



Morskie elektrownie wiatrowe, statystyka, technika i technologia

Dr inż. Jacek NOWICKI – Sekretarz Generalny

STOWARZYSZENIE ELEKTRYKÓW POLSKICH

Targi **greenPOWER**, Poznań, 07 maja 2019 r.



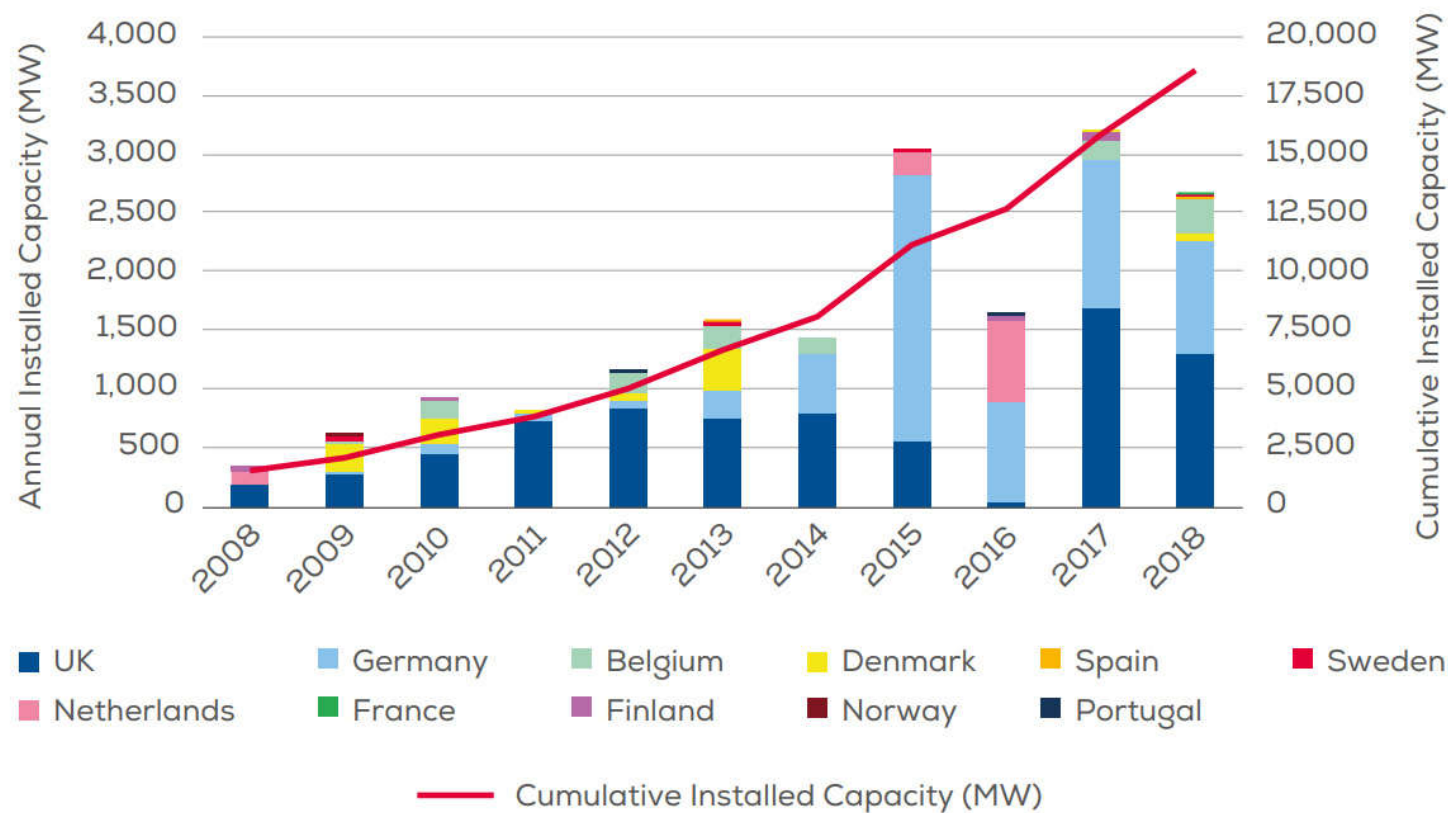
Morskie elektrownie wiatrowe w Europie i na świecie – nieco statystyki

Statystyka 2018 r. – dane historyczne i prognozy

Moc instalowana rocznie w MEW w Europie i skumulowana moc zainstalowana [MW]



Annual offshore wind installations by country and cumulative capacity (MW)

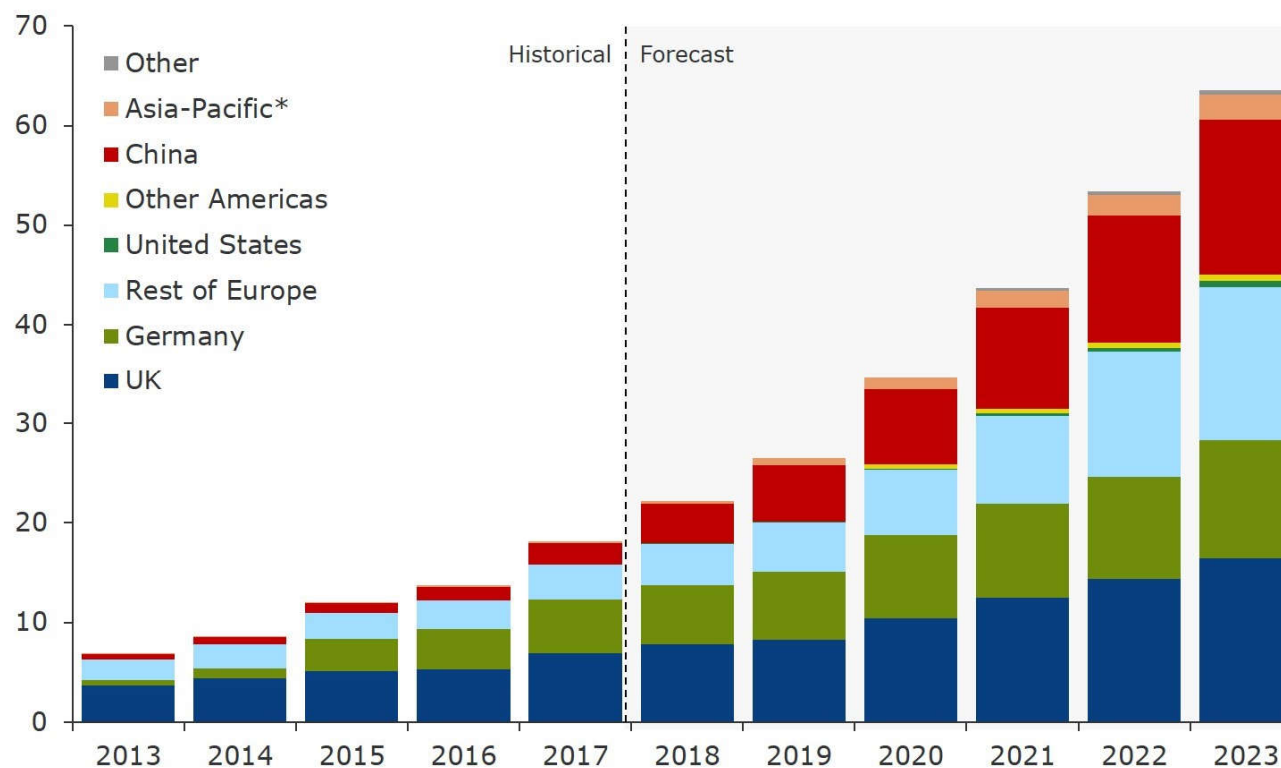


Source: WindEurope

Skumulowana moc zainstalowana w MEW na świecie i [MW] 2013-2023



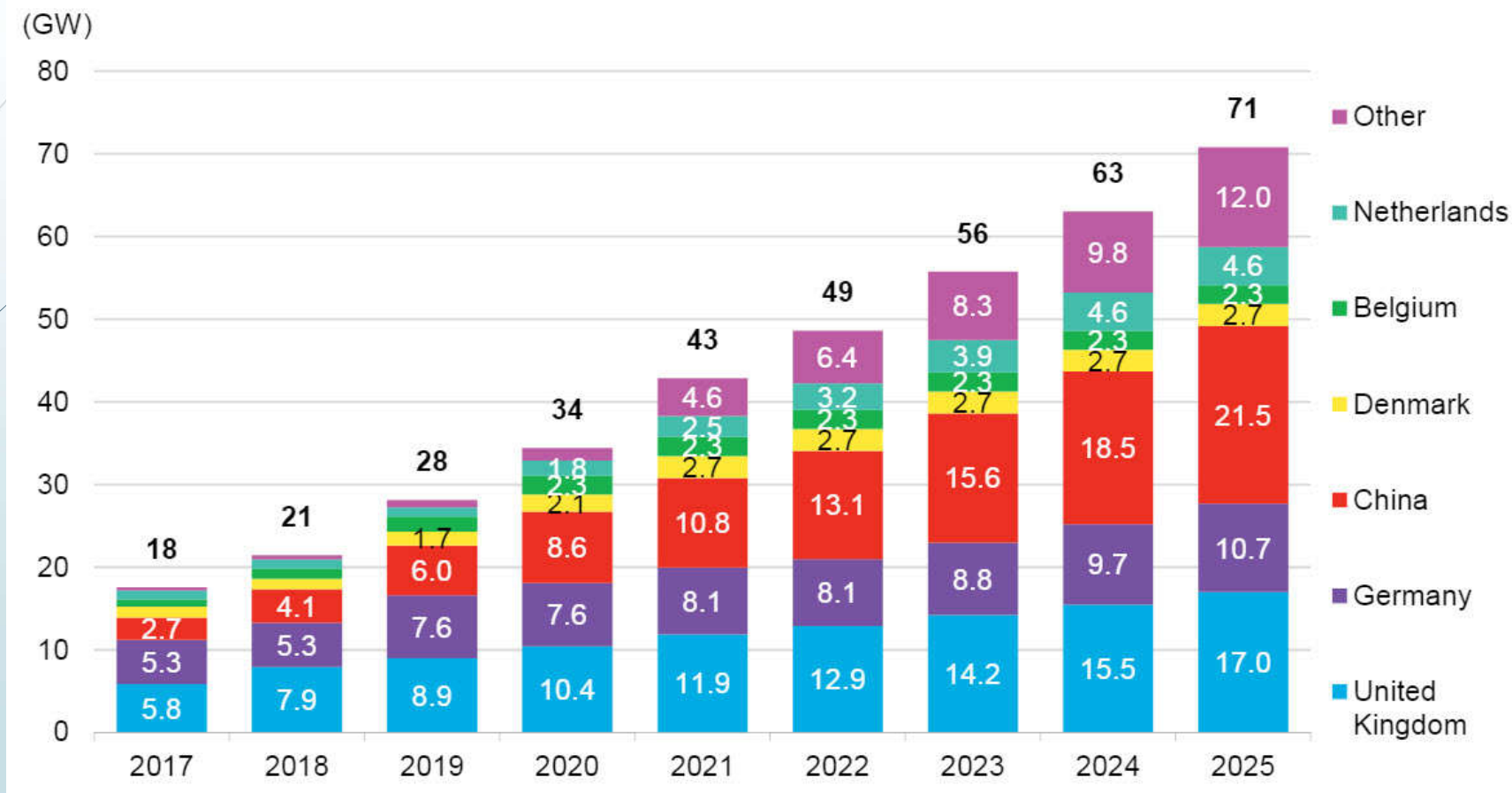
Global offshore wind capacity
Gigawatt



*Excluding China
Source: Rystad Energy WindCube (pilot)



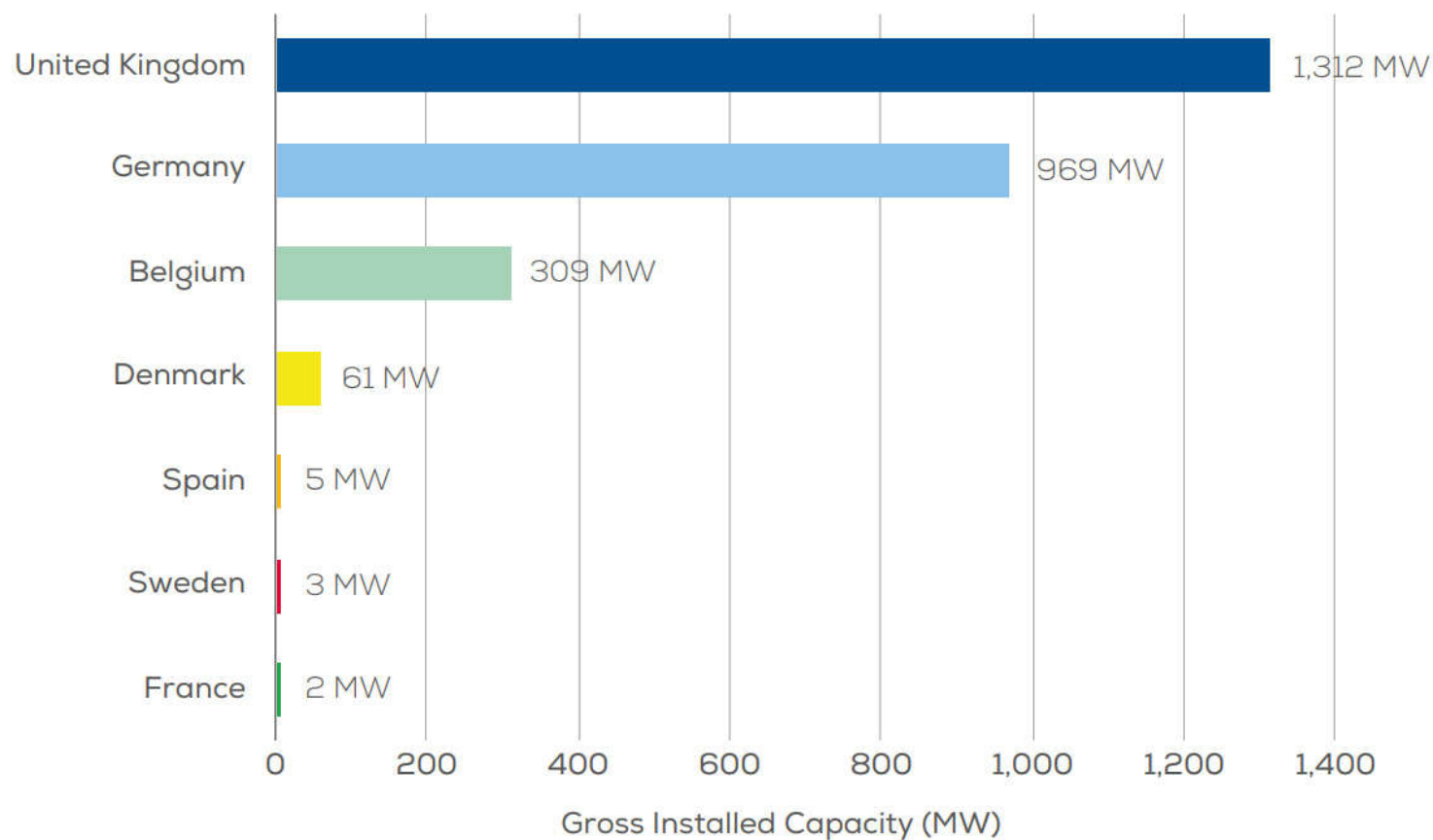
Skumulowana moc zainstalowana w MEW na świecie i [MW] 2017-2025



Source: **Bloomberg New Energy Finance**. Note: 'Other' includes: Finland, France, Ireland, Italy, Japan, Korea, Taiwan, U.S., Norway, Portugal, and Sweden.

Moc zainstalowana w 2018 r. w MEW w poszczególnych krajach Europy [MW]

Annual offshore wind capacity installations per country in 2018 (MW)

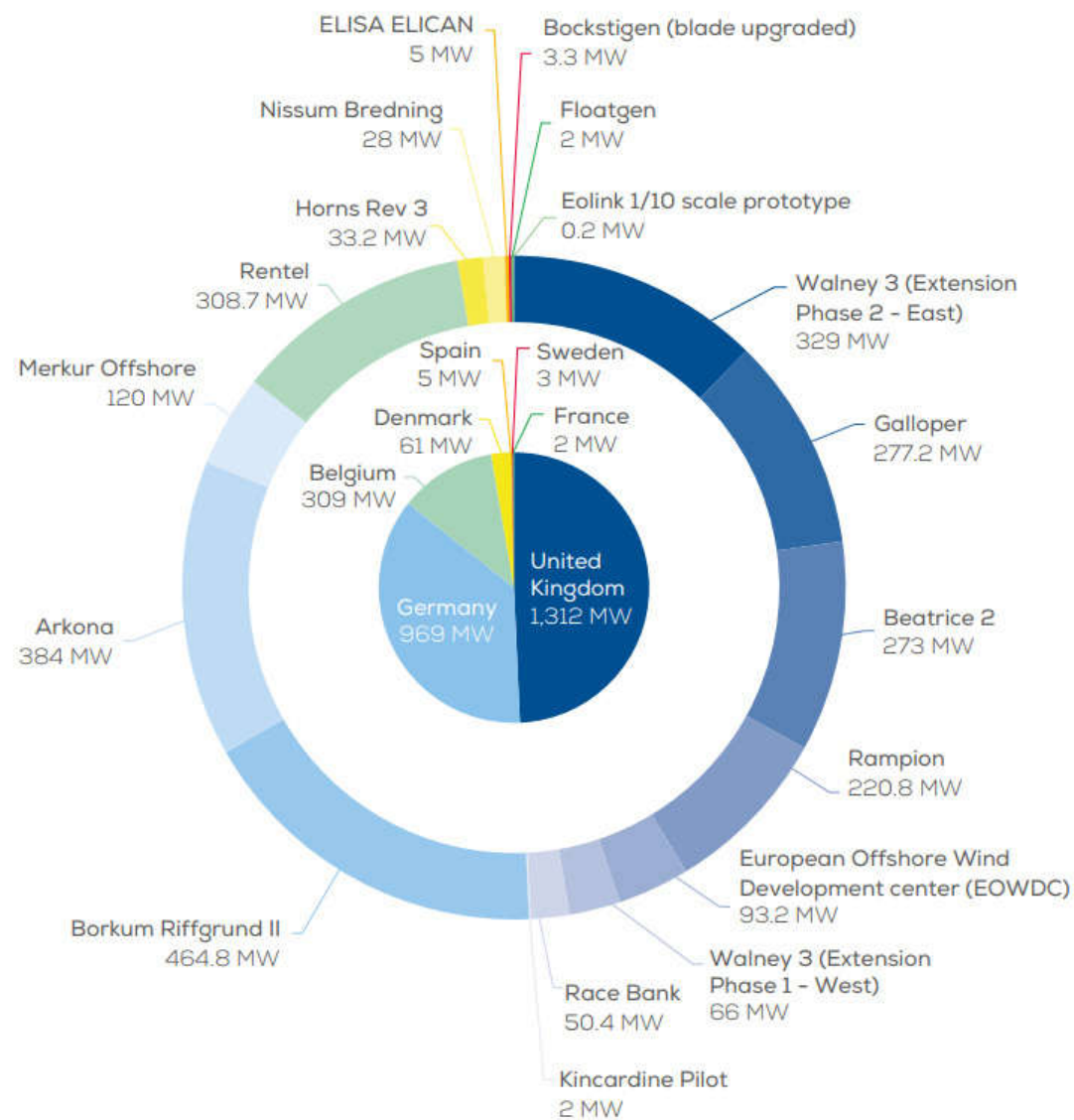


Source: WindEurope



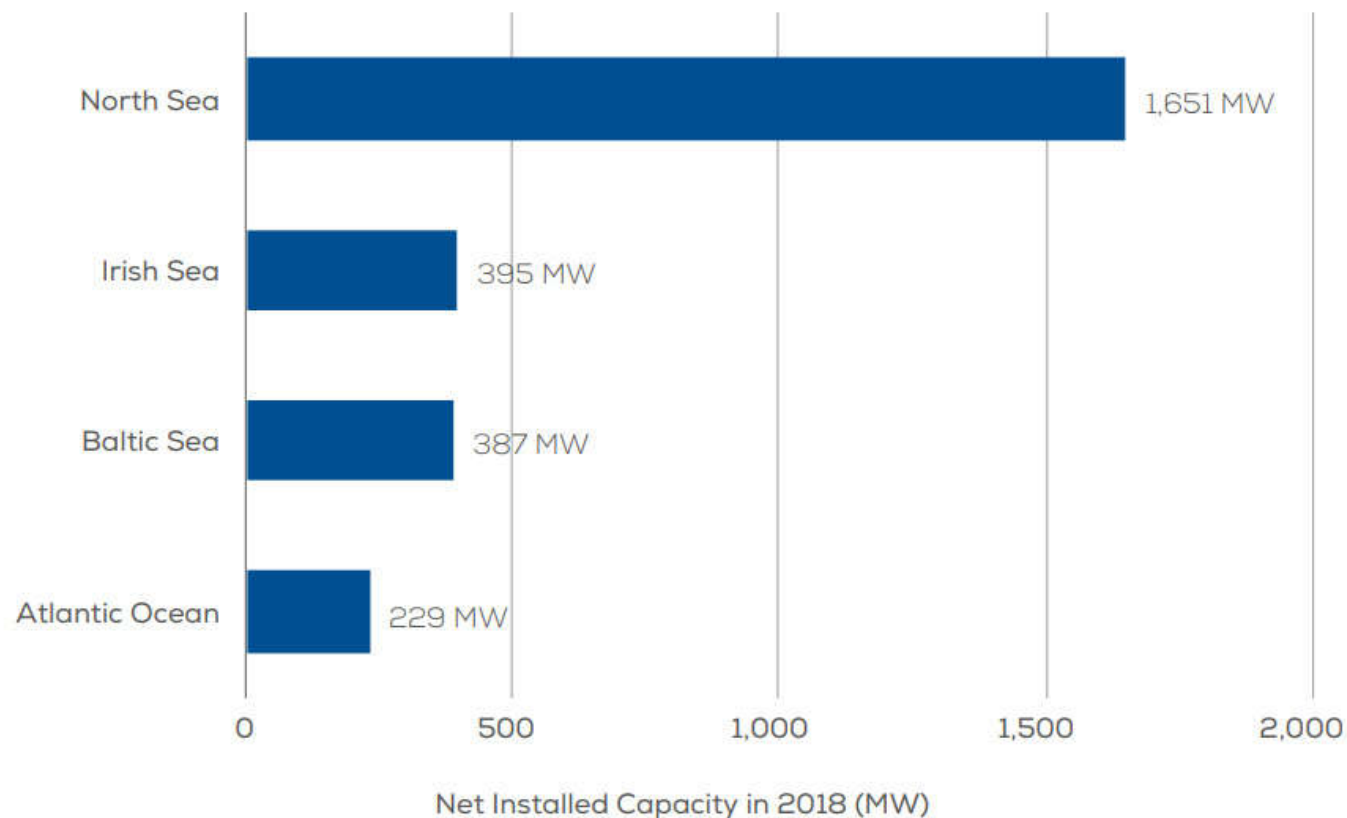
Nowe MEW włączone do sieci w poszczególnych krajach Europy

Projects connected to the grid per country (MW)



Sumaryczna moc MEW na poszczególnych akwenach w 2018 r. [MW] (Europa)

Gross annual installations by sea basin in 2018 (MW)

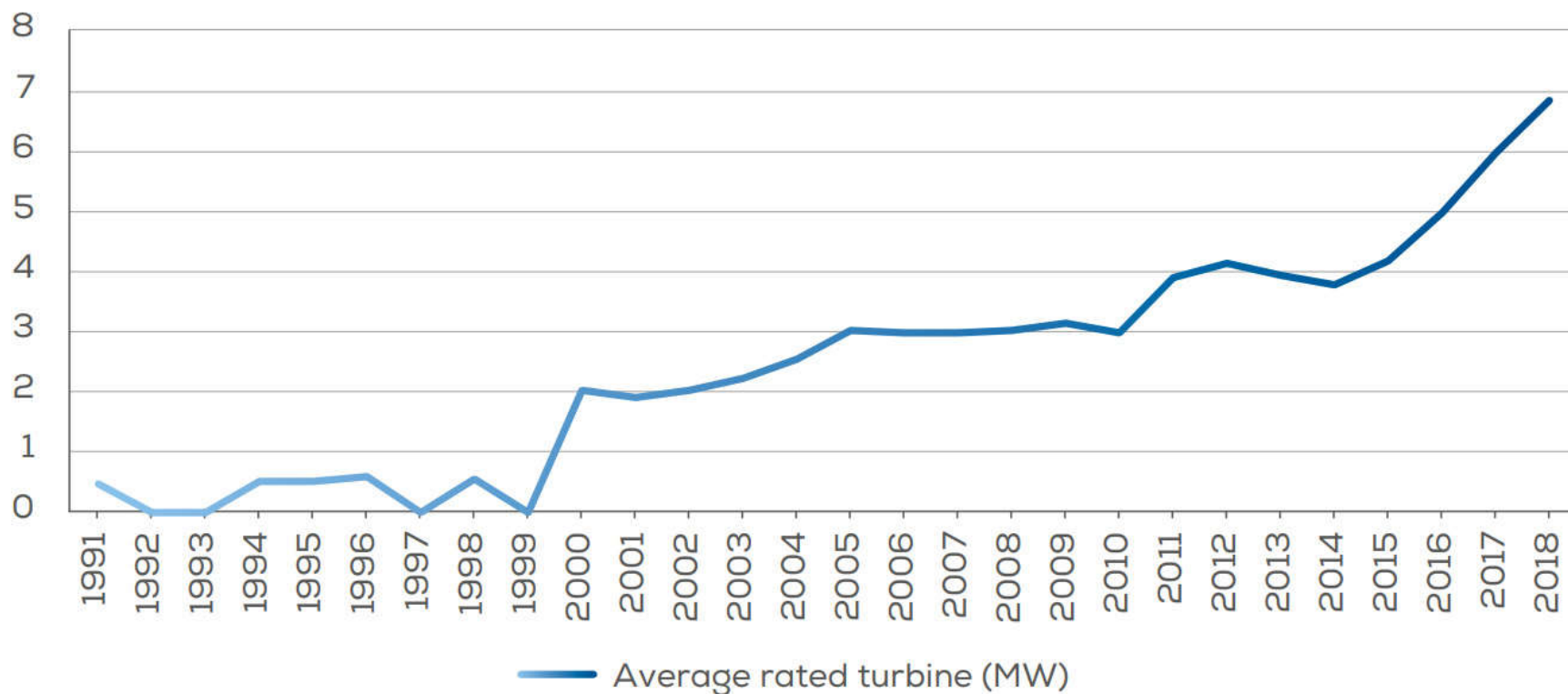


Source: WindEurope

Średnia moc znamionowa instalowanych nowych turbin dla MEW [MW]



Yearly average of newly installed offshore wind turbine rated capacity (MW)



Source: WindEurope

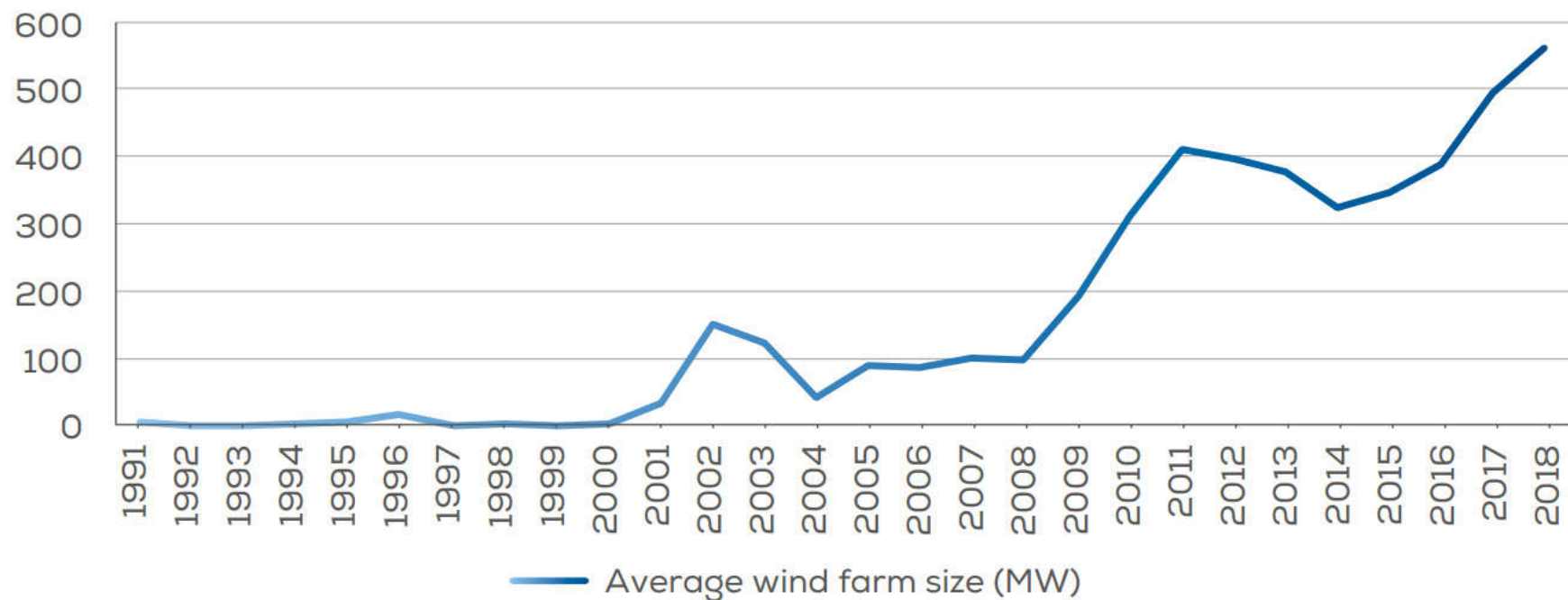
Morska turbina wiatrowa o mocy od 8 do 9,5 MW na tle innych obiektów





Średnia moc MEW w budowie i włączonych do sieci w danym roku

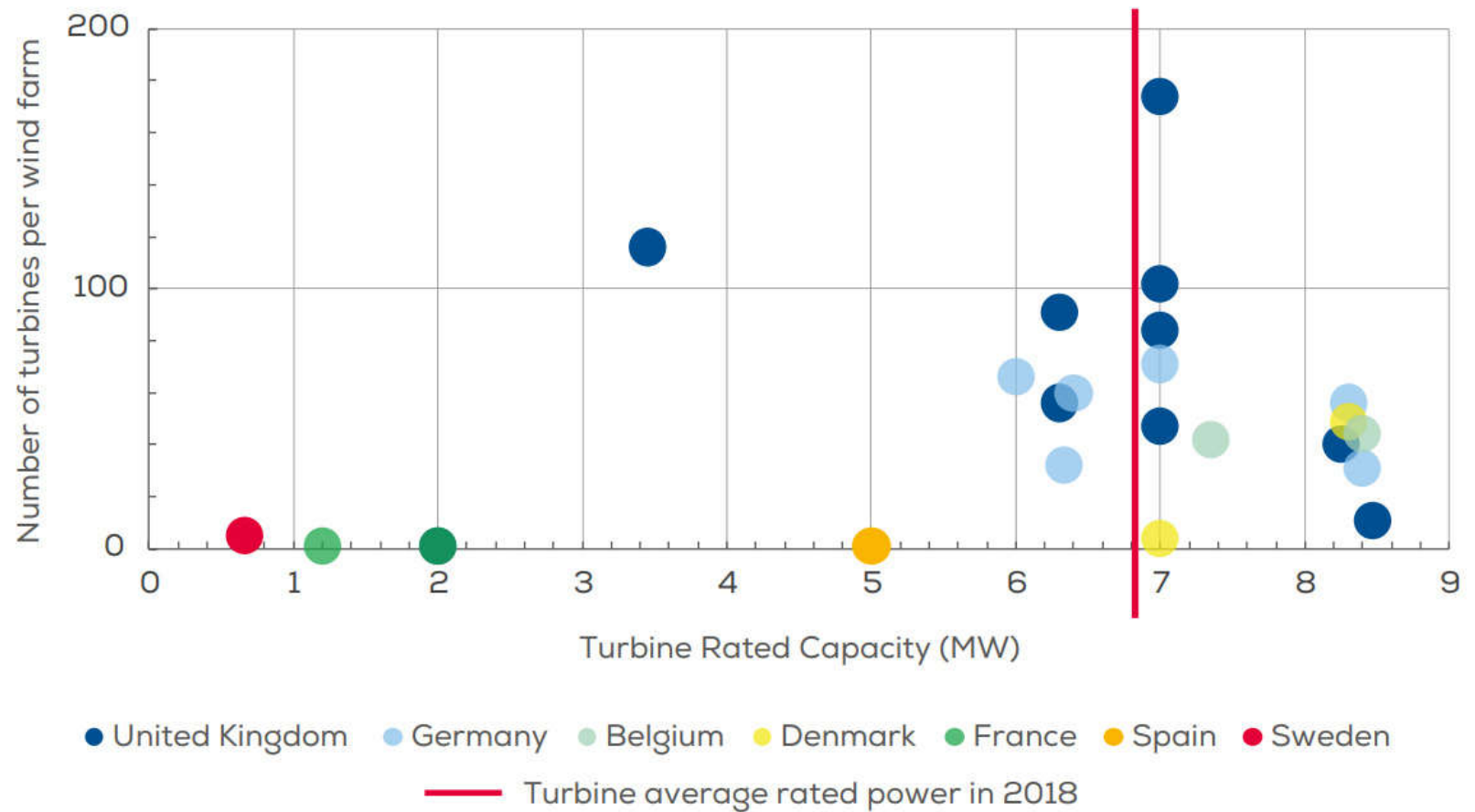
Average size of commercial offshore wind farms in construction and grid-connected in the given year



Source: WindEurope

Liczba turbin przypadających na MEW w funkcji mocy jednostkowej turbiny (Europa)

Average turbine rated capacity and number of turbines of wind farms under construction in 2018

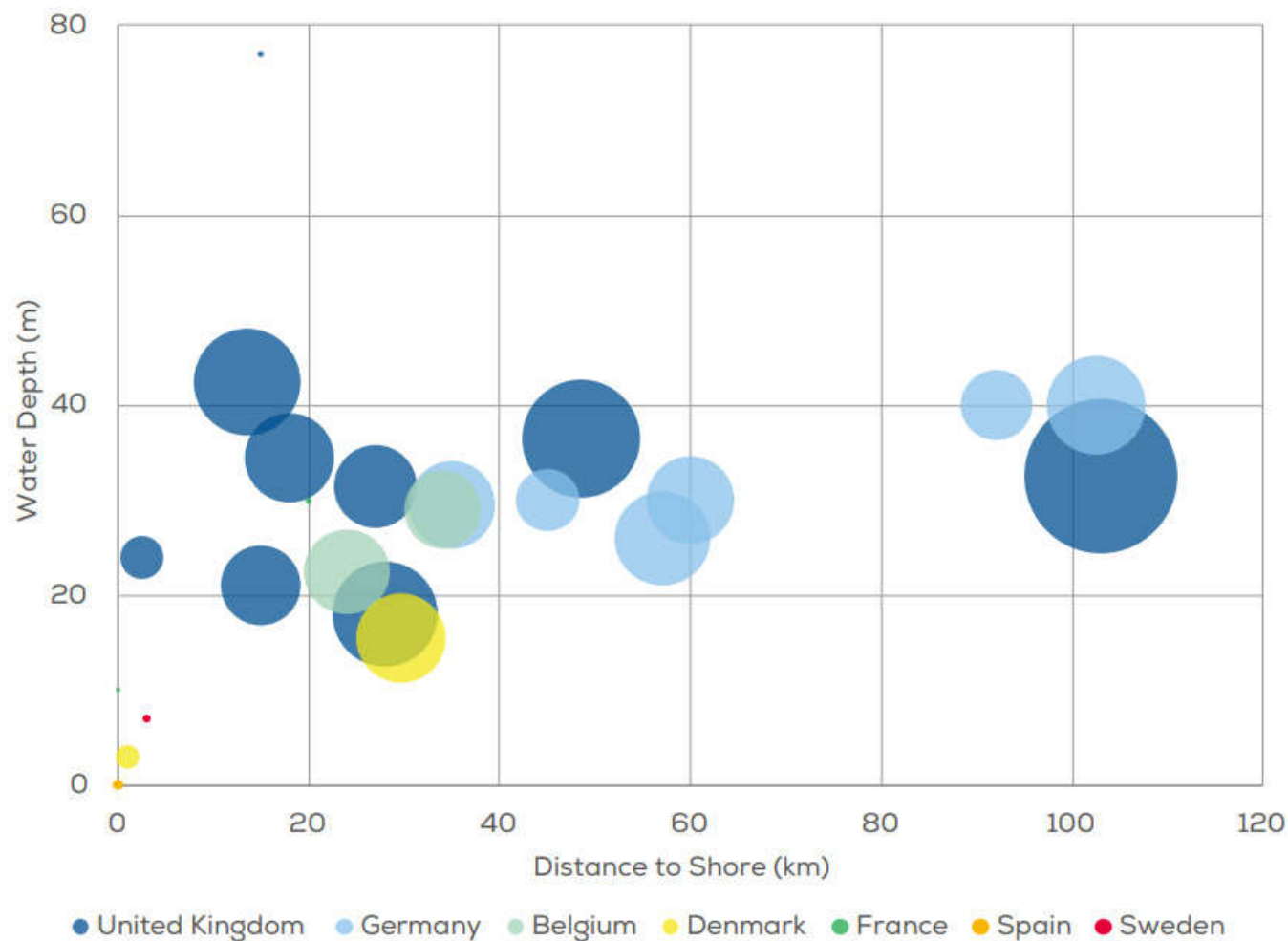


Source: WindEurope



Europejskie MEW
w budowie 2018 r.
– głębokość wody
[m], odległość od
brzegu [km], moc
zainstalowana
(wielkość krążka)

Average water depth and distance to shore of offshore wind farms under construction in 2018. The size of the bubble indicates the overall capacity of the site

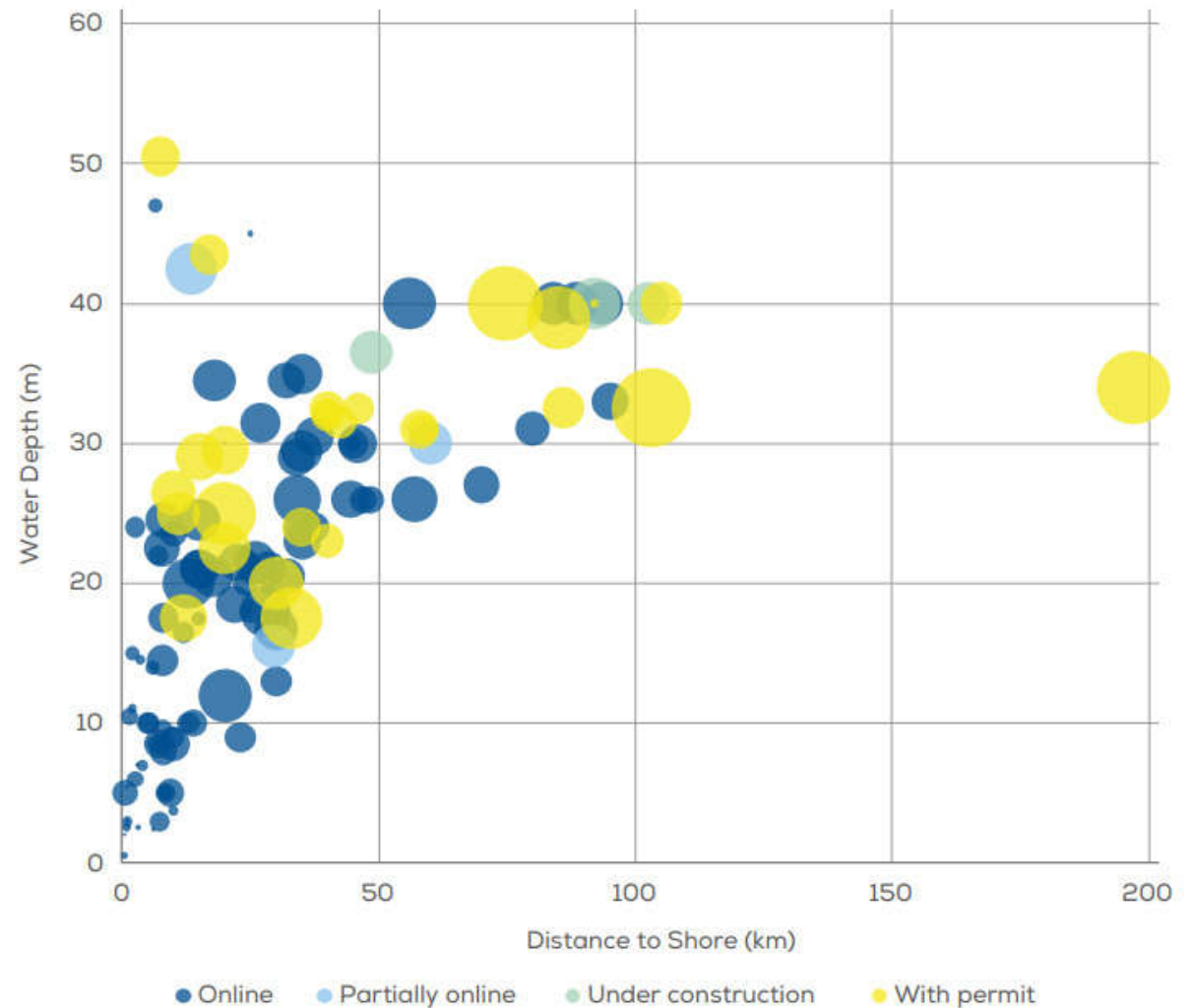


Source: WindEurope



Przewidywane europejskie MEW stale mocowane do dna morskiego – głębokość wody [m], odległość od brzegu [km], moc zainstalowana (wielkość krążka)

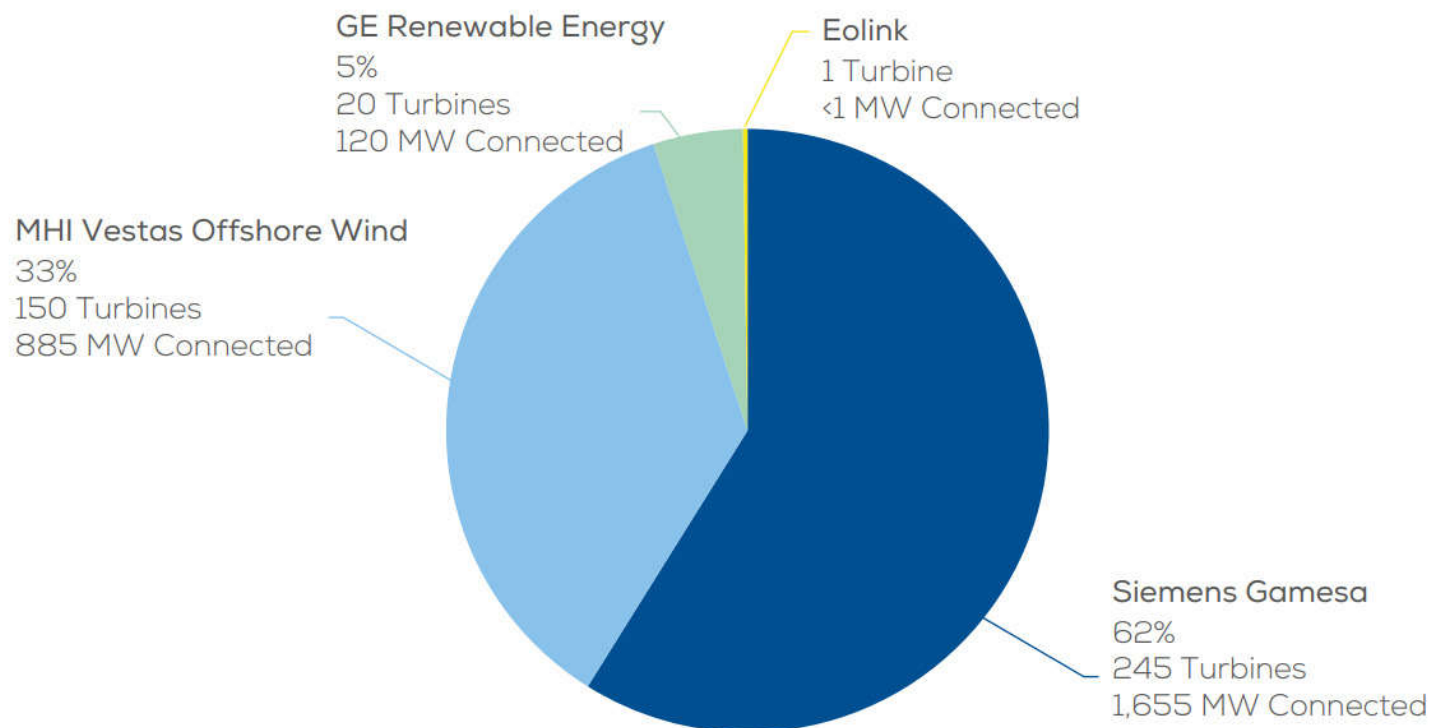
Average water depth and distance to shore of bottom-fixed offshore wind farms, organised by development status. The size of the bubble indicates the overall capacity of the site.





Udziały rynkowe poszczególnych producentów turbin morskich elektrowni wiatrowych w 2018 r. w Europie

Wind turbine manufacturers' share of the 2018 annual capacity (MW) and number of turbines connected to the grid



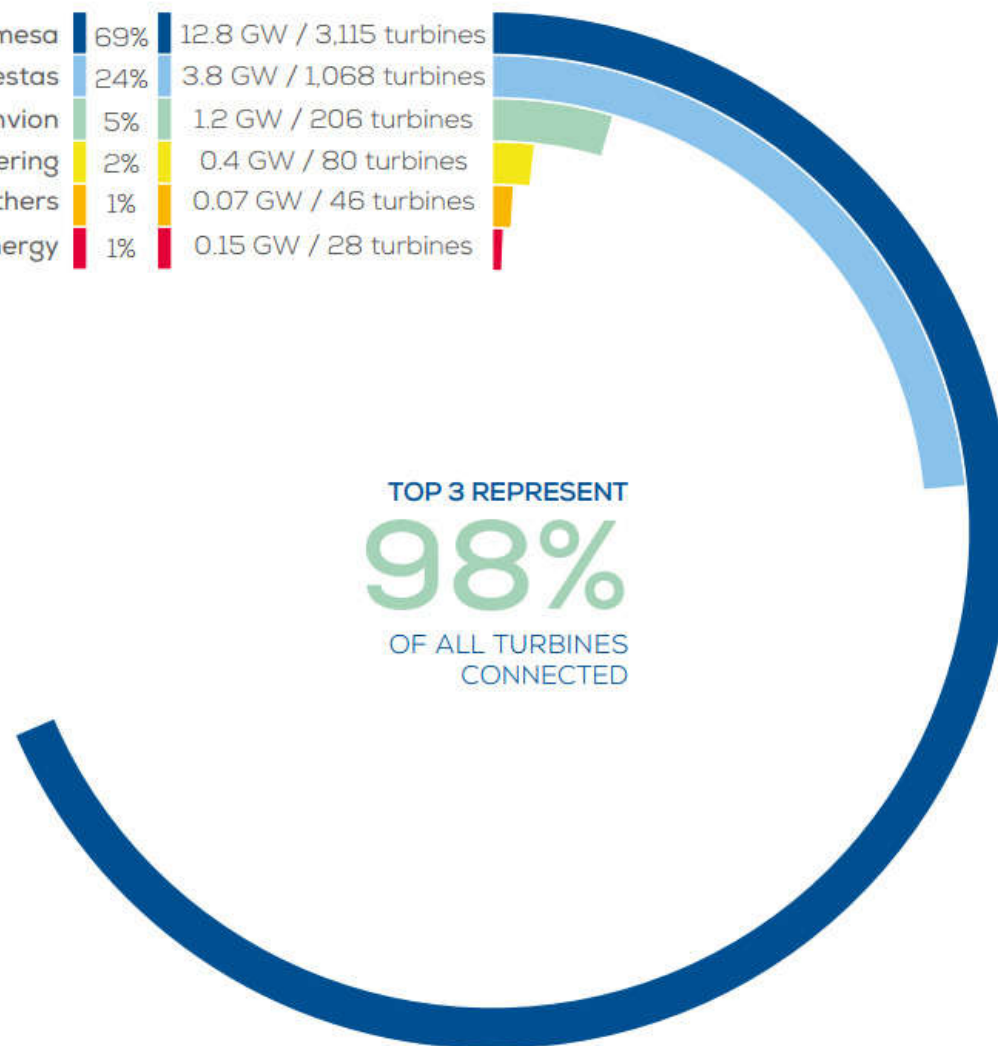
Source: WindEurope



Udziały rynkowe
poszczególnych
producentów
turbin morskich
elektrowni
wiatrowych
zainstalowanych
w Europie

Wind turbine manufacturers' share at the end of 2018

Siemens Gamesa	69%	12.8 GW / 3,115 turbines
MHI Vestas	24%	3.8 GW / 1,068 turbines
Senvion	5%	1.2 GW / 206 turbines
Bard Engineering	2%	0.4 GW / 80 turbines
Others	1%	0.07 GW / 46 turbines
GE Renewable Energy	1%	0.15 GW / 28 turbines





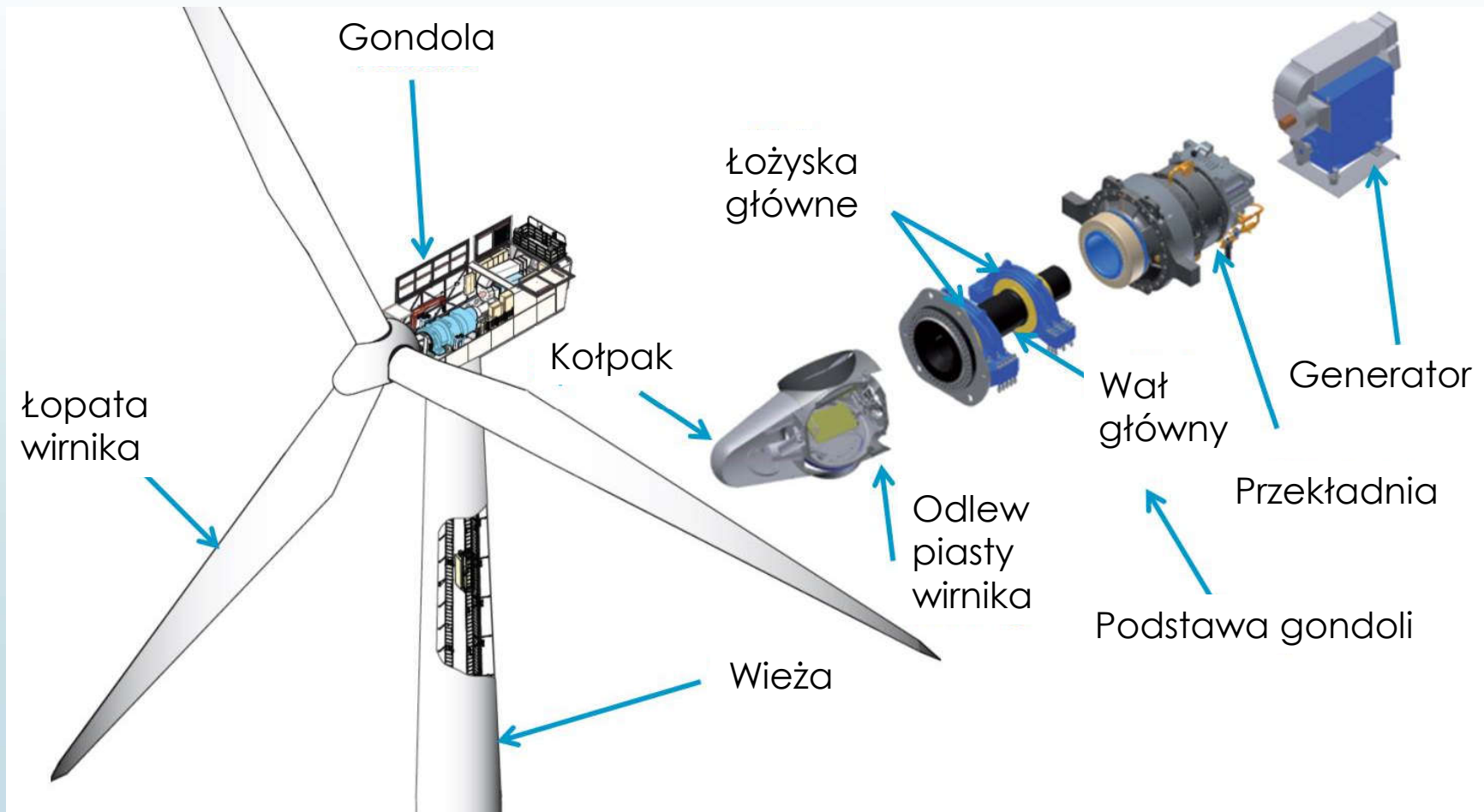
Turbiny wiatrowe dla MEW – nowe technologie

Heliade-x – nowa turbina GE Renewable Energy o mocy znamionowej 12 MW

18



Główne podzespoły turbiny wiatrowej



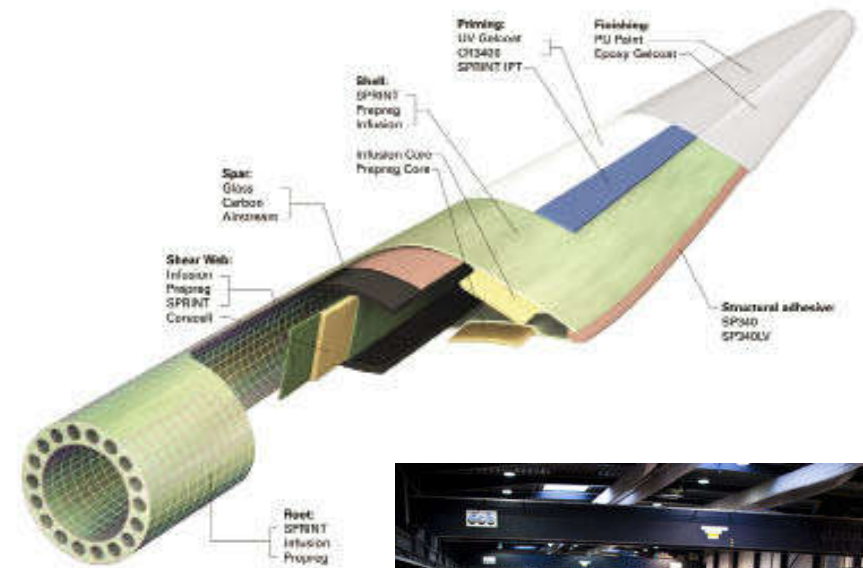
Łopaty wirników - inżynieria materiałowa



Technologie materiałowe:

- Kompozyty z włókien szklanych i węglowych
- Kompozyty z włókien aramidowych i bazaltowych
- Kompozyty hybrydowe
- Kompozyty z włókien naturalnych
- Materiały termoutwardzalne
- Materiały termoplastyczne
- Polimery i kompozyty nanoinżynieryjne

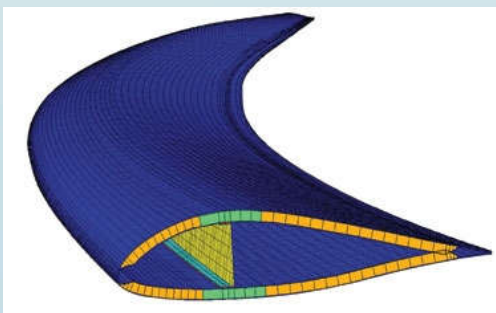
<https://www.mdpi.com/1996-1944/10/11/1285/htm>



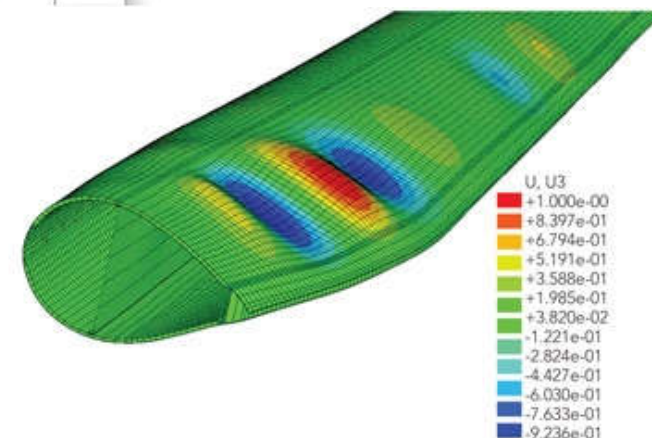
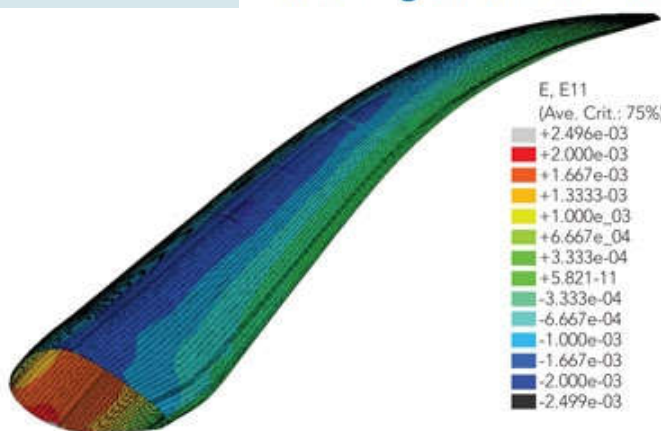
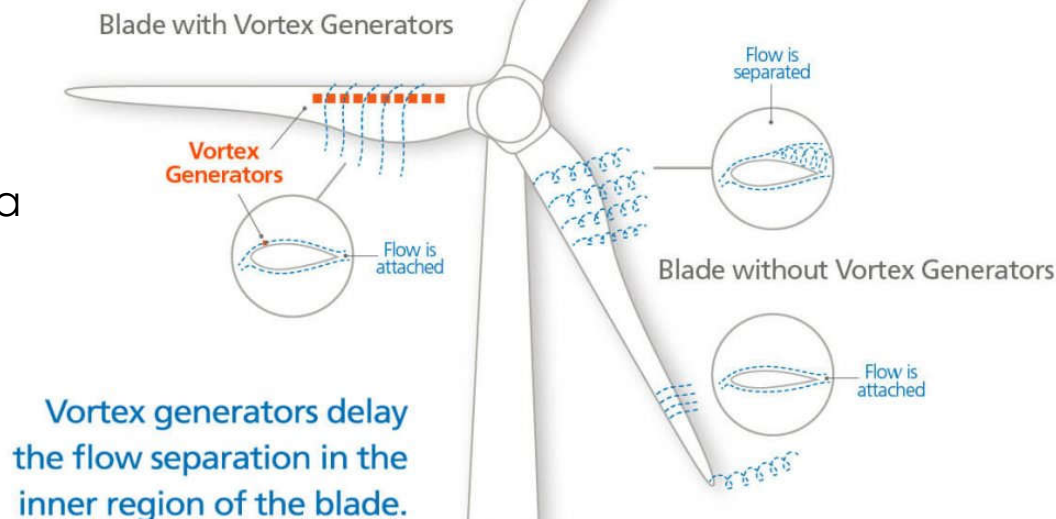
Łopaty wirników – aerodynamika

Optymalizacja profilu i kształtu łopat wirnika przy szerokim zastosowaniu modelowania numerycznego;

Np. zastosowanie generatorów wirów na powierzchniach łopat dla utrzymania laminarnego przepływu powietrza i redukcji oderwania strug od łopaty (zwiększenie ilości energii generowanej rocznie (AEP) o 1,5 do 3%).



<https://www.mdpi.com/1996-1944/10/11/1285/html>



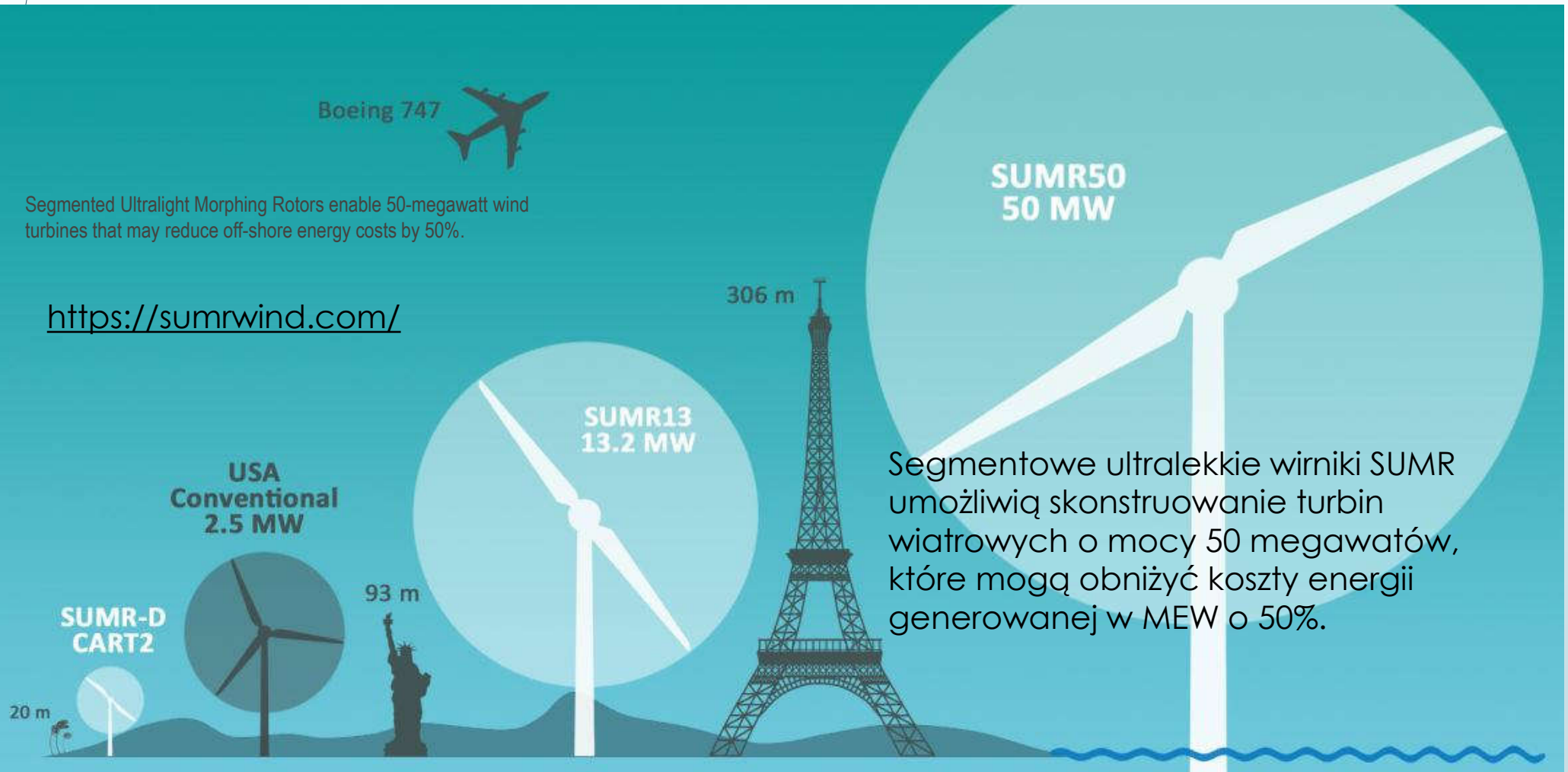
Segmented Ultralight Morphing Rotors (SUMR)

Boeing 747



Segmented Ultralight Morphing Rotors enable 50-megawatt wind turbines that may reduce off-shore energy costs by 50%.

<https://sumrwind.com/>





łożyska

■ wał główny



ultra duże łożyska baryłkowe

Ultra large spherical roller bearing, etc.

■ Yaw gearbox

przekładnia ustawienia gondoli



Tapered Roller Bearings, etc.

łożyska stożkowe

■ przekładnia



łożyska walcowe

Cylindrical Roller Bearings, etc.

■ generator



Isolation bearing (megaohm), etc

łożyska izolacyjne (megaohm)

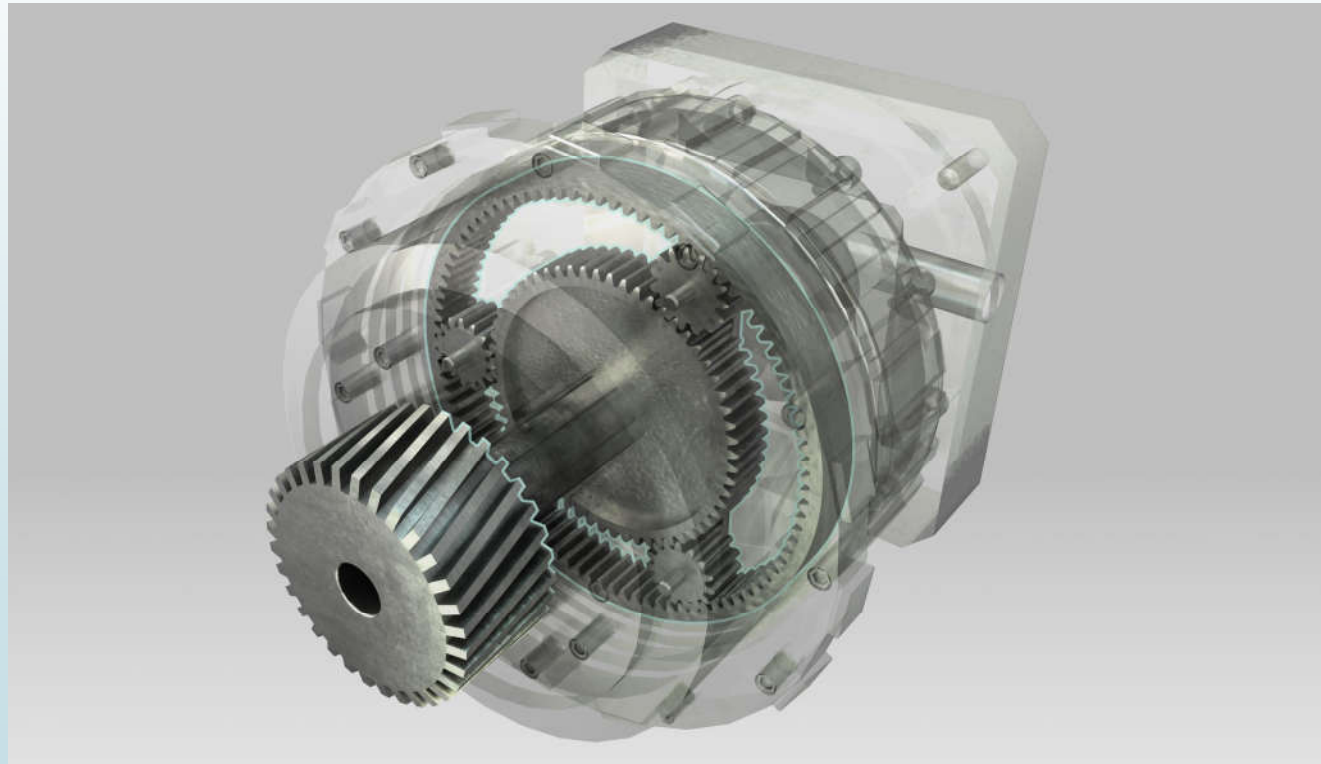
Nacelle
gondola

<https://www.ntnglobal.com/en/corporate/digest/business01.html>

Przekładnie turbin wiatrowych

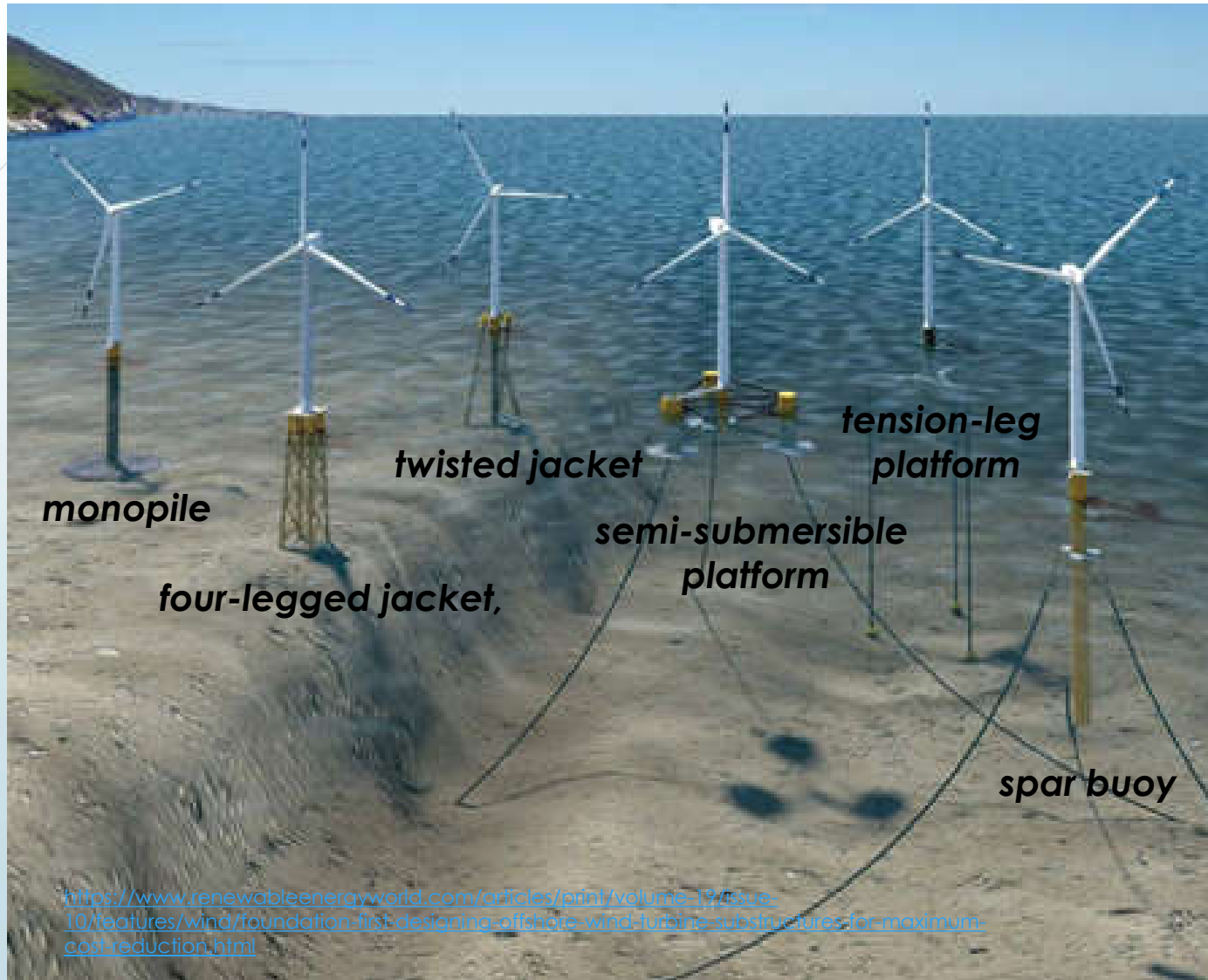


- Nowe technologie – np. wykorzystanie techniki niskich temperatur (procesy kriogeniczne) dla zwiększenia trwałości elementów ze stali nierdzewnej nawet o kilkaset procent w stosunku do obecnej trwałości i odporności na zużycie.



Alternatywne sposoby posadowienia wieży

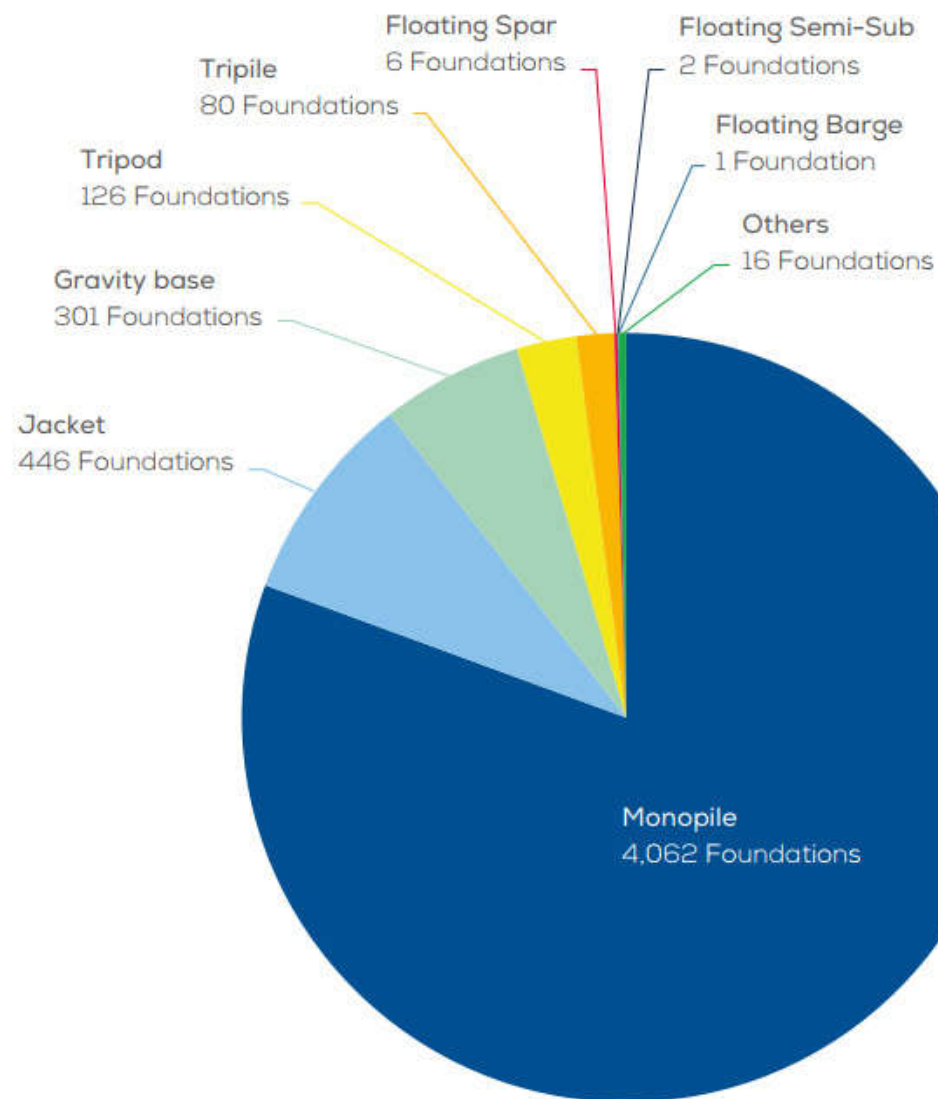
25





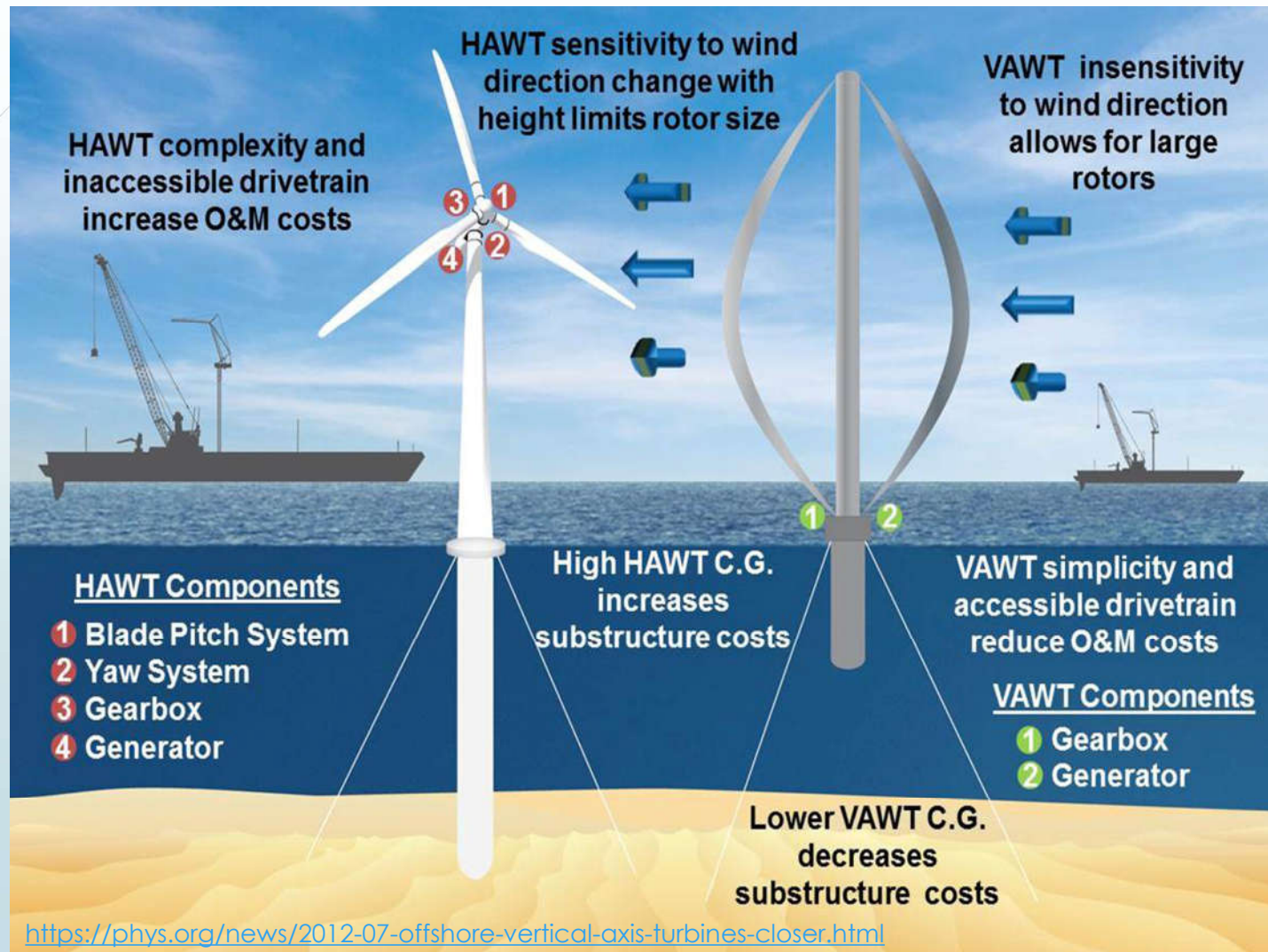
Sposoby posadowienia wieży w europejskich MEW

Share of substructure types for grid-connected wind turbines at the end of 2018



Source: WindEurope

Turbiny morskie HAWT versus VAWT





Większe turbiny – postęp technologii pozwala na zmniejszenie masy części maszynowej

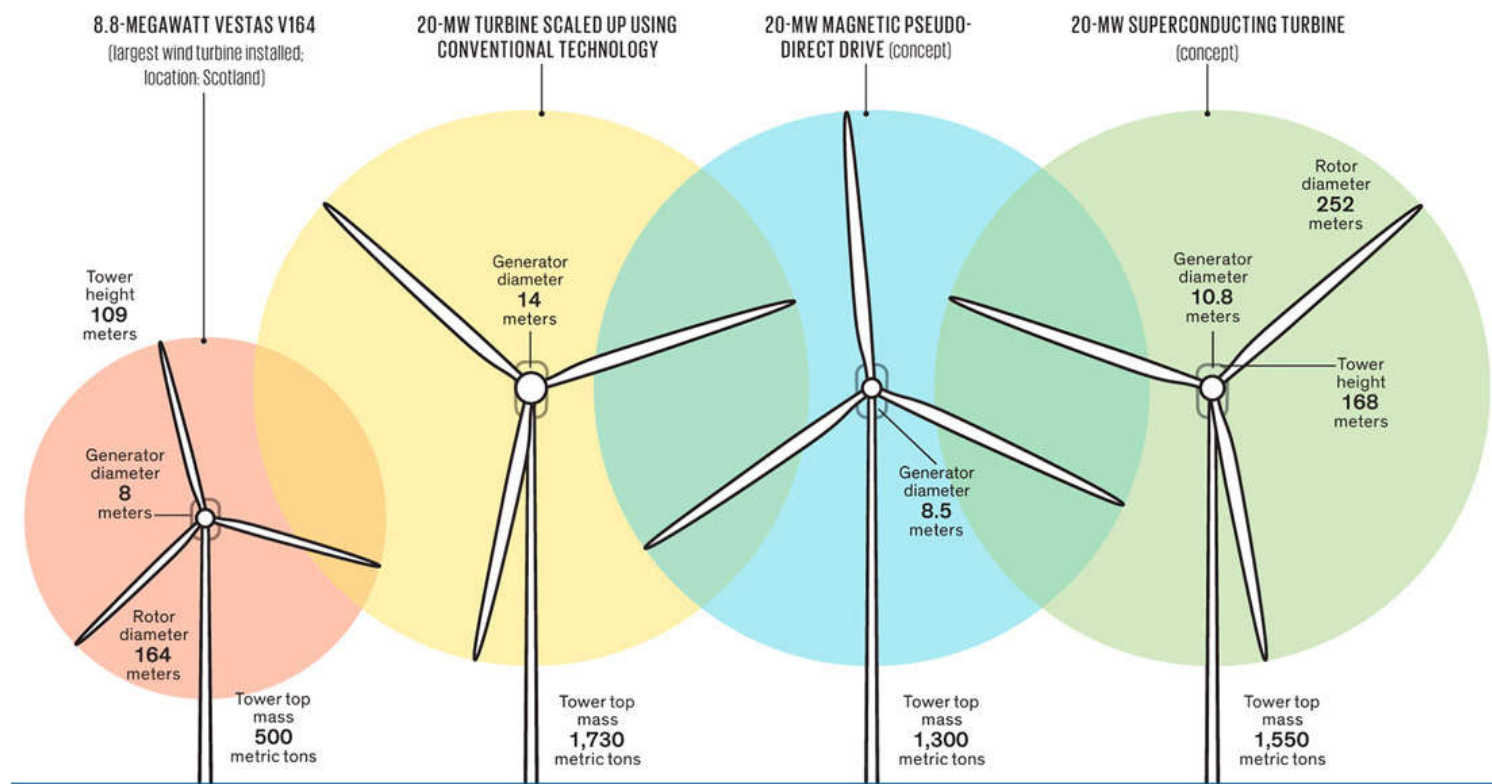


Illustration: James Provost

Massive Machines: Today's biggest offshore turbine is dwarfed by proposed 20-megawatt turbines. Low-cost systems designed by the InnWind consortium show superconductors [far right] making for a less-massive system. But an upstart permanent-magnet technology [second from right] is lightest.



Superconducting Wind Turbine

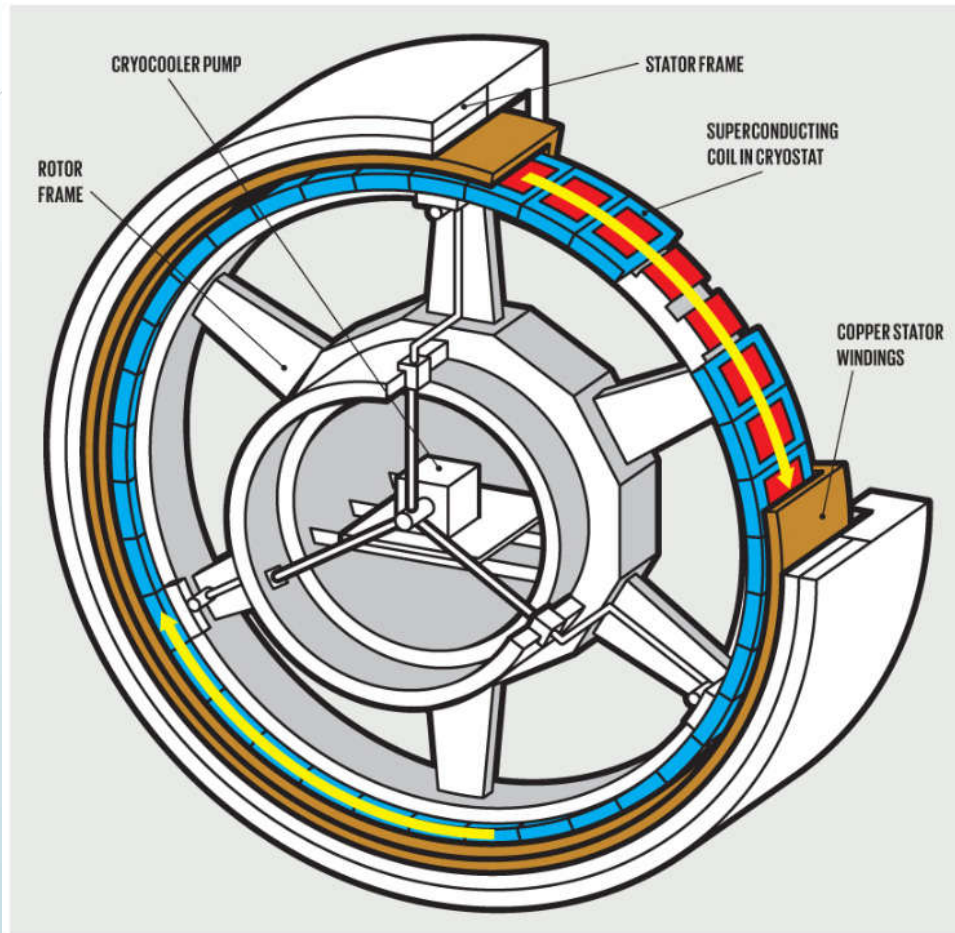


Illustration: James Provost

Superconducting Wind Turbine: A 10-megawatt turbine generator designed as part of the Suprapower project uses magnesium diboride superconductors as the rotor's electromagnets. Each of the 48 magnets is cooled to below 40 kelvins and sits in its own cryostat.

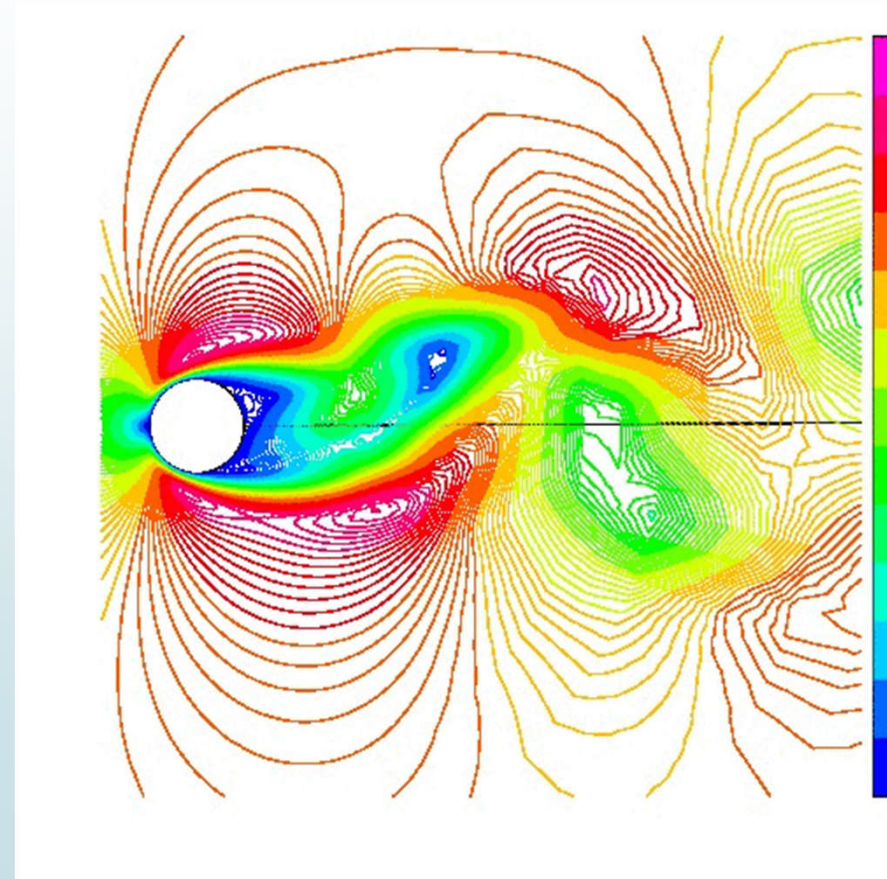
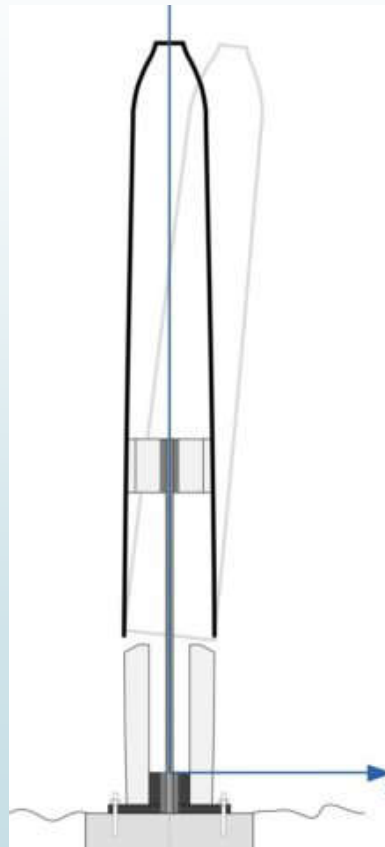
Nadprzewodnikowa turbina wiatrowa: 10-megawatowy generator turbiny zaprojektowany w ramach projektu Suprapower wykorzystuje elementy nadprzewodnikowe z dwuborku magnezu (MgB_2) tworzące elektromagnesy wirnika. Każdy z 48 magnesów jest chłodzony do poziomu poniżej 40 kelwinów i znajduje się we własnym kriostacie.

- <https://spectrum.ieee.org/green-tech/wind/the-troubled-quest-for-the-superconducting-wind-turbine>

Nowe koncepcje konwersji energii wiatru np. VIV



Bezłopatkowa turbina wiatrowa wychwytuje energię wiatru dzięki zjawisku rezonansu wywołanemu przez efekt aerodynamiczny zwany zrzućaniem wirów. Wiatr opływający pionowy cylinder modyfikuje przepływ generując cyklicznie powtarzające się wiry. Gdy częstotliwość ich powstawania jest wystarczająco bliska częstotliwości własnej cylindra, zaczyna on oscylować i wchodzi w rezonans z wiatrem. Zjawisko to znane jest jako *Vortex Induced Vibration (VIV)*.





Dziękuję za uwagę

<https://www.wind-energy-the-facts.org/future-trends-for-offshore-wind.html>