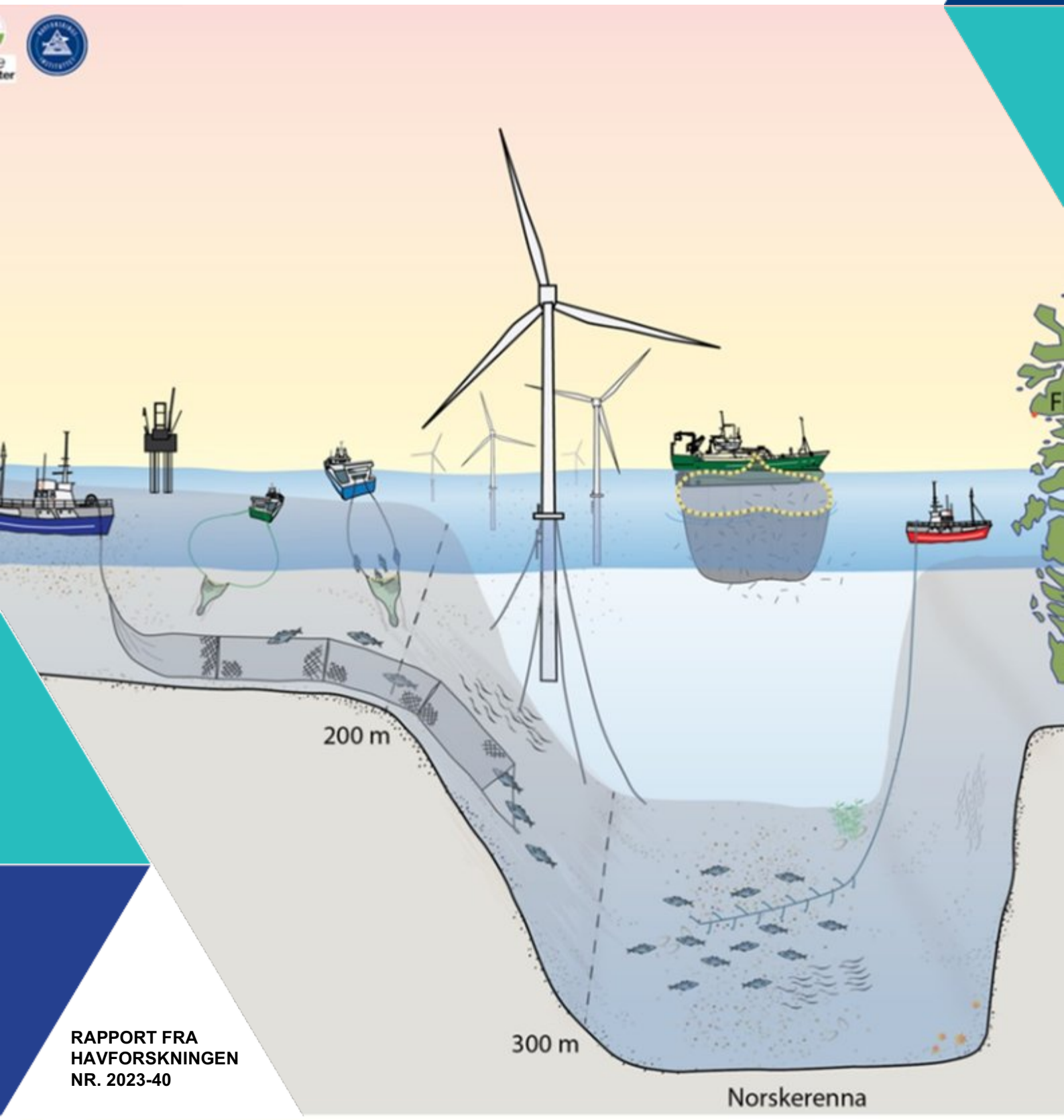
KUNNSKAPSINNHENTING FOR SAMEKSISTENS MELLOM FISKERI- OG HAVVINDSNÆRING

En kartlegging av eksisterende kunnskap og erfaringer om effekter og konsekvenser av etablering av havvind for norsk fiskerinæring.

Anne Christine Utne Palm, Nils Roar Hareide, Karen de Jong, Maria Tenningen (HI) og Dorothy L. Dankel SINTEF



RAPPORT FRA HAVFORSKNINGEN NR. 2023-40

Tittel (norsk og engelsk):

Kunnskapsinnhenting for Sameksistens mellom fiskeri- og havvindsnæring

Knowledge acquisition for Coexistence between fisheries and offshore wind industries

Undertittel (norsk og engelsk):

En kartlegging av eksisterende kunnskap og erfaringer om effekter og konsekvenser av etablering av havvind for norsk fiskerinæring.

Rapportserie: | **År - Nr.:** | **Dato:**

Rapport fra havforskningen | 2023-40 | 13.09.2023

ISSN:1893-4536

Forfatter(e):

Anne Christine Utne Palm, Nils Roar Hareide, Karen de Jong, Maria Tenningen (HI) og Dorothy L. Dankel SINTEF

Godkjent av: Forskningsdirektør(er): Geir Huse Programleder(e): Henning Wehde

Distribusjon:

Åpen

Prosjektnr:

15853

Oppdragsgiver(e):

FHF - Fiskeri- og havbruksnæringens forskningsfinansiering

Oppdragsgivers referanse:

Prosjektnummer. 901748

Program:

Nordsjøen

Forskningsgruppe(r):

Fangst

Antall sider:

43

Samarbeid med

SINTEF

UNIVERSITY OF BERGEN

RundeMiljøsenter

Sammendrag (norsk):

Mange land i Europa planlegger utbygging av store havvindparker som svar på det økende behovet for fornybar energi og energisikkerhet. Norge, som er verdensledende innen flytende havvindteknologi, står i startgropen av et stort fornybar energi løft for havvind langs kysten. Det er ukjent hvilken effekt havvind vil ha på havmiljøet i norske farvann eller hvordan vindparker vil påvirke andre sektorer som opererer i havområder, som fiskeri. Samtidig krever den norske regjeringen at havvindutviklere planlegger for sambruk og sameksistens av nye vindparker med fiskerier og inkluderer «*… planlagte tiltak for å bedre sameksistens i prosjektområdet og med berørte interessenter. Planen skal beskrive planlagte tiltak, inkludert involvering av berørte interessenter.* » Vårt utgangspunkt i denne rapporten er fiskerinæringens bekymring for at den store utbyggingen av havvindparker vil ha ødeleggende effekter på gyte og oppvekst miljøet, påvirke vandring og rekrutering hos viktige bestander og på den måten ødelegge deres levebrød som fiskere. For å undersøke disse påstandene, og for å fylle forskningshullene om nødvendige krav til troverdig sameksistens, gjennomførte vi dybdeintervjuer med fiskere og fiskerinæringen i Norge, og de ulike interessegruppene innenfor utvikling av havvind. Videre har vi sett på skriftlige meninger / kronikker fra Norsk presse og gjennomført en litteraturgjennomgang av alle fagfellevurderte artikler og rapporter om effekten av havvindparker på fiskeri og det marine levemiljøet. Basert på dette legger vi frem kunnskapshullene om effekt av havvindparker i de tre først åpnede områdene i Norge (Hywind Tampen, Utsira Nord og Sørlige Nordsjøen II) på fisk og fiskeri. Basert på kunnskapshull anbefaler vi hvor man bør fokusere fremtidig forskning og datainnsamling, samt hvilke forholdsregler man bør ta for å redusere mulige negative effekter på fisk og fiskeri når det er mangel på kunnskap.

Sammendrag (engelsk):

Many countries in Europe are designing and planning large-scale offshore wind farms in response to the urgent and growing need for renewable energy and energy security. Norway, a world-leader in floating offshore wind technology, is on the brink of a major renewable energy push for offshore wind along its coast. Yet, it is unknown to what effect offshore wind will have on the marine environment in Norwegian waters or how wind farms will affect other sectors that operate in offshore areas, like fisheries. At the same time, the Norwegian government requires that offshore wind developers plan for joint use and coexistence of new wind farms with fisheries and include *"...planned measures to improve coexistence in the project area and with affected stakeholders. The plan must describe planned measures, including the involvement of affected stakeholders* ." Our point of departure in this paper is the fishing industry's concerns that the major build-up of offshore wind farms will have destructive effects on the spawning and nursing environment and or affect migration and recruitment of important stocks, and thus destroy their livelihoods as fishermen. To investigate these claims, and to fill the research gaps on necessary requirements for credible co-existence, we conducted in-depth interviews with fishers and the fishing industry in Norway, an international media survey to draw on written opinions from a variety of stakeholders in the North Atlantic and a literature review of all peer-reviewed papers and reports on effect of offshore wind farms on fisheries and the marine living environment. From this we confirm and detail the knowledge gaps regarding effect of offshore wind farms in the three first opened areas in Norway (Hywind Tampen, Utsira North and Southern North Sea II) on fish and fisheries. Based on knowledge gaps we recommend where to focus future research and data collection, as well as what precautions one should take to reduce possible negative effects on fish and fisheries when there is a lack of knowledge.

Innhold

1. Innledning 5
2. Problemstilling og formål 8
3. Prosjektgjennomføring 9
4. Resultater 13
5. Diskusjon og konklusjon 29
6. Hovedfunn 35
7. Takk 36
8. Referanser 37

1. Innledning

1.1. Havvind skal bidra til reduksjon av CO2 utslipp

Menneskeskapte klimaendringer påvirker det marine økosystemet og det er behov for teknologier for ren, fornybar energi som kan redusere dagens skadelige CO2-utslipp. Miljøvennlig produksjon av energi er blitt langt viktigere, og vindturbiner er en av de kraftproduserende metoder som etter hvert har fått stor, internasjonal utbredelse. Foreløpig bygges de fleste vindturbiner på land, men i løpet av de senere år har det blitt mer vanlig å plassere vindturbiner også i åpne havområder. Havbaserte vindkraftanlegg er allerede i drift langs kysten av flere europeiske land (Danmark, Sverige, Nederland, U.K., Tyskland). I Norge skal oljesektoren elektrifiseres med havvind og Hywind Tampen, som etter planene skal være operativ høsten 2023, skal forsyne plattformene Gullfaks og Snorre. I juni 2020 ble det åpnet opp for at det kan søkes om konsesjon for bygging av havvind i Utsira Nord og Sørlige Nordsjø II.

1.2. Påvirkning fiskebestander / sjømatnæring

Vindkraftanlegg representerer en mer miljøvennlig produksjonsform for energi enn for eksempel kraftverk basert på fossile energikilder, men det er viktig å ta i betraktning at vindkraftanlegg vil påvirke det marine miljø. Vindkraftanleggene vil i tillegg til å legge beslag på sjøareal også påvirke marine økosystemer og ressursutnyttelsen av disse. Vindkraft til havs kan påvirke fisken på flere måter, i form av endring av bunnhabitat, støy, lys og skygger og endring av strømforhold og overflate vind, samtidig som tilførte strukturer i havet vil i noen tilfeller kunne utvikles til kunstige rev (Wahlberg og Westerberg 2005; Hutchison et al. 2019; Langhamer 2012; Glarou at al. 2020; de Jong et al. 2020).

Det er ikke klart om flytende eller bunnfaste havvindparker vil ha en positiv eller negativ effekt på økosystemet eller hvilke effekter det vil ha på viktige fiskebestander. For å dokumentere effektene av et vindkraftanlegg på marine organismer er det behov for en tilnærming som kombinerer kontrollerte eksperimenter og store feltstudier før og etter bygging (de Jong et al. 2020). Slike studier har ikke vært gjennomført i Norge så langt. Vindkraftutbygging endrer også bunnstrukturen i områdene gjennom pilar-fester og såkalte sugeankere, og effektene vil være forskjellig for bunnfaste og flytende møller. Bunnhabitatene er viktig for mange arter. Et eksempel er tobis (*Ammadytes spp*) som lever på sandbunn og gjemmer seg i sanden for å unngå å bli spist. Tobis er et samlebegrep for flere arter innen silfamilien. Havsilen (*Ammodytes marinus*) er den mest vanlige og den viktigste i fiskeriet i Nordsjøen. Tobis er en nøkkelart i næringskjeden i våre havområder, og en viktig matkilde til torsk, hvitting, hyse, sei, sild, makrell, ulike flatfisker, sjøfugl, sel og hval (Figur 11 og 12). Forringing av tobisens habitat vil kunne få store negative ringvirkninger på andre arter og på det kommersielle fisket etter tobis. Dette er en aktuell problemstilling for Sørlig Nordsjø II.

1.3. Arealkonflikt havvind – fiskerier

Norge har som mål å tildele arealer med potensial for 30 GW havvind produksjon på norsk sokkel innen 2040. De 20 potensielle utredningsområdene som er foreslått har et totalt areal på ca. 54 000 km^2. Basert på NVE's anslag krever en produksjon på 30 GW 4000 - 26000 km^2 avhengig av utnyttelsesgrad (100 % - 30%) samt kapasitetstetthet (3.5 - 7.5 MW/km^2) (NVE 2023). Den enkleste løsningen for utbygging av vindkraftanlegg til havs er å plassere vindkraftverk på forholdsvis grunt vann. Grunne havområder er ofte ensbetydende med gode naturgitte fiskefelt og viktige gyteområder, og mange av de tidligere planlagte områdene for vindkraftutbyggingen sammenfaller med viktige fiskebanker (Fiskeridirektoratet 2012). Dette åpnet for konflikt.

Vindturbinene har undervannstrukturer som bunnforankringer og strømkabler som vil komplisere muligheten for å anvende tradisjonelle fangstmetoder i området. Norge har så langt lagt seg på en linje hvor en ikke ønsker å tillate fiske i områder med vindkraftanlegg. I Skottland er dette lovlig og ønsket, mens i Tyskland blir fiskeri stort sett ekskludert fra vindkraftanlegg (Schupp et al. 2021). Nederland har gått fra å ha områdene stengt for alt fiske til å åpne for fiske med line på dagtid, mens tråling fortsatt er forbudt. Videre er det senere tid blitt gjennomført fiskeforsøk med passiv redskap (lenker med teiner) inne i den flytende vindparken Hywind Scotland og inne i bunnfaste vindpark område i Nederland

og inne i bunnfaste vindparkområder i Nederland. Resultater fra de to prøvefisk prosjektene ble lagt frem på prosjektets Webinar 19 juni i år (videopptak fra webinaret: https://wow.imr.no/FHF2023.html). Sikkerhetssoner og aktivitetsbegrensninger vil hindre fiskeriaktivitet, men omfanget av begrensningene er enda ikke klarlagt når det gjelder Norge. Det bør lages retningslinjer for løsning av disse problemstillingene der både utbyggere og fiskerinæringen er aktive deltakere. Selv om fiskeri blir tillatt vil installasjonene påvirke mulighetene for å utøve et effektivt fiskeri, og i Skottland har det blitt observert at fiskerne unngår disse områdene (Schupp et al. 2021). Noen fiskeredskaper vil det ikke være mulig å bruke inne i, eller i nærheten av havvindanlegg, mens andre fiskeredskaper er mindre arealkrevende. Forutsatt et godt samarbeid med fiskerinæringen ved utforming av anlegget kan en begrense den negative effekten av arealbeslaget.

I 2022 ble det satt i gang en ryddig prosess, for å identifisere nye og større områder for havvind ble det derfor denne gangen, under ledelse av NVE, satt sammen en direktoratgruppe bestående av Oljedirektoratet, Fiskeridirektoratet, Miljødirektoratet, Kystverket, Forsvarsbygg og beredskap. I tillegg var Havforskningsinstituttet og Luftfartstilsynet involvert der det ble sett på som relevant. Direktoratgruppen har levert et forslag om 20 nye mulige utrednings områder som kan være egnet for havvind i norske havområder (https://nve.no/nytt-fra-nve/nyheter-energi/foreslaar-aa-utrede-disse-20-omraadene-for-havvind/).

1.4. Sameksistens: Stortingsmeldingen «Energi og arbeid»

I stortingsmeldingen «Energi og arbeid» står det skrevet at etablering av havvind bør skje i nært samspill med blant andre fiskerinæringen (Meld. St. 36 (2020–2021). Videre pekes det på at det er viktig med en god dialog mellom de ulike næringsinteressene i en tidlig fase. I juni 2021 la regjeringen ut til høring en veileder for arealtildeling, konsesjonsprosess og søknader for vindkraft til havs og et forslag til endringer i havenergiloven og havenergilovforskriften (Regjeringen 2021). Ifølge veilederen må de som søker om konsesjon gjøre en vurdering av virkningene på miljø og samfunn, derunder skal effekter på fiskerinæring og annen næringsvirksomhet vurderes.

I et brev fra Norges Fiskerlag til Olje- og energidepartementet og Nærings- og Fiskeridepartementet (2020) utrykker fiskerne uro over manglende kunnskap om mulige miljøkonsekvenser av havvind og mener at intensjonen i stortingsmeldingen om god dialog med fiskerinæringen samt vurdering av virkninger på miljø og fiskerinæring ikke har blitt fulgt opp. Videre ønsker fiskerne at det skal bli en forutsetning at utbygging av vindkraft i norske farvann ikke skal ødelegge for havmiljø, viktige gyte-, oppvekst- og fiskeområder eller for fiskernes driftsgrunnlag (Brev fra Norges Fiskerlaget til Olje- og energidepartementet og Nærings- og fiskeridepartementet 2020 https://www.fiskarlaget.no/nyttig-info/dokumentarkiv/hovedadministrasjonen/offentlige-brev/20210305-ad-vindkraft-til-havs-anmodning-om-mote-med-nfd-og-oed). I en nylig publisert studie på sameksistens innenfor et skotsk og et tysk havvindområde, fant en at i begge områdene har havvindindustrien vist liten interesse for flerbruksløsninger, med mindre det påvises en klar merverdi og ingen risiko for deres egen drift (Schupp et al. 2021). Dette viser at det er viktig at myndighetene setter ekstra krav til utbygger med hensyn til sameksistens med fiskeriene.

I NVEs rapport, med forslag til 20 nye mulige utredningsområder for havvind , er effekten på fiskeriene betraktelig mer i hensyntatt enn i NVEs strategiske konsekvensutredning for havvind fra 2012 https://veiledere.nve.no/havvind/identifisering-av-utredningsomrader-for-havvind/forslag-til-utredningsprogram/utredningsprogram-for-18-identifiserte-omrader/ . NVE har i samråd med en direktoratgruppe identifiseres områder som skal gjør det mulig å tildele arealer tilsvarende 30 GW havvind innen 2040 (levert 25 april i år). Direktoratgruppen bestod av Oljedirektoratet, Fiskeridirektoratet, Miljødirektoratet, Kystverket, Forsvarsbygg og Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap. I tillegg ble Havforskningsinstituttet og Luftfartsverket hørt når relevant. Direktoratgruppen leverte også forslag til program for strategisk konsekvensutredning for de 18 av de 20 nye identifiserte havvindområdene https://veiledere.nve.no/havvind/identifisering-av-utredningsomrader-for-havvind/forslag-til- utredningsprogram/utredningsprogram-for-18-identifiserte-omrader/. I dette forslaget er effekten på fiskeriene betraktelig mer i hensyntatt enn i NVE's strategiske konsekvensutredning fra 2012 (NVE 2012).

I dette prosjektet har vi sammenstilt den kunnskapen som eksisterer om effekter og konsekvenser av havvind for norsk

fiskerinæring samt pekt på kunnskapshull. Når det gjelder relevant forskning og kunnskapshull er også fiskernes kunnskap viktig å få med. Vi har derfor intervjuet fiskere som fisker i de tre åpnete områdene (Hywind Tampen, Utsira Nord, Sørlige Nordsjø II) om fiskeriet de driver der og hvilke tanker de har rundt etableringen av havvindparker i disse områdene.

Det er viktig i vårt demokrati å belyse alle interesser for en bærekraftig sameksistens av havarealer, særlig sjømatnæringens innflytelse og roller i prosessen for konsesjon og valg av område for offshore vindparker. Foruten intervju med enkelt fiskere har vi også intervjuet de fem ulike aktørene: NVE, Norges Fiskerlag, Pelagisk forening, Norwegian Offshore Wind og WWF for å ytterlige belysing prosessene rundt etablering av havvind. Videre har vi analysert kronikker for å se på hvordan tema fremstilles i media av de ulike aktørene, samt sett på høringsuttalelser fra fiskeri organisasjonene, Fiskeridirektoratet og Havforskningsinstituttet relatert til de tre aktuelle områdene (Hywind Tampen, Utsira Nord, Sørlige Nordsjø II). Vi har arrangert referansegruppe, møter og webinarer for å få frem kunnskap, synspunkt og skape dialog mellom forvaltning og de to næringene (fiskeri- og havvind næringen).

Havvind påvirker også mulighetene for akvakultur til havs. Kunnskapsinnhentingen i dette prosjektet vil være viktig for sameksistens av akvakultur til havs og havvind, og resultatene vil bli formidlet til hele sjømatnæringen, men på grunn av prosjektets begrensede omfang har fokus vært på fiskeriene.

2. Problemstilling og formål

2.1. Effektmål

Prosjektet skal besvare hvilke effekter og konsekvenser havvindparker i Hywind Tampen, Sørlige Nordsjø II og Utsira Nord vil ha for fiskerinæringen ut ifra dagens tilgjengelige kunnskap. I tillegg peker prosjektet på kunnskapshull. Dette vil være viktig for at næringen skal kunne ivareta sine interesser og oppnå best mulig sameksistens med havvindnæringen. Hywind Tampen ble bygd ut i prosjektperioden, mens det vil gå flere år før Sørlige Nordsjø II og Utsira Nord vil kunne bli bygd ut.

Videre gir prosjektet kunnskap om i hvilken grad planlegging og etablering av havvind skjer i samspill med fiskerinæringen og hvordan man kan utvikle gode prosesser under paraplyen Marine Spatial Planning som hensyntar alle parter. Dette er viktig for fiskerinæringens påvirkningskraft i pågående og fremtidige prosesser for etablering av havvind.

2.2. Resultatmål

Kartlegge eksisterende kunnskap og erfaringer om effekter og konsekvenser av etablering av havvind for norsk fiskerinæring.

Delmål:

- i. Sammenstille eksisterende kunnskap om miljøeffekter og konsekvenser av havvind for fiskerinæringen,
  ii. Innhente kunnskap og erfaringer fra fiskerinæringen,
  iii. Utrede hvorvidt etableringen av havvind skjer i nært samarbeid med fiskerinæringen slik intensjonen er.

3. Prosjektgjennomføring

Prosjektet er delt inn i 3 arbeidspakker som startet opp samtidig og gjennomføres parallelt.

3.1. Arbeidspakke 1. Sammenstille den kunnskapen som eksisterer om effekter og konsekvenser av havvind for fiskerinæringen.

I denne arbeidspakken har vi sammenstilt relevant kunnskap som finnes i form av vitenskapelige artikler og rapporter. HI har gitt departementet generelle råd om potensielle effekter av vindkraftanlegg på havmiljø og høringssvar for områdene Sørlige Nordsjø II og Utsira Nord. Rådet og høringssvaret dekker hele spekteret av effekter på det marine miljøet, og ikke spesifikt effekter og konsekvenser av havvind for fiskeriene. Vi har gått gjennom rapporten og med fokus på kommersielle arter og konsekvenser for fiskeriene. Videre har vi gjort søk på litteraturdatabase (Google Scholar, Cristin og Google) etter fagfelle-evaluert litteratur og rapporter med fokus på effekter på kommersielle arter og konsekvens for fiskeriene. Vi har brukt følgende søkeord: “offshore wind” AND (fish* OR invertebrate*; siste søk: dd 06.02.2023. Gjennom denne prosessen har vi fått en oversikt over dagens kunnskap og kunnskapshull.

3.2. Arbeidspakke 2 - Innhente kunnskap fra fiskerinæringen.

Det er viktig at de direkte berørte i fiskerinæringen får komme med sine synspunkt og erfaringer.

Vi har derfor utvidet eksisterende kunnskap ved å intervjue fiskere som fisker i områdene rundt Hywind Tampen, Sørlige Nordsjø II og Utsira Nord. I samarbeid med Norges Fiskerlag, Pelagisk forening og FHF’s referansegruppe (Tabel 1) etablerte vi en nasjonal rådgivingsgruppe som bestod av erfarne fiskere fra ulike redskapsgrupper. Denne gruppen ga oss råd om hvilke fiskeskippere vi burde intervjue innen ulike fartøygrupper og deler av landet.

Tabell 1. Rådgivingsgruppe oppnevnt av prosjektet.

Namn	Institusjon/bedrift
Jan Henrik Sandberg	Norges Fiskarlag
Pål Roaldsnes	Roaldsnes AS
August Fjellskår	Nesefisk AS
Terje Eriksen	Ms Herøyfjord
Nina Rasmusen	Fiskebåt
Paul Harald Leinebø	MS Leinebris

Intervjuene ble gjennomført som strukturert spørreundersøking kombinert med samtaler med de enkelte fiskerne. Totalt ble 24 skippere intervjuet, med ulike målarter og redskapstyper (Tabell 2 og 3).

Tabell 2. Oversikt over fartøygrupper og redskapsgrupper som var med intervju undersøkingen. De utvalgte fartøyene har drevet fiske i ett eller alle de tre vindparkene. Alle fartøy er over 15 meter.

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

Tabell 3. Tabellen viser oversikt over kommunene de 24 båtene er registrert i, lengden på båtene, hvilke fiskeredskap de bruker og den viktigste målarten. For å anonymisere skipperne som ble intervjuet er ikke navnet på skipper eller båten gitt.

Kommune	Lengde (m)	Redskap	Målart
Måløy	39,29	Line	Lange
Karmøy	69,95	Pelagisk trål	Makrell
Vedavåg	34,07	Pelagisk trål	Makrell
Herøy	77,50	Snurpenot	Makrell
Herøy	75,05	Bunntrål	Sei
Karmøy	37,00	Bunntrål	Sei
Giske	66,28	Bunntrål	Sei
Ålesund	54,00	Bunntrål	Sei
Giske	75,50	Bunntrål	Sei
Hvaler	15,00	Bunntrål	Reker
Lindesnes	35,30	Garn	Sei
Giske	40,00	Garn	Sei
Måløy	44,85	Garn	Sei
Kinn	34,00	Garn	Sei
Ålesund	58,00	Garn	Sei
Giske	51,20	Garn	Lange
Giske	51,20	Garn	Sei
Florø	34,07	Garn	Sei
Karmøy	27,40	Garn	Sei
Giske	44,80	Line	Sei
Herøy	58,00	Line	Lange
Misund (Molde)	56,30	Snurpenot	Sei
Karmøy	65,00	Bunntrål	Tobis
Søgne	36,00	Bunntrål	Reker

Følgende spørsmål ble stilt til fiskerne relatert til deres fiskeri i de tre områdene:

- Driftsmønster (Sesonger, fiskeområder).
- Målart (Hvilke arter fisker man etter).
- Kvoter og andre fiskerireguleringer.
- Bunnforhold, korall, vrak, feste og andre særegenheter med områdene.
- Strøm, strømretning og styrke.
- Erfaring med fiske rundt faste installasjoner: Hvor nær installasjonene kan man operere med ulike redskap.
- Data fra fiskernes egne plottere.
- Hvordan kan man gjøre endringer på de ulike vindkraftprosjektene for å få bedre tilpasning til fiskeriene.

Opplysningene vi fikk fra fiskerne var detaljerte og omfattende. Det er svært mange moment som bør trekkes fram når man skal vurdere konfliktnivået mellom vindkraftutbygginger og fiskeriene. Informasjonen ble derfor sortert i ulke problemstillinger basert på fiskernes bekymringer og motforestillinger til sameksistens på fiskefeltene.

Disse momentene er videre diskuterte og beskrevet i resultatene. Der man på grunnlag av intervjuene og data fra Fiskeridirektoratet har beskrevet både fiskeriene og Havvindområdene og sammenfattet dette i figurer og tekst.

Svarene vi fikk fra fiskerne ble videre analysert med hensyn til de ulike fiskeriene i de tre vindkraftområdene. Dette for å få oversikt over aktivitet, ressurser og miljø. Videre ble det kartlagt hvilke farer og konflikter som vil kunne oppstå for fiskeriene ved utbygging på de tre vindkraftområdene som ble studert.

Informasjon om fangststatistikk og fangstinnsats fra Fiskeridirektoratet (fangst, innsats og landinger, satellitt og AIS data) sammen med intervju med fiskerne har gitt oss en oversikt over artene det fiskes på og hvilke typer fiskeri som finnes i de tre aktuelle områdene. Med hensyn til Hywind Tampen har vi også sett på hvilke typer fiskeri-aktivitet det var før vindparken ble bygget. Samt hva fiskerne ser av utfordringer rundt utvikling av havvind.

3.3. Arbeidspakke 3 - Etableringen av havvind i nært samarbeid med sjømatnæringen.

Skjer etablering av havvind i tråd med intensjonen av reell bærekraft for samfunnet? Hvordan får man til en bærekraftig sameksistens i havarealplanlegging?

I denne arbeidspakken har vi besvart disse to spørsmålene. Vi har også sett på hvordan andre land som Skottland, Irland og Nederland har integrert sjømatnæringen i sin utvikling av havvind.

Vi har lykkes i å hente inn to viktige studenter som har jobbet om tema «sameksistens» med havvind næringen: Anne Blome og Finn Corus. Anne Blome var i det aller første kohort i UiB sitt nytt masterprogram: Master i Bærekraft, Marin Spesialisering[1]. Anne sin mastergradsoppgave het «Multi-use with Seaweed Cultivation and Offshore Wind." Tematikken sameksistens blant forskjellige aktører, inkludert Lerøy Seafood, Pelagisk Forening, Havforskningsinstituttet, NVE, WWF, Fiskeridirektoratet og andre. Finn Corus var ERASMUS+ student fra Nederland i det siste året av prosjektet. I tillegg har vårt prosjekt bidratt til å øke Finn sin interesse og kompetanse i temaet «sameksistens med havvind.» Finn skrev oppgaven: « An interdisciplinary problem analysis of increased marine spatial usage in Norway due to offshore wind energy development." I denne studien har Finn identifisert ulike miljømessige, økonomiske og politiske prosessutfordringer ved utviklingen av offshore vindenergi i Norge ved bruk av analyseverktøy.

Finn Corus sitt arbeid i vårt prosjekt med intervju av de 5 ulike aktørene (NVE, Norges Fiskarlag, Pelagisk Forening, Norwegian Offshore Wind og WWF) har gitt oss verdifull innsikt og har bygget vår kompetanse i Arbeidspakke 3, samt enda mer tillit hos aktørene på at de er blitt hørt.

Finn har nå blitt tatt opp i Universitetet i Bergen sin «Master i bærekraft: Marine spesialisering» der han skal fortsette å jobbe med temaet på Master-nivå med oss i Bergen fra august 2023–2026. Det Juridiske Fakultetet ved UiB er sentralt i Master i Bærekraft programmet, og Finn blir en viktig link til Juridiske Fakultetet for vår tematikk om sameksistens til havs. Vi ser fram til å fortsette samarbeidet med Finn i august 2023.

Prosjektet har gjennomført to Webinarer: den 23. september 2022 og oppfølgeren den 19. juni 2023. Det første webinaret foregikk på norsk for et norsk publikum om **sameksistens mellom fiskeri og vindenergi til havs «Hvordan kan fiskerne, utbyggerne og myndighetene møte forventninger om sameksistens?»** I dette webinaret, oppsummerte vi Norges planer om bygge ut havvind på norsk sokkel (Finn Gunnar Nielsen, Bergen Offshore Wind Center), samt innlegg fra WWF (Fredrik Myhre) og NIVA (Solrunn Figenschau Skjellum) om forventinger og muligheter om nature-based solutions og sameksistens med naturen. Så hadde vi en paneldiskusjon med prosjektleder Anne Christine Utne Palm, (Havforskningsinstituttet), Mia Høgi (Pelagisk Forening), Harald Østensjø (pensjonert fisker og nå konsulent ved Deep Wind Offshore) og Anette Ødegård (NVE, og prosjektleder av inter-direktoratet prosjekt om kartlegging av nye havvind områder) etter fulgt av diskusjon blant deltakerne med oppsummering av webinar moderator, Dorothy Dankel (SINTEF Ocean).

Den neste webinar foregikk på engelsk for et internasjonalt publikum. Tema her var: " **Coexistence between fisheries and the offshore wind industry, what can we learn from abroad?"** Her snakket vi om hvordan vi jobber i Norge om Sameksistens mellom fiskeri og havvindindustri. Først var det et innlegg om erfaringer fra samarbeidet mellom fiskeriorganisasjonene (Fiskebåt og Norges Fiskerlag) og OffshoreNorway for å få til en omforent «plan» eller prinsipper for sameksistens av Jan Henrik Sandberg, Norges Fiskarlag (Norges Fiskarlag). Så snakket Ingvild Henriette Kristin

Andersson fra NVE (Norske vann- og energiressurser) om erfaringer fra arbeidsprosessen i gruppen som jobbet med valg av nye områder for havvind i Norge. Videre hadde vi foredragsholder fra Irland fra Killybegs Fisheries Organisation om deres erfaring med samarbeid Hexicon (flytende vindturbiner) og en foredragsholder fra Skottland Hywind Scotland (flytende vindturbiner) av Monica Fundingsland fra Equinor.

Til slutt hadde vi en foredragsholder fra Nederland om fiskeri i havvindparkområdet etterfulgt av et diskusjonspanel hvor vi fikk Bård Aarbakke representanter fra Fiskeridirektoratet, Mia Høgi Norges Fiskeriorganisasjon Pelagisk, Terje Eriksen, Fisker og Gunnar Birkeland Kilde Galileo representant for havvindindustrien i dialog.

Fra sjømatnæringen, har Norges Fiskarlag, Pelagisk Forening og FHFs referansegruppe har bidradd med å belyse utfordringene sett fra deres side. Videre har vi innpasset tematikken av sameksistens med den Nordiske Marine Tenketanken (www.nmtt.org) i deres nye Nordic Climate Change Forum for Fisheries and Aquaculture (https://www.nmtt.org/forum) der Dankel er Vice-Chair. NMTT skal holde en større Nordisk Forum fysisk i Bergen med samarbeid med Vestlandsfylkeskommune i oktober/november 2023 der referansegruppen til FHF prosjektet skal bli med.

Kronikker:

For å få en oversikt over hvor stort fokus sameksistensen mellom havvind og fiskeri har fått i media, hvilke temaer som har kommet opp og hvilke interessegrupper har vært mest aktive gjennomførte vi søk på kronikker i norske riksmedier. Svarene ble videre analysert og for å bidra med kunnskap om fiskeri, ressurser og miljø. Kunnskap om den praktiske gjennomføringen av de ulike fiskeriene er grunnleggende kunnskap for å kunne identifisere konflikter og vurdere hvordan man kan løse disse. Det ble derfor fokusert på å finne ut hvilke problem fiskerne var opptatt av i forbindelse med utbygging av havvind.

Videre ble det kartlagt hvilke farer og konflikter som vil kunne oppstå for fiskeriene ved utbygging på de tre vindkraftområdene som ble studert. Svarene ble sammenfattet til en generell beskrivelse av fiskeriene i de tre vindkraft områdene.

Vi gjorde søket i Google ved hjelp av Googles avanserte søk og følgende søkeord

Fiske* Havvind* kronikk ELLER debatt* ELLER mening*

Søket var begrenset til det siste året (1. januar 2022 til 31. desember 2022). Innlegg som var intervjuer og artikler ble ekskludert. Listen med kronikker ble delt inn i fem interessegrupper «fiskeri», «politikere», «forskning», «miljøorganisasjoner», «havvindindustri» og «andre» (privatpersoner). Følgende ni påstand relatert til utvikling av havvind og fiskeri ble definert og det ble vurdert om holdningen i innlegget var positiv, negativ eller ikke nevnt.

• Utvikling av havvind.

• Bør utviklingen gå i et raskere tempo.

• Behov for å ta hensyn til effekten av havvind på marine økosystemer.

• Behov for mer forskning på effektene av havvind på marine organismer og økosystem.

• Behov for å ta hensyn til effekter av havvind på fiskerier.

• Behov for mer forskning på effekter av havvind på fiskeri.

• Behov for bedre arealplanlegging (fiskeri / havvind).

• Behov for bedre dialog mellom fiskeri- og havvindnæringen.

• Muligheter for fiskeri i havvindområdene.

4. Resultater

4.1. Resultater av litteratur studie (AP 1) Miljøeffekter og konsekvenser av havvind - *kunnskap og kunnskapshull:*

Havvindanlegg kan påvirke det marine miljøet på flere måter, inkludert endring av habitater, strøm og oseanografiske forhold, forekomst av marine arter, og bidra til menneskeskapt støy - og elektromagnetisk forurensing (Farr et al. 2021; Maxwell et al. 2022; Dorell et al. 2022; Galparsoro et al. 2022;). Under følger en oversikt over disse effektene, med beskrivelser og eksempler på hvordan de eventuelt kan påvirke fiskeriressursen.

Havvind strukturens effekt på miljøet:

Havvindanleggenes påvirkning på miljøet har blitt studert i flere land rundt Nordsjøen (Belgia (Degraer et al. 2018), Danmark (Brandt et al. 2011, Danish Energy Agency 2013), Nederland (Lindeboom et al. 2011, Coolen et al.2018), Storbritannia (Bailey et al. 2014)) og Østersjøen (Sverige (Tougaard & Michaelsen 2018), Tyskland (Krone et al. 2017, Rose et al. 2019)). Disse studiene viser at begroing av planter og dyr på turbinfundamentet skaper et såkalt «*kunstig-rev*» som har en tydelig positiv effekt på forekomst av fisk og krepsdyr (eks. krabbe (Krone et al. 2017), hummer (Thatcher et al 2023)). En sammenligning mellom stålpilarer og betongpilarer vist at ulike bentiske arter slo seg ned på de ulike materialene, og at pilarmaterialet hadde ingen effekt på artssammensetningen av fisk nær pilarene (Anderson 2009). Studier fra bunnfaste havvindanlegg plassert på grunt vann (< 36 m dyp) nært land (<4.5 mil fra land) viser at fisken som lever på hardbunn, blir mer tiltrukket av havvindanlegg enn bløtbunn fisk., og at fiskespisende fisk blir tiltrukket mer enn andre arter (Methratta and Dardick 2019). Det fantes for lite data for å dra konklusjoner om pelagiske fisk. Denne tiltrekkings effekten (dvs mer fisk i vindparken enn i et kontrollområde) var kun signifikant de første 1-4 årene etter utbygging, og da bare veldig nær (≤ 20 m) turbinene (Methratta and Dardick 2019). Til sammenligning har kunstig Rev- effekt blitt studert rundt norske borerigger i Nordsjøen. Disse viser at fangst med garn av torsk (*Gadus morhua*), lange (*Molva m* olva) og sei (*Pollachius virens*) var 4 ganger større nær riggen (110 - 150 m fra riggen) sammenlignet med lengre fra (150 til 1300 m fra riggen) (Løkkeborg et al. 2002). Akustiske studier viste at fiskeansamlingen var sesong- og døgnavhengig med et jevnt fordelt lag med fisk ut til 50-100 m fra plattformen, og at stimer med makrell (*Scomber scombrus*) samlet seg rundt platformen på dagtid (Soldal et al. 2002). Leonhard og Pedersen (2005) fant at artssammensetningen ved vindkraftanleggene på Horns Rev (Dansk, Nordsjøen 30 km fra land, 6-14 m dyp) er lik den som finnes ved båtvrak i Nordsjøen. Hvilke arter som vil trekkes til eller kolonisere våre aktuelle vindturbinlokaliteter i Norge er trolig avhengig av avstand fra land, dyp, breddegrad og havstrømmer.

Flytende havvindanlegg, befinner seg lengre fra land og på dypere vann samt at de har en annen undervannskonstruksjon (Figur 4, 7 og 8). Hvordan fisk vil forholde seg til flytende vindturbiner har vi lite kunnskap om, da flytende vind er nytt (Farr et al. 2021; Maxwell et al. 2022). Men i en studie fra Hywind Scotland, det første flytende havvindanlegget i verden, hvor en har sett på kolonisering av fastsittende alger og dyr på undervannstrukturen, nevner de at større bunnfisk ble observert rundt anlegget (Karlsson et al. 2022). Tilsvarende er det observert lange, brosme (*Brosme brosme*) og sei på bunnen rundt ankerkjettingene på Hywind Tampen og små stimer med sild (*Clupea harengus*) nær overflaten inne i vindparkområdet (Utne Palm et al. 2023). Flytende konstruksjoner blir brukt i enkelte fiskeri for å samle pelagisk fisk, såkalte FAD (Fish Aggregation Devices), det er mulig at flytende turbiner kan ha en lignende tiltrekningseffekt på pelagisk fisk. Et pågående NFR prosjekt, “WindSys”, ledet av Havforskningsinstituttet skal bl.a. studere effekten av flytende havvind på pelagisk fisk. Prosjektet skal undersøke om pelagisk fisk tiltrekkes den flytende turbinstrukturen på Hywind Tampen og om støyen fra turbinene eventuelt påvirker stimstrukturen og predator unnvikelse atferden til fisken. Dette skal studeres ved å plassere en bunnsatt ramme utstyrt med bl.a. lydmålere (hydrofoner) og ekkolodd inne i Hywind Tampen.

Når vi produserer energi fra vind, omformer vi vindenergi til elektrisk strøm, dvs. vi *fjerner vind* . Desto mer energi vi ønsker å produsere desto større områder trenger vi og desto større blir områdene hvor vindhastighet er påvirket. Vinden er en viktig drivkraft for miksing av vannmassene, og den har særlig effekt på de øverste lagene hvor

primærproduksjonene (fotosyntesen og algeproduksjon) skjer. Vind sammen med jordrotasjon, vanntemperatur, saltholdighet og månen påvirker også havstrømmene. I følge et nylig publisert studie av Christiansen et al (2022) vil denne type fjerning av vind føre til redusert blanding av vannmassene dvs en økning i lagdeling av vanmassene som igjen fører til lavere alge produksjon /primærproduksjon. I motsetning konkluderer Floeter et al (2022) med at fjerning av vind i et område fører til opp-/nedgående dipol strøm i utkanten av området med skiftende vindretning. Og at dette vil gi en økt blanding av vannmassene dvs høyere algeproduksjon. Disse to arbeidene er et eksempel på den uenigheten eller variasjonen en finner blant de ulike studienes resultater og derfor trenger vi data fra flere havvindanlegg for å kunne forutsi hvordan et lokalt økosystem vil bli påvirket. Det er imidlertid mye som tyder på at storskala utbygging av havvindanlegg vil kunne påvirke det marine økosystemet ved at det påvirker primærproduksjonen og oksygenforholdene i vannmassene (Daewel et al. 2022).

Selve turbin strukturen påvirker også strømmen , ved at det lages turbulens nedstrøms, i bakkant av turbin fundamentet. Dette fører til miksing av vannet fra bunnen og opp til overflaten for bunnfaste turbiner, og fra dypet turbintårnet strekker seg ned til i flytende anlegg. Er det fint sediment på bunnen i grunne områder med bunnfaste turbiner kan dette føre til suspendering av sediment i hele vannmassen og spredning av sediment over flere kilometer fra turbinen (Dorrell et al. 2022). Sedimentet vil kunne hindre lysgjennomtrenging og med det dempe primærproduksjonen (fotosyntese algeproduksjonen) i det påvirkete området. Det kan også når det settler på bunnen endre bunnstrukturen samt medføre irritasjon på gjeller hos fisk, eller endre bunnstrukturen rund anleggene, som for eksempel tobis er veldig avhengig av. Det sistnevnte kan være aktuelt for Sørlig Nordsjø II dersom det finnes fine sediment masser der det skal bygges ut turbiner. Turbinpilaren / tårnet vil også kunne gi fisk og larver le for kraftige havstrømmer, samt lage en turbulent bakevje hvor fisk vil kunne finne oppsamlet plankton føde (Stanley and Wilson 1997).

Det er også usikkert hvordan strømendringer forårsaket av strukturene til havvindanlegg kan påvirke primærproduksjon. Studier utført til nå er fra grunt vann (Sørlig Nordsjø, Østersjøen) med bunnfaste turbiner. Når vi med flytende havvindsanlegg beveger oss lengre ut, i dypere vann, kommer vi uti vannmasser som er sesongmessig stratifisert (lagdelt). Her vil trolig de flytende havvind pilarene kunne bryte ned lagdelingene og gjennom det påvirke produktiviteten og viske ut sesongvariasjoner, det er usikkert hvilke effekter dette vil få på økosystem nivå (Dorell et al. 2022), og det er så langt ingen studier som har sett på dette.

Kunnskapshull relatert til strukturen og hvordan den påvirker miljøet:

- Kunnskap om langtids endringer og storskala effekter av den kunstige strukturer mangler.
- Etablering av nye arter på strukturene (Rev effekt) - positivt eller negativt avhengig av området det er snakk om.
- Det er usikkert om lokale endringer i artssammensetning og mengde fisk som følge av rev-effekt fører til populasjonseffekter.
- Det er lite kunnskap om hvordan pelagiske fisk blir påvirket, selv om spesielt flytende strukturer kan tiltrekke seg pelagisk fisk.
- Det er usikkert hvordan primærproduksjon påvirkes av havvindanlegg, særlig i dypere havområder.

Støy:

Støy fra turbinene er en annen faktor som kan påvirke organismene i miljøet negativt. (Ordet «Støy» er i denne rapporten brukt om uønsket menneske skapt lyd). Turbin støy til luften er et mindre problem under vann da størsteparten reflekteres av havoverflaten (Tourgaard et al. 2009). Under vann kommer lyden fra girkasse og generator. Den forplanter seg gjennom tårnet ut til vannet rundt og gjennom sokkelen til bunnene rundt. Hvilke lyd som overføres til havet rundt er avhengig av turbin type (gir-sytem og generator) hvilke materiale som er brukt i tårnet (hvordan lyd transporteres), hvordan tornet er fundamentert i bunnen og vindforhold. Havvindanlegg i drift lager kontinuerlig støy, og denne støyen er lavfrekvent (< 300 Hz). I Hywind Scotland ble det målt kontinuerlig lavfrekvent lyd mellom 8.9–300 Hz med et nivå på 100–120 dB re 1 µPa (Burns et al. 2022). Lyd forplanter seg 4.3 ganger raskere i havet en i luften, og lavfrekvent lyd forplanter seg lengst. De fleste fisk hører godt i lavfrekvensområdet og er dermed sensitive til den lyden

som produseres av vindturbiner (Popper and Hawkins 2019; Slabbekoorn et al. 2010). Driftslyden kan være hørbar for fisk opptil 13-16 km unna, selv om lydnivået og forplantningsavstanden vil variere med turbindesign og plassering (Bergström et al. 2013; Tougaard et al. 2020; Wahlberg og Westerberg 2005). Forskning på effekter av kontinuerlig støy og vibrasjoner fra vindturbiner på fisk er derfor viktig (Popper et al. 2022), særlig siden fisk ser ut til å bli tiltrukket av havvindanlegg og dermed tilbringe mye tid nær turbinene (Methratta and Dardick 2019). Duarte et al (2021) viser at en i > 80% av alle publiserte studier gjennomført på fisk eller krepsdyr finner signifikante effekter av menneskeskapt støy (båtmotor, seismikk, sonar, offshore industri), enten i form av atferdsendringer, fysisk eller fysiologisk skade. Det er mulig at prosentandelen blir påvirket av «publication bias» som gjør at studier med signifikante resultatene blir publisert oftere, men det er tydelig at lyd kan påvirke mange arter. Som eksempel bruker fisk sidelinjeorganet sitt for å registrere lavfrekvent lyd fra en predator som nærmer seg - eller for å registrere bevegelsen til en stimpartnere. Ikke uventet har en funnet at lavfrekvent lyd forstyrrer (maskerer) fryktrespons hos stimende sild (Hawkins and Myrberg 1983), og at kronisk lavfrekvent lyd kan påvirker total eggproduksjon, - befruktning og overlevelsen til torskelarvene (Sierra-Flores et al. 2015; Nedelec et al. 2015). Både voksen fisk og fiskelarver bruker også lyd til å orientere seg (Slabbekoorn & Bouton 2008; Mann et al. 2007; Cresci et al. 2023) Videre har en ny studie vist at hoppekreps, raudåtens «fetter», spiser mindre når den utsettes for kontinuerlig lavfrekvent lyd, hvilket kan senke mattilgjengeligheten til fisk og andre planktonspisende arter (Kühn et al. 2023).

Det er mest støy under byggefasen av havvindanlegg, spesielt anlegg med bunnfaste turbiner, da en dunker pæler ned i bunnen. Nært pæling kan støyen skade fisks hørsel og svømmeblære (Casper et al 2013), men der finnes tiltak som kan gjøres for å dempe støyen (Stokes et al 2010). Varigheten til lydpuls øker med avstanden derfor vil pæle dunkingen fortone seg som kontinuerlig støy på lange avstander. Flytende havvindanlegg vil trolig produsere mindre støy under byggefasen, da de ikke har pæler men sugeankere. Alle turbinene kommer derimot å produsere kontinuerlig lyd under hele levetiden og det påvist at kontinuerlig lyd ser ut til å kunne ha en større effekt på fiskens reproduksjon enn mer oppstykket lyd (de Jong et al. 2020). Det er foreløpig få flytende anlegg og derfor få støymålinger tilgjengelig, men en ytterlig støykilde som kan komme fra flytende anlegg er støy fra rykk og napp i ankerkjettingene (Burns et al. 2022).

kunnskapshull relatert til støy :

- Kan effekter fra impulsiv støy i utbyggingsfasen føre til populasjonseffekter?
- De fleste studier har satt søkelys på anleggsfasen og pæleaktivitet, og få på selve driftsfasen. En vet derfor lite om hvordan langvarig kontinuerlige støyen påvirker fisken rundt anlegget. For eksempel, hvordan langvarig kontinuerlig støy påvirker migrasjon, habitatbruk og adferd i et område?
- Tilvenner fiskene seg støynivået, eller blir reproduksjon, beiteadferd og predator unnvikelse påvirket over lengre tid?
- Hvor mye og hvilke arter av fiskeegg og yngel oppholder seg i vindkraftanlegg – og i hvilken grad blir de påvirket av støy?
- Blir muligens de negative effekter av støy utbalansert av positive effekter av anlegget som for eksempel økt mattilgang, ly og lavere fiskepress?

Kabler:

Elektromagnetisk felt har potensiale til å forstyrre bevegelsesmønster, fødeopptak og atferd hos marine fisk. Det er kjent at noen marine arter har utviklet særegne egenskaper for å oppdage svake elektriske felt (Alves-Gomes 2001; Collin and Whitehead 2004, Walker 2001). Mest kjent er bruskfisk (hai og skater) men også beinfisk som ål (*Anguilla rostrata*), laks (*Salmo salar*) og rødspette (*Pleuronectes platessa*) responderer på svake elektriske felt som for eksempel kan genereres av byttedyr eller av havstrømmer (Czech-Damal et al. 2011; Rommel and McCleave 1973; Metcalfe et al. 1993). Egenskapen er derfor viktig både for orientering og bytte søk. For eksempel ungår bruskfisk embryo predatorer ved å sanse deres bioelektriske signaler, mens de som voksne, bruker bioelektriske signaler for å orientere seg og for å finne maker (Ball et al. 2016; Siseneros et al. 1998). Bruskfisk kan være ekstremt følsom for lavfrekvente AC (Alternating Current) elektriske felt (0.13 – 8 Hz) med styrke helt ned i 1 nV/m (1 x 10^{-9} volt/meter), mens beinfisk er mindre følsom for elektrisk felt (laksefisk ned til 0.025 V/m to 15 V/m, Marino and Becker 1977) (Kalijm 1982, Salte et al. 2017). Flere beinfisk arter bruker det elektromagnetiske felt for retningsorientering. Et

eksempel på en viktig kommersiell art er hyse (*Melanogrammus aeglefinus*). Larvene til denne arten orienterer svømmingen sin i nord vestlig retning etter jordens magnetfelt (Cresci et al. 2019). Når hyselarvene utsettes for elektromagnetisk forstyrrelser tilvarende fra en havvind kabel (B-felt intensitet mellom 50 og 150µT fra DC (Direct Current) kabler) senker flertallet av larvene svømmehastigheten med 60% (Cresci et al. 2022). Hyse har gytefelt på Tampen banken. Tobis larver er også blitt testet i tilsvarende eksperiment oppsett, men her fant en ingen effekt (Cresci et al. 2022). Tobis er en viktig art i Sørlig Nordsjø. Litteraturen viser at også flatfisk som for eksempel rødspette er følsom for elektromagnetisme (Metcalfe et al. 1993).

Hos krepsdyr har en så langt funnet moderate effekter (taskekrabbe (*Cancer pagurus*) (Scott et al. 2018) eller ingen synlig effekt (hummer (*Homarus gammarus*) Taormina et al. 2020).

Norge ønsker særlig å satse på flytende havvind. I disse anleggene ligger ikke kablene bare på bunnen, men de går også opp og ned til hver enkelt turbin. D vs at elektromagnetiske felt fra kablene kan påvirker også fisk og organismer som vandrer og lever i vannmassene. På Hywind Tampen dreier dette seg om avstanden fra 80 m dyp (bunnen av turbinene) ned til 280 m dyp (havbunnen). Nordsjøen er gyte- og oppvekstområde for flere av våre viktigste kommersielle arter

(https://imr.brage.unit.no/imr-xmlui/handle/11250/2440959). Det bør suppleres med arbeid på flere arter for å få en mer fullstendig dokumentasjon om hvilke kommersielt og økologisk viktige fiskearter som reagerer – eller ikke reagerer – på menneskeskapte magnetfelter. Når en finner at en art reagerer på elektromagnetisk felt er det viktig å følge opp med videre sensitivitets studier. Slik at en finner hvor langt fra kabelen de vil kunne bli påvirket.

Det er en generell bekymring for at elektromagnetisk felt fra undervannskabler kan forstyrre migrasjoner, bruk av habitater, fôringsatferd, reproduktiv atferd og bruk av oppvekstområder, men feltdatatesting av disse spådommene er sparsomme, og store kunnskapshull gjenstår (Hutchison et al. 2020; Hutchison et al. 2020; Nyqvist et al. 2020).

Kunnskapshull relatert til elektromagnetisme:

- På hvor lang avstand fra kabelen finner man effekter på fisk, krepsdyr og larver?
- Kan larver bli påvirket når de blir ført langs kabler med havstrømmer?
- Kan kabler forstyrre migrasjonsruter til kommersielt eller økologisk viktige arter?

Effekter på populasjonsnivå:

Dagens kunnskap tyder på at fisk tiltrekkes til havvindanlegg. Det er usikkert om denne lokale økningen av fisk og krepsdyr inne i havvindanlegg kun er en forflytting av fisk eller at populasjonen faktisk blir større (Thomsen et al. 2016; Copping and Hemery 2020; Galparsoro et al. 2022). Hvor vidt havvindanlegg har en positiv eller negativ effekt på populasjonsnivået er avhengig av om dyrenes produksjon (antall avkom) og overlevelse inne i parken er høyere enn produksjon og overlevelse utenfor parken. Dersom vindparken øker produksjonen i form av mer tilgjengelig mat og skjul (rev-effekt) og minsker dødeligheten ved minsket press fra fiskeri, vil vindparken kunne bidra til en populasjonsvekst. Dette kalles en «spill-over» effekt. Om derimot produksjonen og overlevelsen er lavere inne i parken sammenlignet med utenfor, pga. endringer i habitatet, støy, elektromagnetisme, forurensing osv, vil parken kunne fungere som et «økologisk-sluk». Det kan også være en nøytral effekt, hvor produksjon og overlevelse ikke blir forandret, og økningen i vindparken kun er en forflytning av resursen fra området rundt til parken Det er derfor viktig med grundige før, under og etter undersøkelser i forbindelse med oppføring av havvindsanlegg. En finner ofte store variasjon i fordeling av bestanderresursen i tid og rom og det er derfor viktig å gjennomføre også forundersøkelsene over flere år og sesonger. Grundige førstudier der en kartlegger fiskeriressursene i tillegg til fysiske og biologiske forholdene er hittil ikke gjennomført i våre farvann, og det er viktig at dette kommer i gang så fort så mulig for å få representativ og god nok data over tid og rom. Rett før utbygging av Hywind Tampen startet ble det gjennomført undersøkelser av bunnfisk i området. Forsøkene gav nyttig kunnskap om området, men med kun en studie før utbygging kan det bli vanskelig å identifisere forandringer (de Jong et al. 2022). Det er derfor viktig at vi raskt kommer i gang med førstudier i sørlige

Nordsjø II og Utsira nord.

- For å kvantifisere effekter av havvindanlegg på fiskeriressursen må man sammenligne områder før, under og etter utbygging. Det har så langt ikke blitt utført lange nok før-studier.
- Omfanget av utbyggingen er selvsagt også en veldig viktig faktor for effekten på populasjonsnivå.

Litteratur søk på konsekvenser for fiskeriressursen:

I dette litteraturstudiet fokuserte vi på mulige effekter av havvindsanlegg på fiskeriressursen, dvs. effekt på fisk og krepsdyr. I søk på Web of Science fant vi i alt 279 vitenskapelige arbeid på dette tema som vi fordelte over ni kategorier (Figur 1). Det er tydelig at det finns veldig få studier som ser på effekter av havvindsanlegg på fiskeriene direkte (n=5; Figur 1). De fleste vitenskapelige artikler handler om potensielle effekter og hva man trenger for å få til en bærekraftig utvikling av havvind, mens bare 47 studier totalt (17%) inkluderte biologiske data på fiskeriressursen (42) og/eller fiskeri aktivitet (5). Disse fem arbeidene viste følgene:

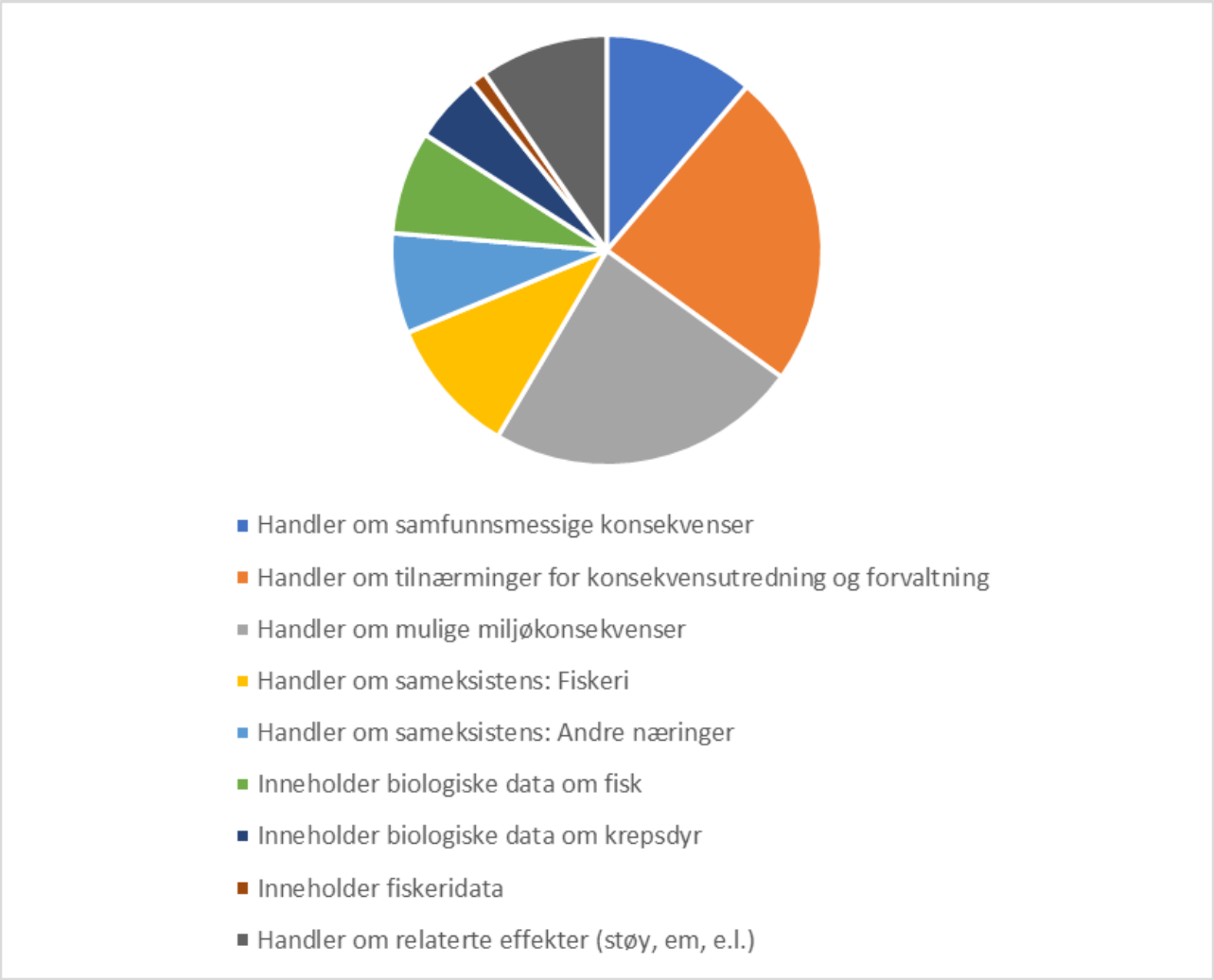
1) En studie av Dunkley og Solandt (2022) så på fiskeriaktivitet (fishing rate) ved hjelp av data fra Global Fishing Watch (GFW) før, under og etter havvindparker utbygging i UK sektor. Ikke så uventet fant de at bruken av bunn-trål var gått ned med 77% innenfor 11 av 12 studerte havvindpark områdene. De fant derimot en økt fiskeriaktivitet med trål i det ene havvindanlegget hvor turbinene var plassert som flere distinkte aggregerte flekker innenfor området, det kan peke til at plasseringen av turbinene kan ha en stor effekt på fiskeriaktiviteten med trål. Fordi de ikke hadde fangstdata, er det ikke kjent om den endrede aktiviteten førte til endring i fangstmengde.

2) En studie av Roach et al (2018) fra Holderness coast, UK, hvor en ser på fangst av hummer med passiv redskap inn i et havvindsområde før under og etter en tidvis stenging av område for kommersiell fiske i forbindelse med utbygging. De fant ar fangsten inne i havvinnanlegget økte etter utbygging, men minsket igjen etter området åpnet for fiske igjen. Kvalitet på fangsten (LPUE/CPUE) forble på et høyere nivå også året etter stengingen.

3) Et eksperimentell teinefangst studie fra tysk farvann, gjennomført av Stelzenmüller t al (2021) hvor en fant en økning i teinefangstene pg carapax bredde på taskekrabbe (*Cancer pagurus*) i et område opp til 300-500 m fra turbinene. Dette tolket de som en «spill-over» effekt. De så også en økning i fiskeriaktiviteten gjennom tracking av fiskebåter og deres aktivitet og konkluderer med at det var et resultat av både økt tilgjengelighet og etterspørsel.

4) En modellerings studie av Scheld et al (2022) hvor en prøver og forutsi fangst endring i det Amerikanske surfclam (*Spisula solidissima*) fiskeriet etter en fremtidig vindparkutbygging. De bruker NEFSC 2022 data for sin modelleringsanalyse og kommer til en antatt nedgang i fangst på 3-15% og økning i økonomiske kostnader på 1-5%. Studien er utelukkende basert på førdata.

5) Den siste studien vi fant er en spørreundersøkelse blant fritidsfiskere (Hooper et al. 2017). Artene som oftest ble fanget i linjefiske ved havvindanlegg er bass (sjøabbor) (rapportert av 62 % av respondentene), pigghå (også 62 %) og torsk og annen hvitfisk (58 %). Fiskerne rapporterte ingen tydelige effekter på fangst, med unntak av en konsistent nedgang i fangst av tope (gråhai) etter konstruksjon. Fiskere som hadde fisket innenfor et eller flere havvindsanlegg var mer negative til havvindutbygging en fiskere som ikke hadde fisket der ennå.

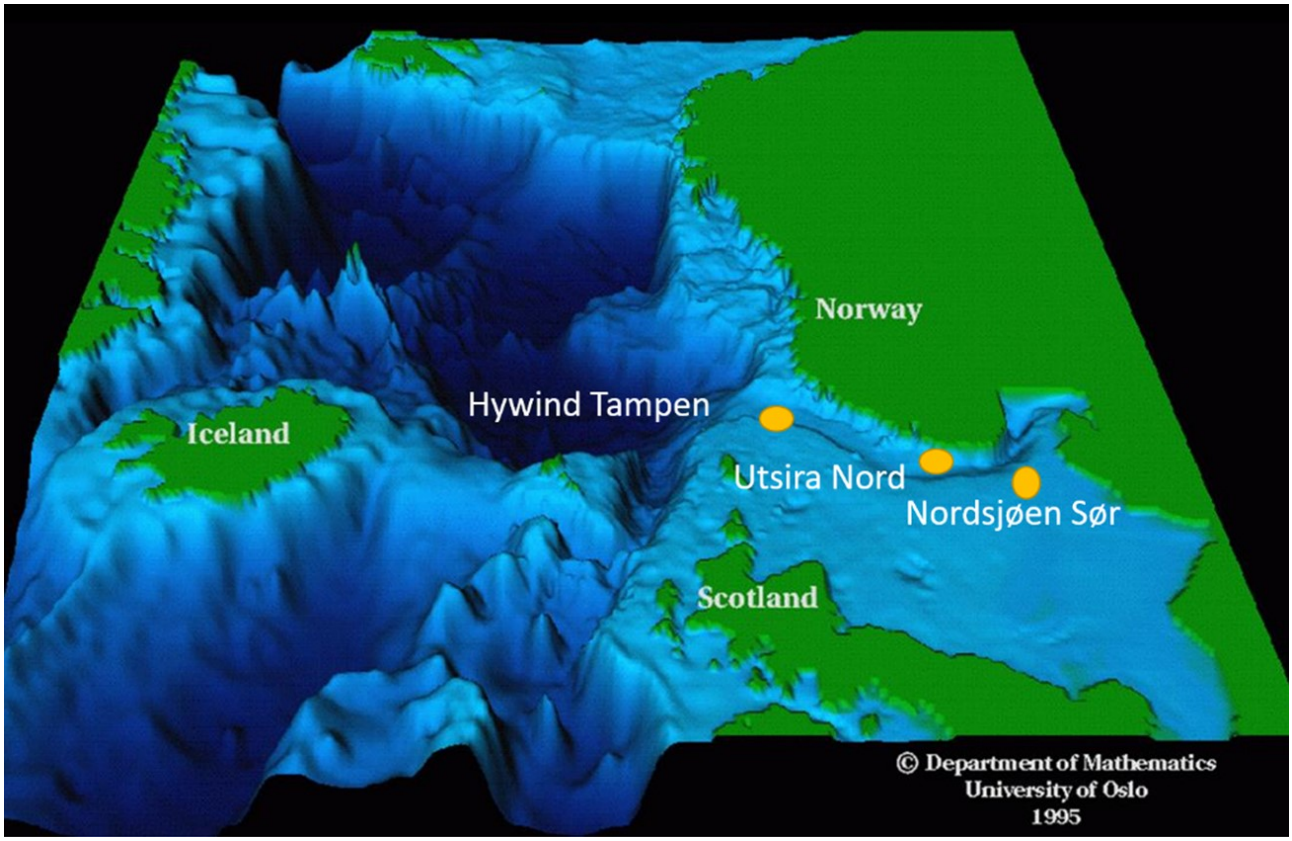


Figur 1. Paidiagrammet viserantall av de 279 artikler som omhandler de forskjellige kategoriene som vises i legenda. Obs: En artikkel kan bli delt inn i flere kategorier.

4.2. Resultater fra intervju med fiskerne (AP2)

Det blir fra fiskere hevdet at det er svært lavt kunnskapsnivå blant de fleste utbyggere, byråkrater, politikere og menigmann om utbredelse og gjennomføring av fiskeriene og hvilke driftsmønster og reguleringer som gjelder. Ut fra informasjon fra fiskere og Fiskeridirektoratet ønsket vi å gi en oversikt over hvordan fiskeriene blir drevet i de tre aktuelle områdene. Videre vil vi beskrive hvordan vindkraftanleggene kommer i konflikt med, eller kan tilpasses fiskeriaktiviteten i de aktuelle vindkraftområdene.

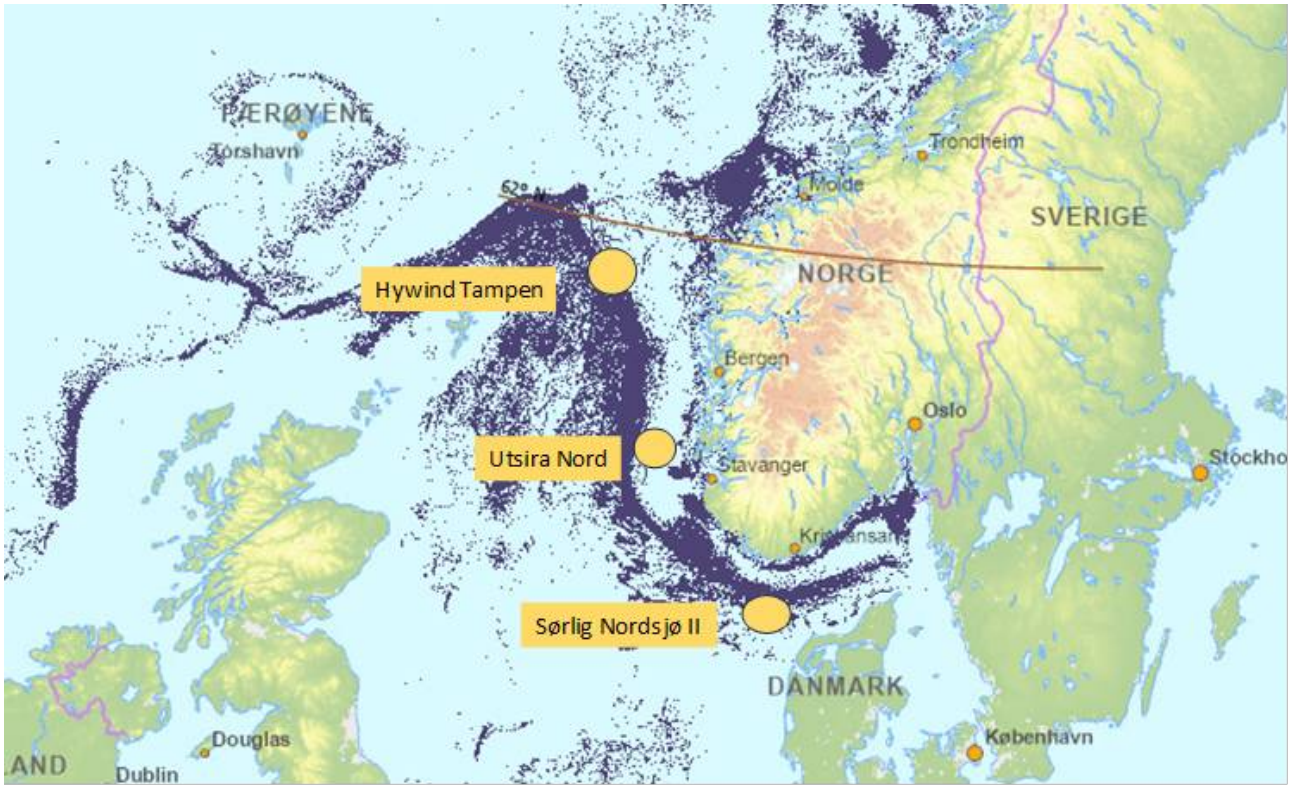
De tre vindparkene Hywind Tampen, Utsira Nord og Nordsjøen Sør ligger alle innenfor norsk økonomisk sone i Nordsjøen. Hywind Tampen ligger i vestskråningen av Norskerenna ca. midt mellom Florø og Shetland. Utsira Nord ligger midt i Norskerenna like vestenfor Utsira. Sørlige Nordsjø II ligger på relativt grunt vann like nord for grensen mellom norsk og dansk økonomisk sone. Hywind Tampen og Utsira Nord vil bygges ut med flytende anlegg og Sørlige Nordsjø II er planlagt for utbygging av bunnfaste anlegg. Hywind Tampen ble startet opp i 2022 med 7 av 11 turbiner. Anlegget driftes av Equinor, og ble ferdig utbygd sommeren 2023. De to andre er lyst ut for prekvalifisering og konsesjonsbehandling (Figur 2).



Figur 2. Posisjon til de tre vindparkene Hywind Tampen, Utsira Nord og Nordsjøen Sør.

Fiskeriaktivitet:

De tre vindparkene er plassert i områder med betydelig fiskeriaktivitet. Figur 3 viser plassering av anleggene i forhold til total norsk fiskeriaktivitet i perioden 2018 – 2022. Ved lokalisering av Utsira Nord og Sørlige Nordsjø II ble det tatt hensyn til fiskeriene. Fiskerne ble i langt mindre grad hørt i konsesjonsprosessen for Hywind Tampen. Hywind Tampen og Utsira Nord ligger i Norskerenna. Historiske data viser at det er her det er minst fiskeriaktivitet.

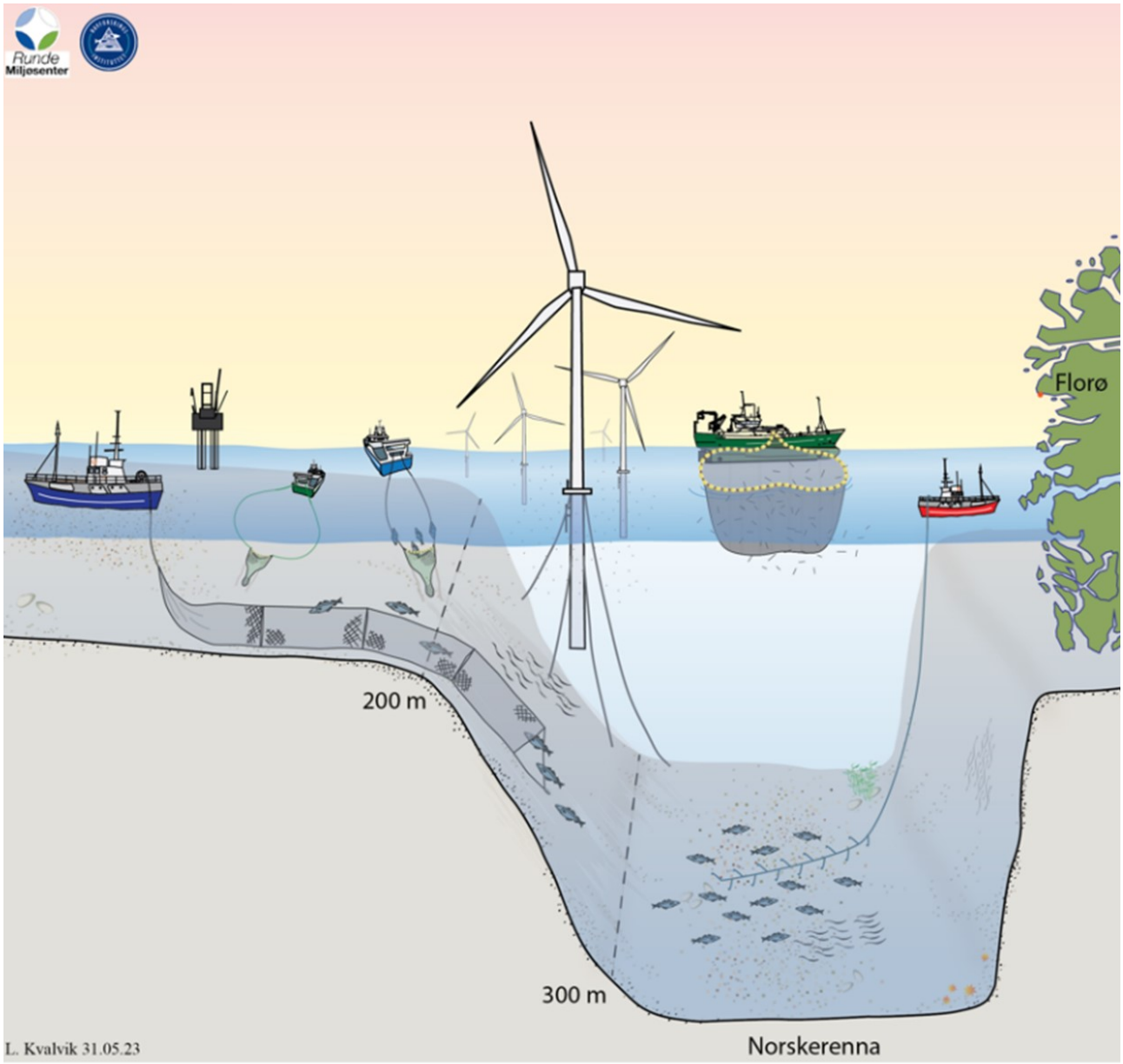


Figur 3. Posisjon til de tre vindparkene, Hywind Tampen, Utsira Nord og Sørlig Nordsjø II. Total norsk fiskeriaktivitet i Nordsjøen og havområdene rundt i perioden 2018-2022 er markert med blå prikker. (Kartet er laget i Fiskeridirektoratet sin kart portal https://portal.fiskeridir.no/fiskeri).

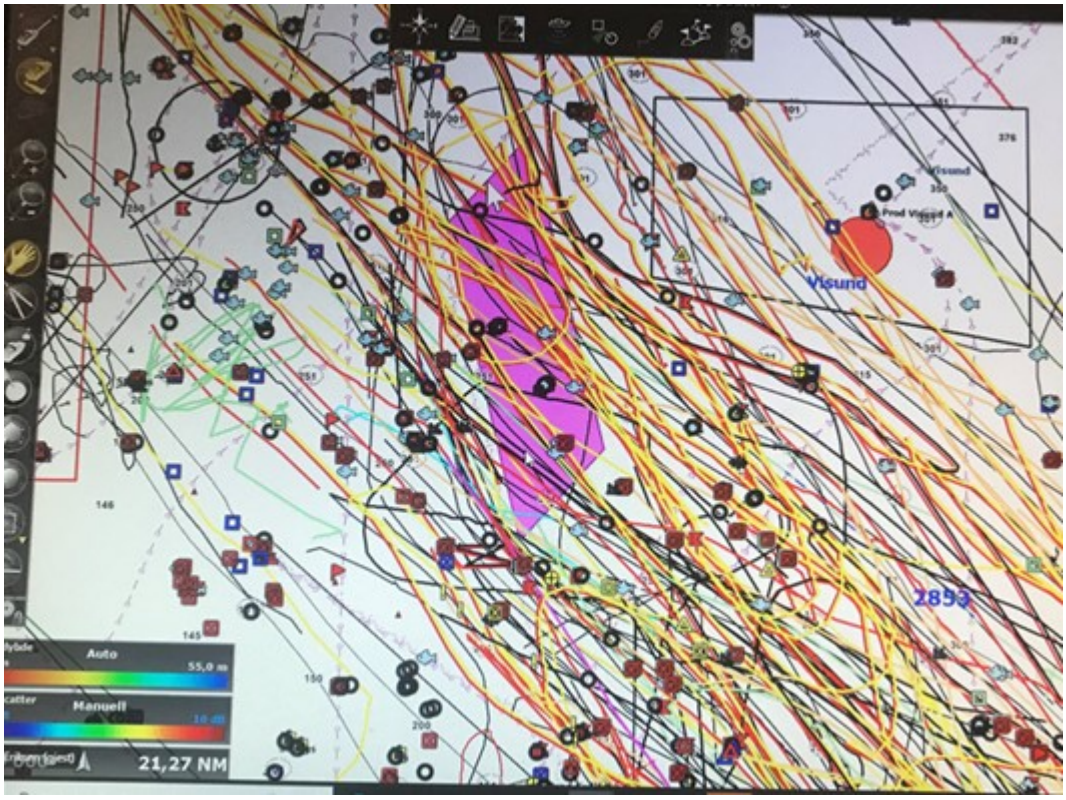
Hywind Tampen:

Hywind Tampen er plassert i den vestre skråningen i Norskerenna (Figur 4). I figuren er det også vist hvordan de ulike fiskeriene plasserer seg i forhold til vindparken og til det undersjøiske terrenget. Det er flere fiskeri som blir drevet i dette området. De viktigste fiskeartene som blir fangstet er de pelagiske artene sild og kolmule. Disse blir fisket med snurpenot og pelagisk trål. Sei og lysing er de viktigste bunnfiskartene. Disse blir fisket med bunntrål og garn. De ulike fiskeriene blir gjennomført på ulike dyp. Garnbåtene og linebåtene setter redskapen oftest på tvers av kanten. Dette gjøres hovedsakelig for å tilpasse seg strømforholdene i området.

Fiske med bunntrål foregår hovedsakelig fra 200 til 300 meters dybde. Trålerne sleper trålen for det meste på langs av kanten (Figur 4 og 5). Den viktigste fangsten for disse fartøyene er sei dersom de fisker dypere enn 200 meter. Trålerne fisker ikke grunnere enn dette, fordi de da vil komme inn på gyteområdene for torsk som er en art de ikke har kvote på. Kommer de dypere enn 280 meter vil de komme i konflikt med vindkraftanleggene. Dette viser at fiskerne har en god del arealbegrensninger i utøvelsen av fiskeriaktiviteten sin fra før og at vindkraftutbygging kommer i tillegg til allerede etablerte begrensninger. Figur 5 viser hvordan Hywind Tampen området kommer i konflikt med trålerne sine trålruter. Fiskerne mener at utbyggeren ikke i tilstrekkelig grad tok hensyn til dette.



Figur 4. Skissen viser fiskeriaktiviteten med bunntrål, snurrevad, garn, ringnot og line i Hywind Tampen området før utbyggingen av havvindallegget, som er plassert i vestkanten av Norskerenna. En ser også oljeplattformer som skal forsynes med elektrisitet fra denne vindparken. (Illustrasjon: Liz Kvalvik).



Figur 5. Bildet er et fotografi av kartplotteren til en tråler og viser trålerens fiskeaktivitet i Tampen området før utbygging av Hywind Tampen. Gule, røde og grønne linjer markerer ruter der trålerne som fisker i dette området har slept trålen sin. Hywind Tampen offshore vindpark området er markert med lilla farge. (Foto: Nils-Roar Hareide).

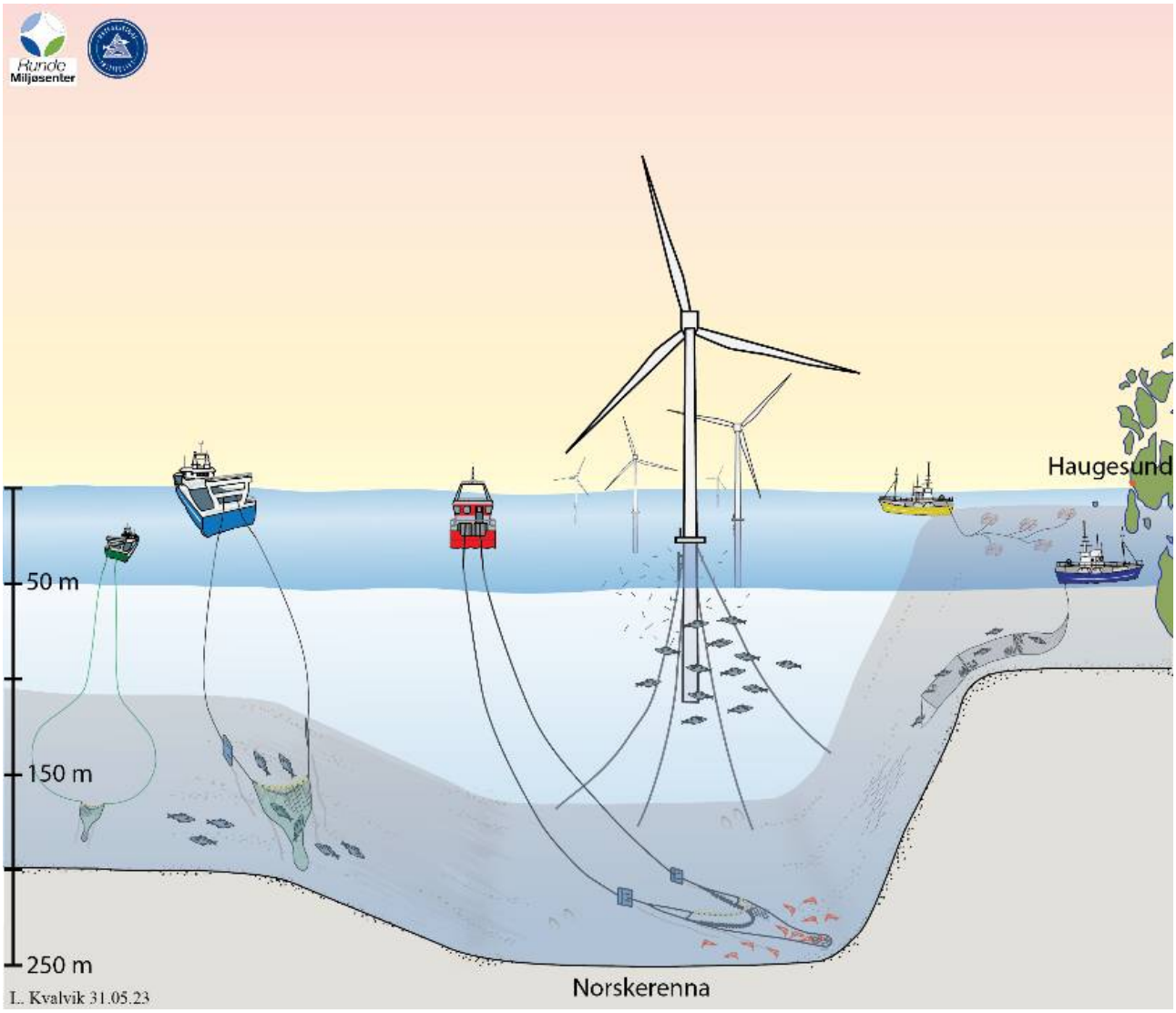
Strømforholdene i Hywind Tampen området skaper problem for garnfisket. Den dominerende strømretning er fra nord mot sydøst. Derfor pleide en før Hywind Tampen anlegget kom i veien, å sette garnlenkene i skråningen på tvers av strømmen. (vest – mot øst). Slik en er tvunget å sette lenker nå, på langs av kanten og strømmen, kan garna bli fraktet flere nautisk mil bort fra der de ble satt ut og inn mot vindkraftanlegget (Figur 6). Dette kan føre til farlige situasjoner for fiskefartøy. Fiskerne må ta hensyn til dette og legge inn nødvendig sikkerhetsmargin. Dermed kan arealet for konflikt mellom fiskeri og havvind være betydelig større en det som framgår av de offisielle kartene over havvindparkene



Figur 6. Bildet er et fotografi tatt om bord på MS Nesejenta i forbindelse med fangstforsøk ved Hywind Tampen i mars 2023. Bilde viser posisjoner av garnsetninger satt ut i skråningen vestenfor Hywind Tampen. Lenkene ble tatt av strømmen og flyttet opptil 2 nautisk mil mot sørøst inn mot vindkraft anlegget. (foto: Maria Tenningen).

Utsira Nord:

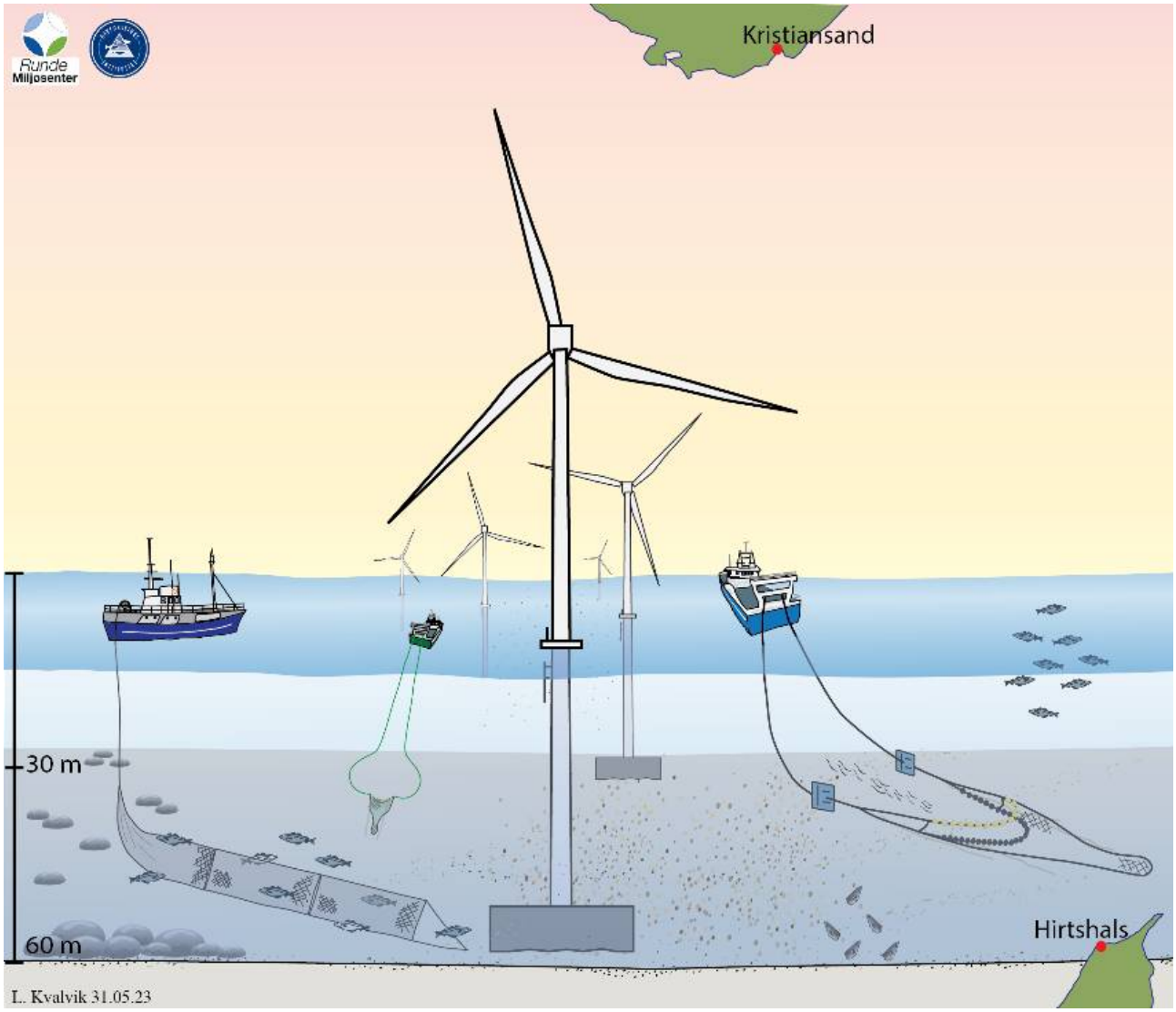
Utsira Nord er planlagt som flytende vindpark. Den skal etableres på 250 meters dyp. Den ligger i Norskerenna, men i motsetning til Hywind Tampen er den plassert i den dypeste delen av renna. Som i Hywind Tampen området foregår det et trålfiske i område i tillegg til snurrevadfiske i vestskråningen av renna. I sørlige del av området foregår det et trålfiske etter reker og der er også et pelagisk fiske etter sild og makrell med pelagisk trål og snurpenot (Figur 7).



Figur 7. Skissen viser fiskeriaktiviteten med bunntrål, snurrevad, garn, ringnot, line og teine i Utsira Nord området. (Illustrasjon: Liz Kvalvik).

Sørlige Nordsjø II:

Sørlige Nordsjø II er planlagt for bunnfaste turbiner fordi dette er et grunt område på 50 – 60 meters dyp. (Figur 8) Bunnforholdene i dette området er hovedsakelig sandbunn av ulike kvaliteter og kornstørrelser. I områdene rundt denne lokaliteten foregår det et periodevis rikt fiske etter tobis også kjent som havsil (*Ammodytes marinus*). Fisket er sterkt regulert med kvoter og ved periodevis stenging av fiskefelt. F.eks. ved stor innblanding av yngel blir fisket etter tobis stanset. Et annet viktig moment for tobisfisket er at denne arten har svært stor rekrutteringspotensial, og har stor variasjon mellom årsklasser. Siste store årsklasse var i 2019 (Johnsen 2022). Snurrevadbåtene fisker samme arter som garnflåten dvs. torsk, hyse og sei, men de får mer lysing med snurrevad. Det er stort sett samme båtene som fisker med snurrevad og garn. Flere garnbåter har gått over til snurrevadfiske siste par 2-4 årene.



Figur 8. Skissen viser fiskeriaktiviteten med bunntrål, snurrevad og garn i Sørlige Nordsjø II området.

I forbindelse med olje og Energidirektoratets høring (02.07.2019) om åpning av område for fornybar energi til havs https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/hoyring-av-forslag-om-opning-av-omrade-for-fornybar-energi-til-havs-og-forslag-til-forskrift-til-havenergilova/id2662577/ svarte fiskeriorganisasjonene: Fiskebåt, Norges Fiskarlag og Norges Kystfiskarlag, at havvindområdet, Utsira-Nord, må flyttes lengre nord for å unngå konflikt med fiskeområder for reke og sjøkreps. For Sørlig Nordsjø II svarte de samme organisasjonene at området som skal brukes til havvind må tilpasses den fiskeriaktiviteten som foregår i området. Det var noe regjeringen i stor grad fulgte opp. I forbindelse med utbyggingen av Hywind Tampen ba Fiskebåt og Norges Fiskerlag om at anlegget ble lagt parallelt med dybdekotene og flyttet lenger mot nord, for å unngå konflikt med fiskeriinteresser https://kommunikasjon.ntb.no/data/attachments/00157/997f875f-a470-4744-b274-7001d9a288ed.pdf . Equinor tok ikke hensyn til disse anbefalingene.

Utbyggerne er pålagt å ta hensyn til både fiskeri og miljø. Utbredelsen av de områdene der det blir drevet kommersielt fiske er relativt godt dokumentert ved hjelp av tilgjengelige historiske data fra Fiskeridirektoratet. Disse data omfatter årene 2018 -2022. Det er stor variasjon i fiskeriaktiviteten både på grunn av naturlige årsaker på grunn av reguleringer. For å få oversikt over fangstinnsatsen i de viktige tobisfiskefeltene må man bruke en lenger tidsserie.

Tabell 4. Sammenfatning av fiskernes bekymringer som er kom fram gjennom intervjuundersøkelsen

Bekymring (%)	Lav	Middels	Høy	Kommentarer
Tap av fiskeriareal			**100**	Alle kommersielle fiskeområder er tatt i bruk.
Effekt av støy		**20**	**80**	Erfaring fra seismikk undersøkelser tyder på at fisk reagerer på støy
Effekt på fiskenes vandringsmønster		**20**	**80**	Fiske populasjoner kan endre sitt vandringsmønster.
Effekt på gyteområder		**10**	**90**	Endring av sediment og vannmasser kan ha negativ effekt på gyteområder.
Kollisjon mellom fiskefartøy og vindturbiner		**30**	**70**	Kritiske situasjoner kan oppstå dersom fiskebåt driver inn i havvindanleggs området. Vil redningshelikopter og redningsfartøy være parat til å redde mannskap og båt?
Manglende kunnskap om fiskeressursene og økosystemene	10	**30**	**60**	Fiskerne er spesielt bekymret for at de små pelagiske artene som er nøkkelarter i næringskjeden vil bli påvirket og forsvinne.
Mangel på alternative fiskeområder		**20**	**80**	De fleste fiskeområdene er fult utnyttet, og mange er stengt fordi de er viktige gyte og oppvekst områder.
Manglende involvering av fiskere			**100**	Skipperne er helt tydelig på at de ikke har blitt skikkelig lyttet til i prosessen så langt. Etter deres mening er det er det manglende vilje og manglende kunnskap om fiskeriene og det miljøet fiskerne jobber i.
Erfaring fra fiskeri rundt oljeplattformer				Havvindanlegg vil ta opp dramatisk mye mer areal en det oljeriggene tar.
Sikkerhetssone rundt plattformer				Der er ulike tanker rundt dette, men alle skipperne er enig i at havvindanlegg er et farlig område for fiskebåter.

Resultatene fra intervjuundersøkelsen og Fiskeridirektoratet sine data viser at der er svært begrensede områder innenfor 300 meters dybde i Nordsjøen der det ikke er fiskeriaktivitet. Fiskeriene er relativt godt regulert og fiskerne har begrensinger i form av kvoter, stengte områder dybde og bunnforhold og andre faktorer som begrenser deres fiskeriaktivitet. I tillegg er det etablert en hel del fysiske installasjoner som man må passe på å unngå.

Selv relativt små vindkraft parker krever betydelig areal. Hywind Tampen for eksempel, med sine 11 turbiner, utgjør et areal på mellom 25 og 35 km ^{2} avhengig av hvor stor sikkerhetssone som blir etablert rundt dette området. Det er da snakk om 20 ganger større areal enn en vanlig oljeplattform i Nordsjøen.

Fiskerne som er intervjuet, har klare oppfatninger av at det er svært små muligheter for sameksistens mellom fiskeri og havvind. Det er flere som kan tenke seg å fiske så nær områdene som mulig dersom det samler seg fisk der, og strøm og vind er laglig. Men de oppfatter vindmølleparker som område som medfører stor risiko og stiller spørsmål ved om sikkerheten til fiskerne blir ivaretatt.

Fiskerne er svært bekymret for å ikke bli hørt i de videre prosessene (Tabell 4). De er bevisste på at myndighetene skal stille krav om medvirkning og hensyntagen til fiskeriene. Men de tror ikke at dette vil la seg gjennomføre. Viktigste grunnen til dette er at de mener at myndigheter og utbyggere har for liten kunnskap og erfaring med fiskeri og derfor overser alle de andre faktorene enn havvind som fiskerne må forholde seg til i sin utførelse av fisket. Noe som kan ser ut som en liten beslagleggelse av areal, kan han mye større påvirkning på fiskeriene enn det kan se ut på kartet.

Et annet moment som fiskerne er opptatt av er at fiskeriaktiviteten forandrer seg fra år til år og over perioder. Fiskeområder som har vært svært viktige tidligere kan nå være mindre viktige, på grunn av svingende ressurssituasjon. Det påpekes at for eksempel Norsk Vårgytende sild gjennom historien har forandret vandringsmønster flere ganger for siden å gjenoppta det gamle mønster etter en tid. Dette er vanlig i mange fiskebestander. *Det er derfor viktig å legge til grunn lange tidsserier for fiskeriaktiviteten. Å gå ut fra fangst og innsats data for siste 4-5 år er ikke etter fiskernes mening tilfredsstillende.*

Fiskerne har erfaring med at støy fra seismiske undersøkelser skremmer bort fisk. De har også erfaringer med at lyd fra eget fartøy kan skremme fisk. De mener at det ikke må legges ut havvindanlegg i vandrinsgrutene til viktige fiskebestander. Særlig er Mørebankene, Trænabanken og andre fiskebanker der silda må vandre forbi for å komme til gytefeltene på Møre, svært sårbare områder.

Fiskerne er svært bekymret for den manglende kunnskap om havvindanleggs påvirkning på fiskebestandene. De trekker særlig frem at tobis har en svært stor og viktig rolle i økosystemet i deler av Nordsjøen og langs kysten av Norge og de andre landene som omkranser Nordsjøen. Tobis er svært avhengig av sandbunn på relativt grunt vann. I disse områdene er det enklest å etablere havvind parker på grunn av at man får gode forhold for forankring og ned graving av kabler.

4.3 Resultater fra (AP3) - Skjer etablering av havvind i tråd med intensjonen av reell bærekraft for samfunnet?

Hvordan får man til en bærekraftig sameksistens i havarealplanlegging?

Anne Blome sine MSc studie: Samlet sett viser resultatene til Blome at mangfoldet blant interessenter reflekterer de betydelige virkningene av flerbruksprosjekter på ulike sektorer til havs. Hver sektor har en tendens til å fokusere på sin egen ekspertise, ofte overse virkningen den har på andre. Det er avgjørende å identifisere og adressere overlappende interesser blant interessenter for å unngå konflikter og forhindre skade på miljøet. Bærekraftig utvikling krever en helhetlig tilnærming, som tar hensyn til direkte og indirekte påvirkninger på alle interessenter. Vanligvis har økonomiske saker en tendens til å fokusere på kortsiktige mål, involvere færre interessenter i beslutningsprosessen, og kun vurdere direkte partnere eller organisasjoner. Denne "business as usual"-tilnærmingen klarer ikke å gjenkjenne behovet for en helhetlig forretningsstrategi. Interessentene i denne studien inkluderer forskningsinstitusjoner, energiselskaper, frivillige organisasjoner, fiskerirelaterte organisasjoner, myndigheter og akvakultur/tangindustri. Alle disse sektorene henger sammen og har en direkte innvirkning på flerbruk, som er hovedfokus for denne forskningen. Implementering av flerbruk har potensial til å skape økonomisk effektivitet med tanke på plass og ressurser, og har høstet interesse fra ulike interessenter. Men for å oppnå balanse og skape en reell innvirkning mot bærekraftig endring, er det viktig å omfavne mangfold i tilnærminger, teknikker og interessenter. Flerbruk kan tjene som en vei mot internalisering og bærekraftig utvikling i fremtiden.

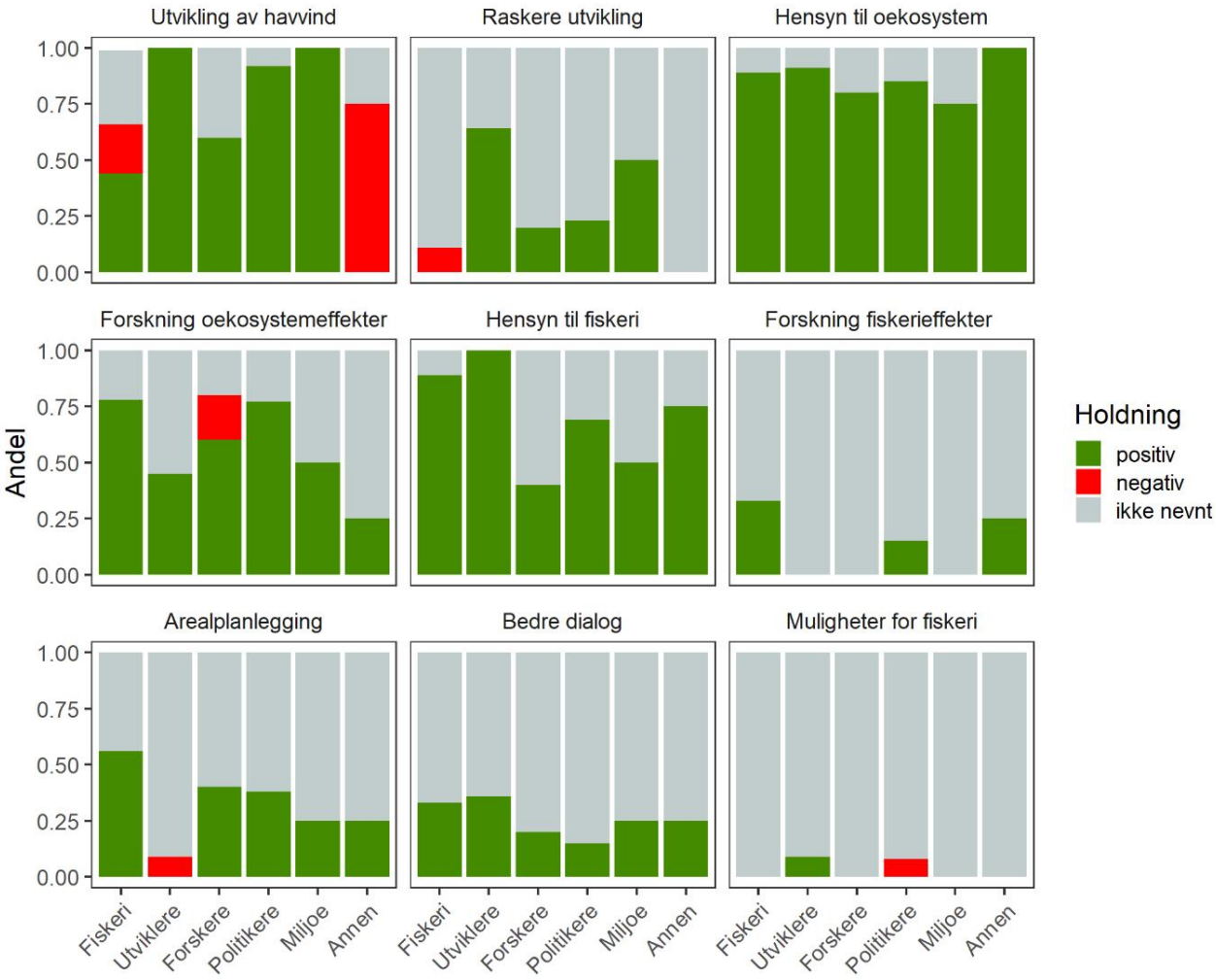
Vi presisere at flerbruk er helt nødvendig forutsetning for mange land som grenser til Nordsjøen, som f.eks. Tyskland, Nederland og Belgia. Dette er land som har mange aktiviteter innenfor et svært lite sjøareal (hele Belgias økonomiske sone er kun et par ganger større enn det åpnede området Sørlige Nordsjø II). På den andre siden, forvalter Norge svært store sjøarealer (nærmere 2 millioner km^2), samtidig som vi har en stor og viktig fiskerinæring. Reelt sett bruker fiskerinæringa bare en begrenset del av dette arealet. I Norge har vi derfor gode muligheter til å unngå utbygging av vindkraftverk til havs der det er i konflikt med viktige fiske-, gyte- og oppvekstområder. Dette er også noe næringene og regjeringen nå er enige om.

Finn Corus oppgave: Corus fant at det er høy politisk vilje til å gjøre havvind, spesielt flytende, til en stor industri i Norge, som kan erstatte de økonomiske ringvirkningene til olje- og gassindustrien i fremtiden. Dette resulterer i høye subsidier for å bygge opp en ny forsyningskjede og en forhastet prosess. Dette begrenser tiden interessenter har til å samarbeide om gjensidige avtaler eller fokusere på nøkkelspørsmålet om sameksistens mellom fiskeri og offshorenæringer. I tillegg er det mangel på kunnskap om de spesifikke og totale miljøpåvirkningene av havvindturbiner som er forårsaket av mangel på finansiering og tid til vitenskapelig forskning. Derfor er det ingen in-situ data, ingen langtidsovervåking av mulige havvindparkområder og generelt ikke nok troverdig og høykvalitetskunnskap til å ta rimelige beslutninger om utvikling av havvind i Norge. Noen av disse utfordringene kan løses ved å gi nødvendige midler til forskning, flere ressurser til Samarbeidsforum og bruke en mer føre-var-tilnærming. Videre kan negative miljøeffekter dempes ved å anvende forskrifter som begrenser forurensning og be om livssyklusanalyser av de planlagte prosjektene som tas i betraktning under auksjonsprosessen. Økonomiske utfordringer for fiskeriene kan reduseres dersom havvindparker ikke plasseres i viktige gyte-, vandrings- eller fiskeområder og sameksistens blir et

sentralt fokus i prosessen. For havvindindustrien er det behov for mer forutsigbarhet og en klar tidslinje som i Storbritannia.

Kronikk-analyse:

Totalt fant vi 46 innlegg som oppfylte kriteriene. Av de var 13 kronikker skrevet av politikere, 11 av interessenter innen havvind utvikling, 9 av representanter fra fiskerinæringen, 5 av forskning, 4 av miljøorganisasjoner og 4 av andre. Kronikkene var generelt positiv til havvindutvikling, bortsett fra noen negative standpunkter blant fiskere og alle i «andre»-gruppen. Offshore vindutviklere og representanter fra miljøorganisasjoner var alle positive, og disse gruppene støttet også generelt et raskere utviklingstakt. Med unntak av noen få kronikker så uttrykte alle viktigheten av å vurdere økosystemeffekter av havvindutbyggingen, og behovet for mer forskning. Fiskerihensyn ble generelt sett også sett på som viktig, men i lavere grad sammenlignet med økosystemeffekter. Behov for forskning på fiskerieffekter ble bare nevnt i noen få av kronikkene. Sammenlignet med økosystem- og fiskerieffekter var det mindre fokus på behovet for bedre arealplanlegging og dialog. Kun to av kronikkene nevnte fiskemuligheter inne i vindparker. En kronikk fra en havvind utvikler som trodde det var mulig og en fra en politikere som ikke trodde det var et alternativ.



Figur 9. Resultat fra undersøkelse av ulike temaer relatert til effekter av havvind på fiskeri og marine økosystem, behov for forskning og bedre sameksistens i kronikker publisert i norsk riksmedia i 2022. Holdningene blant ulike interessegrupper til 9 forhåndsbestemt temaer ble undersøkt.

5. Diskusjon og konklusjon

Kan vi besvare fiskernes og fiskerinæringens bekymringer med dagens kunnskap?

Alle fiskerne er bekymret for tap av areal. I tillegg til at arealet på selve vindparken kommer også sikkerhetssonen rundt vindparken samt effekt av strøm og vind på redskap og båt. Under fangst forsøk med garn ved Hywind Tampen i mars 2023 flyttet bunnsatte garn seg flere km på grunn av sterk strøm og dårlig feste i fint bunnsediment. En kunne derfor ikke sette garn nærmere en 2-4 km fra Hywind Tampen (Tenningen et al. In prep). Dette betyr at totalt utilgjengelig areal for fiskeri kan være mye større enn arealet til parken pluss sikkerhetssone. Utforming av parken, plassering i forhold til fiskernes driftsmønster, strøm og bunnforhold har en vesentlig effekt på totalt tap av areal. Fiskerne er svært bekymret for å ikke bli hørt i de videre prosessene, og mener at myndigheter og utbyggere har for liten kunnskap og erfaring med fiskeri og derfor overser alle de andre faktorene enn havvind som fiskerne må forholde seg til i sin utførelse av fisket. Fiskerne er skeptisk til fiske nær eller inne i vindparkene (dersom det blir lovlig), da de mener det medfører stor risiko og stiller spørsmål ved om sikkerheten deres vil bli ivaretatt. Fiskeriorganisasjonene er allikevel med på initiativ (søknad til Norges Forskningsråd) for å kunne prøve ut dette nærmere. Det er derfor viktig at erfaring og kunnskap fra fiskerne som fisker i de aktuelle områdene tas med inn i beslutningsprosessen om utformingen og plassering av havvindanleggene. En annen stor bekymring hos fiskerne er at usikkerhet rundt det totale arealet som trengs for å produsere 30 GW. Det er klart at areal behovet er større en det som først ble formidlet av vindkraftbransjen, men ingen sikre tall foreligger. Arealbehovet er avhengig av hvilke turbinstørrelser som skal benyttes og vindforholdene i de aktuelle områdene. Samtidig er det viktig å merke seg at fiskerne ikke bare fisker i Norsk sone i Nordsjøen, og de påvirkes derfor også av EU's planer om utbygging av 300 GW i Nordsjøen innen 2050.

Fiskerne er bekymret for at fisken skal flytte seg inn i vindparkområdene - og da særlig pelagisk fisk under selve fangstprosessen. Det finns tydelige indikasjoner på at bunnfaste vindkraftanlegg tiltrekker flere arter og at mange arter beiter og reproduserer i anleggene. Strukturens kunstige rev-effekter kan føre til økt mat og ly for fisk etter at bunndyr har etablert seg. Tiltrekking av arter kan føre til at fisken blir mindre tilgjengelig for fiskeriene, særlig siden havvindanleggene strekker seg over store områder. Fiskerne må da fange fastsatte kvoter i andre, og kanskje mindre egnede områder, noe som kan føre til økt tidsbruk, større utslipp og dårligere økonom. Videre er parkens utforming viktig. Dersom en notbåt følger en stime med pelagisk fisk som flytter seg mot parken, vil parken og dens utforming og størrelse kunne påvirke utfallet. Er for eksempel parken et langt og smalt område (i motsetning til et kvadratisk område), hvor fiskebåten har mulighet til å passere mellom turbinene, vil fiskebåten kunne passere gjennom parken og fange fisken når den kommer ut på andre siden. Utforming av parken bør derfor tilpasses det fiskeriet som skjer i området, og dette kan kun skje gjennom nært samarbeid mellom fiskere, fiskeriorganisasjon og utbyggere.

En modell studie fra Seine bukten utenfor Frankrike, antyder at «spillover» effekten fra den fiske-frie sonen innenfor – og i sikkerhetssonen rundt vindparken, demper eller utligner fiskernes fangst tap fra det konfiskerte havvindarealet. I studie ble det brukt flere biomasse-, fangst- og trofisknivåbaserte indikatorer for å evaluere hvordan en slike fiske-fri sone kan påvirke fiskeaktiviteter og hovedkomponenter i næringsnettet (Halouani et al. 2020).

Fiskerne er bekymret for effekten av støy fra turbinene. Under driftsfasen, som er den lengste perioden i havvindparkens liv produserer anlegget kontinuerlig lavfrekvent lyd. Forskningen viser at støy og særlig kontinuerlig lavfrekvent støy kan ha negativ effekter på fisk og krepsdyr i form av dårligere vekst og utvikling hos larver og lavere reproduksjon suksessen hos lydproduserende fisk deriblant torsk. Få studier er gjennomført med støy fra havvindturbiner, de fleste studiene har brukt støy fra båtmotor, med andre ord så lager også fiskebåter lavfrekvent lyd. En storskala fiskeri under gyting, hvor fiskebåtene følger gytebestanden vil derfor også kunne ha negativ effekt gyteatferd og reproduktiv suksess. Støy er additiv, og det er derfor lite positivt at havvindparker legges i gyte og oppvekstområder for fisk. Den økte støymengden og den kontinuerlige støyen fra havvindanlegg vil kunne virke negativt på gytende fisk, særlig de artene som bruker lyd i forbindelse med gyting (f.eks. torsk, lange, hyse, brosme, se Hawkins and Picciulin 2019). Viktigheten av lyd (fiske-sang) for artens makevalg og reproduksjons suksess vet vi lite om, her mangler det gode feltstudier med autentisk turbin lyd. En vet derfor lite om hvordan støy fra havvindturbinene

vil kunne påvirke reproduksjonen til fisken ved f.eks. å forstyrre overdøve fiskens sang i gytetiden. I en laboratoriestudier fant Sierra-Flores et al. (2015) at kontinuerlig lavfrekvent støy (på 100–1000 Hz) førte til økt stress (kortisolplasmanivå) og reduserte fruktbarheten hos torsk. En eksperimentell studie på torskelarver (*Gadus morhua*) har vist at de tiltrekkes (svømmer mot) kontinuerlig lavfrekvent (100 Hz) lyd (Cresci et al. 2023). Lavere reproduksjons suksess under kontinuerlig lavfrekvent lyd har også blitt observert hos andre fisk som bruker gyte lyd (berg kutling, *Pomatochistus pictus,* de Jong et al. 2018; sandkutling, *Poamatochistus microps*, Blom et al. 2019; grønngylt, *Sympodus melops,* Bussmann 2019). Lavfrekvent lyd fra seismikk, har også vist seg å påvirke svømmeatferden til sei og torsk (Davidsen et al. 2019), men også at fisken over tid tilpasset seg lyden fra seismikken. Generelt vises det seg at kontinuerlig lydd kan ha større påvirkning enn oppstykket lyd gjennom økt stress og vanskeligere kommunikasjon (de Jong et al. 2020) Vi mangler feltobservasjoner på hvordan fisk, krepsdyr og yngel responderer på kontinuerlig lyd fra havvind anlegg. Videre er lyden fra havvindanlegget avhengig av turbin type og fundamentering, dyp osv. Det er derfor også viktig at en forsker på hvordan en kan minimalisere lydforurensingen fra de enkelte havvindanleggene.

Fiskerne er bekymret for at havvindanlegg kan påvirke migrasjonsruter til fisk. Fiskerne nevner spesielt Mørebankene, Trænabanken og andre fiskebanker der silda må vandre forbi for å komme til gytefeltene på Møre, som er svært sårbare områder. Videre er det bekymringer fra fiskernes side for de 3-4 utredningsområder for havvind utenfor Finnmark og Troms (Nordavind A, B, C og D). Her har lodde og torsk gytevandringer inn mot kysten. Hva vi vet så er det ingen studier som har sett på om migrerende fisk stopper opp eller blir værende, ungår eller passerer igjennom i havvindparker. Sild hører spesielt bra og det er mulig at de bruker lyd til orientering. Studier på effekt av elektromagnetisk felt tilsvarende det en finner nær havvindkabler kan påvirke vandring hos hyse larver (de senker svømmehastigheten (Cresci et al. 2022) som er en aktuell problemstilling for Hywind Tampen, Tampen banken og området i Sørlige Nordsjø viktig gyteområder for hyse og flere andre viktige kommersielle arter som torsk, sei og lange (Sundby et al. 2017, Figur 10). Cresci og medforfattere gjentok studiet på tobis, som er en aktuell art for Sørlig Nordsjø II, men fant ikke noe effekt av elektromagnetisme på tobis (Cresci et al. 2022). Så lenge vi vet så lite om den potensielle faren av elektromagnetisme fra kablene på marine organismer er det viktig at havvind næringen minimaliserer faren, ved å grave ned eller isolere kablene.

En flerårig studie fra Belgia viser at særlig juvenile torsk opphold seg mye innenfor havvindanlegg (Reubens et al. 2014). Videre viser en telemetri studie fra et havvindanlegg i Holland at torsken forsvinner fra vindkraftanlegg før den blir kjønnsmoden (Winter et al. 2010; van Hal et al. 2012, 2017). Forskning viser at fisk tiltrekkes havvindparker med bunnfaste turbiner. Dersom fisk og krepsdyr har høyere produksjon og overlevelse inne i havvindanlegget, sammenlignet med utenfor, vil fiskeriene kunne nyte godt av økt rekrutering fra havvindområdet til tilstøtende områder (en «spillover-effekt»). Som nevnt over antydet en modellerings studie av Halouani et al. (2020) fra den Engelske kanal at «spillover» fra fiske-frie soner (inne i parken) kan dempe den negative effekten av tap av fiskeareal. Vandendriesche et al. (2014) studerte endringer i artssammensetning og mengde fisk i og rundt to vindkraftanlegg i Belgia før og etter utbygging. De fant store endringer mellom de to vindkraftanlegg, med hensyn til artssammensetning. De fant ingen positiv effekt på fiske inne i parken og heller ingen «spillover» effekt, dvs ingen økning i fisk rundt vindkraftanlegget, men de fant at rødspetten var større innenfor vindkraftanleggene en utenfor, noe som kan tyde på en effekt av fiskeri på størrelse. Det finnes dessverre svært få gode (> 5 år) før studier med fiskeri og økologiske data. På Hywind Tampen, som alt er utbygd, ble det gjennomført en ukes fiskeri tokt med en kommersiell garnbåt dagene før utbyggingen startet. Skal Norge bygge ut i det tempoet som de planlegger må førstudiene strattes omgående i Utsira Nord og Sørlig Nordsjø II.

Fiskerne er bekymret for effekten på gyteområde - endring av sediment og vannmasser på gyteområder. Både Hywind Tampen og Sørlig Nordsjø II ligger nær eller i gyteområder for flere økonomisk eller økologiske viktige arter. Negative effekter av støy på gyting og larve utvikling er diskutert over (Hawkins and Picciulin 2019; Sierra-Flores et al. 2015). Det samme gjelder mulige negative effekter av elektromagnetisme fra kablene og endringer i strømningsmønsteret og vannsjiktningen pga turbinkonstruksjonen som også kan påvirke larve spredning (Cresci et al. 2022; Dorrell et al. 2022; Nyqvist et al. 2020).

For Nordsjøen samles det inn fiskeri uavhengige data (NS-IBTS, North Sea International Bottom Trawl Survey), som brukes bl.a. av ICES for å få en status på kommersielt viktige arter. Disse trål studiene dekker ikke dyp under 250 m, hvilket betyr at vi mangler rutine målinger av fiskebestander fra 250 m og dypere, og at vi har lite kunnskap om viktige gyteområder under 250 m dyp. Flytende havvind vil kunne plasseres på områder dypere enn 250 m. Hywind Tampen ligger på 250-300 m dyp, Utsira Nord 260-280 m. For disse områdene er det derfor behov for ekstra lange periode med forhåndstudier.

Studier har vist at tilførsel av havvind struktur øker arts diversiteten, men økt diversitet er ikke ensbetydende med høyere produktivitet. For eksempel i bløtbunnsområde vil turbinfundament med tilhørende stein og fyllmasse endre bunnstruktur, og en får en introduksjon av hardbunnsarter som vil kunne påvirke balansen i det opprinnelige økosystemet, ved å tilføre konkurrende arter og nye predatorer til området. Dette er særlig aktuelt for Sørlig Norsjø II hvor bunnsubstrat domineres av en type fin grus som er et krav for tobis. Turbinfundamenter vil også kunne være springbrett for uønskete / fremmede arter (Adams et al. 2014) De Mesel et al. 2015), noe som særlig er problematisk ved kystnære anlegg, da mange av disse artene lever i sprutsonen.

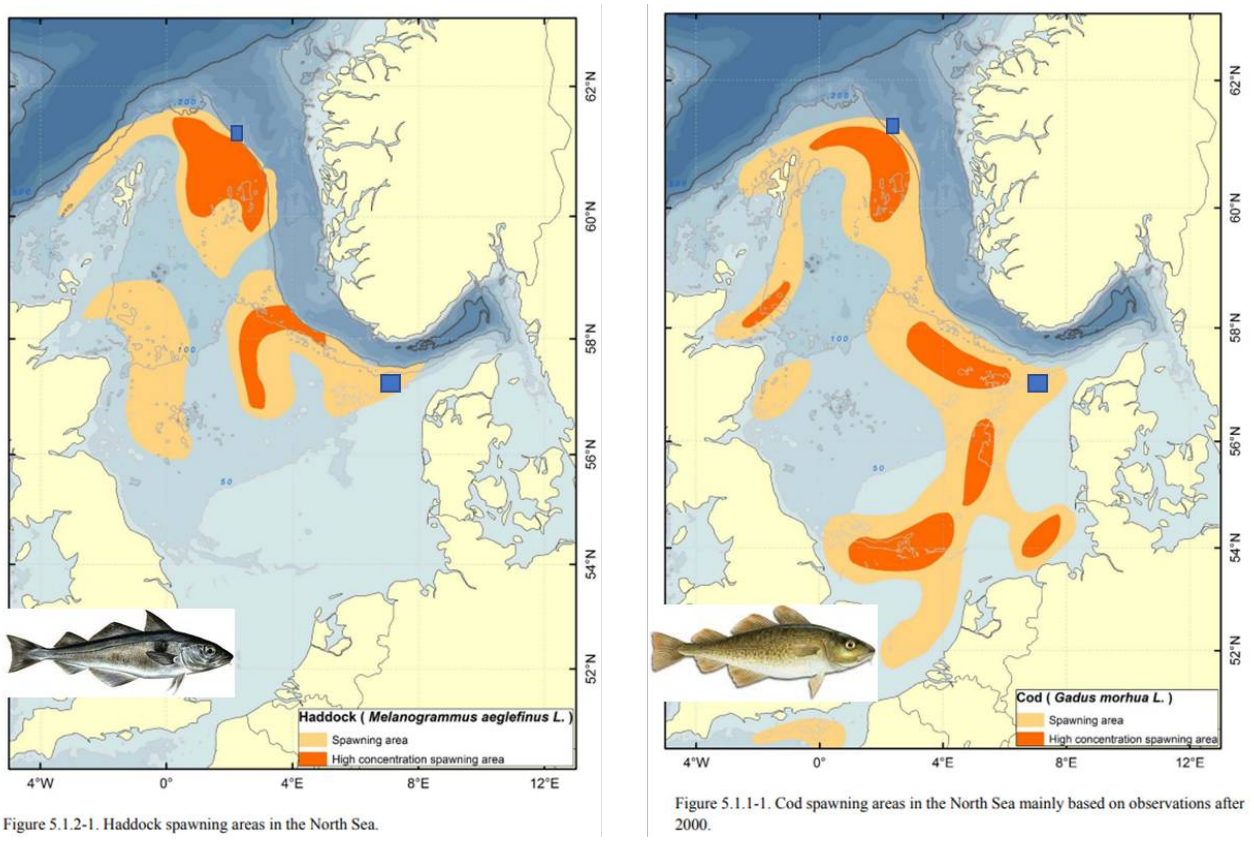


Figure 5.1.2-1. Haddock spawning areas in the North Sea.

Figure 5.1.1-1. Cod spawning areas in the North Sea mainly based on observations after 2000.

Figur 10. Viser gyteområde for torsk (til høyre) og hyse (til venstre) i Nordsjøen. Hywind Tampen og Sørlig Nordsjø II er markert med blå bokser. Figuren er hentet fra Sundby et al. 2017.

Fiskerne er bekymret for manglende økologisk kunnskap. Som det kommer frem av litteraturstudiet så har vi i dag mange og store kunnskapshull relatert til økologiske effekter av havvindsanlegg. Virkninger av eksisterende aktivitet (olje og gass virksomhet, transport, militær aktivitet, fiskeri, akvakultur) samt klimaendringer kommer i tillegg utbygging av havvindanlegg hvilket gir et stort kumulativt press på våre havområder og organismene som lever der. En trenger derfor å se effekten av havvindanlegg i et helhetsperspektiv/ økosystem perspektiv hvor en tar inn alle stress faktorer. Av de mange studiene som finnes på effekter av havvind, er det bare et fåtall studier som ser på effekt av to stress

elementer kombinert og bare ett som ser på flere enn to stresselementer (Galparsoro et al. 2022). Stresselementer er f.eks.: økende støy, økende temperatur, forurensing fra olje, fiskeri og annen aktivitet, elektromagnetisme fra økende mengde kabler, introduksjon av nytt substrat, endring i strøm og bunnforhold. Skal en bergene økosystem effekt er selvsagt omfanget viktig, hvor mange turbiner er det snakk om hvor stor arealer vil bli påvirkt.

Fiskerne påpeker behovet for lange tidsserier, i forbindelse med økologisk konsekvens og effekt på fiskeri. Dette da vandringsmønsteret til fisken endrer seg over tid. De peker på NVG sild som et eksempel. På topp av tidsvariasjonene så kommer klimaendringer, som fører til at flere økonomisk viktige arter raskt kommer til å endre sitt utbredelses område, og med det vandrings mønster og gyteområde. Et eksempel er at skrei fisket blir bedre og bedre på Finnmarkskysten. Vi må altså også inkludere effekter av klimaendringer på fiskeriressursen når vi skal vurdere plassering av havvindanlegg.

Fiskerne er spesielt bekymret for at de små pelagiske artene som er nøkkelarter i næringskjeden vil bli påvirket og forsvinne . Tobis blir fisket kommersielt i Sørlige Nordsjøen og den er enkelte år en viktig ressurs for den pelagiske flåten. Denne arten holder til på sandbunn og er avhengig av å grave seg ned om natten og om vinteren. Den har utbredelse i store deler av Nordsjøen og ved norskekysten. Der er svært mange tobis habitat der det ikke blir drevet kommersielt fiske etter denne arten, men disse habitatene er viktige beiteområder for de kommersielle artene, slik som torsk, sei og hyse m.fl. (Figur 11). Derfor er leveområdene for tobis ofte svært viktige fiskeplasser både ute i havet og langs kysten. Dermed er det av stor viktighet for fiskeriene at disse leveområdene for tobis blir bevart. Disse områdene er dårlig kartlagt, or representerer et kunnskapshull, men lokale kystfiskere kjenner ofte til disse fiskeplassene.



Figur 11. Mageinnhold i sei som har beitet på tobis ved Runde. (Foto Svein Åm).



Figur 12. Lundefugl som bringer tobis til fugleungen sine på Runde. (Foto Arild Hareide, Runde Miljøsenter).

Fiskerne er bekymret for muligheten for å finne nye fiskeområder. Ifølge fiskerne er de aller fleste aktuelle fiskeområder i Nor Atlanteren er fullt utnyttet, og de ressurser som ikke er fullt utnyttede, er ifølge fiskerne, stort sett være marginale både ressursmessig og økonomisk. Det foregår kontinuerlig arbeid med å finne nye ressurser som kan utnyttes. I de siste årene har det blitt satt søkelys på pelagiske ressurser som er langt nede i næringskjeden. Dette gjelder såkalt mesopelagisk fisk, raudåte og krill. Det gjenstår et stort utviklings arbeid før en kan etablere kommersielt fiske på disse artene, særlig pga bifangst av egg og larver (https://blogg.sintef.no/sintefocean-nb/en-lang-vei-a-ga-for-mesopelagiske-fiske/). Det vil kunne føre til økt miljøbelastning dersom fiskerne må søke opp nye tidligere uberørte områder for å ta kvoten. Uutnyttede områder er trolig mindre effektive fiskeområder, det betyr mer tid med redskap i vannet (økt redskaps tap), større areal påvirkning (særlig med tråling) og mer drivstoff for å ta kvoten (økt Co_2 utslipp).

Fiskerne mener at de ikke har vært tilstrekkelig involvert i prosessen med å peke ut nye havvindområder så langt. I prosessen rundt etableringen og plasseringen av Hywind Tampen ble ikke fiskerne spurt eller lyttet til. Dette er det første havvindanlegget i Norge og det er derfor svært uheldig at denne nye næringen ble introdusert på en slik måte. På land har vindkraftutbyggingen fått problemer, nettopp fordi en ikke har hatt gode og åpne prosesser der en tar hensyn til ulike interessegruppe. Det har imidlertid skjedd en endring i prosessene for utvikling av havvind over dette prosjektets oppstart (1 april 2022) og frem til nå (30 juli 2023). Regjeringen legger frem mål om stor satsing på havvind (tildele areal for evt. utbygging av 30 GW innen 2040), dette krever mye areal. OED velger å droppe de 15 utvalgte områdene fra 2010 og setter i gang en ny prosess for å finne egnede områder. Denne gangen setter OED ned en direktoratgruppe ledet av NVE til å finne egnede områder (se introduksjon) som leverer et forslag om 20 nye potensielle

utredningsområder egnet for havvind i norske havområder. Hele direktoratgruppen var enig i at det innenfor 19 av de 20 identifiserte områdene kunne være mulig å bygge ut prosjekter, som både tar hensyn til arealverdier og som kan sameksistere med andre interesser (https://nve.no/nytt-fra-nve/nyheter-energi/foreslaar-aa-utrede-disse-20-omraadene-for-havvind/). Alle de identifiserte områdene skal gjennom en strategisk konsekvensutredning, før en eventuell åpning og utlysning. Forslag til to program for strategisk konsekvensutredning har vært ute på høring med frist den 12 juni 2023. I tillegg til direktorat gruppen har OED etablert en arbeidsgruppe for sameksistens under regjeringens Samarbeidsforum for havvind, bestående av det norske Veritas (DNV), Fiskebåt, Fornybar Norge, Havforskningsinstituttet (HI), Norges Fiskarlag, Offshore Norge og WWF Verdens naturfond. Sameksistensgruppen har også jobbet sammen med felles høringssvar til departementet. I tillegg er det Offshore Norge og Fiskarlaget/Fiskebåt/Sør Norges Fiskarlag sin arbeidsgruppe for sameksistens. Det er den sistnevnte arbeidsgruppa som har kommet lengst gjennom å utarbeide et sett med prinsipper for god sameksistens, samt en dreiebok for dialog og sameksistens innenfor områder som allerede er åpnet for utbygging. Både opprettelsen av direktoratgruppen, Samarbeidsforum og Sameksistens gruppen har dempet konfliktnivået mellom de ulike næringene og interesseorganisasjonene og bidradd til en mer konstruktiv utvikling i havvind prosessen. Det er veldig bra at fiskerinæringen er representert gjennom sine organisasjoner, men det er også viktig å trekke inn de lokale fiskerne for de aktuelle områdene. Da de sitter inne med førstehånds informasjon om hvordan fiskeriet gjennomføres i området – og bør derfor bli hørt når en skal vurdere utforming og plassering av havvindsanlegg. I departementets nye forslag til utredningsprogram står det følgende under «Fiskeri» https://veiledere.nve.no/havvind/identifisering-av-utredningsomrader-for-havvind/forslag-til-utredningsprogram/utredningsprogram-for-sorvest-f-og-vestavind-f/

- Det bør utredes hvilken avstand ulik fiskeriaktivitet bør ha til vindturbiner. Gjennom dette vil det være mulig å se på reelt arealbeslag som bør legges til grunn. Spesielt aktuelt er dette for havvindområder som ligger tett på intensive fiskebanker med mye aktive redskap som flyte- og bunntrål samt snurpenot.
- Enkelte havvindområder kan bli såpass store at fiskere kan få utfordringer med å komme seg til fiskefeltene på en tids- og miljøeffektiv måte. Det skal utredes hvordan større havvindområder kan tilrettelegges/designes for at fiskebåter kan gå igjennom havvindområdene på en sikker og effektiv måte på vei til og fra fiskefelt.
- Omfanget av eventuell erstatning til fiskere ved utbygging av havvind i de identifiserte områdene, jamfør havenergilova kapittel 9, skal utredes. Utredningen skal gjennomgå erstatningsregler og tilhørende praksis. I områder med mange fiskere skal det foretas en samlet utredning av grunnlaget for kravene, herunder hvilke muligheter fiskerne har til å begrense sine fangsttap.
- Det skal utredes om det er mulig for mindre fartøy å drive fiske med passive redskap innenfor et havvindområde, og eventuelt omfang av slik aktivitet.

Det er viktig for vårt arbeid at vi treffer næringslivet i energi sektor samt NVE i budskapet vårt om viktigheten i å involvere fiskerne og fiskeridata i havvind satsingene. Vi er veldig fornøyde med hvordan webinarene i prosjekt engasjerte folk i næringslivet og byråkratene i Oslo. Vi fikk veldig positive kommentarene fra publikum etter begge webinar, og vi kunne se at vårt engasjement av Anette Ødegård fra NVE i september 2022 gjorde stort positivt inntrykk for NVE å imøtekomme fiskernes syn på eksistensielle spørsmål om havvind. I det andre webinaret som foregikk på engelsk i juni 2023, så mottok vi stor interesse fra publikum i å høre hvordan Irland, Nederland og Englands erfaringer med havvind har gått, og sammenligne med Norges prosess som var ledet av Anette Ødegård og NVE som har fått internasjonale skryt. Det går tydelig i riktig retning når det gjelder inkludering av fiskeriene i prosessen.

Kronikkartiklene viser at langt flere artikler er skrevet av politikere og havvindutviklere sammenlignet med forskere og miljøorganisasjoner. Selv om skriving av leder artikler er bare én måte å øke fokus rundt et emne, mer innsats fra disse gruppene kan øke bevisstheten og kunnskapen blant det bredere publikummet, og hindre ensidig informasjon fra én type kilde. Energiproduksjon ved hjelp av havvind er et kompromiss mellom potensielt negative påvirkninger på natur og miljø og produksjon av renere fornybar energi. Basert på våre resultater ser det ut til at miljøorganisasjoner vekter fordelene ved renere energi høyere enn de eventuelle negative effektene utbyggingen kan ha på miljøet. Det er overraskende at det ikke diskuteres muligheten for fisker inne i vindparkene, tatt i betraktning arealkonflikten mellom fiskeri og havvindanlegg. Diskusjonen kan imidlertid bli mer aktuell når utviklingen har kommet lenger.

6. Hovedfunn

- Dagens forskning kan ikke svare på spørsmålene fiskerne har om hvilke effekter havvindutbygging vil ha på fiskeriene, der er fortsatt mange og store kunnskapshull f.eks. effekt av nytt substrat (REV-effekt), effekter av støy, elektromagnetisme, fjerning av vind og strømendringer, samt effekt av fiske frie områder og forflytting av fiskepress. For å få svar på effekter av havvindanlegg må vi gjøre forstudier over flere år og sesonger og vi må kunne studere hvordan forholdene utvikler seg under utbygging og over drifts fasen. Dette krever mer ressurser til denne type forskning.
- Det er svært få studier som har sett på effekten av havvind på fiskeri aktiviteten (< 5) og av disse er det ingen som har inkludert fangstdata. Dette er et viktig kunnskapshull å fylle.
- Det er tydelig at havvindanlegg kan påvirke økosystemet lokalt, men det er fortsatt uklart hvor stort påvirkningsområdet er og om lokale effekter fører til effekter på økosystem eller bestandsnivå. Her er selvsagt omfanget av utbyggingen svært viktig. Det er også kjent at effektene er artsavhengig og det er sannsynlig at noen arter profiterer mens andre arter blir påvirket negativt.
- Fiskerne peker på at det er viktig å legge til grunn lange tidsserier for fiskeriaktiviteten. Å gå ut fra fangst og innsats data for siste 4-5 år er ikke etter fiskernes mening tilfredsstillende. En bør ta så langt tilbake som en har gode data tilgjengelig. Fiskeriaktiviteten forandrer seg fra år til år og over perioder. Fiskeområder som har vært svært viktige tidligere kan nå være mindre viktige, på grunn av svingende ressurssituasjon. F.eks. Norsk Vårgytende sild har gjennom historien forandret vandringsmønster flere ganger for siden å gjenoppta det gamle mønster etter en tid. Dette er vanlig i mange fiskebestander.
- Fiskerne påpeker viktigheten av å unngå å sette havvindanlegg i tobis felt, da dette er viktige beiteområder for kommersielle arter, slik som torsk, sei og hyse m.fl. og derfor viktige fiskeplasser både ute i havet og langs kysten.
- Utbygging av Hywind Tampen er et eksempel på dårlig sameksistens. Det er viktig at Norge lærer av denne feilen i sin videre utbyggingen av havvind. Det ser ut som vi er på rett vei da fiskernes interesse er bedre i hensyntatt for de fleste av de 20 nye foreslåtte utredningsområdene for havvind.
- Debatten om havvind i media er dominert av politikere og havvindutbyggere, forskning- og miljøorganisasjonene er underrepresentert. Dette er ikke bra når en står overfor en så viktig beslutning for miljøet og Norges fremtid. .
- Næringslivet i energisektoren har mye å hente i nytt samarbeid med havforskerne og fiskerne. For framtidig havvindprosjektering blir det avgjørende at dialogen med fiskerne starter tidlig, samt at det legges opp til sameksistens der det tas reelle hensyn, slik som i prosessene med Utsira Nord og Sørlige Nordsjø II.

7. Takk

Vi vil først og fremst takke FHF Fiskeri- og havbruksnæringens forskningsfond for finansiering av prosjektet. Videre vil vi takke de 24 fiskebåtskipperne for at de stilt opp til intervju. Vi vil også takke våre to studenter, Finn Corus og Anna Blome for deres engasjement i prosjektet. Takk til Liz Kvalvik for fine illustrasjoner. En stor takk til alle i prosjektgruppen: Professor emeritus Finn Gunnar Nielsen, Bergen Ocean Wind Centre, Universitetet i Bergen som har bidradd med viktig informasjon relatert til teknologi utvikling og utforming av havvind parker. Bård Aarbakke og Per Finne fra Fiskeridirektoratet som har bidradd med fiskeri og fangst data. Svein Løkkeborg fra Havforskningsinstituttet som har bidradd med fiskeriteknologisk kunnskap. Og sist men ikke minst en stor takk til alle i referansegruppen: Jan Henrik Sandberg og Maria Pettersvik Arvnes fra Norges Fiskerlag, Hanna Bauge og Gjert Endre Dingsør fra Fiskebåt, Arild Rød fra Sjømat Norge og Stål Heggelund fra Norsk Industri, for deres bidrag til webinarer, prosjekt møter samt for gode innspill til endelig rapport.

8. Referanser

Adams, T.P., Miller, R.G., Aleynik, D., Burrows, M.T., 2014. Offshore marine renewable energy devices as stepping stones across biogeographical boundaries. J Appl Ecol 51, 330–338. https://doi.org/10.1111/1365-2664.12207

Alves-Gomes, J.A., 2001. The evolution of electroreception and bioelectrogenesis in teleost fish: a phylogenetic perspective. Journal of Fish Biology 58, 1489–1511. https://doi.org/10.1111/j.1095-8649.2001.tb02307.x

Ball RE, Oliver MK, Gill AB 2016. Early life sensory ability-ventilatory responses of thornback ray embryos (Raja clavata) to predator-type electric fields Dev. Neurobiol., 76, pp. 721-729, 10.1002/dneu.22355

Bailey H, Brooks KL, Thompson PM. 2014. Assessing environmental impacts of offshore wind farms: lessons learned and recommendations for the future. 2014, 10:8.

Bergström, L., Sundqvist, F., Bergström, U., 2013. Effects of an offshore wind farm on temporal and spatial patterns in the demersal fish community. Marine Ecology Progress Series 485, 199–210. https://doi.org/10.3354/meps10344 .

Blom E-L, Kvarnemo C,2, Dekhla I, Schöld S, Andersson MH, Svensson O and Amorim CMP 2019. Continuous but not intermittent noise has a negative impact on mating success in a marine fish with

paternal care. Scientific Reports (2019) 9:5494 | https://doi.org/10.1038/s41598-019-41786-x1 .

Brandt MJ, Diederichs A, Betke K, Nehls G. 2011. Responses of harbor porpoises to pile driving at the Horns Rev II offshore wind farm in the Danish North Sea. Marine Ecology Progress Series 421: 205-216.

Brev fra Norges Fiskerlag til Olje- og energidepartementet og Nærings- og fiskeridepartementet. Regjeringens arbeid med vindkraft til havs – Anmodning om møte 2020.03.04. https://www.fiskarlaget.no/nyttig-info/dokumentarkiv/hovedadministrasjonen/offentlige-brev/20210305-ad-vindkraft-til-havs-anmodning-om-mote-med-nfd-og-oed

Burns RDJ, Martin SB, Wood MA, Willson CC, Lumsden CE, Pace F 2022. Hywind

Scotland Floating Offshore Wind Farm: Sound Source Characterisation of Operational Floating

Turbines. Document 02521, Version 3.0 FINAL. Technical report by JASCO Applied Sciences for

Equinor Energy AS.

Bussmann K 2017. The Effects of Anthropogenic Noise on Reproductive Behaviour and Communication of the Corkwing Wrasse (*Symphodus melops*) Masterarbeit

der Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Fakultät der Eberhard Karls Universität Tübingen.

Casper MB, Smith ME, Halvorsen MB, Sun H, Carlson TJ, Popper AN 2015. Effects of exposure to pile driving sounds on fish inner ear tissues. Comparative Biochemistry and Physiology, Part A 166 (2013) 352–360.

Collin S and Whitehead D 2004. The functional roles of passive electroreception in non-electric fishes. Animal Biology, 54(1), 1-25. https://doi.org/10.1163/157075604323010024

Coolen JWP, van der Weide B, Cuperus J, Blomberg M, Van Moorsel GWNM, Faasse MA, Bos OG, Degraer S, Lindeboom HJ. 2018. Benthic biodiversity on old platforms, young wind farms, and rocky reefs. ICES Journal of Marine Science, fsy092, https://doi.org/10.1093/icesjms/fsy092 .

Christiansen, N., Daewel, U., Schrum, C., 2022. Tidal mitigation of offshore wind wake effects in coastal seas. Front. Mar. Sci. 9, 1006647. https://doi.org/10.3389/fmars.2022.1006647 .

Cresci, A., Durif, C.M.F., Larsen, T., Bjelland, R., Skiftesvik, A.B., Browman, H.I., 2022. Magnetic fields produced by subsea high-voltage direct current cables reduce swimming activity of haddock larvae (Melanogrammus aeglefinus). PNAS Nexus 1, pgac175. https://doi.org/10.1093/pnasnexus/pgac175 .

Czech-Damal, N.U., Liebschner, A., Miersch, L., Klauer, G., Hanke, F.D., Marshall, C., Dehnhardt, G., Hanke, W., 2011. Electroreception in the Guiana dolphin (Sotalia guianensis). Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences 279, 663–668. https://doi.org/10.1098/rspb.2011.1127 .

Daewel, U., Akhtar, N., Christiansen, N., Schrum, C., 2022. Offshore Wind Wakes - the underrated impact on the marine ecosystem (preprint). In Review. https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-1720162/v1

Davidsen, J.G., Dong, H., Linné, M., Andersson, M.H., Piper, A., Prystay, T.S., Hvam, E.B., Thorstad, E.B., Whoriskey, F., Cooke, S.J., Sjursen, A.D., Rønning, L., Netland, T.C., Hawkins, A.D., 2019. Effects of sound exposure from a seismic airgun on heart rate, acceleration and depth use in free-swimming Atlantic cod and saithe. Conservation Physiology 7, coz020. https://doi.org/10.1093/conphys/coz020

Degraer S, Brabant R, Rumes B, Vigin L (eds). 2018. Environmental Impacts of Offshore Wind Farms in the Belgian Parts of the North Sea: Assessing and Managing Effect Spheres of Influence. Brussels: Royal Belgian Institute of Natural Sciences, OD Natural Environment, Marine Ecology and Management. 136pp.

de Jong K, Steen H, Forland TN, Wehde H, Nyqvist D, Utne Palm AC, Nilssen KT, Albretsen J, Falkenhaug T, Biuw M, Buhl-Mortensen L, Sivle LD (2020) Potensielle effekter av havvindanlegg på havmiljøet. Rapport fra Havforskningen 2020-42. https://www.hi.no/hi/nettrapporter/rapport-fra-havforskningen-2020-42 .

De Mesel I, Kerckhof F, Norro A et al. 2015. Succession and seasonal dynamics of the epifauna community on offshore wind farm foundations and their role as stepping stones for non-indigenous species. Hydrobiologia 756, 37–50 (2015). https://doi.org/10.1007/s10750-014-2157-1 .

Dorrell, R., Lloyd, C., Lincoln, B., Rippeth, T., Taylor, J., Caulfield, C., Sharples, J., Polton, J., Scannell, B., Greaves, D., Hall, R., Simpson, J., 2022. Anthropogenic Mixing of Seasonally Stratified Shelf Seas by Offshore Wind Farm Infrastructure. Front. Mar. Sci. 9, 830927. https://doi.org/10.3389/fmars.2022.830927

Duarte, C.M., Chapuis, L., Collin, S.P., Costa, D.P., Devassy, R.P., Eguiluz, V.M., Erbe, C., Gordon, T.A.C., Halpern, B.S., Harding, H.R., Havlik, M.N., Meekan, M., Merchant, N.D., Miksis-Olds, J.L., Parsons, M., Predragovic, M., Radford, A.N., Radford, C.A., Simpson, S.D., Slabbekoorn, H., Staaterman, E., Van Opzeeland, I.C., Winderen, J., Zhang, X., Juanes, F., 2021. The soundscape of the Anthropocene ocean. Science 371, eaba4658. https://doi.org/10.1126/science.aba4658 .

Dunkley F and J-L Solant (2022). Windfarms, fishing and benthic recovery: Overlaps, risks and opportunities. Marine Policy Volum 145, November 2022, 105262.

Farr H, Ruttenberg B, Walter RK, Wang YH and White C 2021. Potential environmental effects of deepwater floating offshore wind energy facilities. Ocean & Coastal Management, 207: 105611.

Fiskeridirektoratet 2012. Fagrapport til strategisk konsekvensutredning av fornybar energiproduksjon til havs. https://www.fiskeridir.no/Yrkesfiske/Dokumenter/Rapporter/Fagrapport-til-strategisk-konsekvensutredning-av-fornybar-energiproduksjon-til-havs-fiskeriinteresser .

Floeter, J., Pohlmann, T., Harmer, A., Möllmann, C., 2022. Chasing the offshore wind farm wind-wake-induced upwelling/downwelling dipole. Front. Mar. Sci. 9, 884943. https://doi.org/10.3389/fmars.2022.884943 .

Galparsoro I, Menchaca I, Garmendia JM, Borja A, Maldonada AD, Iglesias G and Bald J 2022. Reviewing the ecological impacts of offshore wind farms. npj Ocean Sustainability: 1–8.

Glarou M, Zrust M, Svendsen JC. (2020). Using Artificial-Reef Knowledge to Enhance the Ecological Function of Offshore Wind Turbine Foundations: Implications for Fish Abundance and Diversity. Journal of Ma-rine Science and Engineering. 8, 332; doi:10.3390/jmse8050332 .

Halouani, G., Villanueva, C.-M., Raoux, A., Dauvin, J.C., Ben Rais Lasram, F., Foucher, E., Le Loc'h, F., Safi, G., Araignous, E., Robin, J.P., Niquil, N., 2020. A spatial food web model to investigate potential spillover effects of a fishery closure in an offshore wind farm. Journal of Marine Systems 212, 103434. https://doi.org/10.1016/j.jmarsys.2020.103434

Hawkins AD and Myrberg AA, Jr. 1983. Hearing and sound communication underwater. pp. 347–405. In: B. Lewis (ed.) Bioacoustics, A Comparative Approach, Academic Press, London.

Hawkins, A.D., Picciulin, M., 2019. The importance of underwater sounds to gadoid fishesa). The Journal of the Acoustical Society of America 146, 3536–3551. https://doi.org/10.1121/1.5134683 .

Hooper T, Hattam C, Austen M 2017. Recreational use of offshore wind farms: Experiences and opinions of sea anglers in the UK. Marine Policy, Volume 78, April 2017, Pages 55-60. https://doi.org/10.1016/j.marpol.2017.01.013 .

Hutchison, Z., Secor, D., Gill, A., 2020. The Interaction Between Resource Species and Electromagnetic Fields Associated with Electricity Production by Offshore Wind Farms. Oceanog 33, 96–107. https://doi.org/10.5670/oceanog.2020.409 .

Hutchison, Z.L., Gill, A.B., Sigray, P., He, H., King, J.W., 2020. Anthropogenic electromagnetic fields (EMF) influence the behaviour of bottom-dwelling marine species. Sci Rep 10, 4219. https://doi.org/10.1038/s41598-020-60793-x .

Hutchison ZL, Sigray P, He H, Gill AB, King J, Gibson C. (2019) Electromagnetic Field (EMF) Impacts onElasmobranch (shark, rays and skates) and American Lobster Movement and Migration from Direct Current Cables. Sterling (VA): U.S. Department of the Interior, Bureau of Ocean Energy Management. OCS Study BOEM 2018-003. 254pp.

Johnsen E. 2022. Råd for tobisfiskeriet i norsk sone for 2022. Rapport fra Havforskningen 2022-6. https://www.hi.no/hi/nettrapporter/toktrapport-2022-6

Karlsson R, Tivefälth M, Duranović I, Martinsson S, Kjølhamar A and Murvoll KM. 2022. Artificial hard-substrate colonisation in the offshore Hywind Scotland Pilot Park. Wind Energy Science, 7: 801–814.

Kalmijn, A.J 1982. Electric and Magnetic Field Detection in Elasmobranch Fishes. Science 218:916–918. https://www.science.org/doi/abs/10.1126/science.7134985

Krone R, Gutow L, Brey T, Dannheim J and Schröder A 2013. Mobile demersal megafauna

at artificial structures in the German Bight— Likely effects of offshore wind farm development.

Estuarine, Coastal and Shelf Science 125:1–9. https://doi.org/10.1016/j.ecss.2013.03.012

Kühn S, King F and Heubel K 2023. Decreased feeding rates of the copepod *Acartia tonsa* when exposed to playback harbor traffic noise. Front. Mar. Sci. 10:1134792. doi:10.3389/fmars.2023.1134792

Langhamer O. (2012). Artificial reef effect in relation to offshore renewable energy conversion: state of the art. The Scientific World Journal 2012:1–8. DOI: 10.1100/2012/386713.

Leonhard SB, Pedersen J. 2005. Hard bottom substrate monitoring Horns rev offshore wind farm. Annual status report 2004. Bio/consult as. Doc. No. 2438-03-005 rev.

Lindeboom HJ, Kouwenhoven HJ, Bergman MJN, Bouma S, Brasseur SMJM, Daan R, Dirken S, van Hal R, Hille Ris Lambers R, ter Hofstede R, Leopold MF, Scheidat M. 2011. Short-term ecological effects of an offshore wind farm in

the Dutch coastal zone; a compilation. Environmental Research Letters 6. https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1748-9326/6/3/035101

Løkkeborg S, Humborstad O-B, Jørgensen T, Soldal AV. 2002. Spatio-temporal variations in gillnet catch rates in the vicinity of North Sea oil platforms. ICES Journal of Marine Science, 59, S294–S299.

Marino, A.A. and R.O Becker. 1977. Biological Effects of Extremely Low Frequency Electric and Magnetic Fields: A Review. Physiological Chemistry and Physics 9(2):131-148.

Maxwell SM, Kershaw F, Locke CC, Conners MG, Dawson C, Aylesworth S, Loomis R, et al. 2022. Potential impacts of floating wind turbine technology for marine species and habitats. Journal of Environmental Management, 307: 114577.

Metcalfe JD, Holford BH and Arnold GP 1993. Orientation of plaice (*Pleuronectes platessa*) in the open sea: evidence for the use of external directional clues. Mar. Biol. 117, 559-566.

Methratta E T, Dardick W R. 2019. Meta-Analysis of Finfish Abundance at Offshore Wind Farms. Reviews in Fisheries Science & Aquaculture 27:242–260. DOI: 10.1080/23308249.2019.1584601.

Nedelec SL, Simpson SD, Morley EL, Nedelec B, Radford AN. 2015 Impacts of regular and random noise on the behaviour, growth and development of larval Atlantic cod (*Gadus morhua*). Proc. R. Soc. B 282: 20151943. http://dx.doi.org/10.1098/rspb.2015.1943

NVE 2023. Identifisering av utredningsområder for havvind. https://veiledere.nve.no/havvind/identifisering-av-utredningsomrader-for-havvind/metode-og-vurderinger/arealbehov-for-30-gw/

Nyqvist D, Durif C, Johnsen MG, de Jong K, Forland TN, Sivle LD. 2020. Electric and magnetic senses in marine animals, and potential behavioral effects of electromagnetic surveys, Marine Environmental Research, doi: 10.1016/j.marenvres.2020.104888.

OED 2010. Høring - Havvind, NVE, 11.10.2010. https:/, /www.regjeringen.no/globalassets/upload/oed/rapporter/havvind_ver02.pdf?id=2181946

Popper, A.N., Hawkins, A.D., 2019. An overview of fish bioacoustics and the impacts of anthropogenic sounds on fishes. Journal of Fish Biology 94, 692–713. https://doi.org/10.1111/jfb.13948 .

Popper, A.N., Hice-Dunton, L., Jenkins, E., Higgs, D.M., Krebs, J., Mooney, A., Rice, A., Roberts, L., Thomsen, F., Vigness-Raposa, K., Zeddies, D., Williams, K.A., 2022. Offshore wind energy development: Research priorities for sound and vibration effects on fishes and aquatic invertebrates. The Journal of the Acoustical Society of America 151, 205–215. https://doi.org/10.1121/10.0009237

Regjeringen 2021. Høring - Veileder for arealtildeling, konsesjonsprosess og søknader for vindkraft til havs, og forslag til endringer i havenergilova og havenergilovforskrifta. 11.06.2021. https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/horing-veileder-for-arealtildeling-konsesjonsprosess-og-soknader-for-vindkraft-til-havs-og-forslag-til-endringer-i-havenergilova-og-havenergilovforskrifta/id2860575/

Regjeringen 2022. Havvind 23.06.2022. https://www.regjeringen.no/no/tema/naringsliv/gront-industriloft/havvind/id2920295/ .

Roach M, Cohen M, Forster R, Revill AS, Johnson M 2018. The effects of temporary exclusion of activity due to wind farm construction on a lobster (Homarus gammarus) fishery suggests a potential management approach. ICES Journal of Marine Science, Volume 75, Issue 4, July-August 2018, Pages 1416–1426, https://doi.org/10.1093/icesjms/fsy006.

Reubens, J.T., Degraer, S., Vincx, M., 2014. The ecology of benthopelagic fishes at offshore wind farms: a synthesis of 4 years of research. Hydrobiologia 727, 121–136. https://doi.org/10.1007/s10750-013-1793-1 .

Rommel Jr., S.A., McCleave, J.D., 1973. Sensitivity of American Eels (*Anguilla rostrata*) and Atlantic Salmon (Salmo salar) to Weak Electric and Magnetic Fields. J. Fish. Res. Bd. Can. 30, 657–663. https://doi.org/10.1139/f73-114 .

Rose A, Brandt MJ, Vilela R, Diederichs A, Schubert A, Kosarev V, Nehls G, Volkenandt M, Wahl V, Michalik A, Wendeln H, Freund A, Ketzer C, Limmer B, Laczny M, Piper W. 2019. Effects of noise-mitigated offshore pile driving on harbor porpoise abundance in the German Bight 2014-2016 (Gescha 2). Assessment of Noise Effects. 193pp.

Scheld AM, Beckensteiner J, Munroe DM, Powell EN, Borsetti S, Hofmann EE, Klinck JK 2022. The Atlantic surfclam fishery and offshore wind energy development: 2. Assessing economic impacts. ICES Journal of Marine Science, Volume 79, Issue 6, August 2022, Pages 1801–1814, https://doi.org/10.1093/icesjms/fsac109 .

Schupp M., Kafas A., Buck BH., Krause G., Oyango V., Stelzenmüller V., Davis I. and BE Scott (2021). Fishing within offshore wind farms in the North Sea: Stakeholder perspectives for multi-use from Scotland and Germany. Journal of Environmental Management 279 111762. https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S030147972031687X?via%3Dihub

Scott, K., Harsanyi, P., Lyndon, A.R., 2018. Understanding the effects of electromagnetic field emissions from Marine Renewable Energy Devices (MREDs) on the commercially important edible crab, Cancer pagurus (L.). Marine Pollution Bulletin 131, 580–588. https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2018.04.062 .

Sierra-Flores R, Atack T, Migaud H, Davie A 2015. Stress response to anthropogenic noise in Atlantic cod Gadus morhua L. Aquacultural Engineering Volume 67, July 2015, Pages 67-76. https://doi.org/10.1016/j.aquaeng.2015.06.003

Sisneros JA, Tricas TC, Luer CA 1998. Response properties and biological function of the skate electrosensory system during ontogeny J. Comp. Physiol. A., 183 (1998), pp. 87-99, 10.1007/s003590050237

Slater, Michael, et al. "1-Effects-of-electromagnetic-fields-on-marine-species-A-literature-review. pdf." (2017). https://ir.library.oregonstate.edu/concern/technical_reports/9w032369d .

Slabbekoorn, H., Bouton, N., Opzeeland, I. van, Coers, A., Cate, C. ten, Popper, A.N., 2010. A noisy spring: the impact of globally rising underwater sound levels on fish. Trends in Ecology & Evolution 25, 419–427. https://doi.org/10.1016/j.tree.2010.04.005 .

Slabbekoorn H and Bouton N 2008. Soundscape orientation: a new field in need of sound investigation. Animal Behaviour, 76 (4): e5-e8.

Stanley DR and Wilson CA. 1997. Seasonal and spatial variation in the abundance and size distribution of fishes associated with a petroleum platform in the northern Gulf of Mexico. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 54: 1166–1176.

Stelzenmüller V, Gimpel A, Haslob H, Letschert J, Berkenhagen J, Brüning S 2021. Sustainable co-location solutions for offshore wind farms and fisheries need to account for socio-ecological trade-offs. Science of The Total Environment Volume 776, 1 July 2021, 145918

Stokes A, Cockrell K, Wilson J, Davis D, Warwick D. 2010. Mitigation of Underwater Pile Driving Noise During Offshore Construction. Report no. M09PC00019 to Department of the Interior, Minerals Management Service. Groton/CT, January 2010, 104 pp.

Soldal AV, Svellingen I, Jørgensen T, Løkkeborg S. 2002. Rigs-to-reefs in the North Sea: hydroacoustic quantification of fish associated with a “semi-cold” platform. ICES Journal of Marine Science, 59, S281–S287.

Stilgoe J, Owen R, Macnaghten P. (2013). Developing a framework for responsible innovation. Res Pol 42:1568-1580.

Sundby S, Kristiansen T, Nash R, Johannessen T, Bakkeplass K, Höffle H, Opstad I, Rey A, Opstad I, Fossum P,

Skulstad EM, Gjertsen K, Horneland PA, Simonsen JH 2017. Dynamic Mapping of North Sea Spawning - Report of the KINO Project (Fisken og havet nr. 2-2017) https://www.hi.no/hi/nettrapporter/fisken-og-havet/2017/fogh_nr_2-2017_kino_report_ss_1

Taormina B, Di Poic C, Agnaltd A-L, Carlierb A, Desroye N, Escobar-Luxf RH, D'eug J-F, Freytetf F, Durif CMF 2020. Impact of magnetic fields generated by AC/DC submarine power cables on

the behavior of juvenile European lobster (*Homarus gammarus*). Aquatic Toxicology 220 (2020) 105401.

Tenningen, M., McQueen, K., Fauskanger V., Langøy, H., de Jong K. Cruise report from follow-up studies in Hywind Tampen offshore windfarm. In Preparation.

Thatcher H, Stamp T, Wilcockson D and P. J. Moore 2023. Residency and habitat use of European lobster (Homarus gammarus) within an offshore wind farm. ICES Journal of Marine Science, 2023, 0, 1–12. DOI: 10.1093/icesjms/fsad067.

Tougaard, J., Hermannsen, L., Madsen, P.T., 2020. How loud is the underwater noise from operating offshore wind turbines? The Journal of the Acoustical Society of America 148, 2885–2893. https://doi.org/10.1121/10.0002453 .

Tougaard J, Michaelsen M. 2018. Effects of larger turbines for the offshore wind farm at Krieger's Flak, Sweden. Assessment of impact on marine mammals. Aarhus University, DCE – Danish Centre for Environment and Energy, Scientific Report No. 286. 112pp.

Tougaard J, Henriksen OD, Miller LA. 2009. Underwater noise from three types of offshore wind turbines: Estimation of impact zones for harbor porpoises and harbor seals. The Journal of the Acoustical Society of America, 125, 3766–3773. https://doi.org/10.1121/1.3117444 .

Utne Palm A, Søiland H, Sveistrup AK, Renner A, Ross R, Moy F, Bakhoday Paskyabi M, Totland A, Hannaas S, de Jong K, Gonzalez-Mirelis G, Hovland T, Pedersen G, Wilhelmsen JF, Antti Majaneva M,

Waardal Heum S, Skjold S, Vågenes S, Skaret G, Corus F, Voronkov A, Vågenes P, Kielland L 2023. Cruise report Hywind Tampen 13 to 28 March 2023. Toktrapport No.10 2023.

Vandendriessche S, Derweduwen J, Hostens K. 2014. Equivocal effects of offshore wind farms in Belgium on soft substrate epibenthos and fish assemblages. Hydrobiologia, 756, 19–35. DOI: 10.1007/s10750-014-1997-z.

van Hal R, Griffioen B, van Keeken OA. 2017. Changes in fish communities on a small spatial scale, an effect increased habitat complexity by an offshore wind farm. Marine Environmental Research, 126, 26–36. doi:10.1016/j.marenvres.2017.01.009.

van Hal R, Couperus B, Fassler S, Gastauer S, Griffioen B, Hintzen N, Teal L, van Keeken O, Winter E 2012. IMARES Report C059/12. Prepared for Noordzeewind. 161 pp.

von Schomberg R. (2013). A Vision of Responsible Research and Innovation. Responsible Innovation: 51-74.

Wahlberg, M., and Westerberg, H. (2005). Hearing in fish and their reactions to sounds from offshore wind farms. Marine Ecology Progress Series 288: 295-309.

Walker T 2001. Basslink project review of impacts of high voltage direct current sea cables and electrodes on chondrichthyan fauna and other marine life. Marine and Freshwater Resources Institute Report, 20, 68 pp.

Winter HV, Aarts G, van Keeken OA. 2010. Residence time and behaviour ofsole and cod in the offshore windfarm Egmond aan Zee (OWEZ). IMARES. Report number OWEZ_R_265_T1_20100916.

1 https://www.uib.no/studier/MAHF-SDG

HAVFORSKNINGSINSTITUTTET

Postboks 1870 Nordnes
5817 Bergen
Tlf: 55 23 85 00
E-post: post@hi.no
www.hi.no