

Pod spodem są informacje dotyczące energetyki wiatrowej. Waszym zadaniem będzie lektura podanych treści. Można wypisać najważniejsze informacje, które znajdziecie w tekście. Jeśli coś będzie niejasne, to będziemy w kontakcie.

! dopracujmy sobie na jeden os
pojeździć podobne, przewidywać typ
turbin wiatrowych to 11,5t.
Są to przewidywania, ma które
trzeba mieć pozwolenie (chyba od GDDKiA)



ENERGIA WIATRU

1. Wstęp

Energia ruchu atmosfery, czyli energia wiatru, jest przekształconą formą energii słonecznej. Wiatr jest wywołany przez różnicę w nagrzewaniu, lądów i mórz, biegunów i równika, czyli przez różnicę ciśnień, między poszczególnymi strefami cieplnymi oraz przez siłę Coriolisa, związaną z obrotowym ruchem Ziemi. Ocenia się, że ok. 1÷2% energii słonecznej, dochodzącej do Ziemi, ulega przemianie na energię kinetyczną wiatru, stanowi to moc ok. 2700 TW. Ok. 25% tej energii, przypada na stumetrowej grubości warstwę powietrza atmosferycznego, otaczającego bezpośrednio powierzchnię Ziemi. **Wiatry, wiejące nad powierzchnią lądów (jeśli uwzględni się różne rodzaje strat oraz możliwości rozmieszczenia instalacji wiatrowych), mają potencjał energetyczny o mocy ok. 40 TW. Tylko 10% tej wartości przewyższa cały potencjał śródlądowej energii wodnej i wynosi ok. 20 razy więcej niż obecna moc zainstalowanych na świecie elektrowni.**^[296]

Zasoby energii wiatru są niewyczerpalne, ponieważ wiatry są stale podtrzymywane przez Słońce. W przypadku wiatrów, wiejących nad otwartym morzem, tam gdzie głębokość pozwala na instalowanie siłowni wiatrowych, ich moc energetyczną ocenia się na ok. 20 TW.

Wiatr z punktu widzenia możliwości wykorzystania go do celów energetycznych, charakteryzują dwie wielkości: prędkość i powtarzalność. Ponieważ prędkość wiatru jest najmniejsza przy ziemi i wzrasta wraz z wysokością, silniki wiatrowe umieszcza się na wysokości od kilkunastu do ok. 100 m. **Optymalna średnia prędkość wiatru do wykorzystania energetycznego wynosi 4÷25 m/s.** Ograniczenia ze względu na prędkość wiatru, wynikają z minimalnej prędkości, przy której wytworzony zostanie odpowiednio duży moment obrotowy (siła aerodynamiczna) oraz maksymalnej prędkości, po przekroczeniu której wytworzony moment obrotowy może spowodować mechaniczne uszkodzenie turbiny wiatrowej.

Powtarzalność jest to suma godzin, podczas których w okresie roku, wieje wiatr z określoną prędkością. Jest ona bardzo istotnym czynnikiem decydującym o celowości budowania elektrowni wiatrowych (budowa opłacalna jest przy powtarzalności ok. 2000 h/rok lub większej).

Do obliczania zasobów energetycznych wiatru potrzebne są dokładne, wieloletnie, pomiary meteorologiczne. W pierwszym etapie ocenia się zasoby regionalne (w mezoskali), a dopiero potem, po uwzględnieniu wielu wyników, w skali lokalnej.

Inwestorzy, zamierzający budować elektrownię lub farmę wiatrową, i którzy planują uzyskać dofinansowanie z funduszy unijnych do w/w instalacji, mają obowiązek przedstawić roczne wyniki pomiarów wietrzności terenu, na którym zamierzają postawić turbinę wiatrową.

2. Wiatr i jego zasoby energetyczne

Energię można określić w całym zakresie prędkości wiatru uzyskując wartości, zwane energią brutto lub też przyjmując dowolny próg prędkości wiatru. Do oceny zasobów energii wiatru w mezoskali, posługuje się użyteczną energią wiatru, która określa dolne ograniczenie prędkości $v > 4$ m/s. Energię wiatru można obliczyć, posługując się następującym uproszczonym wzorem:

$$E = q \cdot v^3 \cdot t \cdot 1,34 \cdot 10^{-7} \text{ [kWh/m}^2\text{]} \quad (3.1)$$

gdzie:

E – wydajność energetyczna wiatru [kWh/m²];

q – gęstość powietrza [kg/m³];

v – prędkość [m/s];

t – czas [s].

1,29 g/l *1,200862*
1,000

Znając długość skrzydeł można w prosty sposób obliczyć wydajność energetyczną siłowni:

$$E_s = \eta \cdot E \cdot A = \eta \cdot q \cdot v^3 \cdot t \cdot A \cdot 1,34 \cdot 10^{-7} \text{ [kWh/rok]} \quad (3.2)$$

gdzie:

η – sprawność układu turbiny wiatrowej i napędzanej przez nią prądnicy;

E – wydajność energetyczna wiatru [kWh/m²];

A – powierzchnia zakreślona przez łopaty wirnika [m²];

E_s – wydajność energetyczna siłowni [kWh/rok].

P = 0,15 \cdot 0,1

Zakreślona powierzchnia przez łopaty wirnika (dla elektrowni z poziomą osią obrotu), można obliczyć:

$$A = \Pi \cdot r^2 \text{ [m}^2\text{]} \quad (3.3)$$

gdzie:

r – długość łopaty wirnika [m].

Kolejnym etapem poznania zasobów energii wiatru jest jej ilościowa ocena dla wybranego w skali regionalnej, korzystnego miejsca, uwzględniająca warunki terenowe tego miejsca, by uzyskać jej rzeczywiste wielkości. Problem ten można rozwiązać np. przy użyciu modelu programowego WAsP (Wird Analysis and Application Programme).

W wyniku obliczeń (po wprowadzeniu do programu wszystkich rzeczywistych parametrów: mapy topograficznej, szorstkości podłoża i danych meteorologicznych) uzyskuje się:

- energię wiatru na dowolnej wysokości w zakresie 10÷100 m nad poziomem gruntu, dla miejsca lokalizacji siłowni w kWh/m²;
- znając krzywą mocy proponowanej siłowni i jej powierzchnię łopat – ilość energii w MWh/rok.

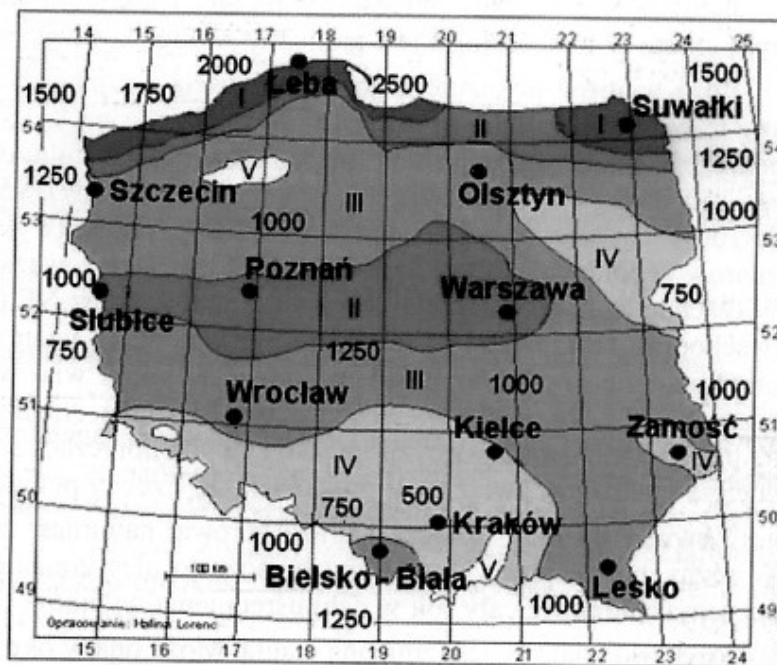
prędkość Betza (wpływają na C_p (wykonują i metm) wyznaczenie
 $0,59 \text{ cyfry max}$, jest stosunek prędk. wiatru pęd. min. do
 $2 \times$ wyznaczenie $\frac{1}{3}$ cyfry, kiedy wiatr spowoduje wiatr $0 \frac{1}{3} v_0$

Całkowite zasoby energii wiatru dla Polski zostały zbadane i dobrze rozpoznane przez prof. dr hab. inż. Halinę Lorenc z Instytutu Meteorologii i Gospodarki Wodnej w Warszawie.^[89] Wieloletnie badania pozwoliły na sporządzenie map kierunku i siły wiatru oraz jego potencjału energetycznego (dobowego, miesięcznego i rocznego), przydatnych dla potrzeb lokalizacji siłowni wiatrowych i ich późniejszej eksploatacji. Klasyfikację obszaru Polski pod względem możliwości wykorzystania wiatru jako źródła energii przedstawia, rys. 336.

Lokalne mapy wietrzności dla potrzeb energetyki wiatrowej na indywidualne zamówienia, wykonywane są m.in. przez pracowników Instytutu Paliw i Energii Odnawialnej w Warszawie.

2.1. Wpływ czynników środowiskowych

Dominujący wpływ średniej długoterminowej prędkości wiatru na koszt własny nie podlega dyskusji. Wzrost prędkości wiatru o 10% (np. z 5,26 m/s do 5,8 m/s), powoduje obniżenie kosztów własnych o 20% i odwrotnie, obniżenie prędkości wiatru o 10% do 4,7 m/s, pociąga za sobą, wzrost kosztów wytwarzania energii o ok. 30%. Istotny wpływ na pracę elektrowni wiatrowych (EW) ma temperatura powietrza. Zmniejszenie lub zwiększenie temperatury powietrza o 15°C, powoduje wzrost lub spadek energii kinetycznej wiatru o ok. 5%. Również wzrost lub spadek ciśnienia o ok. 60 hPa, powoduje wzrost lub spadek energii kinetycznej wiatru o ok. 5%. Często nie przywiązuje się należytej wagi do pokrycia terenu w otoczeniu elektrowni wiatrowej, charakteryzowanego za pomocą tzw. „klasy terenu”. Jest to czynnik



Rys. 336. Klasyfikacja obszaru Polski pod względem możliwości wykorzystania wiatru, jako źródła energii^[73]

STREFY:
 I - wybitnie korzystna
 II - bardzo korzystna
 III - korzystna
 IV - mało korzystna
 V - niekorzystna

Liczby naniesione na mapie Polski wskazują na wielkość energii wiatru w kWh/m²/rok na wysokości 30 m nad poziomem gruntu. Dane te opracowała prof. Halina Lorenc z IMGW na podstawie pomiarów przeprowadzonych w latach 1971-2000

mający istotny wpływ na wydajność energetyczną EW, poprzez średnią prędkość na wysokości osi wirnika. Przy tej samej lokalizacji w „skali mezo”, instalacja EW na terenie kl. 2, powoduje, że koszt wytwarzania energii wzrasta o ok. 30% w stosunku do lokalizacji na terenie kl. 1. Należy podkreślić, że wybór właściwej lokalizacji EW jest najskuteczniejszym i zwykle bezinwestycyjnym sposobem zmniejszenia kosztów własnych. Wpływ parametrów konstrukcyjnych, wzrost średnicy wirnika jest bardzo skutecznym sposobem zmniejszenia kosztu wytwarzania energii. Ze wzrostem powierzchni wirnika wydajność EW, rośnie znacznie szybciej, niż nakłady inwestycyjne i koszty bieżące łącznie.

Widoczna od lat tendencja do budowania coraz większych elektrowni jest tego potwierdzeniem. Powyższe wyniki uzyskano przy założeniu, że przy zmianie średnicy wirnika, moc znamionowa EW nie ulega zmianie. Podobny skutek ma wzrost wysokości wieży, co również znajduje odzwierciedlenie we współczesnych tendencjach budowy EW. Wpływ mocy znamionowej elektrowni jest w rozpatrywanym przypadku bardzo nieznaczny. Wynika to z dwóch okoliczności: prądnicą ma stosunkowo mały (ok. 7%) udział w nakładach inwestycyjnych, a wpływ umiarkowanych zmian mocy znamionowej na wydajność energetyczną jest tu niewielki. Dzieje się tak dlatego, że elektrownia bardzo rzadko osiąga moc znamionową.

Miesięczny przestój elektrowni w ciągu roku, powoduje wzrost kosztów własnych o ok. 10% lub więcej, jeśli uwzględnić fakt, że nieplanowane przestoje mają zwykle miejsce w sezonie zimowym.^[73]

Link do dodatkowych informacji:

<http://www.instsani.pl/414/zasoby-energii-wiatrowej-w-polsce>

Historia energetyki wiatrowej:

<http://www.instsani.pl/413/historia-energetyki-wiatrowej>