

# Korzyści z budowania elektrowni wiatrowych oraz opłacalność tego przedsięwzięcia



A. Jankowska

A.Siczek

D.Jasińska

# Wstęp

Globalne zapotrzebowanie na energię na całym świecie ciągle wzrasta. Nieprzerwane i pewne dostawy energii stanowią podstawę rozwoju gospodarczego, społecznego wszystkich krajów oraz zapewniają odpowiednie warunki życia.

Każdego dnia zużywamy ogromne ilości energii. Oświetlenie, ogrzewanie, wentylacja, przygotowanie posiłków, a nawet proste sprzątanie pochłaniają „kilowaty” energii, uruchamiającej urządzenia, z których, na co dzień każdy z nas korzysta, najczęściej nie uświadamiając tego sobie. Jednak najwięcej energii potrzebuje gospodarka. Kraje rozwijające się muszą wypracowywać politykę, dotyczącą możliwości ciągłego pozyskiwania nowych źródeł energii. W większości krajów, także w naszym, energię uzyskujemy w wyniku przetwarzania surowców kopalnianych, takich jak węgiel kamienny, węgiel brunatny, ropa naftowa i gaz ziemny. Wydobywanie i przetwarzanie węgla na energię elektryczną powoduje duże zanieczyszczenie powietrza oraz degradację środowiska. Szkody po wydobyciu węgla poniosło wiele miast, np: Katowice, Bytom, Rybnik i inne miast Śląska. Miasta te zapadają się. W miejscu wydobywania węgla brunatnego metodą odkrywkową tworzą się leje depresyjne, będące przyczyną zaniku wód gruntowych.

Wzrost zagrożeń dla środowiska, poprzez emisję szkodliwych związków do atmosfery oraz ryzyko związane z możliwością szybkiego wyczerpania się źródeł paliw kopalnianych, spowodowały, że poważniej zaczęto zastanawiać się nad wprowadzeniem rozwiązań, w których w większej ilości korzystalibyśmy z energii odnawialnej, tzn. pochodzącej z takich źródeł jak:

- energia wód morskich
- ciepło skorupy ziemskiej
- energia słoneczna i wiatrowa
- biomasa (odpady rolnicze oraz przemysłowe i komunalne, które poprzez spalanie lub poddanie działaniu bakterii wytwarzają biogaz, przetwarzany w metan, a więc gaz o bardzo dużej wartości energetycznej)
- łupki i paski bitumiczne.

W inwestycjach związanych z przedsięwzięciami, w których wykorzystywane będą naturalne (alternatywne) źródła energii istotną staje się zwiększona wydajność energetyczna, ponieważ źródła te są szeroko dostępne, a także stanowią dobrą inwestycję na przyszłość.

Spośród wymienionych źródeł energii przedmiotem naszego opracowania będzie energia wiatru. Wiatr jest to ruch powietrza spowodowany różnicą gęstości ogrzanych mas powietrza i ich przemieszczaniem się ku górze (powoduje to różnicę ciśnień). Warstwy powietrza zawierają drobiny o określonych wartościach, posiadające energię kinetyczną, potencjalną oraz masę. Energia wiatrowa była najwcześniej (obok spalania drewna) wykorzystywaną energią odnawialną. Obecnie jest jedną z najszybciej i najbardziej dynamicznie rozwijających się gałęzi energetyki niekonwencjonalnej.

Celem naszej pracy jest wykazanie, że inwestowanie w alternatywne źródło energii, jakim są elektrownie wiatrowe, przynosi wiele korzyści i jest opłacalnym przedsięwzięciem, gdyż przyczynia się zarówno do ochrony środowiska, ale również powoduje zmniejszenie wydatków na energię.

## Zastosowanie energii wiatru - rys historyczny

Wiatr był pierwszym z żywiołów zaprzęgniętym do pracy. W Seistanie, na wpół pustynnej i bardzo wietrznej części Iranu, istniały warunki sprzyjające wynalezieniu wiatraka. Brak rzek i strumieni nie pozwalał mieszkańcom tej krainy na stosowanie młynów wodnych, znanych już od końca dawnej ery. Panowały tam jednak silne wiatry, wiejące przez długie okresy nieprzerwanie w jednym kierunku, dlatego mieszkańcy pokusili się o wykorzystanie jego energii w celach produkcyjnych. Dość wcześnie nauczyli się oni walczyć z wichurą niosącą ze sobą tumany piasku groźne dla ich pól. Nieprzypadkowo więc właśnie tam wynaleziono wiatrak. Kiedy do tego doszło, nie wiadomo, ale z całą pewnością wiatraki działały w Seistanie w pierwszej połowie X w., co potwierdza relacja geografii i historyka arabskiego al-Masudiego z 947 r.: *„Seistan jest krainą wiatru i piasku. Charakterystyczną cechą tego regionu jest fakt, iż wiatr obraca tu młyny, a także pompuje wodę ze studni do nawadniania ogrodów. Klnę się na Allacha, że nie ma miejsca na Ziemi, gdzie by ludzie bardziej wykorzystywali wiatr.”*



### *Wiatrak perski*

Perskie wiatraki miały pionową oś obrotu i przypominały konstrukcją drzwi obrotowe. Z wału, na którego przedłużonym końcu osadzony był ruchomy kamień młyński, rozchodziły się promieniście pokryte płótnem żeberka-żagle(od 6 do 12). Wokół jednej połowy młyna wznoszono osłaniający ją mur ceglany po to, aby wiatr działał na te skrzydła tylko z jednej strony. Takie wiatraki działały skutecznie tylko przy niezmiennym kierunku wiatru. Z czasem jednak Sedańczycy nauczyli się konstruować młyny pracujące bez względu na kierunek wiatru. W tym celu wznosili budowle z otworami, przez które wiatr dostawał się do środka, gdzie znajdował się skrzydlaty wirnik. Wał stanowiący oś wirnika przechodził przez otwór w dolnym, nieruchomym kamieniu młyńskim i był sztywno połączony z górnym, ruchomym kamieniem. Górny kamień obracał się więc razem z wirnikiem- nie było żadnych przekładni. Uczeni przypuszczają, że wiatrak perski wywodzi się od koła wodnego o pionowej osi obrotu, rozpowszechnionego wówczas zwłaszcza w rejonach górzystych. Wiatrak perski rozprzestrzenił się na kraje islamu – w Egipcie zastosowano go do kruszenia trzciny cukrowej. W XII w. dotarł aż do Chin, gdzie poczyniono pewne zmiany w jego konstrukcji.

Nie wiadomo, czy wiatrak europejski wywodzi się od sedańskiego, czy też został wynaleziony niezależnie. Pierwsze wzmianki o wiatrakach w Europie pochodzą z XII wieku. Do Polski, na Pomorze, dotarł on w XIII stuleciu. Wiatrak europejski, o poziomej osi obrotu był znacznie wydajniejszy, ponieważ wiatr działa zawsze na całą powierzchnię jego drewnianych skrzydeł.

Wczesny wiatrak (tzw. Koźlak) był drewnianą budką na słupie, która można było obracać dookoła w celu odpowiedniego ustawienia skrzydeł na wiatr. Występowały one już w pierwszej połowie XIV wieku na Kujawach i w Wielkopolsce, natomiast rozpowszechnienie ich stosowania przypada na wiek XV. Koźlaki dotrwały bez zmian konstrukcyjnych do XX wieku i stanowiły najliczniejszą grupę wiatraków.



### *Wiatrak typu koźlak w Lednogórze*

W końcu XIV w. pojawił się wiatrak wieżyczkowy(holenderski) z obracalną tylko górną częścią, na której zawieszone były skrzydła. Dzięki temu zasadniczy budynek młyna mógł być już solidnie wykonany (murowany).



### *Wiatrak holenderski*

Początkowo wiatraki stosowano wyłącznie jako młyny zbożowe. Dopiero z 1344r. pochodzi pierwsza udokumentowana wzmianka o użyciu w Holandii wiatraka do napędu kół czerpakowych przy osuszaniu terenów zalanych przez morze. Od XV w. stosowano je w tym kraju głównie do tego celu, zwłaszcza w okręgu Zaan, gdzie przy odpompowywaniu wody z polderów pod koniec XVII stulecia pracowało już ok..

700 wiatraków, a kiedy zaczęto je zastępować maszynami parowymi, nawet 900. W szczytowym momencie było ich łącznie na terenach Niderlandów ok. 8 tysięcy. Tam też zastosowano je również do napędu bagrownicy, tartaku i wyłaczarni oleju.

Dalszych udoskonaleń konstrukcyjnych wiatraka dokonano w XVIII w. w Wielkiej Brytanii. W 1745 r. Edmund Lee opatentował mechanizm samoczynnie nastawiający skrzydła optymalnie w stosunku do kierunku wiatru, a w 1750 r. Andrew Meikle wprowadził skrzydła samoczynnie regulujące wielkość swej powierzchni zależności od siły wiatru. W Anglii poddano też funkcjonowanie wiatraka analizie naukowej. Dokonał tego John Smeaton, znany badacz wydajności silników, na podstawie doświadczeń przeprowadzanych na modelach. Przeciętny wiatrak miał kilka kilowatów mocy, rzadko ponad 10kW, choć teoretycznie osiągalne było 20kW. Pracował przeciętnie do ok. 100 dni w roku. Około 1820 r. maszyny parowe zaczęły wypierać wiatraki z praktyki produkcyjnej, w połowie stulecia zastępując je w krajach rozwiniętych we wszystkich kluczowych dziedzinach. W Polsce w końcu XVIII w. pracowało ok. 6 tysięcy wiatraków, w połowie XIX w. stanowiły 38% urządzeń przemysłowych, w końcu tego stulecia straciły na znaczeniu, choć sporo ich pracowało jeszcze w połowie XX w.

W epoce nowoczesnej odżyło zainteresowanie wykorzystaniem energii wiatru do celów praktycznych. Służą do tego turbiny wiatrowe. Zaczęto ich używać w Stanach Zjednoczonych pod koniec XIX w. W pierwszej połowie XX stulecia próbowano budować eksperymentalne siłownie wiatrowe, m.in. we Francji i ZSRR, a w 1941 r. w Granspa's Knob w Rutland w stanie Vermont(USA) uruchomiono elektrownię wiatrowa o mocy 1250 kW.



### *Wiatrak Granspa's Knob ( Rutland)*

Największy rozwój nowoczesnej energetyki wiatrowej nastąpił na przestrzeni ostatnich dwudziestu lat. Kraje najbardziej rozwinięte, jako pierwsze zaczęły powracać do „czystej” energii wiatru, ponieważ to właśnie te kraje mimo najnowszych technologii konsumują ogromne ilości energii i wytwarzają równie ogromne ilości zanieczyszczeń. Obecnie wzrasta świadomość ekologiczna całego społeczeństwa, a to jest powodem powrotu do odnawialnych źródeł energii.

## Energia wiatru

### Co to jest wiatr?

Poziomy ruch mas powietrza w dolnej troposferze z wyżu do niżu nazywa się wiatrem. Prędkość wiatru zależy od różnicy ciśnień – im wyższa różnica ciśnień tym większa prędkość wiatru. Wiatr określany jest przez dwa parametry: kierunek-oznaczający, skąd wieje wiatr, określany m.in. za pomocą tzw. róży wiatrów, oraz prędkość – wyrażaną najczęściej w m/s, km/godz., węzłach (mila morska/godz.) oraz w umownej skali Beuforta.

### Jak powstaje wiatr?

Promienie słoneczne ogrzewają powierzchnię ziemi, zależnie od rodzaju podłoża (woda czy pustynia, las lub łąka) oraz od kąta ich padania. Po wschodzie słońca następuje szybsze ogrzanie powierzchni gruntu niż wody. Powietrze ogrzane nad gruntem szybko unosi się i tworzy prąd wstępujący, zasilający górne prądy. Następnie odpływanie powietrza na boki tworzy wiatry górne. W związku z tym zmniejsza się masa powietrza na powierzchni ziemi i następuje obniżenie ciśnienia. Dołem napływa powietrze kierujące się do miejsca ogrzanego, o niskim ciśnieniu i jest to właśnie wiatr. Wiatr związany jest również z siłą Coriolisa, zwaną geostroficzną. Gdyby nie ona, to powietrze przemieszczałoby się w linii prostej, wędrując od wyżu do niżu.

### Rodzaje wiatrów

Wiatry można podzielić na:

1) Lokalne:

- **bryzy** – występują na wybrzeżach mórz i dużych jezior. Ich powstanie jest uwarunkowane różnicą temperatury podłoża. Wiatr wieje znad morza na ląd (bryza dzienna), zaś nocą odwrotnie (bryza nocna)
- **wiatry dolinne i górskie** – ich powstanie jest związane z różnym stopniem nagrzewania się stoków górskich, dolin i kotlin śródgórskich;

-**fen** – jest ciepłym, suchym, porywistym wiatrem spadającym z wierzchołków górskich;

- **wiatry spływowe**- są to gwałtowne, zimne i porywiste wiatry występujące w chłodnej porze roku.

2) Stałe:

- **pasat** - stały wiatr strefy międzyzwrotnikowej. Pasaty wieją od wyżów zwrotnikowych w kierunku równika

3) sezonowe:

- **monsuny** - wiatry występujące w miejscach sąsiedowania ze sobą dużych obszarów lądowych i morskich. Wieją głównie w Azji południowo-wschodniej, na północnych wybrzeżach Australii oraz w rejonie Zatoki Gwinejskiej. Ich powstawanie związane jest z różnicami w prędkości nagrzewania lądów i mórz.

### Zmienność energii wiatru

Cechą energii wiatrowej jest jej zmienność, która dotyczy szerokiej skali czasu – od lat do sekund. Wyróżnia się następujące rodzaje zmienności energii wiatru w czasie:

- a) **wieloletnią**: na obszarach występują wyraźne różnice prędkości wiatru, między kolejnymi latami. Prawdopodobnie są one wywołane następującymi zmianami klimatycznymi
- b) **roczną**: w strefie umiarkowanej energia wiatru jest zróżnicowana w zależności od pory roku. Roczna zmienność siły wiatru jest dość dobrze przewidywalna, co pozwala wystarczająco dokładnie prognozować wielkość energii, która zostanie wyprodukowana w ciągu roku
- c) **synoptyczną**: wywołana zjawiskami atmosferycznymi dużej skali. Zmienność ta jest trudno przewidywalna i ma charakter przypadkowy
- d) **dobową**: cykliczność dobową związana jest z powtarzającymi się zjawiskami termicznymi (ruch powietrza spowodowany nagrzewaniem się ziemi w ciągu dnia i wyziębieniem w nocy). Najmniejsza siła wiatru występuje w nocy, a największa w ciągu dnia
- e) **minutową, sekundową**: tego typu zmiany mają charakter przypadkowy i są nieprzewidywalne. Za te zmiany odpowiadają turbulencje podmuchy wiatru, przechodzące front burzowy.

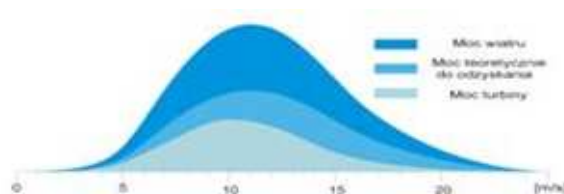


# Turbiny wiatrowe

Turbina obok generatora jest najważniejszym elementem elektrowni wiatrowej. Za jej pośrednictwem pozyskiwana jest energia mechaniczna ze strugi powietrza. Jej parametry konstrukcyjne decydują o właściwościach całej siłowni, jaka posiada ona moc i prędkość obrotowa.

## Efektywność

Z podstawowego prawa (Betz'a) aerodynamiki turbin wiatrowych wynika, że najbardziej efektywna turbina to taka, która spowalnia wiatr do  $\frac{2}{3}$  jego początkowej prędkości. Uzyskujemy wtedy najwięcej energii. Zgodnie z tym prawem największa teoretyczna sprawność zamiany mocy wiatru na moc mechaniczną wynosi około 59%. Przez turbiny wiatrowe wykorzystywane jest mniej niż 50% mocy wiatru.



Rozkład gęstości mocy w funkcji prędkości wiatru

Aby energie wiatru można było wykorzystać do produkcji prądu, należy wybrać odpowiednią lokalizację i wyznaczyć opłacalność inwestycji.

Korzystne warunki do inwestycji, to miejsca gdzie jest stałe występowanie wiatru o określonej prędkości. Elektrownie wiatrowe pracują zazwyczaj przy wietrze wiejącym z prędkością od 5 do 25 m/s, jednak za najlepszą prędkość uznawana jest od 15 do 20 m/s. Za małe prędkości uniemożliwiają wytworzenie energii elektrycznej, która będzie miała wystarczającą moc. Natomiast zbyt duże (powyżej 30m/s) mogą uszkodzić wiatrak

## Możemy dokonać podziału elektrowni wiatrowych biorąc pod uwagę ich moc, wielkość lub inne kryteria:

1. Ze względu na moc(wyróżniamy trzy rodzaje elektrowni):
  - Mikroelektrownie wiatrowe –posiadają moc niższą niż 100 W. Stosowane są zazwyczaj w miejscach, gdzie nie ma sieci elektroenergetycznej, do ładowania baterii akumulatorów, które stanowią zasilanie obwodów wydzielonych. Wykorzystuje się je najczęściej do zasilania przez akumulatory części przy oświetleniu poszczególnych pomieszczeń lub urządzeń w domu.

- Małe elektrownie wiatrowe- posiadają moc od 100 W do 50 kW. Elektrownie tego typu potrafią zapewnić energię elektryczną w pojedynczych gospodarstwach domowych lub nawet małych firmach. Najpopularniejsze w warunkach przydomowych są elektrownie 3-5 kW. Wspomaganie mocy takich elektrowni wiatrowych energią zmagazynowaną w akumulatorach, wystarcza wtedy do zasilania oświetlenia, sprzętu i urządzeń domowych, czy układów pompowych.
- Duże elektrownie wiatrowe-(w praktyce powyżej 100 kW), oprócz tego, że mogą zasilać dom, stosowane są przede wszystkim do wytwarzania prądu, który sprzedaje się do sieci elektroenergetycznej. Taka elektrownia musi spełniać szczegółowe wymagania lokalnego operatora sieci, potrzebna jest też oczywiście jego zgoda na takie przyłączenie.

Przy zasilaniu domów, niewielkich budynków gospodarczych stosowane są dwa pierwsze rodzaje elektrowni.

2. Ze względu na wielkość:

Prędkość wiatru, która jest głównym czynnikiem wpływającym na ilość produkowanej energii w elektrowniach wiatrowych, jest związana z wieloma czynnikami, np. klimatycznymi oraz z wysokością usytuowania wiatraka (im jest wyżej, tym więcej produkuje energii)

- Duże elektrownie wiatrowe osadza się na wieżach 70-, 80-, a nawet 100- czy 120-metrowych.
- Małe często montowane na dachach mają za podstawę maszty od 1,5 m lub do 15-20 m nad poziomem gruntu.

3. Ze względu na położenie osi obrotu wirnika:

- Z pozioma osią obrotu
- Z pionową osią obrotu

4. Ze względu na kolejne kryteria:

- wykorzystanie produkowanej energii – wyróżniamy na przykład siłownie energetyczne i siłownie pompowe;
- liczbę płatów wirnika - elektrownie jedno-, dwu-, trzy-, cztero- i wielo-płatowe;
- usytuowanie wirnika względem kierunku wiatru i maszty: dowietrzne oraz odwietrzne
- szybkobieżność - elektrownie wolnobieżne, średnobieżne i szybkobieżne.

# Prawo Betz'a



**Albert Betz (1885-1968)** - niemiecki fizyk. Jako ówczesny kierownik Instytutu Aerodynamiki w Göttingen sformułował prawo Betza i wykazał, że fizyczne maksimum wykorzystania energii wiatru wynosi 59,3%. Jego teoria dotycząca formy skrzydeł stanowi także dziś podstawę przy projektowaniu instalacji wiatrowych.

**Prawo Betz'a** mówi, że maksymalna teoretyczna sprawność konwersji mocy wiatru na moc mechaniczną wynosi **59,3%** oraz, że moc wiatru zmienia się proporcjonalnie do trzeciej potęgi jego prędkości.

## Wyprowadzenie prawa Betz'a

Przyjmijmy, że średnia prędkość wiatru przechodzącego przez określoną powierzchnię wirnika jest średnią prędkości wiatru przed wirnikiem  $v_1$  (niezakłóconego) i prędkości wiatru po przejściu przez wirnik  $v_2$ , czyli  $(v_1+v_2)/2$ . Masa powietrza, jaka w ciągu 1 sekundy przepływa przez obszar wirnika wynosi:

$$m = rF(v_1+v_2)/2$$

$m$  - masa na sekundę

$r$  - gęstość powietrza

$F$  - powierzchnia jaką zakreśla wirnik

$(v_1+v_2)/2$  - średnia prędkość wiatru przechodzącego przez wirnik

Zgodnie z II zasadą dynamiki Newtona moc odbierana od wiatru przez wirnik będzie równa:

$$P = (1/2) m (v_1^2 - v_2^2)$$

Podstawiając za masę wyrażenie z poprzedniego równania otrzymamy:

$$P = (r/4) (v_1^2 - v_2^2) (v_1+v_2) F$$

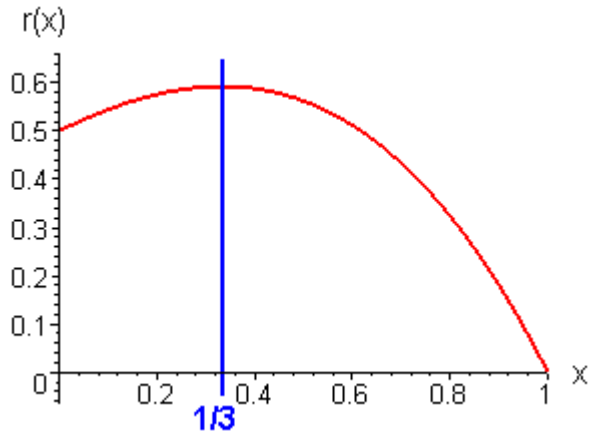
Oznaczamy przez  $P_0$  całkowitą mocą niezakłóconego przepływu powietrza przez taką samą powierzchnię  $F$ ;

$$P_0 = (r/2) v_1^3 F$$

Przeanalizujmy teraz następujące równanie :

$$(P/P_0) = (1/2) (1 - (v_2 / v_1)^2) (1 + (v_2 / v_1))$$

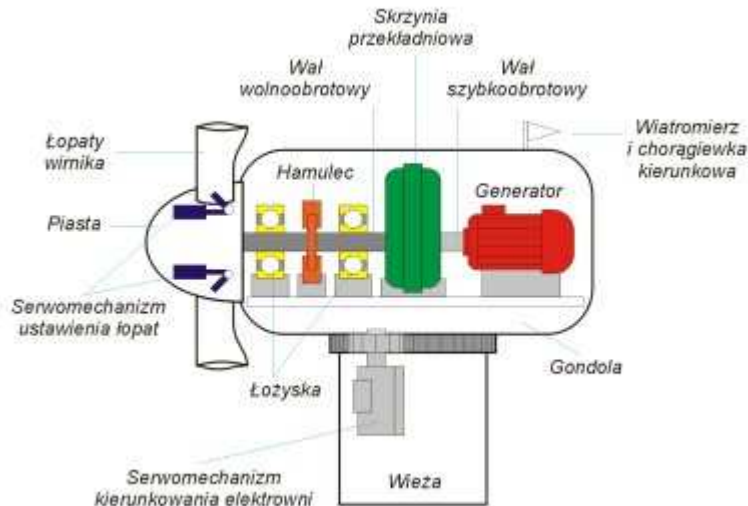
wykres funkcji  $(P/P_0) = f(v_2 / v_1)$



Z powyższego wykresu łatwo zauważyć, że wykres osiąga swoje maksimum równe **0,59** dla  $(v_2 / v_1) = 1/3$ .

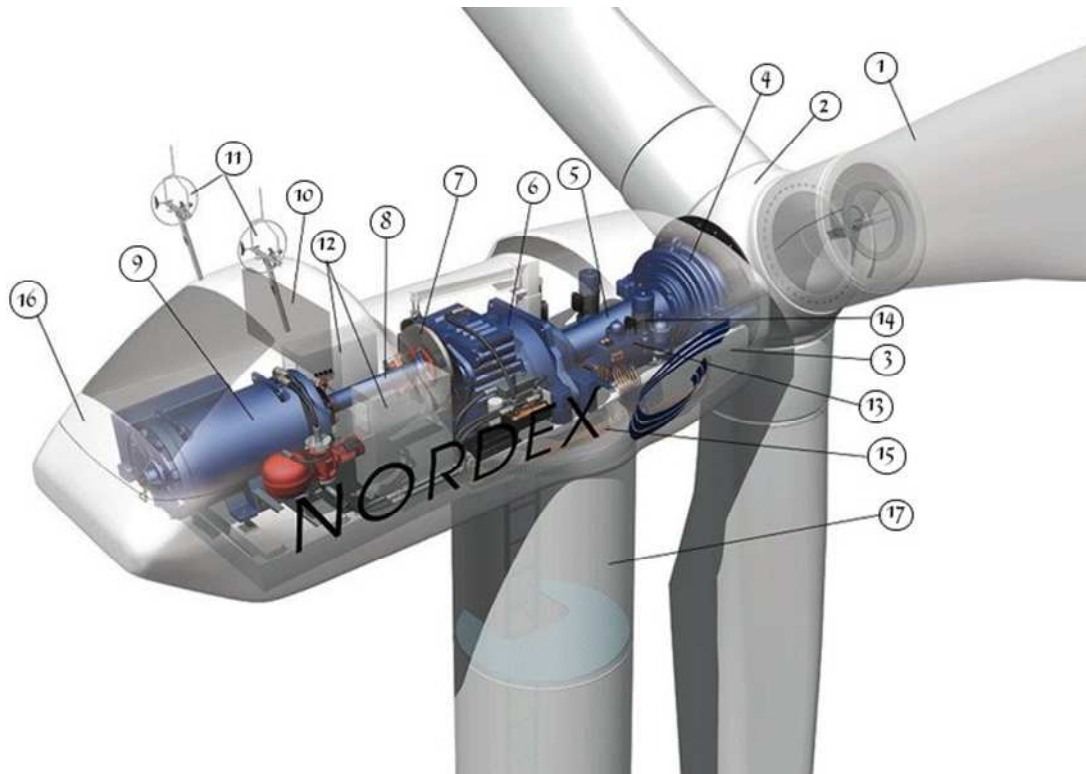
Oznacza to, że idealnie skonstruowana turbina wiatrowa podczas swojej pracy spowolni wiatr do **1/3** jego pierwotnej wartości i odzyska z niego **59 %** energii w nim zawartej.

# Ogólna budowa przydomowej elektrowni wiatrowej



Rys.1 Ogólna budowa przydomowej elektrowni wiatrowej

**Elektrownia wiatrowa składa się z wirnika i gondoli, które umieszczone są na wieży.** W wirniku dokonuje się zamiana energii wiatru na energię mechaniczną. Możemy rozróżnić cztery rodzaje wirników: wirniki jedнопłatowe, wirniki dwupłatowe, trójpłatowe oraz wielopłatowe. Najczęściej spotyka się **wirniki trójpłatowe** zbudowane z włókna szklanego wzmocnionego poliestrem. Mają wiele zalet, do których można zaliczyć stałą wartość momentu obrotowego zapewniające stabilność konstrukcji. Rzadziej używane są **maszyny dwupłatowe i jedнопłatowe**. Wymagają one większych prędkości obrotowych i są głośniejsze. Wirnik osadzony jest na **wale**, poprzez który napędzany jest **generator**. Niezbędne jest również użycie **skrzyni przekładniowej**, w której dokonuje się zwiększenie prędkości obrotowej. W **pieńcu** wirnika umieszczony jest serwomechanizm pozwalający na ustawienie kąta nachylenia łopat. **Gondola** musi mieć możliwość obracania się o 360 stopni, aby zawsze można ustawić ją pod wiatr. W przydomowych elektrowniach, gdzie masa gondoli jest stosunkowo mała, jej ustawienie pod wiatr zapewnia ster kierunkowy. Oprócz generatora, wała wolnoobrotowego i szybkoobrotowego oraz skrzyni przekładniowej w gondoli znajdują się: transformator, łożyska, układy smarowania oraz hamulec zapewniający zatrzymanie wirnika w sytuacjach awaryjnych.



Rys. 2 Widok na gondolę elektrowni wiatrowej

- 1 - skrzydło wirnika
- 2 - łopata skrzydła
- 3 - konstrukcja nośna
- 4 - podpora wirnika (łożysko)
- 5 - wał napędowy I
- 6 - skrzynia przekładniowa (3 - stopniowa)
- 7 - tarcza hamulca
- 8 - wał napędowy II
- 9 - prądnica
- 10 - chłodnica systemu chłodzenia prądnicy i skrzyni przekładniowej
- 11 - elementy pomiarowe systemu pomiaru wiatru (anemometr, chorągiewka pomiarowa)
- 12 - układ sterowania
- 13 - układ hydrauliczny (utrzymanie i kontrola ciśnienia w układzie hamulcowym)
- 14 - układ naprowadzania na wiatr
- 15 - łożysko nośne gondoli
- 16 - pokrywa gondoli
- 17 - wieża

# Przyrodnicze i krajobrazowe uwarunkowania lokalizacji elektrowni wiatrowych

Podstawowym warunkiem wydajności oraz opłacalności budowy elektrowni wiatrowej jest jej lokalizacja. W związku z tym, iż pomiary wietrzności dla przydomowych elektrowni wiatrowych są czasochłonne i niezwykle kosztowe dlatego dobór lokalizacji należy wybrać w oparciu o tzw. mapę wietrzności.



Mapa stref wietrzności

Umiejscowienie oraz lokalizacja mają znaczny wpływ na wydajność elektrowni wiatrowych. Na produktywność siłowni znaczny wpływ ma ukształtowanie terenu (podłużne wzgórza, pojedyncze wzgórza i góry, skarpy zagłębienia, przełęczce), przeszkody (budynki, drzewa). Przykładem terenu o jednolitej szorstkości jest płaski, równinny obszar porośnięty trawą. Bariery terenowe, które znajdują się na drodze przepływających mas powietrza, powodują gwałtowne zmniejszenie prędkości wiatru oraz wzrost turbulencji w jej pobliżu. Zaburzenia te mają bardzo negatywny wpływ na trwałość oraz żywotność konstrukcji elektrowni.

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 pofalowane 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.

Tab. 1. Tabela klas szorstkości

Zmienność wiatru jest również zależna od wysokości. Średnia prędkość wiatru rośnie wraz z wysokością nad powierzchnią ziemi. Im wyżej tym wiatr jest coraz słabszy, co wynika z mniejszych turbulencji spowodowanych ukształtowaniem terenu. Jednak z drugiej strony wraz ze wzrostem wysokości nad poziomem morza maleje gęstość powietrza, co oznacza stosunkowo proporcjonalnie zmniejszenie się mocy wiatru.

W Polsce rejonami uprzywilejowanymi pod względem zasobności wiatru są:

- środkowe, najbardziej wysunięte na północ części wybrzeża od Koszalina po Hel,
- rejon wyspy Wolin,
- Suwalszczyzna,
- środkowa Wielkopolska i Mazowsze,
- Beskid Śląski i Żywiecki,
- Bieszczady i Pogórze Dynowskie.



## Aspekty ekonomiczne (korzyści z przydomowych elektrowni wiatrowych)

W domach, które są daleko od sieci energetycznych lub mają częste przerwy w dostawie prądu dobrym rozwiązaniem jest budowa przydomowej elektrowni wiatrowej. Wykorzystanie energii wiatru do produkcji energii elektrycznej pozwala na osiągnięcie szeregu korzyści ekologicznych, społecznych i gospodarczych.

Poprzez wykorzystanie małej przydomowej turbiny wiatrowej do wspomaganie systemu ogrzewania centralnego ogrzewania czy ciepłej wody ograniczamy znacznie zużycie konwencjonalnych nośników energii takich jak olej opałowy, gaz, węgiel czy energia elektryczna. Zmniejszamy emisję dwutlenku węgla do atmosfery. Instalując siłownię wiatrową w pobliżu domu mamy własne niezależne źródło energii, z którego możemy awaryjnie zasilać odbiorniki np. w przypadku awarii sieci energetycznej.

Przydomowe elektrownie wiatrowe najlepiej sprawdzają się jako zasilanie domów „niskoenergetycznych” – bardzo dobrze ocieplonych, które potrzebują małej ilości prądu. Energia elektryczna uzyskana z wiatru jest ekologicznie czysta, gdyż jej wytworzenie nie pociąga za sobą spalania żadnego paliwa. Elektrownie wiatrowe stają się coraz bardziej popularne, a zainteresowanie nimi może w przyszłości jeszcze wzrosnąć, bo do prawa polskiego wprowadzana jest obecnie Dyrektywa Unii Europejskiej nr 2002/91/WE, według której w budynkach nowych oraz starych – gruntownie remontowanych – projektant będzie musiał uwzględnić w dokumentacji budynku zastosowanie energii pochodzącej z odnawialnych źródeł energii. Ponieważ elektrownie wiatrowe mogą działać praktycznie wszędzie, świetnie nadają się do spełnienia tego warunku.

Przydomowa elektrownia wiatrowa może dostarczać prąd na potrzeby odbiornika autonomicznego (wydzielonego), czyli działającego niezależnie od sieci elektroenergetycznej. Może nim być albo:

- Wydzielony obwód w domu, zwykle niskonapięciowy (np. obwód oświetleniowy czy obwód ogrzewania podłogowego wspomagającego ogrzewanie domu), działający niezależnie od pozostałej instalacji elektrycznej w domu – zasilanej z konwencjonalnej sieci elektroenergetycznej, albo
- Cała instalacja domowa, odłączana od sieci energetycznej na czas korzystania z energii wytworzonej przez przydomową elektrownię, albo w ogóle nie podłączona do sieci elektroenergetycznej.

Jeśli chodzi o finansowanie tego przedsięwzięcia, to wszyscy (także indywidualne osoby fizyczne), którzy chcą postawić przydomową elektrownię wiatrową, mogą skorzystać z pomocy niskooprocentowanych (nawet 1%) kredytów instytucji finansowych, na przykład Banku Ochrony Środowiska. Kredyty te według założeń mogą być przeznaczone na zakup lub montaż urządzeń i wyrobów służących ochronie środowiska.

Wiatr jest źródłem odnawialnym, dlatego przy omawianiu zalet energii elektrycznej uzyskiwanej z wiatru należy pamiętać o najważniejszej zaletce, o niewyczerpalności tego źródła. Atutem siłowni wiatrowych jest także nie tylko brak emisji pyłów, ale również możliwość zapewnienia energii elektrycznej – bez

konieczności budowy linii przesyłowych.

Regionalne zróżnicowanie dla odbiorców cen energii elektrycznej, oznaczające ceny wyższe tam, gdzie jest większa odległość od zakładów wydobywania kopalin (węgla), czy zakładów produkujących energię elektryczną, nasuwa oczywisty wniosek o pozytywnych stronach wynikających z inwestowania w energię niekonwencjonalną, szczególnie na terenach oddalonych od elektrowni przemysłowych.

Budowa niewielkich elektrowni wiatrowych w pobliżu gospodarstw rolnych również przynosi wiele korzyści. Energia wiatru może być wykorzystywana do ogrzewania pomieszczeń inwentarskich i domowych, ogrzewania wody, napędu urządzeń technologicznych np. napędu wentylatorów do suszenia ziarna i siana, urządzeń do przygotowania pasz itd., napędu pomp wodnych dla pozyskania wody, nawadniania, odpomopowywania wód depresyjnych itp. oraz w napędach kompresorów do natleniania wód w zbiornikach chowu ryb w jeziorach i innych ujęciach wody.

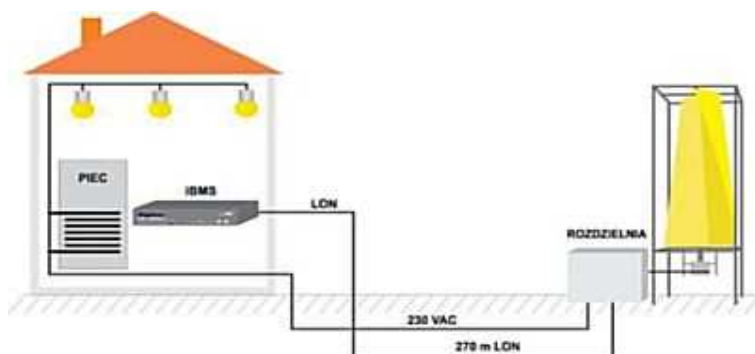
# Sposoby wykorzystania energii z przydomowej elektrowni wiatrowej

Istnieje wiele możliwości wykorzystania energii wiatru poprzez małą, przydomową elektrownię wiatrową, mogącą zapewnić potrzeby energetyczne domów jednorodzinnych, małych firm, gospodarstw rolnych, schronisk itd. Jest kilka wariantów wykorzystania energii wiatru na potrzeby indywidualnych odbiorców.

Przydomowa elektrownia wiatrowa jest w stanie pokryć zapotrzebowanie na energię całego domu, (nadwyżki energii elektrycznej można sprzedać do sieci elektroenergetycznej), ponieważ może dostarczyć prąd na potrzeby wydzielonego układu elektrycznego w domu, czyli działającego niezależnie od sieci elektroenergetycznej.

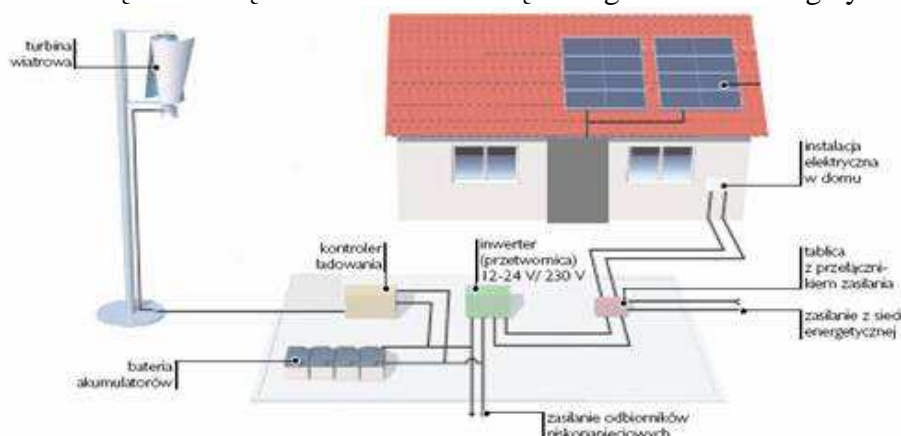
## WARIANT I:

Przydomowa elektrownia wiatrowa zasila całą instalację elektryczną domu i (lub) wspomaga centralne ogrzewanie.



## WARIANT II:

Pokrycie (przez energię wiatru) zapotrzebowania na energię całego domu, zużytej na oświetlenie, ogrzewanie, urządzenia elektryczne itp. odłączonego od sieci elektroenergetycznej w trakcie korzystania z energii wytworzonej przez przydomową elektrownię wiatrową albo całkowicie odłączonego od sieci energetycznej.



## WARIANT III:

Zarówno zasilanie energią z przydomowej elektrowni wiatrowej wszystkich odbiorników energii w domu, a także sprzedaż nadwyżki elektrycznej do sieci elektroenergetycznej

## Bilans zużycia energii

Zapotrzebowanie energetyczne zostało sformułowane na podstawie przeglądów rachunków za zużycie energii (elektrycznej i ciepłej) z ostatnich dwóch lat dla gospodarstwa domowego w skład którego wchodziły 4 osoby. Gaz jest używany do centralnego ogrzewania, ciepłej wody użytkowej oraz w pracach kuchennych do gotowania. Prąd natomiast do zasilania pozostałych urządzeń AGD oraz do oświetlenia.

Urządzenie	Moc (W)	Liczba godzin w miesiącu	Zużycie energii na miesiąc [kWh]
klimatyzacja w pokoju	750	120-720	90-540
przepływowy podgrzewacz wody	3800	98-138	375-525
lodówka-zamrażarka	500	150-300	75-150
zmywarka	1300	8-40	20-102
grzejnik elektryczny	1200	30-90	30-90
komputer	200	25-160	5-32
telewizor	180	60-440	5-35
kuchenka mikrofalowa	1300	5-30	5-30
żarówka	60	17-200	1-12
suszarka	1000	1-10	1-10
wentylator	115	18-52	2-6
Wieża stereo	30	1-170	0,03-5,1
toster	1000	2-5	2-5
zegar	5	720	4

Tab 2. Energia używana przez sprzęt AGD

### Średnie zużycie energii elektrycznej w ciągu roku – 4 200 kWh

Cena wg rachunków z sierpnia 2009 r.

- cena 1kWh = 0,23480 zł.
- opłata przesyłowa 1kWh = 0,16310 zł.
- abonament miesięczny = 5,5 zł.

Zatem: 1kWh  $\approx$  0,40 zł.

Koszt zużycia energii elektrycznej w ciągu roku (12 m-cy) wynosi :

1 680 zł

### Średnie zużycie gazu w ciągu roku – 3 120 m<sup>3</sup>

Cena wg rachunków z września 2009 r.

- cena 1m<sup>3</sup> = 1,0500 zł.
- opłata dystrybucyjna zmienna 1m<sup>3</sup> = 0,5258 zł.
- opłata dystrybucyjna stała 12.90 zł./miesiąc,
- abonament 8,60 zł./miesiąc.

Zatem: 1 m<sup>3</sup>  $\approx$  1,58 zł.

Koszt zużycia gazu w ciągu roku (12 m-cy) wynosi : 4 930 zł.

**Podsumowując: roczny koszt zużycia energii przez gospodarstwo domowe wynosi : 6 610 zł**

## Ceny poszczególnych modeli

Cena poszczególnych modeli zależy od rodzaju turbin oraz ich specyfikacji technicznej.

Wszystkie modele turbin przez nas przedstawione posiadają 3 łopaty śmigła. Materiał, z którego zbudowana jest obudowa to aluminium. Rodzajem generatora jest prądnica prądu 3-fazowego z magnesami neodymowymi (NdFeB).

Poszczególne modele różnią się mocą znamionową i maksymalną, napięciem i prądem znamionowym, średnicą wirnika, startową prędkością wiatru, znamionową oraz maksymalną ilością obrotów, masą generatora, materiałem łopaty oraz rodzajem odchylenia od kierunku wiatru.

Firma Agrobud

1. Przydomowa elektrownia wiatrowa 300 W:

a) **cena elektrowni:** 2 015 zł netto

b) **w zestawie:** generator, śmigła, kontroler, przetwornica

c) **specyfikacja techniczna:**

-moc znamionowa: 300W

-moc maksymalna: 500W

-napięcie znamionowe: 24 DCV

-prąd znamionowy: 12 DCA

-średnica wirnika: 1,5 m

-startowa prędkość wiatru: 2.5 m/s

-znamionowa ilość obrotów: 450 (obr/min)

-maksymalna ilość obrotów: 600 (obr/min)

-masa generatora: 12,5 kg

-materiał łopaty śmigła: włókno węglowe

-odchylenie od kierunku wiatru: mechaniczne

2. Przydomowa elektrownia wiatrowa 500 W:

a) **cena elektrowni:** 3 056 zł netto

b) **w zestawie:** generator, śmigła, kontroler, przetwornica

c) **specyfikacja techniczna:**

-moc znamionowa: 500 W

-moc maksymalna: 700 W

-napięcie znamionowe: 24 DCV

-prąd znamionowy: 21 DCA

-średnica wirnika: 2,5 m

-startowa prędkość wiatru: 2 m/s

-znamionowa ilość obrotów: 400 obr/min

-maksymalna ilość obrotów: 500 obr/min

-masa generatora: 30 kg

-materiał łopaty śmigła: włókno szklane

-odchylenie od kierunku wiatru: mechaniczne

3. Przydomowa elektrownia wiatrowa 1KW:

- a) **cena elektrowni:** 5 155 zł netto  
b) **w zestawie:** generator, śmigła, inwenter  
c) **specyfikacja techniczna:**  
-moc znamionowa: 1000 W  
-moc maksymalna: 1500 W  
-napięcie znamionowe: 48 DCV  
-prąd znamionowy: 21 DCA  
-średnica wirnika: 2,7 m  
-startowa prędkość wiatru: 2 m/s  
-znamionowa ilość obrotów: 400 obr/min  
-maksymalna ilość obrotów: 500 obr/min  
-masa generatora: 34 kg  
-materiał łopaty śmigła: włókno szklane  
-odchylenie od kierunku wiatru: mechaniczne

#### 4.Przydomowa elektrownia wiatrowa 2KW:

- a) **cena elektrowni:** 9 311 zł netto  
b) **w zestawie:** generator, śmigła, kontroler, przetwornica  
c) **specyfikacja techniczna:**  
-moc znamionowa: 2000 W  
-moc maksymalna: 3000W  
-napięcie znamionowe: 120 DCV  
-prąd znamionowy: 17 DCA  
-średnica wirnika: 3,2 m  
-startowa prędkość wiatru: 2 m/s  
-znamionowa ilość obrotów: 400 obr/min  
-maksymalna ilość obrotów: 500 obr/min  
-masa generatora: 39 kg  
-materiał łopaty śmigła: włókno szklane  
-odchylenie od kierunku wiatru: mechaniczne

#### 5.Przydomowa elektrownia wiatrowa 3KW:

- a) **cena elektrowni:** 29 442 zł netto  
b) **w zestawie:** generator, śmigła, kontroler, przetwornica  
c) **specyfikacja techniczna:**  
-moc znamionowa: 3000 W  
-moc maksymalna: 4000 W  
-napięcie znamionowe: 240 DCV  
-prąd znamionowy: 12 DCA  
-średnica wirnika: 4,5 m  
-startowa prędkość wiatru: 2 m/s  
-znamionowa ilość obrotów: 220 obr/min  
-maksymalna ilość obrotów: 275 obr/min  
-masa generatora: 280 kg  
-materiał łopaty śmigła: włókno szklane  
-odchylenie od kierunku wiatru: automatyczne

6. Przydomowa elektrownia wiatrowa 5KW:

a) **cena elektrowni:** 35 973 zł netto

b) **w zestawie:** generator, śmigła, kontroler, przetwornica

c) **specyfikacja techniczna:**

-moc znamionowa: 5000 W

-moc maksymalna: 6000 W

-napięcie znamionowe: 240 DCV

-prąd znamionowy: 21 DCA

-średnica wirnika: 6,4m

-startowa prędkość wiatru: 2 m/s

-znamionowa ilość obrotów: 200 obr/min

-maksymalna ilość obrotów: 250 obr/min

-masa generatora: 325 kg

-materiał łopaty śmigła: włókno szklane

-odchylenie od kierunku wiatru: automatyczne

7. Przydomowa elektrownia wiatrowa 10KW:

a) **cena elektrowni:** 62 678 zł netto

b) **w zestawie:** generator, śmigła, kontroler, przetwornica

c) **specyfikacja techniczna:**

-moc znamionowa: 10 000 W

-moc maksymalna: 12 500 W

-napięcie znamionowe: 240 DCV

-prąd znamionowy: 42 DCA

-średnica wirnika: 8 m

-startowa prędkość wiatru: 2 m/s

-znamionowa ilość obrotów: 180 obr/min

-maksymalna ilość obrotów: 225 obr/min

-masa generatora: 387 kg

-materiał łopaty śmigła: włókno szklane

-odchylenie od kierunku wiatru: automatyczne

8. Przydomowa elektrownia wiatrowa 20KW:

a) **cena elektrowni:** 110 241 zł netto

b) **w zestawie:** generator, śmigła, kontroler, przetwornica

c) **specyfikacja techniczna:**

-moc znamionowa: 20 000 W

-moc maksymalna: 25 000 W

-napięcie znamionowe: 360 DCV

-prąd znamionowy: 56 DCA

-średnica wirnika: 10 m

-startowa prędkość wiatru: 2 m/s

-znamionowa ilość obrotów: 90 obr/min

- maksymalna ilość obrotów: 112 obr/min
- masa generatora: 960 kg
- materiał łopaty śmigła: włókno szklane
- odchylenie od kierunku wiatru: automatyczne

Firma TEGMA

1. Przydomowa elektrownia wiatrowa 12 kW

a) **cena elektrowni:** 110 000 netto(zależna do kursu euro)

b) **specyfikacja techniczna:**

- moc znamionowa przy 14m/s 12kW
- prędkość rozruchowa 4m/s
- prędkość wyłączenia 20m/s -zmiana ustawienia steru kierunku
- nastawienie do wiatru -ster kierunku
- generator asynchroniczny 3-fazowy ze skrzynią biegów
- napiecie wyjściowe 3x400V
- ciężar gondoli 400 kg
- system kontroli -inwerter z automatyką
- hamulec aerodynamiczny i tarczowy
- średnica śmigieł 5.98 m
- maszt stalowy ocynkowany ogniowo 18 lub 24m
- fundament betonowy średnicy 5.5m grubości 1.3m
- przewidywana roczna produkcja energii-30000Kwh
- przeгляд po 1 roku kolejne co 4 lata
- przewidywany czas pracy 25 lat
- producent-Polska Envia Szczecin

2. Przydomowa elektrownia wiatrowa 40 kW

a) **cena elektrowni:** 240 000 netto(zależna do kursu euro)

b) **specyfikacja techniczna:**

- moc znamionowa przy 14m/s 40kW
- prędkość rozruchowa 3.5m/s
- prędkość wyłączenia 21m/s -zmiana kąta nachylenia łopat wirnika
- nastawienie do wiatru -automatyczny silnik 24V
- generator asynchroniczny 3-fazowy ze skrzynią biegów
- napiecie wyjściowe 3x400V
- ciężar gondoli 1000 kg
- system kontroli-inwerter z automatyką
- hamulec aerodynamiczny i tarczowy
- średnica śmigieł 10.25m
- maszt stalowy ocynkowany ogniowo 18 lub 24m
- fundament betonowy średnicy 6,9m grubości 1.3m
- przewidywana roczna produkcja energii-90000Kwh
- przeгляд po 1 roku kolejne co 4 lata
- przewidywany czas pracy 25 lat
- producent Polska Envia Szczecin



## Koszt inwestycji oraz okres jej zwrotu

	Wariant I	Wariant II	Wariant III
Moc	2 KW	20 KW	40 KW
Koszt	9 311zł	110 241 zł	240 000 zł
Koszt brutto	11 360 zł	134 495 zł	292 800 zł
Koszt postawienia	5 000 zł	7 000 zł	10 000 zł

Tab.3. Koszt zakupu elektrowni wiatrowej

Aby rozważyć okres zwrotu inwestycji do rozważań należy przyjąć:

- koszt inwestycji
- koszt postawienia oraz utworzenia dokumentacji
- przychód związany z zaoszczędzeniem zużycia energii
- przychód związany z „zielonymi certyfikatami” (0,24 zł/kWh)
- przychód wynikający ze sprzedaży energii do zakładu energetycznego ( 0,17 zł/kWh)

	Wariant I	Wariant II	Wariant III
Produkcja prądu	4 000 kWh	35 400 kWh	70 080 kWh
Przychód z zaoszczędzonych mediów	1 600 zł	6 530 zł	6 530 zł
Zielone Certyfikaty	1 104 zł	8 496 zł	16 819 zł
Sprzedaż energii	-----	-----	34 680 kWh
Przychód z energii sprzedanej	-----	-----	5 896 zł
Razem roczny przychód	2 704 zł	15 026 zł	29 245 zł
Koszt inwestycji	16 360 zł	141 495 zł	302 800 zł
Okres zwrotu inwestycji	6 lat	9,5 lat	10,4 lat

# Wywiad

1. Czym dokładnie zajmuje się wasza firma?

Nasza firma zajmuje się stawianiem turbin wiatrowych, co łączy się z jej wieloma innymi zadaniami. Tworzymy plan przyszłej inwestycji. Pomagamy wybrać klientom rodzaj turbiny, odpowiedni, co do ich potrzeb. Uzyskujemy odpowiednie dokumentacje umożliwiające korzystanie z turbin wiatrowych. Firma zajmuje się również poszukiwaniem podwykonawców robót budowlanych.

2. Od jak dawna prowadzicie swoją działalność?

Naszą działalność rozpoczęliśmy około trzech lat temu.

3. Czy budowa turbin wiatrowych to skomplikowana praca?

Tak, budowa turbin wiatrowych to bardzo skomplikowana praca. Najważniejszy jest element odpowiedniego doboru turbiny wiatrowej do warunków wietrznych, jakie panują na danym terenie. Kolejna przeszkoda to elementy otoczenia: odległość od zabudowań, infrastruktura techniczna, zalesienie, przeszkody terenowe. Następna trudność polega na wariantowym doborze elektrowni wiatrowych według uzgodnionych z klientem kryteriów. Należy oszacować jak wielka jest potrzeba energii gospodarstwa domowego. Często duże komplikacje są na drodze prawnej oraz formalnej. Na budowę turbiny musi się zgodzić gmina oraz ornitolog.

4. Czy instalacja i użytkowanie przydomowych turbin wiatrowy jest opłacalne?

Opłacalność tej inwestycji w dużej mierze zależy od czynników takich jak:

- wietrzność
- rodzaj terenu
- stosunek urzędów do danej inwestycji
- stosunek ornitologów do inwestycji

5. Czy na Pomorzu jest duże zainteresowanie energią wiatrową?

W energii wiatru coraz częściej upatruje się zastosowanie, jako odnawialnego źródła energii, którego pozyskiwanie nie prowadzi do skażenia środowiska. Obecnie możemy zaobserwować rozwój rynku elektrowni wiatrowych w Polsce, jednak w porównaniu z innymi państwami Unii Europejskiej, mającymi warunki wiatrowe podobne do naszych, jesteśmy jeszcze daleko w tyle. Oczywiście energia wiatrowa w Polsce największym zainteresowaniem cieszy się właśnie na Pomorzu. Jest ono tutaj największe, ponieważ istnieją najdogodniejsze warunki do tej inwestycji.

6. Czy turbiny wiatrowe są bardzo głośne?

Starsze modele posiadały problem z hałasem, dochodził on nawet do 55 dB. Obecne, nowoczesne elektrownie emitują bardzo mało hałasu - 40 dB. Już 200 metrów od turbiny staje się on niesłyszalny.

7. Jakie są największe korzyści płynące z budowy elektrowni wiatrowych zarówno przydomowych jak i ferm wiatrowych?

Budowa przydomowych elektrowni jak i ferm niesie ze sobą wiele korzyści. Elektrownie wiatrowe są alternatywnym źródłem energii. Dzięki nim następuje oszczędność paliw: eliminacja zużycia węgla, ropy i gazu w produkcji energii

elektrycznej. Są one przyjazne dla środowiska oraz mają na niego minimalny wpływ. Korzyści płynące z budowy przydomowej elektrowni wiatrowej polegają na darmowej energii oraz niezależności od energetyki. Zyski z ferm wiatrowych opierają się na sprzedaży energii dla inwestora oraz na wpływach podatków od nieruchomości dla gmin.

8. Czy turbiny wiatrowe można stawiać zawsze i wszędzie?

Oczywiście dla powodzenia inwestycji duże znaczenie ma lokalizacja tych urządzeń. W przypadku turbin wiatrowych duże znaczenie mają warunki wiatru. Dlatego przeprowadza się za pomocą specjalistycznych urządzeń badania wiatru. Takie badania SA bardzo kosztowne, dlatego przeprowadzane są zazwyczaj nie przez osoby prywatne, które chcą założyć przydomową elektrownię, ale przez profesjonalnie działające firmy. Ważną kwestią w lokalizacji turbin pełni również ukształtowanie terenu. Najlepszy jest płaski i odsłonięty jest teren. Inwestorzy powinni też stosować się do przepisów dotyczących budowy ferm wiatrowych, a także przydomowych elektrowni wiatrowych. Aby uniknąć problemów najlepiej skorzystać z pomocy specjalistów, którzy pomogą zaplanować inwestycję.

Wywiad został udzielony w dniu 20.01.2010

Grzegorz Najmrocki

# Tłumaczenie

The topic of our project is “Advantages of building wind turbines and worthwhileness of this venture”. In our dissertation we presented among other things problems which cover economic aspects, their construction, cost and time of refund expenses. The book contains a lot of windmill's pictures, tables and an interview with a company.

The first windmill came into being in the first half of Xth century in Seistan. The most popular kind of windmills were persian and dutch ones. In Poland it was a “Kozłak” windmill. Initially, windmills were employed as grinders, by the time their function has changed a lot.

The air turbines are the most important components of wind turbines. Through them it is possible to produce energy from wind power.

Large influence on profitability of wind turbines has their location, form of the area, hindrances and air density.

The benefits of an investment in home wind turbines are possession own, independent source of energy, confinement of usage black coal, gas or electrical energy. It redounds to the environmental protection and reduction costs for energy.

A wind turbine is a method for free energy through abridgment payments bolts for fuel, heating, current etc. . A wind power engineering goes far towards for an improvement of air cleanness, it also doesn't emit gases to the atmosphere.

Development of a wind power engineering creates new places of work. Another benefit of wind turbines construction is low operating cost of wind energy acquisition.

To sum up, we would say that abuse wind energy for assertion of single-family house, farms, mountains hostels or small companies is becoming more and more popular in Poland. A construction combines with a big financial cost, which period of refund expenses depends on local weather conditions. In our project we proved, that wind turbines construction is profitable both for an investor and nature.

# Bibliografia

<http://energiazwiatru.w.interia.pl>  
<http://www.sunnylife.pl>  
<http://www.dipol.org.pl>  
<http://www.elektrownie-wiatrowe.org.pl>  
<http://www.mojaenergia.pl>  
<http://www.elektrowniewiatrowe.info.pl/>  
[http://www.dipol.org.pl/male\\_turbiny\\_wiatrowe.html](http://www.dipol.org.pl/male_turbiny_wiatrowe.html)  
<http://www.wiatraczek.cba.pl/historia.html>  
[http://greenpower-polska.pl/Energia\\_wiatrowa\\_greenpower\\_go,wind\\_energy.html](http://greenpower-polska.pl/Energia_wiatrowa_greenpower_go,wind_energy.html)  
[http://www.d-e-m.nazwa.pl/index.php?option=com\\_content&view=article&id=7&Itemid=5](http://www.d-e-m.nazwa.pl/index.php?option=com_content&view=article&id=7&Itemid=5)  
<http://gazetadom.pl/Ladny-Dom/1,61606,3528497.html?as=1&ias=3&startsz=x>  
<http://postcarbon.pl/2008/01/ile-zuzywamy-energii/>  
<http://www.sunnylifetechnologies.com/oferta.php?lang=pl&p1=18&id=385>  
<http://www.uwm.edu.pl/kolektory/silownie/wiatr.html>  
[http://www.psew.pl/w\\_polsce.htm](http://www.psew.pl/w_polsce.htm)  
<http://www.miramare.pl/swind/wirniki.html>  
<http://www.tanieelektrowniewiatrowe.pl/oferta#20kw>  
[http://oen.dydaktyka.agh.edu.pl/dydaktyka/inzynieria\\_srodowiska/c\\_odnaw\\_zrodla\\_en/files/prawo\\_betza.htm](http://oen.dydaktyka.agh.edu.pl/dydaktyka/inzynieria_srodowiska/c_odnaw_zrodla_en/files/prawo_betza.htm)

Gazety „Czysta energia”

Książki

1. W. Jagodziński „Silniki wiatrowe”, PWT, Warszawa 1959.
2. Informator z 1999 roku firmy GTB-Solaris, Przytyk 6/31, 01-962 Warszawa.
3. Jerzy Mirecki „Fizyka dla klasy I i II technikum i liceum zawodowego”, Wydawnictwa Szkolne i Pedagogiczne, Warszawa 1990.
4. I. N. Bronszejn, K. A. Siemiendiajew „Matematyka. Poradnik encyklopedyczny”, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 1996.