

STRATEGISK KONSEKVENSTREDNING FOR HAVVIND

Fagutredning; virkninger av forurensning og avfall

NORGES VASSDRAGS- OG ENERGIDIREKTORAT

Rapportnr.: 2024-4023, Rev. 01

Dokumentnr.: 2192857

Dato: 2024-06-26



Prosjektnavn: Strategisk konsekvensutredning for havvind
Rapporttittel: Fagutredning; virkninger av forurensning og avfall
Oppdragsgiver: NORGES VASSDRAGS- OG ENERGIDIREKTORAT,
Middelthuns gate 29 0368 Oslo
Norway
Kontaktperson: Helga Munkeby Tingstad
Dato: 2024-06-26
Prosjektnr.: 10489299
Org. enhet: Environmental Risk Mgt Nordics
Rapportnr.: 2024-4023, Rev. 01
Dokumentnr.: 2192857

DNV AS Energy Systems
Environmental Risk Mgt Nordics
Veritasveien Høvik 1363
Norway
Tel: +47 6757 9900
945 748 931

Levering av denne rapporten er underlagt bestemmelsene i relevant(e) kontrakt(er):

Oppdragsbeskrivelse:

Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE) gjennomfører en strategisk konsekvensutredning for havvind i 20 utvalgte områder til havs i Norge. Et program for konsekvensutredning er fastsatt etter offentlig høring. Basert på dette programmet er det identifisert en rekke fagtema for utredning. Etter offentlig anbudsrunde er DNV i samarbeid med Asplan Viak tildelt å utrede virkninger knyttet til forurensning og avfall. Dette studiet omfatter hele livssyklusen for et havvindanlegg, fra fabrikasjon og utbygging, i driftsfase og ved avvikling og sluttdisponering.

Utført av:

Eirik Færøy Sæbø
Senior Consultant, DNV

Anton Asplund
Asplan Viak

Torild R. Nissen-Lie
Senior Principal Consultant, DNV

Astrid Drake
Asplan Viak

Bjørn Marie Pollestad
Consultant, DNV

Bjørge Sandberg-Kristoffersen
Asplan Viak

Sofie Møller
Asplan Viak

Verifisert av:



Steinar Nesse
Vice President

Godkjent av:



Kjersti Myhre
Group Leader

Internt i DNV er informasjonen i dette dokumentet klassifisert som:

- Open -- --
 DNV Restricted
 DNV Confidential
 DNV Secret

Keywords

Strategisk konsekvensutredning, havvind, forurensning, avfall, materialbruk

Rev. no.	Date	Reason for issue	Prepared by	Verified by	Approved by
A	2024-05-03	Første utkast			
00	2024-05-31	Endelig dokument			
01	2024-06-18	Endringer grunnet mindre korreksjoner			



Copyright © DNV 2024. All rights reserved. Unless otherwise agreed in writing: (i) This publication or parts thereof may not be copied, reproduced or transmitted in any form, or by any means, whether digitally or otherwise; (ii) The content of this publication shall be kept confidential by the customer; (iii) No third party may rely on its contents; and (iv) DNV undertakes no duty of care toward any third party. Reference to part of this publication which may lead to misinterpretation is prohibited.

Innholdsfortegnelse

SAMMENDRAG	1
DEL 1 - HOVEDRAPPORT	3
1 INTRODUKSJON	3
1.1 Bakgrunn	3
1.2 Definisjoner og forkortelser	4
2 MATERIALBRUK OG AVFALL	5
2.1 Datakilder	5
2.2 Referanseløsning	6
2.3 Material- og kjemikaliebruk per komponent	9
2.4 Avfallshåndtering	13
3 FORURENSNING OG MILJØPÅVIRKNING	21
3.1 Forurensningspotensiale per fase	21
3.2 Miljøpåvirkning fra forurensning i forbindelse med havvindutbygging	24
3.3 Usikkerhet og kunnskapsmangler	38
4 METODE FOR KONSEKVENSVURDERING	39
4.1 Vurdering av verdi	39
4.2 Vurdering av påvirkning	41
4.3 Fastsetting av konsekvens	42
5 VURDERING AV VIRKNINGER KNYTTET TIL MATERIALBRUK/AVFALL OG FORURENSNING.....	43
5.1 Overordnede betraktninger og samlede virkninger	43
5.2 Oppsummering av områdespesifikke utredninger	44
DEL 2 – DETAJERTE UTREDNINGER PER OMRÅDE	47
6 OMRÅDESPESIFIKKE UTREDNINGER	47
6.1 Generelt om områdene	47
6.2 Felles for områdene	49
6.3 Nordavind A	60
6.4 Nordavind B	67
6.5 Nordavind C	73
6.6 Nordavind D	79
6.7 Nordvest A	85
6.8 Nordvest B	92
6.9 Nordvest C	99
6.10 Vestavind A	107
6.11 Vestavind B	114
6.12 Vestavind C	120
6.13 Vestavind D	126
6.14 Vestavind E	132
6.15 Vestavind F (inkludert Utsira Nord)	138
6.16 Sørvest A	144
6.17 Sørvest B	151
6.18 Sørvest C	158
6.19 Sørvest D	165



6.20	Sørvest E	172
6.21	Sørvest F (inkludert Sørlige Nordsjø II)	179
6.22	Sønnavind A	186
7	REFERANSER.....	192

SAMMENDRAG

Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE) gjennomfører en strategisk konsekvensutredning for havvind i 20 utvalgte områder til havs i Norge. Et program for konsekvensutredning er fastsatt etter offentlig høring. Basert på dette programmet er det identifisert en rekke fagtema for utredning. Etter offentlig anbudsrunde er DNV i samarbeid med Asplan Viak tildelt å utrede virkninger knyttet til forurensning og avfall. Dette studiet omfatter hele livssyklusen for et havvindanlegg, fra fabrikasjon og utbygging, i driftsfase og ved avviking og sluttdisponering.

NVE har etablert en referanseturbin og et referanseprosjekt på totalt 1500 MW med 68 vindturbiner som ligger til grunn for vurderingene i denne utredningen. Hver vindturbin har en effekt på 22 MW og vil ha en innbyrdes avstand på 2,5 km. Avhengig av blant annet vandyp kan vindturbinene være bunnfaste eller oppankret flytende. Utredningen tar utgangspunkt i at ett eller flere havvindsprosjekter kan plasseres hvor som helst innen utredningsområdene.

Basert på tilgjengelig litteratur og kunnskap er materialbruk for havvindanlegg estimert. Siden det ikke finnes erfaringer med 22 MW anlegg til havs er det gjort skalering basert på mindre størrelser av turbiner. Det er videre gjort en rekke antagelser for å kunne etablere et slikt estimat. Det finnes ulike teknologier eller designkonsept for både bunnfaste og flytende havvindanlegg. Ulike design er derfor vurdert og materialmengder estimert. Siden turbiner og prosjekter i denne skala til havs ikke er satt i drift og det er begrenset med offentlig tilgjengelig dokumentasjon fra leverandører, er det naturligvis usikkerhet knyttet til slike estimater. Det er viktig å merke seg at utredningen ikke har til hensikt å sette ulike konsepter og design opp mot hverandre, og materialbruken innen ulike konsepter og design vil kunne variere mellom ulike leverandører og optimaliseres over tid. Studier av ulike design er primært gjort for å få en forståelse av spenn i materialbruk som vil kunne forekomme.

Hovedmaterialbruken vil være stål i ulike kvaliteter. Avhengig av design kan også betydelige mengder betong inngå. Flytende anlegg krever ballast, som kan være faste masser (grus, malm, mv.) eller sjøvann. Ballastmasse kan utgjøre en svært stor andel av totalvekten. Også andre metaller og materialer vil bli benyttet. Det er kjent at enkelte metaller som kreves til vindturbinanlegg har begrenset global forekomst, men studien går ikke i detalj på dette. Totalt sett er det estimert et materialbehov for et havvindanlegg med 68 vindturbiner på i størrelsesorden 450 - 2950 tusen tonn. Variasjonen er spesielt knyttet til type designkonsept, men også vandyp innvirker på mengden.

Avfall fra utbygging og driftsfase er ikke identifisert som spesielt vesentlige eller krevende, og kan håndteres etter normale rutiner, prosedyrer og mottaksordninger. De store avfallsmengdene vil oppstå når driftsperioden for anlegget er over og turbinanleggene skal avvikes. Relativt til årlig total norsk avfallsgenerering i 2022 er mengden for et område funnet å tilsvare i størrelsesorden 4 til 24 prosent av dette, uten å ta hensyn til kategorier av avfall. Dette vurderes som en betydelig mengde. Det meste av materialene går imidlertid ikke tapt, men kan gjenbrukes eller materialgjenvinnes også med dagens løsninger. Teknologit utvikling pågår for økt grad av materialgjenvinning.

Ulike materialer kan tildeles ulik verdi, f.eks. basert på tilgang og *sjeldenhet*. Ballastmasse vil da ha relativt lavere verdi i forhold til metaller. Blant metaller vil det også være betydelige forskjeller. I en overordnet konsekvensvurdering som dette, er total verdi for enkelthets skyld satt til middels, som anses som representativt for stål. Omfang av avfall (materialer) for håndtering er høyt, for ett utredningsområde angitt som *betydelig*. For dette tema er det ikke identifisert vesentlige forskjeller mellom de 20 områdene. Utbygging i flere av utredningsområdene vil øke den akkumulerte konsekvensen lineært.

Avbøtende tiltak innen tema materialbruk og avfall vil være knyttet til design som vektlegger å minimere avfallsgenerering og optimalisere for ombruk, gjenbruk og gjenvinning – i henhold til avfallspyramiden. For bruk av materialer, og spesielt materialer med begrenset tilgang, vil design som begrenser bruken av slike være fordelaktige. Det er forventet at en økende vindkraftindustri over tid vil medføre utvidelse og etablering av verdikjeder som muliggjør materialgjenvinning også av komponenter som ikke gjenvinnes i full skala i dag.

Miljøfarlige stoffer som inngår i vindturbinanlegg til havs er identifisert og vurdert i forhold til potensial for forurensning. Enkelte stoffer, som bisfenol A, har svært negative iboende miljøegenskaper. Stoffet inngår i materialer og slippes ikke

normalt ut til sjø. Robust design og gode vedlikeholdsstrategier skal motvirke at dette stoffet forurensner det marine miljø. Oljer og kjemikalier brukes i relativt små mengder i vindturbinanlegg, inngår generelt i lukkede systemer og med designtiltak for oppsamling av eventuelle søl. Sårbarheten i forhold til påvirkning fra forurensning i form av olje og kjemikalier varierer noe både mellom og innad i de 20 utredningsområdene. Det er imidlertid ingen planlagte utslipp til sjø fra virksomheten, og omfang av eventuelle uhellsutslipp vil være relativt små (Risiko for uønskede hendelser er utredet i en egen fagutredning). I samtlige områder er miljøkonsekvensen vurdert som *ubetydelig*.

Erosjon og forvitring av rotorblader og plastbasert overflatebehandling (maling) kan gi opphav til mikroplast, som primært vil spres med havstrømmene over lengre avstander. Mikroplast er et alvorlig miljøproblem i det marine miljø. Det er estimert en årlig mengde av mikroplast fra 68 vindturbiner i ett område på i størrelsesorden 10-15 kg fra slitasje på rotorbladene og maksimalt 400-850 kg fra slitasje av overflatebehandling av stålkonstruksjoner i form av maling. Til sammenligning er Norges årlige totalutslipp av mikroplast estimert til 19 000 tonn (Miljødirektoratet, 2020). Mikroplast fra havvindparker vil sammen med mikroplast fra andre kilder bidra til negative miljøvirkninger. Isolert sett vurderes imidlertid bidraget fra havvindparker som marginalt i forhold til andre kilder til utslipp. Det er heller ikke avdekket spesiell lokal sårbarhet for mikroplast i de 20 områdene. I samtlige områder er miljøkonsekvensen vurdert som *ubetydelig*. Utbygging av flere havvindprosjekter i de 20 utredningsområdene vil ikke endre på denne konklusjonen; tilførslene vil være små relativt til andre kilder.

Avbøtende tiltak bør iverksettes for å unngå bruk av stoffer med negative miljøegenskaper, samt gjennom design og vedlikeholdsstrategier å unngå slitasje og erosjon på spesielt rotorblader, for å redusere omfanget av mikroplast. For overflatebehandling generelt vil slitasjen avhenge av kvaliteten på produktet og påføringen. For å minimere utslipp fra overflatebehandling er det anbefalt å følge standarder for dette slik som NORSOK M-501 og DNV-RP-0416.

DEL 1 - HOVEDRAPPORT

1 Introduksjon

1.1 Bakgrunn

Energidepartementet har fastsatt et utredningsprogram for strategisk konsekvensutredning for havvind i Norge. I den anledning har NVE ansvar for å besvare utredningskravene i utredningsprogrammet for ulike fagtema. En rekke studier er igangsatt, herunder foreliggende studie om virkninger av havvind for forurensning og avfall. Formålet til NVE med dette engasjementet er å få gjennomført en fagutredning for virkninger av havvind for forurensning og avfall på de 20 områdene som har blitt foreslått for utbygging av havvind. Oppdraget er gjennomført i samarbeid mellom DNV og Asplan Viak, med DNV som kontraktspart mot NVE og prosjektleder.

Fagutredningen for forurensning og avfall skal besvare utredningskravene i utredningsprogrammet for fagtemaet. Det skal gis en generell beskrivelse av forventet bruk av materialer, kjemikalier og stoffer som kan medføre forurensning og avfall. Det skal gjøres en vurdering av mulige virkninger av dette. Målet er å belyse forventet bruk av materialer, kjemikalier og stoffer som kan medføre forurensning og avfall ved etablering av havvind. Det inkluderer risiko for forurensning til sjø og luft, samt utrede mulig omfang og virkninger av dette. Det skal utredes mulig omfang av konsekvenser av forurensning og avfall basert på interesser og verdier i de ulike områdene. Videre skal aktuelle avbøtende tiltak beskrives som del av utredningen.

For konsekvensutredninger er det tatt utgangspunkt i referanseturbin og referanseprosjekt for havvind som er definert av NVE (NVE 2024a). Basert på dette er det videre benytte generiske design med standardiserte bestanddeler for henholdsvis bunnfaste- og flytende vindturbiner, herunder konsepter med fundamenter i stål og betong. Det er i all hovedsak tatt utgangspunkt i dagens teknologi i og med at det er usikkerhet til videre utvikling av teknologi og materialer innenfor området.

Oppstrøms materialkjeder blir behandlet på et overordnet nivå i utredningen, og inkluderer dermed ikke potensiell forurensning og avfall i forbindelse med fabrikasjon på spesifikke lokaliteter.

Følgende elementer, som er nært knyttet til temaene i denne fagutredningen, er ikke diskutert i denne rapporten siden disse temaene er dekket i de andre fagutredningene eller konkludert å være utenfor avtalte rammer for arbeidet:

- Uhellsslipp. Dette gjelder både større og mindre utslipp f.eks. brann i turbiner, brudd i blader og andre type uhell som kan føre til utslipp av både kjemikalier og andre stoffer med forurensningspotensiale.
- Utslipp fra bruk av fartøy. Dette gjelder både utslipp til luft og vann fra bruk av fartøy under planlegging, installasjon, drift og avvikling, og inkluderer eksempelvis utslipp CO₂/NO_x/S og slitasje på maling på skrog.

Det er viktig å merke seg at foreliggende rapport er basert på overordnede betraktninger om konseptuelle løsninger for utbygging av havvind, med flytende og/eller bunnfaste anlegg. Vi har ikke studert spesifikke design eller teknologier, og hensikten er heller ikke å sette ulike konsepter eller design opp mot hverandre. Materialbruk innen de ulike design og konsepter vil kunne variere mellom ulike leverandører og vil også kunne optimaliseres, slik at en hver form for sammenligning og rangering kan være misvisende eller feil. Vår intensjon er å gi et overordnet og helhetlig bilde på mulig materialbruk. Vi er klar over at slike overordnede vurderinger representerer betydelig usikkerhet på nåværende tidspunkt. Spesifikk materialbruk for gitte løsninger og design vil fremkomme i prosjektspesifikke konsekvensutredninger som del av den aktuelle utbyggingsplanen for havvind etter evt. konsesjonstildeling.

1.2 Definisjoner og forkortelser

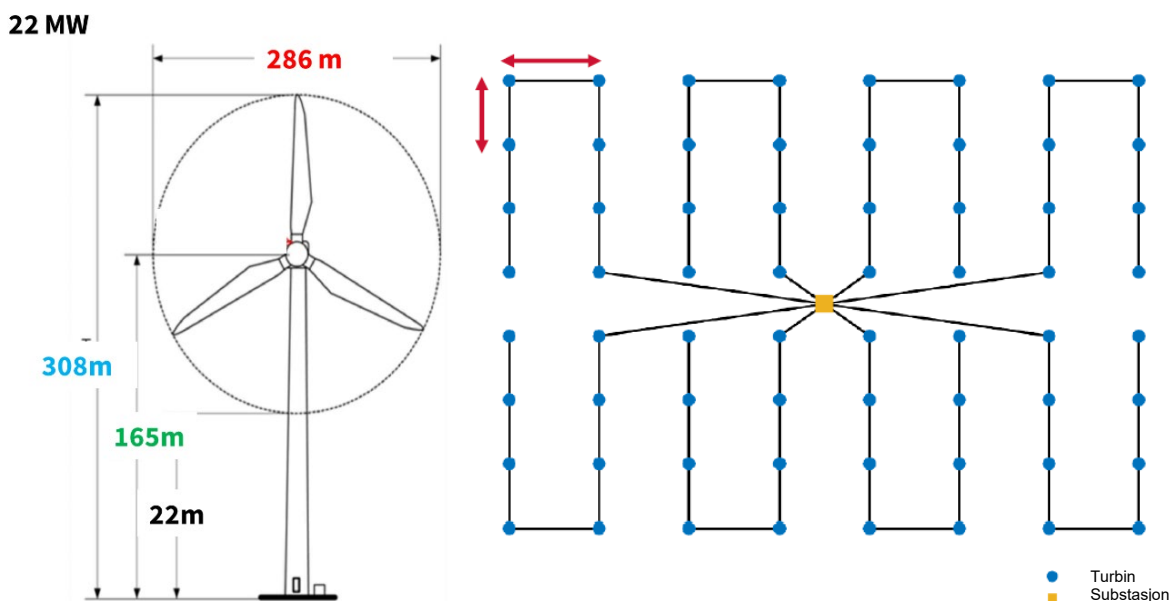
BPA	Bisfenol A
EC50	«Effect concentration 50» tilsvarer konsentrasjon hvor en effekt av eksponeringen blir observert ved 50% av testgruppa
EL50	«Effect loading 50» tilsvarer den totale mengde stoff (her olje) tilsatt i vann (ikke alt vil løses opp i vannet da olje er hydrofobisk) hvor en effekt av eksponeringen blir observert ved 50% av testgruppa
ER	Epoxy Resin
LC50	«Lethal concentration 50» tilsvarer dødelig konsentrasjon hvor 50% av testgruppa dør
LL50	«Lethal loading 50» tilsvarer den totale mengde stoff (her olje) tilsatt i vann (ikke alt vil løses opp i vannet da olje er hydrofobisk) hvor 50% av testgruppa dør
MVA	MegaVolt-Ampere
MW	Mega Watt
NVE	Norges vassdrags- og energidirektorat
PUR	Polyurethan

2 Materialbruk og avfall

I de følgende delkapitlene gis en oversikt over forventet bruk av materialer, kjemikalier og stoffer som kan medføre forurensning og avfall. Informasjonen er strukturert i henhold til nøkkelementer i vindparker til havs og livssyklusfase når det er relevant. Spesifikke materialer, kjemikalier eller andre stoffer som kun er relevante for visse livssyklusfaser er fremhevet. Nivåanslag for gjenbruk og resirkulering av materialer er dokumentert, samt sentrale utfordringer knyttet til dette. Videre er det gitt en oversikt over komponenter/materialer som ikke kan resirkuleres med dagens løsninger, og sentrale utfordringer knyttet til dette. Forslag til avbøtende tiltak av sentrale utfordringer er også diskutert.

For denne konsekvensutredningen er det tatt utgangspunkt i referanseturbin og referanseprosjekt for havvind som er definert av NVE (NVE 2024a)(Figur 2-1). Basert på dette er det videre benyttet generiske design med standardiserte bestanddeler for henholdsvis bunnfaste- og flytende vindturbiner, herunder konsepter med fundamenter i stål og betong. Det er i all hovedsak tatt utgangspunkt i dagens teknologi i og med at det er usikkerhet knyttet til videre utvikling av teknologi og materialer innenfor området.

Referanseturbinen er på 22 MW med høyde og andre spesifikasjoner som beskrevet i Figur 2-1. Referanseprosjektet er på 1500 MW med totalt 68 turbiner i en kvadratisk utforming med substasjonen sentralt plassert. Hver turbin står med cirka 2500 m avstand. Dette tilsvarer en kapasitetstetthet på 3,5 MW/km² og et arealbruk på 430 km². I den strategiske konsekvensutredningen skal det legges til grunn at ett eller flere havvindsprosjekter kan plasseres hvor som helst innen utredningsområdet (NVE 2024a).



Figur 2-1 Illustrasjon av referanseturbin (til venstre) og referanseprosjekt for en havvind park (til høyre) som er lagt til grunn for konsekvensvurderingene i denne utredningen (NVE 2024a).

2.1 Datakilder

Den største installerte vindturbinen til havs per i dag er en 16 MW turbin, installert i havet utenfor Kina. Referanseturbinen som ligger til grunn for utredningen er på 22 MW. Slike turbiner finnes foreløpig kun på konseptstadiet og det er dermed begrenset med tilgjengelige data i litteraturen. Vi har derfor anvendt data for mindre turbiner og skalert opp disse for å danne et bilde av materialbehovet for en 22 MW turbin.

Det meste av informasjon om materialtype og mengder er hentet fra LCA-artikkelen *A model for estimating life cycle environmental impacts of offshore wind electricity considering specific characteristics of wind farms* av Kouloumpis og Azapagic (2021). Artikkelen beskriver en LCA-modell for havbasert vindkraft i Storbritannia med tilhørende inventarliste. Inventarlisten i artikkelen er hentet fra offentlig tilgjengelige data fra forskjellige vindturbinprodusenter (Ormiston, 2012; Siemens, 2015a; Siemens, 2015b; Siemens, 2015c; Vestas Wind Systems, 2007; Vestas Wind Systems, 2008a; Vestas Wind Systems, 2008b) samt litteratur og noe erfaringsdata/ekspertvurderinger.

Dataene fra artikkelen er sjekket mot materialer brukt for én 2 MW turbin og én 4,5 MW turbin i Ecoinvent¹ for å eventuelt komplettere materialistene.

2.2 Referanseløsning

2.2.1 Vindturbin

Vindturbinen i kunnskapsgrunnlaget beskrevet i seksjon 2.1, er skalert til 22 MW med de skaleringsprinsipper som er presentert i *Review of scaling laws applied to floating offshore wind turbines* av Sergiienko *et al.* (2022). Artikkelen viser til formler som gir mulighet til å estimere bl.a. vekt på komponenter utfra rotordiameter. NVE's referanseturbin har en rotordiameter på 286 m. Vekten av de ulike komponentene er vist i Tabell 2-1. Nacelle er maskinhuset på toppen av turbinen og hub er selve innfestningen for blader og det som kobler dem til en drivaksel.

Tabell 2-1 Vekt for de ulike komponentene i tonn. Data hentet fra litteratur og skalert med skaleringsprinsipper fra litteratur.

Hovedkomponent	5 MW (Kouloumpis & Azapagic 2021)	22 MW ((Skaleringsprinsipper etter Sergiienko <i>et al</i> 2022)
Tårn	221	1537
Nacelle + generator	315	1008
Blader	57	288
Hub	69	254
SUM	661	3087

2.2.2 Bunnfaste fundament

2.2.2.1 Monopile

Materialer og mengder for et monopile-fundament er også hentet fra Kouloumpis & Azapagic (2021). Materialmengden er svært avhengig av dybde og dermed prosjektavhengig. I den studien ligger det til grunn et fundament for en 5 MW turbin med en monopile på 51 m og 377 tonn samt et overgangsstykke på 21,6 m og 115 tonn. Denne har blitt skalert lineært utfra vekt av 5 MW turbinen (661 tonn) til en 22 MW referanseturbin (3100 tonn). Mengdene er angitt per 10 m monopile slik at de kan brukes til forskjellige dybder.

2.2.2.2 Stålfagverk (jacket)

Data for fagverkfundamenter i stål er anslått basert på vurdering av offentlige data fra havvindparker internasjonalt samt egen faglige vurderinger. Skalering per 10 meter havdybde er angitt.

2.2.3 Feltinterne kabler

Inventar for feltinterne kabler er også hentet fra Kouloumpis and Azapagic (2021) og mengdene er for en 33 kV kabel med 800 mm² tverrsnitt på lederen. Mengdene er for en kobberkabel, men aluminiumkabler kan også brukes. Det vil

¹ Ecoinvent er en global anerkjent database for bruk i livsløpsanalyser: [Database - ecoinvent](#).

med stor sannsynlighet brukes 66kV kabler eller kabler med høyere kapasitet i områdene som utredes. Materialbruken av kobber eller aluminium per meter kabel vil være noe høyere for kabler med større kapasitet (10-20% for kabler med tverrsnitt på 95-120 mm²) (ABB), men materialbrukenvil være vesentlig lavere per overført kraftenhet i en kabel med høyere kapasitet.

I tillegg for material til selve kabelen så er det noe materialer til flytelementer og koblinger. Disse er ikke inkludert i Kouloumpis & Azapagic (2021), men type material vil være likt selve kabelen (stål og plast) og mengdene vil være små sammenlignet med selve kabelen.

2.2.4 Flytende fundamenter

I tillegg til ovennevnte studier er materialer og mengder for de flytende fundamentene hentet fra rapporten *Comparative study of concrete and steel substructures² for FOWT* utarbeidet av DNV i 2022. Disse er dimensjonert for en 15 MW turbin og mengdene er skalert lineært til 22 MW.

2.2.5 Ankerliner

Vår erfaring av ankerliner til semi-submersible tilsier at det brukes en kombinasjon av fibertau og stålketting. Kjetting brukes på bunn og fibertau over havbunnen. Dette kombinerte konseptet er også det som er brukt for et flytende Triple SPAR-fundament i artikkelen *Mooring System Design for the 10MW Triple Spar Floating Wind Turbine at a 180 m Sea Depth Location³* av Azcona and Vittori (2019). Materialer og mengder for ankerlinene er hentet fra artikkelen som beskriver et ankersystem for et flytende Triple SPAR-fundament med tre kolumner, plassert på 180 m dybde. Fundamentet og ankerlinene er dimensjonert utfra en 10 MW turbin. Spesifikasjonene for ankerlinene, som presentert i artikkelen, er vist i Tabell 2-2. Material og mengder for eventuelle flytelementer samt koblinger til anker og fundament er ekskludert. Dette vil være omtrent samme materialer som for kjetting og tau og utgjøre små mengder i sammenligning. Det finnes ingen åpenbar metode for å skalere ankerlinene til å passe en 22 MW turbin. En grov skalering er gjort ut fra vekten på plattformen som er angitt i artikkelen (28 229 tonn) og vekten på fundament og turbinen for referanseturbinen som er definert for denne strategiske konsekvensutredningen (32 140 tonn). Hvis man antar at vekten på ankerlinene skalerer lineært med vekten de skal holde på plass så er skaleringsfaktoren 1,14. Det er antatt 3 liner til et flytende fundament, men det kan også brukes flere. Resultatene for ankerlinene til referanseturbinen er vist i Tabell 2-5. For å gjøre resultatene brukbare for forskjellige dybder angis vekt av kjetting og tau i denne tabellen per 10 m dybde (til bunn). Vekt av draganker er hentet fra *Guide to a Floating Offshore Wind Farm⁴* og stemmer med vår erfaring.

Tabell 2-2 Spesifikasjon for ankerliner angitt per line. D = diameter. Løsningen er dimensjonert for 180 m dybde og en 10 MW turbin.

Lengde kjetting (D=180 mm)	344	m
Vekt kjetting	657	kg/m
Lengde tau (D= 200 mm)	239	m
Vekt tau	24	kg/m

2.2.6 Offshore substasjon

Offshore substasjon vil typisk bestå av selve omformerstasjonen og annet høyspentutstyr, samt fundamentet. Offshore transformering kan gjøres både med bunnfaste, flytende eller havbunnsbaserte-løsninger. Havbunnsbaserte stasjoner til havs er imidlertid fortsatt umoden teknologi som må utvikles videre før den kan tas i bruk. Mengde stål for fundament er svært prosjektavhengig, og det finnes ikke generelle data på dette. Basert på visse forutsetninger har vi lagt til grunn en stålvekt på 4000-5000 tonn.

² https://windworks-jelsa.no/app/uploads/2022/01/Comparative-study-of-concrete-and-steel-substructure-for-FOWT_final-for-distribusjon.pdf

³ <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1742-6596/1356/1/012003/pdf>

⁴ <https://guidetofloatingoffshorewind.com/guide/b-balance-of-plant/b-3-mooring-system/b-3-1-anchors/>

I Tabell 2-9 gis materialmengdene for selve transformatoren og er basert på en EPD⁵ for en høyspennings 250 MVA (MegaVolt-Ampere) transformator fra ABB. Mengdene er oppgitt per MVA. 1 MVA transformator har en vekt på 0,8 tonn. Mengdene kan skaleres med MVA. Det vil, som nevnt over, i tillegg være stål for selve bygget og annen høyspentutstyr. Vi har lagt til grunn et grovt anslag på total dekkslast på 5000-6000 tonn.

2.2.7 Overflatebehandling (maling)

Betongkonstruksjoner trenger normalt ikke overflatebehandling, mens samtlige stålkomponenter rustbeskyttes med overflatebehandling (maling). Produsenter anbefaler en tre-lags overflatebehandling bestående av et lag 300- μ m høytbyggende epoksyprimer, et 300- μ m mellomlag med høytbyggende epoksyprimer og et siste 60- μ m toppstrøk med polyuretan (PU)⁶.

I tillegg til dette er det også vanlig at overflatebehandlingen kan bestå av Zn/Al-metallisering samt organisk porefyllstoff⁷.

En mer inngående beskrivelse av typiske bestanddeler av overflatebehandlingen gis i *Corrosion Protection Systems and Fatigue Corrosion in Offshore Wind Structures: Current Status and Future Perspectives* fra 2017. Disse er oppsummert i Tabell 2-3 nedenfor.

For tiden er det to generelle overflatebehandlings systemer som vanligvis brukes til maling av rotorblader. En gruppe kalt "gelcoat", er enten påført i støpeform under produksjonsprosessen (polyesterbasert) eller malt på bladet (epoksybasert). Den andre gruppen er polyuretanbasert maling som kan påføres overflaten ved sprøyting⁸.

Tabell 2-3 Typiske bestanddeler i overflatebehandling, fordelt på de ulike sonene (atmosfærisk, under vann og skvalpesone).

Atmosfærisk eksponering
Vinylsystem (3-4 lag)
Zn-fosfatpigmentert to-komponent epoksyprimer (1 lag)
To-komponent epoxy (2 lag)
Uorganisk sinksilikatprimer (1 lag)
To-komponent epoxy (2 lag)
Klorert gummisystem (3-4) lag
Under vann
Rustbeskyttelse gjøres vanligvis med offeranoder. Overflatebehandling må være kompatibel med anode-løsning. Vanligvis brukes epoxybaserte overflatebehandling.
Skvalpesone
Lik overflatebehandlingen for atmosfærisk eksponering, men tykkere
Tykt lag gummi eller neopren (opp til 15 mm)
Polymerharpiks og glassflakforsterket polyestermateriale brukes ofte for å beskytte mot mekanisk skade
Blader

⁵ <https://search.abb.com/library/Download.aspx?DocumentID=ITEPD054&LanguageCode=en&DocumentPartId=&Action=Launch>.

⁶ <https://www.materialsperformance.com/news/2017/12/protective-coating-extends-lifetime-for-offshore-wind-structure>

⁷ https://www.researchgate.net/publication/313602417_Corrosion_Protection_Systems_and_Fatigue_Corrosion_in_Offshore_Wind_Structures_Current_Status_and_Future_Perspectives

⁸ <https://journals.sagepub.com/doi/full/10.1177/0967391119848232>

Polyester/epoxy/polyuretan-basert

Mengden overflatebehandling som er brukt på tårn, nacelle og rotorblader er hentet fra Ecoinvent for en 4,5 MW turbin, og skalert lineært til 22 MW. Dette er en grov skalering som ikke er kontrollert videre mot f.eks. area av komponentene. I Ecoinvent består overflatebehandlingen av alkydmaling og mengden epoxybasert maling er altså grovt estimert utfra dette. Mengden overflatebehandling/maling for flytende stålfundamenter er erfaringstall fra petroleumsnæringen.

2.2.8 Oljer og kjemikalier

Mengder av olje og kjemikalier i vindturbinen er hentet fra IKM Acona⁹ (2024) og er et estimat som ikke er knyttet til noen spesifikk effekt på turbinen. Det er tatt utgangspunkt i en 8 MW vindturbin og det er anslått at verdien er 3 ganger større for en turbin på 22 MW (Tabell 2-4).

Tabell 2-4 Mengder av kjemikalier og oljeprodukter i en 22 MW turbin (IKM Acona (2024)).

Kjemikalier i vindturbin	
Type kjemikalie/væske/sted	enhet
Transformatorolje	1800-3000 liter
Kjølevæske	1800-4500 liter
Hydraulikkolje	1200-2400 liter
Girolje	4500-12000 liter
Dempningsolje/kjølevæske	7500-12000 liter
Fett for hovedlager og bladlager	120-160 kg
Rotasjons-gir	150-300 liter

2.3 Material- og kjemikaliebruk per komponent

Alle komponenter som er listet i dette avsnittet er skalert til en 22 MW WTG. For ankerlinene er mengder angitt per 10 m dybde og for monopile per 10 m monopile. Mengden girolje, hydraulikkolje samt glykol i nacelle er et estimat fra NVE og IKM Acona (2024) og er skalert til 22 MW.

Tabell 2-5 til Tabell 2-9 angir materialmengder per komponent fordelt på ulike materialtyper. Det er store usikkerheter i materialmengdene både da de er skalert fra mindre turbiner, og at det vil være forskjeller i materialmengder basert på designvalg. Tomme celler under mengde er materialer som erfaringsmessig inngår i komponenten og som kan være viktig fra et forurensingsperspektiv, men som ikke er angitt i datakildene.

⁹ IKM Acona 2024. Fagutredning for virkninger av havvind på risiko for uønskede hendelser. Strategisk konsekvensutredning Sørvest F, Vestavind B og Vestavind F. Vedlegg A: Identifikasjon og beskrivelse av farer for akutte utslipp. Rapportnr. 820462-1.

Tabell 2-5 Materialmengde per komponent i en 22 MW turbin; tårn, maskinhus og rotorblader.

Turbin 1 stk		
Materiale/kjemikalie	Mengde	Enhet
Tårn		
Stål (lavlegert)	1509	Tonn
Aluminium	28	Tonn
Atmosfærisk coating (vinyl, epoksyprimer, polyuretan, Zn/Al-metallisering, organisk porefyllstoff, klorert gummi, uorganisk sinksilikatprimer)	17	Tonn
Maskinhus (hub, nacelle, generator)		
Hub		
Støpejern	101	Tonn
Kromstål	59	Tonn
Stål (lavlegert)	53	Tonn
Glassfiber	6	Tonn
Atmosfærisk coating (vinyl, epoksyprimer, polyuretan, Zn/Al-metallisering, organisk porefyllstoff, klorert gummi, uorganisk sinksilikatprimer)		
Nacelle		
Støpejern	416	Tonn
Kromstål	47	Tonn
Stål (lavlegert)	398	Tonn
Kobber	16	Tonn
Aluminium	12	Tonn
Atmosfærisk coating (vinyl, epoksyprimer, polyuretan, Zn/Al-metallisering, organisk porefyllstoff, klorert gummi, uorganisk sinksilikatprimer)	2,1 ¹⁰	Tonn
Generator		
Stål (lavlegert)	85	Tonn
Kobber	23	Tonn
Aluminium	6	Tonn
Høy tetthet polyetylen	5	Tonn
Neodym		
Rotorblader (3 stk)		
Glassfiber	221	Tonn
Epoxy	88	Tonn
Tre (f.eks. balsa)	16	Tonn
Polypropylen (PP)	6	Tonn
Karbonfiber		
Stål		

¹⁰ Skalert lineært fra mengde alkydmaling for en 4,5 MW turbin i EcoInvent

Polyester/epoxy/polyuretan-basert	2,8 ⁹	Tonn
-----------------------------------	------------------	------

Tabell 2-6 Materialmengde per komponent I en 22 MW turbin; flytende fundamenter

Flytende fundamenter		
SPAR (stål)		
Stål	7333	Tonn
Ballast (betong)	3960	Tonn
Ballast bulk (ikke vann)	15840	Tonn
Aluminium anode	60	Tonn for 70 m havdyp
Maling (grovt estimat) Skvalpesone og under vann coating (vinyl, epoksyprimer, polyuretan, Zn/Al-metallisering, organisk porefyllstoff, klorert gummi/neopren, uorganisk sinksilikatprimer, polymerharpiks og glassflakforsterket polyestermateriale)	2-3	Tonn
SPAR (betong)		
Sement	2860	tonn
Silika-røyk	161	tonn
Flyveaske	161	tonn
Fint tilslag	7700	tonn
Grovt tilslag	7700	tonn
Armeringsjern	2053	tonn
Stål	220	tonn
Ballast (f.eks. sprengstein)	17600	tonn
Semi-submersible (Stål)		
Stål	5867	tonn
Ballast (betong)	3813	tonn
Aluminium anode	60	Tonn for 70 m havdyp
Skvalpesone og under vann coating (vinyl, epoksyprimer, polyuretan, Zn/Al-metallisering, organisk porefyllstoff, klorert gummi/neopren, uorganisk sinksilikatprimer, polymerharpiks og glassflakforsterket polyestermateriale)		
Semi-submersible (Betong)		
Sement	3447	tonn
Silika-røyk	191	tonn
Flyveaske	191	tonn
Fint tilslag	9313	tonn
Grovt tilslag	9313	tonn
Armeringsjern	3447	tonn
Stål	367	tonn

Tabell 2-7 Materialmengde per komponent i en 22MW turbin; bunnfaste fundamenter

Bunnfaste fundamenter		
Monopile (Stål)		
Stål (hoveddel)	377	Tonn/10m monopile
Stål (transition piece)	115	Tonn/10m monopile
Sand	7	Tonn/10m monopile
Sement	6	Tonn/10m monopile
Aluminium anode	60	Tonn for 70 m havdyp
Under vann coating (vinyl, epoksyprimer, polyuretan, Zn/Al-metallisering, organisk porefyllstoff, klorert gummi, uorganisk sinksilikatprimer)	3-4	Tonn 70 meter havdybde
Jacket		
Stålunderstell	3000	Tonn for 70 m havdybde. Øker/minker med 500 tonn per 10 meter.
Anoder (Al)	60	Tonn 70 meter havdybde. Øker/minker med 10 tonn per 10 meter.
Lettbetong	200	Tonn (uavhengig av vanddybde)
Under vann coating (vinyl, epoksyprimer, polyuretan, Zn/Al-metallisering, organisk porefyllstoff, klorert gummi, uorganisk sinksilikatprimer)	6	Tonn 70 meter havdybde. Øker/minker med ca. 0,5 tonn per 10 meter.
Pæler til Jacket		
Stål	600	Tonn (her angitt uavhengig av dybde)

Tabell 2-8 Materialmengde per komponent i en 22 MW turbin; anker, ankerliner og kabler.

Anker		
Draganker (3 stk)		
Stål	187	tonn
Under vann coating (vinyl, epoksyprimer, polyuretan, Zn/Al-metallisering, organisk porefyllstoff, klorert gummi, uorganisk sinksilikatprimer)	neglisjerbart	
Sugeanker		
Stål		
Under vann coating (vinyl, epoksyprimer, polyuretan, Zn/Al-metallisering, organisk porefyllstoff, klorert gummi, uorganisk sinksilikatprimer)	neglisjerbart	
Ankerline (3 stk)		
Stål	42,9	Tonn/10m dybde (til bunn)
Polyester	1,11	Tonn/10m dybde (til bunn)
Feltinterne kabler (1 km)		
Stål (lavlegert)	16,4	Tonn/km
Kobber	25,4	Tonn/km
Polyetylen (PE)	3,0	Tonn/km

Polypropylen (PP)	1,6	Tonn/km
-------------------	-----	---------

Tabell 2-9 Materialmengde i en offshore substasjon. Estimaten for transformatoren er basert på en høyspennings 250 MVA (MegaVolt-Ampere) transformator fra ABB. Mengdene er oppgitt per MVA. 1 MVA transformator har en vekt på 0,8 tonn. Mengdene kan skaleres med MVA. Mengde stål i bunnfast stålfagverk og dekkslast er basert på faglig skjønn og er estimater med relativt høy usikkerhet.

Offshore substasjon		
Transformator		
Stål	451	Kg per MVA
Glassfiber	4,5	Kg per MVA
Kraftpapir	6	Kg per MVA
Kobber	97	Kg per MVA
Presspan	21	Kg per MVA
Porselen	8	Kg per MVA
Aluminium	8	Kg per MVA
Maling	0,4	Kg per MVA
Transformatorolje	192	Kg per MVA
Harpiks	0,8	Kg per MVA
Stålkonstruksjon jacket		
Stål	4000-5000 tonn	
Dekkslast		
Stål	5000-6000 tonn	

2.4 Avfallshåndtering

2.4.1 Generelle betraktninger

Ved endt levetid vil vindparken demonteres og komponentene vil avfallshåndteres forskjellig basert på type materiale og tilgjengelig teknologi og markeder. Ettersom avfallshåndteringen vil finne sted om 30 år er det vanskelig å estimere teknologi- og markedsutvikling. Avsnittet under baserer seg på litteratur og samtale med en stor avfallsaktør i Norge, men det vil være mulighet for at dette er teknologi og verdikjeder som endrer seg over tid.

Vindparken består av store deler metaller som kan sendes til resirkulering. I avfallsmarkedet har metaller positiv verdi og mest mulig resirkuleres. Det er minimalt som deponeres da det har en verdi å gjenvinne. I bunnasken fra forbrenning av restavfall, gjenvinnes også metaller.

Fra studier som er benyttet ifm LCA-analyser antas det at for metaller er det 90% som resirkuleres og 10% deponeres eller energigjenvinnes. Dette gjelder stål, kobber og sink. Det er enighet i litteraturen om at 90% resirkuleres, men varierende om de 10 resterende prosentene energigjenvinnes eller deponeres. En norsk avfallsaktør mener at det er tilnærmet 100 % (98-100 %) av metaller som gjenvinnes fra en vindturbin. Aktørene resonnerer at tallene i litteraturen ift 10 % deponering og forbrenning baserer seg på generelle tall der plast på EE-avfall eller plastdekk på metallgjenstander slik som sykler, barnevogner etc. utgjør denne %-andelen.

Resirkulering av turbinblader er vanskelig per idag. I dag videreselges noe, mye deponeres, noe energigjenvinnes eller brukes i sementproduksjon. Noe males ned og brukes som fyllstoff. Det er derimot stor fokus og utvikling innen turbinblader som kan gjøre resirkulering mulig i fremtiden. Dette er nærmere beskrevet i seksjon 2.4.2.2. Den norske avfallsaktøren bekrefter at deponering er enklest og vanligst per i dag, men viser også til ovennevnte forskning på dette

område. Det er usikkert hvor stor andel av turbinblader som vil gå til deponi, ombruk eller gjenvinning når de turbiner som installeres i dag skal avvikles. Det er imidlertid klart at vindkraftbransjen legger store ressurser inn på å finne andre løsninger enn deponering. Europeiske vindkraftaktører har også arbeidet for et evt. forbud mot deponi av blader etter 2025¹¹.

Neodym er et sjeldent jordartsmetall og brukes mest i permanentmagneter i generatoren. Den norske avfallsaktøren viser til suksess med resirkulering i laboratorie for å lage svært ren neodym, se seksjon 2.4.2.3, men det vil være en god stund til denne teknologien vil være kommersielt tilgjengelig. Resirkulering til ikke fullt så ren neodym foregår imidlertid i dag i Slovenia og Storbritannia.

Plast blir i stor grad energigjenvunnet. En rapport fra Handelens miljøfond, Systemiq og Mepex viser at bare 22 prosent av plasten i Norge resirkuleres¹².

Erfaring har vist at 90% av resirkulert tilslag fra rivingsbetong gjenbrukes i forhold til landbasert aktivitet¹³. På den annen side er det ingen erfaringer fra norsk sokkel med å ta til land overflødig større betonginnretninger fra petroleumsvirksomheten¹⁴.

Tabell 2-10 gir en oversikt over hvordan ulike materialer fra vindturbiner avfallhåndteres i LCA-studiene Kouloumpis & Azapagic (2021) og Pulselli *et al.* (2022)¹⁵, samt hva en norsk avfallsaktør mener skjer på markedet i dag.

Tabell 2-10 Avfallsbehandling av ulike materialer ved endt levetid for vindturbiner i henhold til Kouloumpis & Azapagic (2021) og Pulselli *et al.* (2022), og avfallsbransjen.

	Deponi		Energigjenvinning		Resirkulering	
	LCA-studier	Avfallsbransjen	LCA-studier	Avfallsbransjen	LCA-studier	Avfallsbransjen
Aluminium	5 % (noe litteratur gir 10% her)	0-2%	5 %		90 %	98-100%
Stål	10 %	0-2%			90 %	98-100%
Kobber		0-2%	10 %		90 %	98-100%
Plast		5%	100 %	73%		22%
Sink						98-100 %
Smøreolje			100 %	100 %		
Polypropylen		5%	100 %	73%		22%
Betong, land	100%	10%				90%
Betong, offshore		uklart				uklart
Alkyd maling			100%			
Neodym		99%				1%

¹¹ <https://windeurope.org/newsroom/press-releases/wind-industry-calls-for-europe-wide-ban-on-landfilling-turbine-blades/>

¹² https://www.systemiq.earth/reports/downloads/Veien_til_sirkulaer_plast-Synteserapport.pdf

¹³ <https://betong.net/wp-content/uploads/7-web-Resirkulering-og-gjenbruk-av-betong.pdf>

¹⁴ Dr. techn. Olav Olsen AS, 2018. Avslutning og disponering av utrangerte innretninger. Rapport 12635-01000-R-001

¹⁵ [Frontiers | Benchmarking Marine Energy Technologies Through LCA: Offshore Floating Wind Farms in the Mediterranean \(frontiersin.org\)](https://doi.org/10.3389/fmars.2022.888888)

Tabell 2-11 gir et overordnet bilde på hvordan de ulike komponentene av en vindturbin og vindpark avfallhåndteres.

Tabell 2-11 Avfallshåndtering fordelt på komponent

Komponent/ bestanddel	Avfallshåndtering
Tårn	Består av metaller - Resirkuleres
Maskinhus	Noe glassfiber som deponeres, metaller resirkuleres
Nacelle	Består av metaller - resirkuleres
Generator	Består av metaller - resirkuleres
Blader	Deponeres/forbrenning/tilslag sement
Fundamenter	Metaller resirkuleres, betong deponeres/gjenbrukes/etterlates
Anker	Plast energigjenvinnes, stål resirkuleres
Feltinterne kabler	Kabler samles inn som EE-avfall. Behandles i shredder der plast fjernes, skiller metallene ved magnet og Eddie Current, og metallene kappes til granulater som smeltes om til nytt metall

2.4.2 Materialgjenvinning

2.4.2.1 Metaller

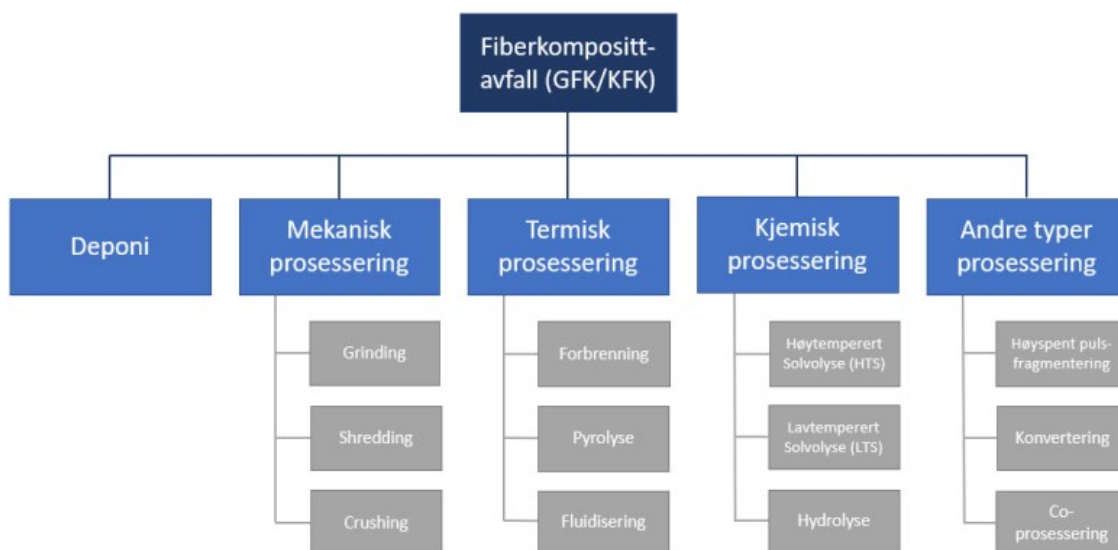
For stål er gode verdikjeder for resirkulering på plass og det er et stort behov for skrapstål og andre metaller på verdensmarkedet. Det er gode løsninger i Norge, Norden og Europa avhengig av metalltype.

2.4.2.2 Blader og komposittmaterialer

Blader er den komponenten som i dag bidrar til mye deponering. Europeiske vindkraftaktører jobber for et forbud mot deponi av blader etter 2025. Vingeprofilene utgjør mellom 1-3% av vindturbinens totale vekt. Fibre av glass eller karbon utgjør 45-60%, en harpiks av organiske polymerer som holder fibre sammen utgjør 25-30%. Balsatre, PET eller PVC utgjør 5-10% mens forskjellige festemidler i metall utgjør 3-15%.

Harpiksen er tradisjonelt et irreversibelt bindemiddel. Utfordringen er derfor å frigjøre de forskjellige materialkomponentene når vingeprofilen er tatt ut av bruk.

Vingeprofilene består som regel av glassfiber- eller karbonfiberkompositt. Det finnes forskjellige behandlingsløsninger som skiller seg fra hverandre på energibruk, kostnader, i kvaliteten på gjenvunnet fiber (strekfasthet) og om bindemiddelet lar seg gjenvinne, eventuelt at andre biprodukter kan utvinnes.



Figur 2-2 Oversikt over forskjellige behandlingsløsninger for komposittavfall.

Co-prosessering innebærer en nedsirkulering der vingbladene deles opp for frakt. Etter å ha blitt kvernet til riktig størrelse blir granulatet tilført sementfabrikkens roterovn. Ved en temperatur på 900 °C brenner bindemiddelet i komposittmaterialet, og omdanner fibrene til aske som innkapsles i klinkermassen. Ved rask nedkjøling dannes et klinkerprodukt. Klinkeren blir tilført gips og miksen kvernes deretter til sement med tilnærmet like egenskaper som vanlig sement.

Det er stort fokus på å unngå deponering av blader. Siemens Gamesa lanserte i september 2021 en løsning for å produsere resirkulerbare vinger¹⁶. Den baserer seg på et nyutviklet lim som ved behandling med varme og en mild syreløsning løser seg opp slik at komponentene kan plukkes ut for seg og brukes i videre produksjon. 81 meter lange *RecyclableBlade* ble første gang installert i ett fullskala prosjekt i RWE sitt Kaskasi prosjekt i 2022. I løpet av 2023 skal 108 meter lange vinger monteres på 44 havvindturbiner utenfor kysten av England.

Vestas har også lansert en ny teknikk for kjemisk gjenvinning av blader¹⁷. Den store forskjellen mellom denne teknikken og konseptet fra Siemens Gamesa er at denne prosess også skal fungere på eksisterende, og deponerte blader.

Mekanisk prosessering er et alternativ det finnes avsetning for i Norge. Ecofiber Recycling AS¹⁸ kan ta inn plastkompositt-materialer til sitt anlegg i Stavanger. Her blir materialene mekanisk kvernet, og brukt som tilslag i utemøbler og blomsterkasser. De har også, med støtte fra Innovasjon Norge, forsøkt å bruke kvernet glassfiber som tilslag i betong. Ecofiber Recycling har også levert resirkulert, oppmalt glassfiber-granulat tilsatt ny polyester til Glassfiber Produkter AS, som er brukt til Ostasteidn Rasteplass. Spesialtilpassede deler for kantplater, sokler til bord og søppelsjakt er produsert med granulatet¹⁹.

¹⁶ [siemens-gamesa-produces-first-recyclable-blade-en.pdf \(siemensgamesa.com\)](https://www.siemensgamesa.com/en/press-releases/2021/09/siemens-gamesa-produces-first-recyclable-blade-en.pdf)

¹⁷ <https://www.vestas.com/en/media/company-news/2023/vestas-unveils-circularity-solution-to-end-landfill-for-c3710818>

¹⁸ [Materialgjenvinning - Ecofiber Recycling](#)

¹⁹ [Ostasteidn rasteplass – spesialløsninger i glassfiber - Glassfiber Produkter](#)



Figur 2-3 Møblement på Ostasteidn Rasteplass

Ifølge GenVind Innovation Consortium, kan Nederland kvitte seg med den totale estimerte mengden av blader som skal avhendes årlig (400 blader), dersom 5 prosent av Nederlands årlige produksjon av urbane møbler til lekeplasser, offentlige sitteplasser og buskur ble lagd av disse bladene²⁰.

2.4.2.3 Neodym

Det er en økende etterspørsel etter det sjeldne jordmetallet neodym, siden det er en viktig komponent i magneter til generering av elektrisitet, batterilagring av elektrisitet, diverse legeringer, katalysatorer m.m. Veksten i etterspørselen er forventet å stige langt raskere enn tilgangen, og er både på EUs og USAs liste over kritiske råmaterialer. EU importerer 99% fra Kina som også står for 86% av utvinningen globalt. Neodym er også vurdert som kritisk for at Europa skal lykkes med det grønne skiftet, og redusere avhengigheten til Russland for fossile brensler²¹ og Kina for jordmetaller.

Til tross for dette så anslås det at bare 1% resirkuleres fra bla. batterier, permanente magneter og lysrør. Til tross for mange viktige anvendelser og Kinas tilnærmede monopolsituasjon som leverandør av sjeldne jordarter er det foreløpig svært liten gjenvinning av disse viktige metallene.

Flere steder i Europa, f.eks. Slovenia og England finnes det dedikerte gjenvinningsanlegg for neodym-magneter som håndterer store volum.

Stena Recycling, Elkem og Sintef har, gjennom et EU-støttet pilotprosjekt, undersøkt mulighetene for å resirkulere Neodym fra magneter²². Dette foregår ved å løse materialet opp i syre, og elektrolyse. Til tross for bruk av høye temperaturer i prosessen bruker man 35% mindre energi enn ved produksjon i Kina.

2.4.3 Ombruk

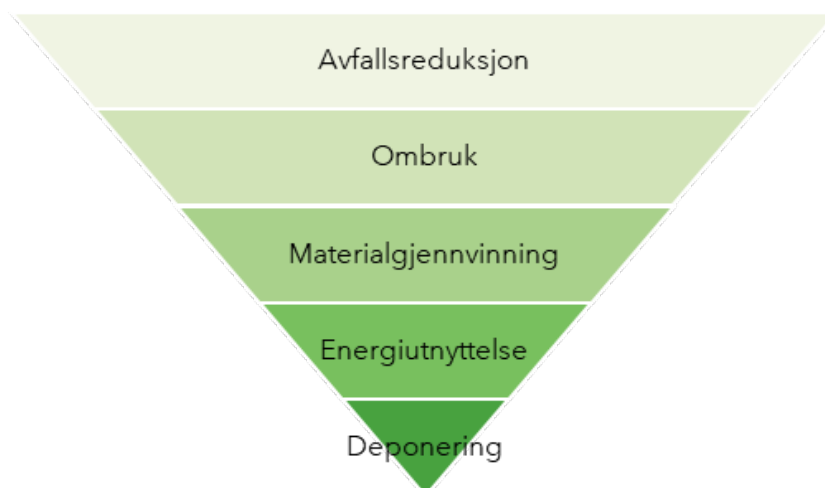
Ombruk er i liten grad tatt i bruk med vindturbiner i dag, men burde prioriteres om mulig ettersom ombruk er høyt på avfallspyramiden (Figur 2-4). Det er flere muligheter for ombruk innenfor vindkraft, slik som videresalg og praktisk

²⁰ [The Second Life of Wind Turbine Blades | Amusing Planet](#)

²¹ Eurometaux. (2022). *Ny rapport advarer om kritisk mangel på nødvendige metaller for å lykkes med Europas grønne skifte*. <https://kommunikasjon.ntb.no/pressemedling/ny-rapport-advarer-om-kritisk-mangel-pa-nodvendige-metaller-for-a-lykkes-med-europas-gronne-skifte?publisherId=17848132&releaseId=17931543>

²² [Research shows promising ways to recycle neodymium | Stena Recycling](#)

ombruk til lekeplasser, sitteområder, busskur og støyskjermer. Det er gitt gode eksempler på dette i påfølgende seksjoner. Samtidig som at disse eksemplene viser at ombruk innenfor havvind mulig, finnes det få eller ingen veletablerte verdikjeder som kan håndtere større volumer.



Figur 2-4 Avfallshierarkiet viser hvilke løsninger som bør prioriteres ved avfallshåndtering.

2.4.3.1 Videre salg for videre drift på annen lokasjon

Direkte ombruk av landbaserte vindturbiner som vindkraftanlegg på nye lokasjoner er en eksisterende verdikjede i Europa. En studie fra Belgia i 2022 viser til at 85% av turbinene gikk inn på ombruksmarkedet mens 15% ble resirkulert²³. De fleste utrangerte vindturbiner på land i Belgia ble tatt ut av drift før slutten av deres tekniske levetid av økonomiske årsaker (erstatning med større turbiner med mer kraft og/eller søker om nye subsidier). De kan lett selges på brukmarkedet fordi de fortsatt er relativt nye. De er attraktive til kunder ivrige etter vindturbiner raskt til en fordelaktig pris, eller for installasjon i områder med regulatoriske høydebegrensninger.

Business in Wind, markedsleder innen demontering av vindturbiner på land, forventer at disse tallene vil reverseres fra 2024 og utover (dvs. 85 % resirkulering og 15 % til ombruksmarkedet.) For det første øker konkurransen fra brukte turbiner fra Tyskland, Spania og Danmark. For det andre er turbiner installert senere allerede så store at tidlig avvikling blir mindre interessant og færre relativt nye turbiner blir tatt ut av drift. De større turbinene er også dyrere å transportere, noe som gjør dem mindre interessante for brukmarkedet.

Studien peker videre på at vindturbiner til havs ikke kvalifiserer for brukmarkedet. Tilgangen på tidlig avviklede vindturbiner forventes alltid å overstige etterspørselen, med preferanse gitt til vindturbiner på land som ikke har blitt brukt under like tøffe forhold som til havs.

2.4.3.2 Praktisk ombruk

For å lykkes med ombruk kreves etablerte og utprøvde verdikjeder som har funnet sitt funksjonsnivå for lønnsomhet, og som kan ta unna volum. Når man går fra idéfase til konseptfase er risikoen stor, lønnsomheten lav eller ikke-eksisterende, og preget av one-off «Se hva vi har fått till!»-konsepter. Erfaringen med praktisk ombruk finnes i utlandet i noen grad. Superuse Studios er et nederlandsk arkitektbyrå som i 2009 utviklet *Blade Made Playgrounds*²⁴ (Figur 2-5). De har uttalt at «*Materialet bladene er lagd av er robust, værbestandig og vandalsikkert, ideelt for en lekeplass eller utemøbler*». Turbinblader har også vært brukt i design og utvikling av sykkeskur (Figur 2-6).

²³ https://northsearegion.eu/media/22921/decommissioning-of-windturbines-logistics-business-case_230125.pdf

²⁴ [Blade Made Playgrounds - Superuse Studios \(superuse-studios.com\)](https://superusestudios.com/)



Figur 2-5 illustrasjon av ombruk av vindturbiner i lekeparker og sitteområde i Rotterdam, av Superuse Studios.



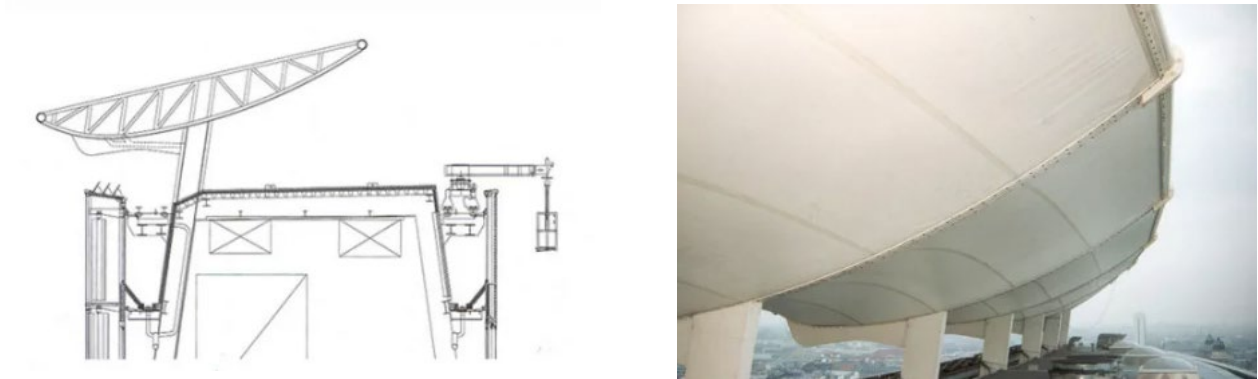
Figur 2-6 Vingeprofil brukt som sykkelkur.

2.4.3.3 Eksempler på ombruk i idé- eller konseptfase

Naturlig ventilasjon og hybrid ventilasjon (vifteassistert, naturlig ventilasjon) kan redusere kompleksiteten i design av fleretasjes bygg, og legge til rette for lavere energi- og materialbruk. Taket er stedet hvor du har sterkest og mest stabil vind, og et overtrykk inne i bygningen på grunn av termisk oppdrift²⁵. Dette gjør bruk av tak på høye bygninger som

²⁵ [Kleiven. Natural Ventilation in Buildings. Architectural concepts, consequences and possibilities.pdf](#)

viktig faktor i ventilasjonsstrategien. GSW-bygningen i Berlin, Tyskland har en «vinge» på taket som ved vindpåvirkning danner et undertrykk som trekker luft opp av ventilasjonskanalene²⁶ (Figur 2-7).



Figur 2-7 Ombruk av vingeprofil for å forbedre ventilasjon i høye bygninger.

Re-Wind er et prosjekt styrt av Cork Institute of Technology som ser på potensialet for å utnytte avfall fra vindturbiner. De publiserer en årlig katalog over design-muligheter de jobber med²⁷. Denne inneholder en rekke konsepter for ombruk av turbinblader som deler av flytende installasjoner, broer og støyvegger.



Figur 2-8 Konsepter for vertikal og horisontal bruk av turbinblader til støyvegger fra Re-Wind.

²⁶ [GWS Headquarters - Data, Photos & Plans - WikiArquitectura](#)

²⁷ [Re-Wind+Design+Catalog+Fall+2022+Nov+9+2022+\(low+res\).pdf \(squarespace.com\)](#)

3 FORURENSNING OG MILJØPÅVIRKNING

3.1 Forurensningspotensiale per fase

I dette kapitlet beskrives potensialene for avfall og forurensning i de ulike prosjektfasene, fra planlegging til avhending etter bruk. Til sist vises dette i en oppsummerende tabell. Hoveddelen av alt avfall tilskrives avviklingsfasen da alle materialer skal resikuleres eller avhendes på annen måte. Det er vanskelig å finne datakilder på mengder og forurensningspotensiale for de andre fasene, her brukes isteden en mer skjønnsmessig vurdering ut fra erfaring. For på sikt å kunne få bedre data i en utbyggingsfase, kan en mulighet være å analysere avfallsplaner fra landbaserte vindkraftprosjekt og lage estimater utfra dette.

3.1.1 Planlegging

Planleggingsfasen vil ikke medføre forurensning eller generering av avfall.

3.1.2 Utbygging

Komponentene som utgjør en turbin forventes å i stor grad være prefabrikkerte i utlandet og vil normalt settes sammen på egnet sted langs kysten av Norge. Dette kan medføre nyetableringer på land om markedet blir stort. Dette er ikke vurdert i denne studien. Det forutsettes at vurdering av forurensning starter i det komponentene legges på kai. Transport skjer på skip og avfall som produseres om bord i fartøyene som leverer komponentene, vil kunne bli levert til norske havner. Det er primært matavfall, restavfall og farlig avfall. Avfall fra skip følger forurensningsforskriften kap. 20. Det innebærer at det skal være etablert mottaksordninger for alle avfallstyper og lasterester i havnen med en slik kapasitet at skipet ikke forsinkes.

Hoveddelen av avfall i denne fasen vil være emballasje (plast, tre, papp). Andre kilder til avfall og forurensning vil kunne være fra skraping av coating og mindre søl av smøreolje ved montering. Anleggsmaskiner vil medføre forurensning ved bruk av fossile drivstoff til energi (CO₂, NO_x og SO_x) samt eventuelt mindre diesel/oljesøl fra «svetting». Bruk av elektriske komponenter (kabler) kan medføre EE-avfall. Det kan ev. også være behov for å oppføre midlertidige betongstrukturer i denne fasen. I tillegg vil det være forurensning fra bruk av skip under installasjon, dette er imidlertid ikke omfattet av denne utredningen (se kapittel 0).

Alt avfall på land transporteres normalt med bil til nedstrømsløsning av avfallsaktør eller med båt (stål/metaller). Eventuelt avfall som oppstår under installeringen offshore, vil bli transportert av installasjonsfartøyet som tar det til land/kai. Avfallsmottaker transporterer til mottak og videre til nedstrømsløsning.

Et tiltak bør være å redusere bruk av emballasje under utbygging og drift. Materialene som benyttes er såpass robust at emballasje kan unngås. Dette gjelder både papp, plast og EPS (isopor). Om det er nødvendig med emballasje, bør størst mulig enheter velges for å redusere antallet samt legge til rette for avfallssortering. I den grad det er mulig og det er nødvendig med emballasje, skal det velges emballasje som er høyest oppe i pyramiden. Dvs., unngå emballasje som krever energigjenvinning.

All håndtering av kjemikalier skal foregå på tett dekke med eventuell tett kum. Avfall lagres i tette beholdere merket med farlig avfallstype. Ved søl, skal absorbenter/lenser benyttes og forurensningen samles opp. Dersom søl skjer på ikke fast dekke, graves masser opp og leveres som farlig avfall. Ved større mengder eller vaskevann, skal sugebil benyttes.

Avfall og driftsrelaterte utslipp fra fartøy som utfører installasjonsaktiviteter vil håndteres etter internasjonalt og nasjonalt regelverk. Dette anses ikke å utgjøre særskilte utfordringer, verken hva gjelder type eller mengde av avfall og operasjonelle utslipp; som fra annen normal fartøyaktivitet. Fartøyaktivitet er ikke nærmere omhandlet i denne studien.

3.1.3 Drift

I driftsfasen vil det brukes servicefartøy til å frakte utstyr, reservedeler og personell til og fra vindparken. Hvis det skal fraktes større komponenter vil spesialiserte installasjonsfartøy brukes.

Komponentene i coatingen vil utsettes for mekanisk slitasje fra vær og vind. Dette er særlig relevant for turbinbladene hvor tuppene roterer med en meget høy hastighet og hvor kollisjon med nedbør sliter på coatingen. Dette leder til erosjon og avskalling, noe som medfører utslipp av mikroplast fra havvind.

NVE har sammenstilt erfaringer fra åtte operatører av landbasert vindkraft, der noen ikke har sett slitasje på turbinbladene i det hele tatt, mens andre har gjort reparasjoner etter fem til syv år²⁸. En aktør beregnet slitasjen til 200 gram/turbin per år. Vestas og Siemens Gamesa estimerer slitasjen fra turbinbladene til opp mot 150 gram/turbin per år, dette er i all hovedsak coating som slippes ut som mikroplast. Innholdet og størrelsen på mikroplasten vil variere utfra type coating som er brukt. Denne slitasjen kan gi mindre lokale utslipp av helse- og miljøfarlige stoffer. Hvis slitasjen er så omfattende at det når ned til de underliggende glassfiberne, er det fare for utslipp av bisfenol A som finnes i glassfiberen. Erfaring tilsier at det bare helt unntaksvis vil være slitasje i dette omfanget.

NORWEA har i 2021 innhentet informasjon om dette fra vindturbinprodusenten Vestas. De skriver at de ytre lagene av vindturbinen, altså det som er eksponert mest, er designet slik at de ikke består av epoksyylim, men spor av dette kan forekomme. Epoksyylim inneholder ikke bisfenol A, men kan inneholde mikroskopiske spor av dette fra den kjemiske prosessen med å framstille epoksyylim hvor bisfenol A brukes. Den maksimale forurensingen av bisfenol A per turbin er estimert til 1,5 milligram/år²⁹. Referanseturbinen på 22 MW er imidlertid større en tidligere turbiner og det vil dermed sannsynligvis være mer slitasje på bladene da tupphastighetene og «leading edge»-arealet øker med større turbiner.

Ved reparasjon av et erodert turbinblad vil det være små lokale utslipp av pussesev, avskar, søl o.l., og det bør derfor være gode rutiner for å minimere denne risikoen. Tiltak kan være å bruke støvsugere samt tette flater og duker der det er mulig.

Vedlikehold av vindturbiner inkluderer turbininspeksjon, turbinrengjøring, turbinsmøring og turbinreparasjon. Inspeksjon vil ikke medføre forurensing eller avfall utover bruken av fartøy. Rengjøring vil medføre utslipp av vaskemiddel hvis en spraymetode er brukt istedenfor mekanisk rensing³⁰. Turbinsmøring vil medføre avfallhåndtering av smøremidler/hydraulikkolje/girolje samt oljefilter. Væskene er i et lukket system og det forventes at lite vil lekke til sjø selv ved akutte hendelser som brann og påkjørsel. Væskene skiftes typisk ut etter 7-12 år og hjelpefartøyer vil da bli engasjert. Det har vært vanlig å løfte inn containere og kanner fra hjelpefartøyet til nacellen, men i de senere år har det blitt mer vanlig med slangeoverføring mellom hjelpefartøy og nacelle der bruddkoblinger og automatiske isoleringsventiler er en normal del av systemet ved slangeoverføringen. Vindturbinene er utrustet med et tett oljetrau som vil samle opp eventuelle lekkasjer, og det er en liten risiko for utslipp til havet ved håndtering.

Selv om vindturbinene er designet for å vare hele levetiden på 20-30 år så skjer det innimellom at enkelte komponenter trenger reparasjon eller utskiftning. Siden vindenergiindustrien til havs er relativt ny, er det få turbiner som har nådd forventet levetid. Disse turbinene er også mye mindre enn de som for tiden er tilgjengelige på markedet. Estimerer for vedlikehold og utskiftning er derfor svært uforutsigbare, spesielt rundt slutten av en turbins levetid. Det er altså vanskelig å anslå hvor omfattende utskiftning av komponenter vil være. Slike utskiftninger vil imidlertid medføre avfall i driftsfasen.

3.1.4 Avvikling

Demonteringen vil normalt skje kontrollert og uten utslipp. Risikoen for utslipp vil være begrenset til uhell. Komponentene tas til land med installasjonsfartøy hvor de behandles videre på anlegg lignende dagens dekommissjoneringsanlegg. Disse anleggene skal ha på plass nødvendige tillatelser i forhold til hva de kan ta imot av avfall og hva de eventuelt kan slippe ut av stoffer til resipient og luft.

Aktuelle aktiviteter omfatter:

- Metaller skjæres/klippes

²⁸ <https://www.nve.no/energi/energisystem/vindkraft/kunnskapsgrunnlag-om-virkninger-av-vindkraft-paa-land/forurensning/>
²⁹

<https://static1.squarespace.com/static/5c61546ae5f7d115a78a4fcf/t/60ae871d9dbaab748e3a217f/1622050590073/Plast%2Bog%2BBisfenol%2BA%2Bfaktaark1.pdf>

³⁰ <https://doi.org/10.1016/j.rser.2021.110886>

- Turbinblader, skjæres/klippes og ev. kvernes.
- Permanentmagneter med neodym fra generator skilles ut
- Kabler samles inn som EE-avfall. De behandles i shredderanlegg der plast fjernes, og metallene skilles ved hjelp av magneter og Eddie Current og kappes til granulater som smeltes om til nytt metall
- Andre elektriske komponenter miljøsaneres eventuelt i forkant og lagres som EE-avfall under tak. Vil ofte ha en stor metallandel
- Farlig avfall fjernes (miljøsaneres) slik som olje i transformatorer, lagres i merket emballasje under tak på fast dekke. Annet farlig avfall merkes og lagres på samme sted.
- Eventuell begroing/skjell fjernes med høytrykk/skraping og går til kompostering

Drivstoff til maskinutstyr for klipping/kraning/bortkjøring til gjenvinning/gjenbruk vil medføre utslipp av CO₂/NO_x/S. Materialene i komponentene vil medføre store avfallsstrømmer som fraktes videre på lastebil eller skip. I Tabell 2-5, avsnitt 2.3, er inngående material og mengde vist per komponent for vindparken. Tabell 2-10 og Tabell 2-11, avsnitt 2.4, viser på resirkuleringsgrad av disse materialene. Herfra kan disse avfallsstrømmer estimeres. Muligheter og utfordringer med ombruk og materialgjenvinning er videre diskutert i avsnitt 2.4.2 og 2.4.3.

3.1.5 Oppsummering

Tabell 3-1 oppsummerer forurensingspotensiale og avfall fra de ulike fasene av livsløpet til en vindpark.

Tabell 3-1 Oppsummerende tabell over forurensingspotensiale og avfall fra de ulike fasene.

Planlegging
Denne fasen vil ikke medføre vesentlig forurensing eller avfall.
Utbygging
Emballasje: plast, papp, tre
Søl av: olje, hydraulikkolje, transformatorolje, diesel, maling samt fett og lignende
Kabelrester (EE-avfall)
Betong
Anleggsmaskiner: CO ₂ , NO _x , S, samt eventuelt dieselsøl
Drift
Mikroplast (estimert 150-200 gram/turbin per år fra turbinblader + utslipp av fra slitasje på maling på hele strukturen), Bisfenol A (estimert 1,5 milligram/år)
Eventuelt vaskemiddel
Smøremidler/hydraulikkolje/girolje og oljefilter (avfall)
Utskiftning komponenter
Avvikling
Samtlige inngående komponenter (se avsnitt 2.3)
Maskinutstyr for klipping/kraning/bortkjøring: CO ₂ /NO _x /S samt eventuelt diesel
Smøremidler/oljer

3.2 Miljøpåvirkning fra forurensning i forbindelse med havvindutbygging

I hvilken grad forurensning fra ulike komponenter påvirker organismer vil variere mellom arter, livsstadier og tilstand, samt konsentrasjon av det forurensende stoffet. Her vurderes den relevante påvirkningen for komponenter brukt ved utbygging og drift av havvindanlegg. For noen forurensningsaspekter er det sett nærmere på toksiske grenseverdier for forskjellige organismer. Disse er ikke nødvendigvis direkte anvendbare for nivået for denne utredningen, men presenteres for å gi et innblikk i hvilken konsentrasjon som er skadelig for miljøet generelt.

Kunnskapsgrunnlaget for påvirkning og ulike forurensningsaspekter ved havvindanlegg er hentet inn ved gjennomgang av vitenskapelige artikler, veiledningsmateriale fra myndigheter og øvrige standarder for vurdering av miljøpåvirkning. Som nevnt er det også, hvor relevant, hentet inn informasjon om toksiske grenseverdier gjennom ulike databaser.

I de følgende kapitler diskuteres ulike aspekter ved havvindutbygging som kan føre til forurensning som kan påvirke miljøet. Her gjennomgås og drøftes relevante omfang av utslipp og forurensning, samt hvilken effekt disse kan ha på de ulike naturressursene.

3.2.1 Olje/kjemikalier

3.2.1.1 Oljeutslipp fra vindturbin

Et utslipp av olje kan skje under utbygning og drift, vedlikehold, som uhellsutslipp, i forbindelse med skader grunnet værforhold, ytre påvirkning, mekanisk feil og/eller elektronisk feil (Kavakli & Gudmestad, 2023). Risiko for utslipp og evt. omfang er begrenset. Mer informasjon er gitt i kapittel 3.1 Forurensningspotensiale per fase.

3.2.1.2 Effekt av olje på ulike dyregrupper

Olje er en blanding av flere ulike komponenter av hydrokarboner, som alle kan ha ulik biologisk påvirkning på dyregrupper. Toksiske effekter er dermed forventet å variere ut i fra oljetype og enkelte hydrokarboner kan også bioakkumulere i organismer. Mange studier studerer effekter av råolje, noe som ikke er relevant for havvindturbiner. For havvindturbiner, og denne utredningen, er oljeforbruket hovedsakelig begrenset til smøremidler, hydraulikkoljer og girolje. Disse forventes, ved utslipp/lekkasje til marine miljø, å danne tynne oljelag. Her ser vi dermed på hvilken effekt oljeflak kan ha på de ulike dyregruppene, da dette er mer representativt med tanke på at et mindre oljeutslipp fra en vindturbin legger seg på overflaten evt. blander seg i øvre vannsøyle.

Olje kan også bindes til partikler i vannet og danne marin snø som synker til havbunnen. Lette hydrokarboner fordamper raskere fra overflaten enn tyngre, og tyngre hydrokarboner har derfor større potensial for å skape en effekt på dyregrupper over tid.

Som nevnt er det ingen havvindturbiner i dag som designes med systemer som skal lekke olje, eller som har planlagte utslipp av olje. Likevel kan hydraulikkolje, girolje og smøremidler «svette» eller sive ut i svært små mengder. Samtidig kan mindre utslipp forekomme under vedlikeholdsarbeid. Det antas samtidig at moderne havvindturbin vil ha gode systemer for å fange opp eventuelt utlekking av oljer, og barrierer for å hindre uhellsutslipp.

Alger

Eksposering av olje kan endre sammensetningen av alger i vannmassene hvor et utslipp finner sted, da algesamfunn vil ha ulik tålegrense. Lave oljekonsentrasjoner kan føre til økt vekst av alger i noen tilfeller, mens omfattende utslipp og eksposering kan føre til en forhindring av vekst og algedød (Yu et al., 2024). Fra havvindturbiner er det ikke aktuelt med omfattende utslipp. Olje kan også forhindre algenes evne til å gjennomføre fotosyntese, som er en viktig prosess for at de skal produsere energi. Noen liter eller i verste tilfelle kubikkmeter med olje forventes å forvitres raskt i miljøet i åpent hav og vil normalt ikke medføre målbare virkninger på alger og annet plankton.

Bunndyrsamfunn

Bunndyrsamfunn kan bli eksponert til olje dersom utslippet skulle nå havbunnen. Olje er generelt lettere enn vann, men kan blandes i vannmassene og evt. synke til bunn som marin snø (Passow & Lee, 2022). Relevante mengder olje til det

marine miljø fra vindturbiner, er forventet å være svært begrenset, om relevant i det hele tatt. Det er dermed ikke forventet at dannelse av marin snø vil skje, da dette først og fremst er relatert til større oljeutslipp. Miksing av olje ned i vannsøylen avhenger av miljøfaktorer som vind og bølger.

Den mest utsatte livsfasen til dyr som lever på bunnen er tidlig fase (larver og egg), da disse flyter i vannmassene. LC50 for østers (*Crassostrea virginica*) larver er 7,26 µm tykt oljelag med konsentrasjoner på 23 µg/l (Louisiana Sweet Crude oil).

Basert på dagens kunnskap er det ikke forventet at mindre engangshendelser med lekkasjer av olje fra vindturbinanlegg til havs vil medføre til målbare virkninger på bunndyrssamfunn.

Fisk

Ofte er det innhold av polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH) som kan finnes i olje som blir brukt for å teste toksisiteten til en olje, da dette er de giftigste forbindelsene. Det er observert nedsatt vekst i fiskelarver som ble eksponert for 5,26 µg PAH/l eller mer. Generelt er oljekonsentrasjoner på 58 ppm (Stephansen et al., 2021) satt til grense for toksiske effekter på fisk.

Fugl

Sjøfugl er normalt den dyregruppen som vurderes som mest utsatt for oljeforurensning.

Det er utformingen av, samt strukturene, i fjærene til fugler som gjør at disse blir vannresistente og beskytter fuglene mot ytre påvirkning, som lave temperaturer, salt og parasitter. Ødeleggelse i fjærenes strukturer kan dermed føre til at fugl fryser i hjel eller blir mer utsatt for predatorer da de må bruke mer tid på å rense fjærdrakten (Jenssen & Ekker, 1991). Grensen for at fugler opplever en slik ødeleggelse er ofte satt til 2 µm tykt oljelag i overflaten som de dykker gjennom/svømmer i (Stephansen, 2021). Det er også observert at effekter kan skje ved oljelag på 0.3 til 3 µm (Matcott et al., 2019). Samtidig vil ulike fuglearter har ulik tålegrense for mengde olje som må til for at fjærstrukturen skal bli endret.

Konsumering av olje kan ha toksiske effekter på fugl, hvor det er mer giftig for ungfugl enn for voksne. Det kan ha fysiologiske effekter ved bare små mengder, og kan i verstefall føre til død (Jenssen, 1994). De kan bli eksponert for olje gjennom vann og mat, eller ved rensing av fjærdrakten (Morandin & O'Hara, 2016). Olje kan bli transportert til egg, og påvirke utviklingen av embryo (Hoffman & Albers, 1984; Morandin & O'Hara, 2016). Det forutsetter at mor er eksponert av olje og overfører eksponeringen direkte.

Basert på dagens kunnskap er det ikke forventet at mindre engangshendelser med lekkasjer av olje fra vindturbinanlegg vil ha annet enn neglisjerbare effekter på sjøfugl, med kun påvirkning på en begrenset mengde enkeltindivider.

Marine pattedyr

Siden noen marine pattedyr har pels, som f.eks noen selarter, kan samme effekter som olje har på fugl og deres fjærdrakt, også være gjeldene for marine pattedyr med pels (sel, hvalross). Om polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH) finnes i oljeblandingen kan dette gi skader om det pustes inn ved overflaten.

Basert på dagens kunnskap er det ikke forventet at mindre engangshendelser med lekkasjer av olje fra vindturbinanlegg vil ha annet enn neglisjerbare effekter på marine pattedyr..

3.2.1.3 Toksiske grenseverdier

Da det ikke er snakk om konstante oljeutslipp, men lite sannsynlig utlekking, svetting og små utslipp relatert operasjonelle faser, er det ikke forventet signifikant påvirkning som følge av oljesøl fra havvindturbiner. Både mengdene og eksponeringstiden er lav. Om det skulle oppstå effekter, er det trolig begrenset til å være på individnivå.

Tabell 3-2 Eksempler på olje og kjemiske substanser som brukes ved havvind strukturer og deres toksiske grenseverdier og effekter. M-faktor er "multiplying-factor". Brukes til å klassifisere substanser i kategoriser basert på giftighet

Substans	Grenseverdi for toksisitet	Organisme	Effekt	Referanse	Kommentar
Olje					
Girolje (Shell Omala S5 Wind 320)	LL/EL/IL50 >1 0 <= 100 mg/l (klassifisert som skadelig) Komponenter i oljen: M-faktor = 1 for akutt og kronisk akvatisk toksisitet	Fisk, dafnier, andre akvatiske invertebrater, alger og planter	Inneholder komponenter som potensielt kan bioakkumulere og komponenter som kan være persistente i miljøet	Sikkerhetsbrosjyrer: https://www.epc.shell.com/ (søk på produkt)	
Hydraulikk olje (Shell Tellus S4 VE 32)	LL/EL/IL50 > 100 mg/l Komponenter i oljen: M-faktor = 1 for akutt akvatisk toksisitet	Fisk, dafnier, andre akvatiske invertebrater, alger og planter	Inneholder komponenter som potensielt kan bioakkumulere og komponenter som kan være persistente i miljøet	Sikkerhetsbrosjyrer: https://www.epc.shell.com/ (søk på produkt)	LL/EL/IL50 er basert på tilgjengelig data og klassifiseringskriteriene er ikke møtt
Transformator olje (Shell Diala S3 ZX-I)	LL/EL/IL50 >1 0 <= 100 mg/l Komponenter i oljen: M-faktor = 1 for akutt og kronisk akvatisk toksisitet	Fisk, dafnier, andre akvatiske invertebrater, alger og planter	Inneholder komponenter som potensielt kan bioakkumulere og komponenter som kan være persistente i miljøet	Sikkerhetsbrosjyrer: https://www.epc.shell.com/ (søk på produkt)	Produktet er klassifisert som skadelig Miljøolje (som er mer miljøvennlig) kan brukes: https://www.tu.no/artikler/miljoelje-gir-bedre-transformatorer/326463
Kjemikalier					
Kjølevæsker (Shell Immersion Cooling Fluid S5 X)	LL/EL/IL50 > 100 mg/l NOEC/NOEL > 100 mg/l	Fisk, dafnier, andre akvatiske invertebrater, alger og planter	Nedbrytbart og bioakkumulere ikke signifikant.	Sikkerhetsbrosjyrer: https://www.epc.shell.com/ (søk på produkt)	Produktet er klassifisert som skadelig
SF6 gass	Er en drivhusgass, men kan danne biprodukter som er giftige. S2F10 er den mest potente. <u>S2F10</u> LC50 (ppm*min): 120,127, 412	Hhv. Mus, rotte, marsvin	Ødelegger lungene	https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/10473289.2000.10463996	Finnes alternativ gass som er med miljøvennlig. Det er, ut fra vår kjennskap, ikke forsket på effekten av SF6 på marine dyr.
Glassfiber	Effekt deteksjon: 0.3-0,6 g GRP	<i>Mytilus edulis</i> (blåskjell)	Kan skape betennelse	https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S00	Glassfiber er et produkt som inneholder flere

Substans	Grenseverdi for toksisitet	Organisme	Effekt	Referanse	Kommentar
	(glass-reinforced plastic) pulver per 5 L vann (GRP pulver inneholder fragmenter av mikroplast og glass fiber mellom 40-4000 µm)	<i>Daphnia magna</i>	reaksjoner i gjeller og gonadevev. Partiklene kan akululeres i vannsøyla, og da på organsimer som fører til endring i svømmemønster / synkehastighet	25326X20306779 #bb0140	kjemiske forbindelser som kan være skadelig i seg selv og den toksiske effekten vil derfor avhenge av den kjemiske sammensetningen i materialet. Slitasje på glassfiber er micro og marcoplast utlispp, og fragmenter av asbestifrom/fiberfor mete mineral-lignende og silikat fiber. Polyester er det forurensende stoffet som er dominerende fra glassfiber. Se polyester.

3.2.2 Overflatebehandling

Bestanddeler i en havvindturbin vil være både i direkte og indirekte kontakt med sjøvann og har potensiale for å korrodere, bli slitt ned og forvitret. Dette er spesielt relevant for stålkonstruksjoner. Betongkonstruksjoner krever normalt ikke overflatebehandling, men overflatebehandling (maling) av skvalpesonen forekommer.

Overflatebeskyttende stoffer er nødvendig for å beskytte stålkonstruksjoner og annet utstyr i det marine miljøet mot korrosjon, slitasje og forvitring (Kirchgeorg et al., 2018). Organisk overflatebehandling kan skille ut organiske substanser som følge av slitasje fra marine og atmosfæriske forhold. En stor del av fragmenteringen av slik overflatebehandling vil havne i det marine miljøet som mikroplast, det vises til kapittel 3.1 for ytterligere informasjon om mikroplast.

Ulike deler av en havvindturbin, med tilhørende overflatebehandling, vil være utsatt for ulike former for korrosjon, slitasje og forvitring, samt av ulik grad (Kirchgeorg et al., 2018). Atmosfærisk korrosjon og slitasje er relevant for alle deler av turbinen som er over vann. Strukturer under vann vil være konstant utsatt for korrosjon og slitasje fra sjøvann, mens bestanddeler som er i skvalpesonen er utsatt for tidevann, bølger, sollys, begroing og flytende objekter (inkludert havis i visse regioner). Typisk for skvalpesonen er korrosjon som følge av at salt fra sjøsprut blir værende på overflaten. I tillegg vil det være høye konsentrasjoner av klorid, samt vedvarende endring av surhetsgrad som følge av endring i våte og tørre forhold på overflater. Med bakgrunn i dette er egenskapene og sammensetningen til overflatebehandling ofte annerledes for skvalpesonen. Hvor mye som slites bort vil avhenge av kvaliteten på produktet og påføringen. For å minimere utslipp fra overflatebehandling er det anbefalt å følge standarder for dette slik som NORSOK M-501 og DNV-RP-0416.

Overflatebehandling blir ofte delt inn i følgende systemer:

- Katodisk beskyttelse
- Korrosjonstillegg – tykkere stål
- Maling

3.2.2.1 Miljøpåvirkning fra overflatebehandling

Katodisk beskyttelse

Katodisk beskyttelse er den mest vanlige teknologien for alle marine stålstrukturer (Kirchgeorg et al., 2018). Det elektroniske potensialet i metallstrukturene blir redusert for å redusere hastigheten på de oksidative prosessene. Dette gjøres ved å buke en galvanisk anode eller en påtrykt strøm (ICCP; *impressed current cathodic protection system*) som beskytter metalloverflaten fra polarisering. Ved offshore strukturer brukes ofte aluminiumbaserte galvaniske anoder. De fleste Al anoder inneholder også sink (0,25-5,74%) og indium (0,015-0,04%).

For å kunne beskytte stålstrukturer brukes flere tonn med anodemateriale. Anoden blir over tid «konsumert» i denne prosessen, og en stor andel av anodematerialet forvitrer til det marine miljøet over tid og i løpet av designlevetid. Teknikken er avhengig av ionene i sjøvannet, som fungerer som en elektrolytt og vil bare fungere for strukturer som er konstant dekket med vann. Bruk av anoder på innsiden av vannfylte strukturer og ballasttanker, kan føre til en oppsamling av metaller her. Dette kan igjen påvirke miljø på innsiden ved å skape reduserte surhetsforhold og oksygenfattig vann. Dersom dette vannet slippes ut ifm. fjerning av innretning etter endt bruk, kan det ha negativ påvirkning på det marine miljøet lokalt. Anoder er normalt aluminiumbaserte, enkelte er sinkbaserte, og kan inneholde spormetallene bly og kadmium. Anoder tilhørende havvindturbiner vil derfor normalt gradvis lekke noe aluminium til det marine miljø. Samtidig er det lite sannsynlig at de lokale og regionale områdene får økte målbare aluminiumskonsentrasjoner da det åpne hav har høyt forfyningspotensial, og utlekkingen skjer med mindre bidrag og over lang tid. Aluminium i det marine miljø utgjør i seg selv ikke en stor miljøbekymring. Det er lite trolig at utlekking av Al fra anodene kan ha lokale effekter på sedimentene og bentiske arter. Utlekkingen av andre stoffer som er for mer giftige enn aluminium, forekommer i svært små mengder (sporstoff) og er ikke forventet å utgjøre en fare for det marine liv, også da utlekkingshastighet og således konsentrasjoner vil være svært lave (Jakobsen et al., 1998; Weideborg et al., 1999).

Generelt er det lite som peker på signifikant påvirkning på marine miljø som følge av forvitring av anoder, og følgende utslipp av aluminium, sink og indium i forbindelse med havvindanlegg (Bell et al., 2020). Alternativt kan ICCP brukes for å begrense utslipp. I stedet for aktive metaller, brukes direkte strøm/direct current for å redusere korrosjon på strukturene. Bruk av ICCP danner klorgass (Cl₂). Klorgass løses raskt i vann og danner hypokloritt/hypoklorsyre. Hypokloritt kan reagere med organiske stoffer (f.eks fulvus- og humussyrer) i vannet - denne reaksjonen "nøytraliserer" hypokloritt og gir isteden små klorerte og bromerte organiske stoffer. Både hypokloritt og de halogenerte biproduktene kan utgjøre en miljøfare i området rundt turbinfundamentet. En rapport fra DNV konkluderte med at ICCP gir en begrenset og lokal effekt rundt hver turbin, hvor det totale vannvolumet påvirket over en terskelverdi for miljøeffekter (PNEC) skalerer med antall turbiner uten at influensområdene vil overlappes for den gitte case studien (DNV, 2023).

Korrosjonstillegg

I dette systemet brukes tykkere stålkonstruksjoner der det er nødvendig i turbinen (Kirchgeorg et al., 2018). Dette blir ofte sett på som alternativ løsning dersom de andre beskyttende systemene ikke strekker til eller det blir ødeleggende i overflatebehandlingen.

Maling

Epoxy resin (ER) og polyurethan (PUR) er malingsbasert overflatebehandling som blir brukt på de fleste marine strukturer (Kirchgeorg et al., 2018). Overflaten som er i direkte kontakt med sjøvann er mest utsatt for slitasje, og påfølgende utlekking til miljøet.

ER og PUR-overflatebehandling inneholder flere stoffer, som bindemiddel, pigmenter, fyllstoffer, organisk modifierende stoffer og andre tilsetninger. Slitasje og lekkasje av disse stoffene fra offshore strukturer er ikke godt belyst i litteraturen. Men, det er antatt at slik overflatebehandling kan medføre utslipp av mikroplast.

For å begrense utslipp av, og forvitring av overflatebehandlingen, bør delene av strukturene behandles på land før de installeres offshore. I tillegg kreves riktig påføring av malingen. Ved å følge standarder som NORSOK M-501 og DNV-RP-0416, vil utslipp og avflaking av malingen over tid minimeres. Selve utslippet av organisk overflatebehandling fra havvindturbiner er lite belyst. Basert på erfaring med overflatebehandling av installasjoner tilknyttet olje- og gassindustrien slites maksimalt 4-6 µm maling av årlig i skvalpesonen (Skilbred pers. med., 2024). I områder av strukturen som er nedsenket i vann eller i luften over skvalpesonen er slitasjen langt lavere, tilsvarende maksimalt 1-2 µm per år.

Det er spesifikke krav til tykkelsen av maling som skal påføres i ulike soner av stålstrukturer; skvalpesonen, nedsenket sone og atmosfærisk sone. I løpet av en 20 års periode kan slitasje anslagsvis medføre tap av 7-14% av malingen som er påført. Dette tilsvarer maksimalt 21-42 kg maling per turbin per år - avhengig av om det er bunnfast eller flytende strukturer og design.

Andelen bindemiddel i malingen er på ca 25-30%, og det er bare denne delen av malingen som kan medføre utslipp av mikroplast (Skilbred pers. med., 2024). Basert på grove beregninger kan dermed slitasje på malingen på stålstrukturene medføre maksimale utslipp av 6-13 kg mikroplast per år per turbin – avhengig av om det er bunnfast eller flytende strukturer og design. Dette tilsvarende 120-250 kg mikroplast over 20 år per turbin. Skaleres dette opp til en offshore vindpark med 68 turbiner vil det utgjøre utslipp av ca.400-850 kg mikroplast per år avhengig av turbinens fundament og vanddyb. Dette er svært grove tall med stor usikkerhet og må antas å være konservative anslag.

Tabell 3-3 viser årlige utslipp av mikroplast per turbin og for referanseprosjektet sett i relasjon til utslipp av mikroplast fra fritidsbåter i Oslofjorden. Selv om årlig utslipp av mikroplast per enhet er høyere for vindturbiner, er antatte utslipp fra det samlede antallet av fritidsbåter i Oslofjorden langt høyere enn utbygging av eksempelvis 20 vindparker på norsk sokkel.

En oversikt over materialene og utslipp fra de ulike korrosjonskontroll systemer basert på Kirchgeorg et al. (2018) er gitt i Tabell 3-4. Kirchgeorg et al. (2018) har ingen tall for utslipp av maling. Basert på de grove beregningene ovenfor på slitasje av maling og medfølgende utslipp av mikroplast, er disse utslippene antatt kategorisert som høye for vindparker (kg til tonn).

Tabell 3-3 Årlig utslipp av mikroplast fra maling på vindturbiner (stålstrukturer) og fritidsbåter; årlige utslipp per enhet i kg, og skalerte utslipp i tonn.

Struktur	Årlig utslipp av mikroplast per enhet (kg)	Referanse	Skalerte årlig utslipp av mikroplast (tonn)
Turbin (stålstruktur)	6-13	Basert på tall og informasjon presentert i denne rapporten	0,4 - 0,85 (basert på 68 turbiner i Referanseprosjektet)
Fritidsbåt	0,135	Aarflot et al. (2024)	58 (basert på bruk av 430 000 fritidsbåter i ytre Oslofjord (sjøareal på 3126 km ²))

Tabell 3-4 Oversikt over korrosjonskontroll systemer for installasjoner offshore vind strukturer i stål, og utslippspotensialet til systemene. Informasjon hentet fra Kirchgeorg et al. (2018).

Korrosjonssystem	Materiale	Substans	Årlig utslipp fra offshore vind-parker
Galvanisk anode katode beskyttende system	Aluminium – Sink – Indium	Al (95–98%) Zn (2.5–5.75%), In (0.015–0.05%) og spor av Cd, Mn, Fe, Si, Pb og Cu	Høyt (kg til tonn)
<i>Impressed current cathodic protection system (ICCP)</i>	Titan, iridium, iridium/ruthenium-MOX, niobium og tantalum	f.eks Ti, Ir, Ru, Ni, Ta	Lav (mg til g)
Maling	Epoxy resin, polyurethan	Organiske forbindelser, partikulært materiale	Høyt (kg til tonn)*
Korrosjonstillegg	Stål fra strukturen	Fe (98%), 0,01–1,65% av C, Si, Mn, P, S, Cr, Co, Ni, Mo, V, Al, Cu	Lav

* Kategorisering basert på estimater for utslipp av maling presentert i teksten over i denne seksjonen. I Kirchgeorg et al. (2018). var kategorien angitt som "ukjent".

3.2.2.2 Toksiske grenseverdier

Toksiske grenseverdier for produkter som kan inngå i ulike typer overflatebehandling er gitt i Tabell 3-5. Miljøeffekter og grenseverdier for mikroplast er diskutert i kapittel 3.2.3.

Tabell 3-5 Eksempler på substanser som inngår i maling og som brukes ved havvind strukturer og deres toksiske grenseverdier og effekter

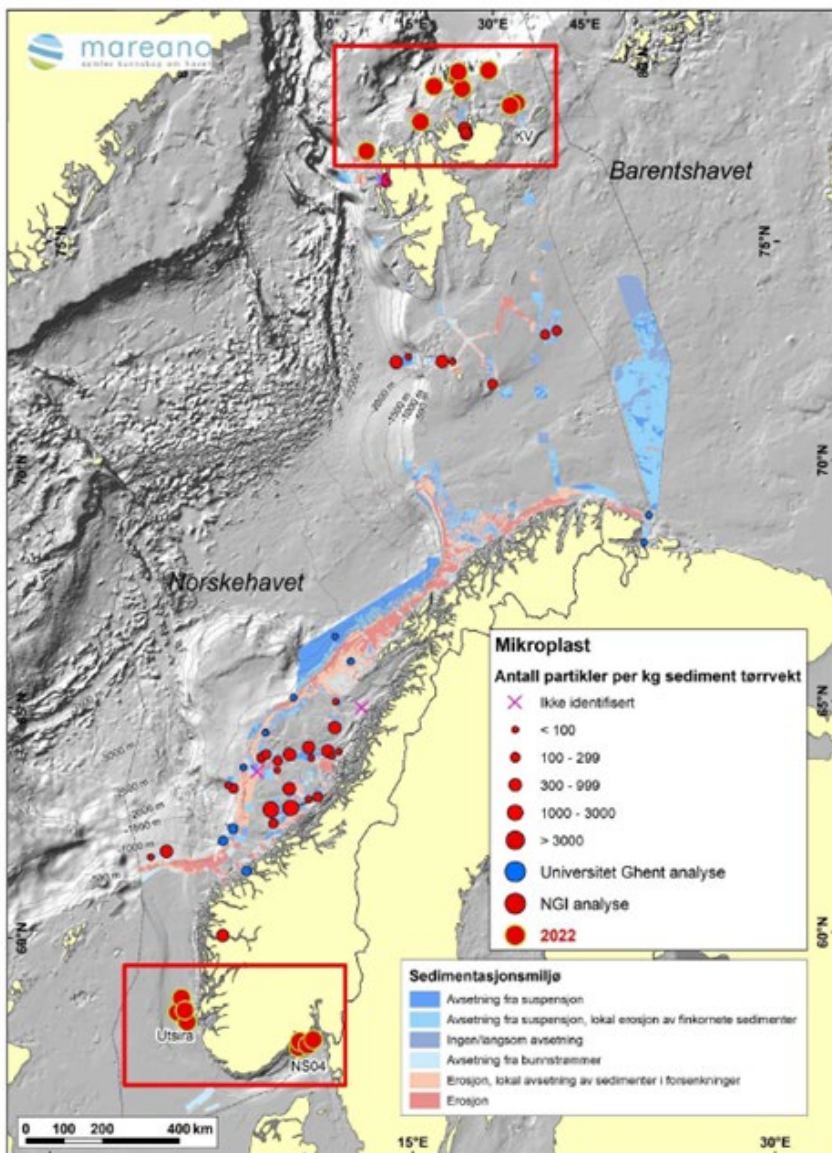
Substans	Grenseverdi for toksisitet	Organisme	Effekt	Referanse	Kommentar
Vinylsystem/ klorert gummisystem (polyvinyl klorid)	Polyvinyl klorid kan bli brytt ned til vinyl klorid monomerer (er klassifisert for Gruppe 1: human kreftfremkallende stoff). Monomerene er volatile. EC50 (vinyl klorid, monomere): 77 mg/l	Alge	Kreft	https://echa.europa.eu/registration-dossier/-/registered-dossier/16163/6/1 ,	Er ikke ansett som økologisk giftig da det ikke finnes signifikante konsentrasjoner i akvatiske miljø
To- komponent epoxy (Marathon IQ2, Jotun)	<u>Epoxy resin</u> EC50: 1,4 mg/l LC50: 3,1 mg/l Kronisk NOEC: 0,3 mg/l <u>Titanium dioxide</u> LC50 (ferskvann): 0,3 mg/l LC50 > 1000 mg/l <u>oxirane, 2,2'-[1,6-hexanediyl]bis-(oxymethylene)]bis-</u> EC50: 47 mg/l LC50: 30 mg/l	Dafnier Fisk Fisk Krepsdyr, vannloppe Fisk Dafiner Fisk			Produktet er klassifisert som hud- og øyeirriterende, og akavtisk kronisk effekt

Substans	Grenseverdi for toksisitet	Organisme	Effekt	Referanse	Kommentar
Uorganisk sinksilikatprimer (Resist 86 Comp A, Jotun)	<u>2-butoxyethanol</u> LC50: 1000 mg/l <u>Propan-2-ol</u> LC50: 4200 mg/l	Krepsdyr (marin) Fisk (ferskvann)		https://www.jotun.com/w-en/industries/products/resist-86	Produktet er klassifisert som svært brennbart, hudirriterende og seriøst irriterende for øyne
Maling for undervannsstruktur (Hempadur Mastic 45889 Base)	<u>bisphenol A-(epichlorhydrin) epoxy resin MW =< 700</u> LC50: 2 mg/l <u>Methylstyrenated phenol</u> EC50: 15 mg/l <u>titanium dioxide</u> LC50 >100 mg/l <u>benzyl alcohol</u> LC50: 460 mg/l <u>Ethylbenzene</u> Kronisk NOEC < 1000 µg/l <u>1,3-bis(12-hydroxyoctadecanamide-N-methyle)benzene</u> LC50 > 100 mg/l <u>4,4'-isopropylidenediphenol</u> LC50: 7,5 mg/l	Fisk Alge Fisk, daphnia Fisk Alge (ferskvann) Fisk, alge Fisk	Komponenter kan være hormonforstyrrende, irriterende for hud, øye og luftveier	https://www.hempel.com/products/hempadur-mastic-4588w-dow-loads	Produktet er klassifisert som brennbart, hudirriterende, kan forårsake algeriske hudreaksjoner, seriøst irriterende for øyne og giftig for akvatisk liv med lagtidseffekter

3.2.3 Mikroplast

Mikroplast er små fragmenter av plast med en størrelse under 5 mm. Mikroplast kan komme fra ulike kilder, men blir gjerne (1) sluppet ut direkte som små partikler (pulver eller pellets) eller (2) er et resultat av fragmenter fra større enheter. Egenskapene til plast, som at det er et lett og slitesterkt materiale, er også hovedgrunnen til at dette er et stort forurensningsproblem i dag. Siden platen er av lett vekt kan den transporteres langt ved hjelp av havstrømmer, samtidig som den er persistent mot nedbrytning (Lusher, 2015). Siden mikroplast kan transporteres langt finnes det så og si ingen havområder i verden som ikke er påvirket av mikroplast. Et eksempel på dette fremkommer av en undersøkelse gjort av Mareano, hvor det er avdekket mikroplast i relativt store mengder (> 3000 antall partikler) i de øverste sedimentlagene i havområder ved Svalbard (Jensen et al., 2024). Et kart hentet fra denne studien er presentert i Figur 3-1. og viser også andre referanseverdier målt i norske farvann.

En ser av resultatene fra undersøkelsen at mikroplast gjerne avsettes på havbunnen i områder med avsetning fra suspensjon eller bunnstrømmer (Figur 3-1). Da det er kjent at mikroplast transporteres med strømmene, er det rimelig å anta det det meste av mikroplasten som slippes ut i det marine miljø vil følge strømmen og transporteres over lengre avstander. Figur 3-1 også type sedimentasjonsmiljø for noen områder langs kysten av Norge, dvs. om fine sedimenter og partikler avsettes eller eroderes (transporteres bort). Dette er en viktig forutsetning for om mikroplast kan antas av bli avsatt i nærområdene til vindturbinanlegget eller transporteres over lengre avstander før avsetning.

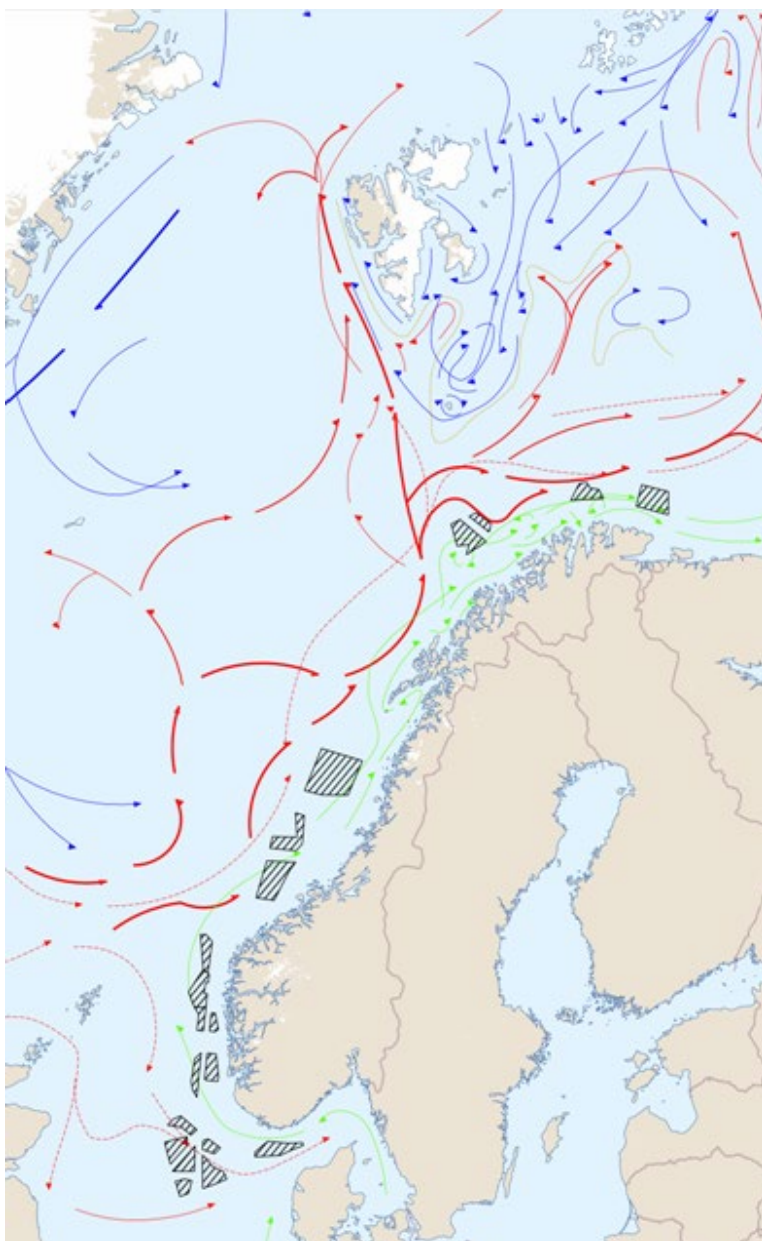


Figur 3-1 Antall mikroplast-partikler/kg sediment i overflatesedimentene (0-2 cm) i det norske farvann. Størrelsen på rød ring utgjør mengde partikkel i prøven, og gul farge rundt den røde ringen indikerer at prøven er hentet fra tokt gjennomført i 2022 (oppgitt i tegnforklaringen). Hentet fra rapport fra Mareano: Jensen *et al.* (2024).

3.2.3.1 Mikroplast fra vindturbiner

En utredning av slitasje av mikroplast fra bladene på vindturbiner er beskrevet i kapitel 3.1.3. Utslipp av mikroplast fra slitasje på malingen som påføres vindturbinen som overflatebehandling er beskrevet i kapittel 3.2.2.

Basert på resultatene i Jensen, *et al.* (2024) vet vi at mikroplast kan transporteres over lengre avstander med havstrømmene og gjerne avsettes på havbunnen i områder med avsetning fra suspensjon eller bunnstrømmer (Figur 3-1 og Figur 3-2). Det er derfor rimelig å anta at det meste av mikroplasten som kan slippes ut fra vindturbiner til havs vil følge havstrømmene og ikke akkumulere i området hvor plasten slippes ut.



Figur 3-2 Havstrømmer langs Norges kyst. Skraverte områder inkluderer de 20 aktuelle områdene for utredning av havvind. Hentet fra Bartenswatch.

3.2.3.2 Effekt av mikroplast i ulike dyregrupper

Hvordan mikroplast i miljøet fordeles mellom opptak i marine organismer, i sedimenter på havbunnen, og resten av det marine miljøet, avhenger av (i) kilden til og strømmingen av vann langs norskekysten, (ii) global og lokal vind, og (iii) den lokale økologien (Sintef, 2018). Siden mikroplast er så liten av størrelse er partiklene tilgjengelige for å interagere med marin biota på ulike trofiske nivåer, og mange organismer kan bli eksponert for dem. Hvordan mikroplasten fordeles seg i vannsøylen (og dermed er tilgjengelig for dyr på ulike dyp/habitat) avhenger av plastens tetthet i forhold til vannets tetthet. Lett plast flyter og er mer tilgjengelig ved vannoverflaten, mens tyngre partikler vil synke og være tilgjengelig på sjøbunnen.

Sintef (2018) har estimert at mer enn 90 % all av mikroplast i det marine miljøet befinner seg i sedimenter på havbunnen, i tråd med tidligere rapporter og konklusjoner. Ca. 8 % befinner seg i vannkolonnen og 0.2 % i overflatevann.

Mikroplast kan forstyrre matopptak hos ulike organismer. Ofte er ikke plastpolymerene/materialet i seg selv problematisk når det gjelder toksisitet på organismene, men kjemikalier som er brukt i sammensetningen, eller aktive tilsetningsstoffer for å gi plasten spesifikke egenskaper. I tillegg fungerer mikroplast som en vektor og bidrar til at andre kjemikalier (f.eks. tungmetaller, POP, PAH) kan bli transportert inn i organismen som kan gjøre skader (Anbumani & Kakkar, 2018; Guzzetti et al., 2018). I denne utredningen ser vi bare på de ulike typene mikroplast i seg selv og tar ikke høyde for andre effekter de indirekte kan føre til, som for eksempel transport av andre kjemikalier. Definisjonen på mikroplast er at de er under 5 mm i størrelse. Hvilken størrelse og form mikroplasten har, har noe å si på deres toksisitet (Ugwu et al., 2021; Walkinshaw et al., 2023). Størrelse og form gir dem spesifikke egenskaper og vil påvirke bevegelser i vannsøylen. Observerte effekter vil dermed også avhenge av størrelsen på organismen, da en enkelt mikroplastpartikkel vil kunne ha større fysisk påvirkning på en liten organisme som en alge enn en fugl.

Generelt kan ikke mikroplast bli fordøyd eller absorbert av organismer, da de fleste flercellede organismer mangler enzymer for å prosessere plast. Samtidig kan plast translokere ved endocytosis-lignende mekanismer og fordeles til andre områder i kroppen eller skilles ut (Alimba & Faggio, 2019; Guzzetti et al., 2018). Mikroplast kan bioakkumuleres i en organisme, men vil ikke biomagnifiseres og dermed ikke bli transportert opp gjennom næringskjeden (Miller et al., 2020). Det vil si at konsentrasjonen eller antall mikroplastpartikler kan bygges opp i en organisme, men at konsentrasjonen/antall partikler ikke vil bli videreført til neste trofiske nivå.

Dette delkapitlet gir en beskrivelse av påvirkningen mikroplast kan føre til for miljøet og ulike naturressurser. Siden plast inneholder kjemikalier og tilsetningsstoffer, som gir dem ønsket egenskap, er det her ikke skilt mellom effekt av plastpolymerer og kjemikalier. Dette er heller ikke realistisk da produkter og bestanddeler til en vindturbin antas å ikke være av rene plastpolymerer. Her vurderes mer de generelle effektene som er observert i ulike dyregrupper for å få et innblikk i den mulige påvirkningen erosjon av bestanddeler i en havvindturbin, og påfølgende utslipp av mikroplast, kan ha på ulike naturressurser. Områdespesifikk vurdering er gitt i kapitel 6.

Hvor mye mikroplast en organisme blir eksponert for vil avhenge av diett og hvor den befinner seg, og beiteatferd. Gjennomsnittlig er det funnet 9,71 mikroplastpartikler i marine pattedyr, 7,04 i sjøfugl og 2,61 i fisk på tvers av studier fra ulike lokasjoner (Ugwu et al., 2021). Hvilken type plast en organisme blir eksponert for vil påvirke hvor lenge organismen blir eksponert for plasten da de har ulik nedbrytningstid. Tiden en organisme blir eksponert avhenger også av art og dyregruppe, da dyr har ulik utskilleleshastigheter og -metoder for kjemikalier og plast.

Plankton

Alger (plantep plankton) kan lett konsumeres av dyreplankton (Alimba & Faggio, 2019). Mikroplast kan forstyrre prosessene hvordan alger vokser og produserer energi. Videre kan beiting av alger som er påvirket av mikroplast øke dødeligheten og føre til nedsatt fertilitet hos eksempelvis hoppekreps (*Copepoda*) (Anbumani & Kakkar, 2018). Alger er en viktig næringskilde for en rekke marine organismer og danner grunnlaget for de fleste marine næringskjeder og økosystemer.

Bunndyrsamfunn

Konsentrasjonen av mikroplast i marine organismer er funnet å være sammenlignbar med konsentrasjonen i de respektive miljøene hvor de befinner seg. Bentiske arter, som oppholder seg hovedsakelig på havbunnen, har de høyeste konsentrasjonene av mikroplast, som er i tråd med at det er en høyere konsentrasjon av mikroplast i sediment sammenlignet med vannkolonnen (Sintef, 2018).

Muslinger er filterspisere og filtrerer store mengder vann. Mikroplast kan forstyrre filteringsmekanismer til disse, føre til betennelse og kan føre til celledød i fastsittende (sessile) organismer (som musling) (Anbumani & Kakkar, 2018; Guzzetti et al., 2018). Dette kan påvirke mattilgangen og -prosesseringen, og føre til redusert kondisjon og redusert

overlevelse. Reduserte energilager kan igjen påvirke den reproduktive suksessen for aktuell organisme og igjen i det ytterste ha konsekvenser for en populasjons reproduksjon.

Mikroplast er også vist å kunne ha negativ effekt på koraller og revbyggende organismer (Pantos, 2022). Imidlertid er litteraturen om effekter av mikroplast på koraller svært begrenset. Forsøk med steinkoraller fra Great Barrier Reef viser at de kan konsumere opptil 50 µg plast per cm² per time. Steinkoraller finnes i mange områder av Norge, og fjorder har høye populasjoner, for eksempel Trondheimsfjorden og Oslofjorden.

Fisk

En rekke studier rapporterer om funn av mikroplast i ulike fiskearter (Sintef, 2017). Mikroplast kan være farget i samme farger som plankton (næringskilde for mange fiskearter) er naturlig, og på den måten ende opp i fiskens fordøyelsessystem (Susanti et al., 2020). Studier viser at er polyetylen den mest dominerende mikroplasten, etterfulgt av polypropylen, rayon og polyester (Ugwu et al., 2021). Akkumulering av mikroplast kan føre til betennelse, akkumulering av fett i fiskens lever og ødeleggelser av vev i fordøyelsessystemet (Alimba & Faggio, 2019; Lu et al., 2016). Endringer av flere kjemiske prosesser er observert i fisk (oppsummert i Guzzetti et al. (2018)). Larver og juvenile fiskers vekst og dødelighet kan påvirkes negativt. Dette kan videre i ytterste konsekvens føre til redusert robusthet i hele populasjoner. Samtidig kan sjansene for å bli tatt av en predator øke når fiskens metabolske prosesser er påvirket, og individet generelt er svekket.

Sjøfugl

Sjøfugl kan konsumere mikroplast direkte, tas for å være fødepartikler eller i drikkevann, eller indirekte ved å spise organismer som inneholder mikroplast (Guzzetti et al., 2018). Mikroplast som akkumulerer i fordøyelsessystemet kan føre til blokkering av fordøyelsessystemet, falsk metthetsfølelse og sult. Også i fugler kan mikroplast føre til opp- eller nedregulering av kjemiske prosesser (de Souza et al., 2022). Det er også observert indikasjoner på oksidativt stress i lever, hjerne, tarm og krøs. Mikroplast har også blitt observert akkumulert i leveren til fugl. Fugler har kapasitet til å skille ut store deler av inntatt mikroplastpartikler via avføring. Det kan muligens antas at mikroplast blir enda mer mekanisk knust i mindre biter etter at fuglene har konsumert mikroplast enn andre dyr da de har krås. Blant havhest, en stormfugl som tilbringer det mest av livet på åpent hav, utenfor hekketiden, har 95% av all norsk havhest plast i fordøyelsessystemet (NINA, n.d) . 49,6% av norsk havhest har mer enn 0,1 gram plast i magen. Det er foreløpig ikke dokumentert at plastforsøpling utgjør en stor dødelighetsfaktor for fugler i nordeuropeisk farvann, men det mangler data for å kunne konkludere.

Marine pattedyr

Marine pattedyr kan ble eksponert for mikroplast enten direkte eller indirekte. Store filterspisere som bardehval, er ikke selektive i beitemetode, da de heller filtrerer store mengder sjøvann og spiser dyr og matpartikler som finnes i vannmassene. På denne måten kan mikroplast som finnes i vannsøylen nå bardehvalers fordøyelsessystem (Guzzetti et al., 2018). Mikroplast er også funnet i magen til delfiner og andre hvaltyper. Store mengder av mikroplast kan føre til blokkering i fordøyelsessystemet og filterapparatet. En slik påvirkning på matopptaket eller en falsk metthetsfølelse som mikroplast kan gi, kan føre til at organismene ikke får i seg nok energi . Dette kan resultere i at deres kondisjon blir redusert eller i ytterste konsekvens til og med død.

3.2.3.3 Toksiske grenseverdier

Tabell 3-6 viser toksiske grenseverdier for mikroplast-polymerer som benyttes ved havvind strukturer, og potensiell effekt på organismer. Utslipp av mikroplast fra turbinblader er beregnet vil å være i størrelsesorden 150-200 gram

mikroplast per turbin per år. Basert på grove beregninger som vist i kapittel 3.2.2, så kan slitasje på malingen på strukturene medføre maksimale utslipp av 6-13 kg mikroplast per år per turbin – avhengig av om det er bunnfast eller flytende strukturer og design. Utslippene vil skje gradvis over lang tid, og mikroplasten er forventet å fraktes med havstrømmene over lengre avstander før den avsettes på havbunnen. Det er ikke forventet at utslipp av mikroplast fra turbinene vil medføre effekter på lokale miljøressurser.

Tabell 3-6 Eksempler på mikroplast-polymerer som benyttes ved havvind strukturer og deres toksiske grenseverdier og effekter

Substans	Tetthet	Grenseverdi for toksisitet	Organisme	Effekt	Referanse	Kommentar
Polypropylen (PP) (form: sfærisk, størrelse: 11,86 – 44,62 µm)	0,9-0,91 g/cm ³	LC50: 40,947 µg/mL (NB: ikke en universal grense, funnet i et studie)	<i>Artemia salina</i> (dyreplankton)	Redox-hemostasis, ødelggelse av hudlaget i tarmen, dødelighet, oppførselsendringer, endring i nervesignaler	Jeyavani et al. (2022)	Ikke registrert som giftig ved ECHA: https://www.echa.europa.eu/substance-information/-/substanceinfo/100.117.813
Polyetylen (PE)	1,2-1,28 g/cm ³	Viser ingen effekt på marine zooplankton			Beiras et al. (2018)	Registrert som giftig hos ECHA: https://echa.europa.eu/substance-information/-/substanceinfo/100.118.704
Polyester (form: fiber)	1,37 g/cm ³	EC50: 6,3 µg/mL	<i>Xenopus laevis</i> larve	Redusert mobilitet	Bacchetta et al. (2021)	Er registrert som giftig hos ECHA: https://echa.europa.eu/substance-information/-/substanceinfo/100.120.788

3.2.4 Bisfenol A

Bisfenol A (BPA) er en organisk forbindelse og er hormonforstyrrende, og kan etterligne hormonet østrogen. Utslipp av BPA fra havvind er beskrevet i kapittel 3.1. Siden BPA er organisk kan stoffet brytes ned av marine bakterier (Kang et al., 2007). I tillegg kan BPA brytes ned av sollys, og prosessen går raskere med tilstedeværelse av oppløst organisk materiale, som finnes i de øverste lagene i havet.

3.2.4.1 Effekt av bisfenol A i ulike dyregrupper

Basert på dagens kunnskap fremgår at ulike dyregrupper som musling, krepsdyr, insekter, sikader, hjuldyr og amfibier blir påvirket ulikt av bisfenol A (de Kermoyan et al., 2013). Muslinger og nematoder virker å være spesielt sensitive til BPA. Dyregrupper har ulik fysiologi og enzymsammensetning, og vil tolerere BPA ulikt. Siden BPA er et hormonforstyrrende stoff er det forventet å se ulik effekt mellom kjønn, spesielt for hannkjønn da BPA ligner østrogen (Kang et al., 2007). BPA er ikke forventet å bioakkumulere gjennom næringskjeder, men om de metabolske elimineringsveiene er forstyrret/forhindret i å skille ut BPA kan det oppstå. Organismer i tidlige livsfaser har en tendens

til å akkumulere høyere konsentrasjoner enn ved senere livsfase (noe som sannsynligvis avhenger av de metabolske ratene ved ulike livsstadier).

Plankton

BPA kan bli brutt ned av sollyk (foto-nedgradering) og av marine bakterier. Alger kan øke foto-nedgraderingsprosessen av BPA (Kang et al., 2007). Mikroalger kan fjerne BPA fra kontaminert vann og visse mikroalger (inkludert *Picocystis*) har høy toleranse for stoffet (Ben Ouada et al., 2018). Toleransen vil variere mellom ulike arter. Om sensitive arter blir eksponert og forsvinner lokalt, kan det endre komposisjonen i mikroalge-samfunnet her.

Bunndyrsamfunn

BPA kan føre til superfeminisering (dannelse av en sekundær vagina og andre effekter) hos snegl (Kang et al., 2007). Til tross for dette, har økt gytemasse og eggproduksjon blitt observert i noen studier, og redusert eggproduksjon i andre studier (uklart grunn for ulik respons). Hos hanndyrene kan sperm bli redusert til konsentrasjoner mellom 1-100 µg/l. Imposex (hunndyr utvikler hannlige gonader) kan oppstå ved 1-100 µg BPA/l.

Slike reproduktive effekter kan ha innvirkning også på populasjonsnivå. Et studium viser at noen arter av krepsdyr og gastropoder kan forsvinne i antall ved eksponering av BPA (de Kermoyan et al., 2013), mens andre arter blir flere. Dette endrer sammensetningen av arter i det opprinnelige økosystemet.

Fisk

Fisk kan bli eksponert av BPA fra vann som filtreres gjennom gjellene. Fisk legger egg, en prosess som avhenger av vitellogenin syntese og zona radiata proteiner som begge er styrt av hormonet østrogen. På tidlige stadier hos fisk er det observert deformeringer av embryo, blødning og unormal oppførsel ved doser lavere enn 100 µg/l (Kang et al., 2007). Ved høyere doser, 640 og 1280 µg/l, er det observert hemming i vekst hos hannkjønn. Det har også blitt observert færre egg og klekkinger. BPA påvirker de reproduktive systemene til hunn og hannfisk, ved redusert tetthet, mobilitet og svømmehastighet for sperm. I tillegg kan de hemme vekst av gonader/kjønnsorganer i begge kjønn og hindre eller forsinke egglosning i hannfisk. Strukturelle endringer i fiskens reproduktive organer kan redusere fertilitet. Unge individer som er under utvikling, er dermed ekstra sensitive for BPA. Konsekvenser av hormonell påvirkning i en populasjon kan føre til et forskjøvet hunn:hann ratio, og kan bli observert i andre generasjon. Dette kan ha konsekvenser på populasjonens overlevelsessuksess. Strukturelle endringer i gonader/kjønnsorganer ble observert ved konsentrasjoner på 1 µg/l og 10 µg/l BPA hos hunner og hanner, henholdsvis (de Kermoyan et al., 2013). Dette tyder på at det har en hormonell påvirkning på individnivå.

Sjøfugl

Sjøfugl er ikke eksponert for BPA på samme måte som fisk, da de ikke blir i like stor grad eksponert direkte av BPA oppløst i vann, men gjennom mat eller konsum av mikroplast og andre partikler. Fugler kan også bli eksponert via inhalasjon av BPA i luft (ikke relevant utslipp fra havvindanlegg). Det er observert økt dødelighet blant fugleembryoer og en feminisering av hannlige embryoer ved egg som er injisert med 200 µg BPA/ g egg i tidlig inkubasjonsfase (Berg et al., 2001). I fugleunger matet med 2 µg/1000 g kroppsvekt ble det observert en forsinket utvikling i hannkjønn (Furuya et al., 2003).

BPA skilles sannsynligvis ut via fjær hos fugler, noe som over tid vil redusere den interne konsentrasjonen av BPA.

Marine pattedyr

Det er lite tilgjengelig forskning som omhandler BPA og effekter på marine pattedyr og antageligvis er lite effekter observert pga. lave nivåer av BPA, noe som selvsagt varierer ut fra områder og matkilde (bioakkumulerer sjeldent, bare i svært store doser) (Flint et al., 2012). Basert på tilgjengelig kunnskap er det vurdert at marine pattedyr antageligvis ikke er like sensitive for BPA som andre dyregrupper (Flint et al., 2012).

3.2.4.2 Toksiske grenseverdier

Dødelige doser av BPA er gitt i tabellen nedenfor. Det er forventet et maksimalt utslipp av BPA på 1,5 milligram per turbin per år. Det er antatt at eventuelle utslipp vil skje gradvis. Det er vanskelig å forutsi om BPA vil være partikkelbundet eller gå over i vannfase. Det er dermed også vanskelig å vurdere hvilke dyregrupper som blir mest eksponert. Samtidig er forventet maksimale utslipp langt lavere enn EC50, og det er dermed ikke forventet at utslipp fra én turbin vil medføre effekter på biota. Den kumulative effekten ved alle vindturbinene i området blir vurdert individuelt for de 20 utredningsområdene i kapitel 6. .

Tabell 3-7 Bisfenol A sin toksiske grenseverdi og effekt

Substans	Grenseverdi for toksisitet	Organisme	Effekt	Referanse	Kommentar
Bisfenol A	EC50: 7,3 mg/L	<i>Daphnia magna</i>	Hormonforstyrrende, skade gener, påvirke enzymer	Liu et al. (2021)	Blir regulert av EFSA: https://www.efsa.europa.eu/en/topics/topic/bisphenol
	NOEC: 4 mg/l	Zebrafish larvæ			

3.3 Usikkerhet og kunnskapsmangler

Fakta presentert i dette kapitlet er basert på faglig litteratur. Det har blitt sett på effekten av substansene hver for seg og en samlet effekt kan fremstå som annerledes enn presentert. Effekt av det kumulative utslippet har ikke vært mulig å vurdere da det er kunnskapsmangel om dette. Konsekvensbilde vil også avhenge av hvilke typer og merker som blir brukt for hver av materialene og substansene. Toksiske grenser er presentert ved eksempel på produkter, noe som kan avvike fra de faktiske produktene som vil bli brukt i utviklingen av vindparkene. Fremtidig overvåking av miljøvirkninger kan bistå i å tette disse kunnskapshullene.

4 Metode for konsekvensvurdering

De områdespesifikke utredningene er gjennomført med utgangspunkt i metodikk av Statens vegvesens Håndbok V712 – *Konsekvensanalyser* (Statens vegvesen, 2021). (Statens vegvesen, 2021. Håndbok V712 – Konsekvensanalyser. Vegdirektoratet 2018, oppdatert 2021.)

Metodikken deler temaer inn i *prissatte* og *ikke-prissatte konsekvenser*. For denne fagutredningen, som tar for seg konsekvenser av forurensning (og miljøpåvirkning) og avfall, er det naturlig å kategorisere under *ikke-prissatte konsekvenser*. Noe som innebærer en mer kvalitativ og kunnskapsbasert tilnærming i vurdering av konsekvenser.

Dette inkluderer en 3-delt tilnærming som tar for seg følgende steg for å vurdere konsekvensen et tiltak, plan eller aktivitet kan ha for gitte verdier i et område:

- **Vurdering av verdi:** Fremleggelse av kunnskapsgrunnlag og vurdering av verdi for hvert tema
- **Vurdering av påvirkning:** Vurdering av hvordan det samme området påvirkes som følge av et definert tiltak. Påvirkning vurderes i forhold til referansesituasjonen (0-alternativet).
- **Vurdering av konsekvens:** Konsekvens framkommer ved sammenstilling av verdi og påvirkning i henhold til matrisen i Figur 4-3. Konsekvensen er en vurdering av om et definert tiltak vil medføre bedring eller forringelse i et område.

Med bakgrunn i fagutredningens omfang og tematikk, forurensning og avfall, blir konseptet ved verdisetting noe upresist og ikke nødvendigvis godt egnet. Forurensning og avfallsgenerering i seg selv er ikke en ressurs som har verdi, men heller en påvirkning.

Tilnærmingen for denne utredningen blir derfor med utgangspunkt i generelle vurderinger av natur- og miljøressurser, og verdi knyttet til disse. Forurensning og avfallsgenerering som følger av utbygging av havvind blir derfor en påvirkning på disse som i sum utgjør konsekvens for utbygging av havvind i et område.

4.1 Vurdering av verdi

Som nevnt er utgangspunktet for vurdering av verdi gjort med utgangspunkt i de eksisterende natur- og miljøressursene i de relevante områdene. Disse er identifisert gjennom bruk av offentlig tilgjengelige data, og inkluderer følgende kilder til kunnskap:

- Kunnskapsgrunnlaget (inkludert underlagsrapporter) fra forvaltningsplanarbeidet for norske havområder³¹
- Barentswatch
- Naturbase
- Mareano
- Yggdrasil
- Havbase
- SEATRACK/SEAPOP

NVE har i tillegg gjort et omfattende arbeid med å samle kunnskap gjennom arbeidet med identifisering av områdene (NVE, 2023), samt utarbeidelse av utredningsprogram for de 20 områdene (NVE, 2023).

³¹ Faglig Forum, 2023. Faglig grunnlag for helhetlige forvaltningsplaner for norske havområder. Hovedrapport 2019-2023. M-2524/2023.

Parallelt med denne fagutredningen foregår egne fagutredninger for de ulike natur- og miljøressurskategoriene; *Bunnsamfunn og sårbare naturtyper*, *Naturmangfold i frie vannmasser* og *Fugl, flaggermus og andre sårbare arter*. Disse vil legge frem en mer grundig og detaljert vurdering av verdi når det gjelder naturmangfold og naturressurser innenfor områdene.

For denne utredningen benyttes Miljødirektoratets *Havmiljø* kartlag, som er tilgjengelig i kartverktøyet Barentswatch. Dette kartlaget viser vurderinger av miljøverdier i havområder for kategoriene *Fisk*, *Sjøfugl*, *Sjøpattedyr* og *Naturtyper*. Fordelingen av arter, naturtyper og økosystemfunksjoner danner grunnlaget for områdenes miljøverdi og presenteres som analyserbare rutenett. Vurderingene bak kartlaget tar utgangspunkt i samme metodikk som ligger til grunn for vurdering og etablering av *Særlig sårbare og verdifulle områder (SVO)* (HI, 2021). Dette gjør det mulig for denne fagutredningen på et overordnet nivå, å presentere naturressurser for områdene og gjøre generelle vurderinger av verdi knyttet til disse. Ettersom fagutredningens fokus er lagt til potensiale for forurensning og avfallsgenerering, som er å anse som potensielle påvirkningsfaktorer på natur og miljø, er dette en hensiktsmessig tilnærming.

Kartlaget *Havmiljø* omfatter en etablert skala for miljøverdi som varierer fra 0 til 100, hvor 0 indikerer ingen miljøverdi og 100 indikerer stor miljøverdi. Denne skalaen er enkel å overføre til *verdimatrisen* i Håndbok V712 (Statens vegvesen, 2021), uten at viktig informasjon går tapt. Verdimatrisen for V712 inkluderer kategoriene *uten betydning*, *noe verdi*, *middels verdi*, *stor verdi* og *svært stor verdi* (Figur 4-1).



Figur 4-1 Skala for vurdering av verdi (Statens vegvesen, 2021).

Miljøverdi hentet fra *Havmiljø* er for denne fagutredningen brukt overført til verdikategorier for V712 på følgende måte:

0 – 20	Uten betydning
20 – 40	Noe verdi
40 – 60	Middels verdi
60 – 80	Stor verdi
80 – 100	Svært stor verdi

Hvert område vurderes med bakgrunn i miljøverdi som er angitt av *Havmiljø* og tabellen over for hver av miljøverdikategoriene *Fisk*, *Sjøfugl*, *Sjøpattedyr* og *Naturtyper*. Den endelige vurderingen av miljøverdi for hvert område vil gjøres med utgangspunkt i høyeste registrerte miljøverdi for et område. Dette sikrer en konservativ tilnærming som ivaretar og synliggjør de viktigste og mest sårbare miljøverdiene for hvert område. Dersom det i et utredningsområde er delområder med store forskjeller i miljøverdi i forhold til det generelle bildet, er det gjort separate vurderinger for områdene generelt og for delområdene med stor differanse i miljøverdi.

Når det gjelder materialbruk (og avfall) har vi lagt til grunn en forenklet tilnærming for å fastsette verdi. Som omtalt i rapporten, vil materialer i stor grad materialgjenvinnes og ikke deponeres som avfall. Materialer kan eksempelvis verdsettes basert på global forekomst og tilgjengelighet, eventuelt sjeldenhet. Siden vi her gjør en overordnet generisk betraktning har vi valgt å angi materialer (masser) som fremstår som ubegrenset, som av lav verdi, herunder

ballastmasse. Stål av ulike kvaliteter er vurdert som det materialet som vil benyttes i størst omfang. Det er rimelig god tilgang på stål og verdien er satt til «middels». For enkelte andre metaller vil eksempelvis verdien kunne settes til «høy», men denne studien har ikke gått inn på et slikt detaljeringsnivå.

4.2 Vurdering av påvirkning

Forurensning og avfallsgenerering som følge av havvindutbygging i et område vil kunne ha ulik påvirkning. Det er derfor naturlig å skille mellom disse to når en skal vurdere påvirkning.

Avfall

Avfall som genereres i forbindelse med havvindutbygging er ikke forventet å ha noen direkte påvirkning på natur- og miljøressursene i de aktuelle områdene. Men vil heller føre til et materialavtrykk, med tilsvarende avfallsavtrykk som vil påvirke miljøet i et mer overordnet perspektiv.

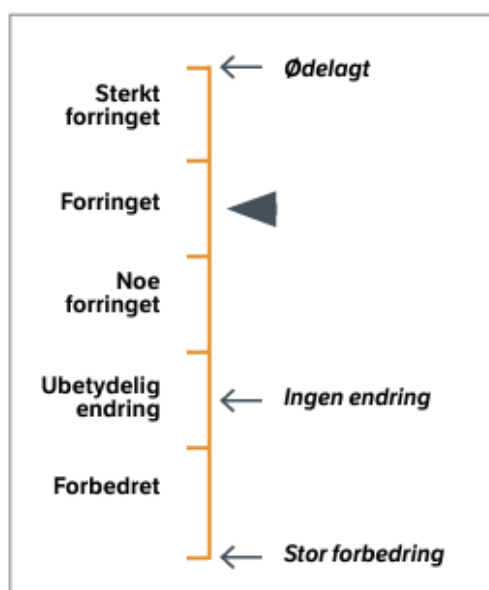
I denne fagutredningen vil avfall derfor vurderes på bakgrunn av kunnskapsgrunnlaget om materialavtrykket til hvert av de aktuelle områdene. Med utgangspunkt i kunnskap om materialer og omfang av disse fra Kapittel 3, etableres et material- og avfallsavtrykk for hvert av områdene. I tillegg til informasjon innhentet gjennom Kapittel 3, legges lokale forhold som havdyp til grunn for etablering av avfalls- og materialavtrykket.

Avfallsgenerering og materialavtrykket i seg selv vil kunne betraktes som en påvirkning, og vurderes her opp mot nasjonale materialavtrykk og mål om avfallsgenerering og håndtering.

Forurensning

Forurensning som oppstår som naturlig del av etablering, drift og avvikling av et havvindanlegg er presentert i Kapittel 3. Med bakgrunn i dette vurderes eventuell påvirkning dette kan ha på de identifiserte natur- og miljøressursene i de aktuelle områdene.

Dette gjøres med utgangspunkt i kunnskapen hentet inn i Kapittel 3, og grad av påvirkning fastsettes med bakgrunn i *Skala for påvirkning* fra Håndbok V712 (Statens vegvesen, 2021) (Figur 4-2).

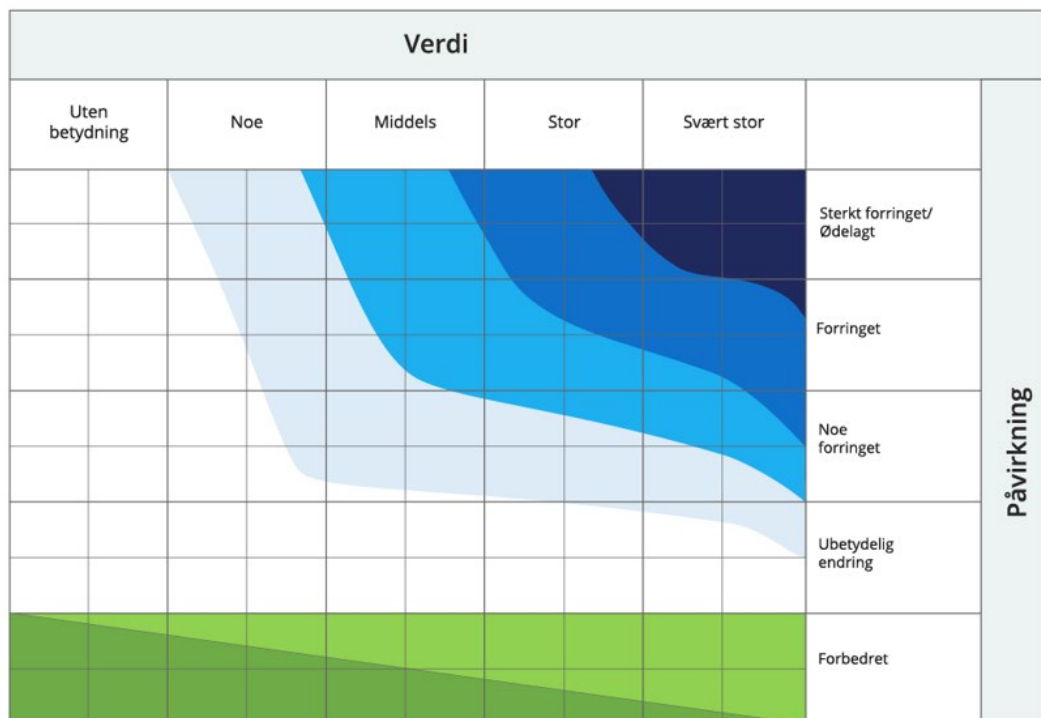


Figur 4-2 Skala for vurdering av påvirkning. Skalaen for påvirkning gjenfinnes på y-aksen i konsekvensvifta.

4.3 Fastsetting av konsekvens

Konsekvensgraden for hvert område framkommer ved å sammenstille vurderingene av verdi og påvirkning. Dette gjøres etter konsekvensvifta i Figur 4-3. I denne matrisen utgjør verdiskalaen x-aksen, og vurdering av påvirkning finnes på y-aksen.

Skalaen for konsekvens går fra 5 minus til 5 pluss, i tillegg til 0 (Tabell 4-1). De negative konsekvensgradene er knyttet til en verdiforringelse av et område, mens de positive konsekvensgradene forutsetter en verdiøkning, etter at havvind er etablert i et område.



Figur 4-3 Konsekvensvifta. Konsekvensen for et område framkommer ved å sammenholde grad av verdi i x-aksen med grad av påvirkning i y-aksen. De to skalaene er glidende.

Tabell 4-1. Fastsetting av konsekvensgrad.

Konsekvensgrad		Kode	
Negativ	Svært alvorlig	----	-5
	Alvorlig	---	-4
	Middels	--	-3
	Noe	-	-2
	Ubetydelig	0	-1
Positiv	Ubetydelig	0	+1
	Noe	-	+2
	Betydelig	--	+3
	Stor	---	+4
	Svært stor	----	+5
Verdien/aktiviteten finnes ikke			0

5 Vurdering av virkninger knyttet til materialbruk/avfall og forurensning

5.1 Overordnede betraktninger og samlede virkninger

I kapittel 2 er det gjort en gjennomgang av mulig materialbruk for ulike konseptuelle løsninger, og type og omfang av avfall som blir generert i ulike faser av et havvindanleggs levetid. Herunder inngår betraktninger om økt mulighet for materialgjenvinning og ombruk i framtiden. I kapittel 3 er det gjort en gjennomgang av relevante typer av forurensning og miljøvirkninger av dette på et generelt nivå og basert på litteratur.

Basert på gjennomgangen i disse kapitlene er det her gjort noen overordnede og oppsummerende betraktninger uavhengig av det enkelte utredningsområdets lokalisering.

5.1.1 Materialbruk og avfall

For materialbruk og avfall viser utredningen at utbygging av referanseprosjektet medfører omfattende materialbruk, og påfølgende avfallsgenerering. Selve material- og avfallsavtrykket kan variere i svært stor grad basert på hvilken teknologi som er relevant, eller anvendes for et område; flytende eller bunnfast. For eksempel kan material- og avfallsavtrykket til et område relevant for flytende havvind variere mellom 1 og 3 millioner tonn. Samtidig er det funnet små variasjoner i material- og avfallsavtrykket mellom de ulike utredningsområdene. Selv om havdypet varierer, viser utredningen at det heller er flytestrukturen som er hoveddriveren for materialavtrykket, og i mindre grad vanddyp.

Når det kommer til områder relevant for bunnfast teknologi så varierer material- og avfallsavtrykket til disse mindre når det kommer til teknologi (monopile / stålunderstell). Det er her i større grad vanddypet som er avgjørende for ulikheter i materialavtrykket fra referanseprosjektet. Mellom områdene varierer dette fra 450 000 til 530 000 tonn avhengig av havdyp.

Til sammenligning er det totale materialavtrykket for petroleumsinnretninger på norsk sokkel estimert til å være omlag 8 millioner tonn (Dr. Techn. Olav Olsen, 2018). Dette er tall fra 2017, likevel er det ikke skjedd store utbygginger eller nedstenginger siden dette som påvirker tallet vesentlig. Tallene vurderes derfor som representative for situasjonen i 2024.

Resultatene viser at en utbygging av havvind (referanseprosjektet) i utredningsområdene kan utgjøre en betydelig del av Norges nasjonale avfallsavtrykk. Sammenlignet med nasjonale avfallstall for 2022 vil utbygging, drift og nedstenging (inkludert avhending) utgjøre en andel av dette i størrelsesorden 8 til 24%, avhengig av flyteteknologi. For utbygging av et område relevant for bunnfast teknologi vil dette utgjøre omlag 4% av det nasjonale avfallsavtrykket, sammenlignet med tall fra 2022.

Ballast i flytestrukturer utgjør en stor del av totalvekten til flere av designene. For eksempel utgjør ballast (som ikke er sjøvann) mellom 61-62% av den totale vekten til flytende sparkonstruksjoner i stål, mellom 40-41% av den totale vekten til sparkonstruksjoner i betong og mellom 26-27% av den totale vekten til flytende halvt nedsenkbare konstruksjoner i stål (ballast i betong). Flytende halvt nedsenkbare konstruksjoner i betong er ikke vurdert med ballast i referanseprosjektet for denne utredningen.

Ballast utgjøres ofte av mindre verdifulle og «ubegrensede» materialer som for eksempel pukk og stein. Slike materialer vil også kunne håndteres på andre måter enn konvensjonelt avfall som for eksempel stål og betong. Ballast fra flytende konstruksjoner vil også i stor grad kunne skilles fra resten av konstruksjonen for så å benyttes til ønsket formål eller håndteres ved separat metode. I motsetning vil for eksempel det å skille armeringsstål og betong i en betongkonstruksjon være betydelig mer krevende, og derfor representere mindre tilgjengelige materialer.

Skulle det være relevant å bygge ut mange av utredningsområder, og muligens flere prosjekter i hvert område, vil material- og avfallsavtrykket stige tilsvarende, og utgjøre en større og enda mer signifikant andel av det nasjonale avtrykket. Et aspekt ved dette er at en opptar en signifikant mengde materialer og legger et enormt trykk på leverandørkjeder. Med andre ord, materialavtrykket vil ha betydelige ringvirkninger. Samtidig er forhold som gjelder

utvinning av materialer, inkludert foredling og transport av disse viktig å inkludere i helhetlige betraktninger. Når det kommer til nedstenging av havvindanleggene, vil det meste av materialene imidlertid ikke gå tapt, da disse forventes å kunne gjenbrukes eller material gjenvinnes med eksisterende løsninger. Teknologiutvikling pågår for økt grad av materialgjenvinning.

5.1.2 Miljøvirkninger av forurensning

Slitasje på turbinblader og annen plastbasert overflatebehandling kan føre til utslipp av mikroplast til det marine miljø. Som nevnt i kapittel 3 kan det forventes utslipp av mikroplast i størrelsesorden 150 – 200 gram per turbin per år. Dette betyr et forventet utslipp av mikroplast i størrelsesorden 10,2 – 13,6 kg mikroplast hvert år fra referanseprosjektet, for turbinbladene. I tillegg kommer erosjon av overflatebehandling/maling fra selve strukturene. Grove beregninger viser et maksimalt utslipp av mikroplast fra slitasje på maling tilsvarer 6-13 kg mikroplast per år per turbin – avhengig av om det er bunnfast eller flytende strukturer og design. Skaleres dette opp til en havvindpark med 68 turbiner vil det utgjøre utslipp av ca. 400-850 kg mikroplast per år. Ved en utbygging i flere utredningsområder, eller av flere prosjekter i et område, vil dette tallet stige tilsvarende. Til sammenligning er Norges årlige totalutslipp av mikroplast estimert til 19 000 tonn (Miljødirektoratet, 2020). Blant annet fører kosmetikk (sminke, lepestift, negleprodukter, o.l.) til utslipp av 27 tonn mikroplast årlig i Norge, vaskemidler om lag 120 tonn årlig, norsk tekstilproduksjon om lag 1000 tonn årlig og kunstgressbaner fører til utslipp av om lag 6000 tonn mikroplast årlig. I et nylig arbeid for Ytre Oslofjord er det til sammenligning estimert at utslipp av mikroplast fra maling og bunnstoff på fritidsbåter utgjør 0,135 kg/år per båt. Dette tilsvarer et årlig utslipp av mikroplast i Oslofjorden på 58 tonn fra fritidsbåter (Aarflot et al., 2024). I en slik sammenheng vil utbygging av eksempelvis 20 vindparker, tilsvarende 30 GW kraft, medføre en marginal økning i Norges totale utslipp av mikroplast.

Mikroplast forventes i stor grad å spres med havstrømmene heller enn å avsettes lokalt. Dersom det bygges ut flere vindparker i samme delområde, vil slitasje på turbinbladene føre til utslipp av mikroplast til de samme havstrømmene og vil kunne følge de samme spredningsmønstrene. Med utgangspunkt i diskusjoner fra kapittel 3.2.1 vil utslipp fra utredningsområder nord for Stadt spres videre nordover mot Svalbard. Samtidig vil utslipp fra utredningsområder sør for Stadt spres i Nordsjøbassenget, og muligens mot kysten.

Det er en del usikkerheter knyttet til anslag for forurensning fra havvindturbiner, eksempelvis forventede mikroplastutslipp. Vi vet at parametere som fører til slitasje på materialer, som for eksempel vind, temperaturendringer og bølger, vil variere for de ulike områdene, og fra år til år. Utslippsmengder kan også variere med design og materialbruk, og vedlikeholdsstrategier. Likevel er det lite som tilsier at utbygging av havvind i de relevante utredningsområdene vil føre til forurensning som vil ha signifikant påvirkning på miljøet. Gitt mengdene som er beregnet, forventes de samme vurderingene å være relevante dersom flere av utredningsområdene skulle være gjenstand for utbygging.

Andre kilder til forurensning gjennomgått i kapittel 3 er generelt funnet å ha marginale bidrag. Det vil forekomme utslipp til sjø av enkelte miljøfarlige stoffer gjennom forvitring og erosjon, og det vil kunne svette ut marginale mengder av olje til sjø. Dette utgjør svært små mengder og er generelt ikke forventet å medføre til miljøvirkninger i åpne havområder.

5.2 Oppsummering av områdespesifikke utredninger

I del 2 av denne rapporten blir hvert av de 20 utredningsområdene vurdert i forhold til henholdsvis materialbruk/avfall og miljømessige virkninger som følge av forurensning. En oppsummering av dette følger nedenfor.

De områdespesifikke utredningene har vist at miljøressursene og miljøverdigrunnlaget varierer i svært stor grad over de 20 ulike utredningsområdene. Samtidig fremkommer det også at miljøverdier kan variere i svært stor grad innad i et utredningsområde, som har stor geografisk utbredelse. Utredningen har også vist at en havvindutbygging i disse områdene vil kunne føre til forurensning som vurderes å ha ubetydelig påvirkning på de relevante miljøverdiene i utredningsområdene. Dette skyldes i stor grad at relevant forurensning som følge av en havvindutbygging i et slikt

omfang som referanseprosjektet legger til rette for, vil bare føre til utslipp av forurensende stoffer i så små mengder og at tilhørende miljøpåvirkning blir ubetydelig. Eventuell forurensing som havner i miljøet vil enten være i ubetydelige mengder, og derav ikke giftig for miljøressurser, eller kunne brytes ned før påvirkning av betydning er relevant.

Utredningene har også tatt for seg material- og avfallsavtrykket til en eventuell havvindutbygging i utredningsområdene. Her fremkommer det at det vil kreves betydelige mengder materialer for å realisere referanseprosjekter i utredningsområdene. Dette vil avhenge noe av teknologi og utbyggingsløsning, men uavhengig av dette er materialbruken vist å være svært høy. Materialbruk som utgjør en havvindutbygging vil ved avslutning utgjøre et tilsvarende avfallsavtrykk. Når avfallsavtrykket for de ulike utredningsområdene sammenlignes med nasjonale avfallstall fremkommer det at material- og avfallsavtrykket til en eventuell havvindutbygging i utredningsområdene er av signifikant art.

Tabell 5-1 gir en oppsummering av de viktigste aspektene som er vurdert for de ulike utredningsområdene. Ytterligere detaljer, informasjon og sammenligning er gitt i kapittel 6.

Tabell 5-1 Sammenstilling av områdespesifikke utredninger

Område	Forurensning			Avfall	
	Vurdert miljøverdi	Påvirkning	Konsekvens	Material og avfallsavtrykk (1000 tonn)	Konsekvens
Nordavind A	Stor	Ubetydelig	Ubetydelig (-1)	973 – 2926	Alvorlig (-4)
Nordavind B	Middels	Ubetydelig	Ubetydelig (-1)	996 – 2948	Alvorlig (-4)
Nordavind C	Stor	Ubetydelig	Ubetydelig (-1)	982 – 2935	Alvorlig (-4)
Nordavind D	Stor	Ubetydelig	Ubetydelig (-1)	969 – 2921	Alvorlig (-4)
Nordvest A	Middels / Svært stor	Ubetydelig	Ubetydelig (-1)	985 – 2938	Alvorlig (-4)
Nordvest B	Middels / Svært stor	Ubetydelig	Ubetydelig (-1)	970 – 2923	Alvorlig (-4)
Nordvest C	Middels / Svært stor	Ubetydelig	Ubetydelig (-1)	976 – 2929	Alvorlig (-4)
Vestavind A	Svært stor	Ubetydelig	Ubetydelig (-1)	978 – 2930	Alvorlig (-4)
Vestavind B	Middels	Ubetydelig	Ubetydelig (-1)	1000 – 2953	Alvorlig (-4)
Vestavind C	Middels	Ubetydelig	Ubetydelig (-1)	985 – 2938	Alvorlig (-4)
Vestavind D	Middels	Ubetydelig	Ubetydelig (-1)	984 – 2936	Alvorlig (-4)
Vestavind E	Middels	Ubetydelig	Ubetydelig (-1)	978 – 2930	Alvorlig (-4)
Vestavind F (inkl. Utsira Nord)	Svært stor	Ubetydelig	Ubetydelig (-1)	975 – 2927	Alvorlig (-4)

Område	Forurensning			Avfall	
	Vurdert miljøverdi	Påvirkning	Konsekvens	Material og avfallsavtrykk (1000 tonn)	Konsekvens
Sørvest A	Stor / Svært stor	Ubetydelig	Ubetydelig (-1)	516 – 2871	Alvorlig (-4)
Sørvest B	Stor / Svært stor	Ubetydelig	Ubetydelig (-1)	465 – 470	Alvorlig (-4)
Sørvest C	Uten betydning / Svært stor	Ubetydelig	Ubetydelig (-1)	448 - 450	Alvorlig (-4)
Sørvest D	Middels	Ubetydelig	Ubetydelig (-1)	482 – 2868	Alvorlig (-4)
Sørvest E	Stor / Svært stor	Ubetydelig	Ubetydelig (-1)	499 – 2870	Alvorlig (-4)
Sørvest F (inkl. Sørlike Nordsjø II)	Uten betydning / Svært stor	Ubetydelig	Ubetydelig (-1)	448 – 450	Alvorlig (-4)
Sønnavind A	Stor	Ubetydelig	Ubetydelig (-1)	955 – 2908	Alvorlig (-4)

DEL 2 – DETAJERTE UTREDNINGER PER OMRÅDE

6 Områdespesifikke utredninger

Følgende kapitler tar for seg de 20 ulike utredningsområdene. Hvert område vurderes i lys av eksisterende naturressurser og miljøforhold i områdene. Med bakgrunn i dette vil eventuell påvirkning som følge av relevant forurensning, diskutert i kapittel 3, vurderes opp imot identifiserte miljøverdier. Videre vil konsekvens som følge av forurensning etableres.

Det vil også etableres et materialavtrykk for hvert av områdene, med bakgrunn i informasjon presentert i kapittel 2. Materialavtrykket vil tilsvare potensialet for generering av avfall.

6.1 Generelt om områdene

De 20 utredningsområdene er fordelt langs hele norskekysten fra havområdene utenfor Finnmark mot sjøgrensen til Russland i nord, til helt sør i den norske delen av Nordsjøen ved grensen mot Danmark (Figur 6-1).



Figur 6-1 Identifiserte områder for strategisk konsekvensutredning for utvikling av havvind (NVE, 2023).

Områdene berører ulike miljø- og naturverdier og har ulike forutsetninger for hvordan eventuell forurensning og/eller avfallsgenerering kan forekomme i omfang, samt hvordan det eventuelt kan påvirke omkringliggende verdier. Følgende kapitler vurderer disse forholdene nærmere. I Tabell 6-1 presenteres overordnet informasjon om områdene som utgjør en del av grunnlaget for videre vurderinger av hvilke konsekvenser havvindutbygging i de 20 relevante områdene vil kunne ha når det kommer til forurensning og avfall.

Tabell 6-1 Overordnet nøkkelinformasjon om de 20 utredningsområdene (NVE, 2023)

Område	Gjennomsnittlig dybde	Vurdert teknologi	Gj. Snitt vind	Totalt areal
Nordavind A	260 meter	Flytende	9,6 m/s	4275 km ²
Nordavind B	335 meter	Flytende	9,8 m/s	2239 km ²
Nordavind C	290 meter	Flytende	9,8 m/s	1054 km ²
Nordavind D	245 meter	Flytende	9,8 m/s	3642 km ²
Nordvest A	300 meter	Flytende	9,9 m/s	11 307 km ²
Nordvest B	250 meter	Flytende	9,9 m/s	3437 km ²
Nordvest C	270 meter	Flytende	9,9 m/s	5582 km ²
Vestavind A	275 meter	Flytende	10,7 m/s	1884 km ²
Vestavind B	350 meter	Flytende	10,3 m/s	2985 km ²
Vestavind C	300 meter	Flytende	10,1 m/s	1040 km ²
Vestavind D	295 meter	Flytende	9,5 m/s	724 km ²
Vestavind E	275 meter	Flytende	10,6 m/s	1475 km ²
Vestavind F (inkl. Utsira Nord)	265 meter	Flytende	10,2 m/s	1989 km ²
Sørvest A	80 meter	Bunnfast og flytende	10,8 m/s	1456 km ²
Sørvest B	65 meter	Bunnfast	10,6 m/s	2179 km ²
Sørvest C	60 meter	Bunnfast	10,7 m/s	1766 km ²
Sørvest D	70 meter	Bunnfast og flytende	10,6 m/s	1215 km ²
Sørvest E	75 meter	Bunnfast og flytende	10,9 m/s	1016 km ²
Sørvest F (inkl. Sørlige Nordsjø II)	60 meter	Bunnfast	10,7 m/s	2702 km ²
Sønnavind A	200 meter	Flytende	10,9 m/s	2900 km ²

6.2 Felles for områdene

Følgende kapitler beskriver relevante generelle forhold i norske havområder, videre diskuteres forhold som vil være å betrakte som likt for alle utredningsområdene når det kommer til henholdsvis forurensning og avfall.

6.2.1 Forurensning

Forurensning som følge av utbygging og drift av havvindanlegg for utredningsområdene, inkludert relevant påvirkning som følge av dette, er omtalt i kapittel 3. Følgende kapitler omtaler generelt om forurensningstilstanden i norske havområder. Dette for å danne et grunnlagsbilde for eventuell forurensning som allerede eksisterer i områdene, inkludert en oversikt over relevante faktorer som kan påvirke disse forholdene. I tillegg presenteres faktorer som kan påvirke forurensning som introduseres som følge av utbygging av havvind i områdene.

6.2.1.1 Generelt om forurensning i områdene

I 2022 utga HI sin siste rapport som omhandler forurensning i norske havområder (HI, 2022). Denne omtaler forurensningsnivåer og kunnskap innhentet som resultat av miljøovervåkning, prøvetaking og analyser fra sedimenter og marine organismer. I tillegg gjennomføres årlig miljøovervåkning av sedimenter og forurensning på norsk sokkel i forbindelse med petroleumsindustriens krav til miljøovervåkning. Alle data fra denne overvåkningen er tilgjengelig gjennom MOD-databasen (DNV, 2024)

I grove trekk oppsummerer denne tilstanden i Norske havområder til å være under grenseverdier for mattrygghet. Nordsjøen og Skagerrak er mest forurenset, selv om Norskehavet har konsentrasjoner av de fleste stoffene som overvåkes på nivå med Nordsjøen. Av de tre undersøkte havområdene, er det Barentshavet som generelt sett har de laveste forurensningsnivåene.

6.2.1.2 Eksisterende tilførsel av forurensende stoffer til områder i Barentshavet

Tilførsler av miljøgifter til Barentshavet skjer med luft- og havstrømmer, fra elver, avrenning fra land, og transport med is. Luft- og havstrømmer står for hovedmengden av tilførslene, mens for kvikksølv er tilførsel fra elver også en betydelig kilde (Sonke m.fl. 2018).

Det har vært en stor økning i tilførslene av fosfor og nitrogen siden 90-tallet i Barentshavet. Økningen skyldes hovedsakelig utslipp fra fiskeoppdrett (HI, 2022). Samtidig har tilførslene av kobber økt mye, spesielt i løpet av de siste seks årene. Dette antas også å skyldes økte utslipp fra oppdrettsnæringen, men det har også periodevis vært høye tilførsler av kobber fra elvene, for eksempel i 2013. Sistnevnte skyldes i hovedsak nedfall av luftforurensninger fra Kola i Russland.

Andre kilder og aktiviteter som forventes å kunne bidra til forurensning i dette området er fiskeri, skipsfart, petroleumsvirksomhet og tidligere dumpet ammunisjon. Hoveddelen av tilførslene av miljøgifter og andre forurensende stoffer til Barentshavet skyldes imidlertid påvirkning fra områder utenfor norske havområder, i hovedsak langtransportert forurensning via luft (Green m.fl. 2013).

Sjøppl fra havbasert virksomhet er en relevant kilde til forurensning av havområdet. Blant annet er det vist til at fiskerirelatert søppel, deriblant tapte fiskeredskaper, er en viktig kilde til forurensning i Barentshavet. Modelleringer som viser hvor det er størst sannsynlighet at strandet søppel kommer fra (tilbakesporingsmodeller), viser også at det meste av flytende søppel stammer fra de nære havområdene (Strand m.fl. 2021).

6.2.1.3 Eksisterende tilførsel av forurensende stoffer til områder i Nordsjøen

Nordsjøen og Skagerrak er generelt mer forurenset enn de andre havområdene, men nivåene av de fleste miljøgifter i sjømatarter fra forvaltningsplanområdet er likevel under grenseverdiene for mattrygghet. Det mangler indikatorer for nivåer og effekter av miljøgifter i sårbare toppredatorer som sjøfugl og sjøpattedyr i dette havområdet, og det er heller ingen overvåking av metaller i sedimenter (HI, 2022).

I perioden 2009 til 2012 foregikk Tilførselsprogrammet, på vegne av daværende Klima- og forurensningsdirektoratet (nå Miljødirektoratet). Rapporten som gjaldt Nordsjøen og Skagerrak kom i 2011 (Green m.fl. 2011). Hovedintrykket var at det er relativt liten tilførsel av miljøfarlige stoffer til forvaltningsplanområdet Nordsjøen. Avsetning fra luften utgjør den største kilden for tilførsel av PCB, PAH, kvikksølv, bly og kadmium, spesielt for Nordsjøen utenom Skagerrak. Beregninger viste vesentlig større tilførsel av PCB og PAH enn beregnet tidligere. Utlekking fra havbunnen er den største kilden for tilførsel av arsen til Nordsjøen utenom Skagerrak og krom i den regionen av Nordsjøen som er nærmest kysten. I Skagerrak er tilførsler av kadmium, krom, arsen og PCB fra land større enn fra luft, og tilførslene fra land har relativt sett størst betydning for kadmium, krom og arsen. Skipstrafikk er den største kilden for tilførsel av olje, bortsett fra for olje i Skagerrak hvor tilførsler fra land er størst.

6.2.1.4 Eksisterende tilførsel av forurensende stoffer til områder i Norskehavet

I Norskehavet er konsentrasjonene av de fleste stoffene som overvåkes på nivå med Nordsjøen, Barentshavet eller et sted imellom, men en direkte sammenligning er vanskelig. Det er ukjent hvorfor noen sjømatarter som fiskes i Norskehavet i enkelte tilfeller og områder har uvanlig høye nivåer av miljøgifter, over grenseverdier for mattrygghet (HI, 2022).

Tilførsler av miljøgifter og annen forurensning til Norskehavet skjer via luft- og havstrømmer, utstrømmende vann fra elvemunninger og avrenning fra land. Luft- og havstrømmer står for hovedmengden av tilførslene. I perioden 2009 til 2012 foregikk Tilførselsprogrammet, på vegne av Klima- og forurensningsdirektoratet. Rapporten som omhandlet tilføring av forurensning til Norskehavet kom i 2012 (Green m.fl. 2012). Her ble det konkludert med at det er relativt liten tilførsel av miljøfarlige stoffer til forvaltningsplanområdet Norskehavet, noe som skyldes de store havvolumene i Norskehavet. Tilførslene via luften dominerer for de fleste miljøgifter. Bidrag fra havbunnen er dominerende for bly og krom i Norskehavet utenfor kyststrømmen. For olje (THC) var tilførsel fra skip hovedbidraget. For radioaktive stoffer var hovedkildene utstrømmende vann fra Kattegat og atmosfærisk nedfall.

Oljeforurenset sjøbunn rundt petroleumsfeltene i Norskehavet er i dag i hovedsak mindre enn 1 km² (HI, 2022). Høye konsentrasjoner av THC er ofte forbundet med tidligere lekkasjer fra oppsprukne reservoarer. Operatørene på norsk sokkel er pålagt å utføre miljøovervåking som gjennomføres hvert 3. år for hvert felt/region (DNV, 2024).

6.2.1.5 Tilførsel av forurensning som følge av havvindutbygging

Forventede utslipp, utlekking, slitasje og forvitring som kan føre til forurensning som følge av utbygging, drift og avvikling av havvind er beskrevet og diskutert i kapittel 3.

Videre vil omfanget av eventuell forurensning drives av lokale forhold. Dette inkluderer meteorologiske forhold (slitasje på turbinblader og øvrige bestanddeler, inkludert overflatebehandling), inkludert vind, temperatur, luftfuktighet, nedbør, bølgeførhold, havstrømmer, salinitet og øvrige kjemiske forhold i luft og sjø. I tillegg vil den relevante forurensningens egenskaper (partikkelstørrelse, kjemiske egenskaper, etc.) være av relevans for hvordan denne oppfører seg i det marine miljø, og eventuelt sprer seg. Når det kommer til spredning vil også meteorologiske og oseanografiske forhold påvirke dette.

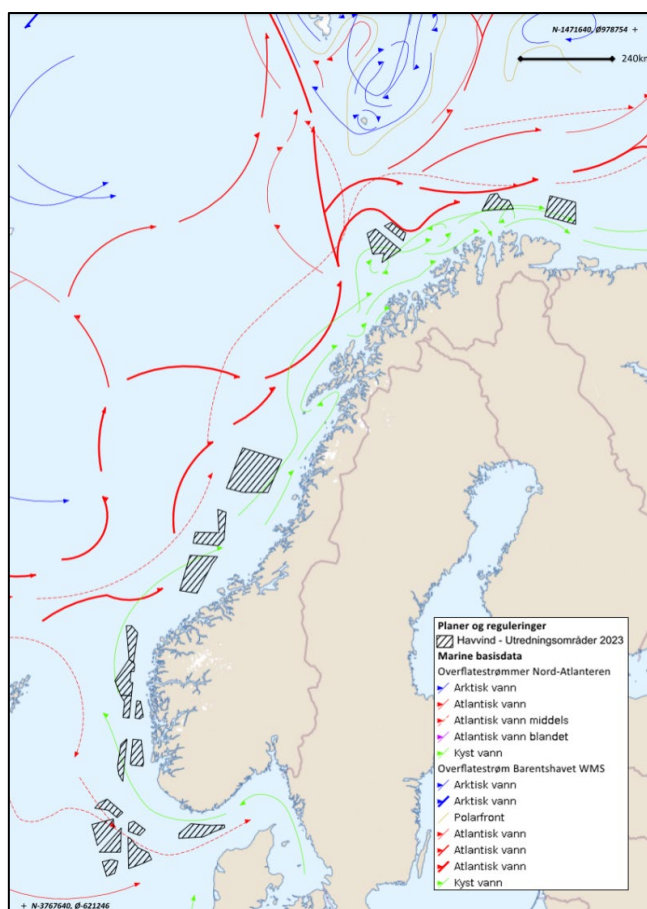
Som diskutert i kapittel 3 er det kjent at mikroplast transporteres med havstrømmene, og det er derfor rimelig å anta at hoveddelen av mikroplasten som slippes til det marine miljø fra havvindturbiner i de relevante områdene vil følge

havstrømmer og transporteres ut av området. Figur 3-1 gir en indikasjon om sedimenter avsettes eller eroderes i områder langs norskekysten, dvs. om fine sedimentpartikler transporteres gjennom/ut av området, eller avsettes på bunnen. Dette er en viktig forutsetning for om mikroplast kan antas av bli avsatt i nærområdene til vindturbinanlegget eller transporteres over lengre avstander før avsetning.

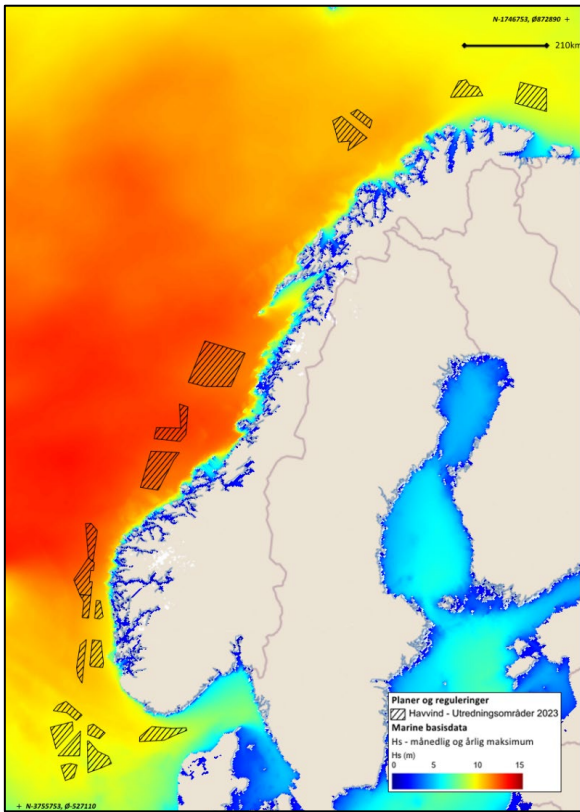
Som nevnt i kapittel 3 kan det forventes utslipp av mikroplast fra turbinblader i størrelsesorden 150 – 200 gram per turbin per år. Dette betyr et forventet utslipp av mikroplast i størrelsesorden 10,2 – 13,6 kg mikroplast hvert år fra referanseprosjektet, for turbinbladene. I tillegg kommer erosjon av overflatebehandling/maling fra selve strukturene. Grove beregninger viser et maksimalt utslipp av mikroplast fra slitasje på maling tilsvarer 6-13 kg mikroplast per år per turbin – avhengig av om det er bunnfast eller flytende strukturer og design. Skaleres dette opp til en havvindpark med 68 turbiner vil det utgjøre utslipp av ca. 400-850 kg mikroplast per år.

Det vil være en del usikkerheter knyttet til slike anslag. Særlig da vi vet at parametere som fører til slitasje på materialer, som for eksempel vind, temperaturrendringer og bølger, vil variere for de ulike områdene. I tillegg, som tidligere diskutert, forventes mikroplast som slippes til det marine miljø å følge havstrømmer i områdene. Figur 6-2 gir et overblikk over dominerende havstrømmer i norske havområder. I figuren er også de 20 utredningsområdene inkludert for å gi et overblikk over hvordan eventuell forurensning vil kunne spre seg i havområdene.

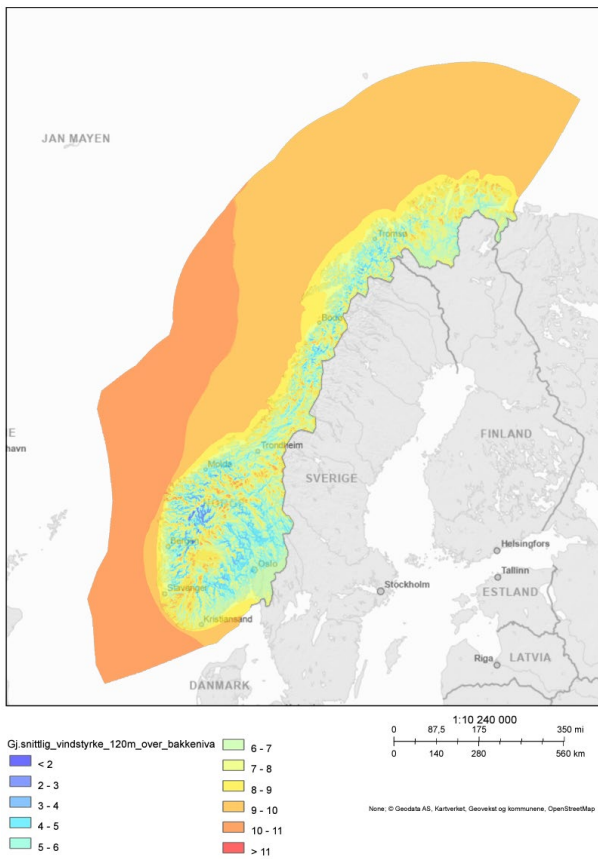
Figur 6-3 og Figur 6-4 viser henholdsvis gjennomsnittlig, årlig og månedlig, maksimal signifikant bølgehøyde, og gjennomsnittlig vindstyrke på 120 meter over havoverflaten. Dette for å gi en indikasjon på hvordan meteorologiske forhold varierer blant de 20 utredningsområdene når det kommer til parametere som bidrar til slitasje og forvitring på turbinene, som igjen fører til utslipp av forurensende stoffer, som mikroplast.



Figur 6-2 Dominerende havstrømmer i norske havområder, inkludert inntegnede utredningsområder for havvind som del av NVEs strategiske utredning av områder, 2024. (Barentswatch, Havforskningsintituttet).



Figur 6-3 Typisk årlig og månedlig maksimal signifikant bølgehøyde basert på NORA3 hindcast data (Barentswatch, Meteorologisk institutt).



Figur 6-4 Gjennomsnittlig vindstyrke (m/s) 120 meter over bakken (NVE, 2024b).

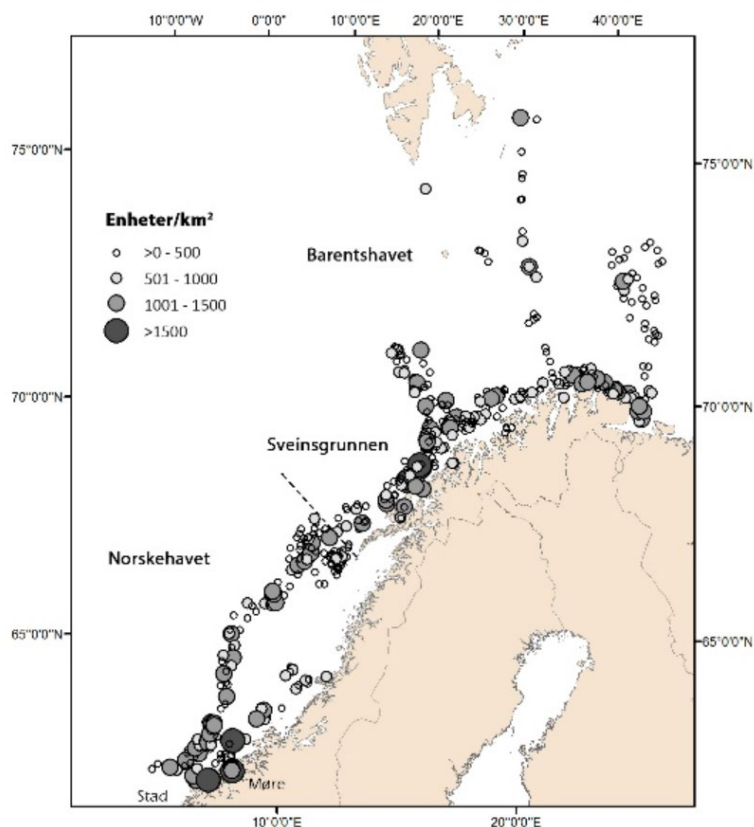
6.2.2 Avfall

6.2.2.1 Generelt om avfall i norske havområder

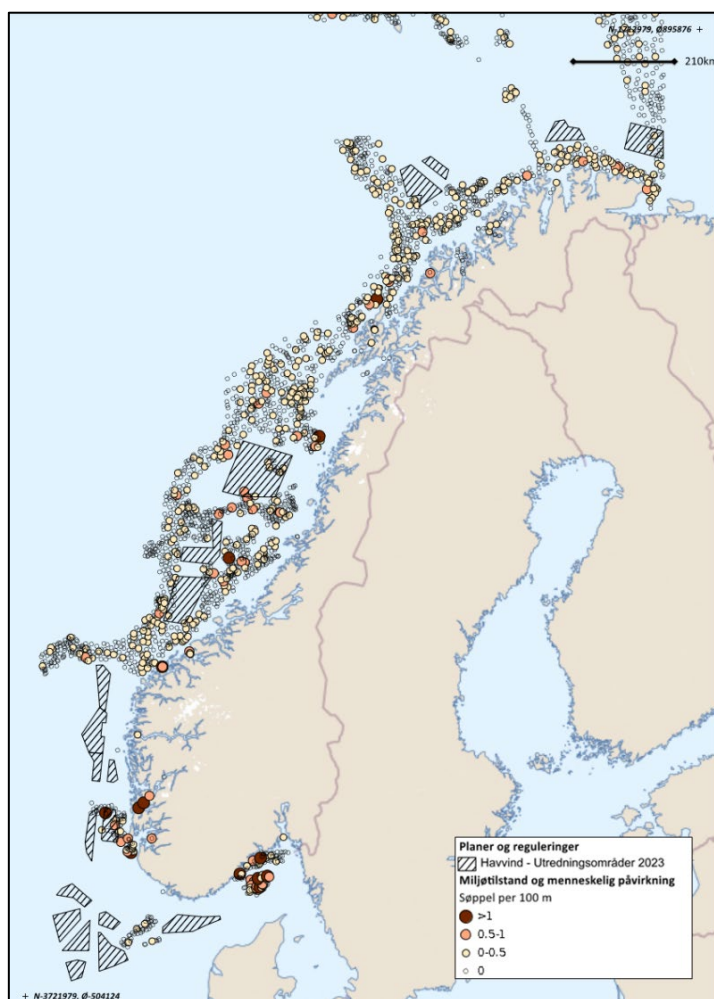
Marin forsøpling omfatter avfall både i strandsonen og i havet. Plast utgjør ca. 80 % av avfallet i havet på global basis. Den globale tilførselen av plast til havet er raskt økende, og var i 2010 estimert å være mellom 4,8 og 12,7 millioner tonn (FN, 2021).

Siden 2011 har Norge overvåket og rapportert strandforsøpling til OSPAR (konvensjonen om bevaring av det marine miljø i Nordøst-Atlanteren). Vi har i dag fem lokaliteter på fastlandet og to på Svalbard. Registreringene viser at det meste av avfallet er liner og snører, garn og deler av garn, samt rep og tau. Både eldre målinger (før OSPAR-metoden kom) på Været utenfor Trøndelagskysten, og målinger på alle OSPAR-strender etter 2011 viser at mer enn 70 % av gjenstandene er av plast. Det generelle bildet er jevnt høye nivåer av avfall på strendene uten indikasjoner på vesentlig endrede mengder de senere år.

Avfall er påvist ved 25 % av de 1626 havbunnsstasjonene som er blitt kartlagt så langt gjennom MAREANO-programmet i Norskehavet, Barentshavet og havområdene utenfor Lofoten og Vesterålen. Disse observasjonene antyder en gjennomsnittlig avfallsmengde på omtrent 200 kg per kvadratkilometer. Lokalt er det funnet opp mot 10 tonn avfall per kvadratkilometer nær kystområdene. Særlig vest for Ålesund er det registrert en betydelig negativ påvirkning. Det meste av avfallet her kan spores til fiskeriaktiviteter og inkluderer tunge gjenstander som tapte fiskeredskaper, wire/kabel og en udefinert kategori som sannsynligvis også inneholder gjenstander relatert til fiskeri. Avfallet samler seg i marine daler og trange kløfter, hovedsakelig i dybder mellom 200 og 300 meter, men det er også en økning i forekomsten på dyp fra 1100 til 1400 meter (Klima- og miljødepartementet, 2017). Se Figur 6-5 for en visualisering av avfallsfordelingen i ulike undervannslandskap. Figur 6-6 viser i tillegg søppelobservasjoner akkumulert per 100 meter undersøkt område.



Figur 6-5 Oversikt over stasjoner dekket av MAREANO programmet i perioden 2006 til 2017 og observert gjennomsnittlig avfallsmengde per kvadratkilometer. Stiplet linje markerer inndeling i stasjoner fra Norskehavet og Barentshavet. Stasjoner innenfor grunnlinjen er definert som kyst og utenfor åpent hav (HI., 2019).



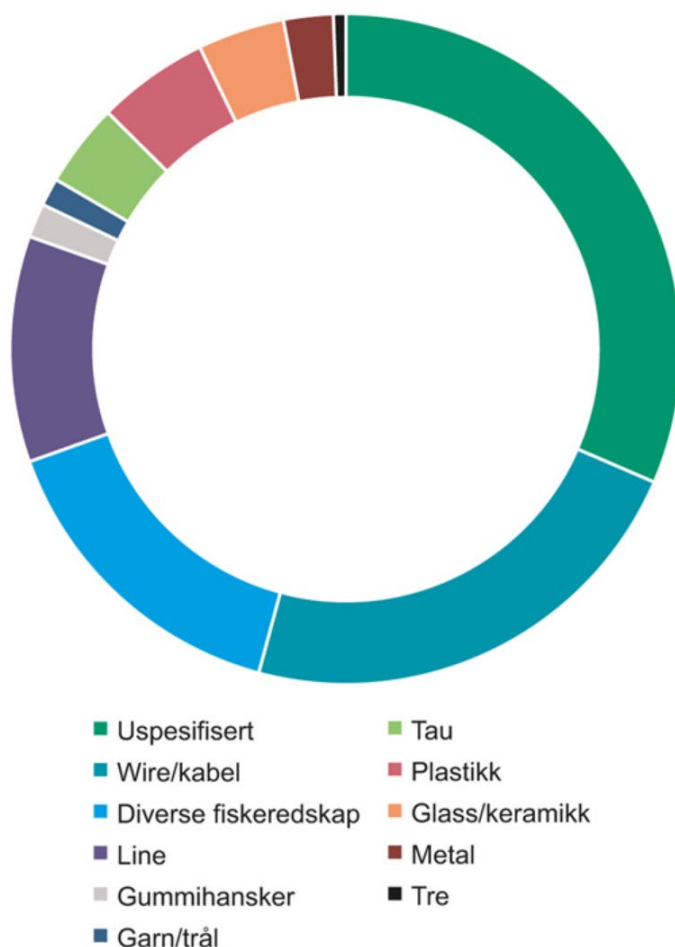
Figur 6-6 Oversikt over utredningsområder for havvind (2024) og observasjoner av søppel på sjøbunnen per 100 m ved visuelle undersøkelsesstasjoner dekket av MAREANO-programmet (Barentswatch, Havforskningsinstituttet).

6.2.2.2 Kilder til avfall i Norske havområder

På verdensbasis antas det generelt at 80 % av plasten i verdenshavene har sitt opphav på land, mens 20 % kommer fra sjøbaserte kilder som fiskeri, skipstrafikk og lignende (FN, 2021). Denne antagelsen er imidlertid et grovt gjennomsnitt og i stor grad basert på registreringer av plastavfall langs strendene. Data for plastavfall på havoverflaten og havbunnen er mer mangelfulle. I tillegg er det store variasjoner mellom ulike havområder og regioner når det gjelder fordelingen mellom landbaserte og sjøbaserte kilder av plastavfall.

Data fra strandryddeaksjoner i Norge indikerer at det meste av avfallet på strendene i Sør-Norge består av plast fra landbaserte kilder som husholdninger, industri, bygg og anlegg, og landbruk (Klima- og miljødepartementet, 2017). På den annen side øker andelen avfall fra fiskeri og andre sjøbaserte kilder jo lenger nord man kommer i landet. Sjøbaserte kilder inkluderer aktiviteter som fiskeri, skipstrafikk, petroleumsutvinning, havner og akvakultur. På Svalbard kommer hoveddelen av marint avfall, spesielt plastavfall, fra fiskeflåter fra ulike land.

MAREANO-programmet som kartlegger havbunnen i norske havområder, bidrar også med kunnskap om marin forsøpling. Over halvparten av avfallet observert på havbunnen under kartleggingen, er bekreftet å komme fra fiskerivirksomhet (Figur 6-7)(HI, 2019).



Figur 6-7 Typer av søppel observert på havbunnen under MAREANO-programmet i Norskehavet, Barentshavet og havområdene utenfor Lofoten og Vesterålen.

6.2.2.3 Tilførsel av avfall til det marine miljø som følge av havvindutbygging

Etablering av havvindturbiner i Norske havområder vil i utgangspunktet ikke tilføre avfall til det marine miljøet. Aktiviteter knyttet til utbygging av havvind vil gjennomføres med egne utarbeidede planer for håndtering av eventuelt avfall som skulle oppstå gjennom relevante aktiviteter, herunder emballasje, forbruksmateriale og lignende.

Havvindturbinene i seg selv vil under normal drift ikke tilføre avfall til det marine miljø, ettersom alle bestanddeler vil være del av avgrensede og lukkede systemer. Skulle uforutsette hendelser oppstå, knyttet til skade eller feil på systemene, vil dette kunne føre til at materialer fra turbinene havner i det marine miljø.

Utgangspunktet for etablering av havvind i Norge er at etter endt levetid vil havvinnanleggene i sin helhet inngå i avfallskretsløpet (nærmere omtalt i kapittel 2).

Som diskutert i kapittel 2 innebærer etablering av havvind et materialavtrykk, som ved endt levetid vil representere et potensielt avfallsavtrykk (avhengig av teknologi og marked for gjenbruk og gjenvinning).

6.2.2.4 Generering av avfall i Norge

Det totale avfallsavtrykket til Norge i 2022 var på 12,07 millioner tonn avfall. Av dette utgjorde 16% avfall fra industri, altså 1,88 millioner tonn. Avfallsgenerering som følge av havvindutbygging, drift og avvikling vil trolig kategoriseres

under samme kategori. Generelt er det en stigende trend for avfallsgenerering i Norge, dette gjelder også for de fleste kildekategorier, med noen unntak. Det totale avfallsregnskapet for Norge i 2022, fordelt på kilder er gitt i Tabell 6-2

Tabell 6-2 Avfallsregnskap for Norge, 2022, avfallsmengder etter kilde (SSB, 2023)

Avfallsregnskap for Norge 2022			
	2022		2021 - 2022
	1000 tonn	Andel (%)	Endring i prosent
Avfallskilder totalt	12 072	100	4
Industri	1884	16	7
Bygge- og anleggsvirksomhet	3156	26	11
Tjenesteytende næringer	2195	18	11
Private husholdninger	2203	18	-11
Andre eller uspesifisert næring	2635	22	5

Norges miljømål 4.3 og 4.4 ([Miljødirektoratet](#)) er avfallsmål og sier at «Utviklingen i mengden avfall skal være vesentlig lavere enn den økonomiske veksten» og «Materialgjenvinningen av avfall skal øke» I 2022 steg avfallsmengdene med drøye fire prosent mens Brutto nasjonalprodukt, BNP, som et mål på den økonomiske veksten, steg i 2022 med tre prosent fra 2021.

EUs rammedirektiv for avfall (2008/98/EF) har bindende mål om 70 prosent forberedelse til ombruk og materialgjenvinning av bygg- og anleggsavfall i 2020. Da EU vedtok en rekke endringer i flere avfallsdirektiv i 2018, innebar dette bl. a. en betydelig skjerping av mål for forberedelse til ombruk og materialgjenvinning i 2025, 2030 og 2035. EU vil revidere målet for bygg- og anleggsavfall, og skal utrede nye mål for næringsavfall og ikke-farlig avfall fra industrien i løpet av 2024 (Miljødirektoratet, 2019).

6.2.2.5 Generert avfall som følge av havvindutbygging

I de følgende kapitlene vil avfallsavtrykket som følge av havvindutbygging diskuteres for hvert av utredningsområdene, basert på referanseprosjektet for utredningen, kunnskap om materialavtrykket til en referanseturbin i kapittel 3, samt lokale forhold som danner krav til teknologi og omfang av materialbruk.

Likevel er det flere forhold som vil være like for alle utredningsområdene. Dette inkluderer forhold som ikke er påvirket av bunnforhold, dybde eller andre områdespesifikke forhold som påvirker teknologivalg og materialavtrykket. I følgende avsnitt gjøres det rede for de deler av material- og avfallsavtrykket til hvert utredningsområde som er å betrakte som likt for disse.

Tårn maskinhus og rotorblader

Basert på referanseprosjektet fremlagt av NVE, er utgangspunktet for bestanddelene tårn, maskinhus og rotorblader likt for alle utredningsområder.

I Tabell 6-3 presenteres material- og avfallsavtrykket for 1 turbin, samt for 68 turbiner som vil representere referanseprosjektet for samtlige utredningsområder når det gjelder bestanddelene tårn, maskinhus og rotorblader.

Tabell 6-3 Materialmengder per komponent i referanseturbinen og referanseprosjektet; tårn, maskinhus og rotorblader.

Turbin			
Materiale/kjemikalie	Mengde 1 turbin	Mengde 68 turbiner	Enhet
Tårn			
Stål (lavlegert)	1509	102 612	Tonn
Aluminium	28	1904	Tonn
Atmosfærisk overflatebeskyttelse (vinyl, epoksyprimer, polyuretan, Zn/Al-metallisering, organisk porefyllstoff, klorert gummi, uorganisk sinksilikatprimer)	17	1156	Tonn
Maskinhus (hub, nacelle, generator)			
Hub			
Støpejern	101	6868	Tonn
Kromstål	59	4012	Tonn
Stål (lavlegert)	53	3604	Tonn
Glassfiber	6	408	Tonn
Atmosfærisk overflatebeskyttelse (vinyl, epoksyprimer, polyuretan, Zn/Al-metallisering, organisk porefyllstoff, klorert gummi, uorganisk sinksilikatprimer)			
Nacelle			
Støpejern	416	28 288	Tonn
Kromstål	47	3196	Tonn
Stål (lavlegert)	398	27 064	Tonn
Kobber	16	1088	Tonn
Aluminium	12	816	Tonn
Atmosfærisk overflatebeskyttelse (vinyl, epoksyprimer, polyuretan, Zn/Al-metallisering, organisk porefyllstoff, klorert gummi, uorganisk sinksilikatprimer)	2,1 ³²	142,8	Tonn
Generator			
Stål (lavlegert)	85	5789	Tonn
Kobber	23	1564	Tonn
Aluminium	6	408	Tonn
Høy tetthet polyetylen	5	340	Tonn
Neodym			
Rotorblader (3 stk)			
Glassfiber	221	15 028	Tonn
Epoxy	88	5984	Tonn

³² Skalert lineært fra mengde alkydmaling for en 4,5 MW turbin i EcoInvent

Offshore substasjon

I Tabell 2-9 presenteres material- og avfallsavtrykket for en offshore substasjon relevant for havvindutbygging i de 20 områdene. Disse vil være relevant for alle områdene, uavhengig av aktuell teknologi.

Kjemikalier og oljeprodukter

Forbruk av olje og kjemikalier er antatt å være likt for alle områdene, uavhengig av lokale forhold eller relevant teknologi.

I Tabell 6-4 presenteres mengdeestimer når det kommer til oljeprodukter og kjemikalier i en 22W havvindturbin og referanseprosjektet.

Tabell 6-4 Mengder av kjemikalier og oljeprodukter i referanseturbinen og referanseprosjektet.

Kjemikalier i vindturbin			
Type kjemikalie/væske/sted	Mengde en turbin	Mengde 68 turbiner	enhet
Transformatorolje	1800-3000	122 400 – 204 000	Liter
Kjølevæske	1800-4500	122 400 – 306 000	Liter
Hydraulikkolje	1200-2400	81 600 – 163 200	Liter
Girølje	4500-12 000	306 000 – 816 000	Liter
Dempringsolje/kjølevæske	7500-12 000	510 000 – 816 000	Liter
Fett for hovedlager og bladlager	120-160	8160 – 10 880	kg
Rotasjons-gir	150-300	10 200 – 20 400	Liter

6.2.2.6 Generelt for områder relevant for bunnfast havvind

I områder relevant for bunnfast havvindutbygging vil turbinanlegget inkludere tårn, motorhus og rotorblader tilsvarende forholdene beskrevet ovenfor. I tillegg vil substasjon, kjemikalier og oljer (Tabell 6-3 og Tabell 6-4) også være relevant for alle utredningsområder.

Videre vil material- og avfallsavtrykket for de bunnfaste fundamentene variere med havdypet. Det samme er også gjeldende for avtrykket relatert til feltinterne kabler.

6.2.2.7 Generelt for områder relevant for flytende havvind

For områdene hvor det er relevant å bygge ut flytende havvind vil material- og avfallsavtrykket være tilsvarende for bestanddeler som inngår som del av flytende fundamenter. Denne utredningen tar for seg 4 ulike alternativer for flytende fundamenter. Material- og avfallsavtrykket for de ulike alternativene vil være lik for alle områder hvor flytende havvindteknologi er aktuelt ettersom lokale forhold som havdyp antas, for denne utredningen, å ikke påvirke dimensjonering av disse.

Tabell 6-5 oppsummerer material- og avfallsavtrykket for 4 ulike alternativer for flytende fundamenter.

Videre vil material- og avfallsavtrykket når det kommer til ankerstrategi og ankerliner variere med havdyp, og er derfor utredet spesifikt for hvert område i de følgende kapitlene.

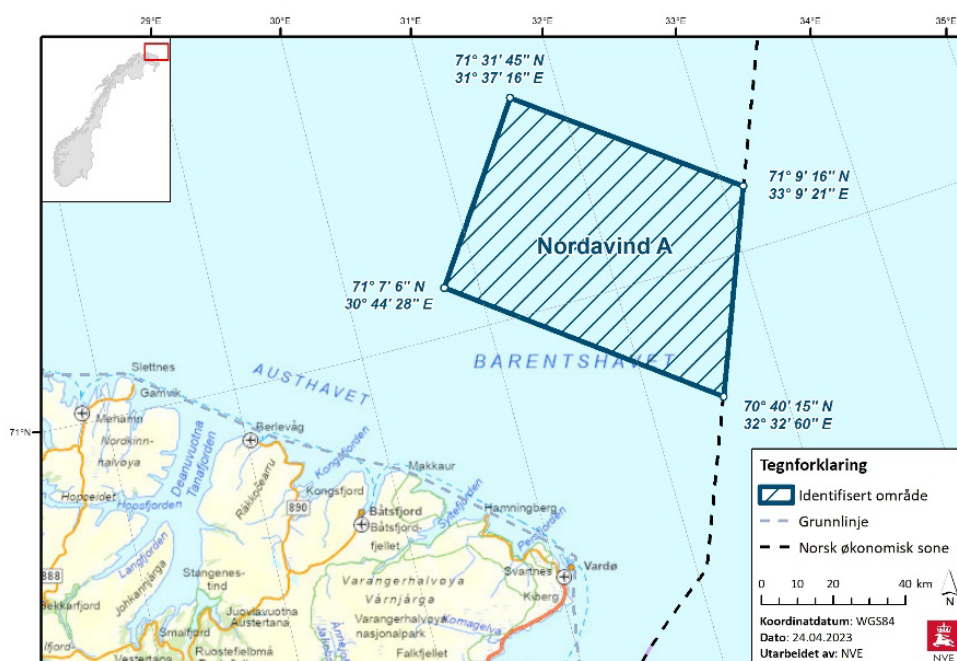
Tabell 6-5 Materialmengde per komponent i referanseturbin og referanseprosjekt; flytende fundamenter

Flytende fundamenter			
Materiale/kjemikalie	Mengde 1 turbin	Mengde 68 turbiner	Enhet
SPAR (stål)			
Stål	7333	498 644	Tonn
Ballast (betong)	3960	269 280	Tonn
Ballast bulk (ikke vann)	15840	1 077 120	Tonn
Aluminium anode	60	4080	Tonn
Maling Skvalpesone og under vann overflatebeskyttelse (vinyl, epoksyprimer, polyuretan, Zn/Al-metallisering, organisk porefyllstoff, klorert gummi/neopren, uorganisk sinksilikatprimer, polymerharpiks og glassflakforsterket polyester materiale)	2-3	136	Tonn
SPAR (betong)			
Sement	2860	194 480	tonn
Silika-røyk	161	10 948	tonn
Flyveaske	161	10 948	tonn
Fint tilslag	7700	523 600	tonn
Grovt tilslag	7700	523 600	tonn
Armeringsjern	2053	139 604	tonn
Stål	220	14 960	tonn
Ballast (f.eks. sprengstein)	17600	1 196 800	tonn
Semi-submersible (Stål)			
Stål	5867	398 956	tonn
Ballast (betong)	3813	259 284	tonn
Aluminium anode	60	4080	Tonn
Skvalpesone og under vann overflatebeskyttelse (vinyl, epoksyprimer, polyuretan, Zn/Al-metallisering, organisk porefyllstoff, klorert gummi/neopren, uorganisk sinksilikatprimer, polymerharpiks og glassflakforsterket polyester materiale)			
Semi-submersible (Betong)			
Sement	3447	234 396	tonn
Silika-røyk	191	12 988	tonn
Flyveaske	191	12 988	tonn
Fint tilslag	9313	633 284	tonn
Grovt tilslag	9313	633 284	tonn
Armeringsjern	3447	234 396	tonn
Stål	367	24 956	tonn

Ankerstrategi			
Draganker (3 stk)			
Stål	187	12 716	Tonn
Under vann overflatebeskyttelse (vinyl, epoksyprimer, polyuretan, Zn/Al-metallisering, organisk porefyllstoff, klorert gummi, uorganisk sinksilikatprimer)	0,2	13,6	Tonn

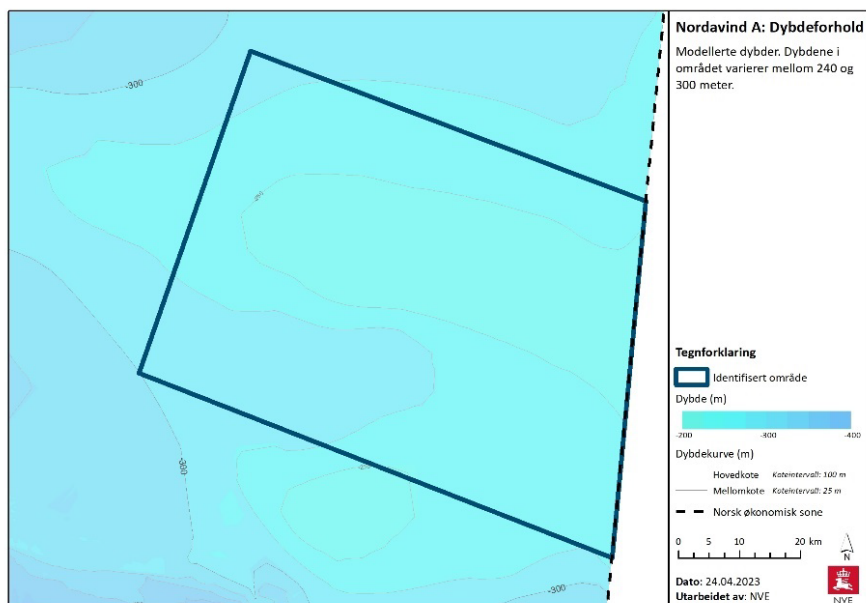
6.3 Nordavind A

Utredningsområdet Nordavind A er lokalisert utenfor kysten av Varangerhalvøya, helt øst i den norske delen av Barentshavet mot sjøgrensen til Russland (Figur 6-8).



Figur 6-8 Geografisk plassering av området Nordavind A (NVE, 2023).

Som vist i Tabell 5-1 er Nordavind A lokalisert i et område hvor gjennomsnittlig havdyp er 260m, og gjennomsnittlig vindhastighet 150 moh. er 9,6 m/s. Området er relevant for flytende havvindutbygging. Ytterligere informasjon om dybdeforhold i området er vist i Figur 6-9 hvor ruter med modellerte gjennomsnittsdybder er angitt.

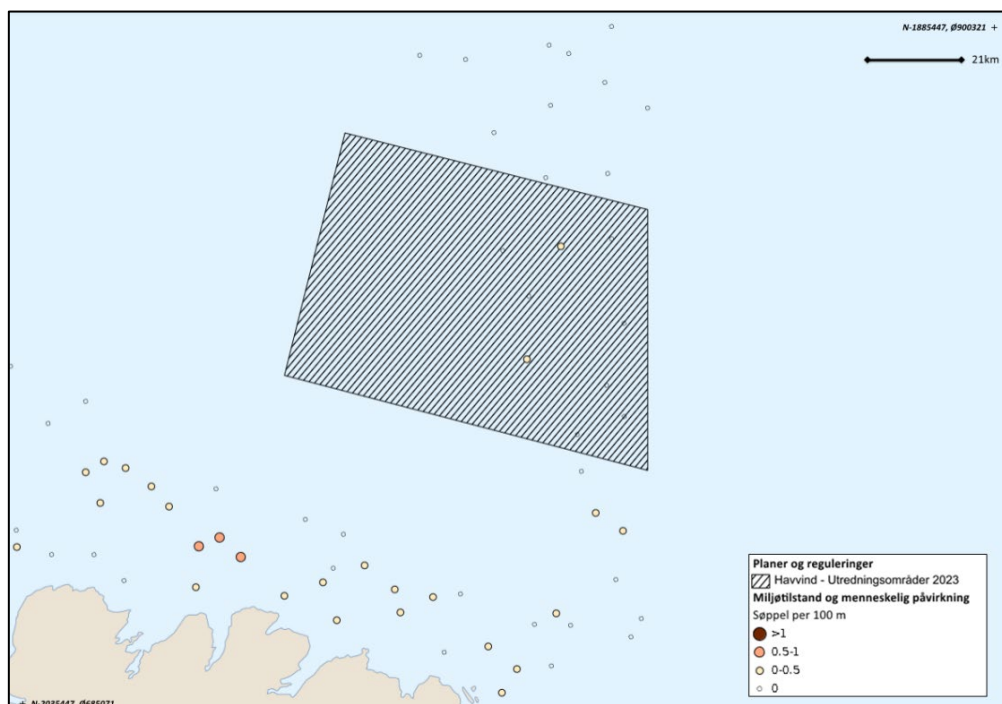


Figur 6-9 Dybdekart for Nordavind A. Dybdeverdiene i kartet er gitt med en oppløsning på 100 x 100 meter og hver rute representerer en modellert gjennomsnittsverdi. Det kan potensielt være stor variasjon innad i rutene (NVE, 2023).

6.3.1 Dagens situasjon for forurensning og avfall

Området er å anse som urørt av petroleumsaktiviteter da det ikke kan vises til aktivitet med leteboring, eller annen form for feltutvinningsaktiviteter. Samtidig er området gjenstand for en del fiskeriaktivitet, hovedsakelig utgjort av bunntørling, men også noe bruk av passive redskaper. Mot kysten befinner det seg flere akvakulturlokaliteter.

Det er observert noe forekomster av søppel både innenfor og i områdene rundt Nordavind A (Figur 6-10).



Figur 6-10 Nordavind A og observert søppel per 100 meter ved MAREANO-stasjoner (Barentswatch, MAREANO).

6.3.2 Vurdering av miljøverdier

Det er ulike miljø- og naturverdier i og i nærheten av Nordavind A. Følgende avsnitt oppsummerer de viktigste forholdene som er trukket frem i innledende utredningsarbeid til områdeidentifiseringen (NVE, 2023). For ytterligere vurderinger og innsikt i miljø- og naturverdier for området vises det til egne fagutredninger for de respektive miljøverdigruppene.

Sårbare artsgrupper

Fugl:

Området Nordavind A har en moderat sensitivetsverdi. Beliggenheten og nærheten til kysten i Troms og Finnmark fører til et høyt antall arter og individuelle fugler. Både pelagiske og kystnære arter benytter området, hovedsakelig for næringsøk av overflatebeitende og dykkende fugler. Grunnet havdybdene benyttes ikke området av arter som søker mat i relativt grunt vann.

Sensitiviteten i området er høyest om sommeren. Måker, joer, alkefugler, svømmesnipper, terner, dykkender, suler og lommer er gruppene med høyest sensitivitet da.

Om sommeren brukes området av både hekkende og ikke-hekkende fugler til næringsøk, hvile og gjennomflyging. Fuglene kommer hovedsakelig fra bestander og kolonier i Troms og Finnmark, samt på Kola, i tillegg til andre deler av Norge, Svalbard og Russland.

Sensitiviteten i området er noe lavere om høsten og våren, og lavest om vinteren. Alkefugler, joer, måker, stormfugler og lommer er spesielt sensitive om høsten, mens alkefugler, måker og stormfugler også er sårbare om våren. Om vinteren gjelder dette alkefugler, måker, stormfugler og dykkender. Disse sesongene domineres av trekkende eller overvintrende fugler fra Troms og Finnmark, samt andre bestander i Norge, Russland, Svalbard, Grønland, Sverige, Færøyene, Island eller naboland rundt Nordsjøen.

Miljøverdi: 0 – 67 (Lomvi, krykkje og alke)

Sjøpattedyr:

Området overlapper med potensielt viktige beiteområder for flere hvalarter, spesielt bardehvaler som vågehval, knølhval, finnhval og blåhval. Observasjoner fra Havforskningsinstituttets økosystemtokt viser at utbredelsen til flere hvalarter forflytter seg stadig lengre mot øst og nord, noe som mest sannsynlig vil gjøre områder i Barentshavet til stadig viktigere beiteområder for disse artene.

I området observeres også flokker med grønlandssel om våren og springere (kvitnos) om våren og sommeren.

Miljøverdi: 0 – 50 (50 i april grunnet grønlandssel)

Fisk:

Området overlapper med gytevandring for Barentshavbestanden av lodde, og det finnes også et gyteområde for nordøstatlantisk torsk rundt 22 kilometer sør for området. Lodda bruker området til å vandre inn mot kysten til gyteområdene, og vandringsruten varierer fra år til år. De fleste larver er funnet i den vestlige delen av gyteområdet, rundt Tromsøflaket. Området er trolig ikke det viktigste for loddevandringen.

Miljøverdi: 10 – 50 (50 grunnet loddelarver og torskelarver som befinner seg i området i mai – juli).

Sårbare naturtyper:

Det er ikke kjente sårbare naturtyper i det identifiserte området som er kartlagt (NVE, 2023).

Miljøverdi: ikke registrert med miljøverdi

6.3.2.1 Miljøverdier oppsummert

Tabellen under oppsummerer vurdert miljøverdi på bakgrunn av kunnskapen diskutert ovenfor.

Tabell 6-6 Oppsummert vurdering av miljøverdier for Nordavind A.

		Fugl	Marine pattedyr	Fisk	Sårbare naturtyper	Samlet vurdering
0 – 20	Uten betydning				x	
20 – 40	Noe verdi		x	x		
40 – 60	Middels verdi	x				
60 – 80	Stor verdi	x				x
80 – 100	Svært stor verdi					

6.3.3 Vurdering av påvirkning

6.3.3.1 Forurensing

Kapittel 3 diskuterer hvilke forurensingsaspekter som er relevant i forbindelse med etablering, drift og avvikling av havvind.

Som vist i Tabell 5-1 er gjennomsnittlig vind for området 9,6 m/s, i tillegg antas Nordavind A å være av de områdene som kan oppleve lavest temperaturer og være mest eksponert for frost og ising. Dette innebærer en viss slitasje på turbinenes bestanddeler. Noe som kan føre til ytterligere utslipp av mikroplast og slitasje av overflatebehandling.

Nordavind A er særlig sårbart for fugler, ettersom det er flere dykkende sjøfuglarter som beiter i områdene store deler av sommerhalvåret. Som diskutert i kapittel 3 er de relevante forurensningskildene fra havvindturbiner ikke i særlig konflikt med sjøfuglers beiteatferd. Eventuell oljeforurensning er forventet å være av så små volumer at disse brytes ned naturlig og normalt ikke utgjøre en signifikant påvirkning på eventuell beitende sjøfugl. Det samme gjelder for eventuell utlekking av miljøfarlige komponenter fra overflatebehandling.

Utslipp av mikroplast kan nå beitende sjøfugl i området da det kan forveksles med mat, som f. eks. dyreplankton. Mikroplast kan akkumulere i fordøyelsessystemet og kan føre til blokkering av fordøyelsessystemet, falsk metthetsfølelse og sult. Samlet sett kan mikroplast ha svært negativ påvirkning på fugler.

Som nevnt er området forbundet med gytevandring og larvedrift for både torsk og lodde. Som diskutert i kapittel 3 er de relevante forurensningsaspektene fra havvindturbiner å vurdere som ikke signifikante for torsk- og loddelarver. Dette med henblikk på de små volumene som er relevante under normale forhold og rask fortynning/nedbrytning i vannmassene.

Påvirkning fra forurensing på de relevante miljøverdiene vurderes derfor å være av kategorien *Ubetydelig endring* (Tabell 6-7).

Tabell 6-7 Vurdering av påvirkning av forurensing på miljøverdier som følge av havvindutbygging i Nordavind A.

	Fugl	Marine pattedyr	Fisk	Sårbare naturtyper	Samlet vurdering
Sterkt forringet					
Foringet					
Noe forringet					
Ubetydelig endring	X	X	X	X	X
Forbedret					

6.3.3.2 Avfall

Som diskutert i kapittel 2 og 4 er det ikke forventet at etablering, drift og avvikling vil medføre avfall som når det marine miljøet i form av søppel, men at alle materialer som går med på disse fasene blir værende i et avfallskretsløp til materialene gjenvinnes, gjenbrukes eller avhendes.

Påvirkning som følge av avfall vil derfor være knyttet til materialavtrykket til å etablere havvind i Nordavind A.

Kapittel 6.2.2.5 og 6.2.2.7 legger frem materialavtrykk som er gjeldende for alle utredningsområder som er relevant for utbygging av flytende havvind. Dette vil være gjeldende for materialavtrykket til Nordavind A.

Forhold som er områdespesifikt og som vil påvirke material- og avfallsavtrykket til Nordavind A inkluderer dybdeforhold og relevant teknologi (flytende for Nordavind A). Tabell 6-8 oppsummerer de feltspesifikke tilpasningene i material- og avfallsavtrykket. Beregningene er gjort med bakgrunn i gjennomsnittlig dyp for området (Tabell 5-1) og føringer gitt i referanseprosjekt fra NVE. Omfang av feltinterne kabler er beregnet med utgangspunkt i referanseprosjektet (2,5 km mellom hver turbin) og gjennomsnittlig havdyp for området. Det er derfor ikke tatt høyde for eventuelle strekk i kabler gjennom vannmassene eller ulike flyte/synke-strategier for festing av slike kabler mellom turbinene.

Tabell 6-8 Materialmengde for Nordavind A per komponent i referanseturbin og referanseprosjekt; ankerliner og kabler.

Ankerline (3 stk per turbin)			
Komponent/material	Mengde 1 turbin	Mengde 68 turbiner	Enhet
Stål	1115,4	75847,2	Tonn
Polyester	28,86	1962,48	Tonn
Feltinterne kabler (1 km)			
Stål (lavlegert)	16,4 (Tonn/km)	3077,952	Tonn
Kobber	25,4 (Tonn/km)	4767,072	Tonn
Polyetylen (PE)	3,0 (Tonn/km)	563,04	Tonn
Polypropylen (PP)	1,6 (Tonn/km)	300,288	Tonn

Tabell 6-9 oppsummerer det totale avfalls- og materialavtrykket til en havvindutbygging i Nordavind A. Tabellen oppsummerer avtrykket fordelt på 4 ulike flyteteknologier, flytende sparkonstruksjon i betong, flytende sparkonstruksjon i stål, flytende semi-submersibel konstruksjon i betong og flytende semi-submersibel konstruksjon i stål. Tabellen gir også

et henblikk på materialavtrykket til en havvindutbygging i Nordavind A og nasjonale avfallstall for 2022 (SSB, 2023) og beskrivelser gitt i kapittel 5.2.2.4.

Som vist i tabellen er det stor variasjon i hvordan flyteteknologi vil påvirke det totale material- og avfallsavtrykket for Nordavind A. En havvindutbygging med flytende sparkonstruksjon i betong vil ha et avtrykk som vil tilsvare omlag 3 ganger så mye som for flytende semi-submersibel konstruksjon i stål. Ved endt levetid for havvinnanleggene vil det som beregnes som et materialavtrykk resultere i et tilsvarende avfallsavtrykk. Det er varierende hvor stor andel av et nasjonalt avfallsavtrykk etablering av havvind i Nordavind A vil ha, og dette vil variere med teknologi. For Nordavind A, sammenlignet med nasjonale avfallstall for 2022, vil dette ligge omtrent mellom 8 – 24% av det nasjonale avfallsavtrykket.

Tabell 6-9 Totalt material- og avfallsavtrykk for Nordavind A fordelt på relevante teknologier. Inkludert sammenligning med nasjonale avfallstall for 2022 (SSB, 2023).

Totalt materialavtrykk per konsept/design			
Teknologi	Totalt materialavtrykk 68 turbiner	Enhet	Del av nasjonalt avfallsavtrykk (2022 nivåer)
Flytende sparkonstruksjon i stål	2160,4	1000 Tonn	18%
Flytende sparkonstruksjon i betong	2926,1	1000 Tonn	24%
Flytende semi-submersibel konstruksjon i stål	973,5	1000 Tonn	8%
Flytende semi-submersibel konstruksjon i betong	2097,5	1000 Tonn	17%

Basert på det ovenfornevnte vurderes det at en havvindutbygging i Nordavind A vil ha en betydelig påvirkning på Norges totale avfallsavtrykk ved endt levetid for en eventuell utbygging. Samtidig, som diskutert i kapittel 3, forventes det at samtlige bestanddeler og fraksjoner vil være en del av et avfallskretsløp. Med henblikk på utvikling i industrien, også når det kommer til teknologi for gjenvinning, gjenbruk og avfallsbehandling, samt at avvikling av Nordavind A eventuelt ville først være gjeldende etter 2050, vurderes det som rimelig å anta at hovedparten av materialer fra havvinnanleggene vil kunne gjenvinnnes og gjenbrukes. Dette reduserer den overordnede påvirkningen.

Den endelige vurderingen av påvirkning utbygging av havvind ved Nordavind A vil ha for temaet avfall er vurdert til å være **Forringet**.

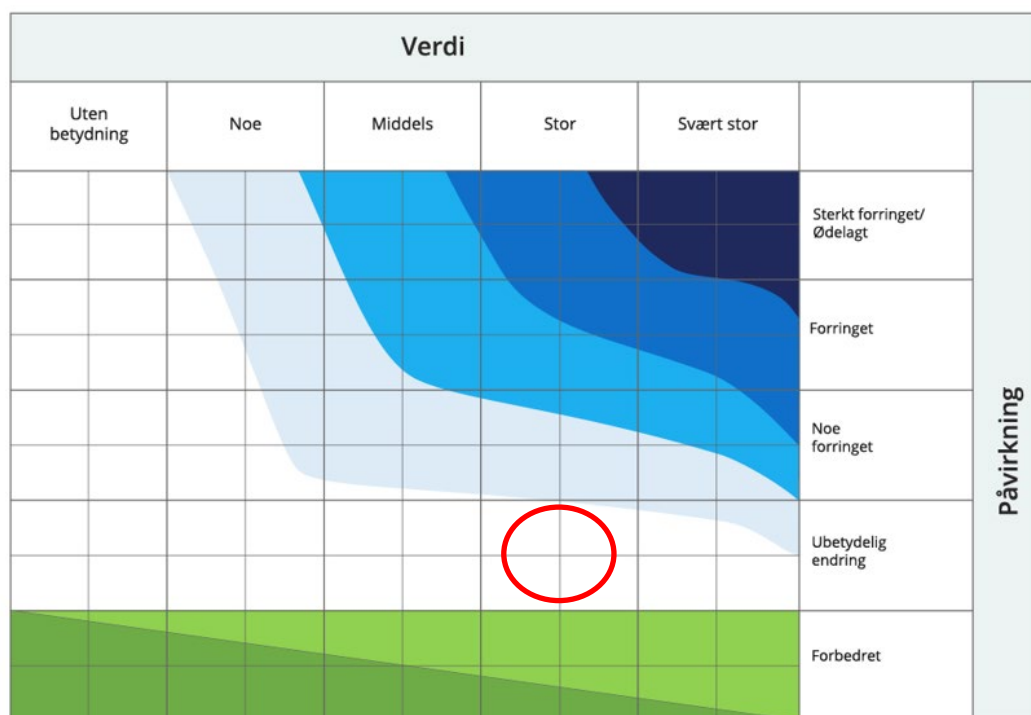
6.3.4 Vurdering av konsekvens

6.3.4.1 Konsekvens av forurensning

Konsekvenser for forurensning er presentert i Figur 6-11 og representerer vurderinger av miljøverdier i områdene og påvirkning fra relevant forurensning.

Konsekvenser for avfall er vurdert å ikke påvirke de relevante miljøverdiene i områdene. Samtidig vil dette være relevant for påvirkning av nasjonale avfallsmål i et langtidsperspektiv.

Den samlede konsekvensgraden for forurensning for området er vurdert til å være **Ubetydelig (-1)** (Tabell 5-1).



Figur 6-11 Vurdert konsekvens for forurensning som følge av utbygging av havvind ved Nordvind A. Konsekvensen er vurdert som et resultat av verdi i x-aksen med grad av påvirkning i y-aksen.

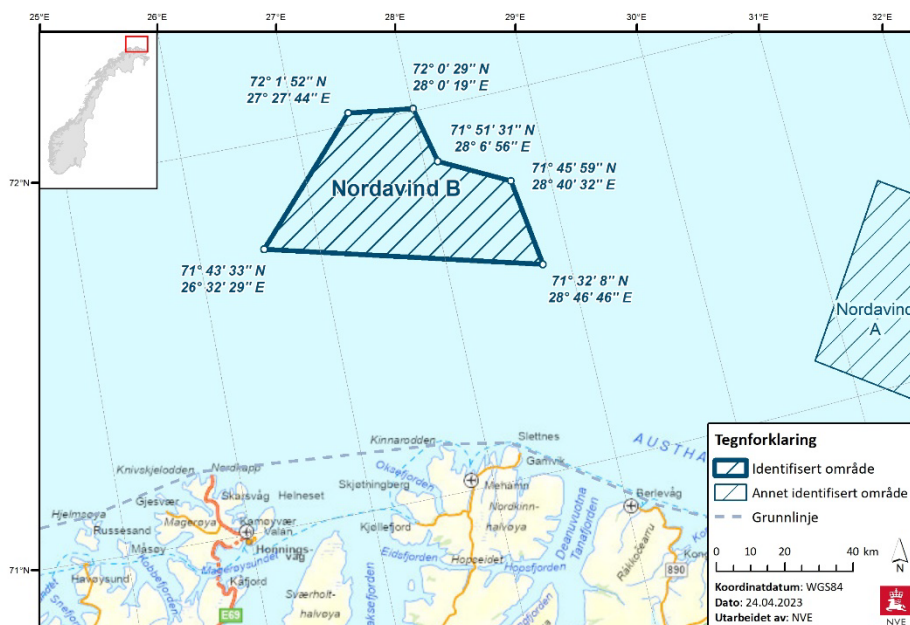
6.3.4.2 Konsekvens av avfall

Material- og avfallsavtrykket for etablering av havvind i området er vurdert som omfattende og vil påvirke nasjonale avfallsmål i et langtidsperspektiv, inkludert internasjonale forpliktelser når det kommer til materialforbruk og avfallsgenerering.

Den samlede konsekvensgraden for avfall for området er vurdert til å være *Alvorlig* (-4) (Tabell 6-9).

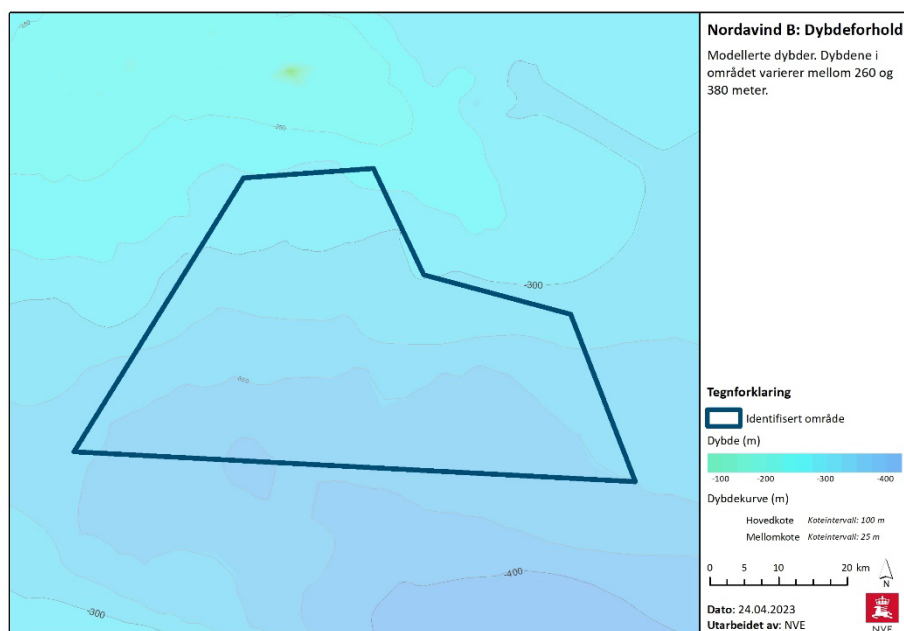
6.4 Nordavind B

Utredningsområdet Nordavind B er lokalisert utenfor kysten av Finnmark, nord for Magerøya og Nordkinnhalvøya. Området ligger øst i den norske delen av Barentshavet, vest for utredningsområdet Nordavind A (Figur 6-12).



Figur 6-12 Geografisk plassering av området Nordavind B (NVE, 2023).

Som vist i Tabell 5-1 er Nordavind B lokalisert i et område hvor gjennomsnittlig havdyp er 335m, og gjennomsnittlig vindhastighet 150 moh. er 9,8 m/s. Området er relevant for flytende havvindutbygging. Ytterligere informasjon om dybdeforhold i området er vist i Figur 5-13 hvor ruter med modellerte gjennomsnittsdybder er angitt.

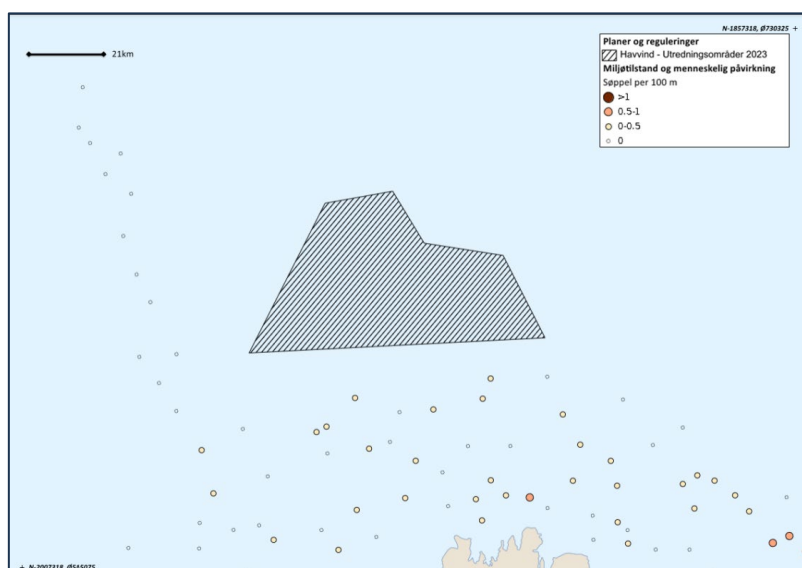


Figur 6-13 Dybdekart for Nordavind B. Dybdeverdiene i kartet er gitt med en oppløsning på 100 x 100 meter og hver rute representerer en modellert gjennomsnittsverdi. Det kan potensielt være stor variasjon innad i rutene (NVE, 2023).

6.4.1 Dagens situasjon for forurensning og avfall

Området er å anse som urørt av petroleumsaktiviteter, selv om det bare noen kilometer, både sørøst, sør og nord, for området befinner seg tidligere letebrønner. De fleste av disse er riktignok å anse som av nyere dato. Potensialet for forurensning til området er vurdert som begrenset. Samtidig er området gjenstand for en del fiskeriaktivitet, hovedsaklig ved bruk av passive redskaper, men det har også foregått en del bunntørling i områdene. Mot kysten befinner det seg flere akvakulturlokalteter.

Det er observert en del forekomster av søppel både innenfor og i områdene rundt Nordavind A (Figur 6-14).



Figur 6-14 Nordavind B og observert søppel per 100 meter ved MAREANO-stasjoner (Barentswatch, MAREANO).

6.4.2 Vurdering av miljøverdier

Det er ulike miljø- og naturverdier i og i nærheten av Nordavind B. Følgende avsnitt oppsummerer de viktigste forholdene som er trukket frem i innledende utredningsarbeid til områdeidentifisering (NVE, 2023). For ytterligere vurderinger og innsikt i miljø- og naturverdier for området vises det til egne fagutredninger for de respektive miljøverdigrupperne.

Sårbare artsgrupper

Fugl:

Nordavind B har en moderat sensitivetsverdi. Plassering og nærhet til kysten i Troms og Finnmark medfører at området er rikt på arter og individuelle fugler. Det er et viktig område både for pelagiske og kystnære arter, som benytter seg av området til næringssøk både på overflaten og under vann. Grunnet dybden benyttes det ikke av arter som søker mat i grunne farvann.

Området er mest sårbart om sommeren, spesielt for arter som måker, joer, alkefugler, svømmesnipper, suler, terner, dykkender og stormfugler.

Om sommeren brukes området av både hekkende og ikke-hekkende fugler til næringssøk, hvile og gjennomtrekk. Fugler fra ulike bestander og kolonier i Troms og Finnmark, samt andre deler av Norge, Svalbard og Russland, er vanlige besøkende.

Sårbarheten i området er noe lavere om våren og høsten, og lavest om vinteren. Om våren er spesielt alkefugler, måker og stormfugler sensitive, mens om høsten gjelder dette også for joer. Om vinteren er det hovedsakelig trekkende eller overvintrende fugler fra Troms og Finnmark, andre deler av Norge, Russland, Svalbard, Grønland, Sverige, Færøyene, Island eller naboland rundt Nordsjøen, som besøker området.

Miljøverdi: 50 (grunnet viktighet for krykkje i sommerhalvåret)

Sjøpattedyr:

Området er et viktig beiteområde for flere hvalarter, spesielt bardehvaler som vågehval, knølhval, finnhval og blåhval, samt springere (kvitnos) om våren og sommeren. Observasjoner fra telletokter og Havforskningsinstituttets økosystemtokter viser at flere hvalarters utbredelse beveger seg stadig lenger mot øst og nord, noe som antyder at områder i Barentshavet vil bli stadig viktigere beiteområder for disse artene.

Miljøverdi: 0 – 50 (50 i april grunnet grønlandssel)

Fisk:

Området overlapper med gytevandringsområder for barentshavbestanden av lodde og nordøstatlantisk torsk. Lodden vandrer inn mot kysten til gyteområdene, og vandringsruten varierer fra år til år. De fleste larver finnes i den vestlige delen av gyteområdet, rundt Tromsøflaket. Området er trolig ikke det viktigste for loddevandringen.

Miljøverdi: 10 – 56 (høyeste verdi grunnet loddelarver og torskelarver som befinner seg i området i mai – juli).

Sårbare naturtyper:

Det er ikke kjente sårbare naturtyper i det identifiserte området som er kartlagt (NVE, 2023).

Miljøverdi: ikke registrert med miljøverdi

6.4.2.1 Miljøverdier oppsummert

Tabellen under oppsummerer vurdert miljøverdi på bakgrunn av kunnskapen diskutert ovenfor.

Tabell 6-10 Oppsummert vurdering av miljøverdier for Nordavind B.

		Fugl	Marine pattedyr	Fisk	Sårbare naturtyper	Samlet vurdering
0 – 20	Uten betydning				x	
20 – 40	Noe verdi		x	x		
40 – 60	Middels verdi	x				x
60 – 80	Stor verdi					
80 – 100	Svært stor verdi					

6.4.3 Vurdering av påvirkning

6.4.3.1 Forurensing

Kapittel 3 diskuterer hvilke forurensingsaspekter som er relevant i forbindelse med etablering, drift og avvikling av havvind.

Som vist i Tabell 6-1 er gjennomsnittlig vind for området 9,8 m/s, i tillegg antas Nordavind B å være av de områdene som kan oppleve lavest temperaturer og være mest eksponert for frost. Dette innebærer en viss slitasje på turbinenes bestanddeler. Dette kan føre til ytterligere utslipp av mikroplast og slitasje av overflatebehandling.

Nordavind A er særlig sårbart for fugler (krykkje), samt flere dykkende sjøfuglarter som beiter i områdene store deler av sommerhalvåret. Som diskutert i kapittel 3 er de relevante forurensingskildene fra havvindturbiner ikke av særlig konflikt med sjøfuglers beiteatferd. Eventuell oljeforurensing er forventet å være av så små volumer at disse vil brytes ned naturlig og normalt ikke utgjøre en signifikant påvirkning på eventuell beitende sjøfugl. Det samme gjelder fra eventuell utlekking av miljøfarlige stoffer fra overflatebehandling.

Utslipp av mikroplast kan nå beitende sjøfugl i området da det kan forveksles med mat, som f. eks. dyreplankton. Mikroplast kan akkumulere i fordøyelsessyemet kan føre til blokkering av fordøyelsessystemet, falsk metthetsfølelse og sult. Samlet sett kan mikroplast ha svært negativ påvirkning på fugler.

Som nevnt er området forbundet med gytevandring og larvedrift for både torsk og lodde. Som diskutert i kapittel 3 er de relevante forurensingsaspektene fra havvindturbiner å vurdere som ikke signifikante for torske- og loddelarver. Dette med henblikk på de små volumene som er relevante under normale forhold og rask fortykning i vannmassene.

Påvirkning fra forurensing på de relevante miljøverdiene vurderes derfor å være av kategorien *Ubetydelig endring*.

Tabell 6-11 Vurdering av påvirkning av forurensing på miljøverdier som følge av havvindutbygging i Nordavind A.

	Fugl	Marine pattedyr	Fisk	Sårbare naturtyper	Samlet vurdering
Sterkt forringet					
Foringet					
Noe forringet					
Ubetydelig endring	X	X	X	X	X
Forbedret					

6.4.3.2 Avfall

Som diskutert i kapittel 2 og 3 er det ikke forventet at etablering, drift og avvikling vil medføre avfall som når det marine miljøet i form av søppel, men at alle materialer som går med på disse fasene blir værende i et avfallskretsløp til materialene gjenvinnes, gjenbrukes eller avhendes.

Påvirkning som følge av avfall vil derfor være knyttet til materialavtrykket til å etablere havvind i Nordavind B.

Kapittel 6.2.2.5 og 6.2.2.7 legger frem materialavtrykk som er gjeldende for alle utredningsområder som er relevant for utbygging av flytende havvind. Dette vil være gjeldende for materialavtrykket til Nordavind B.

Forhold som er områdespesifikt og som vil påvirke material- og avfallsavtrykket til Nordavind B inkluderer dybdeforhold og relevant teknologi (flytende for Nordavind B). Tabell 6-12 oppsummerer de feltspesifikke tilpasningene i material- og avfallsavtrykket. Beregningene er gjort med bakgrunn i gjennomsnittlig dyp for området (Tabell 6-1) og føringer gitt i referanseprosjekt fra NVE. Omfang av feltinterne kabler er beregnet med utgangspunkt i referanseprosjektet (2,5 km mellom hver turbin) og gjennomsnittlig havdyp for området. Det er derfor ikke tatt høyde for eventuelle strekk i kabler gjennom vannmassene eller ulike flyte/synke-strategier for festing av slike kabler mellom turbinene.

Tabell 6-12 Materialmengde for Nordavind B per komponent i referanseturbinen og referanseprosjektet; ankerliner og kabler.

Ankerline (3 stk per turbin)			
Komponent/material	Mengde 1 turbin	Mengde 68 turbiner	Enhet
Stål	1437,1	97 726,2	Tonn
Polyester	37,2	2528,6	Tonn
Feltinterne kabler (1 km)			
Stål (lavlegert)	16,4 (Tonn/km)	3161,6	Tonn
Kobber	25,4 (Tonn/km)	4896,6	Tonn
Polyetylen (PE)	3,0 (Tonn/km)	578,3	Tonn
Polypropylen (PP)	1,6 (Tonn/km)	308,4	Tonn

Tabell 6-13 oppsummerer det totale avfalls- og materialavtrykket til en havvindutbygging i Nordavind B. Tabellen oppsummerer avtrykket fordelt på 4 ulike flyteteknologier, flytende sparkonstruksjon i betong, flytende sparkonstruksjon i stål, flytende semi-submersibel konstruksjon i betong og flytende semi-submersibel konstruksjon i stål. Tabellen gir også et henblikk på materialavtrykket til en havvindutbygging i Nordavind B og nasjonale avfallstall for 2022 (SSB, 2023) og beskrivelser gitt i kapittel 6.2.2.4.

Som vist i tabellen er det stor variasjon i hvordan flyteteknologi vil påvirke det totale material- og avfallsavtrykket for Nordavind B. En havvindutbygging med flytende sparkonstruksjon i betong vil ha et avtrykk som vil tilsvare omlag 3 ganger så mye som for flytende semi-submersibel konstruksjon i stål. Ved endt levetid for havvinnanleggene vil det som beregnes som et materialavtrykk resultere i et tilsvarende avfallsavtrykk. Det er varierende hvor stor andel av et nasjonalt avfallsavtrykk etablering av havvind i Nordavind B vil ha, og dette vil variere med teknologi. For Nordavind B, sammenlignet med nasjonale avfallstall for 2022, vil dette ligge omtrent mellom 8 – 24% av det nasjonale avfallsavtrykket.

Tabell 6-13 Totalt material- og avfallsavtrykk for Nordavind A fordelt på relevante teknologier. Inkludert sammenligning med nasjonale avfallstall for 2022 (SSB, 2023).

Totalt materialavtrykk per teknologi			
Teknologi	Totalt materialavtrykk 68 turbiner	Enhet	Del av nasjonalt avfallsavtrykk (2022 nivåer)
Flytende sparkonstruksjon i stål	2183,1	1000 Tonn	18%
Flytende sparkonstruksjon i betong	2948,8	1000 Tonn	24%
Flytende semi-submersibel konstruksjon i stål	996,2	1000 Tonn	8%
Flytende semi-submersibel konstruksjon i betong	2120,2	1000 Tonn	18%

Basert på det ovenfornevnte vurderes det at en havvindutbygging i Nordavind B vil ha en betydelig påvirkning på Norges totale avfallsavtrykk ved endt levetid for en eventuell utbygging. Samtidig, som diskutert i kapittel 3, forventes det at samtlige bestanddeler og fraksjoner vil være en del av et avfallskretsløp. Med henblikk på utvikling i industrien, også når det kommer til teknologi for gjenvinning, gjenbruk og avfallsbehandling, samt at avviking av Nordavind B eventuelt ville først være gjeldende etter 2050, vurderes det som rimelig å anta at hovedparten av materialer fra havvindanleggene vil kunne gjenvinnnes og gjenbrukes. Dette reduserer den overordnede påvirkningen.

Den endelige vurderingen av påvirkning utbygging av havvind ved Nordavind A vil ha for temaet avfall er vurdert til å være **Foringet**.

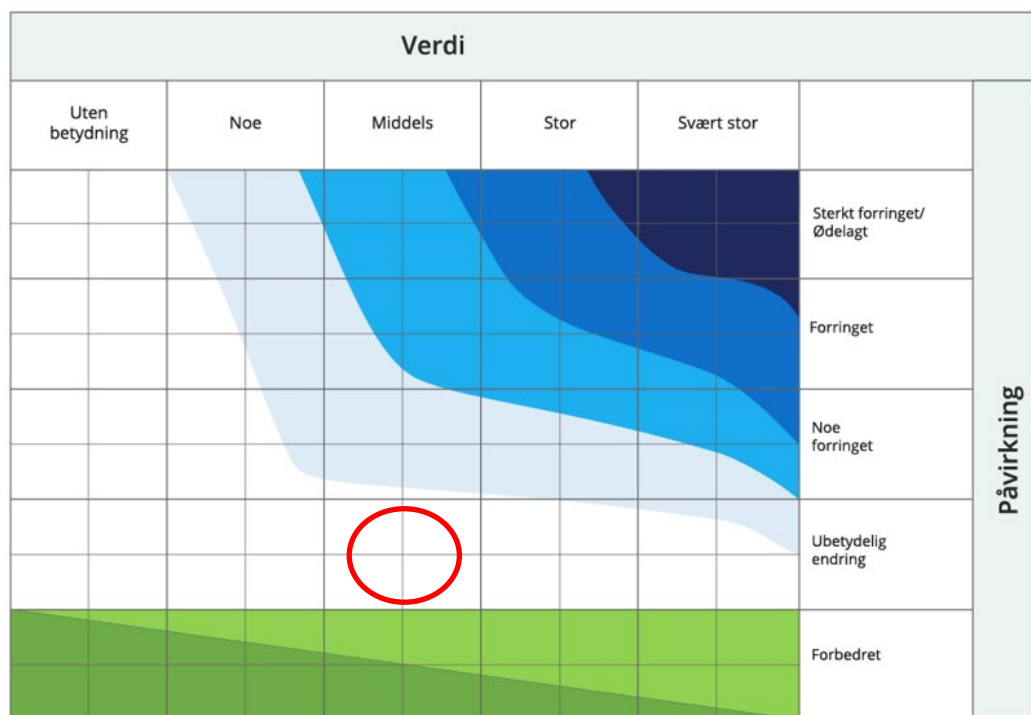
6.4.4 Vurdering av konsekvens

6.4.4.1 Konsekvens for forurensning

Konsekvenser for forurensning er presentert i Figur 6-15 og representerer vurderinger av miljøverdier i områdene og påvirkning fra relevant forurensning.

Konsekvenser for avfall er vurdert å ikke påvirke de relevante miljøverdiene i områdene. Samtidig vil dette være relevant for påvirkning av nasjonale avfallsmål i et langtidsperspektiv.

Den samlede konsekvensgraden for forurensning for området er vurdert til å være *Ubetydelig (-1)* (Tabell 5-1).



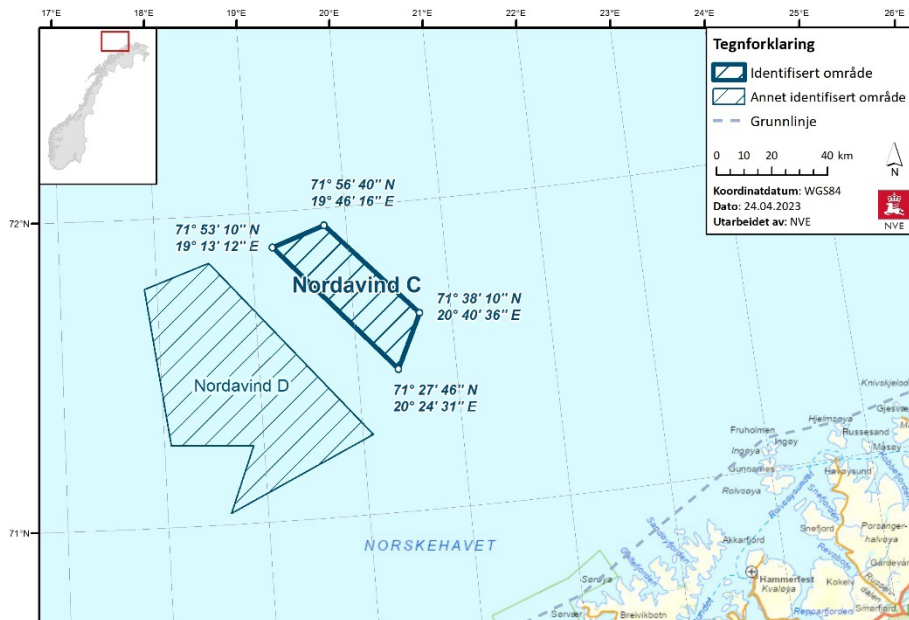
Figur 6-15 Vurdert konsekvens for forurensning som følge av utbygging av havvind ved Nordavind B
Konsekvensen er vurder som et resultat av verdi i x-aksen med grad av påvirkning i y-aksen.

6.4.4.2 Konsekvens for avfall

Material- og avfallsavtrykket for etablering av havvind i området er vurdert som omfattende og vil påvirke nasjonale avfallsmål i et langtidsperspektiv, inkludert internasjonale forpliktelser når det kommer til materialforbruk og avfallsgenerering. Den samlede konsekvensgraden for forurensning for området er vurdert til å være *Alvorlig (-4)* (Tabell 5-1).

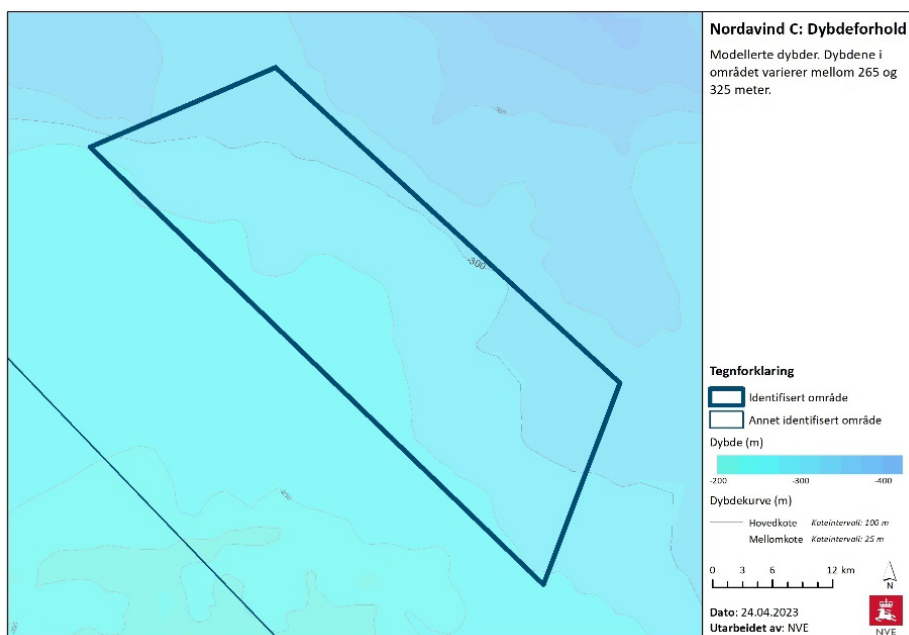
6.5 Nordavind C

Utredningsområdet Nordavind C er lokalisert utenfor kysten av Sørøya i Finnmark (Figur 5-16).



Figur 6-16 Geografisk plassering av området Nordavind C (NVE, 2023).

Som vist i Tabell 6-1 er Nordavind C lokalisert i et område hvor gjennomsnittlig havdyp er 290 m, og gjennomsnittlig vindhastighet 150 moh. er 9,8 m/s. Området er relevant for flytende havvindutbygging. Ytterligere informasjon om dybdeforhold i området er vist i Figur 6-17 hvor ruter med modellerte gjennomsnittsdybder er angitt.



Figur 6-17 Dybdekart for Nordavind C. Dybdeverdiene i kartet er gitt med en oppløsning på 100 x 100 meter og hver rute representerer en modellert gjennomsnittsverdi. Det kan potensielt være stor variasjon innad i rutene (NVE, 2023).

6.5.1 Dagens situasjon for forurensning og avfall

Like sørøst for området ligger petroleumsfeltet Snøhvit som startet opp i 2007. Miljøovervåkning gjennomført i 2019 for Snøhvit feltet indikerer sedimenter forurensset med THC (hydrokarboner), samt forhøyede verdier av barium og kadmium, øvrige metaller rapporteres om å være tilsvarende normale bakgrunnsverdier for området (Akvaplan Niva, 2019). Det er i tillegg flere letebrønner i områdene rundt Nordavind C, inkludert en letebrønn innenfor utredningsområdet, disse ble alle boret i ulike tidsperioder fra 80-tallet frem til nyere tider. Samtidig er området gjenstand for noe fiskeriaktivitet, hovedsakelig bunntåling, men også noe bruk av passive redskaper. Mot kysten befinner det seg flere akvakulturlokaliteter.

Det er ikke registrert observasjoner av søppel innenfor, eller i umiddelbar nærhet til utredningsområdet. Dette antas hovedsakelig å være knyttet til at MAREANO-programmet ikke inkluderer stasjoner for visuell undersøkelse ved Nordavind C (MAREANO).

6.5.2 Miljøverdier

Det er ulike miljø- og naturverdier i og i nærheten av Nordavind C, følgende avsnitt oppsummerer de viktigste forholdene som er trukket frem i innledende utredningsarbeid til områdeidentifiseringen (NVE, 2023). For ytterligere vurderinger og innsikt i miljø- og naturverdier for området vises det til egne fagutredninger for de respektive miljøverdigruppene.

Sårbare artsgrupper

Fugl:

Nordavind C har en lav sensitivetsverdi. Grunnet sin beliggenhet og avstand til kysten i Troms og Finnmark, er det relativt få arter og individer i området. Området benyttes av overflatebeitende og dykkende arter til næringsøk, men ikke av arter som søker mat i grunne farvann.

Sensitiviteten i området er høyest om sommeren, spesielt for alkefugler, måker, joer og svømmesnipen. Noen arter, som krykkje, tyvjo og alkekonge, er spesielt sårbare for kollisjoner med vindturbiner, mens polarlomvi, lunde og lomvi er mer utsatte for fortregning. Sommeren brukes området av både hekkende og ikke-hekkende fugler til næringsøk, hvile og gjennomtrekk. Fugler fra ulike bestander og kolonier i Troms og Finnmark, samt andre deler av Norge, Svalbard og Russland, besøker området.

Sensitiviteten i området om høsten og våren er nesten identisk med sommeren, mens den er lavest om vinteren. Om høsten er spesielt alkefugler, måker, joer, stormfugler og terner sensitive, mens om våren gjelder dette også for måker, alkefugler og stormfugler. Om vinteren er det hovedsakelig trekkende eller overvintrende fugler fra Troms og Finnmark, andre deler av Norge, Svalbard, Grønland, Russland, Færøyene, Island, Sverige eller naboland rundt Nordsjøen som besøker området.

Miljøverdi: ikke registrert miljøverdi

Sjøpattedyr:

Området er viktig for flere hvalarter som bruker det til beiting og migrasjon, spesielt bardehvaler som vågehval, knølhval, finnhval og blåhval, samt springere og spermhval. Vestlige Barentshavet fungerer som en viktig migrasjonsrute for flere hvalarter mellom sommerbeite i nordlige strøk og overvintringsområder lengre sør.

Miljøverdi: ikke registrert miljøverdi

Fisk:

I det identifiserte området overlapper gytevandingsområdene for barentshavbestanden av lodde og migrasjonsruter for rødlistede haiarter som brugde og håbrann. Det er også et gyteområde for nordøstatlantisk hyse i nærheten av området. Lodden er viktig både som næring for sjøfugler og som fiskeriressurs.

Miljøverdi: 10 – 44 (høyeste verdi er knyttet til lodde- og torskelarver

Sårbare naturtyper:

Det identifiserte området overlapper med foreslåtte Særlig verdifulle områder (SVO) som inneholder sårbare naturtyper som svampspikelbunn. Svampspikelbunn i Barentshavet sør er rødlistet, og området er viktig for denne naturtypen. Bankområdene på Tromsøflaket er spesielt egnet for svampspikelbunn. Den faktiske utstrekningen av svampspikelbunn på Tromsøflaket er ikke fullstendig kartlagt, men modellering indikerer at området overlapper i stor grad med forekomstene av denne naturtypen.

Miljøverdi: ikke registrert, ukjent. Med bakgrunn i usikkerhetene vurderes miljøverdi som Stor. Det vises for øvrig til egen fagutredning for bunndyr og bunnsamfunn.

6.5.2.1 Miljøverdier oppsummert

Tabellen under oppsummerer vurdert miljøverdi på bakgrunn av kunnskapen diskutert ovenfor.

Tabell 6-14 Oppsummert vurdering av miljøverdier for Nordavind C.

		Fugl	Marine pattedyr	Fisk	Sårbare naturtyper	Samlet vurdering
0 – 20	Uten betydning	X	X			
20 – 40	Noe verdi					
40 – 60	Middels verdi			X		
60 – 80	Stor verdi				X	X
80 – 100	Svært stor verdi					

6.5.3 Vurdering av påvirkning

6.5.3.1 Forurensing

Kapittel 3 diskuterer hvilke forurensingsaspekter som er relevant i forbindelse med etablering, drift og avvikling av havvind.

Som vist i Tabell 6.1 er gjennomsnittlig vind for området 9,8 m/s, i tillegg antas Nordavind C å være av de områdene som kan oppleve lavest temperaturer og være mest eksponert for frost. Dette innebærer en viss slitasje på turbinenes bestanddeler. Noe som kan føre til ytterligere utslipp av mikroplast og slitasje av overflatebehandling.

Som nevnt er området forbundet med gytevandring og larvedrift for både torsk og lodde. Som diskutert i kapittel 3 er de relevante forurensningsaspektene fra havvindturbiner å vurdere som ikke signifikante fiskelarver. Dette med henblikk på de små volumene som er relevante under normale forhold og rask fortykning i vannmassene.

Påvirkning fra forurensing på de relevante miljøverdiene vurderes derfor å være av kategorien *Ubetydelig endring* (Tabell 6-15).

Tabell 6-15 Vurdering av påvirkning av forurensing på miljøverdier som følge av havvindutbygging i Nordavind C.

	Fugl	Marine pattedyr	Fisk	Sårbare naturtyper	Samlet vurdering
Sterkt forringet					
Forringet					
Noe forringet					
Ubetydelig endring	X	X	X	X	X
Forbedret					

6.5.3.2 Avfall

Som diskutert i kapittel 2 og 3 er det ikke forventet at etablering, drift og avvikling vil medføre avfall som når det marine miljøet i form av søppel, men at alle materialer som går med på disse fasene blir værende i et avfallskretsløp til materialene gjenvinnes, gjenbrukes eller avhendes.

Påvirkning som følge av avfall vil derfor være knyttet til materialavtrykket til å etablere havvind i Nordavind C.

Kapittel 6.2.2.5 og 6.2.2.7 legger frem materialavtrykk som er gjeldende for alle utredningsområder som er relevant for utbygging av flytende havvind. Dette vil være gjeldende for materialavtrykket til Nordavind C.

Forhold som er områdespesifikt og som vil påvirke material- og avfallsavtrykket til Nordavind C inkluderer dybdeforhold og relevant teknologi (flytende for Nordavind C). Tabell 6-16 oppsummerer de feltspesifikke tilpasningene i material- og avfallsavtrykket. Beregningene er gjort med bakgrunn i gjennomsnittlig dyp for området (Tabell 6-1) og føringer gitt i referanseprosjekt fra NVE. Omfang av feltinterne kabler er beregnet med utgangspunkt i referanseprosjektet (2,5 km mellom hver turbin) og gjennomsnittlig havdyp for området. Det er derfor ikke tatt høyde for eventuelle strekk i kabler gjennom vannmassene eller ulike flyte/synke-strategier for festing av slike kabler mellom turbinene.

Tabell 6-16 Materialmengde for Nordavind C per komponent i referanseturbinen og referanseprosjektet; ankerliner og kabler.

Ankerline (3 stk per turbin)			
Komponent/material	Mengde 1 turbin	Mengde 68 turbiner	Enhet
Stål	1244,1	75847,2	Tonn
Polyester	32,2	1962,48	Tonn
Feltinterne kabler (1 km)			
Stål (lavlegert)	16,4 (Tonn/km)	3111,4	Tonn
Kobber	25,4 (Tonn/km)	4818,9	Tonn
Polyetylen (PE)	3,0 (Tonn/km)	569,2	Tonn
Polypropylen (PP)	1,6 (Tonn/km)	303,5	Tonn

Tabell 6-17 oppsummerer det totale avfalls- og materialavtrykket til en havvindutbygging i Nordavind C. Tabellen oppsummerer avtrykket fordelt på 4 ulike flyteteknologier, flytende sparkonstruksjon i betong, flytende sparkonstruksjon i stål, flytende semi-submersibel konstruksjon i betong og flytende semi-submersibel konstruksjon i stål. Tabellen gir også et henblikk på materialavtrykket til en havvindutbygging i Nordavind C og nasjonale avfallstall for 2022 (SSB, 2023) og beskrivelser gitt i kapittel 6.2.2.4.

Som vist i tabellen er det stor variasjon i hvordan flyteteknologi vil påvirke det totale material- og avfallsavtrykket for Nordavind C. En havvindutbygging med flytende sparkonstruksjon i betong vil ha et avtrykk som vil tilsvare omlag 3 ganger så mye som for flytende semi-submersibel konstruksjon i stål. Ved endt levetid for havindanleggene vil det som beregnes som et materialavtrykk resultere i et tilsvarende avfallsavtrykk. Det er varierende hvor stor andel av et nasjonalt avfallsavtrykk etablering av havvind i Nordavind C vil ha, og dette vil variere med teknologi. For Nordavind C, sammenlignet med nasjonale avfallstall for 2022, vil dette ligge omtrent mellom 8 – 24% av det nasjonale avfallsavtrykket.

Tabell 6-17 Totalt material- og avfallsavtrykk for Nordavind C fordelt på relevante teknologier. Inkludert sammenligning med nasjonale avfallstall for 2022 (SSB, 2023).

Totalt materialavtrykk per teknologi			
Teknologi	Totalt materialavtrykk 68 turbiner	Enhet	Del av nasjonalt avfallsavtrykk (2022 nivåer)
Flytende sparkonstruksjon i stål	2169,5	1000 Tonn	18%
Flytende sparkonstruksjon i betong	2935,2	1000 Tonn	24%
Flytende semi-submersibel konstruksjon i stål	982,6	1000 Tonn	8%
Flytende semi-submersibel konstruksjon i betong	2106,5	1000 Tonn	17%

Basert på det ovenfornevnte vurderes det at en havvindutbygging i Nordavind C vil ha en betydelig påvirkning på Norges totale avfallsavtrykk ved endt levetid for en eventuell utbygging. Samtidig, som diskutert i kapittel 3, forventes det at samtlige bestanddeler og fraksjoner vil være en del av et avfallskretsløp. Med henblikk på utvikling i industrien, også når det kommer til teknologi for gjenvinning, gjenbruk og avfallsbehandling, samt at avviking av Nordavind C eventuelt ville først være gjeldende etter 2050, vurderes det som rimelig å anta at hovedparten av materialer fra havindanleggene vil kunne gjenvinnes og gjenbrukes. Dette reduserer den overordnede påvirkningen.

Den endelige vurderingen av påvirkning utbygging av havvind ved Nordavind C vil ha for temaet avfall er vurdert til å være **Foringet**.

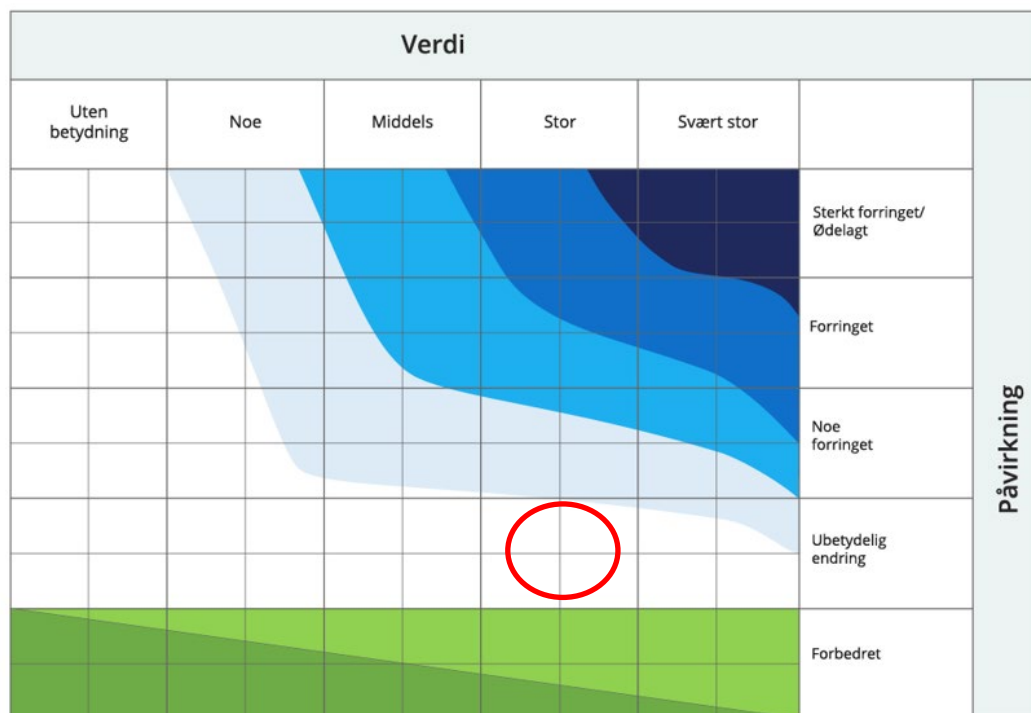
6.5.4 Vurdering av konsekvens

6.5.4.1 Konsekvens for forurensning

Konsekvenser for forurensning er presentert i Figur 6-18 og representerer vurderinger av miljøverdier i områdene og påvirkning fra relevant forurensning.

Konsekvenser for avfall er vurdert å ikke påvirke de relevante miljøverdiene i områdene. Samtidig vil dette være relevant for påvirkning av nasjonale avfallsmål i et langtidsperspektiv.

Den samlede konsekvensgraden for forurensning for området er vurdert til å være **Ubetydelig (-1)** (Tabell 5-1).



Figur 6-18 Vurdert konsekvens for forurensning som følge av utbygging av havvind ved Nordvind C
Konsekvensen er vurder som et resultat av verdi i x-aksen med grad av påvirkning i y-aksen.

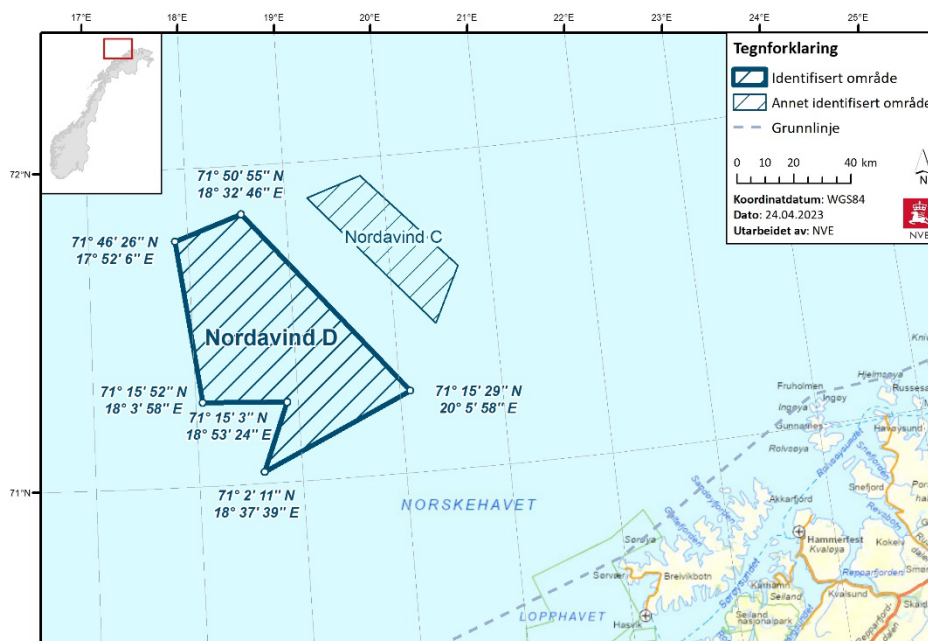
6.5.4.2 Konsekvens for avfall

Material- og avfallsavtrykket for etablering av havvind i området er vurdert som omfattende og vil påvirke nasjonale avfallsmål i et langtidsperspektiv, inkludert internasjonale forpliktelser når det kommer til materialforbruk og avfallsgenerering.

Den samlede konsekvensgraden for forurensning for området er vurdert til å være *Alvorlig* (-4) (Tabell 5-1).

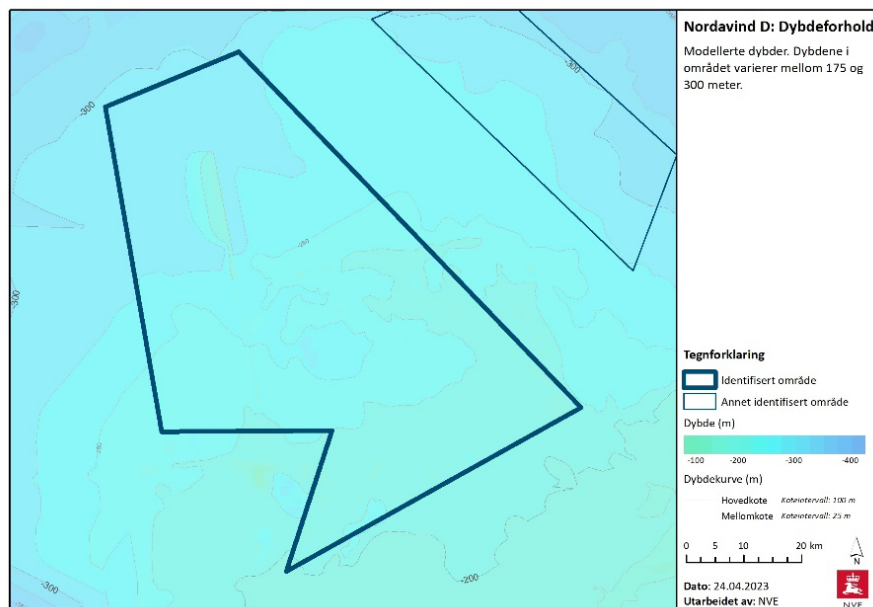
6.6 Nordavind D

Utredningsområdet Nordavind D er lokalisert utenfor kysten ved Sørøya i Finnmark, like ved utredningsområde Nordavind C (Figur 6-19).



Figur 6-19 Geografisk plassering av området Nordavind D (NVE, 2023).

Som vist i Tabell 5-1 er Nordavind C lokalisert i et område hvor gjennomsnittlig havdyp er 245m, og gjennomsnittlig vindhastighet 150 moh. er 9,8 m/s. Området er relevant for flytende havvindutbygging. Ytterligere informasjon om dybdeforhold i området er vist i Figur 6-20 hvor ruter med modellerte gjennomsnittdybder er angitt.



Figur 6-20 Dybdekart for Nordavind D. Dybdeverdiene i kartet er gitt med en oppløsning på 100 x 100 meter og hver rute representerer en modellert gjennomsnittsverdi. Det kan potensielt være stor variasjon innad i rutene (NVE, 2023).

6.6.1 Dagens situasjon for forurensning og avfall

Like øst for området ligger petroleumsfeltet Snøhvit som startet opp i 2007. Miljøovervåking gjennomført i 2019 for Snøhvit feltet indikerer sedimenter forurenset med THC (hydrokarboner), samt forhøyede verdier av barium og kadmiun, øvrige metaller rapporteres om å være tilsvarende normale bakgrunnsverdier for området (Akvaplan niva, 2019). Det er i tillegg flere letebrønner i områdene rundt Nordavind D, inkludert to letebrønner innenfor utredningsområdet, disse ble alle boret i ulike tidsperioder fra 80-tallet frem til nyere tider. Samtidig er området gjenstand for noe fiskeriaktivitet, hovedsakelig bunntråling, men også noe bruk av passive redskaper i områdene. Mot kysten befinner det seg flere akvakulturlokaliteter.

Det er registrert observasjoner en del søppel i områdene øst, sør og vest for området, men ikke innenfor selve utredningsområdet. Dette antas hovedsakelig å være knyttet til at MAREANO-programmet ikke inkluderer stasjoner for visuell undersøkelse ved Nordavind D (MAREANO).

6.6.2 Miljøverdier

Det er ulike miljø- og naturverdier i og i nærheten av Nordavind D, følgende avsnitt oppsummerer de viktigste forholdene som er trukket frem i innledende utredningsarbeid til områdeidentifiseringen (NVE, 2023). For ytterligere vurderinger og innsikt i miljø- og naturverdier for området vises det til egne fagutredninger for de respektive miljøverdigruppene.

Sårbare artsgrupper

Fugl

Nordavind D har lav sensitivetsverdi. Plassering og avstand til kysten i Troms og Finnmark gjør at det er relativt lavt antall arter og individer i området. Området benyttes til næringssøk av overflatebeitende og dykkende arter, men ikke artene som søker etter mat på relativt grunt vann.

Området har sin høyeste sensitivitet om sommeren. Gruppene med høyeste sensitivitet da er alkefugler, måker, joer, svømmesnipper og terner.

Om sommeren blir området brukt til næringssøk, hvile og gjennomflyging, både av hekkende og ikke-hekkende individer. Disse fuglene kommer i hovedsak fra bestander og kolonier i Troms og Finnmark, samt andre deler av Norge, Svalbard og Russland.

Området har litt lavere sensitivitet på høsten og våren, og lavest om vinteren. Måker, alkefugler, joer, vannfugler, stormfugler og terner er gruppene med høyeste sensitivitet om høsten. Måker, alkefugler og stormfugler er gruppene med høyeste sensitivitet om våren. Om vinteren er alkefugler, måker, stormfugler og lommer gruppene med høyeste sensitivitet. I disse sesongene er det hovedsakelig trekkende eller overvintrende fugler i området, som kommer fra Troms og Finnmark, andre deler av Norge, Svalbard, Grønland, Russland, Sverige, Færøyene, Island eller naboland rundt Nordsjøen.

Miljøverdi sørlige deler: 0 – 50

Miljøverdi øvrige deler: ikke registrert miljøverdi

Sjøpattedyr

Området overlapper med potensielt viktige beiteområder og migrasjonsruter for flere hvalarter. Dette gjelder spesielt bardehvaler som vågehval, knølhval, finnhval og blåhval, men også springere og spermhval er vanlig forekommende i disse havområdene. Det vestlige Barentshavet utgjør også en viktig migrasjonsrute for flere arter som vandrer mellom

sommerbeite i nordligere strøk og overvintringsområder lengre sør. Resultater fra dedikerte telletokter og observasjoner fra Havforskningsinstituttets økosystemtokt viser at utbredelsen til flere hvalarter forflytter seg stadig lengre mot øst og nord, noe som mest sannsynlig vil innebære at områder i Barentshavet vil bli stadig viktigere beiteområder for disse artene i tiden framover.

Miljøverdi: Ikke registrert miljøverdi

Fisk

I sør og sørøst overlapper det identifiserte området med gytevandring for barentshavbestanden av lodde. Området ligger også i migrasjonsruter for de rødlistede haiartene brugde og håbrann. Vest for området er det flere fiskearter som gyter langs eggakanten, slik som vanlig uer, blåkveite og hyse. Nærmeste avstand fra det identifiserte området til gytefeltene er rundt 23 kilometer. Gytevandring for nordøstatlantisk torsk ligger også i dette området, med noe kortere avstand til det identifiserte området enn nevnte gytefelt.

Lodden benytter området til å vandre inn mot kysten til gyteområdene. Vandringsruten varierer noe fra år til år. Loddens områdebruk har blitt kartlagt av Havforskningsinstituttet gjennom fire tokt siden 2006. Barentshavbestanden gyter langs kysten av Nordland, Troms og Finnmark, men de fleste larver har blitt funnet i den vestlige delen av gyteområdet, rundt Tromsøflaket. Det identifiserte området ligger dermed sentralt plassert i den viktigste delen for gytevandringen. Lodden er viktig for fugl på næringssøk i havområdene og en viktig fiskeriressurs i området.

Miljøverdi: 10 – 44 (høyeste verdi er knyttet til lodde- og torskelarver)

Sårbare naturtyper

Det identifiserte området overlapper med foreslått SVO som inneholder flere sårbare naturtyper på dypt vann, slik som svampspikelbunn. Naturtypen svampspikelbunn i Barentshavet sør, er rødlistet. Dette er det eneste området hvor en naturtype av svamp er rødlistet i Norge. Bankområdene på Tromsøflaket er særlig egnet for slike forekomster. Den faktiske utstrekningen av svampspikelbunn på Tromsøflaket er ikke kjent, men det er foretatt en modellering av forekomstene. Det identifiserte området overlapper i stor grad med de modellerte forekomstene av svampspikelbunn.

Miljøverdi: ikke registrert med miljøverdi, ukjent. Med bakgrunn i usikkerhetene vurderes miljøverdi som Stor. Det vises for øvrig til egen fagutredning for bunndyr og bunnsamfunn.

6.6.2.1 Miljøverdier oppsummert

Tabellen under oppsummerer vurdert miljøverdi på bakgrunn av kunnskapen diskutert ovenfor.

Tabell 6-18 Oppsummert vurdering av miljøverdier for Nordavind D.

		Fugl	Marine pattedyr	Fisk	Sårbare naturtyper	Samlet vurdering
0 – 20	Uten betydning	X	X			
20 – 40	Noe verdi	X		X		
40 – 60	Middels verdi					
60 – 80	Stor verdi				X	X
80 – 100	Svært stor verdi					

6.6.3 Vurdering av påvirkning

6.6.3.1 Forurensing

Kapittel 3 diskuterer hvilke forurensingsaspekter som er relevant i forbindelse med etablering, drift og avvikling av havvind.

Som vist i Tabell 6.1 er gjennomsnittlig vind for området 9,8 m/s, i tillegg antas Nordavind D å være av de områdene som kan oppleve lavest temperaturer og være mest eksponert for frost. Dette innebærer en viss slitasje på turbinenes bestanddeler. Noe som kan føre til ytterligere utslipp av mikroplast og slitasje av overflatebehandling.

Som nevnt er området forbundet med gytevandring og larvedrift for både torsk og lodde. Som diskutert i kapittel 3 er de relevante forurensingsaspektene fra havvindturbiner å vurdere som ikke signifikante fiskelarver. Dette med henblikk på de små volumene som er relevante under normale forhold og rask fortynning i vannmassene.

Påvirkning fra forurensing på de relevante miljøverdiene vurderes derfor å være av kategorien *Ubetydelig endring*.

Tabell 6-19 Vurdering av påvirkning av forurensing på miljøverdier som følge av havvindutbygging i Nordavind A.

	Fugl	Marine pattedyr	Fisk	Sårbare naturtyper	Samlet vurdering
Sterkt forringet					
Forringet					
Noe forringet					
Ubetydelig endring	X	X	X	X	X
Forbedret					

6.6.3.2 Avfall

Som diskutert i kapittel 2 og 3 er det ikke forventet at etablering, drift og avvikling vil medføre avfall som når det marine miljøet i form av søppel, men at alle materialer som går med på disse fasene blir værende i et avfallskretsløp til materialene gjenvinnes, gjenbrukes eller avhendes.

Påvirkning som følge av avfall vil derfor være knyttet til materialavtrykket til å etablere havvind i Nordavind D.

Kapittel 6.2.2.5 og 6.2.2.7 legger frem materialavtrykk som er gjeldende for alle utredningsområder som er relevant for utbygging av flytende havvind. Dette vil være gjeldende for materialavtrykket til Nordavind D.

Forhold som er områdespesifikt og som vil påvirke material- og avfallsavtrykket til Nordavind D inkluderer dybdeforhold og relevant teknologi (flytende for Nordavind D). Tabell 6-20 oppsummerer de feltspesifikke tilpasningene i material- og avfallsavtrykket. Beregningene er gjort med bakgrunn i gjennomsnittlig dyp for området (Tabell 6-1) og føringer gitt i referanseprosjekt fra NVE. Omfang av feltinterne kabler er beregnet med utgangspunkt i referanseprosjektet (2,5 km mellom hver turbin) og gjennomsnittlig havdyp for området. Det er derfor ikke tatt høyde for eventuelle strekk i kabler gjennom vannmassene eller ulike flyte/synke-strategier for festing av slike kabler mellom turbinene.

Tabell 6-20 Materialmengde for Nordavind D per komponent i referanseturbinen og referanseprosjektet; ankerliner og kabler.

Ankerline (3 stk per turbin)			
Komponent/material	Mengde 1 turbin	Mengde 68 turbiner	Enhet
Stål	1051,1	71 471,4	Tonn
Polyester	27,195	1849,3	Tonn
Feltinterne kabler (1 km)			
Stål (lavlegert)	16,4 (Tonn/km)	3061,2	Tonn
Kobber	25,4 (Tonn/km)	4741,2	Tonn
Polyetylen (PE)	3,0 (Tonn/km)	560	Tonn
Polypropylen (PP)	1,6 (Tonn/km)	298,7	Tonn

Tabell 6-21 oppsummerer det totale avfalls- og materialavtrykket til en havvindutbygging i Nordavind D. Tabellen oppsummerer avtrykket fordelt på 4 ulike flyteteknologier, flytende sparkonstruksjon i betong, flytende sparkonstruksjon i stål, flytende semi-submersibel konstruksjon i betong og flytende semi-submersibel konstruksjon i stål. Tabellen gir også et henblikk på materialavtrykket til en havvindutbygging i Nordavind D og nasjonale avfallstall for 2022 (SSB, 2023) og beskrivelser gitt i kapittel 6.2.2.4.

Som vist i tabellen er det stor variasjon i hvordan flyteteknologi vil påvirke det totale material- og avfallsavtrykket for Nordavind D. En havvindutbygging med flytende sparkonstruksjon i betong vil ha et avtrykk som vil tilsvare omlag 3 ganger så mye som for flytende semi-submersibel konstruksjon i stål. Ved endt levetid for havvinnanleggene vil det som beregnes som et materialavtrykk resultere i et tilsvarende avfallsavtrykk. Det er varierende hvor stor andel av et nasjonalt avfallsavtrykk etablering av havvind i Nordavind D vil ha, og dette vil variere med teknologi. For Nordavind D, sammenlignet med nasjonale avfallstall for 2022, vil dette ligge omtrent mellom 8 – 24% av det nasjonale avfallsavtrykket.

Tabell 6-21 Totalt material- og avfallsavtrykk for Nordavind D fordelt på relevante teknologier. Inkludert sammenligning med nasjonale avfallstall for 2022 (SSB, 2023).

Totalt materialavtrykk per teknologi			
Teknologi	Totalt materialavtrykk 68 turbiner	Enhet	Del av nasjonalt avfallsavtrykk (2022 nivåer)
Flytende sparkonstruksjon i stål	2155,9	1000 Tonn	18%
Flytende sparkonstruksjon i betong	2921,6	1000 Tonn	24%
Flytende semi-submersibel konstruksjon i stål	969	1000 Tonn	8%
Flytende semi-submersibel konstruksjon i betong	2092,9	1000 Tonn	17%

Basert på det ovenfornevnte vurderes det at en havvindutbygging i Nordavind D vil ha en betydelig påvirkning på Norges totale avfallsavtrykk ved endt levetid for en eventuell utbygging. Samtidig, som diskutert i kapittel 3, forventes det at samtlige bestanddeler og fraksjoner vil være en del av et avfallskretsløp. Med henblikk på utvikling i industrien, også når det kommer til teknologi for gjenvinning, gjenbruk og avfallsbehandling, samt at avvikling av Nordavind D eventuelt ville først være gjeldende etter 2050, vurderes det som rimelig å anta at hovedparten av materialer fra havvinnanleggene vil kunne gjenvinnes og gjenbrukes. Dette reduserer den overordnede påvirkningen.

Den endelige vurderingen av påvirkning utbygging av havvind ved Nordavind D vil ha for temaet avfall er vurdert til å være **Foringet**.

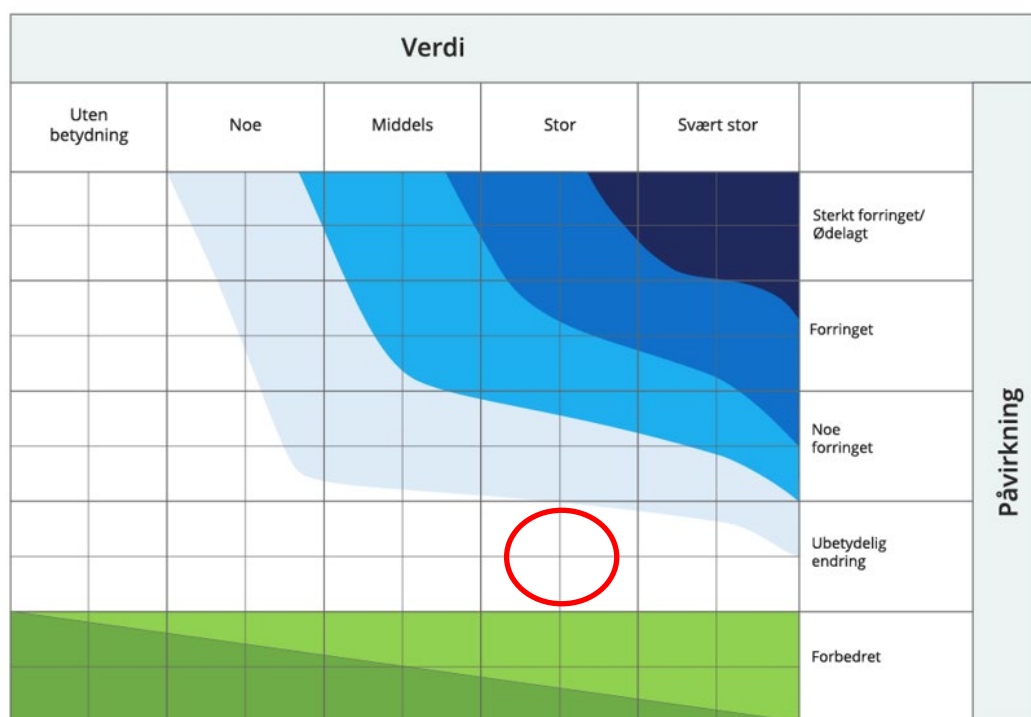
6.6.4 Vurdering av konsekvens

6.6.4.1 Konsekvens for forurensning

Konsekvenser for forurensning er presentert i Figur 5-21 og representerer vurderinger av miljøverdier i områdene og påvirkning fra relevant forurensning.

Konsekvenser for avfall er vurdert å ikke påvirke de relevante miljøverdiene i områdene. Samtidig vil dette være relevant for påvirkning av nasjonale avfallsmål i et langtidsperspektiv.

Den samlede konsekvensgraden for forurensning for området er vurdert til å være *Ubetydelig* (-1) (Tabell 5-1).



Figur 6-21 Vurdert konsekvens for forurensning som følge av utbygging av havvind ved Nordvind D
Konsekvensen er vurder som et resultat av verdi i x-aksen med grad av påvirkning i y-aksen.

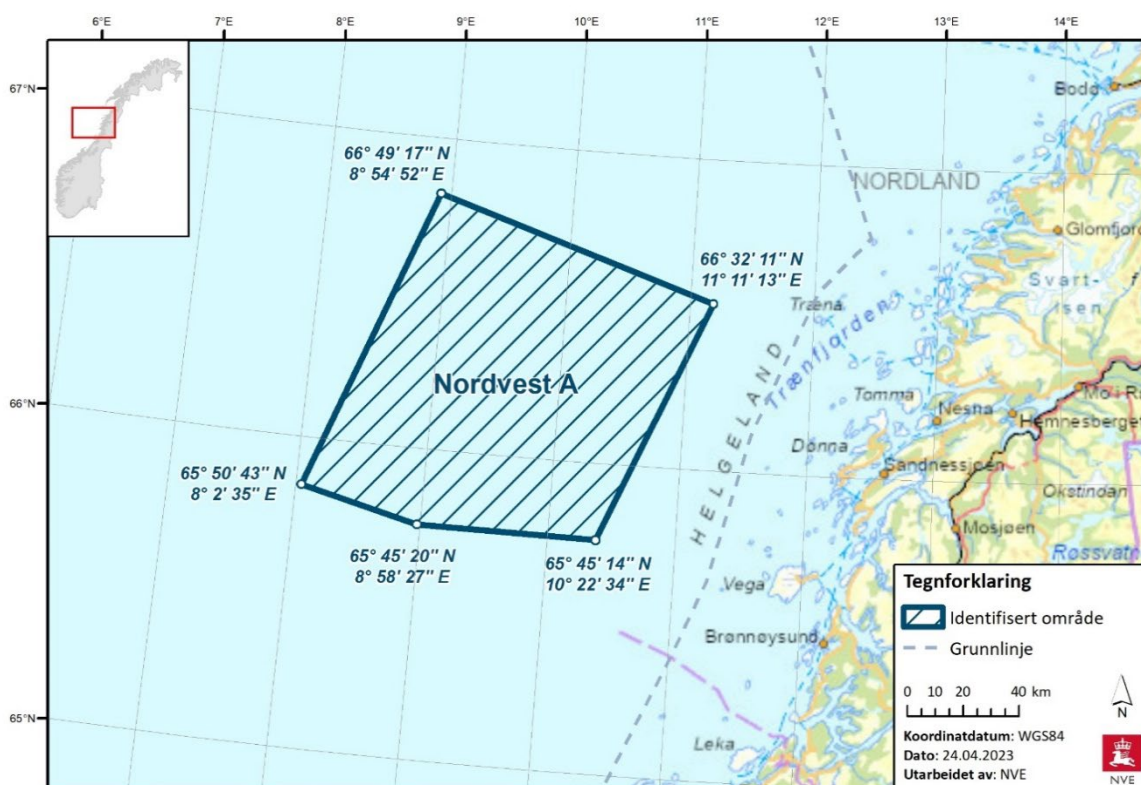
6.6.4.2 Konsekvens for avfall

Material- og avfallsavtrykket for etablering av havvind i området er vurdert som omfattende og vil påvirke nasjonale avfallsmål i et langtidsperspektiv, inkludert internasjonale forpliktelser når det kommer til materialforbruk og avfallsgenerering.

Den samlede konsekvensgraden for forurensning for området er vurdert til å være *Alvorlig* (-4) (Tabell 5-1).

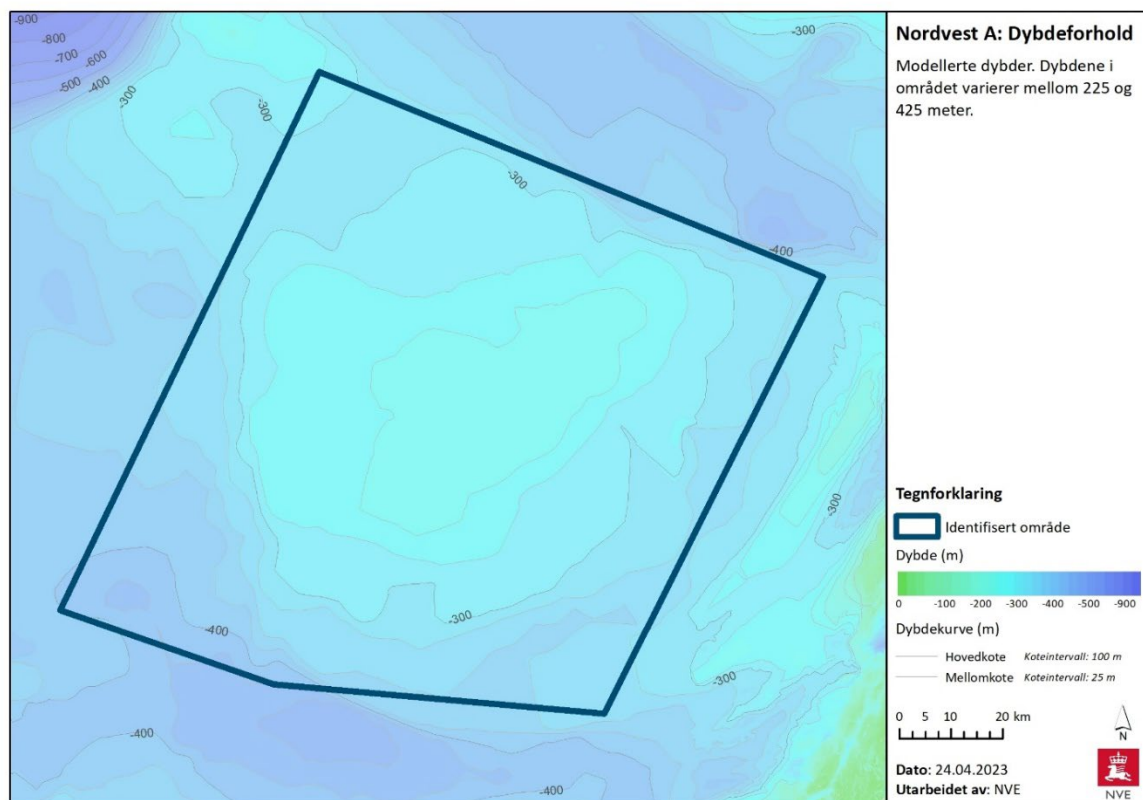
6.7 Nordvest A

Utredningsområdet Nordvest A er lokalisert utenfor Helgelandskysten ved Trænabanken, ut fra Træna, Dønna og Vega i Nordland fylke (Figur 6-22).



Figur 6-22 Geografisk plassering av området Nordvest A (NVE, 2023).

Som vist i Tabell 6-1 er Nordvest A lokalisert i et område hvor gjennomsnittlig havdyp er 300 m, og gjennomsnittlig vindhastighet 150 moh. er 9,9 m/s. Området er relevant for flytende havvindutbygging. Ytterligere informasjon om dybdeforhold i området er vist i Figur 6-23 hvor ruter med modellerte gjennomsnittsdybder er angitt.



Figur 6-23 Dybdekart for Nordvest A. Dybdeverdiene i kartet er gitt med en oppløsning på 100 x 100 meter og hver rute representerer en modellert gjennomsnittsverdi. Det kan potensielt være stor variasjon innad i rutene (NVE, 2023).

6.7.1 Dagens situasjon for forurensning og avfall

Ved den sørøstlige grensen for området ligger petroleumfeltet Urd. I umiddelbar nærhet, men utenfor utredningsområdet i øst ligger også petroleumfeltene Skuld, Norne og Alve. Skuld ble oppdaget i 2008 og produksjonen startet i 2013, Norne ble oppdaget i 1992 og bygget ut i 1997, mens Alve ble oppdaget i 1990, men hadde ikke produksjonsstart før i 2009. Miljøovervåking gjennomført i 2018 og 2021 konkluderer med at områdene er påvirket med forurensning fra petroleumaktiviteter, indikert av forhøyede nivåer av THC og Barium i områdene (DNV GL, 2019; DNV, 2022). Det er i tillegg flere letebrønner i områdene innenfor og rundt Nordvest A, ble alle boret i ulike tidsperioder fra 1980-tallet frem til nyere tider. Samtidig er området gjenstand for noe fiskeriaktivitet, hovedsaklig ved bruk av passive redskaper, men det har også foregått noe bunntråling i områdene. Mot kysten befinner det seg mange akvakulturlokaliteter.

Det er registrert en del observasjoner av søppel innenfor, samt i områdene rundt, utredningsområdet (MAREANO).

6.7.2 Miljøverdier

Det er ulike miljø- og naturverdier i og i nærheten av Nordvest A, følgende avsnitt oppsummerer de viktigste forholdene som er trukket frem i innledende utredningsarbeid til områdeidentifiseringen (NVE, 2023). For ytterligere vurderinger og innsikt i miljø- og naturverdier for området vises det til egne fagutredninger for de respektive miljøverdigruppene.

Sårbare artsgrupper

Fugl:

Nordvest A har en sensitivetsverdi under middels. På grunn av sin plassering og avstand til kysten ved Nordland, er det litt færre arter og individer i dette området sammenlignet med områder med middels sensitivitet. Området er habitat for både pelagiske og kystnære fuglearter, og det brukes til næringssøk av både overflate- og dykkende arter, men ikke av arter som søker mat i grunne farvann.

Sensitiviteten i området er høyest om sommeren, spesielt for arter som måker, alkefugler, terner, suler og stormfugler. Sommeren brukes området av både hekkende og ikke-hekkende fugler til næringssøk, hvile og gjennomtrekk. Fugler fra ulike bestander og kolonier i Nordland og andre deler av Norge er vanlige besøkende.

Sensitiviteten i området om høsten, våren og vinteren er litt lavere. Om høsten er spesielt vannfugler, måker, stormfugler, alkefugler, joer og terner sensitive, mens det om våren gjelder særlig måker, stormfugler, alkefugler, suler og terner, og om vinteren er det hovedsakelig måker, stormfugler, alkefugler, lommer og dykkender som er mest sensitive. I disse årstidene er det hovedsakelig trekkende eller overvintrende fugler fra Nordland, andre deler av Norge, Svalbard, Grønland, Russland, Sverige, Færøyene, Island eller naboland rundt Nordsjøen som besøker området. Et unntak er havsvale, som hekker i Nord-Norge om høsten.

Miljøverdi østlige områder: 0 – 50

Miljøverdi øvrige områder: ikke registrert miljøverdi

Sjøpattedyr:

Området overlapper med potensielt viktige beiteområder og migrasjonsruter for flere hvalarter, spesielt bardehvaler som vågehval, knølhval og finnhval, samt tannhvaler som nise, springere, spekkhogger og grindhval. Det ligger også relativt nær kjente kaste- og hårfellingsplasser for steinkobbe og havert. Særlig sistnevnte er kjent for lange beitevandring ut mot eggakanten og mest sannsynlig til grunne banker innenfor det identifiserte området.

Miljøverdi østlige områder: 0 – 33

Miljøverdi øvrige områder: ikke registrert miljøverdi

Fisk:

Det identifiserte området overlapper med gytevandingsområder for norsk vårgytende sild på østsiden, spesielt ved Trænabanken og langs kysten. Silda bruker området til vanding til beiteområdene i nord. Det er også en minimal overlapp med gytefelt for vanlig uer i det nordvestlige hjørnet. Gytefeltet strekker seg imidlertid videre sørvest og bort fra området.

Miljøverdi: 0 – 33 (knyttet til torskelarver og sildelarver fra april til august)

Sårbare naturtyper:

Det er registrert forekomster av korallrev på to steder i det identifiserte området, kartlagt av Havforskningsinstituttet i forbindelse med leting etter petroleumforekomster (letebrønn Trolla). Området er vurdert til å ha potensial for flere funn av sårbare naturtyper.

Miljøverdi avgrensede områder i øst: 90 (Figur 6-24).

Miljøverdi øvrige områder: ikke registrert med miljøverdi (Figur 6-24).



Figur 6-24 Utklipp fra Barentswatch. Viser utredningsområdet Nordvest A, samt kartlaget Havmiljø/miljøverdier, filtrert på miljøverdi for Naturtyper.

6.7.2.1 Miljøverdier oppsummert

Tabell 6-22 oppsummerer vurdert miljøverdi på bakgrunn av kunnskapen diskutert ovenfor.

Tabell 6-22 Oppsummert vurdering av miljøverdier for Nordvest A.

		Fugl	Marine pattedyr	Fisk	Sårbare naturtyper	Samlet vurdering
0 – 20	Uten betydning	X	X		X	
20 – 40	Noe verdi		X	X		
40 – 60	Middels verdi	X				X
60 – 80	Stor verdi					
80 – 100	Svært stor verdi				X (østlige områder)	X

6.7.3 Vurdering av påvirkning

6.7.3.1 Forurensing

Kapittel 3 diskuterer hvilke forurensingsaspekter som er relevant i forbindelse med etablering, drift og avvikling av havvind.

Som vist i Tabell 6.1 er gjennomsnittlig vind for området 9,9 m/s. Dette innebærer en viss slitasje på turbinenes bestanddeler. Noe som kan føre til ytterligere utslipp av mikroplast og slitasje av overflatebehandling.

Østlige områder i Nordvest A er sårbart for fugler, ettersom det er flere dykkende sjøfuglarter som beiter i områdene store deler av sommerhalvåret. Som diskutert i kapittel 3 er de relevante forurensingskildene fra havvindturbiner ikke av

særlig konflikt med sjøfuglers beiteatferd. Eventuell oljeforurensing er forventet å være av så små volumer at disse vil brytes ned naturlig og normalt ikke utgjøre en signifikant påvirkning på eventuell beitende sjøfugl. Det samme gjelder for eventuell utlekking av miljøfarlige stoffer fra overflatebehandling.

Utslipp av mikroplast kan nå beitende sjøfugl i området da det kan forveksles med mat, som f. eks. dyreplankton. Mikroplast kan akkumulere i fordøyelsessystemet kan føre til blokkering av fordøyelsessystemet, falsk metthetsfølelse og sult. Samlet sett kan mikroplast ha svært negativ påvirkning på fugler.

Som nevnt er området forbundet med gytevandring og larvedrift for både torsk og lodde. Som diskutert i kapittel 3 er de relevante forurensningsaspektene fra havvindturbiner å vurdere som ikke signifikante fiskelarver. Dette med henblikk på de små volumene som er relevante under normale forhold og rask fortykning i vannmassene.

Som nevnt er det funn av viktige korallområder i østlige deler av utredningsområdet. Basert på diskusjoner i kapittel 3 er det særlig utslipp av mikroplast som er relevant når det kommer til påvirkning som følge av forurensing og havvindutbygging. Basert på diskusjoner i kapittel 3 om mikroplast, samt kunnskap om strømforhold i områdene (kapittel 6.2.1) er det rimelig å anta at hovedparten av mikroplastutslipp fra Nordvest A vil fraktes videre nord fra utredningsområdet. Samtidig kan større plastpartikler ende opp med å sedimentere innenfor utredningsområdet.

Påvirkning fra forurensing på de relevante miljøverdiene vurderes derfor å være av kategorien *Ubetydelig endring*.

Tabell 6-23 Vurdering av påvirkning av forurensing på miljøverdier som følge av havvindutbygging i Nordvind A.

	Fugl	Marine pattedyr	Fisk	Sårbare naturtyper	Samlet vurdering
Sterkt forringet					
Foringet					
Noe forringet					
Ubetydelig endring	X	X	X	X	X
Forbedret					

6.7.3.2 Avfall

Som diskutert i kapittel 2 og 3 er det ikke forventet at etablering, drift og avviking vil medføre avfall som når det marine miljøet i form av søppel, men at alle materialer som går med på disse fasene blir værende i et avfallskretsløp til materialene gjenvinnes, gjenbrukes eller avhendes.

Påvirkning som følge av avfall vil derfor være knyttet til materialavtrykket til å etablere havvind i Nordvest A.

Kapittel 6.2.2.5 og 6.2.2.7 legger frem materialavtrykk som er gjeldende for alle utredningsområder som er relevant for utbygging av flytende havvind. Dette vil være gjeldende for materialavtrykket til Nordvest A.

Forhold som er områdespesifikt og som vil påvirke material- og avfallsavtrykket til Nordvest A inkluderer dybdeforhold og relevant teknologi (flytende for Nordvest A). Tabell 6-24 oppsummerer de feltspesifikke tilpasningene i material- og avfallsavtrykket. Beregningene er gjort med bakgrunn i gjennomsnittlig dyp for området (Tabell 6-1) og føringer gitt i referanseprosjekt fra NVE. Omfang av feltinterne kabler er beregnet med utgangspunkt i referanseprosjektet (2,5 km mellom hver turbin) og gjennomsnittlig havdyp for området. Det er derfor ikke tatt høyde for eventuelle strekk i kabler gjennom vannmassene eller ulike flyte/synke-strategier for festing av slike kabler mellom turbinene.

Tabell 6-24 Materialmengde for Nordvest A per komponent i referanseturbinen og referanseprosjektet; ankerliner og kabler.

Ankerline (3 stk per turbin)			
Komponent/material	Mengde 1 turbin	Mengde 68 turbiner	Enhet
Stål	1287	87 516	Tonn
Polyester	33,3	2264,4	Tonn
Feltinterne kabler (1 km)			
Stål (lavlegert)	16,4 (Tonn/km)	3122,56	Tonn
Kobber	25,4 (Tonn/km)	4836,16	Tonn
Polyetylen (PE)	3,0 (Tonn/km)	571,2	Tonn
Polypropylen (PP)	1,6 (Tonn/km)	304,64	Tonn

Tabell 6-25 oppsummerer det totale avfalls- og materialavtrykket til en havvindutbygging i Nordvest A. Tabellen oppsummerer avtrykket fordelt på 4 ulike flyteteknologier, flytende sparkonstruksjon i betong, flytende sparkonstruksjon i stål, flytende semi-submersibel konstruksjon i betong og flytende semi-submersibel konstruksjon i stål. Tabellen gir også et henblikk på materialavtrykket til en havvindutbygging i Nordvest A og nasjonale avfallstall for 2022 (SSB, 2023) og beskrivelser gitt i kapittel 6.2.2.4.

Som vist i tabellen er det stor variasjon i hvordan flyteteknologi vil påvirke det totale material- og avfallsavtrykket for Nordvest A. En havvindutbygging med flytende sparkonstruksjon i betong vil ha et avtrykk som vil tilsvare omlag 3 ganger så mye som for flytende semi-submersibel konstruksjon i stål. Ved endt levetid for havvinnanleggene vil det som beregnes som et materialavtrykk resultere i et tilsvarende avfallsavtrykk. Det er varierende hvor stor andel av et nasjonalt avfallsavtrykk etablering av havvind i Nordvest A vil ha, og dette vil variere med teknologi. For Nordvest A, sammenlignet med nasjonale avfallstall for 2022, vil dette ligge omtrent mellom 8 – 24% av det nasjonale avfallsavtrykket.

Tabell 6-25 Totalt material- og avfallsavtrykk for Nordvest A fordelt på relevante teknologier. Inkludert sammenligning med nasjonale avfallstall for 2022 (SSB, 2023).

Totalt materialavtrykk per teknologi			
Teknologi	Totalt materialavtrykk 68 turbiner	Enhet	Del av nasjonalt avfallsavtrykk (2022 nivåer)
Flytende sparkonstruksjon i stål	2172,5	1000 Tonn	18%
Flytende sparkonstruksjon i betong	2938,2	1000 Tonn	24%
Flytende semi-submersibel konstruksjon i stål	985,6	1000 Tonn	8%
Flytende semi-submersibel konstruksjon i betong	2109,6	1000 Tonn	17%

Basert på det ovenfornevnte vurderes det at en havvindutbygging i Nordvest A vil ha en betydelig påvirkning på Norges totale avfallsavtrykk ved endt levetid for en eventuell utbygging. Samtidig, som diskutert i kapittel 3, forventes det at samtlige bestanddeler og fraksjoner vil være en del av et avfallskretsløp. Med henblikk på utvikling i industrien, også når det kommer til teknologi for gjenvinning, gjenbruk og avfallsbehandling, samt at avvikling av Nordvest A eventuelt ville først være gjeldende etter 2050, vurderes det som rimelig å anta at hovedparten av materialer fra havvinnanleggene vil kunne gjenvinnnes og gjenbrukes. Dette reduserer den overordnede påvirkningen.

Den endelige vurderingen av påvirkning utbygging av havvind ved Nordvest A vil ha for temaet avfall er vurdert til å være **Forringet**.

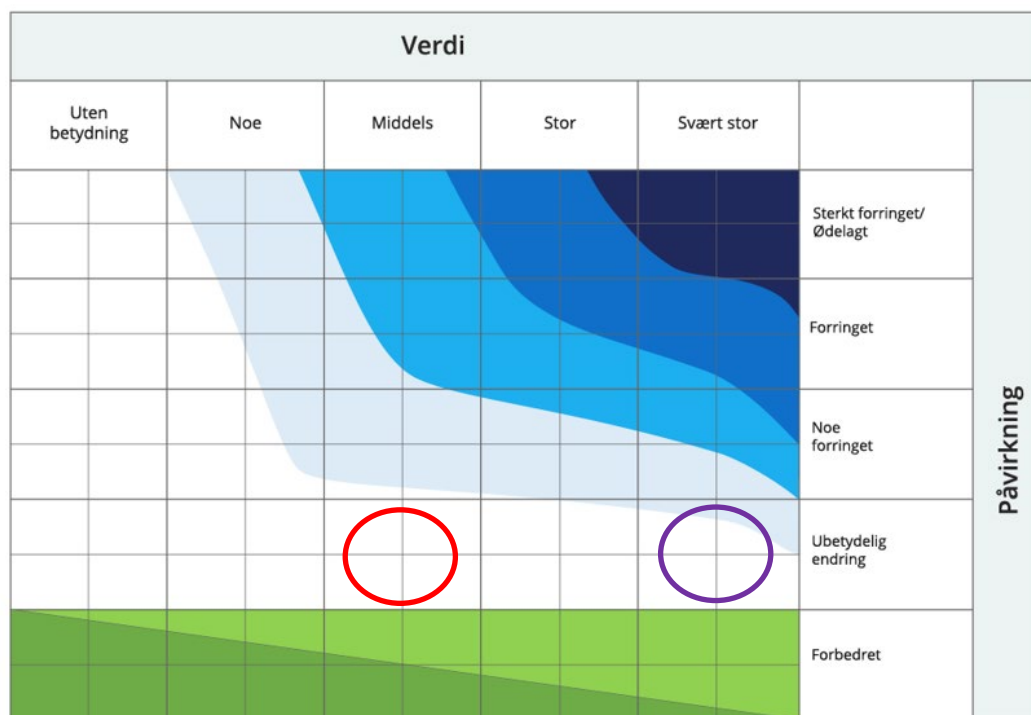
6.7.4 Vurdering av konsekvens

6.7.4.1 Konsekvens for forurensning

Konsekvenser for forurensning er presentert i Figur 5-25 og representerer vurderinger av miljøverdier i områdene og påvirkning fra relevant forurensning.

Konsekvenser for avfall er vurdert å ikke påvirke de relevante miljøverdiene i områdene. Samtidig vil dette være relevant for påvirkning av nasjonale avfallsmål i et langtidsperspektiv.

Den samlede konsekvensgraden for forurensning for området er vurdert til å være *Ubetydelig (-1)* (Figur 6-25).



Figur 6-25 Vurdert konsekvens for forurensning som følge av utbygging av havvind ved Nordvest A
 Konsekvensen er vurderer som et resultat av verdi i x-aksen med grad av påvirkning i y-aksen. Generell konsekvens for Nordvest A er presentert ved rød ring, lilla ring representerer konsekvens for avgrensede områder i øst hvor det er kjente korallforekomster.

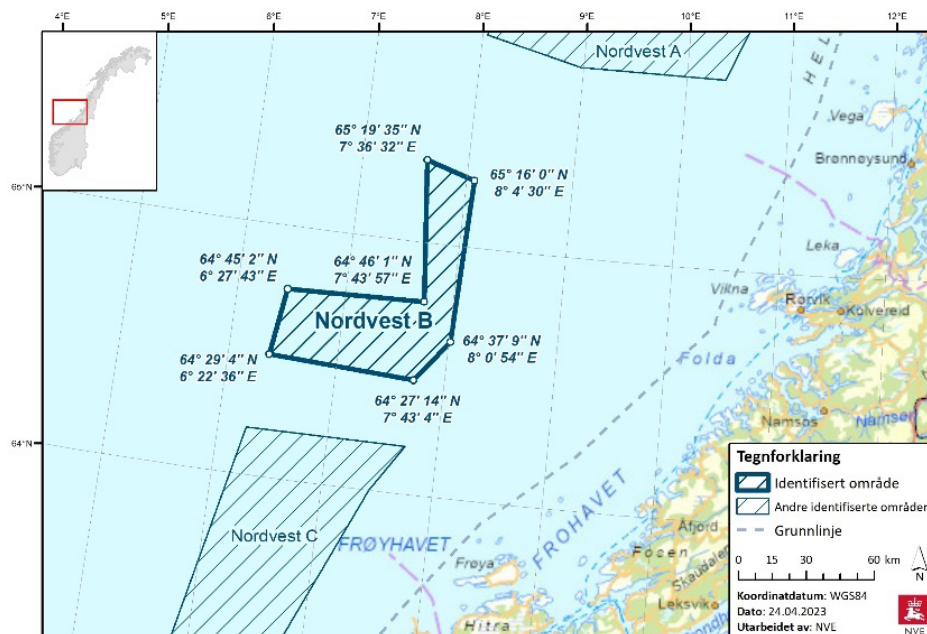
6.7.4.2 Konsekvens for avfall

Material- og avfallsavtrykket for etablering av havvind i området er vurdert som omfattende og vil påvirke nasjonale avfallsmål i et langtidsperspektiv, inkludert internasjonale forpliktelser når det kommer til materialforbruk og avfallsgenerering.

Den samlede konsekvensgraden for avfall for området er vurdert til å være *Alvorlig (-4)* (Tabell 5-1).

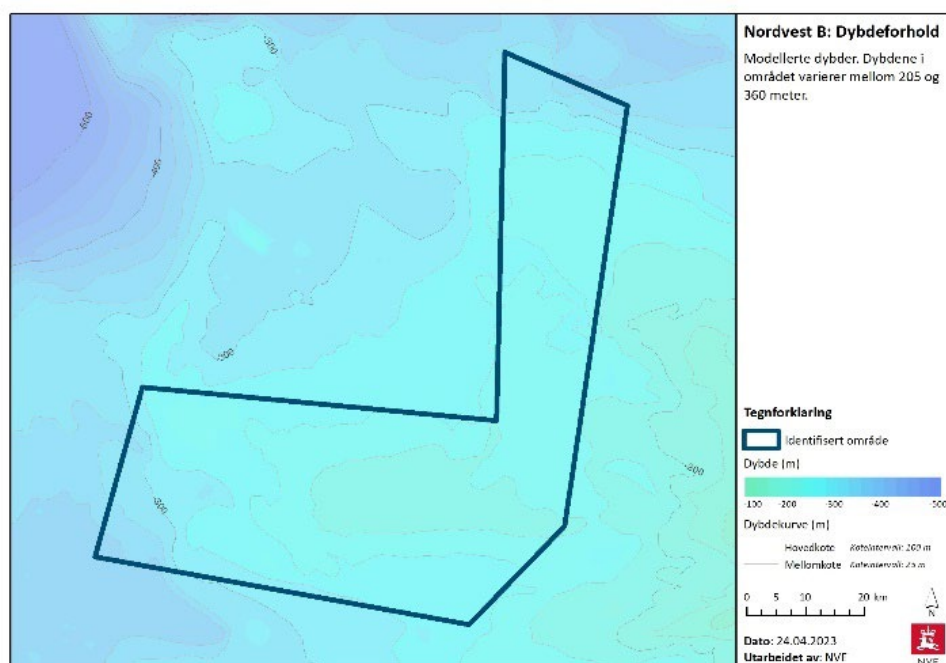
6.8 Nordvest B

Utredningsområdet Nordvest B er lokalisert utenfor Frohavet, ut fra Rørvik og Namsos i Nordland fylke (Figur 6-26).



Figur 6-26 Geografisk plassering av området Nordvest B (NVE, 2023).

Som vist i Tabell 6-1 er Nordvest B lokalisert i et område hvor gjennomsnittlig havdyp er 250m, og gjennomsnittlig vindhastighet 150 moh. er 9,9 m/s. Området er relevant for flytende havvindutbygging. Ytterligere informasjon om dybdeforhold i området er vist i Figur 6-27 hvor ruter med modellerte gjennomsnittsdybder er angitt.



Figur 6-27 Dybdekart for Nordvest B. Dybdeverdiene i kartet er gitt med en oppløsning på 100 x 100 meter og hver rute representerer en modellert gjennomsnittsverdi. Det kan potensielt være stor variasjon innad i rutene (NVE, 2023).

6.8.1 Dagens situasjon for forurensning og avfall

Innenfor utredningsområdet ligger petroleumsfeltene Halten øst, Mikkel og Mikkel B. I de omkringliggende områdene finner en i tillegg flere andre petroleumsfelt, blant annet Draugen i sør, Åsgard, Tyrihans, Maria, Kristin og Dvalin med underfelt i vest. Områdene er generelt modne petroleumsområder hvor det har foregått produksjon siden 90-tallet. Miljøovervåkning gjennomført i 2018 og 2021 konkluderer med at områdene er påvirket med forurensning fra petroleumsaktiviteter, indikert av forhøyede nivåer av THC og Barium i områdene (DNV GL, 2019; DNV, 2022). Det er i tillegg flere letebrønner i områdene innenfor og rundt Nordvest B, ble alle boret i ulike tidsperioder fra 80-tallet frem til nyere tider. Samtidig er området gjenstand for noe fiskeriaktivitet, hovedsaklig ved bruk av passiveredskaper, men det har også foregått noe bunntørling i områdene. Mot kysten befinner det seg mange akvakulturlokaliteter.

Det er registrert noen observasjoner av søppel innenfor utredningsområder, samt en del i områdene rundt, utredningsområdet (MAREANO).

6.8.2 Miljøverdier

Det er ulike miljø- og naturverdier i og i nærheten av Nordvest B, følgende avsnitt oppsummerer de viktigste forholdene som er trukket frem i innledende utredningsarbeid til områdeidentifiseringen (NVE, 2023). For ytterligere vurderinger og innsikt i miljø- og naturverdier for området vises det til egne fagutredninger for de respektive miljøverdigruppene.

Sårbare artsgrupper

Fugl

Nordvest B har lav sensitivetsverdi. Plassering og avstand til kysten ved Trøndelag gjør at det er relativt få arter og individer sammenlignet med områder med høyere sensitivitet. Området benyttes til næringssøk av overflatebeitende og dykkende arter, men ikke artene som søker etter mat på relativt grunt vann.

Området har sin høyeste sensitivitet om sommeren. Gruppene med høyeste sensitivitet da er måker, joer, alkefugler, suler, stormfugler og terner.

Om sommeren blir området brukt til næringssøk, hvile og gjennomflyging av både hekkende og ikke-hekkende individer. Fuglene kommer da i hovedsak fra bestander og kolonier i Trøndelag og Norge. Hekkende individer fra artene med lengst rekkevidde kan også komme fra kolonier i Skottland og Færøyene, for eksempel havsule, havhest og havsval.

Området har litt lavere sensitivitet om høsten, våren og vinteren. Gruppene med høyeste sensitivitet om høsten er stormfugler, måker, alkefugler, suler, terner, joer og vannfugler. Måker, stormfugler, alkefugler, terner og suler er gruppene med høyest sensitivitet om våren, og gruppene med høyeste sensitivitet om vinteren er måker, stormfugler, lommer, alkefugler og suler.

Miljøverdi østlige områder: 0 – 50

Miljøverdi øvrige områder: ikke registrert miljøverdi

Sjøpattedyr

Området overlapper med potensielt viktige beiteområder og migrasjonsruter for flere hvalarter. Dette gjelder spesielt bardehvaler som vågehval, knølhval, finnhval, men også tannhvaler som nise, springere, spekkhogger og grindhval er vanlig forekommende i disse havområdene. I tillegg ligger området relativt nært kjente kaste- og hårfellingsplasser for steinkobbe og havert. Spesielt sistnevnte er kjent for å foreta lange beitevandring ut mot eggakanten og mest sannsynlig til grunne banker innenfor det identifiserte området.

Miljøverdi: ikke registrert miljøverdi

Fisk

Det identifiserte området har en mindre overlapp med gytevandring for norsk vårgytende sild i sørøstlig hjørne. Silden benytter området for å vandre langs kysten. Området har også høy forekomst av de rødlistede haiartene brugde og håbrann, basert på observasjoner og fangst. Øst for området ligger det gyteområder for norsk vårgytende sild, nordøstatlantisk sei og vanlig uer.

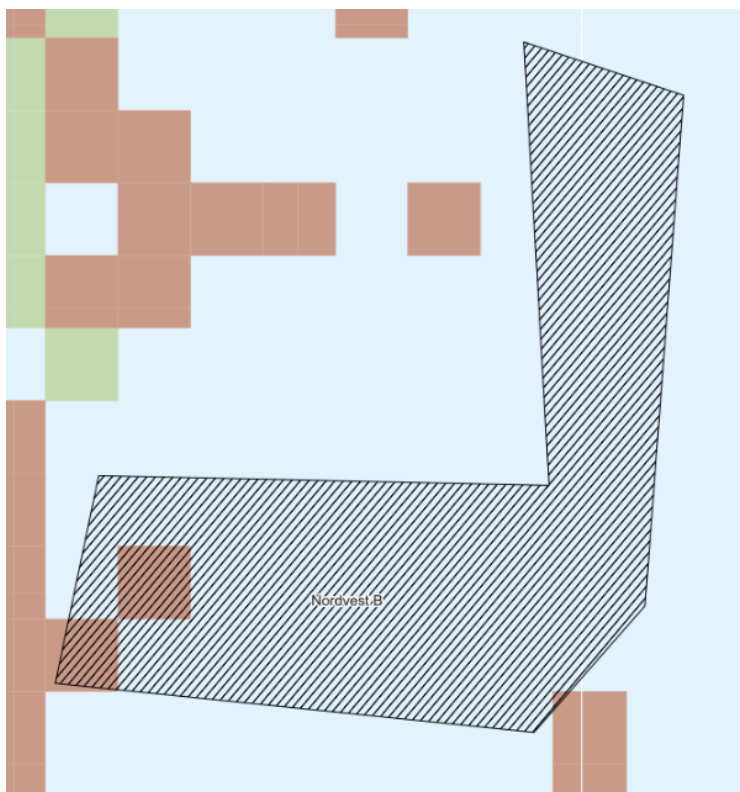
Miljøverdi: 0 – 33 (Grunnet gyting for sei i feb- mars, samt torsk- og sildelarver mai – juli)

Sårbare naturtyper

Det er registrert flere forekomster av korallrev i den vestre delen av området, samt enkelte forekomster i midtre del på petroleumsfeltet Mikkel. Funnene er kartlagt av Havforskningsinstituttet og i forbindelse med petroleumsvirksomhet.

Miljøverdi vestlige utvalgte områder: 0 – 83 (Figur 6-28).

Miljøverdi øvrige områder: ikke registrert med miljøverdi (Figur 6-28).



Figur 6-28 Utklipp fra Barentswatch. Viser utredningsområdet Nordvest B, samt kartlaget Havmiljø/miljøverdier, filtrert på miljøverdi for Naturtyper.

6.8.2.1 Miljøverdier oppsummert

Tabell 6-26 oppsummerer vurdert miljøverdi på bakgrunn av kunnskapen diskutert ovenfor.

Tabell 6-26 Oppsummert vurdering av miljøverdier for Nordvest B.

		Fugl	Marine pattedyr	Fisk	Sårbare naturtyper	Samlet vurdering
0 – 20	Uten betydning	X	X		X	
20 – 40	Noe verdi			X		
40 – 60	Middels verdi	X				X
60 – 80	Stor verdi					
80 – 100	Svært stor verdi				X (vestlige områder)	X

6.8.3 Vurdering av påvirkning

6.8.3.1 Forurensing

Kapittel 3 diskuterer hvilke forurensingsaspekter som er relevant i forbindelse med etablering, drift og avvikling av havvind.

Som vist i Tabell 6.1 er gjennomsnittlig vind for området 9,9 m/s. Dette innebærer en viss slitasje på turbinenes bestanddeler. Noe som kan føre til ytterligere utslipp av mikroplast og slitasje av overflatebehandling.

Østlige områder i Nordvest B er noe sårbart for fugler, ettersom det er flere dykkende sjøfuglarter som beiter i områdene store deler av sommerhalvåret. Som diskutert i kapittel 3 er de relevante forurensningskildene fra havvindturbiner ikke av særlig konflikt med sjøfuglers beiteatferd. Eventuell oljeforurensing er forventet å være av så små volumer at disse vil brytes ned naturlig og tilsomt utgjøre en signifikant påvirkning på eventuell beitende sjøfugl. Det samme gjelder på eventuell utlekking fra overflatebehandling.

Utslipp av mikroplast kan nå beitende sjøfugl i området da det kan forveksles med mat, som f. eks. dyreplankton. Mikroplast kan akkumulere i fordøyelsessyemet kan føre til blokkering av fordøyelsessystemet, falsk metthetsfølelse og sult. Samlet sett kan mikroplast ha svært negativ påvirkning på fugler.

Som nevnt er området forbundet med gytevandring og larvedrift for både torsk og sild. Som diskutert i kapittel 3 er de relevante forurensningsaspektene fra havvindturbiner å vurdere som ikke signifikante fiskelarver. Dette med henblikk på de små volumene som er relevante under normale forhold og rask fortykning i vannmassene.

Som nevnt er det funn av viktige korallområder i vestlige deler av utredningsområdet. Basert på diskusjoner i kapittel 3 er det særlig utslipp av mikroplast som er relevant når det kommer til påvirkning som følge av forurensing og havvindutbygging. Med utgangspunkt i diskusjoner fra kapittel 3 om mikroplast, samt kunnskap om strømforhold i områdene (kapittel 6.2.1) er det rimelig å anta at hovedparten av mikroplastutslipp fra Nordvest B vil fraktes videre nord og ut av utredningsområdet. Samtidig kan større plastpartikler ende opp med å sedimentere innenfor utredningsområdet.

Påvirkning fra forurensing på de relevante miljøverdiene vurderes derfor å være av kategorien *Ubetydelig endring* (Tabell 6-27).

Tabell 6-27 Vurdering av påvirkning av forurensing på miljøverdier som følge av havvindutbygging i Nordvind A.

	Fugl	Marine pattedyr	Fisk	Sårbare naturtyper	Samlet vurdering
Sterkt forringet					
Foringet					
Noe forringet					
Ubetydelig endring	X	X	X	X	X
Forbedret					

6.8.3.2 Avfall

Som diskutert i kapittel 2 og 3 er det ikke forventet at etablering, drift og avvikling vil medføre avfall som når det marine miljøet i form av søppel, men at alle materialer som går med på disse fasene blir værende i et avfallskretsløp til materialene gjenvinnes, gjenbrukes eller avhendes.

Påvirkning som følge av avfall vil derfor være knyttet til materialavtrykket til å etablere havvind i Nordvest B.

Kapittel 6.2.2.5 og 6.2.2.7 legger frem materialavtrykk som er gjeldende for alle utredningsområder som er relevant for utbygging av flytende havvind. Dette vil være gjeldende for materialavtrykket til Nordvest B.

Forhold som er områdespesifikt og som vil påvirke material- og avfallsavtrykket til Nordvest B inkluderer dybdeforhold og relevant teknologi (flytende for Nordvest B). Tabell 6-28 oppsummerer de feltspesifikke tilpasningene i material- og avfallsavtrykket. Beregningene er gjort med bakgrunn i gjennomsnittlig dyp for området (Tabell 6-1) og føringer gitt i referanseprosjekt fra NVE. Omfang av feltinterne kabler er beregnet med utgangspunkt i referanseprosjektet (2,5 km mellom hver turbin) og gjennomsnittlig havdyp for området. Det er derfor ikke tatt høyde for eventuelle strekk i kabler gjennom vannmassene eller ulike flyte/synke-strategier for festing av slike kabler mellom turbinene.

Tabell 6-28 Materialmengde for Nordvest B per komponent i referanseturbinen og referanseprosjektet; ankerliner og kabler.

Ankerline (3 stk per turbin)			
Komponent/material	Mengde 1 turbin	Mengde 68 turbiner	Enhet
Stål	1072,5	72 930	Tonn
Polyester	27,75	1887	Tonn
Feltinterne kabler (1 km)			
Stål (lavlegert)	16,4 (Tonn/km)	3066,8	Tonn
Kobber	25,4 (Tonn/km)	4749,8	Tonn
Polyetylen (PE)	3,0 (Tonn/km)	561	Tonn
Polypropylen (PP)	1,6 (Tonn/km)	299,2	Tonn

Tabell 6-29 oppsummerer det totale avfalls- og materialavtrykket til en havvindutbygging i Nordvest B. Tabellen oppsummerer avtrykket fordelt på 4 ulike flyteteknologier, flytende sparkonstruksjon i betong, flytende sparkonstruksjon i stål, flytende semi-submersibel konstruksjon i betong og flytende semi-submersibel konstruksjon i stål. Tabellen gir også

et henblikk på materialavtrykket til en havvindutbygging i Nordvest B og nasjonale avfallstall for 2022 (SSB, 2023) og beskrivelser gitt i kapittel 6.2.2.4.

Som vist i tabellen er det stor variasjon i hvordan flyteteknologi vil påvirke det totale material- og avfallsavtrykket for Nordvest B. En havvindutbygging med flytende sparkonstruksjon i betong vil ha et avtrykk som vil tilsvare omlag 3 ganger så mye som for flytende semi-submersibel konstruksjon i stål. Ved endt levetid for havvinnanleggene vil det som beregnes som et materialavtrykk resultere i et tilsvarende avfallsavtrykk. Det er varierende hvor stor andel av et nasjonalt avfallsavtrykk etablering av havvind i Nordvest B vil ha, og dette vil variere med teknologi. For Nordvest B, sammenlignet med nasjonale avfallstall for 2022, vil dette ligge omtrent mellom 8 – 24% av det nasjonale avfallsavtrykket.

Tabell 6-29 Totalt material- og avfallsavtrykk for Nordvest B fordelt på relevante teknologier. Inkludert sammenligning med nasjonale avfallstall for 2022 (SSB, 2023).

Totalt materialavtrykk per teknologi			
Teknologi	Totalt materialavtrykk 68 turbiner	Enhet	Del av nasjonalt avfallsavtrykk (2022 nivåer)
Flytende sparkonstruksjon i stål	2157,4	1000 Tonn	18%
Flytende sparkonstruksjon i betong	2923,1	1000 Tonn	24%
Flytende semi-submersibel konstruksjon i stål	970,5	1000 Tonn	8%
Flytende semi-submersibel konstruksjon i betong	2094,4	1000 Tonn	17%

Basert på det ovenfornevnte vurderes det at en havvindutbygging i Nordvest B vil ha en betydelig påvirkning på Norges totale avfallsavtrykk ved endt levetid for en eventuell utbygging. Samtidig, som diskutert i kapittel 3, forventes det at samtlige bestanddeler og fraksjoner vil være en del av et avfallskretsløp. Med henblikk på utvikling i industrien, også når det kommer til teknologi for gjenvinning, gjenbruk og avfallsbehandling, samt at avvikling av Nordvest B eventuelt ville først være gjeldende etter 2050, vurderes det som rimelig å anta at hovedparten av materialer fra havvinnanleggene vil kunne gjenvinnes og gjenbrukes. Dette reduserer den overordnede påvirkningen.

Den endelige vurderingen av påvirkning utbygging av havvind ved Nordvest B vil ha for temaet avfall er vurdert til å være **Forringet**.

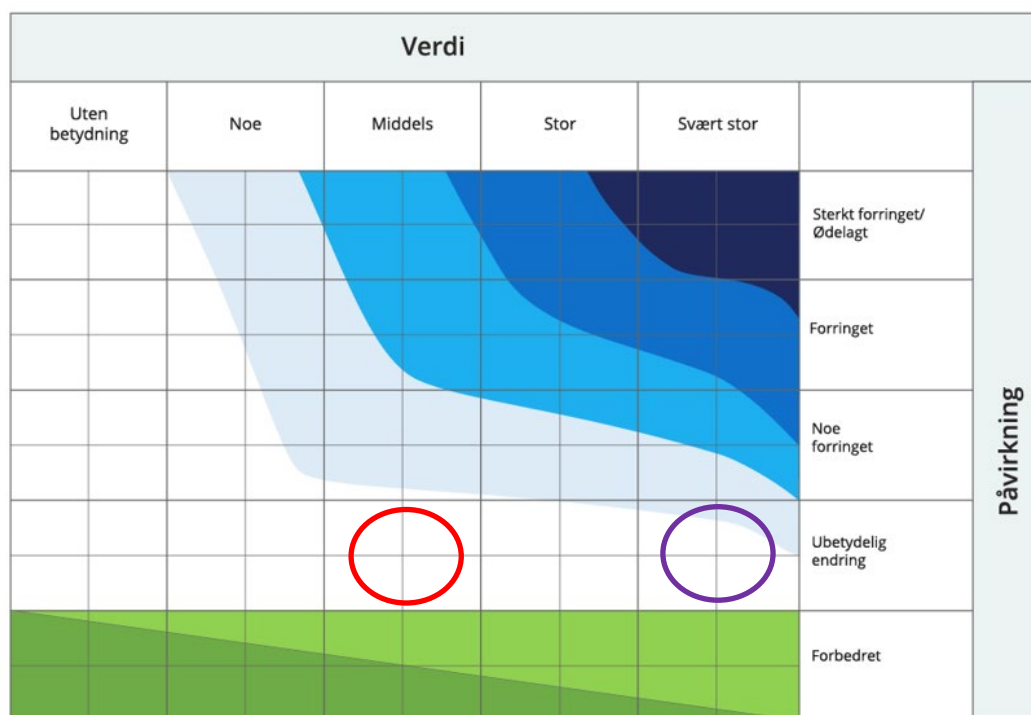
6.8.4 Vurdering av konsekvens

6.8.4.1 Konsekvens for forurensning

Konsekvenser for forurensning er presentert i Figur 6-29 og representerer vurderinger av miljøverdier i områdene og påvirkning fra relevant forurensning.

Konsekvenser for avfall er vurdert å ikke påvirke de relevante miljøverdiene i områdene. Samtidig vil dette være relevant for påvirkning av nasjonale avfallsmål i et langtidsperspektiv.

Den samlede konsekvensgraden for forurensning for området er vurdert til å være **Ubetydelig (-1)** (Tabell 5-1).



Figur 6-29 Vurdert konsekvens for forurensning som følge av utbygging av havvind ved Nordvest B. Konsekvensen er vurdert som et resultat av verdi i x-aksen med grad av påvirkning i y-aksen. Generell konsekvens for Nordvest B er presentert ved rød ring, lilla ring representerer konsekvens for avgrensede områder i øst hvor det er kjente korallforekomster.

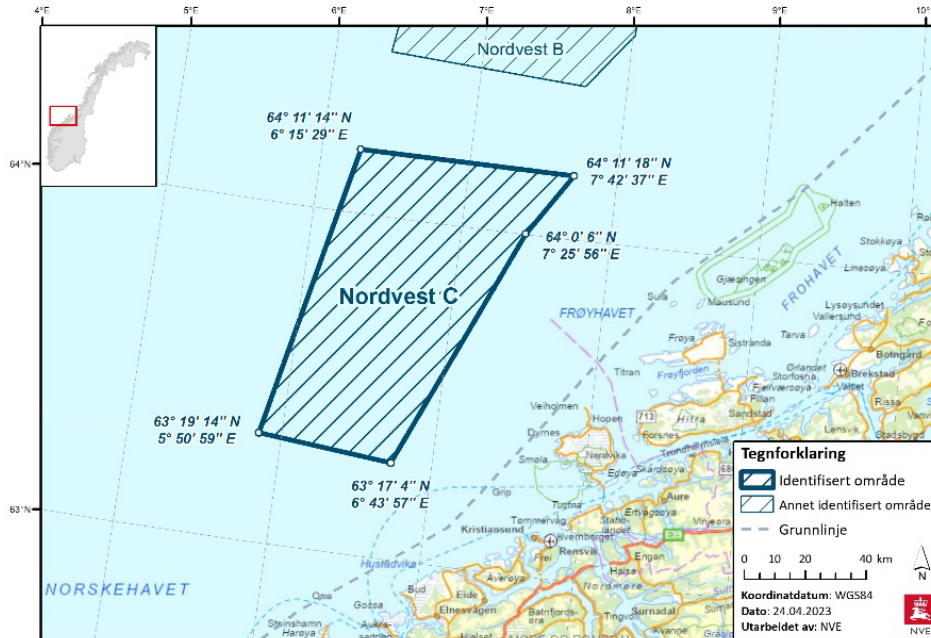
6.8.4.2 Konsekvens for avfall

Material- og avfallsavtrykket for etablering av havvind i området er vurdert som omfattende og vil påvirke nasjonale avfallsmål i et langtidsperspektiv, inkludert internasjonale forpliktelser når det kommer til materialforbruk og avfallsgenerering.

Den samlede konsekvensgraden for forurensning for området er vurdert til å være *Alvorlig* (-4) (Tabell 5-1).

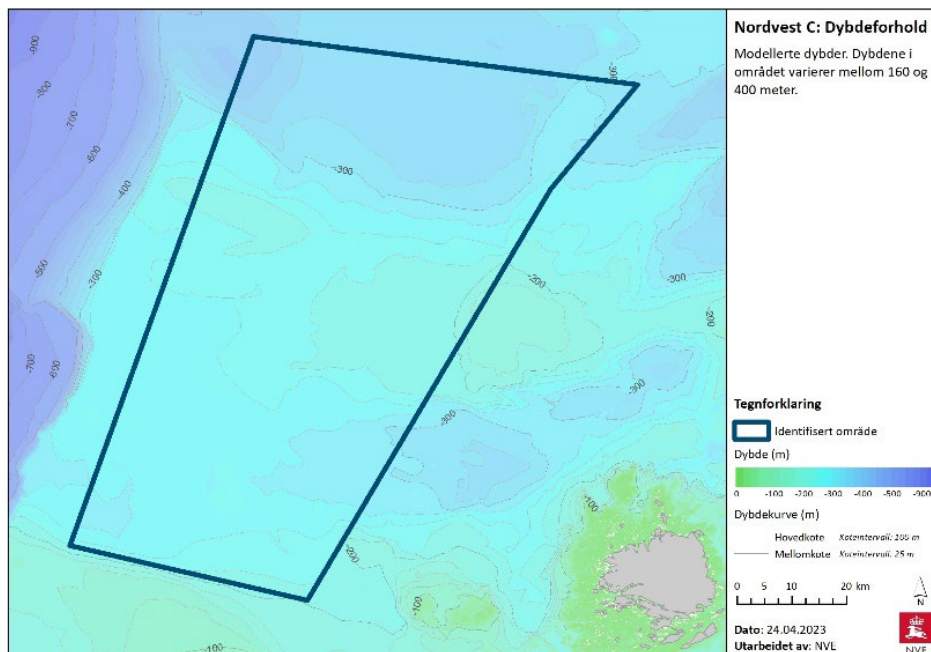
6.9 Nordvest C

Utredningsområdet Nordvest B er lokalisert utenfor Frøyhavet, ut fra Frøya, Hitra og Smøla ved Trøndelagskysten (Figur 6-30).



Figur 6-30 Geografisk plassering av området Nordvest C (NVE, 2023).

Som vist i Tabell 6-1 er Nordvest B lokalisert i et område hvor gjennomsnittlig havdyp er 270m, og gjennomsnittlig vindhastighet 150 moh. er 9,9 m/s. Området er relevant for flytende havvindutbygging. Ytterligere informasjon om dybdeforhold i området er vist i Figur 6-31 hvor ruter med modellerte gjennomsnittsdybder er angitt.



Figur 6-31 Dybdekart for Nordvest C. Dybdeverdiene i kartet er gitt med en oppløsning på 100 x 100 meter og hver rute representerer en modellert gjennomsnittsverdi. Det kan potensielt være stor variasjon innad i rutene (NVE, 2023).

6.9.1 Dagens situasjon for forurensning og avfall

Innenfor utredningsområdet ligger petroleumsfeltet Fenja som startet sin produksjon i 2023. I de omkringliggende områdene finner en i tillegg flere andre petroleumsfelt, blant annet Draugen Njord og Bauge i Nord, samt Ormen Lange mot vest. Miljøovervåkning gjennomført i 2018 og 2021 konkluderer med at områdene rundt Fenja er påvirket med forurensning fra petroleumsaktiviteter, indikert av forhøyede nivåer av THC, Barium og kvikksølv i områdene (DNV GL, 2019; DNV, 2022). Det er i tillegg flere letebrønner i områdene innenfor og rundt Nordvest C, ble alle boret i ulike tidsperioder fra 90-tallet frem til nyere tider. Samtidig er området gjenstand for noe fiskeriaktivitet, hovedsakelig ved bruk av passive redskaper, men det har også foregått noe bunntåling i områdene. Mot kysten befinner det seg mange akvakulturlokaliteter.

Det er registrert noen observasjoner av søppel innenfor utredningsområder, samt en del i områdene rundt, utredningsområdet (MAREANO).

6.9.2 Miljøverdier

Det er ulike miljø- og naturverdier i og i nærheten av Nordvest C, følgende avsnitt oppsummerer de viktigste forholdene som er trukket frem i innledende utredningsarbeid til områdeidentifiseringen (NVE, 2023). For ytterligere vurderinger og innsikt i miljø- og naturverdier for området vises det til egne fagutredninger for de respektive miljøverdigruppene.

Sårbare artsgrupper

Fugl

Nordvest C har under middels sensitivitet. Plassering og avstand til kysten ved Trøndelag og Møre og Romsdal gjør at det er litt færre arter og individer enn områdene med middels sensitivitet. Området benyttes av både pelagiske og kystnære arter. Området benyttes til næringssøk av overflatebeitende og dykkende arter, men ikke artene som søker etter mat på relativt grunt vann.

Området har sin høyeste sensitivitet om sommeren. Gruppene med høyeste sensitivitet da er måker, alkefugler, joer, terner, suler, stormfugler, vannfugler, dykkender og skarver.

Området blir brukt til næringssøk, hvile og gjennomflyging om sommeren, både av hekkende og ikke-hekkende individer. Fuglene kommer i hovedsak fra Trøndelag og Møre og Romsdal og andre deler av Norge. Hekkende individer fra artene med lengst rekkevidde kan også komme fra kolonier i Skottland og Færøyene, for eksempel havsule, havhest og havsvale.

Området har litt lavere sensitivitet om høsten, og lavest om våren og vinteren. Gruppene med høyeste sensitivitet om høsten er stormfugler, suler, joer, lommer, måker, alkefugler og vannfugler. Måker, stormfugler, alkefugler, suler og skarver er gruppene med høyeste sensitivitet om våren, og måker, lommer, stormfugler, alkefugler, dykkender og dykkere er gruppene med høyeste sensitivitet om vinteren. I disse sesongene er det hovedsakelig trekkende eller overvintrende fugler i området, som kommer fra Trøndelag og Møre og Romsdal, andre deler av Norge, Svalbard, naboland rundt Nordsjøen, Færøyene, Island, Grønland, Russland, Finland eller Sverige.

Miljøverdi: 0 – 50

Sjøpattedyr

Området overlapper med potensielt viktige beiteområder og migrasjonsruter for flere hvalarter. Dette gjelder spesielt bardehvaler som vågehval, knølhval, finnhval, men også tannhvaler som nise, springere, spekkhogger og grindhval er vanlig forekommende i disse havområdene. I tillegg ligger området relativt nært kjente kaste- og hårfellingsplasser for

steinkobbe og havert. Spesielt sistnevnte er kjent for å foreta lange beitevandring ut mot eggkanten og mest sannsynlig til grunne banker innenfor det identifiserte området.

Miljøverdi: ikke registrert med miljøverdi

Fisk

Det identifiserte området overlapper med gytefelt og gytevandring for flere fiskearter. Det har også høy forekomst av de rødlistede haiartene brugde og håbrann, basert på observasjoner og fangst.

Området har særlig stor overlapp med gytefelt for vanlig uer. Gytefeltet for vanlig uer omfatter så godt som hele området, med unntak av nord og nordøstlig del. Vanlig uer er oppført som sterk truet på rødlista og er en ansvarsart for Norge. Det betyr at mer enn 25 prosent av den europeiske populasjonen finnes i Norge. Det registrert gytefeltet er et av de største og viktigste for arten.

Norsk vårgytende sild benytter østlig del av det identifiserte området til å vandre langs kysten til gytefelt for å gyte. Innenfor nevnte vandringsområde er det to slike gytefelt for arten.

I sørlig del av det identifiserte området er det overlapp med gytefelt for nordøstatlantisk sei og blålange. I områdene rundt Smøla gyter kysttorsken. Både sei, torsk og sild er kommersielle og økologisk viktige arter, mens blålange er en nært truet art.

Miljøverdi utvalgte områder: 100 (utklipp under, knyttet til gyting for NVG-sild)

Miljøverdi øvrige områder: 10 - 44

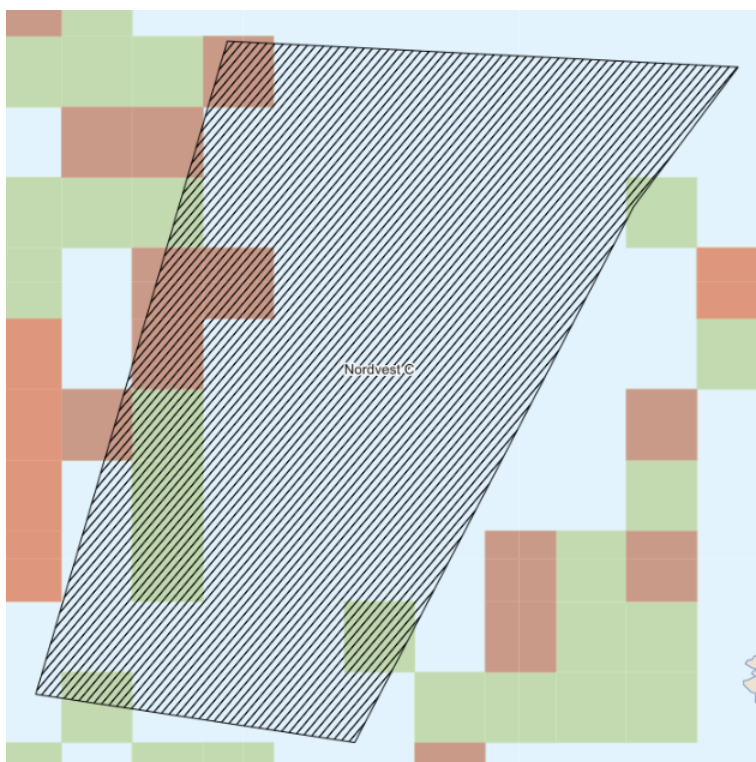


Utklipp fra Barentswatch. Viser utredningsområdet Nordvest C, samt kartlaget Havmiljø/miljøverdier, filtrert på miljøverdi for Fisk. Rød farge indikerer høyeste miljøverdi (100), grønn farge indikerer miljøverdier mellom 10 og 30.

Sårbare naturtyper

Det er modellert tette forekomster av korallrev i vestre del av området gjennom MAREANO-programmet. Det er i tillegg registrert noen spredte korallforekomster i de sentrale og nordlige deler av området, fra kartlegginger gjennomført i forbindelse med petroleumsaktivitet.

Miljøverdi: 42 – 83 (grunnet korallforekomster i avgrensede områder, se Figur 6-32)



Figur 6-32 Utklipp fra Barentswatch. Viser utredningsområdet Nordvest C, samt kartlaget Havmiljø/miljøverdier, filtrert på miljøverdi for Naturtyper. Rød farge indikerer høyeste miljøverdi (83), grønn farge indikerer middels miljøverdi (50).

6.9.2.1 Miljøverdier oppsummert

Tabellen under oppsummerer vurdert miljøverdi på bakgrunn av kunnskapen diskutert ovenfor.

Tabell 6-30 Oppsummert vurdering av miljøverdier for Nordvest C.

		Fugl	Marine pattedyr	Fisk	Sårbare naturtyper	Samlet vurdering
0 – 20	Uten betydning	X	X		X	
20 – 40	Noe verdi			X		
40 – 60	Middels verdi	X				X
60 – 80	Stor verdi					
80 – 100	Svært stor verdi			X (avgrensede områder)	X (avgrensede områder)	X

6.9.3 Vurdering av påvirkning

6.9.3.1 Forurensing

Kapittel 3 diskuterer hvilke forurensingsaspekter som er relevant i forbindelse med etablering, drift og avvikling av havvind.

Som vist i Tabell 6.1 er gjennomsnittlig vind for området 9,9 m/s. Dette innebærer en viss slitasje på turbinenes bestanddeler. Noe som kan føre til ytterligere utslipp av mikroplast og slitasje av overflatebehandling.

Deler av Nordvest C er noe sårbart for fugler, ettersom det er flere dykkende sjøfuglarter som beiter i områdene store deler av sommerhalvåret. Som diskutert i kapittel 3 er de relevante forurensningskildene fra havvindturbiner ikke av særlig konflikt med sjøfuglers beiteatferd. Eventuell oljeforurensning er forventet å være av så små volumer at disse vil brytes ned naturlig og tvisomt utgjøre en signifikant påvirkning på eventuell beitende sjøfugl. Det samme gjelder på eventuell utlekking fra overflatebehandling.

Utslipp av mikroplast kan nå beitende sjøfugl i området da det kan forveksles med mat, som f. eks. dyreplankton. Mikroplast kan akkumulere i fordøyelsessystemet kan føre til blokkering av fordøyelsessystemet, falsk metthetsfølelse og sult. Samlet sett kan mikroplast ha svært negativ påvirkning på fugler.

Som nevnt er området forbundet med gytevandring og larvedrift for sild. Som diskutert i kapittel 3 er de relevante forurensningsaspektene fra havvindturbiner å vurdere som ikke signifikante fiskelarver. Dette med henblikk på de små volumene som er relevante under normale forhold og rask fortykning i vannmassene.

Som nevnt er det funn av viktige korallområder i vestlige deler av utredningsområdet. Basert på diskusjoner i kapittel 3 er det særlig utslipp av mikroplast som er relevant når det kommer til påvirkning som følge av forurensing og havvindutbygging. Med utgangspunkt i diskusjoner fra kapittel 3 om mikroplast, samt kunnskap om strømforhold i områdene (kapittel 6.2.1) er det rimelig å anta at hovedparten av mikroplastutslipp fra Nordvest C vil fraktes videre nord og ut av utredningsområdet. Samtidig kan større plastpartikler ende opp med å sedimentere innenfor utredningsområdet.

Påvirkning fra forurensing på de relevante miljøverdiene vurderes derfor å være av kategorien *Ubetydelig endring*.

Tabell 6-31 Vurdering av påvirkning av forurensing på miljøverdier som følge av havvindutbygging i Nordvest C.

	Fugl	Marine pattedyr	Fisk	Sårbare naturtyper	Samlet vurdering
Sterkt forringet					
Forringet					
Noe forringet					
Ubetydelig endring	X	X	X	X	X
Forbedret					

6.9.3.2 Avfall

Som diskutert i kapittel 2 og 3 er det ikke forventet at etablering, drift og avvikling vil medføre avfall som når det marine miljøet i form av søppel, men at alle materialer som går med på disse fasene blir værende i et avfallskretsløp til materialene gjenvinnes, gjenbrukes eller avhendes.

Påvirkning som følge av avfall vil derfor være knyttet til materialavtrykket til å etablere havvind i Nordvest C.

Kapittel 6.2.2.5 og 6.2.2.7 legger frem materialavtrykk som er gjeldende for alle utredningsområder som er relevant for utbygging av flytende havvind. Dette vil være gjeldende for materialavtrykket til Nordvest C.

Forhold som er områdespesifikt og som vil påvirke material- og avfallsavtrykket til Nordvest C inkluderer dybdeforhold og relevant teknologi (flytende for Nordvest C). Tabell 6-32 oppsummerer de feltspesifikke tilpasningene i material- og avfallsavtrykket. Beregningene er gjort med bakgrunn i gjennomsnittlig dyp for området (Tabell 6-1) og føringer gitt i referanseprosjekt fra NVE. Omfang av feltinterne kabler er beregnet med utgangspunkt i referanseprosjektet (2,5 km mellom hver turbin) og gjennomsnittlig havdyp for området. Det er derfor ikke tatt høyde for eventuelle strekk i kabler gjennom vannmassene eller ulike flyte/synke-strategier for festing av slike kabler mellom turbinene.

Tabell 6-32 Materialmengde for Nordvest C per komponent i referanseturbinen og referanseprosjektet; ankerliner og kabler.

Ankerline (3 stk per turbin)			
Komponent/material	Mengde 1 turbin	Mengde 68 turbiner	Enhet
Stål	1158,3	78 764,4	Tonn
Polyester	30	2040	Tonn
Feltinterne kabler (1 km)			
Stål (lavlegert)	16,4 (Tonn/km)	3089,1	Tonn
Kobber	25,4 (Tonn/km)	4784,3	Tonn
Polyetylen (PE)	3,0 (Tonn/km)	565,1	Tonn
Polypropylen (PP)	1,6 (Tonn/km)	301,4	Tonn

Tabell 6-33 oppsummerer det totale avfalls- og materialavtrykket til en havvindutbygging i Nordvest C. Tabellen oppsummerer avtrykket fordelt på 4 ulike flyteteknologier, flytende sparkonstruksjon i betong, flytende sparkonstruksjon i stål, flytende semi-submersibel konstruksjon i betong og flytende semi-submersibel konstruksjon i stål. Tabellen gir også et henblikk på materialavtrykket til en havvindutbygging i Nordvest C og nasjonale avfallstall for 2022 (SSB, 2023) og beskrivelser gitt i kapittel 6.2.2.4.

Som vist i tabellen er det stor variasjon i hvordan flyteteknologi vil påvirke det totale material- og avfallsavtrykket for Nordvest C. En havvindutbygging med flytende sparkonstruksjon i betong vil ha et avtrykk som vil tilsvare omlag 3 ganger så mye som for flytende semi-submersibel konstruksjon i stål. Ved endt levetid for havindanleggene vil det som beregnes som et materialavtrykk resultere i et tilsvarende avfallsavtrykk. Det er varierende hvor stor andel av et nasjonalt avfallsavtrykk etablering av havvind i Nordvest C vil ha, og dette vil variere med teknologi. For Nordvest C, sammenlignet med nasjonale avfallstall for 2022, vil dette ligge omtrent mellom 8 – 24% av det nasjonale avfallsavtrykket.

Tabell 6-33 Totalt material- og avfallsavtrykk for Nordvest C fordelt på relevante teknologier. Inkludert sammenligning med nasjonale avfallstall for 2022 (SSB, 2023).

Totalt materialavtrykk per teknologi			
Teknologi	Totalt materialavtrykk 68 turbiner	Enhet	Del av nasjonalt avfallsavtrykk (2022 nivåer)
Flytende sparkonstruksjon i stål	2163,5	1000 Tonn	18%
Flytende sparkonstruksjon i betong	2929,1	1000 Tonn	24%
Flytende semi-submersibel konstruksjon i stål	976,5	1000 Tonn	8%
Flytende semi-submersibel konstruksjon i betong	2100,5	1000 Tonn	17%

Basert på det ovenfornevnte vurderes det at en havvindutbygging i Nordvest C vil ha en betydelig påvirkning på Norges totale avfallsavtrykk ved endt levetid for en eventuell utbygging. Samtidig, som diskutert i kapittel 3, forventes det at samtlige bestanddeler og fraksjoner vil være en del av et avfallskretsløp. Med henblikk på utvikling i industrien, også når det kommer til teknologi for gjenvinning, gjenbruk og avfallsbehandling, samt at avvikling av Nordvest C eventuelt ville først være gjeldende etter 2050, vurderes det som rimelig å anta at hovedparten av materialer fra havvindanleggene vil kunne gjenvinnes og gjenbrukes. Dette reduserer den overordnede påvirkningen.

Den endelige vurderingen av påvirkning utbygging av havvind ved Nordvest C vil ha for temaet avfall er vurdert til å være **Forringet**.

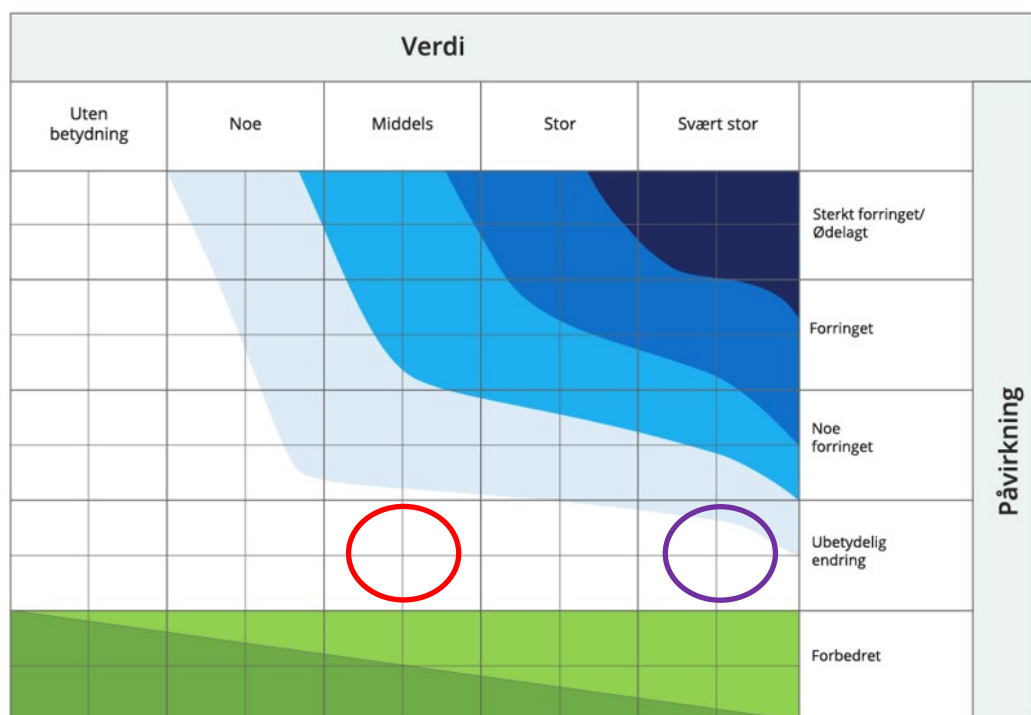
6.9.4 Vurdering av konsekvens

6.9.4.1 Konsekvens for forurensning

Konsekvenser for forurensning er presentert i Figur 5-31 og representerer vurderinger av miljøverdier i områdene og påvirkning fra relevant forurensning.

Konsekvenser for avfall er vurdert å ikke påvirke de relevante miljøverdiene i områdene. Samtidig vil dette være relevant for påvirkning av nasjonale avfallsmål i et langtidsperspektiv.

Den samlede konsekvensgraden for forurensning for området er vurdert til å være **Ubetydelig (-1)** (Tabell 5-1).



Figur 6-33 Vurdert konsekvens for forurensning som følge av utbygging av havvind ved Nordvest C
 Konsekvensen er vurdert som et resultat av verdi i x-aksen med grad av påvirkning i y-aksen. Generell konsekvens for Nordvest C er presentert ved rød ring, lilla ring representerer konsekvens for avgrensede områder knyttet til korallforekomster og gyteområder for sild.

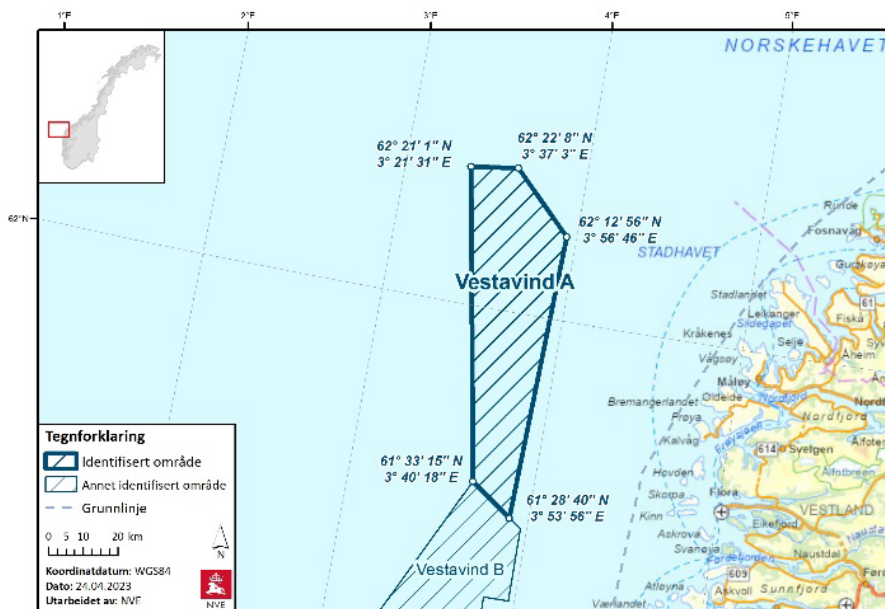
6.9.4.2 Konsekvens for avfall

Material- og avfallsavtrykket for etablering av havvind i området er vurdert som omfattende og vil påvirke nasjonale avfallsmål i et langtidsperspektiv, inkludert internasjonale forpliktelser når det kommer til materialforbruk og avfallsgenerering.

Den samlede konsekvensgraden for avfall for området er vurdert til å være *Alvorlig* (-4) (Tabell 5-1).

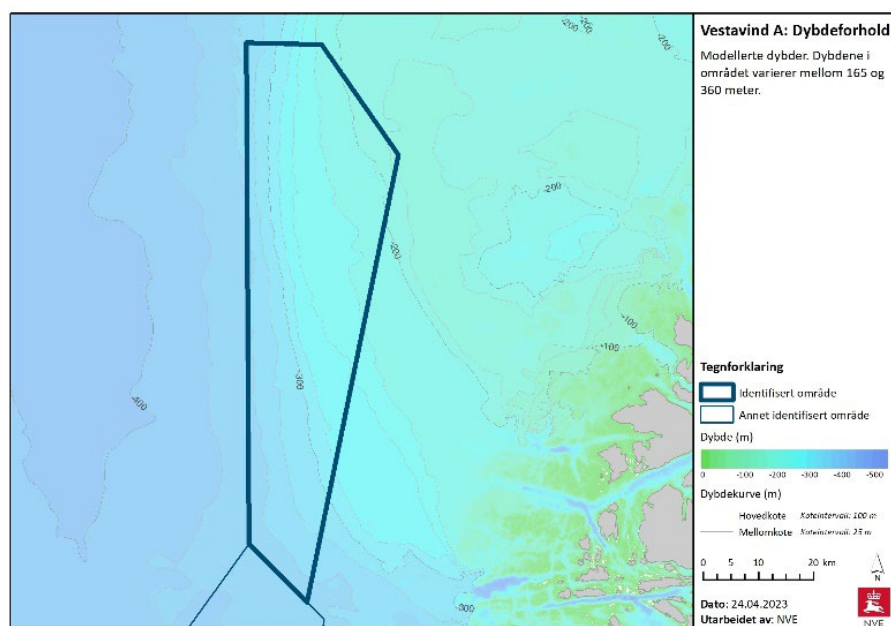
6.10 Vestavind A

Utredningsområdet Vestavind A er lokalisert utenfor Stadhavet ved Bremangerlandet i Vestland fylke (Figur 6-34).



Figur 6-34 Geografisk plassering av området Vestavind A (NVE, 2023).

Som vist i Tabell 6-1 er Vestavind A lokalisert i et område hvor gjennomsnittlig havdyp er 275m, og gjennomsnittlig vindhastighet 150 moh. er 10,7 m/s. Området er relevant for flytende havvindutbygging. Ytterligere informasjon om dybdeforhold i området er vist i Figur 6-35 hvor ruter med modellerte gjennomsnittsdybder er angitt.



Figur 6-35 Dybdekart for Vestavind A. Dybdeverdiene i kartet er gitt med en oppløsning på 100 x 100 meter og hver rute representerer en modellert gjennomsnittsverdi. Det kan potensielt være stor variasjon innad i rutene (NVE, 2023).

6.10.1 Dagens situasjon for forurensning og avfall

Det er ingen produserende petroleumsfelt innenfor utredningsområdet, men petroleumsfeltene Duva og GjØa ligger omlag 10 km sørØst for området. Det er i tillegg flere letebrønner i områdene innenfor og rundt Vestavind A, alle disse ble boret i ulike tidsperioder fra 1970-tallet frem til nyere tider.

Området er gjenstand for noe, men begrenset fiskeriaktivitet, noe ved bruk av passive redskaper som garn, men også noe fiske med notredskap. Mot kysten befinner det seg mange akvakulturlokalteter.

MAREANO-programmet inkluderer ikke stasjoner for visuell undersøkelse i disse områdene, og det er derfor ingen registreringer om søppel på havbunnen innenfor, eller i umiddelbar nærhet ved områdene.

6.10.2 Miljøverdier

Det er ulike miljø- og naturverdier i og i nærheten av Vestavind A, følgende avsnitt oppsummerer de viktigste forholdene som er trukket frem i innledende utredningsarbeid til områdeidentifisering (NVE, 2023). For ytterligere vurderinger og innsikt i miljø- og naturverdier for området vises det til egne fagutredninger for de respektive miljøverdigruppene.

Sårbare artsgrupper

Fugl

Vestavind A har middels sensitivetsverdi. Plassering og nærhet til kysten i Vestland og Møre og Romsdal gjør at området har høyt antall arter og individer. Området benyttes av både pelagiske og kystnære arter. Området benyttes til næringssøk av overflatebeitinge og dykkende arter, men ikke av artene som søker etter mat på relativt grunt vann.

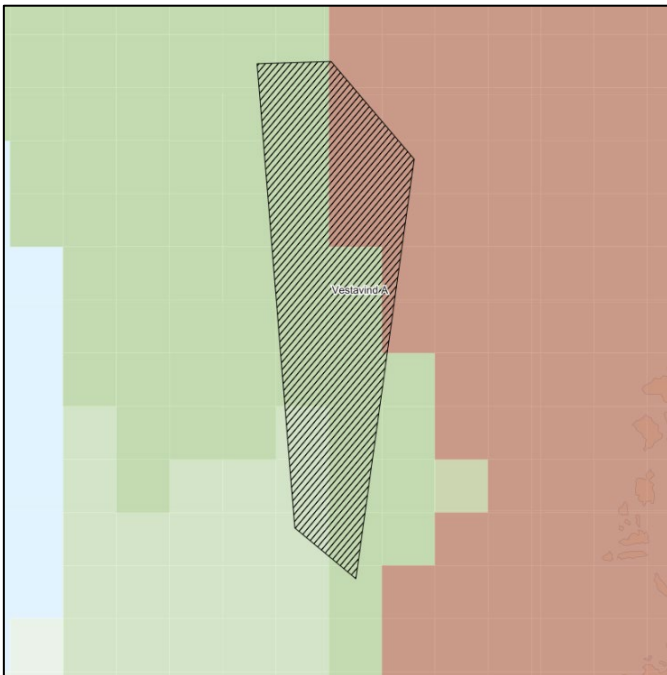
Området har sin høyeste sensitivitet om sommeren. Grupper med høyeste sensitivitet da er måker, alkefugler, stormfugler, suler, terner, joer, vannfugler, skarver og dykkender.

Om sommeren blir området brukt til næringssøk, hvile og gjennomflyging, både av hekkende og ikke-hekkende individer. Fuglene kommer da i hovedsak fra bestander og kolonier i Vestland og Møre og Romsdal, for eksempel fra Runde som er største sjøfuglkoloni i Sør-Norge. Hekkende individer fra artene med lengst rekkevidde kan også komme fra kolonier i Skottland og Færøyene, for eksempel havsule, havhest og havsvale.

Området har litt lavere sensitivitet om høsten, lavest om våren og vinteren. Grupper med høyeste sensitivitet om høsten er stormfugler, suler, joer, alkefugler, måker og lommer. Måker, stormfugler, alkefugler, suler og skarver er blant gruppene med høyeste sensitivitet om våren. Måker, suler, alkefugler, dykkender, stormfugler, lommer og dykkere er blant gruppene med høyeste sensitivitet om vinteren. I disse sesongene er det hovedsakelig trekkende eller overvintrende fugler som kommer fra Vestland og Møre og Romsdal, andre deler av Norge, Svalbard, naboland rundt Nordsjøen, Færøyene, Island, Grønland, Russland, Finland eller Sverige.

Miljøverdi østlige utvalgte områder: 83 (høyeste verdi målt knyttet til havhest gjennom april – august, se Figur 6-36).

Miljøverdi øvrige områder: 17 – 50



Figur 6-36 Utklipp fra Barentswatch. Viser utredningsområdet Vestavind A, samt kartlaget Havmiljø/miljøverdier, filtrert på miljøverdi for Sjøfugl. Rød farge indikerer høyeste miljøverdi (83), grønn farge indikerer miljøverdier mellom 17 - 50.

Sjøpattedyr

Området overlapper med potensielt viktige migrasjonsruter for flere hvalarter. Dette gjelder spesielt bardehvaler som vågehval, men også tannhvaler som nise, springere, spekkhogger og grindhval forekommer periodevis i disse områdene. Flere mindre kaste- og hårfellingsplasser for steinkobbe finnes langs kysten i nærheten av det identifiserte området. Selv om det er få kaste- og hårfellingsplasser for steinkobbe langs denne kyststrekningen, vil de kunne foreta beitemigrasjoner til området fra kjente lokaliteter lengre nord og sør langs norskekysten, og også fra blant annet Storbritannia.

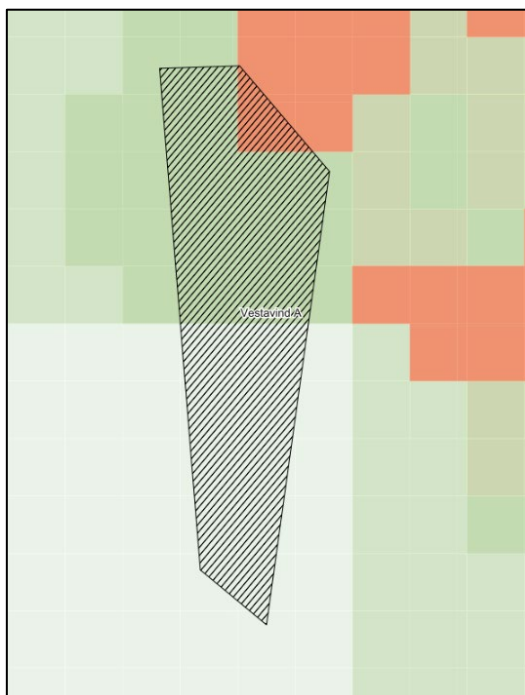
Miljøverdi: ikke registrert med miljøverdi

Fisk

Det identifiserte området overlapper med gytefelt og -vandring for norsk vårgytende sild i nordøstlig del. Silda benytter området til å gyte og videre vandring langs kysten. Lengre nordøst, men utenfor det identifiserte området, er det også gytefelt for andre arter. Av disse ligger gytefelt for vanlig uer nærmest, med en avstand på rundt syv kilometer. Øvrige felt har en avstand på mer enn 35 kilometer. Nevnte gytefelt- og vandringsrute ligger alle innenfor foreslått SVO Kystsonen Norskehavet sør (NH7).

Miljøverdi nordøstlig hjørne: 100 (grunnet gyting for NVG-sild i perioden februar – april, se Figur 6-37).

Miljøverdi øvrige områder: 10 – 30



Figur 6-37 Utklipp fra Barentswatch. Viser utredningsområdet Vestavind A, samt kartlaget Havmiljø/miljøverdier, filtrert på miljøverdi for Fisk. Rød farge indikerer høyeste miljøverdi (100), grønn farge indikerer miljøverdier mellom 10 - 44.

Sårbare naturtyper

Vi er ikke kjent med at sårbare naturtyper i det identifiserte området er kartlagt, men like nord for området er det registrert og modellert flere forekomster av koraller. Modelleringen er utført av MAREANO-programmet.

Miljøverdi: ikke registrert med miljøverdi

6.10.2.1 Miljøverdier oppsummert

Tabellen under oppsummerer vurdert miljøverdi på bakgrunn av kunnskapen diskutert ovenfor.

Tabell 6-34 Oppsummert vurdering av miljøverdier for Vestavind A.

		Fugl	Marine pattedyr	Fisk	Sårbare naturtyper	Samlet vurdering
0 – 20	Uten betydning		X		X	
20 – 40	Noe verdi	X		X		
40 – 60	Middels verdi	X				
60 – 80	Stor verdi					
80 – 100	Svært stor verdi	X		X		X

6.10.3 Vurdering av påvirkning

6.10.3.1 Forurensing

Kapittel 3 diskuterer hvilke forurensingsaspekter som er relevant i forbindelse med etablering, drift og avvikling av havvind.

Som vist i Tabell 6.1 er gjennomsnittlig vind for området 10,7 m/s. Dette innebærer en viss slitasje på turbinenes bestanddeler. Noe som kan føre til ytterligere utslipp av mikroplast og slitasje av overflatebehandling.

Nordøstlige områder i Vestavind A er særlig sårbart for fugler, ettersom det er flere dykkende sjøfuglarter som beiter i områdene store deler av sommerhalvåret. Som diskutert i kapittel 3 er de relevante forurensningskildene fra havvindturbiner ikke av særlig konflikt med sjøfuglers beiteatferd. Eventuell oljeforurensning er forventet å være av så små volumer at disse vil brytes ned naturlig. Eventuell oljeforurensning er forventet å være av så små volumer at disse vil brytes ned naturlig og normalt ikke utgjøre en signifikant påvirkning på eventuell beitende sjøfugl. Det samme gjelder for eventuell utlekking av miljøfarlige stoffer fra overflatebehandling.

Utslipp av mikroplast kan nå beitende sjøfugl i området da det kan forveksles med mat, som f. eks. dyreplankton. Mikroplast kan akkumulere i fordøyelsessystemet kan føre til blokkering av fordøyelsessystemet, falsk metthetsfølelse og sult. Samlet sett kan mikroplast ha svært negativ påvirkning på fugler.

Som nevnt er området forbundet med gytevandring og larvedrift for sild i nordlige områder. Som diskutert i kapittel 3 er de relevante forurensningsaspektene fra havvindturbiner å vurdere som ikke signifikante fiskelarver. Dette med henblikk på de små volumene som er relevante under normale forhold og rask fortykning i vannmassene.

Påvirkning fra forurensing på de relevante miljøverdiene vurderes derfor å være av kategorien *Ubetydelig endring*.

Tabell 6-35 Vurdering av påvirkning av forurensing på miljøverdier som følge av havvindutbygging i Vestavind A.

	Fugl	Marine pattedyr	Fisk	Sårbare naturtyper	Samlet vurdering
Sterkt forringet					
Foringet					
Noe forringet					
Ubetydelig endring	X	X	X	X	X
Forbedret					

6.10.3.2 Avfall

Som diskutert i kapittel 2 og 3 er det ikke forventet at etablering, drift og avvikling vil medføre avfall som når det marine miljøet i form av søppel, men at alle materialer som går med på disse fasene blir værende i et avfallskretsløp til materialene gjenvinnes, gjenbrukes eller avhendes.

Påvirkning som følge av avfall vil derfor være knyttet til materialavtrykket til å etablere havvind i Vestavind A.

Kapittel 6.2.2.5 og 6.2.2.7 legger frem materialavtrykk som er gjeldende for alle utredningsområder som er relevant for utbygging av flytende havvind. Dette vil være gjeldende for materialavtrykket til Vestavind A.

Forhold som er områdespesifikt og som vil påvirke material- og avfallsavtrykket til Vestavind A inkluderer dybdeforhold og relevant teknologi (flytende for Vestavind A). Tabell 6-36 oppsummerer de feltspesifikke tilpasningene i material- og avfallsavtrykket. Beregningene er gjort med bakgrunn i gjennomsnittlig dyp for området (Tabell 6-1) og føringer gitt i referanseprosjekt fra NVE. Omfang av feltinterne kabler er beregnet med utgangspunkt i referanseprosjektet (2,5 km mellom hver turbin) og gjennomsnittlig havdyp for området. Det er derfor ikke tatt høyde for eventuelle strekk i kabler gjennom vannmassene eller ulike flyte/synke-strategier for festing av slike kabler mellom turbinene.

Tabell 6-36 Materialmengde for Vestavind A per komponent i referanseturbinen og referanseprosjektet; ankerliner og kabler.

Ankerline (3 stk per turbin)			
Komponent/material	Mengde 1 turbin	Mengde 68 turbiner	Enhet
Stål	1179,7	80 219,6	Tonn
Polyester	30,5	2074	Tonn
Feltinterne kabler (1 km)			
Stål (lavlegert)	16,4 (Tonn/km)	3094,7	Tonn
Kobber	25,4 (Tonn/km)	4793	Tonn
Polyetylen (PE)	3,0 (Tonn/km)	566,1	Tonn
Polypropylen (PP)	1,6 (Tonn/km)	301,9	Tonn

Tabell 6-37 oppsummerer det totale avfalls- og materialavtrykket til en havvindutbygging i Vestavind A. Tabellen oppsummerer avtrykket fordelt på 4 ulike flyteteknologier, flytende sparkonstruksjon i betong, flytende sparkonstruksjon i stål, flytende semi-submersibel konstruksjon i betong og flytende semi-submersibel konstruksjon i stål. Tabellen gir også et henblikk på materialavtrykket til en havvindutbygging i Nordvest B og nasjonale avfallstall for 2022 (SSB, 2023) og beskrivelser gitt i kapittel 5.2.2.4.

Som vist i tabellen er det stor variasjon i hvordan flyteteknologi vil påvirke det totale material- og avfallsavtrykket for Vestavind A. En havvindutbygging med flytende sparkonstruksjon i betong vil ha et avtrykk som vil tilsvare omlag 3 ganger så mye som for flytende semi-submersibel konstruksjon i stål. Ved endt levetid for havvinnanleggene vil det som beregnes som et materialavtrykk resultere i et tilsvarende avfallsavtrykk. Det er varierende hvor stor andel av et nasjonalt avfallsavtrykk etablering av havvind i Vestavind A vil ha, og dette vil variere med teknologi. For Vestavind A, sammenlignet med nasjonale avfallstall for 2022, vil dette ligge omtrent mellom 8 – 24% av det nasjonale avfallsavtrykket.

Tabell 6-37 Totalt material- og avfallsavtrykk for Vestavind A fordelt på relevante teknologier. Inkludert sammenligning med nasjonale avfallstall for 2022 (SSB, 2023).

Totalt materialavtrykk per teknologi			
Teknologi	Totalt materialavtrykk 68 turbiner	Enhet	Del av nasjonalt avfallsavtrykk (2022 nivåer)
Flytende sparkonstruksjon i stål	2165	1000 Tonn	18%
Flytende sparkonstruksjon i betong	2930,7	1000 Tonn	24%
Flytende semi-submersibel konstruksjon i stål	978	1000 Tonn	8%
Flytende semi-submersibel konstruksjon i betong	2102	1000 Tonn	17%

Basert på det ovenfornevnte vurderes det at en havvindutbygging i Vestavind A vil ha en betydelig påvirkning på Norges totale avfallsavtrykk ved endt levetid for en eventuell utbygging. Samtidig, som diskutert i kapittel 3, forventes det at samtlige bestanddeler og fraksjoner vil være en del av et avfallskretsløp. Med henblikk på utvikling i industrien, også når det kommer til teknologi for gjenvinning, gjenbruk og avfallsbehandling, samt at avvikling av Vestavind A eventuelt ville først være gjeldende etter 2050, vurderes det som rimelig å anta at hovedparten av materialer fra havvindanleggene vil kunne gjenvinnes og gjenbrukes. Dette reduserer den overordnede påvirkningen.

Den endelige vurderingen av påvirkning utbygging av havvind ved Vestavind A vil ha for temaet avfall er vurdert til å være **Forringet**.

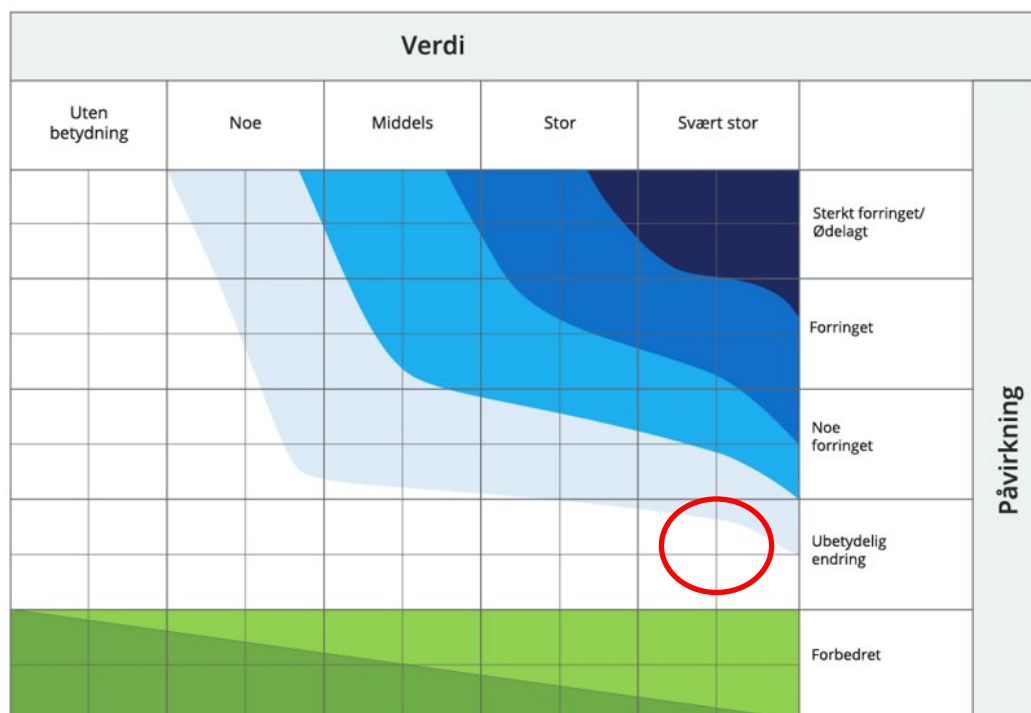
6.10.4 Vurdering av konsekvens

6.10.4.1 Konsekvens for forurensning

Konsekvenser for forurensning er presentert i Figur 6-38 og representerer vurderinger av miljøverdier i områdene og påvirkning fra relevant forurensning.

Konsekvenser for avfall er vurdert å ikke påvirke de relevante miljøverdiene i områdene. Samtidig vil dette være relevant for påvirkning av nasjonale avfallsmål i et langtidsperspektiv.

Den samlede konsekvensgraden for forurensning for området er vurdert til å være *Ubetydelig (-1)* (Tabell 5-1).



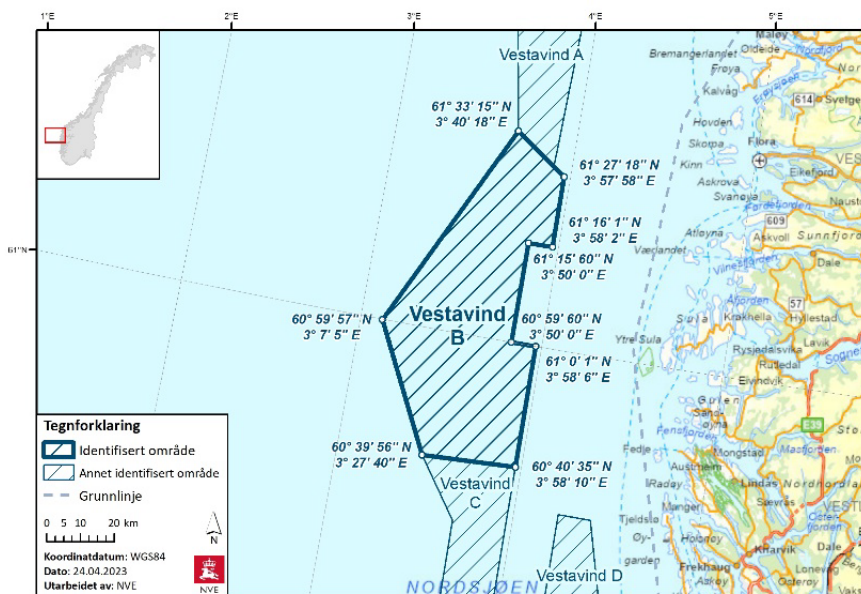
Figur 6-38 Vurdert konsekvens for forurensning som følge av utbygging av havvind ved Vestavind A
Konsekvensen er vurdert som et resultat av verdi i x-aksen med grad av påvirkning i y-aksen.

6.10.4.2 Konsekvens for avfall

Material- og avfallsavtrykket for etablering av havvind i området er vurdert som omfattende og vil påvirke nasjonale avfallsmål i et langtidsperspektiv, inkludert internasjonale forpliktelser når det kommer til materialforbruk og avfallsgenerering. Den samlede konsekvensgraden for avfall for området er vurdert til å være *Alvorlig (-4)* (Tabell 5-1).

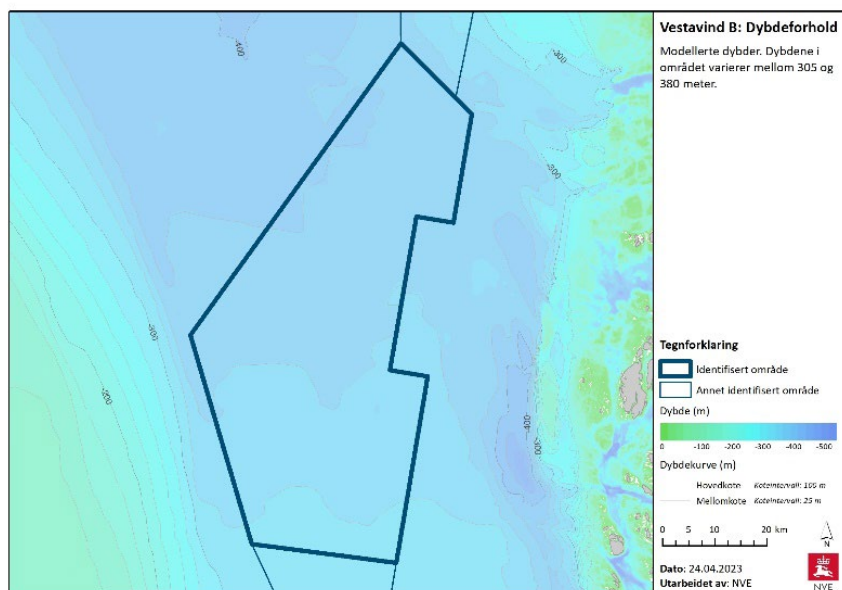
6.11 Vestavind B

Utredningsområdet Vestavind B er lokalisert utenfor Værlandet ved Sula i Vestland fylke (Figur 6-39).



Figur 6-39 Geografisk plassering av området Vestavind B (NVE, 2023).

Som vist i Tabell 6-1 er Vestavind B lokalisert i et område hvor gjennomsnittlig havdyp er 350m, og gjennomsnittlig vindhastighet 150 moh. er 10,3 m/s. Området er relevant for flytende havvindutbygging. Ytterligere informasjon om dybdeforhold i området er vist i Figur 6-40 hvor ruter med modellerte gjennomsnittsdybder er angitt.



Figur 6-40 Dybdekart for Vestavind A. Dybdeverdiene i kartet er gitt med en oppløsning på 100 x 100 meter og hver rute representerer en modellert gjennomsnittsverdi. Det kan potensielt være stor variasjon innad i rutene (NVE, 2023).

6.11.1 Dagens situasjon for forurensning og avfall

Innenfor utredningsområdet ligger flere petroleumfelt som i dag har produksjon. Disse inkluderer Gjoa, Nova, Vega, Byrding, Fram-feltene og Troll-feltene. Videre vest utenfor utredningsområdet finner vi også Brage og Oseberg Øst. Troll representerer et av de største oljeproduserende feltene på norsk sokkel og har hatt produksjon siden 1995.

Miljøovervåkning gjennomfort i 2019 konkluderer med at områdene rundt Brage, Troll, Oseberg Øst og Fram er påvirket med forurensning fra petroleumaktiviteter, indikert av forhoyede nivåer av THC, Barium, kobber, kadmium, sink, krom og kvikksolv i områdene (DNV GL, 2020). Det er i tillegg flere letebrønner i områdene innenfor og rundt Vestavind B, disse ble alle boret i ulike tidsperioder fra 80-tallet frem til nyere tider.

Området har ikke vert gjenstand for sarlig fiskeriaktivitet. Likevel foregår det omfattende fiskerier og bunntraling i områdene like vest for utredningsområdet. Mot kysten befinner det seg flere akvakulturlokaliteter.

MAREANO-programmet inkluderer ikke stasjoner for visuell undersökelse i disse områdene, og det er derfor ingen registreringer om soppel på havbunnen innenfor, eller i umiddelbar narhet ved områdene.

6.11.2 Miljøverdier

Det er ulike miljø- og naturverdier i og i narheten av Vestavind B, følgende avsnitt oppsummerer de viktigste forholdene som er trukket frem i innledende utredningsarbeid til områdeidentifiseringen (NVE, 2023). For ytterligere vurderinger og innsikt i miljø- og naturverdier for området vises det til egne fagutredninger for de respektive miljøverdigruppene.

Sårbare artsgrupper

Fugl

Vestavind B har middels sensitivitetsverdi. Plassering og narhet til kysten i Vestland og More og Romsdal gjor at området har et høyt antall arter og individer. Området benyttes av både pelagiske og kystnære arter. Området benyttes til neringssok av overflatebeiteende og dykkende arter, men ikke av artene som soker etter mat på relativt grunt vann.

Området har sin høyeste sensitivitet for kollisjon om sommeren. Grupper med høyeste sensitivitet for kollisjon da er måker, suler, stormfugler, terner, vannfugler, joer, alkefugler, skarver og dykkender.

Om sommeren blir området brukt til neringssok, hvile og gjennomflyging, av både hekkende og ikke-hekkende individer. Fuglene kommer i hovedsak fra bestander og kolonier i Vestland og andre deler av Norge, men hekkende individer fra artene med lengst rekkevidde kan også komme fra kolonier i landene rundt Nordsjoen, for eksempel havsule, havhest og havsvale.

Området har lavere sensitivitet om våren og vinteren. Grupper med høyeste sensitivitet om våren er måker, stormfugler, alkefugler, suler, dykkender, skarver og terner. Suler, alkefugler, måker, dykkender, lommer, dykkere og stormfugler er gruppene med høyeste sensitivitet om vinteren. I disse sesongene, samt hösten, er dette hovedsakelig trekkende eller overvintrende fugler som kommer fra Vestland, andre deler av Norge, Svalbard, naboland rundt Nordsjoen, Feroyene, Island, Gronland, Russland, Finland eller Sverige.

Miljøverdi: 0 – 50

Sjopattedyr

Området overlapper med potensielt viktige migrasjonsruter for flere hvalarter, spesielt bardehvaler som vågehval, men også tannhvaler som nise, springere, spekkhogger og grindhval forekommer periodevis i disse områdene. Flere mindre kaste- og hårfellingsplasser til steinkobbe finnes langs kysten i narheten av dette området. Selv om kun få kasteplasser

til steinkobbe ligger langs denne kyststrekningen vil de kunne foreta beitemigrasjoner til området fra kjente lokaliteter lengre nord og sør langs norskekysten, men også fra blant annet Storbritannia.

Miljøverdi: ikke registrert med miljøverdi

Fisk

Det identifiserte området inneholder ingen kjente konsentrerte gytefelt, oppvekstområde eller beitefelt for fisk. Vest og sørvest for det identifiserte området er det registrert gytefelt for flere arter, som sild, hvitting, hyse, sei og torsk. På østlig side er det registrert gytefelt og -vandring for sild. Nærmeste avstand til disse er 17 kilometer.

Miljøverdi: 0 – 10

Sårbare naturtyper

Det er ikke kjente sårbare naturtyper i det identifiserte området som er kartlagt (NVE, 2023).

Miljøverdi: ikke registrert med miljøverdi

6.11.2.1 Miljøverdier oppsummert

Tabell 6-38 oppsummerer vurdert miljøverdi på bakgrunn av kunnskapen diskutert ovenfor.

Tabell 6-38 Oppsummert vurdering av miljøverdier for Vestavind B.

		Fugl	Marine pattedyr	Fisk	Sårbare naturtyper	Samlet vurdering
0 – 20	Uten betydning		X	X	X	
20 – 40	Noe verdi					
40 – 60	Middels verdi	X				X
60 – 80	Stor verdi					
80 – 100	Svært stor verdi					

6.11.3 Vurdering av påvirkning

6.11.3.1 Forurensing

Kapittel 3 diskuterer hvilke forurensingsaspekter som er relevant i forbindelse med etablering, drift og avvikling av havvind.

Som vist i Tabell 6.1 er gjennomsnittlig vind for området 10,3 m/s. Dette innebærer en viss slitasje på turbinenes bestanddeler. Noe som kan føre til ytterligere utslipp av mikroplast og slitasje av overflatebehandling.

Nordøstlige områder i Vestavind B er noe sårbart for fugler, ettersom det er flere dykkende sjøfuglarter som beiter i områdene store deler av sommerhalvåret. Som diskutert i kapittel 3 er de relevante forurensningskildene fra havvindturbiner ikke av særlig konflikt med sjøfuglers beiteatferd. Eventuell oljeforurensning er forventet å være av så

små volumer at disse vil brytes ned naturlig og tvilsomt utgjøre en signifikant påvirkning på eventuell beitende sjøfugl. Det samme gjelder på eventuell utlekking fra overflatebehandling.

Utslipp av mikroplast kan nå beitende sjøfugl i området da det kan forveksles med mat, som f. eks. dyreplankton. Mikroplast kan akkumulere i fordøyelsessystemet kan føre til blokkering av fordøyelsessystemet, falsk metthetsfølelse og sult. Samlet sett kan mikroplast ha svært negativ påvirkning på fugler.

Som nevnt er området forbundet med gytevandring og larvedrift for blant annet torsk og sild. Som diskutert i kapittel 3 er de relevante forurensningsaspektene fra havvindturbiner å vurdere som ikke signifikante fiskelarver. Dette med henblikk på de små volumene som er relevante under normale forhold og rask fortykning i vannmassene.

Påvirkning fra forurensing på de relevante miljøverdiene vurderes derfor å være av kategorien *Ubetydelig endring* (Tabell 6-39).

Tabell 6-39 Vurdering av påvirkning av forurensing på miljøverdier som følge av havvindutbygging i Vestavind B.

	Fugl	Marine pattedyr	Fisk	Sårbare naturtyper	Samlet vurdering
Sterkt forringet					
Forringet					
Noe forringet					
Ubetydelig endring	X	X	X	X	X
Forbedret					

6.11.3.2 Avfall

Som diskutert i kapittel 2 og 3 er det ikke forventet at etablering, drift og avvikling vil medføre avfall som når det marine miljøet i form av søppel, men at alle materialer som går med på disse fasene blir værende i et avfallskretsløp til materialene gjenvinnes, gjenbrukes eller avhendes.

Påvirkning som følge av avfall vil derfor være knyttet til materialavtrykket til å etablere havvind i Vestavind B.

Kapittel 6.2.2.5 og 6.2.2.7 legger frem materialavtrykk som er gjeldende for alle utredningsområder som er relevant for utbygging av flytende havvind. Dette vil være gjeldende for materialavtrykket til Vestavind B.

Forhold som er områdespesifikt og som vil påvirke material- og avfallsavtrykket til Vestavind B inkluderer dybdeforhold og relevant teknologi (flytende for Vestavind B). Tabell 6-40 oppsummerer de feltspesifikke tilpasningene i material- og avfallsavtrykket. Beregningene er gjort med bakgrunn i gjennomsnittlig dyp for området (Tabell 6-1) og føringer gitt i referanseprosjekt fra NVE. Omfang av feltinterne kabler er beregnet med utgangspunkt i referanseprosjektet (2,5 km mellom hver turbin) og gjennomsnittlig havdyp for området. Det er derfor ikke tatt høyde for eventuelle strekk i kabler gjennom vannmassene eller ulike flyte/synke-strategier for festing av slike kabler mellom turbinene.

Tabell 6-40 Materialmengde for Vestavind B per komponent i referanseturbinen og referanseprosjektet; ankerliner og kabler.

Ankerline (3 stk per turbin)			
Komponent/material	Mengde 1 turbin	Mengde 68 turbiner	Enhet
Stål	1501,5	102 102	Tonn
Polyester	38,8	2641,8	Tonn
Feltinterne kabler (1 km)			
Stål (lavlegert)	16,4 (Tonn/km)	3178,3	Tonn
Kobber	25,4 (Tonn/km)	4922,5	Tonn
Polyetylen (PE)	3,0 (Tonn/km)	581,4	Tonn
Polypropylen (PP)	1,6 (Tonn/km)	310,1	Tonn

Tabell 6-41 oppsummerer det totale avfalls- og materialavtrykket til en havvindutbygging i Vestavind B. Tabellen oppsummerer avtrykket fordelt på 4 ulike flyteteknologier, flytende sparkonstruksjon i betong, flytende sparkonstruksjon i stål, flytende semi-submersibel konstruksjon i betong og flytende semi-submersibel konstruksjon i stål. Tabellen gir også et henblikk på materialavtrykket til en havvindutbygging i Vestavind B og nasjonale avfallstall for 2022 (SSB, 2023) og beskrivelser gitt i kapittel 6.2.2.4.

Som vist i tabellen er det stor variasjon i hvordan flyteteknologi vil påvirke det totale material- og avfallsavtrykket for Vestavind B. En havvindutbygging med flytende sparkonstruksjon i betong vil ha et avtrykk som vil tilsvare omlag 3 ganger så mye som for flytende semi-submersibel konstruksjon i stål. Ved endt levetid for havvinnanleggene vil det som beregnes som et materialavtrykk resultere i et tilsvarende avfallsavtrykk. Det er varierende hvor stor andel av et nasjonalt avfallsavtrykk etablering av havvind i Vestavind B vil ha, og dette vil variere med teknologi. For Vestavind B, sammenlignet med nasjonale avfallstall for 2022, vil dette ligge omtrent mellom 8 – 24% av det nasjonale avfallsavtrykket.

Tabell 6-41 Totalt material- og avfallsavtrykk for Vestavind B fordelt på relevante teknologier. Inkludert sammenligning med nasjonale avfallstall for 2022 (SSB, 2023).

Totalt materialavtrykk per teknologi			
Teknologi	Totalt materialavtrykk 68 turbiner	Enhet	Del av nasjonalt avfallsavtrykk (2022 nivåer)
Flytende sparkonstruksjon i stål	2187,7	1000 Tonn	18%
Flytende sparkonstruksjon i betong	2953,3	1000 Tonn	24%
Flytende semi-submersibel konstruksjon i stål	1000,7	1000 Tonn	8%
Flytende semi-submersibel konstruksjon i betong	2124,7	1000 Tonn	18%

Basert på det ovenfornevnte vurderes det at en havvindutbygging i Vestavind B vil ha en betydelig påvirkning på Norges totale avfallsavtrykk ved endt levetid for en eventuell utbygging. Samtidig, som diskutert i kapittel 3, forventes det at samtlige bestanddeler og fraksjoner vil være en del av et avfallskretsløp. Med henblikk på utvikling i industrien, også når det kommer til teknologi for gjenvinning, gjenbruk og avfallsbehandling, samt at avvikling av Vestavind B eventuelt ville først være gjeldende etter 2050, vurderes det som rimelig å anta at hovedparten av materialer fra havvinnanleggene vil kunne gjenvinnnes og gjenbrukes. Dette reduserer den overordnede påvirkningen.

Den endelige vurderingen av påvirkning utbygging av havvind ved Vestavind B vil ha for temaet avfall er vurdert til å være **Forringet**.

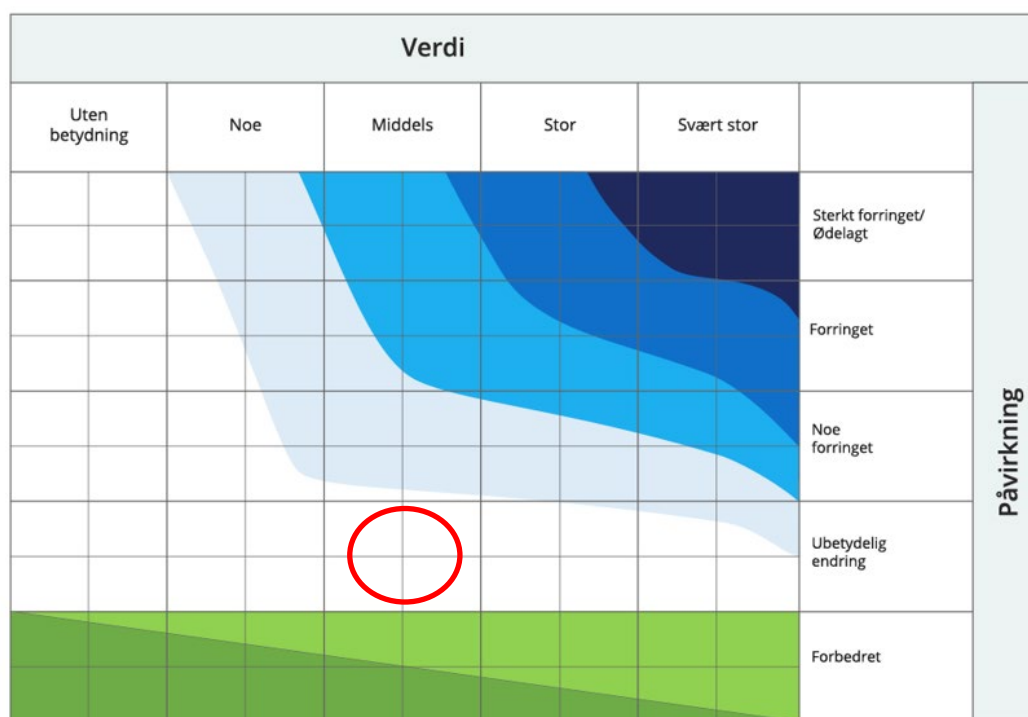
6.11.4 Vurdering av konsekvens

6.11.4.1 Konsekvens for forurensning

Konsekvenser for forurensning er presentert i Figur 6-41 og representerer vurderinger av miljøverdier i områdene og påvirkning fra relevant forurensning.

Konsekvenser for avfall er vurdert å ikke påvirke de relevante miljøverdiene i områdene. Samtidig vil dette være relevant for påvirkning av nasjonale avfallsmål i et langtidsperspektiv.

Den samlede konsekvensgraden for forurensning for området er vurdert til å være *Ubetydelig (-1)* (Tabell 5-1).



Figur 6-41 Vurdert konsekvens for forurensning som følge av utbygging av havvind ved Vestavind B. Konsekvensen er vurdert som et resultat av verdi i x-aksen med grad av påvirkning i y-aksen.

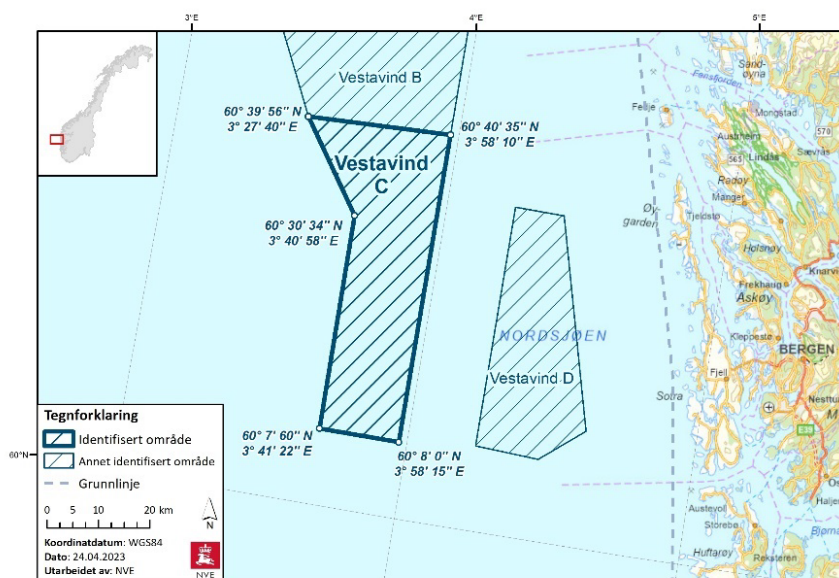
6.11.4.2 Konsekvens for avfall

Material- og avfallsavtrykket for etablering av havvind i området er vurdert som omfattende og vil påvirke nasjonale avfallsmål i et langtidsperspektiv, inkludert internasjonale forpliktelser når det kommer til materialforbruk og avfallsgenerering.

Den samlede konsekvensgraden for avfall for området er vurdert til å være *Alvorlig (-4)* (Tabell 5-1).

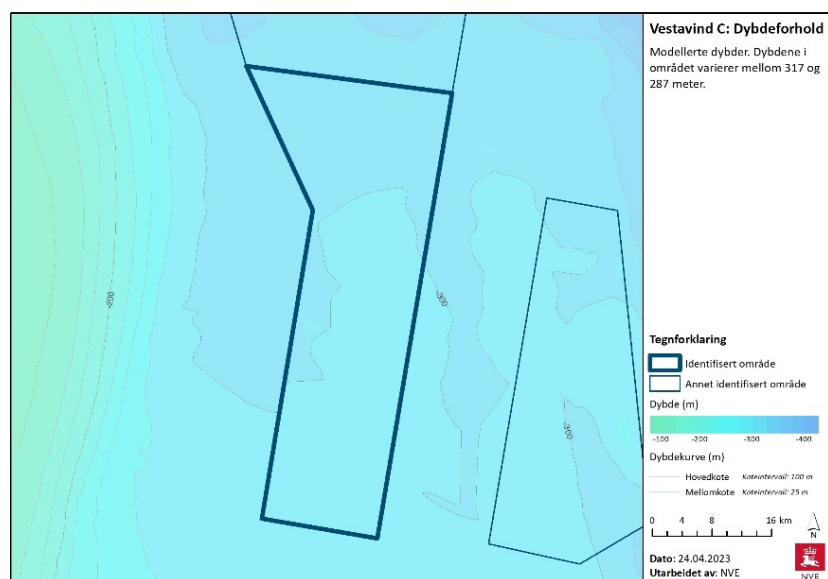
6.12 Vestavind C

Utredningsområdet Vestavind C er lokalisert utenfor vestlandskysten ved Øygarden og Sotra i Vestland fylke (Figur 6-42).



Figur 6-42 Geografisk plassering av området Vestavind C (NVE, 2023).

Som vist i Tabell 6-1 er Vestavind A lokalisert i et område hvor gjennomsnittlig havdyp er 300m, og gjennomsnittlig vindhastighet 150 moh. er 10,1 m/s. Området er relevant for flytende havvindutbygging. Ytterligere informasjon om dybdeforhold i området er vist i Figur 6-43 hvor ruter med modellerte gjennomsnittsdybder er angitt.



Figur 6-43 Dybdekart for Vestavind C. Dybdeverdiene i kartet er gitt med en oppløsning på 100 x 100 meter og hver rute representerer en modellert gjennomsnittsverdi. Det kan potensielt være stor variasjon innad i rutene (NVE, 2023).

6.12.1 Dagens situasjon for forurensning og avfall

Innenfor de nordlige delene av utredningsområdet ligger petroleumsfeltet Troll-A som i dag har produksjon. Videre nord for utredningsområdet finner vi også petroleumsfeltene Gjøa, Nova, Vega, Byrding og Fram-feltene, samt resterende Troll-felt. Troll-A representerer et av de største oljeproduiserende feltene på norsk sokkel og har hatt produksjon siden 1995. Miljøovervåking gjennomført i 2019 konkluderer med at områdene rundt Troll er påvirket med forurensning fra petroleumssaktiviteter, indikert av forhøyede nivåer av THC, Barium, kobber, kadmium, sink, krom og kvikksølv i områdene (DNV GL, 2020). Det er i tillegg noen letebrønner i de nordlige delene av Vestavind B, disse ble alle boret på 80-tallet.

Den sørlige halvdel av utredningsområdet er ikke påvirket av petroleumssaktiviteter, bortsett fra noen rørledninger som krysser gjennom området.

Området er gjenstand for en del fiskeriaktivitet, hovedsakelig bunntørling. Mot kysten befinner det seg flere akvakulturlokalteter.

MAREANO-programmet inkluderer ikke stasjoner for visuell undersøkelse i disse områdene, og det er derfor ingen registreringer om søppel på havbunnen innenfor, eller i umiddelbar nærhet ved områdene.

6.12.2 Miljøverdier

Det er ulike miljø- og naturverdier i og i nærheten av Vestavind C, følgende avsnitt oppsummerer de viktigste forholdene som er trukket frem i innledende utredningsarbeid til områdeidentifisering (NVE, 2023). For ytterligere vurderinger og innsikt i miljø- og naturverdier for området vises det til egne fagutredninger for de respektive miljøverdigruppene.

Sårbare artsgrupper

Fugl

Vestavind C har under middels sensitivetsverdi. Plassering og avstand til kysten i Vestland gjør at området har litt færre arter og individer enn områdene med middel sensitivitet. Området benyttes av både pelagiske og kystnære arter. Området benyttes til næringssøk av overflatebeitende og dykkende arter, men ikke av artene som søker etter mat på relativt grunt vann.

Området har sin høyeste sensitivitet om høsten. Gruppene med høyeste sensitivitet da er stormfugler, vannfugler, suler, lommer, joer, måker og alkefugler. Havsvale, storjo, havsule, ringgås og svartbak er de mest sensitive artene for kollisjon med turbiner, mens ringgås, havsule, smålom, storjo og lomvi er mest sensitive til fortregning.

Om høsten er dette hovedsakelig trekkende eller overvintrende fugler som kommer fra Vestland, andre bestander i Norge, Svalbard, Grønland, Grønland, Russland, eller naboland rundt Nordsjøen, Færøyene, Island eller Sverige. Hekkeperioden til havsvale dekker både sommer og høst.

Sensitiviteten til området er litt lavere om sommeren og våren, lavest om vinteren. Gruppene med høyeste sensitivitet om sommeren er måker, suler, alkefugler, stormfugler, terner og joer. Måker, alkefugler, stormfugler, terner, skarver, dykkender og suler er gruppene med høyeste sensitivitet om våren, og suler, alkefugler, måker, dykkender, lommer, stormfugler og dykkere gruppene med høyeste sensitivitet om vinteren.

Om sommeren og i hekkesesongen blir området brukt til næringssøk, hvile og gjennomflyging, både av hekkende og ikke-hekkende individer. Fuglene kommer da i hovedsak fra Vestland og andre deler av Norge, men hekkende individer fra artene med lengst rekkevidde kan også komme fra kolonier i landene rundt Nordsjøen, for eksempel havsule,

havhest og havsvaler. Utenfor hekkesesongen er det hovedsakelig trekkende eller overvintrende fugler som kommer fra Vestland, andre deler av Norge, Svalbard, naboland rundt Nordsjøen, Færøyene, Island, Grønland, Russland, Finland eller Sverige.

Miljøverdi: 0 – 50

Sjøpattedyr

Området overlapper med potensielt viktige migrasjonsruter for flere hvalarter. Dette gjelder spesielt bardehvaler som vågehval, men også tannhvaler som nise, springere, spekkhogger og grindhval forekommer periodevis i disse områdene. Flere mindre kaste- og hårfellingsplasser for steinkobbe finnes langs kysten i nærheten av dette området. Selv om det kun er noen få kasteplasser for steinkobbe langs denne kyststrekningen, vil de kunne foreta beitemigrasjoner til området fra kjente lokaliteter lengre nord og sør langs norskekysten, samt fra blant annet Storbritannia.

Miljøverdi: ikke registrert med miljøverdi

Fisk

Det identifiserte området inneholder ingen kjente gytefelt, oppvekstområde eller beitefelt for fisk. Vest for det identifiserte området er det registrert gytefelt for flere torskefisk. Nærmeste avstand til det identifiserte området fra disse er rundt 18 kilometer.

Miljøverdi: 0 – 10

Sårbare naturtyper

Det er ikke kjente sårbare naturtyper i det identifiserte området som er kartlagt (NVE, 2023).

Miljøverdi: ikke registrert med miljøverdi

6.12.2.1 Miljøverdier oppsummert

Tabellen under oppsummerer vurdert miljøverdi på bakgrunn av kunnskapen diskutert ovenfor.

Tabell 6-42 Oppsummert vurdering av miljøverdier for Vestavind C.

		Fugl	Marine pattedyr	Fisk	Sårbare naturtyper	Samlet vurdering
0 – 20	Uten betydning		X	X	X	
20 – 40	Noe verdi					
40 – 60	Middels verdi	X				X
60 – 80	Stor verdi					
80 – 100	Svært stor verdi					

6.12.3 Vurdering av påvirkning

6.12.3.1 Forurensing

Kapittel 3 diskuterer hvilke forurensingsaspekter som er relevant i forbindelse med etablering, drift og avvikling av havvind.

Som vist i Tabell 6.1 er gjennomsnittlig vind for området 10,1 m/s. Dette innebærer en viss slitasje på turbinenes bestanddeler. Noe som kan føre til ytterligere utslipp av mikroplast og slitasje av overflatebehandling.

Nordøstlige områder i Vestavind C er noe sårbart for fugler, ettersom det er flere dykkende sjøfuglarter som beiter i områdene store deler av sommerhalvåret. Som diskutert i kapittel 3 er de relevante forurensningskildene fra havvindturbiner ikke av særlig konflikt med sjøfuglers beiteatferd. Eventuell oljeforurensning er forventet å være av så små volumer at disse vil brytes ned naturlig og tvisomt utgjøre en signifikant påvirkning på eventuell beitende sjøfugl. Det samme gjelder på eventuell utlekking fra overflatebehandling.

Utslipp av mikroplast kan nå beitende sjøfugl i området da det kan forveksles med mat, som f. eks. dyreplankton. Mikroplast kan akkumulere i fordøyelsessystemet kan føre til blokkering av fordøyelsessystemet, falsk metthetsfølelse og sult. Samlet sett kan mikroplast ha svært negativ påvirkning på fugler.

Som nevnt kan området forbindes med gytevandring og larvedrift for blant annet torsk og sild. Som diskutert i kapittel 3 er de relevante forurensningsaspektene fra havvindturbiner å vurdere som ikke signifikante fiskelarver. Dette med henblikk på de små volumene som er relevante under normale forhold og rask fortykning i vannmassene.

Påvirkning fra forurensing på de relevante miljøverdiene vurderes derfor å være av kategorien *Ubetydelig endring*.

Tabell 6-43 Vurdering av påvirkning av forurensing på miljøverdier som følge av havvindutbygging i Vestavind C.

	Fugl	Marine pattedyr	Fisk	Sårbare naturtyper	Samlet vurdering
Sterkt forringet					
Forringet					
Noe forringet					
Ubetydelig endring	X	X	X	X	X
Forbedret					

6.12.3.2 Avfall

Som diskutert i kapittel 2 og 3 er det ikke forventet at etablering, drift og avvikling vil medføre avfall som når det marine miljøet i form av søppel, men at alle materialer som går med på disse fasene blir værende i et avfallskretsløp til materialene gjenvinnes, gjenbrukes eller avhendes.

Påvirkning som følge av avfall vil derfor være knyttet til materialavtrykket til å etablere havvind i Vestavind C.

Kapittel 6.2.2.5 og 6.2.2.7 legger frem materialavtrykk som er gjeldende for alle utredningsområder som er relevant for utbygging av flytende havvind. Dette vil være gjeldende for materialavtrykket til Vestavind C.

Forhold som er områdespesifikt og som vil påvirke material- og avfallsavtrykket til Vestavind C inkluderer dybdeforhold og relevant teknologi (flytende for Vestavind C). Tabell 6-44 oppsummerer de feltspesifikke tilpasningene i material- og

avfallsavtrykket. Beregningene er gjort med bakgrunn i gjennomsnittlig dyp for området (Tabell 6-1) og føringer gitt i referanseprosjekt fra NVE. Omfang av feltinterne kabler er beregnet med utgangspunkt i referanseprosjektet (2,5 km mellom hver turbin) og gjennomsnittlig havdyp for området. Det er derfor ikke tatt høyde for eventuelle strekk i kabler gjennom vannmassene eller ulike flyte/synke-strategier for festing av slike kabler mellom turbinene.

Tabell 6-44 Materialmengde for Vestavind C per komponent i referanseturbinen og referanseprosjektet; ankerliner og kabler.

Ankerline (3 stk per turbin)			
Komponent/material	Mengde 1 turbin	Mengde 68 turbiner	Enhet
Stål	1287	87 516	Tonn
Polyester	33,3	2264,4	Tonn
Feltinterne kabler (1 km)			
Stål (lavlegert)	16,4 (Tonn/km)	3122,6	Tonn
Kobber	25,4 (Tonn/km)	4836,2	Tonn
Polyetylen (PE)	3,0 (Tonn/km)	571,2	Tonn
Polypropylen (PP)	1,6 (Tonn/km)	304,6	Tonn

Tabell 6-45 oppsummerer det totale avfalls- og materialavtrykket til en havvindutbygging i Vestavind C. Tabellen oppsummerer avtrykket fordelt på 4 ulike flyteteknologier, flytende sparkonstruksjon i betong, flytende sparkonstruksjon i stål, flytende semi-submersibel konstruksjon i betong og flytende semi-submersibel konstruksjon i stål. Tabellen gir også et henblikk på materialavtrykket til en havvindutbygging i Vestavind C og nasjonale avfallstall for 2022 (SSB, 2023) og beskrivelser gitt i kapittel 6.2.2.4.

Som vist i tabellen er det stor variasjon i hvordan flyteteknologi vil påvirke det totale material- og avfallsavtrykket for Vestavind C. En havvindutbygging med flytende sparkonstruksjon i betong vil ha et avtrykk som vil tilsvare omlag 3 ganger så mye som for flytende semi-submersibel konstruksjon i stål. Ved endt levetid for havvinnanleggene vil det som beregnes som et materialavtrykk resultere i et tilsvarende avfallsavtrykk. Det er varierende hvor stor andel av et nasjonalt avfallsavtrykk etablering av havvind i Vestavind C vil ha, og dette vil variere med teknologi. For Vestavind C, sammenlignet med nasjonale avfallstall for 2022, vil dette ligge omtrent mellom 8 – 24% av det nasjonale avfallsavtrykket.

Tabell 6-45 Totalt material- og avfallsavtrykk for Vestavind C fordelt på relevante teknologier. Inkludert sammenligning med nasjonale avfallstall for 2022 (SSB, 2023).

Totalt materialavtrykk per teknologi			
Teknologi	Totalt materialavtrykk 68 turbiner	Enhet	Del av nasjonalt avfallsavtrykk (2022 nivåer)
Flytende sparkonstruksjon i stål	2172,5	1000 Tonn	18%
Flytende sparkonstruksjon i betong	2938,2	1000 Tonn	24%
Flytende semi-submersibel konstruksjon i stål	985,6	1000 Tonn	8%
Flytende semi-submersibel konstruksjon i betong	2109,6	1000 Tonn	17%

Basert på det ovenfornevnte vurderes det at en havvindutbygging i Vestavind C vil ha en betydelig påvirkning på Norges totale avfallsavtrykk ved endt levetid for en eventuell utbygging. Samtidig, som diskutert i kapittel 3, forventes det at samtlige bestanddeler og fraksjoner vil være en del av et avfallskretsløp. Med henblikk på utvikling i industrien, også når det kommer til teknologi for gjenvinning, gjenbruk og avfallsbehandling, samt at avvikling av Vestavind C eventuelt ville først være gjeldende etter 2050, vurderes det som rimelig å anta at hovedparten av materialer fra havvindanleggene vil kunne gjenvinnes og gjenbrukes. Dette reduserer den overordnede påvirkningen.

Den endelige vurderingen av påvirkning utbygging av havvind ved Vestavind C vil ha for temaet avfall er vurdert til å være **Foringet**.

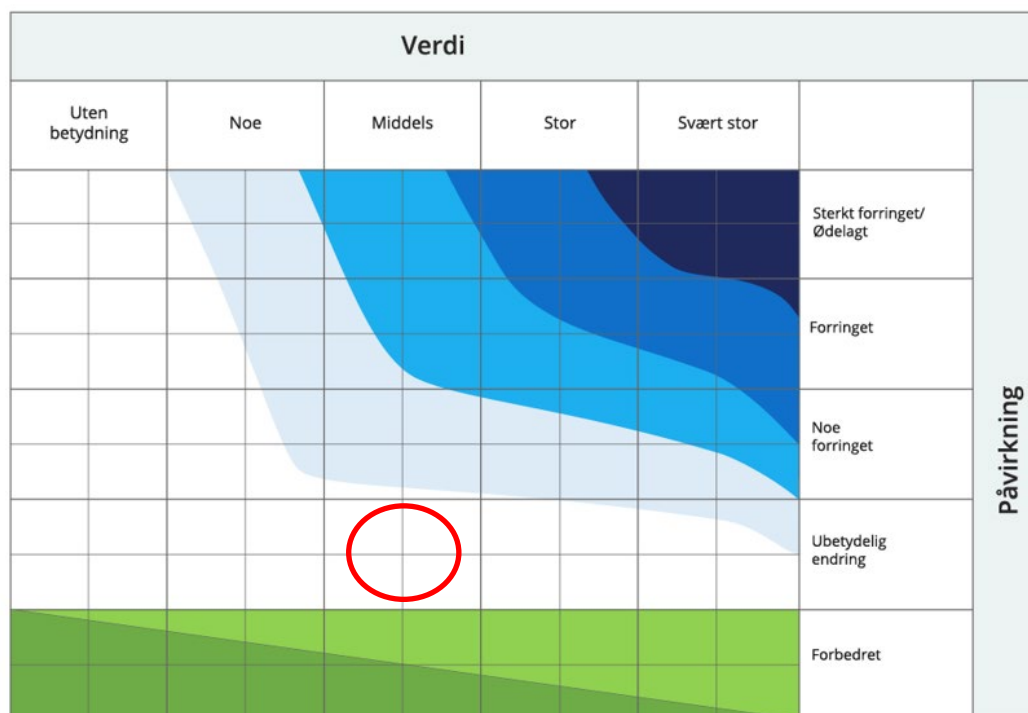
6.12.4 Vurdering av konsekvens

6.12.4.1 Konsekvens for forurensning

Konsekvenser for forurensning er presentert i Figur 6-44 og representerer vurderinger av miljøverdier i områdene og påvirkning fra relevant forurensning.

Konsekvenser for avfall er vurdert å ikke påvirke de relevante miljøverdiene i områdene. Samtidig vil dette være relevant for påvirkning av nasjonale avfallsmål i et langtidsperspektiv.

Den samlede konsekvensgraden for forurensning for området er vurdert til å være *Ubetydelig* (-1) (Tabell 5-1).



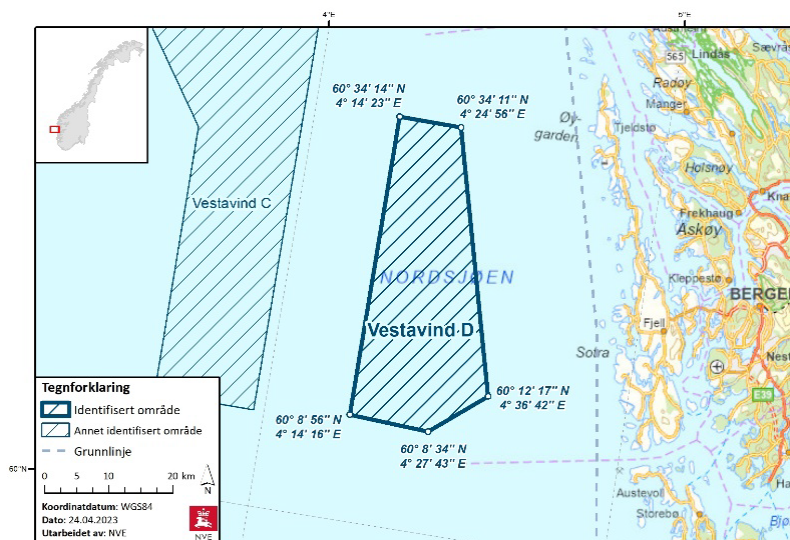
Figur 6-44 Vurdert konsekvens for forurensning som følge av utbygging av havvind ved Vestavind C
Konsekvensen er vurdert som et resultat av verdi i x-aksen med grad av påvirkning i y-aksen.

6.12.4.2 Konsekvens for avfall

Material- og avfallsavtrykket for etablering av havvind i området er vurdert som omfattende og vil påvirke nasjonale avfallsmål i et langtidsperspektiv, inkludert internasjonale forpliktelser når det kommer til materialforbruk og avfallsgenerering. Den samlede konsekvensgraden for forurensning for området er vurdert til å være *Alvorlig* (-4) (Tabell 5-1).

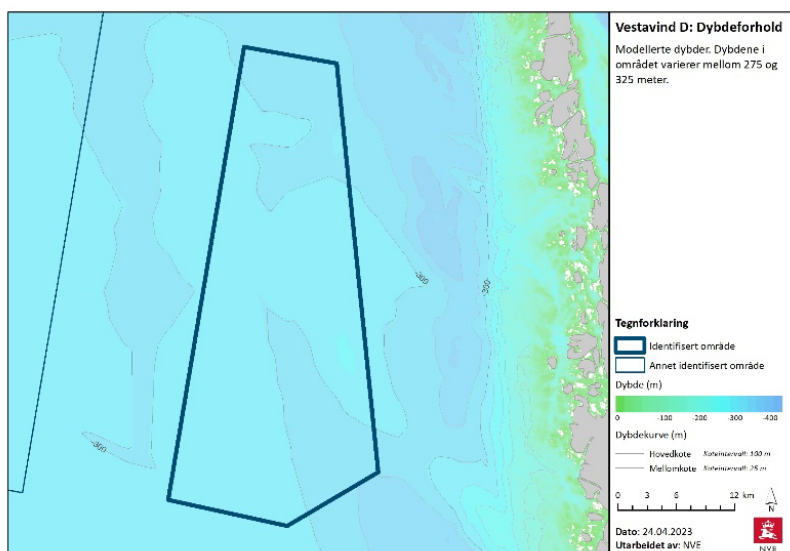
6.13 Vestavind D

Utredningsområdet Vestavind D er lokalisert utenfor vestlandskysten ved Øygarden og Sotra i Vestland fylke (Figur 6-45).



Figur 6-45 Geografisk plassering av området Vestavind D (NVE, 2023).

Som vist i Tabell 5-1 er Vestavind A lokalisert i et område hvor gjennomsnittlig havdyp er 295m, og gjennomsnittlig vindhastighet 150 moh. er 9,5 m/s. Området er relevant for flytende havvindutbygging. Ytterligere informasjon om dybdeforhold i området er vist i Figur 6-46 hvor ruter med modellerte gjennomsnittsdybder er angitt.



Figur 6-46 Dybdekart for Vestavind D. Dybdeverdiene i kartet er gitt med en oppløsning på 100 x 100 meter og hver rute representerer en modellert gjennomsnittsverdi. Det kan potensielt være stor variasjon innad i rutene (NVE, 2023).

6.13.1 Dagens situasjon for forurensning og avfall

Området er å anse som urørt av petroleumsaktiviteter da det ikke kan vises til aktivitet med leteboring, eller annen form for feltutviklingsaktiviteter. Likevel er det flere olje- og gassrørledninger som krysser området.

Det er ikke registrert særlig fiskeriaktivitet i området. Mot kysten befinner det seg flere akvakulturlokalteter.

MAREANO-programmet inkluderer ikke stasjoner for visuell undersøkelse i disse områdene, og det er derfor ingen registreringer om søppel på havbunnen innenfor, eller i umiddelbar nærhet ved områdene.

6.13.2 Miljøverdi

Det er ulike miljø- og naturverdier i og i nærheten av Vestavind D, følgende avsnitt oppsummerer de viktigste forholdene som er trukket frem i innledende utredningsarbeid til områdeidentifiseringen (NVE, 2023). For ytterligere vurderinger og innsikt i miljø- og naturverdier for området vises det til egne fagutredninger for de respektive miljøverdigruppene.

Sårbare artsgrupper

Fugl

Vestavind D har middels sensitivetsverdi. Plassering og nærhet til kysten i Vestland gjør at område har høyt antall arter og individer. Området benyttes av både pelagiske og kystnære arter. Området benyttes til næringssøk av overflatebeitende og dykkende arter, men ikke av artene som søker etter mat på relativt grunt vann.

Om sommeren blir området brukt til næringssøk, hvile og gjennomflyging, av både hekkende og ikke-hekkende individer. Fuglene kommer i hovedsak fra bestander og kolonier i Vestland og andre deler av Norge. Hekkende individer fra artene med lengst rekkevidde kan også komme fra kolonier i landene rundt Nordsjøen, eksempelvis havsule, havhest og havsvale.

Området har lavere sensitivitet om våren og vinteren. Grupper med høyeste sensitivitet om våren er måker, stormfugler, alkefugler, dykkender og skarver. Måker, dykkender, alkefugler, dykkere, lommer, stormfugler og suler er blant gruppene med høyeste sensitivitet om vinteren.

Miljøverdi: 0 – 50

Sjøpattedyr

Området overlapper med potensielt viktige migrasjonsruter for flere hvalarter. Dette gjelder spesielt bardehvaler som vågehval, men også tannhvaler som nise, springere, spekkhogger og grindhval forekommer periodevis i disse områdene. Flere mindre kaste- og hårfellingsplasser for steinkobbe finnes langs kysten i nærheten av dette området. Selv om det kun er noen få kasteplasser for steinkobbe langs denne kyststrekningen, vil de kunne foreta beitemigrasjoner til området fra kjente lokaliteter lengre nord og sør langs norskekysten samt fra blant annet Storbritannia.

Miljøverdi: ikke registrert med miljøverdi

Fisk

Det identifiserte området inneholder ingen kjente gytefelt, oppvekstområde eller beitefelt for fisk. Kysttorsken gyter langs kysten. Nærmeste kjente gyteområde er Austefjorden, rundt 25 kilometer fra det identifiserte området.

Miljøverdi: 0 – 10

Sårbare naturtyper

Det er ikke kjente sårbare naturtyper i det identifiserte området som er kartlagt (NVE, 2023). I nærliggende SVO Korsfjorden er det imidlertid kjent at deler av området har stor forekomst av grunne naturtyper som har viktige økosystemfunksjoner, som stortare og skjellsand.

Miljøverdi: ikke registrert med miljøverdi

6.13.2.1 Miljøverdier oppsummert

Tabell 6-46 oppsummerer vurdert miljøverdi på bakgrunn av kunnskapen diskutert ovenfor.

Tabell 6-46 Oppsummert vurdering av miljøverdier for Vestavind D.

		Fugl	Marine pattedyr	Fisk	Sårbare naturtyper	Samlet vurdering
0 – 20	Uten betydning		X	X	X	
20 – 40	Noe verdi					
40 – 60	Middels verdi	X				X
60 – 80	Stor verdi					
80 – 100	Svært stor verdi					

6.13.3 Vurdering av påvirkning

6.13.3.1 Forurensing

Kapittel 3 diskuterer hvilke forurensingsaspekter som er relevant i forbindelse med etablering, drift og avvikling av havvind.

Som vist i Tabell 6.1 er gjennomsnittlig vind for området 9,5 m/s. Dette innebærer en viss slitasje på turbinenes bestanddeler. Noe som kan føre til ytterligere utslipp av mikroplast og slitasje av overflatebehandling.

Nordøstlige områder i Vestavind D er noe sårbart for fugler, ettersom det er flere dykkende sjøfuglarter som beiter i områdene store deler av sommerhalvåret. Som diskutert i kapittel 3 er de relevante forurensningskildene fra havvindturbiner ikke av særlig konflikt med sjøfuglers beiteatferd. Eventuell oljeforurensning er forventet å være av så små volumer at disse vil brytes ned naturlig og tvisomt utgjøre en signifikant påvirkning på eventuell beitende sjøfugl. Det samme gjelder på eventuell utlekking fra overflatebehandling.

Utslipp av mikroplast kan nå beitende sjøfugl i området da det kan forveksles med mat, som f. eks. dyreplankton. Mikroplast kan akkumulere i fordøyelsessystemet kan føre til blokkering av fordøyelsessystemet, falsk metthetsfølelse og sult. Samlet sett kan mikroplast ha svært negativ påvirkning på fugler.

Som nevnt kan området forbindes nærliggende kystområder med gytevandring for blant annet torsk. Som diskutert i kapittel 3 er de relevante forurensningsaspektene fra havvindturbiner å vurdere som ikke signifikante for gytevandrende fisk eller fiskelarver. Dette med henblikk på de små volumene som er relevante under normale forhold og rask fortykning i vannmassene.

Påvirkning fra forurensing på de relevante miljøverdiene vurderes derfor å være av kategorien *Ubetydelig endring* (Tabell 6-47)

Tabell 6-47 Vurdering av påvirkning av forurensing på miljøverdier som følge av havvindutbygging i Vestavind D.

	Fugl	Marine pattedyr	Fisk	Sårbare naturtyper	Samlet vurdering
Sterkt forringet					
Forringet					
Noe forringet					
Ubetydelig endring	X	X	X	X	X
Forbedret					

6.13.3.2 Avfall

Som diskutert i kapittel 2 og 3 er det ikke forventet at etablering, drift og avvikling vil medføre avfall som når det marine miljøet i form av søppel, men at alle materialer som går med på disse fasene blir værende i et avfallskretsløp til materialene gjenvinnes, gjenbrukes eller avhendes.

Påvirkning som følge av avfall vil derfor være knyttet til materialavtrykket til å etablere havvind i Vestavind D.

Kapittel 6.2.2.5 og 6.2.2.7 legger frem materialavtrykk som er gjeldende for alle utredningsområder som er relevant for utbygging av flytende havvind. Dette vil være gjeldende for materialavtrykket til Vestavind D.

Forhold som er områdespesifikt og som vil påvirke material- og avfallsavtrykket til Vestavind D inkluderer dybdeforhold og relevant teknologi (flytende for Vestavind D). Tabell 6-48 oppsummerer de feltspesifikke tilpasningene i material- og avfallsavtrykket. Beregningene er gjort med bakgrunn i gjennomsnittlig dyp for området (Tabell 6-1) og føringer gitt i referanseprosjekt fra NVE. Omfang av feltinterne kabler er beregnet med utgangspunkt i referanseprosjektet (2,5 km mellom hver turbin) og gjennomsnittlig havdyp for området. Det er derfor ikke tatt høyde for eventuelle strekk i kabler gjennom vannmassene eller ulike flyte/synke-strategier for festing av slike kabler mellom turbinene.

Tabell 6-48 Materialmengde for Vestavind D per komponent i referanseturbinen og referanseprosjektet; ankerliner og kabler.

Ankerline (3 stk per turbin)			
Komponent/material	Mengde 1 turbin	Mengde 68 turbiner	Enhet
Stål	1265,5	86 054	Tonn
Polyester	32,7	2223,6	Tonn
Feltinterne kabler (1 km)			
Stål (lavlegert)	16,4 (Tonn/km)	3117	Tonn
Kobber	25,4 (Tonn/km)	4827,5	Tonn
Polyetylen (PE)	3,0 (Tonn/km)	570,2	Tonn
Polypropylen (PP)	1,6 (Tonn/km)	304,1	Tonn

Tabell 6-49 oppsummerer det totale avfalls- og materialavtrykket til en havvindutbygging i Vestavind D. Tabellen oppsummerer avtrykket fordelt på 4 ulike flyteteknologier, flytende sparkonstruksjon i betong, flytende sparkonstruksjon i stål, flytende semi-submersibel konstruksjon i betong og flytende semi-submersibel konstruksjon i stål. Tabellen gir også et henblikk på materialavtrykket til en havvindutbygging i Vestavind D og nasjonale avfallstall for 2022 (SSB, 2023) og beskrivelser gitt i kapittel 6.2.2.4.

Som vist i tabellen er det stor variasjon i hvordan flyteteknologi vil påvirke det totale material- og avfallsavtrykket for Vestavind D. En havvindutbygging med flytende sparkonstruksjon i betong vil ha et avtrykk som vil tilsvare omlag 3 ganger så mye som for flytende semi-submersibel konstruksjon i stål. Ved endt levetid for havindanleggene vil det som beregnes som et materialavtrykk resultere i et tilsvarende avfallsavtrykk. Det er varierende hvor stor andel av et nasjonalt avfallsavtrykk etablering av havvind i Vestavind D vil ha, og dette vil variere med teknologi. For Vestavind D, sammenlignet med nasjonale avfallstall for 2022, vil dette ligge omtrent mellom 8 – 24% av det nasjonale avfallsavtrykket.

Tabell 6-49 Totalt material- og avfallsavtrykk for Vestavind D fordelt på relevante teknologier. Inkludert sammenligning med nasjonale avfallstall for 2022 (SSB, 2023).

Totalt materialavtrykk per teknologi			
Teknologi	Totalt materialavtrykk 68 turbiner	Enhet	Del av nasjonalt avfallsavtrykk (2022 nivåer)
Flytende sparkonstruksjon i stål	2171	1000 Tonn	18%
Flytende sparkonstruksjon i betong	2936,7	1000 Tonn	24%
Flytende semi-submersibel konstruksjon i stål	984,1	1000 Tonn	8%
Flytende semi-submersibel konstruksjon i betong	2108,1	1000 Tonn	17%

Basert på det ovenfornevnte vurderes det at en havvindutbygging i Vestavind D vil ha en betydelig påvirkning på Norges totale avfallsavtrykk ved endt levetid for en eventuell utbygging. Samtidig, som diskutert i kapittel 3, forventes det at samtlige bestanddeler og fraksjoner vil være en del av et avfallskretsløp. Med henblikk på utvikling i industrien, også når det kommer til teknologi for gjenvinning, gjenbruk og avfallsbehandling, samt at avvikling av Vestavind D eventuelt ville først være gjeldende etter 2050, vurderes det som rimelig å anta at hovedparten av materialer fra havindanleggene vil kunne gjenvinnes og gjenbrukes. Dette reduserer den overordnede påvirkningen.

Den endelige vurderingen av påvirkning utbygging av havvind ved Vestavind D vil ha for temaet avfall er vurdert til å være **Forringet**.

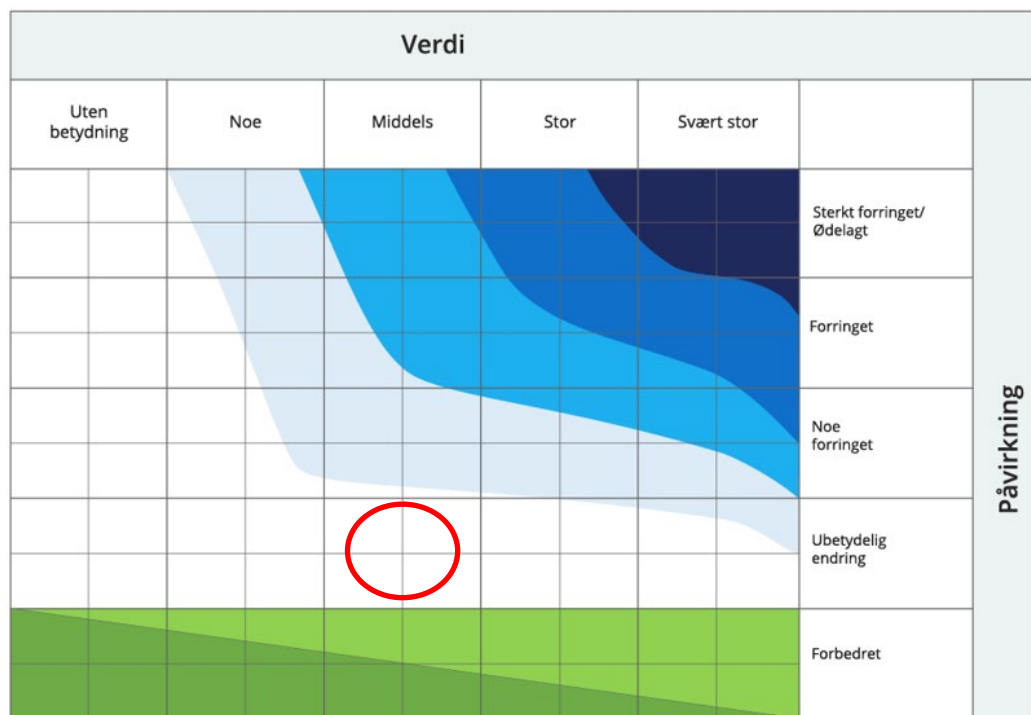
6.13.4 Vurdering av konsekvens

6.13.4.1 Konsekvens for forurensning

Konsekvenser for forurensning er presentert i Figur 6-47 og representerer vurderinger av miljøverdier i områdene og påvirkning fra relevant forurensning.

Konsekvenser for avfall er vurdert å ikke påvirke de relevante miljøverdiene i områdene. Samtidig vil dette være relevant for påvirkning av nasjonale avfallsmål i et langtidsperspektiv.

Den samlede konsekvensgraden for forurensning for området er vurdert til å være *Ubetydelig* (-1) (Tabell 5-1).



Figur 6-47 Vurdert konsekvens for forurensning som følge av utbygging av havvind ved Vestvind D
Konsekvensen er vurdert som et resultat av verdi i x-aksen med grad av påvirkning i y-aksen.

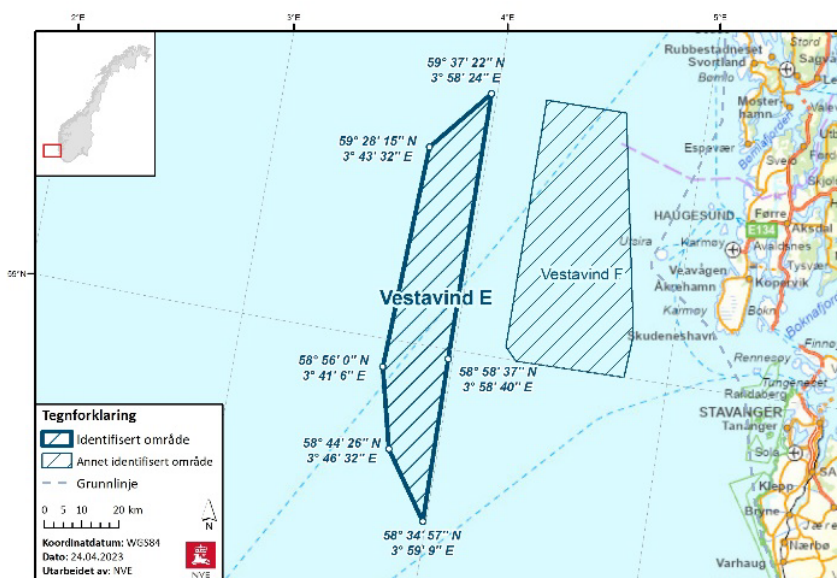
6.13.4.2 Konsekvens for avfall

Material- og avfallsavtrykket for etablering av havvind i området er vurdert som omfattende og vil påvirke nasjonale avfallsmål i et langtidsperspektiv, inkludert internasjonale forpliktelser når det kommer til materialforbruk og avfallsgenerering.

Den samlede konsekvensgraden for avfall for området er vurdert til å være *Alvorlig* (-4) (Tabell 5-1).

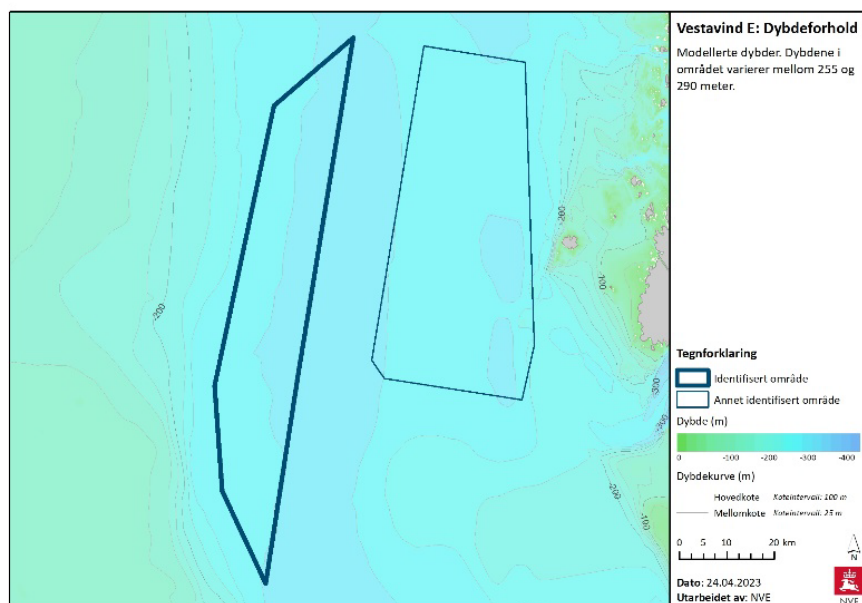
6.14 Vestavind E

Utredningsområdet Vestavind E er lokalisert i havområdene utenfor kysten ved Haugesund og Karmøy i Rogaland fylke (Figur 6-48).



Figur 6-48 Geografisk plassering av området Vestavind E (NVE, 2023).

Som vist i Tabell 5-1 er Vestavind E lokalisert i et område hvor gjennomsnittlig havdyp er 275m, og gjennomsnittlig vindhastighet 150 moh. er 10,6 m/s. Området er relevant for flytende havvindutbygging. Ytterligere informasjon om dybdeforhold i området er vist i Figur 6-49 hvor ruter med modellerte gjennomsnittsdybder er angitt.



Figur 6-49 Dybdekart for Vestavind E. Dybdeverdiene i kartet er gitt med en oppløsning på 100 x 100 meter og hver rute representerer en modellert gjennomsnittsverdi. Det kan potensielt være stor variasjon innad i rutene (NVE, 2023).

6.14.1 Dagens situasjon for forurensning og avfall

Området er stort sett å anse som urørt av petroleumsaktiviteter, likevel er det to tidligere letebrønner i de sørlige områdene . I tillegg er det flere olje- og gassrørledninger som krysser området.

Det er registrert en del fiskeriaktivitet i området, hovedsaklig knyttet til bunntråling. Mot kysten befinner det seg flere akvakulturlokaliteter.

MAREANO-programmet inkluderer ikke stasjoner for visuell undersøkelse i disse områdene, og det er derfor ingen registreringer om søppel på havbunnen innenfor, eller i umiddelbar nærhet ved områdene.

6.14.2 Miljøverdi

Det er ulike miljø- og naturverdier i og i nærheten av Vestavind E, følgende avsnitt oppsummerer de viktigste forholdene som er trukket frem i innledende utredningsarbeid til områdeidentifiseringen (NVE, 2023). For ytterligere vurderinger og innsikt i miljø- og naturverdier for området vises det til egne fagutredninger for de respektive miljøverdigruppene.

Sårbare artsgrupper

Fugl

Vestavind E har under middels sensitivetsverdi. Plassering og avstand til kysten i Rogaland gjør at det er litt færre arter og individer enn Utsira og andre områder med middels sensitivetsverdi. Området benyttes av både pelagiske og kystnære arter. Området benyttes til næringssøk av overflatebeitende og dykkende arter, men ikke av artene som søker etter mat på relativt grunt vann.

Området har sin høyeste sensitivitet om høsten. Gruppene med høyeste sensitivitet da er joer, stormfugler, suler, alkefugler, måker, lommer, vannfugler, terner, dykkender og skarver.

Området har omtrent samme sensitivetsverdi på sommeren som høsten, men lavere om våren og lavest om vinteren. Gruppene med høyeste sensitivitet om sommeren er måker, alkefugler, stormfugler, suler og terner. Terner, alkefugler, måker, dykkender, stormfugler og suler er gruppene med høyeste sensitivitet om våren, og alkefugler, suler, måker, lommer, stormfugler, dykkender, lommer og dykkere er gruppene med høyeste sensitivitet om vinteren.

Om sommeren og hekkesesongen blir området brukt til næringssøk, hvile og gjennomflyging om sommeren, både av hekkende og ikke-hekkende individer. Da kommer fuglene i hovedsak fra Rogaland og Norge, men hekkende individer fra artene med lengst rekkevidde kan også komme fra kolonier i landene rundt Nordsjøen, for eksempel havsule, havhest og havsval. Utenfor hekkesesongen er det hovedsakelig trekkende eller overvintrende fugler som kommer fra Rogaland, andre deler av Norge, Svalbard, naboland rundt Nordsjøen, Færøyene, Island, Grønland, Russland, Finland eller Sverige.

Miljøverdi: 0 – 50

Sjøpattedyr

Området overlapper med potensielt viktige migrasjonsruter for flere hvalarter. Dette gjelder spesielt bardehvaler som vågehval, men også tannhvaler som nise, springere, spekkhogger og grindhval forekommer periodevis i disse områdene. Flere mindre kaste- og hårfellingsplasser for steinkobbe finnes langs kysten i nærheten av dette området. Selv om det kun er noen få kasteplasser for steinkobbe langs denne kyststrekningen, vil de kunne foreta beitemigrasjoner til området fra kjente lokaliteter lengre nord og sør langs norskekysten, samt fra blant annet Storbritannia.

Miljøverdi: ikke registrert med miljøverdi

Fisk

Det identifiserte området inneholder ingen kjente gytefelt, oppvekstområde eller beitefelt for fisk. Vest for det identifiserte området er det registrert gytefelt for nordsjøtors, mens det ved sørlig ende av området er registrert et gytefelt for nordsjøhyse. Nærmeste avstand er henholdsvis syv og elleve kilometer. I området rundt Karmøy er det også et gytefelt for norsk vårgytende sild, med en avstand på over 60 kilometer.

Miljøverdi: 0 – 10

Sårbare naturtyper

Det er ikke kjente sårbare naturtyper i det identifiserte området som er kartlagt (NVE, 2023).

Miljøverdi: ikke registrert med miljøverdi

6.14.2.1 Miljøverdier oppsummert

Tabellen under oppsummerer vurdert miljøverdi på bakgrunn av kunnskapen diskutert ovenfor.

Tabell 6-50 Oppsummert vurdering av miljøverdier for Vestavind E.

		Fugl	Marine pattedyr	Fisk	Sårbare naturtyper	Samlet vurdering
0 – 20	Uten betydning		X	X	X	
20 – 40	Noe verdi					
40 – 60	Middels verdi	X				X
60 – 80	Stor verdi					
80 – 100	Svært stor verdi					

6.14.3 Vurdering av påvirkning

6.14.3.1 Forurensing

Kapittel 3 diskuterer hvilke forurensingsaspekter som er relevant i forbindelse med etablering, drift og avvikling av havvind.

Som vist i Tabell 6.1 er gjennomsnittlig vind for området 10,6 m/s. Dette innebærer en viss slitasje på turbinenes bestanddeler. Noe som kan føre til ytterligere utslipp av mikroplast og slitasje av overflatebehandling.

Nordøstlige områder i Vestavind E er noe sårbart for fugler, ettersom det er flere dykkende sjøfuglarter som beiter i områdene store deler av sommerhalvåret. Som diskutert i kapittel 3 er de relevante forurensningskildene fra havvindturbiner ikke av særlig konflikt med sjøfuglers beiteatferd. Eventuell oljeforurensning er forventet å være av så små volumer at disse vil brytes ned naturlig og tilsomt utgjøre en signifikant påvirkning på eventuell beitende sjøfugl. Det samme gjelder på eventuell utlekking fra overflatebehandling.

Utslipp av mikroplast kan nå beitende sjøfugl i området da det kan forveksles med mat, som f. eks. dyreplankton. Mikroplast kan akkumulere i fordøyelsessystemet kan føre til blokkering av fordøyelsessystemet, falsk metthetsfølelse og sult. Samlet sett kan mikroplast ha svært negativ påvirkning på fugler.

Som nevnt kan området forbindes nærliggende kystområder med gytevandring for blant annet torsk og sild. Som diskutert i kapittel 3 er de relevante forurensningsaspektene fra havvindturbiner å vurdere som ikke signifikante for gytevandrende fisk eller fiskelarver. Dette med henblikk på de små volumene som er relevante under normale forhold og rask fortykning i vannmassene.

Påvirkning fra forurensing på de relevante miljøverdiene vurderes derfor å være av kategorien *Ubetydelig endring*.

Tabell 6-51 Vurdering av påvirkning av forurensing på miljøverdier som følge av havvindutbygging i Vestavind E.

	Fugl	Marine pattedyr	Fisk	Sårbare naturtyper	Samlet vurdering
Sterkt forringet					
Forringet					
Noe forringet					
Ubetydelig endring	X	X	X	X	X
Forbedret					

6.14.3.2 Avfall

Som diskutert i kapittel 2 og 3 er det ikke forventet at etablering, drift og avvikling vil medføre avfall som når det marine miljøet i form av søppel, men at alle materialer som går med på disse fasene blir værende i et avfallskretsløp til materialene gjenvinnes, gjenbrukes eller avhendes.

Påvirkning som følge av avfall vil derfor være knyttet til materialavtrykket til å etablere havvind i Vestavind E.

Kapittel 6.2.2.5 og 6.2.2.7 legger frem materialavtrykk som er gjeldende for alle utredningsområder som er relevant for utbygging av flytende havvind. Dette vil være gjeldende for materialavtrykket til Vestavind E.

Forhold som er områdespesifikt og som vil påvirke material- og avfallsavtrykket til Vestavind E inkluderer dybdeforhold og relevant teknologi (flytende for Vestavind E). Tabell 6-52 oppsummerer de feltspesifikke tilpasningene i material- og avfallsavtrykket. Beregningene er gjort med bakgrunn i gjennomsnittlig dyp for området (Tabell 6-1) og føringer gitt i referanseprosjekt fra NVE. Omfang av feltinterne kabler er beregnet med utgangspunkt i referanseprosjektet (2,5 km mellom hver turbin) og gjennomsnittlig havdyp for området. Det er derfor ikke tatt høyde for eventuelle strekk i kabler gjennom vannmassene eller ulike flyte/synke-strategier for festing av slike kabler mellom turbinene.

Tabell 6-52 Materialmengde for Vestavind E per komponent i referanseturbinen og referanseprosjektet; ankerliner og kabler.

Ankerline (3 stk per turbin)			
Komponent/material	Mengde 1 turbin	Mengde 68 turbiner	Enhet
Stål	1179,7	80 219,6	Tonn
Polyester	30,5	2074	Tonn
Feltinterne kabler (1 km)			
Stål (lavlegert)	16,4 (Tonn/km)	3094,7	Tonn
Kobber	25,4 (Tonn/km)	4793	Tonn
Polyetylen (PE)	3,0 (Tonn/km)	566,1	Tonn
Polypropylen (PP)	1,6 (Tonn/km)	301,9	Tonn

Tabell 6-53 oppsummerer det totale avfalls- og materialavtrykket til en havvindutbygging i Vestavind E. Tabellen oppsummerer avtrykket fordelt på 4 ulike flyteteknologier, flytende sparkonstruksjon i betong, flytende sparkonstruksjon i stål, flytende semi-submersibel konstruksjon i betong og flytende semi-submersibel konstruksjon i stål. Tabellen gir også et henblikk på materialavtrykket til en havvindutbygging i Vestavind E og nasjonale avfallstall for 2022 (SSB, 2023) og beskrivelser gitt i kapittel 6.2.2.4.

Som vist i tabellen er det stor variasjon i hvordan flyteteknologi vil påvirke det totale material- og avfallsavtrykket for Vestavind E. En havvindutbygging med flytende sparkonstruksjon i betong vil ha et avtrykk som vil tilsvare omlag 3 ganger så mye som for flytende semi-submersibel konstruksjon i stål. Ved endt levetid for havvinnanleggene vil det som beregnes som et materialavtrykk resultere i et tilsvarende avfallsavtrykk. Det er varierende hvor stor andel av et nasjonalt avfallsavtrykk etablering av havvind i Vestavind E vil ha, og dette vil variere med teknologi. For Vestavind E, sammenlignet med nasjonale avfallstall for 2022, vil dette ligge omtrent mellom 8 – 24% av det nasjonale avfallsavtrykket.

Tabell 6-53 Totalt material- og avfallsavtrykk for Vestavind E fordelt på relevante teknologier. Inkludert sammenligning med nasjonale avfallstall for 2022 (SSB, 2023).

Totalt materialavtrykk per teknologi			
Teknologi	Totalt materialavtrykk 68 turbiner	Enhet	Del av nasjonalt avfallsavtrykk (2022 nivåer)
Flytende sparkonstruksjon i stål	2165	1000 Tonn	18%
Flytende sparkonstruksjon i betong	2930,7	1000 Tonn	24%
Flytende semi-submersibel konstruksjon i stål	978	1000 Tonn	8%
Flytende semi-submersibel konstruksjon i betong	2102	1000 Tonn	17%

Basert på det ovenfornevnte vurderes det at en havvindutbygging i Vestavind E vil ha en betydelig påvirkning på Norges totale avfallsavtrykk ved endt levetid for en eventuell utbygging. Samtidig, som diskutert i kapittel 3, forventes det at samtlige bestanddeler og fraksjoner vil være en del av et avfallskretsløp. Med henblikk på utvikling i industrien, også når det kommer til teknologi for gjenvinning, gjenbruk og avfallsbehandling, samt at avvikling av Vestavind E eventuelt ville først være gjeldende etter 2050, vurderes det som rimelig å anta at hovedparten av materialer fra havvinnanleggene vil kunne gjenvinnes og gjenbrukes. Dette reduserer den overordnede påvirkningen.

Den endelige vurderingen av påvirkning utbygging av havvind ved Vestavind E vil ha for temaet avfall er vurdert til å være **Forringet**.

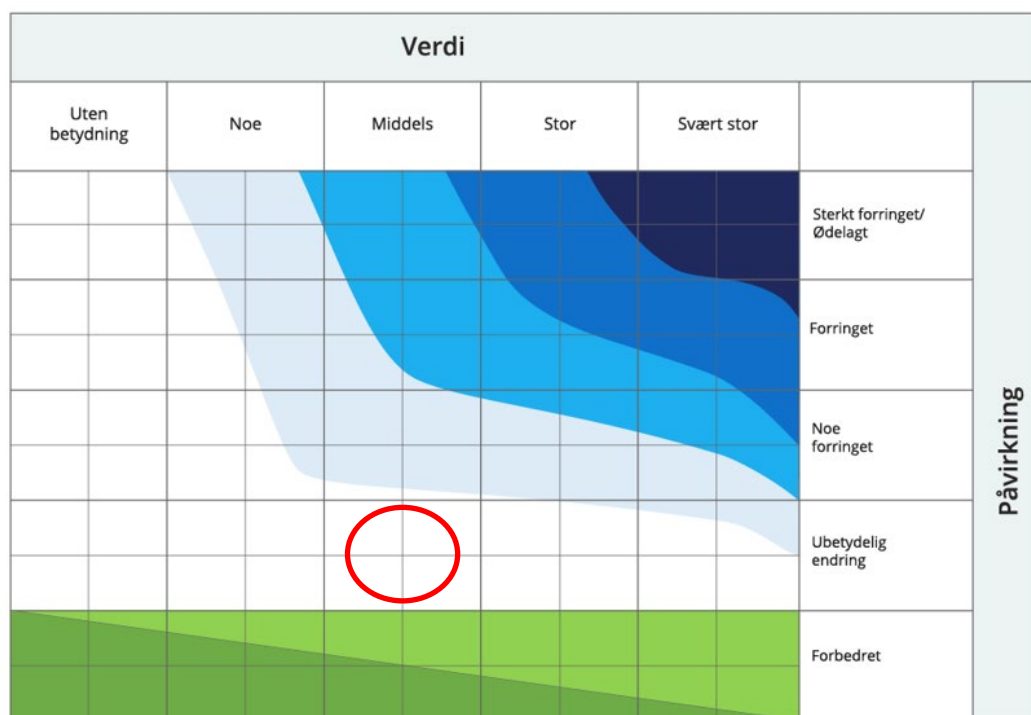
6.14.4 Vurdering av konsekvens

6.14.4.1 Konsekvens for forurensning

Konsekvenser for forurensning er presentert i Figur 6-50 og representerer vurderinger av miljøverdier i områdene og påvirkning fra relevant forurensning.

Konsekvenser for avfall er vurdert å ikke påvirke de relevante miljøverdiene i områdene. Samtidig vil dette være relevant for påvirkning av nasjonale avfallsmål i et langtidsperspektiv.

Den samlede konsekvensgraden for forurensning for området er vurdert til å være **Ubetydelig (-1)** (Tabell 5-1).



Figur 6-50 Vurdert konsekvens for forurensning som følge av utbygging av havvind ved Vestvind E
Konsekvensen er vurderer som et resultat av verdi i x-aksen med grad av påvirkning i y-aksen.

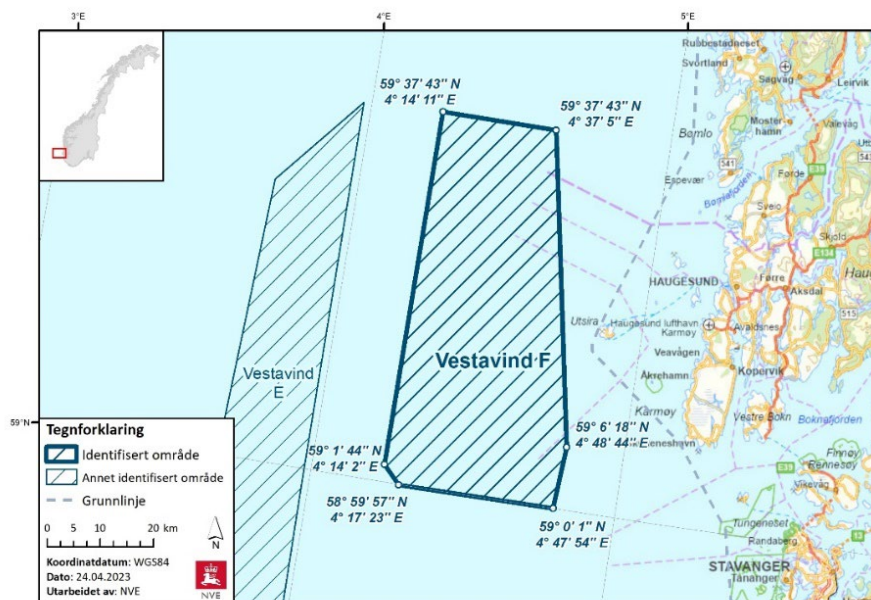
6.14.4.2 Konsekvens for avfall

Material- og avfallsavtrykket for etablering av havvind i området er vurdert som omfattende og vil påvirke nasjonale avfallsmål i et langtidsperspektiv, inkludert internasjonale forpliktelser når det kommer til materialforbruk og avfallsgenerering.

Den samlede konsekvensgraden for forurensning for området er vurdert til å være *Alvorlig* (-4) (Tabell 5-1).

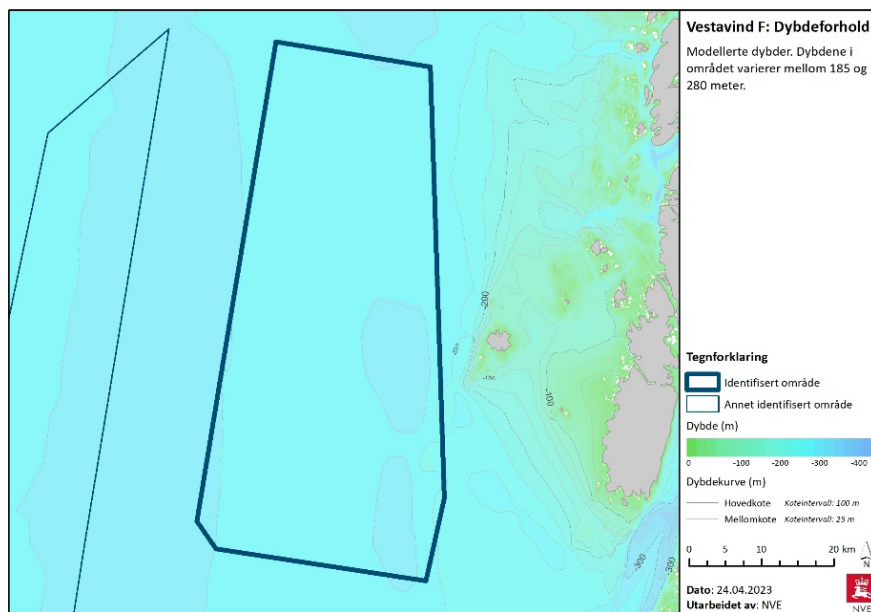
6.15 Vestavind F (inkludert Utsira Nord)

Utredningsområdet Vestavind F er lokalisert i havområdene utenfor kysten ved Utsira, Haugesund og Karmøy i Rogaland fylke (Figur 6-51).



Figur 6-51 Geografisk plassering av området Vestavind F (NVE, 2023).

Som vist i Tabell 6-1 er Vestavind F lokalisert i et område hvor gjennomsnittlig havdyp er 265m, og gjennomsnittlig vindhastighet 150 moh. er 10,2 m/s. Området er relevant for flytende havvindutbygging. Ytterligere informasjon om dybdeforhold i området er vist i Figur 6-52 hvor ruter med modellerte gjennomsnittsdybder er angitt.



Figur 6-52 Dybdekart for Vestavind F. Dybdeverdiene i kartet er gitt med en oppløsning på 100 x 100 meter og hver rute representerer en modellert gjennomsnittsverdi. Det kan potensielt være stor variasjon innad i rutene (NVE, 2023).

6.15.1 Dagens situasjon for forurensning og avfall

Området er stort sett å anse som urørt av petroleumsaktiviteter. Samtidig er det flere olje- og gassrørledninger som krysser området.

Det er registrert noe fiskeriaktivitet i området, hovedsakelig knyttet til bunntråling i sørlige deler av utredningsområdet. Mot kysten befinner det seg flere akvakulturlokaliteter.

Det er observert en del forekomster av søppel både innenfor og i områdene rundt Vestavind F (Figur 6-53).



Figur 6-53 Vestavind F og observert søppel per 100 meter ved MAREANO-stasjoner (Barentswatch, MAREANO).

6.15.2 Miljøverdi

Det er ulike miljø- og naturverdier i og i nærheten av Vestavind F, følgende avsnitt oppsummerer de viktigste forholdene som er trukket frem i innledende utredningsarbeid til områdeidentifiseringen (NVE, 2023). For ytterligere vurderinger og innsikt i miljø- og naturverdier for området vises det til egne fagutredninger for de respektive miljøverdigruppene.

Sårbare artsgrupper

Fugl

Vestavind F har middels sensitivetsverdi. Plassering og nærhet til kysten gjør at område har høyt antall arter og individer. Området benyttes av både pelagiske og kystnære arter, og benyttes til næringssøk av overflatebeitende og dykkende arter. Grunnet havdybdene benyttes ikke området til næringssøk av arter som søker mat på relativt grunt vann.

Om sommeren benyttes området til næringssøk, hvile og gjennomflyging, både av hekkende og ikke-hekkende individer. Fuglene kommer i hovedsak fra bestander og kolonier i Norge, og da spesielt Rogaland. Hekkende individer fra arter med lengre rekkevidde kan også komme fra kolonier i landene rundt Nordsjøen, eksempelvis havsule, havhest og havsvaler.

Området har litt lavere sensitivitet om høsten og våren, og lavest om vinteren. Grupper med høyest sensitivitet om høsten er joer, suler, måker, alkefugler, stormfugler, vannfugler og lommer. Om vinteren gjelder dette måker, terner,

stormfugler, alkefugler og suler, mens om våren er det måker, alkefugler, stormfugler, terner, dykkender og dykkere med høyest sensitivitet.

Miljøverdi: 0 – 83

Sjøpattedyr

Området overlapper med potensielt viktige migrasjonsruter for flere hvalarter. Dette gjelder spesielt bardehvaler som vågehval, men også tannhvaler som nise, springere, spekkhogger og grindhval forekommer periodevis i disse områdene. Flere mindre kaste- og hårfellingsplasser for steinkobbe finnes langs kysten i nærheten av dette området. Selv om det kun er noen få kasteplasser for steinkobbe langs denne kyststrekningen, vil de kunne foreta beitemigrasjoner til området fra kjente lokaliteter lengre nord og sør langs norskekysten, samt fra blant annet Storbritannia.

Miljøverdi: ikke registrert med miljøverdi

Fisk

Utvidelsen av Utsira Nord medfører ingen overlapp med kjente gytefelt, oppvekstområder eller beitefelt for fisk. Øst for området ligger et gytefelt for vårgytende sild, som sammen med gytefelt for kysttorsk er innlemmet i foreslått endret SVO for Boknafjorden og Jærstrendene (NS1).

Miljøverdi: 0 – 33

Sårbare naturtyper

I det åpnete området Utsira Nord er det registrert forekomster av sjøfjærsamfunn. Det er i tillegg satt i gang kartlegging av naturtyper i området gjennom MAREANO-programmet. Den nordlige delen av arealutvidelsen er allerede kartlagt gjennom MAREANO-programmet.

Miljøverdi: 0 – 50

6.15.2.1 Miljøverdier oppsummert

Tabellen under oppsummerer vurdert miljøverdi på bakgrunn av kunnskapen diskutert ovenfor.

Tabell 6-54 Oppsummert vurdering av miljøverdier for Vestavind F.

		Fugl	Marine pattedyr	Fisk	Sårbare naturtyper	Samlet vurdering
0 – 20	Uten betydning		X		X	
20 – 40	Noe verdi			X		
40 – 60	Middels verdi				X	
60 – 80	Stor verdi					
80 – 100	Svært stor verdi	X				X

6.15.3 Vurdering av påvirkning

6.15.3.1 Forurensing

Kapittel 3 diskuterer hvilke forurensingsaspekter som er relevant i forbindelse med etablering, drift og avvikling av havvind.

Som vist i Tabell 6.1 er gjennomsnittlig vind for området 10,6 m/s. Dette innebærer en viss slitasje på turbinenes bestanddeler. Noe som kan føre til ytterligere utslipp av mikroplast og slitasje av overflatebehandling.

Nordøstlige områder i Vestavind E er noe sårbart for fugler, ettersom det er flere dykkende sjøfuglarter som beiter i områdene store deler av sommerhalvåret. Som diskutert i kapittel 3 er de relevante forurensningskildene fra havvindturbiner ikke av særlig konflikt med sjøfuglers beiteatferd. Eventuell oljeforurensning er forventet å være av så små volumer at disse vil brytes ned naturlig og tvisomt utgjøre en signifikant påvirkning på eventuell beitende sjøfugl. Det samme gjelder på eventuell utlekking fra overflatebehandling.

Utslipp av mikroplast kan nå beitende sjøfugl i området da det kan forveksles med mat, som f. eks. dyreplankton. Mikroplast kan akkumulere i fordøyelsessystemet kan føre til blokkering av fordøyelsessystemet, falsk metthetsfølelse og sult. Samlet sett kan mikroplast ha svært negativ påvirkning på fugler.

Som nevnt kan området forbindes nærliggende kystområder med gytevandring for blant annet torsk og sild. Som diskutert i kapittel 3 er de relevante forurensningsaspektene fra havvindturbiner å vurdere som ikke signifikante for gytevandrende fisk eller fiskelarver. Dette med henblikk på de små volumene som er relevante under normale forhold og rask fortykning i vannmassene.

Som nevnt er det funn av sjøfjærsamfunn i deler av utredningsområdet. Disse er fanger partikler som svever i vannmassene nær havbunnen. Det er derfor tenkelig at mikroplast med gitte fragmentstørrelse kan påvirke næringssøk for sjøfjær. Basert på diskusjoner i kapittel 3 er det særlig utslipp av mikroplast som er relevant når det kommer til påvirkning som følge av forurensning og havvindutbygging. Med utgangspunkt i diskusjoner fra kapittel 3 om mikroplast, samt kunnskap om strømforhold i områdene (kapittel 6.2.1) er det rimelig å anta at hovedparten av mikroplastutslipp fra Vestavind F vil fraktes videre nord og ut av utredningsområdet. Samtidig kan større plastpartikler ende opp med å sedimentere innenfor utredningsområdet.

Påvirkning fra forurensning på de relevante miljøverdiene vurderes derfor å være av kategorien *Ubetydelig endring*.

Tabell 6-55 Vurdering av påvirkning av forurensning på miljøverdier som følge av havvindutbygging i Vestavind F.

	Fugl	Marine pattedyr	Fisk	Sårbare naturtyper	Samlet vurdering
Sterkt forringet					
Forringet					
Noe forringet					
Ubetydelig endring	X	X	X	X	X
Forbedret					

6.15.3.2 Avfall

Som diskutert i kapittel 2 og 3 er det ikke forventet at etablering, drift og avviking vil medføre avfall som når det marine miljøet i form av søppel, men at alle materialer som går med på disse fasene blir værende i et avfallskretsløp til materialene gjenvinnes, gjenbrukes eller avhendes.

Påvirkning som følge av avfall vil derfor være knyttet til materialavtrykket til å etablere havvind i Vestavind F.

Kapittel 6.2.2.5 og 6.2.2.7 legger frem materialavtrykk som er gjeldende for alle utredningsområder som er relevant for utbygging av flytende havvind. Dette vil være gjeldende for materialavtrykket til Vestavind F.

Forhold som er områdespesifikt og som vil påvirke material- og avfallsavtrykket til Vestavind F inkluderer dybdeforhold og relevant teknologi (flytende for Vestavind F). Tabell 6-56 oppsummerer de feltspesifikke tilpasningene i material- og

avfallsavtrykket. Beregningene er gjort med bakgrunn i gjennomsnittlig dyp for området (Tabell 6-1) og føringer gitt i referanseprosjekt fra NVE. Omfang av feltinterne kabler er beregnet med utgangspunkt i referanseprosjektet (2,5 km mellom hver turbin) og gjennomsnittlig havdyp for området. Det er derfor ikke tatt høyde for eventuelle strekk i kabler gjennom vannmassene eller ulike flyte/synke-strategier for festing av slike kabler mellom turbinene.

Tabell 6-56 Materialmengde for Vestavind F per komponent i referanseturbinen og referanseprosjektet; ankerliner og kabler.

Ankerline (3 stk per turbin)			
Komponent/material	Mengde 1 turbin	Mengde 68 turbiner	Enhet
Stål	1136,8	77 302,4	Tonn
Polyester	29,4	1999,2	Tonn
Feltinterne kabler (1 km)			
Stål (lavlegert)	16,4 (Tonn/km)	3083,5	Tonn
Kobber	25,4 (Tonn/km)	4775,7	Tonn
Polyetylen (PE)	3,0 (Tonn/km)	564,1	Tonn
Polypropylen (PP)	1,6 (Tonn/km)	300,8	Tonn

Tabell 6-57 oppsummerer det totale avfalls- og materialavtrykket til en havvindutbygging i Vestavind F. Tabellen oppsummerer avtrykket fordelt på 4 ulike flyteteknologier, flytende sparkonstruksjon i betong, flytende sparkonstruksjon i stål, flytende semi-submersibel konstruksjon i betong og flytende semi-submersibel konstruksjon i stål. Tabellen gir også et henblikk på materialavtrykket til en havvindutbygging i Vestavind F og nasjonale avfallstall for 2022 (SSB, 2023) og beskrivelser gitt i kapittel 6.2.2.4.

Som vist i tabellen er det stor variasjon i hvordan flyteteknologi vil påvirke det totale material- og avfallsavtrykket for Vestavind F. En havvindutbygging med flytende sparkonstruksjon i betong vil ha et avtrykk som vil tilsvare omlag 3 ganger så mye som for flytende semi-submersibel konstruksjon i stål. Ved endt levetid for havvinnanleggene vil det som beregnes som et materialavtrykk resultere i et tilsvarende avfallsavtrykk. Det er varierende hvor stor andel av et nasjonalt avfallsavtrykk etablering av havvind i Vestavind F vil ha, og dette vil variere med teknologi. For Vestavind F, sammenlignet med nasjonale avfallstall for 2022, vil dette ligge omtrent mellom 8 – 24% av det nasjonale avfallsavtrykket.

Tabell 6-57 Totalt material- og avfallsavtrykk for Vestavind F fordelt på relevante teknologier. Inkludert sammenligning med nasjonale avfallstall for 2022 (SSB, 2023).

Totalt materialavtrykk per teknologi			
Teknologi	Totalt materialavtrykk 68 turbiner	Enhet	Del av nasjonalt avfallsavtrykk (2022 nivåer)
Flytende sparkonstruksjon i stål	2161,9	1000 Tonn	18%
Flytende sparkonstruksjon i betong	2927,6	1000 Tonn	24%
Flytende semi-submersibel konstruksjon i stål	975	1000 Tonn	8%
Flytende semi-submersibel konstruksjon i betong	2099	1000 Tonn	17%

Basert på det ovenfornevnte vurderes det at en havvindutbygging i Vestavind F vil ha en betydelig påvirkning på Norges totale avfallsavtrykk ved endt levetid for en eventuell utbygging. Samtidig, som diskutert i kapittel 3, forventes det at

samtligte bestanddeler og fraksjoner vil være en del av et avfallsrettsløp. Med henblikk på utvikling i industrien, også når det kommer til teknologi for gjenvinning, gjenbruk og avfallsbehandling, samt at avviking av Vestavind F eventuelt ville først være gjeldende etter 2050, vurderes det som rimelig å anta at hovedparten av materialer fra havvindanleggene vil kunne gjenvinnes og gjenbrukes. Dette reduserer den overordnede påvirkningen.

Den endelige vurderingen av påvirkning utbygging av havvind ved Vestavind F vil ha for temaet avfall er vurdert til å være **Foringet**.

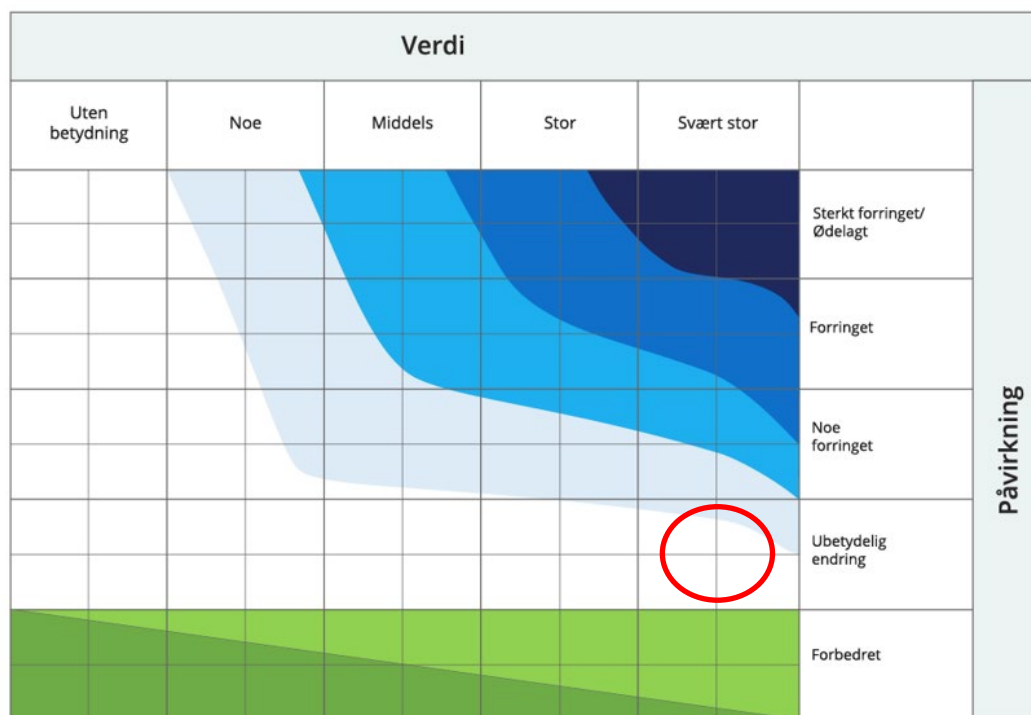
6.15.4 Vurdering av konsekvens

6.15.4.1 Konsekvens for forurensning

Konsekvenser for forurensning er presentert i Figur 6-54 og representerer vurderinger av miljøverdier i områdene og påvirkning fra relevant forurensning.

Konsekvenser for avfall er vurdert å ikke påvirke de relevante miljøverdiene i områdene. Samtidig vil dette være relevant for påvirkning av nasjonale avfallsmål i et langtidsperspektiv.

Den samlede konsekvensgraden for forurensning for området er vurdert til å være *Ubetydelig* (-1) (Tabell 5-1).



Figur 6-54 Vurdert konsekvens for forurensning som følge av utbygging av havvind ved Vestavind F. Konsekvensen er vurdert som et resultat av verdi i x-aksen med grad av påvirkning i y-aksen.

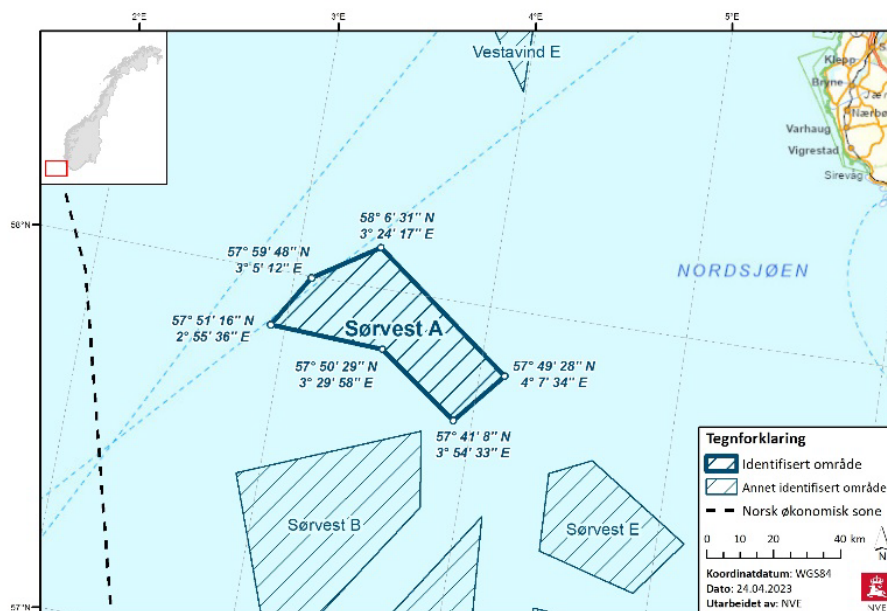
6.15.4.2 Konsekvens for avfall

Material- og avfallsavtrykket for etablering av havvind i området er vurdert som omfattende og vil påvirke nasjonale avfallsmål i et langtidsperspektiv, inkludert internasjonale forpliktelser når det kommer til materialforbruk og avfallsgenerering.

Den samlede konsekvensgraden av avfall for området er vurdert til å være *Alvorlig* (-4) (Tabell 5-1).

6.16 Sørvest A

Utredningsområdet Sørvest A er lokalisert i de sørvestlige delene av Nordsjøen, uten for kysten av Rogaland (Figur 6-55).



Figur 6-55 Geografisk plassering av området Sørvest A (NVE, 2023).

Som vist i Tabell 6-1 er Sørvest A lokalisert i et område hvor gjennomsnittlig havdyp er 80m, og gjennomsnittlig vindhastighet 150 moh. er 10,8 m/s. Området er relevant for både flytende og bunnfast havvindutbygging. Ytterligere informasjon om dybdeforhold i området er vist i Figur 6-56 hvor ruter med modellerte gjennomsnittsdybder er angitt.



Figur 6-56 Dybdekart for Sørvest A. Dybdeverdiene i kartet er gitt med en oppløsning på 100 x 100 meter og hver rute representerer en modellert gjennomsnittsverdi. Det kan potensielt være stor variasjon innad i rutene (NVE, 2023).

6.16.1 Dagens situasjon for forurensning og avfall

Området er stort sett å anse som urørt av petroleumsaktiviteter, likevel er det noen tidligere letebrønner i innenfor utredningsområdet. Noen av disse kan dateres tilbake til 1960-tallet. Omlag 25 km øst for utredningsområdet ligger petroleumsfeltet Yme.

Det er registrert en del fiskeriaktivitet i området, hovedsaklig knyttet til fiske med garn, flytetral og bunntraling.

MAREANO-programmet inkluderer ikke stasjoner for visuell undersøkelse i disse områdene, og det er derfor ingen registreringer om søppel på havbunnen innenfor, eller i umiddelbar nærhet ved områdene.

6.16.2 Miljøverdi

Det er ulike miljø- og naturverdier i og i nærheten av Sørvest A, følgende avsnitt oppsummerer de viktigste forholdene som er trukket frem i innledende utredningsarbeid til områdeidentifiseringen (NVE, 2023). For ytterligere vurderinger og innsikt i miljø- og naturverdier for området vises det til egne fagutredninger for de respektive miljøverdigruppene.

Sårbare artsgrupper

Fugl

Sørvest A har lav sensitivetsverdi. Plassering og avstand til kysten gjør at området har relativt få arter og individer sammenlignet med områdene med høyere sensitivitet. Området blir brukt til næringssøk, hvile og gjennomflyging, men har hovedsakelig ikke-hekkende individer. Unntaket kan være havhest fra Rogaland, eller havhest, havsule og havsvaler fra land rundt Nordsjøen.

Sensitivetsverdien til området er litt lavere om sommeren, høsten og vinteren. Alkefugler, måker, suler, stormfugler, joer og terner er gruppene med høyeste sensitivitet om sommeren. Gruppene med høyeste sensitivitet om høsten er stormfugler, alkefugler, suler, joer, måker og lommer. Alkefugler, lommer, suler, måker, og stormfugler er gruppene med høyeste sensitivitet om vinteren.

Utenfor hekkesesongen, det vil si våren, høsten og vinteren, er fuglene i dette området hovedsakelig trekkende eller overvintrende fugler som kommer fra Rogaland, Agder, andre deler av Norge, Svalbard, naboland rundt Nordsjøen, Færøyene, Island, Grønland, Russland, Finland eller Sverige.

Miljøverdi: 0 – 67 (lomvireregistreringer)

Sjøpattedyr

Området overlapper med viktige beiteområder for blant annet vågehval, nise og springere. Det finnes ingen større kaste- og hårfellingsplasser for havert i Nordsjøområdet, men steinkobbe har flere slike langs kysten av Norge mot Nordsjøen og Skagerrak. Havert foretar beitevandring fra blant annet Storbritannia, og det er vist at steinkobbe kan foreta lengre migrasjoner mellom norske, svenske og danske farvann for beting. Området kan derfor forventes besøkt av migrerende kystsel på beitevandring.

Miljøverdi: ikke registrert med miljøverdi

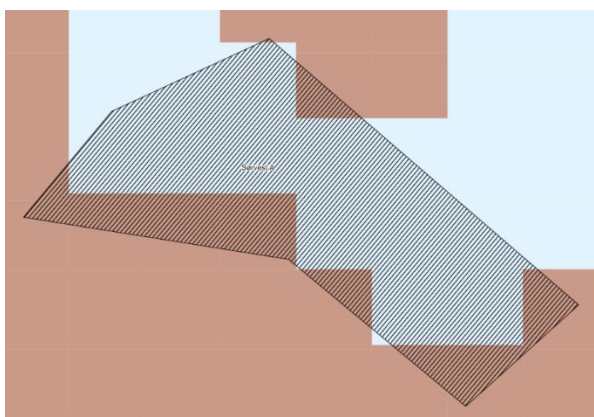
Fisk

Det identifiserte området har en mindre overlapp med tobisfelt i sør, sørvest og i vest. Ellers inneholder området ingen kjente gytefelt, oppvekstområde eller beitefelt for fisk.

Havforskningsinstituttet har definert de viktigste tobisområdene i norsk sone av Nordsjøen, basert på historisk fiskeriaktivitet etter tobis og store mengder toktdata. Tobisforekomstene avgrensede gjeldende og foreslått SVO-er. Tobis er en nøkkelart i økosystemet i Nordsjøen, hvor den er viktig byttedyr for en lang rekke sjøfugl, fisk og sjøpattedyr. Tobis er også viktig for fiskerinæringen.

Miljøverdi spesifikke, mindre områder i sør, sørvest og vest: 90 (Figur 6-57)

Miljøverdi øvrige områder: 0



Figur 6-57 Utklipp fra Barentswatch. Viser utredningsområdet Sørvest A, samt kartlaget Havmiljø/miljøverdier, filtrert på miljøverdi for Fisk. Rød farge viser høyeste miljøverdi (90), øvrige områder ingen miljøverdi for fisk.

Sårbare naturtyper

Det er ikke kjente sårbare naturtyper i det identifiserte området som er kartlagt (NVE, 2023).

Miljøverdi: ikke registrert med miljøverdi

6.16.2.1 Miljøverdier oppsummert

Tabellen under oppsummerer vurdert miljøverdi på bakgrunn av kunnskapen diskutert ovenfor.

Tabell 5-50. Oppsummert vurdering av miljøverdier for Sørvest A.

		Fugl	Marine pattedyr	Fisk	Sårbare naturtyper	Samlet vurdering
0 – 20	Uten betydning		X	X	X	
20 – 40	Noe verdi	X				
40 – 60	Middels verdi					
60 – 80	Stor verdi	X				X
80 – 100	Svært stor verdi			X (avgrensede områder)		X

6.16.3 Vurdering av påvirkning

6.16.3.1 Forurensing

Kapittel 3 diskuterer hvilke forurensingsaspekter som er relevant i forbindelse med etablering, drift og avvikling av havvind.

Som vist i Tabell 6.1 er gjennomsnittlig vind for området 10,8 m/s. Dette innebærer en viss slitasje på turbinenes bestanddeler. Dette kan føre til ytterligere utslipp av mikroplast og slitasje av overflatebehandling.

Områdene er sårbare for fugler, særlig lomvi, inkludert andre dykkende sjøfuglarter som beiter i områdene store deler av året. Som diskutert i kapittel 3 er de relevante forurensningskildene fra havvindturbiner ikke av særlig konflikt med sjøfuglers beiteatferd. Eventuell oljeforurensning er forventet å være av så små volumer at disse vil brytes ned naturlig og tvisomt utgjøre en signifikant påvirkning på eventuell beitende sjøfugl. Det samme gjelder på eventuell utlekking fra overflatebehandling.

Utslipp av mikroplast kan nå beitende sjøfugl i området da det kan forveksles med mat, som f. eks. dyreplankton. Mikroplast kan akkumulere i fordøyelsessystemet kan føre til blokkering av fordøyelsessystemet, falsk metthetsfølelse og sult. Samlet sett kan mikroplast ha svært negativ påvirkning på fugler.

Som nevnt kan området forbindes mindre deler av utredningsområdet med tobis. Som diskutert i kapittel 3 er de relevante forurensningsaspektene fra havvindturbiner å vurdere som ikke signifikante for bunnlevende fisk og fiskelarver. Dette med henblikk på de små volumene som er relevante under normale forhold og rask fortynning i vannmassene.

Påvirkning fra forurensing på de relevante miljøverdiene vurderes derfor å være av kategorien *Ubetydelig endring*.

Tabell 6-58 Vurdering av påvirkning av forurensing på miljøverdier som følge av havvindutbygging i Sørvest A.

	Fugl	Marine pattedyr	Fisk	Sårbare naturtyper	Samlet vurdering
Sterkt forringet					
Forringet					
Noe forringet					
Ubetydelig endring	X	X	X	X	X
Forbedret					

6.16.3.2 Avfall

Som diskutert i kapittel 2 og 3 er det ikke forventet at etablering, drift og avvikling vil medføre avfall som når det marine miljøet i form av søppel, men at alle materialer som går med på disse fasene blir værende i et avfallskretsløp til materialene gjenvinnes, gjenbrukes eller avhendes.

Påvirkning som følge av avfall vil derfor være knyttet til materialavtrykket til å etablere havvind i Sørvest A.

Kapittel 6.2.2.5, 6.2.2.6 og 6.2.2.7 legger frem materialavtrykk som er gjeldende for alle utredningsområder som er relevant for utbygging av flytende havvind, samt bunnfast. Dette vil være gjeldende for materialavtrykket til Sørvest A som er aktuelt for både flytende og bunnfast teknologi.

Forhold som er områdespesifikt og som vil påvirke material- og avfallsavtrykket til Sørvest A inkluderer dybdeforhold og relevant teknologi (flytende og bunnfast). Tabell 6-59 oppsummerer de feltspesifikke tilpasningene i material- og avfallsavtrykket knyttet til etablering av utelukkende flytende havvind i området. Tabell 6-60 oppsummerer feltspesifikke

tilpasninger i material- og avfallsavtrykket som vil være gjeldende for etablering av utelukkende bunnfast havvind i området.

Beregningene er gjort med bakgrunn i gjennomsnittlig dyp for området (Tabell 6-1) og føringer gitt i referanseprosjekt fra NVE. Omfang av feltinterne kabler er beregnet med utgangspunkt i referanseprosjektet (2,5 km mellom hver turbin) og gjennomsnittlig havdyp for området. Det er derfor ikke tatt høyde for eventuelle strekk i kabler gjennom vannmassene eller ulike flyte/synke-strategier for festing av slike kabler mellom turbinene.

Tabell 6-59 Materialmengde for Sørvest A per komponent i en 22MW flytende turbin; ankerliner og kabler.

Ankerline (3 stk per turbin)			
Komponent/material	Mengde 1 turbin	Mengde 68 turbiner	Enhet
Stål	343,2	23 337,6	Tonn
Polyester	8,9	605,2	Tonn
Feltinterne kabler (1 km)			
Stål (lavlegert)	16,4 (Tonn/km)	3094,7	Tonn
Kobber	25,4 (Tonn/km)	4793	Tonn
Polyetylen (PE)	3,0 (Tonn/km)	566,1	Tonn
Polypropylen (PP)	1,6 (Tonn/km)	301,9	Tonn

Tabell 6-60 Materialmengde per komponent i en 22MW turbin med bunnfast monopile (stål) og jacket for Sørvest A.

Monopile (stål)			
Komponent/material	Mengde 1 turbin	Mengde 68 turbiner	Enhet
Stål (hoveddel)	3016	205 088	Tonn
Stål (transition piece)	920	62 560	Tonn
Sand	56	3808	Tonn
Sement	48	3264	Tonn
Aluminium anode	480	32 640	Tonn
Maling	3	204	Tonn
Jacket (stål)			
Stålunderstell	3500	238 000	Tonn
Anoder (Al)	60	4080	Tonn
Lettbetong	200	13 600	Tonn
Maling	4,5	306	Tonn
Stål (pæler)	600	40800	

Tabell 6-61 oppsummerer det totale avfalls- og materialavtrykket til en havvindutbygging i Sørvest A. Tabellen oppsummerer avtrykket fordelt på 6 ulike fundamentteknologier, flytende sparkonstruksjon i betong, flytende sparkonstruksjon i stål, flytende semi-submersibel konstruksjon i betong, flytende semi-submersibel konstruksjon i stål, bunnfast monopile-konstruksjon i stål og bunnfast jacket-konstruksjon i stål. Tabellen gir også et henblikk på

materialavtrykket til en havvindutbygging i Sørvest A og nasjonale avfallstall for 2022 (SSB, 2023) og beskrivelser gitt i kapittel 6.2.2.4.

Som vist i tabellen er det stor variasjon i hvordan teknologi vil påvirke det totale material- og avfallsavtrykket for Sørvest A. En havvindutbygging med flytende sparkonstruksjon i betong vil ha et avtrykk som vil tilsvare mer enn 5 ganger så mye som for en utbygging med bunnfast jacket-struktur stål. Ved endt levetid for havindanleggene vil det som beregnes som et materialavtrykk resultere i et tilsvarende avfallsavtrykk. Det er varierende hvor stor andel av et nasjonalt avfallsavtrykk etablering av havvind i Sørvest A vil ha, og dette vil som sagt variere med teknologi. For Sørvest A, sammenlignet med nasjonale avfallstall for 2022, vil dette ligge omtrent mellom 4 – 24% av det nasjonale avfallsavtrykket.

Tabell 6-61 Totalt material- og avfallsavtrykk for Sørvest A fordelt på relevante teknologier. Inkludert sammenligning med nasjonale avfallstall for 2022 (SSB, 2023).

Totalt materialavtrykk per teknologi			
Teknologi	Totalt materialavtrykk 68 turbiner	Enhet	Del av nasjonalt avfallsavtrykk (2022 nivåer)
Flytende sparkonstruksjon i stål	2106,6	1000 Tonn	17%
Flytende sparkonstruksjon i betong	2871,7	1000 Tonn	24%
Flytende semi-submersibel-konstruksjon i stål	919,7	1000 Tonn	8%
Flytende semi-submersibel-konstruksjon i betong	2043,1	1000 Tonn	17%
Bunnfast monopile-konstruksjon i stål	527,4	1000 Tonn	4%
Bunnfast jacket-konstruksjon i stål	516,6	1000 Tonn	4%

Basert på det ovenfornevnte vurderes det at en havvindutbygging i Sørvest A vil ha en betydelig påvirkning på Norges totale avfallsavtrykk ved endt levetid for en eventuell utbygging. Samtidig, som diskutert i kapittel 3, forventes det at samtlige bestanddeler og fraksjoner vil være en del av et avfallskretsløp. Med henblikk på utvikling i industrien, også når det kommer til teknologi for gjenvinning, gjenbruk og avfallsbehandling, samt at avvikling av Sørvest A eventuelt ville først være gjeldende etter 2050, vurderes det som rimelig å anta at hovedparten av materialer fra havindanleggene vil kunne gjenvinnes og gjenbrukes. Dette reduserer den overordnede påvirkningen.

Den endelige vurderingen av påvirkning utbygging av havvind ved Sørvest A vil ha for temaet avfall er vurdert til å være **Forringet**.

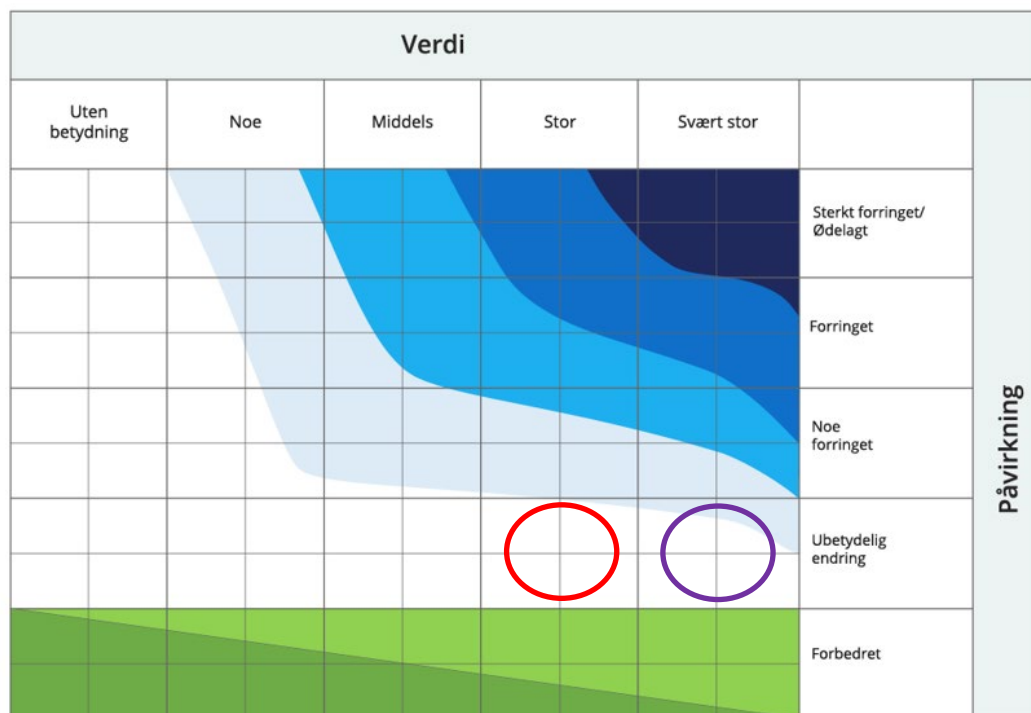
6.16.4 Vurdering av konsekvens

6.16.4.1 Konsekvens for forurensning

Konsekvenser for forurensning er presentert i Figur 6-58 og representerer vurderinger av miljøverdier i områdene og påvirkning fra relevant forurensning.

Konsekvenser for avfall er vurdert å ikke påvirke de relevante miljøverdiene i områdene. Samtidig vil dette være relevant for påvirkning av nasjonale avfallsmål i et langtidsperspektiv.

Den samlede konsekvensgraden for forurensning for området er vurdert til å være **Ubetydelig (-1)** (Tabell 5-1).



Figur 6-58 Vurdert konsekvens for forurensning som følge av utbygging av havvind ved Sørvest A. Konsekvensen er vurdert som et resultat av verdi i x-aksen med grad av påvirkning i y-aksen. Generell konsekvens for Sørvest A er presentert ved rød ring, lilla ring representerer konsekvens for avgrensede områder med særskilt miljøverdi for fisk.

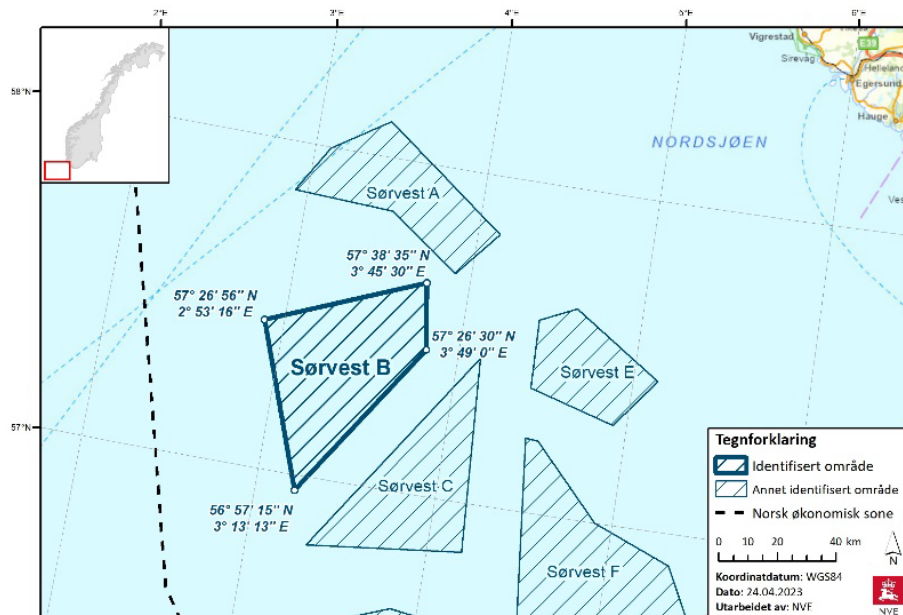
6.16.4.2 Konsekvens for avfall

Material- og avfallsavtrykket for etablering av havvind i området er vurdert som omfattende og vil påvirke nasjonale avfallsmål i et langtidsperspektiv, inkludert internasjonale forpliktelser når det kommer til materialforbruk og avfallsgenerering.

Den samlede konsekvensgraden av avfall for området er vurdert til å være *Alvorlig* (-4) (Tabell 5-1).

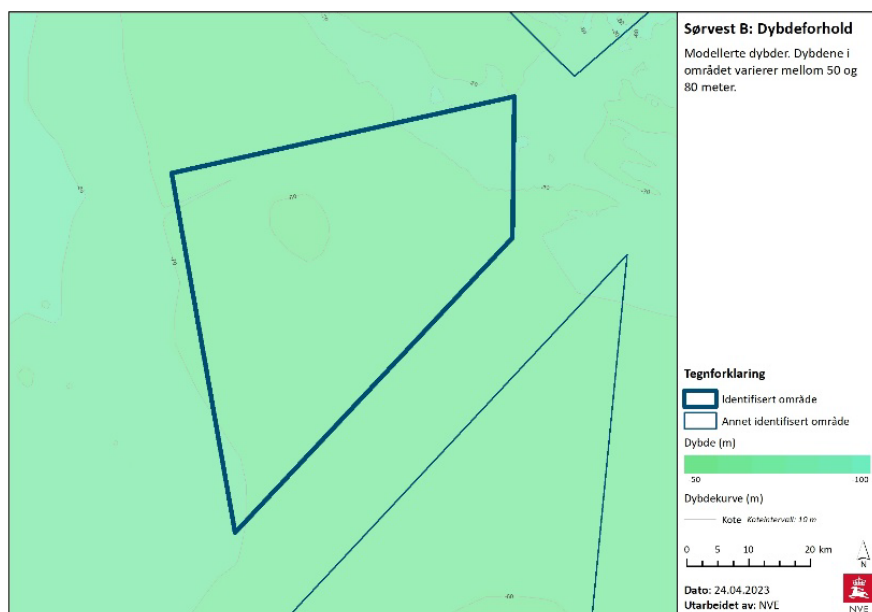
6.17 Sørvest B

Utredningsområdet Sørvest B er lokalisert i i de sørvestlige delene av Nordsjøen (Figur 6-59).



Figur 6-59 Geografisk plassering av området Sørvest B (NVE, 2023).

Som vist i Tabell 6-1 er Sørvest B lokalisert i et område hvor gjennomsnittlig havdyp er 65m, og gjennomsnittlig vindhastighet 150 moh. er 10,6 m/s. Området er relevant for bunnfast havvindutbygging. Ytterligere informasjon om dybdeforhold i området er vist i Figur 6-60 hvor ruter med modellerte gjennomsnittsdybder er angitt.



Figur 6-60 Dybdekart for Sørvest B. Dybdeverdiene i kartet er gitt med en oppløsning på 100 x 100 meter og hver rute representerer en modellert gjennomsnittsverdi. Det kan potensielt være stor variasjon innad i rutene (NVE, 2023).

6.17.1 Dagens situasjon for forurensning og avfall

Området er stort sett å anse som urørt av petroleumsaktiviteter, likevel er det noen tidligere letebrønner i innenfor utredningsområdet. Disse er fra 80- tallet og 2010-tallet. Omlag 5 km vest for utredningsområdet ligger petroleumfeltet Oda. Videre 15 km vest og 15 km sørvest ligger henholdsvis petroleumfeltene Ula og Tambar.

Det er registrert nokså begrenset fiskeriaktivitet i området.

MAREANO-programmet inkluderer ikke stasjoner for visuell undersøkelse i disse områdene, og det er derfor ingen registreringer om søppel på havbunnen innenfor, eller i umiddelbar nærhet ved områdene.

6.17.2 Miljøverdier

Det er ulike miljø- og naturverdier i og i nærheten av Sørvest B, følgende avsnitt oppsummerer de viktigste forholdene som er trukket frem i innledende utredningsarbeid til områdeidentifiseringen (NVE, 2023). For ytterligere vurderinger og innsikt i miljø- og naturverdier for området vises det til egne fagutredninger for de respektive miljøverdigruppene.

Sårbare artsgrupper

Fugl

Sørvest B har lav sensitivetsverdi. Plassering og avstand til kysten gjør at det er relativt få arter og individer sammenlignet med områdene med høyere sensitivitet. Området blir brukt til næringssøk, hvile og gjennomflyging om sommeren. Fuglene kommer da hovedsakelig fra Norge og våre naboland rundt Nordsjøen. Området har for det meste ikke-hekkende individer. Unntaket kan være havhest fra Rogaland, eller havhest, havsule og havsvaler fra land rundt Nordsjøen.

Sommeren er sesongen med høyeste sensitivitet. Gruppene med høyeste sensitivitet da er alkefugler, måker, suler, stormfugler og joer.

Sensitivetsverdien til området er litt lavere de andre sesongene. Gruppene med høyest sensitivitet om høsten er stormfugler, alkefugler, suler, joer og måker. Terner, alkefugler, stormfugler, måker og dykkender er gruppene med høyeste sensitivitet om våren. Alkefugler, lommer, stormfugler og måker er gruppene med høyeste sensitivitet om vinteren.

Miljøverdi: 0 – 67 (Viktig for lomvi)

Sjøpattedyr

Området overlapper med viktige beiteområder for blant annet vågehval, nise og springere. Det finnes ingen større kaste- og hårfellingsplasser for havert i Nordsjøområdet, men Steinkobbe har flere slike langs kysten av Norge mot Nordsjøen og Skagerrak. Havert foretar beitevandring fra blant annet Storbritannia, og det er vist at steinkobbe kan foreta lengre migrasjoner mellom norske, svenske og danske farvann for beting. Området kan derfor forventes besøkt av migrerende kystsel på beitevandring.

Miljøverdi: ikke registrert med miljøverdi

Fisk

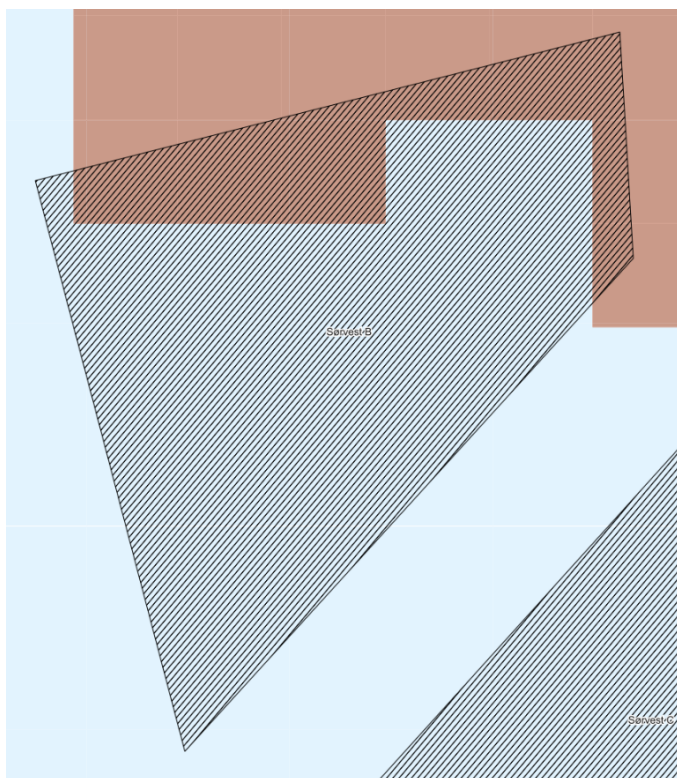
Det identifiserte området har en mindre overlapp med tobisfelt i nordlig, og til dels nordøstlige, del. I sør/sørvest overlapper området med sørlig gytefelt for hvitting, mens gytefelt for nordsjøhyse strekker seg langs hele den vestlige avgrensingen.

Havforskningsinstituttet har definert de viktigste tobisområdene i norsk sone av Nordsjøen, basert på historisk fiskeriaktivitet etter tobis og store mengder toktdata. Tobisforekomstene avgrenser gjeldende og foreslått SVO-er. Tobis er en nøkkelart i økosystemet i Nordsjøen, hvor den er viktig byttedyr for en lang rekke sjøfugl, fisk og sjøpattedyr. Tobis er også viktig for fiskerinæringen.

Sørlig gytefelt for hvitting er relativt stort, og strekker seg utenfor Norges økonomiske sone. Hvitting i Nordsjøen er en ganske livskraftig bestand, med god rekruttering.

Miljøverdi mindre områder med overlapp med tobis: 90 (se Figur 6-61)

Miljøverdi øvrige områder: 0 – 10



Figur 6-61 Utklipp fra Barentswatch. Viser utredningsområdet Sørvest B, samt kartlaget Havmiljø/miljøverdier, filtrert på miljøverdi for Fisk. Rød farge viser høyeste miljøverdi (90), øvrige områder ingen miljøverdi for fisk.

Sårbare naturtyper

Det er ikke kjente sårbare naturtyper i det identifiserte området som er kartlagt (NVE, 2023).

Miljøverdi: ikke registrert med miljøverdi

6.17.2.1 Miljøverdier oppsummert

Tabell 6-62 oppsummerer vurdert miljøverdi på bakgrunn av kunnskapen diskutert ovenfor.

Tabell 6-62 Oppsummert vurdering av miljøverdier for Sørvest B.

		Fugl	Marine pattedyr	Fisk	Sårbare naturtyper	Samlet vurdering
0 – 20	Uten betydning		X	X	X	
20 – 40	Noe verdi	X				
40 – 60	Middels verdi					
60 – 80	Stor verdi	X				X
80 – 100	Svært stor verdi			X (avgrensede områder)		X

6.17.3 Vurdering av påvirkning

6.17.3.1 Forurensing

Kapittel 3 diskuterer hvilke forurensingsaspekter som er relevant i forbindelse med etablering, drift og avviking av havvind.

Som vist i Tabell 6.1 er gjennomsnittlig vind for området 10,6 m/s. Dette innebærer en viss slitasje på turbinenes bestanddeler. Noe som kan føre til ytterligere utslipp av mikroplast og slitasje av overflatebehandling.

Områdene er sårbare for fugler, særlig lomvi, inkludert andre dykkende sjøfuglarter som beiter i områdene store deler av året. Som diskutert i kapittel 3 er de relevante forurensningskildene fra havvindturbiner ikke av særlig konflikt med sjøfuglers beiteatferd. Eventuell oljeforurensning er forventet å være av så små volumer at disse vil brytes ned naturlig og tvisomt utgjøre en signifikant påvirkning på eventuell beitende sjøfugl. Det samme gjelder på eventuell utlekking fra overflatebehandling.

Utslipp av mikroplast kan nå beitende sjøfugl i området da det kan forveksles med mat, som f. eks. dyreplankton. Mikroplast kan akkumulere i fordøyelsessystemet kan føre til blokkering av fordøyelsessystemet, falsk metthetsfølelse og sult. Samlet sett kan mikroplast ha svært negativ påvirkning på fugler.

Som nevnt kan området forbindes mindre deler av utredningsområdet med tobis. Som diskutert i kapittel 3 er de relevante forurensningsaspektene fra havvindturbiner å vurdere som ikke signifikante for bunnlevende fisk og fiskelarver. Dette med henblikk på de små volumene som er relevante under normale forhold og rask fortykning i vannmassene.

Påvirkning fra forurensing på de relevante miljøverdiene vurderes derfor å være av kategorien *Ubetydelig endring*.

Tabell 6-63 Vurdering av påvirkning av forurensing på miljøverdier som følge av havvindutbygging i Sørvest B.

	Fugl	Marine pattedyr	Fisk	Sårbare naturtyper	Samlet vurdering
Sterkt forringet					
Forringet					
Noe forringet					
Ubetydelig endring	X	X	X	X	X
Forbedret					

6.17.3.2 Avfall

Som diskutert i kapittel 2 og 3 er det ikke forventet at etablering, drift og avvikling vil medføre avfall som når det marine miljøet i form av søppel, men at alle materialer som går med på disse fasene blir værende i et avfallskretsløp til materialene gjenvinnes, gjenbrukes eller avhendes.

Påvirkning som følge av avfall vil derfor være knyttet til materialavtrykket til å etablere havvind i Sørvest B.

Kapittel 6.2.2.5 og 6.2.2.6 legger frem materialavtrykk som er gjeldende for alle utredningsområder som er relevant for utbygging av bunnfast havvind. Dette vil være gjeldende for materialavtrykket til Sørvest B.

Forhold som er områdespesifikt og som vil påvirke material- og avfallsavtrykket til Sørvest B inkluderer dybdeforhold og relevant teknologi (bunnfast). Tabell 6-64 oppsummerer feltspesifikke tilpasninger i material- og avfallsavtrykket som vil være gjeldende for etablering av bunnfast havvind i området.

Beregningene er gjort med bakgrunn i gjennomsnittlig dyp for området (Tabell 6-1) og føringer gitt i referanseprosjekt fra NVE. Omfang av feltinterne kabler er beregnet med utgangspunkt i referanseprosjektet (2,5 km mellom hver turbin) og gjennomsnittlig havdyp for området. Det er derfor ikke tatt høyde for eventuelle strekk i kabler gjennom vannmassene eller ulike flyte/synke-strategier for festing av slike kabler mellom turbinene.

Tabell 6-64 Materialmengde per komponent i en 22MW turbin med bunnfast monopile (stål) og jacket for Sørvest A, inkludert feltinterne kabler.

Monopile (stål)			
Komponent/material	Mengde 1 turbin	Mengde 68 turbiner	Enhet
Stål (hoveddel)	2450,5	166 634	Tonn
Stål (transition piece)	747,5	50 830	Tonn
Sand	45,5	3094	Tonn
Sement	39	2652	Tonn
Aluminium anode	390	26 520	Tonn
Maling	3	204	Tonn
Jacket (stål)			
Stålunderstell	2750	187 000	Tonn
Anoder (Al)	60	4080	Tonn
Lettbetong	200	13 600	Tonn
Maling	4,5	306	Tonn
Stål (pæler)	600	40800	
Feltinterne kabler			
Stål (lavlegert)	16,4 (Tonn/km)	2860,5	Tonn
Kobber	25,4 (Tonn/km)	4430,3	Tonn
Polyetylen (PE)	3,0 (Tonn/km)	523,3	Tonn
Polypropylen (PP)	1,6 (Tonn/km)	279,1	Tonn

Tabell 6-65 oppsummerer det totale avfalls- og materialavtrykket til en havvindutbygging i Sørvest B. Tabellen oppsummerer avtrykket fordelt på 2 ulike fundamentteknologier, bunnfast monopile-konstruksjon i stål og bunnfast jacket-konstruksjon i stål. Tabellen gir også et henblikk på materialavtrykket til en havvindutbygging i Sørvest B og nasjonale avfallstall for 2022 (SSB, 2023) og beskrivelser gitt i kapittel 5.2.2.4.

Som vist i tabellen vil de to aktuelle teknologiene påvirke det totale material- og avfallsavtrykket for Sørvest B nokså likt. Ved endt levetid for havvindanleggene vil det som beregnes som et materialavtrykk resultere i et tilsvarende avfallsavtrykk. For Sørvest B, sammenlignet med nasjonale avfallstall for 2022, vil dette ligge på omtrent mellom 4% av det nasjonale avfallsavtrykket.

Tabell 6-65 Totalt material- og avfallsavtrykk for Sørvest A fordelt på relevante teknologier. Inkludert sammenligning med nasjonale avfallstall for 2022 (SSB, 2023).

Totalt materialavtrykk per teknologi			
Teknologi	Totalt materialavtrykk 68 turbiner	Enhet	Del av nasjonalt avfallsavtrykk (2022 nivåer)
Bunnfast monopile-konstruksjon i stål	469,8	1000 Tonn	4%
Bunnfast jacket-konstruksjon i stål	465,5	1000 Tonn	4%

Basert på det ovenfornevnte vurderes det at en havvindutbygging i Sørvest B vil ha en betydelig påvirkning på Norges totale avfallsavtrykk ved endt levetid for en eventuell utbygging. Samtidig, som diskutert i kapittel 3, forventes det at samtlige bestanddeler og fraksjoner vil være en del av et avfallskretsløp. Med henblikk på utvikling i industrien, også når det kommer til teknologi for gjenvinning, gjenbruk og avfallsbehandling, samt at avvikling av Sørvest B eventuelt ville først være gjeldende etter 2050, vurderes det som rimelig å anta at hovedparten av materialer fra havvindanleggene vil kunne gjenvinnes og gjenbrukes. Dette reduserer den overordnede påvirkningen.

Den endelige vurderingen av påvirkning utbygging av havvind ved Sørvest B vil ha for temaet avfall er vurdert til å være **Forringet**.

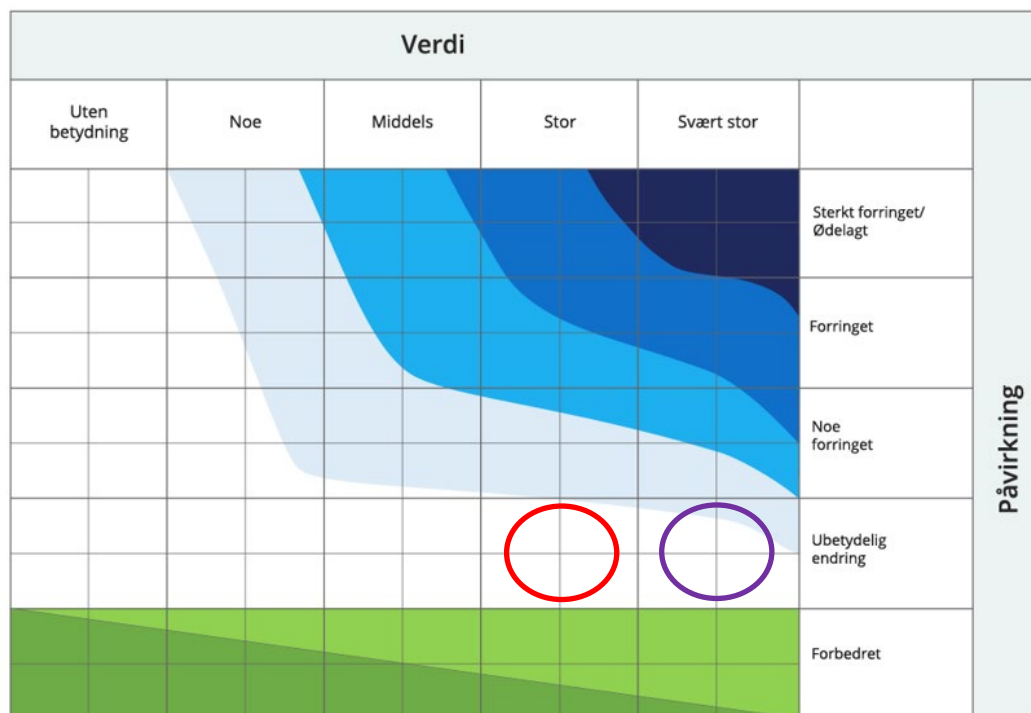
6.17.4 Vurdering av konsekvens

6.17.4.1 Konsekvens for forurensning

Konsekvenser for forurensning er presentert i Figur 6-62 og representerer vurderinger av miljøverdier i områdene og påvirkning fra relevant forurensning.

Konsekvenser for avfall er vurdert å ikke påvirke de relevante miljøverdiene i områdene. Samtidig vil dette være relevant for påvirkning av nasjonale avfallsmål i et langtidsperspektiv.

Den samlede konsekvensgraden for forurensning for området er vurdert til å være *Ubetydelig (-1)* (Tabell 5-1).



Figur 6-62 Vurdert konsekvens for forurensning som følge av utbygging av havvind ved Sørvest B. Konsekvensen er vurdert som et resultat av verdi i x-aksen med grad av påvirkning i y-aksen. Generell konsekvens for Sørvest B er presentert ved rød ring, lilla ring representerer konsekvens for avgrensede områder med særskilt miljøverdi for fisk.

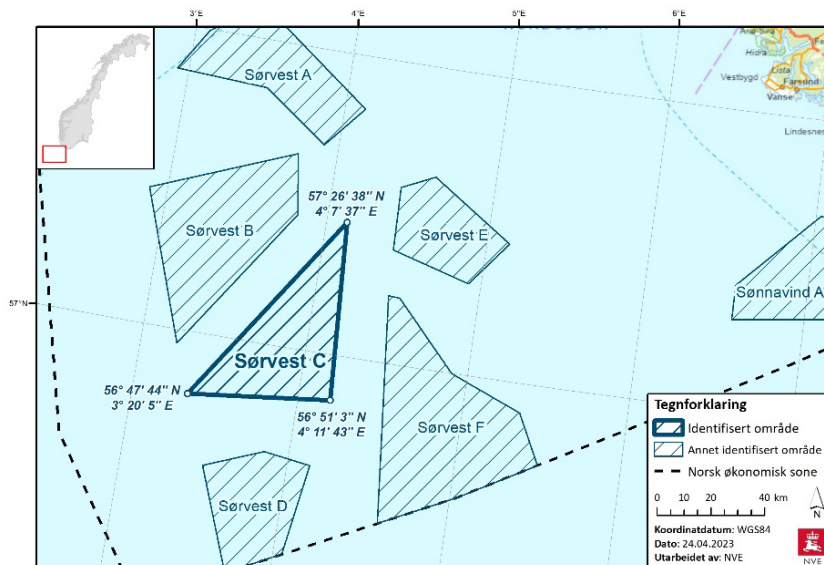
6.17.4.2 Konsekvens for avfall

Material- og avfallsavtrykket for etablering av havvind i området er vurdert som omfattende og vil påvirke nasjonale avfallsmål i et langtidsperspektiv, inkludert internasjonale forpliktelser når det kommer til materialforbruk og avfallsgenerering.

Den samlede konsekvensgraden for avfall for området er vurdert til å være *Alvorlig* (-4) (Tabell 5-1).

6.18 Sørvest C

Utredningsområdet Sørvest C er lokalisert i i de sørvestlige delene av Nordsjøen (Figur 6-63).



Figur 6-63 Geografisk plassering av området Sørvest C (NVE, 2023).

Som vist i Tabell 5-1 er Sørvest B lokalisert i et område hvor gjennomsnittlig havdyp er 60m, og gjennomsnittlig vindhastighet 150 moh. er 10,7 m/s. Området er relevant for bunnfast havvindutbygging. Ytterligere informasjon om dybdeforhold i området er vist i Figur 6-64 hvor ruter med modellerte gjennomsnittsybder er angitt.



Figur 6-64 Dybdekart for Sørvest C. Dybdeverdiene i kartet er gitt med en oppløsning på 100 x 100 meter og hver rute representerer en modellert gjennomsnittsverdi. Det kan potensielt være stor variasjon innad i rutene (NVE, 2023).

6.18.1 Dagens situasjon for forurensning og avfall

Området er stort sett å anse som urørt av petroleumsaktiviteter, likevel er det noen tidligere letebrønner i innenfor utredningsområdet. Disse er fra 60-, 70- og 80-tallet. Omlag 15 km sørvest for utredningsområdet ligger petroleumsfeltene Fenris og Tor.

Det er registrert en del fiskeriaktivitet i området, dette utgjøres av hovedsakelig fiske med flytetral og bunnetral.

MAREANO-programmet inkluderer ikke stasjoner for visuell undersøkelse i disse områdene, og det er derfor ingen registreringer om søppel på havbunnen innenfor, eller i umiddelbar nærhet ved områdene.

6.18.2 Miljøverdier

Det er ulike miljø- og naturverdier i og i nærheten av Sørvest C, følgende avsnitt oppsummerer de viktigste forholdene som er trukket frem i innledende utredningsarbeid til områdeidentifiseringen (NVE, 2023). For ytterligere vurderinger og innsikt i miljø- og naturverdier for området vises det til egne fagutredninger for de respektive miljøverdigruppene.

Sårbare artsgrupper

Fugl

Sørvest C har lav sensitivitet. Plassering og avstand til kysten gjør at det er relativt få arter og individer sammenlignet med områdene med høyere sensitivitet. Området blir brukt til næringsøk, hvile og gjennomflyging om sommeren. Da kommer fuglene hovedsakelig fra Norge og våre naboland rundt Nordsjøen. Området har da for det meste ikke-hekkende individer. Unntak kan være havhest fra Rogaland, eller havhest, havsule og havsvale fra land rundt Nordsjøen.

Sesongen med høyeste sensitivitet er sommer. Gruppene med høyeste sensitivitet da er måker, alkefugler, suler, stormfugler og joer.

Området har litt lavere sensitivetsverdi i de andre sesongene. Om høsten er gruppene med høyeste sensitivitet stormfugler, alkefugler, suler, joer, måker og vannfugler. Terner, alkefugler, stormfugler, dykkender og måker er gruppene med høyeste sensitivitet om våren. Alkefugler, lommer, stormfugler, måker og suler har høyeste sensitivitet om vinteren.

Miljøverdi: 0 – 10

Sjøpattedyr

Området overlapper med viktige beiteområder for blant annet vågehval, nise og springere. Det finnes ingen større kaste- og hårfellingsplasser for havert i Nordsjøområdet, men steinkobbe har flere slike langs kysten av Norge mot Nordsjøen og Skagerrak. Havert foretar beitevandring fra blant annet Storbritannia, og det er vist at steinkobbe kan foreta lengre migrasjoner mellom norske, svenske og danske farvann for beting. Området kan derfor forventes besøkt av migrerende kystsel på beitevandring.

Miljøverdi: ikke registrert med miljøverdi

Fisk

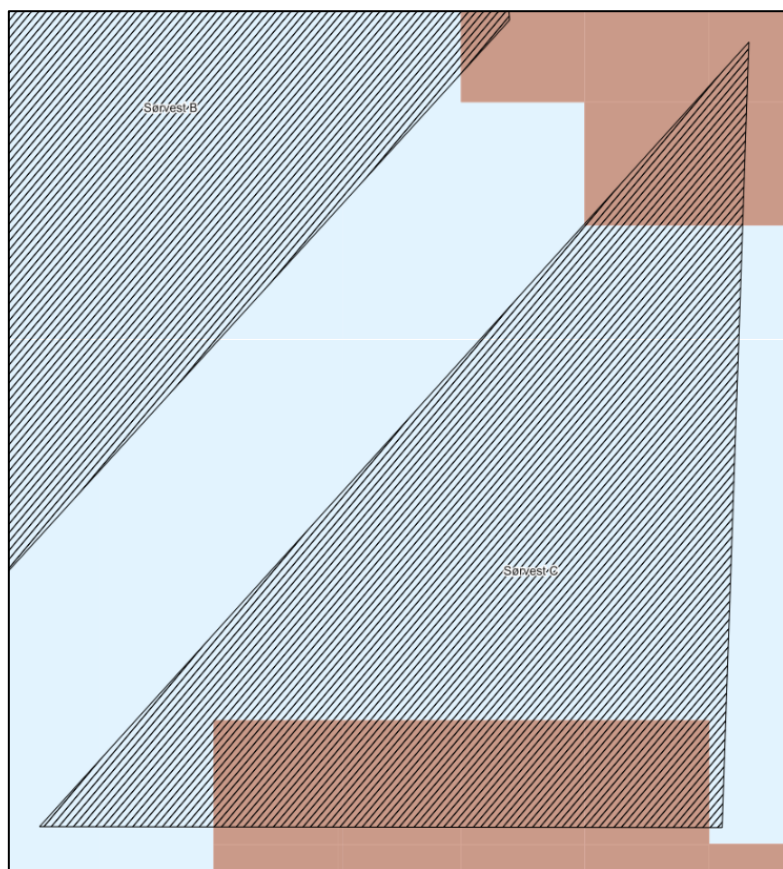
Det identifiserte området har en mindre overlapp med tobisfelt i nord og sørlig del av området. Det er også overlapp med sørlig gytefelt for hvitting.

Havforskningsinstituttet har definert de viktigste tobisområdene i norsk sone av Nordsjøen, basert på historisk fiskeriaktivitet etter tobis og store mengder toktdata. Tobisforekomstene avgrensner gjeldende og foreslått SVO-er. Tobis er en nøkkelart i økosystemet i Nordsjøen, hvor den er viktig byttedyr for en lang rekke sjøfugl, fisk og sjøpattedyr. Tobis er også viktig for fiskerinæringen.

Sørlig gytefelt for hvitting er relativt stort, og strekker seg utenfor Norges økonomiske sone. Hvitting i Nordsjøen er en ganske livskraftig bestand, med god rekruttering.

Miljøverdi mindre områder med overlapp med tobis: 90 (se Figur 6-65)

Miljøverdi øvrige områder: 0 – 10



Figur 6-65 Utklipp fra Barentswatch. Viser utredningsområdet Sørvest C, samt kartlaget Havmiljø/miljøverdier, filtrert på miljøverdi for Fisk. Rød farge viser høyeste miljøverdi (90), øvrige områder ingen miljøverdi for fisk.

Sårbare naturtyper

Det er ikke kjente sårbare naturtyper i det identifiserte området som er kartlagt (NVE, 2023).

Miljøverdi: ikke registrert med miljøverdi

6.18.2.1 Miljøverdier oppsummert

Tabellen under oppsummerer vurdert miljøverdi på bakgrunn av kunnskapen diskutert ovenfor.

Tabell 6-66 Oppsummert vurdering av miljøverdier for Sørvest C.

		Fugl	Marine pattedyr	Fisk	Sårbare naturtyper	Samlet vurdering
0 – 20	Uten betydning	X	X	X	X	X
20 – 40	Noe verdi					
40 – 60	Middels verdi					
60 – 80	Stor verdi					
80 – 100	Svært stor verdi			X (avgrensede områder)		X

6.18.3 Vurdering av påvirkning

6.18.3.1 Forurensing

Kapittel 3 diskuterer hvilke forurensingsaspekter som er relevant i forbindelse med etablering, drift og avvikling av havvind.

Som vist i Tabell 6.1 er gjennomsnittlig vind for området 10,6 m/s. Dette innebærer en viss slitasje på turbinenes bestanddeler. Noe som kan føre til ytterligere utslipp av mikroplast og slitasje av overflatebehandling.

Som nevnt kan området forbindes mindre deler av utredningsområdet med tobis. Som diskutert i kapittel 3 er de relevante forurensningsaspektene fra havvindturbiner å vurdere som ikke signifikante for bunnlevende fisk og fiskelarver. Dette med henblikk på de små volumene som er relevante under normale forhold og rask fortynning i vannmassene.

Påvirkning fra forurensing på de relevante miljøverdiene vurderes derfor å være av kategorien *Ubetydelig endring*.

Tabell 6-67 Vurdering av påvirkning av forurensing på miljøverdier som følge av havvindutbygging i Sørvest C.

	Fugl	Marine pattedyr	Fisk	Sårbare naturtyper	Samlet vurdering
Sterkt forringet					
Forringet					
Noe forringet					
Ubetydelig endring	X	X	X	X	X
Forbedret					

6.18.3.2 Avfall

Som diskutert i kapittel 2 og 3 er det ikke forventet at etablering, drift og avvikling vil medføre avfall som når det marine miljøet i form av søppel, men at alle materialer som går med på disse fasene blir værende i et avfallskretsløp til materialene gjenvinnes, gjenbrukes eller avhendes.

Påvirkning som følge av avfall vil derfor være knyttet til materialavtrykket til å etablere havvind i Sørvest C.

Kapittel 6.2.2.5 og 6.2.2.6 legger frem materialavtrykk som er gjeldende for alle utredningsområder som er relevant for utbygging av bunnfast havvind. Dette vil være gjeldende for materialavtrykket til Sørvest C.

Forhold som er områdespesifikt og som vil påvirke material- og avfallsavtrykket til Sørvest C inkluderer dybdeforhold og relevant teknologi (bunnfast). Tabell 6-68 oppsummerer feltspesifikke tilpasninger i material- og avfallsavtrykket som vil være gjeldende for etablering av bunnfast havvind i området.

Beregningene er gjort med bakgrunn i gjennomsnittlig dyp for området (Tabell 6-1) og føringer gitt i referanseprosjekt fra NVE. Omfang av feltinterne kabler er beregnet med utgangspunkt i referanseprosjektet (2,5 km mellom hver turbin) og gjennomsnittlig havdyp for området. Det er derfor ikke tatt høyde for eventuelle strekk i kabler gjennom vannmassene eller ulike flyte/synke-strategier for festing av slike kabler mellom turbinene.

Tabell 6-68 Materialmengde per komponent i en 22MW turbin med bunnfast monopile (stål) og jacket for Sørvest C, inkludert feltinterne kabler.

Monopile (stål)			
Komponent/material	Mengde 1 turbin	Mengde 68 turbiner	Enhet
Stål (hoveddel)	2262	153 816	Tonn
Stål (transition piece)	690	46 920	Tonn
Sand	42	2856	Tonn
Sement	36	2448	Tonn
Aluminium anode	360	24 480	Tonn
Maling	3	204	Tonn
Jacket (stål)			
Stålunderstell	2500	170 000	Tonn
Anoder (Al)	60	4080	Tonn
Lettbetong	200	13 600	Tonn
Maling	4,5	306	Tonn
Stål (pæler)	600	40 800	Tonn
Feltinterne kabler			
Stål (lavlegert)	16,4 (Tonn/km)	2854,9	Tonn
Kobber	25,4 (Tonn/km)	4421,6	Tonn
Polyetylen (PE)	3,0 (Tonn/km)	522,2	Tonn
Polypropylen (PP)	1,6 (Tonn/km)	278,5	Tonn

Tabell 6-69 oppsummerer det totale avfalls- og materialavtrykket til en havvindutbygging i Sørvest C. Tabellen oppsummerer avtrykket fordelt på 2 ulike fundamentteknologier, bunnfast monopile-konstruksjon i stål og bunnfast jacket-konstruksjon i stål. Tabellen gir også et henblikk på materialavtrykket til en havvindutbygging i Sørvest C og nasjonale avfallstall for 2022 (SSB, 2023) og beskrivelser gitt i kapittel 6.2.2.4.

Som vist i tabellen vil de to aktuelle teknologiene påvirke det totale material- og avfallsavtrykket for Sørvest C nokså likt. Ved endt levetid for havvinnanleggene vil det som beregnes som et materialavtrykk resultere i et tilsvarende avfallsavtrykk. For Sørvest C, sammenlignet med nasjonale avfallstall for 2022, vil dette ligge på omtrent mellom 4% av det nasjonale avfallsavtrykket.

Tabell 6-69 Totalt material- og avfallsavtrykk for Sørvest C fordelt på relevante teknologier. Inkludert sammenligning med nasjonale avfallstall for 2022 (SSB, 2023).

Totalt materialavtrykk per teknologi			
Teknologi	Totalt materialavtrykk 68 turbiner	Enhet	Del av nasjonalt avfallsavtrykk (2022 nivåer)
Bunnfast monopile-konstruksjon i stål	450,5	1000 Tonn	4%
Bunnfast jacket-konstruksjon i stål	448,5	1000 Tonn	4%

Basert på det ovenfornevnte vurderes det at en havvindutbygging i Sørvest C vil ha en betydelig påvirkning på Norges totale avfallsavtrykk ved endt levetid for en eventuell utbygging. Samtidig, som diskutert i kapittel 3, forventes det at samtlige bestanddeler og fraksjoner vil være en del av et avfallskretsløp. Med henblikk på utvikling i industrien, også når det kommer til teknologi for gjenvinning, gjenbruk og avfallsbehandling, samt at avvikling av Sørvest C eventuelt ville først være gjeldende etter 2050, vurderes det som rimelig å anta at hovedparten av materialer fra havvindanleggene vil kunne gjenvinnes og gjenbrukes. Dette reduserer den overordnede påvirkningen.

Den endelige vurderingen av påvirkning utbygging av havvind ved Sørvest C vil ha for temaet avfall er vurdert til å være **Forringet**.

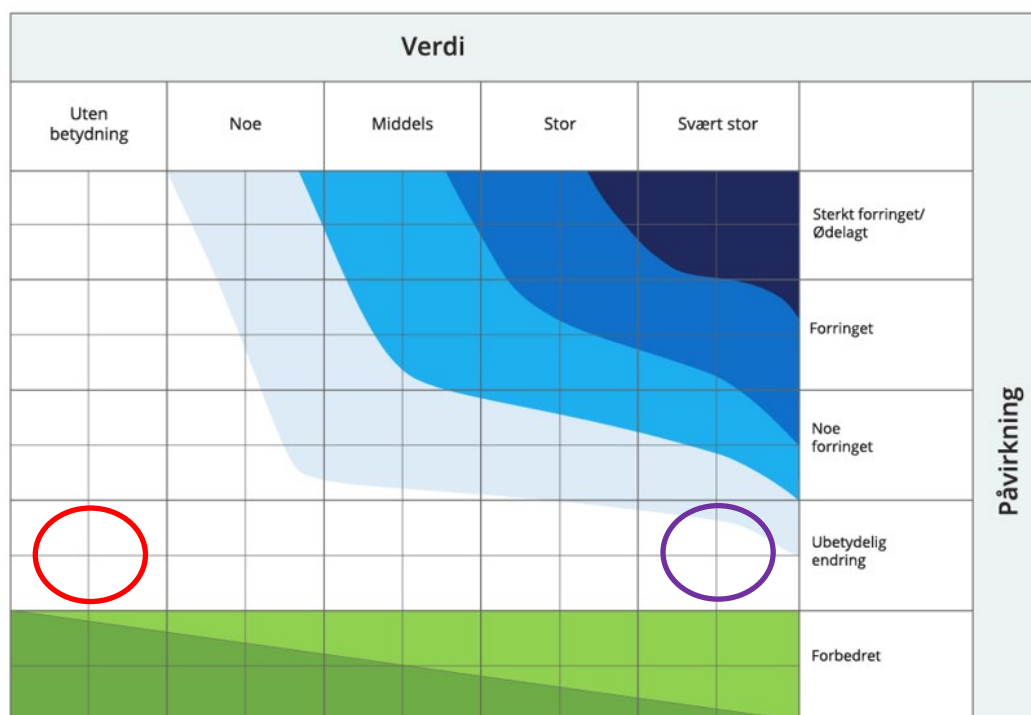
6.18.4 Vurdering av konsekvens

6.18.4.1 Konsekvens for forurensning

Konsekvenser for forurensning er presentert i Figur 6-66 og representerer vurderinger av miljøverdier i områdene og påvirkning fra relevant forurensning.

Konsekvenser for avfall er vurdert å ikke påvirke de relevante miljøverdiene i områdene. Samtidig vil dette være relevant for påvirkning av nasjonale avfallsmål i et langtidsperspektiv.

Den samlede konsekvensgraden for forurensning for området er vurdert til å være *Ubetydelig (-1)* (Tabell 5-1).



Figur 6-66 Vurdert konsekvens for forurensning som følge av utbygging av havvind ved Sørvest C
 Konsekvensen er vurdert som et resultat av verdi i x-aksen med grad av påvirkning i y-aksen. Generell konsekvens for Sørvest C er presentert ved rød ring, lilla ring representerer konsekvens for avgrensede områder med særskilt miljøverdi for fisk.

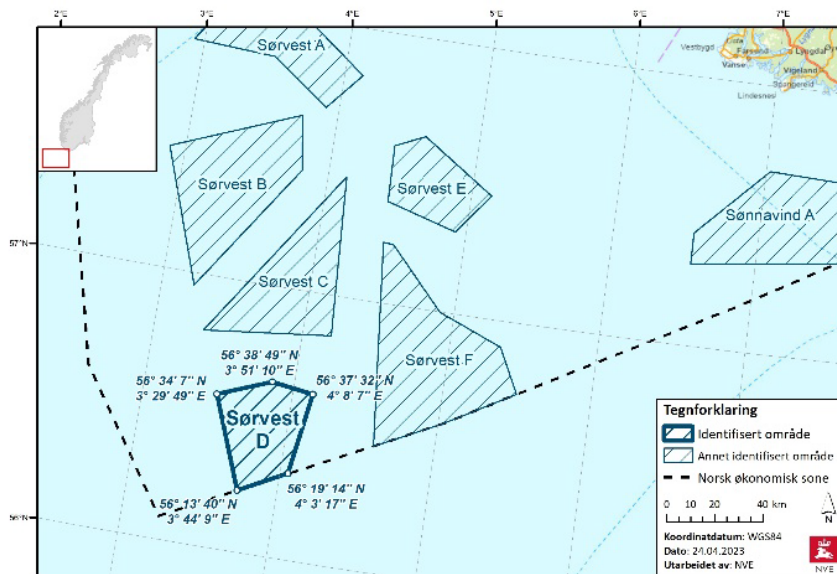
6.18.4.2 Konsekvens for avfall

Material- og avfallsavtrykket for etablering av havvind i området er vurdert som omfattende og vil påvirke nasjonale avfallsmål i et langtidsperspektiv, inkludert internasjonale forpliktelser når det kommer til materialforbruk og avfallsgenerering.

Den samlede konsekvensgraden for avfall for området er vurdert til å være *Alvorlig* (-4) (Tabell 5-1).

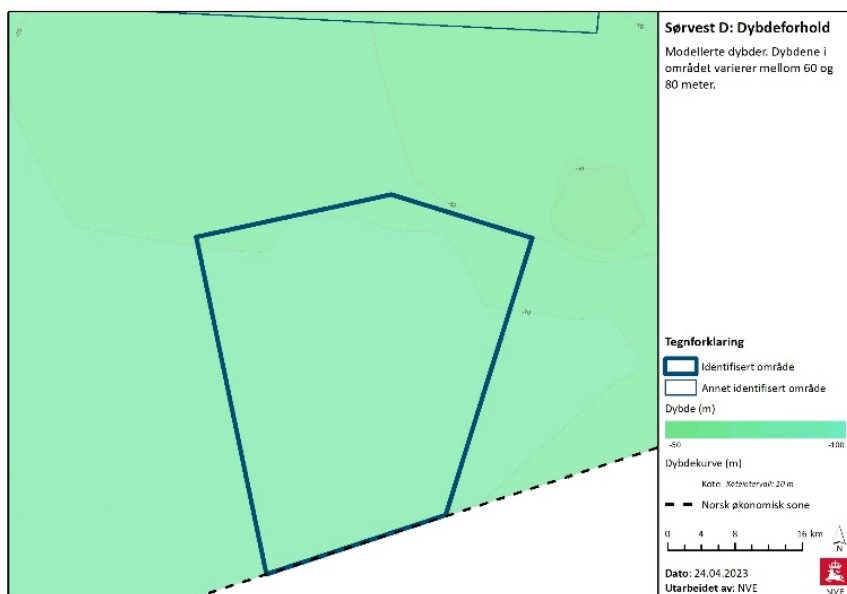
6.19 Sørvest D

Utredningsområdet Sørvest D er lokalisert i i de sørvestlige delene av Nordsjøen (Figur 6-67).



Figur 6-67 Geografisk plassering av området Sørvest D (NVE, 2023).

Som vist i Tabell 5-1 er Sørvest D lokalisert i et område hvor gjennomsnittlig havdyp er 70m, og gjennomsnittlig vindhastighet 150 moh. er 10,6 m/s. Området er relevant for både flytende og bunnfast havvindutbygging. Ytterligere informasjon om dybdeforhold i området er vist i Figur 6-68 hvor ruter med modellerte gjennomsnittsdybder er angitt.



Figur 6-68 Dybdekart for Sørvest D. Dybdeverdiene i kartet er gitt med en oppløsning på 100 x 100 meter og hver rute representerer en modellert gjennomsnittsverdi. Det kan potensielt være stor variasjon innad i rutene (NVE, 2023).

6.19.1 Dagens situasjon for forurensning og avfall

Området er stort sett å anse som urørt av petroleumsaktiviteter, likevel er det noen tidligere letebrønner i innenfor utredningsområdet. Noen av disse kan dateres tilbake til 80-tallet. Omlag 10 km øst for utredningsområdet ligger petroleumsfeltet Trym.

Det er registrert en noe fiskeriaktivitet i området, hovedsakelig knyttet til fiske med flytetral og bunnetral.

MAREANO-programmet inkluderer ikke stasjoner for visuell undersøkelse i disse områdene, og det er derfor ingen registreringer om søppel på havbunnen innenfor, eller i umiddelbar nærhet ved områdene.

6.19.2 Miljøverdier

Det er ulike miljø- og naturverdier i og i nærheten av Sørvest D, følgende avsnitt oppsummerer de viktigste forholdene som er trukket frem i innledende utredningsarbeid til områdeidentifiseringen (NVE, 2023). For ytterligere vurderinger og innsikt i miljø- og naturverdier for området vises det til egne fagutredninger for de respektive miljøverdigruppene.

Sårbare artsgrupper

Fugl

Sørvest D har lav sensitivetsverdi. Plassering og avstand til kysten gjør at det er relativt få arter og individer sammenlignet med områdene som har høyere sensitivetsverdi. Området blir brukt til næringssøk, hvile og gjennomflyging om sommeren. Fuglene kommer da hovedsakelig fra Norge og våre naboland rundt Nordsjøen. Området har da for det meste ikke-hekkende individer. Unntak kan være havhest fra Rogaland, eller havhest, havsule og havsvaler fra land rundt Nordsjøen.

Området har sin høyeste sensitivitet om sommeren. Gruppene med høyeste sensitivitet da er stormfugler, alkefugler, måker, suler og joer.

Sensitivetsverdien til området er litt lavere i de andre sesongene. Gruppene med høyeste sensitivitet om våren er alkefugler, dykkender, stormfugler, terner, måker og suler. Alkefugler, stormfugler, suler, joer, måker og vannfugler er gruppene med høyeste sensitivitet om høsten. Alkefugler, stormfugler, måker, suler og joer har høyeste sensitivitet om vinteren.

Miljøverdi: 0 – 10

Sjøpattedyr

Området overlapper med viktige beiteområder for blant annet vågehval, nise og springere. Det finnes ingen større kaste- og hårfellingsplasser for havert i Nordsjøområdet, men steinkobbe har flere slike langs kysten av Norge mot Nordsjøen og Skagerrak. Havert foretar beitevandring fra blant annet Storbritannia, og det er vist at steinkobbe kan foreta lengre migrasjoner mellom norske, svenske og danske farvann for beiting. Området kan derfor forventes besøkt av migrerende kystsel på beitevandring.

Miljøverdi: ikke registrert med miljøverdi

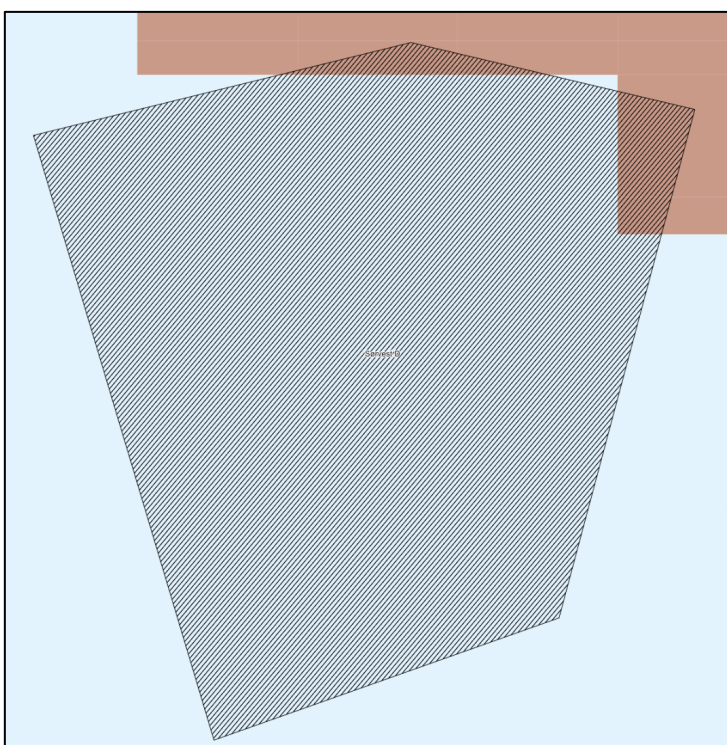
Fisk

Den nordlige delen av det identifiserte området har en mindre overlapp med tobisfelt. Ellers inneholder området ingen kjente gytefelt, oppvekstområder eller beitefelt for fisk.

Havforskningsinstituttet har definert de viktigste tobisområdene i norsk sone av Nordsjøen, basert på historisk fiskeriaktivitet etter tobis og store mengder toktdata. Tobisforekomstene avgrensner gjeldende og foreslått SVO-er. Tobis er en nøkkelart i økosystemet i Nordsjøen, hvor den er viktig byttedyr for en lang rekke sjøfugl, fisk og sjøpattedyr.

Miljøverdi spesifikke, mindre områder i nord (tobis): 90 (se Figur 6-69)

Miljøverdi øvrige områder: 0



Figur 6-69 Utklipp fra Barentswatch. Viser utredningsområdet Sørvest D, samt kartlaget Havmiljø/miljøverdier, filtrert på miljøverdi for Fisk. Rød farge viser høyeste miljøverdi (90), øvrige områder ingen miljøverdi for fisk.

Sårbare naturtyper

Det er ikke kjente sårbare naturtyper i det identifiserte området som er kartlagt (NVE, 2023).

Miljøverdi: ikke registrert med miljøverdi

6.19.2.1 Miljøverdier oppsummert

Tabellen under oppsummerer vurdert miljøverdi på bakgrunn av kunnskapen diskutert ovenfor.

Tabell 6-70 Oppsummert vurdering av miljøverdier for Sørvest C.

		Fugl	Marine pattedyr	Fisk	Sårbare naturtyper	Samlet vurdering
0 – 20	Uten betydning	X	X	X	X	X
20 – 40	Noe verdi					
40 – 60	Middels verdi					
60 – 80	Stor verdi					
80 – 100	Svært stor verdi			X (avgrensede områder)		X

6.19.3 Vurdering av påvirkning

6.19.3.1 Forurensing

Kapittel 3 diskuterer hvilke forurensingsaspekter som er relevant i forbindelse med etablering, drift og avvikling av havvind.

Som vist i Tabell 6.1 er gjennomsnittlig vind for området 10,6 m/s. Dette innebærer en viss slitasje på turbinenes bestanddeler. Noe som kan føre til ytterligere utslipp av mikroplast og slitasje av overflatebehandling.

Som nevnt kan området forbindes mindre deler av utredningsområdet med tobis. Som diskutert i kapittel 3 er de relevante forurensningsaspektene fra havvindturbiner å vurdere som ikke signifikante for bunnlevende fisk og fiskelarver. Dette med henblikk på de små volumene som er relevante under normale forhold og rask fortykning i vannmassene.

Påvirkning fra forurensing på de relevante miljøverdiene vurderes derfor å være av kategorien *Ubetydelig endring*.

Tabell 6-71 Vurdering av påvirkning av forurensing på miljøverdier som følge av havvindutbygging i Sørvest A.

	Fugl	Marine pattedyr	Fisk	Sårbare naturtyper	Samlet vurdering
Sterkt forringet					
Forringet					
Noe forringet					
Ubetydelig endring	X	X	X	X	X
Forbedret					

6.19.3.2 Avfall

Som diskutert i kapittel 2 og 3 er det ikke forventet at etablering, drift og avvikling vil medføre avfall som når det marine miljøet i form av søppel, men at alle materialer som går med på disse fasene blir værende i et avfallskretsløp til materialene gjenvinnes, gjenbrukes eller avhendes.

Påvirkning som følge av avfall vil derfor være knyttet til materialavtrykket til å etablere havvind i Sørvest D.

Kapittel 6.2.2.5, 6.2.2.6 og 6.2.2.7 legger frem materialavtrykk som er gjeldende for alle utredningsområder som er relevant for utbygging av flytende havvind, samt bunnfast. Dette vil være gjeldende for materialavtrykket til Sørvest D som er aktuelt for både flytende og bunnfast teknologi.

Forhold som er områdespesifikt og som vil påvirke material- og avfallsavtrykket til Sørvest D inkluderer dybdeforhold og relevant teknologi (flytende og bunnfast). Tabell 6-72 oppsummerer de feltspesifikke tilpasningene i material- og avfallsavtrykket knyttet til etablering av utelukkende flytende havvind i området. Tabell 6-73 oppsummerer feltspesifikke tilpasninger i material- og avfallsavtrykket som vil være gjeldende for etablering av utelukkende bunnfast havvind i området.

Beregningene er gjort med bakgrunn i gjennomsnittlig dyp for området (Tabell 6-1) og føringer gitt i referanseprosjekt fra NVE. Omfang av feltinterne kabler er beregnet med utgangspunkt i referanseprosjektet (2,5 km mellom hver turbin) og gjennomsnittlig havdyp for området. Det er derfor ikke tatt høyde for eventuelle strekk i kabler gjennom vannmassene eller ulike flyte/synke-strategier for festing av slike kabler mellom turbinene.

Tabell 6-72 Materialmengde for Sørvest D per komponent i en 22MW flytende turbin; ankerliner og kabler.

Ankerline (3 stk per turbin)			
Komponent/material	Mengde 1 turbin	Mengde 68 turbiner	Enhet
Stål	300,3	20 420,4	Tonn
Polyester	7,8	530,4	Tonn
Feltinterne kabler (1 km)			
Stål (lavlegert)	16,4 (Tonn/km)	2866,1	Tonn
Kobber	25,4 (Tonn/km)	4438,9	Tonn
Polyetylen (PE)	3,0 (Tonn/km)	524,3	Tonn
Polypropylen (PP)	1,6 (Tonn/km)	279,6	Tonn

Tabell 6-73 Materialmengde per komponent i en 22MW turbin med bunnfast monopile (stål) og jacket for Sørvest D.

Monopile (stål)			
Komponent/material	Mengde 1 turbin	Mengde 68 turbiner	Enhet
Stål (hoveddel)	2639	179 452	Tonn
Stål (transition piece)	805	54 740	Tonn
Sand	49	3332	Tonn
Sement	42	2856	Tonn
Aluminium anode	420	28 560	Tonn
Maling	3	204	Tonn
Jacket (stål)			
Stålunderstell	3000	204 000	Tonn
Anoder (Al)	60	4080	Tonn
Lettbetong	200	13 600	Tonn
Maling	4,5	306	Tonn
Stål (pæler)	600	40800	Tonn

Tabell 6-74 oppsummerer det totale avfalls- og materialavtrykket til en havvindutbygging i Sørvest D. Tabellen oppsummerer avtrykket fordelt på 6 ulike fundamentteknologier, flytende sparkonstruksjon i betong, flytende sparkonstruksjon i stål, flytende semi-submersibel konstruksjon i betong, flytende semi-submersibel konstruksjon i stål, bunnfast monopile-konstruksjon i stål og bunnfast jacket-konstruksjon i stål. Tabellen gir også et henblikk på materialavtrykket til en havvindutbygging i Sørvest D og nasjonale avfallstall for 2022 (SSB, 2023) og beskrivelser gitt i kapittel 6.2.2.4.

Som vist i tabellen er det stor variasjon i hvordan teknologi vil påvirke det totale material- og avfallsavtrykket for Sørvest D. En havvindutbygging med flytende sparkonstruksjon i betong vil ha et avtrykk som vil tilsvare mer enn 5 ganger så mye som for en utbygging med bunnfast jacket-struktur stål. Ved endt levetid for havvindanleggene vil det som beregnes som et materialavtrykk resultere i et tilsvarende avfallsavtrykk. Det er varierende hvor stor andel av et nasjonalt avfallsavtrykk etablering av havvind i Sørvest D vil ha, og dette vil som sagt variere med teknologi. For Sørvest D, sammenlignet med nasjonale avfallstall for 2022, vil dette ligge omtrent mellom 4 – 24% av det nasjonale avfallsavtrykket.

Tabell 6-74 Totalt material- og avfallsavtrykk for Sørvest D fordelt på relevante teknologier. Inkludert sammenligning med nasjonale avfallstall for 2022 (SSB, 2023).

Totalt materialavtrykk per teknologi			
Teknologi	Totalt materialavtrykk 68 turbiner	Enhet	Del av nasjonalt avfallsavtrykk (2022 nivåer)
Flytende sparkonstruksjon i stål	2103	1000 Tonn	17%
Flytende sparkonstruksjon i betong	2868,7	1000 Tonn	24%
Flytende semi-submersibel-konstruksjon i stål	916,1	1000 Tonn	8%
Flytende semi-submersibel-konstruksjon i betong	2040	1000 Tonn	17%
Bunnfast monopile-konstruksjon i stål	489	1000 Tonn	4%
Bunnfast jacket-konstruksjon i stål	482,5	1000 Tonn	4%

Basert på det ovenfornevnte vurderes det at en havvindutbygging i Sørvest D vil ha en betydelig påvirkning på Norges totale avfallsavtrykk ved endt levetid for en eventuell utbygging. Samtidig, som diskutert i kapittel 3, forventes det at samtlige bestanddeler og fraksjoner vil være en del av et avfallskretsløp. Med henblikk på utvikling i industrien, også når det kommer til teknologi for gjenvinning, gjenbruk og avfallsbehandling, samt at avvikling av Sørvest D eventuelt ville først være gjeldende etter 2050, vurderes det som rimelig å anta at hovedparten av materialer fra havvindanleggene vil kunne gjenvinnes og gjenbrukes. Dette reduserer den overordnede påvirkningen.

Den endelige vurderingen av påvirkning utbygging av havvind ved Sørvest D vil ha for temaet avfall er vurdert til å være **Forringet**.

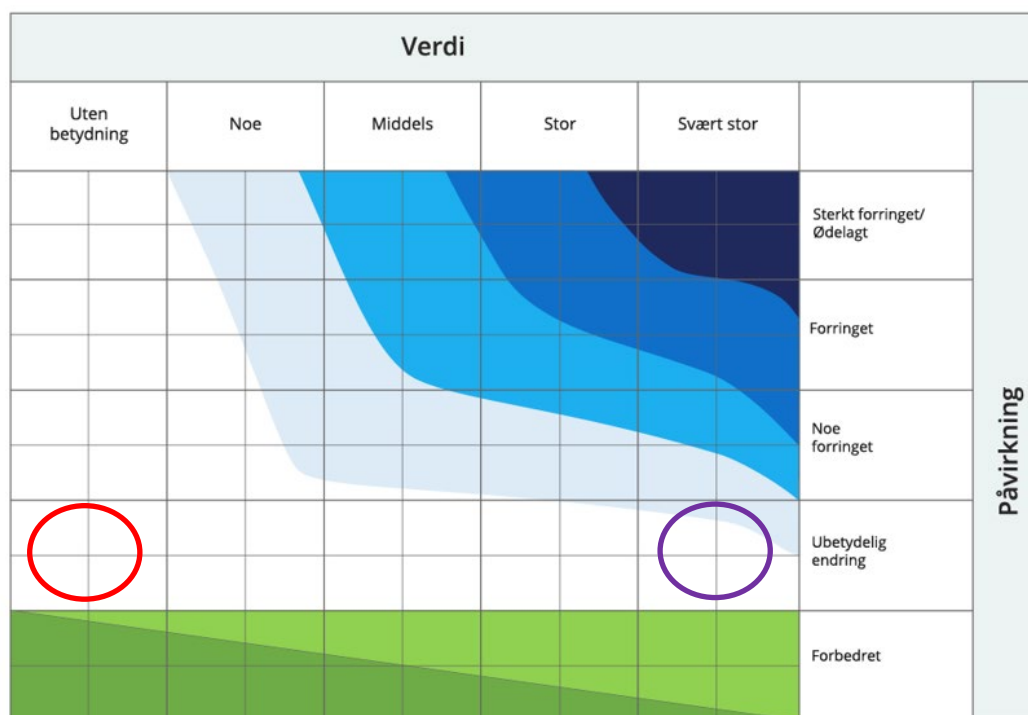
6.19.4 Vurdering av konsekvens

6.19.4.1 Konsekvens for forurensning

Konsekvenser for forurensning er presentert i Figur 6-70 og representerer vurderinger av miljøverdier i områdene og påvirkning fra relevant forurensning.

Konsekvenser for avfall er vurdert å ikke påvirke de relevante miljøverdiene i områdene. Samtidig vil dette være relevant for påvirkning av nasjonale avfallsmål i et langtidsperspektiv.

Den samlede konsekvensgraden for forurensning for området er vurdert til å være *Ubetydelig (-1)* (Tabell 5-1).



Figur 6-70 Vurdert konsekvens for forurensning som følge av utbygging av havvind ved Sørvest D. Konsekvensen er vurdert som et resultat av verdi i x-aksen med grad av påvirkning i y-aksen. Generell konsekvens for Sørvest D er presentert ved rød ring, lilla ring representerer konsekvens for avgrensede områder med særskilt miljøverdi for fisk.

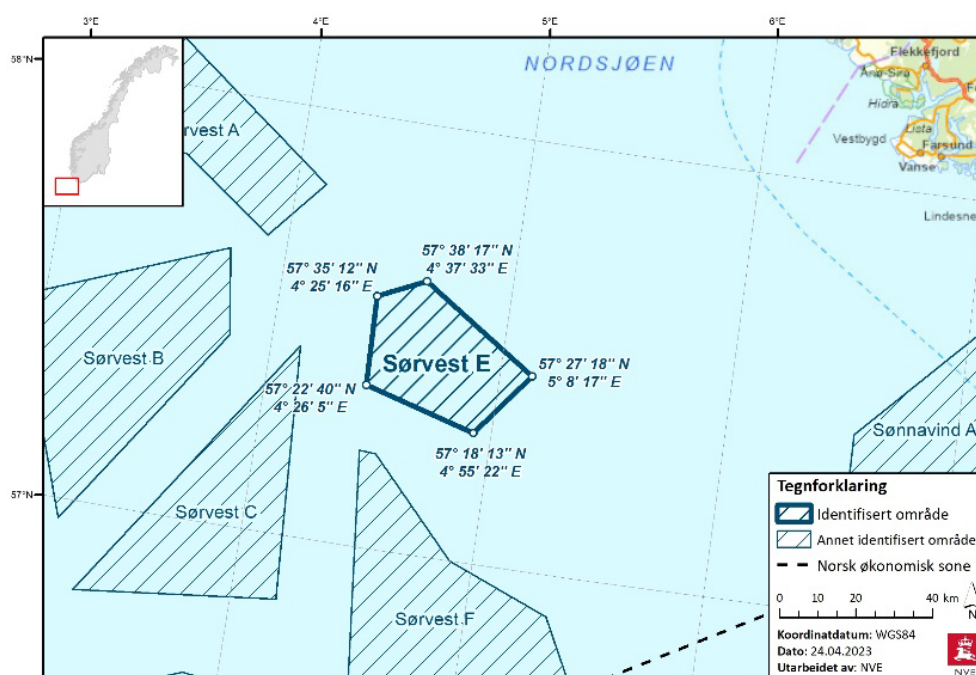
6.19.4.2 Konsekvens for avfall

Material- og avfallsavtrykket for etablering av havvind i området er vurdert som omfattende og vil påvirke nasjonale avfallsmål i et langtidsperspektiv, inkludert internasjonale forpliktelser når det kommer til materialforbruk og avfallsgenerering.

Den samlede konsekvensgraden for forurensning for området er vurdert til å være *Alvorlig* (-4) (Tabell 5-1).

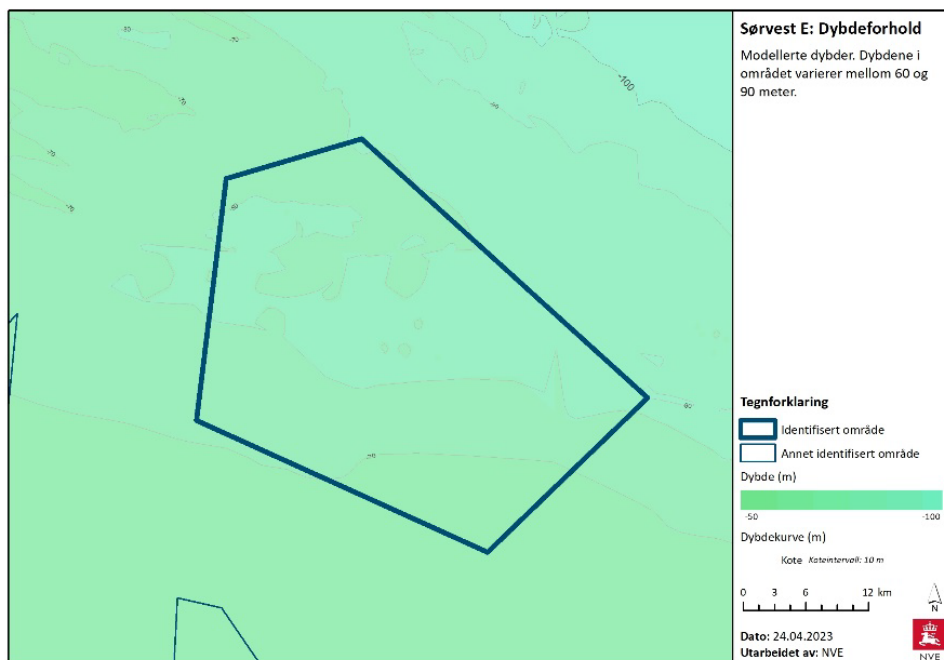
6.20 Sørvest E

Utredningsområdet Sørvest E er lokalisert i i de sørvestlige delene av Nordsjøen (Figur 6-71).



Figur 6-71 Geografisk plassering av området Sørvest E (NVE, 2023).

Som vist i Tabell 5-1 er Sørvest E lokalisert i et område hvor gjennomsnittlig havdyp er 75m, og gjennomsnittlig vindhastighet 150 moh. er 10,9 m/s. Området er relevant for både flytende og bunnfast havvindutbygging. Ytterligere informasjon om dybdeforhold i området er vist i Figur 6-72 hvor ruter med modellerte gjennomsnittsdybder er angitt.



Figur 6-72 Dybdekart for Sørvest E. Dybdeverdiene i kartet er gitt med en oppløsning på 100 x 100 meter og hver rute representerer en modellert gjennomsnittsverdi. Det kan potensielt være stor variasjon innad i rutene (NVE, 2023).

6.20.1 Dagens situasjon for forurensning og avfall

Området er stort sett å anse som urørt av petroleumsaktiviteter, likevel er det boret en letebrønner innenfor utredningsområdet i 1992. Omlag 20 km nord for utredningsområdet ligger petroleumsfeltet Yme.

Det er registrert en del fiskeriaktivitet i området, hovedsakelig knyttet til fiske med garn, flytetral og bunntraling.

MAREANO-programmet inkluderer ikke stasjoner for visuell undersøkelse i disse områdene, og det er derfor ingen registreringer om søppel på havbunnen innenfor, eller i umiddelbar nærhet ved områdene.

6.20.2 Miljøverdier

Det er ulike miljø- og naturverdier i og i nærheten av Sørvest E, følgende avsnitt oppsummerer de viktigste forholdene som er trukket frem i innledende utredningsarbeid til områdeidentifisering (NVE, 2023). For ytterligere vurderinger og innsikt i miljø- og naturverdier for området vises det til egne fagutredninger for de respektive miljøverdigruppene.

Sårbare artsgrupper

Fugl

Sørvest E har lav sensitivetsverdi. Plasseringen sør i Nordsjøen og avstand til kysten gjør at det er relativt lavt antall arter og individer i området. Området blir brukt til næringsøk, hvile og gjennomflyging om sommeren, men har hovedsakelig ikke-hekkende individer. Unntaket kan være havhest fra Rogaland, eller havhest, havsule og havsvaler fra land rundt Nordsjøen.

Området har sin høyeste sensitivitet om våren. Da er terner, alkefugler, stormfugler, måker, dykkender og suler gruppene med høyeste sensitivitet.

Sensitivitetsverdien til området er litt lavere om høsten og sommeren, og lavest om vinteren. Stormfugler, alkefugler, suler, joer, måker og lommer er gruppene med høyeste sensitivitet om høsten. Måker, suler, alkefugler, stormfugler, joer og terner er gruppene med høyeste sensitivitet om sommeren, og alkefugler, lommer, måker, suler og stormfugler er gruppene med høyeste sensitivitet om vinteren.

Utenfor hekkesesongen, det vil si våren, høsten og vinteren, er fuglene i dette området hovedsakelig trekkende eller overvintrende fugler som kommer fra Rogaland, Agder, andre deler av Norge, Svalbard, naboland rundt Nordsjøen, Færøyene, Island, Grønland, Russland, Finland eller Sverige.

Miljøverdi: 0 – 67 (høyeste verdi er grunnet tilstedeværelse av lomvi)

Sjøpattedyr

Området overlapper med viktige beiteområder for blant annet vågehval, nise og springere. Det finnes ingen større kaste- og hårfellingsplasser for havert i Nordsjøområdet, men steinkobbe har flere slike langs kysten av Norge mot Nordsjøen og Skagerrak. Havert foretar beitevandring fra blant annet Storbritannia, og det er vist at steinkobbe kan foreta lengre migrasjoner mellom norske, svenske og danske farvann for beiting. Området kan derfor forventes besøkt av migrerende kystsel på beitevandring.

Miljøverdi: ikke registrert med miljøverdi

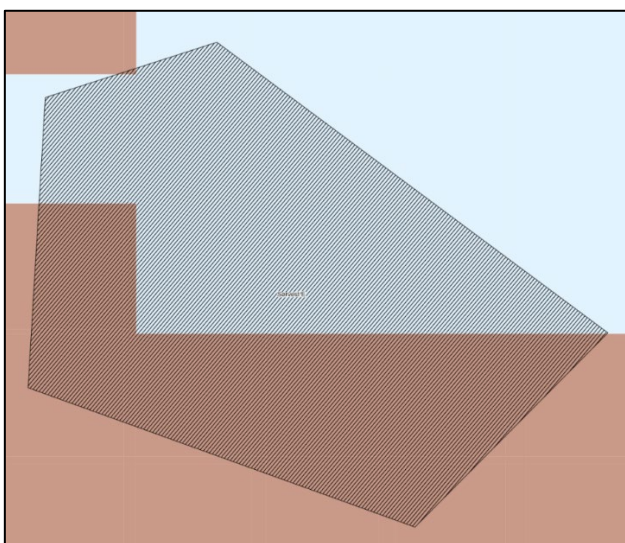
Fisk

Det identifiserte området har en mindre overlapp med tobisfelt i de sørlige deler av området. Ellers inneholder området ingen kjente gytefelt, oppvekstområde eller beitefelt for fisk.

Havforskningsinstituttet har definert de viktigste tobisområdene i norsk sone av Nordsjøen, basert på historisk fiskeriaktivitet etter tobis og store mengder toktdata. Tobisforekomstene avgrensner gjeldende og foreslått SVO-er. Tobis er en nøkkelart i økosystemet i Nordsjøen, hvor den er viktig byttedyr for en lang rekke sjøfugl, fisk og sjøpattedyr.

Miljøverdi områder med overlapp med tobis: 90 (se Figur 6-73)

Miljøverdi øvrige områder: 0 – 10



Figur 6-73 Utklipp fra Barentswatch. Viser utredningsområdet Sørvest E, samt kartlaget Havmiljø/miljøverdier, filtrert på miljøverdi for Fisk. Rød farge viser høyeste miljøverdi (90), øvrige områder ingen miljøverdi for fisk.

Sårbare naturtyper

Det er ikke kjente sårbare naturtyper i det identifiserte området som er kartlagt (NVE, 2023).

Miljøverdi: ikke registrert med miljøverdi

6.20.2.1 Miljøverdier oppsummert

Tabell 6-75 oppsummerer vurdert miljøverdi på bakgrunn av kunnskapen diskutert ovenfor.

Tabell 6-75 Oppsummert vurdering av miljøverdier for Sørvest E.

		Fugl	Marine pattedyr	Fisk	Sårbare naturtyper	Samlet vurdering
0 – 20	Uten betydning	X	X	X	X	
20 – 40	Noe verdi					
40 – 60	Middels verdi					
60 – 80	Stor verdi	X				X
80 – 100	Svært stor verdi			X (avgrensede områder)		X

6.20.3 Vurdering av påvirkning

6.20.3.1 Forurensing

Kapittel 3 diskuterer hvilke forurensingsaspekter som er relevant i forbindelse med etablering, drift og avviking av havvind.

Som vist i Tabell 6.1 er gjennomsnittlig vind for området 10,9 m/s. Dette innebærer en viss slitasje på turbinenes bestanddeler. Noe som kan føre til ytterligere utslipp av mikroplast og slitasje av overflatebehandling.

Områdene er sårbare for fugler, særlig lomvi, inkludert andre dykkende sjøfuglarter som beiter i områdene store deler av året. Som diskutert i kapittel 3 er de relevante forurensningskildene fra havvindturbiner ikke av særlig konflikt med sjøfuglers beiteatferd. Eventuell oljeforurensning er forventet å være av så små volumer at disse vil brytes ned naturlig og tilsomt utgjøre en signifikant påvirkning på eventuell beitende sjøfugl. Det samme gjelder på eventuell utlekking fra overflatebehandling.

Utslipp av mikroplast kan nå beitende sjøfugl i området da det kan forveksles med mat, som f. eks. dyreplankton. Mikroplast kan akkumulere i fordøyelsessystemet kan føre til blokkering av fordøyelsessystemet, falsk metthetsfølelse og sult. Samlet sett kan mikroplast ha svært negativ påvirkning på fugler.

Som nevnt kan området forbindes mindre deler av utredningsområdet med tobis. Som diskutert i kapittel 3 er de relevante forurensningsaspektene fra havvindturbiner å vurdere som ikke signifikante for bunnlevende fisk og fiskelarver. Dette med henblikk på de små volumene som er relevante under normale forhold og rask fortykning i vannmassene.

Påvirkning fra forurensing på de relevante miljøverdiene vurderes derfor å være av kategorien *Ubetydelig endring* (Tabell 6-76).

Tabell 6-76 Vurdering av påvirkning av forurensing på miljøverdier som følge av havvindutbygging i Sørvest E.

	Fugl	Marine pattedyr	Fisk	Sårbare naturtyper	Samlet vurdering
Sterkt forringet					
Forringet					
Noe forringet					
Ubetydelig endring	X	X	X	X	X
Forbedret					

6.20.3.2 Avfall

Som diskutert i kapittel 2 og 3 er det ikke forventet at etablering, drift og avvikling vil medføre avfall som når det marine miljøet i form av søppel, men at alle materialer som går med på disse fasene blir værende i et avfallskretsløp til materialene gjenvinnes, gjenbrukes eller avhendes.

Påvirkning som følge av avfall vil derfor være knyttet til materialavtrykket til å etablere havvind i Sørvest E.

Kapittel 6.2.2.5, 6.2.2.6 og 6.2.2.7 legger frem materialavtrykk som er gjeldende for alle utredningsområder som er relevant for utbygging av flytende havvind, samt bunnfast. Dette vil være gjeldende for materialavtrykket til Sørvest E som er aktuelt for både flytende og bunnfast teknologi.

Forhold som er områdespesifikt og som vil påvirke material- og avfallsavtrykket til Sørvest E inkluderer dybdeforhold og relevant teknologi (flytende og bunnfast). Tabell 6-77 oppsummerer de feltspesifikke tilpasningene i material- og avfallsavtrykket knyttet til etablering av utelukkende flytende havvind i området. Tabell 6-78 oppsummerer feltspesifikke tilpasninger i material- og avfallsavtrykket som vil være gjeldende for etablering av utelukkende bunnfast havvind i området.

Beregningene er gjort med bakgrunn i gjennomsnittlig dyp for området (Tabell 6-1) og føringer gitt i referanseprosjekt fra NVE. Omfang av feltinterne kabler er beregnet med utgangspunkt i referanseprosjektet (2,5 km mellom hver turbin) og gjennomsnittlig havdyp for området. Det er derfor ikke tatt høyde for eventuelle strekk i kabler gjennom vannmassene eller ulike flyte/synke-strategier for festing av slike kabler mellom turbinene.

Tabell 6-77 Materialmengde for Sørvest E per komponent i en 22MW flytende turbin; ankerliner og kabler.

Ankerline (3 stk per turbin)			
Komponent/material	Mengde 1 turbin	Mengde 68 turbiner	Enhet
Stål	321,7	21 875,6	Tonn
Polyester	8,3	564,4	Tonn
Feltinterne kabler (1 km)			
Stål (lavlegert)	16,4 (Tonn/km)	2871,6	Tonn
Kobber	25,4 (Tonn/km)	4447,5	Tonn
Polyetylen (PE)	3,0 (Tonn/km)	525,3	Tonn
Polypropylen (PP)	1,6 (Tonn/km)	280,2	Tonn

Tabell 6-78 Materialmengde per komponent i en 22MW turbin med bunnfast monopile (stål) og jacket for Sørvest E.

Monopile (stål)			
Komponent/material	Mengde 1 turbin	Mengde 68 turbiner	Enhet
Stål (hoveddel)	2827,5	192 270	Tonn
Stål (transition piece)	862,5	58 650	Tonn
Sand	52,5	3570	Tonn
Sement	45	3060	Tonn
Aluminium anode	450	30 600	Tonn
Maling	3	204	Tonn
Jacket (stål)			
Stålunderstell	3250	221 000	Tonn
Anoder (Al)	60	4080	Tonn
Lettbetong	200	13 600	Tonn
Maling	4,5	306	Tonn
Stål (pæler)	600	40 800	Tonn

Tabell 6-79 oppsummerer det totale avfalls- og materialavtrykket til en havvindutbygging i Sørvest E. Tabellen oppsummerer avtrykket fordelt på 6 ulike fundamentteknologier, flytende sparkonstruksjon i betong, flytende sparkonstruksjon i stål, flytende semi-submersibel konstruksjon i betong, flytende semi-submersibel konstruksjon i stål, bunnfast monopile-konstruksjon i stål og bunnfast jacket-konstruksjon i stål. Tabellen gir også et henblikk på materialavtrykket til en havvindutbygging i Sørvest E og nasjonale avfallstall for 2022 (SSB, 2023) og beskrivelser gitt i kapittel 6.2.2.4.

Som vist i tabellen er det stor variasjon i hvordan teknologi vil påvirke det totale material- og avfallsavtrykket for Sørvest E. En havvindutbygging med flytende sparkonstruksjon i betong vil ha et avtrykk som vil tilsvare mer enn 5 ganger så mye som for en utbygging med bunnfast jacket-struktur stål. Ved endt levetid for havvindanleggene vil det som beregnes som et materialavtrykk resultere i et tilsvarende avfallsavtrykk. Det er varierende hvor stor andel av et nasjonalt avfallsavtrykk etablering av havvind i Sørvest E vil ha, og dette vil som sagt variere med teknologi. For Sørvest E, sammenlignet med nasjonale avfallstall for 2022, vil dette ligge omtrent mellom 4 – 24% av det nasjonale avfallsavtrykket.

Tabell 6-79 Totalt material- og avfallsavtrykk for Sørvest E fordelt på relevante teknologier. Inkludert sammenligning med nasjonale avfallstall for 2022 (SSB, 2023).

Totalt materialavtrykk per teknologi			
Teknologi	Totalt materialavtrykk 68 turbiner	Enhet	Del av nasjonalt avfallsavtrykk (2022 nivåer)
Flytende sparkonstruksjon i stål	2104,5	1000 Tonn	17%
Flytende sparkonstruksjon i betong	2870,2	1000 Tonn	24%
Flytende semi-submersibel-konstruksjon i stål	917,6	1000 Tonn	8%
Flytende semi-submersibel-konstruksjon i betong	2041,5	1000 Tonn	17%
Bunnfast monopile-konstruksjon i stål	508,2	1000 Tonn	4%
Bunnfast jacket-konstruksjon i stål	499,5	1000 Tonn	4%

Basert på det ovenfornevnte vurderes det at en havvindutbygging i Sørvest E vil ha en betydelig påvirkning på Norges totale avfallsavtrykk ved endt levetid for en eventuell utbygging. Samtidig, som diskutert i kapittel 3, forventes det at samtlige bestanddeler og fraksjoner vil være en del av et avfallskretsløp. Med henblikk på utvikling i industrien, også når det kommer til teknologi for gjenvinning, gjenbruk og avfallsbehandling, samt at avvikling av Sørvest E eventuelt ville først være gjeldende etter 2050, vurderes det som rimelig å anta at hovedparten av materialer fra havvindanleggene vil kunne gjenvinnes og gjenbrukes. Dette reduserer den overordnede påvirkningen.

Den endelige vurderingen av påvirkning utbygging av havvind ved Sørvest E vil ha for temaet avfall er vurdert til å være **Forringet**.

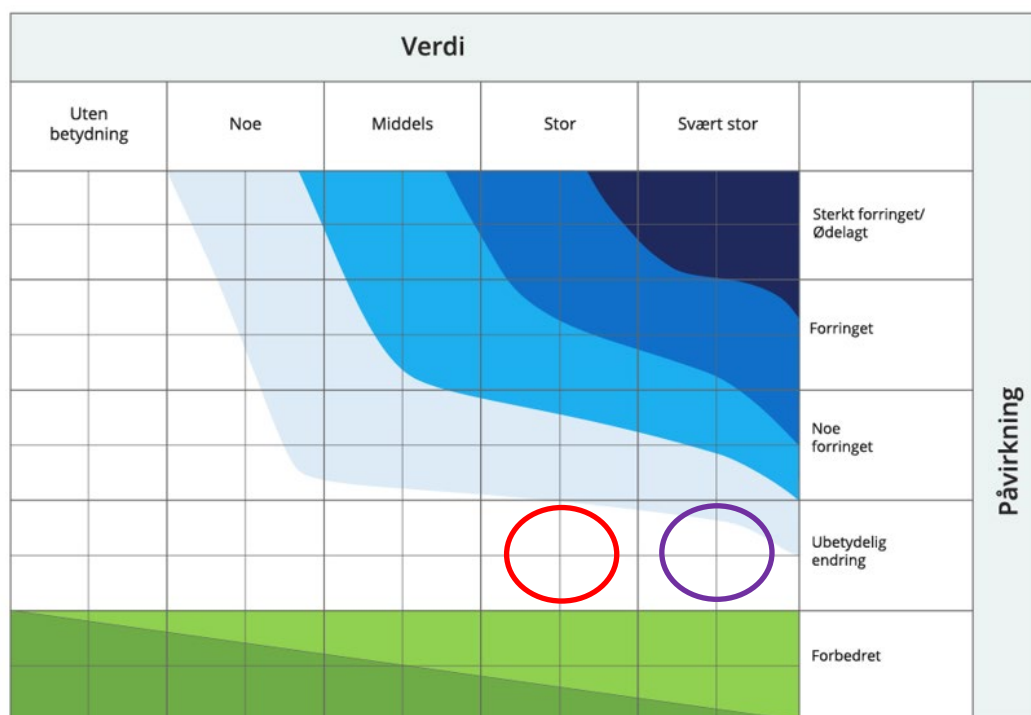
6.20.4 Vurdering av konsekvens

6.20.4.1 Konsekvens for forurensning

Konsekvenser for forurensning er presentert i Figur 6-74 og representerer vurderinger av miljøverdier i områdene og påvirkning fra relevant forurensning.

Konsekvenser for avfall er vurdert å ikke påvirke de relevante miljøverdiene i områdene. Samtidig vil dette være relevant for påvirkning av nasjonale avfallsmål i et langtidsperspektiv.

Den samlede konsekvensgraden for forurensning for området er vurdert til å være *Ubetydelig (-1)* (Tabell 5-1).



Figur 6-74 Vurdert konsekvens for forurensning som følge av utbygging av havvind ved Sørvest E. Konsekvensen er vurdert som et resultat av verdi i x-aksen med grad av påvirkning i y-aksen. Generell konsekvens for Sørvest E er presentert ved rød ring, lilla ring representerer konsekvens for avgrensede områder med særskilt miljøverdi for fisk.

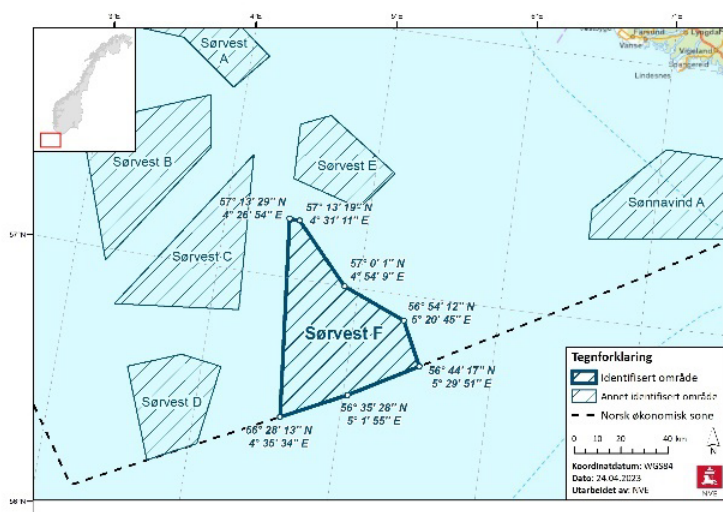
6.20.4.2 Konsekvens for avfall

Material- og avfallsavtrykket for etablering av havvind i området er vurdert som omfattende og vil påvirke nasjonale avfallsmål i et langtidsperspektiv, inkludert internasjonale forpliktelser når det kommer til materialforbruk og avfallsgenerering.

Den samlede konsekvensgraden for forurensning for området er vurdert til å være *Alvorlig* (-4) (Tabell 5-1).

6.21 Sørvest F (inkludert Sørlige Nordsjø II)

Utredningsområdet Sørvest F er lokalisert i i de sørvestlige delene av Nordsjøen (Figur 6-75).



Figur 6-75 Geografisk plassering av området Sørvest F (NVE, 2023).

Som vist i Tabell 5-1 er Sørvest B lokalisert i et område hvor gjennomsnittlig havdyp er 60m, og gjennomsnittlig vindhastighet 150 moh. er 10,7 m/s. Området er relevant for bunnfast havvindutbygging. Ytterligere informasjon om dybdeforhold i området er vist i Figur 6-76 hvor ruter med modellerte gjennomsnittsdybder er angitt.



Figur 6-76 Dybdekart for Sørvest F. Dybdeverdiene i kartet er gitt med en oppløsning på 100 x 100 meter og hver rute representerer en modellert gjennomsnittsverdi. Det kan potensielt være stor variasjon innad i rutene (NVE, 2023).

6.21.1 Dagens situasjon for forurensning og avfall

Området er stort sett å anse som urørt av petroleumsaktiviteter, likevel er det noen tidligere letebrønner i innenfor utredningsområdet. En av disse ble boret i 1971, de to andre ble boret på 2010-tallet. Omlag 20 km vest for utredningsområdet ligger petroleumsfeltet Trym.

Det er registrert nokså begrenset fiskeriaktivitet i området.

MAREANO-programmet inkluderer ikke stasjoner for visuell undersøkelse i disse områdene, og det er derfor ingen registreringer om søppel på havbunnen innenfor, eller i umiddelbar nærhet ved områdene.

6.21.2 Miljøverdier

Det er ulike miljø- og naturverdier i og i nærheten av Sørvest F, følgende avsnitt oppsummerer de viktigste forholdene som er trukket frem i innledende utredningsarbeid til områdeidentifiseringen (NVE, 2023). For ytterligere vurderinger og innsikt i miljø- og naturverdier for området vises det til egne fagutredninger for de respektive miljøverdigruppene.

Sårbare artsgrupper

Fugl

Sørvest F har lav sensitivetsverdi. Plassering og avstand til kysten gjør at området har relativt få arter og individer sammenlignet med områder med høyere sensitivitet. Området blir brukt til næringssøk, hvile og gjennomflyging om sommeren. Fuglene kommer da hovedsakelig fra Norge og våre naboland rundt Nordsjøen. Området har for det meste ikke-hekkende individer. Unntak kan være havhest fra Rogaland, eller havhest, havsule og havsvaler fra land rundt Nordsjøen.

Området har sin høyeste sensitivitet om våren. Gruppene med høyeste sensitivitet da er terner, dykkender, alkefugler, stormfugler og måker.

Sensitivetsverdien til området er litt lavere om høsten og sommeren, lavest om vinteren. Stormfugler, alkefugler, suler, joer, måker og vannfugler er gruppene med høyeste sensitivitet om høsten. Gruppene med høyeste sensitivitet om sommeren er måker, suler, alkefugler, stormfugler, joer og terner. Alkefugler, lommer, suler, stormfugler og måker er gruppene med høyeste sensitivitet om vinteren.

Miljøverdi: 0 – 10

Sjøpattedyr

Området overlapper med viktige beiteområder for blant annet vågehval, nise og springere. Det finnes ingen større kaste- og hårfellingsplasser for havert i Nordsjøområdet, men steinkobbe har flere slike langs kysten av Norge mot Nordsjøen og Skagerrak. Havert foretar beitevandring fra blant annet Storbritannia, og det er vist at steinkobbe kan foreta lengre migrasjoner mellom norske, svenske og danske farvann for beiting. Området kan derfor forventes besøkt av migrerende kystsel på beitevandring.

Miljøverdi: ikke registrert med miljøverdi

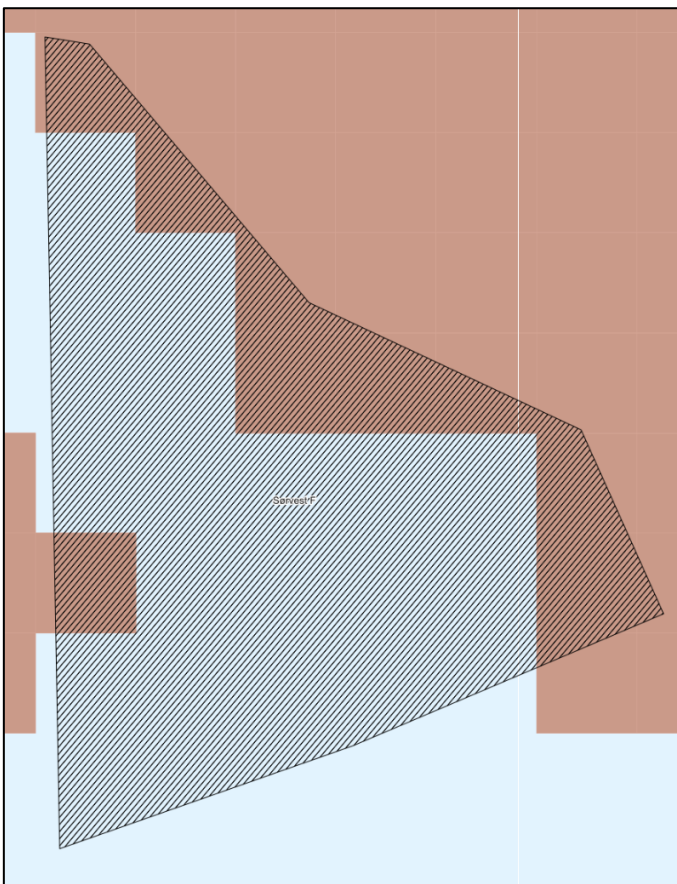
Fisk

Det identifiserte området overlapper litt med et tobisfelt langs den østlige avgrensingen. I ny, foreslått avgrensning av Sørlige Nordsjø II er arealer som tidligere lå innenfor tobisfeltene i stor grad foreslått tatt ut. Det identifiserte området inneholder ellers ingen kjente gytefelt, oppvekstområder eller beitefelt for fisk.

Havforskningsinstituttet har definert de viktigste tobisområdene i norsk sone av Nordsjøen, basert på historisk fiskeriaktivitet etter tobis og store mengder toktdata. Tobisforekomstene avgrenser gjeldende og foreslått SVO-er. Tobis er en nøkkelart i økosystemet i Nordsjøen, hvor den er viktig byttedyr for en lang rekke sjøfugl, fisk og sjøpattedyr.

Miljøverdi mindre områder med overlapp med tobis: 90 (se Figur 6-77)

Miljøverdi øvrige områder: 0 – 10



Figur 6-77 Utklipp fra Barentswatch. Viser utredningsområdet Sørvest F, samt kartlaget Havmiljø/miljøverdier, filtrert på miljøverdi for Fisk. Rød farge viser høyeste miljøverdi (90), øvrige områder ingen miljøverdi for fisk.

Sårbare naturtyper

Det er ikke kjente sårbare naturtyper i det identifiserte området som er kartlagt (NVE, 2023).

Miljøverdi: ikke registrert med miljøverdi

6.21.2.1 Miljøverdier oppsummert

Tabellen under oppsummerer vurdert miljøverdi på bakgrunn av kunnskapen diskutert ovenfor.

Tabell 6-80 Oppsummert vurdering av miljøverdier for Sørvest F.

		Fugl	Marine pattedyr	Fisk	Sårbare naturtyper	Samlet vurdering
0 – 20	Uten betydning	X	X	X	X	X
20 – 40	Noe verdi					
40 – 60	Middels verdi					
60 – 80	Stor verdi					
80 – 100	Svært stor verdi			X (avgrensede områder)		X

6.21.3 Vurdering av påvirkning

6.21.3.1 Forurensing

Kapittel 3 diskuterer hvilke forurensingsaspekter som er relevant i forbindelse med etablering, drift og avvikling av havvind.

Som vist i Tabell 6.1 er gjennomsnittlig vind for området 10,7 m/s. Dette innebærer en viss slitasje på turbinenes bestanddeler. Noe som kan føre til ytterligere utslipp av mikroplast og slitasje av overflatebehandling.

Som nevnt kan området forbindes mindre deler av utredningsområdet med tobis. Som diskutert i kapittel 3 er de relevante forurensningsaspektene fra havvindturbiner å vurdere som ikke signifikante for bunnlevende fisk og fiskelarver. Dette med henblikk på de små volumene som er relevante under normale forhold og rask fortykning i vannmassene.

Påvirkning fra forurensing på de relevante miljøverdiene vurderes derfor å være av kategorien *Ubetydelig endring*.

Tabell 6-81 Vurdering av påvirkning av forurensing på miljøverdier som følge av havvindutbygging i Sørvest F.

	Fugl	Marine pattedyr	Fisk	Sårbare naturtyper	Samlet vurdering
Sterkt forringet					
Forringet					
Noe forringet					
Ubetydelig endring	X	X	X	X	X
Forbedret					

6.21.3.2 Avfall

Som diskutert i kapittel 2 og 3 er det ikke forventet at etablering, drift og avvikling vil medføre avfall som når det marine miljøet i form av søppel, men at alle materialer som går med på disse fasene blir værende i et avfallskretsløp til materialene gjenvinnes, gjenbrukes eller avhendes.

Påvirkning som følge av avfall vil derfor være knyttet til materialavtrykket til å etablere havvind i Sørvest F.

Kapittel 6.2.2.5 og 6.2.2.6 legger frem materialavtrykk som er gjeldende for alle utredningsområder som er relevant for utbygging av bunnfast havvind. Dette vil være gjeldende for materialavtrykket til Sørvest F.

Forhold som er områdespesifikt og som vil påvirke material- og avfallsavtrykket til Sørvest F inkluderer dybdeforhold og relevant teknologi (bunnfast). Tabell 6-82 oppsummerer feltspesifikke tilpasninger i material- og avfallsavtrykket som vil være gjeldende for etablering av bunnfast havvind i området.

Beregningene er gjort med bakgrunn i gjennomsnittlig dyp for området (Tabell 6-1) og føringer gitt i referanseprosjekt fra NVE. Omfang av feltinterne kabler er beregnet med utgangspunkt i referanseprosjektet (2,5 km mellom hver turbin) og gjennomsnittlig havdyp for området. Det er derfor ikke tatt høyde for eventuelle strekk i kabler gjennom vannmassene eller ulike flyte/synke-strategier for festing av slike kabler mellom turbinene.

Tabell 6-82 Materialmengde per komponent i en 22MW turbin med bunnfast monopile (stål) og jacket for Sørvest F, inkludert feltinterne kabler.

Monopile (stål)			
Komponent/material	Mengde 1 turbin	Mengde 68 turbiner	Enhet
Stål (hoveddel)	2262	153 816	Tonn
Stål (transition piece)	690	46 920	Tonn
Sand	42	2856	Tonn
Sement	36	2448	Tonn
Aluminium anode	360	24 480	Tonn
Maling	3	204	Tonn
Jacket (stål)			
Stålunderstell	2500	170 000	Tonn
Anoder (Al)	60	4080	Tonn
Lettbetong	200	13 600	Tonn
Maling	4,5	306	Tonn
Stål (pæler)	600	40 800	Tonn
Feltinterne kabler			
Stål (lavlegert)	16,4 (Tonn/km)	2854,9	Tonn
Kobber	25,4 (Tonn/km)	4421,6	Tonn
Polyetylen (PE)	3,0 (Tonn/km)	522,2	Tonn
Polypropylen (PP)	1,6 (Tonn/km)	278,5	Tonn

Tabell 6-83 oppsummerer det totale avfalls- og materialavtrykket til en havvindutbygging i Sørvest F. Tabellen oppsummerer avtrykket fordelt på 2 ulike fundamentteknologier, bunnfast monopile-konstruksjon i stål og bunnfast

jacket-konstruksjon i stål. Tabellen gir også et henblikk på materialavtrykket til en havvindutbygging i Sørvest F og nasjonale avfallstall for 2022 (SSB, 2023) og beskrivelser gitt i kapittel 6.2.2.4.

Som vist i tabellen vil de to aktuelle teknologiene påvirke det totale material- og avfallsavtrykket for Sørvest F nokså likt. Ved endt levetid for havvindanleggene vil det som beregnes som et materialavtrykk resultere i et tilsvarende avfallsavtrykk. For Sørvest F, sammenlignet med nasjonale avfallstall for 2022, vil dette ligge på omtrent 4% av det nasjonale avfallsavtrykket.

Tabell 6-83 Totalt material- og avfallsavtrykk for Sørvest F fordelt på relevante teknologier. Inkludert sammenligning med nasjonale avfallstall for 2022 (SSB, 2023).

Totalt materialavtrykk per teknologi			
Teknologi	Totalt materialavtrykk 68 turbiner	Enhet	Del av nasjonalt avfallsavtrykk (2022 nivåer)
Bunnfast monopile-konstruksjon i stål	450,5	1000 Tonn	4%
Bunnfast jacket-konstruksjon i stål	448,5	1000 Tonn	4%

Basert på det ovenfornevnte vurderes det at en havvindutbygging i Sørvest F vil ha en betydelig påvirkning på Norges totale avfallsavtrykk ved endt levetid for en eventuell utbygging. Samtidig, som diskutert i kapittel 3, forventes det at samtlige bestanddeler og fraksjoner vil være en del av et avfallskretsløp. Med henblikk på utvikling i industrien, også når det kommer til teknologi for gjenvinning, gjenbruk og avfallsbehandling, samt at avvikling av Sørvest F eventuelt ville først være gjeldende etter 2050, vurderes det som rimelig å anta at hovedparten av materialer fra havvindanleggene vil kunne gjenvinnes og gjenbrukes. Dette reduserer den overordnede påvirkningen.

Den endelige vurderingen av påvirkning utbygging av havvind ved Sørvest F vil ha for temaet avfall er vurdert til å være **Forringet**.

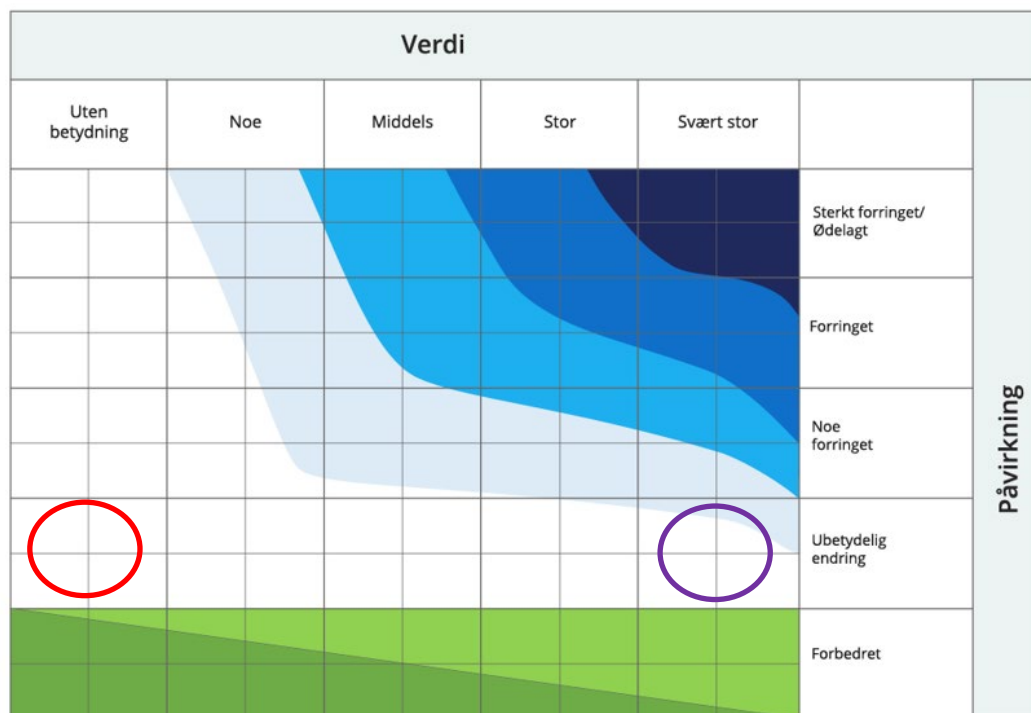
6.21.4 Vurdering av konsekvens

6.21.4.1 Konsekvens for forurensning

Konsekvenser for forurensning er presentert i Figur 6-78 og representerer vurderinger av miljøverdier i områdene og påvirkning fra relevant forurensning.

Konsekvenser for avfall er vurdert å ikke påvirke de relevante miljøverdiene i områdene. Samtidig vil dette være relevant for påvirkning av nasjonale avfallsmål i et langtidsperspektiv.

Den samlede konsekvensgraden for forurensning for området er vurdert til å være *Ubetydelig* (-1) (Tabell 5-1).



Figur 6-78 Vurdert konsekvens for forurensning som følge av utbygging av havvind ved Sørvest F
 Konsekvensen er vurdert som et resultat av verdi i x-aksen med grad av påvirkning i y-aksen. Generell konsekvens for Sørvest F er presentert ved rød ring, lilla ring representerer konsekvens for avgrensede områder med særskilt miljøverdi for fisk.

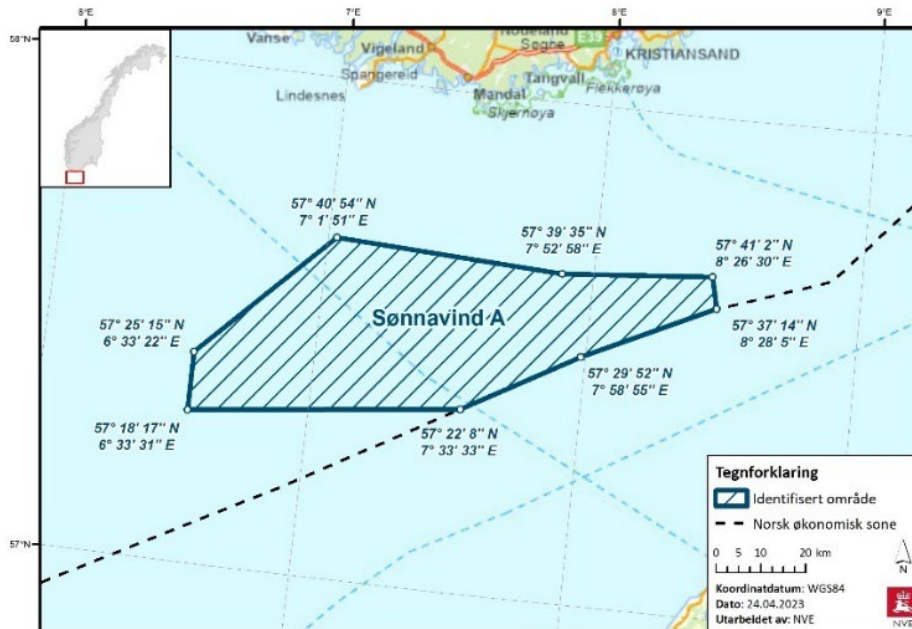
6.21.4.2 Konsekvens for avfall

Material- og avfallsavtrykket for etablering av havvind i området er vurdert som omfattende og vil påvirke nasjonale avfallsmål i et langtidsperspektiv, inkludert internasjonale forpliktelser når det kommer til materialforbruk og avfallsgenerering.

Den samlede konsekvensgraden for avfall for området er vurdert til å være *Alvorlig* (-4) (Tabell 5-1).

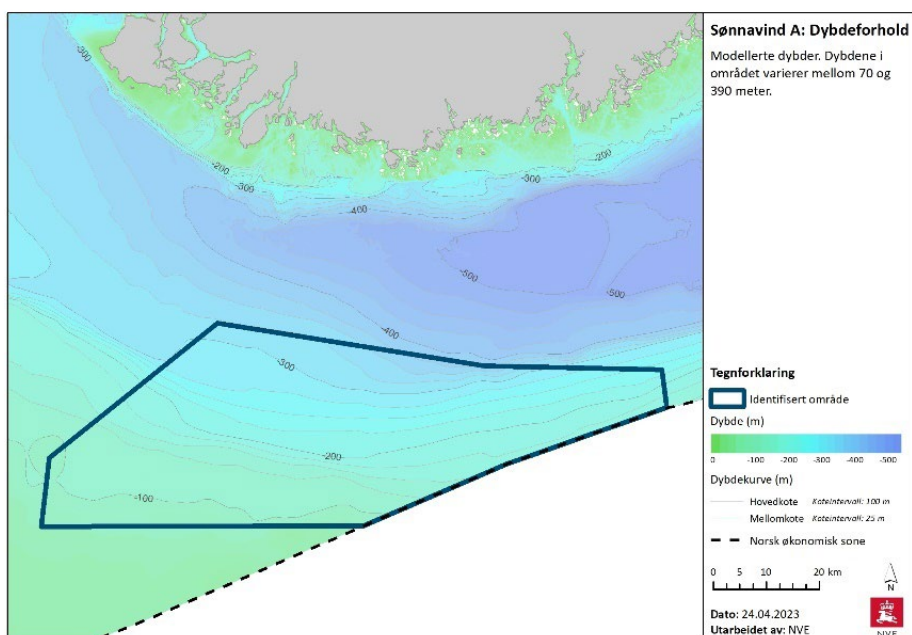
6.22 Sønnavind A

Utredningsområdet Sønnavind A er lokalisert utenfor Sørlandskysten, ved sjøgrensen mot Danmark (Figur 6-79).



Figur 6-79 Geografisk plassering av området Sønnavind A (NVE, 2023).

Som vist i Tabell 5-1 er Sønnavind A lokalisert i et område hvor gjennomsnittlig havdyp er 200m, og gjennomsnittlig vindhastighet 150 moh. er 10,9 m/s. Området er relevant for flytende havvindutbygging. Ytterligere informasjon om dybdeforhold i området er vist i Figur 6-80 hvor ruter med modellerte gjennomsnittsybder er angitt.



Figur 6-80 Dybdekart for Sønnavind A. Dybdeverdiene i kartet er gitt med en oppløsning på 100 x 100 meter og hver rute representerer en modellert gjennomsnittsverdi. Det kan potensielt være stor variasjon innad i rutene.

6.22.1 Dagens situasjon for forurensning og avfall

Området er å anse som urørt av petroleumsaktiviteter da det ikke kan vises til aktivitet med leteboring, eller annen form for feltutviklingsaktiviteter. Samtidig er området gjenstand for betydelig fiskeriaktivitet, hovedsaklig ved bruk av garn og bunntål.

MAREANO-programmet inkluderer ikke stasjoner for visuell undersøkelse i disse områdene, og det er derfor ingen registreringer om søppel på havbunnen innenfor, eller i umiddelbar nærhet ved områdene.

6.22.2 Miljøverdier

Det er ulike miljø- og naturverdier i og i nærheten av Sønnavind A, følgende avsnitt oppsummerer de viktigste forholdene som er trukket frem i innledende utredningsarbeid til områdeidentifisering (NVE, 2023). For ytterligere vurderinger og innsikt i miljø- og naturverdier for området vises det til egne fagutredninger for de respektive miljøverdigruppene.

Sårbare artsgrupper

Fugl

Sønnavind A har middels sensitivetsverdi. Plassering og nærhet til kysten ved Agder gjør at området har høyt antall arter og individer. Området benyttes av både pelagiske og kystnære arter. Området benyttes til næringsøk av overflatebeitende og dykkende arter, men ikke artene som søker etter mat på relativt grunt vann.

Området har sin høyeste sensitivitet om våren. Grupper med høyeste sensitivitet da er terner, dykkender, dykkere, måker, alkefugler, stormfugler, skarver, lommer og suler.

Området har litt lavere sensitivitet om sommeren og høsten, og lavest om vinteren. Grupper med høyeste sensitivitet om høsten er måker, alkefugler, terner, stormfugler, suler og dykkender. Joer, måker, alkefugler, stormfugler, suler, vannfugler og lommer er blant gruppene som har høyeste sensitivitet om høsten. Lommer, alkefugler, måker, suler, dykkender, dykkere og stormfugler er blant artene med høyeste sensitivitet om vinteren.

Om sommeren og i hekkesesongen blir området brukt både av hekkende og ikke-hekkende individer. Fuglene kommer da i hovedsak fra Agder, andre deler av Norge, og Danmark som ligger kun 60 kilometer fra området, samt andre naboland rundt Nordsjøen og Sverige.

Utenfor hekkesesongen er det hovedsakelig trekkende eller overvintrende fugler som kommer fra Agder, andre deler av Norge, naboland rundt Nordsjøen, Sverige, Finland, Svalbard, Grønland, Russland, Færøyene eller Island.

Miljøverdi: 10 - 80

Sjøpattedyr

Området overlapper med viktige beiteområder for blant annet vågehval, nise og springere. Det finnes ingen større kaste- og hårfellingsplasser for havert i Skagerrakområdet, men steinkobbe har flere slike langs kysten av Norge mot Nordsjøen og Skagerrak. Havert foretar beitevandring fra blant annet Storbritannia, og det er vist at steinkobbe kan foreta lengre migrasjoner mellom norske, svenske og danske farvann for beting. Området kan derfor forventes besøkt av migrerende kystsel på beitevandring.

Miljøverdi: 17

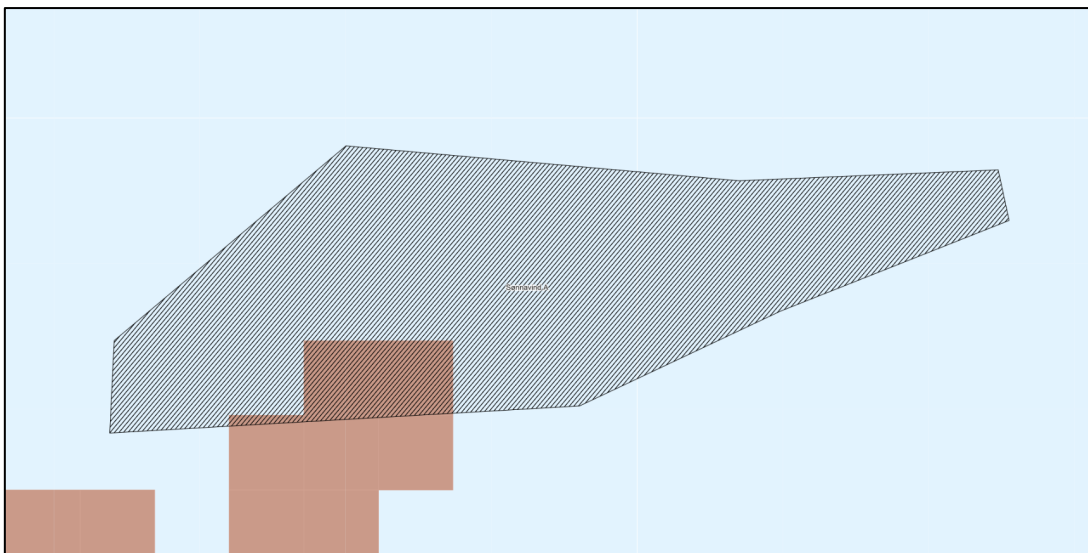
Fisk

Det identifiserte området overlapper i stor grad med gytefelt for nordsjøtorsk. Rundt tre kilometer sør for området ligger det et tobisfelt. Det sørøstre hjørnet av området grenser til et tobisfelt på dansk side.

Havforskningsinstituttet har definert de viktigste tobisområdene i norsk sone av Nordsjøen, basert på historisk fiskeriaktivitet etter tobis og store mengder toktdata. Tobisforekomstene avgrensner gjeldende og foreslått SVO-er. Tobis er en nøkkelart i økosystemet i Nordsjøen, hvor den er viktig byttedyr for en lang rekke sjøfugl, fisk og sjøpattedyr.

Miljøverdi mindre områder med overlapp med tobis: 90 (se Figur 6-81)

Miljøverdi øvrige områder: uten registrert miljøverdi for fisk



Figur 6-81 Utklipp fra Barentswatch. Viser utredningsområdet Sønnavind A, samt kartlaget Havmiljø/miljøverdier, filtrert på miljøverdi for Fisk. Rød farge viser høyeste miljøverdi (90), øvrige områder ingen miljøverdi for fisk.

Sårbare naturtyper

Det er ikke kjente sårbare naturtyper i det identifiserte området som er kartlagt (NVE, 2023).

Miljøverdi: ikke registrert med miljøverdi

6.22.2.1 Miljøverdier oppsummert

Tabellen under oppsummerer vurdert miljøverdi på bakgrunn av kunnskapen diskutert ovenfor.

Tabell 5-77. Oppsummert vurdering av miljøverdier for Sønnavind A.

		Fugl	Marine pattedyr	Fisk	Sårbare naturtyper	Samlet vurdering
0 – 20	Uten betydning		X	X	X	
20 – 40	Noe verdi					
40 – 60	Middels verdi	x				
60 – 80	Stor verdi	X				X
80 – 100	Svært stor verdi			X (avgrensede områder)		X

6.22.3 Vurdering av påvirkning

6.22.3.1 Forurensing

Kapittel 3 diskuterer hvilke forurensingsaspekter som er relevant i forbindelse med etablering, drift og avvikling av havvind.

Som vist i Tabell 6.1 er gjennomsnittlig vind for området 10,9 m/s. Dette innebærer en viss slitasje på turbinenes bestanddeler. Noe som kan føre til ytterligere utslipp av mikroplast og slitasje av overflatebehandling.

Sønnavind A er særlig sårbart for fugler, ettersom det er flere dykkende sjøfuglarter som beiter i områdene store deler av sommerhalvåret. Som diskutert i kapittel 3 er de relevante forurensningskildene fra havvindturbiner ikke av særlig konflikt med sjøfuglers beiteatferd. Eventuell oljeforurensning er forventet å være av så små volumer at disse vil brytes ned naturlig og tvisomt utgjøre en signifikant påvirkning på eventuell beitende sjøfugl. Det samme gjelder på eventuell utlekking fra overflatebehandling.

Utslipp av mikroplast kan nå beitende sjøfugl i området da det kan forveksles med mat, som f. eks. dyreplankton. Mikroplast kan akkumulere i fordøyelsessystemet kan føre til blokkering av fordøyelsessystemet, falsk metthetsfølelse og sult. Samlet sett kan mikroplast ha svært negativ påvirkning på fugler.

Som nevnt kan området forbindes mindre deler av utredningsområdet med tobis, inkludert gyteområder for torsk. Som diskutert i kapittel 3 er de relevante forurensningsaspektene fra havvindturbiner å vurdere som ikke signifikante for bunnlevende fisk og fiskelarver. Dette med henblikk på de små volumene som er relevante under normale forhold og rask fortykning i vannmassene.

Påvirkning fra forurensing på de relevante miljøverdiene vurderes derfor å være av kategorien *Ubetydelig endring*.

Tabell 6-84 Vurdering av påvirkning av forurensing på miljøverdier som følge av havvindutbygging i Sønnavind A.

	Fugl	Marine pattedyr	Fisk	Sårbare naturtyper	Samlet vurdering
Sterkt forringet					
Forringet					
Noe forringet					
Ubetydelig endring	X	X	X	X	X
Forbedret					

6.22.3.2 Avfall

Som diskutert i kapittel 2 og 3 er det ikke forventet at etablering, drift og avvikling vil medføre avfall som når det marine miljøet i form av søppel, men at alle materialer som går med på disse fasene blir værende i et avfallskretsløp til materialene gjenvinnes, gjenbrukes eller avhendes.

Påvirkning som følge av avfall vil derfor være knyttet til materialavtrykket til å etablere havvind i Sønnavind A.

Kapittel 6.2.2.5 og 6.2.2.7 legger frem materialavtrykk som er gjeldende for alle utredningsområder som er relevant for utbygging av flytende havvind. Dette vil være gjeldende for materialavtrykket til Sønnavind A.

Forhold som er områdespesifikt og som vil påvirke material- og avfallsavtrykket til Sønnavind A inkluderer dybdeforhold og relevant teknologi (flytende for Sønnavind A). Tabell 6-85 oppsummerer de feltspesifikke tilpasningene i material- og avfallsavtrykket. Beregningene er gjort med bakgrunn i gjennomsnittlig dyp for området (Tabell 6-1) og føringer gitt i referanseprosjekt fra NVE. Omfang av feltinterne kabler er beregnet med utgangspunkt i referanseprosjektet (2,5 km mellom hver turbin) og gjennomsnittlig havdyp for området. Det er derfor ikke tatt høyde for eventuelle strekk i kabler gjennom vannmassene eller ulike flyte/synke-strategier for festing av slike kabler mellom turbinene.

Tabell 6-85 Materialmengde for Sønnavind A per komponent i referanseturbinen og referanseprosjektet; ankerliner og kabler.

Ankerline (3 stk per turbin)			
Komponent/material	Mengde 1 turbin	Mengde 68 turbiner	Enhet
Stål	858	58 344	Tonn
Polyester	22,2	1509,6	Tonn
Feltinterne kabler (1 km)			
Stål (lavlegert)	16,4 (Tonn/km)	3011,	Tonn
Kobber	25,4 (Tonn/km)	4663,4	Tonn
Polyetylen (PE)	3,0 (Tonn/km)	550,8	Tonn
Polypropylen (PP)	1,6 (Tonn/km)	293,7	Tonn

Tabell 6-86 oppsummerer det totale avfalls- og materialavtrykket til en havvindutbygging i Sønnavind A. Tabellen oppsummerer avtrykket fordelt på 4 ulike flyteteknologier, flytende sparkonstruksjon i betong, flytende sparkonstruksjon i stål, flytende semi-submersibel konstruksjon i betong og flytende semi-submersibel konstruksjon i stål. Tabellen gir også et henblikk på materialavtrykket til en havvindutbygging i Sønnavind A og nasjonale avfallstall for 2022 (SSB, 2023) og beskrivelser gitt i kapittel 6.2.2.4.

Som vist i tabellen er det stor variasjon i hvordan flyteteknologi vil påvirke det totale material- og avfallsavtrykket for Sønnavind A. En havvindutbygging med flytende sparkonstruksjon i betong vil ha et avtrykk som vil tilsvare omlag 3 ganger så mye som for flytende semi-submersibel konstruksjon i stål. Ved endt levetid for havvinnanleggene vil det som beregnes som et materialavtrykk resultere i et tilsvarende avfallsavtrykk. Det er varierende hvor stor andel av et nasjonalt avfallsavtrykk etablering av havvind i Sønnavind A vil ha, og dette vil variere med teknologi. For Sønnavind A, sammenlignet med nasjonale avfallstall for 2022, vil dette ligge omtrent mellom 8 – 24% av det nasjonale avfallsavtrykket.

Tabell 6-86 Totalt material- og avfallsavtrykk for Sønnavind A fordelt på relevante teknologier. Inkludert sammenligning med nasjonale avfallstall for 2022 (SSB, 2023).

Totalt materialavtrykk per teknologi			
Teknologi	Totalt materialavtrykk 68 turbiner	Enhet	Del av nasjonalt avfallsavtrykk (2022 nivåer)
Flytende sparkonstruksjon i stål	2142,3	1000 Tonn	18%
Flytende sparkonstruksjon i betong	2908	1000 Tonn	24%
Flytende semi-submersibel konstruksjon i stål	955,3	1000 Tonn	8%
Flytende semi-submersibel konstruksjon i betong	2079,3	1000 Tonn	17%

Basert på det ovenfornevnte vurderes det at en havvindutbygging i Sønnavind A vil ha en betydelig påvirkning på Norges totale avfallsavtrykk ved endt levetid for en eventuell utbygging. Samtidig, som diskutert i kapittel 3, forventes det at samtlige bestanddeler og fraksjoner vil være en del av et avfallskretsløp. Med henblikk på utvikling i industrien, også når det kommer til teknologi for gjenvinning, gjenbruk og avfallsbehandling, samt at avviking av Sønnavind A eventuelt ville først være gjeldende etter 2050, vurderes det som rimelig å anta at hovedparten av materialer fra havvindanleggene vil kunne gjenvinnnes og gjenbrukes. Dette reduserer den overordnede påvirkningen.

Den endelige vurderingen av påvirkning utbygging av havvind ved Nordavind A vil ha for temaet avfall er vurdert til å være **Forringet**.

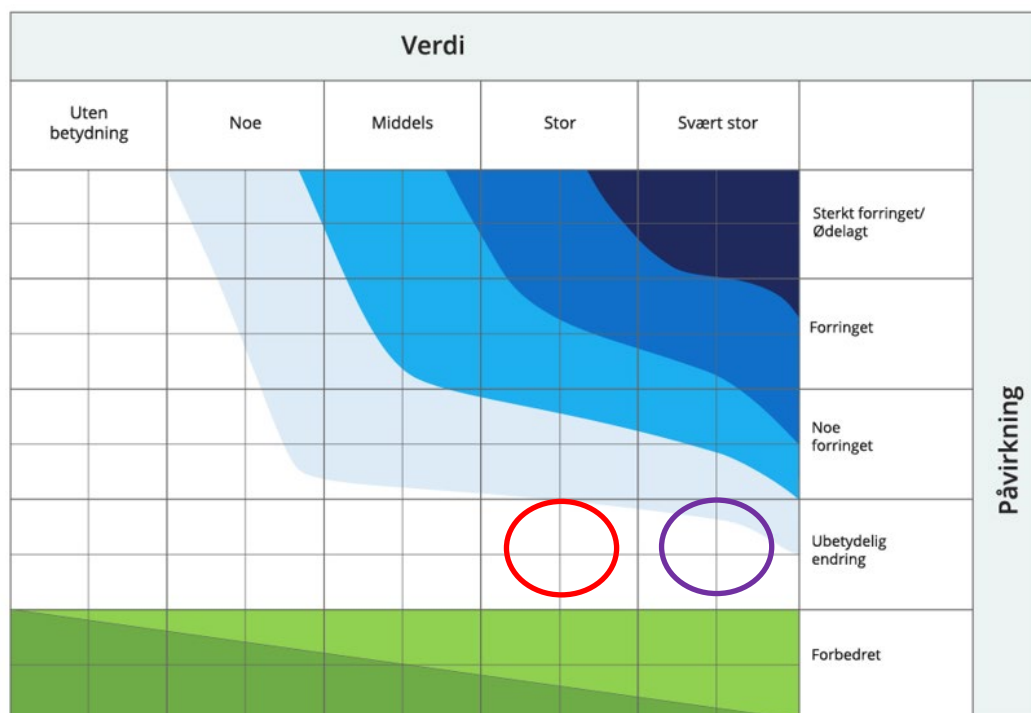
6.22.4 Vurdering av konsekvens

6.22.4.1 Konsekvens for forurensning

Konsekvenser for forurensning er presentert i Figur 6-82 og representerer vurderinger av miljøverdier i områdene og påvirkning fra relevant forurensning.

Konsekvenser for avfall er vurdert å ikke påvirke de relevante miljøverdiene i områdene. Samtidig vil dette være relevant for påvirkning av nasjonale avfallsmål i et langtidsperspektiv.

Den samlede konsekvensgraden for forurensning for området er vurdert til å være *Ubetydelig* (-1) (Tabell 5-1).



Figur 6-82 Vurdert konsekvens for forurensning som følge av utbygging av havvind ved Sønnavind A
Konsekvensen er vurderer som et resultat av verdi i x-aksen med grad av påvirkning i y-aksen.

6.22.4.2 Konsekvens for avfall

Material- og avfallsavtrykket for etablering av havvind i området er vurdert som omfattende og vil påvirke nasjonale avfallsmål i et langtidsperspektiv, inkludert internasjonale forpliktelser når det kommer til materialforbruk og avfallsgenerering. Den samlede konsekvensgraden for forurensning for området er vurdert til å være *Alvorlig* (-4) (Tabell 5-1)..

7 REFERANSER

- Aarflot, J.M., Naustvoll, L. Moy, F., Norderhaug, K.M., Berg, F., Kvamme, C., Søvik, G., Kleiven, A.R., Albertsen, J., Brandt C.F., Thorbjørnsen, S.H, Falkenhaus, T. (2024). Pilotprosjekt for vurdering av samlet påvirkning i Oslofjorden – ytre del. Rapport fra havforskningen nr. 2024-15. ISSN: 1893-4536.
- Akvaplan niva, 2019. Overvåknings- og grunnlagsundersøkelser i Barentshavet, 2019. Rapportnr: 60711.03
- Alimba, C. G., & Faggio, C. (2019). Microplastics in the marine environment: Current trends in environmental pollution and mechanisms of toxicological profile. *Environmental Toxicology and Pharmacology*, 68, 61–74. <https://doi.org/10.1016/j.etap.2019.03.001>
- Anbumani, S., & Kakkar, P. (2018). Ecotoxicological effects of microplastics on biota: A review. *Environmental Science and Pollution Research*, 25, 14373–14396.
- Ben Ouada, S., Ben Ali, R., Leboulanger, C., Ben Ouada, H., & Sayadi, S. (2018). Effect of Bisphenol A on the extremophilic microalgal strain *Picocystis* sp. (Chlorophyta) and its high BPA removal ability. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 158, 1–8. <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2018.04.008>
- Berg, C., Halldin, K., & Brunström, B. (2001). Effects of bisphenol A and tetrabromobisphenol A on sex organ development in quail and chicken embryos. *Environmental Toxicology and Chemistry: An International Journal*, 20(12), 2836–2840.
- de Kermoyan, G., Joachim, S., Baudoin, P., Lonjaret, M., Tebby, C., Lesaulnier, F., Lestremau, F., Chatellier, C., Akrou, Z., Pheron, E., Porcher, J.-M., Péry, A. R. R., & Beaudouin, R. (2013). Effects of bisphenol A on different trophic levels in a lotic experimental ecosystem. *Aquatic Toxicology*, 144–145, 186–198. <https://doi.org/10.1016/j.aquatox.2013.09.034>
- de Souza, S. S., Freitas, Í. N., Gonçalves, S. de O., Luz, T. M. da, Araújo, A. P. da C., Rajagopal, R., Balasubramani, G., Rahman, Md. M., & Malafaia, G. (2022). Toxicity induced via ingestion of naturally-aged polystyrene microplastics by a small-sized terrestrial bird and its potential role as vectors for the dispersion of these pollutants. *Journal of Hazardous Materials*, 434, 128814. <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2022.128814>
- Dervos, C. T., & Vassiliou, P. (2000). Sulfur Hexafluoride (SF₆): Global Environmental Effects and Toxic Byproduct Formation. *Journal of the Air & Waste Management Association*, 50(1), 137–141. <https://doi.org/10.1080/10473289.2000.10463996>
- DNV GL, 2019. Offshore miljøovervåking Region 6 2018. Rapportnr.: 2019-0229, Rev. 01
- DNV, 2020. OFFSHORE MILJØOVERVÅKING Region III 2019. Rapportnr.: 2020-0246, Rev. 2
- DNV, 2022. REGION HALTENBANKEN VI - REGIONAL OVERVÅKING Appendiks region 6 -2021. Rapportnr.: 2022-1305, Rev. 02
- DNV, 2023. Fate of Cl₂ released from cathodic protection of one submerged monopile foundation of offshore wind farms.
- DNV, 2024. MOD-Database: Environmental Monitoring at NCS – status and trends (<https://viewer.dnv.com/environmentalriskmanagement/entity/1042/report/1972>)
- Dr. Techn. Olav Olsen.2018. Markedsrapport knyttet til avslutning og disponering . Avslutning og disponering av utrangerte innretninger. 12635-01-OO-R-001

Flint, S., Markle, T., Thompson, S., & Wallace, E. (2012). Bisphenol A exposure, effects, and policy: A wildlife perspective. *Journal of Environmental Management*, 104, 19–34.

<https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2012.03.021>

FN, 2021. Comprehensive assessment on marine litter and plastic pollution confirms need for urgent global action

Furuya, M., Sasaki, F., Hassanin, A. M., Kuwahara, S., & Tsukamoto, Y. (2003). Effects of bisphenol-A on the growth of comb and testes of male chicken. *Canadian Journal of Veterinary Research*, 67(1), 68.

Green, N.W., Heldal, H.E., Maage, A., Aas, W., Gäfvert, T., Schrum, C., Boitsov, S., Breivik, K., Iosjpe, M., Yakushev, E., Skogen, M., Høgåsen, M., Eckhardt, S., Christiansen, A.B., Daae, K.L., Durand, D. og Debloskaya, E. (2011). Tilførselsprogrammet 2010. Overvåking av tilførsler og miljøtilstand i Nordsjøen. . Statlig program for forurensningsovervåking.

Green, N.W., Heldal, H.E., Måge, A., Aas, W., Gäfvert, T., Schrum, C., Boitsov, S., Breivik, K., Iosjpe, M., Yakushev, E., Skogen, M., Høgåsen, T., Eckhardt, S., Christiansen, A.B., Daae, K.L., Durand, D., Ledang, A.B. og Jaccard, P.F., 2012. Tilførselsprogrammet 2011. Overvåking av tilførsler og miljøtilstand i Norskehavet. TA 2935/2012

Guzzetti, E., Sureda, A., Tejada, S., & Faggio, C. (2018). Microplastic in marine organism: Environmental and toxicological effects. *Environmental Toxicology and Pharmacology*, 64, 164–171.

<https://doi.org/10.1016/j.etap.2018.10.009>

Havforskningsinstituttet (HI), 2019. Rapport fra Overvåkningsgruppen 2019 – Status for miljøet i Norskehavet

Havforskningsinstituttet (HI), 2021. Særlig verdifulle og sårbare områder (SVO) i norske havområder – Miljøverdi - En gjennomgang av miljøverdier og grenser i eksisterende SVO og forslag til nye områder.

Havforskningsinstituttet (HI), 2022. Forurensning i de norske havområdene - Barentshavet, Norskehavet og Nordsjøen – Rapport fra Overvåkningsgruppen 2021.

Hoffman, D. J., & Albers, P. H. (1984). Evaluation of potential embryotoxicity and teratogenicity of 42 herbicides, insecticides, and petroleum contaminants to mallard eggs. *Archives of Environmental Contamination and Toxicology*, 13(1), 15–27. <https://doi.org/10.1007/BF01055642>

Jakobsen, M., Egelund, L., Hovdan, H., Aabel, J.P. (1998). Nedbrytning av rørledninger over tid.

Jensen, H. K. B., Banica, A., & Bellec, V. K. (2024). Miljøgeokjemiske data og dateringsresultater fra områdene SK04, SK05, SK06, SK07, SK08, SK09, Kvitøyrenna, Rjippfjorden midtre, Rjippfjorden ytre, Utsira nord og NS04 (Skagerrak)—Mareano (2023.020). <https://www.ngu.no/publikasjon/miljokjemiske-data-og-dateringsresultater-fra-omradene-sk04-sk05-sk06-sk07-sk08-sk09>

Jenssen, B. M. (1994). Review article: Effects of oil pollution, chemically treated oil, and cleaning on thermal balance of birds. *Environmental Pollution*, 86(2), 207–215. [https://doi.org/10.1016/0269-7491\(94\)90192-9](https://doi.org/10.1016/0269-7491(94)90192-9)

Kang, J.-H., Aasi, D., & Katayama, Y. (2007). Bisphenol A in the Aquatic Environment and Its Endocrine-Disruptive Effects on Aquatic Organisms. *Critical Reviews in Toxicology*, 37(7), 607–625.

<https://doi.org/10.1080/10408440701493103>

Kirchgeorg, T., Weinberg, I., Hörnig, M., Baier, R., Schmid, M. J., & Brockmeyer, B. (2018). Emissions from corrosion protection systems of offshore wind farms: Evaluation of the potential impact on the marine environment. *Marine Pollution Bulletin*, 136, 257–268. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2018.08.058>

Klima- og miljødepartementet, 2017. Meld. St. 35 – Oppdatering av forvaltningsplanen for Norskehavet

Kouloumpis, V. og Azapagic, A., 2021. A model for estimating life cycle environmental impacts of offshore wind electricity considering specific characteristics of wind farms. *Sustainable Production and Consumption*. Volume 29, Januar 2022, Side 495-506. A model for estimating life cycle environmental impacts of offshore wind electricity considering specific characteristics of wind farms - ScienceDirect

Lu, Y., Zhang, Y., Deng, Y., Jiang, W., Zhao, Y., Geng, J., Ding, L., & Ren, H. (2016). Uptake and Accumulation of Polystyrene Microplastics in Zebrafish (*Danio rerio*) and Toxic Effects in Liver. *Environmental Science & Technology*, 50(7), 4054–4060. <https://doi.org/10.1021/acs.est.6b00183>

Lusher, A. (2015). Microplastics in the marine environment: Distribution, interactions and effects. *Marine Anthropogenic Litter*, 245–307.

Miljødirektoratet, 2020. Norske landbaserte kilder til mikroplast. Kartlegging av landbaserte mikroplastkilder i Norge og oppdatering av utslippsestimater. M-1910

Miljødirektoratet, 2019. Avfallsplan 2020 – 2025. Status og planer for avfallshåndtering, inkludert avfallsforebyggingsprogram. M-1582|2019

Miller, M. E., Hamann, M., & Kroon, F. J. (2020). Bioaccumulation and biomagnification of microplastics in marine organisms: A review and meta-analysis of current data. *PloS One*, 15(10), e0240792.

Morandini, L. A., & O'Hara, P. D. (2016). Offshore oil and gas, and operational sheen occurrence: Is there potential harm to marine birds? *Environmental Reviews*, 24(3), 285–318.

NVE, 2023. Identifisering av utredningsområder for havvind. <https://veiledere.nve.no/havvind/identifisering-av-utredningsomrader-for-havvind/>

NVE, 2024a. Føringer for fagutredningene; referanseturbin og referanseprosjekt. Oversendt til DNV fra NVE den 20. februar 2024.

NVE, 2024b. NVE Karttjenester

Passow, U. and Lee, K. (2022) 'Future oil spill response plans require integrated analysis of factors that influence the fate of oil in the ocean', *Current Opinion in Chemical Engineering*, 36, p. 100769. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.coche.2021.100769>.

Sergiienko, N.Y., L.S.P. da Silva, E.E. Bachynski-Polić, B.S. Cazzolato, M. Arjomandi, og B. Ding, 2022. Review of scaling laws applied to floating offshore wind turbines. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. Volume 162, Juli 2022. Review of scaling laws applied to floating offshore wind turbines – ScienceDirect

Skilbred, Anders (2024). Personlig meddelelse med detaljer oversendt i e-post datert 29 mai 2024

Sonke, J.E., Teisserenc, R., Heimbürger-Boavida, L.E., Petrova, M.V., Maruszczak, N., Le Dantec, T., Chupakov, A.V., Li, C.X., Thackray, C.P., Sunderland, E.M., Tananaev, N. og Pokrovsky, O.S. 2018. Eurasian river spring flood observations support net Arctic Ocean mercury export to the atmosphere and Atlantic Ocean. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 115(50).

<https://doi.org/10.1073/pnas.1811957115>

Susanti, N. K. Y., Mardiatuti, A., & Wardiatno, Y. (2020). Microplastics and the Impact of Plastic on Wildlife: A Literature Review. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 528(1), 012013.

<https://doi.org/10.1088/1755-1315/528/1/012013>

Ugwu, K., Herrera, A., & Gómez, M. (2021). Microplastics in marine biota: A review. *Marine Pollution Bulletin*, 169, 112540. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2021.112540>

Walkinshaw, C., Tolhurst, T. J., Lindeque, P. K., Thompson, R. C., & Cole, M. (2023). Impact of polyester and cotton microfibers on growth and sublethal biomarkers in juvenile mussels. *Microplastics and Nanoplastics*, 3(1), 5. <https://doi.org/10.1186/s43591-023-00052-8>

Weideborg, M., Vik, E.A., Bakke, S., Stang, P., Hem, L.J. (1999). Virkning på marint miljø av miljøskadelige stoffer i rørledninger.

Yu, L., Xia, W., & Du, H. (2024). The toxic effects of petroleum pollutants to microalgae in marine environment. *Marine Pollution Bulletin*, 201, 116235. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2024.116235>



Om DNV

Vi er et globalt selskap innen kvalitetssikring og risikohåndtering med tilstedeværelse i over 100 land. Vårt formål er å sikre liv, verdier og miljøet. Med vår unike tekniske ekspertise og uavhengighet bistår vi våre kunder med å forbedre sikkerhet, effektivitet og bærekraft.

Enten vi godkjenner et nytt skipsdesign, optimerer energiproduksjonen fra en vindmøllepark, analyserer sensordata fra en gassrørledning eller sertifiserer verdikjeden til en matprodusent, hjelper vi våre kunder med å ta gode og riktige beslutninger og øke tilliten til virksomheten, produktene og tjenestene deres. Verden er i endring. Vi kan påvirke utviklingen. Sammen skal vi takle de globale utfordringene og omstillingene vi vil møte.