

# Kartlegging og utredning av Fedafjorden i 2023 i forbindelse med etablering av hydrogenfabrikk



## RAPPORT

## Hovedkontor

Økernveien 94  
0579 Oslo  
Telefon (47) 22 18 51 00

## NIVA Region Sør

Jon Lilletuns vei 3  
4879 Grimstad  
Telefon (47) 22 18 51 00

## NIVA Region Innlandet

Sandvikaveien 59  
2312 Ottestad  
Telefon (47) 22 18 51 00

## NIVA Region Vest

Thormøhlensgate 53 D  
5006 Bergen  
Telefon (47) 22 18 51 00

## NIVA Danmark

Njalsgade 76, 4. sal  
2300 København S, Danmark  
Telefon (45) 39 17 97 33

Internett: [www.niva.no](http://www.niva.no)

Tittel Kartlegging og utredning av Fedafjorden i 2023 i forbindelse med etablering av hydrogenfabrikk	Løpenummer 7890-2023	Dato 22.08.2023
Forfatter(e) Hilde Cecilie Trannum Federico Håland Gaeta Janne K. Gitmark Maia R. Kile Kurt Johansen (NORCE) Tormod Haraldstad (NORCE)	Fagområde Marinbiologi Vassdragsreguleringer	Distribusjon Åpen
	Geografisk område Agder	Sider 53 + vedlegg

Oppdragsgiver(e) Kvina Energy	Kontaktperson hos oppdragsgiver Åge Breimoen
	Utgitt av NIVA Prosjektnummer 230045

<p>Sammendrag</p> <p>I forbindelse med etablering av hydrogenfabrikk i Kvinesdal er det foretatt en kartlegging av det akvatiske miljøet. I bekkene var fokuset vandrende fisk, som potensielt kan bli påvirket av endret vannføringsregime. I det marine miljøet var fokuset flora og fauna på hardbunn, som potensielt kan bli påvirket av nye kaianlegg og skipsanløp. Det er også innhentet og sammenstilt eksisterende data fra området. Videre er det drøftet avbøtende tiltak. De viktigste tiltakene i bekkene er å sikre en viss minimumsvannføring og iverksette evt. vandringstiltak. I det marine miljøet er de viktigste tiltakene å unngå partikkelspredning og å sikre en mest mulig naturlig utforming av evt. utfyllinger og kaifronter. Det bør legges særlig vekt på å beskytte rødlistede og hensynskrevende arter, herunder ål og hummer.</p>
--

<p>Fire emneord</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Kartlegging</li> <li>Hardbunnssamfunn</li> <li>Vandrende fisk</li> <li>Avbøtende tiltak</li> </ol>	<p>Four keywords</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Mapping</li> <li>Hard bottom communities</li> <li>Migrating fish</li> <li>Mitigation measures</li> </ol>
---	--

Denne rapporten er kvalitetssikret iht. NIVAs kvalitetssystem og godkjent av:

*Hilde Cecilie Trannum*  
Prosjektleder/Hovedforfatter

*Paul R. Berg*  
Forskningsleder

ISBN 978-82-577-7626-8  
NIVA-rapport ISSN 1894-7948

© Norsk institutt for vannforskning. Publikasjonen kan siteres fritt med kildeangivelse.

Kartlegging og utredning av Fedafjorden i 2023 i forbindelse med etablering av hydrogenfabrikk

## Forord

NIVA fikk i oppdrag av Kvina Energy å utrede mangfold i sjø og bekker i Fedafjorden i forbindelse med etablering av hydrogenfabrikk. Konsekvenser av inngrepene skulle også belyses, samt drøfting av avbøtende tiltak.

NORCE LFI har vært underleverandør på kartlegging Lervikbekken og Kleivsbekken, da med særlig hensyn på ål og ørret. Befaringen i Lervikbekken og Kleivsbekken ble gjennomført 18.04.2023 av Kurt Johansen og Tormod Haraldstad. K. Johansen hadde hovedansvaret for NORCEs leveranse.

Feltarbeidet i det marine miljøet ble utført 04.07.2023 av Janne K. Gitmark og Maia R. Kile på NIVA. Det ble kartlagt organismesamfunn på hardbunn, og det ble gjort en tilstandsklassifisering basert på algevegetasjonen i fjæra. J. K. Gitmark var ansvarlig for klassifiseringen og rapporteringen av hardbunnsdataene.

Undervannsfotograf Daniel Ree har gitt oss tilgang til flere bilder fra dykk i Fedafjorden, og takkes for dette.

Utover å fremskaffe nyere data har vi sammenstilt eksisterende data fra området. Dette er hovedsakelig utført av Federico G. Håland, som også har utarbeidet mye av rapporten.

Hilde C. Trannum har vært NIVAs prosjektleder for oppdraget, og har hatt hovedansvaret for leveransen.

NIVA takker Kvina Energy for oppdraget og for godt samarbeid med kontaktperson Åge Breimoen.

Grimstad, 12. september 2023

*Hilde Cecilie Trannum*

---

---

# Innholdsfortegnelse

<b>1</b>	<b>Introduksjon.....</b>	<b>7</b>
1.1	Bakgrunn og formål med undersøkelsen.....	7
1.2	Fedafjorden.....	7
1.3	Hydrogeologi i Fedafjorden .....	8
1.4	Naturtyper- og naturverdier .....	12
1.5	Dagens tilstand i Fedafjorden .....	15
1.6	Annen industri og påvirkning i Fedafjorden .....	17
1.7	Tidligere undersøkelser .....	18
1.8	Tildekking av forurensede sedimenter .....	20
<b>2</b>	<b>Kartlegging i det marine miljøet .....</b>	<b>21</b>
2.1	Registrering av organismesamfunn på hardbunn.....	21
2.1.1	Metodikk .....	22
2.1.2	Klassifisering .....	24
2.1.3	Resultater .....	24
2.2	Marint naturmangfold basert på dykkerobservasjoner .....	29
2.3	Drøfting av konsekvenser og avbøtende tiltak i det marine miljøet .....	34
<b>3</b>	<b>Kartlegging av bekker .....</b>	<b>37</b>
3.1	Områdebeskrivelse .....	37
3.2	Metodikk.....	38
3.3	Lervikbekken .....	38
3.4	Kleivsbekken .....	46
3.5	Drøfting av konsekvenser og avbøtende tiltak i bekker .....	51
<b>4</b>	<b>Konklusjon .....</b>	<b>53</b>

## Sammendrag

I forbindelse med etablering av hydrogenfabrikk innerst i Fedafjorden i Kvinesdal kommune er det foretatt en utredning av biologisk mangfold i bekker og sjø i området som kan bli påvirket. Påvirkning på bekker vil kunne være gjennom endret vannføringsregime, med mulig effekt på vandrende fisk. Påvirkning på det marine miljøet vil kunne være gjennom nye kaianlegg og skipsanløp. Oppdraget er utført ved å innhente eksisterende kunnskap samt å foreta ny kartlegging. Kartleggingen av det marine miljøet fokuserte på hardbunnssamfunn, men vi fikk også tilgang til undervannsfotografier tatt av fritidsdykkere i fjorden. I bekkene var fokuset å dokumentere tilstedeværelsen av vandrende fisk. Prosjektet inkluderte også drøfting av avbøtende tiltak for å minimere evt. miljøpåvirkninger.

Den økologiske tilstanden basert på fjæresonen ble klassifisert som «god» i vannforekomst Fedafjord-ytre, og kun «moderat» i Fedafjord-indre. Det ble registrert få arter av alger og dyr, men dette henger også sammen med stor grad av ferskvannspåvirkning i denne delen av fjorden. Det var stor andel opportunistiske arter og grønnalger, som indikerer overkonsentrasjon av næringssalter. Sukkertare ble registrert, selv om forekomsten ikke nødvendigvis kan klassifiseres som naturtypen «sørlig sukkertareskog», som er en sterkt truet naturtype. Dykkerobservasjoner viste at en rekke arter av fisk og skalldyr er tilstede i fjorden. Det ble bl.a. registrert hummer, som er en sårbar art. Fedafjorden indre er også et viktig gyteområde for torsk.

En rekke avbøtende tiltak er beskrevet for å minimere miljøpåvirkningene. Dette gjelder både i utbyggingsfasen og i driftsfasen. Spesielt er det viktig å unngå resuspensjon av de forurensede partiklene som er tilstede i fjorden og Indrevika spesielt. Det er også viktig å unngå spredning av både partikler og næringssalter i fjorden. Mht. etablering av marine undervannskonstruksjoner, bør prinsippet om naturbaserte løsninger følges. Dette kan fremme etablering av hjemmehørende arter, og samtidig gjøre at fremmede arter ikke så lett kan få fotfeste.

Det ble registrert ål både i sjøen og i bekker, og flere årsklasser var tilstede. Dette er en sterkt truet art, og det er viktig med avbøtende tiltak for å beskytte bestanden. Ålevandringstiltak i bekkene bør derfor iverksettes ved en evt. oppdemming eller redusert vannføring.

Både i Leirvikbekken og Kleivsbekken ble det registrert ørret, og i Kleivsbekken også laks av årsklassen 0,1 og 2+ (parr og presmolt). Lav sommervannføring er ansett som den viktigste begrensende faktoren for produksjonen av fisk i begge bekkene, og fraføring av vann vil kunne ha negative konsekvenser. Det bør derfor settes et krav til minstevannføring i bekkene. Kleivsbekken ble ansett å ha en høyere verdi enn Leirvikbekken, dersom man måtte sammenlikne de to.

## Summary

Title: Mapping and assessment of Fedafjorden in 2023 in connection with the establishment of a hydrogen plant

Year: 2023

Author(s): Trannum, H.C.; Gaeta, F.H., Gitmark, J.K., Kile, M.R., Johansen, K., Haraldstad, T.,

Source: Norwegian Institute for Water Research, ISBN 978-82-577-7626-8

In connection with the establishment of a hydrogen plant at the innermost part of Fedafjorden in Kvinesdal, an assessment of the biodiversity in streams and the sea in the potentially affected area has been conducted. Impact on the streams may occur through altered flow regimes, with potential effects on migratory fish. Impact on the marine environment may occur through new quay facilities and ship arrivals. The project was carried out by compiling existing knowledge and conducting new mapping. The mapping of the marine environment focused on hard-bottom communities, but we also got access to underwater-photos from divers in the fjord. In the streams, the focus was to document the presence of migratory fish. The project also included a discussion of mitigating measures to minimize potential environmental impacts. The inner part of Fedafjorden is also an important spawning area for cod.

The ecological condition based on the intertidal zone was classified as "good" for the waterbody Fedafjord-ytre, and only "moderate" for Fedafjord-indre. Only a few species of algae and animals were recorded, but this is also linked to a pronounced influence of freshwater in this part of the fjord. There was a high abundance of opportunistic species and green algae, indicating an overconcentration of nutrients. Sugar kelp was observed, although the occurrence can not necessarily be classified as the nature type "southern sugar kelp forest," which is a highly threatened nature type. Diver observations showed that a variety of fish and shellfish are present in the fjord. E.g. lobster, which is a vulnerable species, was documented.

Several mitigating measures are described to minimize the environmental impacts. This applies to both the construction and the operational phase. It is particularly important to avoid resuspension of the contaminated particles present in the fjord and specifically in Indrevika. It is also important to prevent the spreading of particles and nutrients in the fjord. Regarding the establishment of underwater marine constructions, the principle of nature-based solutions should be followed. This can promote the establishment of native species and also make it more difficult for invasive species to get established.

Eels were recorded both in the sea and in streams, with several year classes present. This is a highly threatened species, and it is important to implement mitigating measures to protect the population. Therefore, eel migration measures in the streams should be implemented in case of potential damming or reduced water flow.

Both in Leirvikbekken and Kleivsbekken, trout were recorded, and in Kleivsbekken, there were also young salmon. Low summer water flow is considered the main limiting factor for fish production in both streams, and loss of water could have negative consequences. Therefore, a requirement of a minimum water flow requirement should be established. If a comparison should be made, Kleivsbekken is considered to have a higher value than Leirvikbekken.

# 1 Introduksjon

## 1.1 Bakgrunn og formål med undersøkelsen

Kvina Energy planlegger å etablere en hydrogenfabrikk innerst i Fedafjorden like vest for Øye i Kvinesdal. Fabrikken skal bygges på det allerede etablerte Lervik industriområde, hvor det allerede er mye infrastruktur i form av strømtilgang, veier og havner. Det er også annen industrivirksomhet i området, inkl. et akvakulturanlegg.

I forbindelse med etableringen av fabrikken er det behov for en utredning av biologisk mangfold i bekker og sjø i området som kan bli påvirket. Påvirkning på bekker vil kunne være gjennom endret vannføringsregime, med mulig effekt på vandrende fisk. Kvina Energi ønsker å regulere Hestesprangvannet med 4m, samt ta ut 30 l/s fra Lervikbekken som renner ut fra Hestesprangvannet. Det er også planer om å benytte vann fra Kleivsbekken til å fylle det mulige magasinet i Hestesprangvannet.

Påvirkning på det marine miljøet vil kunne være gjennom nye kaianlegg og skipsanløp. Her er det valgt å kartlegge hardbunnssamfunn, dvs. flora og fauna på fast substrat, fra ca. 30 m dyp og opp til og med fjæresonen. Årsaken til denne utvelgelsen er for det første at evt. kaifundamenter vil festes direkte på fjellet og for det andre at det skal utføres tildekking av forurensede sedimenter i Fedafjorden slik at bløtbunnssamfunnene uansett vil endres som følge av dette. Videre finnes det ikke informasjon om hardbunnssamfunn i Vannmijø fra før, mens dette foreligger for bløtbunnssamfunn.

Oppdraget vil utføres ved å innhente eksisterende kunnskap samt å foreta ny kartlegging. Videre vil det foreslås avbøtende tiltak for å minimere evt. miljøpåvirkninger.

Formålet med prosjektet har således vært følgende:

- Sammenstille eksisterende informasjon fra området
- Kartlegging av hardbunnssamfunn i sjø- og fjæresonen
- Kartlegging av bekker med fokus på anadrome og katadrome arter
- Utrede konsekvenser og foreslå avbøtende tiltak

## 1.2 Fedafjorden

Fedafjorden er en smal fjord som er om lag 15 km lang. Den går fra utløpet til elven Kvina og munner ut ved Austre Stolen nordøst for Andabeløya, hvor den møter Listafjorden. Fjorden har en U-form med bratte skråninger. Den er dypest ved utløpet, med dyp på drøyt 350 m. Det er en terskel ved Angholmen som deler fjorden i to basseng. Det innerste bassenget har dyp dyp på 80-90 m. I Lervika, der hvor fabrikken planlegges etablert, er dypet ca. 30-40 m.

Fedafjorden består av to vannforekomster; Fedafjord-indre og -ytre. Fedafjord-indre går fra munningen av Kvina og ut til Diganes, mens Fedafjord-ytre omfatter resten av fjorden. Fedafjord-indre har et areal på kun 0,8 km<sup>2</sup> og arealet til Fedafjord-ytre er på 9,5 km<sup>2</sup>. Både Fedafjord-indre



og -ytre tilhører vanntype sterkt ferskvannspåvirket fjord, med salinitet lavere enn 18 PSU. Det er liten tidevannsforskjell og liten grad av bølgeeksponering.

Det er først og fremst vannforekomst Fedafjord-indre som potensielt kan påvirkes av fabrikken, selv om en evt. påvirkning av fremtidig økt skipstrafikk ikke kan utelukkes for Fedafjord-ytre.

### 1.3 Hydrogeologi i Fedafjorden

Indre delen av Fedafjorden kjennetegnes av ferskvannstilførsel fra Kvina-vassdraget som blandes med sjøvann, slike områder omtales som estuarie. Begrepet estuarie kjennetegner et kystområde hvor ferskvann fra elver møter sjøvann fra havet. I denne sonen, pga. tetthetsforskjeller, blir ferskvann liggende på toppen og danner et brakkvannslag, med lav salinitet og pH nivåer, som renner utover mot havet<sup>1</sup>. Vannmassene i Fedafjorden kan grovt inndeles i et overflatelag (brakkvannslaget med varierende saltholdighet (0-30 ‰) og et dypvannslag som utgjør en mer homogen sjøvannsmasse (30-34,5 ‰)<sup>2</sup>.

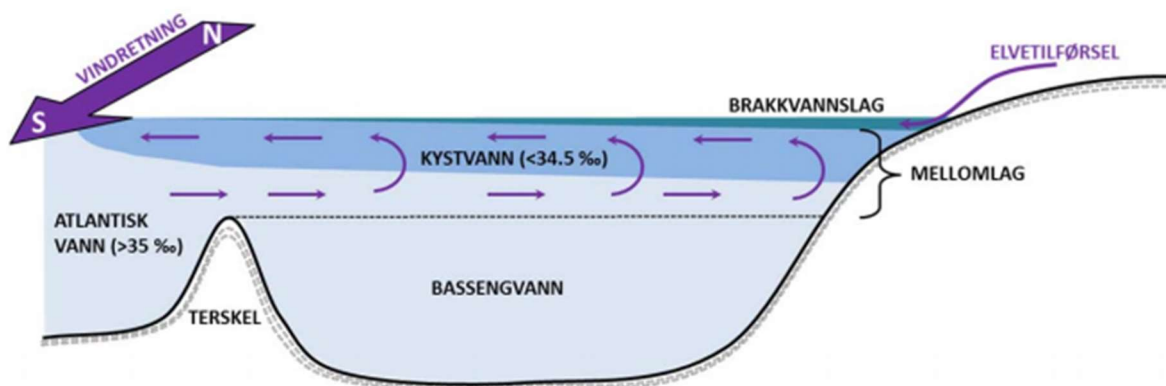
I de norske dype fjorder som Fedafjorden, er prosessene som dominerer vannutskiftinger i estuariene regulert av tidevann og vindretning, som oppsummert her under:

- a. **Utveksling drevet av lokale vinder.** Forflytning av luft i grenseflaten mellom luft og vann vil som følge av friksjon generere et mekanisk drag på overflatelaget i samme retning som luften (vinden). Dette draget avtar raskt i dypet, men påvirker betydelig vannmasser ned til 20 m. Det er dermed lite horisontal utveksling forbundet med lokale vinddrevne prosesser. For nedblanding av brakkvannslaget i Fedafjorden kan denne prosessen være svært viktig.
- b. **Utveksling drevet av tidevann.** Til forskjell fra vinddrevet utveksling av vannmassene, vil tidevannsforskjeller påvirke vannmassene gjennom hele vannsøylen. Hvor mye vann som forflyttes avhenger av størrelsen på tidevannsforskjellen. I Skagerrak og særlig i Lister regionen er denne forskjellen ikke mer enn 30 cm.
- c. **Utveksling drevet av dominerende vindretning langs norskekysten.** Dette fenomenet er med å forklare hvorfor både vindretning, men også styrke påvirker spredning av blandsoner i Fedafjorden. Det betyr at når vinden langs norskekysten blåser fra nord til sør (nordavind) transporteres kystvannet i retning av havet. Det gir lavere vannstand som kompenseres med transport oppover av dypere liggende vann (såkalt oppvelling, Figur 1: Sirkulasjonsprosesser knyttet til dominerende vindretning fra nord mot sør (nordavind). ). Omvendt, ved sørlige og sørvestlige vinder stues kystvannet inn mot kysten og inn i fjordene. Dette resulterer i en inngående strøm i øvre del av mellomlaget, høyere vannstand som kompenseres med utstrømning i nedre del av mellomlaget (Figur 2).

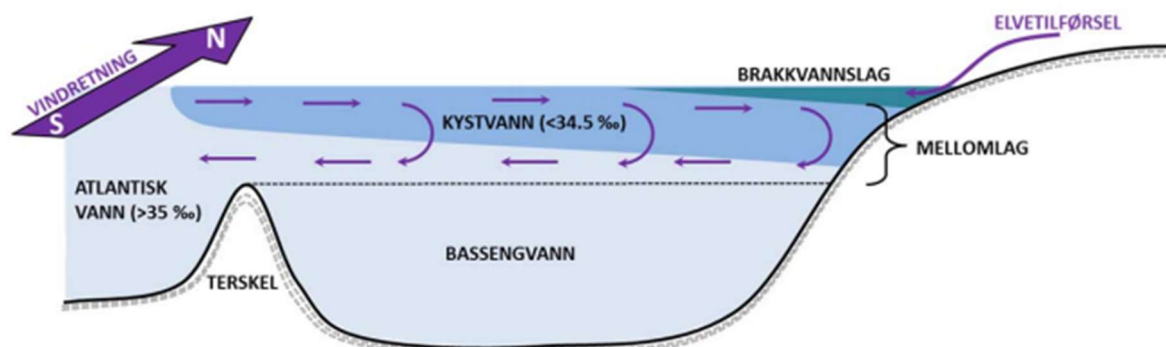
---

<sup>1</sup> [https://bio.uib.no/te/papers/Opdal\\_et\\_al\\_2013\\_Sognefjorden\\_en\\_oppsummering.pdf](https://bio.uib.no/te/papers/Opdal_et_al_2013_Sognefjorden_en_oppsummering.pdf) side 7

<sup>2</sup> COWI, 2022. Statusrapport forurenset sjøbunn Fedafjorden. 2010-2022. Fagnotat. Oppdragsnr. A245460, RAP001

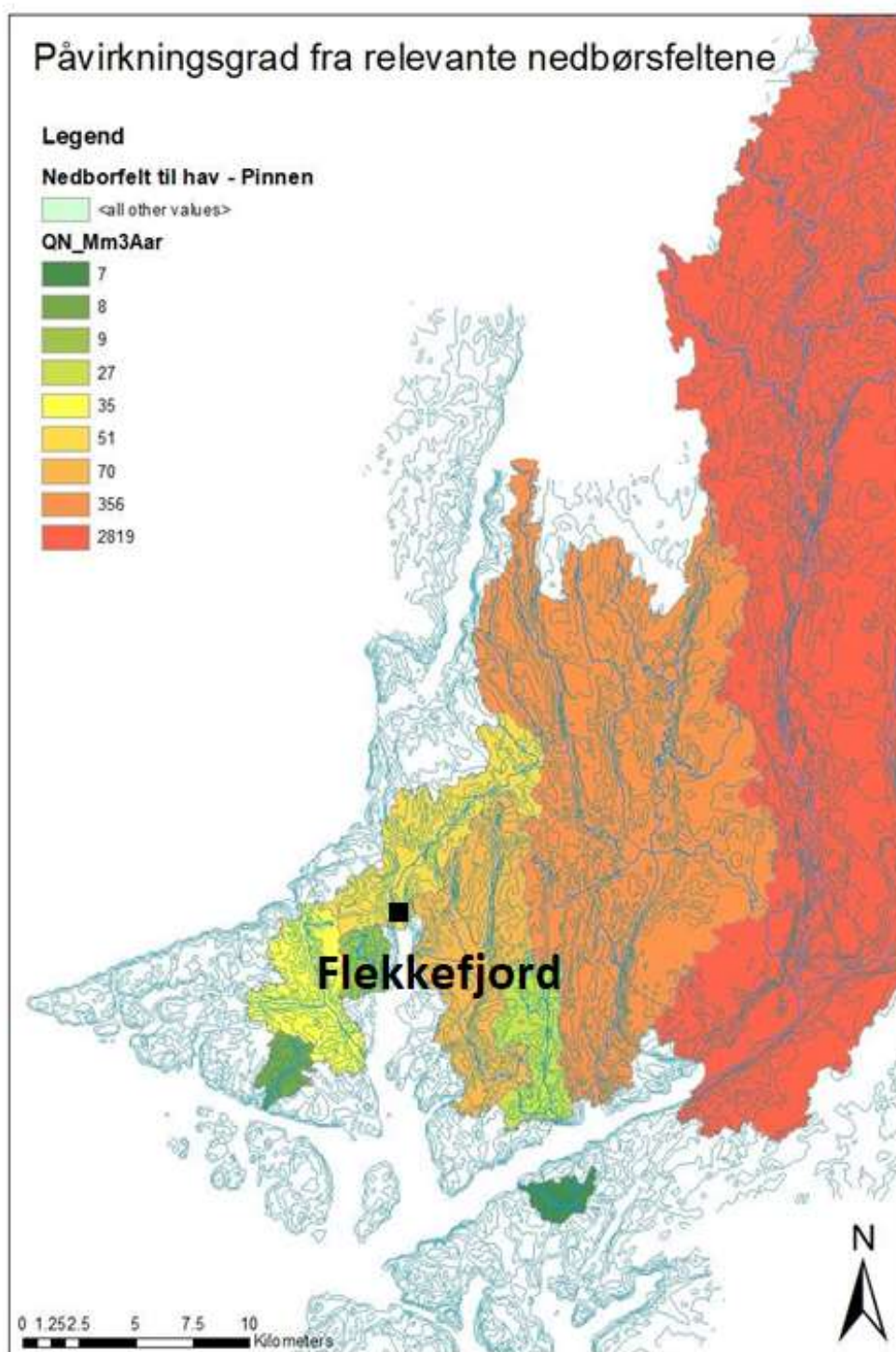


Figur 1: Sirkulasjonsprosesser knyttet til dominerende vindretning fra nord mot sør (nordavind).  
Kilde: [https://bio.uib.no/te/papers/Opdal\\_etal\\_2013\\_Sognefjorden\\_en\\_oppsummering.pdf](https://bio.uib.no/te/papers/Opdal_etal_2013_Sognefjorden_en_oppsummering.pdf)

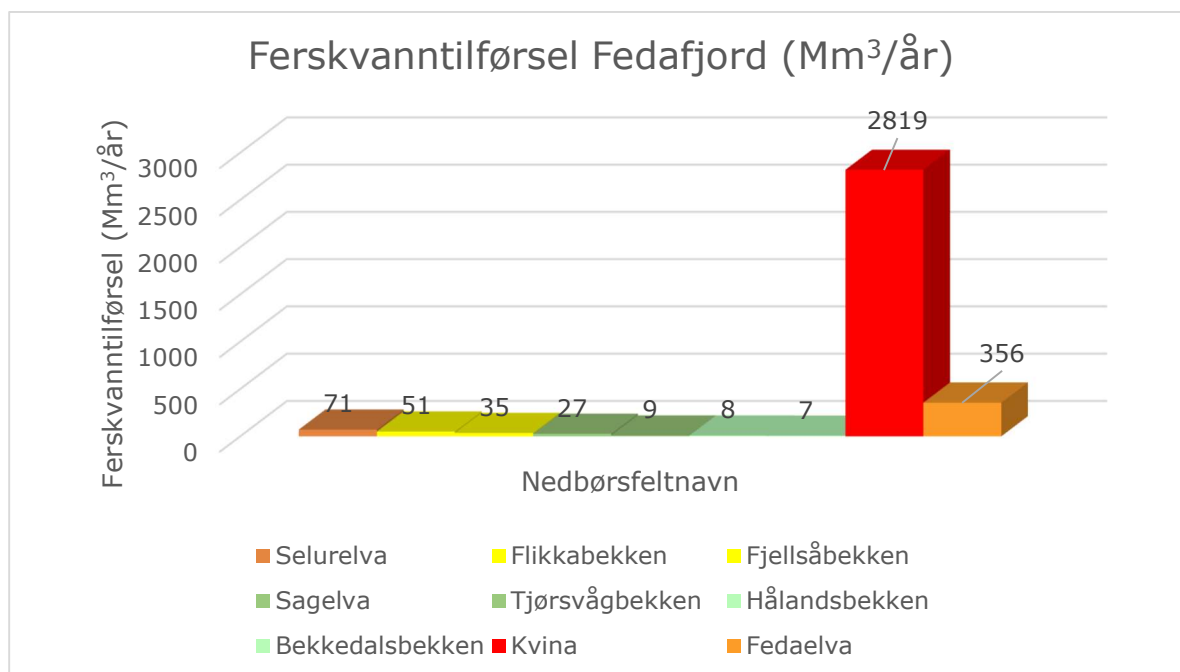


Figur 2: Sirkulasjonsprosesser knyttet til dominerende vindretning fra sør mot nord (sønnavind).  
Kilde: [https://bio.uib.no/te/papers/Opdal\\_etal\\_2013\\_Sognefjorden\\_en\\_oppsummering.pdf](https://bio.uib.no/te/papers/Opdal_etal_2013_Sognefjorden_en_oppsummering.pdf)

Ferskvannstilførselen i Fedafjorden setter preg både på habitatet og biomangfoldet i Fedafjorden. Vi har kvantifisert avrenning fra nedbørsfeltene for å undersøke hvilket nedbørsfelt har størst påvirkning i studieområdet. Resultatene i Figur 3 og Figur 4 viser at Kvina vassdraget har størst innflytelse for ferskvannstilførselen, etterfulgt av Fedaelva. De andre nedbørsfeltene med avrenning i Fedafjorden har betydelig mindre påvirkningsgrad i forhold til de to overnevnte.



Figur 3: Figuren viser arealfordeling av ferskvannstilførselen i studieområdet. Røde/oransje arealer markerer nedbørsfeltene med høyest ferskvannstilførsel og de grønne hvor den er minst.

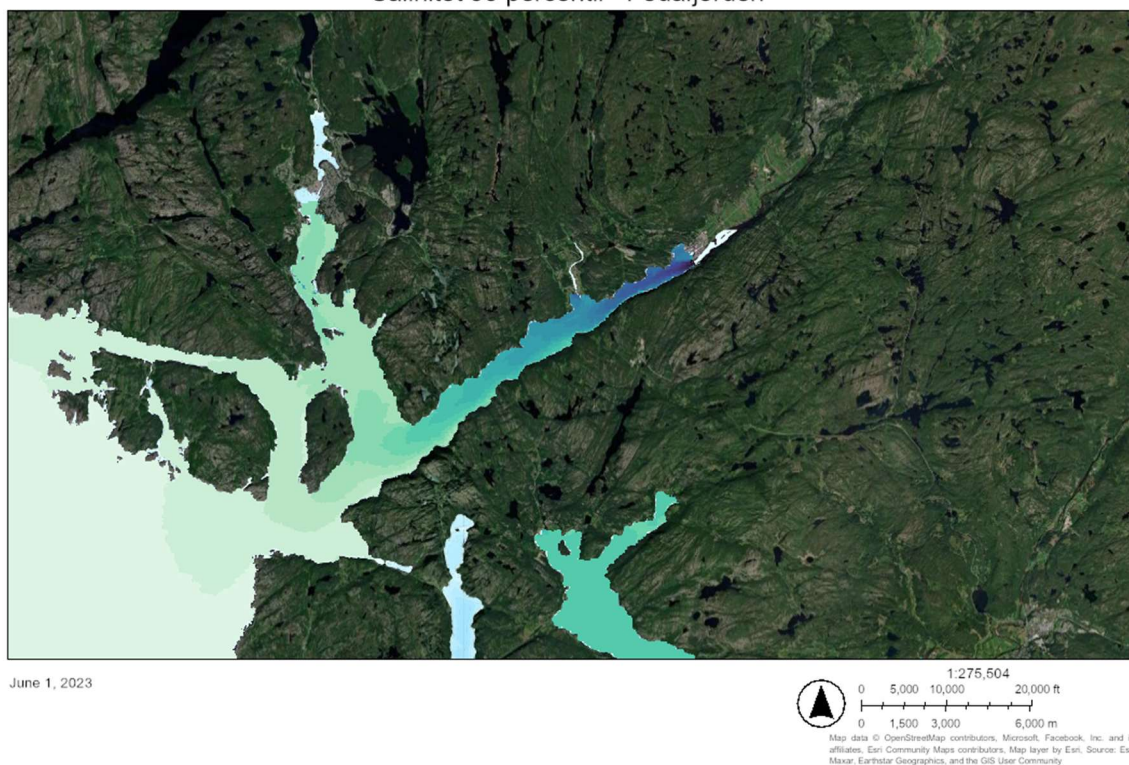


Figur 4: Figuren viser ferskvannstilførsel fra nedbørsfeltene med avrenning i Fedafjorden. Resultatene viser at Kvina har en betydelig høyere påvirkningsgrad (2819 Mm<sup>3</sup>/året) enn Fedaelva (356 Mm<sup>3</sup>/året) og Seluraelva (71 Mm<sup>3</sup>/året). Dataene er tatt fra NVE portalen <https://www.nve.no/>

Etablering av vannkraftinstallasjoner har medført overføring av vann fra Kvina til Sira. Dette har ført til endret salinitet i Fedafjorden med mer brakkevann, i følge informasjon i Vann-nett. Det har videre betydning for aluminiums-konsentrasjoner, noe som igjen påvirker laksevandring<sup>3</sup>. Ferskvannspåvirkning i indre delen av Fedafjorden og omfanget til blandingssonen er vist i Figur 5.

<sup>3</sup> Kroglund, F., Høgberget, R., Haraldstad, T., Økland, F., Thorstad, E. B., Teien, H. C., ... & Guttrup, J. (2011). Påvirkes laksesmolt av aluminium i brakkevann? Telemetriundersøkelser i Storelva i Holt, Aust-Agder, 2007.

Salinitet 95 percentil - Fedafjorden

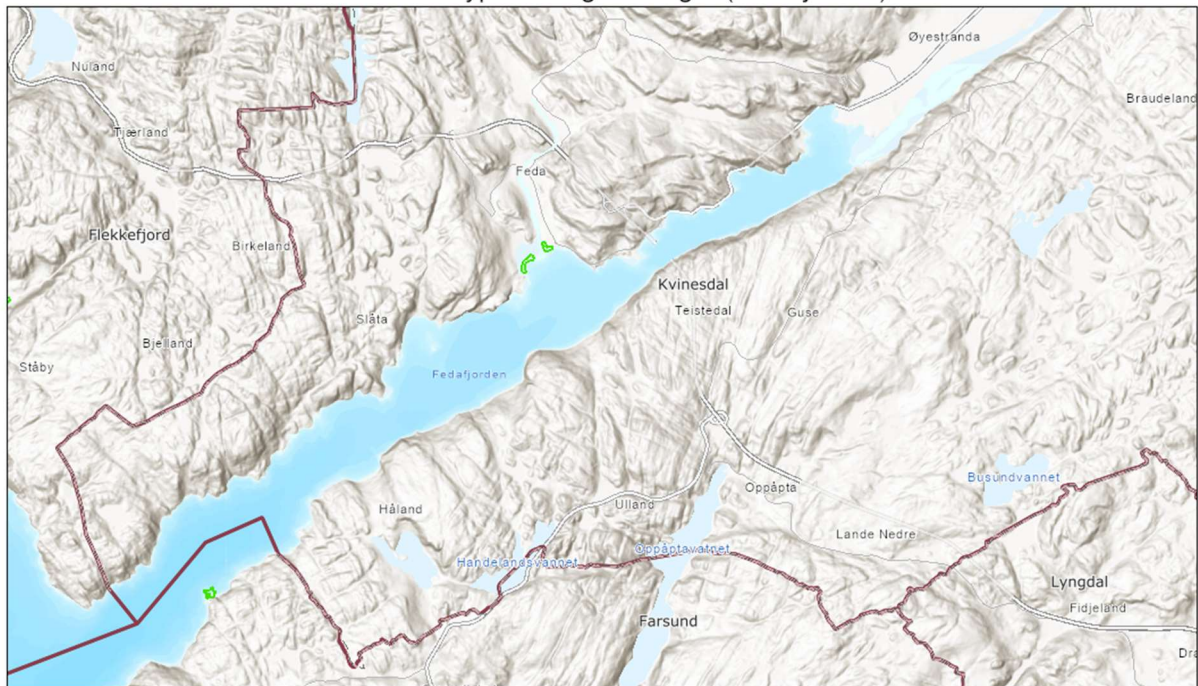


Figur 5: Salinitetsverdier i overflatevann i studieområdet - Fedafjorden (95 percentiler). De mørkeblå områder i indre delen av Fedafjorden har lavest salinitet (3-5 PSU), de lysegrønne i havgapet til Fedafjorden har høyest salinitet (20-30 PSU).

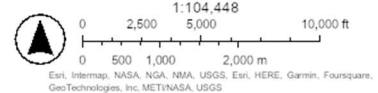
## 1.4 Naturtyper- og naturverdier

Ålegrassenger og tareskog er to prioriterte marine naturtyper bl.a. fordi de er viktige som oppvekstområde for fisk, innehar viktige økosystemfunksjoner og lagrer karbon. I Miljødirektoratet sine kartlag (Naturbase) er det kun dokumentert forekomster av ålegress i munningen til Fedaelva, som vist i Figur 6.

## Marine naturtyper - Ålegrassenger (Fedafjorden)

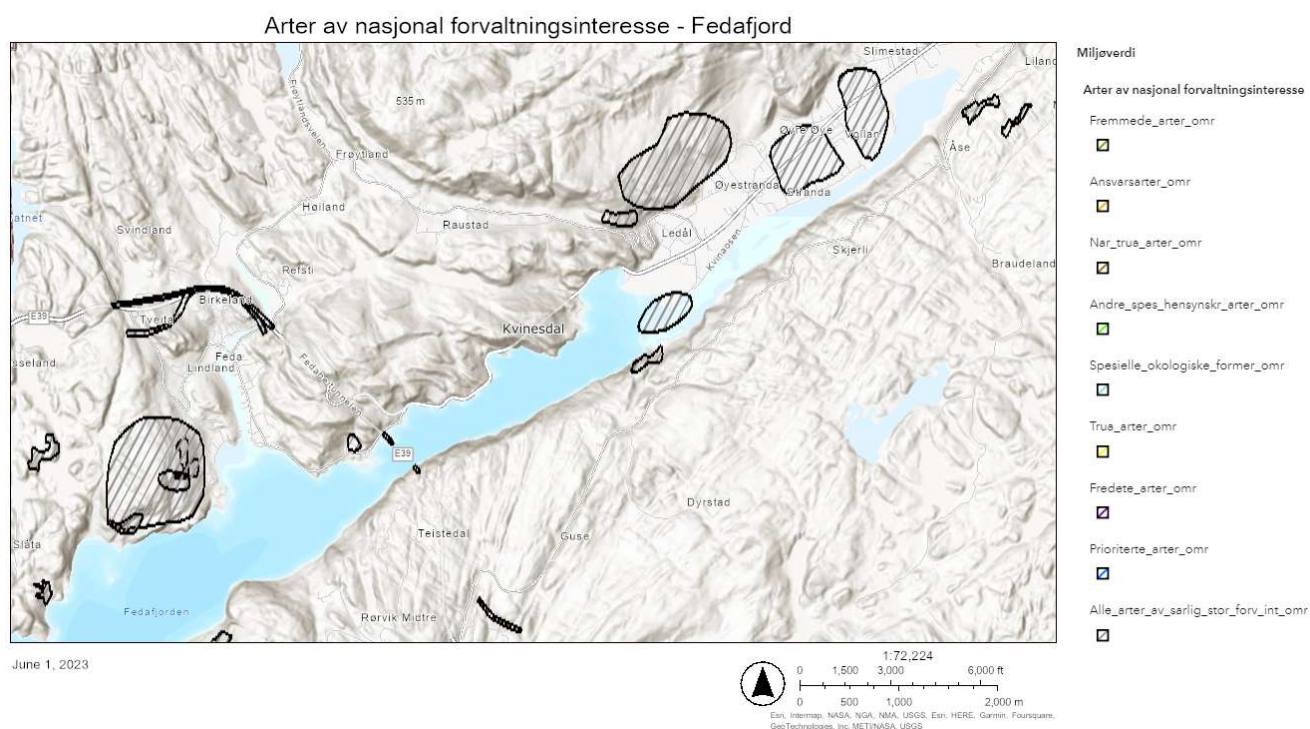


June 1, 2023



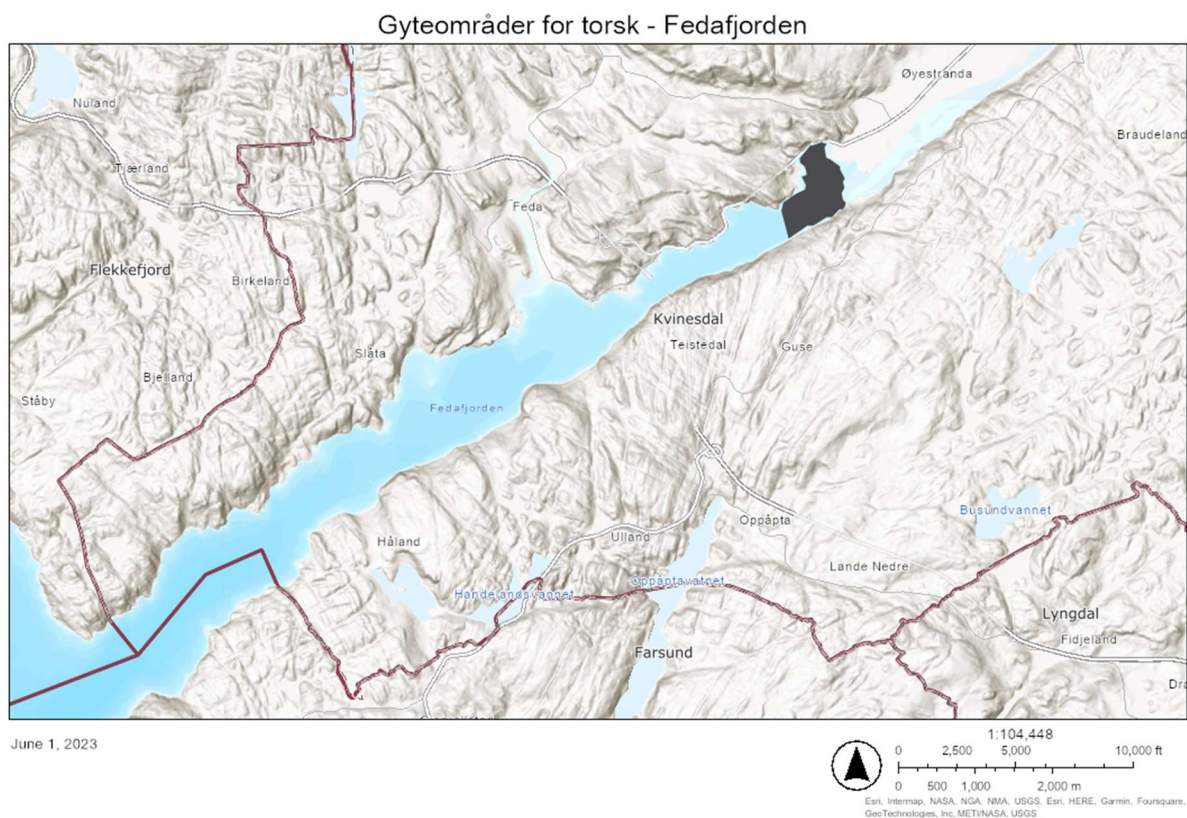
Figur 6: Figuren viser de marine dokumenterte naturtypene i Fedafjorden. De lysegrønne polygonene i munningen til Fedaelva og i ytre sør-østdelen av Fedafjorden beskriver forekomster av ålegrassenger. Kilde: Miljødirektoratet.

Det er fra før registrert enkelte forekomster av arter av nasjonal forvaltningsinteresse i Fedafjorden. Dette inkluderer både «*truede arter*» i munningen til Kvina og «*Andre spesielt hensynskrevende arter*» sørvest for Feda og ved Sveigenes i munningen av Fedafjorden mot Stolsfjorden som vist i Figur 7. Registreringer som er gjort i dette prosjektet kan også bidra til å øke kunnskapen om fjorden mht. tilstedeværelsen av arter som krever ekstra hensyn.



Figur 7: Arter av nasjonal forvaltningsinteresse – Fedafjord. Kilde – Miljødirektoratet.

Miljøverdien er også dokumentert ved forekomster av naturtyper for sjøfugler og fiskearter, hvor klassifiseringen tilsier at Fedafjorden har «*høy verdi*» med hensyn til gyteområder. Det gjelder særlig gyteområde for torsk i indre delen av Fedafjorden som vist i Figur 8.



Figur 8: Gytemråder for torsk er merket med en svart polygon i indre delen av Fedafjorden. Kilde: Fiskeridirektoratet.

Vedrørende tilstedeværelse av anadrome arter er Kvinaelva en viktig lakseførende elv. Det er også dokumentert flere sjøørretbekker i kommunen. Tilstedeværelse av anadrome arter utredes nærmere i kapittel 3.

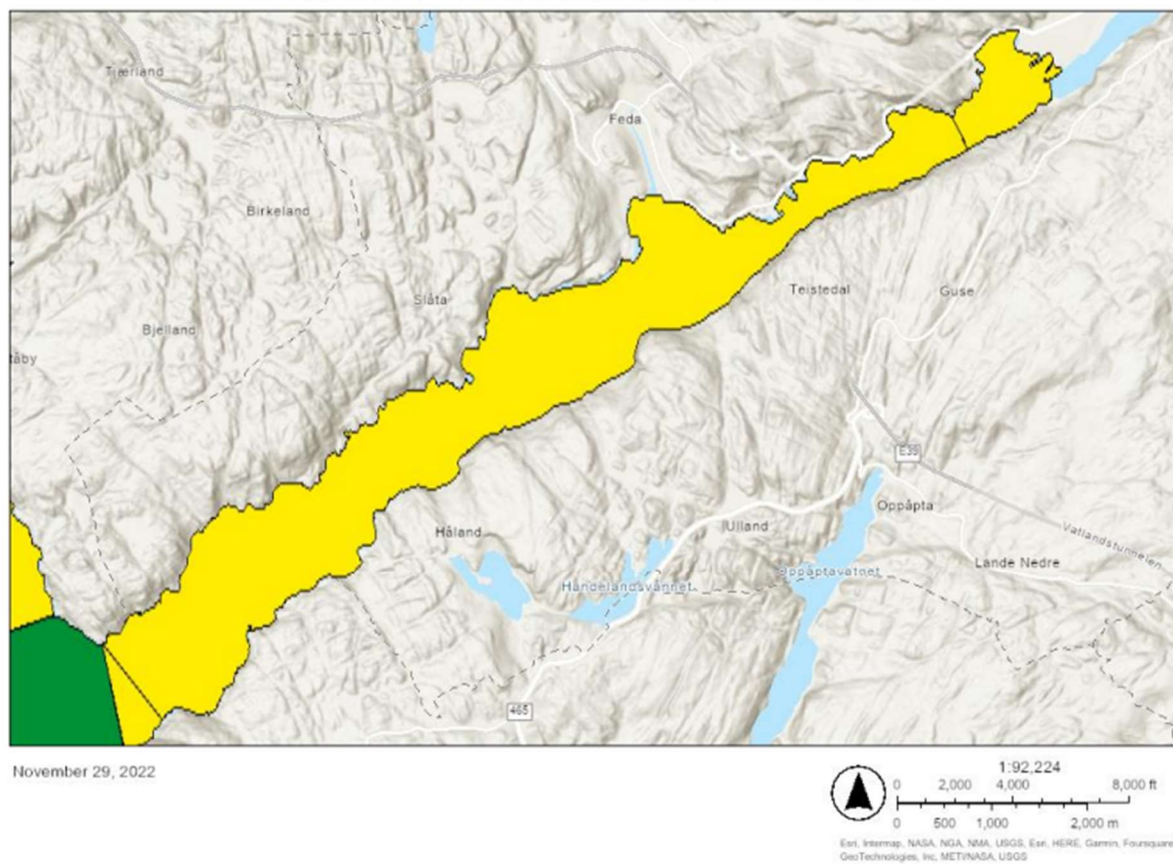
## 1.5 Dagens tilstand i Fedafjorden

Pr. i dag er det kun «moderat» økologisk tilstand og «dårlig» kjemisk tilstand i både Fedafjord-indre og -ytre, vist i hhv. Figur 9 og Figur 10. «Moderat» økologisk tilstand er i Fedafjorden indre bl.a. basert på den økologiske statusen til bløtbunnsfaunaen. Videre er det målt «dårlig» tilstand mht. siktedyp og «moderat» tilstand mht. totalt fosfor, samt at det er overskridelser av vannregionspesifikke stoffer. I Fedafjorden ytre er det igjen «dårlig» tilstand mht. siktedyp og «moderat» tilstand mht. totalt fosfor, samt overskridelser av vannregionspesifikke stoffer, men her har bløtbunnsfaunaen «god» tilstand.

«Dårlig» kjemisk tilstand kan i begge vannforekomstene relateres til øvrig pågående og nedlagt industri i området, se kapittel 1.6 og 1.7. Det er forhøyede nivåer av miljøgifter i sedimentet, samt overskridelse av enkelte miljøgifter i blåskjell. Det er også oppført mulig påvirkning knyttet til hydromorfologisk endring.



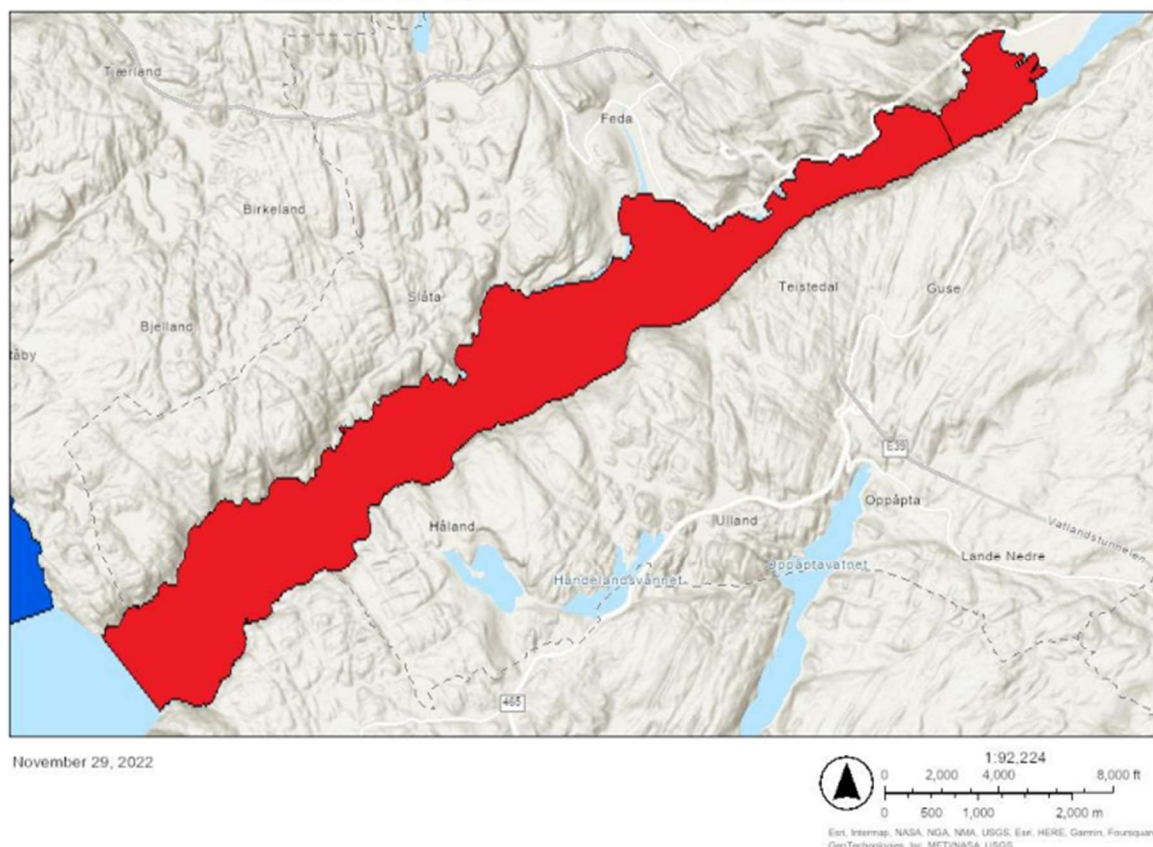
## SAMAGDER - Økologisk tilstand Kvinesdal kommune



Figur 9: Økologisk tilstand i vannforekomstene *Fedafjord indre* og *Fedafjord Ytre*. Gult er «moderat», grønn er «god» økologisk tilstand. Kilde: Vann-Nett. Kart hentet fra SAMAGDER<sup>4</sup>.

<sup>4</sup> <https://experience.arcgis.com/experience/c8f09384399641c1b2b8c7508fe3b1c7/page/Kart--Kystpotensiale-og-milj%C3%B8p%C3%A5virkning/?draft=true>

## SAMAGDER - Kjemisk tilstand Kvinesdal kommune



Figur 10: Kjemisk tilstand i vannforekomstene *Fedafjord indre* og *Fedafjord Ytre*. Rødt står for «dårlig» kjemisk tilstand. Kilde: Vann-Nett. Kart hentet fra SAMAGDER<sup>5</sup>.

## 1.6 Annen industri og påvirkning i Fedafjorden

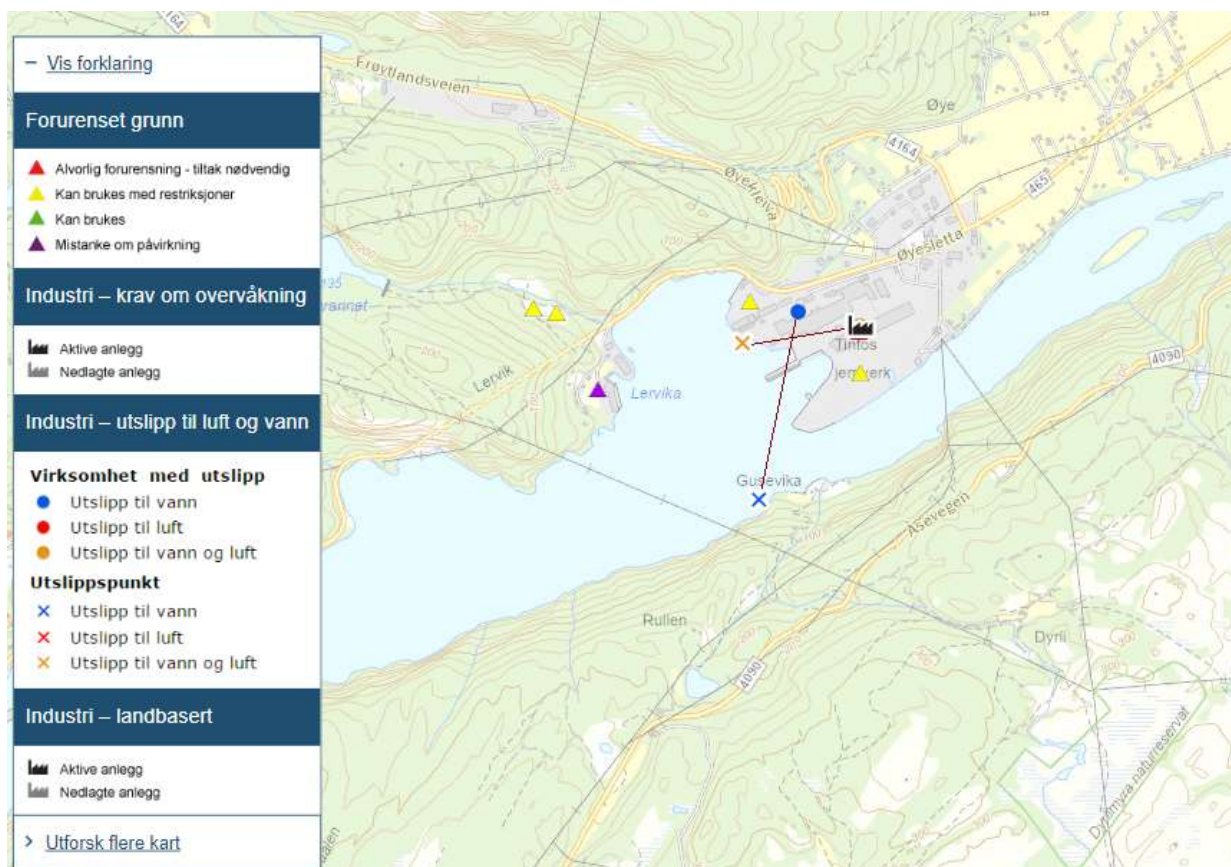
Det er fra før etablert annen industri i området, og det er også noe nedlagt industri. Tilgangen til kraft har vært viktig for etableringen av industri. Isfri havn og et stort åpent område har også hatt betydning for logistikken<sup>6</sup>. Kart over utslipp innerst i Fedafjorden er vist i Figur 11. Eramet er en viktig bedrift i området, og fremstiller silikomangan for bruk i stålproduksjon. Eramet startet opp i 1974. Trælandsfos AS produserte papirmasse i perioden fra 1961 til 1980. Stolt Sea Farm driver landbasert produksjon av piggvar, og nyttiggjør seg varmt vann fra Eramet. Sjøvannsinntaket til piggvaranlegget er innerst i Fedafjorden, se også Figur 12.

Industribedriftene har gjort at fjorden, og Indrevika spesielt, er sterkt forurenset i bunnsedimentene, se også kapittel 1.5. Det er mest forurensning av PAH og kvikksølv, men også bly, kobber, kadmium, sink og TBT<sup>7</sup>. Det er ulik kilde til miljøgiftene, hvor PAH hovedsakelig kommer fra Eramet i Kvinesdal, mens kvikksølv hovedsakelig kommer fra Trælandsfos AS. Eramet sine utslipp av PAH ble kraftig redusert etter etablering av nye og forbedrede renseanlegg i 1990.

<sup>5</sup> <https://experience.arcgis.com/experience/c8f09384399641c1b2b8c7508fe3b1c7/page/Kart--Kystpotensiale-og-milj%C3%B8p%C3%A5virkning/?draft=true>

<sup>6</sup> [Eramet Norway Kvinesdal - Eramet Norway](#)

<sup>7</sup> [Fedafjorden - sjøbunn - Miljødirektoratet \(miljodirektoratet.no\)](#)



Figur 11: Kart over utslipp innerst i Fedafjorden, hvor anlegget merket som aktivt anlegg er Eramet Kvinesdal. Kilde: Miljøstatus.

## 1.7 Tidligere undersøkelser

I det følgende presenteres de viktigste og nyeste rapportene mht. forurensningssituasjonen i Fedafjorden. Undersøkelsene startet opp på 80-tallet. I 2003 utarbeidet Fylkesmannen i Vest-Agder en rapport som viste at det i Fedafjorden var høye verdier av miljøgiftene PAH, kadmium og kvikksølv. Rapporten pekte på at det er mulige kilder til utslipp fra bedrifter som ligger ved indre del av Fedafjorden. Det ble innført kostholdsråd på grunn av forurensning fra PAH der det ble frarådet å spise skjell fra Fedafjorden innenfor Stolsfjorden. Disse kostholdsrådene opphørte i 2011<sup>8</sup>. Det var da fremdeles forurensning i sedimentene, men vannkvaliteten ble likevel god ettersom aktive utslipp av PAH fra Eramet ble redusert, se også nedenfor.

Prosjektet Rene Listerfjorder startet opp i 2010, som et samarbeid om kartlegging og opprydding i forurenset sjøbunn i Listerregionen mellom Farsund, Kvinesdal og Flekkefjord kommune, ansvarlige forurenserne, Fylkesmannen (nå Statsforvalteren) og Statens Forurensningstilsyn (nå Miljødirektoratet). Hovedformålet var å oppnå at sedimenter i fjordområdene som var forurenset med helse- og eller miljøfarlige kjemikalier, ikke skulle medføre fare for alvorlige forurensningsproblemer. En oversikt over prosjektet og aktuelle rapporter mht. Indrevika finnes her: [Rene Listerfjorder - Indrevika - KVINESDAL KOMMUNE](#). Vi presenterer her det mest sentrale av undersøkelsene og utredningene.

<sup>8</sup> [Fedafjorden er friskmeldt – NRK Sørlandet – Lokale nyheter, TV og radio](#)

I 2013 ble det gjort tiltaksrettet overvåking av Fedafjorden<sup>9</sup>. Denne overvåkingen inkluderte:

- Sedimentprøver
- Toksisitets- og helsesedimenttest
- Oksygenmålinger
- Binding av metaller (AVS/SEM)
- Passive prøvetakere – biotilgjengelighet
- Metylkvikksølv i sediment og fisk
- Undersøkelse av fisk og blåskjell

Både Indrevika og Breivika ble undersøkt, og det ble også gjort risikovurdering trinn 1 av sedimenter i Breivika, samt risikovurdering trinn 1 i Indrevika. De viktigste parameterne med hensyn på risiko i Indrevika var:

- Økologisk risiko: PAH (Nord i Indrevika), TBT og ev. dioksiner eller dioksinlignende stoffer
- Helse: Kvikksølv
- Spredning: Kadmium, kobber, kvikksølv og PAH.

Det ble ikke ansett nødvendig å gå videre med trinn 2 i risikovurderingen av Breivika, men samtidig kunne ikke området, sammen med resten av indre delen av Fedafjorden, friskmeldes. I Indrevika var en tilstaksvurdering nødvendig. En tiltaksplan Fase 1 for Indrevika ble utarbeidet i 2014<sup>10</sup> og en revidert tiltaksplan ble utarbeidet i 2022<sup>11</sup>.

I 2019/2020 ble det foretatt en overvåking av miljøgifter i blåskjell, som ble satt ut i området<sup>12</sup>. Med unntak av benzo(a)pyren og fluoranten var de resterende miljøgiftene under EQS-verdien. Samtidig var det en tendens til økning både av benzo(a)pyren og metallene arsen og kobber, som ble satt i sammenheng med økt nedbørsmengde. Slik kunnskap er viktig mht. effekt av fremtidige klimaendringer.

I 2022 ble det utarbeidet en statusrapport for forurenset sjøbunn i Fedafjorden, som oppsummerte resultater fra 2010 til 2022<sup>13</sup> (alt utført av COWI). Her ble også de siste resultatene fra 2021 presentert, hvor følgende fremgår (hentet direkte fra COWIs rapport):

- Resultatene fra miljøovervåking i 2021 viser at det er miljøgifter i omløp i Indrevika. Dette støttes av funn av metaller, PAH-forbindelser samt PCB i sedimentfeller og vannprøver, med de høyeste konsentrasjonene nærmest den forurensete sjøbunnen.
- Turbiditetsmålinger på 4, 20 og 35 m dyp har vist at det forekommer episoder med økt partikkelmengde i vannmassene. Særlig mange tilfeller måles i stasjonen på 5 m vanddyb i nærhet av Kleven brygger. Noe kan forklares med nedbørsepisoder som fører til økt partikkelstrøm i bekk og avrenning fra land, men det er trolig også relatert til sediment oppvirvling pga. skipstrafikk.
- Strømmålinger viser at det eksisterer en strøm fra den sentrale delen av Indrevika i retning vanninntaket til Stolt Seafarm. Gjennomført ROS-analyse har vist at dette er den mest kritiske faktoren mht. gjennomføring av tildekkingsprosjektet i Indrevika. Det er derfor viktig

---

<sup>9</sup> COWI, 2014. TILTAKSRETTEDE UNDERSØKELSER I FEDAFJORDEN. Rene Listerfjorder v. Terje Aamot. Oppdragsnr. A045352, RAPP 001.

<sup>10</sup> COWI, 2014. Tiltaksplan Fase 1 for Indrevika i Fedafjorden, Kvinesdal kommune. Oppdr.nr. A045352 RAP002

<sup>11</sup> COWI, 2022. Tiltaksplan Fase 1 for Indrevika - Revidert. Oppdr.nr. A227157 RAP001

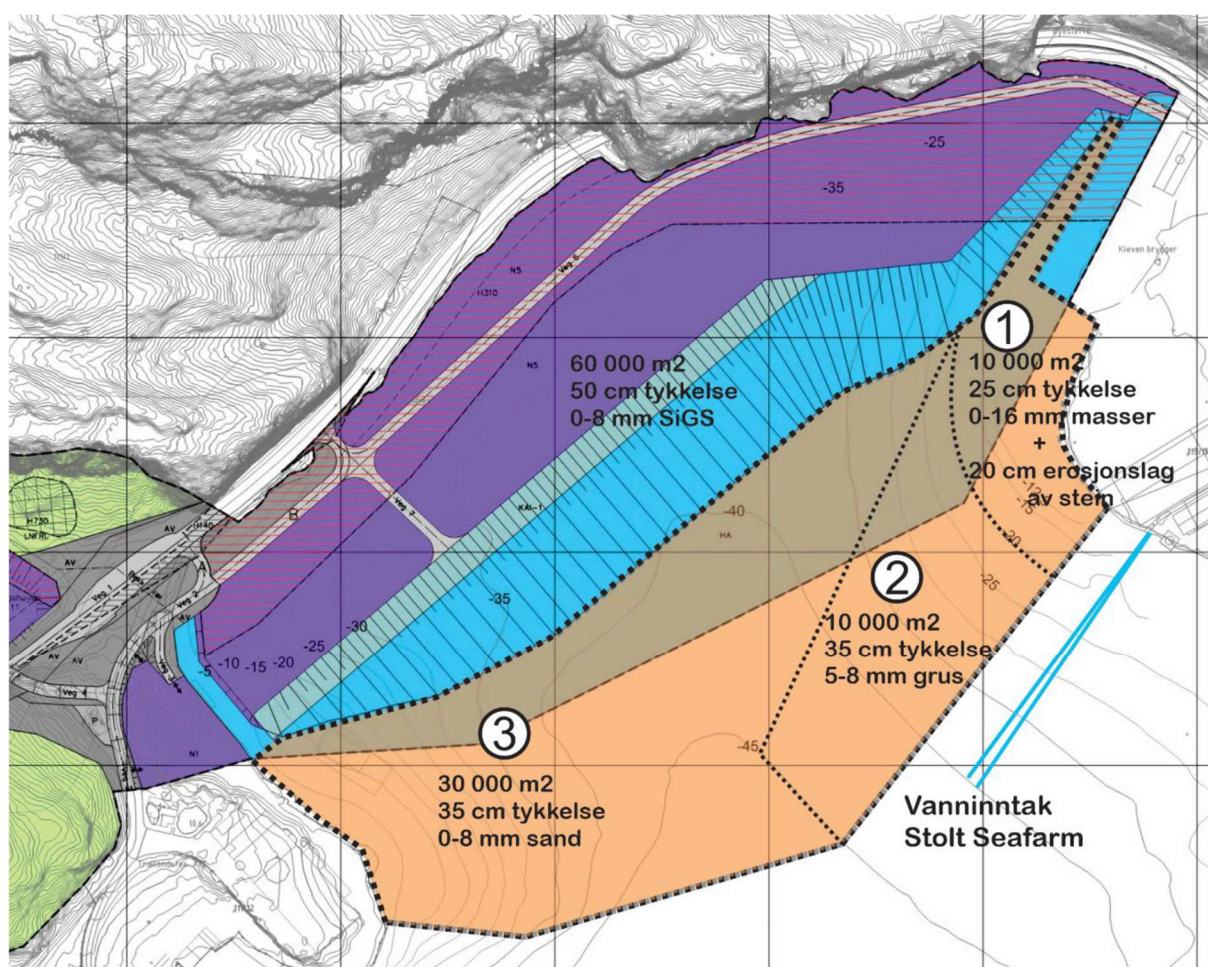
<sup>12</sup> COWI, 2021. Tiltaksovervåking Fedafjorden 2020. Fagnotat. Oppdragsnr. A135041

<sup>13</sup> COWI, 2022. Statusrapport forurenset sjøbunn Fedafjorden. 2010-2022. Fagnotat. Oppdragsnr. A245460, RAP001

å unngå økt partikkeltransport i og til området rundt vanninntaket, som ligger på 40 m vanddyb.

## 1.8 Tildekking av forurensede sedimenter

For å redusere risikoen forbundet med de forurensede sedimentene, skal de mest forurensede sedimentene tildekkes. Tiltakene skal gjennomføres med inerte masser ned til en dybde på 45 meter. Dette skal etter planen starte i 2025 med forbehold om at Miljødirektoratet finansierer tiltaket som planlagt, ifølge prosjektlederen for tildekking Indrevika Inge H. Stangeland. Tildekkingstykkelsen vil være avhengig av tildekkingsområdet, og er anbefalt mellom 25 til 50 cm. Se Figur 12 for detaljinndeling av tildekkingsområdene,



Figur 12: Kartet viser planlagte tiltak. I det blå og lilla område mot veien (vest) skal det etableres fylling. Tildekking av forurenset sjøbunn vil skje i område 1, 2 og 3. kilde: Misund & Kvisvik, 2022.

## 2 Kartlegging i det marine miljøet

### 2.1 Registrering av organismesamfunn på hardbunn

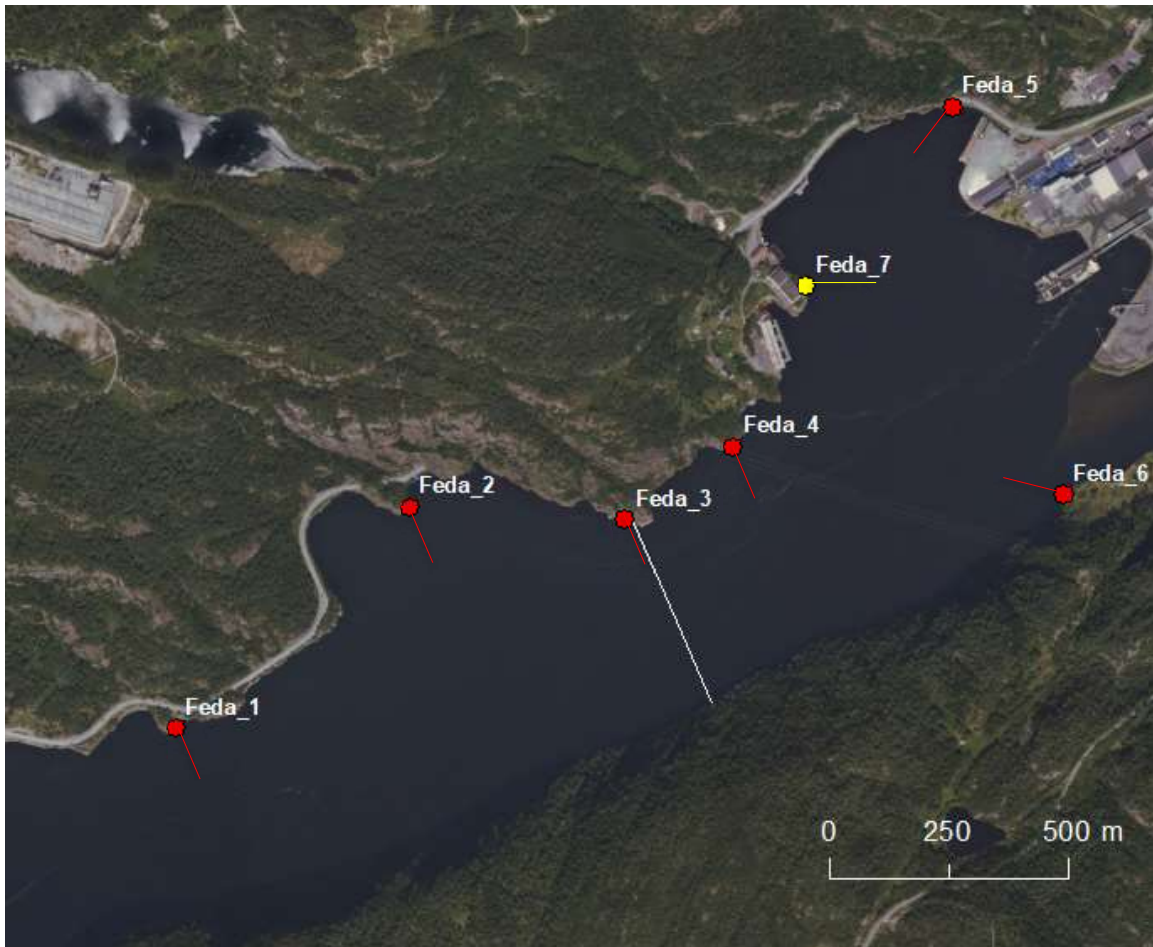
På hardbunn (stein eller fjell) finner man fastsittende makroalger (tang og tare) og fastsittende og mobile dyr. Makroalger finner man kun fra øvre del av fjæresonen og ned til nederste voksedyp, normalt begrenset av tilgang på lys. Organismesamfunn på hardbunn består av både ettårige- og flerårige arter, og utvalg og mengde av de ulike artene vil variere lokalt, regionalt og sesongmessig. Andre naturlige faktorer som f.eks. bølgeeksponering, ferskvannspåvirkning og strøm påvirker også artssammensetningen. Svake overkonsentrasjoner av næringsalter kan virke gunstig på organismesamfunnet i fjæra ved at artsrikdommen øker (gjødslingseffekt). Ved høyere overkonsentrasjoner av næringsalter vil de negative effektene dominere. En situasjon med overgjødsling kan føre til at hurtigvoksende trådformede alger, som raskt kan ta opp og utnytte næringsalter til vekst, får større utbredelse på bekostning av flerårige alger<sup>14</sup>.

Organismesamfunn på hardbunn i Fedafjorden ble registrert med snorkling i fjæresonen på seks stasjoner, og med en Blueeye ROV (Remotely Operated Vehicle) i sjøsonen på sju stasjoner (Tabell 1, Figur 13); tre i Fedafjord-ytre og fire i Fedafjord-indre. Undersøkelsene ble gjennomført 4. juli 2023.

Tabell 1. Posisjoner til hardbunnsstasjonene undersøkt 4. juli 2023 i Fedafjorden. Posisjoner er gitt i WGS 1984 UTM Zone 32N. For ROV viser posisjonene utgangspunktet fra land.

Stasjonskode	Stedsnavn	Vannforekomst	Undersøkelsesmetode		Posisjon	
			ROV	Snorkling	Nord	Øst
Feda_1	Skarpnes	Fedafjord-ytre	x	x	58,265948	6,855572
Feda_2	Brevika	Fedafjord-ytre	x	x	58,270258	6,863638
Feda_3	Diganes	Fedafjord-ytre	x	x	58,270142	6,871379
Feda_4	Rallodden	Fedafjord-indre	x	x	58,27159	6,875132
Feda_5	Indrevika	Fedafjord-indre	x	x	58,278109	6,882576
Feda_6	Guseneset	Fedafjord-indre	x	x	58,270888	6,88701
Feda_7	Skotnesodden	Fedafjord-indre	x		58,274646	6,877552

<sup>14</sup> Moy, F. and Christie, H. 2012. Large-scale shift from sugar kelp (*Saccharina latissima*) to ephemeral algae along the south and west coast of Norway. 2012. *Marine Biology Research*, 8:4, 309-321.



Figur 13. Oversikt over stasjoner hvor det ble foretatt registreringer på hardbunn, 4. juli 2023. På stasjonene vist med rød sirkel (Feda\_1-6) ble det foretatt både undersøkelser i fjæra ved snorkling, og undersøkelser i sjøsonen med ROV. På stasjonen vist med gul sirkel (Feda\_7) ble det kun gjort ROV-undersøkelser. De røde og gule linjene indikerer transektretning (hvilken retning ROV'en ble kjørt). Posisjoner er gitt i Tabell 1. Den hvite streken viser grensen mellom vannforekomstene «Fedafjorden-ytre» og «Fedafjorden-indre», hvor da «Fedafjorden-indre» er til høyre for streken. Kartbildet er hentet fra Geonorge.

### 2.1.1 Metodikk

Det ble foretatt fjæresoneregistreringer på seks stasjoner, tre stasjoner i vannforekomst «Fedafjorden-ytre» og tre stasjoner i vannforekomst «Fedafjorden-indre» (Figur 13, Tabell 1). Ved alle fjærestasjonene ble det foretatt en registrering av makroskopiske (>1 mm) alger og dyr i fjæresonen, fra supralittoralen til øvre del av sjøsonen. Undersøkelsene utføres i henhold til de retningslinjer som er gitt i klassifiseringsveilederen<sup>15</sup>. Undersøkelsen ble utført ved snorkling (Figur 14a). På hver stasjon ble det undersøkt ca. 10 meter av strandlinjen.

<sup>15</sup> Direktoratgruppen vanndirektivet 2018. Veileder 02:2018. Klassifisering av miljøtilstand i vann



Figur 14. Registrering av hardbunnsorganismer i Fedafjorden 4. juli 2023. a. Undersøkelser i fjæra med snorkling på stasjon Feda\_1 b. ROV-undersøkelser på stasjon Feda\_5. Foto: Janne Gitmark/NIVA.

Alle fastsittende makroalger og fastsittende/langsamt bevegelige dyr ble registrert. Mengden av de registrerte organismene ble bestemt etter en semi-kvantitativ skala (% dekningsgrad):

- 1 = enkeltfunn
- 2 = spredt forekomst (0 - 5 %)
- 3 = frekvent forekomst (>5 - 25 %)
- 4 = vanlig forekomst (>25 – 50 %)
- 5 = betydelig forekomst (>50 – 75 %)
- 6 = dominerende forekomst (>75 – 100 %)

De organismene som ikke kunne identifiseres i felt ble samlet inn og senere bestemt under mikroskop. I tillegg til registrering av organismer i fjæra ble også stasjonens fysiske karakteristika registrert på et skjema iht. klassifiseringsveilederen<sup>15</sup>.

Det ble tatt bilder av samtlige stasjoner, og i tillegg ble karakteristiske trekk ved alle stasjoner dokumentert med undervannsfotografering av fjæresonen.

Det ble i tillegg foretatt en registrering av hardbunnsorganismer på dypere vann med Blueye ROV (**Figur 14b**). ROV'en ble satt ut fra land og kjørt ned til ca. 30 m dyp, og deretter kjørt i transekter (linjer) langs bunnen opp til fjæra. ROV'en har ikke gps-posisjonering, så det ble kun tatt GPS posisjon ved utgangspunkt, og ca. retning ble notert. Det ble tatt opptak av alle transektene.

Kartleggingen av bunnflora og bunnfauna med ROV-transekter følger ikke en standardisert metodikk slik som fjæresoneundersøkelsene. Det er også svært vanskelig å gjøre sikre artsregistreringer ved undervannsvideoregistrering, så kun lett gjenkjennelige arter ble notert som sikre observasjoner, ellers ble det gjort registreringer av grovere organismegrupper som f.eks. sekkdyr og anemoner.



## 2.1.2 Klassifisering

Vannforskriften sier at alle vannforekomster skal dokumentere vannkvaliteten ved å benytte biologiske indekser. I Norge har vi per i dag (august 2023) to makroalgeindekser (Fjæreindeksen – RSLA/RSL og Nedre voksegrenseindeksen – MSMDI) som benyttes i forskjellige regioner og vanntyper<sup>16</sup>. De undersøkte hardbunnsstasjonene i Fedafjorden ligger i region «Nordsjøen sør». Stasjonene Feda\_1 – Feda\_3 ligger i vannforekomsten «Fedafjorden-ytre (0201020302-C)», mens stasjonene Feda\_4 – Feda\_7 ligger i vannforekomsten «Fedafjorden-indre (0201020301-C)». Begge vannforekomstene har vanntype 5 «Sterkt ferskvannspåvirket fjord». I region «Nordsjøen sør» er det foreløpig kun utviklet klassegrenser for fjæreindeksen (RSLA/RSL)<sup>16</sup>.

Fjæreindeksene, RSLA (Reduced Species List with Abundance) og RSL (Reduced Species List), baseres på en multimetrisk indeks som inneholder informasjon om antall arter som forekommer i fjæra, forhold mellom grupper og typer av arter, samt justering for en verdisetting av de fysiske forhold i fjæra. Det er utviklet forskjellige klassegrenser for indeksene alt etter hvilken vanntype en undersøker. For RSLA er det utarbeidet klassegrenser og artslister for bruk i vanntypene 1 (Åpen eksponert kyst), 2 (Moderat eksponert kyst/fjord) og 3 (Beskyttet kyst/fjord). Her inngår også abundans, som defineres som prosent dekningsgrad eller forekomst etter en semi-kvantitativ skala. I ferskvannspåvirkete fjorder gjelder foreløpig en eldre indeks, RSL, med noen andre klassegrenser og artslister i vanntypene 4 (Ferskvannspåvirket beskyttet fjord) og 5 (Sterkt ferskvannspåvirket fjord). Abundans inngår ikke i RSL indeksen<sup>16</sup>.

Basert på artslister og den fysiske beskrivelsen av fjæresonen beregnes en nEQR (Normalisert Ecological Quality Ratio) – verdi. nEQR-verdien varierer fra 0 (Svært Dårlig) til 1 (Svært God) (Tabell 2). Artslister og utregningsmetode er gitt i Veileder 02:2018<sup>16</sup>. Vannforekomstens nEQR-verdi beregnes ved å ta gjennomsnittet av nEQR-verdiene for alle de undersøkte stasjonene i vannforekomsten.

Tabell 2. Klassegrenser for EQR og nEQR-verdiene for fjæreindeksen (RSLA/RSL)<sup>16</sup>.

nEQR-verdi	0,8 – 1,0	0,6 – 0,8	0,4 – 0,6	0,2 – 0,4	0 – 0,2
Tilstand	Svært God	God	Moderat	Dårlig	Svært Dårlig

For å tilfredstille kravene i vannforskriften må det på vannforekomstnivå oppnås enn nEQR over 0,6 (grenseverdien mellom «God» og «Moderat» tilstand). Dersom nEQR er lavere enn 0,6, skal det vurderes å sette inn tiltak<sup>16</sup>. Selv om makroalger ikke alene er avgjørende for en slik vurdering, gir tilstandsvurderingen viktig informasjon om statusen til dette kvalitetselementet. Videre vil resultatene fra denne undersøkelsen på sikt inngå i en oppdatert samlet klassifisering i Vann-nett, ettersom dataene lastes inn i Vannmiljø. Oppdatering av Vann-nett er Statsforvalternes ansvar.

## 2.1.3 Resultater

### Fjæresoneundersøkelser

Basert på makroalgevegetasjonen i fjæra, er det «god» tilstand i vannforekomst «Fedafjord-ytre», mens kun «moderat» i vannforekomst «Fedafjord-indre» (Tabell 3).

<sup>16</sup> Direktoratgruppen vanndirektivet 2018. Veileder 02:2018. Klassifisering av miljøtilstand i vann

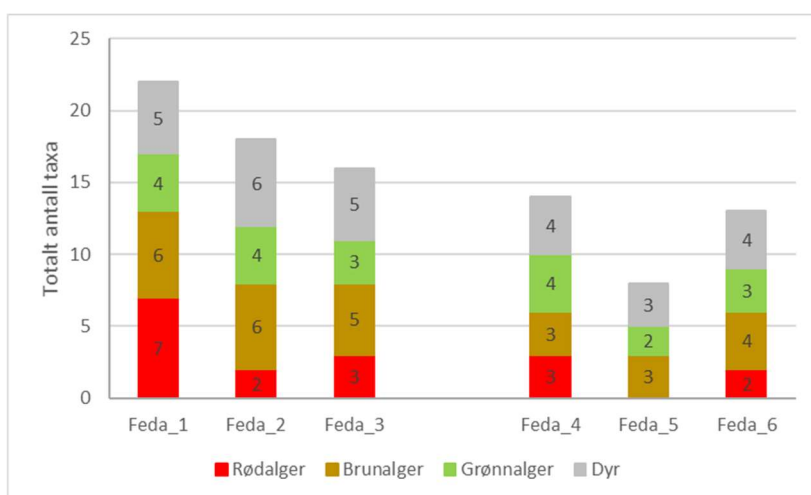
Tabell 3. Økologisk tilstand beregnet med fjæreindeksen (RSL5) for fjæresonestasjonene (Feda\_1 – 6) undersøkt i Fedafjorden, 4. juli 2023. Tabellen viser EQR-verdien for de ulike parameterne som inngår i indeksen, tilstand (nEQR-verdi) for hver stasjon, samt tilstanden til vannforekomstene (middelverdien av nEQR-verdiene i samme vannforekomst). Cellene i grått er ikke inkludert i beregningen av nEQR-verdi pga. lavt artsantall<sup>17</sup>. Grønn = «god» økologisk tilstand. Gul = «moderat» økologisk tilstand. Oransje = «dårlig» økologisk tilstand.

Vannforekomst	Fedafjord-ytre			Fedafjord-indre		
Stasjon	Feda_1	Feda_2	Feda_3	Feda_4	Feda_5	Feda_6
Normalisert artsantall	0,76	0,66	0,67	0,64	0,44	0,60
Prosentandel grøninalger	0,88	0,82	0,87	0,50	0,50	0,56
Prosentandel rødalger	0,84	0,53	0,80	0,80	0,00	0,32
ESG1/ESG2 <sup>1</sup> forhold	0,54	0,70	0,81	0,50	0,81	0,73
Prosentandel opportunister	0,47	0,39	0,49	0,24	0,14	0,34
<b>nEQR (middelverdi av EQR-verdiene)</b>	<b>0,70</b>	<b>0,62</b>	<b>0,68</b>	<b>0,46</b>	<b>0,36</b>	<b>0,50</b>
<b>Samlet nEQR for vannforekomsten</b>	<b>0,67</b>			<b>0,44</b>		

<sup>1</sup> Flerårige arter eller arter som kommer senere i en suksesjon eller reetablering av et makroalgesamfunn kategoriseres som ESG1, mens ettårige og/eller rasktvoksende arter kategoriseres som ESG2<sup>17</sup>.

På alle stasjonene var det en høy andel av opportunistiske alger. På stasjonene i vannforekomsten «Fedafjord-indre» var det lavere artsantall enn i «Fedafjord-ytre», og en høyere andel grøninalger. Høy andel av opportunistiske arter og av grøninalger er en indikasjon på eutrofi (overkonsentrasjon av næringsalter).

Det ble registrert totalt 23 arter/taxa alger og 7 arter/taxa dyr i fjæreundersøkelsene i Fedafjorden. Figur 15 viser fordelingen mellom antall arter/taxa av rød-, brun- og grøninalger og dyr på de seks undersøkte stasjonene. Blågrøninalger og kiselalger er ikke inkludert i figuren. Fullstendig artsliste er gitt i Vedlegg A. Figur 16 viser bilder av fjæresonen på stasjon Feda\_2 og Feda\_5.

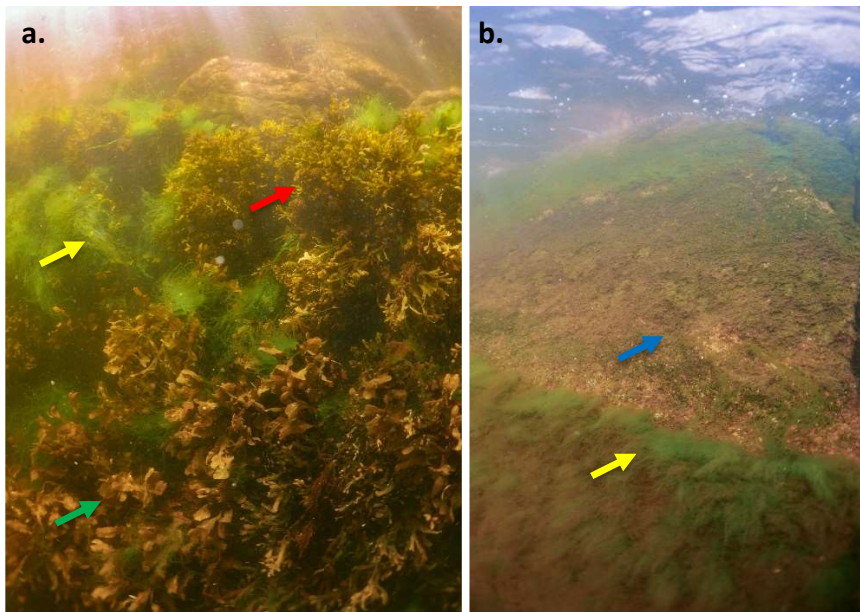


Figur 15. Fordelingen av antall taxa rød-, brun- og grøninalger og dyr registrert på de seks fjærestasjonene i Fedafjorden, undersøkt 4. juli 2023. Tallet i midten av kolonnen viser antall taxa registrert av hver gruppe. Stasjonene Feda\_1 – 3 ligger i vannforekomst «Fedafjorden ytre», mens stasjonene Feda\_4 – 6 ligger i «Fedafjorden-indre».

<sup>17</sup> Direktoratgruppen vanndirektivet 2018. Veileder 02:2018. Klassifisering av miljøtilstand i vann

Det ble registrert få arter på alle stasjonene, og artsantallet ble lavere jo lenger inn i fjorden man kom. Dette er å forvente i en sterkt ferskvannspåvirket fjord. Det høyeste artsantallet (17 taxa makroalger og 5 taxa dyr) ble registrert på stasjon Feda\_1, og det laveste artsantallet (5 taxa makroalger og 3 taxa dyr) ble registrert på stasjon Feda\_5. Det ble ikke registrert noen rødalger på stasjon Feda\_5, og blæretang (*Fucus vesiculosus*) ble kun registrert i spredt forekomst mens den var dominerende på de andre stasjonene (Vedlegg A). Substratet på stasjon Feda\_5 bestod av ganske bratt og glatt fjell, mens på de andre stasjonene var det mer skrånende og oppsprukket fjell.

Det ble ikke registrert noen rødlistede arter (Rødlisten 2021<sup>18</sup>) eller fremmedarter<sup>19</sup> i fjæresonen på noen av stasjonene.



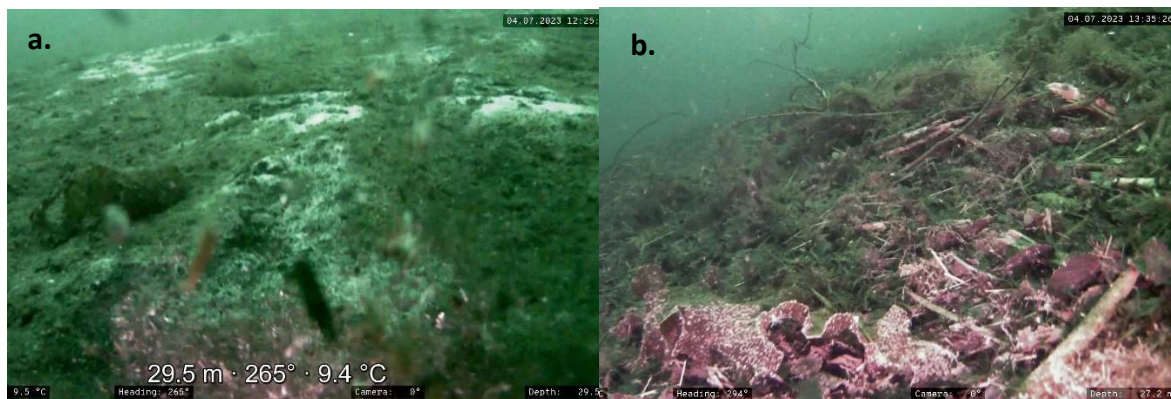
Figur 16. a. Sagtang (*Fucus serratus*) (grønn pil), blæretang (*Fucus vesiculosus*) (rød pil) og grønnalgene tarmgrønske (*Ulva intestinalis*) og bleikgrønndusk (*Cladophora albida*) (gul pil) på stasjon Feda\_2 b. Grønnalgene bleigrønndusk og tarmgrønske (gul pil) og et belegg med blågrønn- og kiselalger (blå pil) på stasjon Feda\_5. Foto: Janne Gitmark/NIVA.

#### ROV-undersøkelser

Substratet bestod hovedsakelig av relativt bratt fjellgrunn i de fleste transektene, bortsett fra på stasjon Feda\_5 hvor substratet hovedsakelig bestod av store steinblokker (Tabell 4). På stasjonene Feda\_5, 6 og 7 ble det også registrert bløtbunn dypere enn hhv. 20, 18 og 25 m. På stasjon Feda\_5 ble det observert områder med hvitt bakteriebelegg på sedimentet (Figur 17a), og på stasjonene Feda\_6 og 7 ble det observert en del løst organisk materiale (hovedsakelig kvist) på bunnen (Figur 17b).

<sup>18</sup> [Rødlista 2021 - Artsdatabanken](#)

<sup>19</sup> [Fremmedartslista 2023 - Artsdatabanken](#)



Figur 17. a. Hvitt bakteriebelegg på bløtbunn på 29,5 m dyp, på stasjon Feda\_7. b. Løsrevet organisk materiale (kvist og sukkertare) på bløtbunn på 27,2 m dyp, på stasjon Feda\_6. Foto: NIVA.

I de dypeste områdene (>20 m) ble det kun observert dyr. Det var vanskelig å registrere hva som var nedre voksedyp for makroalger, men det ble gjort sikre observasjoner av opprette makroalger på ca. 15 m på de fleste stasjonene. Røde skorpeformete kalkalger ble observert helt ned til 30 m dyp. Hardbunnsamfunnet bestod hovedsakelig av de samme organismene på alle stasjonene, men hva som var de dominerende organismegruppene varierte noe mellom stasjonene.

Tabell 4. Nederste registreringsdyp, dominerende substrat og spesielle observasjoner gjort i ROV-transektene i Fedafjorden 4. juli 2023.

Stasjon	Startdyp (m)	Dominerende substrat	Merknader
Feda_1	40	Bratt fjell	Tare (hovedsakelig sukkertare) mellom 2,5-11,5 m dyp.
Feda_2	30	Bratt fjell	Tare (hovedsakelig sukkertare) mellom 3-12 m dyp.
Feda_3	29	Bratt fjell	Tare (hovedsakelig sukkertare) mellom 2,5-11 m dyp.
Feda_4	30	Bratt fjell	Tare (hovedsakelig sukkertare) mellom 3-9 m dyp. Enkelte leppefisk.
Feda_5	30	Store steinblokker. Bratt. Bratt fjell i fjæra. Bløtbunn under 18 m dyp.	Tare (hovedsakelig sukkertare) mellom 2-8 m dyp. Litt lavere tetthet av tare enn i de andre transektene. Noe leppefisk, liten seistim og en torsk. Noe organisk materiale (hovedsakelig kvist) på bløtbunn. Mer grønnalger i de øverste meterne enn i de andre transektene. Noe søppel på bunnen.
Feda_6	27	Bratt fjell. Bløtbunn under 25 m dyp.	Tare (hovedsakelig sukkertare) mellom 2-8 m dyp. Mye organisk materiale (hovedsakelig kvist) og løsrevet sukkertare på bløtbunn. Noe sei.
Feda_7	30	Bratt fjell. Bløtbunn under 20 m dyp.	Tare (hovedsakelig sukkertare) mellom 2-8 m dyp. Noe leppefisk. Områder med hvitt bakteriebelegg ( <i>Beggiatoa</i> ) på bløtbunn.

Av dyr ble det bl.a. observert ulike armfotinger (Brachiopoda), sekkyr som f.eks. parallellogramsekkyr (*Corella parallelogramma*), anemoner som f.eks. *Protanthea simplex*,

sjøstjerner som f.eks. piggkorstroll (*Marthasterias glacialis*) og vanlig korstroll (*Asterias rubens*), rørbyggende flerbørstemark som f.eks. *Sabella pavonina*, steinkorallen begerkorall (*Caryophyllia smithii*) og bløtkorallen dødmannshånd (*Alcyonium digitatum*) (Figur 18). Det ble ikke observert noen rødlistede arter<sup>20</sup> eller fremmedarter<sup>21</sup> av dyr på noen av stasjonene.



Figur 18. a. Begerkorall (blå pil), armfotinger (rød pil), sjøstjerne (gul pil) på sedimentert fjell på 27 m dyp, på stasjon Feda\_3. b. Dødmannshånd (rød pil), begerkorall og røde skorpeformete kalkalger (rosa belegg) på sedimentert fjell på 9,6 m dyp på stasjon Feda\_6. Foto: NIVA.

På alle stasjonene ble det registrert større forekomster av sukkertare (*Saccharina latissima*) og noe stortare (*Laminaria hyperborea*) (Figur 19a). Det var høy tetthet av tare på enkelte dyp på alle stasjonene, bortsett på stasjon Feda\_5 hvor tettheten var noe lavere. Stortaren som ble observert har brede, lange blader (cucullata form) og kan forveksles med sukkertare. Det var tidvis vanskelig å skille de to artene, men det var sukkertare som var den dominerende arten. Tareforekomstene ble observert mellom 12 - 2 m dyp (Tabell 4). Taren hadde stort sett lite begroing på lamina (bladene), men de grunneste observasjonene hadde en del begroing på lamina, og det var mye trådformete alger (lurv) på substratet mellom ca. 2 - 4 m dyp på de fleste stasjonene (Figur 19b), bortsett fra Feda\_1 og Feda\_3 hvor det ikke ble observert mye lurv. Det var vanskelig å gjøre sikre observasjoner av andre algearter, men det som ble observert var vanlige arter som bl.a. rødalgene kjøttblad (*Dilsea carnosa*) og fagerving (*Delesseria sanguinea*), brunalgen martaum (*Chorda filum*) og sagtang (*Fucus serratus*) og grønnsalgen havsalat (*Ulva lactuca*). Det ble ikke observert noen rødlistede arter<sup>20</sup> eller fremmedarter<sup>21</sup> av makroalger.

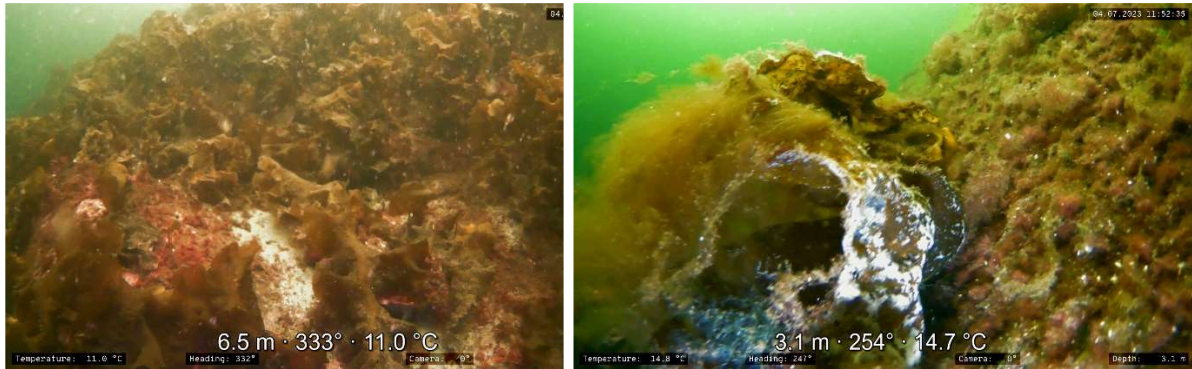
Naturtypen «sukkertareskog» (NiN type M1-3) er definert som sammenhengende områder dominert av sukkertare, med areal større enn 100 m<sup>2</sup> og bredde større enn 5 m<sup>22</sup>. I Norsk rødliste for naturtyper 2018 har Sørøstlig sukkertareskog kategori EN - Sterkt truet<sup>23</sup>. I foreliggende undersøkelse ble det kun gjort registreringer i transekter, så sukkertareforekomstene er ikke grundig avgrenset og det er uvisst om de er sammenhengende mellom transektene og av tilstrekkelig areal til å kunne klassifiseres som naturtypen «sukkertareskog».

<sup>20</sup> [Rødlista 2021 - Artsdatabanken](#)

<sup>21</sup> [Fremmedartslista 2023 - Artsdatabanken](#)

<sup>22</sup> Sogn Andersen G, Bekkby T, Dolan M, Bøe R, Thormar J, Buhl-Mortensen P, Elvenes S, Naustvoll L, Mjelde M, Brandrud TE, Rinde E, Bryn B. 2019a. Feltveileder for kartlegging av marin naturvariasjon etter NiN (2.2). utgave 1, kartleggingsveileder nr 3, Artsdatabanken, Trondheim

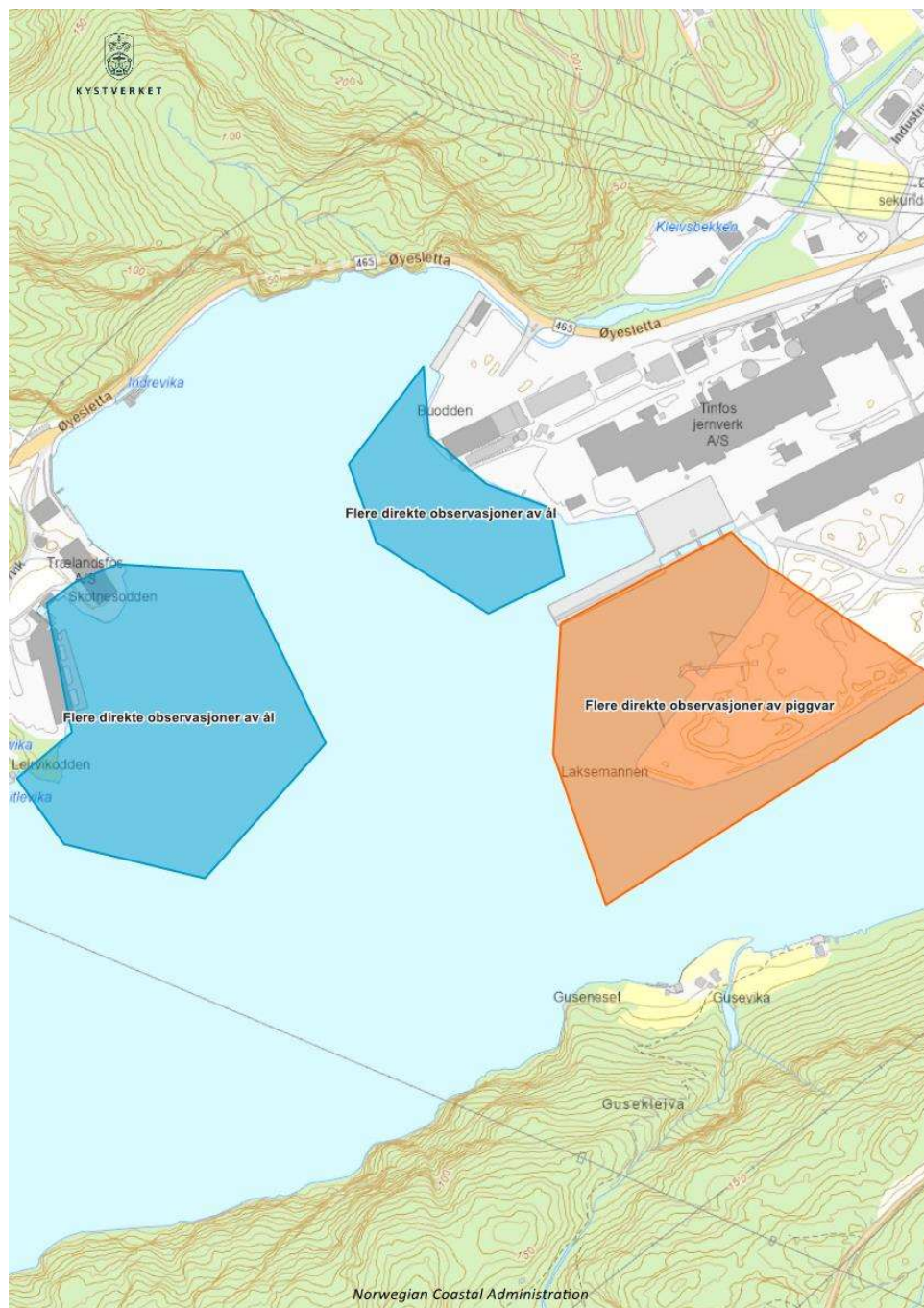
<sup>23</sup> Gundersen, H., Bekkby, T., Norderhaug, K. M., Oug, E., Rinde, E. og Fredriksen, F. (2018). Sukkertareskog i Nordsjøen og Skagerrak, Marint gruntvann. Norsk rødliste for naturtyper 2018. Artsdatabanken, Trondheim. Hentet (10.8.23) fra: <https://artsdatabanken.no/RLN2018/342>



Figur 19. a. Dominerende sukkertareforekomster på 6,5 m dyp, på stasjon Feda\_1. b. Spredte sukkertareforekomster begrodd av mosdyr (Bryozoa) og trådformete brunalger (cf. Ectocarpales), og fjellbunn dekket av trådformete alger på 3,1 m dyp på stasjon Feda\_4. Foto: NIVA.




## 2.2 Marint naturmangfold basert på dykkerobservasjoner

Studieområdet er et populært og jevnlig besøkt dykkersted for lokale dykkere. Direkte utveksling med Daniel Ree som er en aktiv undervannsfotograf med mange gjentatte dykk i indre delen av Fedafjorden har gitt oss innsikt i biomangfoldet basert på sine direkte observasjoner og bilder. Ål og piggvar synes å være de mest hyppig fotograferte fiskeartene i indre delen av Fedafjorden. Fordeling av habitater mellom disse to artene er vist i Figur 20. Ål er på rødlisten, og er angitt som sterkt truet. Direkte observasjonene av andre arter sammen med status iht. Rødlisten og Fremmedartslisten er vist i Tabell 5. Av fremmede arter er Stillehavsøsters observert. Foruten ål på rødlisten, er det registrert hummer, som er definert som en sårbar art på rødlisten.











Figur 20: Figuren viser omtrentlig hvor det har blitt gjort flest direkte observasjoner av ål (blått polygon) og piggvar (oransje polygon). Kilde: Daniel Ree, undervannsfotograf fra Flekkefjord Dykkerklubb.

Tabell 5: Tabellen oppsummerer direkte observasjonene av marine og katadrome arter samt rødliste- og fremmedartsstatus. Bilder er tatt i indre delen av Fedafjorden; mellom Leirvikodden, Indrevika og munningen til Kvina vassdraget. Foto: Daniel Ree.

Artsnavn	Bilde	Norsk rødliste 2021 og Fremmedartsliste 2023
Ål - <i>Anguilla anguilla</i>		Sterkt truet
Småflekket rødhai - <i>Scyliorhinus canicula</i>		Livskraftig
Torsk - <i>Gadus morhua</i>		Livskraftig



<p>Knurr - <i>Eutrigla gurnardus</i></p>		<p>Livskraftig</p>
<p>Skjeggorsk - <i>Trisopterus luscus</i></p>		<p>Livskraftig</p>
<p>Rognkjeks - <i>Cyclopterus lumpus</i></p>		<p>Livskraftig</p>
<p>Sekkedyr – <i>Ciona intestinalis</i> og leppefisk - uidentifisert art.</p>		<p>Sekkedyr – Livskraftig  Leppefisk – Livskraftig</p>

Hummer - <i>Homarus gammarus</i>		Sårbar
Svabergsjøpiggsvin - <i>Echinus esculentus</i>		Livskraftig
Muddertrollkrep - <i>Munida sarsi</i> (?)		Livskraftig
Stillehavsoyster - <i>Crassostrea gigas</i>		Svært høy risiko (Fremmed-art)



### 2.3 Drøfting av konsekvenser og avbøtende tiltak i det marine miljøet

Hardbunnsfunnene hadde lavt artsantall av både alger og dyr. Dette var forventet ettersom lokaliteten er sterkt påvirket av ferskvann, som begrenser utbredelsen av marine arter. Tilstanden var kun «moderat» basert på makroalger i vannforekomsten Fedafjord-indre. Det ble registrert sukkertare i undersøkelsen, men samtidig kunne ikke funnene nødvendigvis klassifiseres til naturtypen «sukkertareskog», som er en sterkt truet naturtype i sørlige farvann. Det ble ikke observert noen rødlistede arter eller fremmedarter av makroalger, og heller ingen rødlistede dyr på hardbunn. Dykkerobservasjoner har vist at en rekke arter av både fisk og skalldyr er til stede i fjorden. Her ble det også registrert hummer, som er en sårbar art iht. rødlisten. Hummeren lever hovedsakelig på hardbunn med skjulesteder i steinrøyser, kløfter eller i huler under store steiner. De tidlige livstadiene anses å være mest sårbare. Da har hummeren særlig behov for skjul. Indre del av Fedafjorden har også et viktig gyteområde for torsk.

Ål, som er en sterkt truet art iht. rødlisten, ble observert i sjøområdene. Slike arter må tas særskilt hensyn til, ifølge Naturmangfoldloven. Det er særlig hindringer av vandringsmønster som kan true ålen, og utbredelse av ål og avbøtende tiltak i bekker beskrives i kapittel 3. Samtidig er det i det marine miljøet også viktig å unngå habitatødeleggelser og forurensning for å beskytte ålen. Det er i så måte positivt at de forurensete sedimentene planlegges å tildekkes, ikke bare for ålen, men for det øvrige marine livet.

Også mht. arter og naturtyper i det marine miljøet som ikke er angitt som spesielt sårbare, er det viktig å minimere miljøpåvirkningene. Vannforskriften legger føringer også her. Fedafjord-indre har mål om «god» økologisk og kjemisk tilstand. Miljømålet skal nås i perioden 2027-2033. Det er plan om å dekke til de forurensete sedimentene i fjorden, men samtidig viktig å minimere øvrig forurensning og fysiske inngrep. Etablering av marine undervannskonstruksjoner representerer en form for påvirkning som kan ha effekt både under anleggsfasen og på sikt. Nedenfor gjøres det rede for avbøtende tiltak for å minimere påvirkninger av kaianlegget som er planlagt i indre fjord.

#### **Spredning av næringsalter, partikler og forurensete sediment**

Som vist i kapittel 1, er det høye nivåer av miljøgifter i sedimentet i indre fjord, og Indrevika spesielt. Disse er enda ikke tildekket, og det er viktig å unngå resuspensjon av disse sedimentene. Anleggsarbeid og skipstrafikk under både utbygging og drift av hydrogenproduksjonsfasiliteten bør foregå varsomt for å unngå oppvirvling av bunnsedimenter. Det bør unngås å feste påler ned i

sedimentet, men heller feste disse på fast fjell, slik vi forstår det er planlagt. Breivika anses som en bedre lokalitet enn Indrevika mht. evt. risiko knyttet til spredning av forurensete sedimenter, også etter at tildekkingen er foretatt.

Varsomhet mot oppvirvling av bunnen gjelder også for installasjon av eventuelt vanninntak- og/eller uttak i sjøen. Som beskrevet i kapittel 1.7 er det en strøm fra den sentrale delen av Indrevika i retning Stolt Seafarm, og det er viktig at partikler ikke spres inn i denne strømmen. Det er også viktig å unngå partikkelspredning dersom det finner sted evt. sprengning av fjell. Selv om slike partikler ikke er forurenset, kan de være skadelige. Man kan få økt turbiditet, som ved langvarige effekter kan gi skyggeeffekter på alger og muligens også irritasjon og sårskader på fisk. Her er det en rekke avbøtende tiltak som anbefales. For det første bør det brukes siltgarding under sprengingen både for å hindre spredning av partikler, men også for å redusere trykket. Fiskelarver og yngel med svømmeblære kan bli utsatt for skader på grunn av trykkendringen. Indre del av fjorden har et gytefelt for torsk, og det er viktig at de tidlige livsfasene beskyttes. Et sprengningsmøster hvor flere salver fyres av i stedet for en stor salve gir også mindre effekter mht. trykkbølger. Det bør også gjennomføres varselssprengning for å skremme bort fisk. Videre kan plast som ikke brennes opp under detoneringsen, utgjøre et forurensingsproblem. Det er også viktig å unngå perioder hvor hensynskrevende arter er sårbare. Miljødirektoratet anbefaler som hovedregel at tiltak i sjø ikke tillates i perioden 15. mai til 15. september. Her bør man trolig unngå sprengning også tidligere mht. tidspunkt for torskegyting som er tidligere på året. Sprengning er generelt også anbefalt å finne sted når tidevannet snur fordi det da er minst strøm i vannet, men her er tidevannsforskjellen såpass liten at dette trolig ikke har noen stor betydning. Man bør heller unngå å sprengne i perioder med mye vind og bølger.

Mht. en utbyggingsfase og ved fremtidig økt skipstrafikk er det også viktig å unngå ytterligere eutrofiering ettersom makroalgene pr. i dag bærer preg av forhøyet næringstilgang. Økt avrenning fra land i en byggefase bør unngås, likeså utslipp knyttet til skipstrafikk som gråvann, oljerester etc.

### **Materialvalg og naturbaserte løsninger**

*Naturbaserte løsninger* går ut på å løse samfunnsutfordringer ved å ta utgangspunkt i naturlige prosesser og økosystem <sup>24</sup>, gjennom å etterligne eller ta i bruk naturens egne funksjoner og økosystemer <sup>25</sup>. *Naturpositive løsninger* brukes for å beskrive prosessen med å utrede og foreslå ulike utbyggingsmetoder avhengig av det omkringliggende miljøet. Naturbaserte løsninger i det marine miljøet er enda et ungt fagfelt, men det er nylig utarbeidet en manual for villgjøring av urbane sjøområder. Manualen gir praktiske verktøy og fremgangsmåter for å fremme marint liv i urbane sjøområder<sup>26</sup>. Ved å ta i bruk prinsipper og retningslinjer fra denne manualen vil entreprenøren kunne bygge opp, gjenskape og reetablere natur på artenes premisser. Det vil bidra til nyetablering av marint biomangfold både i forkant og i etterkant av eventuelt anleggsarbeid som er planlagt i indre delen av sjøområdet i tillegg til å bidra til en mer klimasmart prosess. Vi anbefaler å ta denne manualen i bruk for initiativer knyttet til naturpositiv utbygging i det marine miljøet også i dette tilfellet.

For miljøvennlige undervannskonstruksjoner er materialvalg avgjørende. Materialet bør være egnet for at marin flora og fauna skal kunne kolonisere substratet. Med utgangspunkt i at vanlig sjøvann har en pH rundt 8, , så er vanlig betong svært basisk med pH-verdier mellom 12-13, noe som setter begrensninger for nyetablering av organismer på disse overflatene. Som tiltak bør pH-verdier til

---

<sup>24</sup> [Vurdere naturbaserte løsninger - Miljødirektoratet \(miljodirektoratet.no\)](https://niva.brage.unit.no/niva-xmlui/handle/11250/3053609)

<sup>25</sup> [Naturbaserte løsninger | NIVA](#)

<sup>26</sup> <https://niva.brage.unit.no/niva-xmlui/handle/11250/3053609>

betongen som er planlagt brukt, senkes. Det vil særlig fremme etablering av marine arter som krabber, bløtdyr, muslinger, blåskjell, østers, tare og tang. I tillegg kan tilsetning av kalsiumkarbonat (CaCO<sub>3</sub>) eller naturlig skjellmaterialer i betongen gi den riktige kjemiske sammensetning for etablering av forekomster av filtrerende organismer med kalkskall, som muslinger<sup>27</sup>.

Dersom det også må fylles ut, bør det ytterst på fyllingen legges stein/steinblokker for at makroalgksamfunn, herunder sukkertare, skal kunne gjenetablere seg over tid. Ved å påse at det blir dannet hulrom, vil også hummeren kunne trives. Det er viktig å bruke stedegent geologisk materiale i utfyllingen. Videre vil en mest mulig naturlig utforming av strandsonen gi de hjemmehørende artene de beste mulighetene for å trives, i tråd med naturbaserte løsninger som nevnt ovenfor. Dette omfatter stedegen variasjon i størrelse og struktur til berggrunnen og løsmasene i området, og til terrengvariasjon generelt<sup>28, 29</sup>. Mest mulig stedegne materialer gir også større sannsynlighet for at det nettopp er de hjemmehørende artene, og ikke fremmede arter som etablerer seg. Dette hensynet er viktig også mht. etablering av de andre undervannskonstruksjonene. Ofte etablerer fremmede arter seg i større grad på kaifronter og bryggeanlegg sammenliknet med det naturlige miljøet. Dette kan dels skyldes endret substrat og miljøforhold, og dels økt skipstrafikk med risiko for overføring av arter fra et miljø til et annet.

Eramet-konsernet er verdens nest største produsent av manganmalm og manganlegeringer, og verdens ledende produsent av raffinerte manganlegeringer. *Slagg* fra silikomanganproduksjon er et av Eramet Norways viktigste biprodukter. Årlig produserer de cirka 300 000 tonn av dette biproduktet, som i 2019 ble registrert som varemerke *Silica Green Stone (SiGS)*. Produktet markedsføres som miljøvennlig pga. sitt bidrag for å redusere beslag på naturarealer, energiforbruk, utslipp av klimagasser, støy, støv og andre forurensninger sammenliknet med utvinning og produksjon fra jomfruelige råvarer. Bruken av *slagg* for fylling i vannelementet har imidlertid dokumentert utlekking av metaller som kan være skadelig for biota. Det er dokumentert slik utlekking både i ferskvann, eksempelvis fra Kvina vassdraget etter bruk av *slagg* som fyllingsmassen i promenaden<sup>30</sup>, og i sjøvann<sup>31</sup> ifm. tildekking av forurenset butt i nabokommunen Flekkefjord. Det er særlig mangan, sink og jern som det er dokumentert lekkasje av med påfølgende inntak i biota og særlig hos filtrerende organismer som blåskjell. Som Eramet skriver i sin bærekraftsrapport<sup>32</sup> så anbefales det å innkapsle eventuelt fylling av *slagg* med andre jomfruelige råvarer som ikke inneholder konsentrasjoner av metaller dersom man ønsker å ta produktet i bruk som fyllingsmasse i sjøområdene. For å avbøte metallutslippsrisiko så kan bruken av stedegne jomfruelige materialer være et egnet alternativ. Dersom slagget brukes slik at man hindrer utlekking, vil dette kunne representere et kortreist alternativ for evt. masser, og derav minimere utslippet av klimagasser.

---

<sup>27</sup> Kong, J. G. (2022). Recycling of waste oyster shell and recycled aggregate in the porous ecological concrete used for artificial reefs. *Construction and Building Materials*, s. 323 (14):126447.

<sup>28</sup> Rinde E, Sørensen ET, Walday MG, Fagerli CW, Christie HC, Staalstrøm A, Barkved LJ, Simmons H, Borchgrevink HB (2019) Reetablering av biologisk mangfold i Oslos urbane sjøområder. NIVA rapport nr 7426-2019. 68 s.

<sup>29</sup> Rinde E, Sørensen ET, Haraldsen T (2019). Anbefalinger tilknyttet planer for etablering av nye landskap ved Lakseberget og Telenor-stranda på Fornebu. En uttalelse fra et tverrfaglig fagforum opprettet av Bærum kommune. NIVA-rapport 7419-2019.

<sup>30</sup> Traaen, T. &. (2002). *Tungmetallforurensning i kvina. Undersøkelser av vannkjemi og bunnfauna*. Kvinesdal: NIVA.

<sup>31</sup> Parolini, M. P. (2022). *Trends and potential human health risk of trace elements accumulated in transplanted blue mussels during restoration activities of Flekkefjord fjord (Southern Norway)*. Flekkefjord: Environmental Monitoring and Assessment, 194(3), 208.

<sup>32</sup> [https://eramet.no/wp-content/uploads/Eramet\\_b%C3%A6rekraft\\_2019\\_NO\\_oppslag\\_web.pdf](https://eramet.no/wp-content/uploads/Eramet_b%C3%A6rekraft_2019_NO_oppslag_web.pdf)

## 3 Kartlegging av bekker

### 3.1 Områdebeskrivelse

Lervikbekken og Kleivsbekken ligger i Kvinesdal kommune og ligger i den nordvestlige delen av dalføret. Begge nedbørfeltene er relativt små og drenerer ut i Fedafjorden nær munningsområdet av lakseelven Kvina (Figur 21). Begge vassdragene tilhører et felles kystfelt (REGINE enhet 025.31) på totalt 7,5 km<sup>2</sup> med en totalavrenning på 54.81 l/s per km<sup>2</sup>.

NIVA utførte undersøkelser av smoltkvalitet til laks i Kvina i 2011<sup>33</sup>. Det er også gjort historiske undersøkelser og undersøkelse av potensialet til smoltproduksjon av NINA<sup>34</sup> i Kvina-vassdraget i 2012 i lys av sur nedbør og vassdragsregulering. Informasjon herfra kan brukes som *baseline* for rekrutteringspotensialene for anadrome arter i Kvina. Problematikken om aluminiumskonsentrasjoner i vannet og eventuelle endringer i vannføringsregimer ble kartlagt av NIVA i 2015<sup>35</sup>.

Ørretbestanden i Lervikbekken er registrert utdødd, mens ørretbestanden i Kleivsbekken er registrert som liten (kategori 4, vannmiljø) fra en undersøkelse tilbake til 1990 (Vannmiljø). Bestands-situasjonen beskrevet i Vannmiljø skyldes mest sannsynlig forsuringssituasjonen på denne tiden. Ut fra en generell bedring i forsuringssituasjonen i landsdelen siden 90-tallet, er det rimelig å anta vannkjemien i vassdraget har blitt god nok til at ørret kan være reetablert i bekken.

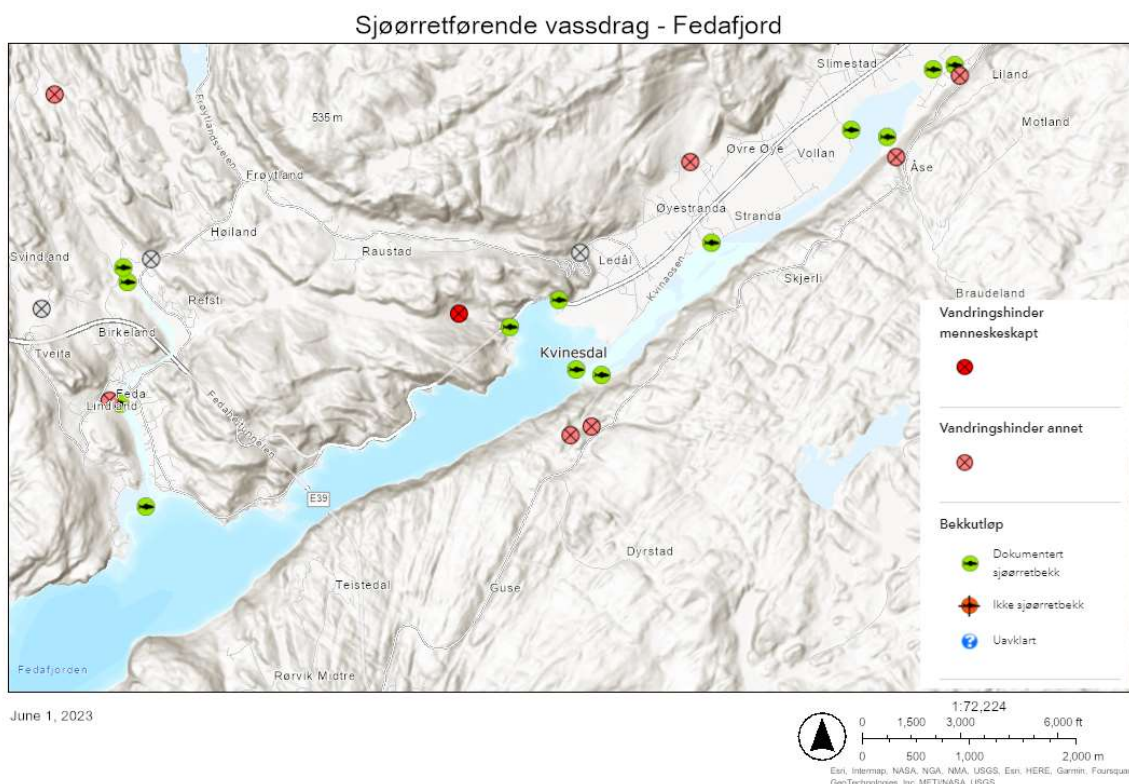
---

<sup>33</sup> <https://niva.brage.unit.no/niva-xmlui/handle/11250/215697>

<sup>34</sup> <https://www.nina.no/archive/nina/pppbasepdf/rapport/2012/847.pdf>

<sup>35</sup> <https://niva.brage.unit.no/niva-xmlui/handle/11250/2357454>

---



Figur 21: Figuren viser de sjørretførende bekkutløp i indre delen av Fedafjorden pdd. Kilde: Statsforvalteren.

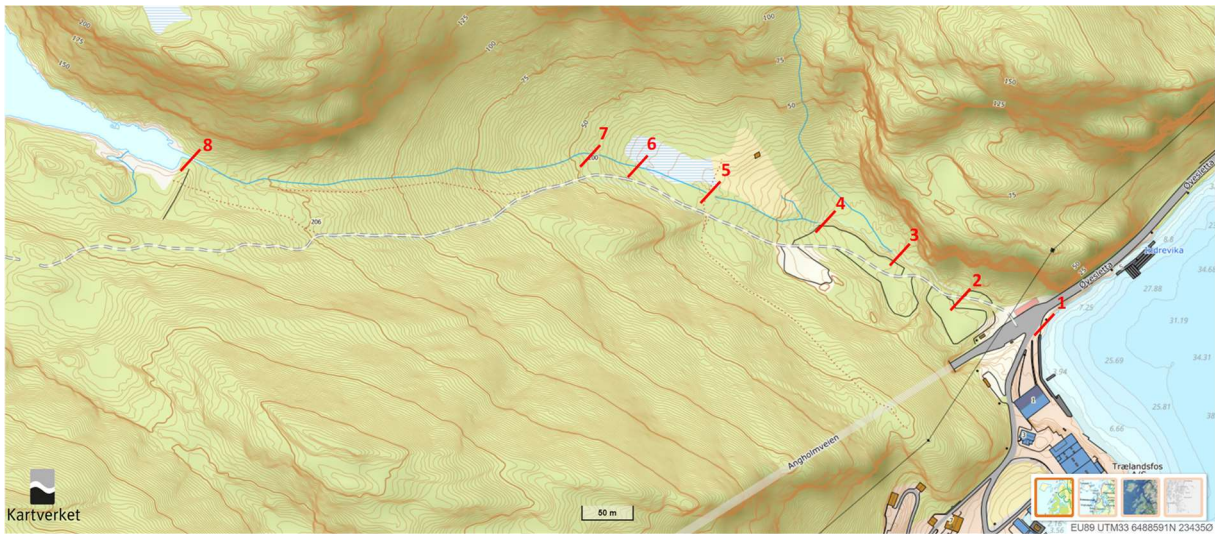
### 3.2 Metodikk

Lervikbekken og Kleivsbekken ble kartlagt i april 2023 med hensyn på habitat, vandringshindre, tilstedeværelse av fiskearter, samt en generell vurdering av bekkens tilstand på det aktuelle tidspunktet. Kartleggingen ble gjennomført ved observasjoner langs bekken samt punktvis elektrofiske.

### 3.3 Lervikbekken

Lervikbekken har et nedbørfelt på 1.38km<sup>2</sup>. Basert på en beregnet avrenning på 54.81l/s per km<sup>2</sup> gir dette en gjennomsnittlig vannføring på om lag 75 l/s. Hovedandelen av nedbørfeltet består av skog. Det er en innsjø ved navn Hestesprangvannet i nedbørfeltet, som ligger 135moh. Det har tidligere vært en dam i utløpet av denne innsjøen (Figur 22).

Bekken varierte i bredde mellom 1.5 til 3 m, og varierte mellom partier med høy fallgradient og slakere strekk. Bekken har utløp til sjøen gjennom en kulvert som går under Fylkesvei 465 ved Indrevika. Oppstrøms kulverten var det et fall på om lag 1,5 m som fremstår som et vandringshinder under de fleste vannføringsforhold. Etter noen hundre meter går bekken over i en mer naturlig utforming med god og variert kantvegetasjon, med både kulper og stryksekvenser som gir gode gyte og oppvekstforhold for ørret. Her ble det fanget både ørret og ål under elfiske (Tabell 6). Det er et tidligere vanninntak som i dag stopper ørretens videre vandring oppstrøms, konstruksjonen er antagelig også vanskelig forserbar for ål. Derifra stiger bekken opp mot Hestesprangvannet. Substratet i bekken er dominert av stein og blokk. En tidligere løsmassedam er fjernet i utløpet av Hestesprangvannet.



Figur 22: Leirvikbekken med undersøkte delstrekninger

Tabell 6: Fisk fanget under elektrofiske på ulike delstrekninger av Leirvikbekken 18.04.2023.

Delstrek	Art	Lengde (mm)
3-4	ørret	130
3-4	ørret	90
3-4	ørret	125
3-4	ål	20
3-4	ål	27
3-4	ål	55
4-5	ørret	160
5-6	ørret	170
5-6	ørret	190
5-6	ørret	90

#### Delstrekning 1-2

I de nederste 85 m er Leirvikbekken lagt i rør under Fylkesvei 465. Ved utløpet i sjø er diameteren på røret 90 cm og det er lagt slik at omtrent halve røret er vannfylt ved normalt havnivå. Røret fremstår passerbart for ørret (Figur 23).

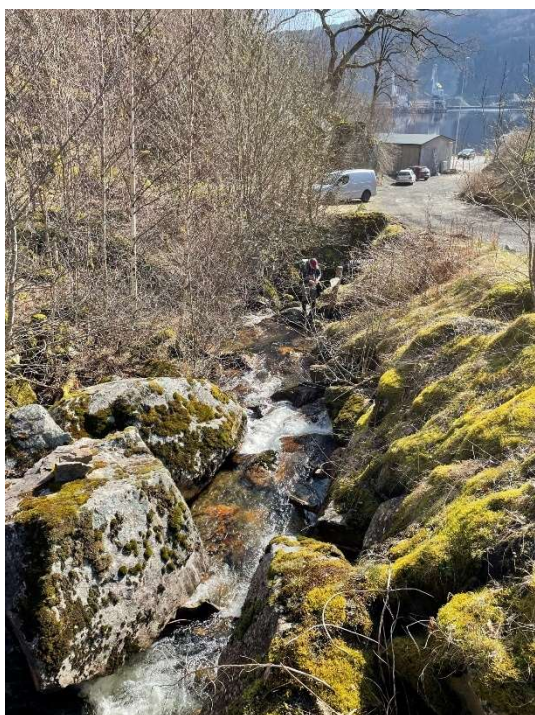




Figur 23: Nedstrøms (venstre) og oppstrøms del av ulver under fylkesvei 465. Foto: NORCE.

### Delstrekning 2-3

Innløp til kulvert oppstrøms er en bratt ur. Et første fall på om lag 1.3 m med liten eller ingen mulighet for fisk å ta sats (Figur 24). Dette fremstår som et vandringshinder for aure fra sjøen ved de fleste vannføringer. Videre er strekket dominert av blokker og små kulper.



Figur 24: Figuren viser streknin mot innløp til kulvert oppstrøms som består av en bratt ur. Foto: NORCE.

**Delstrekning 3-4**

Bekken har betydelig mindre fall og domineres av grus samt noe stein og sand. Kombinert med flere dypere høljer og god kantvegetasjon gir dette gode skjulmuligheter for fisk. Flere gyteområder for ørret finnes også her. Det ble elektrofisket flere årsklasser av ørret samt ål på denne strekningen (Tabell 6).



Figur 25: Gode skjul og gyteområder i denne delstrekningen av bekken det ble gjort observasjoner av flere årsklasser ørret og ål. Foto: NORCE.

**Delstrekning 4-5**

Bekken renner her i en strykstrekning dominert av stein og blokker med noen områder av kvitstryk, men med moderat kantvegetasjon. Strekingen virker passerbar for ørret, men oppfattes mer som en transportstrekning.

**Delstrekning 5-6**

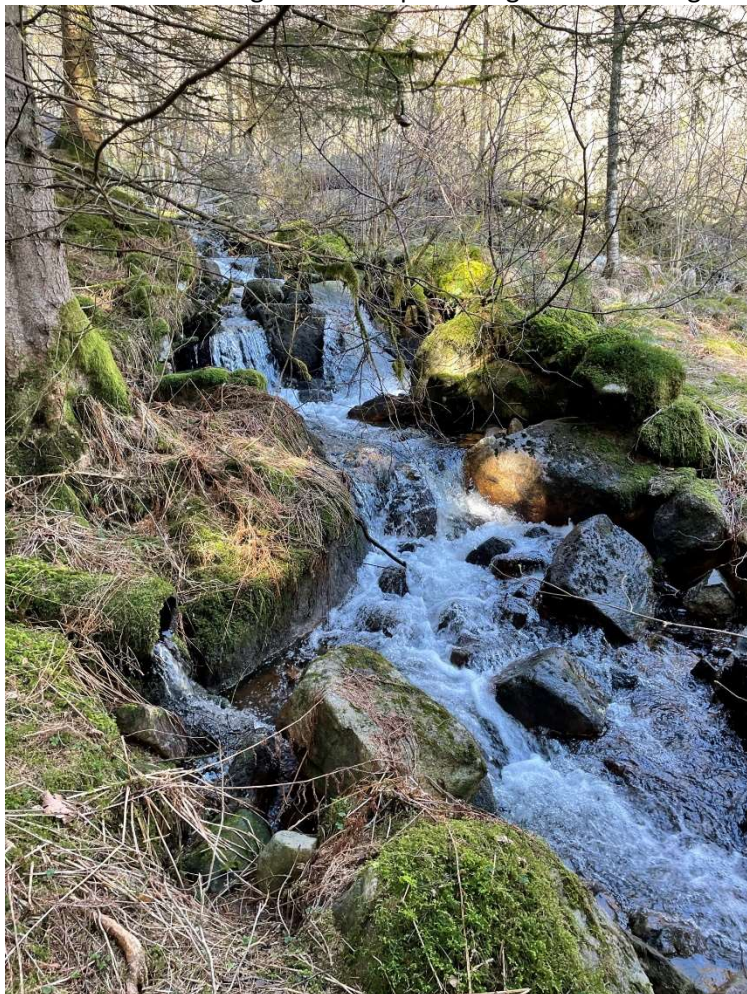
I disse strekkene renner bekken gjennom et plantefelt av gran. Strekingen har mindre fall enn strekning 4-6 og bunnsubstratet domineres av grus og sand. Langs disse strekkene ble det funnet flere kulper med ørret (Figur 26).



Figur 26: Bekken flater ut og danner fine standplasser for ørret. Foto: NORCE.

### **Delstrekning 6-7**

Strekningen er preget av kvitstryk og kulper. Substratet er i stor grad blokker og grunnfjell med innslag av grus i kulper. Vegetasjonen i dette området er fortsatt granskog på sørlig side av bekken, men med mer innslag av løvtrær på nordlig side. Strekningen er forserbar for ørret (Figur 27).



Figur 27: Strekning dominert av kvitstryk med blokker og grunnfjell. Foto: NORCE.

### **Punkt 7**

Rester etter gammelt vanninntak. Betongkonstruksjon fungerer i dag som vandringshinder for ørret og antas vanskelig å passere også for ål (Figur 28).



Figur 28: Betongkonstruksjoner ved eldre vanninntak fungerer i dag som vandringshinder for ørret samt vanskelig forserbar for ål. Foto: NORCE.

#### **Delstrekning 7-8**

Strykstrekning dominert av stein og blokker. Under befaringen gikk bekken under substratet og var bare synlig mellom blokker og i små kulper. Det ble også observert amfibier (Padde) i disse kulpene.

Strekningen fremstår som vanskelig for ørret å forsere, spesielt i perioder med moderat til lav vannføring.

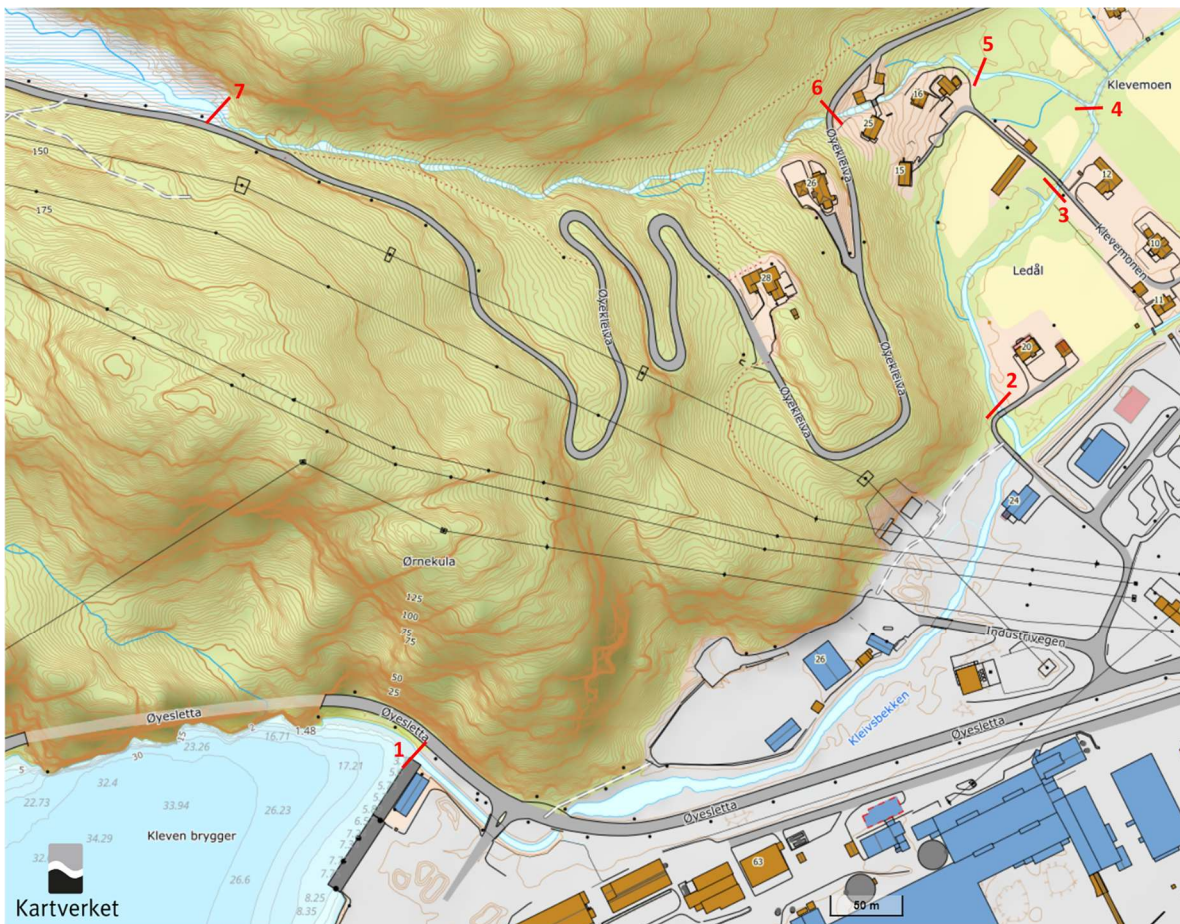
En eldre løsmassedam er fjernet ved utløpet av Hestesprangvannet. Passasjen fremstår farbar for fisk, men kanalen er plastret og mye av vannet renner gjennom- og under plastringen. Denne kunne med fordel ha vært utformet som naturlige stryk-kulp sekvenser for å lage en mer naturlig bekk, som hadde gitt muligheter til gyting og bedre oppvekstforhold for fisk. Ingen fisk ble funnet her ved elektrofiske.



Figur 29: Utløp Hestesprangvannet med deler av eldre løsmassedam. Foto: NORCE.

### 3.4 Kleivsbekken

Kleivsbekken har et nedbørfelt på 3,1km<sup>2</sup>, som er omtrent dobbelt så stort som Lervikbekken. Basert på en beregnet avrenning på 54,81l/s per km<sup>2</sup> gir dette en gjennomsnittlig vannføring på om lag 170 l/s. Nedbørfeltet består av skog og en del jordbruksområder spesielt i nedre deler. Kleivsbekken varierer i bredde fra om lag 2 til 5 m. Bekken har utløp ved Buodden og fortsetter langs Øyesletta før den går inn mot Klevemoen og opp Øyekleiva, for deretter å følge Frøytlandsveien opp til Indre Raustad og videre opp til Juvannet (Figur 30). Nedre deler av Kleivsbekken er påvirket av tidevann og bunnsubstratet er dominert av silt og enkelte steingrupper. Disse områdene har flere større kulper som antagelig holder vann selv i tørkeperioder. Strekingen har god og variert kantvegetasjon. På Øyesletta og Klevemoen er det flere innløpsbekker og diker der bunnforholdene er preget av silt og gjørme. Områdene rundt Klevemoen og opp til Øyekleiva er preget av variert substrat med flere gode gyte- og oppvekstområder for ørret. Her ble det dokumentert flere årsklasser av ørret og laks. Opp Øyekleiva renner bekken i stryk gjennom blokk og stein. Vi anser dette strekket som vanskelig forserbart for fisk. Over Øyekleiva renner bekken rolig langs Frøytlandsveien gjennom et myrområde med flere små loner. Det ble dokumentert ørret over Øyekleiva, men bekken ble ikke befart i detalj.



Figur 30: Kleivsbekken med undersøkte delstrekninger.

#### Delstrekning 1-2

Nedre del av bekken har lite fall og påvirkes av flo og fjære i fjorden utenfor. Substratet i bekken domineres av sand og silt. Disse strekningene ble ikke prioritert undersøkt nøyere.

### Delstrekning 2-3

Substratet i delstrekningen domineres av sand og silt, med enkeltsteiner innimellom. God kantvegetasjon. En del dype kulper som antagelig holder bra med vann også i tørkeperioder (Figur 31).



Figur 31: Delstrekning 2-3 med større kulper som trolig holder vann i tørkeperioder. Foto: NORCE.



**Delstrekning 3-4**

Delstrekning 3-4 hadde noe mer fall enn 2-3, og substratet er mer dominert av grus. Det er godt med variert kantvegetasjon bestående av blant annet svartor, bjørk, og selje. Det er godt med røtter ut i bekken som gir godt med skjul for yngre fisk. Dette strekket har fine gyte og oppvekstområder. Dette ble dokumentert gjennom funn av flere årsklasser av ørret og laksunger på denne delstrekningen (Figur 32).



Figur 32: Delstrekning 3-4, både laks og aure påvist ved elektrofiske. Foto: NORCE.

**Delstrekning 4-5**

Strykstrekning dominert av grovere grus og stein. Den gode kantvegetasjonen fra delstrekning 3-4 videreføres gjennom delstrekning 4-5. Her er det også gyteområder av god kvalitet og det ble funnet flere laks og aure av forskjellige årsklasser (Figur 33).



Figur 33: Delstrekning 4-5, dominert av elvegrus og gytegrus og god kantvegetasjon. Flere årsklasser av laks og aure ble funnet her. Foto: NORCE.

**Delstrekning 5-6**

Delstrekning 5-6 er dominert av kvitstryk og substratet består i hovedsak av blokker og stein med enkelte kulper innimellom stryket. Det var også bebyggelse i dette området som vises i steinsetting av bekkekanter og mindre kantvegetasjon. Det ble dokumentert noe større aure i kulpene opp langs denne delstrekningen (Figur 34).



Figur 34: Delstrekning 5-6, preget av kvitstryk med mindre kulper og mindre kantvegetasjon. Foto: NORCE.

**Delstrekning 6-7**

Delstrekning 6-7 bestod av kvitstryk dominert av blokker og stein. Det var ingen definerte vandringshindre her. Lengden på strekningen med flere sekvenser av fall, samt en kraftig stigning i terrenget gjør at vi anser det som lite sannsynlig at anadrom fisk forserer denne (Figur 35).



Figur 35: Delstrekning 6-7, Kvitstryk dominert av blokker og steiner med kraftig stigning. Foto: NORCE.

#### **Delstrekning 7**

Ungfisk av ørret ble observert på toppen av Øyneskleiva. Med bakgrunn i utformingen og fall i delstrekning 6-7 ble ikke bekken befart videre i detalj.

### **3.5 Drøfting av konsekvenser og avbøtende tiltak i bekker**

Det ble dokumentert flere årsklasser av ørret og ål i Leirvikbekken. Observasjonen av ål i bekken er også i tråd med dykkerobservasjonene i sjø beskrevet i kapittel 2.2. Funnet av disse artene i bekkene tyder på tilstrekkelig vannføring gjennom året til at fisk kan leve her. Vandringshindret like oppstrøms kulverten under fylkesveien bør utbedres slik at sjøørret lettere kan forsere. Det finnes gode gyte- og oppvekstområder i bekken oppstrøms kulverten. Vandringshinderet ved trykkreduksjoninstallasjonen høyere oppe i vassdraget bør fjernes. Bekken oppstrøms trykkreduksjoninstallasjonen har relativt lite verdi for ørret, men ål vil lettere kunne vandre opp og bruke Hestesprangvannet som oppvekstområde om installasjonen fjernes. Om det anlegges ny dam ved utløpet av Hestesprangvannet bør det legges inn en ålevandringsløsning i denne.

Kvina Energi har behov for å opprette en anleggsvei til Hestesprangvannet. En slik vei vil måtte krysse Leirvikbekken flere steder grunnet den kraftige stigningen opp mot vannet. Vi anbefaler at bekkekryssingene gjøres ovenfor delstrekning 6-7 for å minimere negativ påvirkning på fisk i bekken. Videre vil vi anbefale at bekkekryssing gjøres ved bruk av broer eller halvør. Slike konstruksjoner opprettholder den naturlige elvebunnen og gir minst økologisk effekt samtidig som fisken lettere kan vandre gjennom. Om en velger kulvert er betongkulvert med naturlig elvebunn er et bedre alternativ enn plastrør. Det er imidlertid viktig å legge rørene på en slik måte at de har minst mulig fall, og ligger under elvebunnen. En kulp bør etableres i nedstrøms ende av røret der minst en tredjedel av røret dekkes av vann, dette for å sikre mulighet for vandring av ål.

Lav sommervannføring er en begrensende faktor for produksjon av fisk i Leirvikbekken i dag. Fraføring av vann fra dette vassdraget vil derfor betydelig påvirke livet i bekken, samtidig som produksjonen er relativt liten sameliknet med omkringliggende bekker. En minstevannføring i Leirvikbekken gjennom året vil kanskje føre til at ål kan benytte bekken som vandringsrute opp mot Hestesprangvannet og at ørret kan produseres i bekken. Med utbedring av vandringshinder vil det kanskje være rom for sjøvandrende individer. Et minstevannføringsregime bør utformes slik at det etterligner naturlige svingninger i vannføring. Det betyr at det i perioder av året bør slippes mer vann for å sikre fiskevandring. Det er imidlertid vanskelig å anslå en tilstrekkelig minstevannføring i Leirvikbekken rent kvantitativt. Dette skyldes at steinmassen med store stein som fungerer som sikring nede i bekken kan bidra til at vann forsvinner i grunnen og bekken blir tørrlagt som følge av dette. Det vil antagelig innebære omfattende tiltak for å sikre at vannet ikke forsvinner i grunnen og tilfredsstillende forhold for fisk opprettholdes. Slike tiltak vil for eksempel kunne innebære å grave opp steinmassene og sikre at vannet dreneres gjennom bunnen ved å legge inn nye masser. Det er derimot ikke tilstrekkelig datagrunnlag i denne undersøkelsen for å komme med konkrete forslag til tiltak av denne type.

Vårt inntrykk er at Kleivsbekken har betydelig høyere tetthet av ørret enn Leirvikbekken og i så måte har en høyere verdi om en skal sammenlikne de to. Det finnes også en del laksunger i bekken. Vi dokumenterte ikke ål under elektrofiske, men vil anta at det også er ål her. Antagelsen ble styrket etter samtaler med beboere i området. Øyekleiva fungerer trolig som et naturlig vandringshinder for anadrom fisk, men ikke for ål. Ørret over Øyekleiva er antagelig stasjonær. Også i denne bekken vurderes lav sommervannføring som den største flaksehalsen for produksjon. Fraføring av vann fra denne vil antagelig påvirke bekken negativt.

Det er fra Kvina Energis side forslag om å sikre en minstevannføring, samt opprettholde reguleringen i Hestesprangvannet, ved å føre vann fra Juvannet og Sibbuvannet over til Hestesprangvannet. Dette medfører en overflytting av vann fra et nedbørfelt til et annet. På generelt grunnlag kan uttak av vann fra disse innsjøene bidra til opprettholdelse av minstevannføring i Leirvikbekken samtidig som det vil påvirke vassdragene vannet hentes fra. Juvannet drenerer til Kleivbekken der vi har dokumentert laks, sjøørret og antagelig ål. Fraføring av vann fra Juvannet vil redusere vanntilførselen i Kleivbekken og dermed bidra negativt til produksjon og overlevelse av fisk og bunndyr i Kleivbekken. Før en eventuelt går videre med et slikt alternativ bør vannføringen i bekken logges gjennom året for å få en forståelse for variasjonen i vannføring, vanddekt areal under ulike vannføringer og hvordan fraføring av vann eventuelt vil påvirke dette. På bakgrunn av en slik undersøkelse vil en kunne komme med forslag til perioder der overskytende vann kan tas ut på tider av året der den økologiske effekten på bekken er mindre. På generelt grunnlag må man anta at uttak av vann vil ha stor økologisk effekt sommertid. Minst effekt vil det kanskje være under høstflommene, samtidig som en må ta hensyn til at høy vannføring trigger innvandring av stor gytefisk og sikrer tilstrekkelig skjul under gyting. Store nedbørmengder kan også forekomme vinterstid. I slike perioder kan det tas ut vann så lenge det sikres at gyteområdene er tilstrekkelig vanddekt og innfrysing unngås.

Det bør gjøres tilsvarende biologiske og hydrologiske undersøkelser i Øyebekken om det blir aktuelt å overføre vann fra Sibbuvannet. I tillegg bør det gjøres vurderinger av potensiale for overføring av sykdommer eller organismer mellom vassdrag med potensiale for økologiske effekter når vann overføres mellom vassdrag.

## 4 Konklusjon

Det er foretatt en utredning av biologisk mangfold i bekker og sjø i området som kan bli påvirket av utbyggingen av hydrogenfabrikken innerst i Fedafjorden. Kartleggingen av det marine miljøet fokuserte på hardbunnssamfunn, men vi fikk også tilgang til dokumentasjon av fritidsdykkere i fjorden. I bekkene var fokuset å dokumentere tilstedeværelsen av vandrende fisk.

Dykkerobservasjoner har vist at en rekke arter av både fisk og skalldyr er tilstede i fjorden. På hardbunn var det få arter av både alger og dyr, som henger sammen med stor grad av ferskvannspåvirkning. Sukkertare ble registrert, og selv om forekomsten ikke nødvendigvis kan angis som naturtypen sukkertareskog, som er en sterkt truet naturtype, bør bestanden opprettholdes. Det ble også registrert hummer, som er en sårbar art. Fedafjorden indre er også et viktig gyteområde for torsk.

Det er registrert ål både i sjøen og i bekker, og flere årsklasser var tilstede. Ål er en sterkt truet art, og det er viktig med avbøtende tiltak for å ivareta bestanden. Ålevandringsløsning i bekkene bør derfor iverksettes og eventuell fraføring av vann bør vurderes opp mot økologisk effekt.

For å ivareta det biologiske mangfoldet og minimere miljøpåvirkningene i det marine miljøet er det viktig å sette i verk avbøtende tiltak tilpasset de lokale forholdene. Det er særs viktig å unngå resuspensjon av forurensede sedimenter, som nå er tilstede innerst i fjorden pga. tidligere industriforurensing. Undervannskonstruksjoner bør derfor fortrinnsvis festes på fast substrat fremfor nede i sedimentene. Det er også viktig å unngå spredning av partikler ved evt. sprengning, selv om partiklene ikke er forurenset. Også støyreduksjons tiltak bør iverksettes ved evt. sprengning. Aktivitetene bør også legges til en periode som ikke forstyrrer hensynskrevende arter. Videre bør man ved etablering av marine konstruksjoner velge materialer av stedegen opprinnelse, og i størst mulig grad etterlikne sjøsonens naturlige utforming. Dette kan legge til rette for både hummer og sukkertare, og for de øvrige hjemmehørende artene, og kan også gjøre at fremmede arter ikke like lett får fotfeste. Mht. en utbyggingsfase og ved fremtidig økt skipstrafikk er det også viktig å unngå ytterligere eutrofiering ettersom makroalgene pr. i dag bærer preg av forhøyet næringstilgang.

Det ble i både Leirvikbekken og Kleivsbekken observert ørret, og i Kleivsbekken også parr og presmolt (laks i årsklasser 0,1 og 2+). Lav sommervannføring er ansett som den viktigste begrensende faktoren for produksjonen av fisk i begge bekkene, og fraføring av vann vil kunne ha negative konsekvenser. Det bør derfor settes et krav til minstevannføring i bekkene.

## Vedlegg A.

Fullstendige artslister fra fjæresoneundersøkelsene utført i Fedafjorden 4. juli 2023. 1 = enkeltfunn, 2 = spredt forekomst (0 - 5 % dekningsgrad), 3 = frekvent forekomst (5 - 25 %), 4 = vanlig forekomst (25 - 50 %), 5 = betydelig forekomst (50 - 75 %), 6 = dominerende forekomst (75 - 100 %)

Vannforekomst Substrat / Stasjon	Fedafjorden-ytre			Fedafjorden-indre		
	Feda_1	Feda_2	Feda_3	Feda_4	Feda_5	Feda_6
Sterkt oppsprukket fjell						1
Oppsprukket fjell	1	1	1	1		
Små, middels og store kampestein	1					
Bratt/Vertikalt fjell		1		1	1	
Glatt fjell					1	
<b>Rødalger</b>						
Ahnfeltia plicata	2					
Audouinella sp.	1					
Ceramium sp.	1					
Ceramium virgatum		2	2	2		
Chondrus crispus	1					
Hildenbrandia rubra	4	3	5	3		4
Polysiphonia fucoides	2		2	2		
Polysiphonia stricta	2					
cf Spermothermion repens						2
<b>Grønnalger</b>						
Cladophora albida	2	2	2	2	5	3
Cladophora rupestris	2	4		3		2
Rhizoclonium riparium				2		
Ulva intestinalis	4	4	3	4	3	3
Ulva linza	2	2	2			
<b>Brunalger</b>						
Chorda filum		2	1			
Fucus serratus	6	6	6	6	5	6
Fucus vesiculosus	6	6	6	6	2	6
Elachista fucicola	2		2			3
Pylaiella littoralis	2	3		3	3	3
Sphacelaria sp.	2	3				
Spongonema tomentosum	3	3	3			
<b>Blågrønn- og kiselalger</b>						
Cyanophyceae indet.	3	3		2	4	5
Diatomeer ubest., bentiske		2			2	
<b>Dyr</b>						
Balanus sp. juvenil	2	2	2	2	2	2
Balanus improvisus	3	4	3	2	3	2
Bryozoa indet. encrusting	5	5	5	4		2
Electra pilosa	2	3	3	2		2
Hydroida indet.	3	2	2	2	2	2
Littorina sp. juvenil		1				
Littorina littorea					1	
Membranipora membranacea	2	2	2			

## NIVA: Norges ledende kompetansesenter på vannmiljø

Norsk institutt for vannforskning (NIVA) er Norges viktigste miljøforskingsinstitutt for vannfaglige spørsmål, og vi arbeider innenfor et bredt spekter av miljø, klima- og ressurs spørsmål. Vår forskerkompetanse kjennetegnes av en solid faglig bredde, og spisskompetanse innen mange viktige områder. Vi kombinerer forskning, overvåkning, utredning, problemløsning og rådgivning, og arbeider på tvers av fagområder.



Norsk institutt for vannforskning

Økernveien 94 • 0579 Oslo  
Telefon: 02348 • Faks: 22 18 52 00  
[www.niva.no](http://www.niva.no) • [post@niva.no](mailto:post@niva.no)