



SINTEF

Arealbehov for havvind

Lene Vien Eliassen og Jacobus de Vaal



Teknologi for et bedre samfunn



SINTEF

SINTEF Ocean

Prosessindustri

Offshore energi

Havvind

Akvakultur

Maritim transport

Turisme



Fiskeri

Kystinfrastruktur

Miljøteknologi

Nye marine ressurser

Subsea og undervanns gruvedrift

Teknologi for et bedre samfunn



SINTEF

Store ambisjoner – 30 GW innen 2040



Utsira Nord

- Teknologi: Flytende
- Gjennomsnittsdybde: 267 meter
- Maksimal utbygging: 1500 MW

Sørlike Nordsjø II

- Teknologi: Bunnfast og flytende
- Gjennomsnittsdybde: 60 meter
- Maksimal utbygging: 3000 MW

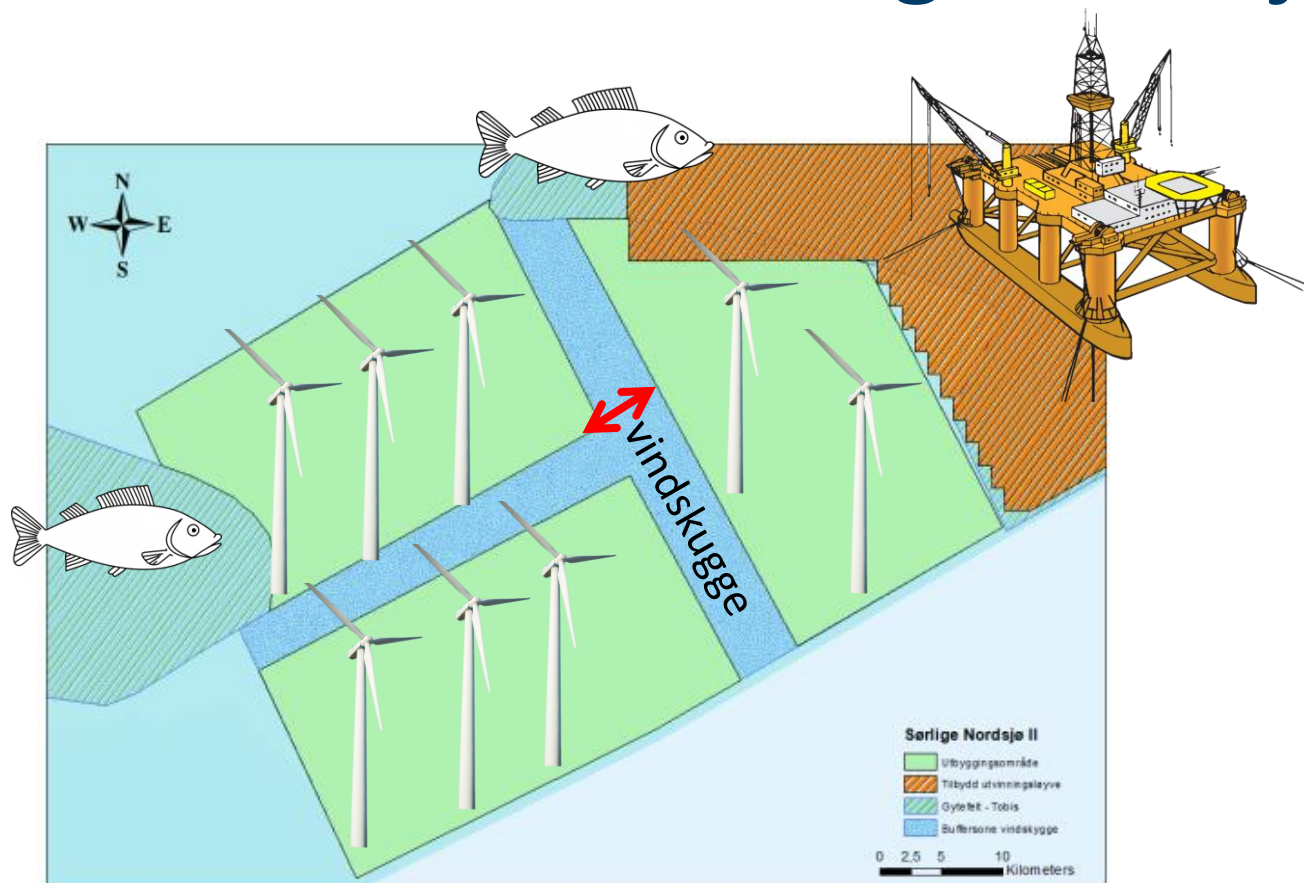
- Regjeringen har et mål om 30 GW innen 2040 – omlag 1500 vindturbiner til havs
- Målet er å åpne arealer på omlag 5-6 ganger Sørlike Nordsjø II

<https://www.regjeringen.no/no/aktuelt/storstilt-satsing-pa-havvind/id2900436/>



SINTEF

Arealer Sørilige Nordsjø II



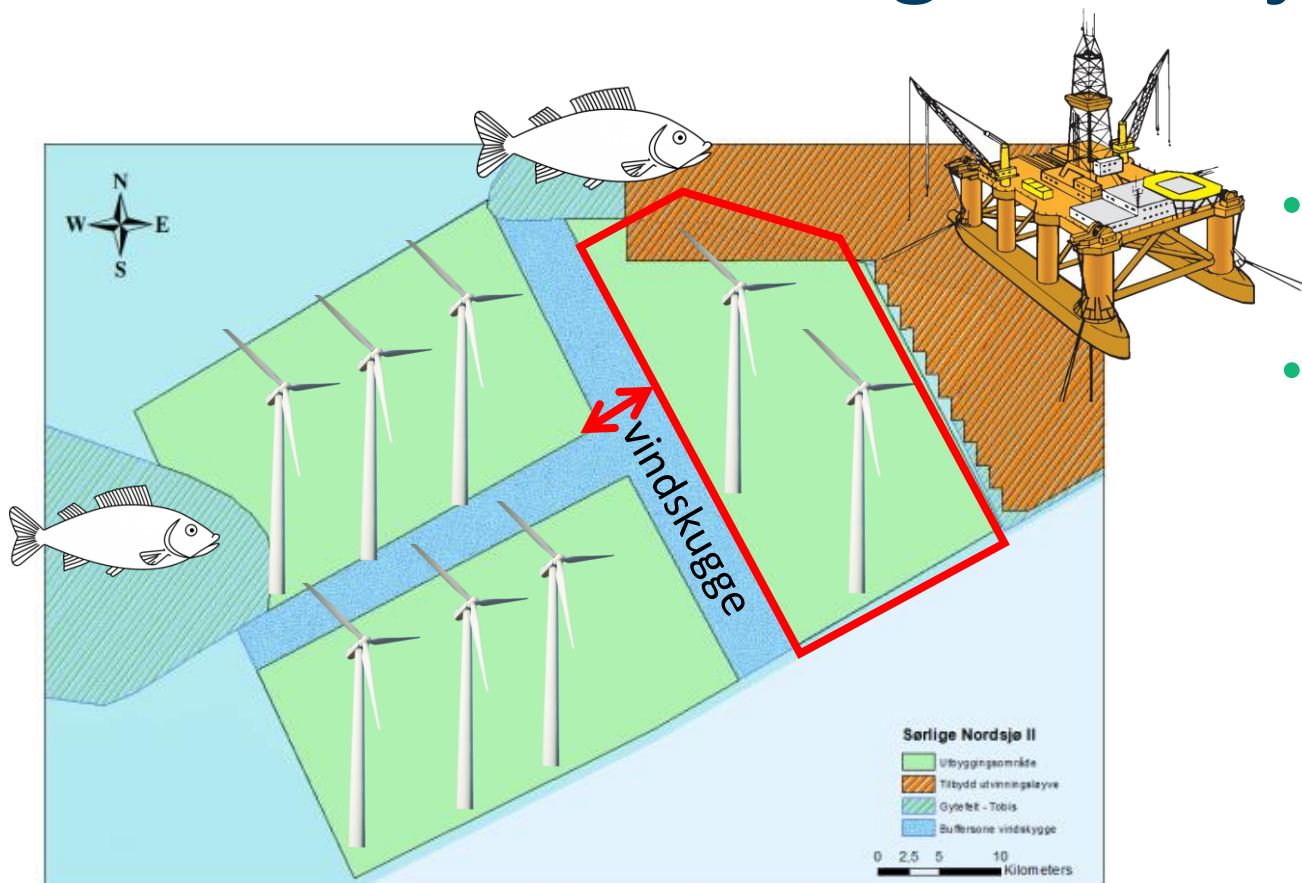
Kart over utlysingsområdet på Sørilige Nordsjø II. (høringsnotat – inndeling av dei opna områda i mindre utlysingsområde

https://www.regjeringen.no/contentassets/6f7a46a7244d4f4cb5b27adc1e759b53/hoyringsnotat_inndeling-av-dei-opna-omrada-i-mindre-utlysingsomrade.pdf)



SINTEF

Arealer Sørilige Nordsjø II



- I høringsnotatet er området for første fase på 605 km².¹
- 50% av arealet utnyttes med en arealeffektivitet på 5 MW/km²

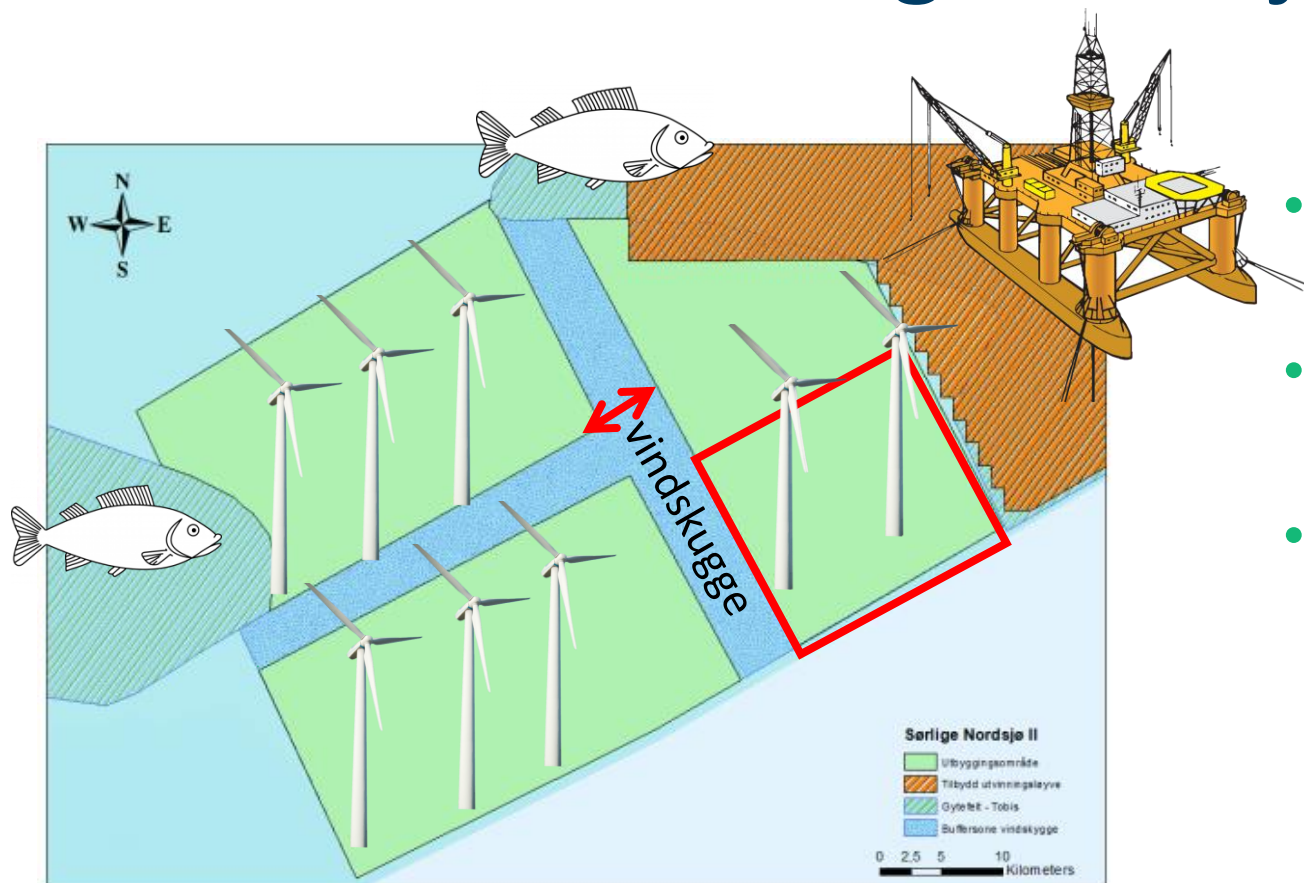
Kart over utlysingsområdet på Sørilige Nordsjø II. (høringsnotat – inndeling av dei opna områda i mindre utlysingsområde https://www.regjeringen.no/contentassets/6f7a46a7244d4f4cb5b27adc1e759b53/hoyringsnotat_inndeling-av-dei-opna-omrada-i-mindre-utlysingsomrade.pdf)

1. <https://www.regjeringen.no/contentassets/c28fb5b140f94abba054a418464927ec/horingsnotat-sorlige-nordsjo-ii.pdf>



SINTEF

Arealer Sørilige Nordsjø II



- I høringsnotatet er området for første fase på 605 km².¹
- 50% av arealet utnyttes med en arealeffektivitet på **5 MW/km²**
- Hva er det som er viktig for arealtetthet?
Hva er arealtetthet på dagens parker?

Kart over utlysningssområdet på Sørilige Nordsjø II. (høringsnotat – inndeling av dei opna områda i mindre utlysningssområde https://www.regjeringen.no/contentassets/6f7a46a7244d4f4cb5b27adc1e759b53/hoyringsnotat_inndeling-av-dei-opna-omrada-i-mindre-utlysingsomrade.pdf)

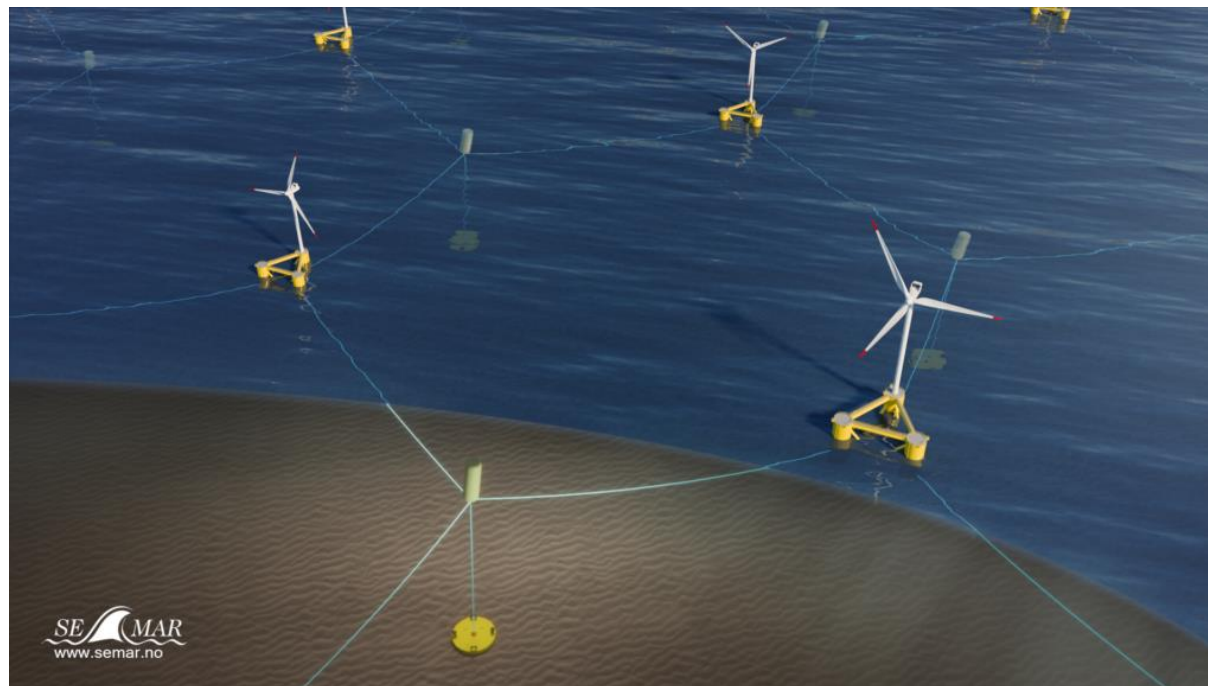
1. <https://www.regjeringen.no/contentassets/c28fb5b140f94abba054a418464927ec/hoyringsnotat-sorlige-nordsjo-ii.pdf> Teknologi for et bedre samfunn



SINTEF

Kva faktorer spelar inn?

- Hastigheten og retningen på vinden
- Vake effekter
 - En reduksjon i vindhastighet som er variabel med avstanden mellom vindturbiner
- Ankerlinjer (kun for flytere)
 - Avhengig av typen, men kan gjøre fotavtrykket litt større enn for landbaserte
- Vedlikehold og reparasjoner
- Kabler
 - Kabler er dyrt, ønsker å minimalisere lengden

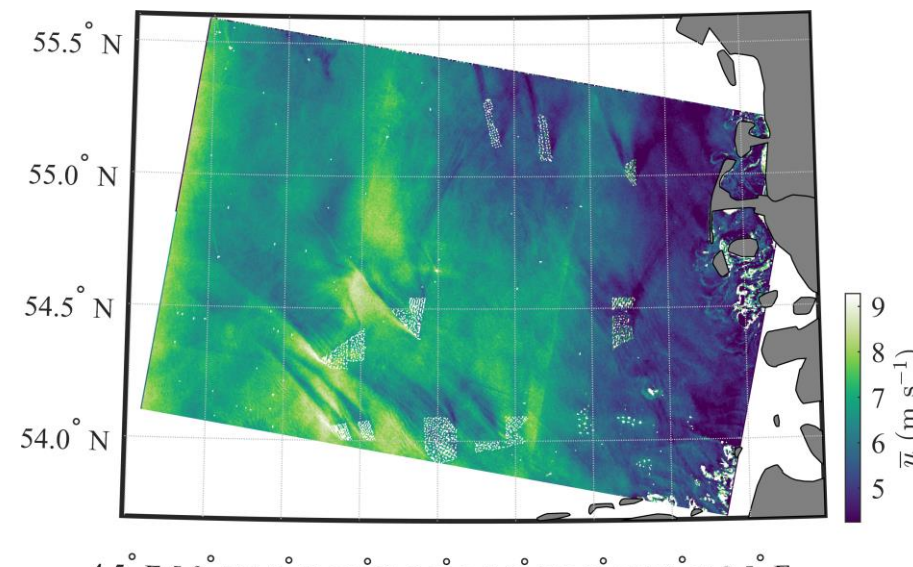


Hva er en vake?

- Vake er når vindhastigheten reduseres bak vindturbinen
- Hastighet på vaken er avhengig av både vinden og vindturbinen



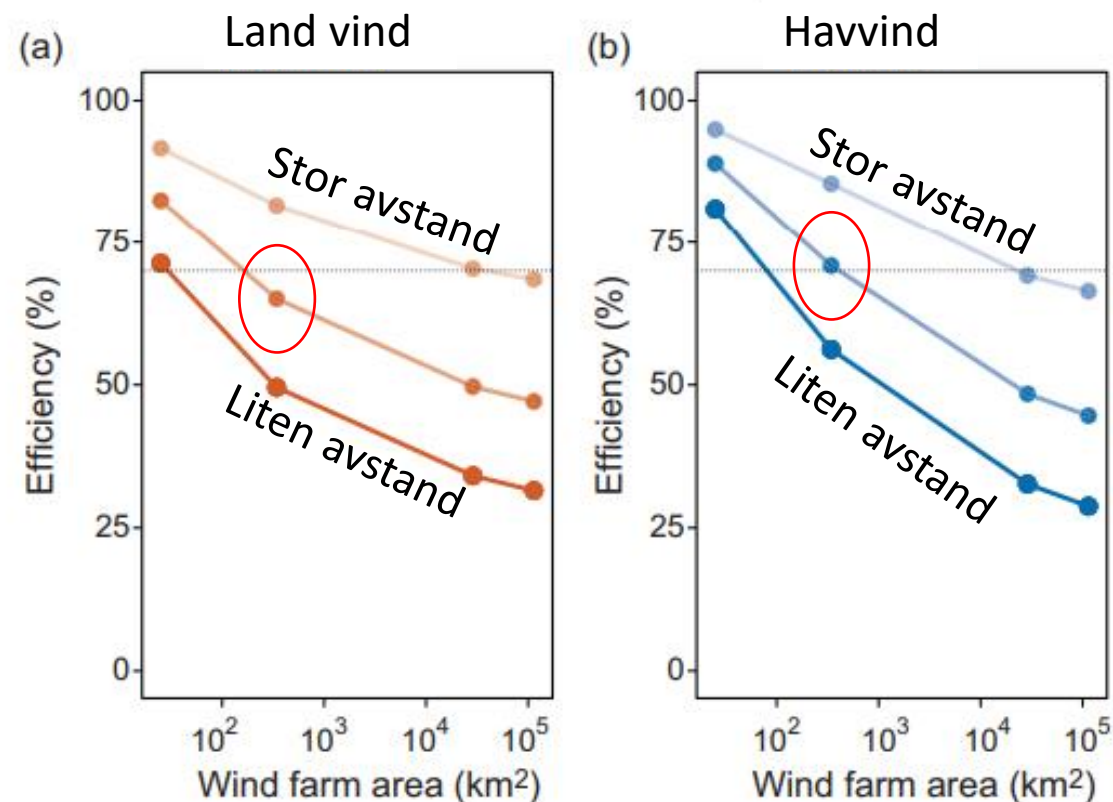
Vattenfall sin Horns Rev vindpark (<https://www.rechargenews.com/wind/will-wind-wake-slow-industrys-ambitions-offshore-/2-1-699430>)



Vaker som strekker seg over flere kilometer. Observert med satellitt ved 10 m høyde (Finseraas, Eirik and Herrera Anchustegui, Ignacio and Cheynet, Etienne and Guillermo Gebhardt, Cristian and Reuder, Joachim, Gone with the Wind? Wind Farm-Induced Wakes and Regulatory Gaps (December 6, 2022))

Effekten av vake på produksjon

- Effektivitet er produksjonen med vake relativt til uten vaker, og den øker med økende avstand
- Arealet til første fase på Sørilige Nordsjø har et areal på 605 km², her er medium vindparken (I rødt) is 342 km².
- Store vindparker kan vere bedre offshore enn onshore på grunn av bedre vindforhold



Vindpark effektivitet som en funksjon av vindparkareal for liten avstand (5.25 D), normal avstand(7D) og stor avstand (10.5D) mellom turbiner



SINTEF

Arealbehov – 1500 MW

- Arealet på Sørilige Nordsjø 2 er 605 km² og skal ha en installert kapasitet på 1500 MW
- Her har vi antatt en turbinavstand på 7 diameter

Turbin	DTU 10 MW	IEA 10 MW	IEA 15 MW
Rotor diameter [m]	178	198	236
Turbin kapasitet [MW]	10	10	15
Antall turbiner	150	150	100
Arealtetthet: [MW/km ²]	7.56	6.11	6.56
Vindpark areal [km ²]	198	246	229
Relative til fase 1, Sørilige Nordsjø	33 %	41 %	38 %

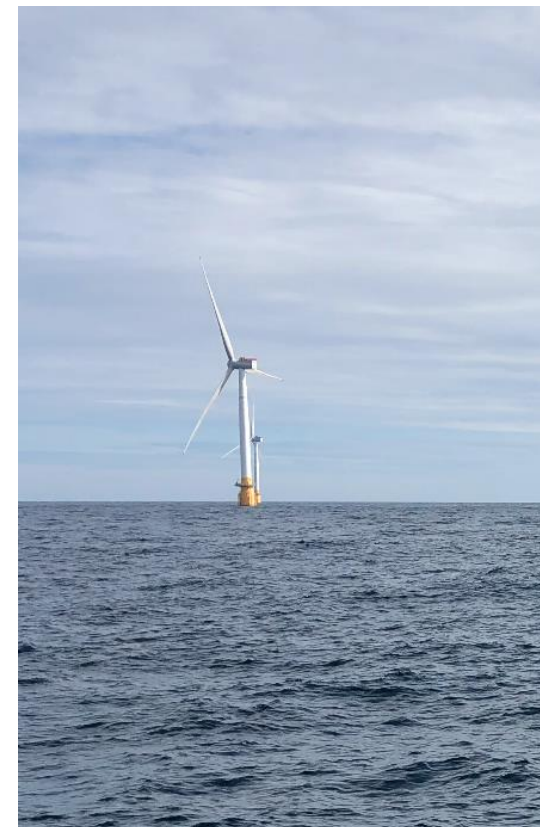
Arealet er beregnet ut fra kvadratisk plassering og utan optimalisering av vakeeffekter. Det er også ikke tatt hensyn til plassering av substasjoner. Arealet oppgitt er fra de to ytterste vindturbinene



SINTEF

Arealbehov – eksisterende vindparker

Park	London Array *	Dudgeon *	Hywind Scotland *
Turbinstørrelse	3.6 MW	6 MW	6 MW
Park areal	100 km ²	55 km ²	4 km ²
Park kapasitet	630 MW	402 MW	30 MW
Arealtetthet [MW/km ²]	6.3	7.3	7.5
<i>Tilsvarende for Sørlige Nordsjø, Fase 1</i>			
Parkareal	238	205	200
Relative til fase 1, Sørlige Nordsjø	39 %	34 %	33%



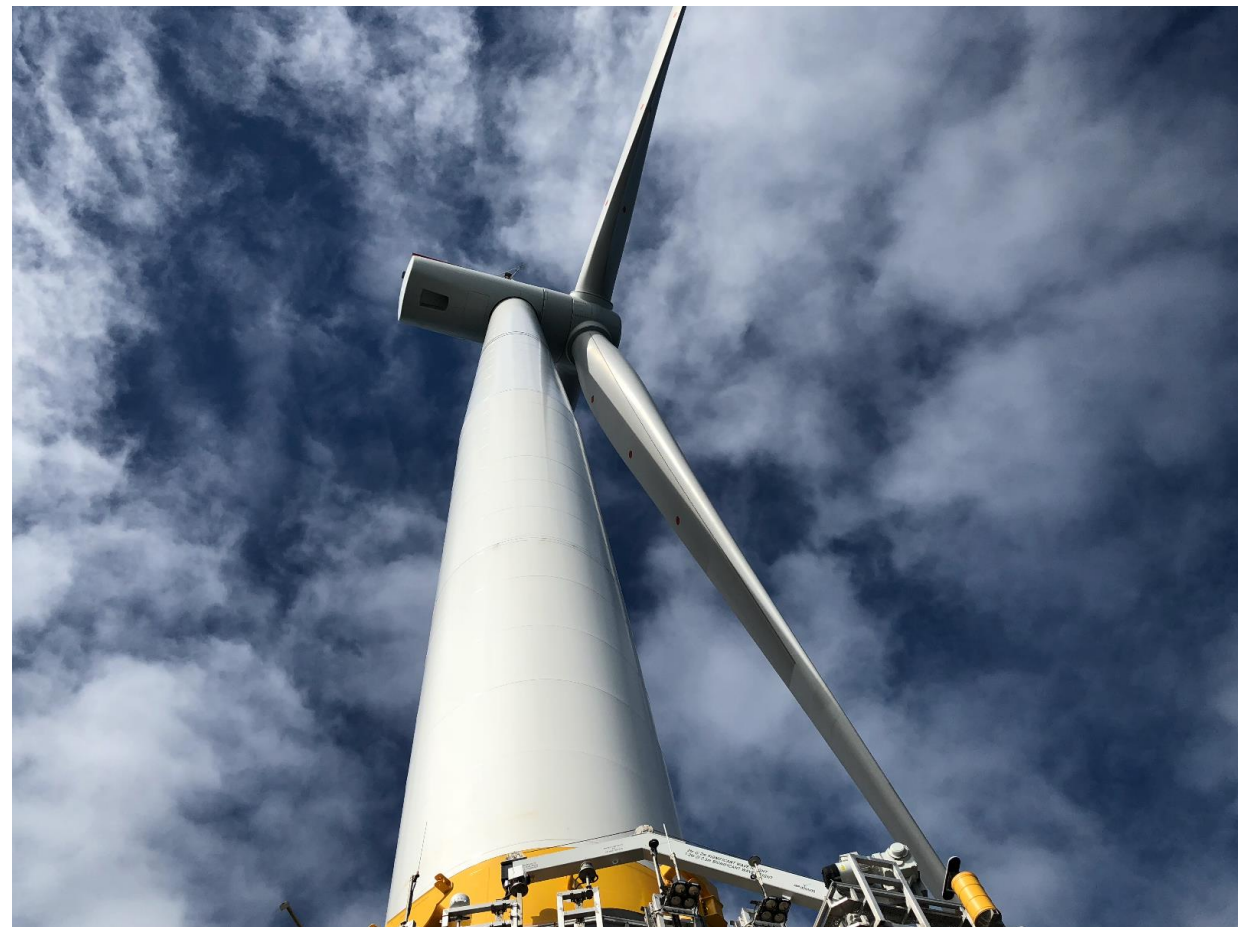
* Fra mai 2021-mai 2022 (fra <https://energynumbers.info/uk-offshore-wind-capacity-factors>)



SINTEF

Nye teknologier kan endre arealeffektiviteten

- Kontrollsystem som kan kontrollere vaken kan øke produksjonen
- Bedre simuleringer og økt kompetanse kan forbedre park design for å minimalisere vaken
- Enda større vindturbiner





SINTEF

Teknologi for et bedre samfunn