



**bRreeze**

---

FOR WIND RESOURCE ASSESSMENT

---

ZBIÓR FUNKCJI DO ANALIZY, WIZUALIZACJI I INTERPRETACJI  
DANYCH WIATROWYCH I OBLICZANIA POTENCJALNEJ PRODUKCJI  
ENERGII Z TURBIN WIATROWYCH

ANNA LICHÓŃ

WGGIIŚ, STUDIA DOKTORANCKIE  
KATEDRA KSZTAŁTOWANIA I OCHRONY ŚRODOWISKA

# Pakiet bReeze

Pakiet bReeze jest zbiorem powszechnie stosowanych metod analizy, wizualizacji i interpretacji danych wiatrowych. Daje możliwość łączenia wyników analizy zasobów wiatru z charakterystykami turbin wiatrowych, szacowania potencjalnej produkcji energii na analizowanym terenie oraz wizualizacji wyników.



Autorzy: Christian Graul i Carsten Poppinga  
Data wprowadzenia pakietu: 19.02.2015

Sugerowane pakiety pomocnicze do bReeze:

- RColorBrewer
- XML
- RgoogleMaps

# Dane wejściowe oraz funkcja "set() "

**FORMAT DANYCH WEJŚCIOWYCH:** Ramka danych (data frame) zawierająca informacje o prędkości wiatru i czasie pomiaru dla poszczególnych wysokości nad poziomem terenu

"set" tworzy obiekt będący zestawem danych, łącząc wszystkie sygnały pomiarowe zebrane na jednej wysokości

```
set(height, v.avg, v.max, v.min, v.std, dir.avg, dir.std, tmp, ...)
```

```
> data(winddata)
> set40 <- set(height=40, v.avg=winddata[,2], v.std=winddata[,5],
+ dir.avg=winddata[,14])
> set30 <- set(height=30, v.avg=winddata[,6], v.std=winddata[,9],
+ dir.avg=winddata[,16])
> set20 <- set(height=20, v.avg=winddata[,10], v.std=winddata[,13])
```

- height – wysokość pomiaru (wartość liczbowa podana w metrach)
- v.avg /v.max / v.min - średnia / maksymalna / minimalna prędkość wiatru [m/s]
- v.std – odchylenie standardowe prędkości wiatru [m/s]
- dir.avg - średni kierunek wiatru w stopniach (liczony od kierunku północy)
- tmp. – temperatura [°C]



# "mast()" - tworzy dane dla masztu meteorologicznego

```
krakow <- mast(timestamp=ts, set40, set30, set20, loc=c(50.0619720,19.9379100), desc="Krakow")
```

"mast()" - tworzy dane dla masztu meteorologicznego z jednego lub więcej zestawów danych (wysokości). Wszystkie zestawy danych są klasyfikowane malejąco według wysokości

```
map.plot(mast, type=c("satellite", "terrain", "hybrid", "roadmap"), zoom, label)
```

"map.plot()" - pozwala na lokalizację masztu meteorologicznego na mapie lub obrazie satelitarnym

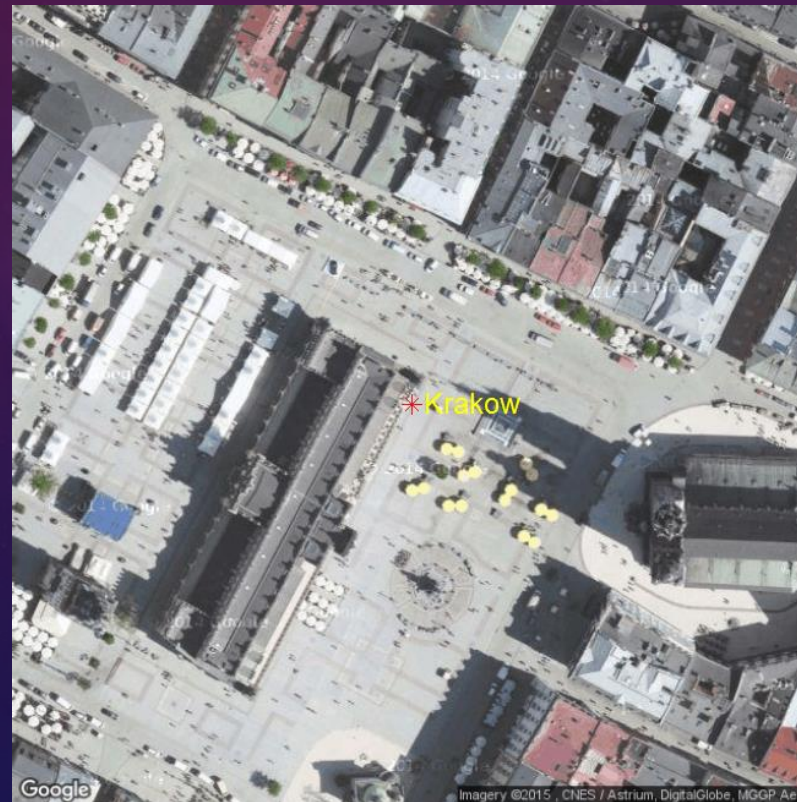
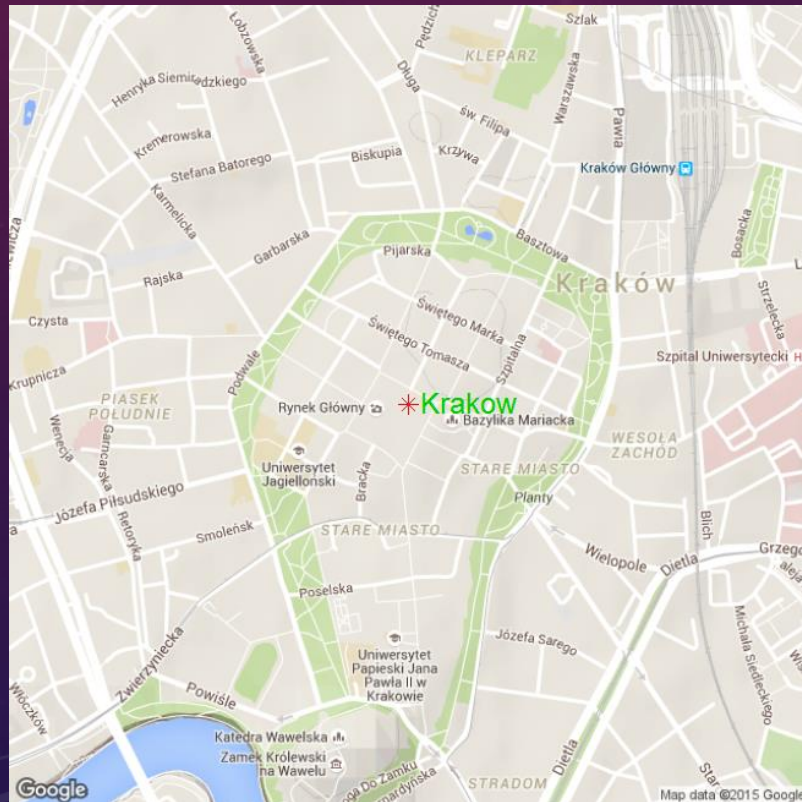




# "map.plot()"

Argument "type" umożliwia wczytanie różnych rodzajów map

```
map.plot(mast, type=c("satellite", "terrain", "hybrid", "roadmap"))
```

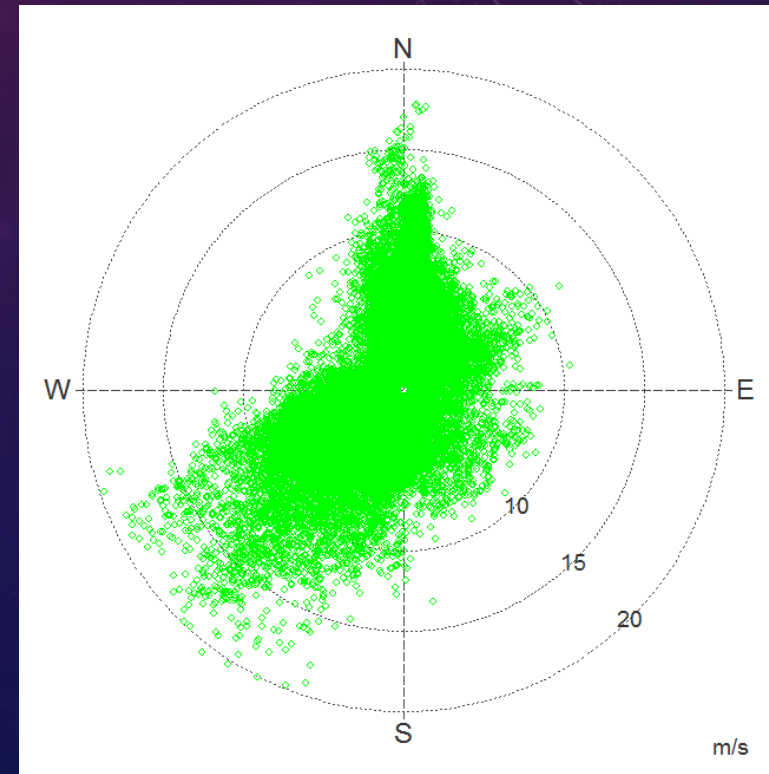
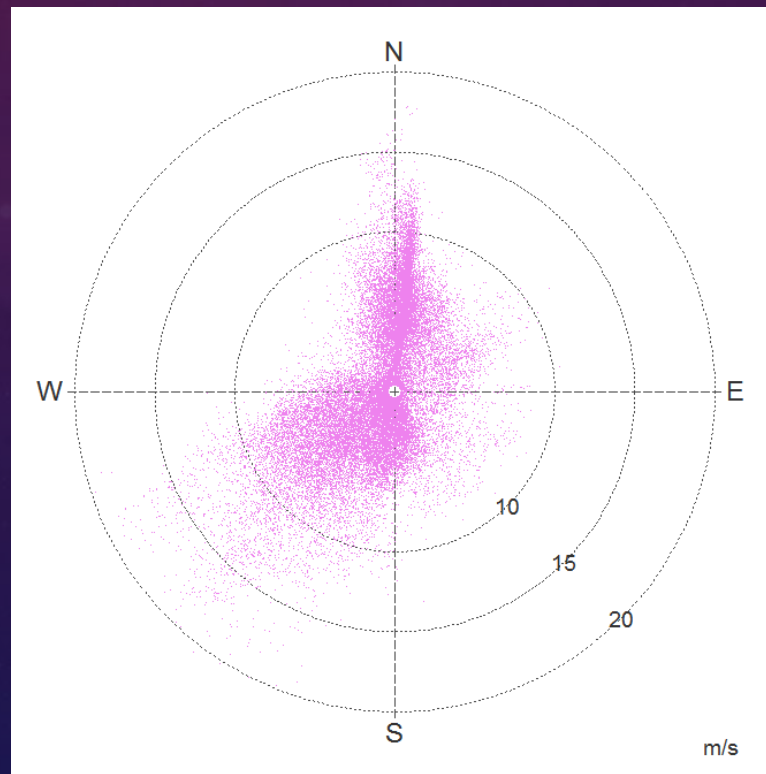
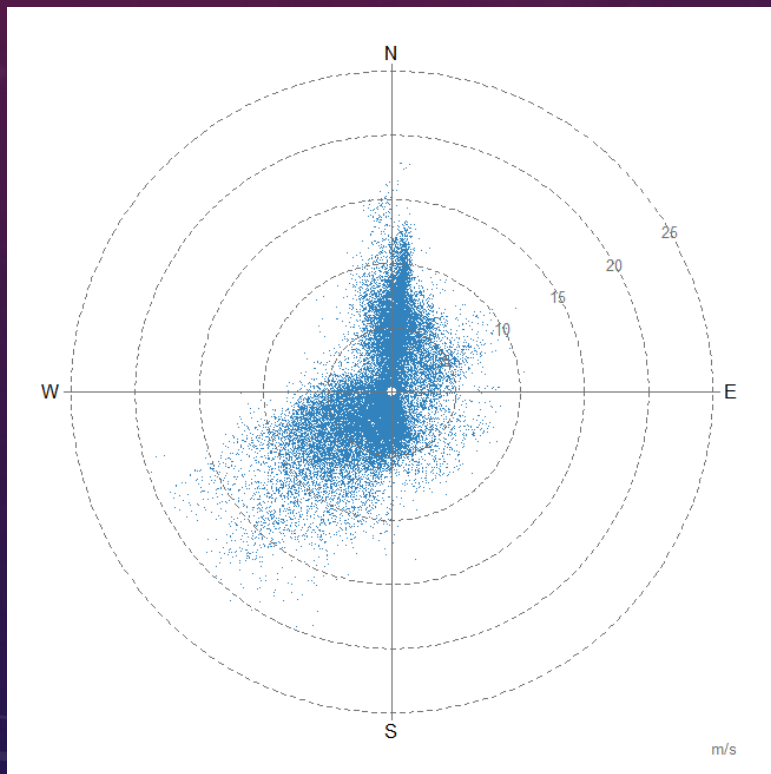




# "polar.plot()"

"polar.plot" - umożliwia graficzne przedstawienie wartości prędkości wiatru w zależności od kierunku

```
polar.plot(mast, v.set=1, dir.set=1, subset, ...)
```



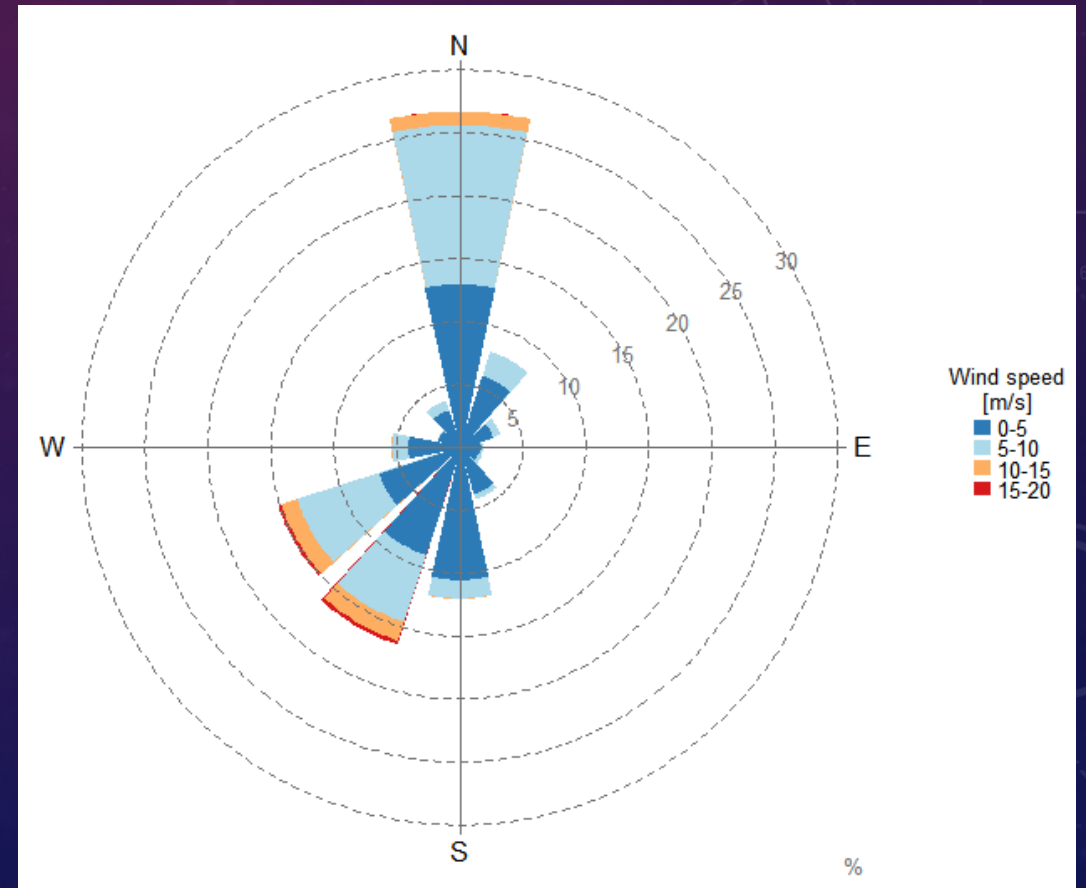
# "frequency()"

"frequency" - oblicza częstotliwość występowania wiatru w danym przedziale prędkości i na danym kierunku

```
> frequency(mast=neubuerg, v.set=1)
```

## Frequency

wind	speed	total	0-5	5-10	10-15	15-20	>20
	[m/s]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]
N	5.848	28.161	10.994	15.147	1.952	0.068	
NNE	4.137	6.144	3.987	2.157			
ENE	3.889	3.145	2.258	0.875	0.012		
E	3.067	1.636	1.44	0.193	0.003		
ESE	3.348	1.699	1.306	0.393			
SSE	2.95	4.189	3.576	0.613			
S	3.353	11.378	9.506	1.717	0.155		
SSW	5.365	15.412	8.56	4.954	1.55	0.339	0.009
WSW	6.014	16.165	6.837	7.284	1.651	0.393	
W	3.779	6.061	4.35	1.622	0.089		
WNW	1.954	2.109	2.02	0.089			
NNW	3.227	3.901	3.124	0.765	0.012		
all	4.831	100	57.959	35.808	5.424	0.8	0.009

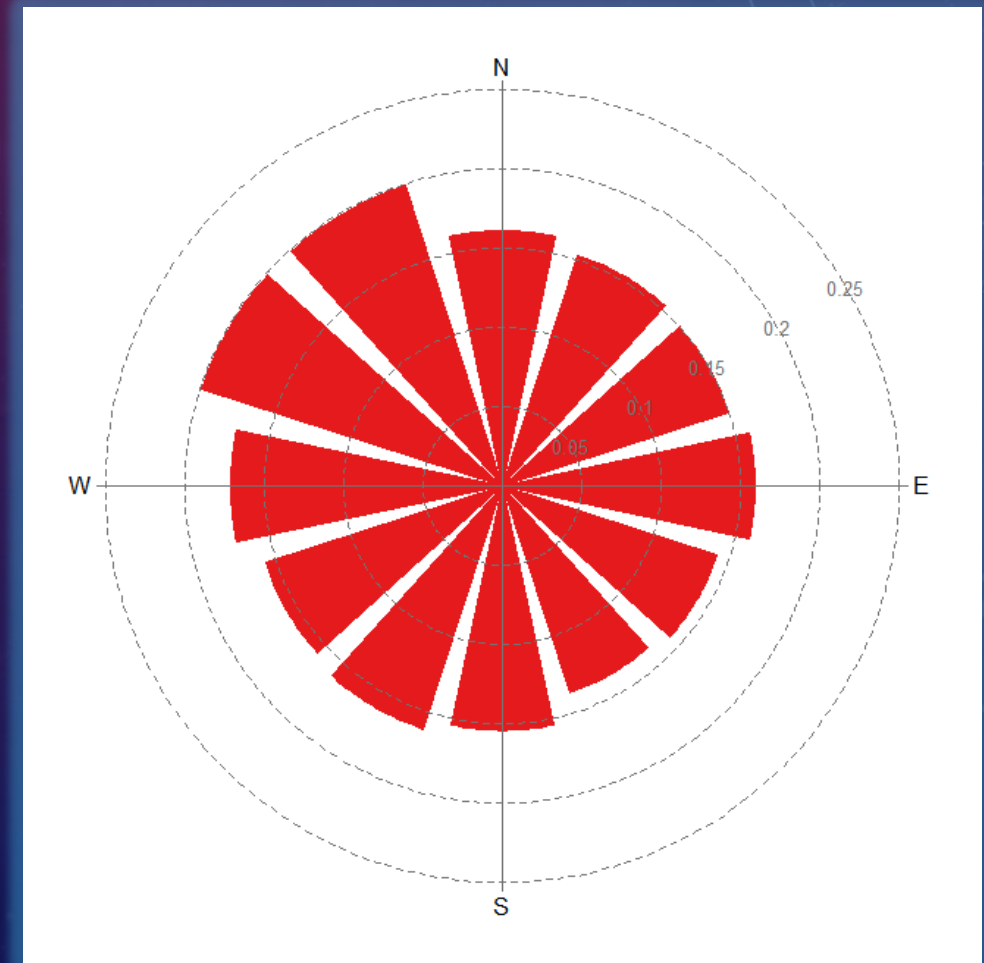


# "turbulence()"

"turbulence" - oblicza intensywność turbulencji, czyli stosunek odchylenia standardowego do średniej prędkości wiatru, dla poszczególnych kierunków

Turbulence intensity

	total	0-5	5-10	10-15	15-20	>20
N	0.162	0.182	0.159	0.144	0.145	0.000
NNE	0.150	0.172	0.138	0.118	0.000	0.000
ENE	0.147	0.160	0.137	0.176	0.000	0.000
E	0.162	0.161	0.164	0.000	0.000	0.000
ESE	0.140	0.155	0.132	0.000	0.000	0.000
SSE	0.139	0.156	0.126	0.000	0.000	0.000
S	0.154	0.165	0.144	0.136	0.000	0.000
SSW	0.161	0.202	0.161	0.126	0.114	0.117
WSW	0.157	0.203	0.153	0.130	0.121	0.000
W	0.170	0.198	0.156	0.123	0.000	0.000
WNW	0.206	0.226	0.178	0.000	0.000	0.000
NNW	0.201	0.219	0.191	0.183	0.000	0.000
all	0.160	0.184	0.155	0.134	0.119	0.117

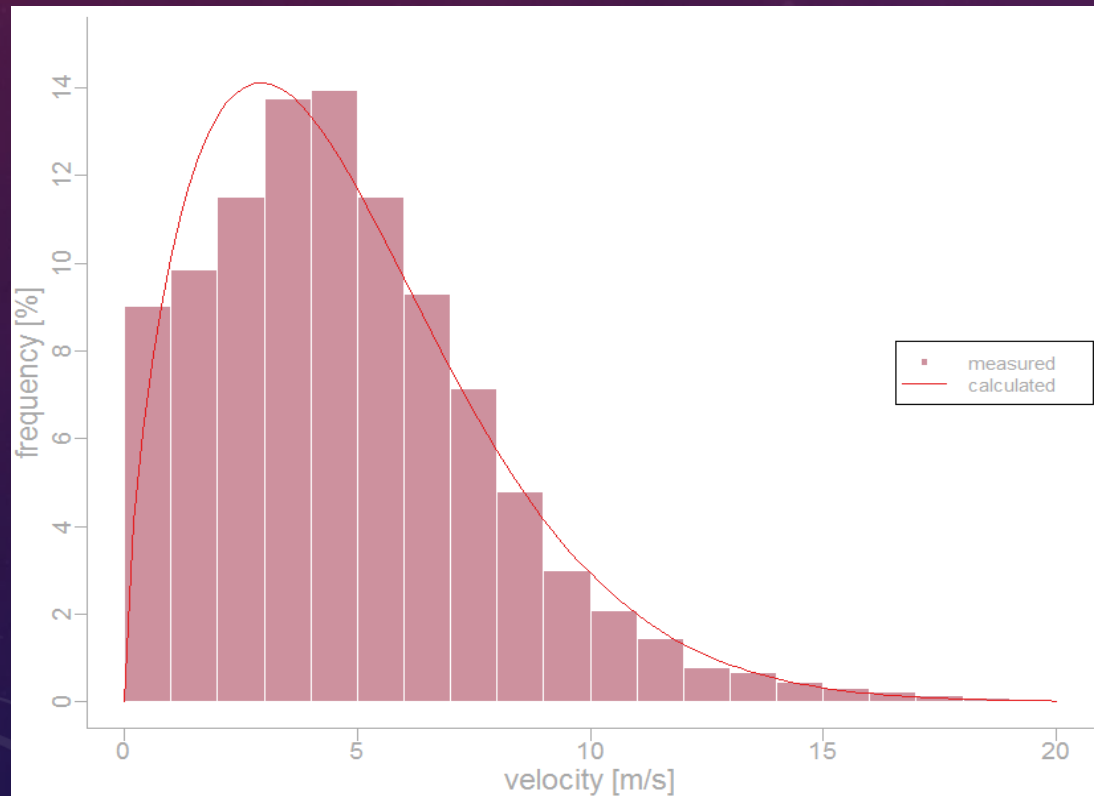




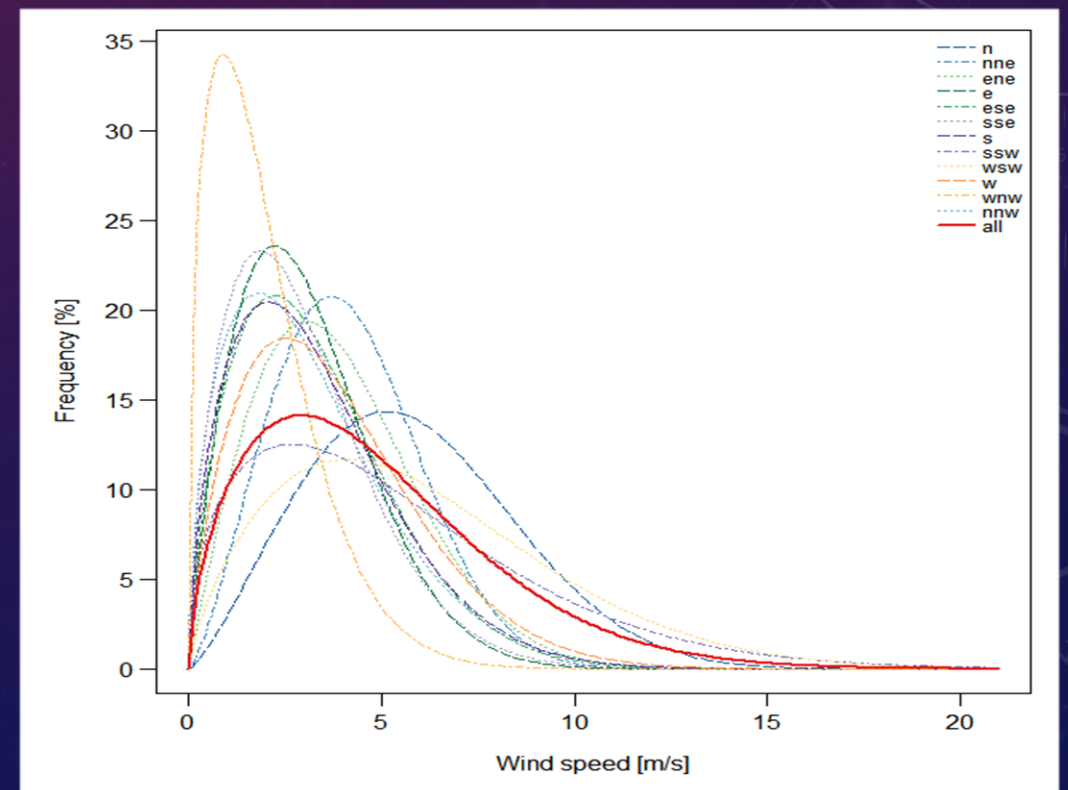
# "weibull" - Rozkład Weibull'a

Dzięki zastosowaniu rozkładu Weibulla możliwe jest określenie zmienności wiatru w ciągu roku.

Częstości występowania prędkości wiatru:



Z rozróżnieniem kierunków wiatru:

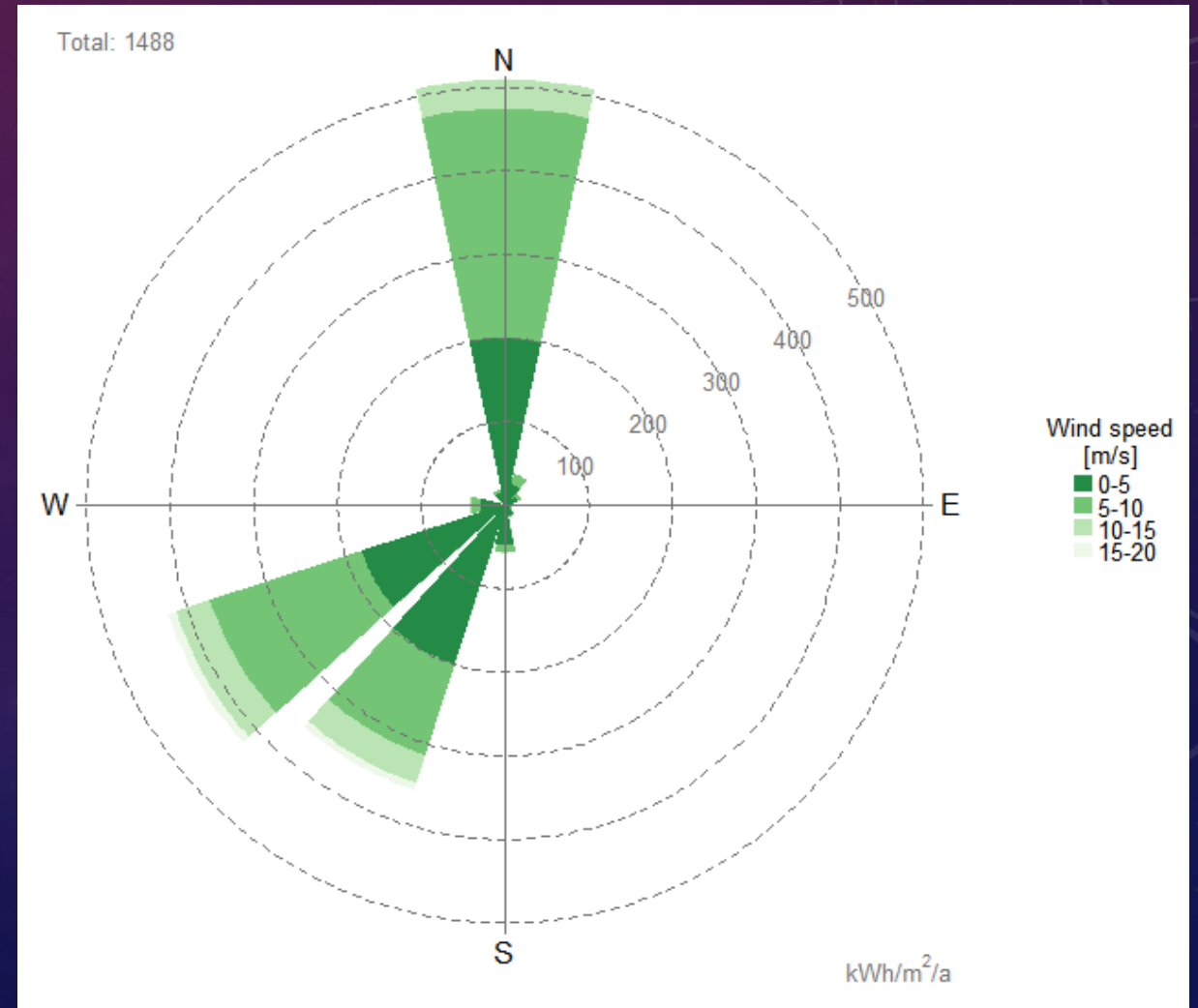


# " Energy() "

Oblicza całkowitą ilość energii wiatru na sektor kierunku wiatru na podstawie danych rozkładu Weibulla

Wind energy content					
	total	0-5	5-10	10-15	15-20
N	509	199	274	35	1
NNE	38	25	13		
ENE	19	14	5		
E	5	5	1		
ESE	8	6	2		
SSE	14	12	2		
S	56	47	8	1	
SSW	356	198	114	36	8
WSW	422	179	190	43	10
W	40	29	11	1	
WNW	3	2			
NNW	18	15	4		
all	1488	731	624	116	19

(all values in kWh/m<sup>2</sup>/a)

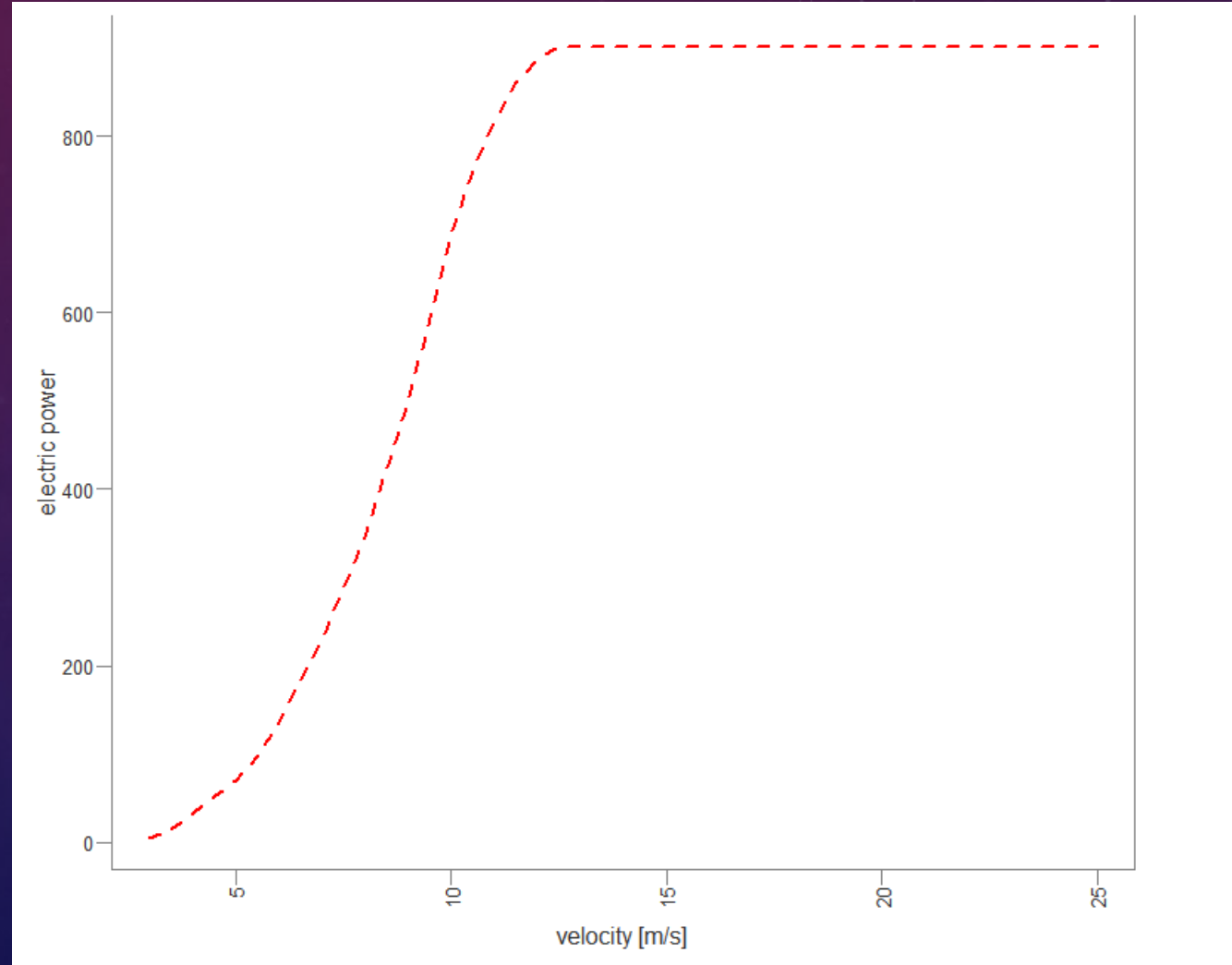


# " pc() "

" pc() " - importuje krzywe mocy dla konkretnych modeli turbin wiatrowych. Krzywa ta charakteryzuje możliwości wytwarzania energii przez turbinę w zależności od prędkości wiatru

```
vestas.v90 <- pc("Vestas_V90_2.0MW.wtg")
```

EWT_DW90_2MW	EWT_DW96_2MW
Gamesa_G58_850kW	Gamesa_G80_2.0MW
Gamesa_G87_2.0MW	Gamesa_G90_2.0MW
GE_1.5sle_1.5MW	GE_1.5xle_1.5MW
GE_2.5x1_2.5MW	GE_3.6sl_3.6MW
Leitwind_LTW70_2.0MW	Leitwind_LTW77_1.5MW
Leitwind_LTW80_1.8MW	Leitwind_LTW101_3.0MW
Nordex_N70_1.5MW	Nordex_N90_2.5MW
Nordex_S70_1.5MW	Nordex_S77_1.5MW
PowerWind_56_500kW	Repower_5M_5.0MW
Repower_MM92_2.0MW	Siemens_SWT-2.3MW-93m
Siemens_SWT-3.6MW-107m	Siemens_SWT-3.6MW-120m





# "aep()"

"aep()" - Oblicza roczną produkcję energii w zależności od profilu wiatrów i charakterystyki danej turbiny wiatrowej

Annual energy production								
	wind speed	operation	total	0-5	5-10	10-15	15-20	>20
	[m/s]	[h/a]	[MWh/a]	[MWh/a]	[MWh/a]	[MWh/a]	[MWh/a]	[MWh/a]
N	6.766	2467	712	18	374	301	19	
NNE	4.748	538	59	6	47	5		
ENE	4.249	275	25	3	19	3		
E	3.438	143	7	1	5			
ESE	3.674	149	10	1	7	1		
SSE	3.191	367	16	3	12	1		
S	3.619	997	68	9	48	10		
SSW	5.831	1350	310	10	129	133	32	6
WSW	6.535	1416	394	10	166	178	36	4
W	4.246	531	55	5	37	12		
WNW	2.336	185	4	1	2			
NNW	3.605	342	24	3	17	4		
total	5.397	8760	1684	70	863	648	87	10

