

# Påvirkninger på miljøet i de frie vannmassene fra utslipp av treflis i Norskehavet

Akvaplan-niva AS Rapport: 2024 65666.01



# Påvirkninger på miljøet i de frie vannmassene fra utslipp av treflis i Norskehavet

Forfatter(e)	Lars-Henrik Larsen, Chris Emblow, Nina Mikkelsen
Dato	13. mars 2024
Rapport nr.	2024 65666.01
Antall sider	38
Distribusjon	Gjennom kunden
Kunde	Running Tide Norway AS
Kontaktperson	Tore Waaland

## Sammendrag

Running Tide Norway AS (RTN) ønsker å teste ut offshore utplassering av treflis som en metode til fjerning av CO<sub>2</sub> fra atmosfæren. Tanken er at utsynking av treflis til dyphavsområder (>3000 m dyp) vil overføre biomasse til dyphavet, og dermed utgjøre et positivt bidrag i klimaregnskapet.

Akvaplan-niva har, på bakgrunn av eksisterende kunnskap, vurdert påvirkning på pelagiske marine organismer og sjøfugl ved planlagt utsetting av inntil 50 000 tonn treflis/år på to mulige slipp-punkt i det sentrale Norskehavet. Treflisen vil bestå av restvirke fra norsk skogbruk som kuttes til flis på et anlegg på land, og utsettes på sjøoverflaten fra en leker. RTN har opplyst at biomassen vil bestå av partikler med størrelse mellom 0 og 10 cm (95-97%) og kalkprodukter (kalsiumoksid/kalsiumkarbonat og/eller kalkovnstøv (LKD) (3-5%)) som er mikset inn i tremassen på land før utplassering.

Mange arter foretar næringsvandring til Norskehavet, inkludert området hvor slipp-punkt er tenkt plassert. Basert på tilgjengelig litteratur og RTN sin beskrivelse av tiltaket er det foretatt en vurdering for 11 fiskearter. Haiarten brugde er sterkt truet og kan være sårbar for påvirkning på grunn av sin beiteadferd. Atlantisk laks er vurdert som nær truet og mange bestander beiter i området. De visuelle predatorer (sild, makrell, laks, rognkjeks, makrellstørje) kan påvirkes noe i en begrenset tidsperiode, men det antas at påvirkningen ikke vil være vesentlig på bestandsnivå. Det forutsettes at partiklene spres såpass raskt at det ikke vil oppstå anoksiske forhold i pelagialen.

Det er generelt sparsomt med detaljerte utbredelsesdata om pelagiske marine ressurser og sjøfugl i det åpne Norskehavet. Hovedtyngden av fisk, plankton og fugl er arter med store utbredelsesområder, både absolutt og sammenlignet med utplasseringsområdene for tremassen. Utplassering vil skje som momentane enkelthendelser der massen spyles av leker og spres på havoverflaten. Spredning og synkeprosessen for massen, samt fordeling og virkninger på havbunnen studeres i egne studier.

Treflis-partikler er næringsfattig og inert. Filtrende organismer, fra små hoppekreps til haiarten brugde, kan uforvarende innta slike partikler og bli påført metabolske kostnader til utskillelse. De fleste partikler vil likevel være for store til at dyreplankton kan innta de.

Det er kjent om utsett av oppkuttet tremasse i havet fører til inntak av dette hos sjøfugl. Likevel kan ikke muligheten for inntak hos fugl utelukkes. Resultatene fra forskning på marint søppel, spesielt plast, og observasjoner av sjøfugl i området indikerer at havhesten er den mest sårbare arten, fulgt av krykkje og lunde.

## Godkjenninger



Lars-Henrik Larsen  
Prosjektleder

Kjetil Sagerup  
Kvalitetskontroll rapport

# Innholdsfortegnelse

FORORD .....	5
1 INNLEDNING.....	6
1.1 Innhold i studien.....	6
2 TILTAKET.....	7
2.1 Klargjøring og utplassering av tremasse .....	9
3 PÅVIRKNINGSFAKTORER KNYTTET TIL TILTAKET .....	10
3.1 Trafikk og transport .....	10
3.2 Sagflis på havoverflaten (initielt) .....	10
3.3 Økt partikkelmengde i vannsøylen. Vertikaltransport .....	10
4 VIRKNINGER PÅ PLANKTON/NEKTON.....	12
4.1 Planteplankton .....	12
4.2 Dyreplankton.....	12
4.2.1 Raudåte.....	12
4.3 Nekton .....	13
5 VIRKNINGER PÅ FISK .....	14
5.1 Røddlistestatus for pelagisk og mesopelagisk fisk .....	14
5.2 Norsk vårgytende sild <i>Clupea harengus</i> .....	15
5.3 Makrell <i>Scomber scombrus</i> .....	17
5.4 Kolmule <i>Micromesistius poutassou</i> .....	19
5.5 Laks <i>Salmo salar</i> .....	21
5.6 Rognkjeks <i>Cyclopterus lumpus</i> .....	24
5.7 Atlantisk blåfinnet tunfisk (Makrellstørje) <i>Thynnus thynnus</i> .....	25
5.8 Snabeluer <i>Sebastes mentella</i> .....	26
5.9 Vanlig uer <i>Sebastes norvegicus</i> .....	27
5.10 Nordlig lysprikkfisk <i>Benthosema glaciale</i> .....	28
5.11 Lodde <i>Mallotus villosus</i> .....	29
5.12 Brugde <i>Cetorhinus maximus</i> .....	30
5.13 Samlet vurdering – virkninger på fisk .....	31
6 VIRKNINGER PÅ FUGLELIV I OMRÅDET .....	33
6.1 Mulige påvirkninger .....	33
6.1.1 Forstyrrelser under utplasseringene .....	33
6.1.2 Inntak av trepartikler .....	34
6.1.3 Forstyrrelse av næringssøk.....	34
7 ÅRSTIDSVARIASJON I PÅVIRKNING.....	35
8 REFERANSER.....	36

## Liste over figurer og tabeller

Figur 1	Mulige lokasjoner for utsett.....	7
Figur 2	Konturer av tettheten av nytt karbon på havbunnen for et eksempel på utplassering sør for Island i 2023.....	7
Figur 3	Modellerte drivbaner ved utplassering med 10 forskjellige utplasseringer.....	8
Figur 4	Modell av overflateavstand og tid for 18 000 (3 år x 12 forskjellige tidspunkt x 10 utplasseringer x 50 sensorer) modellerte baner i løpet av sommeren. ....	8
Figur 5	Utbredelse av Raudåte. ....	13
Figur 6	Kategorier anvendt i norsk rødliste for arter . ....	15
Figur 7	Utbredelse av norsk vårgytende sild.....	16
Figur 8	Utbredelse makrell . ....	18
Figur 9	Årlig fordeling av makrell i forhold til den relative fordelingen av gjennomsnittlige makrellfangstrater per standardiserte rektangler (2° lat. x 4° lon.). ....	19
Figur 10	Utbredelse kolmule. ....	20
Figur 11	Utbredelse Atlantisk laks. ....	21
Figur 12	Arealbruk av Atlantisk laks under havvandring basert på merkeforsøk . ....	22
Figur 13	Geografisk utbredelse av innsamlet post-smolt atlantisk laks.. ....	23
Figur 14	Geografisk variasjon i sannsynlighet for å finne ulike byttedyr i post-smolt mager i områder i det nordøstlige Atlanterhavet.. ....	24
Figur 15	Utbredelse for rognkjeks . ....	25
Figur 16	Utbredelse av makrellstørje. ....	26
Figur 17	Utbredelse av snabeluer . ....	27
Figur 18	Utbredelse vanlig uer . ....	28
Figur 19	Prøvestasjoner for lysprikkfisk i tidligere studier.....	29
Figur 20	Utbredelse av lodde . ....	30
Figur 21	Utbredelse brugde . ....	31
Figur 22	Beiteadferd hos brugde . ....	31
Tabell 1	Rødlistestatus for aktuelle fiskearter i 2021, 2015 og 2010.....	15
Tabell 2	Beregnet tilstedeværelse for fugl i utpasseringsområdet ved ulike årstider.....	33

## Forord

Akvaplan-niva har på oppdrag fra Running Tide Norway (RTN) AS vurdert mulige virkninger på det marine miljøet ved utslipp av treflis i Norskehavet. Vurderingene baserer seg på RTN sine opplysninger om lokalisering og omfang av planlagt tiltak. Oppgavens omfang er beskrevet av RTN og vurderingene omfatter plankton, fisk og sjøfugl i åpne deler av Norskehavet.

Det er benyttet eksisterende opplysninger i åpent tilgjengelige databaser og litteratur. Studien omfatter ikke feltarbeid eller laboratorieanalyser av innsamlet materiale.

Akvaplan-niva takker Running Tide Norway ved Tore Waaland for et interessant og utfordrende oppdrag

Tromsø, 13. mars 2024.



Lars-Henrik Larsen

# 1 Innledning

Running Tide Norway (RTN) ønsker å teste ut fjerning av karbondioksid fra atmosfæren ved hjelp av vertikal utsynking av treflis til dyphavet.

Som en innledning, og som et vedlegg til søknad om tillatelse til virksomhet etter Forurensningsloven har Akvaplan-niva fått i oppdrag å vurdere miljøvirkninger av utslipp av inntil 200 000 tonn treflis til sjøoverflaten i Norskehavet over en fireårs periode. Det planlegges utsett av inntil 50 000 tonn/år, fordelt på inntil fem utsett av 10 000 tonn pr gang.

RTN har opplyst at biomassen vil bestå av treflis – størrelse mellom 0 og 10 cm (95-97%) og kalkprodukter (kalsiumoksid/kalsiumkarbonat og/eller kalkovnstøv (LKD) (3-5%)) som er mikset inn i tremassen på land før utplassering.

## 1.1 Innhold i studien

Vurderingene skal baseres på offentlig tilgjengelig miljøinformasjon, og er av RTN definert på følgende måte:

I forbindelse med at RTN er i en søknadsprosess til Miljødirektoratet om utsetting av 50 000 tonn årlig med biomasse<sup>1</sup> (treflis og kalk) i fire år (totalt 200 000 tonn over en fireårsperiode), ønsker RTN at Akvaplan-niva gjennomfører en vurdering av mulige konsekvenser i den pelagiske sonen av en slik utplassering. Studien ønskes rettet mot økologisk forhold i et aktuelt utplasseringsområde i det sentrale Norskehavet.

RTN har gjennomført en vurdering av økologiske påvirkning og identifisert følgende risikomomenter og ønsker en uavhengig vurdering av disse elementene:

- Plankton/Nekton
  - Planteplankton
  - Dyreplankton
    - Mikrozooplankton
    - Makrozooplankton
  - Nekton (annet enn fiskene nevnt under)
- Fisk
  - Norsk vårgytende sild
  - Makrell
  - Laks
  - Rognkjeks
  - Atlantisk blåfinnet tunfisk
  - Kolmule
  - Lodde
  - Snabeluer/Uer
  - Lysprikkfisk
  - Brugde
- Fugleliv i området

---

<sup>1</sup> Fra Store Norske Leksikon: Biomasse er i sammenheng med energi en fellesbetegnelse på organisk materiale som stammer fra organismer som nylig har levd, og som brukes til produksjon av bioenergi. Dette i motsetning til begrepet bruk i økologien, der biomasse er betegnelsen for vekt av alt levende materiale i et økosystem.

## 2 Tiltaket

Running Tide Norway vil sette ut opp mot 10 000 tonn per utplassering på en bestemt lokasjon. På bakgrunn av modellstudier og in-situ målinger av overflatestrøm er det foreslått to lokasjoner for utplassering:

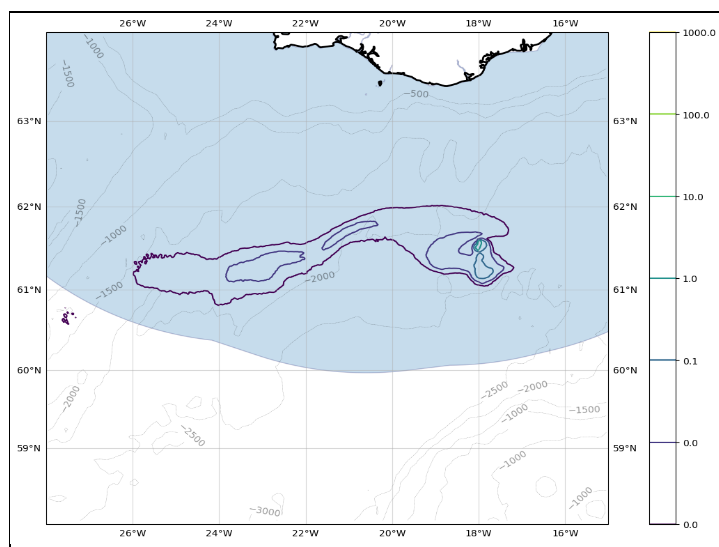
- 1) 69,5°N, 6 °E
- 2) 69,88°N, 2,88°E

Vanndypet i området varierer mellom 2000 og 3600 meter.

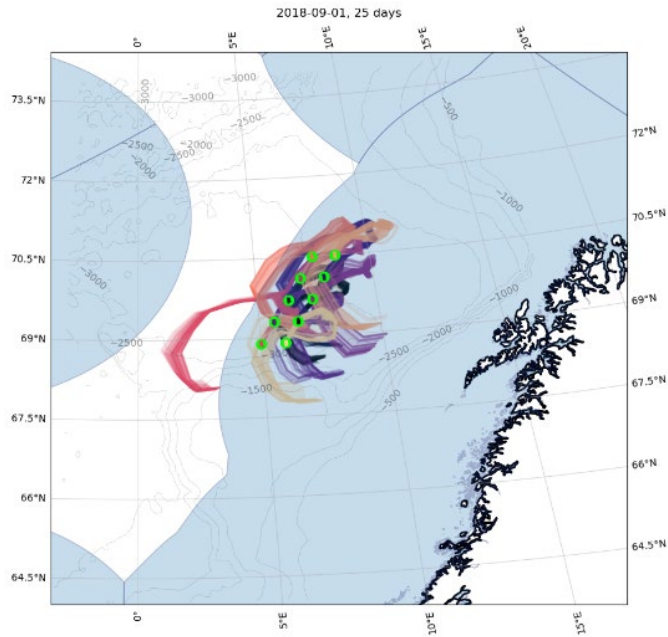


Figur 1 Begge mulige lokasjoner for utsett ligger innenfor det blå rektangel. Lokasjon 1 er i innenfor norsk økonomisk sone (NØS mørk blå bakgrunnsfarge), mens lokasjon 2 er plassert lengre mot vest og ligger i internasjonalt farvann (lys blå bakgrunnsfarge) utenfor NØS.

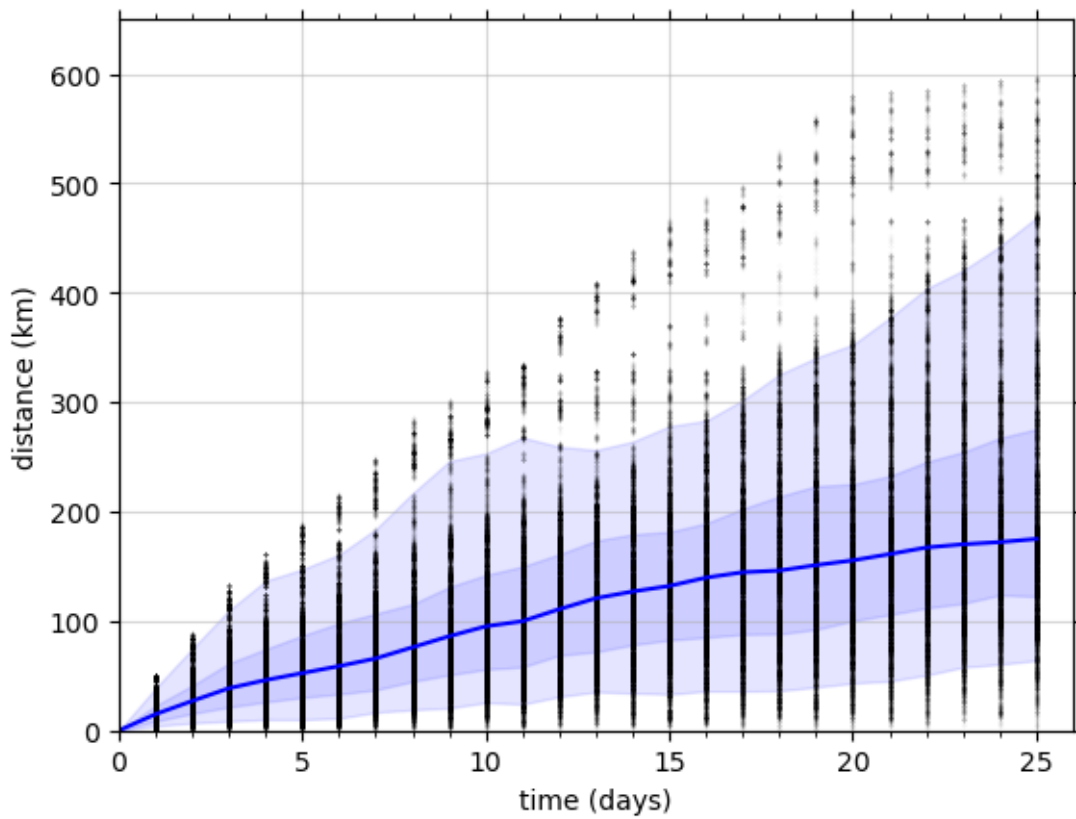
Begge lokasjonene er valgt med basis i at biomassen/treflisene, etter en periode på 0-20 dager vil spre seg ut og synke i et område hvor det er dyphavsletter og vanddyper er mer enn 1000 meter. Studiens formål er ikke å verifisere utsynking eller spredning, men på generisk grunnlag å vurdere påvirkninger på plankton, fisk og fugl i de berørte områdene. Andre studier vurderer påvirkninger på bunnmiljøet og modellerer spredning



Figur 2 Konturer av tettheten av nytt karbon på havbunnen for et eksempel på utplassering sør for Island i 2023. Farger er representative for ulike tetthetsnivåer i logaritmisk skala, det høyeste tetthetsområdet ved titalls gC/m<sup>2</sup>.



Figur 3 Modellerte drivbaner ved utplassering med 10 forskjellige utplassinger (grønne punkter), september 2018 (Kilde: RTN).



Figur 4 Modell av overflateavstand og tid for 18 000 (3 år x 12 forskjellige tidspunkt x 10 utplassinger x 50 sensorer) modellerte baner i løpet av sommeren (april til oktober) 2018, 2019 og 2022. Svarte punkter viser individuell bane (Kilde: RTN).



## 2.1 Klargjøring og utplassering av tremasse

Overskudds-trevirke fra norsk skogbruk vil bli transportert til et behandlingsanlegg på Averøy ved Kristiansund. Transport vil hovedsakelig foregå med båt. Trevirket vil bestå av gran, furu, bjørk og osp.

På Averøy vil trevirke bli flist opp i kuttemaskiner umiddelbart etter ankomst. Kutteprosessen vil gå kontinuerlig for å sikre raskest mulig oppkutting av trevirket. Det er ønskelig å lagre oppkuttet treflis kortest mulig for å unngå fordampning, som ventes å kunne føre til lengre oppholdstid for treflisen på sjøoverflaten etter utplassering.

En kuttemaskin vil teoretisk klare å kutte opp ca. 10 000 tonn trevirke, som er den mengde som planlegges pr utplassering, i løpet av 14 -30 dager (maksimal kuttekapasitet pr maskin er 100-200 rommeter trevirke/time). Treflisen lastes på en lekter som slepes til utsettingsområdet. Før ombordlastning vil det bli tilført kalk til tremassene gjennom å blande kalken med treflisen ved hjelp av store sementblandere.

Utgangspunktet er utplassering av 10 000 tonn trevirke pr enkeltoperasjon. Men dersom forhold taler for å dele opp i mindre utplasseringer, eksempelvis to utslipp a 5000 tonn med f.eks. en kilometers avstand mellom, er dette teknisk mulig. Det vil i utgangspunktet være mulig å foreta utsett til alle årstider.

Sagflis kan forbruke oksygen i vannet når det brytes ned. Dette kan ved store mengder føre til oksygensvikt og anoksiske forhold, hovedsakelig ved og på bunnen. Det ventes at omsetning og nedbrytning vil være minimal i de frie vannmassene, da partiklene kun ventes å oppholde seg der i noen få dager. Hovedtyngden av omsetningen vil foregå etter at partiklene har sedimentert på bunnen. Spredningen av sagflisen, både horisontalt og vertikalt gjennom vannsøylen vil minimere og sannsynligvis utelukke oksygensvikt som en påvirkning i pelagialen.

## 3 Påvirkningsfaktorer knyttet til tiltaket

Den planlagte utplasseringen av treflis rommer en rekke påvirkningsfaktorer som er aktuelle for foreliggende studie:

### 3.1 Trafikk og transport

Innsamling og transport av tre til behandlingsanlegg på land belyses ikke i foreliggende studie. Uttransport fra landanlegg til slippområde vil medføre skipstrafikk til og fra utslippsområdet. Skipstrafikk medfører utslipp til luft og sjø og fysisk påvirkning i øvre del av vannmassen (forflytning av vann). Avhengig av årstid ventes påvirkningen å variere, men passasje av et enkelt fartøy som går mellom landanlegg og slippområde vurderes å være neglisjerbar. Karbonutslipp i forbindelse med utplassering vil bli inkludert i det endelige CO<sub>2</sub> regnestykket som fratrekk.

### 3.2 Sagflis på havoverflaten (initielt)

Treflis sluppet til sjø vil umiddelbart etter utplassering drive på sjøoverflaten i nærheten av utslippsområdet. RTN har foretatt tilsvarende utplasseringer av treflis sør for Island sommeren 2023 (Figur 2). Her ble tremassen spylt av en flat lekter ved hjelp av vannkanoner, en metode som også vurderes i foreliggende sammenheng, og var synlig på havoverflaten i noen få timer etter utslipp.

### 3.3 Økt partikkelmengde i vannsøylen. Vertikaltransport

Treflisen vil gradvis absorbere vann og synke nedover i vannsøylen. Dette vil gi økt turbiditet og kan hemme nedtrengning av lys i vannsøylen. Partiklene vil være relativt inerte, og inneholde svært lite næringstoffer. Filtrerende organismer som, bevist eller ubevisst, inntar denne typen "fiberkost" vil bli påført ekstra energiutgifter til å kvitte seg med uegnede partikler, og ekstra tidsbruk til leting etter næringspartikler. Dette omfatter bl.a. gopler, vannlopper og salper.

Treflis-partiklene kan muligvis ha en irriterende virkning på gjeller hos fisk og evertebrater, og kan muligvis også påvirke bioluminescens hos mesopelagisk fisk og dyreplankton.

Treflisen kan frigi kjemiske stoffer når det brytes ned. Disse kan skade marint liv gjennom toksiske effekter og påvirkninger på næringskjeder. De fleste studier har sett på påvirkninger fra tre-avfall og sagmugg som har medført utlekking og tilgrising av innelukkete vannområder, som fjorder eller ferskvann.

En studie av Charles m.fl., (2016) beskriver hvordan nedbrytning av grove kuttemasser påvirker det marine miljøet. Denne nedbrytningen er en kompleks prosess (Fojutowski m.fl., 2014) som er påvirket av både oksygenforhold, temperatur og saltholdighet i vannet og egenskapene til de enkelte trebiter (Björdal og Nilsson, 2008). Det er imidlertid generelt sett ikke beskrevet negative virkninger i det marine miljøet.

Geografisk og vertikal spredning av tremassen tynner denne ut og begrenser dermed effekten av suspendert materiale i vannsøylen. Spredning fører også til reduksjon av mulig påvirkning på primærproduksjon, lysmengde (sikt) og beiteaktivitet. Høye konsentrasjoner av sagflis ventes å ville forekomme i svært begrensede tidsperioder.

Når tremateriale tilføres akvatiske miljø kan sigevannet som genereres potensielt påvirke vannkvaliteten lokalt og påvirke akvatiske organismer negativt. Ved produksjon av

kompositt materiale som Medium Density Fiberboard (MDF) fra trevirke er utlekking fra tremassen ofte et problem (Dorieh m.fl., 2021). De viktigste stoffer som lekker ut er naturlige fenoler, tanniner og lignin. Slik produksjon kan generere betydelige mengder utlekking. Men de vanlige norske tresortene bjørk, gran og furu inneholder mindre mengder fenoler og tanniner enn tropisk hårdtømmer.

Utsig av væske (no: sivevann, eng: leachate) kan også oppstå mens sagflis ligger lagret på land før utskipning. Hvis lagret sagflis ligger eksponert for regn og nedbør lengre tid før utskipning, kan det lokalt skje utlekking i mer konsentrert form enn det som vil skje når sagflisen spres i havet (Svensson, m.fl., 2014). Mengde og sammensetning på sivevann fra treflis vil avhenge av partikkelstørrelsen, og jo finere partikler, jo mer utvasking vil kunne finne sted.

Ved utslipp av sivevann i det marine miljø i forbindelse med utslipp av treflis kan det lokalt skje en forringelse av vannkvaliteten (Pilgård, m.fl., 2010). Dette kan skyldes utlekking av flyktige organiske forbindelser (VOCs), metaller, polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAHs) dioxin eller furaner. Slike kjemiske stoffer har skadelige miljøegenskaper.

Ved fremstilling av sagflisen vil det kun bli benyttet rent, ubehandlet trevirke. Forurensning fra bruk av behandlet, f.eks. trykkimpregnert, virke vil dermed ikke være en aktuell problemstilling. Det er også opplyst fra RTN at det ikke vil være søppel, plastikk, kjemikalier fra kappemaskineriet (smøreolje, hydraulikkolje) eller motorolje i tremassen.

Avbøtende tiltak for å redusere effekter av sivevann kan være å redusere lagringstid mellom treflisproduksjon og utslipp av treflis i marint miljø. Tiltak bør også vurderes for å redusere vær-eksponering av treflis under lagring før utslipp.

## 4 Virkninger på plankton/nekton

Plankton er betegnelsen for organismer som har såpass liten egenbevegelse at de er prisgitt de overordnede strømmønstre i havet. Mikroalger og maneter er eksempler på planktoniske organismer.

### 4.1 Planteplankton

Planteplankton foretar fotosyntese i de øvre vannlagene når det er tilstrekkelig sollys. I det planlagte utslippsområdet er det generelt for lite sollys til fotosyntese fra oktober til februar, og våroppblomstringen skjer i perioden april – juni, senere jo lengre nord. Utover sommeren forbrukes næringssaltene i de øvre vannlagene, og planteplanktonets vekst begrenses av næringssaltmangel (trass i at det fortsatt er lys). I områder med omrøring og upwelling av næringsrikt dypvann kan planteplanktonet opprettholde høyere produksjon også gjennom sommeren og tidlig høst.

Utplassering av sagflis kan teoretisk hemme sollysets nedtrenging i vannet og derved begrense fotosyntese. Det vurderes likevel som et ubetydelig areal som påvirkes i en svært kort periode, og målbare økologiske virkninger på planteplanktonets fotosyntese vurderes å være usannsynlig.

### 4.2 Dyreplankton

Kunnskap om dyreplanktonartenes mengder, fordelinger, produksjon og trofiske interaksjoner (beiting) innenfor det sentrale Norskehavet er ifølge Havforskningsinstituttet begrenset og meget mangelfull på større dyp enn 700-1000 meter (Kutti m.fl., 2021).

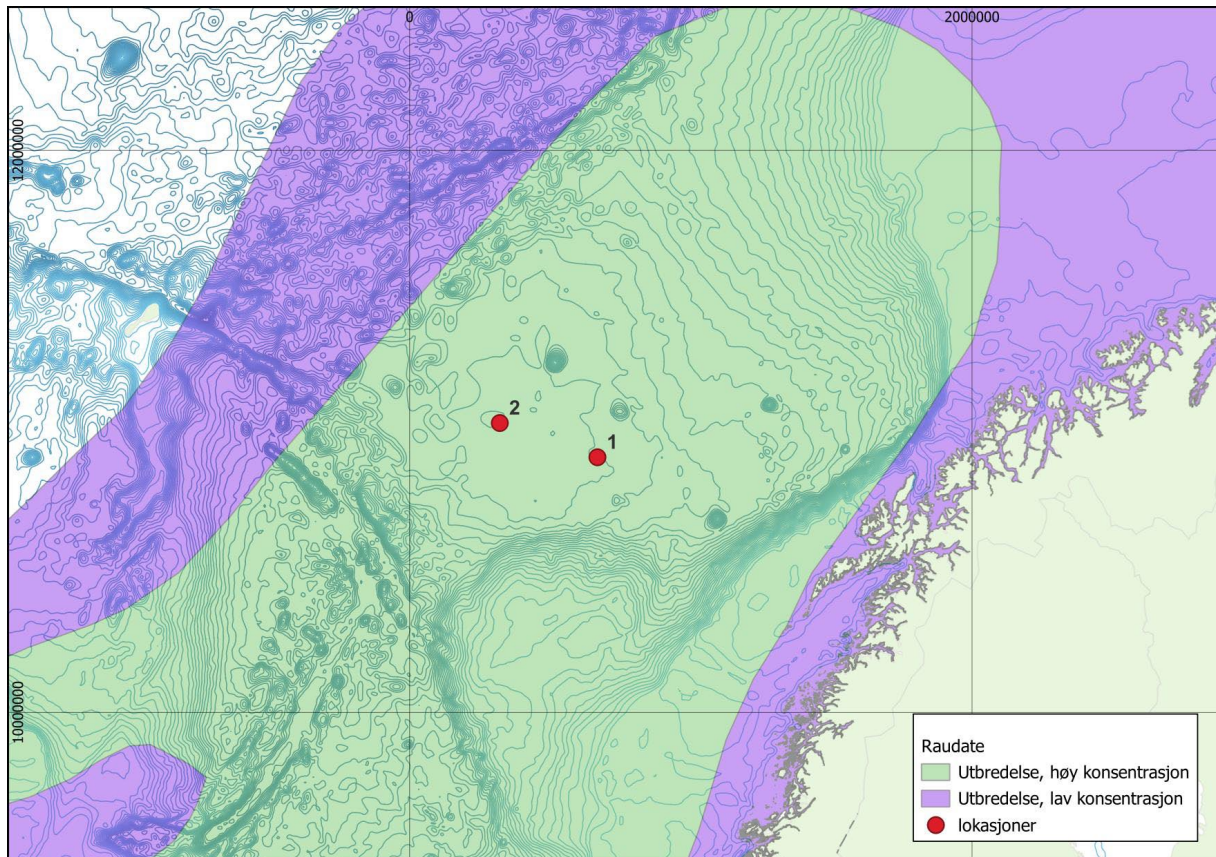
Dyreplankton beiter på planteplankton, ofte ved å filtrere vannet for partikler av egnet størrelse. Om det forekommer stor tetthet av næringsfattige partikler kan dyreplankton få problemer med at næringsinnholdet i maten rett og slett blir for lavt, og de må filtrere et større vannvolum for å dekke sitt energibehov. Også adhesjon av partikler til respirasjonsorganer eller til slimdekte overflater på arter som bl.a. maneter kan forventes.

I likhet med planteplankton er dyreplankton i det åpne havet utbredt over store områder, og det forventes lite eller svært begrenset overlapp mellom høye konsentrasjoner av sagflis og tette ansamlinger av dyreplankton. Også for dyreplanktonet generelt er våren (april-juni) den mest aktive årstiden med bl.a. reproduksjon hos hoppekreps som raudåte.

#### 4.2.1 Raudåte

Raudåte, *Calanus finmarchicus*, er en nøkkelart i Norskehavets økosystem. Denne lille hoppekrepsen er bare 2-4 millimeter lang, men i kraft av sin tallrikhet er denne arten viktig som mellomledd mellom planteplanktonet, som den beiter på, og fiskebestander som sild makrell og ung lodde som igjen beiter på raudåta.

Raudåte har en ettårig livssyklus, den gyter i de øvre vannlagene om våren og overvintrer på større dyp. Sagflispartiklene som planlegges utplassert har en slik størrelse at de ikke er mulige næringspartikler for raudåte; hovedparten av partiklene er rett og slett for store.



Figur 5 Utbredelse av Raudåte (*Calanus finmarchicus*) i Norskehavet (Kilde: Havforskningsinstituttets temasider).

### 4.3 Nekton

I motsetning til plankton som driver passivt med havstrømmene, er nekton i stand å svømme mot havstrømmer og selv "bestemme" hvor hen de ønsker seg. Nekton kan aktivt unngå områder med suboptimale miljøforhold, f.eks. høy turbiditet, lav oksygenmetning eller ubehagelig høye/lave temperaturer. Beinfisk, haier, reker, blekksprut og hvaler er eksempler på nekton.

Vi fokuserer i denne studien på en rekke fiskearter som finnes i det sentrale Norskehavet (kapittel 5).

## 5 Virkninger på fisk

Slippområdet omfatter utelukkende åpne havområder over stort dyp, slik at kysttilknyttede arter omtales ikke eller kun i det omfang de tilbringer deler av deres livssyklus innenfor området. Demersal fisk omfattes ikke av foreliggende studie.

Felles for fiskebestandene i det åpne Norskehavet er at de er utbredt over svært store områder, og det foregår generelt lite fiskeri. Det område/vannvolum som forbigående vil inneholde treflis er marginalt sammenlignet med utbredelsesområdene for de aktuelle fiskeartene.

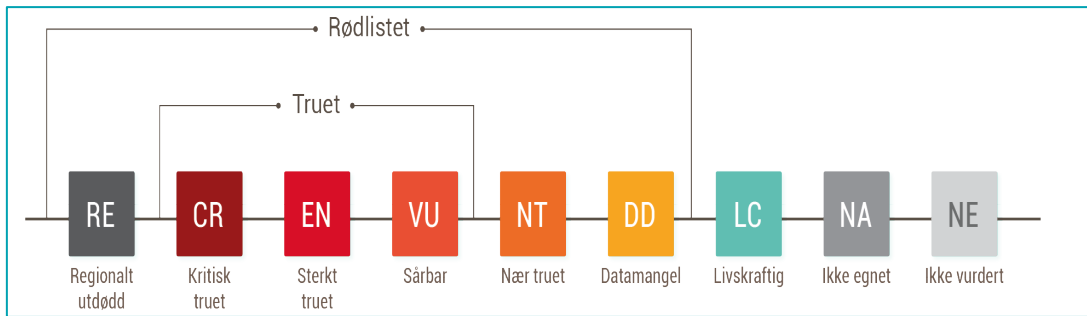
Det er identifisert en rekke pelagiske fiskearter som forekommer i det sentrale Norskehavet og som kan bli eksponert for treflisen. Sild, makrell, lodde, laks, rognkjeks og makrellstørje holder seg i de øvre vannlag, mens kolmulen ofte finnes på dypere vann, mellom 200 og 500 meter (Kutti m.fl., 2021). Av disse er spesielt sild, makrell og kolmule viktige kommersielle arter som beiter på dyreplankton som krill og rauåte (Eriksen m.fl., 2021). Disse artene er visuelle predatorer, det vil si at de bruker synssansen for å oppdage og jakte på- eller filtrere vannmassene for byttedyr. Økt partikkelmengde i vannsøylen kan påvirke visuelle predatorer. Plantespisere som filtrerer vannmassene i forbindelse med beiting, kan utsettes for påvirkning av gjeller. Treflis-partiklene kan muligvis ha en irriterende virkning på gjeller hos fisk og evertebrater, samt bioluminescens hos lysprikkfisk.

Utbredelse, vandringsmønster, gyteområder og tidspunkt, økologisk betydning (beiteadferd, predatorer) og rødlistestatus gjennomgås for følgende arter:

- Norsk vårgytende sild *Clupea harengus*
- Kolmule *Micromesistius poutassou*
- Makrell *Scomber scombrus*
- Laks *Salmo salar*
- Rognkjeks *Cyclopterus lumpus*
- Atlantisk Blåfinnet tunfisk (Makrellstørje) *Thynnus thynnus*
- Lodde *Mallotus villosus*
- Snabeluer *Sebastes mentella*
- Uer *Sebastes norvegicus*
- Nordlig lysprikkfisk *Benthosema glaciale*
- Brugde *Cetorhinus maximus*

### 5.1 Rødlistestatus for pelagisk og mesopelagisk fisk

I Norsk rødliste for arter er artene kategorisert i grupper etter risiko for å dø ut fra Norge (Tabell 1). Lista er utarbeidet av Artsdatabanken i samarbeid med fagekspertene (Artsdatabanken, 2021a). Kategorien livskraftig (LC) har livskraftige populasjoner og når ikke opp til kriterier for å stå på rødlista (Artsdatabanken, 2021b). Arter som er klassifisert som "Ikke egnet" (NA) omfatter arter som ikke skal bedømmes på nasjonalt nivå (eksempelvis Makrellstørje). Arter i gruppen NE benyttes for arter eller slekter med dårlig utredet taksonomi, svært dårlig kunnskaps-grunnlag eller mangel på tilgjengelig kompetanse for å kunne gjøre vurderinger.



Figur 6 Kategorier anvendt i norsk rødliste for arter (Kilder: Artsdatabanken 2021a).

Fiskeartene som har sin utbredelse i det aktuelle området og som ble vurdert som truet på norsk rødliste i 2021 var vanlig uer og brugde (Tabell 1). Ingen av de aktuelle fiskeartene her har så dårlig datagrunnlag at de er plassert i kategorien NE. Bestanden av snabeluer har, etter strenge reguleringer, kommet seg opp fra vurdering som sårbar i 2010 og har blitt vurdert som livskraftig i 2015 og 2021.

Brugde er vurdert av den internasjonale unionen for vern av natur (IUCN) som sterkt truet i Europa (Sims m.fl., 2015). Makrellstørje returnerte til norske farvann i 2012 og var ikke vurdert i 2010 og 2015. Den østlige gytekomponenten av makrellstørje ble i 2021 vurdert som livskraftig bestand både på Norsk rødliste og av IUCN.

Arealendringer, høsting, klimaendringer, forurensning og fremmede arter er viktige påvirkningsfaktorer som kan medføre reduksjon i arters leveområder og at populasjoner reduseres (Artsdatabanken, 2021c).

Tabell 1 Rødlitestatus for aktuelle fiskearter i 2021, 2015 og 2010 (Kilde: Artsdatabanken, 2021a).

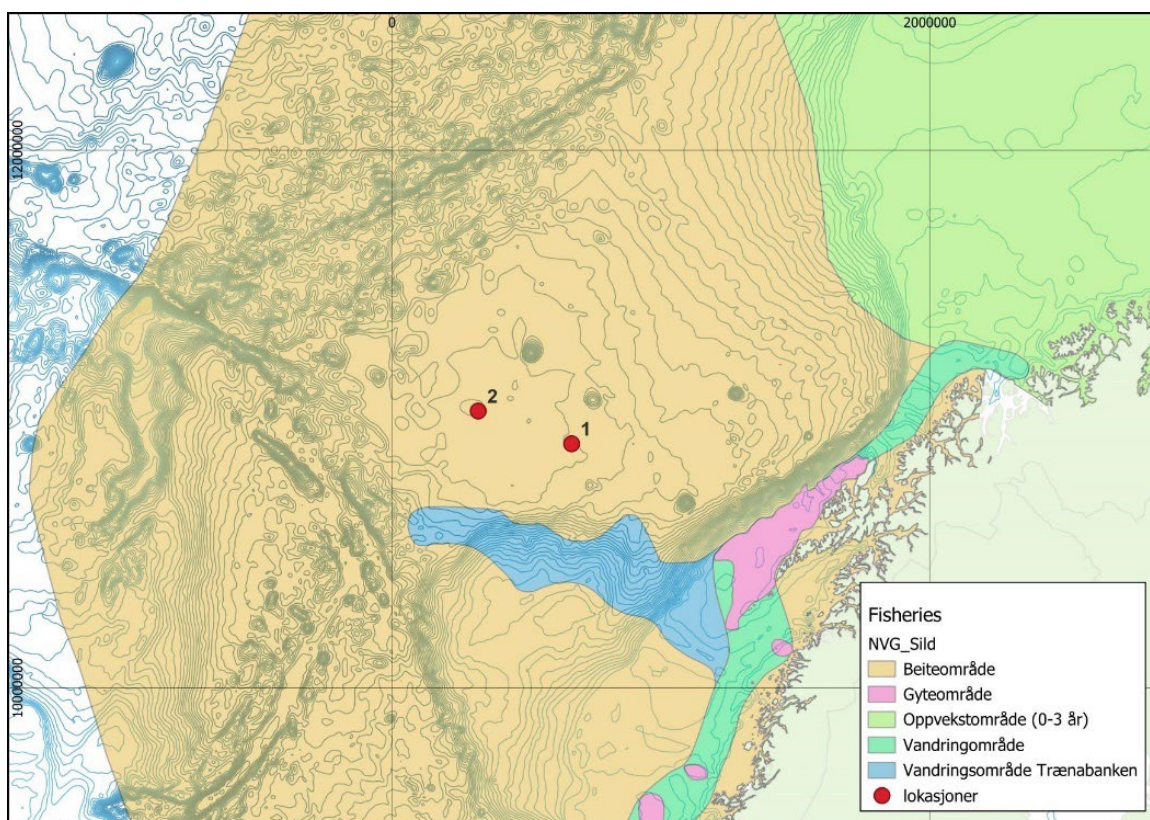
Art	2021	2015	2010
<b>Norsk vårgytende sild</b>	LC	LC	LC
<b>Makrell</b>	LC	LC	LC
<b>Laks</b>	NT	LC	LC
<b>Rognkjeks</b>	LC	LC	LC
<b>Makrellstørje</b>	LC	NA	NA
<b>Kolmule</b>	LC	LC	LC
<b>Snabeluer</b>	LC	LC	VU
<b>Vanlig uer</b>	EN	EN	EN
<b>Nordlig lysprikkfisk</b>	LC	LC	LC
<b>Brugde</b>	EN	EN	EN

## 5.2 Norsk vårgytende sild *Clupea harengus*

### Utbredelse

Sild er en utpreget pelagisk stimfisk og i norske hav- og kystområder finnes det flere bestander. Norsk vårgytende sild (NVG) har et stort utbredelsesområde som varierer med ulike livsstadier og størrelsen på bestanden (Figur 7).

Utbredelsesområdet for sild har også variert i løpet av de siste 100 årene. I Norskehavet beiter den voksne delen av bestanden om sommeren og tidlig høst, før de vandrer inn mot kysten og fjorder i Nord-Norge til overvintringsområdene. NVG har sine hovedgytefelt utenfor kysten av Møre hvor de gyter i februar- mars, men det er også gyting langs kysten av Nordland og Vesterålen (Havforskningsinstituttet, 2023a). Silda legger eggene på bunnen hvor de klekker etter ca. tre uker. Sildelarvene drifter deretter nordover med kyststrømmen og inn i oppvekst-områdene i Barentshavet. Sildelarvene vokser i hovedsak opp i Barentshavet (Eriksen m.fl., 2021), og slutter seg til den voksne bestanden når de er ca. 3-4 år. Hovedoppvekst-området for NVG har etter bestandskollaps på 1960-1970 tallet vært i Barentshavet. Etter gyting foretar den voksne silda næringsvandring ut i havområdene mellom Norge og mot Grønland. Overvintringsområdene for sild har variert, men generelt er det kystnære områder og fjorder i Nord Norge.



Figur 7 Utbredelse av norsk vårgytende sild (NVG, *Clupea harengus*). Beiteområde, gyteområde, oppvekstområde (0-3 år), vandringområde og spesifikt vandringområde på Trænabanken. Lokasjoner ● (Kildedata: Havforskningsinstituttet).

### Økologisk rolle

NVG har en viktig økologisk rolle for økosystemene langs kysten, i Barentshavet og i Norskehavet. NVG omsetter energi fra plankton og oppover i næringskjeden ettersom den selv er viktig byttedyr i ulike livsfaser for annen fisk, sjøfugl og sjøpattedyr. Sild lokaliserer byttedyr ved hjelp av synet og foretar vertikalvandring i vannsøyla. Siden 2010 har silda i større grad beitet i randsonene mot vest og nord i Norskehavet og ikke i de sentrale delene som tidligere har vært viktige beiteområder (Miljødirektoratet, 2022).



### Kommersiell verdi

NVG er en svært viktig fiskeressurs for Norge og internasjonal fiskeflåte som har fiskerettigheter i norske farvann og som fisker i internasjonalt farvann.

### Bestandsstatus

Det har siden 2008 vært nedgang i bestanden, mye på grunn av svakere rekruttering. Siste bekreftede sterke årsklasse er 2016. Når fiskeriene har tatt ut mer enn 30% over kvoterådene siden 2013, er også fiskeriene delaktig i å svekke bestanden (Albretsen m.fl., 2023).

### Sårbarhet for treflis

Sårbarhet for treflis-partikler i forbindelse med beiteaktivitet i Norskehavet. Stimadferd kan også gjøre arten sårbar ettersom svært store tettheter av fisk kan forekomme på små områder. Som visuell predator, kan eventuell påvirkning av lysforhold påvirke fiskens evne til å oppdag og jakte på byttedyr. Ved filtrering av vannmasser kan gjeller påvirkes av forurensning og større partikler.

## **5.3 Makrell *Scomber scombrus***

### Utbredelse

Makrell har en vid utbredelse og foretar store vandringer og har de siste 10-15 årene utvidet utbredelsesområde nordover (Figur 8, Nøttestad m.fl., 2023, Eriksen m.fl., 2021, Havforskningsinstituttet 2022b). Om sommeren beiter makrellen i Norskehavet (Figur 9). Den nordlige utvidelsen av utbredelsesområdet har også påvirket utbredelsen på høsten og vinteren, med økt tilstedeværelse i norske farvann gjennom året (Havforskningsinstituttet, 2023b). Makrellen har flere gytekomponenter som gyter sentralt i Nordsjøen og Skagerak (mai-juli), vest av Irland og De britiske øyer (mars-juli), i sørlige del av Norskehavet (mai-juli) og i spanske og portugisiske farvann (januar-mai) (Havforskningsinstituttet, 2023b). Etter gyting vandrer makrellen til Norskehavet for å beite og blir der hele sommeren før den trekker seg tilbake (Eriksen m.fl., 2021). Oppvekstområdene er knyttet til gyteområdene.

Makrellen foretar vertikale døgnmigrasjoner hovedsakelig knyttet til jakten på byttedyr, men migrasjon varierer med årstid, temperatur og mattilgjengelighet. Makrellen kan samle seg i store stimer, men den kan også tidvis stå mer spredt.

### Økologisk rolle

Makrell er en hurtigsvømmende art som beiter pelagisk på dyreplankton, krill, amfipoder, fiskelarver og småfisk (Bachiller m.fl., 2016, Havforskningsinstituttet, 2023b). Makrell kan både beite ved å filtrere vannmassene eller jakte aktivt etter større byttedyr. Arten blir selv spist av noen hvalarter, hai og rovfisk som torsk- spesielt i tidlige livsstadier.

### Kommersiell verdi

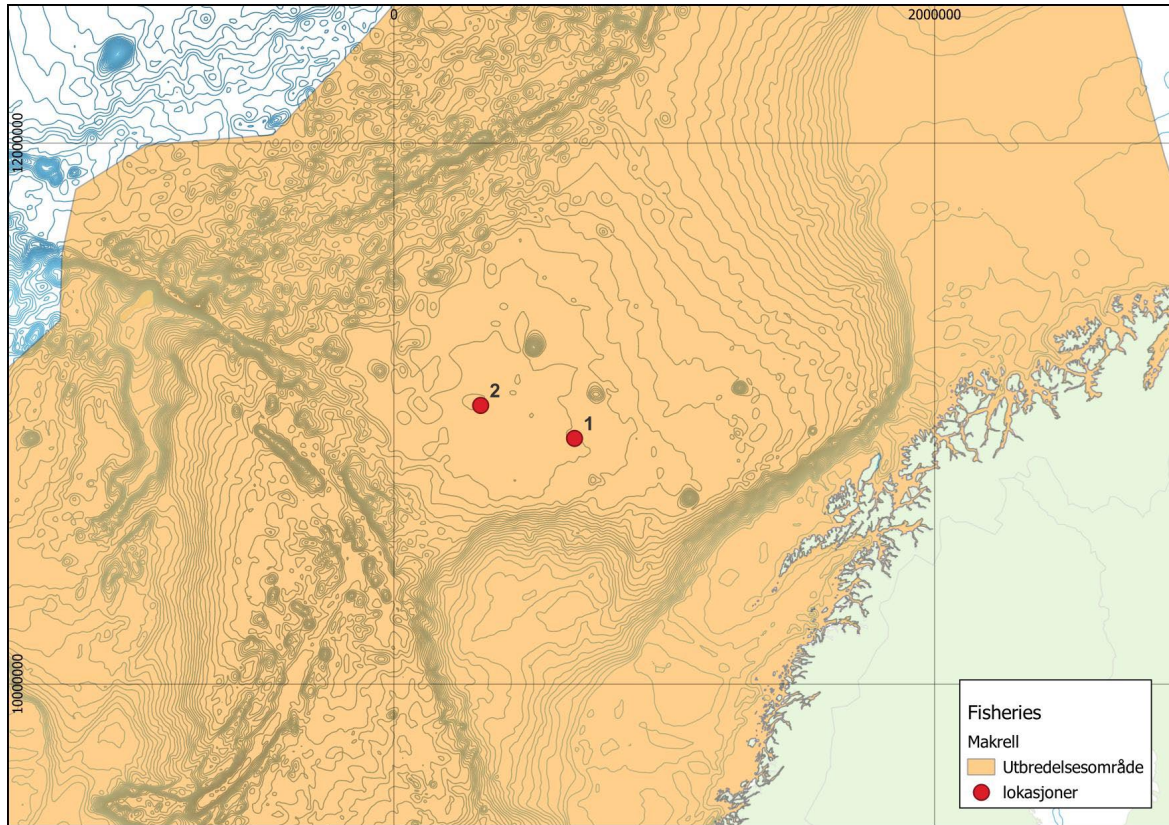
Både Norge og den internasjonale flåten beskatter makrellbestanden. Makrell forvaltes gjennom internasjonale kvoteforhandlinger mellom Norge og EU.

### Bestandsstatus

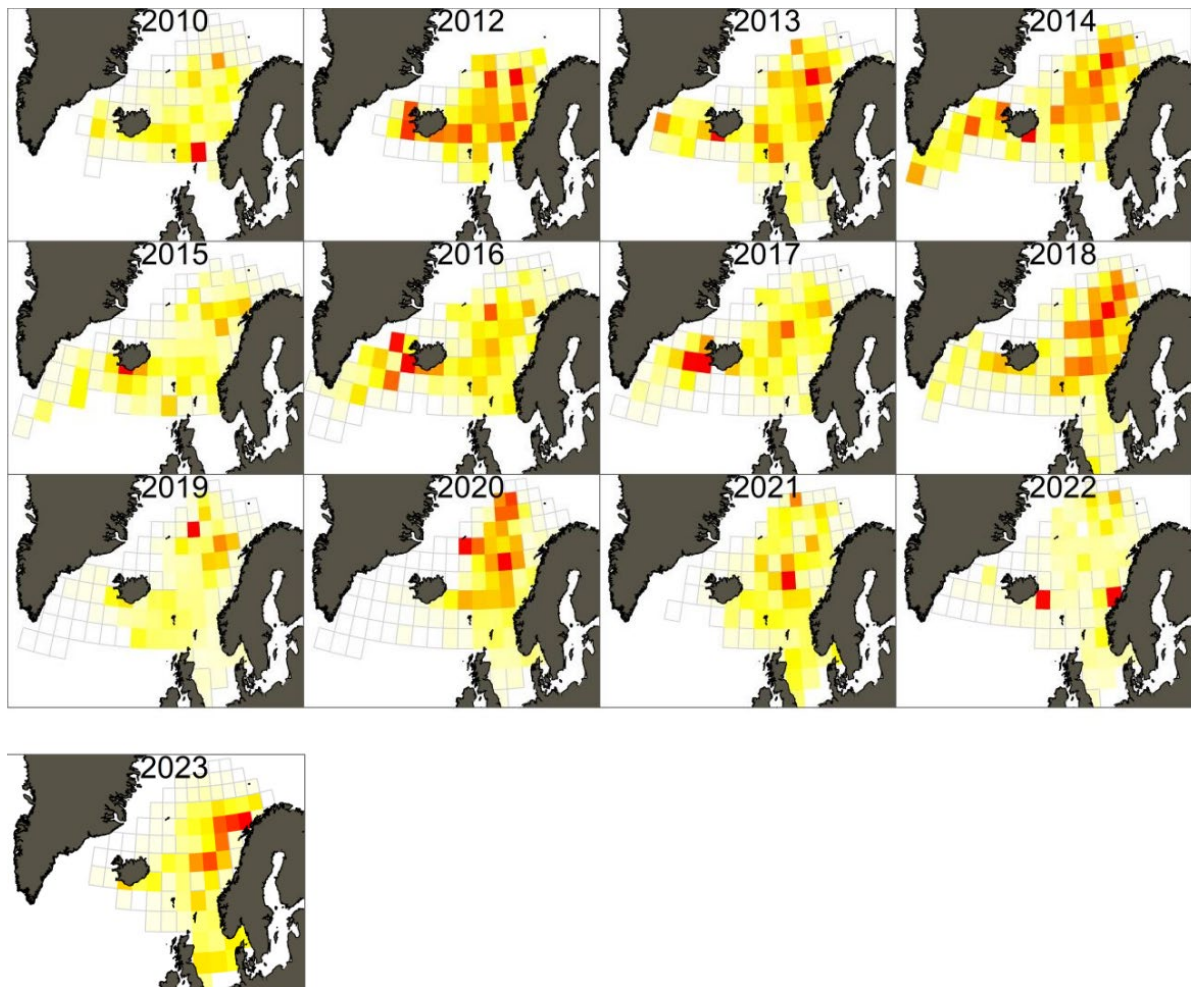
Bestanden er beskattet utover anbefalte kvoteråd siden 2020 og bestanden er mindre enn den kunne ha vært, men bestanden er likevel vurdert å være i relativt god forfatning, med god rekruttering (Albretsen m.fl., 2023).

### Sårbarhet for treflis-partikler

Stimadferd kan gjøre arten sårbar ettersom svært store tettheter av fisk kan forekomme på små områder. Som visuell predator, kan eventuell påvirkning av lysforhold påvirke fiskens evne til å oppdage og jakte på byttedyr.



Figur 8 Utbredelse makrell (*Scomber scombrus*) (Kildedata: Havforskningsinstituttet).



Figur 9 Årlig fordeling av makrell i forhold til den relative fordelingen av gjennomsnittlige makrellfangstrater per standardiserte rektangler (2° lat. x 4° lon.), fra Mulpelt 832 pelagiske trålhalinger ved forhåndsbestemte overflatetrålstasjoner i Nordic Seas i juni-august 2010-2023. Fargeskalaen går fra hvit (= 0) til rød (= maksimalverdi for gitt år). (Figur hentet fra Nøttestad m.fl., 2023).

## 5.4 Kolmule *Micromesistius poutassou*

### Utbredelse

Kolmule er utbredt i store deler av Nordøst-Atlanteren. Kolmule foretar vertikale døgnmigrasjoner. Både ungfisk og voksen fisk er utbredt i det aktuelle området hvor ung fisk oppholder seg høyere i vannsøyla (Figur 10). Arten er hovedsakelig utbredt på dyp mellom 100-600 meter, men kan også svømme nær overflaten (Havforskningsinstituttet, 2022a). Om vinteren migrerer voksen kolmule til gyteområdene vest for de britiske øyer for å gyte. Egg og larver av kolmule transporteres av havstrømmen og kan ende opp i Norskehavet som er de viktigste føde- og oppvekstområdene.

### Økologisk rolle

Kolmule er en visuell predator som spiser hovedsakelig krepsdyr som krill og amfipoder, mens voksne individer spiser også småfisk (Havforskningsinstituttet, 2022a). Arten har ikke utpreget filtrerende beiteadferd. Arten blir selv spist av sjøpattedyr (grindhval) og fisk (sei og blåkveite).

### Kommersiell verdi

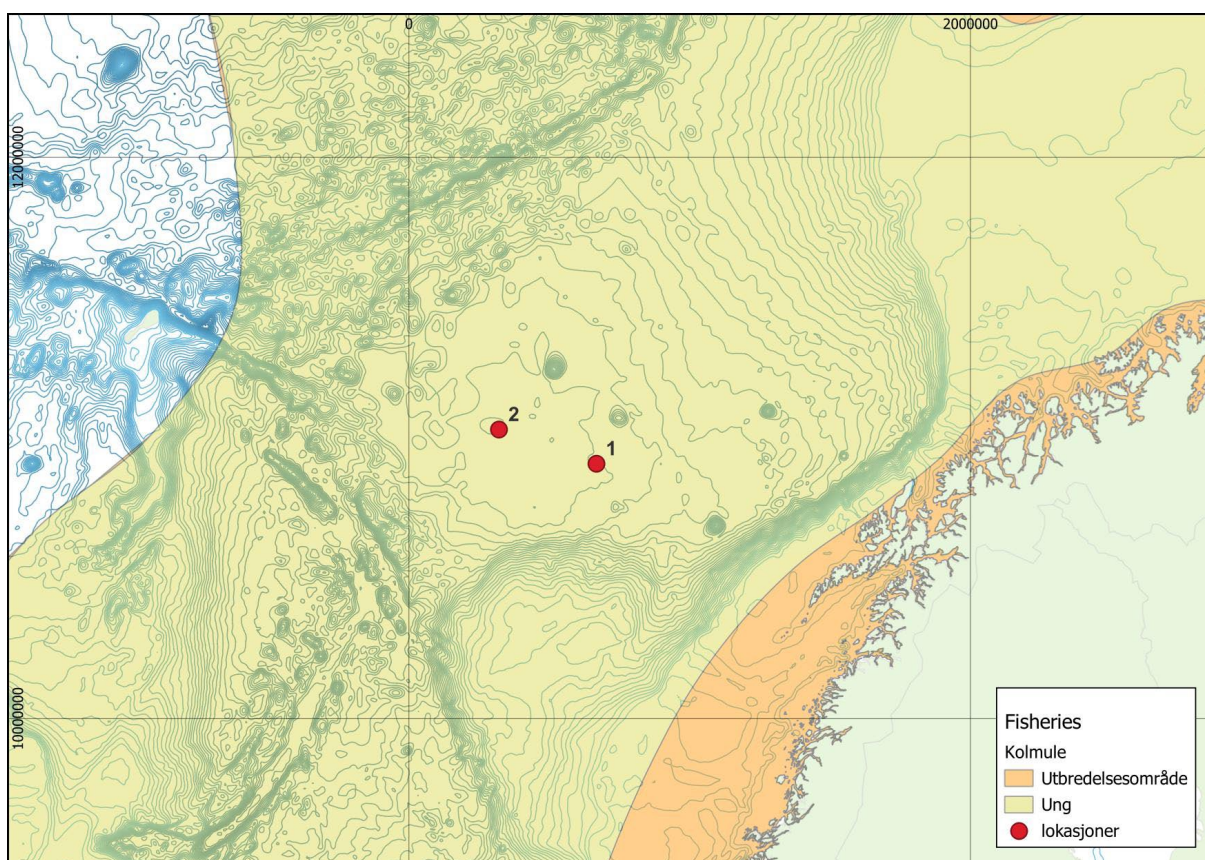
Fisket etter kolmule foregår langs kontinentalskråningen og bankene vest for de britiske øyene og ved Færøyene. Både norske og utenlandske fartøy fra Russland, Færøyene, Island og Nederland er viktige aktører i fisket etter kolmule. Selv om fiskeriene tar ut i overkant av kvoterådene, virker det som det er en robust bestand (Albretsen m.fl., 2023).

### Bestandsstatus

Det er en langtidstrend mot sterkere bestand. ICES er ansvarlig for bestandsberegninger.

### Sårbarhet for treflis-partikler

Som visuell predator, kan eventuell påvirkning av lysforhold påvirke fiskens evne til å oppdage og jakte på byttedyr. Ettersom kolmule står dypere enn blant annet sild og makrell kan det antas at den er mindre sårbar for reduserte lysforhold enn disse.

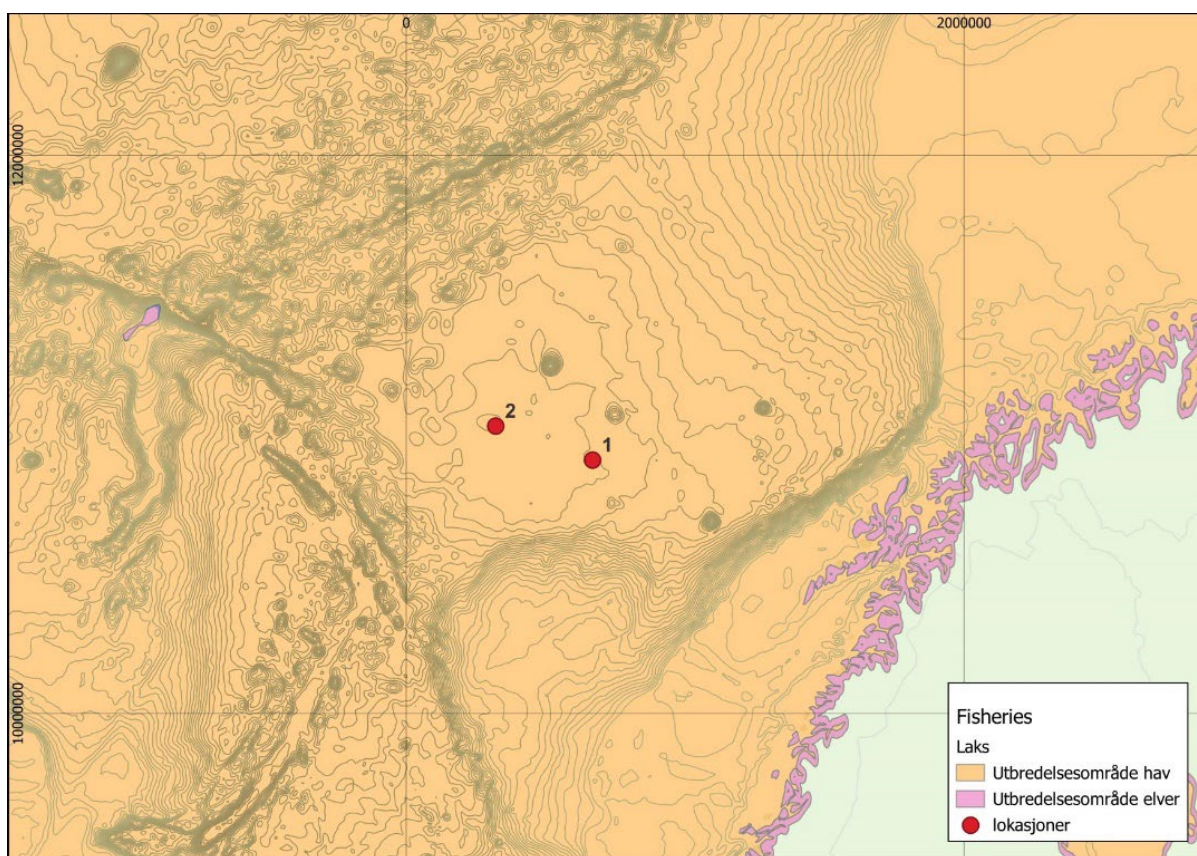


Figur 10 Utbredelse kolmule (*Micromesistius poutassou*) (Kildedata: Havforskningsinstituttet).

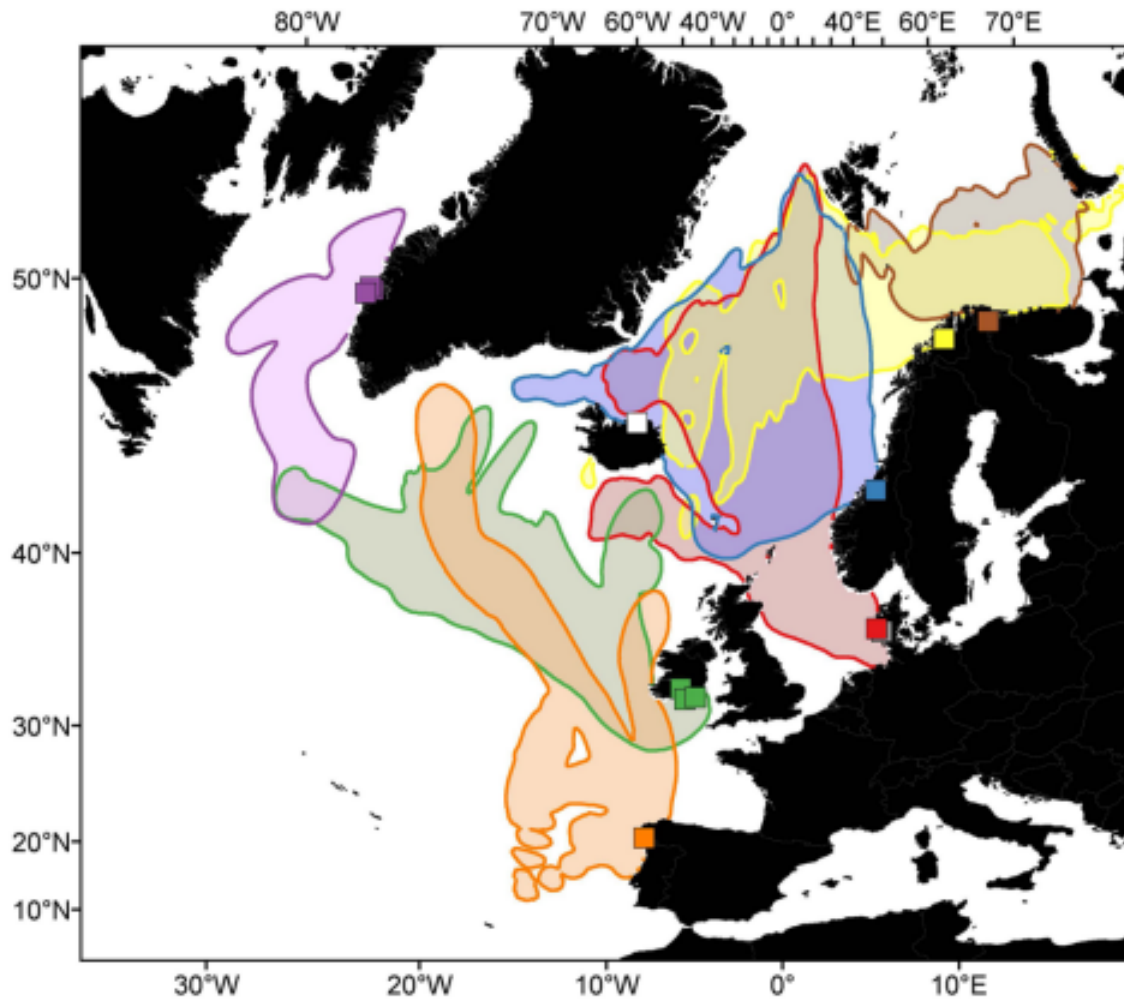
## 5.5 Laks *Salmo salar*

### Utbredelse

I den marine fasen av livssyklusen er laks utbredt over store deler av det nordlige Atlanterhavet (Figur 11, Figur 12). Etter utvandring som smolt oppholder laksen seg i havet i ett til fire år før den blir kjønnsmoden og vandrer tilbake til vassdraget den ble født i (Havforskningsinstituttet, 2024). I post-smolt stadiet har arten en vid utbredelse, inkludert området hvor lokasjonene for utslipp er planlagt (Figur 13). (Post-smolt er livsstadiet etter smoltifisering og før de klassifiseres som juvenile. Lengden på post-smolt stadiet varierer mellom laksebestander, miljøforhold og mattilgjengelighet). Om vinteren synes laksen å være spesielt konsentrert i næringsrike områder ved Øst- og Vest-Grønland, området nord for Færøyene og Island og i Barentshavet (Havforskningsinstituttet, 2024). Mye av den europeiske laksen foretar også beitevandring til Norskehavet (Figur 12, Rikardsen m.fl., 2021).



Figur 11 Utbredelse Atlantisk laks (*Salmo salar*) i Norskehavet (Kildedata: Havforskningsinstituttet).



Figur 12 Arealbruk av Atlantisk laks under havvandring basert på merkeforsøk fra syv ulike områder (Figur hentet fra Rikardsen m.fl., 2021).

### Økologisk rolle

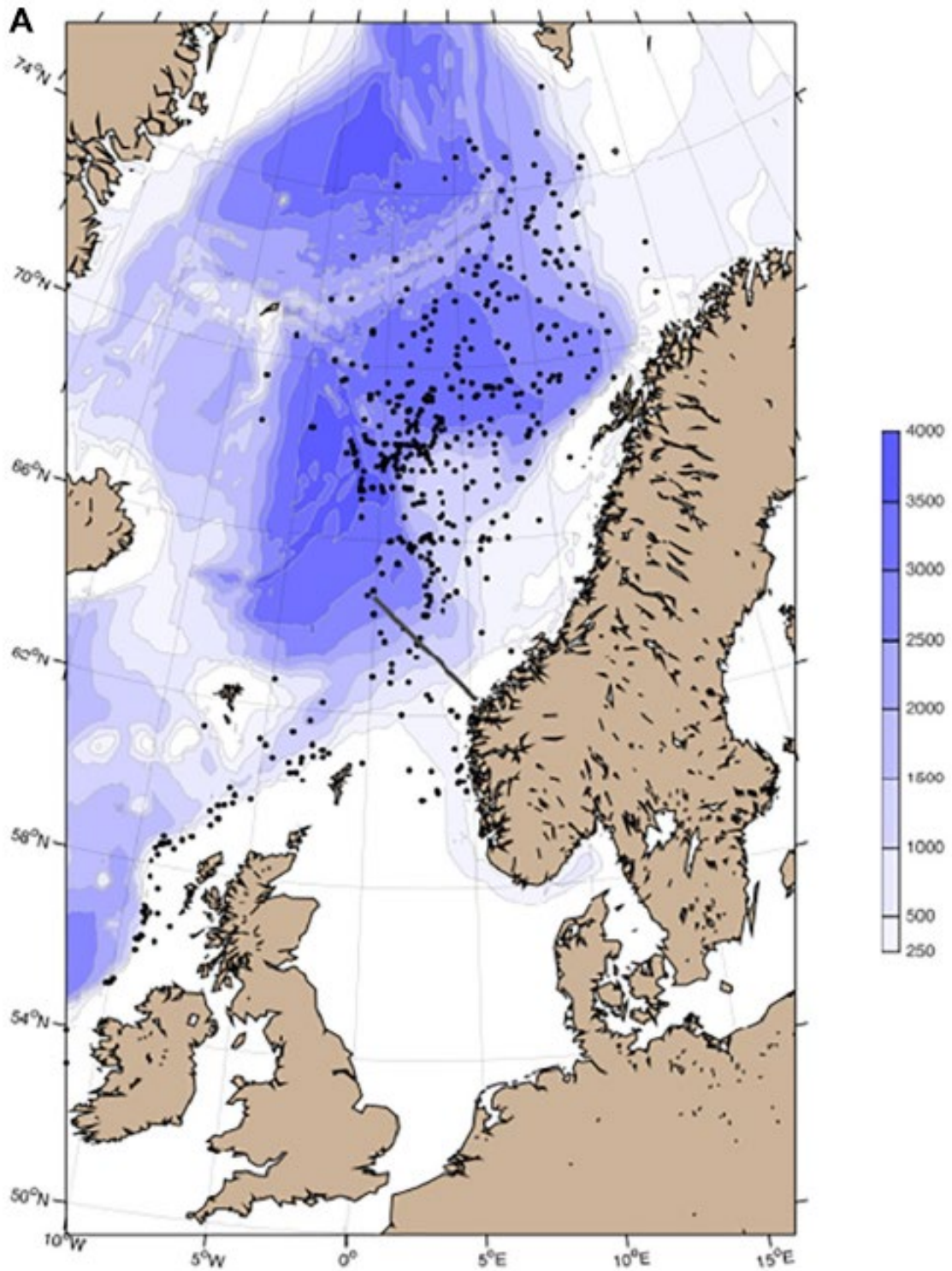
Laks er en generalist og opportunist i diettsammenheng, den beiter på byttedyr som er tilgjengelig i området og viser generalisttendenser allerede i tidlige livsstadier (Figur 14). I den marine fasen beiter laks på plankton i de tidlige livsfaser, men etter hvert som den blir større og eldre spiser den fiskelarver, fisk og planktoniske stadier av krepsdyr (Rikardsen m.fl., 2011). Den har ikke filtrerende beiteadferd. Det er dokumentert at laks spiser sild og lysprikkfisk (Havforskningsinstituttet, 2024). Laksen kan i den marine fasen selv bli spist av rovfisk, sjøfugl og sjøpattedyr. Kjente predatorer er fiskeeender, sei, lyr og torsk (Havforskningsinstituttet, 2024).

### Kommersiell verdi og bestandsstatus

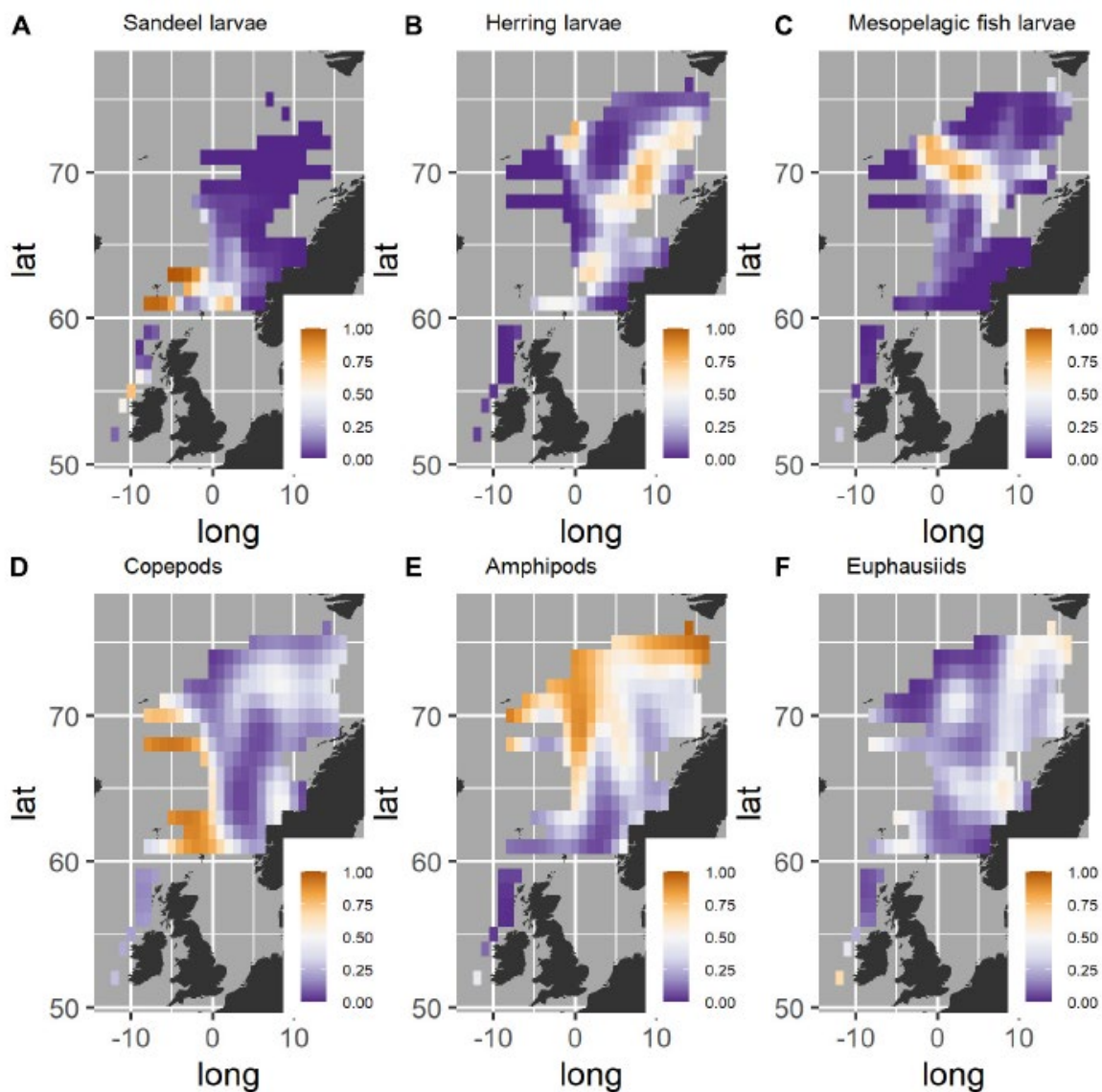
Laks beskattes i liten grad i sjø, men noe kystnært fiske med kilenøter er tillatt. Det er en nedadgående trend i Europa de siste tiårene for det fleste bestander.

### Sårbarhet for treflis-partikler

Partikler som reduserer lys/sikt for visuelle predatorer, kan påvirke beitesuksess.



Figur 13 Geografisk utbredelse av innsamlet post-smolt atlantisk laks. Hver sirkel representerer en lokasjon hvor post-smolt er innsamlet, men antall individer i hver lokasjon varierer mellom en til tittalls individer (Figur hentet fra Utne m.fl., 2023).



Figur 14 Geografisk variasjon i sannsynlighet for å finne ulike byttedyr i post-smolt mager i områder i det nordøstlige Atlanterhavet. En verdi på 1 indikerer at byttet ble funnet i alle postsmoltmager i regionen, mens 0 indikerer at byttet ikke ble funnet i noen postsmoltmager. (A) tobislarver, (B) sildelarver, (C) mesopelagiske fiskelarver, (D) kopepoder, (E) amfipoder, (F) euphausiider (Figur hentet fra Utne m.fl., 2023).

## 5.6 Rognkjeks *Cyclopterus lumpus*

### Utbredelse

Rognkjeks er utbredt fra Biscaya til Island og det nordlige Barentshavet. Rognkjeks/rognkall foretar næringsvandring ut i Norskehavet og kan forekomme i området hvor lokasjonene er planlagt (Figur 15). I beiteperioden er de fordelt i de øvre 50-60 meter av vannsøylen i store deler av Norskehavet (Kutti m.fl., 2021). På senvinteren/våren vandrer de til kysten for å gyte.

### Økologisk rolle

Rognkjeks beiter hovedsakelig på plankton i de frie vannmassene og maneter er viktige byttedyr (Bjelland og Holst, 2004). De er ikke karakterisert med filtrerende beiteadferd.

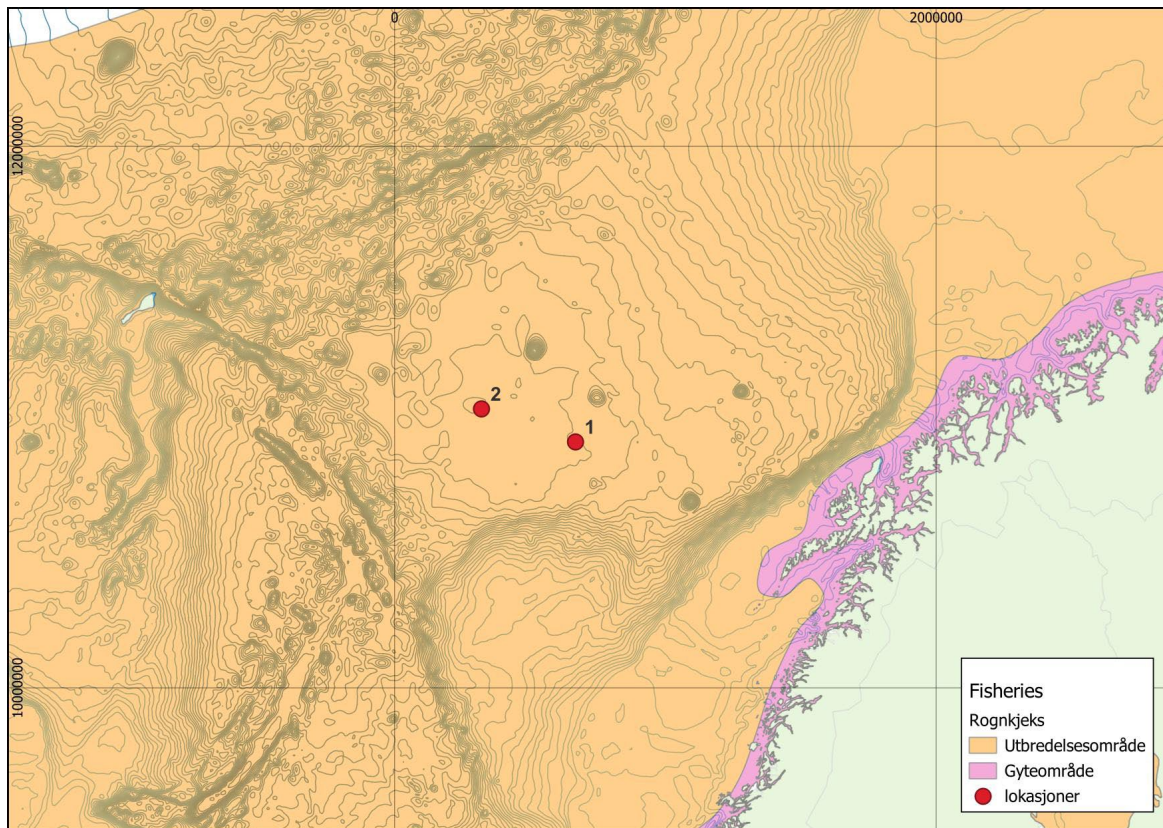


### Kommersiell verdi og bestandsstatus

Det er et begrenset fiskeri på hunnfisk langs kysten om våren, som i de senere år har variert mellom 14 og 690 tonn rogn (Kutti m.fl., 2021).

### Sårbarhet for treflis-partikler

Partikler som reduserer lys/sikt for visuelle predatorer, kan påvirke deres beitesuksess.



Figur 15 Utbredelse for rognkjeks (*Cylopterus lumpus*) (Kildedata: Havforskningsinstituttet).

## 5.7 Atlantisk blåfinnet tunfisk (Makrellstørje) *Thynnus thynnus*

### Utbredelse

Det er to bestandskomponenter av makrellstørje i det nordlige Atlanterhavet, hvorav den vestlige komponenten gyter nær Mexico-gulven mens den mye større østlige komponenten gyter i Middelhavet i mai-juni (Kutti m.fl., 2021). Utbredelsesområdet i Atlanterhavet er svært stort (Figur 16) og siden 2012 har utbredelsen i Norske farvann økt (Nøttestad m.fl., 2020). Reproduksjonen er imidlertid knyttet til varmere vannmasser ( $> 24^{\circ}\text{C}$ ) (Havforskningsinstituttet, 2023c). Makrellstørja er ikke bare knyttet til overflaten. Det er registrert dykk ned til 500 meter (Havforskningsinstituttet, 2023c). Historisk har makrellstørje vært på næringsvandring i norske farvann fra tidlig juli til sent i oktober (Nøttestad m.fl., 2020). Beiting på de tallrike bestandene av pelagisk fisk er årsak til at makrellstørje har oppholdt seg i Norskehavet i tusenvis av år.

### Økologisk rolle

Unge individer beiter på krepsdyr, småfisk og blekksprut, mens eldre individer spiser stimfisk som makrell, sild, ansjos og brisling (Havforskningsinstituttet, 2023c). Den jakter

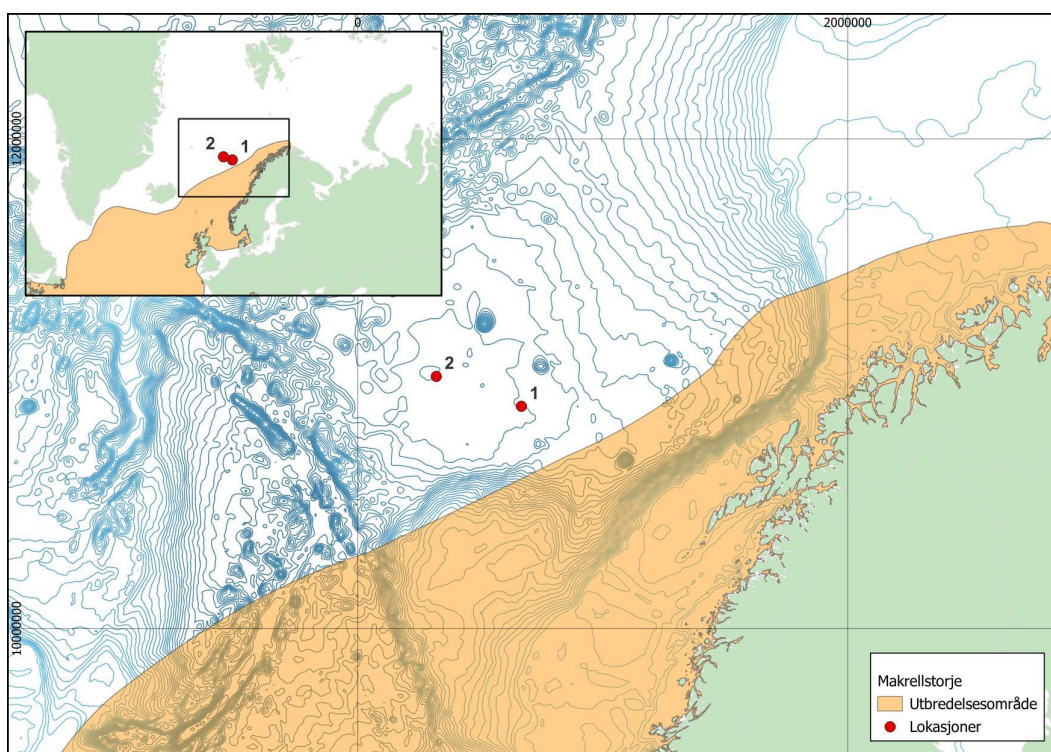
på sine byttedyr og filtrerer ikke vannmassene. Makrellstørje spiser også blekksprut, noen krepsdyr og reker (Olafsdottir m.fl., 2016).

#### Kommersiell verdi og bestandsstatus

Den norske fangsten for makrellstørje ble gjenåpnet i 2017 med påfølgende kvoteøkning til 315 tonn i 2021. Fisken er svært verdifull.

#### Sårbarhet for treflis-partikler

Partikler som reduserer lys/sikt for visuelle predatorer, kan påvirke deres beitesuksess.



Figur 16 Utbredelse av makrellstørje (*Thynnus thynnus*) (Kildedata: Havforskningsinstituttet).

## 5.8 Snabeluer *Sebastes mentella*

### Utbredelse

Utbredt langs kontinentalskråningen (400-600 m) mot Norskehavet sør til britisk sone (Figur 17). Snabeluer foretar næringsvandring i Norskehavet (300-450 m) (Havforskningsinstituttet, 2023d). Arten gyter langs eggakanten i mars-april og yngelområdet strekker seg langs eggakanten fra Shetland til Tromsøflaket. Barentshavet og Svalbard er oppvekstområdet for arten. Høy alder ved kjønnsmodning og levealder gjør arten sårbar for menneskelig påvirkning.

### Økologisk rolle

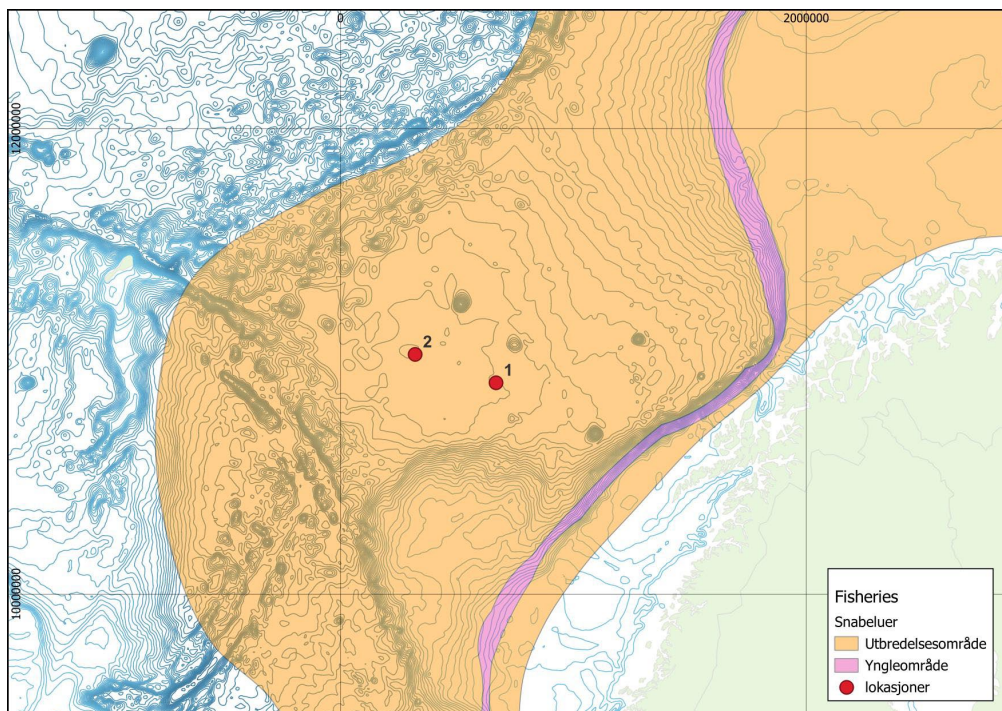
Beiter på plankton de første leveårene, deretter er større plankton og fisk viktigste byttedyr. De første leveårene er det spesielt krill og marflo som er viktig i dietten (Havforskningsinstituttet, 2023d). Juvenil snabeluer blir selv spist av torsk, mens larver er observert i sildemager (Kutti m.fl., 2021). Uer bruker både syn og andre sanser (lukt) i jakten på byttedyr, men de har ikke filtrerende beiteadferd.

### Kommersiell verdi og bestandsstatus

Fisket etter snabeluer er kvoteregulert og høstes etter bærekraftig nivå i dag og ble miljøsertifisert av Marine Stewardship Council (MSC) i 2023.

### Sårbarhet for treflis

Uer har svært store øyne som indikerer at synet er viktig i forbindelse med beiting.

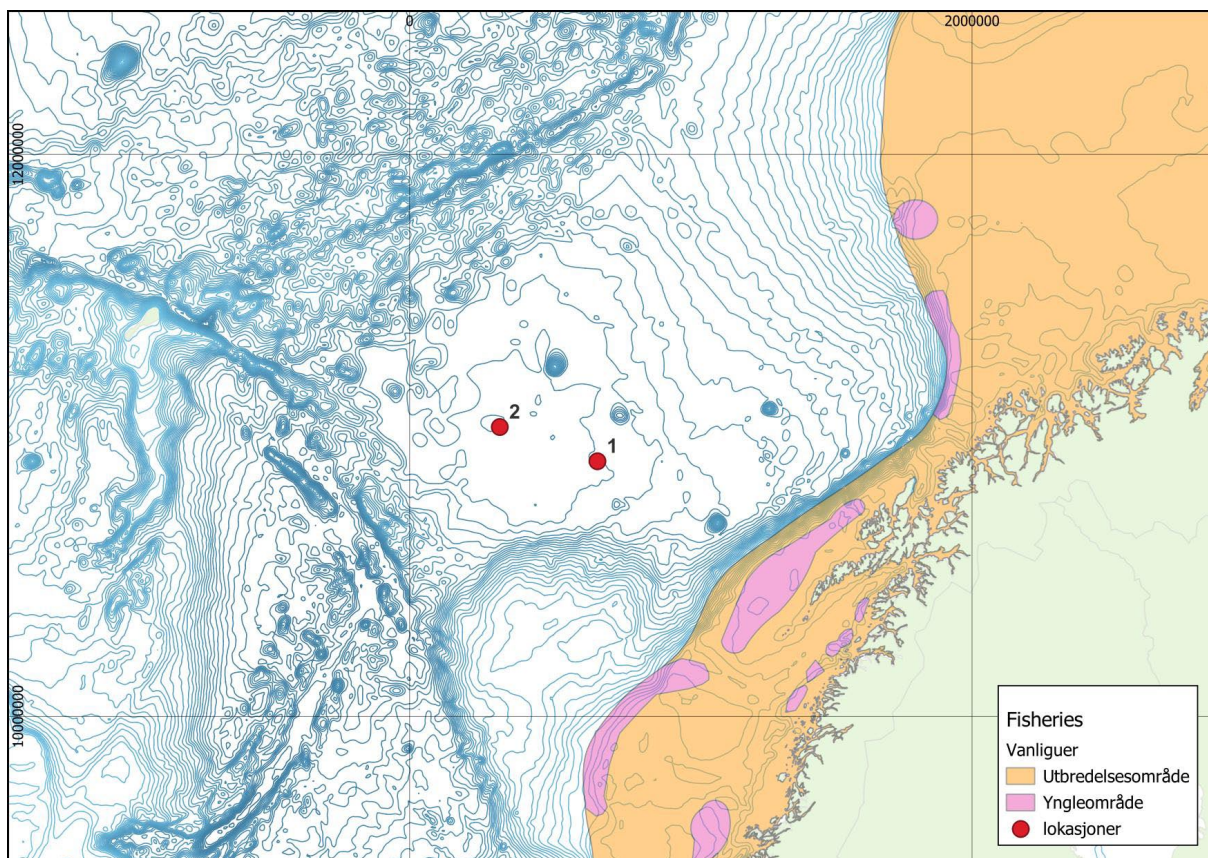


Figur 17 Utbredelse av snabeluer (*Sebastes mentella*) (Kildedata: Havforskningsinstituttet)

## 5.9 Vanlig uer *Sebastes norvegicus*

Utbredt i nordøst-Atlanteren fra Kattegat og nordover til Barentshavet og Spitsbergen (Mecklenburg m.fl., 2018). Finnes langs kontinentalskråningen på dyp mellom 100-500 meter og den er også spredt mesopelagisk i Norskehavet (Havforskningsinstituttet, 2023e). Den er mer kystnær enn snabeluer og har ikke sin utbredelse i det aktuelle området (Figur 18).

Arten vurderes ikke som relevant for nærmere utredning.



Figur 18 Utbredelse vanlig uer (*Sebastes norvegicus*) (Kildedata: Havforskningsinstituttet).

## 5.10 Nordlig lysprikkfisk *Benthosema glaciale*

Mesopelagiske arter lever i vannsøyla mellom 200 og 1000 meter. Det finnes flere arter av mesopelagisk lysprikkfisk i norske farvann. Blant disse har vi stor lysprikkfisk (*Notoscopelus kroyeri*), liten lysprikkfisk (*Myctophum punctatum*), Brun lysprikkfisk (*Lampanyctus macdonaldi*), i tillegg til nordlig lysprikkfisk (*Benthosema glaciale*) som er mest tallrik og som omtales videre her.

### Utbredelse

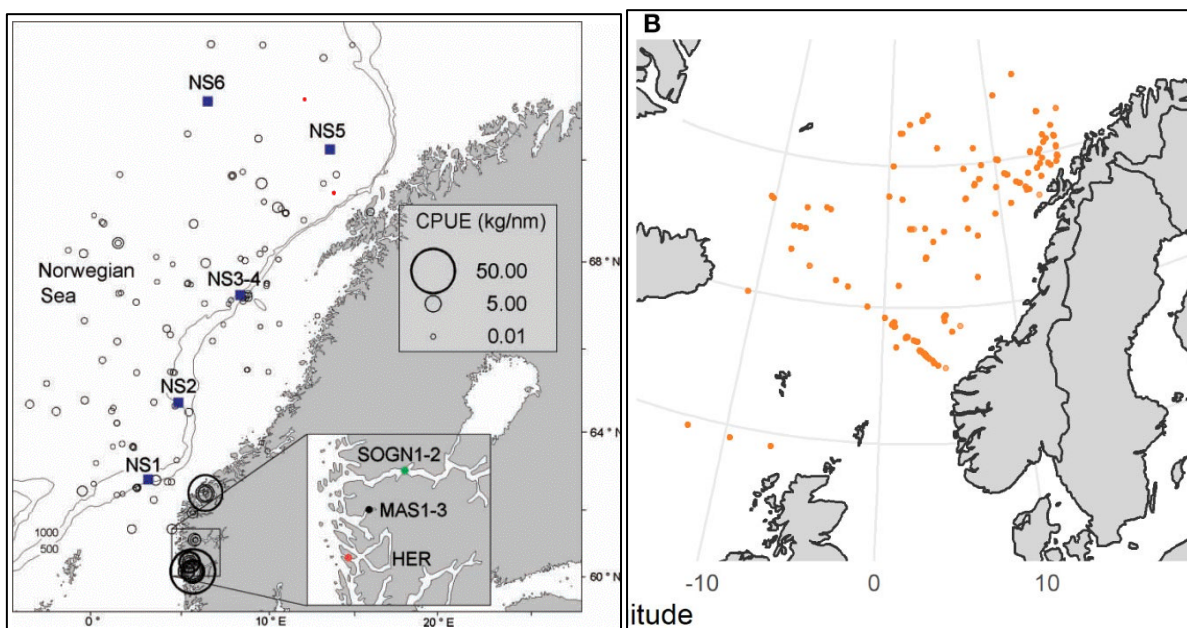
Nordlig lysprikkfisk finnes langs kontinentalsokkelen, og er tallrik i store deler av Nord-Atlanteren. Arten forekommer og reproducerer i norske farvann, men lite er kjent om bestandsutvikling. Dokumentert utbredelse i forbindelse med kartlegging og forskning er vist i Figur 19 (Vastenhoud m.fl., 2023, Kristoffersen m.fl., 2009). Mesopelagisk fisk (inkludert lysprikkfisk) foretar vanligvis døgnmigrasjoner og oppholder seg på dypere vann på dagtid og høyere opp i vannsøylen på nattetid, men det finnes indikasjoner på at det kan være sesongmessige variasjoner i døgnmigrasjon hos denne arten (Dypvik m.fl., 2012). Det er antatt at de oppholder seg på dypere vann på dagtid for å unngå å bli spist selv.

### Økologisk rolle

Lysprikkfisk har en viktig økologisk rolle som trofisk bindeledd mellom dyreplankton og fiskespisende arter på høyere trofisk nivå (Shreeve m.fl., 2009). Nordlig lysprikkfisk er en visuell predator tilpasset fødesøk ved lave lysstyrker (Sunde, 2018). Fisken jakter på og fanger byttedyr og har ikke filtrerende beiteadferd.

### Sårbarhet for treflis

Fordi lysprikkfisk er tilpasset fødesøk ved lave lysstyrker antas den som mindre sårbar enn andre visuelle predatorer i området.

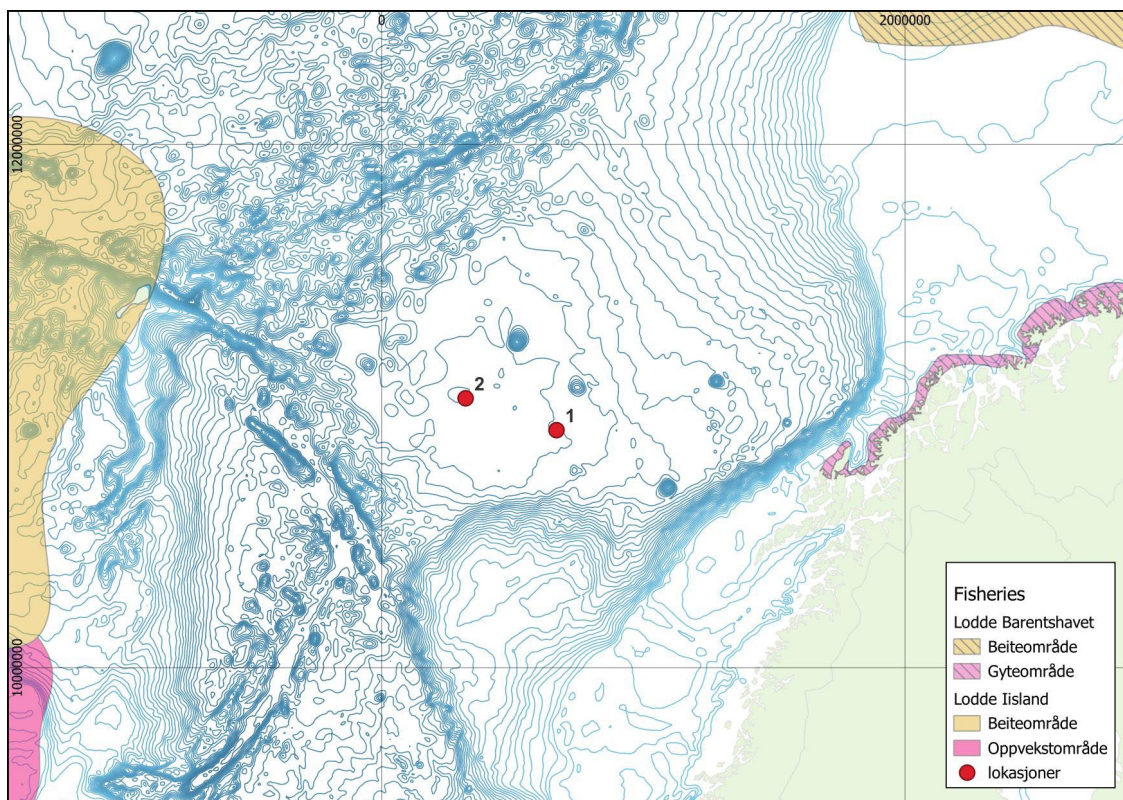


Figur 19 Prøvestasjoner for lysprikkfisk i tidligere studier. Til venstre: fangst per enhet innsats fra tokt i perioden 1993-1997 (Figur fra Kristoffersen m.fl., 2009) og lokasjoner for bunntål prøver tatt i oktober i perioden 2009-2020 (Figur fra Vastenhoud m.fl., 2023).

### 5.11 Lodde *Mallotus villosus*

Hverken loddebestanden ved Island eller i Barentshavet har utbredelse i planlagt utslippsområde (Figur 20).

Arten vurderes ikke som relevant for nærmere utredning.



Figur 20 Utbredelse av lodde (*Mallotus villosus*) (Kildedata: Havforskningsinstituttet).

## 5.12 Brugde *Cetorhinus maximus*

Brugde er verdens nest største fiskeart og kan bli over 13 meter lang (Havforskningsinstituttet, 2023f). Det er en hai art som har en stor utbredelse i relativt varme havområder (Figur 21). Brugde forekommer langs habitater på kontinentalsokkelen hvor fronter ofte kan danne høye konsentrasjoner av plankton (Sims, 2008). Ungene fødes levende året rundt, men trolig med en topp om vinteren.

### Økologisk rolle

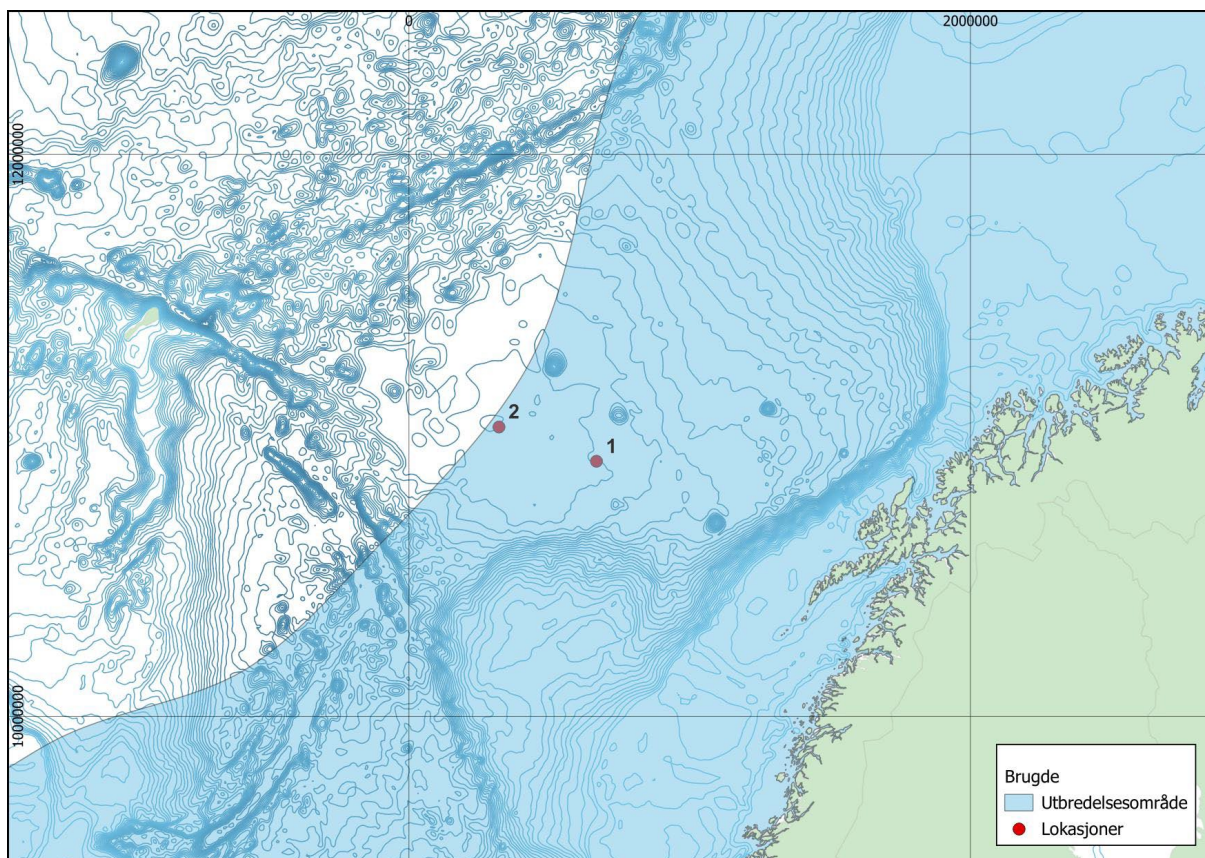
Brugde filtrerer vannmassene for plankton (Figur 22) og spiser dyreplankton, med hoppekreps (*Calanus* arter) som den de viktigste byttedyrgruppene (Eriksen m.fl., 2023).

### Kommersiell verdi og bestandsstatus

All fangst av arten opphørte midt på 1800-tallet etter overbeskatning. Den norske flåten gjenopptok sin fangst i 1920, frem til den ble avviklet i 1998 og ble forbudt i Norge og EU i 2007 (Hesthagen m.fl., 2021). Arten er vurdert som sterkt truet.

### Sårbarhet for treflis

Arten er generelt sårbar for menneskelig påvirkning fordi den vokser sakte og lever lenge. Og på grunn av sin filtrerende beitestrategi er den sårbar for forurensning og større partikler som kan irritere/skade gjellene.



Figur 21 Utbredelse brugde (*Cetorhinus maximus*) (Kildedata: Havforskningsinstituttet).



Figur 22 Beiteadfærd hos brugde (*Cetorhinus maximus*) (Kilde: NOAA Fisheries Service).

### 5.13 Samlet vurdering – virkninger på fisk

Det er tre rødlistede fiskearter blant artene som er utredet, men vanlig uer viste seg å ikke ha overlappende utbredelse med utslippspunktene. Atlantisk laks er på rødlista som nær truet, men ikke truet (sårbar, sterkt truet eller kritisk truet), mens brugde er vurdert som sterkt truet. Makrellstørje har tidligere vært klassifisert som truet på IUCN sin

internasjonale rødliste, men er i dag klassifisert som livskraftig og har økende utbredelse i norske farvann i beiteperioden fra juli til oktober.

Visuelle predatorer kan påvirkes av redusert sikt i forbindelse med beiteaktivitet i tidsperioden hvor sagflis finnes i vannsøylen. Alle de utredede artene er visuelle predatorer, men kolmule tåler sannsynligvis dårligere lysforhold ettersom den står dypere i vannsøyla. Dette gjelder også lysprikkfisk som er tilpasset beiting under dårlige lysforhold og vurderes ikke som sårbar for utslipp av treflis i forbindelse med beiting. Visuelle predatorer kan påvirkes i en avgrenset periode og i ulik grad på grunn av blant annet varierende stimadferd.

Arter som filtrerer vannmassene, kan utsettes for fremmedlegemer (oppløste treflis fragmenter) i forbindelse med beiting. Eventuell påvirkning vil avhenge av hvordan treflis vil oppløses og spres i vannsøyla. Arter som filtrerer vannmassene i stor grad er sild, makrell, brugde og til dels kolmule. Effekten antas likevel å være svært lokal og ikke påvirke artene på bestands- eller populasjonsnivå. Makrellstørje, uer, lysprikkfisk filtrerer ikke vannmassene i forbindelse med beiting.

Haiarten brugde (*Cetorhinus maximus*) vurderes i kraft av sin filtrerende levevis å kunne være sårbar for treflis-partikler i de øvre vannlagene.



## 6 Virkninger på fugleliv i området

Sjøfugl i åpent hav overvåkes gjennom programmene SEAPOP og SEATRACK som ledes av Norsk institutt for naturforskning (NINA) og Norsk Polarinstitutt. Overvåkning ved bruk av lysloggere kartlegger sjøfuglenes områdebruk gjennom året slik at det nå er mulig å kalkulere hvor bestandene til enhver tid befinner seg (Fauchald m.fl., 2019). I risikovurderinger gir dette mulighet for å knytte en hendelse til skader på spesifikke bestander.

I Norskehavet var estimert gjennomsnittlig tetthet av sjøfugl gjennom året ca. 300 – 500 alkefugl (alkekonge, lunde og lomvi/polarlomvi) og ca. 800 – 2400 pelagisk overflatebeitende arter (havhest, polarmåke og krykkje) pr 10x10 km<sup>2</sup> (Fauchald m. fl., 2005). Imidlertid viser SEAPOP og SEATRACK sitt kart som bygger sine modellerte data på lysloggere (<https://seatrack.seapop.no/map/>) at tettheten langt fra land i Norskehavet er lavere enn områder nærmere land. I planlagt område for utplassering av treflis materialet vil det derfor være lavere tetthet av fugl enn gjennomsnitt for hele Norskehavet.

En gjennomgang av alle 11 arter av fugl registret i kartsystemet til SEAPOP og SEATRACK (<https://seatrack.seapop.no/map/>) viser at det hovedsakelig er tre arter som vi påtreffes i utplasseringsområdet (Tabell 2).

Tabell 2 Beregnet tilstedeværelse for fugl i utplasseringsområdet ved ulike årstider, angitt som ikke til stede (-), noe tilstedeværelse (+) og stor tilstedeværelse (++). Basert på <https://seatrack.seapop.no/map/>.

Art	Høst (aug. – okt.)	Vinter (nov. – jan.)	Vår (feb. – apr.)
<b>Havhest (<i>Fulmarus glacialis</i>)</b>	+	++	+
<b>Krykkje (<i>Rissa tridactyla</i>)</b>	+	+	++
<b>Lunde (<i>Fratercula arctica</i>)</b>	-	++	+
<b>Alkekonge (<i>Alle alle</i>)</b>	-	+	+
<b>Polarmåke (<i>Larus hyperboreus</i>)</b>	-	+	-
<b>Polarlomvi (<i>Uria lomvia</i>)</b>	-	+	-
<b>Lomvi (<i>Uria aalge</i>)</b>	-	+	-
<b>Ærfugl (<i>Somateria mollissima</i>)</b>	-	-	-
<b>Toppskarv (<i>Gulosus aristotelis</i>)</b>	-	-	-
<b>Gråmåke (<i>Larus argentatus</i>)</b>	-	-	-
<b>Sildemåke (<i>Larus fuscus</i>)</b>	-	-	-

### 6.1 Mulige påvirkninger

#### 6.1.1 Forstyrrelser under utplasseringene

Sjøfugler som befinner seg i nærheten av utsettingsstedene kan bli forstyrret i forbindelse med utsettingsprosessen. Typiske arter som følger etter fartøy i åpent hav er havhest, krykkje og måker. Men de lave tettheter av sjøfugl i området tilsier imidlertid at slike forstyrrelser vil være minimale.

### 6.1.2 Inntak av trepartikler

Sjøfugler spiser også marint avfall og søppel, for eksempel plastbiter.

Oppsummeringsartikler om problematikken inntak av emnet marint søppel viser klart at sjøfugler innen gruppen stormfugler (Procellariiformes) er de som er mest utsatt (Roman m.fl., 2019, Kühn og Van Franeker, 2020), men samtidig viser gjennomgangen at tilnærmet alle arter inntar marint søppel slik som plastikk (Kühn og Van Franeker, 2020). Dette kan føre til blokkering av mage-tarmkanalen, det kan forårsaker infeksjon eller det kan perforere tarmen. Alle disse gir komplikasjoner og mengdene i for av antall, volum og vekt gir økende mulighet for død. Det er interessant å merke seg at en fugl har en 20 % sjanse for død etter inntak av en enkel enhet av marint avfall (Roman m.fl., 2019).

Overflatebeitende fugl (eks havhest, krykkje og måker) er mest utsatt for inntak av fremmedlegemer og uten tvil er det stormfuglen havhest som er mest utsatt i dette utsettingsområdet, både i forhold til biologien og at det sannsynligvis er den arten som er å treffe i høyest tetthet hele året i dette området (Fauchald m. fl., 2005).

Overflatebeitende sjøfugl kan mistolke treflis, støv eller tre-fragmenter som byttedyr og innta dette som en del av dietten. Siden treflisene nylig er kuttet opp og at de ikke har vært gjennom fysisk erosjon i miljøet kan det tenkes at kantene på trestykkene er skarpere enn naturlig forekommende trestykker i naturen. Ved inntak kan dette medføre skader i fordøyelsessystemet som i verste tilfelle medfølger død. Imidlertid kan vi ikke finne støtte i litteraturen på at treverk opptrer som fremmedlegemer i tarm hos sjøfugl. Det kan uansett ikke utelukkes at et slik tiltak som utsett av nylig oppkuttet tremasse kan føre til inntak hos fugl siden det finnes lite erfaringsgrunnlag å bygge antagelsene på.

Det er ikke kjent for oss om inntak av oppkuttet tremasse i hav kan føre til inntak av dette hos sjøfugl. Basert på erfaringer fra forskning på marint søppel, hovedsakelig plast, og tilstedeværelse av sjøfugl i området, er det klart at den mest utsatte arten i dette området er havhest, etterfulgt av krykkje og lunde (Tabell 2), men både krykkje og alkefugl som lunde viser mye lavere frekvenser av fremmedlegemer (plast) i tarm (Kühn og Van Franeker, 2020).

### 6.1.3 Forstyrrelse av næringsøk

Utslipp av store volum med treflis kan midlertidig forstyrre beiteaktivitet hos sjøfugl i nærområdet til utslippspunktene. Imidlertid er området stort, oppholdstiden for treflis på overflaten kort og det er en relativ lav tetthet av sjøfugl i området, noe som tilsier at forstyrrelser og fortrenning av sjøfugl fra beiteområdet vil være neglisjerbart.

## 7 Årstidsvariasjon i påvirkning

Tremassen synker nedover i vannsøylen, og flytter seg fra et miljø preget av årstidsvariasjoner i lysmengde, temperatur og værforhold, til et miljø med stabilt mørke, høyt trykk og lav vanntemperatur. Årstidsvariasjonene er i de øvre vannlagene og på overflaten er styrende for fordeling av biologiske ressurser og for aktivitet i økosystemer og næringskjeder. Dette gjelder bl.a. oppblomstring av planteplankton, gyteaktivitet hos fisk og dyreplankton, samt fordeling av sjøfugl.

Årstidsvariasjoner i ressursfordeling blir dermed mindre viktig med større dyp, men kunnskapen om variasjoner i meso- (200-1000 m dyp) og batypelagiske (mer enn 1000 m dyp) ressursers aktivitet er svært sparsom.

Om det skal kunne gis tilråding om valg av årstid for utplassering av treflis må både forventet miljøpåvirkning (i verst tenkelige scenario), ressursenes fordeling og sårbarhet, og ulemper knyttet til aktivitet høst og vinter inkluderes i vurderingene. Men kunnskapsgrunnlaget er som nevnt mangelfullt. Generelt sett er det våren som er den mest aktive i de pelagiske marine næringskjedene i det sentrale Norskehavet, slik at med en føre-var tilnærming bør perioden mars – juni unngås.

Ut over denne generiske anbefaling om å unngå utsett av treflis om vårer har vi ikke funnet grunnlag for å kunne fraråde eller anbefale andre årstider for slik utprøving.

## 8 Referanser

- Albretsen m.fl. (2023). Rapport fra Overvåkingsgruppen 2023. Rapport fra Havforskningen nr. 2023-24.
- Artsdatabanken (2021a, 24. november). Norsk rødliste for arter 2021. <http://www.artsdatabanken.no/lister/rodlisterforarter/2021> Nedlastet 24.02.2024.
- Artsdatabanken (2021b). Metode. Norsk rødliste for arter 2021. <https://www.artsdatabanken.no/rodlisterforarter2021/Metode> Nedlastet 24.02.2024.
- Artsdatabanken (2021c). Påvirkningsfaktorer. Norsk rødliste for arter 2021. <https://www.artsdatabanken.no/rodlisterforarter2021/Resultater/Pavirkningsfaktorer> Nedlastet 24.02.2024.
- Bachiller, E., Skaret, G., Nøttestad, L., & Slotte, A. (2016). Feeding Ecology of Northeast Atlantic Mackerel, Norwegian Spring-Spawning Herring and Blue Whiting in the Norwegian Sea. *Plos One*, 11(2). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0149238>.
- Bjelland O & JC Holst (2004). Other fish species and fish communities. In: O Bjelland and JC Holst (red), *The Norwegian Sea Ecosystem*. Tapir Academic Press, Trondheim. Side: 357-370.
- Björdal, C.G. & Nilsson, T. (2008) Reburial of shipwrecks in marine sediments: a long-term study on wood degradation, *Journal of Archaeological Science*, Volume 35, Issue 4, Pages 862-872, ISSN 0305-4403, <https://doi.org/10.1016/j.jas.2007.06.005>.
- Dypvik, E., Røstad, A., & Kaartvedt, S. (2012). Seasonal variations in vertical migration of glacier lanternfish, *Benthosema glaciale*. *Marine biology*, 159, 1673-1683.
- Charles F., Coston-Guarini, J., Guarini, J., & Fanfard, S. (2016) Wood decay at sea, *Journal of Sea Research*, Volume 114, Pages 22-25, ISSN 1385-1101, <https://doi.org/10.1016/j.seares.2016.05.002>.
- Dorieh, A., Khan, A., Pouresmael Selakjani, P., Pizzi, A., Hasankhah, A., Meraj, M., Pirouzram, O., Niksefat Abatari, M., and Ghafari Movahed, S. (2021) Influence of wood leachate industrial waste as a novel catalyst for the synthesis of UF resins and MDF bonded with them, *International Journal of Adhesion and Adhesives*, Volume 111, 102985, ISSN 0143-7496, <https://doi.org/10.1016/j.ijadhadh.2021.102985>.
- Eriksen, E., van der Meer, G., Nilsen, B., von Quillfeldt, C., & Johnsen, H. (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 (ISSN: 1893-4536). Retrieved from <https://www.hi.no/templates/reporteditor/report-pdf?id=45755&53193504>.
- Fauchald, P., T. Tverå, B.-J. Bårdsen, & K. Langeland. 2005. Utbredelsen av sjøfugl i Norskehavet og Barentshavet. NINA Rapport 64, 39 sider.
- Fauchald P., Erikstad K.E., & Reiertsen T.K. 2019. Sjøfugl i Barentshavet – vurderinger av sårbare arter, bestander, områder og perioder basert på nyeste kunnskap (revidert utgave). NINA Rapport 1616b, 54 sider.
- Fojutowski, A., Wróblewska, H., Komorowicz, M. Aleksandra Kropacz, Noskowiak, A., & Pomian, I. (2014) Changes in the properties of English oak wood (*Quercus robur* L.) as a result of remaining submerged in Baltic Sea waters for two years.
- Havforskningsinstituttet (2022a). Kolmule. HI Temasider, sist oppdatert 13.07.2022 <https://www.hi.no/hi/temasider/arter/kolmule> Nedlastet 15.02.2024.
- Havforskningsinstituttet (2022b). Makrell. HI Temasider, sist oppdatert 13.07.2022 <https://www.hi.no/hi/temasider/arter/makrell> Nedlastet 15.02.2024.
- Havforskningsinstituttet (2023a). Norsk vårgytende sild. HI Temasider, sist oppdatert 07.07.2023 <https://www.hi.no/hi/temasider/arter/norsk-vargytende-sild> Nedlastet 15.02.2024.

- Havforskningsinstituttet (2023b). Rognkjeks/Rongkall. HI Temasider, sist oppdatert 9.11.2023 <https://www.hi.no/hi/temasider/arter/rognkjeks-rognkall> Nedlastet 15.02.2024.
- Havforskningsinstituttet (2023c). Makrellstørje. HI Temasider, sist oppdatert 30.10.2023 <https://www.hi.no/hi/temasider/arter/makrellstorje> Nedlastet 15.02.2024.
- Havforskningsinstituttet (2023d). Uerfamilien, Snabeluer. HI Temasider, sist oppdatert 23.08.2023 <https://www.hi.no/hi/temasider/arter/uer/snabeluer> Nedlastet 15.02.2024.
- Havforskningsinstituttet (2023e). Uerfamilien, vanleg uer. HI Temasider, sist oppdatert 23.08.2023 <https://www.hi.no/hi/temasider/arter/uer/vanleg-uer> Nedlastet 15.02.2024.
- Havforskningsinstituttet (2023f). Brugde. HI Temasider, sist oppdatert 13.07.2023 <https://www.hi.no/hi/temasider/arter/brugde> Nedlastet 15.02.2024.
- Havforskningsinstituttet (2024). Laks. HI Temasider, sist oppdatert 23.01.2024 <https://www.hi.no/hi/temasider/arter/laks> Nedlastet 15.02.2024.
- Hesthagen T, Wienerroither R, Bjelland O, Byrkjedal I, Fiske P, Lynghammar A, Nedreaas K & Straube N (24.11.2021). Fisker: Vurdering av brugde *Cetorhinus maximus* for Norge. Rødlista for arter 2021. Artsdatabanken. <http://www.artsdatabanken.no/lister/rodlisterforarter/2021/1454>.
- Kristoffersen, J. B., & Gro Vea Salvanes, A. (2009). Distribution, growth, and population genetics of the glacier lanternfish (*Benthosema glaciale*) in Norwegian waters: Contrasting patterns in fjords and the ocean. *Marine Biology Research*, 5(6), 596-604. doi:10.1080/17451000903042479.
- Kühn, S., Van Franeker, J. A. (2020). Quantitative overview of marine debris ingested by marine megafauna. *Marine Pollution Bulletin* 151:110858.
- Kutti, T., Mork, K.A., Chierici, M., Børshheim, K.Y., Bagøien, E., Knutsen, T., Broms, C., Klevjer, T.A., Strand, E. & Gjørseter, H. (2021). Pelagiske økosystem i De nordiske havgrunnlagsstudie knyttet til åpningsprosess for utforskning og utvinning av havbunnsmineraler på norsk kontinentalsokkel. ISSN:1893-4536. Rapport fra havforskningen. 2021-41. 129 sider.
- Mecklenburg, C.W., Lynghammar, A., Johannesen, E., Byrkjedal, I., Christiansen, J.S., Dolgov, A.V., Karamushko, O.V., Mecklenburg, T.A., Møller, P.R., Steinke, D., Wienerroither, R.M (2018). *Marine Fishes of the Arctic Region, Volume I and II. Conservation of Arctic Flora and Fauna, Akureyri, Iceland.* 739 p.
- Miljødirektoratet (2022). Miljøstatus-Fiskebestander-Norsk vårgytende sild. Sist oppdatert 31.03.2022. Gruppen for overvåkning av de marine økosystemene <https://miljostatus.miljodirektoratet.no/tema/hav-og-kyst/havindikatorer/norskehavet/fiskebestander/norsk-vargytende-sild-i-norskehavet/>
- Nøttestad, L., Boge, E., & Ferter, K. (2020). The comeback of Atlantic bluefin tuna (*Thunnus thynnus*) to Norwegian waters. *Fisheries Research*, 231, 105689. <https://doi.org/10.1016/j.fishres.2020.105689>.
- Nøttestad, L., Peña, H., Høines, Å., Utne, KR., Torhein, S., Karlson, S & A. Salthaug (2023). Preliminary cruise report from the International Ecosystem Summer Survey in the Nordic Seas (IESSNS) 1st July – 3rd August 2023. *ICES Scientific Reports* 5-81.
- Olafsdottir, D., MacKenzie, B. R., Chosson-P, V., & Ingimundardottir, T. (2016). Dietary evidence of mesopelagic and pelagic foraging by Atlantic bluefin tuna (*Thunnus thynnus* L.) during autumn migrations to the Iceland Basin. *Frontiers in Marine Science*, 3, 108.
- Pilgård, A., De Vetter, L., Van Acker, J. & Westin, M. (2010), Toxic hazard of leachates from furfurylated wood: Comparison between two different aquatic organisms. *Environmental Toxicology and Chemistry*, 29: 1067-1071. <https://doi.org/10.1002/etc.132>.
- Rikardsen, A. H., & Dempson, J. B. (2011). Dietary life-support: the food and feeding of Atlantic salmon at sea. *Atlantic salmon ecology*, 115-143. <http://dx.doi.org/10.1002/9781444327755.ch5>.

- Rikardsen, A. H., Righton, D., Strøm, J. F., Thorstad, E. B., Gargan, P., Sheehan, T., Aarestrup, K. (2021). Redefining the oceanic distribution of Atlantic salmon. *Scientific Reports*, 11(1), 12266. <http://doi:10.1038/s41598-021-91137-y>.
- Roman, L., Hardesty, B. D., Hindell, M. A., Wilcox, C. (2019). A quantitative analysis linking seabird mortality and marine debris ingestion. *Scientific reports* 9:1-7.
- Shreeve, R. S., Collins, M. A., Tarling, G. A., Main, C., Ward, P., & Johnston, N. (2009). Feeding ecology of myctophid fishes in the northern Scotia Sea. *Marine Ecology Progress Series*, 386, 221-236.
- Sims, D.W. (2008). Sieving a living: a review of the biology, ecology and conservation status of the plankton-feeding basking shark *Cetorhinus maximus*. *Advances in marine biology*, 54, 171-220.
- Sims, D., Fowler, S.L., Clò, S., Jung, A., Soldo, A. & Bariche, M. 2015. *Cetorhinus maximus* (Europe assessment). The IUCN Red List of Threatened Species 2015: e.T4292A48953216. Accessed on 29 February 2024.
- Sunde, S. M. (2018). Fødebiologi til nordlig lysprikkfisk (*Benthoosema glaciale*, Reinhardt 1837) i fire Nordatlantiske havbassenger. The University of Bergen.
- Svensson, H., Marques, M., Kaczala, F. & Hogland, W. (2014), Leaching patterns related to wood storage areas. *Water Environ J*, 28: 277-284. Tilgjengelig her: <https://doi.org/10.1111/wej.12034>.
- Utne, K. R., Skagseth, Ø., Wennevik, V., Broms, C. T., Melle, W., & Thorstad, E. B. (2022). Impacts of a changing ecosystem on the feeding and feeding conditions for Atlantic salmon during the first months at sea. *Frontiers in Marine Science*, 9, 342. Tilgjengelig her: <https://doi.org/10.3389/fmars.2022.824614>.
- Utne-Palm, A.C., Hareide, N.R., De Jong, K., Tenningen, M. & Dankel, D.J. (2023). Kunnskapsinnhenting for Sameksistens mellom fiskeri- og havvindsnæring-En kartlegging av eksisterende kunnskap og erfaringer om effekter og konsekvenser av etablering av havvind for norsk fiskerinæring. Rapport fra havforskningen 2023-40.
- Vastenhoud, B. M. J., Mildemberger, T. K., Kokkalis, A., Paoletti, S., Alvarez, P., Garcia, D., Wiczorek, A. M., Klevjer, T., Melle, W., Jonsson, S. T., & Nielsen, J. R. (2023). Growth and natural mortality of *Maurollicus muelleri* and *Benthoosema glaciale* in the Northeast Atlantic Ocean. *Frontiers in Marine Science*, 10. doi:10.3389/fmars.2023.1278778.