

Effekter for sjømatnæringen ved havvindutbygging

Fisk- og Havvind, 22 april One Ocean Week 2026



Nesejenta på fiske ved Hywind Tampen 2023. Foto: Anne Christine Palm

2024-2026

Målsetting

Fremskaffe kunnskap om hvilke konsekvenser og effekter utbygging av havvind vil ha for sjømatnæringen.

1. Hvilke konsekvenser havvind sine fremtidige beslag av havareal vil ha for sjømatnæringen



- Hvordan vil kraftproduksjonen per areal, og dermed også arealet fiskeriene kan bli fortrent fra?



- Hvordan vil havvindanlegg kunne påvirke overflatevind, oppvelling, primærproduksjon?

- Finnes det muligheter for synergier med sjømatnæringen?

2. Hvilke effekter av havvindanlegg på utøvelsen av fiske



- Hva er erfaringene med fiske inne i, og i nærheten av, havvindanlegg?



- Hvordan kan man sikre at havvindinstallasjoner kan bli til minst mulig hinder for fiskeri?

Kraftproduksjon per areal

Kraftproduksjonen per areal minker med størrelsen på anleggene - dermed vil også arealet fiskeriene bli fortrent fra, øke med økende størrelse på anleggene.



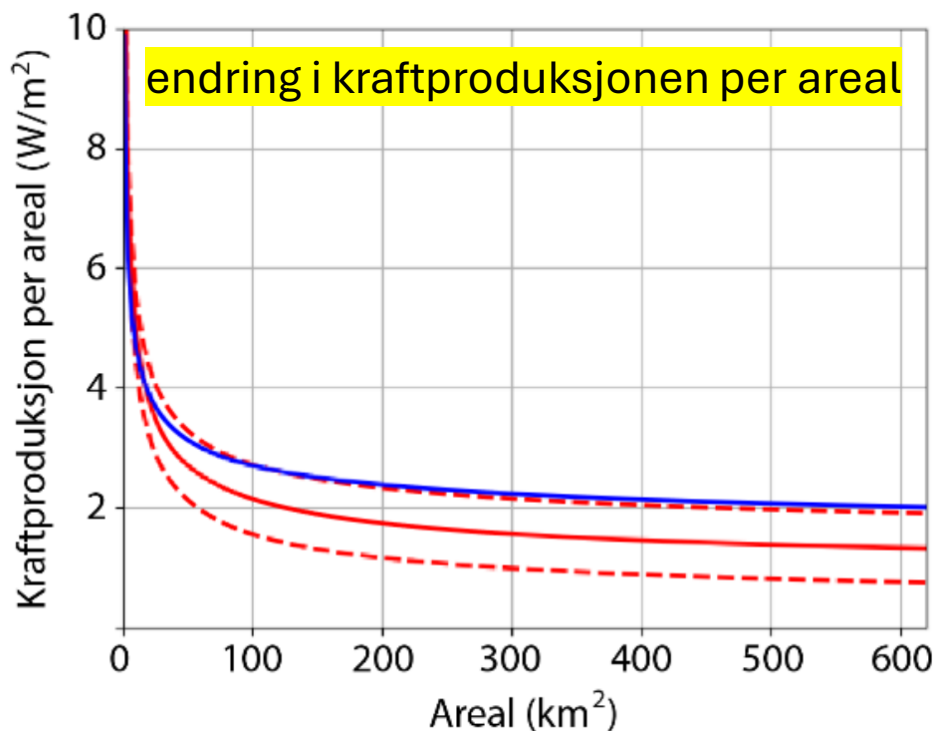
Ole Anders Nøst
Oseanograf



Mostafa Bakhoday Paskyabi
Geofysisk institutt

www.nature.com/scientificreports

scientific reports



$\propto 1.35 \text{ W/m}^2$
 $\propto 0.78 \text{ W/m}^2$

Nøst har funnet sammenhengen mellom kraftproduksjon og areal ut ifra teori tilpasset produksjons-data fra Nordsjøen (heltrukket rød linje)

Nøst og Bakhoday-Paskyabi har funnet denne sammenhengen ut ifra modelleksperimenter (heltrukket blå linje).

PLOS ONE

RESEARCH ARTICLE
Power production and area usage of offshore wind and the relationship with available energy in the atmosphere

Ole Anders Nøst^{1*}
Oceano AS, Krambugata 2, Trondheim, Norway
*ole.anders.nost@oceano.no

Abstract
This paper presents an analysis of the area dependency of power and capacity density of wind farms, based on derivations of the available energy in the atmosphere and data on the power production of existing wind farms in the North Sea. The amount of available energy is determined by the mechanical energy budget of the atmospheric boundary layer and is found to be a function of C/A , where C is the circumference and A is the area of the wind farm. The actual power production of 31 wind farms is analyzed, and the power production in 23 of the largest wind farms follows the same functional form as the available energy, indicating that the power production in these wind farms is limited by the available energy. The power density in the North Sea, as a function of the area usage, is found by fitting the actual power density of existing wind farms to the expression for available energy in the atmospheric boundary layer. Wind farms below 10 km^2 can produce more than 6 Wm^{-2} , but the power density rapidly decreases with area. Wind farms with an area of about 1000 km^2 will produce $\sim 1 \text{ Wm}^{-2}$, and power densities will asymptotically approach a value of $0.78 \pm 0.58 \text{ Wm}^{-2}$ for increasing wind farm area. Since atmospheric energy input is the limiting factor for power production, an atmospheric energy budget is vital for a reliable estimate of offshore wind power potential.

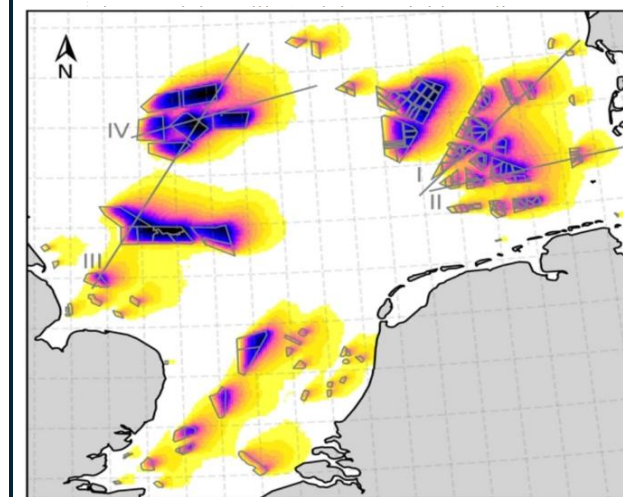
OPEN ACCESS
Citation: Nøst O A. (2025) Power production and area usage of offshore wind and the relationship with available energy in the atmosphere. PLOS ONE 20(5): e021528. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0215288>
Editor: Mohamed Abou Houran, X'an Jiaotong University, CHINA
Received: July 27, 2024
Accepted: March 07, 2025
Published: May 2, 2025
Peer Review History: PLOS recognizes the benefits of transparency in the peer review process; therefore, we enable the publication of all of the content of peer review and author responses alongside final, published articles. The editorial history of this article is available here: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0215288>
Copyright: © 2025 Ole Anders Nøst. This is an open access article distributed under the terms of the [Creative Commons Attribution License](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/), which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.
Data availability statement: The installed capacity, area and capacity factors for all wind farms are given in the Supporting Information files. Half-hourly power production for all wind farms in the study can be downloaded from <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0215288>

Introduction
In replacement of fossil fuels, wind energy is thought to be a main source of clean energy, providing up to half of global electricity needs [1]. In the Ostend declaration, the energy ministers of nine European countries have agreed on a large scale-up of offshore wind in the North Sea. The goal is to install 120 GW by 2030 and 300 GW by 2050. Today's offshore wind capacity in the North Sea is 35 GW according to Wind Europe [2]. Such a large increase in installed offshore wind capacity will have consequences for the environment, the area of power production, and the regulations of offshore wind development. A central topic is wind wakes created by offshore wind farms. Wind farms extract kinetic energy from the wind, resulting in a reduced wind speed inside the wind farm and in its wake. Wind farm wakes can be seen and analyzed from satellites. Djath et al. [3] analyzed SAR images and found that the wakes could reach more than 70 km

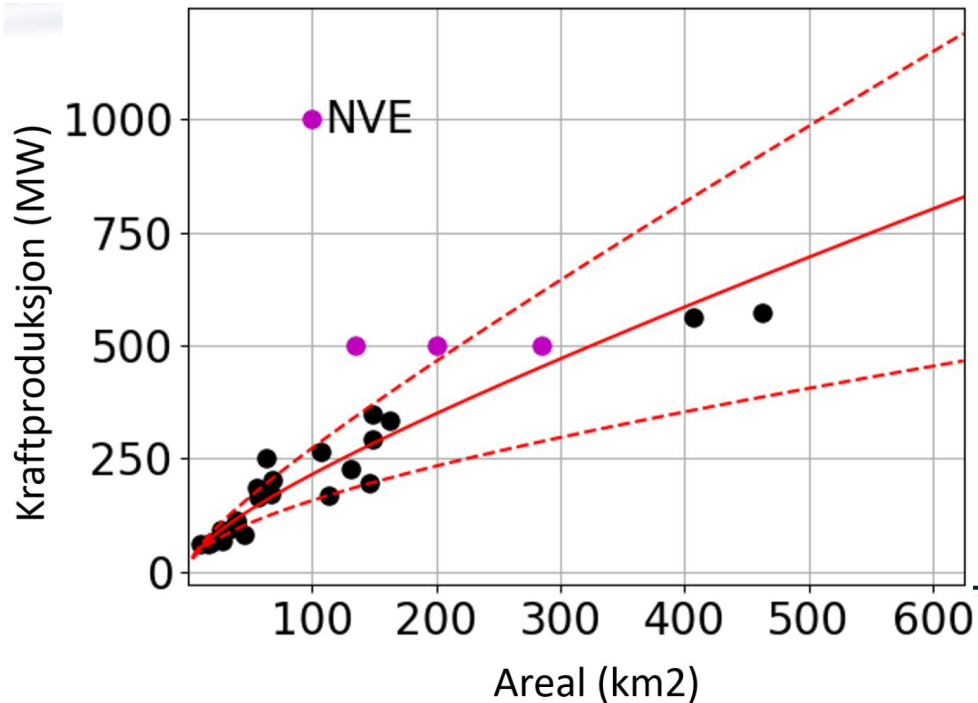
PLOS ONE | <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0215288> May 2, 2025

OPEN Accelerating deployment of offshore wind energy alter wind climate and reduce future power generation potentials

Naveed Akhtar^{1,2}, Beate Geyer, Burkhardt Rockel, Philipp S. Sommer & Corinna Schrum



Wind speed $WS \text{ (ms}^{-1}\text{)}$ (Akhtar et al. 2021)



Lilla prikkene viser NVE's estimater for kraftproduksjon med installasjon av 1 GW med kapasitetstetthet 3.5, 5.0 og 7.5 W/m²

- 1 GW er installert med tetthet på 3.5, 5.0 og 7.5 W/m², som gir arealer på 285, 200 og 135 km²
- Vi har antatt en kapasitetsfaktor på 50%, dvs 1 GW tilsvarer en produksjon på 500 MW.

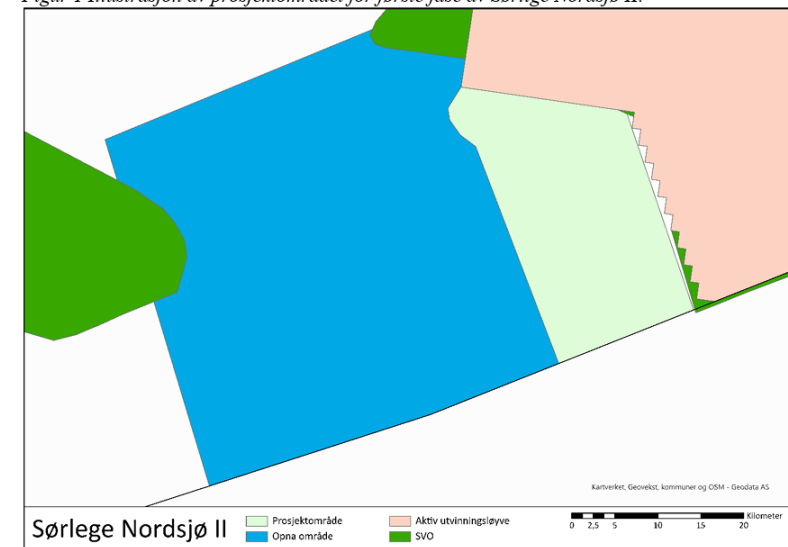
17. oktober 2023



Utllysning av konkurranse om et prosjektområde i Sørlege Nordsjø II til fornybar energiproduksjon til havs



Figur 1 Illustrasjon av prosjektområdet for første fase av Sørlege Nordsjø II.



- III. Installert effekt i prosjektområdet skal være minimum 1 400 MW og maksimalt 1 500 MW.
- IV. Kapasitetstettheten for utbyggingen i prosjektområdet skal være minst 3,5 MW/km².
- V. Departementet forbeholder seg retten til på ethvert tidspunkt å justere prosjektområdet innenfor det arealet som er åpnet dersom det er nødvendig for å utvikle prosjektet eller av hensyn til andre berørte interesser. En eventuell justering etter tildeling av



Konklusjon - Kraftproduksjon per areal

Kraftproduksjon i et vindkraftanlegg er en funksjon av omkrets delt på areal av vindkraftverket. Arealeffektiviteten til et vindkraftverk vil reduseres med økende størrelse.

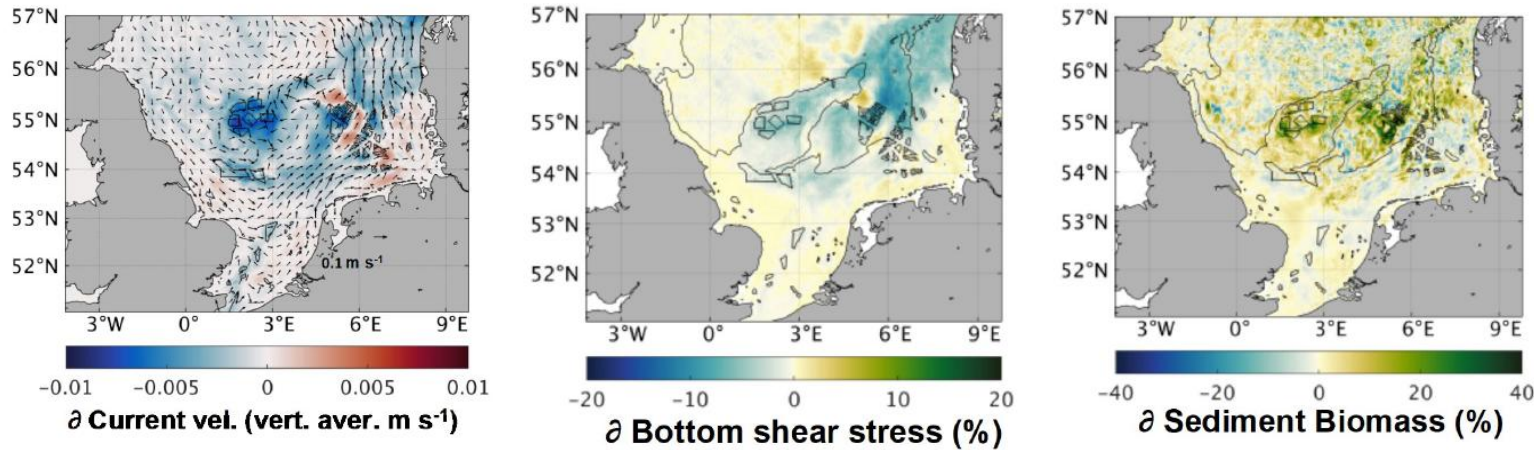
Kraftproduksjon per areal vil gå mot en $0.78 - 0.58 \text{ W/m}^2$ med økende areal – basert på kraftproduksjons-data fra Nordsjøen.

NVE's forslag på 3.5 MW/km^2 er kun realistisk for kraftverk **med størrelse på $\leq 1 \text{ GW}$** . For store kraftverk vil installert kapasitet per areal bli enda mindre.



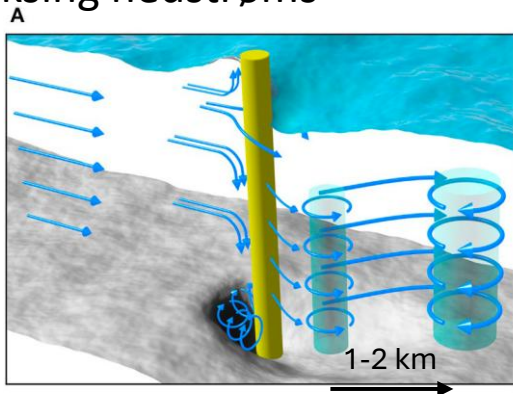
Fjerning av vind – effekt på havsirkulasjon og primærproduksjon

Minsker Strømhastigheten, - Bunnoppvirvling -> mer Lagdelt og økt Sedimentering

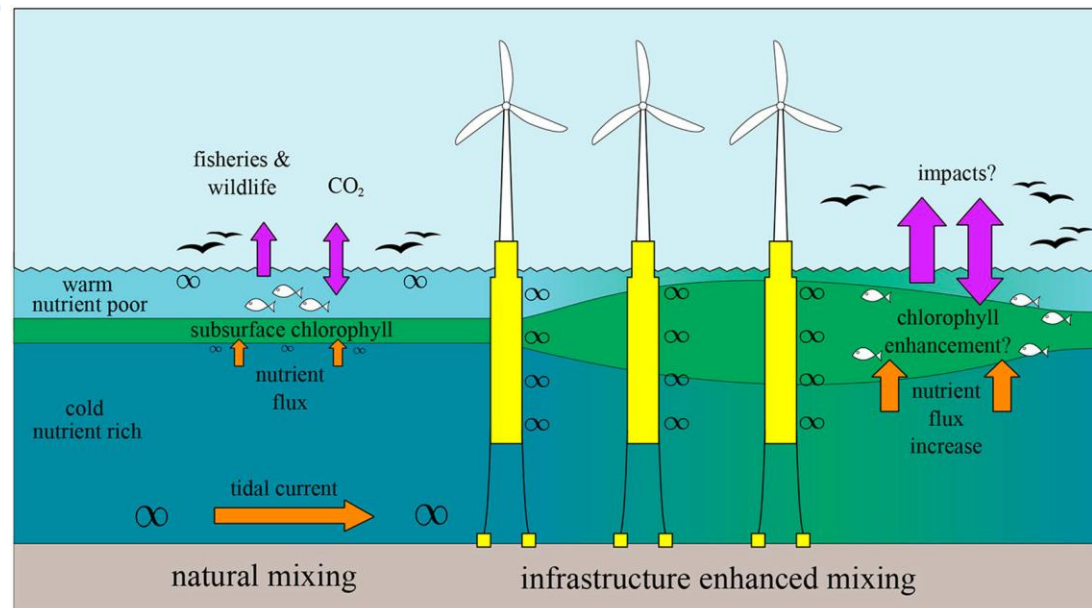


(Daewel et al. 2022; Greenwood et al. 2010)

Strukturens «drag» fører til
Økt miksing nedstrøms



(Dorrell et al 2022)



Angelika Renner



Jon Albrektsen




Anne D. sandvik

Oseanografi og klima

Lagdelt vannsøyle -
Økt sedimentering
– lavere produksjon

Økt primær produksjon
Virvler opp næringsalter

Current knowledge and key gaps in understanding of offshore wind farm impacts on the physical marine environment

Angelika H. H. Renner 

Institute of Marine Research, Fram Centre, 9296 Tromsø, Norway

*Corresponding author. Institute of Marine Research, Fram Centre, 9296 Tromsø, Norway. E-mail: angelika.renner@hi.no

Abstract

Offshore wind energy production is on the rise globally, projected to occupy significant areas in shallow shelf seas and moving into deeper waters as floating turbine technology is becoming more mature. However, knowledge about the potential impact of wind farms on the physical oceanography and lower trophic organisms is still severely limited. In this review, we assess the current state of knowledge on the effects and impacts of offshore wind farms on regional and local hydrography and circulation, nutrient distribution, phytoplankton and primary production, and sediment load in the water column during the operational phase of the wind farms and identify critical knowledge gaps. The body of literature on the topic has grown rapidly over the last years, but most studies focus on wind farms in relatively shallow (<60 m water depth) and mainly unstratified or seasonally stratified shelf seas, predominantly on the northern European shelf and around China. *In situ* observations are scarce, leading to heavy reliance on numerical models. As floating wind farms have become operational only very recently, few studies focus directly on their specific impacts. There is general understanding of local impacts on ocean physics, e.g. on turbulence, mixing and stratification due to flow past turbine foundations, or the potential of wind wake impacts on surface currents, up- and downwelling. Consequences for phytoplankton and primary production are much less clear and both physical and biogeochemical impacts on regional scales remain uncertain. There is a critical need for observational data for validation and targeted impact studies. Particularly characteristics and temporal and spatial scales of circulation and hydrographic changes and their effects and impacts on primary producers, vertical flux, and pelagic-benthic coupling are little understood especially in stratified and deep shelf regions. Given the rapidly accelerating growth of the offshore wind farm industry and expansion into deeper seas using floating technology, addressing these knowledge gaps is crucial for reliable environmental impact assessments and sustainable development of this still relatively new energy sector.

Downloaded from <https://academic.oup.com/icesjms/article/82/12/fsaf235/6949999>



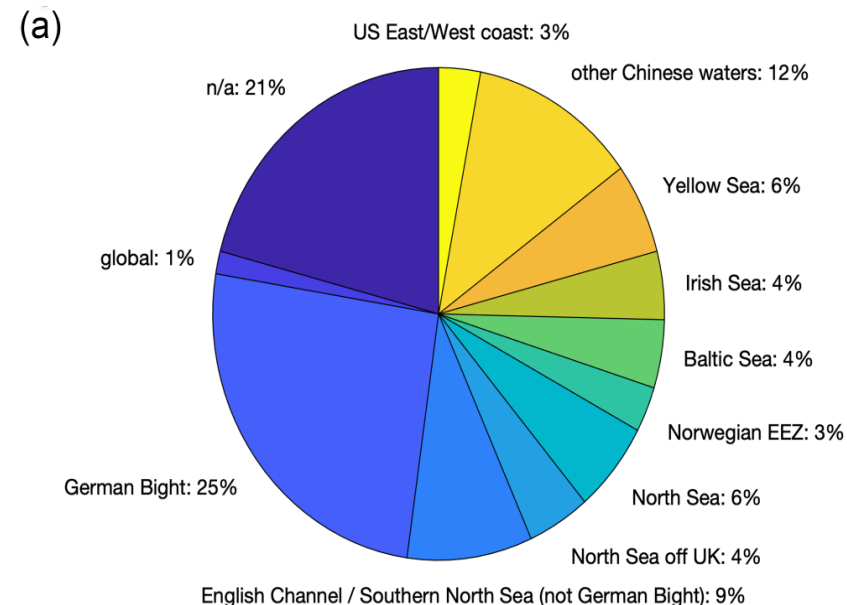
Angelika Renner

Review av dagens kunnskap

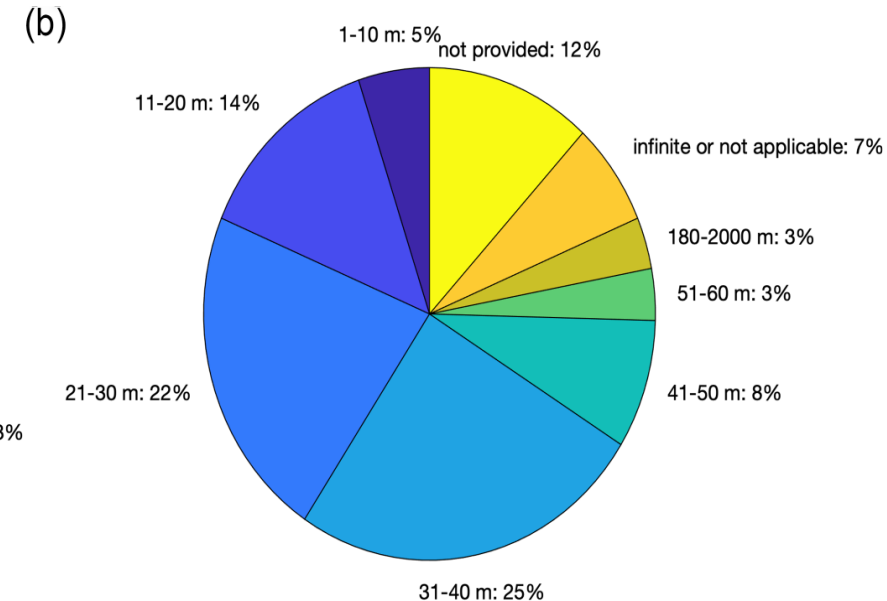
- **Vi trenger mer observasjonsdata for å teste modellene. Dagens kunnskap er i all hovedsak basert på modell studier.**
- **Vi trenger observasjonsdata fra dype farvann**
Det som finnes av observasjonsstudier er alle fra **grunne områder.**
- **Kunnskapen er særlig mangelfull for lagdelte og dype sokkelområder** – (de fleste havvind områdene i Norge)



Fordeling region



Fordeling dyp



Hvordan havvindanlegg påvirker plankton i nordlige Nordsjøen

Pågående arbeid av: Solfrid Sætre Hjøllo (HI), Morten D Skogen (HI), Jon Albretsen (HI), Henning Wehde (HI), Kai H. Christensen (Met)

Plassert turbiner/OWF i atmosfærisk modell (AROME-modellen, met.no)



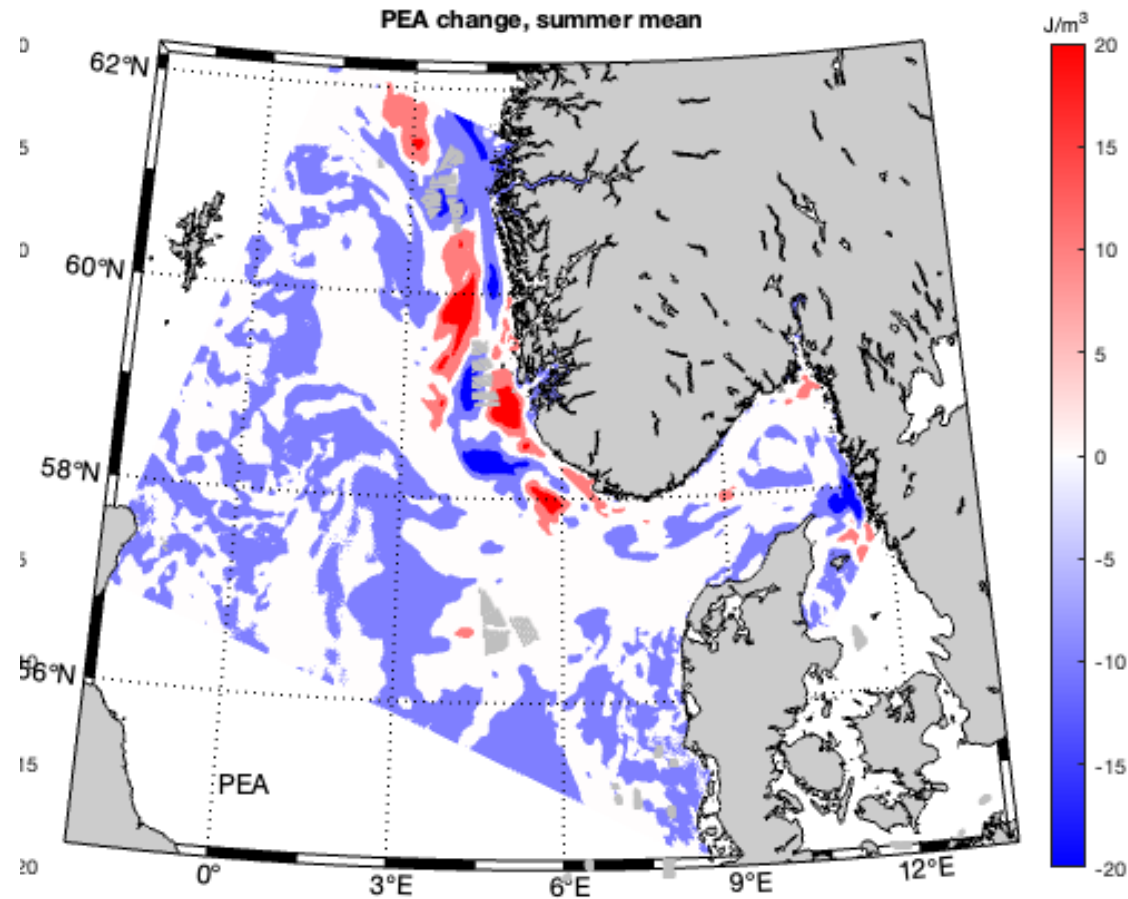
Referanse:

Totalt er effekten omtrent **70 GW** i referansen (nåværende havvindanlegg).

Simuleringen:

Er det **lagt til 28 GW** (Norske planlagte havvindanlegg).

Avvik i potensiell energi



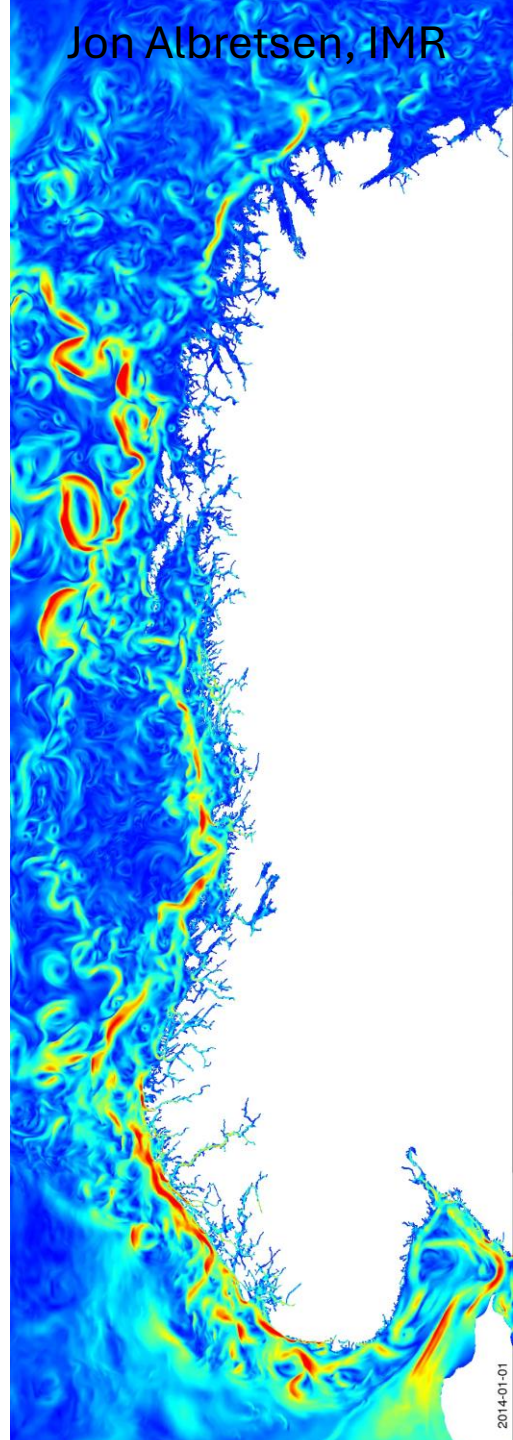
- Positive verdier (rødt) indikerer økt lagdeling /stabilitet
- Negative verdier (blått) indikerer redusert lagdeling / vertikal blanding.

PEA: anomali i potensiell energi (PEA)
– et mål på vannkolonnens vertikale lagdeling og hvor mye energi (vind, bølger, omrøring) som kreves for å blande den fullstendig.

Foreløpig konklusjon

- **Vi ser effekter av vindparkene i havets lagdeling**
 - Men det er **store naturlige variasjoner** (video til venstre)
- Vi vet ikke ennå hvor mye den **biologisk produksjon** blir **påvirket**
- Vi har heller **ingen referansenivå** eller **tiltaksgrensener** for biologisk produksjon å måle utslagene mot

Naturlig variasjon overflate strøm ->



Hva er erfaringene med fiske inne i, og i nærheten av, havvindanlegg?



Kate McQueen



Maria Tenningen



Per Finne
Fiskeridir.



Nils-Roar Hareide
Fiskeribiolog og Fisker

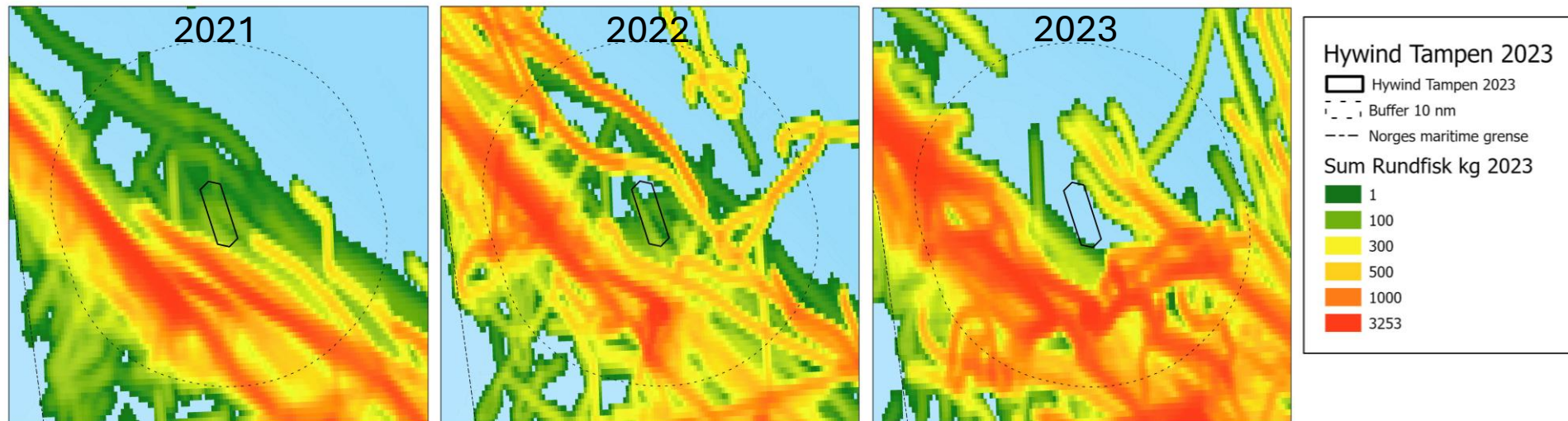
Erfaring med fiske:

Subjektiv: Intervjue med fiskere og havvindutbyggere i Norge, Skottland og Irland.

Effekten på fiskeriene:

Objektiv: Sammenligne fiskeridata (**aktivitets- og fangstdata**) fra før og etter oppføring av havvindsanlegg. Hywind Tampen «*case study*»

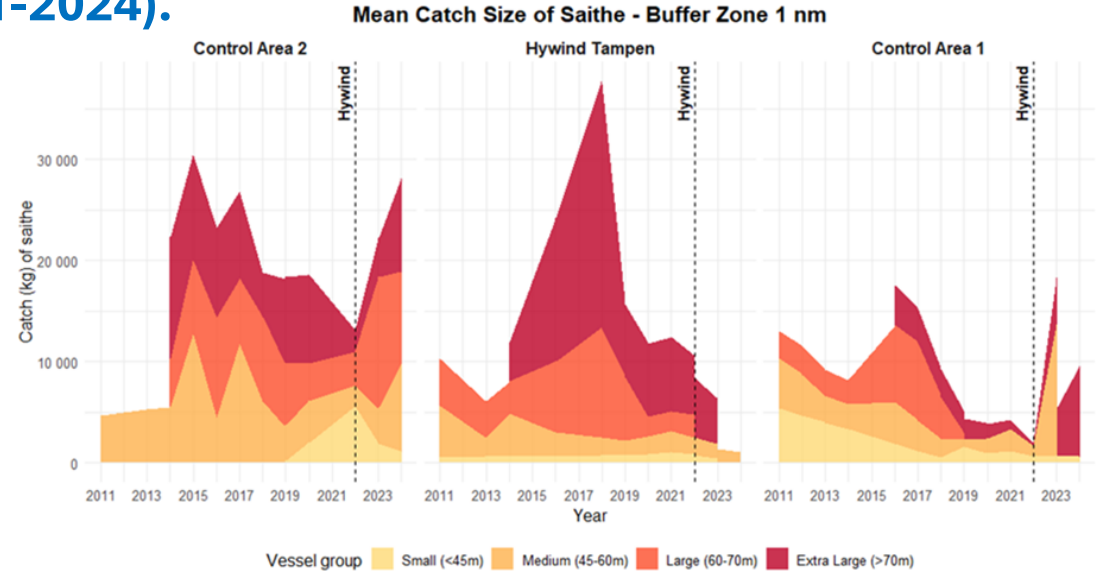
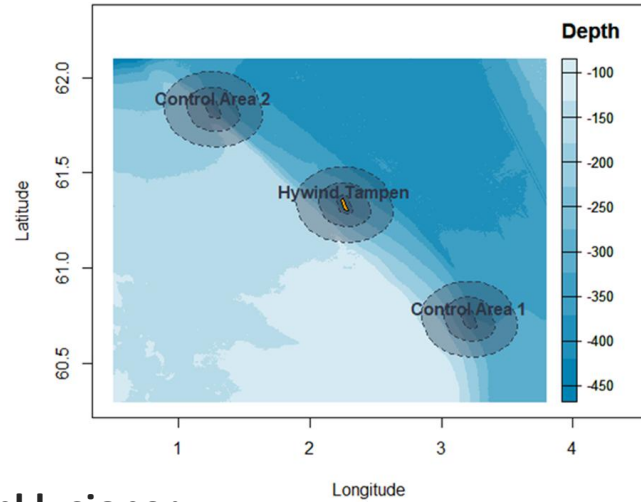
Fangster før under og etter utbygging av Hywind Tampen - fanget rund fisk kg ut fra VMS / fangstdata





Mathea Aakerøy Jordbru
MSc student NTNU

Sammenligne fiskeridata (aktivitets- og fangstdata) fra før og etter oppføring av havvindsanlegget Hywind Tampen (2011-2024).

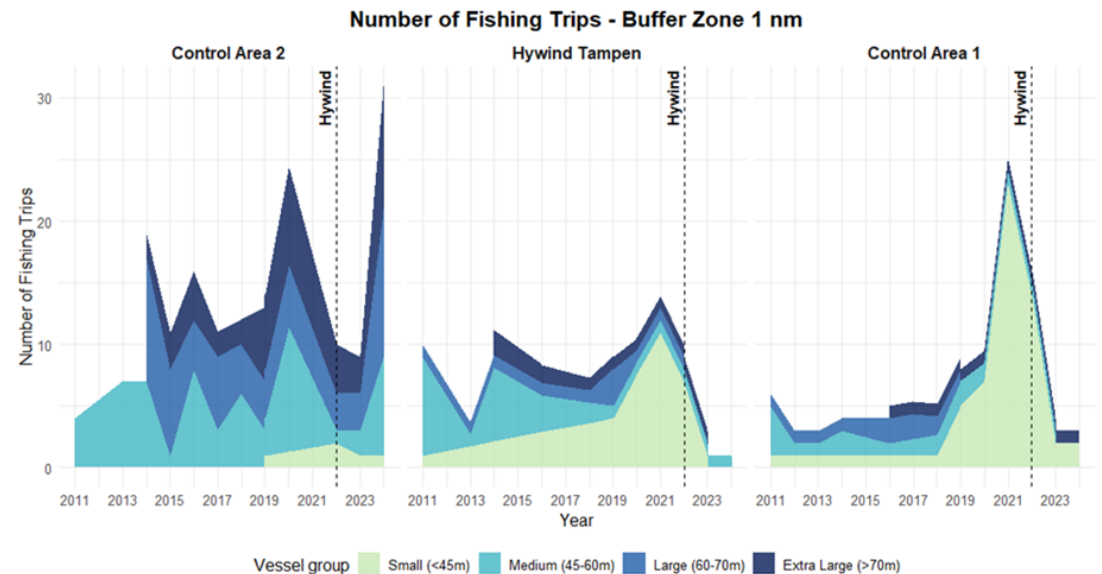


Vanskelig å trekke sikre konklusjoner

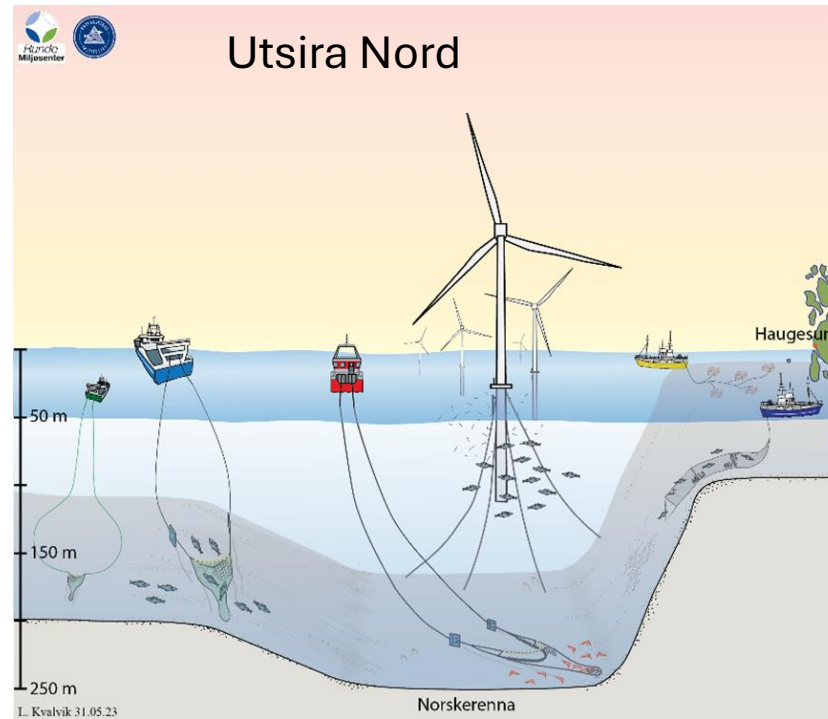
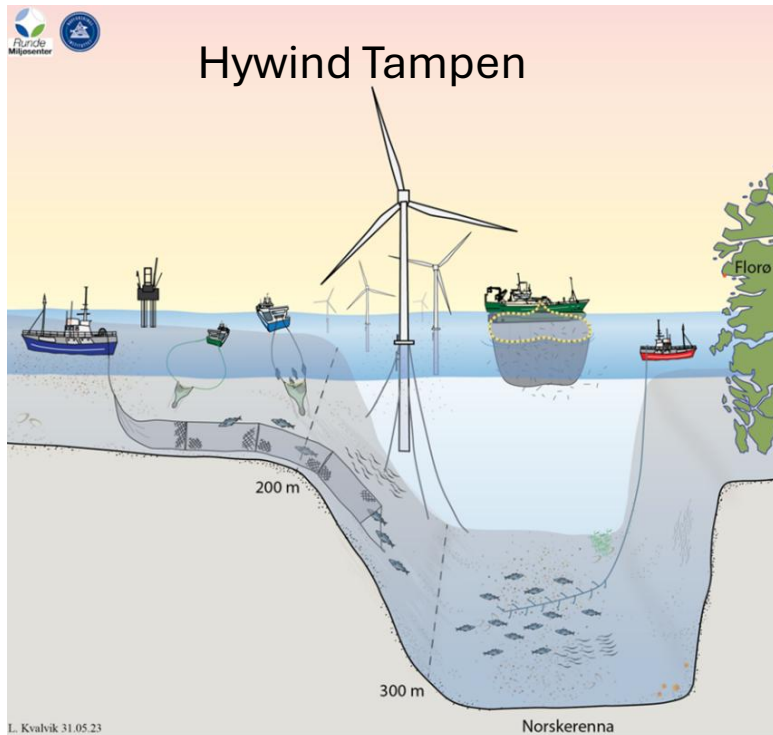
Pga:

1. Store årlige variasjoner i aktivitet og fangst
2. Naturlige svingninger i fiskebestander og miljøforhold
3. Kvoter og område-regulering, gjør det utfordrende å skille effekten av vindparken fra andre forhold.

Vi behøver **Mangeårig datainnsamling** for å kunne vurdere endringer i fiskeridynamikk.



Intervju med Fiskere



Fiskeri	Redskap	Målart	Område	Lengde (m)	Antal
Havfiske med garn	Garn	Sei	HYT, SN II	27 - 56	8
Havfiske med trål	Bunntrål	Sei	HYT	35 - 76	6
Reketrål	Bunntrål	Reker	UTS	15 - 36	2
Trålfiske etter tobis	Bunntrål	tobis	SN II	69 - 78	2
Pelagisk fiske	Trål og ringnot	Sild og makrell	HYT, SN II, UTS	67 - 78	2
Havfiske med line	Line	Lange	HYT	39 - 58	2
Bunnfiske med snurrevad	Snurrevad	Torsk sei hyse og lysing	HYT, SN II	35 - 58	2
Total					24

HYT: Hywind Tampen, SN II: Sørlig Nordsjø II, UTS: Utsira Nord





Fiskerne er bekymret for

Nils-Roar Hareide
Fiskeribiolog og Fisker

- tap av areal - reelt areal større en vindparken, viktig å lytte til fiskerne!!
- mangler alternative områder – klimaavtrykk og miljøkostnad

ved å ta i bruk alternative fiskeområder

- effekt av støy – Vi mangler studier på effekt av støy fra havvindsanlegg.

Vet at kontinuerlig lavfrekvent lyd kan ha negativ effekt på fisks atferd, vekst og reproduksjon.

- effekt på vandringsruter og gyting – Vi mangler felt

observasjoner fra områder med havvindsanlegg. Men eksperimentelle studier tyder på at torskelarver svømmer mot lavfrekvent lyd og at hyselarver endrer svømmeretning når de eksponeres for elektromagnetisme.

Her trengs det oppfølgings studier med observasjoner i felt / i havvindpark.

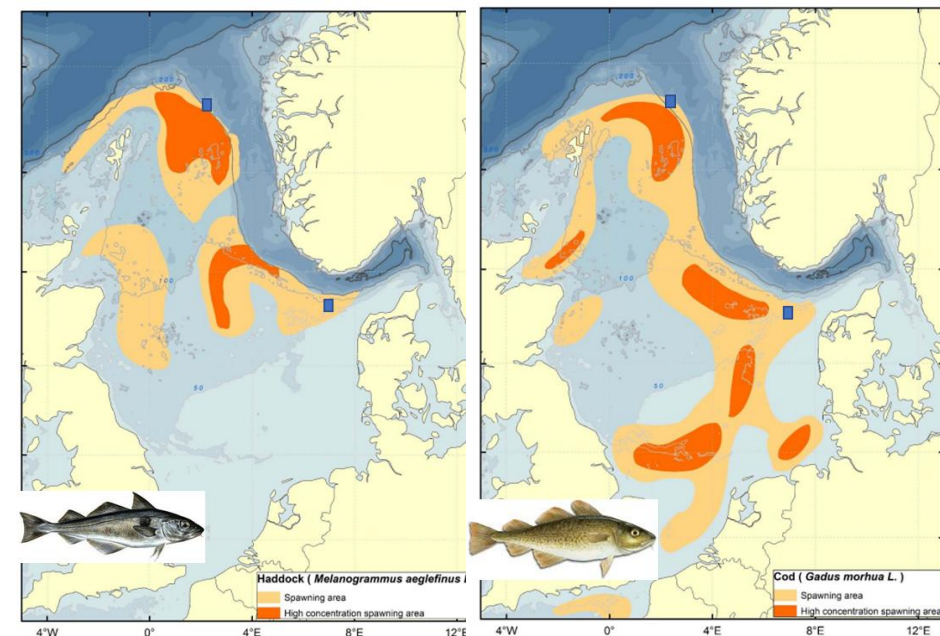
- mangler kunnskap om effekt på fiskeressursen

- og økosystemet – Per i dag finnes det, hva vi vet, ikke langtidsstudier hvor en har sett på

eventuelle endringer i både fiskeressursen og økosystemet før, under og etter utbygging av havvind.

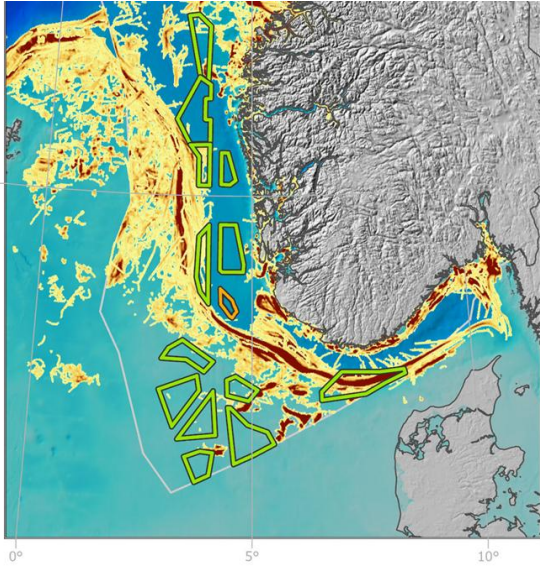


Torskelarve *Gadus morhua*

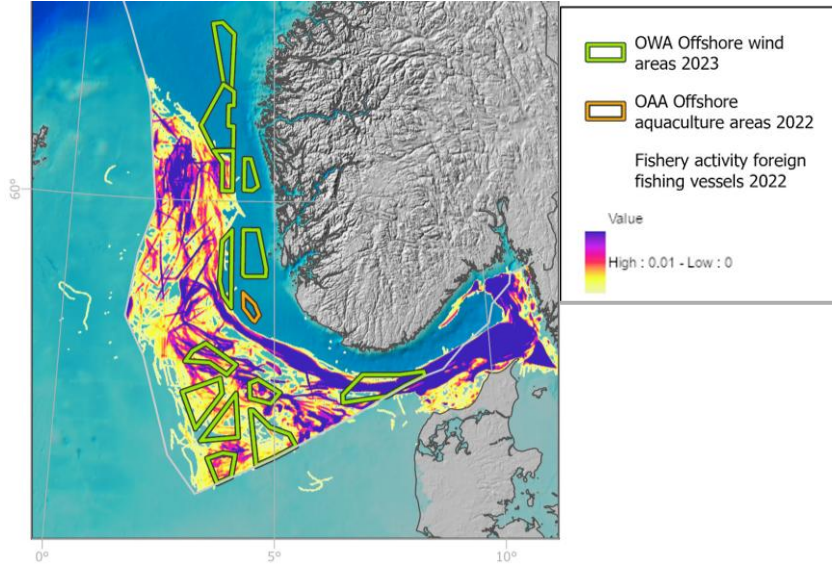


totalt tap av areal - og mangler alternative områder

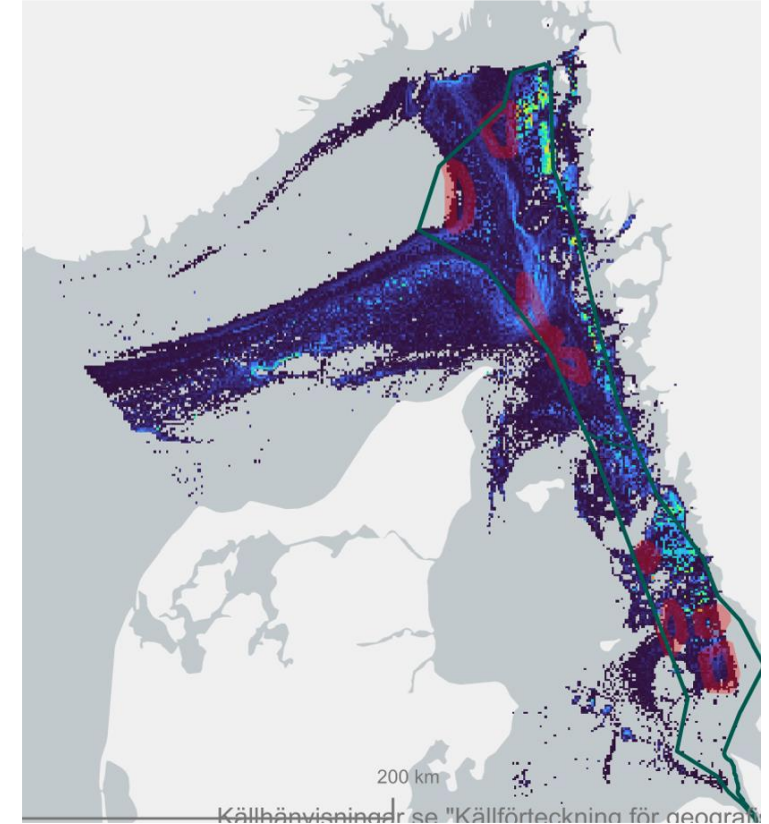
Norske fiskebåter



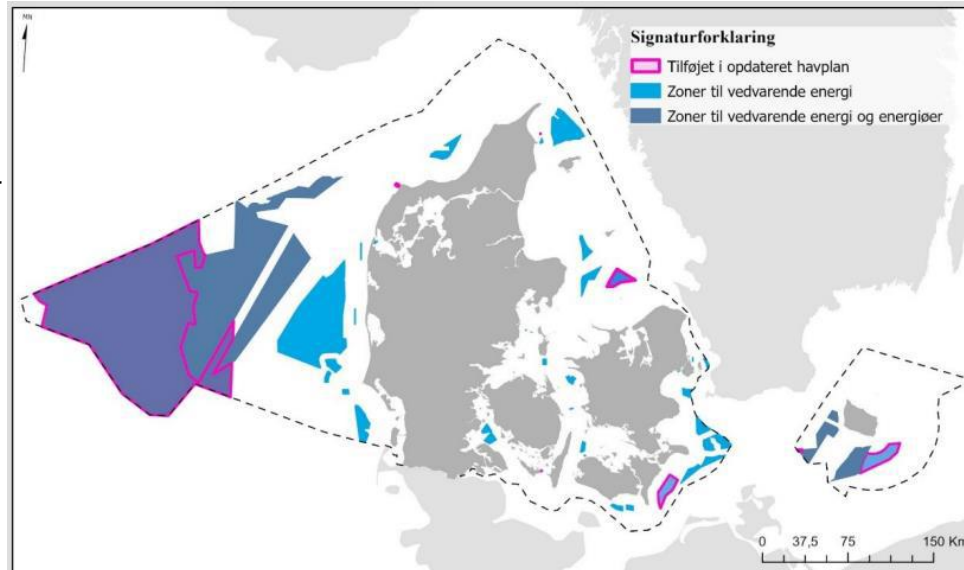
Utenlandske fiskebåter



Sveriges Vestkyst



Danmarks havvindområder



Blå og turkis havvind områder,
Lilla ramme er tilkommende områder

Svenske havvind områder markert med **Rødt**,
Fiskeriaktivitet i blått - mørkere farge høyere aktivitet



Felles utfordringer

- Manglende **helhetlige konsekvensvurderinger**.
- Fare for **tap av viktige fiskefelt**.
- Beslaglegging av areal til havvind i områder med mye fiske gjør at **fiskerne flytter seg til sekundære og mindre lønnsomme fiskefelt**, potensielt tidligere uberørte områder og økt beskatning i disse nye områdene har ukjente **økologiske effekter**.
- Det er sterkt behov for **samlet vurdering av arealbruk**, av **økologiske effekter** og **økonomiske konsekvenser** for fiskerinæringen,
- Det er behov for etablering av en **felles nordisk arena for dialog og planlegging**.



Kari Grundvig
Fiskeridir.

Dialogmøte om havvind og fiskeri

Tid: 7 oktober. Kl 12-16
DanFish 2025, Ålborg. Møterom «Tunellen»

Program:

1. **Innledning**, Anne Christine Utne Palm, Havforskningsinstituttet
2. **Presentasjon av planer for havvind**
 - a. Presentasjon av havvindplaner i Norge, Sverige og Danmark, med fokus på Nordsjøen og Skagerrak.
 - i. Anders Møller Jørgensen, Energistyrelsen, Danmark (*digitalt*)
 - ii. Joacim Johannesson, Havs och Vattenmyndigheten, Sverige (*digitalt*)
 - iii. Kari Grundvig, Fiskeridirektoratet, Norge
 - b. Presentasjon av forskningsprosjekt «Green Energy meets Blue Food»
 - i. Kerstin Joyce, Nordregio (*digitalt*)
3. **Fiskerier i områdene og fiskernes erfaringer**
 - a. Niels-Herman Oxholm Johansen, Danmarks Fiskeriforening
 - b. Ingemar Berglund, Svenska Fiskares PO
 - c. Representant fra Norges Fiskarlag
4. **Diskusjon**
 - a. Vil det være mulig fortsatt å fiske inne i havvind-områdene?
 - b. Hvilke områder er igjen for fiskerne å operere på?
 - c. Hvordan blir fiskeriene i de tre landene tatt hensyn til i planleggingen av havvind, inkludert strømkabler til land?

Påmelding: send navnet ditt til annecu@hi.no

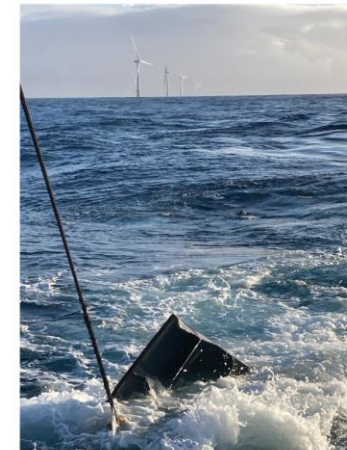
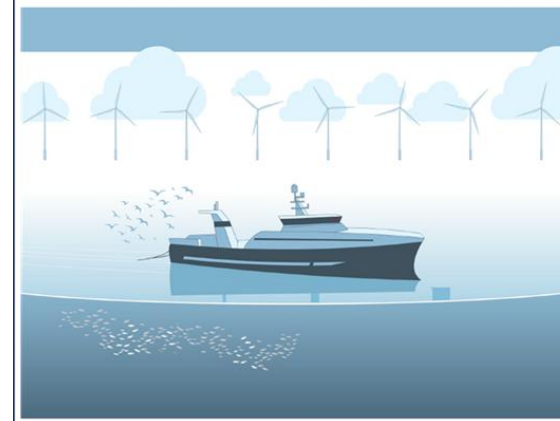


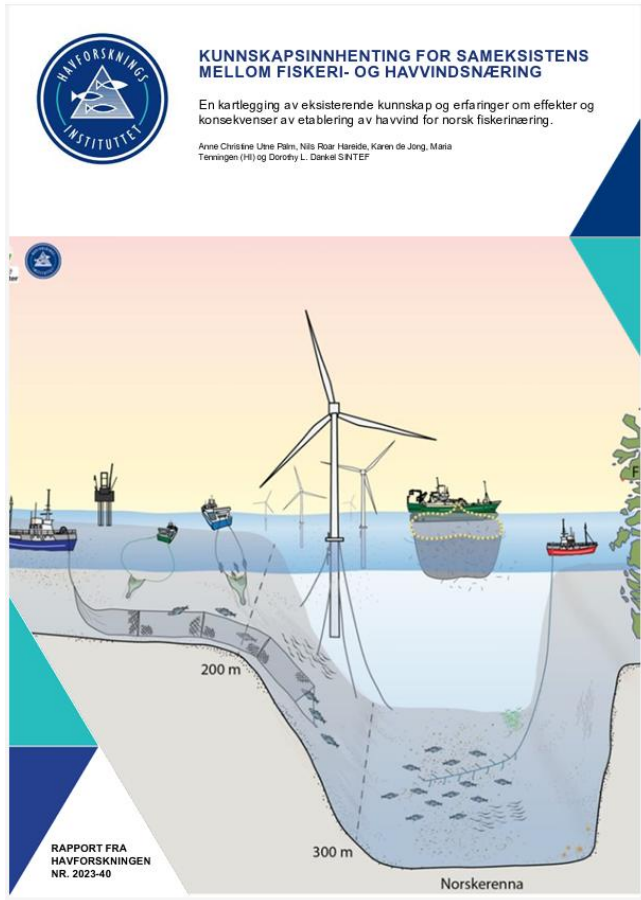
Foto av Jostein Saltskår

DREIEBOK

Anbefalt praksis for
sameksistens mellom
fiskeri og havvind



Takk for oppmerksomheten!



NTNU
Norwegian University of Science and Technology
Faculty of Social and Educational Science
Department of Geography and Social Anthropology


Master's thesis

Mathea Aakerøy Jordbru

Coexistence Between Offshore Wind Energy and Fisheries

Effects of Hywind Tampen Offshore Wind Farm on the Bottom Trawl Fishery Targeting Saithe

Master's thesis in Natural Resources Management
Supervisor: Kate McQueen (IMR) & Thomas Halvorsen (NTNU)
Co-supervisor: Anne Christine Utne Palm (IMR) & Kotaro Ono (IMR)
May 2025



Power production and area usage of offshore wind and the relationship with available energy in the atmosphere

Ole Anders Nost

Oceanbox AS, Krambugata 2, Trondheim, Norway

ole_anders.nost@oceanbox.io



Abstract

This paper presents an analysis of the area dependency of power and capacity density of wind farms, based on derivations of the available energy in the atmosphere and data on the power production of existing wind farms in the North Sea. The amount of available energy is determined by the mechanical energy budget of the atmospheric bound-

ICES Journal of Marine Science, 2025, Vol. 82, Issue 12, fsaf225

<https://doi.org/10.1093/icesjms/fsaf225>

Received: 12 June 2025; revised: 27 November 2025; accepted: 11 December 2025

Review Article



Current knowledge and key gaps in understanding of offshore wind farm impacts on the physical marine environment

Angelika H. H. Renner

Institute of Marine Research, Fram Centre, 9296 Tromsø, Norway

*Corresponding author. Institute of Marine Research, Fram Centre, 9296 Tromsø, Norway. E-mail: angelika.renner@hi.no

Abstract

Offshore wind energy production is on the rise globally, projected to occupy significant areas in shallow shelf seas and moving into deeper waters as floating turbine technology is becoming more mature. However, knowledge about the potential impact of wind farms on the physical oceanography and lower trophic organisms is still severely limited. In this review, we assess the current state of knowledge on the effects and impacts of offshore wind farms on regional and local hydrography and circulation, nutrient distribution, phytoplankton and primary production, and sediment load in the water column during the operational phase of the wind farms and identify critical knowledge gaps. The body of literature on the topic has grown rapidly over the last years, but most studies focus on wind farms in relatively shallow (<60 m water depth) and mainly unstratified or seasonally stratified shelf seas, predominantly on the northern European shelf and around China. *In situ* observations are scarce, leading to heavy reliance on numerical models. As foraging wind

ICES Journal of Marine Science, 2025, Vol. 82, Issue 5, fsaf061

<https://doi.org/10.1093/icesjms/fsaf061>

Received: 27 December 2024; revised: 4 April 2025; accepted: 9 April 2025

Original Article



An analysis of fishers' concerns and knowledge gaps relating to offshore wind development in Norway

Anne Christine Utne-Palm^{1,*}, Kate McQueen¹, Karen de Jong¹, Maria Tenningen¹, Dorothy Jane Dankel², Nils-Roar Hareide^{1,3}

¹Institute of Marine Research (IMR), Nordnesgaten 50, 5005 Bergen, Norway

²SINTEF Ocean, Climate and Environment, Thormøhlensgate 55, 5006 Bergen, Norway

³Runde Environmental Centre, Rundesvegen 237, 8096 Runde, Norway

*Corresponding author. Fish Capture Division, Institute of Marine Research (IMR), Nordnesgaten 50, 5005 Bergen, Norway. E-mail: annecu@hi.no

Abstract

Norway is planning large-scale offshore wind development, aiming for 30 GW installed capacity by 2040, while emphasizing co-existence with fisheries. However, the impacts on marine ecosystems and fishing operations remain uncertain. This study investigates the information needed to promote co-existence and identify knowledge gaps. The research involved in-depth interviews with fishers in three Norwegian offshore wind areas, a national media survey of stakeholder opinions, and a literature review on offshore wind farm effects on fisheries. Key concerns from the fishing industry were explored, along with their local ecological knowledge. The study highlights critical knowledge gaps regarding offshore wind farm impacts on fish and fisheries in Norway. The paper concludes with recommendations to promote co-existence between offshore wind and fishing industries, aiming to minimize potential negative effects on fisheries while supporting renewable energy goals.