

# Nowe technologie w mikroturbinach wiatrowych - prezentacja projektu badawczo-rozwojowego

Dr inż. Andrzej Szajner

Bałtycka Agencja Poszanowania Energii Sp. z o.o.

[bape@bape.com.pl](mailto:bape@bape.com.pl)



This project has received funding from the European Union's Seventh Programme for research, technological development and demonstration under grant agreement N.º: 608554

# Projekt badawczo-rozwojowy SWIP



Nowe innowacyjne, rozwiązania, elementy i narzędzia dla upowszechnienia energetyki wiatrowej na obszarach miejskich i podmiejskich

- Rozwój nowych technologii oraz badanie małych turbin wiatrowych w terenach zurbanizowanych
- Instalacja pilotażowych instalacji w 3 lokalizacjach - w Polsce dwie:
  - Choczewo: 2 kW
  - Kokoszki: 20 kW
- Projekt od 1.10.2013
- Koordynator projektu: Fundacja **CIRCE** – centrum naukowe z Hiszpanii + 12 partnerów

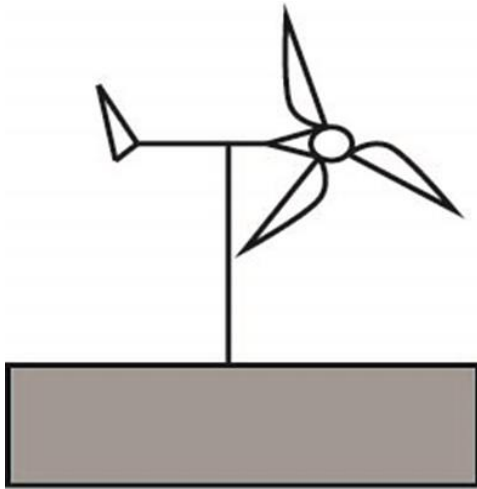


# Projekt SWIP

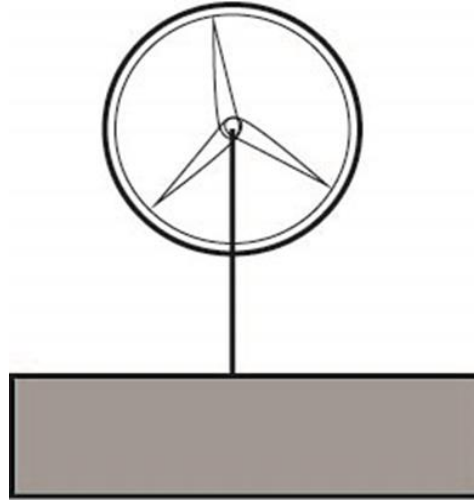
---

- Badania, prototypy i nowe produkty:
    - stałe magnesy (bez metali ziem rzadkich)
    - przekładnia magnetyczna
    - generator z magnesami stałymi
    - śmigła wirników (poziome, pionowe)
    - system SCADA, regulatory i automatyka
    - kompletne MTW 2V, 4H i 20H
  - Metodologia i software
    - warunki wiatrowe
    - lokalizacja i dobór MTW
  - Zintegrowane rozwiązania dla MTW
    - widok i estetyka, powiązanie z budynkiem, hałas, wibracje, bezpieczeństwo, jakość, bariery
-

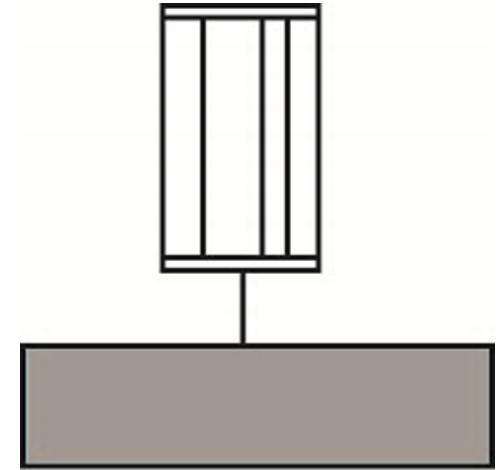
# Rodzaje małych turbin wiatrowych MTW



O osi poziomej  
HA



Zabudowane  
HA



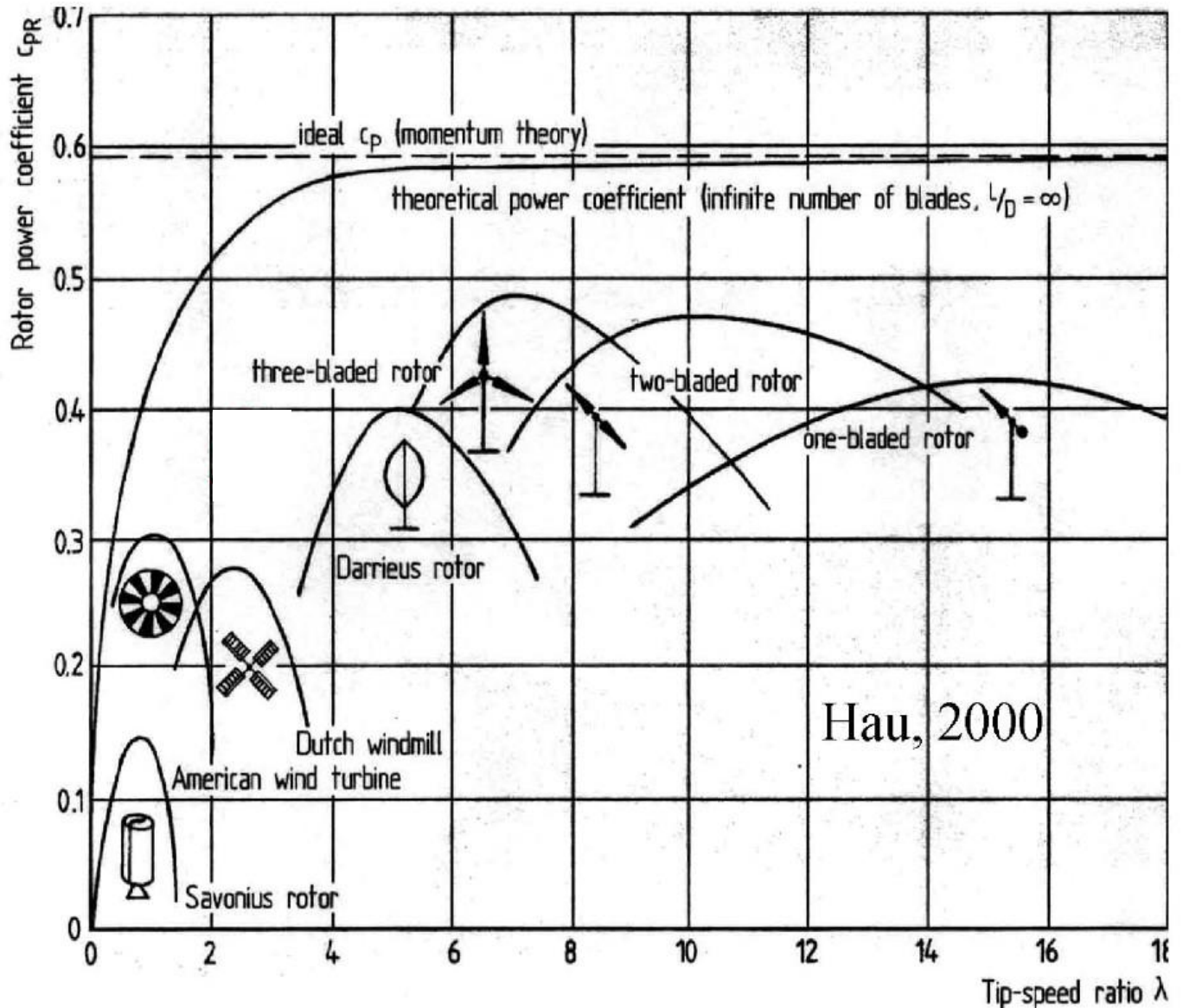
O osi pionowej  
VA

- Klasyfikacja TW:
  - mikro - do 1 kW
  - małe – do 100 kW
  - średnie – do 1 MW
- Prawo energetyczne w Polsce:
  - mikro-źródła – do 40 kW





# Wskaźnik mocy dla wirników



# Parametry dla oceny MTW

---

- Konfiguracja: oś obrotu pionowa, pozioma, hybrydowe
- Liczba, rodzaj łopat
- Średnica, rozmiary
- Prędkość wiatru (znamionowa)
- Moc znamionowa
- Współczynnik mocy ( $\text{kW /m}^2$ )/  $0.625 V^3$
- Produktywność dla 4 m/s
- Poziom hałasu
- Koszt jednostkowy

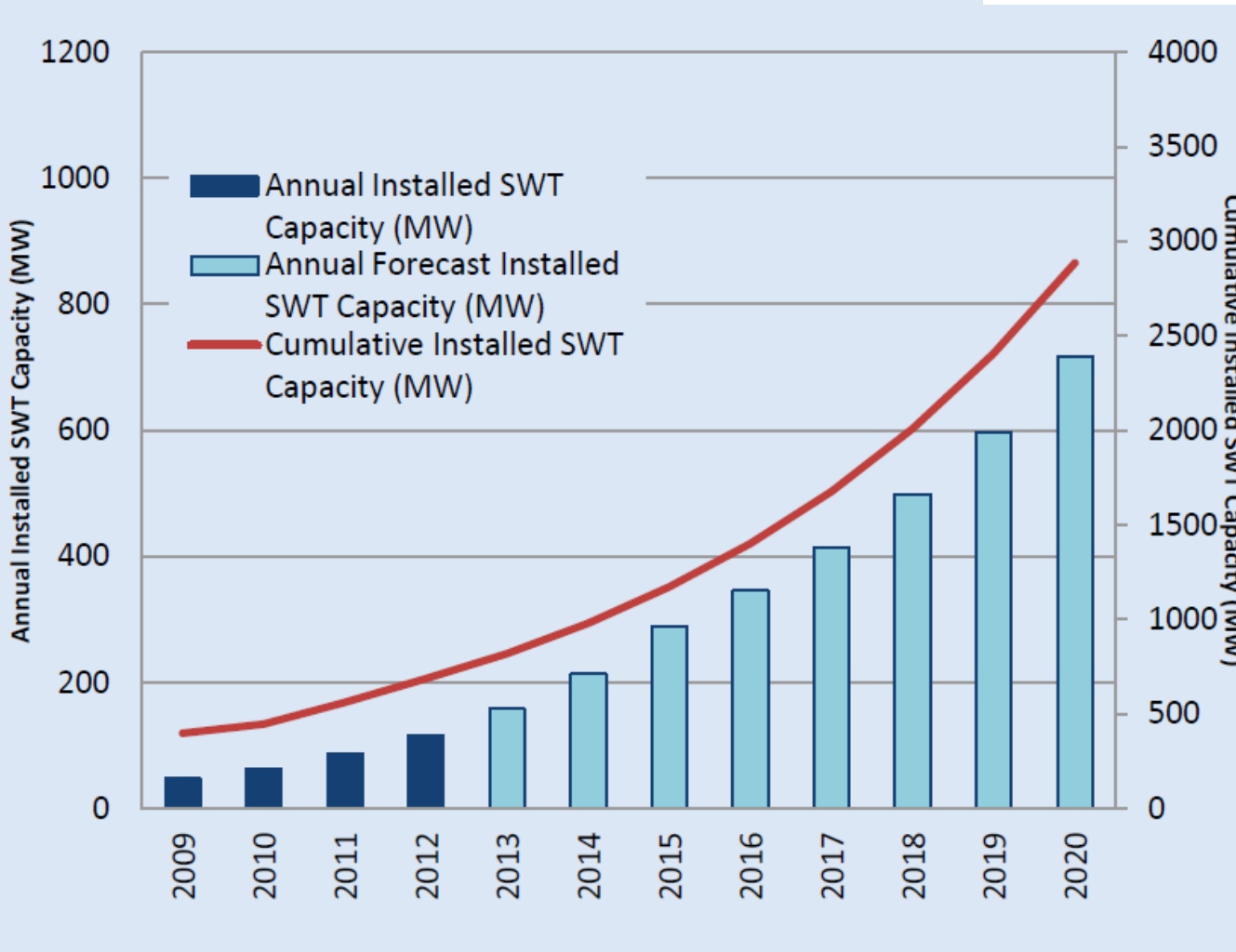
# Wyniki benchmarkingu MTW

| Parametr                    |        | Jedn    | 1-10<br>kW HA | 1-10<br>kW VA | >10-30<br>kW | >30-100<br>kW |
|-----------------------------|--------|---------|---------------|---------------|--------------|---------------|
| Liczba TW                   |        | -       | 108           | 33            | 28           | 30            |
| Wsp. mocy<br>C <sub>p</sub> | Maks   | -       | 0,546         | 0,585         | 0,538        | 0,549         |
|                             | Średni |         | 0,275         | 0,316         | 0,286        | 0,294         |
| Produkcja dla<br>4m/s       | Maks   | kWh/kW  | 3 077         | 1 000         | 2 134        | 1 360         |
|                             | Średni |         | <b>1 111</b>  | <b>854</b>    | <b>842</b>   | <b>847</b>    |
| Cena                        | Min    | PLN/kW  | 4 138         | 14 700        | 8 736        | 5 240         |
|                             | Średni |         | <b>15 217</b> | <b>24 588</b> | 14 781       | 9 601         |
| DGC – koszt<br>wytwarzania  | Min    | PLN/kWh | 371           | 2 124         | 1 208        | 1 971         |
|                             | Średni |         | <b>1 609</b>  | 2 804         | 2 229        | 1 971         |

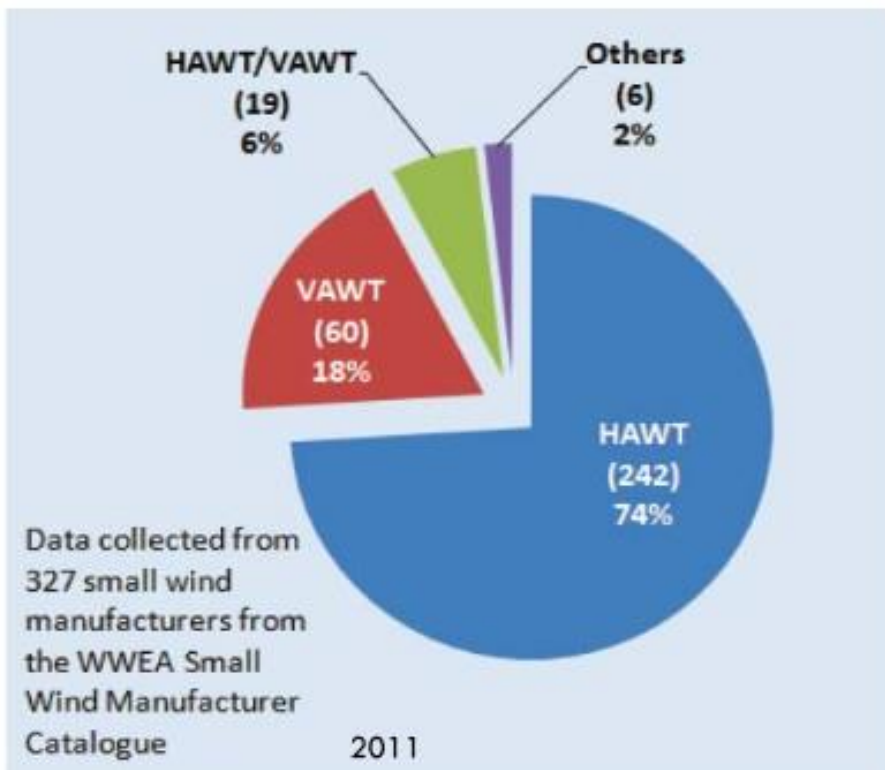
# Projekcja dla małych TW

WWEA Report 2014

SWT Installed Capacity World Market Forecast 2009 - 2020



# Rynek światowy



| HAWT Statistics                      |         |
|--------------------------------------|---------|
| Total Number of HAWT Manufacturers   | 242     |
| Total Number of HAWT Models < 100 kW | 717     |
| Average Rated Capacity               | 10,8 kW |
| Median Rated Capacity                | 3,0 kW  |
| Percentage of Turbines $\leq$ 10 kW  | 78,1 %  |
| Percentage of Turbines $\leq$ 5 kW   | 66,2 %  |

| VAWT Statistics                      |        |
|--------------------------------------|--------|
| Total Number of VAWT Manufacturers   | 60     |
| Total Number of VAWT Models < 100 kW | 157    |
| Average Rated Capacity               | 7,4 kW |
| Median Rated Capacity                | 2,5 kW |
| Percentage of Turbines $\leq$ 10 kW  | 88,5 % |
| Percentage of Turbines $\leq$ 5 kW   | 75,8 % |

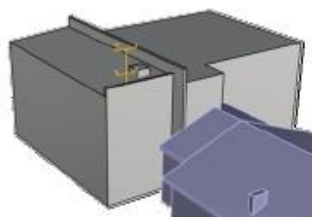
# Zasoby energii z wiatru

## ■ Choczewo



- 12m15

- 10m50

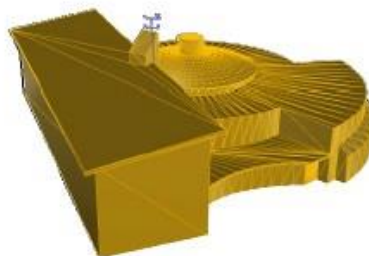


## ■ Zaragoza



- 18m75

- 16m75



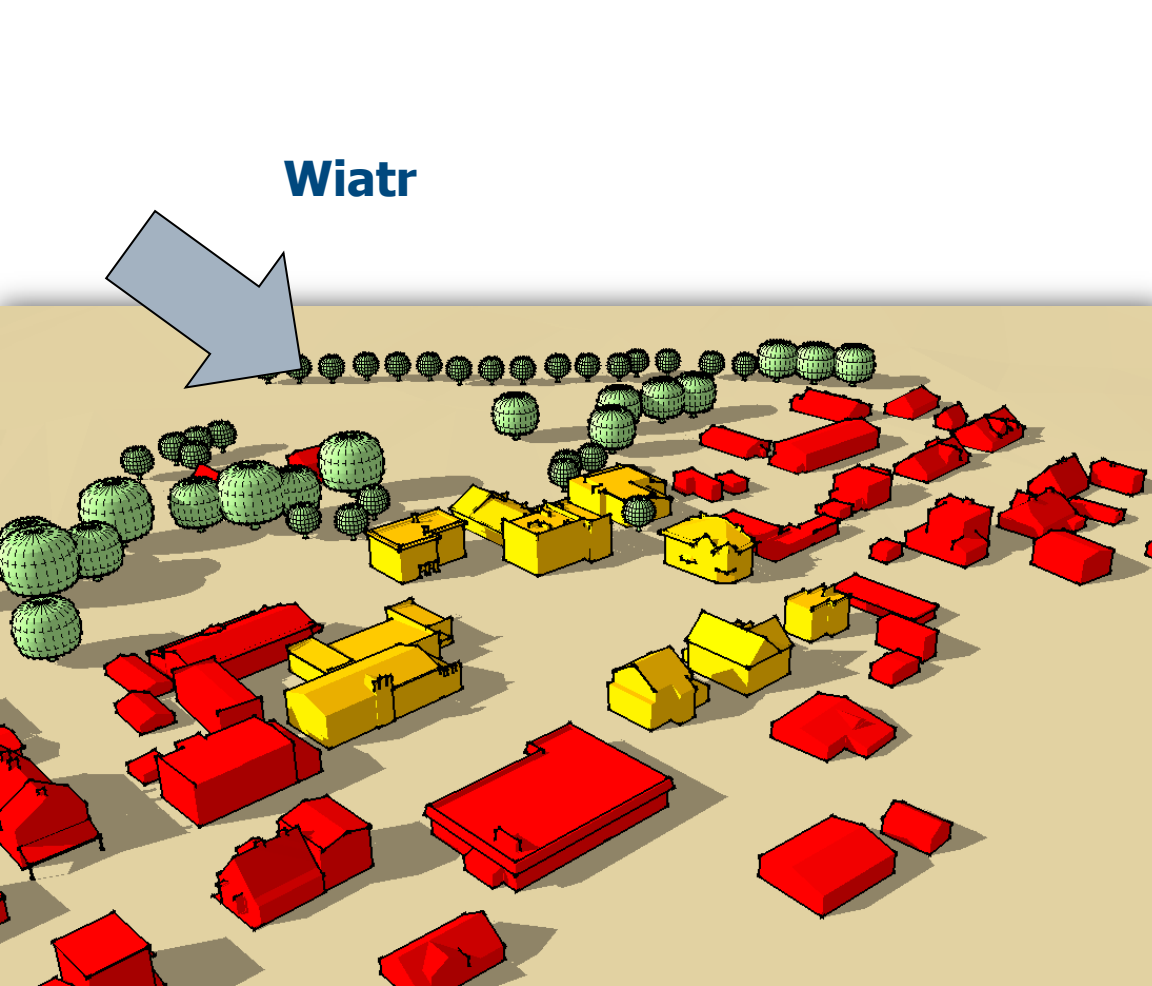
## ■ Kokoszki



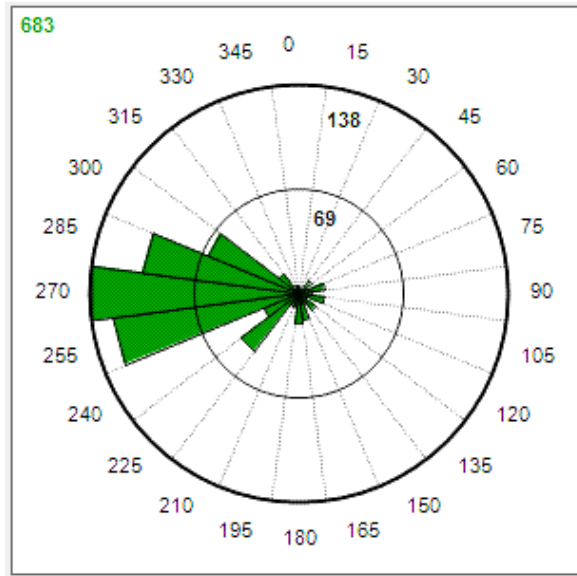
- 24m

- 22m

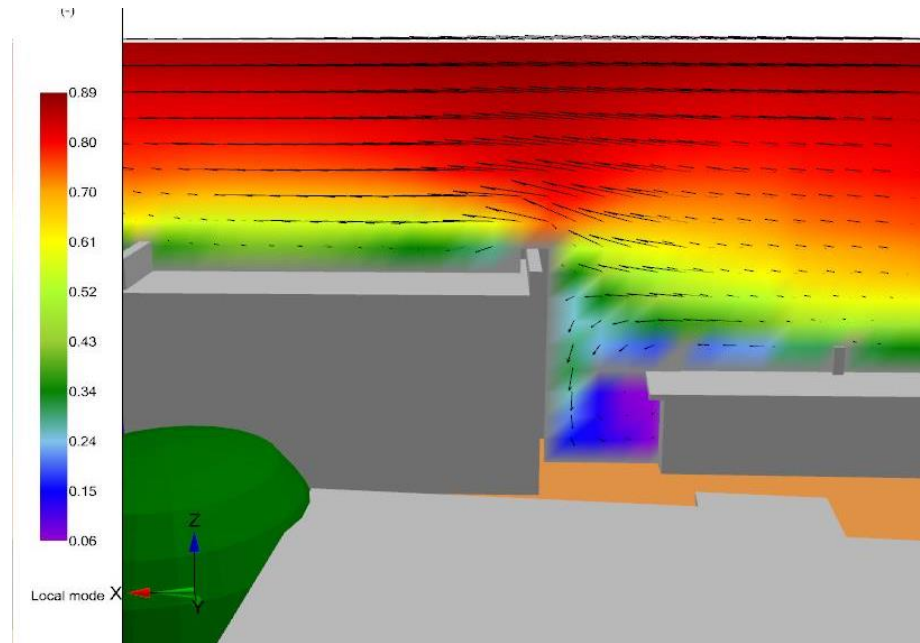
# Model budynku i otoczenia



# Symulacja zachowania wiatru



Róża energii wiatru

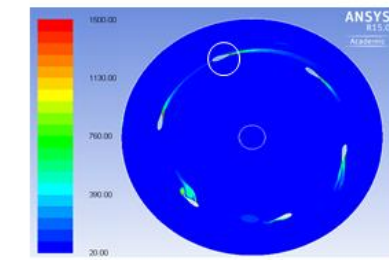
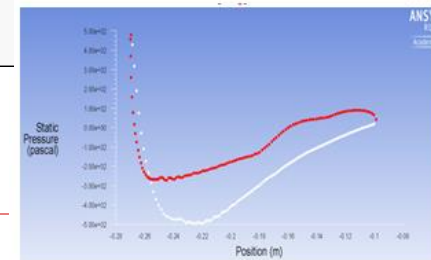
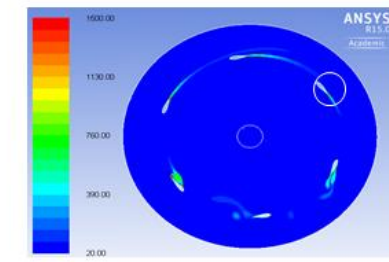
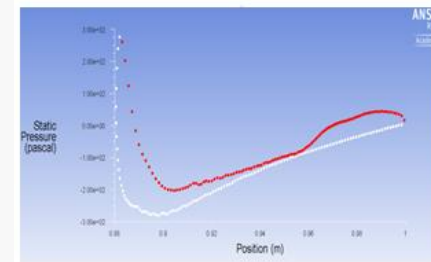
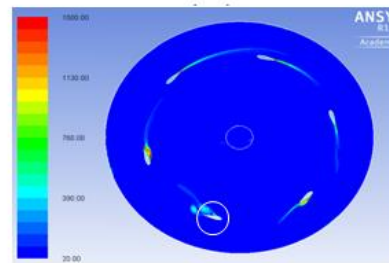
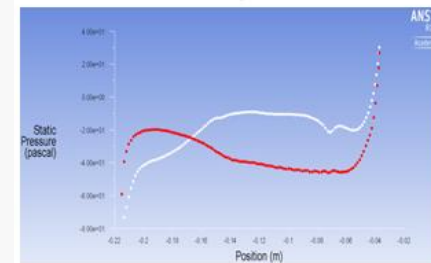
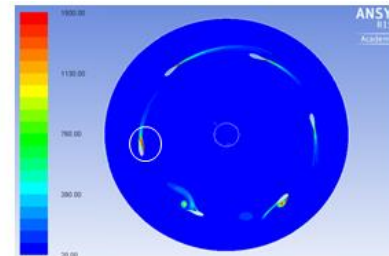
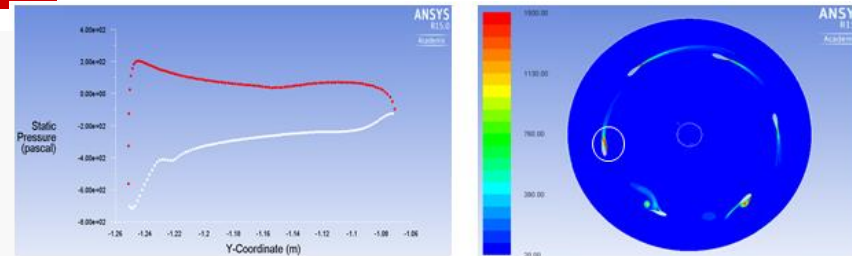
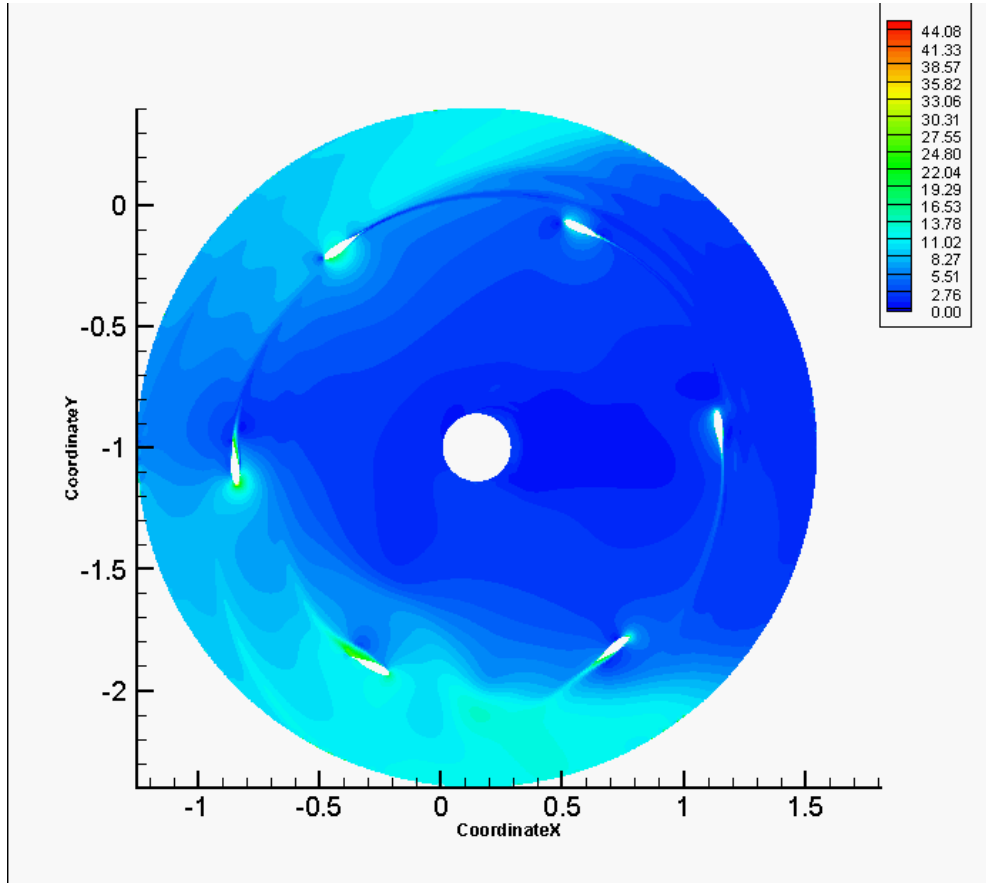


Widok od N

Zysk energii z wiatru (widok z góry)

- struktura przepływu turbulentnego
- analiza energii dla lokalizacji

# Analiza struktury przepływu i rozkład ciśnień dla V2



The University  
Of  
Sheffield.

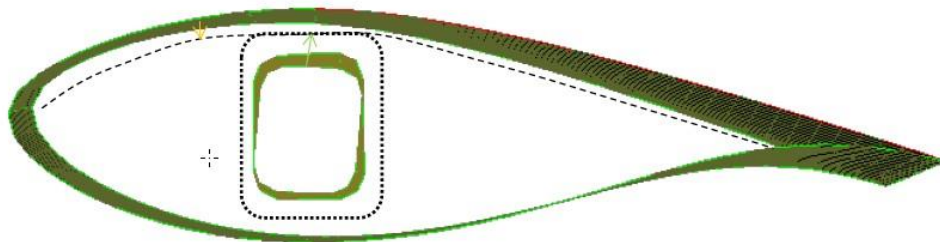
- Koszt obecnie stosowanych magnesów wysoki
- Głównym składnikiem kosztu magnesu jest związany z kosztem neodymu, który jest pierwiastkiem ziem rzadkich.
- Zadanie - rozwój magnesów o niższej zawartości neodymu, zachowując parametry magnesów występujących obecnie na rynku.
- Zaawansowane metody metalurgiczne i wysokotemperaturowa synteza, dodatki
- Badania własności magnetycznych – potwierdzone założenia (koszt niższy o 20-30%)



# Łopaty turbin



- Celem jest osiągnięcie zmniejszenia ciężaru i kosztów produkcji łopat turbin o osi pionowej i poziomej przy zachowaniu dobrych parametrów energetycznych, osiągnięcie współczynnika  $C_p$  ok. 0,5.
- Oznacza to wzrost produktywności o ok. 5-9% w porównaniu do technologii dostępnych obecnie na rynku przy zachowaniu poziomu cen.
- Wyższa produktywność, przy kosztach na tym samym poziomie.



**POLIPLASTAS**

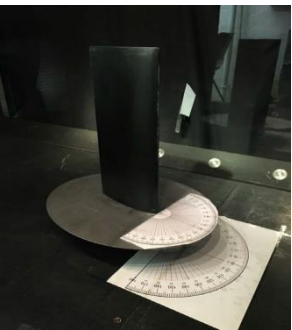
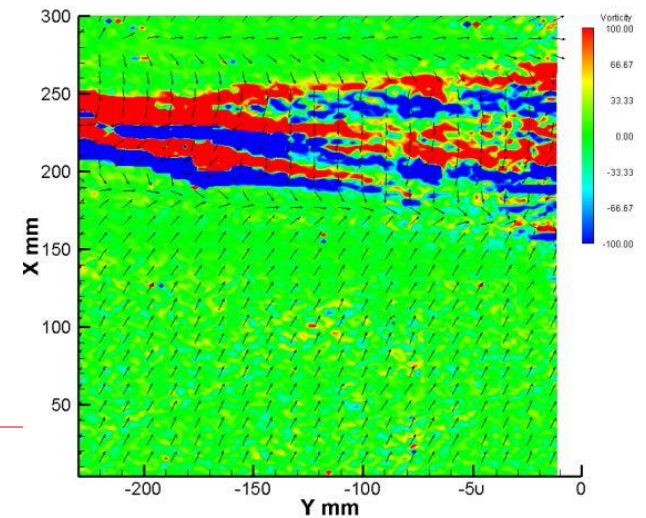
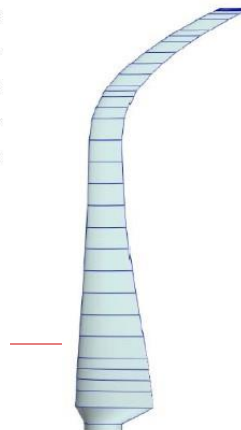
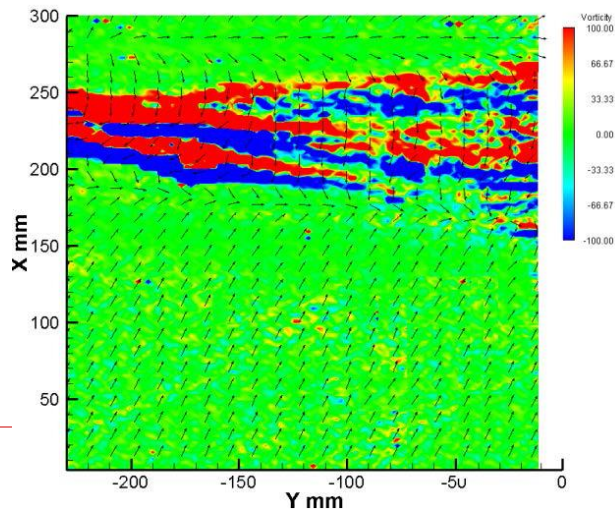
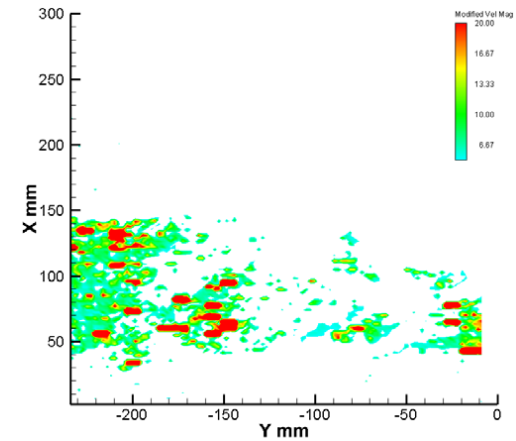
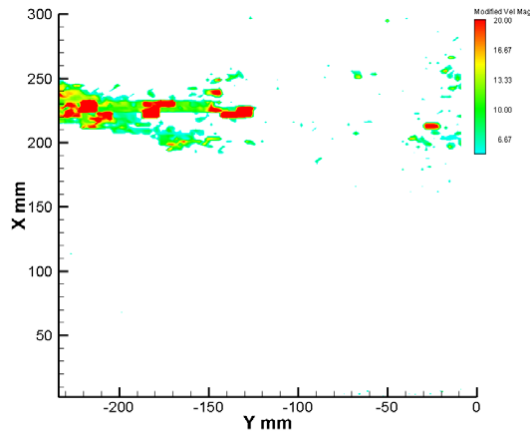
# Badania w tunelu aerodynamicznym



The University Of Sheffield.



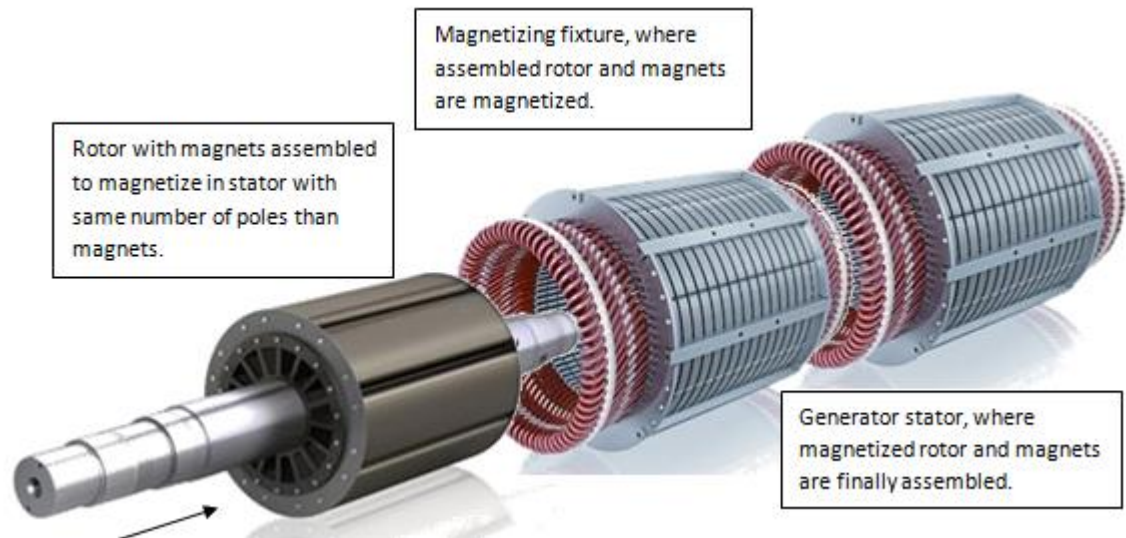
- porównanie łopaty prostej i pochylonej



# Nisko-nakładowy generator z magnesami trwałymi



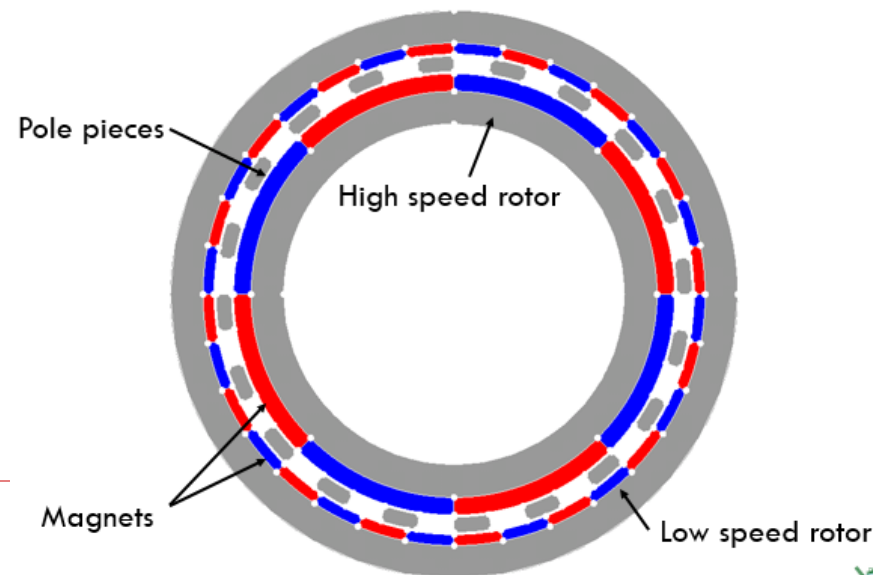
- Konstrukcja z magnesami trwałymi o wysokiej sprawności i bardzo niskiej zawartości harmonicznych.
- Nowa metoda magnesowania po montażu.
- Wyższa jakość za mniejszą cenę; zmniejszenie kosztów generatora o ok. 20%.
- Budowa segmentowa.



# Przekładnia magnetyczna

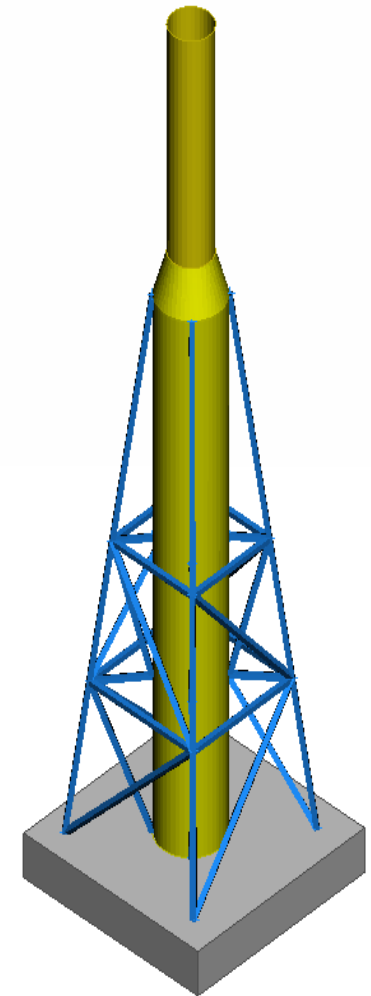
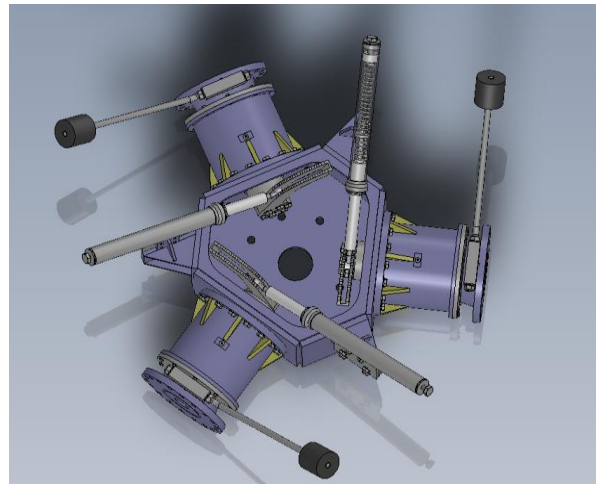
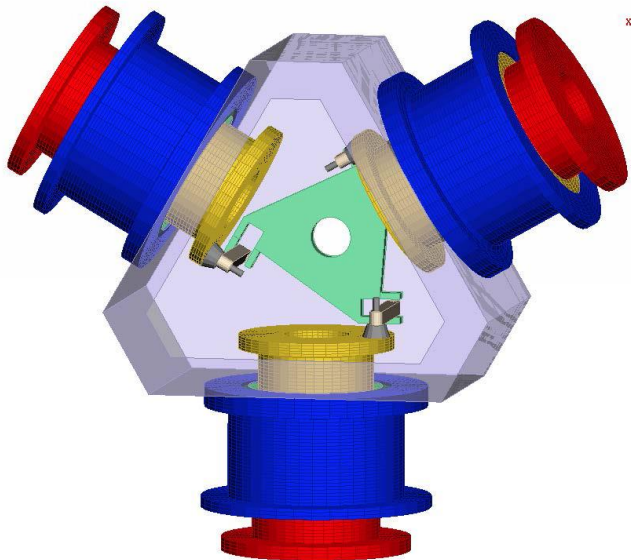


- Stosowane przekładnie mechaniczne dla mocy od 5 kW to źródło hałasu i wyższe koszty eksploatacyjne.
- Zmniejszenie wymiarów przekładni to zmniejszenie wymiarów, wagi i kosztów MTW.
- Przekładnia magnetyczna to:
  - brak emisji hałasu;
  - nie wymaga konserwacji mechanicznej.



# Inne zagadnienia

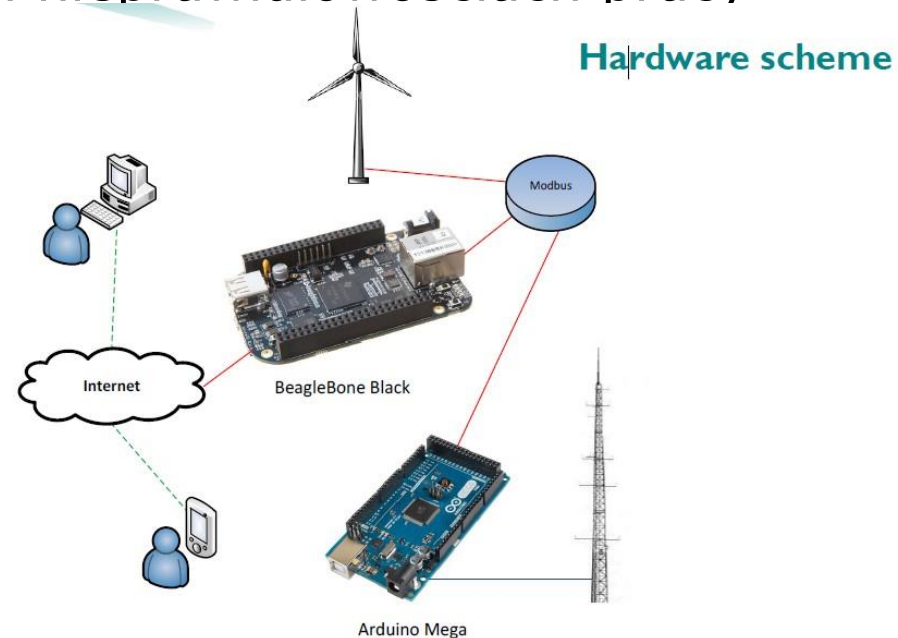
- Sterowanie kątem natarcia
- Hamulec aerodynamiczny
- Montaż masztu i turbiny



# Elektronika, sterowanie i SCADA

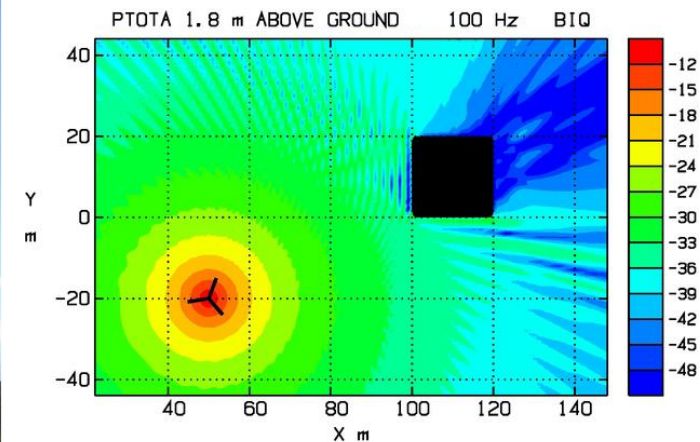
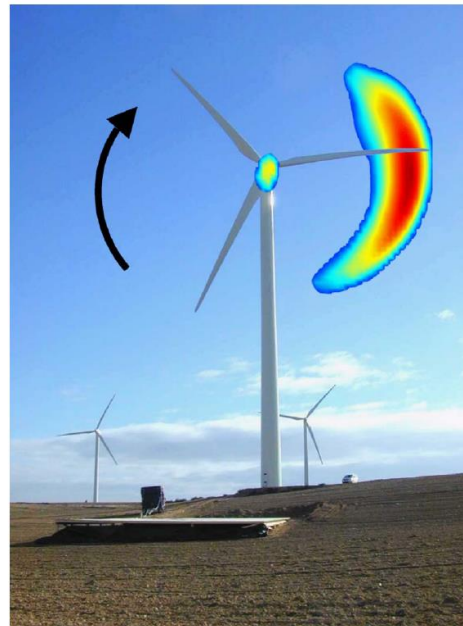
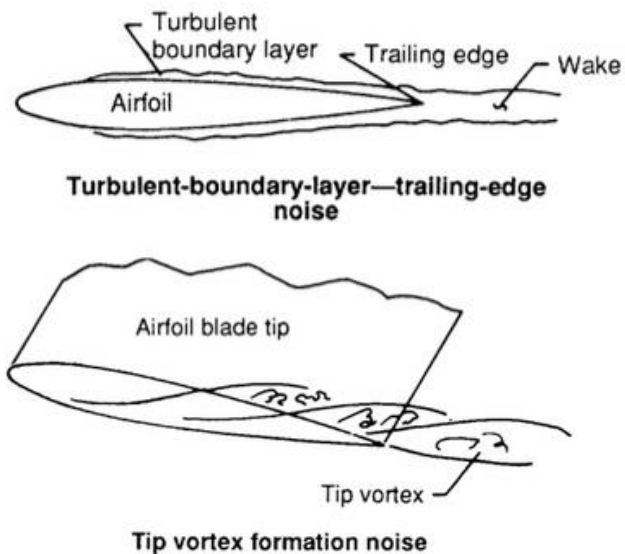


- Budowa inwertera dla wymogów europejskiego system kodów sieci elektroenergetycznych
- Monitorowanie energii wytwarzanej w MTW
  - Łączność bezprzewodowa przez Internet, software w smartfonach, tabletach lub PC
  - Identyfikacja i przesył informacji o odchyleniach od standardowych parametrów i nieprawidłowościach pracy celem podejmowania działań zapobiegawczych



# Ograniczenie hałasu i wibracji

- obliczenia propagacji hałasu w terenach zurbanizowanych
- kroki dla minimalizacji hałasu i wibracji



# Aspekty estetyczne



| Type    | 3 – 6 KW               |         |          | 10 – 20 KW |   | Large |
|---------|------------------------|---------|----------|------------|---|-------|
|         | Multi Blade Horizontal | Tube Hz | Vertical | Inclined   |   |       |
| maszt   | ✓                      | ✓       | ✓        | ✓          | ✓ |       |
| łopaty  | ✓                      |         | ✓        | ✓          | ✓ | ✓     |
| obudowa |                        | ✓       |          | ✓          | ✓ |       |
| gondola |                        |         |          |            |   | ✓     |

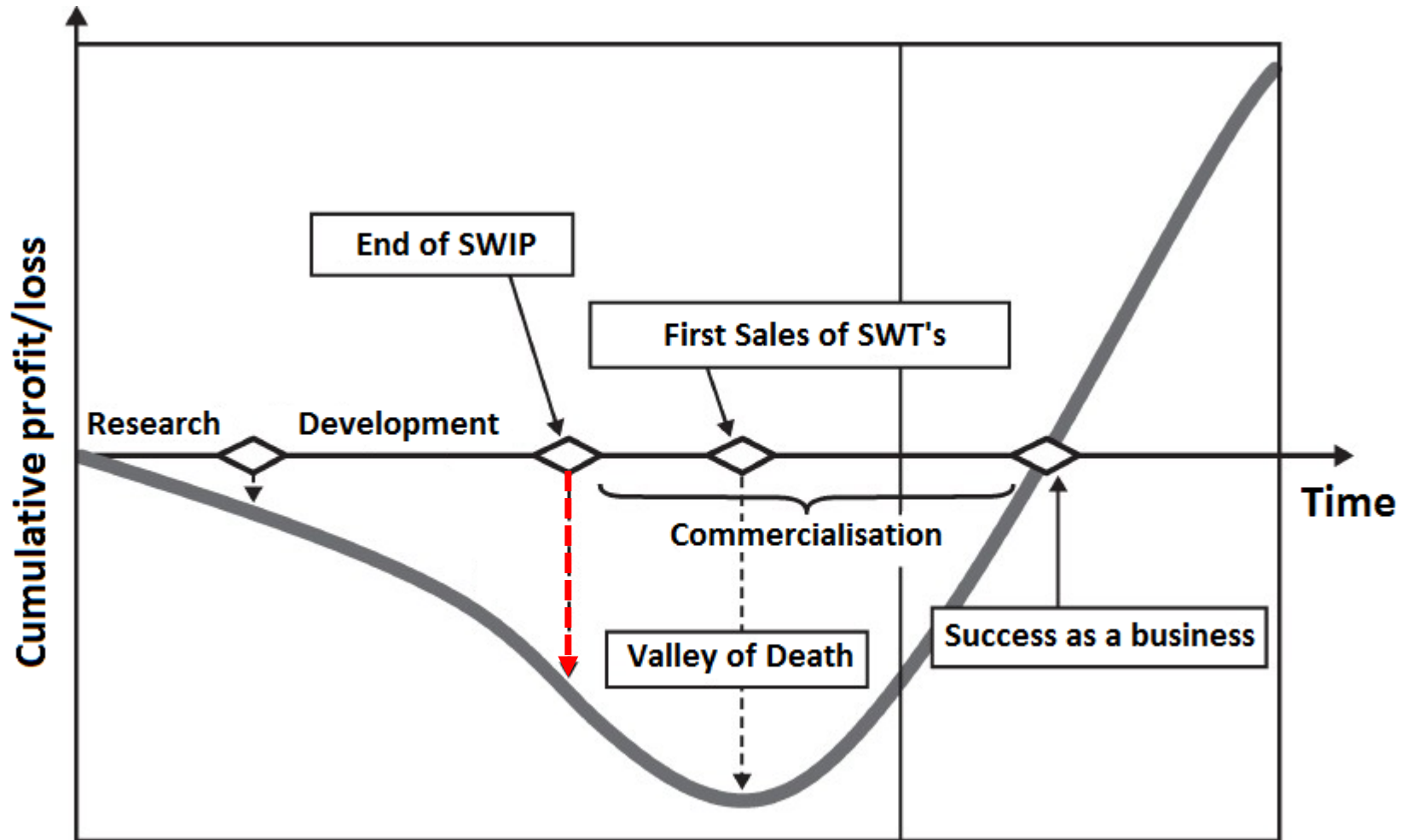
# Wymagania i upowszechnienie wyników



- Wymagania i regulacje
  - Przegląd otoczenia regulacyjnego we wszystkich krajach partnerów projektu
  - Rola MTW w planach energetycznych
  - Systemy wsparcia
  - Wymagania normatywne, bezpieczeństwo
- Upowszechnienie wyników
  - Monitoring pracy MTW, weryfikacja
  - Publikacje
  - Materiały promocyjne
  - Konferencje, seminaria, warsztaty
  - Ankieta (na stronie [bape.com.pl](http://bape.com.pl))
  - Podnoszenie świadomości społecznej



# Wykorzystanie wyników – Dolina śmierci



# Wnioski

---

- Nowe rozwiązania małych turbin wiatrowych powinny zwiększyć ich konkurencyjność na rynku „zielonej” energii
  - Konieczny jest dalszy rozwój technologii:
    - efektywności – wzrost produkcji energii
    - technologii – obniżenie kosztów
    - automatyki, sterowania – współpraca z siecią wewnętrzną i dystrybutora
  - Konieczne mechanizmy wsparcia, w tym prac badawczo-wdrożeniowych
-

# Dziękuję za uwagę!

 [www.swipproject.eu](http://www.swipproject.eu)



This project has received funding from the European Union's Seventh Programme for research, technological development and demonstration under grant agreement N.º: 608554