

OFFSHORE VIND FRA SATELLITBILLEDER

Kan det lade sig gøre?

Charlotte Bay Hasager

Arbejdet udføres inden for EU-projekt

WEMSAR

Wind Energy Mapping using SAR

Taksigelser til

Europa Kommissionen ERK6-CT-1999-00017 for bevilling
European Space Agency ESA-AO3-153 gratis satellitbilleder
ELSAM/ELTRA meteorologi data

Risø, Danmark

Ole Rathmann, Bo Hoffmann Jørgensen
Rebecca Barthelmie, Ebba Dellwik
Niels Otto Jensen, Poul Astrup, Morten Nielsen

NERSC, Norge

Stein Sandven, Birgitte Furevik
Heidi Espedal, Ola Johannessen (WEMSAR koordinator)

NEG-Micon, Danmark

Lars C. Christensen

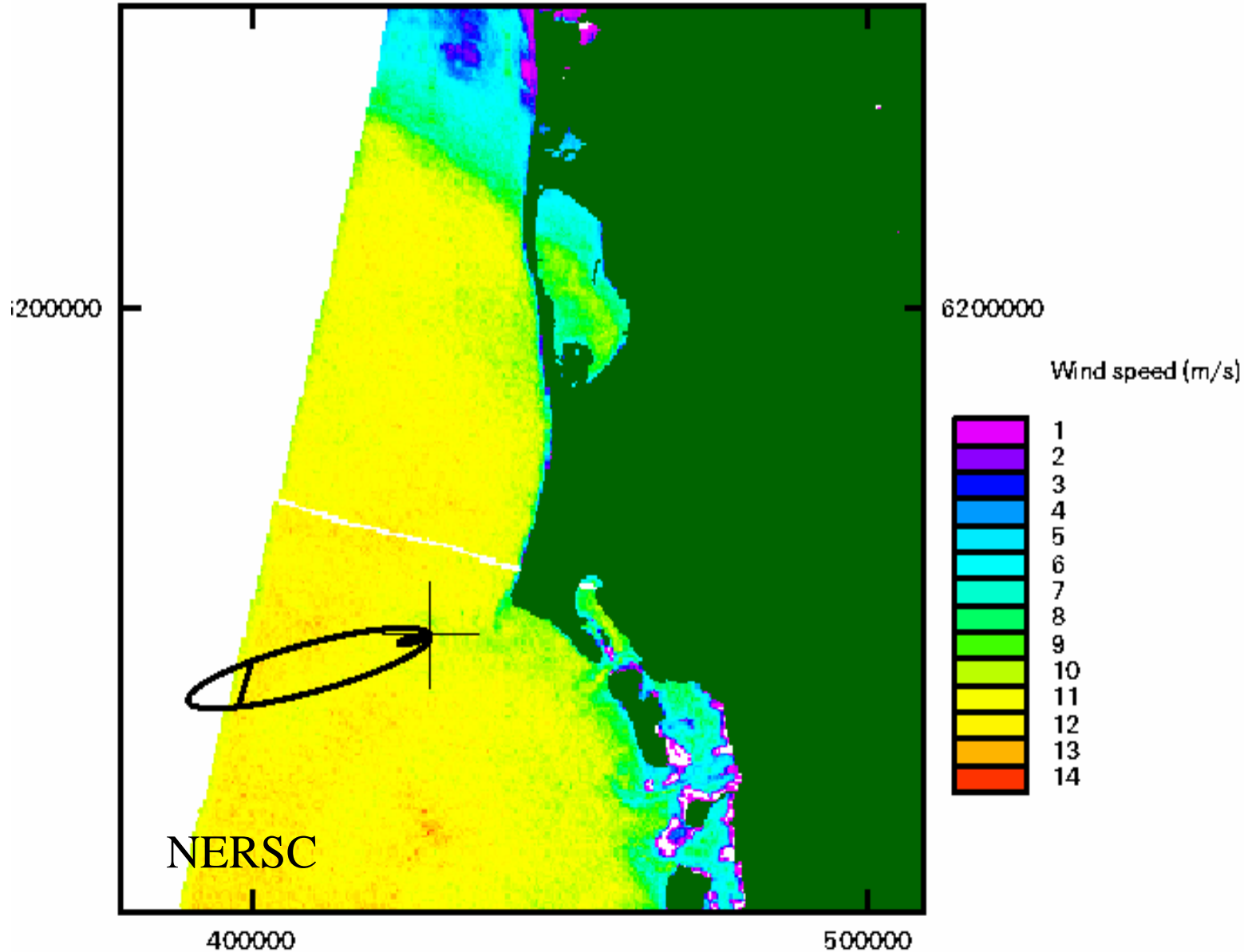
ENEA, Italien

Gaetano Gaudiosi

Terra Orbit, Norge

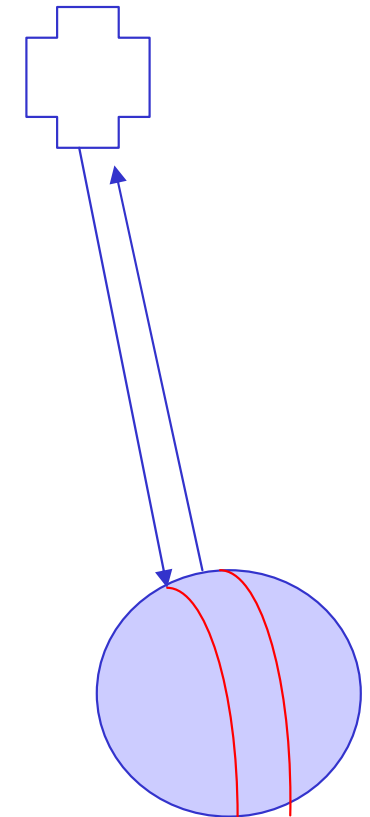
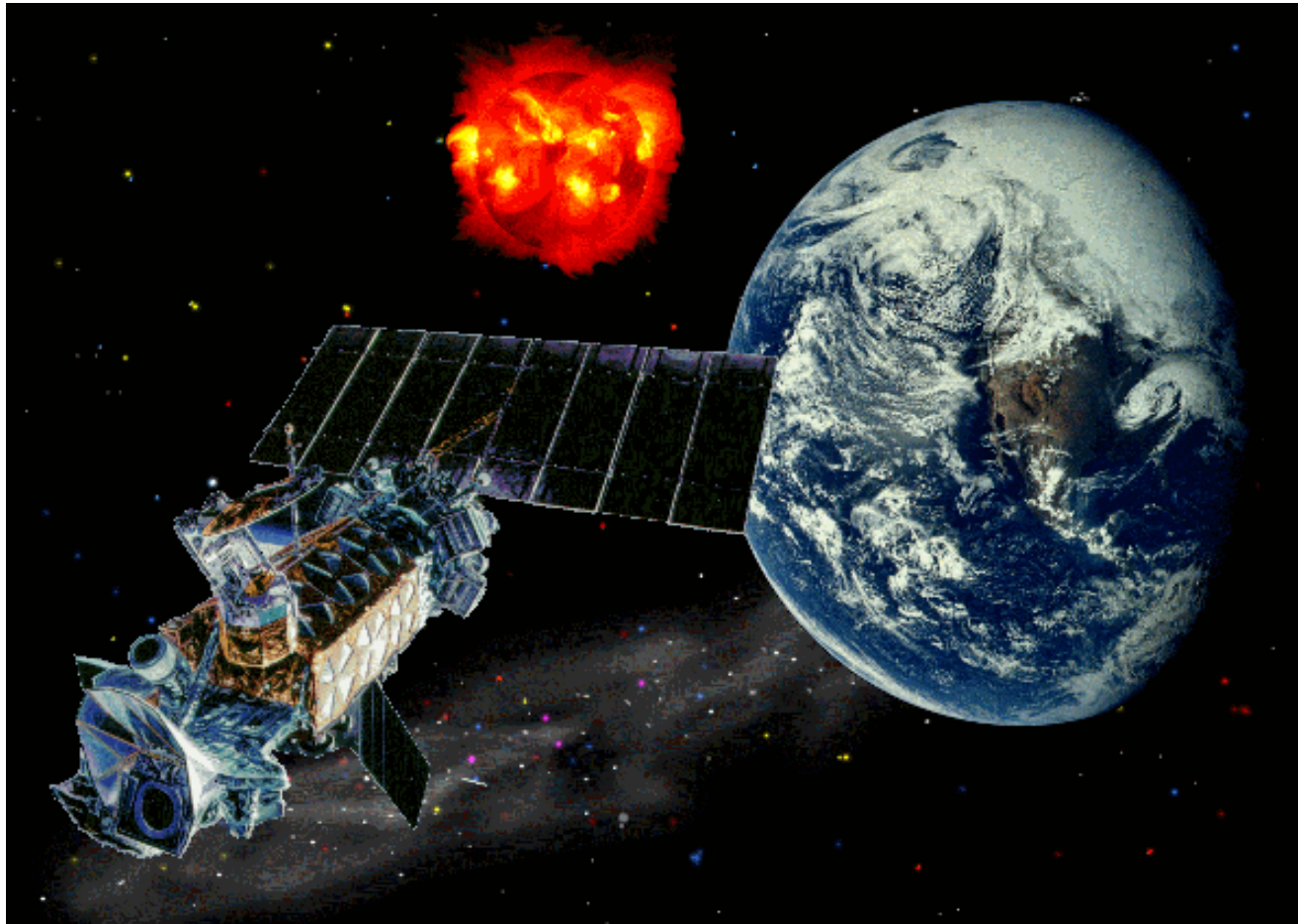
Geir Jevne

Vindhastighedskort af Nordsøen



ERS-2 SAR satellitbillede fra 7 Marts 2000 kl. 11.28

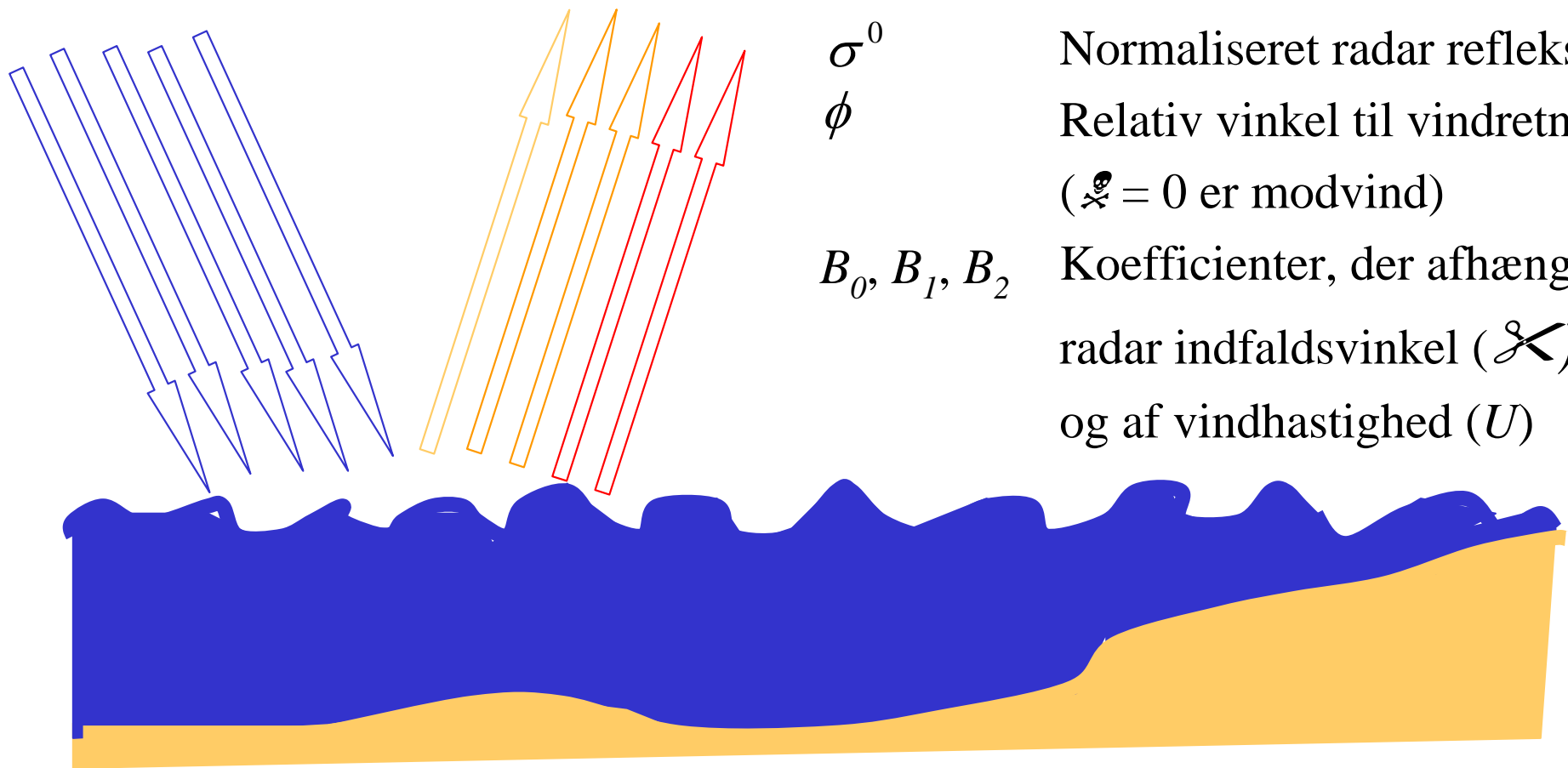
Europæisk satellit med et SAR instrument, dvs. en syntetisk aperture radar



Siden 1992 er ethvert lokalt område “fotograferet” ca. 300 gange
Med andre ord ca. 3 gange per måned

C-band (5.3 cm bølgelængde) radar signal reflekteres fra havets overflade, som funktion af vindhastigheden.

$$\sigma^0 = B_0(1 + B_1 \cos(\phi) + B_2 \cos(2\phi))$$



- σ^0 Normaliseret radar refleksion
- ϕ Relativ vinkel til vindretning
($\phi = 0$ er modvind)
- B_0, B_1, B_2 Koefficienter, der afhænger af
radar indfaldsvinkel (θ)
og af vindhastighed (U)

Koefficienterne B_0 , B_1 , B_2 er fundet udfra tusindvis af observationer af vindhastigheden målt fra bøjer typisk i 10 m's højde over havet globalt samt

meteorologisk model resultater af vinden i 10 m beregnet med ECMWF (European Centre for Medium Weather Forecasts i England)

Data og model resultater er empirisk korreleret med scatterometer satellitdata data og derfra er algoritmer udviklet til operationel tjeneste

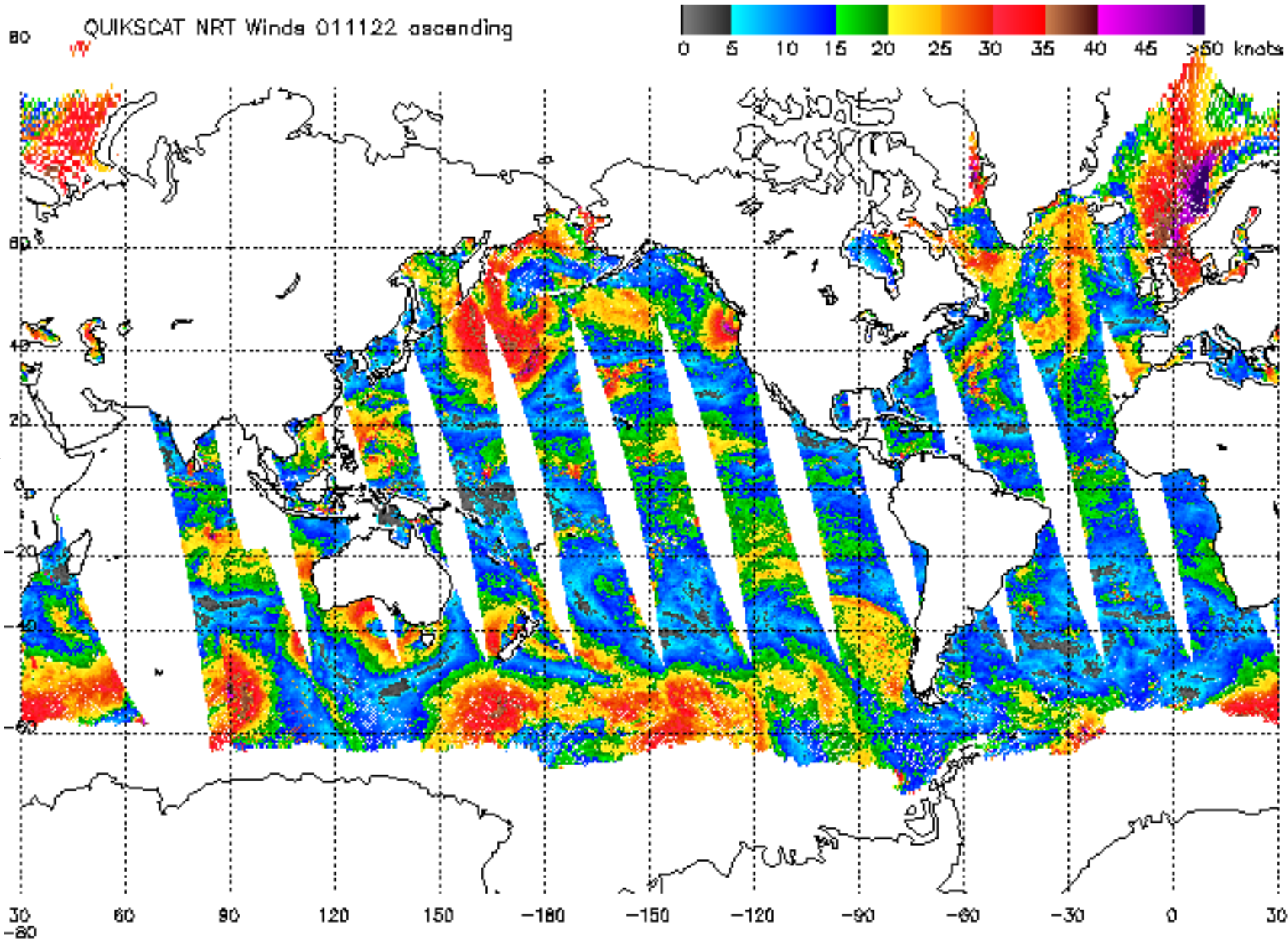
(se online <http://manati.wwb.noaa.gov/quikscat/>)

Minimums krav til præcision

Vindretning $\times 20^\circ$ 

Vindhastighed $\times 2$ m/s eller 10 % af rms for vindhastigheder mellem 2 - 24 m/s

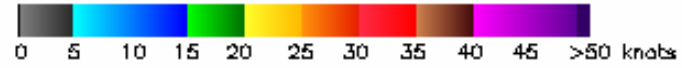
Eksempel fra 22 November 2001



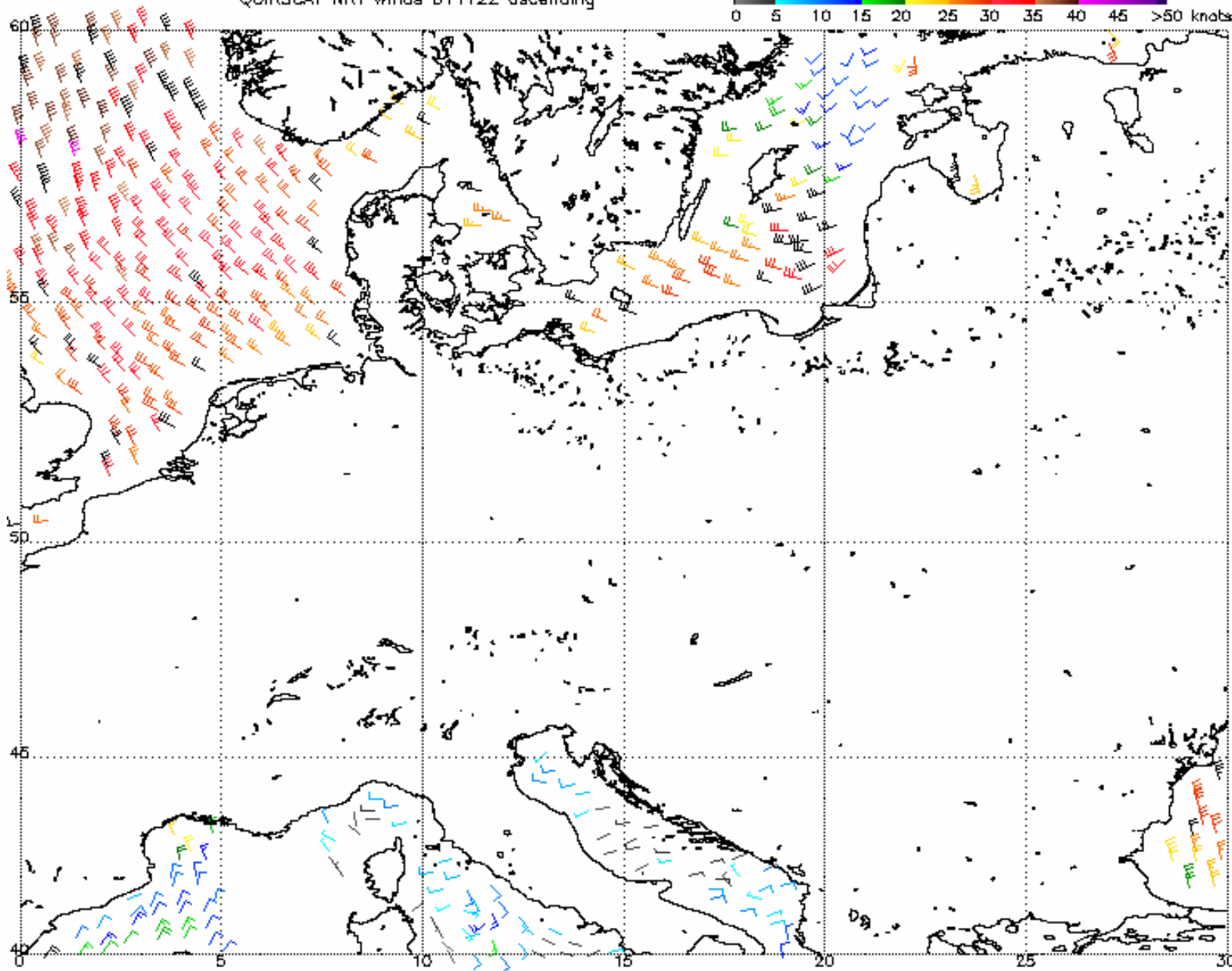
1 knot =
0.5144 m/s

Data er højst 22 timer gamle

QUIKSCAT NRT Winds 011122 ascending



RISØ



1 knot =
0.5144 m/s

Pixel størrelse
50 km

5:48

Note: 1) Times are GMT 2) Times correspond to 50N at right swath edge – time is right swath for overlapping swaths at 50N
3) Data buffer is 24 hrs for 011122 4) Black barbs indicate possible rain contamination
NOAA/NESDIS/Office of Research and Applications

ERS-2 SAR 16.12.1999 kl.22.30
Vindhastighedskort
Horns Rev i Nordsøen

Rådata pixel 25 m
Midlet pixel 400 m

6150000

6150000

100 km

6100000

100 km

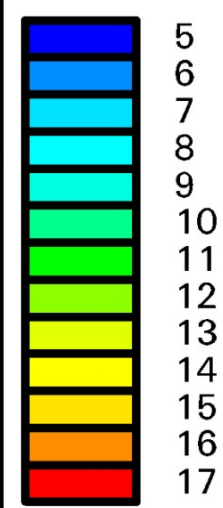
NERSC

350000

400000

450000

Wind speed (m/s)

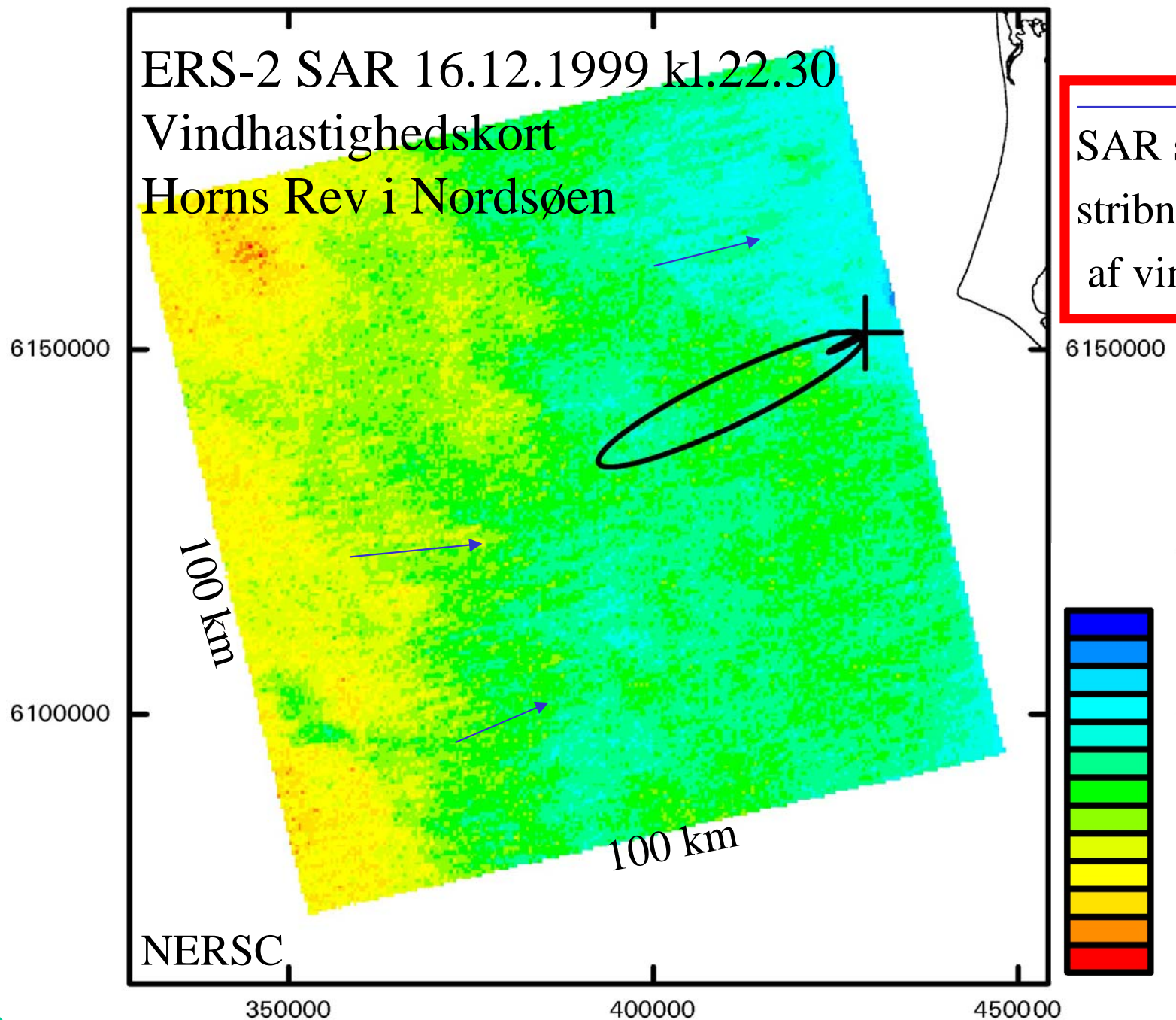


Mål for forskningsarbejdet

- Validere SAR satellit vindhastighedskort til observationer og model resultater
- Anvende SAR vindhastighedskort til at estimere offshore vind resourcer

ERS-2 SAR 16.12.1999 kl.22.30
Vindhastighedskort
Horns Rev i Nordsøen

→
SAR streak, dvs.
stribning forårsaget
af vindretning



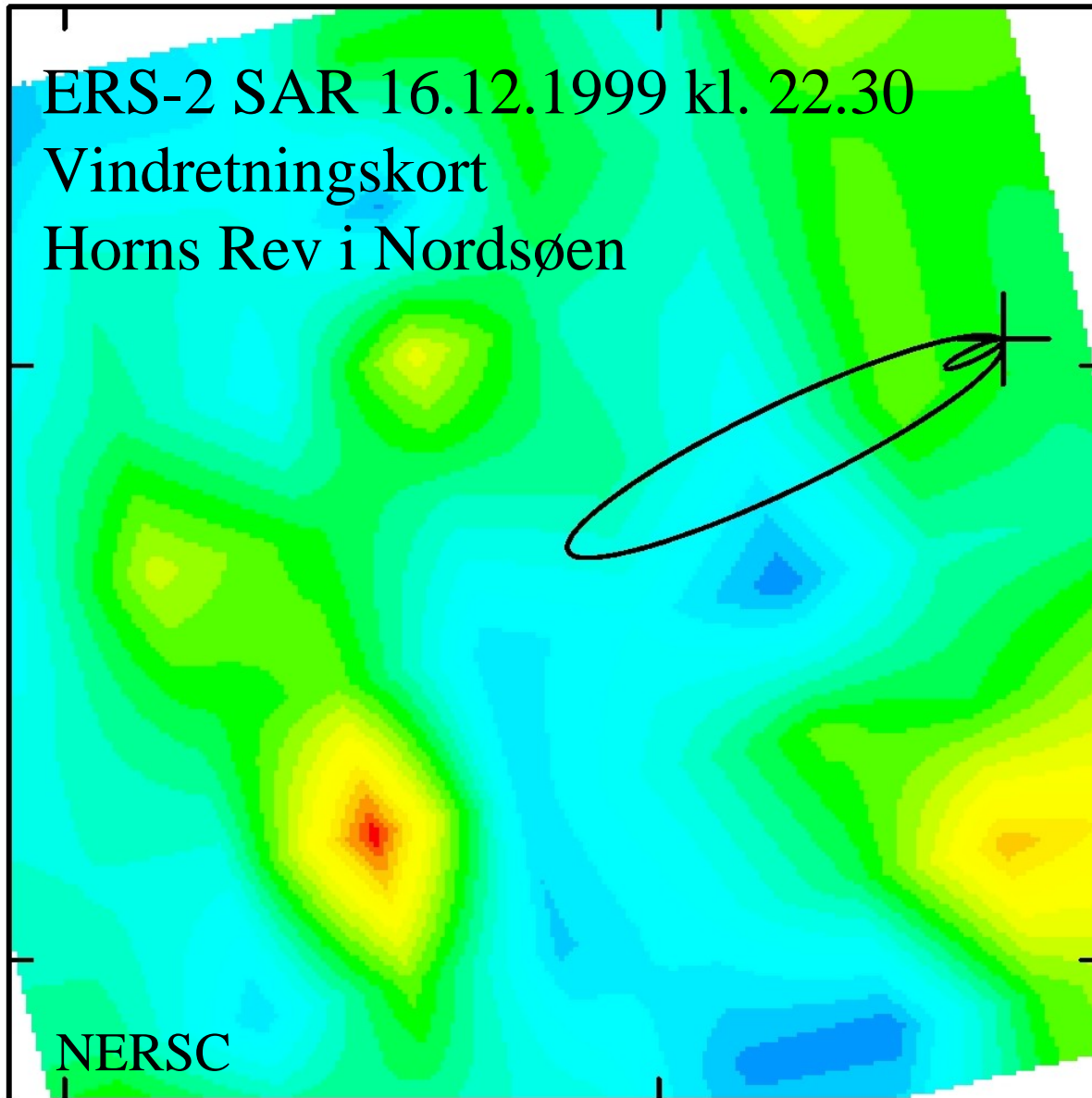
350000

400000

ERS-2 SAR 16.12.1999 kl. 22.30
 Vindretningskort
 Horns Rev i Nordsøen

6150000

6100000



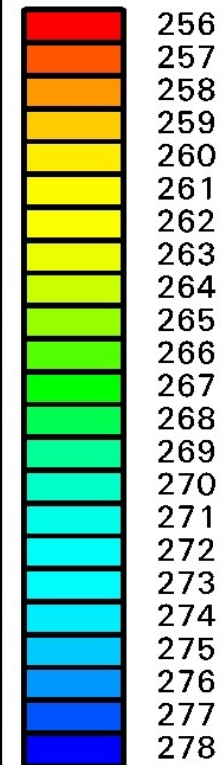
NERSC

350000

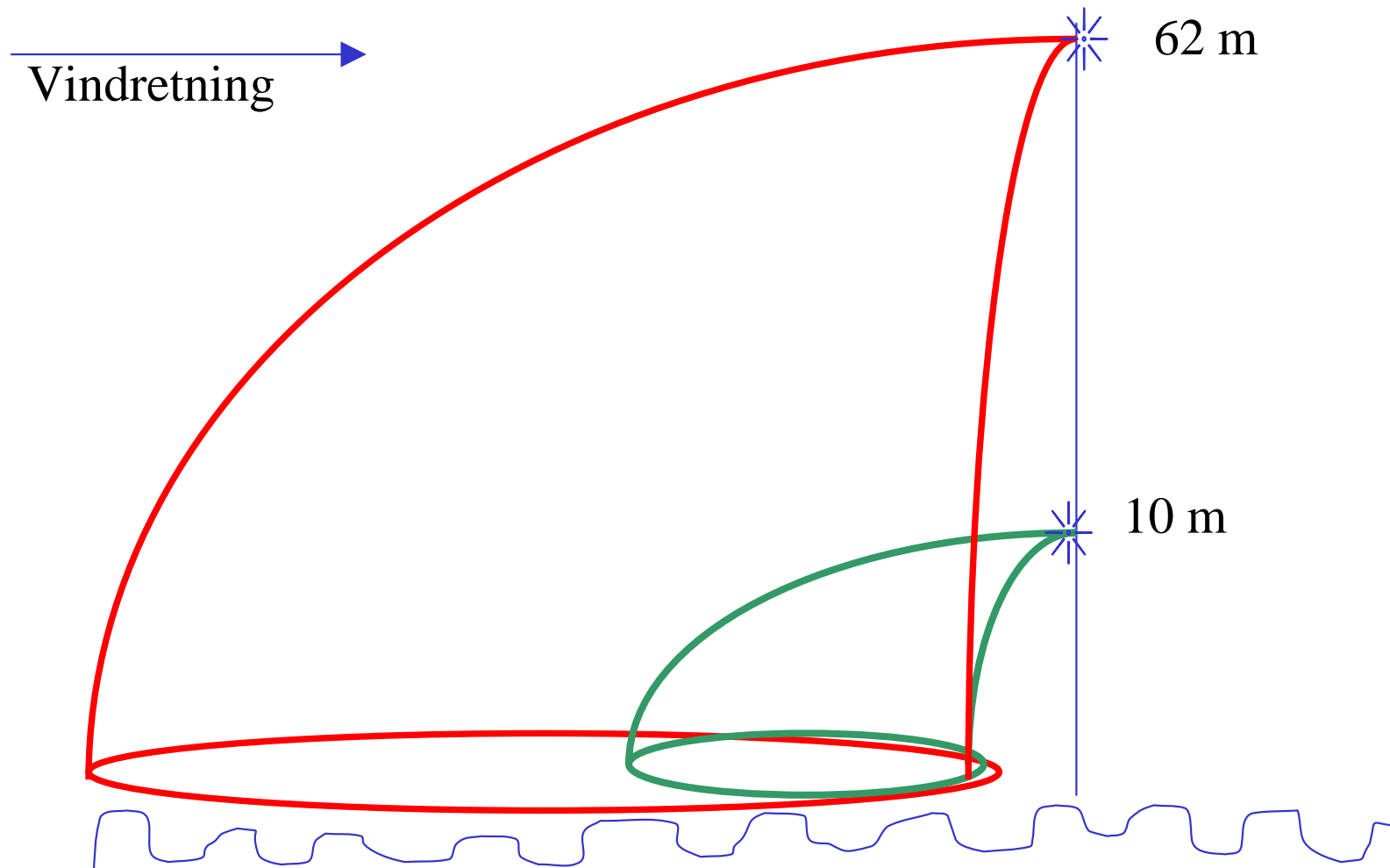
400000

Meteorologisk observation
 244°

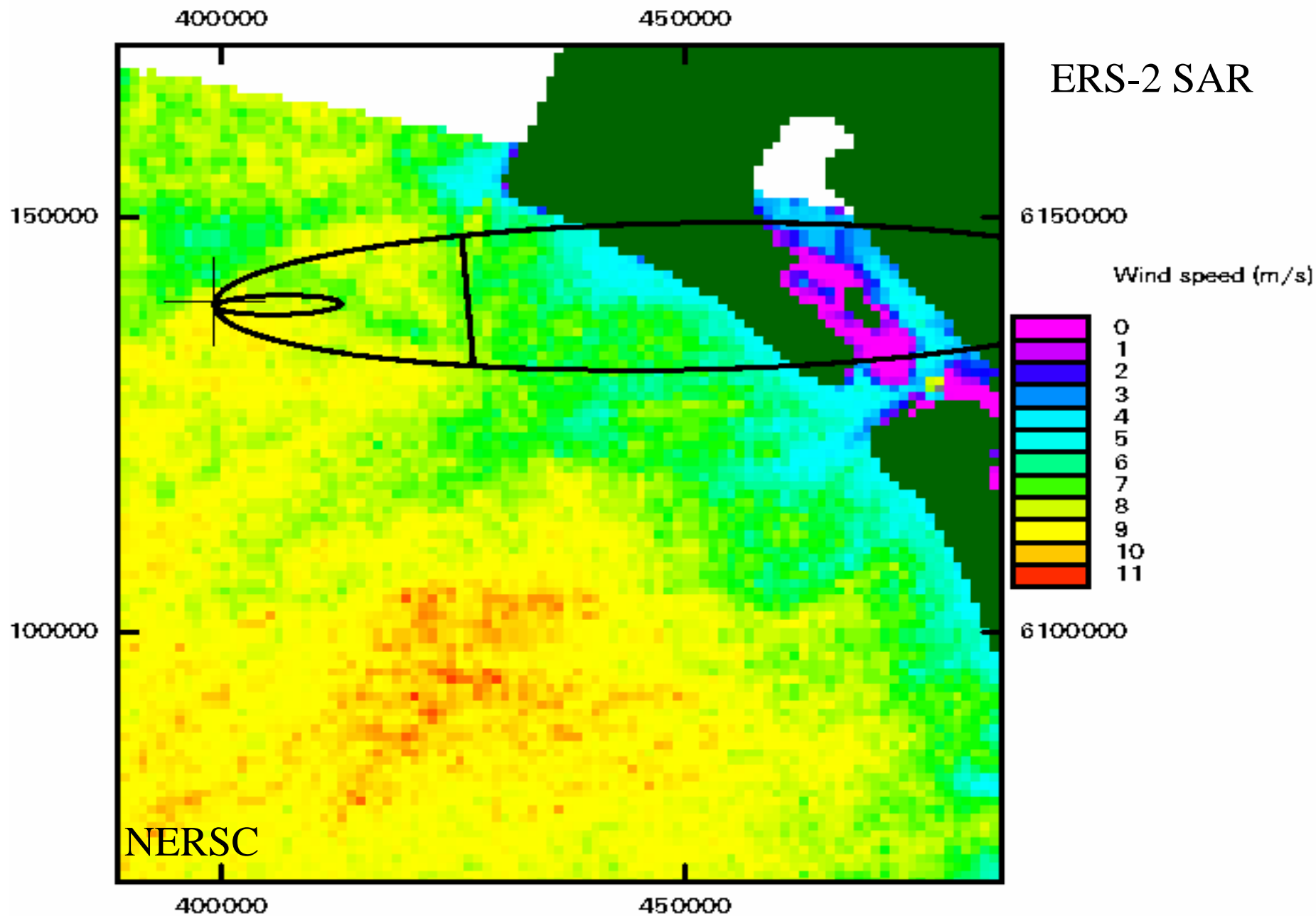
Wind direction
 (degrees)



Opvindsforhold (footprints) for Horns Rev mast



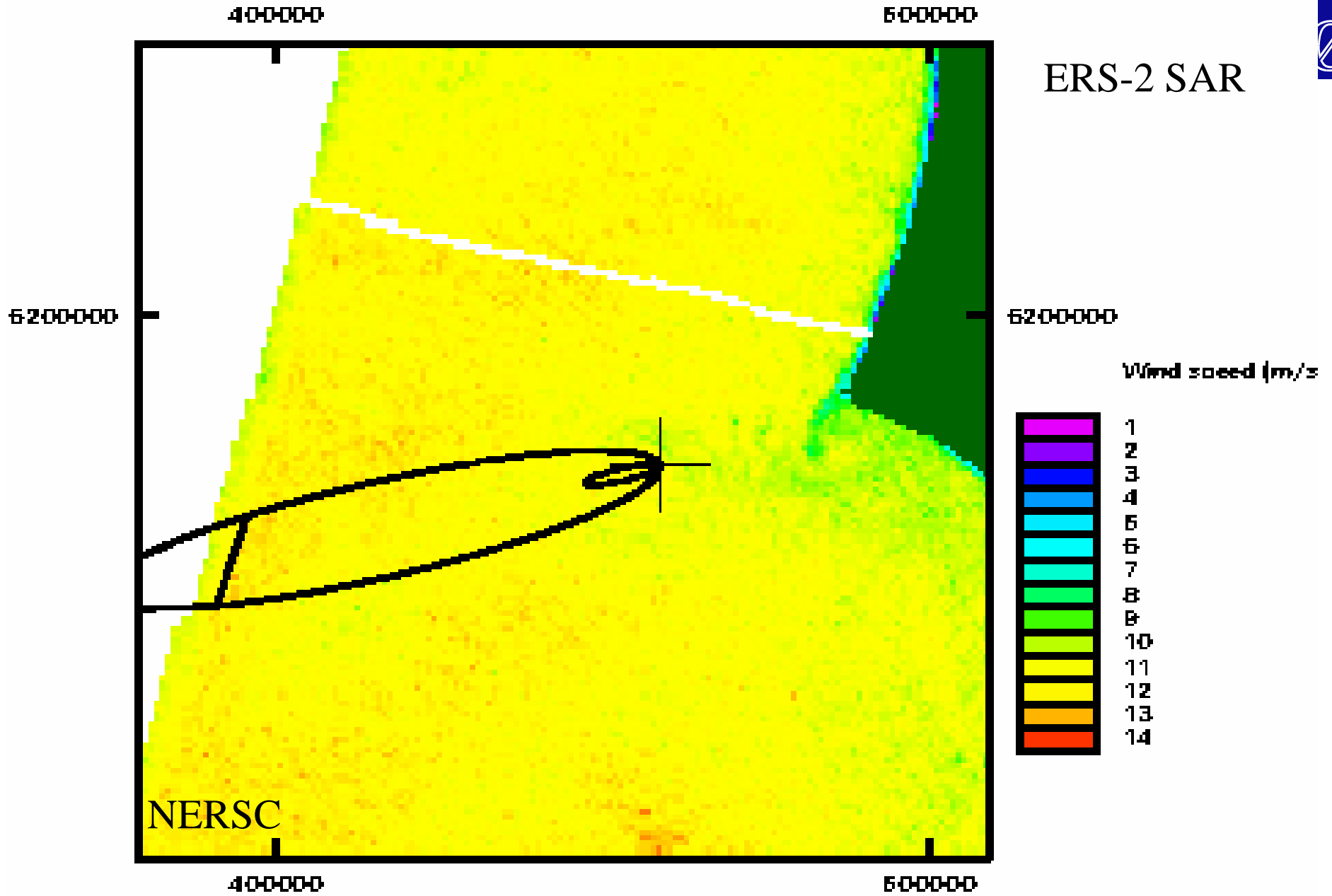
Vinddag Risø 28 November 2001



Horns Rev i Nordsøen. Vindhastighedskort for 19. Oktober 1999 kl. 11.30



ERS-2 SAR



Horns Rev i Nordsøen. Vindhastighedskort for 7. Marts 1999 kl. 11.28

Case #	Date	Mast Dir. (degr.)	U (m/s)	SAR U (m/s)
1	19990520	122.3	7.8	1.69
2	19990621	313.9	10.1	8.98
3	19990710	71.8	4.2	1.8
4	19990729	34.9	5.6	5.49
5	19990810	328.8	11.2	8.77
6	19990830	291.8	7	6.19
7	19991003	240.8	11.9	8.6
8	19991007	274.4	10.4	9.37
9	19991019	88.8	8.9	8.39
10	19991123	233.3	1.6	0.47
11	19991216	244.3	9.9	9.48
12	20000116	305.6	7.7	6.8
13	20000201	235.1	10.5	9.69
14	20000307	256.3	12.2	11.4
15	20000326	125.6	4.3	1.46
16	20000516	182.3	4.8	0.38

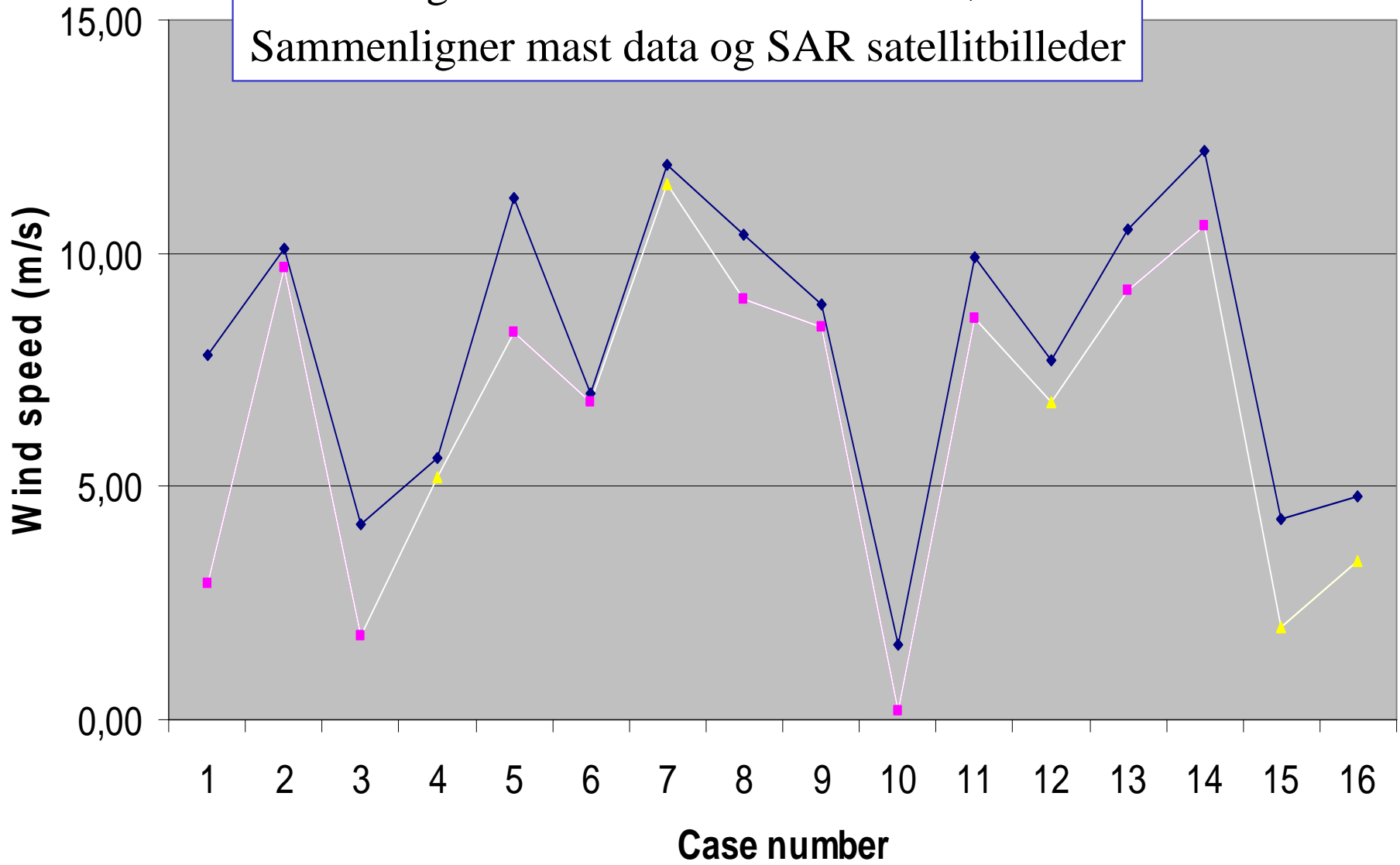
Offshore

Onshore

Onshore

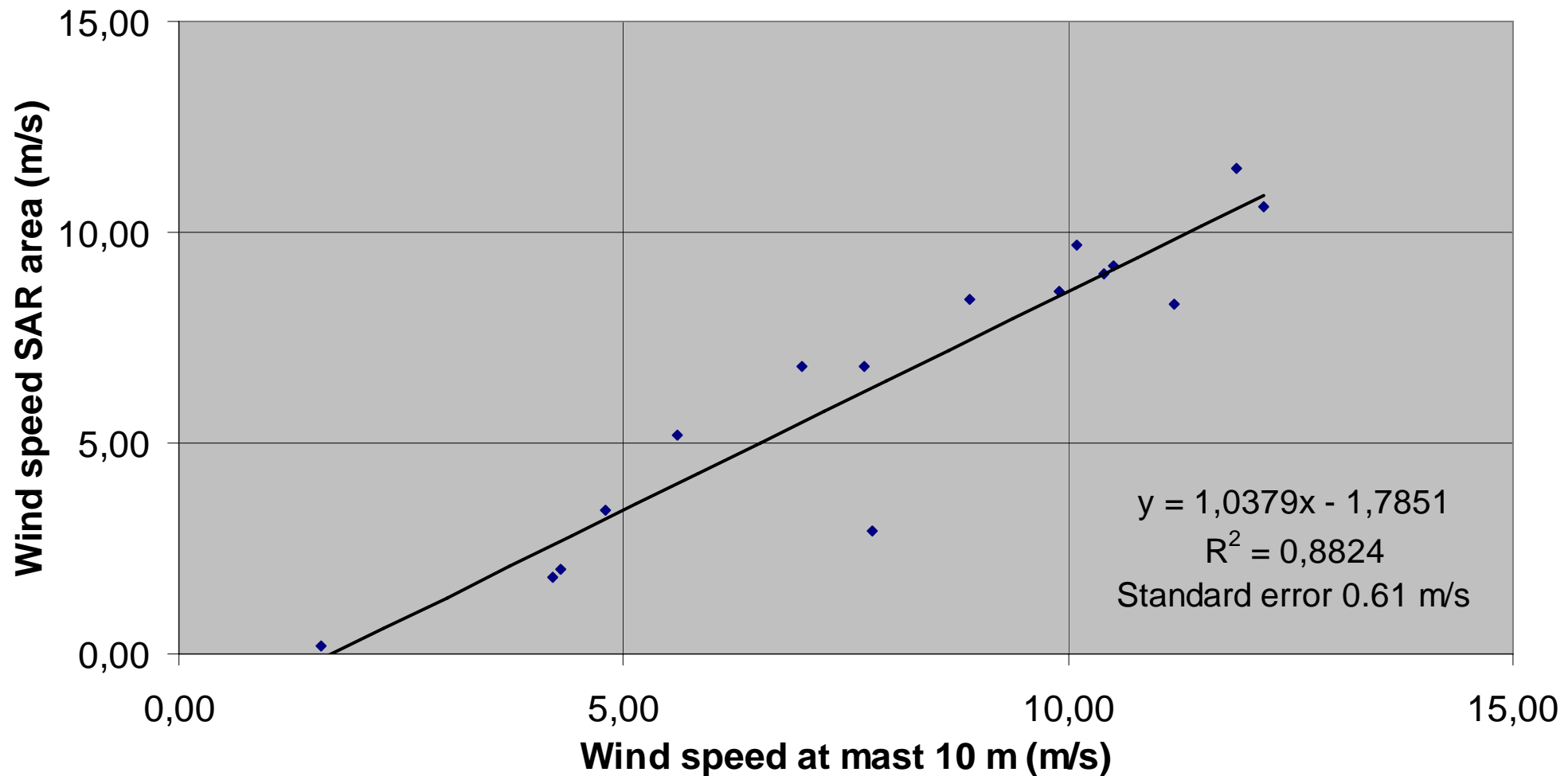
Vinddag Risø 28 November 2001

Vindhastigheder for Horns Rev i Nordsøen
 Sammenligner mast data og SAR satellitbilleder



◆ Mast data 10 m ■ Footprint ▲ Box

Vindhastigheder for Horns Rev i Nordsøen
Lineær korrelation mellem mast data og SAR satellitbilleder



Vinddag Risø 28 November 2001

Konklusion

- Validerings resultatet giver en standard fejl på 0.61 m/s ved sammenligning af ERS SAR vindhastighedskort og mast data fra Horns Rev in Nordsøen

Fremtiden

- Opbygge et værktøj til brugere, som selv ønsker at estimere offshore vind resourcer udfra SAR satellitbilleder

