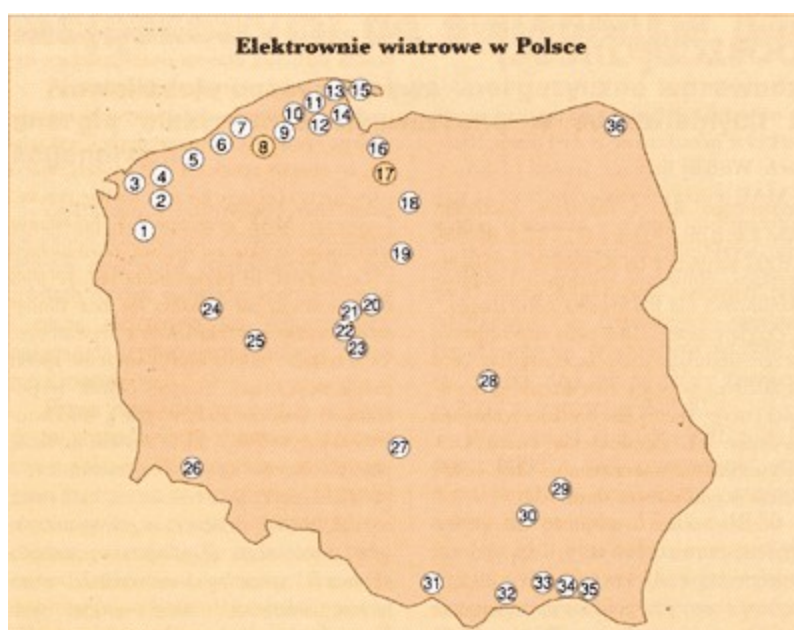
Klasa szorstkości	Energia (%)	Rodzaj terenu
0	100	Powierzchnia wody
0,5	73	Całkowicie otwarty teren np. betonowe lotnisko, trawiasta łąka itp.
1	52	Otwarte pola uprawne z niskimi zabudowaniami (pojedynczymi). Tylko lekko pofalowany teren.
1,5	45	Tereny uprawne z nielicznymi zabudowaniami i 8 metrowymi żywopłotami oddalonymi od siebie o ok. 1250 metrów.
2	39	Tereny uprawne z nielicznymi zabudowaniami i 8 metrowymi żywopłotami oddalonymi od siebie o ok. 500 metrów.
2,5	31	Tereny uprawne z licznymi zabudowaniami i sadami lub 8 metrowe żywopłoty oddalone od siebie o ok. 250 metrów.
3	24	Wioski, małe miasteczka, tereny uprawne z licznymi żywopłotami, las lub pofalowany teren.
3,5	18	Duże miasta z wysokimi budynkami.
4	13	Bardzo duże miasta z wysokimi budynkami i drapaczami chmur.

Wzrost prędkości wiatru wraz z wysokością, jako funkcja szorstkości terenu (przykładowa aproksymacja). Założony punkt odniesienia to: średnią prędkość wiatru 5,5 m/s dla klasy szorstkości 1,5 na wysokości 30 m nad ziemią

Rozmieszczenie farm wiatrowych w Polsce

W Polsce za obszary pozwalające wykorzystywać energię wiatru uznaje się miejsca, w których średnia roczna prędkość wiatru na wysokości 70 m n. p. g. (nad poziomem gleby) wynosi co najmniej 6 m/s. Do tych obszarów zaliczamy:

- Pomorze
- górzyste i pagórkowate tereny Sudetów
- Beskid Śląski
- Beskid Żywiecki
- Bieszczady
- Pogórze Dynowskie
- Garb Lubawski
- Kielecczyzna.



1	Dąbrowa	200 kW	22	Sokoły	600 kW
2	Nowogard	225 kW	23	Kramsk	750 kW
3	Zagórze	30 MW	24	Kwilicz	160 kW
4	Jagniątkowo	30,6 MW	25	Sosnowiec	160 kW
5	Tymień	50 MW	26	Słup	160 kW
6	Cisowo	18 MW	27	Kamieńsk	30 MW
7	Barzowice	5 MW	28	Rembertów	250 kW
8	Zajączkowo i Widzino (w budowie)	90 MW	29	Chwałowice	300 kW
9	Zwarcienko	320 kW	30	Mielec	250 kW
10	Starbienino	250 kW	31	Zawoja	160 kW
11	Lisewo	10,8 MW	32	Rytro	160 kW
12	Lisewo	150 kW	33	Pielgrzymka	300 kW
13	Połczyno	1,6 MW	34	Sieniawa	600 kW
14	Swarzewo	1,2 MW	35	Wróblak Szlachecki	320 kW
15	Puck	22 MW	36	Wiżajny	600 kW
16	Bogatka	850 kW			
17	Malbork (w budowie)	18 MW			
18	Kisielice	40,5 MW			
19	Wrocki	160 kW			
20	Kłonowo	450 kW			
21	Zagorzyce	750 kW			

Zalety lokalizacji turbin wiatrowych na otwartym morzu:

Jak wcześniej wspomniałam, dogodnym terenem do ulokowania elektrowni wiatrowej są tereny nadmorskie. Wykorzystuje się je zarówno nad naszym Morzem Bałtyckim, jak i nad Morzem Północnym.

- wiatry wykazują większą stabilność, umożliwiając bardziej efektywne wykorzystanie ich energii oraz zmniejszenie zużycia urządzeń,
- siła wiatru na morzu jest większa na niższej wysokości, co umożliwia zużycie niższych wież,
- wiatry przybierają na sile w miarę oddalania się od brzegu,
- obszary morskie stwarzają więcej przestrzeni dla lokalizacji farm wiatrowych



Jednak trudności w budowie oraz jej wysoki koszt powoduje, iż mimo licznych zalet morskie elektrownie wiatrowe nie są dużo bardziej ekonomiczne od zwykłych lądowych siłowni. Trudności sprawia także budowa podwodnej linii kablowej oraz fundamentów.



Wzrost znaczenia energii wiatrowej

Energetyka wiatrowa to aktualnie najbardziej dynamicznie rozwijający się sektor energetyki odnawialnej na świecie. Polska należy do krajów o korzystnych warunkach do rozwoju energetyki wiatrowej, podobnych do Niemiec. W połowie lat 90-tych, w naszym kraju, zaczęto postrzegać odnawialne źródła energii jako ważny element realizacji strategii zrównoważonego rozwoju. Zaczęto doceniać korzyści, jakie niesie rozwój odnawialnych źródeł energii dla państwa takich jak:

1. postęp technologiczny,
2. rozwój lokalnych rynków pracy,
3. ograniczenie emisji szkodliwych zanieczyszczeń,
4. zwiększenie bezpieczeństwa energetycznego kraju.

Zaczęto regulować prawo tak, aby elektrownie wykorzystujące zasoby odnawialne mogły swobodnie się rozwijać. Jednak dotychczas w Polsce zainstalowano siłownię o mocy 300MW jednak ta liczba wciąż rośnie. Produkcja energii elektrycznej wyprodukowanej przez elektrownie wiatrowe w Polsce jest trudna do oszacowania. Według bazy danych URE wynosi ona 135,3 GWh w 2005 oraz 245,5 GWh w roku 2006. Zaobserwowany jest więc wzrost znaczenia energetyki wiatrowej w bilansie energetycznym Polski (3,6 % na rok 2005 i 5,9% w roku 2006). Jak podaje gazeta.pl w światowym rankingu 74 państw pod względem wielkości produkowanej z wiatru energii elektrycznej, Polska zajmuje miejsce 24.

Dania i jej znaczenie w energetyce

Nawet tym państwie rola elektrowni wiatrowych wciąż rośnie. Dania eksploatuje już ponad 5 tys. wiatraków, które w 1997 r. zaspokajały 6,5% zapotrzebowania na prąd. Koleje duńskie zamierzają wybudować w pobliżu torów 80 wielkich wiatraków, z których każdy będzie miał generator o mocy 1,5 MW. Energia czerpana z wiatraków pokryje zapotrzebowanie pociągów na prąd, co znacznie obniży emisję zanieczyszczeń powietrza przez dotychczas pracujące elektrownie. Na wybrzeżach Danii ma powstać dalsze pięć kompleksów elektrowni wiatrowych liczących 500 wiatraków. W czołówce państw wykorzystujących wiatr do produkcji energii elektrycznej są również Niemcy. W landzie Szlezwik-Holsztyn wiatraki są od dawna elementem krajobrazu. Do końca 1996 r. 1000 zespolonych elektrowni wiatrowych dostarczyło 6% zapotrzebowania energetycznego w tym rejonie.



Przewidywania rozwoju energetyki wiatrowej

Szacuje się że w roku 2020 na świecie dwukrotnie wzrośnie zapotrzebowanie na energię elektryczną. Realistyczne jest więc założenie, że 20% energii elektrycznej będzie wytwarzane z pomocą energii wiatru. Przy założeniu tak dynamicznego (choć całkowicie możliwego) wzrostu znaczenia energetyki wiatrowej w bilansie energetycznym świata do atmosfery nie trafi 69 mln ton dwutlenku węgla w 2005 roku, 267 mln ton w 2010 roku i 1780 mln ton w 2020 roku. Wielkość nowo instalowanej mocy w elektrowniach wiatrowych wzrastała przez ostatnich 8 lat przeciętnie o 40% rocznie, czyniąc energetykę wiatrową jedną z najszybciej rozwijających się gałęzi przemysłu. Taki rozwój rynku był napędzany głównie przez politykę rządów, ukierunkowaną na umożliwienie energii wiatrowej konkurencji z już istniejącymi technologiami, i uznającą korzyści płynące z energii wiatrowej, które przeważnie nie są zawarte w cenach elektryczności płaconych przez konsumentów .

Koszty produkcji energii przez wiatraki

Koszty energii wiatrowej oraz korzyści dla środowiska

Okazuje się, że mamy wielką szansę rozwoju energetyki wiatrowej w niektórych rejonach naszego kraju (65% powierzchni Polski ma sprzyjające warunki do wykorzystania tego rodzaju energii). Dzięki niej możemy zaoszczędzić na produkcji paliw kopalnych typu węgiel i ropa. Automatycznie zmniejszane są zanieczyszczenia atmosfery wywoływane spalaniem wymienionych surowców np. praca wiatraka zapobiega wytworzeniu w skali całego roku:

- 2 tys. kg dwutlenku siarki,
- 1500 kg dwutlenku azotu,
- 250 tys. dwutlenku węgla,
- 17500 kg pyłu i żużlu.

Koszt wiatraka o mocy 160 kw., zaopatrującego w prąd ok. 30 gospodarstw wynosi wraz z transportem i montażem ok. 380 tys. zł + VAT. (Firma może nawet sumę tę rozłożyć na raty).

Istnieje parę możliwości dofinansowania zakupu wiatraków, m.in. przez wojewódzkie fundusze ochrony środowiska i NFOŚ. Można także uzyskać na ten cel kredyt z Banku Ochrony Środowiska. Wedle potrzeb można zamówić sobie mniejszy i tańszy wiatrak, np. typ "ZEFIR 12A" o mocy 30 kw. Koszt zakupu takiej małej elektrowni wiatrowej wynosi 120 tys. zł + VAT.

Wiatraki można budować w odległości 300 m od zabudowań, choć w zasadzie i budowany bliżej nie stwarzają zagrożeń. Hałas jest mały, bo ok. 40 decybeli, a dla przykładu ruch samochodowy stwarza hałas powyżej 70 decybeli. Co ciekawe, gmina może postawić sobie wiatrak, aby móc obniżyć w ten sposób koszt funkcjonowania lokalnej oczyszczalni ścieków. Dzieje się tak, ponieważ wiatrak produkuje tańszą energię elektryczną, jak wiadomo - potrzebną do funkcjonowania oczyszczalni ścieków.

Przeszkody powstawania farm wiatrowych w Polsce

1. Brak preferencji państwa, tworzących warunki do zakupu i stawiania wiatraków. Do dziś nie powstał aktualny bilans energetyczny Polski, od wyniku którego zależą wszystkie decyzje strategiczne w kraju: nowe prawo energetyczne, kierunki rozwoju energetyki, kontrakty na zakup surowców, np. gazu ziemnego z Rosji itd.
2. Problemem jest też wysoki VAT przy zakupie wiatraków.
3. Długie procedury przy załatwianiu pozwoleń na postawienie wiatraka.
4. Ponadto różne komplikacje tworzone przez niektóre zakłady energetyczne nie chcące przyjmować nadmiaru energii z elektrowni wiatrowych lub płacących zbyt niskie ceny. Nie ma jeszcze także masowej produkcji wiatraków, przez co są one drogie, a nie ma masowej produkcji, ponieważ nie stawia się wiatraków, bo nie ma wspomnianych na początku preferencji rządowych na ich budowę.

Bilans energii wiatrowej oraz jej zastosowanie

Możliwość wykorzystania wiatru do produkcji energii elektrycznej zależy od jego prędkości. Minimalna prędkość wiatru użyteczna dla potrzeb energetycznych wynosi 4 m/s. Nie mniej ważna od prędkości wiatru jest jego stałość w danym miejscu, gdyż od niej zależy ilość wyprodukowanej energii elektrycznej w ciągu roku, a to decyduje o opłacalności elektrowni.

Energia wiatru mogłaby zaspokoić znaczną część globalnego zapotrzebowania na energię. Szacuje się, że światowe zasoby energii wiatru możliwe do wykorzystania to 53000 TWh/rok, czyli ilość trzykrotnie większa, niż obecne światowe zużycie energii elektrycznej (IEO, 2004). W 2001 roku całkowita moc zainstalowana w elektrowniach wiatrowych wynosiła prawie 25 000 MW (IEO, 2004). Przewiduje się, że do roku 2020 energetyka wiatrowa ma mieć 12% udział w światowej produkcji energii elektrycznej (IEO, 2004). Największe przyrosty mają mieć miejsce w Europie, Ameryce Północnej i w Chinach (Windpower, 2001a).

W Polsce istnieją obszary, gdzie energia wiatru może być wykorzystana do produkcji energii elektrycznej. Obszary te obejmują około 40% powierzchni kraju. Najlepsze warunki do wykorzystania energii wiatru panują na Wybrzeżu Morza Bałtyckiego, Suwalszczyźnie i Równinie Mazowieckiej (Ministerstwo Środowiska, 2000). Obecnie istnieje w Polsce 40 sieciowych ferm wiatrowych oraz kilkadziesiąt małych autonomicznych siłowni wiatrowych. Łączna moc zainstalowana wynosi 60 MW.

Obecnie obserwuje się duże zainteresowanie inwestorów instalacjami wiatrowymi, szczególnie w północno-zachodniej Polsce. Główną barierą w rozwoju tego sektora energetyki jest wysoki koszt instalacji, który zwraca się dopiero po wielu latach. Ponadto elektrownie wiatrowe nie pozostają bez wpływu na środowisko naturalne. Nie powodują one co prawda emisji zanieczyszczeń, poważnymi problemami są jednak zmiany krajobrazu, hałas oraz wpływ na dzikie ptactwo na szlakach migracji sezonowych.

Streszczenie pracy w języku angielskim

The windmills - the energy of future

Wind power is the conversion of wind energy into a useful form of energy, such as using wind turbines to make electricity, wind mills for mechanical power, wind pumps for pumping water or drainage, or sails to propel ships.

At the end of 2009, worldwide nameplate capacity of wind-powered generators was 157.9 gigawatts (GW).[1], which is about 1.5% of worldwide electricity usage;[1][2] and is growing rapidly, having doubled in the three years between 2005 and 2008. Several countries have achieved relatively high levels of wind power penetration (with large governmental subsidies), such as 19% of stationary electricity production in Denmark, 13% in Spain[3] and Portugal, and 7% in Germany and the Republic of Ireland in 2008. As of May 2009, eighty countries around the world are using wind power on a commercial basis.

Large-scale wind farms are connected to the electric power transmission network; smaller facilities are used to provide electricity to isolated locations. Utility companies increasingly buy back surplus electricity produced by small domestic turbines. Wind energy as a power source is attractive as an alternative to fossil fuels, because it is plentiful, renewable, widely distributed, clean, and produces no greenhouse gas emissions. However, the construction of wind farms is not universally welcomed because of their visual impact and other effects on the environment.

Wind power is non-dispatchable, meaning that for economic operation, all of the available output must be taken when it is available. Other resources, such as hydropower, and standard load management techniques must be used to match supply with demand. The intermittency of wind seldom creates problems when using wind power to supply a low proportion of total demand.

History of wind power

Humans have been using wind power for at least 5,500 years to propel sailboats and sailing ships, and architects have used wind-driven natural ventilation in buildings since similarly ancient times. Windmills have been used for irrigation pumping and for milling grain since the 7th century AD..

In the United States, the development of the "water-pumping windmill" was the major factor in allowing the farming and ranching of vast areas otherwise devoid of readily accessible water. Windpumps contributed to the expansion of rail transport systems throughout the world, by pumping water from water wells for the steam locomotives.[6] The multi-bladed wind turbine atop a lattice tower made of wood or steel was, for many years, a fixture of the landscape throughout rural America. When fitted with generators and battery banks, small wind machines provided electricity to isolated farms.

In July 1887, a Scottish academic, Professor James Blyth, undertook wind power experiments that culminated in a UK patent in 1891.[7] In the United States, Charles F. Brush produced electricity using a wind powered machine, starting in the winter of 1887-1888, which powered his home and laboratory until about 1900. In the 1890s, the Danish scientist and inventor Poul la Cour constructed wind turbines to generate electricity, which was then used to produce hydrogen.[7] These were the first of what was to become the modern form of wind turbine.

Small wind turbines for lighting of isolated rural buildings were widespread in the first part of the 20th century. Larger units intended for connection to a distribution network were tried at several locations including Balaklava USSR in 1931 and in a 1.25 megawatt (MW) experimental unit in Vermont in 1941.

The modern wind power industry began in 1979 with the serial production of wind turbines by Danish manufacturers Kuriant, Vestas, Nordtank, and Bonus. These early turbines were small by today's standards, with capacities of 20–30 kW each. Since then, they have increased greatly in size, while wind turbine production has expanded to many countries.

Working of windmill

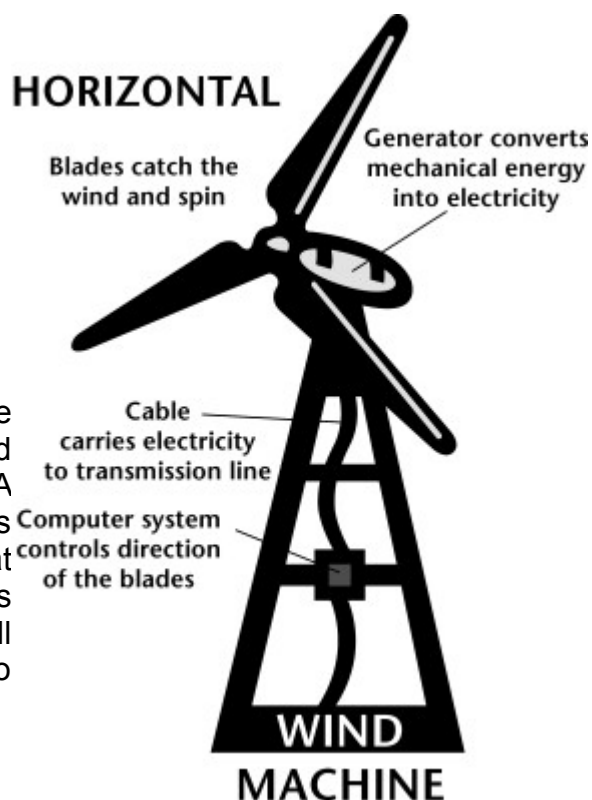
The rotor blades catch the wind and pass the performance on the hub. The hub is connected with a slow-running drive shaft (the following sections are appropriate in a so-called gondola = housing). This wave contains hydraulic lines, which supply the air brakes. The transmission between the slow-running and the high-speed drive shaft causes that the high-speed wave runs approx. 50times faster than the first wave. The high-speed drive shaft propels an electrical generator, which brings an output of 500 - 1500kWh. The high-speed wave is also equipped with a mechanical disc brake, which is used, if the air brake fails or the system must be repaired.

The tower of the wind-powered device carries the gondola and the rotor. Usually a high tower is used as with rising height the wind velocity increases. A modern wind power station has a tower of 40-60 meters height. The gondola is not fix connected with the tower. It can align itself and the rotor after the wind and thus always profit from the optimal wind.

Behind a wind tower develops a wind tail, which indicates a smaller wind velocity than the wind before the tower. This wind tail is called also wake. So that the rear towers in a wind power station (wind park) can produce electricity much as the front, they must be rather far from each other stationed because of the wake.

Horizontal-axis Turbines Look Like Windmills

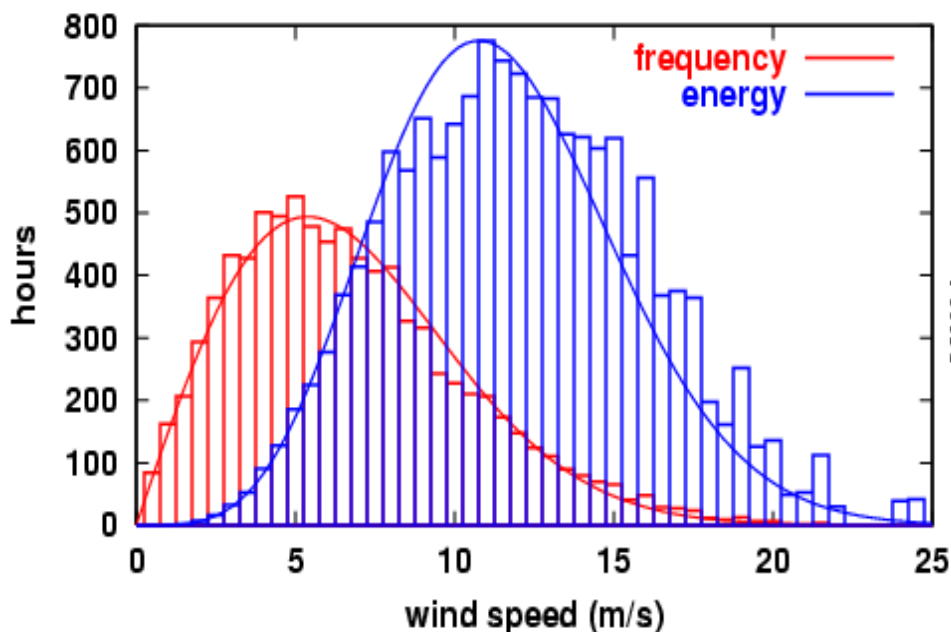
Most wind machines being used today are the horizontal-axis type. Horizontal-axis wind machines have blades like airplane propellers. A typical horizontal wind machine stands as tall as a 20-story building and has three blades that span 200 feet across. The largest wind machines in the world have blades longer than a football field. Wind machines stand tall and wide to capture more wind.



Wind energy

The Earth is unevenly heated by the sun, such that the poles receive less energy from the sun than the equator; along with this, dry land heats up (and cools down) more quickly than the seas do. The differential heating drives a global atmospheric convection system reaching from the Earth's surface to the stratosphere which acts as a virtual ceiling. Most of the energy stored in these wind movements can be found at high altitudes where continuous wind speeds of over 160 km/h (99 mph) occur. Eventually, the wind energy is converted through friction into diffuse heat throughout the Earth's surface and the atmosphere.

The total amount of economically extractable power available from the wind is considerably more than present human power use from all sources.[8] An estimated 72 terawatt (TW) of wind power on the Earth potentially can be commercially viable,[9] compared to about 15 TW average global power consumption from all sources in 2005. Not all the energy of the wind flowing past a given point can be recovered (see Betz' law).



Distribution of wind speed (red) and energy (blue) for all of 2002 at the Lee Ranch facility in Colorado. The histogram shows measured data, while the curve is the Rayleigh model distribution for the same average wind speed. Energy is the Betz limit through a 100 m (328 ft) diameter circle facing directly into the wind. Total energy for the year through that circle was 15.4 gigawatt-hours (GW-h).

Availability factor

Availability factor (or just "availability") is a measurement of the reliability of a wind turbine or other power plant. It refers to the percentage of time that a plant is ready to generate (that is, not out of service for maintenance or repairs). Modern wind turbines have an availability of more than 98%--higher than most other types of power plant. After more than two decades of constant engineering refinement, today's wind machines are highly reliable.

How much electricity can one wind turbine generate?

The ability to generate electricity is measured in watts. Watts are very small units, so the terms kilowatt (kW, 1,000 watts), megawatt (MW, 1 million watts), and gigawatt (pronounced "jig-a-watt," GW, 1 billion watts) are most commonly used to describe the capacity of generating units like wind turbines or other power plants.

Example:

A 10-kW wind turbine can generate about 10,000 kWh annually at a site with wind speeds averaging 12 miles per hour, or about enough to power a typical household. A 5-MW turbine can produce more than 15 million kWh in a year--enough to power more than 1,400 households. The average U.S. household consumes about 10,000 kWh of electricity each year.

Drawbacks of Wind Machines

The most serious environmental drawbacks to wind machines may be their negative effect on wild bird populations and the visual impact on the landscape. To some, the glistening blades of windmills on the horizon are an eyesore; to others, they're a beautiful alternative to conventional power plants.

Bibliografia:

http://www.elektrownie-wiatrowe.org.pl/energetyka_wiatrowa_wiodaca_technologia_w_zastepowaniu_tehnologii_konwencjonalnych.htm

http://energetyka.wnp.pl/wedlug-mae-to-energetyka-wiatrowa-bedzie-zastepowac-konwencjonalna,95750_1_0_0.html

http://images.google.pl/imgres?imgurl=http://www.miramare.pl/swind/img/jak1.png&imgrefurl=http://www.miramare.pl/swind/zasady.html&usq=__4nXj9A2BGbqWdOyEHPJWHBy5vDg=&h=409&w=470&sz=105&hl=pl&start=5&um=1&tbnid=yVNmZpWAg-24WM:&tbnh=112&tbnw=129&prev=/images%3Fq%3Dzasady%2Bdzia%25C5%2582ania%2Bwiatrak%25C3%25B3w%26hl%3Dpl%26lr%3D%26sa%3DG%26um%3D1

http://www.sciaga.pl/tekst/38862-39-alternatywne_zrodla_energii

<http://www.zb.most.org.pl/zb/73/lilka.htm>

<http://energiazwiatru.w.interia.pl/lokalizacja.htm>