

## ANALIZA WYKORZYSTANIA ELEKTROWNI WIATROWEJ W DANEJ LOKALIZACJI

Autorzy:

Alina Bukowska (III rok Matematyki)

Aleksandra Leśniak (III rok Fizyki Technicznej)

Celem niniejszego opracowania jest wyliczenie energii wytworzonej przez turbinę wiatrową Vestas V90-2.0 MW usytuowaną w Ustce na podstawie danych meteorologicznych. Ustka, miasto w województwie Pomorskim, położone na Wybrzeżu Słowińskim, u ujścia rzeki Słupi do Morza Bałtyckiego. Do obliczeń zostały użyte dane ze stacji meteorologicznej w tej miejscowości ( $54^{\circ}35'N$ ;  $16^{\circ}52'E$ ), udostępnione przez Ministerstwo Infrastruktury i Rozwoju. Dane zostały zebrane w latach 1971-1991 oraz 1998-2000, a następnie uśrednione dla poszczególnych godzin w roku. Zakładając, iż turbinę umieszczono na obrzeżach miasta, szorstkość terenu konieczną do obliczenia zmiany prędkości, zakwalifikowano do klasy 2.

Zasadą działania elektrowni wiatrowej jest oparta na konwersji energii kinetycznej wiatru, na energię mechaniczną, a następnie na energię elektryczną. Zasadniczą częścią wiatraka jest turbina wiatrowa składająca się z napędzanego wiatrem wirnika osadzonego na wale wolnoobrotowym, którego obroty za pomocą przekładni przenoszone są na wał szybkoobrotowy, a następnie do generatora prądu, na wyjściu, z którego, uzyskuje się energię elektryczną. Łopaty turbiny wiatrowej są zbudowane z lekkich materiałów. Nośne dźwigary wykonane są w włókna węglowe. Chociaż powierzchnia omiatana w przypadku modelu V90 jest większa o 27 procent w porównaniu z modelem V80, dłuższe łopaty ważą tyle samo. Inżynierowie Vestas opracowali zaawansowany technologicznie profil poprzez optymalizację zależności między wpływem całkowitego obciążenia na turbinę a roczną wielkością wytwarzanej energii. Łopaty te posiadają zupełnie nowy kształt płaszczyzny oraz zakrzywioną tylną krawędź.

*Projekt POKL.04.01.02-00-046/11-00*

**„Kierunki matematyczno-przyrodnicze drogą do zawodów z przyszłością”  
jest współfinansowany przez Unię Europejską w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego**

Dane techniczne turbiny wiatrowej V90-2.0MW:

Wirnik:

Średnica: 90 m

Obroty nominalne: 14.9 obrotów/min.

Zakres obrotów: 9.0-14.9 obrotów/min.

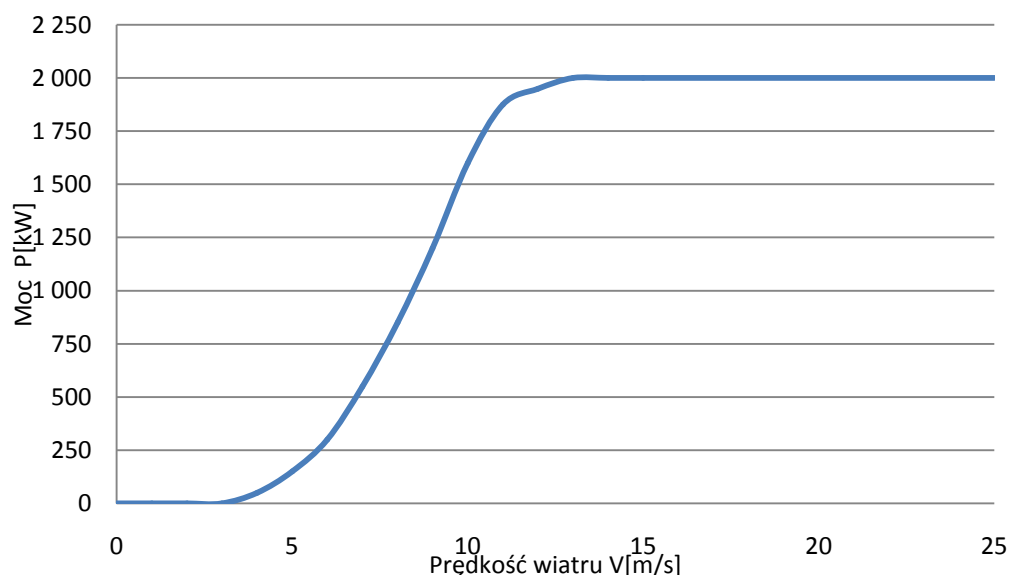
Powierzchnia omiotana: 6,362 m<sup>2</sup>

Liczba łopat: 3

Hamulec aerodynamiczny: Pełne przekręcanie łopat przez trzy oddzielne hydrauliczne walce toczne

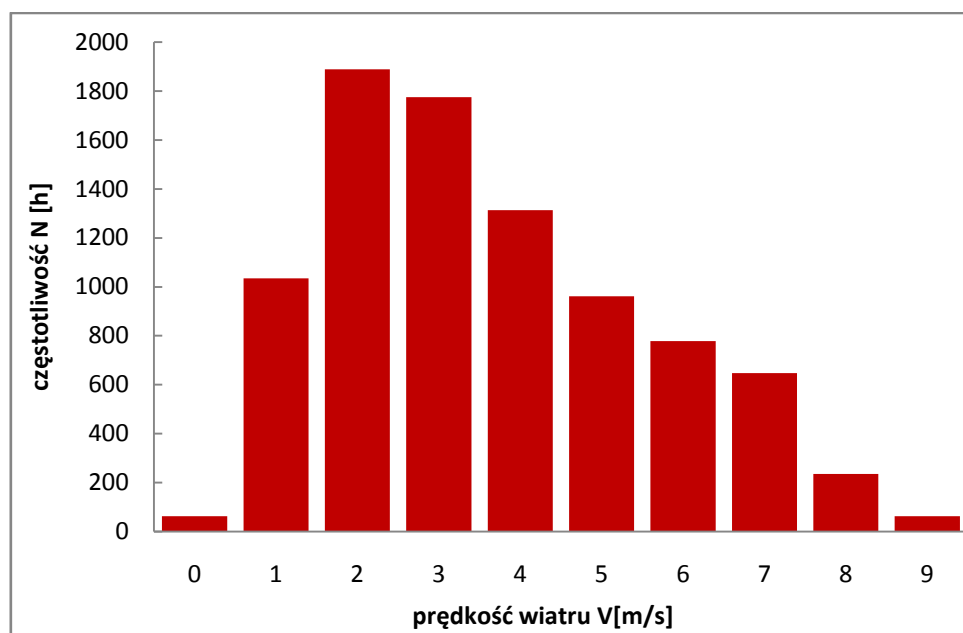
Wysokość piasty: 105 m

Rozruch turbiny następuje przy prędkości wiatru wynoszącej 3,5m/s. Nominalna prędkość wiatru, przy której elektrownia osiąga moc 2 MW wynosi 13 m/s. Natomiast wyłączenie turbiny przy prędkości 25 m/s. Informacje te zostały przedstawione na wykresie 1.



Wykres 1. Charakterystyka mocy turbiny.

Dane konieczne do przeprowadzenia analizy wykorzystania turbiny wiatrowej usytuowanej w Ustce, pobrano ze strony Ministerstwa Infrastruktury i Rozwoju. Pomiary prędkości wiatru były wykonywane co godzinę w latach 1971-1991 oraz 1998-2000. Na podstawie zebranych danych opracowano dane dla typowego roku meteorologicznego. Korzystając z udostępnionych danych wykonano histogram prędkości wiatru.



Histogram 1. Rozkład prędkości wiatru w ciągu roku.

Utworzenie map wietrzności w Polsce na podstawie danych meteorologicznych zostało wykonane za pomocą programu Surfer 8. Program ten służy do szybkiego tworzenia pełno kolorowych map konturowych oraz trójwymiarowych map powierzchniowych. Program pozwala na prezentację wszelkich możliwości fizycznych, które mogą być charakteryzowane za pomocą izolinii. Spośród 12 metod oferowanych przez program po wstępnej analizie opracowań wybrano trzy:

- minimalnej odległości od punktu (Inverse Distance to a Power),
- minimalnej krzywizny (Minimum Curvature)
- oraz Kriging.

W prezentowanych przykładach parametry w poszczególnych metodach ustawione zostały automatycznie.

**Kriging** jest geostatystyczną metodą, która próbuje wyrazić trendy sugerowane w danych źródłowych np. punkty mogą być połączone tworząc grzbiet, a nie są przedstawione, jako odrębne piki.

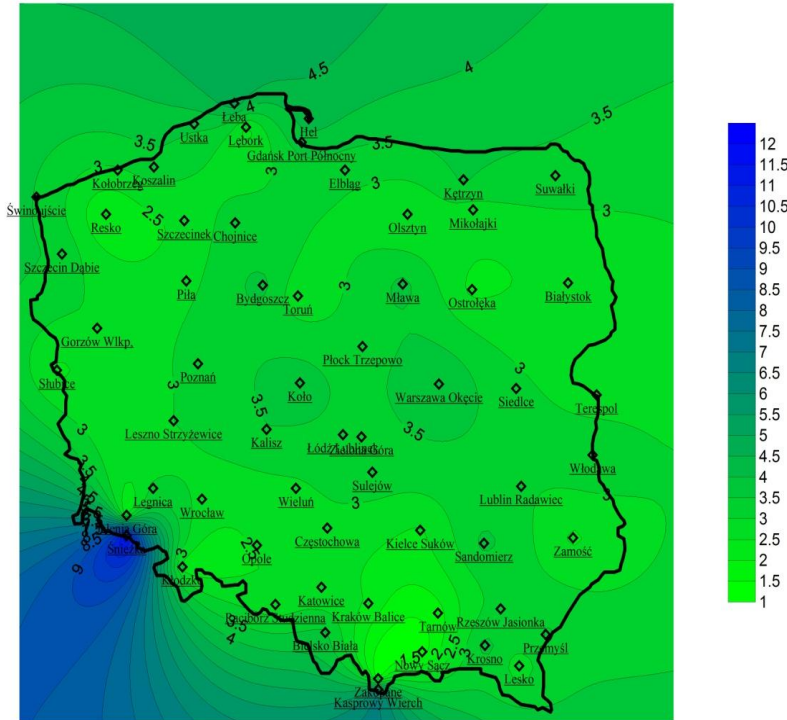
**Inverse Distance to a Power** jest średnią ważoną interpolacji i może być dokładna lub wygładzona. W metodzie minimalnej odległości od punktu dane są ważone w taki sposób, że podczas interpolacji wpływ jednego punktu w stosunku do drugiego zmniejsza się wraz z odległością od węzła sieci.

**Metoda minimalnej krzywizny** jest analogiczny do cienkiej, elastycznej liniowo płyty przechodzącej przez każdą z wartości danych przy minimalnej gięciu. Metoda minimalnej krzywizny generuje wygładzanie powierzchni podczas próby uczynienia danych źródłowych jak najdokładniejszych.

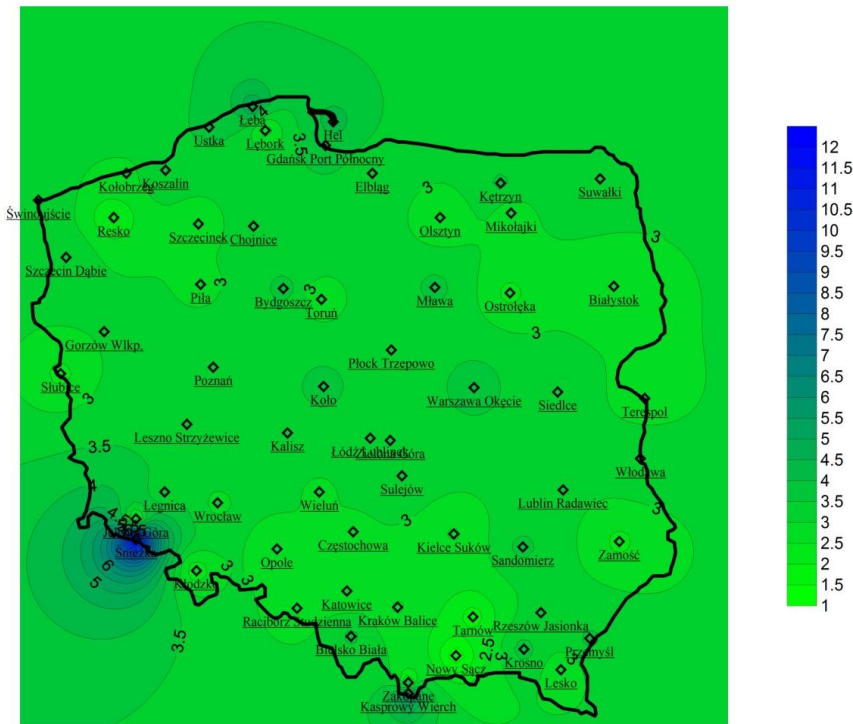


Aby dobrać najodpowiedniejszą metodę tworzenia map wietrzności, wykonano mapy, kolejno każdą z wymienionych wyżej metod.

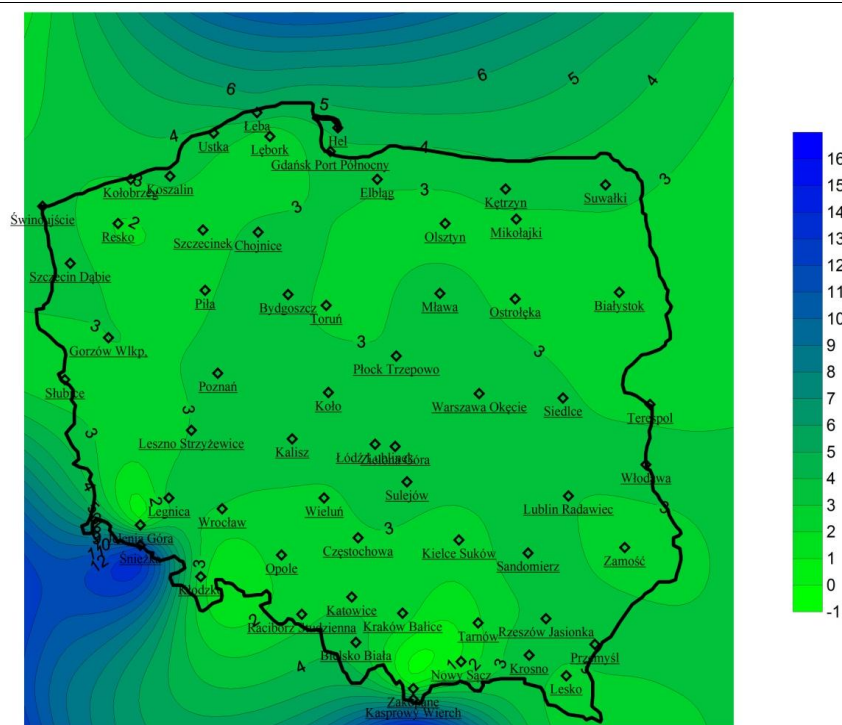
Mapa wietrzności w skali roku wykonana metodą Kriging



Mapa wietrzności w skali roku wykonana metodą Inverse Distance to a Power



Mapa wietrzności w skali roku wykonana metodą minimalnej krzywizny



**Projekt POKL.04.01.02-00-046/11-00**

**„Kierunki matematyczno-przyrodnicze drogą do zawodów z przyszłością”  
jest współfinansowany przez Unię Europejską w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego**