



ENGEBØPROSJEKTET

# Miljøovervåkingsprogram

Nordic Rutile AS

**Rapportnr.:** 2022-1188, Rev. 2

**Dokumentnr.:** 1872674

**Dato:** 2023-03-21



## Innholdsfortegnelse

1	INNLEDNING .....	1
1.1	Bakgrunn .....	1
1.2	Overvåkingsstrategi .....	2
1.3	Prosessoversikt .....	3
2	MILØOVERVÅKINGSPROGRAM .....	4
3	TIDSLINJE .....	5
	VEDLEGG A - OVERVÅKING AV FØRDEFJORDEN - GENERELL BESKRIVELSE.....	7
	VEDLEGG A1. Vannkvalitet og oseanografi .....	8
	VEDLEGG A2. Overvåking av bløtbunnssamfunn .....	13
	VEDLEGG A3. Strandsoneundersøkelse .....	17
	VEDLEGG A4. Visuell kartlegging – dypt vann .....	19
	VEDLEGG A5. Gyteområde for torsk .....	21
	VEDLEGG A6. Overvåking av utvandrende smolt .....	23
	VEDLEGG A7. Sedimentering og bunntopografi .....	25
	VEDLEGG B - OVERVÅKING AV NÆRLIGGENDE ELVER/BEKKER .....	40
	VEDLEGG C - UNDERSØKELSE AV PROSESSKJEMIKALIER OG PRIORITERTE MILJØGIFTER .....	45
	VEDLEGG D – OVERVÅKE EFFEKTER AV UNDERVANNSSSTØY FRA SPRENGNING .....	49
	VEDLEGG E – PÅVIRKNING AV BIOLOGISK MANGFOLD – «BIODIVERSITY MANAGEMENT PLAN» .....	54

## 1 INNLEDNING

### 1.1 Bakgrunn

På oppdrag fra Nordic Rutile AS har DNV AS utarbeidet et miljøovervåkingsprogram basert på Miljødirektorates vedtak av 5. juni 2015 (siste endret 14. juni 2023) om tillatelse etter forurensningsloven til gruvevirksomhet i Engebøfjellet (Tillatelsesnummer 2016.0721.T). Vedlagte miljøovervåkingsprogram fokuserer på den delen av tillatelsen som omhandler overvåking av resipienten (fjorden og elver/bekker) og inkludere undersøkelser som skal gjennomføres før og under produksjonen, og er en oppdatering av programmet fra 2019 (DNV 2018-0844, dokumentnr.:119AZ3FL-3). Bedriften skal i tillegg ha kontroll på alle sine utslipp i forhold til ulike grenseverdier. Disse følges opp i bedriftens utslippskontroll og i avfallshåndteringsplan, og er ikke inkludert i miljøovervåkingsprogrammet.

I henhold til tillatelsen skal bedriften gjennomføre en *overvåking av effekter av utslippene i henhold til et overvåkingsprogram*. Videre heter det i tillatelsen:

- *Bedriften skal legge frem forslag til program for overvåking av hvordan virksomheten, herunder sjødeponi og sprengninger påvirker det biologiske mangfoldet i Førdefjorden og i nærliggende vassdrag.*
- *Overvåkingen skal:*
  - *omfatte evt. utlekking av prioriterte miljøgifter fra sjødeponiet*
  - *dokumentere hvorvidt vannforskriftens krav overholdes.*
  - *dokumentere eventuelle effekter på sårbare/viktige arter og naturtyper i Førdefjorden og på fjordens økosystem, herunder i nærliggende vassdrag. Det skal sees særskilt på viktige gyteområder for torsk.*
- *Overvåkingsprogrammet skal inneholde et forslag til overvåking for å dokumentere mulig tilstedeværelse av stoffer fra avgangsmassene, inkludert prosesskjemikalier, i marine arter og organismer som kan ha betydning for mattrygghet ved og i nærheten av deponiområdet.*
- *Overvåkingen skal omfatte en basiskarakterisering av innhold av aktuelle stoffer før deponering av avgangsmasser iverksettes. Programforslaget skal inneholde en tidsplan for å gjennomføre overvåkingen.*
- *Bedriften skal legge frem forslag til overvåking av vannkvaliteten i elver for å kunne avdekke eventuelle endringer i vannkvaliteten på et tidlig tidspunkt.*
- *Programmet skal som et minimum også inneholde et opplegg for overvåking av utvandrende smolt, som skal startes minst to sesonger før oppstart av produksjonen. (Denne delen av programmet ble gjennomført i 2021 og 2022 og er ikke inkludert i vedlagte program som gjelder for perioden 2023-2025).*

Overvåkingsprogrammet som er beskrevet i foreliggende dokument inkluderer både hva som ligger til grunn for overvåkingsstrategien på et generelt nivå, og en oversikt over hva som spesifikt bør inkluderes i en overvåking av Førdefjorden. Kunnskap fra undersøkelser og utredninger som har blitt gjennomført tidligere i forbindelse med KU'en, nye undersøkelser gjennomført de siste årene, høringsuttalelser<sup>1 2 3 4</sup> på opprinnelig program samt forskrifter er med på å definere omfanget av overvåkingen.

Overvåkingsprogrammet er et dynamisk dokument og vil oppdateres med spesifikke programmer for gjennomføring av delundersøkelser i god tid før aktiviteten starter opp. Det er også angitt en tidslinje for gjennomføring. De detaljerte programmene er gitt i ulike vedlegg (VEDLEGG A til E).

<sup>1</sup> Høringsuttalelse fra Havforskningsinstituttet (2020): «Nordic Rutile-søknad om endret utslippstillatelse for prosesskjemikalier knyttet til gruvedrift i Engebøfjellet»,

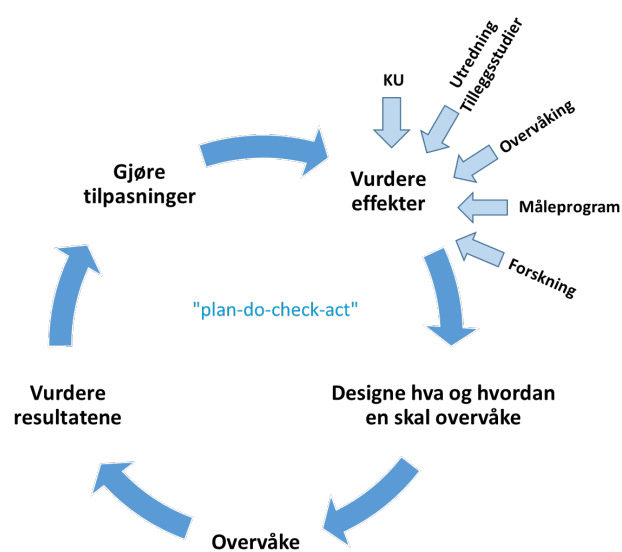
<sup>2</sup> Høringsuttalelse fra Havforskningsinstituttet (2021): «Innspill til planlagt overvåking i Førdefjorden»

<sup>3</sup> Mattilsynet (2019/18567):.....innspill fra mattilsynet til planlagt overvåking av Førdefjorden

<sup>4</sup> Fiskeridirektoratet (20/10054) (2021). Innspill til planlagt overvåking i Førdefjorden

## 1.2 Overvåkingsstrategi

Bedriften skal i henhold til tillatelsen sørge for en overvåking av hvordan virksomheten, herunder sjødeponi og sprengning påvirker det biologiske mangfoldet i Førdefjorden. For å kunne gjøre dette må en kjenne bakgrunnsnivået av ulike måleparametere, og hvilke naturressurser som finnes i resipienten og som eventuelt kan bli påvirket. I tillegg må en så langt det går, prøve å forstå de naturlige variasjonene en vil finne både med hensyn til utbredelse av naturressurser, men også variasjon i ulike oseanografiske parametere. Overvåkingsprogrammet inkluderer hva en skal overvåke, hvorfor, hvor, når og hvordan det skal gjennomføres. Valg av målemetode vil er valgt på basis av hvor og hva som skal overvåkes. Det vil være ulikt behov for å måle ulike støtteparametere (for eksempel temperatur, saltholdighet, strøm og oksygen) for å kunne vurdere effekter samt å ha kunnskap om de ulike ressursene og biotopene som kan bli påvirket. I Vannforskriftens Veileder (2:2018) er det definert en del overvåkingsparametere for klassifisering av miljøtilstand i vann og som vil være gjeldende for, men ikke begrensende for overvåkingen av Førdefjorden.

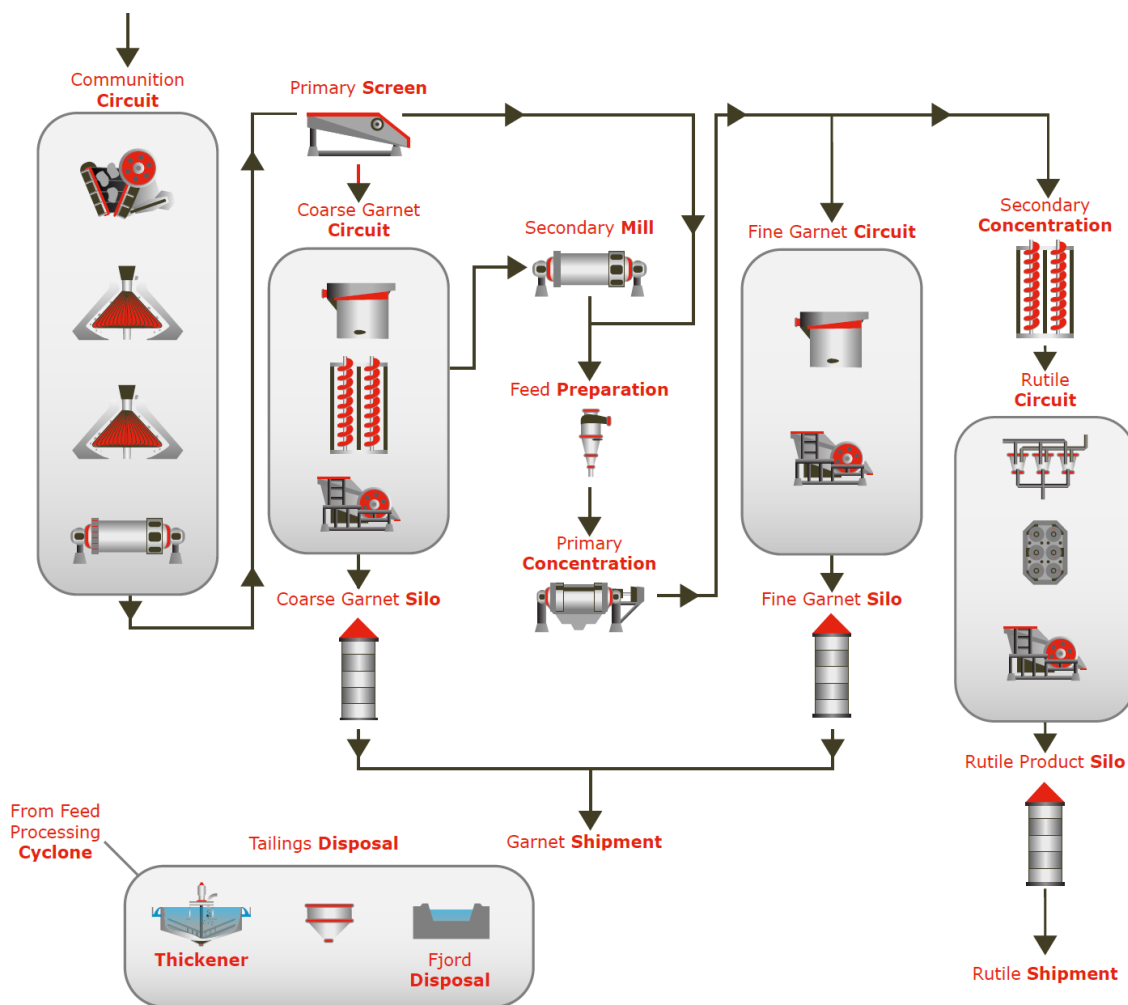


Overvåkingsstrategien bygger på en «adaptive management» tilnærming, det vil si en erfaringsbasert overvåking. Dette er en definert prosess med planlagt overvåking, etterfulgt av en gjennomgang av overvåkingsresultater for å kunne bedre forstå aktivitetens miljøpåvirkning. Basert på dette kan en eventuelt gjøre tilpasninger som å endre overvåkingsmetoden, overvåkingsparametere eller gjøre endringer for en aktivitet som gir uønsket effekt. Dette betyr at en innfører en dynamisk overvåking hvor en legger vekt på resultatene fra overvåkingene og annen kunnskap som vil være tilgjengelig via forskning eller andre studier i den fortløpene overvåkingen. Dette for å optimalisere både omfang og frekvens i overvåkingsplanen i henhold til erfaringer.

**Figur 1. Eksempel på de ulike trinnene i en dynamisk overvåking. Basert på generell og stedegen kunnskap etableres et overvåkingsprogram. Overvåking gjennomføres i henhold til programmet. Resultatene evalueres, og en gjør tilpasninger enten i overvåkingen og/eller i forhold til utslippene. Se Jensen & Hylland, 2019.**

### 1.3 Prosessoversikt

Et forenklet flytskjema for prosessering av malm på Engebø er vist i Figur 2. Første prosess steg innebærer nedknusing og nedmaling av malm for å frigjøre de ulike mineralene i bergarten. Videre skiller mineralene fra hverandre. Separasjonsprosessen består av to ulike deler -en grov og en fin utvinningskrets. I den grove kretsen blir et grovt granatprodukt produsert. I den fine kretsen produserast et rutilprodukt og et fint granatprodukt. Det benyttes ulike fysiske separasjonsmetoder for å oppnå tilstrekkelig renhet, inkludert tyngdeseparasjon, magnetisk separasjon, flotasjon og elektrostatisk separasjon.



**Figur 2. Forenkla flytskjema for danning av salgbare produkt samt avfall fra mineralprosesseringa i Engebøprosjektet**

I utviklingen av prosjektet har det blitt gjort en rekke forbedringer for å optimalisere og øke utvinningen av verdimineraler. Kjemikalieforbruket er redusert med 99% ved å benytte tørrseparasjon i stedet for flotasjon som hovedtrinn for å produsere et rutilkonsentrat. Et mindre flotasjonssteg er nødvendig for å rense rutilkonsentratet ved å fjerne pyritt (jernsulfat).

Basert på en årlig produksjon av 1,5 millioner tonn med malm produseres i gjennomsnitt ca. 34 000 tonn med rutilkonsentrat per år og 200 000 tonn med granatkonsentrat. Dette er basert på en gjennomsnittlig utvinningsprosent på ca. 56% for rutil og 30% for granat. Nordic Rutile jobber kontinuerlig med å optimalisere og forbedre produksjonsprosessen for rutil og granat, og andre produkter fra forekomsten, for å oppnå maksimal utvinning og høy kvalitet.

## 2 MILJØOVERVÅKINGSPROGRAM

Miljøovervåkingsprogrammet inkluderer kvalitetselementer i vannforekomsten som kan være direkte eller indirekte påvirket av bedriftens utslipp. Programmet er iht tillatelsen og er inndelt i ulike deler som omfatter:

- Overvåking av Førdefjorden (VEDLEGG A).
- Overvåking av nærliggende elver/bekker (VEDLEGG B)
- Undersøker av prioriterte miljøgifter og prosesskjemikalier i biota (mattrygghet) og sedimenter (VEDLEGG C).
- Overvåke effekter av undervannsstøy fra sprengning (VEDLEGG D)
- Påvirkning av det biologiske mangfold (VEDLEGG E)

I tillatelsen er det gitt grenseverdier i forhold til spredning av støv til omgivelsene på land. Det er utarbeidet et eget program for støvmålinger som en del av måleprogrammet og inkluderes derfor ikke som en del av miljøovervåkingsprogrammet.

Det er utarbeidet en rekke forskrifter og veiledere for hvordan undersøkelser i forbindelse med overvåking kan og skal gjennomføres. Gjennomføringen av overvåkingsprogrammet som er skissert i dette programmet bygger på disse.

Detaljerte standarder er gjengitt i delundersøkelsene i vedleggene, men generelt gjelder:

- Forskrift om rammer for vannforvaltningen (Vedlegg V – Klassifisering og overvåking). Lovdata FOR-2018-12-20-2231)<sup>5</sup>.
- Vannforskriften: Veileder 02:2018. Klassifisering av miljøtilstand i vann. Økologisk og kjemisk klassifiseringssystem for kystvann, grunnvann, innsjøer og elver<sup>6</sup>.
- NS 9420:1988. Retningslinjer for feltarbeid i forbindelse med miljøovervåking og -kartlegging

<sup>5</sup> [https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2006-12-15-1446/KAPITTEL\\_5#KAPITTEL\\_5](https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2006-12-15-1446/KAPITTEL_5#KAPITTEL_5)

<sup>6</sup> [http://www.vannportalen.no/globalassets/nasjonalt/dokumenter/tema-a-a/klassifisering/klassifiseringssystemet-veileder/klassifiseringsveileder\\_print\\_02.2018.pdf](http://www.vannportalen.no/globalassets/nasjonalt/dokumenter/tema-a-a/klassifisering/klassifiseringssystemet-veileder/klassifiseringsveileder_print_02.2018.pdf)

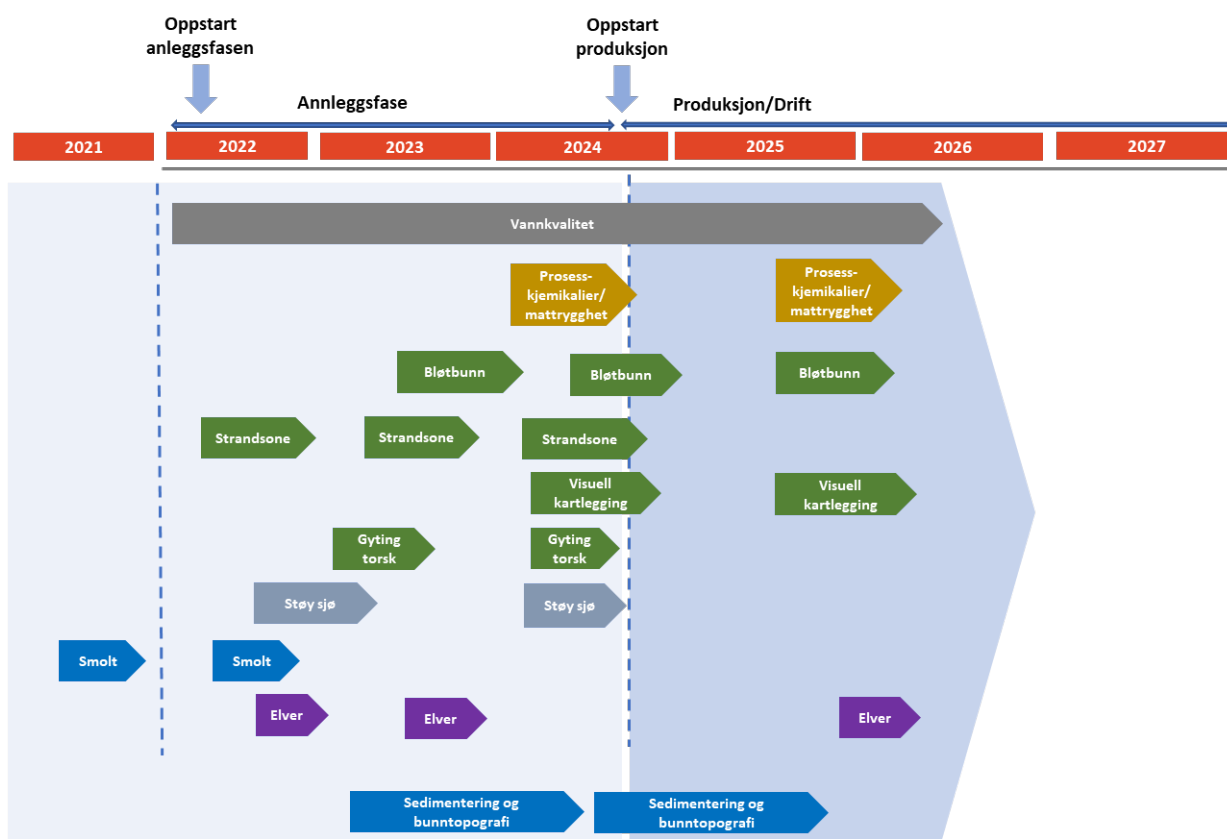
### 3 TIDSLINJE

Det er planlagt oppstart av produksjon/drift høsten 2024, etter en anleggsfase (bygging av anlegget) med en antatt varighet på ca 2 år (oppstart var april 2022).

Det er andre miljømessige utfordringer under anleggsfasen enn når bedriften kommer i produksjon. Grenseverdiene som er gitt i tillatelsen gjelder for produksjonsfasen. Bedriften gjennomfører nødvendige målinger i forbindelse med sin «egenkontroll» under anleggsfasen (iht internkontrollforskriften).

I 2021 og 2022 er det innhentet bakgrunnsinformasjon i forhold til tidspunkt for utvandring av smolt. Endelig resultater fra disse undersøkelsene forventes ferdigstilt i 2023 (utført av Skandinavisk Naturovervåking).

I Figur 3 er det gitt en oversikt over hvilke delundersøkelser som er planlagt å gjennomføres i perioden 2021 til 2025, men miljøovervåkingen vil fortsette regelmessig etter det også.



Figur 3. Oversikt over de ulike målinger og undersøkelser som er gjennomført og planlagt. Overvåkingen vil fortsette utover 2025, og omfanget vil basere seg på resultatene fra tidligere undersøkelser.

# VEDLEGG A:

## Overvåking av Førdefjorden - generell beskrivelse

## VEDLEGG A - OVERVÅKING AV FØRDEFJORDEN - GENERELL BESKRIVELSE

---

Med utgangspunkt i de undersøkelser og utredninger som har blitt gjennomført i forbindelse med konsekvensutredningen samt i henhold til *Klassifisering av miljøtilstand i vann* (Veileder 02:2018) ([www.vannportalen.no](http://www.vannportalen.no)), og spesifikke krav gitt i tillatelsen inklusiv vannforskriftens kvalitetselementer for klassifisering av økologisk tilstand (Lovdata FOR-2018-12-20-2231) inngår følgende elementer som en del av overvåking av Førdefjorden:

- VEDLEGG A1: Vannkvalitet (inkludert oksygen, saltholdighet, temperatur, turbiditet, siktedyp)
- VEDLEGG A2: Bløtbunnsundersøkelse
- VEDLEGG A3: Strandsoneundersøkelse
- VEDLEGG A4: Hardbunnsundersøkelse (visuell kartlegging)
- VEDLEGG A5: Gyteområder for fisk
- VEDLEGG A6: Overvåking av utvandrende smolt\*
- VEDLEGG A7: Sedimentering og bunntopografi

\*) Overvåking av utvandrede smolt ble gjennomført i 2021 og 2022, men en beskrivelse av gjennomføringen er inkludert i dette programmet (Vedlegg A6).

Med en antatt produksjonsstart høsten 2024 vil basisovervåkingen starte opp i 2023, eller i god tid før oppstart av produksjon. I forbindelse med anleggsarbeidet ble det i 2022 også inkludert noe overvåking av Førdefjorden (vannkvalitetsmålinger og strandsonebefaring) som er inkludert som bakgrunnskunnskap i dette programmet.

For hvert av overvåkingselementene (VEDLEGG A1 til A7) er det gitt en beskrivelse av formål, metodikk, gjennomføring med detaljert plan og referanse.

Basert på overvåkingsstrategien presentert i kap. 1.2 er det lagt opp til en omfattende basiskartlegging slik at det skal være mulig å både forstå den naturlige variasjonen innen undersøkelsesområdet og ha et tett stasjonsnett for å kunne følge påvirkningen deponeringen vil medføre på miljøet i detalj. Med en dynamisk overvåkingsstrategi vil antall stasjoner hvilke elementer som skal inkluderes i overvåkingen, og hyppigheten av prøvetaking kunne endres fra år til år. Det legges også opp til at enkelte av stasjoner vil bli prøvetatt jevnlig for å etablere en tidsserie av data, slik at en kan følge utviklingen over tid.

## VEDLEGG A1. Vannkvalitet og oseanografi

### Formål

Vannkvalitet og oseanografi er de fysiske og kjemiske parametere som måles i sjøen og inkluderer forhold som temperatur, saltholdighet (konduktivitet), oksygeninnhold, siktedyp/turbiditet og strømforhold (hastighet og retning). Det er tidligere målt strømforhold i fjorden i forbindelse med konsekvensutredningen, i tillegg til en rekke andre vannkvalitetsparametere slik at det finnes mye kunnskap allerede.

Formålet med å overvåke vannkvaliteten er at informasjon fra denne overvåkingen vil inngå i vurderinger av hvilken effekt deponeringen vil ha på miljøet. Vannkvalitetsparametere vil være viktige støtteparametere for å forstå dynamikken i fjorden. Det er viktig å dokumentere variasjonsbredden i data før en starter opp virksomheten, da en vil sammenligne naturtilstanden før, under og etter deponering av avgangsmasser.

Antall stasjoner og hvilken målemetodikk som vil bli benyttet vil være forskjellig før produksjonen sammenlignet med under produksjon. Før produksjonen starter er målet å samle inn bakgrunnsdata og variasjon i dataene, under produksjon måler en for å vurdere effekter på miljøet.

### Målemetodikk

Det er planlagt å benytte ulike måleteknikker/sensorer for å måle ulike vannkvalitetsparametere. I Førdefjorden vil det være behov for å kombinere målere og rigger som er basert på tre ulike måleprinsipper;

- «Profilerende målere»; en typisk multisensor-løsning hvor en kobler sammen sensorer som måler ulike parametere (typisk dyp, salinitet, oksygen, temperatur, saltholdig og turbiditet mfl.). Målerne senkes fra overflaten og ned til bunnen med en kabel. Målingene gjennomføres i hele vannsøylen. Typisk hver 10cm eller hyppigere. Måleren egner seg godt til å dekke mange lokaliteter på samme tokt. Dette vil være den viktigste innsamlingsmetodikken før produksjonen starter (dvs i 2023 og 2024)
- «Offline» målere er baserte sensorer hvor en plasserer ut målere på gitte dyp, og hvor målingene gjennomføres med gitte intervaller (feks hvert 20 min). Måleren lagrer data internt i instrumentet og som må avleses med gitte intervaller, feks hver 3-6 mnd (avhengig av begroing batterikapasitet). Dette vil inkluderes som innsamlingsmetodikk både før og under produksjon
- «Online» målere er baserte på sensorer hvor målingene gjennomføres med gitte intervaller (feks hvert 20 min), fra definerte dyp, og hvor dataene deles via en WEB løsning etter at målingen er gjennomført (se Figur 4 for en slik løsning som benyttes av bedriften i dag). Alternativt sensorer som senkes opp og ned i vannsøylen og måler profilerende med gitt intervaller gjennom et døgn (typisk 4 ganger pr døgn) og sender data når måleren når havoverflaten. Denne type målinger vil først og fremst inkluderes under produksjon, men vil bli testet ut i 2023 og 2024 også.



Alle målinger vil lagres i en felles databaseløsning for all miljøovervåking som skal gjennomføres i Førdefjorden, men relevante måledata vil også lagres via VannMiljø.

## Gjennomføring

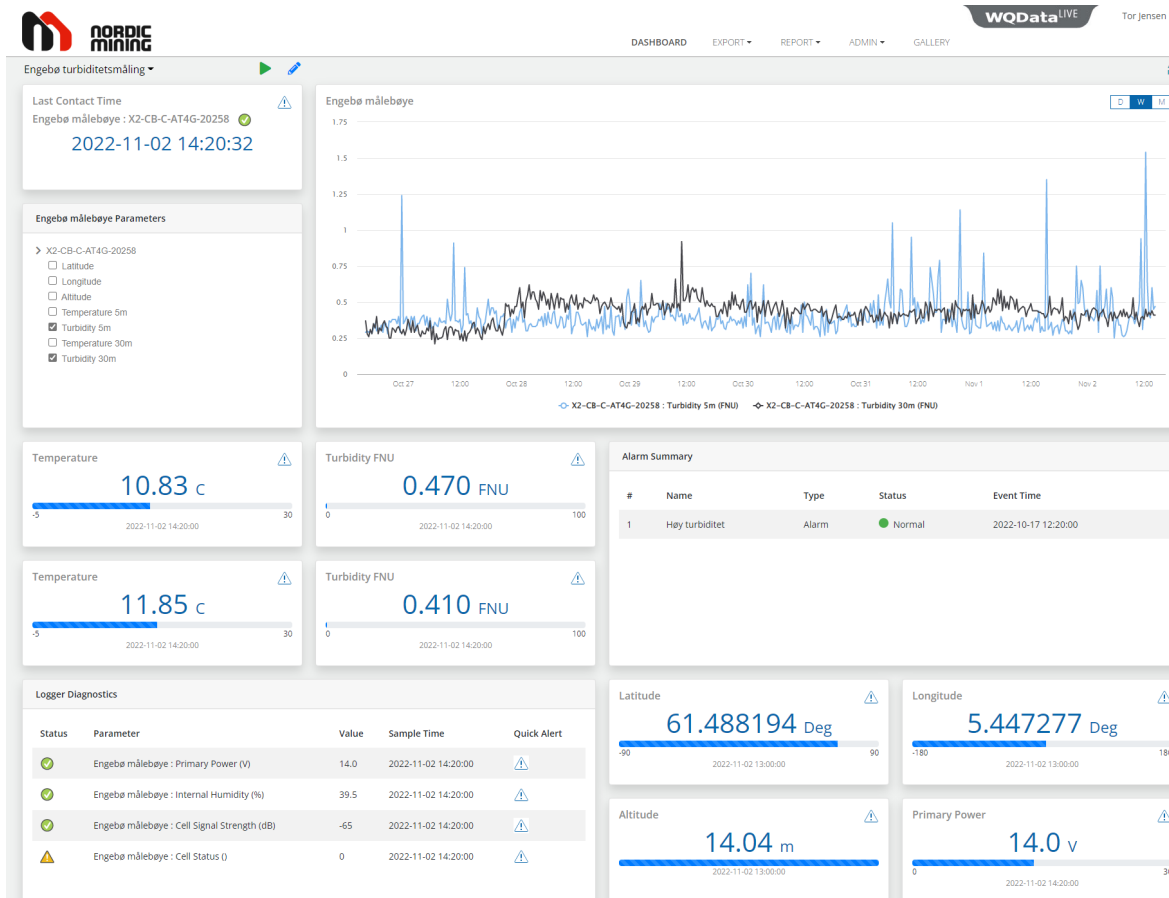
Oppstart for måling av vannkvalitet og turbiditet i fjorden er foreslått å starte opp våren 2023 for å få en lang tidsserie med bakgrunnsdata og for å etablere rutiner med utsetting og opptak av utstyr. Det er allerede igangsatt målinger av turbiditet i nærområdet til anleggsområde med både «online» og «offline» målere. Erfaringer fra disse målingene vil også danne grunnlaget for plassering og type sensorer som en vil benytte.

I Figur 5 er det gitt en oversikt over målestasjoner som inkluderes i vannkvalitetsovervåking for 2023. I Tabell 1 er det gitt en oversikt over hvilke målemetodikk som skal gjennomføres på hver stasjon, og i Tabell 2 er det gitt en oversikt over typisk utstyr som vil bli benyttet i målingene. Stasjonsnettet bygger på tidligere plasseringen av målere. De «profilerende» målingene gjennomføres annenhver måned<sup>7</sup> i 2023 og månedlig i 2024, og vil gi et godt grunnlag for en detaljert overvåking som vil settes i gang etter oppstart av deponeringen. Stasjon FV-4 vil fungere som referansestasjon. Seinere kan dere være aktuelt å utvide med en referansestasjon enda lenger ut i fjorden. «Offline» målerne, som vil bli plassert ut ca 10m og 50m over bunnen på to lokaliteter, vil måle turbiditet, salinitet og temperatur, i utgangspunktet hver time. Målerne vil lagre data internt i sensoren og vil regelmessig tas opp for avlesning (ca hver 3dje måned 2023). I tillegg vil «online» måleriggen som allerede er etablert i område høste erfaring (variasjon i målinger, stabilitet av data osv) fra grunnere områder av fjorden (står i dag på 2 og 30m dyp rett utenfor kaianlegget på Engjåbøneset)). Dataene deles i dag via en WEB løsning.

Alle måledata vil gjøres tilgjengelig via VannMiljø ([Vannmiljø \(miljodirektoratet.no\)](http://vannmiljo.miljodirektoratet.no)).

---

<sup>7</sup> Vil vurdere fortløpende om det i perioder vil måles hyppigere enn annenhver måned



**Figur 4.** Det er i dag etablert en online måleløsning som oppdaterer måledata og tilgjengeliggjør dataene via en cloud løsning hver time, og vist som et eksempel her.

For perioden 2023 og 2024, før produksjonsstart etableres det 10 stasjoner hvor en samler inn vannkvalitetsdata fra profilerende målere (se Tabell 1) Resultatene fra målingene i 2023 vil være avgjørende for hvor mange stasjoner som blir fulgt opp i 2024, og under produksjon.

På stasjon FV-7 og FV-17 plasser det ut stasjonære «offline bøyer» med sensorer på 10 og 50m over bunnen, og som måler kontinuerlig (ca hvert 20 min).

Plassering av «online bøyer» vil bli avklart basert på måleresultatene fra 2023 og 2204.

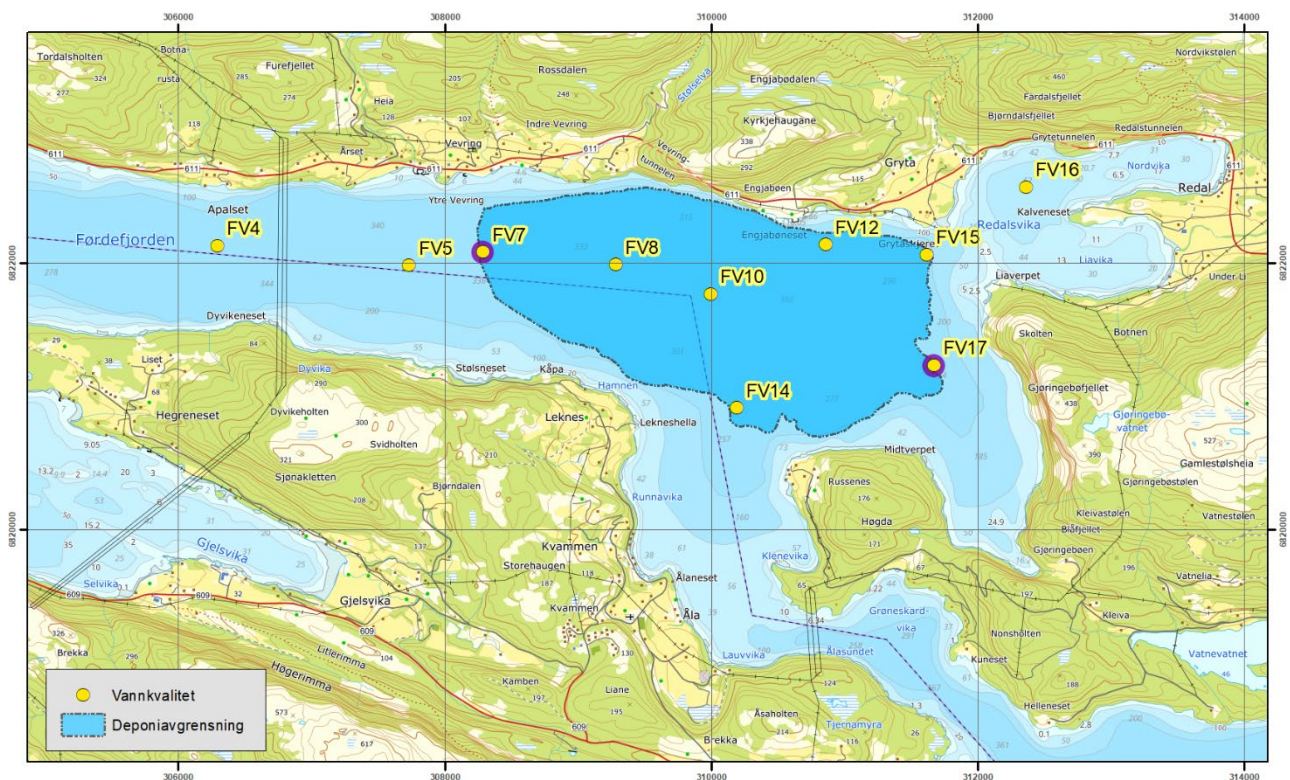
Basert på kunnskapen om vannkvalitet innsamlet før deponeringen starter, vil det utarbeides et stasjonsnett for både profilerende og online/offline målere i 2024 som er optimalisert i forhold til plassering. Programmet vil derfor bli oppdatert før produksjonen starter i 2024.

**Tabell 1. Oversikt over planlagt overvåking av vannkvalitet i 2023**

Målemetodikk	Omfang	Parametere	Hyppighet
CTD - profilerende	10 stasjoner (fra overflaten til bunnen)	Temp/konduktivitet (salt)/ Oksygen/Turbiditet	Annenhver før oppstart, månedlig det første året etter oppstart
Stasjonær (offline)	2 stasjoner (FV-7 og FV-17) på 2 dyp (10 og 50m over bunnen)	Temperatur/salinitet/turbiditet	Målefrekvens mindre enn hver time. Avleses ca hver 3 mnd
Stasjonær (online)	Avklares i 2024	Temperatur/turbiditet	Målefrekvens mindre enn hver time

**Tabell 2. Oversikt over utstyrstype (forventet brukt)**

Type måler	Leverandør	Sensorer	Link til leverandør med spesifikasjoner
«Online måler»	Nexsens	Eureka modell Trimeter	<a href="https://7d058030-50b5-4ecd-930f-08e41092dfb6.usrfiles.com/ugd/7d0580_66e8397ce0654fb2a2cd5766856e0093.pdf">https://7d058030-50b5-4ecd-930f-08e41092dfb6.usrfiles.com/ugd/7d0580_66e8397ce0654fb2a2cd5766856e0093.pdf</a>
«Offline»	Aquatec	AQUAlogger 310TY	<a href="https://www.aquatecgroup.com/aqualogger/aqualogger-310ty">https://www.aquatecgroup.com/aqualogger/aqualogger-310ty</a>
«Profilerende»	SAIV	CTD Profiler Model SD208	<a href="https://saiv.no/ctdst-d-model-sd208.html">https://saiv.no/ctdst-d-model-sd208.html</a>



**Figur 5. Vannkvalitetsstasjoner i 2023. Ved stasjon FV7 og FV17 vil det i tillegg til profilerende målinger også inkluderes kontinuerlig «offline» målere.**

**Tabell 3. Måleperioder 2023 til 2025. Onlinemåler vil inkluderes i måleprogrammet før produksjonsstart i 2024**

Type måler	2023					2024								2025											
Måned	4	6	8	10	12	2	4	6	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Profilierende	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	Avklare i 2024											
Offline	← Kontinuerlig →					← Kontinuerlig →								← Kontinuerlig →											
Online						← Kontinuerlig →								← Kontinuerlig →											

### Referanse

Veileder 02:2018. Klassifisering av miljøtilstand i vann. Økologisk og kjemiske klassifiseringssystem for kystvann grunnvann, innsjøer og elver.

Standard Norge (2013): Standarder for vannundersøkelse (per august 2009).

[http://www.standard.no/Global/PDF/Milj%C3%B8/Oversikt\\_norske\\_vannstandarder\\_august\\_2009.pdf](http://www.standard.no/Global/PDF/Milj%C3%B8/Oversikt_norske_vannstandarder_august_2009.pdf)

NS-EN ISO 7027-1: 2016. Vannundersøkelse – Bestemmelse av turbiditet – Del 1: Kvantitative metoder

NS-EN ISO 7027-2: 2019. Vannundersøkelse – Bestemmelse av turbiditet – Del 2: Semikvantitative metoder for vurdering av gjennomsiktighet i vann

NS-ISO 5667-9 Prøvetaking - Del 9: Veiledning i prøvetaking av sjøvann

NS-ISO 5667-17 Prøvetaking - Del: 17 Veiledning i prøvetaking av partikulært materiale i vann

NS-EN ISO 15839 Vannundersøkelse - On-line-sensorer/analyseutstyr for vann - Spesifikasjoner og prøving av egenskaper (ISO 15839:2003)

## VEDLEGG A2. Overvåking av bløtbunnssamfunn

### Formål

Bløtbunnsfauna (makrofauna) er virvelløse dyr større enn 1 mm og som lever i og/eller på havbunnen bestående av leire-, mudder- eller sandbunn. De vanligste dyregruppene er børstemark (*Polychaeta*), muslinger og snegler (*Bivalvia*), krepsdyr (*Crustacean*) og pigghuder (*Echinodermata*). Disse danner ulike samfunn og fordelingen av arter og individer, samt hvilke arter som er til stede brukes for å vurdere hvordan bløtbunnssamfunnet responderer på ytre påvirkninger, som for eksempel nedslamming i et deponi vil være. Bløtbunnssamfunnet har mange ulike økologiske egenskaper (de sørger for omrøring av bunnsedimentet, de fungerer som mat for mange bunnlevende organismer og mange er også ådsetere) og responderer raskt på en ytre påvirkning. Bløtbunnssamfunnet er derfor en god indikator for fjordens økologiske status og inngår som en av undersøkelsesparametrene i vannforskriften.

### Målemetodikk

Innsamling, opparbeidelse av prøver, artsbestemmelser og databehandling skal følge internasjonal standard (ISO 16665) og hvordan en vurderer miljøtilstanden basert på bløtbunnsfauna er gitt i «Klassifisering av miljøtilstand for vann i henhold til vannforskriften» (Veileder 02:2018). Analysemetodikken utføres akkreditert.

### Gjennomføring

Det er gjennomført bløtbunnsundersøkelser i Førdefjorden tidligere (NVIA, 2008) slik at faunaen er kjent. Det er også gjennomført flere undersøkelser i indre deler av Førdefjorden. Det vil likevel være behov for en ny basisundersøkelse i 2023 før oppstart av deponering, da forrige undersøkelse ble gjennomført for over 15 år siden. For å forstå den naturlige variasjonen i bløtbunnsfaunaen foreslås det at det gjennomføres undersøkelse av bløtbunnsfauna både i 2023 og 2024. Omfanget av undersøkelsen i 2024 (før oppstart) vil avklares når resultatene fra 2023 undersøkelsen foreligger. Det første året (2023) vil det bli etablert et stasjonsnett som vil dekke et stort område og vil være grunnlaget for videre overvåking. Det vil bli etablert stasjoner sentralt i deponiet, i randsonen og godt utenfor randsonen (og vil da fungere som referansestasjoner). Det vil være viktig å etablere gode referansestasjon som vil bli brukt i å sammenligne naturtilstand opp imot stasjoner som vil være påvirket av avgangen.

Stasjonsnettet inkluderer også stasjoner etablert av NIVA i 2007. Tilsvarende undersøkelser vil bli gjennomført i 2025 (omfanget vil bli justert basert på resultatene fra undersøkelsen året før). Deretter vil en vurdere hyppigheten, men basert på at bløtbunnssamfunn vil være en viktig økologisk parameter å følge forventer en at en vil gjennomføre bløtbunnsundersøkelser årlig de første årene etter oppstart.

Bløtbunnsprøvene tas med en van Veen-grabb med prøvetakingsareal på 0,1 m<sup>2</sup>. Det skal tas fire replikater prøver til fauna på hver stasjon. Sedimentene fra grabbprøvene vaskes gjennom sikter med hullstørrelse på 5mm, deretter på 1mm, prøvene fikseres og konserveres før artsbestemmelse.

I tillegg til grabbprøver for fauna skal det tas sedimentprøver for analyse av støtteparametere på alle disse stasjonen. Støtteparametere som kornstørrelse (andel finstoff og sand) og TOC fra de øverste 5cm av bunnsedimentet, og pH i sedimentet. Det vil også bli inkludert innsamling av vannkvalitetsdata som temperatur, saltholdighet og oksygeninnhold.

I henhold til Vanndirektivet (Veileder 2:2018) skal følgende indekser brukes for klassifisering av miljøtilstand (basert på fire grabbprøver a 0.1m<sup>2</sup>):

- Antall arter pr. arealenhet.
- Antall individer pr. art.
- Tabell over de 10 tallmessig dominerende arter ved hver stasjon.

- Shannon-Wieners diversitetsindeks, H' **Invalid source specified..**
- Forventet antall arter i per 100 individer (ES<sub>100</sub>) **Invalid source specified..**
- NQI1 (Norwegian quality index) er en sammensatt indeks. Indeksen inneholder indikatorer som omfatter sensitivitet (AMBI, se nedenfor), diversitet og antall arter og individer i en prøve.
- AMBI er en sensitivitetsindeks der artene tilordnes en toleranseklasse. I Norge brukes AMBI bare i kombinasjonsindeksen NQI1 og har derfor ingen egen klassifisering. AMBI er en kvantitativ indeks som tar hensyn til individantallet av artene. Hver art er tilordnet en av de fem økologiske gruppene (basert på "expert judgement").
- NSI er en sensitivitetsindeks. Den ligner AMBI, men er utviklet med basis i norske faunadata, og ved bruk av en objektiv statistisk metode. Hver art av i alt 591 arter ble tilordnet en sensitivitetsverdi. En prøves NSI-verdi beregnes ved gjennomsnittet av sensitivitetsverdiene av alle individene i prøven.
- ISI<sub>2012</sub> er også en sensitivitetsindeks. Hver art er tilordnet en ømfintlighetsverdi. ISI<sub>2012</sub> er en kvalitativ indeks som bare tar hensyn til hvilke arter som er til stede, men ikke individtall.
- nEQR . Forholdet mellom målte verdier og referanseverdier kalles EQR (*Ecological Quality Ratio*). Det er utviklet indekser for alle biologiske kvalitetselementer og med å beregne en «normalisert» EQR (nEQR) kan en bruke en felles skale som brukes for å klassifisere økologisk tilstand:

Type	Tilstandsklasser				
	Svært God	God	Moderat	Dårlig	Svært Dårlig
	I	II	III	IV	V
nEQR	0,8-1	0,6-0,8	0,4-0,6	0,2-0,4	0-0,2

Likhetsanalyser (klassifikasjon og ordinasjon) vil bli benyttet til å gruppere stasjoner etter grad av likhet i faunasammensetning. Likhetsanalyser er nyttige fordi de gir en objektiv oversikt over tendenser i komplekse biologiske data. Metodene er sensitive til forskjeller og endringer i biologiske datasett (Warwick & Clarke, 1991).

Faunalikhet mellom stasjoner ble undersøkt ved å beregne Bray-Curtis likhetsindeks, som er vanlig brukt i analyser av bunnfauna:

$$\underline{d} = \sum_{i=1}^s \left| \frac{x_{1j} - x_{2j}}{x_{1j} + x_{2j}} \right|$$

hvor x<sub>1j</sub> og x<sub>2j</sub> er antall individer av art j på stasjon 1 og 2, og S er antall arter. d er ulikhetsindeksen mellom stasjon 1 og 2 summert for alle artene. d varierer mellom 0 og 1. Verdier nær 1 vil si at stasjonene er meget ulike med få eller ingen felles arter. Indeksen er et mål for likhet mellom hver av stasjonene i undersøkelsen og resultatene fremkommer som en likhetsmatrise.

### Klassifikasjon

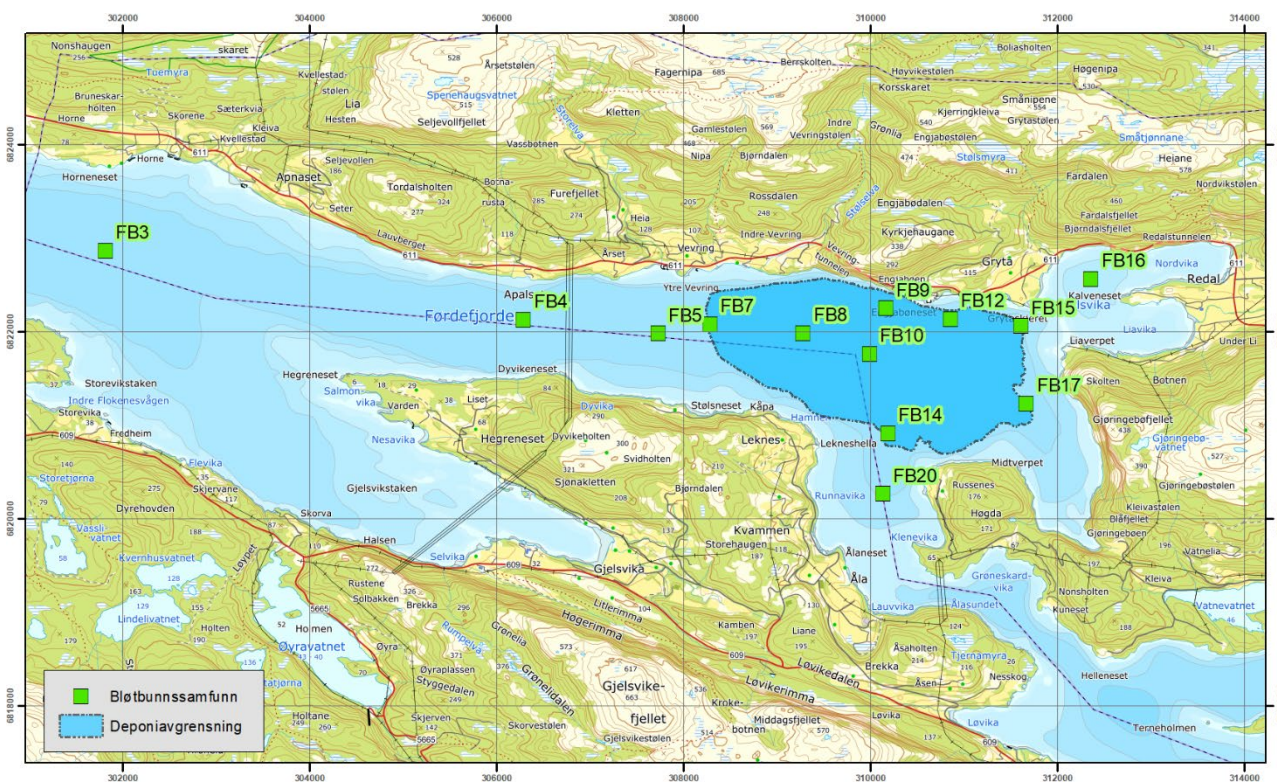
- Hierarchical agglomerative clustering (Lance & Williams, 1967).

Ved klassifikasjon foretas en trinnvis sortering av likhetsmatrisen. Her er brukt "group average sorting" som er en hierarkisk grupperingsteknikk som grupperer stasjoner etter gjennomsnittlig likhet mellom stasjonene. Resultatet fremkommer som et dendrogram hvor stasjonene er sortert trinnvis fra x-aksen og oppover. Jo lavere ned i dendrogrammet stasjonene sammenføres (horisontale linjer) jo likere er de i faunasammensetning.

## Ordinasjon

- Nonmetric multidimensional scaling, MDS (Kruskal & Wish, 1978).

Utgangspunktet er likhetsmatrisen, basert på fauna mellom stasjonene. Ordinasjonen grupperer stasjonene på et annet matematisk grunnlag enn klassifikasjonen. Ordinasjonen avhenger bare av likhetsgraden i den triangulære matrix. MDS tilstreber å konstruere et "kart" over stasjonene i et gitt antall dimensjoner, i dette tilfellet todimensjonalt. Likheten mellom stasjonene vises ved avstanden mellom dem i "kartet". Liten avstand mellom punktene (stasjonene) angir stor grad av likhet, mens stor avstand angir liten grad av likhet mellom stasjonene. Når grupperingen i de to metodene stemmer overens tyder dette på at inndelingen er reell.



Figur 6. Stasjonsplassering for innsamling av bløtbunnsamfunn og sedimenter (karakterisering av bunnsedimentene)

Tabell 4. Oversikt over antall analyser av bløtbunnsamfunn i 2023.

Stasjoner/-analyser	FB1-FB20 (pr stasjon)	SUM
Bløtbunns (replikate)	13 stasjon  4 replikate pr stasjon	52 analyser
Korn/TOC	1 pr stasjon (0-5cm)	13

**Tabell 5. Planlagt overvåking 2023 - 2025**

Stasjoner/år	2023	2024	2025
Antall stasjoner	13	5-10*	13*

\*) avhengig av resultatet året før

### Referansen

NIVA, 2008. Dyrelivet på bunnen av Førdefjorden og bunnsedimentenes sammensetning. Undersøkelse i 2007. Løpenr.: 5625-2008.

NS-EN ISO 16665:2013. Vannundersøkelse – Retninglinjer for kvantitativ prøvetaking og prøvebehandling av marin bløtbunnsfauna

Veileder 02:2018. Klassifisering av miljøtilstand i vann. Økologisk og kjemiske klassifiseringssystem for kystvannm grunnvann, innsjøer og elver.

## VEDLEGG A3. Strandsoneundersøkelse

### Formål

Strandsoneundersøkelse inkluderer iht vanndirektivet (Veileder 02:2018) biologiske kvalitetselementer som «makroalger» og «ålegress» og er inkludert i basisundersøkelsen. Kunnskap om livet i fjære er også viktig for en kartlegging av det lokale biologiske mangfoldet.

Strandsoneundersøkelser inkluderer fastsittende alger (men det inkluderes også dyr i dette studiet) som lever fra øverst i strandsonen og ned til nedre voksegrense for alger (ca 25m). Siden de er fastsittende er de gode indikatorer på endring av vokseforholdene, for eksempel økt mengde partikler eller redusert lystilgang. Dette området er viktige som naturtyper og vil være et typisk oppvekstområde for en rekke fiskearter. I tillatelsen er det tatt høyde for at dette området ikke skal bli påvirket av partikler slik at en direkte påvirkning av gruntvannssamfunnet er ikke ventet. Det inkluderes likevel i en strandsoneundersøkelse for å dokumentere miljøtilstanden før deponeringen starter opp, men også en kartlegging av det biologiske mangfoldet i strandsonen.

### Målemetodikk

Anbefalt metodikk er beskrevet i «Klassifisering av miljøtilstand for vann i henhold til vannforskriften» (Veileder 02:2018, kapittel 9.4 (Fastsittende alger) og kapittel 9.5 (Ålegress), og i Norsk Standard NS-EN ISO 19493 og omfatter en registrering av arter i et 10 m bredt område av strandsonen (Fjæreindeksundersøkelse- RSLA) samt en registrering av nedre voksegrense for noen utvalgte arter og uttesting av «kombo-indeksen» iht forslag til ny metodikk i M788 som kombinerer registreringer i fjære med registreringer med kamera på dypere vann.

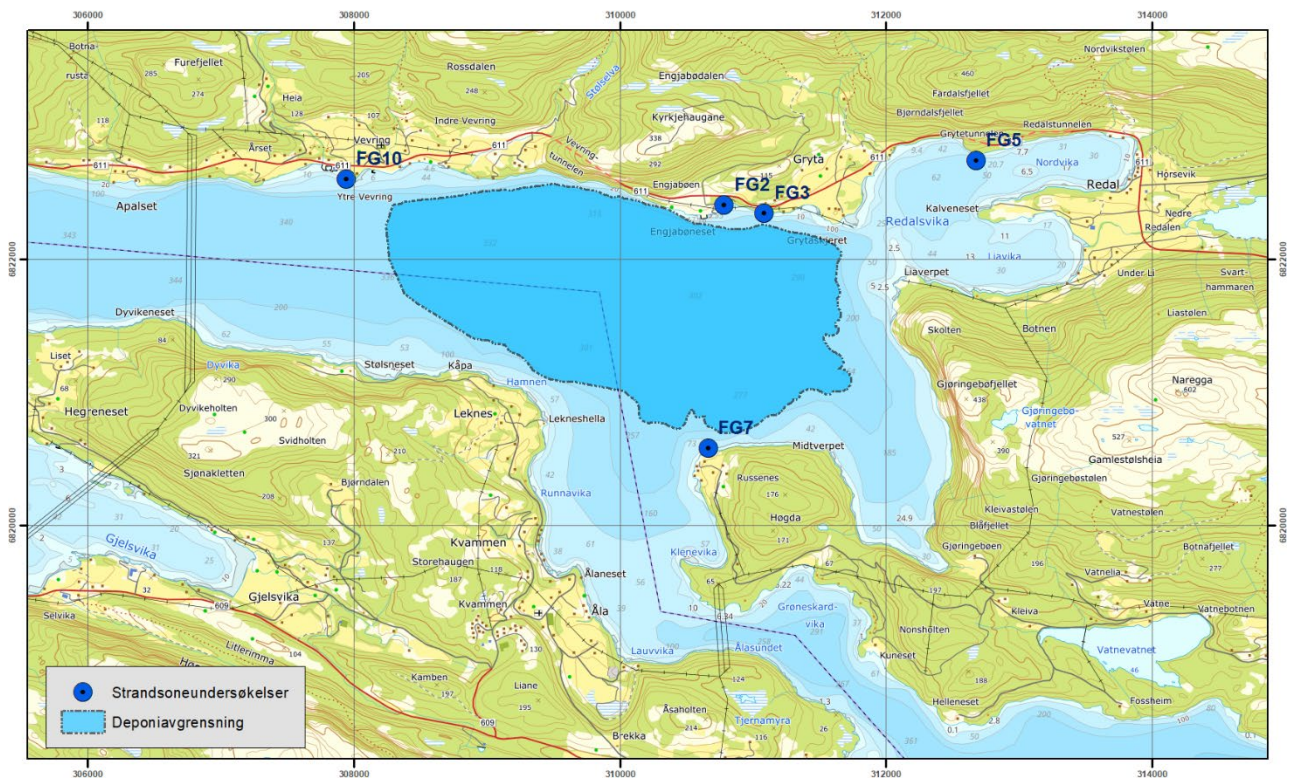
### Gjennomføring

Strandsoneundersøkelsen inkluderer registreringer på 5 lokaliteter sommeren 2023, hvorav to ved kaiområdet. Erfaringsmessig kan det være store variasjoner mellom slike undersøkelser. Dette skyldes naturlig variasjon fra år til år, men også metodiske da undersøkelsestypen er kvalitativ, og en er avhengig hvor stor dekningsgrad en vil ha når en registrerer under vann (og som kan påvirkes av feks hvor klart vannet er). Basert på resultatene fra 2023 vil en vurdere om det er behov for oppfølgende undersøkelsen i 2024. Undersøkelsen i 2025 vil bli tilpasset resultatene fra foregående undersøkelser. Et forslag til plassering for strandsoneundersøkelser er gitt i kartet i Figur 7 (nøyaktig plassering vil bli bestemt i felt). Undersøkelsen følges opp, hovedsakelig i nærområdet til kaianlegget de første årene etter oppstart deretter normalt hvert 5. år (men basert på resultatet fra tidligere stasjoner). Det vil bli en kombinasjon av å bruke undervannsdroner og overflatesvømming/dykking.

**Tabell 6. Planlagt overvåking 2023 - 2025**

Stasjoner/år	2023	2024	2025
Antall stasjoner	5		5*

\*) avhengig av resultatet året før



**Figur 7. Stasjonsplassering gruntvannssamfunn (har ikke inkludert stasjon ved Vevring – mulig det ble lovet i et folkemøte)**

## Referanse

Veileder 02:2018. Klassifisering av miljøtilstand i vann. Økologisk og kjemiske klassifiseringssystem for kystvann grunnvann, innsjøer og elver.

NS-EN ISO 19493:2007. Vannundersøkelse – Veiledning for marinbiologisk undersøkelse av litoral og sublitoral hardbunn.

## VEDLEGG A4. Visuell kartlegging – dypt vann

### Formål

Visuell kartlegging av dypvann er ikke del av kvalitetselementer iht vanndirektivet, men er viktig for å få en bedre forståelse av det biologiske mangfoldet for større arter som ikke blir fanget opp i forbindelse med bløtbunnsundersøkelser eller andre studier.

Det har blitt gjennomført visuell kartlegging av sjøbunnen i det omsøkte deponiområdet i Førdefjorden, både av NIVA (NIVA, 2008) og av DNV GL (2014) for å vurdere utbredelsen av hardbunnsarter i deponiområdet. I tillegg har Rådgivende Biologer i 2018 gjennomført en ROV undersøkelse i et transekt fra Gjelsvika til Vevring (Rådgivende Biologer, 2018). Alle disse undersøkelsene ble foretatt ved hjelp av fjernstyrt undervannsfarkost (ROV) (Remotely Operative Vehicle). Sjøbunnen i fjorden, hvor det planlegges deponering av masser fra Nordic Rutile's virksomhet, ble filmet og registreringer av fauna og eventuelle spor etter menneskelige aktiviteter ble gjennomført. Undersøkelsen hadde fokus på identifisering av eventuelle sårbare eller truede habitater samt tilstedeværelse av fisk som kan bruke sjøbunnen som gyte- eller oppvekstområder.

Det foreslås en mer detaljert kartlegging av faunaen på dypt vann og da i nærområdet til planlagt utslippssted for å samle inn informasjon om artsutbredelse før deponeringen starter. Dette vil hovedsakelig inkludere fjellskråninger ved utslippsstedet og i deponiområdet.

### Målemetodikk

Den visuelle kartleggingen med ROV gjennomføres iht NS-EN 16260:2012 (Visuelle bunnundersøkelser med fjernstyrte og/eller tauete observasjonsfarkoster for innsamling av miljødata), og vil først og fremst dekke området hvor utslippsledningen planlegges etablert, og sjøbunnen i området som vil motta avgangen (Figur 8).

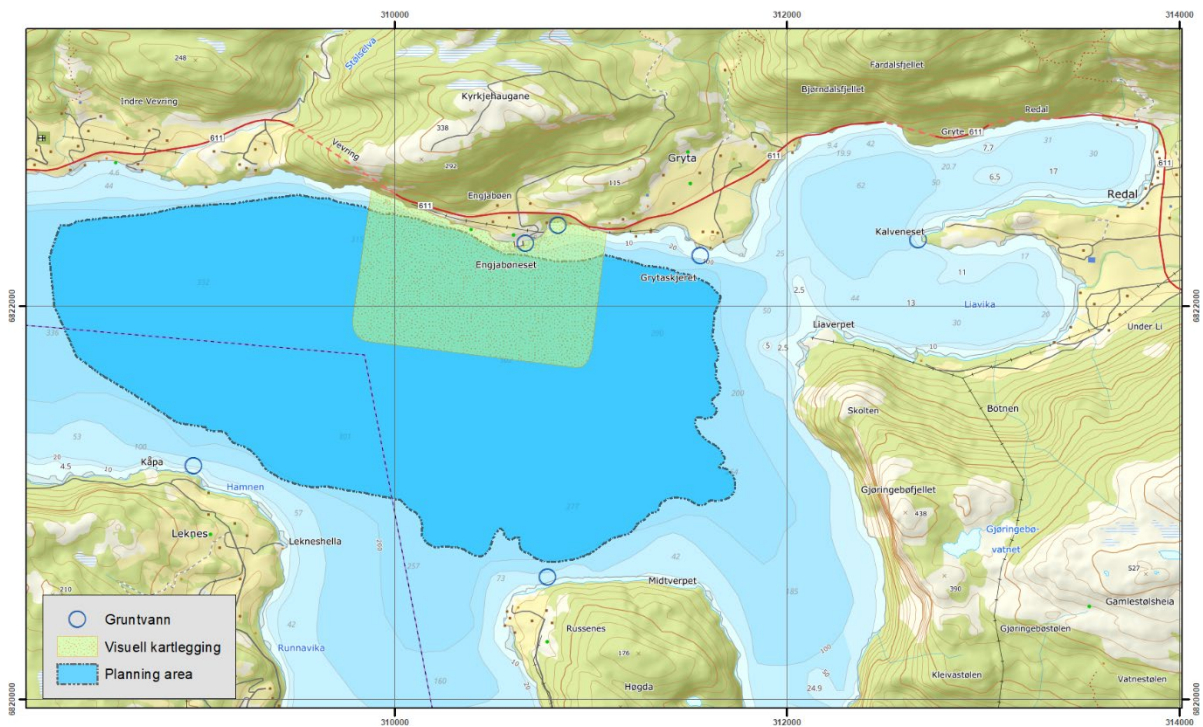
### Gjennomføring

En ROV vil fly over sjøbunnen, fra de dypere deler hvor bunnen består av løsmasser og opp langs fjellskråningen. Dette kan gjøres i forbindelse med utplassering av utslippsledning eventuelt som separat tokt, og vil sammen med tidligere undersøkelser være grunnlagsundersøkelsene før aktivitet starter opp. I Figur 9 vises området som inkluderes i denne undersøkelsen (skravert område). Foreslår å gjennomføres i 2024, deretter etter 1 års drift, og fortsetter med tilsvarende undersøkelser ca hvert 5 år. Det vil da bli etablert et fastsatt transekt som skal kjøres inklusiv referanseområder.

**Tabell 7. Planlagt overvåking 2023 – 2025 (i forbindelse med etablering av utslippsarrangement)**

Stasjoner/år	2023	2024	2025
Antall stasjoner		Sentralt i deponiet og følger utslippskabel	Sentralt i deponiet og følger utslippskabel

\*) avhengig av resultatet året før



**Figur 8. Visuell kartlegging av hardbunnsfauna med vekt på nærområdet til utslippsstedet for deponeringen (innenfor området som er skravert grønt).**

## Referanse

NS-EN ISO 16260:2012. Vannundersøkelse – visuelle bunnundersøkelser med fjernstyrte og/eller tauete observasjonsfarkoster for innsamling av miljødata.

DNV GL. 2014. Marinbiologiske tilleggsundersøkelse i Førdefjorden. 2014-1193, rev. 01.

NIVA. 2008. NOTAT: Undersøkelse for å avdekke eventuelle forekomster av korallrev ved Engebøfjellet, Naustdal kommune. Utarbeidet av Are Pedersen, NIVA.

NS-EN ISO 19493:2007. Vannundersøkelse – Veiledning for marinbiologisk undersøkelse av litoral og sublitoral hard bunn.

## VEDLEGG A5. Gyteområde for torsk

### Formål

I henhold til utslippstillatelsen kapittel 10 skal det sees «*særskilt på viktige gyteområder for torsk*». Det er foreslått to ulike metoder for å vurdere gyteområder for torsk; under gyting med eggundersøkelser og under oppvekst som prøvefiske med strandnot.

### Torskeeggundersøkelser

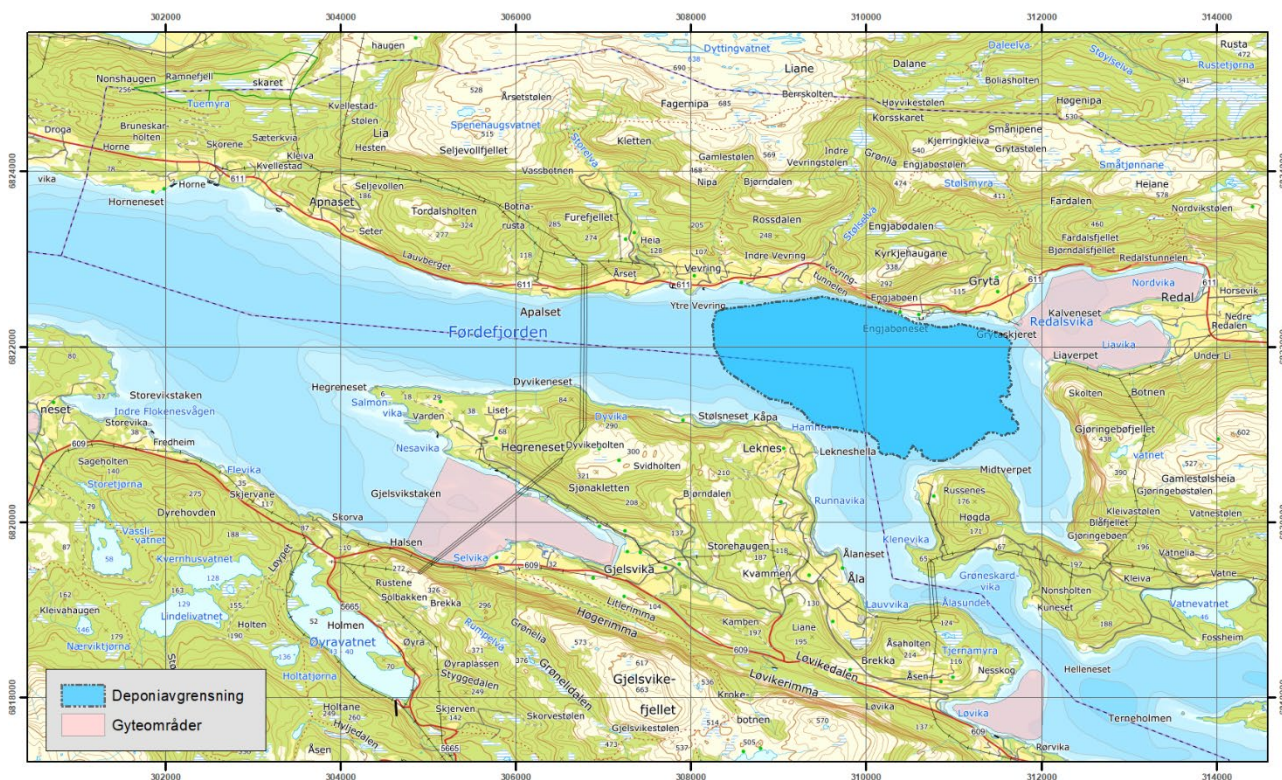
#### Målemetodikk

Hensikten er å kunne sammenligne flere gytefelt, både før og under gruvealaktivitet.

For å kartlegge gyteområder for torsk vil det bli tatt hovtrekk for å vurdere tettheten og utbredelse av torskeegg fra to områder i Førdefjorden, og en nærliggende fjor som referanse (feks Høydalsfjorden). Metoden som foreslås å benyttes er beskrevet av Espeland et al (2013) og av Meeren (2019), og som tilsvarer eggundersøkelser som Havforskningsinstituttet gjennomfører i en annen fjord hvor det er planlagt et sjødeponi.

#### Gjennomføring

For å vurdere om gruvealvirksomheten på Engebø vil ha en påvirkning på gyteområdene for torsk i Førdefjorden er det lagt opp til innsamling av fiskeegg både i 2023 og 2024. Undersøkelsene vil gjennomføres i de to kjente gyteområdene Redalsvika og Gjelsvika, i tillegg til en referansestasjon i Løvika, Ålsundet, hvor de lokale fiskerne har registrert gyteaktivitet tidligere.



Figur 9. Prøvetakingsområdene er merket med rosa farge (Redalsvika, Gjelsvika og Løvika)

Gytingen for torsk foregår over et nokså langt tidsrom. Det legges derfor opp til å samle inn egg i to perioder våren 2023 og sannsynlig tre våren 2024 (men basert på erfaring fra 2023 undersøkelsen). Innen hvert av de tre områdene vil en samle prøver fra 5-10 lokaliteter (10 i Gjeldsvika, 10 i Redalsvika og 5 utenfor Løvika).

Det vil bli benyttet en WP2 håv med maskevidde på 500 µm, og en diameter på 60cm, og en vil ta prøver fra ca 50m og opp til overflaten med en hastighet på 0,5 m/s. Opparbeidelsen og artsbestemmelsen vil følge samme metodikk som Espeland et al (2013) (deres kap. 3.3 og 3.4) og Meeren (2019, side 6 til 8).

Vannkvalitetsdata samles inn på et utvalg stasjoner i samme periode.

## Prøvefiske med strandnot

### Målemetodikk

I tillegg til eggundersøkelser vil det også gjennomføres prøvefiske etter fiskeyngel/strandlevende fisk for å komplementere kunnskapen om biologisk mangfold, og da med vekt på Redalsvika og Gjelsvika som oppvekstområde for bl.a torsk og eventuelle andre arter.

### Gjennomføring

Det vil bli samlet inn fiske med bruk av strandnot. Det er lagt opp til samme metodikk når det gjelder strandnotfiske som Havforskningsinstituttet har utarbeidet og som beskrevet av Heiberg & Knutsen (2019) og beskrivelser gitt av Knutsen & Baardsen (2017).

Det er lagt opp til innsamling med strandnot på to lokaliteter i Redalsvika og to i Gjelsvika. Gjennomføringen vil skje i samarbeid med lokale fiskere, og gjennomføres på ettersommeren samtidig som strandsoneundersøkelsen i samme området.

Fangsten vil bli registrert og satt tilbake i sjøen.

## Referanse

Espeland, S.H., Albretsen, J., Nedreaas, K., Sannæs, H., Bodvin, T. og Moy, F. (2013). Kartlegging av gytefelt. Gytefelt for kysttorsk. Fisken og havet. Nr. 1.2013. ISSN 0071-5638. [https://www.hi.no/resources/publikasjoner/fisken-og-havet/2013/fh\\_1-2013.pdf](https://www.hi.no/resources/publikasjoner/fisken-og-havet/2013/fh_1-2013.pdf)

DNV GL. 2014. Marinbiologiske tilleggsundersøkelse i Førdefjorden. 2014-1193, rev. 01.

Havet, en blogg av Ingrid A. Johansen og Mari S. Myksvoll. 2018. <https://forskning.no/blogg/havet/hva-skjer-med-den-gytende-fisken-nar-gruvedriften-starter-i-fordefjorden>

Havforskningsinstituttet Kvalitetshåndbok, 2013, håndbok for prøvetaking og pre-analyse av planktonmanual for plankton. Håndbok for innsamling og bearbeiding av plankton, fiskeegg og fiskelarver, og punching ac data. Versjon 3.0.

Heiberg, S. & H. Knutsen (2019). Rapport fra høstundersøkelsene med strandnot i indre og ytre Oslofjord 2018. ISSN:1893-4536

Knutsen, H. & P. Baardsen (2017). Fiskeyngelundersøkelser med strandnot på Skagerrakkysten (Notat)

Meeren, T.van der (2019). Eggundersøkelser i Repparfjorden og Revsbotn i april 2018. Rapport fra Havforskningen ISSN: 1893-4536. <https://www.hi.no/templates/reporteditor/report-pdf?id=13969&10516877>

## VEDLEGG A6. Overvåking av utvandrende smolt

Det har blitt utarbeidet og gjennomført datainnsamling av utvandrende smolt av Skandinavisk naturovervåking i 2021 og 2022. Programmet de har arbeidet etter er gjengitt her:



MILJØOVERVÅKING AV FØRDEFJORDEN

## VEDLEGG A6: Overvåking av utvandrende smolt

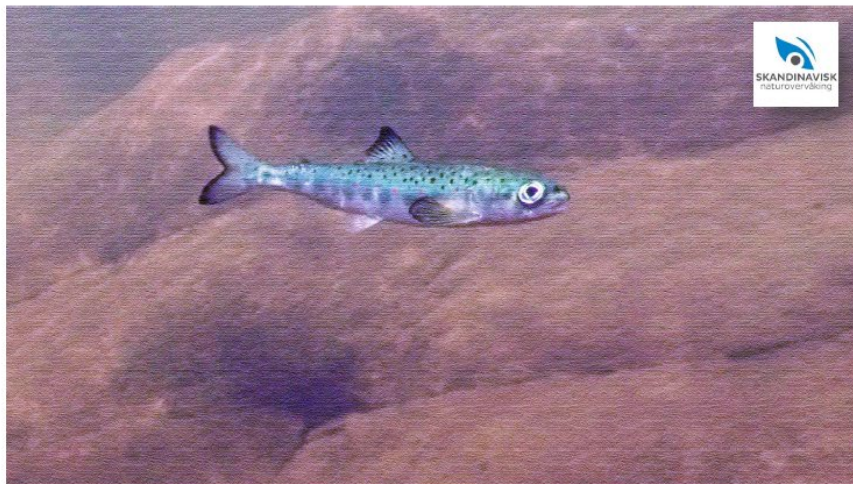


Nordic Rutile AS

Rapportnr.: 2019-1143, Rev. 0

Dokumentnr.: 2019 -14143

Dato: 2019-10-29



## Innholdsfortegnelse

1	INNLEDNING.....	1
1.1	Bakgrunn	1
1.2	Formål	1
1.3	Generell kunnskap om smoltutvandring	1
2	OVERVÅKING AV SMOLTUTVANDRING.....	2
2.1	Vassdrag	2
2.2	Valg av vassdrag som inkluderes i overvåkingen	3
2.3	Metode	3
2.4	Gjennomføring	4
2.5	Tidslinje	5
2.6	Rapportering	5
3	REFERANSE .....	6

VEDLEGG 1. Smoltutvandring i Førdefjorden: kunnskapsoppsummering og valg av vassdrag for overvåking

## 1 INNLEDNING

På oppdrag fra Nordic Rutile AS har DNV GL i samarbeid med Skandinavisk Naturovervåking AS og Norsk institutt for naturforskning, utarbeidet et overvåkingsprogram for «overvåking av utvandrende smolt» basert på Klima og Miljødepartementets vedtak av 5. juni 2015 om tillatelse etter forurensningsloven til gruvevirksomhet i Engebøfjellet (2016.0721.T).

I henhold til tillatelsen skal bedriften gjennomføre en *overvåking av effekter av utslippene i henhold til et overvåkingsprogram*. Overvåkingsprogrammet består av flere delundersøkelser. Ett av disse gjelder overvåking av utvandrende smolt. I tillatelsens kapittel 12 står det:

*Programmet skal som et minimum også inneholde et opplegg for overvåking av utvandrende smolt, som skal startes minst to sesonger før oppstart av produksjonen.*

Vedlagte overvåkingsprogram gjelder altså overvåking av utvandrede smolt.

### 1.1 Bakgrunn

Gruvevirksomhet kan potensielt påvirke laks og sjørret i den livsfasen fiskene oppholder seg i fjorden. For laks kan dette være under utvandring som smolt eller vintersteing, eller under tilbakevandring som voksen laks fra sjøen. Hovedsakelig er dette i perioden fra april til september. Sjørretene fra de fire vassdragene Nausta, Jølstra, Redalselva og Heilevangselva oppholder seg i fjorden om sommeren fra april til september.

### 1.2 Formål

Påvirkningen kan potensielt komme fra partikler fra gruvedriften, eller trykkløper i forbindelse med sprengninger i fjellet. Det er lite sannsynlig at laks, som smolt eller voksen, vil bli direkte påvirket av partikler basert på grenseverdiene som tillatelsen setter. Det er imidlertid lite kunnskap om hvilke konsekvenser sprengning får for laksen. I henhold til tillatelsen skal bedriften unngå sprengning i perioden 15. mai til 15. juni. Dette er antatt å utgjøre perioden der hoveddelen av smolten vandrer ut. For å vurdere om laksesmolt vandrer ut før eller etter denne perioden er bedriften bedt om å overvåke smoltutvandring i minst to sesonger før oppstart av gruveproduksjon. Formålet med overvåking av smolt er å vurdere når smolten vandrer ut i fjorden.

### 1.3 Generell kunnskap om smoltutvandring

Programmet er utarbeidet i nært samarbeid med Anders Lamberg fra Skandinavisk Naturovervåking AS (SNA) og Ola Ugedal fra Norsk institutt for naturforskning (NINA). De har utarbeidet et notat som oppsummerer hvilken kunnskap som finnes om tidspunkt for smoltutvandring, med en anbefaling av hvilke elver som bør være med i en undersøkelse samt hvilken metodikk som vil være best egnet. Notat «Smoltutvandring i Førdefjorden: kunnskapsoppsummering og valg av vassdrag for overvåking» er lagt ved i VEDELGG 1.

Oppsummeringene viser at det er laksesmolt på utvandring langs kysten av Norge fra om lag midten av april i sør til siste halvdel av juli i nord. Det kan være stor forskjell i utvandringstidspunkt mellom sør og nord i Norge, men også mellom år og mellom vassdrag innen samme området. Undersøkelser fra Vestlandet har vist et generelt bilde der hovedutvandringen skjer i mai måned for laksesmolt.

Smoltutvandringen fra ett enkelt vassdrag foregår ofte i en periode på ca. en måned, men utvandringstidsperiode varierer imidlertid mellom vassdrag og opp til fire uker mellom år i samme elv (Gjertsen et al., 2016; Lamberg et al., 2014b; Strand & Lamberg, 2014). Variasjonen mellom år skyldes variasjon i temperaturutvikling fra år til år. En kald vinter og vår gir sen smoltutvandring.

For vassdragene i indre del av Førdefjorden er det ikke gjennomført relevante undersøkelser av smoltutvandringsforløpet. For å kartlegge dette, må utvandringsforløpet overvåkes.

## 2 OVERVÅKING AV SMOLTUTVANDRING

### 2.1 Vassdrag

I indre del av Førdefjorden er det fire vassdrag med bestander av laks og sjørørret: Nausta, Jølstra, Redalselva og Heilevangselva (Figur 1). Bestandsstatus er kun kjent for de to største elvene, Nausta og Jølstra, mens for de to små vassdragene, Redalselva og Heilevangselva foreligger det ikke kunnskap om størrelsen på bestandene. Det foreligger imidlertid en beskrivelse av vassdraget og undersøkelser av ungfisk i Redalselva fra 2000 (Hellen et al., 2001).

I Nausta er det gjennomført overvåking av både ungfisktetthet og telling av antall oppvandrende laks i flere år (Forseth et al., 2016; Forseth et al., 2005; Forseth et al., 2004; Lamberg, 2004; 2006; 2007; 2008; 2009; Lamberg & Strand, 2010; 2012; Strand & Lamberg, 2011; 2015; 2016; 2018). Nausta har en betydelig bestand av laks og en liten bestand av sjørørret. Jølstra ble regulert til vannkraft til 1989. I tillegg er vassdraget trolig påvirket av forsurening (Sægrov et al., 2017). Det antas at både lakse- og sjørørretbestanden har vært i en dårligere tilstand de siste årene, sammenlignet med andre vassdrag i regionen (Sægrov et al., 2017).



**Figur 1.** Vassdrag med bestander av laks og sjørørret i Førdefjorden. Gruveområdet er markert med svart sirkel (kartkilde: [www.lakseregisteret.no](http://www.lakseregisteret.no)).

## 2.2 Valg av vassdrag som inkluderes i overvåkingen

Det er to små og to middels store vassdrag med anadrom fisk, som munner ut i Førdefjorden innenfor Engebøfjellet: Redalselva, Heilevangselva, Nausta og Jølstra. Disse ligger følgelig på omtrent samme breddegrad. Siden det kan være variasjon i utvandringsforløp mellom elver på samme breddegrad, så er det ønskelig i størst grad å finne det vassdraget med tidligst og det med seinest utvandring. På denne måten vil en dekke hele det potensielle utfallsrommet for smoltutvandring forbi influensområdet ved Engebøfjellet. Mange smoltstudier viser til at utvandringsforløpet er avhengig av temperaturutviklingen om våren. Viktige kriterier vil derfor være:

1. Det er et mål å finne de to vassdragene med lavest og høyest temperatur om våren for å dekke hele spennet i utvandring til fjorden.
2. Det er også prioritert å kunne estimere variasjonen i utvandringsforløp i de største bestandene, siden en eventuell påvirkning av gruvedriften får større samlet påvirkning på de store bestandene enn de små.
3. Samtidig er det mer krevende å registrere smoltutvandringstidspunkt i store enn i små vassdrag.

Basert på disse faktorene vil det gjennomføres en videoovervåking av smoltutvandring i Nausta og i Redalselva (se VEDLEGG 1 for mer detaljer vedrørende utvelgelsen).

## 2.3 Metode

Det er benyttet flere metoder for kartlegging av smoltutvandringsforløp og smoltatferd i norske vassdrag de siste 40 årene (se oversikt i Ugedal mfl. 2014a). Typiske metoder har vært:

- Smoltefeller (mange ulike varianter)
- Merking av smolt (flere typer merking)
- Videoovervåking

Alle metoder har sine fordeler og ulemper. I Miljødirektoratets rapport M136-2014 gjennomgås de ulike metodene for å studere smoltevandringen. Det er tidligere, i forbindelse med KU-programmet i 2009, gjennomført et merkeforsøk med smolt fra Nausta, men hvor svært få smolt ble registrert i fjorden (Bremset et al., 2009). Basert på denne erfaringen og formålet med prosjektet foreslås det en overvåking med bruk av undervannsvideokamera. I små vassdrag med smalt elvetverrsnitt, kan alle individene registreres. I større vassdrag er det en omfattende oppgave å registrere all smolt. Selv om dette er mulig, er det ikke nødvendig for å finne utvandringsforløpet. Å overvåke en del av tverrsnittet, vil gi tilstrekkelig informasjon. Det vil bli benytte et fire-kamera-systemer som driftes fra april til august, slik det er gjort i elver over hele landet (Lamberg, 2005; Lamberg et al., 2014a; Lamberg & Gjertsen, 2017; Lamberg et al., 2014b; Lamberg et al., 2013).

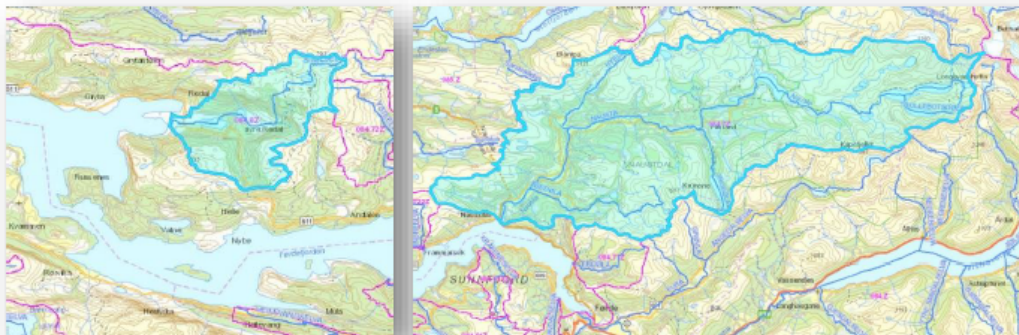


**Figur 2.** Eksempel fra smoltregistrering med videokamera

Overvåkingen vil foregå i 2020 og 2021. Basert på resultatene fra 2020 vil en vurdere omfang for overvåking i 2021.

## 2.4 Gjennomføring

For å studere smoltutvandringen vil det gjennomføres videoovervåking i Nausta og Redalselva (Figur 3).



**Figur 3.** Nedbørsfelt for Redalselva og Nausta.

I begge elvene vil det bli benyttet 4-kamera undervannsvideosystem med kontinuerlig optak fra 1. april til 1. august. Dersom det er nødvendig, vil det også benyttes ledegjerd(er) for å snevre inn tverrsnittet. Videoopptakene analyseres ved «manuell» gjennomgang av hele opptaksperioden. Dette er tidkrevende, men den sikreste måten å få relevante data.

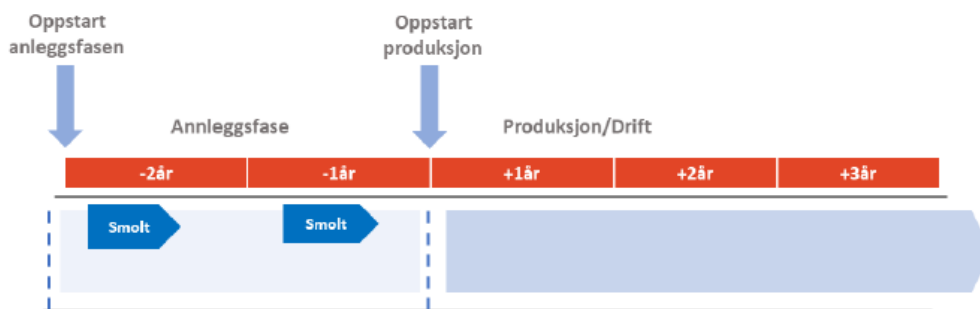
Videosystemet vil trolig måtte ha strømforsyning fra alternative energikilder. Vi benytter solceller i kombinasjon med brenselceller, som drives av metanol. Alle anleggene knyttes til internett via 4G. På denne måten kan overvåkingen sjekkes fortløpende. Detaljer rundt selve monteringen, kan først avklares etter befaring på stedet og innhenting av tillatelse fra Grunneiere.

## 2.5 Tidslinje

Det er planlagt oppstart av produksjon/drift i 2022 etter en anleggsfase (bygging av anlegget) på ca 2 år.

Overvåking av utvandrende smolt vil da foregå våren 2020 og 2021

I Figur 4 er det gitt en oversikt over hvilke delundersøkelser som skal gjennomføres når.



**Figur 4.** Oversikt over når undersøkelsen er planlagt gjennomført. En undersøkelse i 2020 og en oppfølgende i 2021

## 2.6 Rapportering

Resultatene fra overvåkingen vil bli rapporteres i en SNA-Rapport. Videoanalysen er tidkrevende, og rapport vil leveres juni året etter datainnhenting.

Dataene fra vassdragene i Førdefjorden vil bli sammenholdt med andre data på smoltutvandring fra regionen og det vil bli forsøkt å lage en modell som kan predikere om smoltutvandringen vil skje tidlig eller sent basert på tilgjengelige klimadata som lufttemperatur, avrenning og vanntemperatur for vassdrag i området.

### 3 REFERANSE

- Bremset, G., Helland, I.P. og Uglem, I. 2009. Konsekvenser av gruvevirksomhet i Engebøfjellet for laksefisk i Nausta, Grytelva og Støselva. Temarapport i KU-program knyttet til planer om rutilutvinning ved Førdefjorden - NINA Rapport 416, 69 sider.
- DNV GL. 2019. Overvåkingsprogram Førdefjorden. Rapportnr.: 2018-0844, rev. 01.
- Forseth T, Ugedal O, Fiske P. 2016. Årsrapport 2015 for Naustaprojektet. NINA notat:9 s.
- Forseth T, Ugedal O, Fiske P, Lamberg A, Bongard T, Harby A, Barlaup BT, Jensås JG, Backer JG. 2005. Naustaprojektet. Rapport 2:34 s.
- Forseth T, Ugedal O, Johnsen BO, Fiske P, Jensås JG, Berger HM, Hvidsten NA, Borsanyi P, Harby A, Stickler M. 2004. Naustaprojektet. Rapport 1(20 s.).
- Gjertsen V, Lamberg A, Strand R, Kanstad-Hansen Ø, Bjørnbet S. 2016. Overvåking av laks, sjørøret og sjørøye i Lakselva på Senja i 2014. SNA-rapport 02/2016:54 s.
- Hellen BA, Kålås S, Sægvog H, Urdal K. 2001. Fiskeundersøkingar i 13 laks- og sjøaurevassdrag i Sogn & Fjordane hausten 2000. Rådgivende biologer AS rapport 491:161 s.
- Lamberg A. 2004. Oppvandring av laks og sjøaure i fisketrappa i Hovefossen i Nausta i 2003. LBMS-notat:4s.
- Lamberg A. 2005. Videoregistrering av vandrende laksefisk i Aurlandselva i Sogn og Fjordane i 2005. LBMS-rapport:24pp.
- Lamberg A. 2006. Fiskeregistrering i Hovefossen i Nausta i 2005. LBMS-notat:3s.
- Lamberg A. 2007. Fiskeregistrering i Hovefossen i Nausta i 2006. LBMS-notat:3s.
- Lamberg A. 2008. Gytefiskregistrering i Nausta 2007. LBMS-rapport:11s.
- Lamberg A. 2009. Oppvandrende laks og sjørøret i fisketrappa i Hovefossen i Nausta i 2008. LBMS-rapport:15s.
- Lamberg A, Bakken M, Bjørnbet S, Gjertsen V, Strand R. 2014a. Videoovervåking av smolt og voksen laks og sjørøret i Suldalslågen 2013. SNA-rapport 09/2014:46 s.
- Lamberg A, Gjertsen V. 2017. Videoovervåking av sjørøret og laks i Moelva i Salvassdraget i Nord - Trøndelag 2008 – 2016. SNA-rapport 04/2017:74 s.
- Lamberg A, Gjertsen V, Strand R, Bjørnbet S, Kanstad-Hansen Ø. 2014b. Videoovervåking av laks og sjørøret i Roksdalsvassdraget på Andøya i 2013. SNA-rapport 07/2014:31 s.
- Lamberg A, Strand R. 2010. Registrering av laks og sjørøret i fisketrappen i Hovefossen i Nausta, Sogn og Fjordane i 2009. VFI-rapport 08/2010:11s.
- Lamberg A, Strand R. 2012. Registrering av laks og sjørøret i fisketrappen i Hovefossen i Nausta, Sogn og Fjordane – 2012. SNA-rapport 17/2012:14 s.
- Lamberg A, Strand R, Øksenberg S, Kanstad-Hansen Ø. 2013. Fiskebiologiske undersøkelser i Skjoma i årene 2001 til 2012. Oppsummering av resultater fra videoovervåking, gytefisktellinger og utlegging av rogn. SNA-rapport 07/2013:44 s.
- Strand R, Lamberg A. 2011. Registrering av laks og sjørøret i fisketrappen i Hovefossen i Nausta, Sogn og Fjordane – 2010. VFI-rapport 4/2011:11 s.
- Strand R, Lamberg A. 2014. Videoovervåking av smoltvandring over dammen i utløpet av Langvatnet i Fræna kommune i 2014. SNA-rapport 11/2014:21 s.
- Strand R, Lamberg A. 2015. Oppvandring av laks og sjørøret i fisketrappen i Hovefossen i Nausta, Sogn og Fjordane – 2013, 2014 og 2015. SNA-rapport 8/2015:26 s.
- Strand R, Lamberg A. 2016. Oppvandring av laks og sjørøret i fisketrappa i Hovefossen i Nausta, Sogn og Fjordane – 2016. SNA-rapport 11/2016:21 s.
- Strand R, Lamberg A. 2018. Oppvandring av laks og sjørøret i fisketrappa i Hovefossen i Nausta, Sogn og Fjordane – 2017. SNA-rapport 03/2018:29 s.
- Sægvog H, Hellen BA, Kambestad M, Kålås S, Urdal K. 2017. Fiskeundersøkingar i Jølstra. Sluttrapport 2011-2015. Rådgivende biologer AS rapport 2374:43 s.

## Smoltutvandring i Førdefjorden: kunnskapsoppsummering og valg av vassdrag for overvåking

Anders Lamberg<sup>1</sup> og Ola Ugedal<sup>2</sup>

1) Skandinavisk Naturovervåking AS, 2) Norsk institutt for naturforskning

I dette notatet gir vi først en kort oppsummering av kunnskap om tidspunkt for utvandring av smolt i Norge, med vekt på laksesmolt og på vassdrag i Sogn og Fjordane. Videre vurderer vi valg av vassdrag som foreslås inkludert i overvåkingen av utvandringstidspunkt i Førdefjorden. Til slutt gjør vi en kort vurdering av egnet metodikk for å undersøke utvandringstidspunkt i aktuelle vassdrag i Førdefjorden.

### Kunnskapsoppsummering

I de senere årene er det presentert flere sammenstillinger av tidspunkt for smoltutvandring for laks fra norske vassdrag (Ugedal mfl. 2014a, Otero mfl. 2014, Karlsen mfl. 2016). I Karlsen mfl. (2016) ble det presentert data for utvandring av laksesmolt fra 25 norske vassdrag og disse dataene er vist i vedleggstabell til dette notatet. I de siste årene har antallet vassdrag med utvandningsdata økt noe, og informasjon fra noen relevante nyere publiserte studier er omtalt i dette notatet.

Oppsummeringene viser at det er laksesmolt på utvandring langs kysten av Norge fra om lag midten av april i sør til siste halvdel av juli i nord (se vedleggstabellen). Otero mfl. (2014) modellerte utvandringstidspunkt for laksesmolt og fant at tidspunktet for starten av utvandringen, definert som tidspunkt for 25 % årlig fangst/observasjon av smolt, gjennomgående økte med økende breddegrad langs kysten av Norge. I henhold til denne modelleringen endrer forventet tidspunkt for start seg relativt lite med breddegrad fra lengst sør i Norge og opp til de midtre deler av Nordland (om lag 20 dager). Forventet utvandringstidspunkt var om lag 40-50 dager senere i Finnmark enn i de sørligste delene av Norge. Populært sagt så viser denne modellen hvordan forventet utvandringstidspunkt for et gjennomsnittsvassdrag i et gjennomsnittså varierer med breddegrad, og det var en stor uforklart variasjon i datasettet som blant annet skyldtes variasjon i utvandringstidspunkt mellom nærliggende vassdrag i samme år (se for eksempel Vollset mfl. 2016) og forskjeller i utvandringstidspunkt mellom år i samme vassdrag. Det var heller ikke forfatterens hensikt med modelleringen og prøve å forklare all denne variasjonen.

Variasjonen mellom år i tidspunkt for 25 % og 50 % utvandring (eller fangst/observasjon) i samme vassdrag er i størrelsesorden fra to uker opptil en måned i vassdrag hvor en har fem eller flere års data (se oppsummeringer i Ugedal mfl. (2014a) og Karlsen mfl. (2016) og vedleggstabellen). Variasjonen i tidspunkt mellom år er med andre ord minst like stor som den modellerte breddegradsvariasjonen en har fra lengst sør i Norge til om lag midt i Nordland med hensyn til tidspunkt for utvandring. En må anta at denne variasjonen mellom år er avhengig av hvor stor variasjon det har vært i klimatiske faktorer som påvirker vanntemperatur og vannføring (snøsmelting/oppvarming) mellom år i undersøkelsesperioden i det enkelte vassdraget. Sannsynligvis er variasjonen i utvandringstidspunkt mellom år knyttet til variasjon i "tidspunkt for vår", slik at utvandringen av smolt i år med sen vår skjer senere enn i år med tidlig vår (Jensen mfl. 2012, Jonsson & Jonsson 2014, Lamberg mfl. 2015, Haraldstad mfl. 2017).

Varigheten av smoltutvandringen varierer også mellom vassdrag og år. I større vassdrag er det ikke uvanlig at utvandringen strekker seg over 30-40 dager. Så vidt vi kjenner til er det ikke gjort noe forsøk på å systematisere kunnskapen om varighet av utvandring og hvordan dette varierer mellom vassdrag og år i Norge. Vi må anta at utvandringen i store og mer komplekse vassdrag har lenger varighet enn i

små vassdrag. Enkelte studier har også vist at utvandringen er mer intens og har kortere varighet hvis den starter senere på året.

For enkelte vassdrag har undersøkelser vist at mellomårsvariasjon kan knyttes til klimatiske faktorer som vannføring/vanntemperatur slik at variasjon mellom år kan beskrives og kanskje også i noen grad predikeres ut fra variasjoner i disse klimatiske faktorene i forkant av eller under smoltutvandringen. I sørlige vassdrag som Storelva i Aust-Agder (Haraldstad mfl. 2017) og Imsa i Rogaland (Jonsson & Jonsson 2014) synes vanntemperatur og økning i vanntemperatur å være den viktigste omgivelsesfaktoren som påvirker start og forløp for smoltutvandring hos laks. I begge disse vassdragene skjer utvandringen vanligvis på synkende vannføring etter vårflo.

I flere vassdrag på Vestlandet og i Midt-Norge synes starten av utvandringen å utløses av økning i vannføring på våren (for eksempel Hvidsten mfl. 1995, Ugedal mfl. 2014, Urke mfl. 2014, 2018). Fisken må imidlertid være kommet langt nok i smoltifiseringen før den responderer på slike vannføringsstimuli. I noen av disse vassdragene er det også vist at endringer i vanntemperatur kan være en viktig faktor for å forklare variasjonen i utvandningsforløp mellom år (for eksempel Haugen mfl. 2019).

I vassdrag i Nord-Norge synes variasjon i vanntemperatur å være en viktig faktor for å forklare mellomårsvariasjon i utvandringstidspunkt for laksesmolt (Orell mfl. 2007, Lamberg mfl. 2014, 2015) og det er pekt på at akkumulert lufttemperatur gjennom vinteren/våren fram mot utvandring kan brukes til å predikere om utvandringen blir sent eller tidlig det enkelte år (Lamberg mfl. 2014, 2015). Årsaken til dette er trolig at lufttemperaturen påvirker både vannføring (gjennom snøsmelting) og hvor raskt vannet varmes opp i vassdragene. Utvikling i lufttemperatur kan derfor være en støttevariabel som kan benyttes for å predikere om smoltutvandringen vil skje sent eller tidlig.

I Sogn og Fjordane fylke foreligger det data på utvandringstidspunkt fra seks vassdrag: Stryneelva og Eidselva i Nordfjord og Aurlandselva, Flåmselva, Lærdalselva og Vikja i Sognefjorden. I Vikja er det gjennomgående registrert en tidligere start på utvandringen enn i andre vassdrag i regionen. Dette kan skyldes at det i Vikja registreres nedvandring av smolt fra et restfelt med redusert vannføring, og det er usikkert om fisken som fanges i fella vandrer direkte ut av elva og fortsetter videre utover fjorden eller har opphold i de nedre deler av elva eller i elvemunningen før den vandrer videre. I Lærdalselva ble det merket laksesmolt med akustiske sendere i 2009, 2013 og 2014 (Urke mfl. 2014). Utvandringen av merket vill smolt varierte mellom år og tidspunkt for 25 % akkumulert utvandring varierte fra 29. april til 17. mai. Mesteparten av utvandringen av den merkede smolten skjedde i løpet av mai alle årene.

I Aurlandselva ble det benyttet smoltfeller i årene 2001 til 2006. I Flåmselva var det tilsvarende drift av felle i fra 2002 til 2006 (Sægrov mfl. 2007). I begge vassdragene viste fangstene en betydelig variasjon i tidspunkt for utvandring av smolt mellom år. Laksesmolten i Aurland viste 25 % akkumulert utvandring fra 10. mai til 29. mai i de fem årene hvor fella var operativ i hele utvandningsperioden. Tilsvarende tall fra Flåmselva var fra 6. mai til 28. mai. I år med sen smoltutvandring strakte utvandringen seg et godt stykke ut i juni i begge elvene.

I Karlisen mfl. (2016) ble det også gjort en oppsummering av utvandringstidspunkt hos førstegangsvandrende sjørret (smolt) fra vassdrag med bestander av både laks og ørret. Denne gjennomgangen viste at smolt av sjørret og laks synes å vandre ut på omtrent samme tid fra samme vassdrag, men at utvandningsforløpet kan være noe mer irregulært og utstrakt i tid for sjørret enn for laks (for eksempel se Jensen mfl. 2012). Slike resultater ble også funnet i Aurlandselva og Flåmselva (Sægrov mfl. 2007). Vandring av smolt av laks og ørret på omtrent samme tid betyr at kunnskap om smoltutvandringstidspunkt i vassdrag med dominans av ørret sannsynligvis har overføringsverdi til liknende typer vassdrag hvor laks dominerer og omvendt.

I de siste årene er det gjennomført studier av utvandring og fjordvandring av laksesmolt i to elver i Nordfjord; i Strynseelva i 2017 (Urke mfl. 2018) og i Eidselva og Strynseelva i 2018 (Haugen mfl. 2019). I begge elvene ble et utvalg av smolt merket med akustiske sendere i forkant av utvandringen. I

Strynselfva skjedde utvandringen i 2017 i løpet av mai måned med to markerte topper den 5.–6. mai og 16.–17. mai hvorav den siste toppen var den mest tallrike. I Eidselva i 2018 vandret det aller meste av smolten ut i løpet av en lengre tidsperiode fra begynnelsen av mai til litt ut i juni. I begge elvene var det to topper i utvandringen i 2018; en topp som kom rundt 8. mai og strakte seg fram til og med 15. mai, og en topp 2,5–3 uker senere, altså mot slutten av mai. Resultatene fra Stryn tyder på at tidspunkt for 25 % akkumulert utvandring var om lag 6.–8. mai i begge årene. Disse dataene fra Nordfjord overensstemmer i store trekk med det generelle bildet av at mai måned er hovedmåned for smoltutvandring i elver på Vestlandet.

For å summere opp så synes hovedutvandringen av laksesmolt i de undersøkte vassdragene på Vestlandet å skje i mai de fleste år. I enkelte vassdrag og år starter utvandringen i siste halvdel av april, mens utvandringen kan vare til et godt stykke ut i juni i enkelte år i noen vassdrag. Det mest sannsynlige utfallsrommet for smoltutvandring i elver på Vestlandet synes derfor å være fra 15. april–31. juni, men mest sannsynlig vil hovedutvandringen i det enkelte vassdrag skje innenfor et betydelig mer begrenset tidsvindu enn dette, det enkelte år.

I Nausta finnes det også noe data på utvandringstidspunkt for laksesmolt fra et forsøk med telemetri i 2008 (Bremset mfl. 2009). Hensikten med det forsøket var å undersøke vandringen til laksesmolt utover Førdefjorden ifm. det planlagte gruveprosjektet i Engebøfjellet, og studiet var ikke designet for å gi presis informasjon om utvandringstidspunkt og utvandningsforløp til smolt fra elva. Fisk til forsøket ble fanget ved elektrisk fiske, merket med akustiske telemetrisendere og satt ut litt nedstrøms Naustdalsfossen den 8. og 13. mai. Bare om lag en tredjedel av de merkede fiskene ble karakterisert å ha vandret ut forbi elvemunningen og det ble registrert utvandrende laksesmolt i elvemunningen fra undersøkelsen ble startet 8. mai til et stykke ut i juni. Resultatene fra denne undersøkelsen i Nausta stemmer altså i store trekk med andre data for utvandring i regionen. Et lavt antall utvandrende fisk og andre usikkerheter knyttet til denne studien gjør imidlertid at den ikke gir noe godt bilde av når og hvordan smoltutvandringen forløp i Nausta i 2008.

#### Valg av vassdrag som inkluderes i overvåkingen

Gruvevirksomheten i Engebøfjellet kan mulig påvirke bestandene av laks og sjørøret i de fire nevnte vassdragene i indre del av Førdefjorden. Påvirkningen gjelder i den livsfasen fiskene oppholder seg i fjorden. For laks kan dette være under utvandring som smolt eller vinterstøing, eller under tilbakevandring som voksen laks fra sjøen. Hovedsakelig er dette i perioden fra april til september. Sjørøretene fra de fire vassdragene oppholder seg i fjorden om sommeren fra april til september. I henhold til tillatelsen skal bedriften unngå sprengning i perioden 15. mai til 15. juni. Dette er antatt å utgjøre perioden der hoveddelen av smolten vandrer ut. For å vurdere om smolt vandrer ut før eller etter denne perioden er bedriften bedt om å overvåke smoltutvandring i minst to sesonger før oppstart av gruveproduksjon.

Det er to små og to middels store vassdrag med anadrom fisk, som munner ut i Førdefjorden innenfor Engebøfjellet. Redalselva, Heilevangselva, Nausta og Jølstra. Disse ligger followelig på omtrent samme breddegrad. Siden det kan være variasjon i utvandningsforløp mellom elver på samme breddegrad, så er det ønskelig i størst grad å finne det vassdraget med tidligst og det med seinest utvandring. På denne måten vil en dekke hele det potensielle utfallsrommet for smoltutvandring forbi influensområdet ved Engebøfjellet. Mange smoltstudier viser til at utvandningsforløpet er avhengig av temperaturutviklingen om våren. Viktige kriterier vil derfor være: 1) Det er et mål å finne de to vassdraget med lavest og høyest temperatur om våren for å dekke hele spennet i utvandring til fjorden. 2) Det er også prioritert å kunne estimere variasjonen i utvandningsforløp i de største bestandene, siden en eventuell påvirkning av gruvevirksomheten får størst samlet påvirkning på de store bestandene enn de små. 3) Samtidig er det mer krevende å registrere smoltutvandringstidspunkt i store enn i små vassdrag.

Alle disse faktorene ble vurdert når overvåkingslokaliteter ble valgt. Ut fra beliggenhet av nedbørsfelt (høyde over havet) og størrelse på vassdraget, er det sannsynlig at det er tidligst utvandring av smolt fra

Redalselva og Heilevangselva. Nausta og Jølstra er de to klart største og viktigste laksevassdragene med utløp i Førdefjorden. I Jølstra er det en stor innsjø, Jølstervatn, et stykke ovenfor lakseførende strekning og vanntemperaturen i elva er av den grunn høyere om vinteren enn i Nausta. Dette kan ha betydning for hvor raskt smoltfiseringen utvikler seg om våren og kan også tenkes å ha innflytelse på tidspunkt for start av smoltutvandring slik at denne kan være noe senere i Nausta enn i Jølstra. Vi forventer imidlertid ikke at det er stor forskjell i utvandringstidspunkt for smolt mellom disse to vassdragene i samme år og forventer heller ikke at utvandringen i disse to vassdragene skal være vesensforskjellig fra de andre undersøkte vassdragene i Sogn og Fjordane. Nausta er også et mindre vassdrag enn Jølstra og enklere å overvåke enn Jølstra. Derfor er Nausta et naturlig valg i dette prosjektforslaget.

Av de to små vassdragene som antas å kunne ha det tidligste utvandringstidspunktet, Heilevangselva og Redalselva, er Redalselva den største med tre elvestrekninger på tilsammen 2,7 km og to små innsjøer. Elveareal er beregnet til ca. 19 000 m<sup>2</sup>. Heilevangselva er ca. 600 meter lang med et beregnet areal på 2 400 m<sup>2</sup>. For å få registrert et tilstrekkelig antall smolt, faller valget på Redalselva som høyst sannsynlig har de største bestanden av laks og sjøørret.

#### Litt om valg av metodikk

Det er benyttet flere metoder for kartlegging av smoltutvandringsforløp og smoltatferd i norske vassdrag de siste 40 årene (se oversikt i Ugedal mfl. 2014a). Merking av smolt med radiosendere (virker bare i ferskvann) eller akustikkendere (som også virker i sjøvann) er en mulig metode som har blitt benyttet til å studere atferd og utvandring hos smolt. En svakhet med disse metodene er at det bare er mulig å merke smolt over en gitt størrelse. Dette gjør at det kan være vanskelig å merke et tilstrekkelig stort antall smolt for å finne representative estimater for utvandringstidspunkter i et vassdrag. Håndteringen av så små fisk som smolt, vil også kunne påvirke vandringsatferden.

I mange vassdrag er det benyttet mindre smoltfeller (smolthjul). Disse kan ha variabel fangsteffektivitet gjennom sesongen og krever dessuten daglig oppfølging over en lang periode (en til to måneder). Erfaring tilsier også at det kan være krevende å drifte slike feller og få gode data på forløpet av utvandring i vassdrag hvor en kan forvente stor variasjon i vannføring gjennom utvandringsperioden. Nausta og Jølstra er slike vassdrag hvor vannføringen kan variere en god del gjennom utvandringsperioden om våren. I brede vassdragsavsnitt kan det også være vanskelig å finne lokaliteter hvor fellene har rimelig god fangsteffektivitet ved ulike vannføringer.

Et annet alternativ er å bruke store feller (smoltruser) i stilleflytende områder utenfor elvemunningen. Slike feller krever også daglig oppfølging over en lengre periode. Bruk av slike feller kan om de er effektive også innebære at mange smolt må håndteres og i et slik overvåkingsopplegg som etterspørres her, er det ønskelig å minimalisere håndtering av smolt.

Videovervåking med bruk av undervannskameraer er en metode som krever relativt lite oppfølging gjennom sesongen og som ikke innebærer håndtering av smolt. Den egner seg best i små vassdrag eller i vassdrag der smolten må passere smale tverrsnitt. I store elver der ikke hele elvetverrsnittet kan dekkes, er det viktig å finne en lokalitet der en tilstrekkelig andel av smolten passerer. Selv om det er usikkerheter knyttet til bruk av video for å overvåke smoltutvandringen i et vassdrag som Nausta vil vi anbefale at det gjøres forsøk med denne metoden i dette vassdraget.

## Referanser

- Bremset, G., Helland, I.P. & Uglem, I. 2009. Konsekvenser av gruvevirksomhet i Engebøfjellet for laksefisk i Nausta, Grytelva og Stølselva. Temarapport i KU-program knyttet til planer om rutilutbygging ved Førdefjorden. NINA Rapport 416. 69 s.
- Haraldstad, T., Kroglund, F., Kristensen, T., Jonsson, B. & Haugen, T.O. 2017. Diel migration patterns of Atlantic salmon (*Salmo salar*) and sea trout (*Salmo trutta*) smolts: an assessment of environmental cues. *Ecology of Freshwater fish*. 26: 541-551.
- Haugen, T.O., Urke, H.A. & Kristensen, T. 2019. Vandringsmønster hjå laksesmolt frå Stryneelva og Eidselva i 2018. MINA fagrapport 61. 37 s.
- Jensen, A. J., Finstad, B., Fiske, P., Hvidsten, N. A., Rikardsen, A. H. & Saksgård, L. 2012. Timing of smolt migration in sympatric populations of Atlantic salmon (*Salmo salar*), brown trout (*Salmo trutta*), and Arctic charr (*Salvelinus alpinus*). *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 69: 711-723.
- Jonsson, N. & Jonsson, B. 2014. Time and size at seaward migration influence the sea survival of *Salmo salar*. *Journal of Fish Biology* 84: 1457-1473.
- Karlsen, Ø., Finstad, B., Ugedal, O. & Svåsand, T. (red.). 2016. Kunnskapsstatus som grunnlag for kapasitetsjustering innen produksjonsområder basert på lakselus som indikator. Rapport fra Havforskningen 14-2016. 139 s.
- Lamberg, A., Gjertsen, V., Strand, R., Bjørnbet, S. & Kanstad Hanssen, Ø. 2014. Videoovervåking av laks og sjøørret i Roksdalsvassdraget på Andøya i 2013. oppsummering av overvåkingsperioden 2005-2013. Skandinavisk naturovervåking AS, SNA-rapport, 31 s.
- Lamberg, A., Gjertsen, V., Bjørnbet, S., Strand, R. & Kanstad Hanssen, Ø. 2015. Overvåking av laks, sjøørret og sjøørøye i Lakselva på Senja i 2013. Skandinavisk naturovervåking AS, SNA-Rapport 03/2015. 57 s.
- Orell, P., Erkinaro, J., Svenning, M. A., Davidsen, J. G. & Niemelä, E. 2007. Synchrony in the downstream migration of smolts and upstream migration of adult Atlantic salmon in the subarctic River Utsjoki. *Journal of Fish Biology* 71: 1735-1750.
- Otero, J., og 39 medforfattere. 2014. Basin-scale phenology and effects of climate variability on global timing of initial seaward migration of Atlantic salmon (*Salmo salar*). *Global Change Biology* 20: 61-75.
- Sægrov, H., Hellen, B.A., Kålås, S., Urdal, K. & Johnsen, G.H. (2007). Endra manøvrering i Aurland 2003 – 2006. Sluttrapport - Fisk. Rådgivende Biologer AS, rapport nr.1000. 103 s.
- Ugedal, O., Kroglund, F., Barlaup, B. & Lamberg, A. 2014a. Smolt - en kunnskapsoppsummering. Miljødirektoratet, Rapport M136-2014. 128 s.
- Ugedal, O., Berg, M., Bongard, T., Bremset, G., Kvingedal, E., Diserud, O. H., Jensås, J. G., Johnsen, B. O., Hvidsten, N. A. & Østborg, G. M. 2014b. Ferskvannsbiologiske undersøkelser i Surna. Sluttrapport for perioden 2009-2013. NINA Rapport, 129 s.
- Urke, H. A., Ulvund, J. B., Nilsen, T. O., Staalstrøm, A. og Kristensen, T. 2014. Vandringsåtfærd og smoltifisering hjå laksesmolt frå Lærdalselvi - oppholdstid i ytre delar av Sognefjorden. INAQ rapport. 35 s.
- Urke, H.A., Haugen, T.O., Kjærstad, G., Alfredsen, J.A. & Kristensen, T. 2018. Laks- og aurebestanden i Strynevassdraget; vandringsmønsteret hjå laksesmolt og aure, ungfiskproduksjon og botndyr. MINA fagrapport 48. 56 s.



Vollset, K. W., Barlaup, B. T., Mahlum, S., Bjørn, P. A., & Skilbrei, O. T. 2016. Estimating the temporal overlap between post-smolt migration of Atlantic salmon and salmon lice infestation pressure from fish farms. *Aquaculture Environment Interactions* 8: 511-525.

## VEDLEGG A7. Sedimentering og bunntopografi

### Formål:

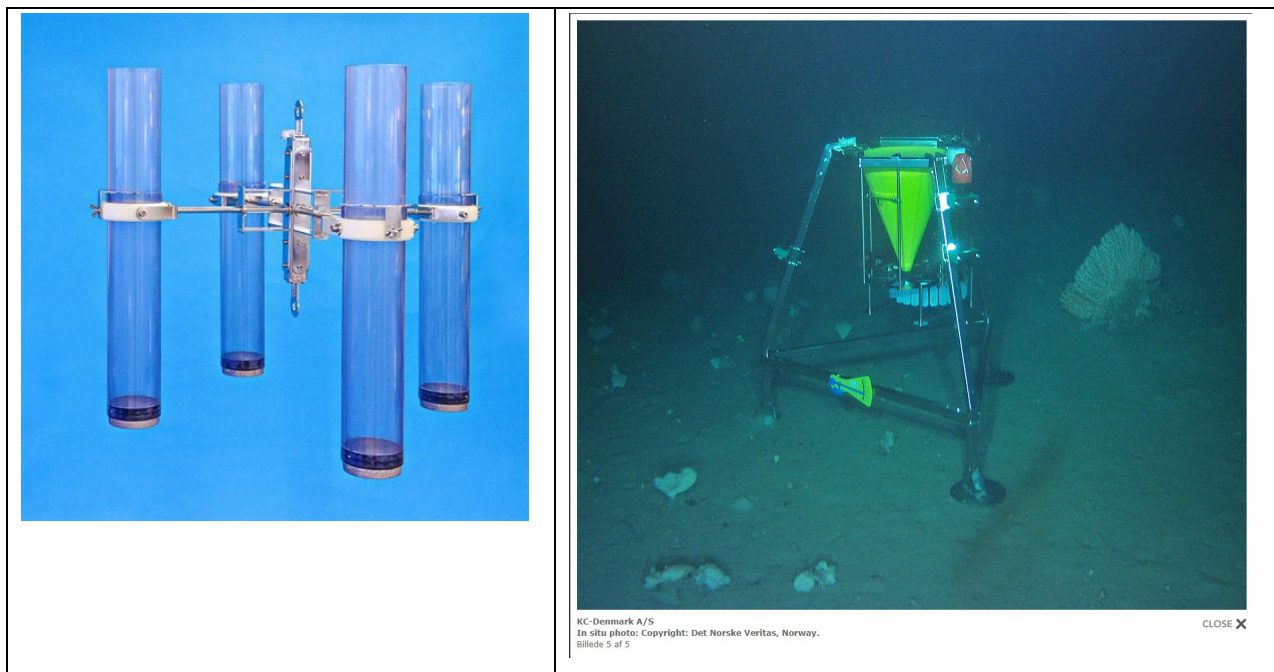
Det er foreslått tre metoder for å dokumentere partikkelspredning og dybdeendringer på grunn av deponering av avgang. Bruk av sedimentfeller, prøvetaking av bunnsedimenter med analyse av topplaget og registrering av bunntopotgafien (ekkoloddregistrering med multistråleekkolodd). Prøvetaking av bunnsedimenter er inkludert i VEDLEGG A2. Bruk av sedimentfeller og endring i bunntopografien er inkludert i dette vedlegget.

Formålet med dybdemålingene er å kartlegge endringene i dypet (batymetrien) i Førdefjorden, før, under og etter deponeringen, og å kunne gjøre volum/masseberegninger for deponiet. Dette vil være viktig informasjon i en «deponiforvaltningsplan» hvor bedriften kan optimalisere deponeringer både i forhold til partikkelspredning, endring av strømforholdene i fjorden, påvirkning av bunnfauna, påvirkning av pelagiske organismer osv.

Formålet med sedimentfeller er å fange opp partikler som faller ned mot bunnen og å beregne sedimenteringsrater både i forhold til naturlig sedimentering og sedimentering av avgangen.

### Målemetodikk:

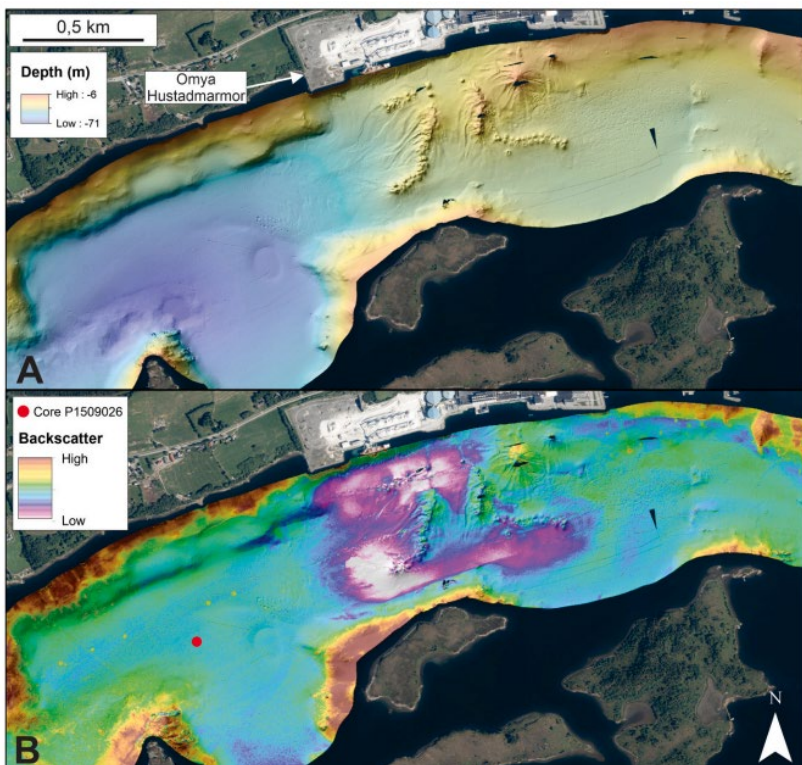
Det vil bli plassert ut sedimentfeller for å måle sedimenteringsgraden på et utvalgte steder. Målerne vil bli plassert i en gradient fra utslippsstedet til det definerte grenseområdet for deponiet. Eksempel på målere som har blitt benyttet tidligere for å måle sedimenteringsraten er vist i Figur 10. Partiklene som samles inn, kan deretter også analyseres for ulike mineraler og kjemikalier.



**Figur 10. Eksempler på sedimentfeller som har blitt benyttet i prosjekter for å måle sedimenteringsrate**

For å måle endring i bunntopografi/havbunntopografi benyttes et multibeam ekkolodd. For å få en nøyaktig måling kreves det en del tilpasninger som bevegelseskorreksjon, GPS korreksjon for å få nøyaktig posisjoner, høydejustering (korrigerer i forhold til tidevann), samt kalibrering av lydsignaler i sjøen. Dette er standard utstyr for de som gjennomfører denne type undersøkelser.

En er forventet at en kan oppnå en nøyaktighet på bedre en 10cm.



Figur 11. Typisk bunntopografi med multistrålekkolod i en norsk fjord med sjødeponi (fra Ramirez-Llodra et al 2022)

#### Gjennomføring:

Sedimentfeller plasseres ut sommeren/høsten 2023 og tømmes deretter ca hver 3dje måned før oppstart i 2024. Basert på erfaringer vil en vurdere hyppighet og oppfølging etter oppstart 2024.

Bunntopografi kartleggingen gjennomføres i 2023, og gjentas jevnlig etter deponeringen starter.

#### Referanse

Eva Ramirez-Llodra, Hilde Cecilie Trannum , Guri S. Andersen, Nicole J. Baeten, Steven J. Brooks, Carlos Escudero-Onate , Hege Gundersen, Rolf Arne Kleiv , Olga Ibragimova, Aivo Lepland , Raymond Nepstad, Roar Sandøy, Morten Thorne Schaanning, Tracy Shimmield , Evgeniy Yakushev, Laura Ferrando-Climent , Per Helge Høgaasf (2022). New insights into submarine tailing disposal for a reduced environmental footprint: Lessons learnt from Norwegian fjords. Marine Pollution Bulletin 174. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2021.113150>

## **VEDLEGG B:**

# Overvåking av nærliggende elver/bekker

## VEDLEGG B - OVERVÅKING AV NÆRLIGGENDE ELVER/BEKKER

---

### Overvåking av nærliggende elver/bekker

#### Bakgrunn

Ref. Tillatelsens kap 10.1. Bedriften skal legge frem forslag til overvåking av vannkvaliteten i elver for å kunne avdekke eventuelle endringer i vannkvaliteten på et tidlig tidspunkt.

I henhold til tillatelsen skal *bedriften legge frem forslag til overvåking av vannkvaliteten i elver for å kunne avdekke eventuelle endringer i vannkvaliteten som følge av bedriftens aktivitet på et tidlig tidspunkt* (Tillatelsen, kap.12).

I 2008 gjennomførte NIVA (NIVA 2008) et overvåkingsprogram som omfattet drikkevannsbrønner, Støselva og Grytaelva. Målsettingen var å kartlegge vannkvaliteten før det iverksettes tiltak i gruveområdet (før-tilstanden). Redalselva ble også undersøkt i 2012 og 2015 (Rådgivende Biologer, 2012; NIVA, 2015). I forbindelse med anleggsarbeidet våren 2022 ble det også gjennomført analyser av drikkevann/brønner og i Grytaelva. Det har blitt etablert «online» målere av turbiditet i Grytaelva, både over tiltaksområdet og i tiltaksområdet. Høsten 2022 gjennomførte Asplan Viak en konsekvens vurdering i Grytaelva med avseende på effekterne av redusert nedbørfelt på fisk og vannmiljø. Tidig 2023 utviklede SRK et vann balanse modell for hela prosjektet.

Grytaelva er et lite vassdrag som munner ut i Førdefjorden på østsiden av Engebøfjellet. Grytaelva ble også undersøkt i 2008 av NINA i forhold til forekomst av laks og aure. I deres rapport (NINA, 2009) skriver de videre at i «perioder uten nedbør er vannføringen svært liten, og en begrenset del av elveleiet har da vanndekt areal».

Støselva er et lite vassdrag som også ble undersøkt av NINA i 2008. De skriver i sin rapport: «Støselva er et lite vassdrag som munner ut i Førdefjorden på vestsida av Engebøfjellet. I perioder uten nedbør er vannføringen svært liten, og en forholdsvis liten del av elveleiet har vanndekt areal» (NINA, 2009).

Redalselva ligger ca 3,5 km fra utbyggingsområdet og har vært inkludert i tidligere undersøkelser relatert til utbredelse av elvemusling (Rådgivende Biologer, 2012), og i forhold til økologisk tilstandsklassifisering i Sogn og Fjordane (NIVA, 2015).

Det er antatt at hverken Støselva eller Redalselva vil bli direkte berørt av gruvedriften da det ikke er planlagt noen inngrep som bli berøre disse vassdragene direkte. Overvåkingen vil derfor i første omgang fokusere på Grytaelva og nærliggende brønner som beskrevet i NIVA rapporten fra 2008, og som er fulgt opp av Asplan Viak i 2022.

Metodikken som ble benyttet i tidligere undersøkelsene vil være et godt utgangspunkt for oppfølgende undersøkelser og som følger den europeiske normen for prøvetaking (EN 15708:2009).

#### Formål

I henhold til tillatelsen skal bedriften legge frem forslag til overvåking av vannkvaliteten i elver for å kunne avdekke eventuelle endringer i vannkvaliteten på et tidlig tidspunkt.

Bedriften gjennomfører en regelmessig overvåking av avrenning fra gruveområdet og i naturlige elver mulig berørt av dette. Overvåking utføres mellom så lenge vannene ikke er frosset. På de faste prøvepunkter tas det prøver månedlig og ved andre prøvepunkter minst en gang i året eller oftere, hvis nivåene i de faste prøvepunkter er av bekymring. Ekstra overvåking utføres også ved behov eller når det skjer endringer i driften. Figur 13 viser målepunkter som monitoreres i under anleggsfasen.

## Målemetodikk

En overvåking av elver og bekker følger samme metodikk som tidligere og bygger på «Klassifisering av miljøtilstand i vann» (Vannforskriften veileder 02:2018) og NS-ISO 5667-6:2014 Vannundersøkelse – prøvetaking. Vannprøver samles inn med vannprøvetaker/eller direkte i emballasje fra analyselaboratoriet.

Partikkeltransport innen konsesjonsområdet og nærliggende bekker og elver. Partikkeltransporten i Grytaelva og i Stølselva har i 2023 blitt målt for å etablere bakgrunnsnivå av partikkeltransporten i gruveområdet, og i de elver som kan påvirkes av virksomheten. Det har blitt plassert ut to sensorer i hver av elvene (se Figur 13, ved målestasjonene St. 11 og St 16). Sensorene måler turbiditeten, kontinuerlig, i elvene. I det framtidige sedimentasjonsbassenget er det også planlagt å måle turbiditeten. Loggerne måler temperatur og turbiditet med et prøvetakingsintervall på 5. minutter, og resultatene presenteres og deles via en nettside.

For å verifisere vann-balanse- modellen for Engebø har et måleprogram igangsatt hvor både vannkvalitet og -kvantitet (vanntransport) måles (Figur 13). Vannprøvene analyseres av akkreditert laboratorier og strømmålinger gjennomføres i felt. For å vurdere tilstedeværelse av fisk i elvene er det gjennomført et el-fiske. Kvalitativt el-fiske gjennomføres for å få en oversikt over fiskearter representert i vassdraget, eller for å sjekke om bekken/elva er fiskeførende. Det kan også brukes til å bestemme aldersklasser basert på lengdemål, dersom antallet fisk er høyt nok. Kvantitativt el-fiske gjennomføres for å kunne regne ut bestandstetthet for en gitt stasjon, samt bestemme aldersklasser basert på lengdemål. Det gjøres ved å fiske gjennomføres gjentagende ganger (typisk tre runder totalt).

## Gjennomføring

Det ble i 2008 gjennomført en grunnlagsundersøkelse (før-tilstand) som inkluderte Redalselva, Stølselva og Grytaelva med nærliggende drikkevannsbrønner. Basert på disse undersøkelsene og i forbindelse med oppstart av anleggsarbeid ble det gjennomført overvåking av Grytaelva med nærliggende drikkevannsbrønner (vår/sommeren 2022).

Det samme stasjonsnett og de samme analyseparametrene som i 2008 (NIVA, 2008) ble inkludert i overvåkingen for Gryta i 2022 og hvor det ble analysert for tungmetaller, næringsalter, fargetall/humosinnhold, organisk stoff, pH, alkalinitet og partikkelkonsentrasjon

Metaller: Arsen, barium, kadmium, kobolt, krom, kopper, molybden, nikkel, bly, vandium og sink

Vannkvalitet: pH, fargetall, suspendert stoff, alkalinitet, total fosfat (Fosfat-p og fosfat-P (PO<sub>4</sub>), total nitrogen (nitrat+nitritt), og totalt organisk karbon

I løpet av 2023 har et måleprogram blitt gjennomført for å overvåke påvirkningen fra anleggningsfasen. I Figur 13 er det gitt en oversikt over målestasjonene. Målestasjonene St 4, St 5, St 11 og St 16 er målestasjonen som vil utgjøre de permanente overvåkningspunktene og som vil bli fulgt opp med målinger i driftsfasen. I tillegg vil det bli inkludert et overvåkningspunkt ved utløpet til sedimentasjonsbassenget. I de permanente overvåkningspunktene vil både kvalitative (metaller, hydrokarboner, næringsstoffer mfl.) og kvantitative (vanntransport l/s) parametre at måles.



Figur 12. Prøvetakingsstasjoner i Grytavassdraget og drikkevannskilder (st.7, 8 og 9) (etter NIVA, 2008).



**Figur 13. Prøvetakingsstasjoner i bedriftenes virksomhetsområde 2023. Svarte punkter er overflatevann og grå punkter er grunnvann prøvepunkter.**

## Referanse

EN, European Committee for Standardization, 2009. Water quality - Guidance standard for the surveying, sampling and laboratory analysis of phytobenthos in shallow running water. EN 15708:2009.

NIVA, 2008. Overvåking av vannkvalitet i elver og drikkevannsbrønner i nærområdet til gruveområdet på Engebø, Naustdal kommune. Notat: Utarbeidet av Ingunn Forfang og Torleif Bækken, Norsk institutt for vannforskning (NIVA).

NIVA, 2015. Økologisk tilstandsklassifisering i Sogn og Fjordane 2014. 0-13380.

NINA, 2009. Konsekvenser av gruvevirksomhet i Engebøfjellet for laksefisk i Nausta, Grytaelva og Støselva. Temarapport i KU- program knyttet til planer om rutilutvinning ved Førdefjorden. Forfattere: Bremset, G., Helland, I. P. og Uglem, I.

NS-ISO 5667-6:2014. Vannundersøkelse - Prøvetaking - Del 6: Veiledning i prøvetaking fra elver og bekker

Rådgivende Biologer AS. 2012. Status for bestander av elvemusling i Sogn og Fjordane 2010. ISBN 978-82-7658-881-1

Vannforskriften Veileder 02:2018. Klassifisering av miljøtilstand i vann. Økologisk og kjemisk klassifiseringssystem for kystvann, grunnvann, innsjøer og elver.

Asplan Viak 2022 Konsekvensvurdering Grytaelva: Effekter av redusert nedbørsfelt på fisk og vannmiljø.

SRK 2023 Site Wide Water Balance for the Engebø Rutile and Garnet Project in Vestland, Norway

## **VEDLEGG C:** Undersøkelse av prosesskjemikalier og prioriterte miljøgifter

## VEDLEGG C - UNDERSØKELSE AV PROSESSKJEMIKALIER OG PRIORITYERTE MILJØGIFTER

---

### Undersøkelse av prosesskjemikalier og prioriterte miljøgifter i sedimenter, og organismer (mattrygghet)

#### Bakgrunn

I henhold til tillatelsen skal Nordic Rutile «utarbeide et program for å dokumentere mulig tilstedeværelse av stoffer fra avgangsmassene, inkludert prosesskjemikalier, i marine arter og organismer som kan ha betydning for mattrygghet ved og i nærheten av deponiområdet. Overvåkingen skal omfatte en basiskarakterisering av innhold av aktuelle stoffer før deponering av avgangsmasser iverksettes. Programforslaget skal inneholde en tidsplan for å gjennomføre overvåkingen».

Med antatt produksjonsstart høsten 2024, vil det gjennomføres undersøkelser for bakgrunnsnivåer i sedimenter og biota i 2023, eventuelt i 2024

Mattilsynet gjennomførte en basisundersøkelse i 2017 (rapportert 2019)<sup>8</sup>, hvor de oppsummerer som følger:

*Havforskningsinstituttet har på oppdrag fra Mattilsynet undersøkt brosme, torsk, sjøkreps og blåskjell for ulike miljøgifter som arsen, kadmiium, krom, kobber, jern, kvikksølv, nikkel, bly, selen, sink, dioksiner, furamer, PCBer og polybrominerte difenylatere (flammehemmere) fra det planlagte deponiområdet, vest for terskelen, fra indre Førdefjorden og fra helt ytterst i Førdefjorden.*

*Per i dag er nivåene av fremmedstoffer i de undersøkte prøvene av sjømat stort sett relativt lave. Det ble ikke funnet prøver over grenseverdier for tungmetaller eller persistente organiske forbindelser, med unntak av kvikksølv i brosmefilet og sum dioksiner, furaner og dl-PCB og PCB gjennomsnittet i brosmelever og i 1/3 del av samleprøver av torskelever. Disse overskridelser er heller arts- enn stedsspesifikke, og er vanlige observasjoner også langs norskekysten og for brosme også i åpent hav.*

Det konkluderes med at mattilsynets basisundersøkelse gir et godt utgangspunkt for videre oppfølging av miljøgifter i organismer.

#### Formål

Prosesskjemikalier tilføres deponiet via avgangsmassene og konsentrasjoner av stoffene (og da spesielt SIBX) i biota (mattrygghet) og sedimenter vil bli inkludert i prøveprogrammet.

Selv om det ikke er forventet at bedriften skal ha utslipp av prioriterte miljøgifter som er tilgjengelig for organismer vil en inkludere i grunnlagsundersøkelsen analyser av prioriterte miljøgifter i biota og sedimenter.

Det vil også samles inn sedimenter for å vurdere innhold av mikroplast.

#### Målemetodikk

##### *Identifisering av kjemikalier*

Prosesskjemikalier tilføres deponiet via avgangsmassene og konsentrasjoner av stoffene i biota og sedimenter skal overvåkes. Det er etablert analysemetodikk av både IFE og SINTEF som kan kvantifisere prosesskjemikallet SIBX i

---

<sup>8</sup>

[https://www.matportalen.no/verktøy/tilsynsresultater/basisundersokelse\\_av\\_fordefjorden\\_viser\\_at\\_sjomaten\\_er\\_trygg](https://www.matportalen.no/verktøy/tilsynsresultater/basisundersokelse_av_fordefjorden_viser_at_sjomaten_er_trygg)

konsentrasjoner ned til 1 µg/l i sjøvann. Metoden er basert på væskechromatografi koplet til et massespektrometer. Det må likevel forventes at det vil være behov for et utviklingsløp og uttesting i forhold til innsamlingsmetodikk og å analysere på andre media enn sjøvann.

For å sikre at relevante nedbrytningsprodukter inkluderes i et overvåkningsprogram er det derfor viktig med kunnskap om nedbrytningsprofiler av kjemikaliene under relevante forhold. Parametere som pH, salinitet og temperatur er faktorer som kan ha stor innflytelse på nedbrytning av kjemikalier i miljøet. Nedbrytningsdata av kjemikalier i avgangsmassene er vel så relevante som stoffene i seg selv siden kjemikaliene kan være bundet hardt til partikler og dermed lite tilgjengelige for biologisk nedbrytning.

Relevante data for nedbrytbarhet i miljøet kan for eksempel fremskaffes i en aerob nedbrytbarhetstest med partikler (f.eks. OECD 301). Ved å måle økotoksisitet på materialet etter endt nedbrytning får man i tillegg testet potensiell toksisitet av nedbrytningsprodukter.

#### *Måling av kjemikalier i fjorden*

Nivåer av kjemikalier i fjorden vil bli overvåket både i strandsonen og på dypt vann. Fra dypere deler av fjorden vil en samle inn sedimenter (samme lokaliteter som en samler inn bløtbunnsamfunn) og biota (fisk som brosme/hyse eller torsk, og sjøkreps). Fra grunnere deler av fjorden (vil en samle inn blåskjell og krabbe). Foruten analyse av prosesskjemikalier (SIBX) (eller deres nedbrytningsprodukter) vil det bli analysert for følgende kjemikalier: arsen, bly, kadmium, kobber, kvikksølv, nikkel, krom, sink, organiske tinnforbindelser (TBT, DBT, MBT) og PAH forbindelser for å vurdere mattrygghet.

Analysen av kjemikalier vil bli utført ved et akkreditert laboratorium etter anerkjent metode spesifikk for de stoffer som skal analyseres. Pr i dag foreligger det ikke kommersiell analyse av SIBX. Men det er utarbeidet en metodikk av FFI og SINTEF som en vil bygge videre på.

#### **Overvåkning av langtidseffekter av kjemikalier**

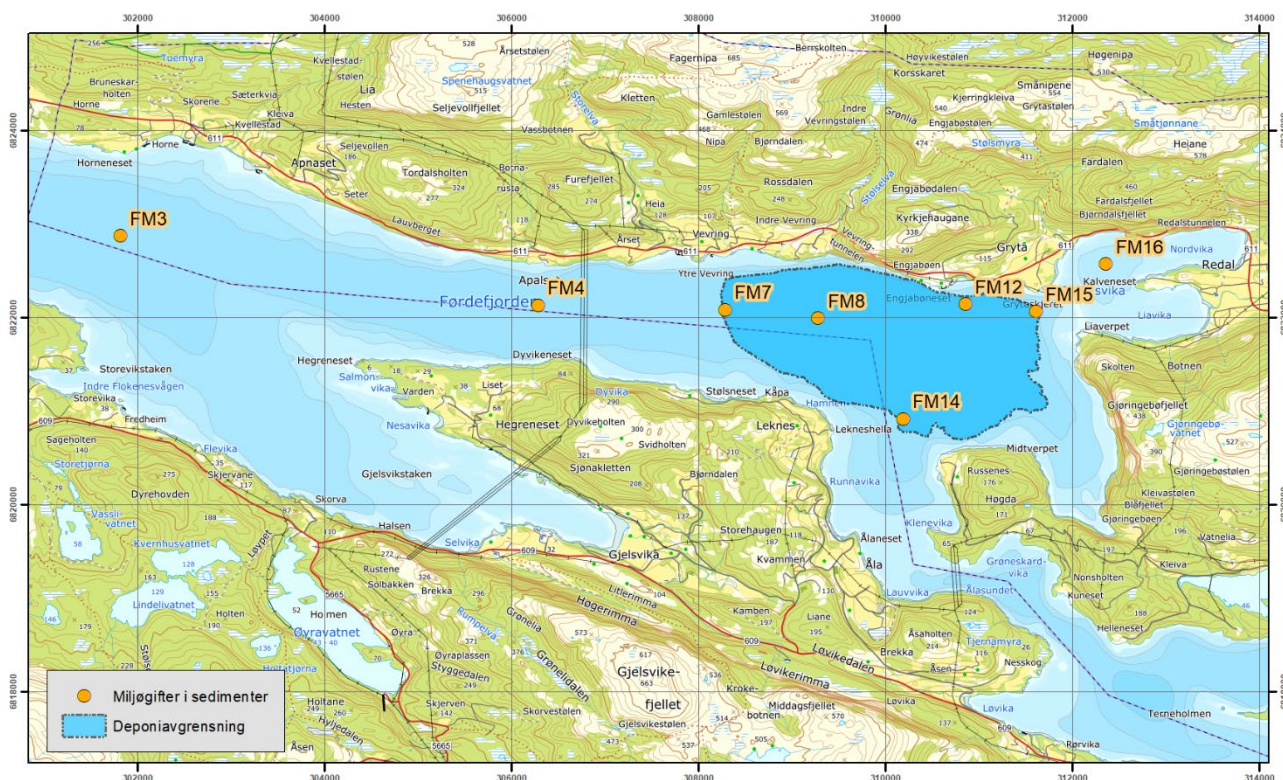
Vil bli inkludert i et eget program som skal forelegges Miljødirektoratet.

#### **Gjennomføring**

Sedimentprøver fra 8 lokaliteter (inkluderer noen av de samme som bløtbunnsprøver) vil bli samlet inn og analysert for prioriterte miljøgifter (akkreditert laboratorium), for prosesskjemikalier (Sintef Ocean og IFE) og for mikroplast (metode vil bli avklart i god tid før prøveinnsamling vil finne sted). Det er flere analyselaboratorier som kan analysere for mikroplast, bl.a SINTEF Ocean og Eurofins.

Biota (fisk evnt kreps) vil bli samlet inn fra fire lokaliteter på dypt vann, plassering og gjennomføring vil skje i samråd med lokale fiskere. Tilsvarende vil det samles inn taskekrabbe og blåskjell fra fire lokaliteter. Plassering i samråd med lokale fiskere, og i forbindelse med stransoneundersøkelse.

Prøvetagningsprogrammet inkluderer også innsamling av sedimenter og biota fra upåvirkede områder som referanse. Det vil bli inkludert i prøveprogrammet for 2024 og 2025 (som representerer driftsfasen)



**Figur 14. Stasjonsplassering for innsamling av sedimenter for analyse av miljøgifter. Innsamling av biota vil skje i samråd med lokale fiskere og plassering gjøres i felt**

## Referanser

NIVA 2017 Prosesskjemikalier fra mineralutvinning og eventuelt opptak i fisk

OECD (1992), *Test No. 301: Ready Biodegradability*, OECD Guidelines for the Testing of Chemicals, Section 3, OECD Publishing, Paris, <https://doi.org/10.1787/9789264070349-en>

NS-EN ISO 5667-19:2004. Vannundersøkelse – Prøvetaking – Del 19: Veiledning i sedimentprøvetaking i marine områder kartleggingsveileder nr 3, Artsdatabanken, Trondheim. ISBN: 978-82-92838-49-5

## VEDLEGG D

# Overvåke effekter av undervannsstøy fra sprengning

## VEDLEGG D – OVERVÅKE EFFEKTER AV UNDERVANNSTØY FRA SPRENGNING

---

### Måling av undervannsstøy i forbindelse med sprengningsarbeid på land.

#### Støy

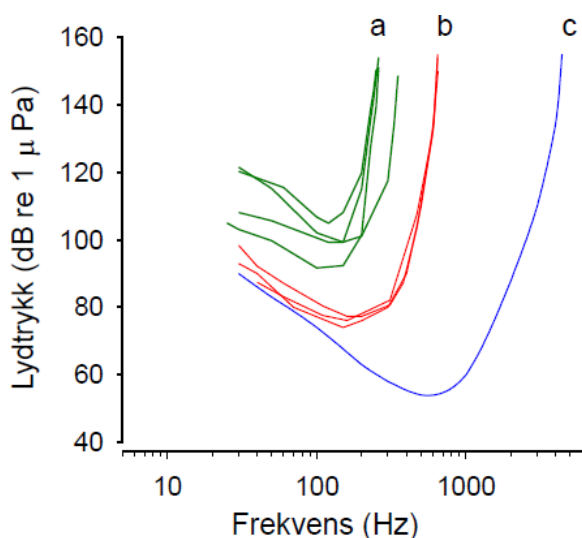
Adferdseffekter på fisk er listet som én potensiell ulempe knyttet til sprengninger, der størst bekymring er knyttet til negativ påvirkning på utvandrende laksesmolt og gytende torsk. Det er derfor gjennomført lydmålinger i resipienten under sprengninger i forbindelse med anleggsarbeidet på Engjebøneset høsten 2022. Dette for å forstå hvordan lydtrykket forplanter seg gjennom berggrunnen og ut i sjøen, samt å måle intensiteten og varighetent for å vurdere potensiale for adferdseffekter på fisk. Målingene som gjennomføres høsten 2022 og våren 2023 vil forhåpentlig danne et godt nok grunnlag for å vurdere fremtidig behov for overvåking av støy fra sprengning.

#### Generell kunnskap

Forplantningen av lyd og vibrasjoner fra sprengningene i Engebøfjellet vil ta mange ulike baner gjennom berggrunnen og slå igjennom grenseflaten berggrunn/sjø på en rekke plasser langs fjordbunnen. Fjordbunnen kan sees på som en samling av flatekilder med ulik lydeffekt avhengig av banen lyden forplanter seg gjennom. Ethvert punkt der lyden slår når igjennom grenseflaten utgjør i prinsippet en lydkilde, og forplantningen av lyd derfra og gjennom vannet vil på samme måte følge ulike, komplekse baner, og deriblant reflekteres i overflaten og fjordbunnen. Lydbildet som forventes i fjorden er derfor av kompleks karakter, og vil være svært ulikt lydsignalet fra en direkte sprengningspuls i vann. I motsetning til en direkte målt sprengningspuls, som karakteriseres som en umiddelbar trykkbølge, eller sjokkbølge, og med et svært høyt og potensielt skadebringende spisstrykk, vil det forventede lydbildet (signalet) i fjorden være betydelig strekt ut i tid og dempet, og ikke innebære et potensial for direkte skadeeffekter. Imidlertid vil lydbildet i fjorden være dominert av relativt lave frekvenser ettersom lave frekvenser forplanter seg over relativt lengre avstand enn høye frekvenser på grunn av frekvensavhengig demping (attenuering). Fiskers hørsel er generelt tilpasset lave frekvenser; høreområder for laksefisk og torskfisk er hhv. rundt 1 – 300 Hz og 1 – 450 Hz (Karlsen og Hansen, 2013), se figur 12. Det er også studier som tyder på at lave frekvenser (infralyd) oppfattes som mer «skremmende» enn høye frekvenser, da de lave frekvenskomponentene kan minne om signalet fra en angripende predator (Sand et al. 2001).

Generelt oppfatter fisk pulset lyd som kommer brått på (med rask stigetid), som langt mer «skremmende» enn en kontinuerlig lyd (som båtstøy), eller lydpulser som når maksimal amplitude mer gradvis. Atferdsresponsen hos fisk til pulset lyd kan omfatte endringer i hjerte og respirasjonsrytme, stress, redusert spiseeffektivitet, frysatferd og økt svømmeaktivitet. Graden av atferdsresponsen avhenger imidlertid av en rekke faktorer som lydnivå, fiskens hørselsevne, levevis, lydtilvenning med mer.

Det foreligger enkelte forvaltningskriterier for å vurdere skader på fisk fra pulset lyd (spesielt knyttet til pelingsoperasjoner), men lite når det gjelder adferdseffekter, hvilket er det relevante i denne sammenhengen. Amerikansk forvaltning ("NOAA Fisheries") benytter 150 dB re 1  $\mu$ Pa (RMS) som kriterie for når man kan forvente at kortvarige atferdsendringer kan inntreffe, hvilket kan innebære «startle» responser, avbrudd i spiseaktivitet, og områdeunnavikelse (Caltrans 2015). Imidlertid er dette kriteriets verdi og faglige hold omdiskutert.



**Figur 15. Audiogram til ulike fiskearter uttrykt i forhold til lydtrykk: a) rødspette og sandflyndre, vanlig ulke og laks; b) torsk, hyse og sei; c) «hørselsspesialistene», karpe- malle- og sildefisk. (Figuren er hentet fra Karlsen og Hansen (2013), basert på en rekke hørselsstudier; se rapporten for ytterligere referanser.)**

### Målemetodikk

Målingene gjøres med bruk av hydrofon, som måler lydtrykk, og presenteres i 1/3 oktavnåb, samt at målinger av eventuell spesiell interesse også presenteres i smalbånd. Lydnivåene vil bli presentert i følgende måleenheter:

- Spiss – til – spiss lydtrykknivåer (Bredbånd)
- 0 – til – spiss lydtrykknivåer (Bredbånd)
- 1-sekund lydeksponeringsnivå
- Lydtrykknivå i RMS

**Tabell 8. DNV benyttet følgende måleutstyr i forbindelse målingene i 2023.**

Utstyr	Type
iClisten	RB9-ETH
Reason x 2	TC4033

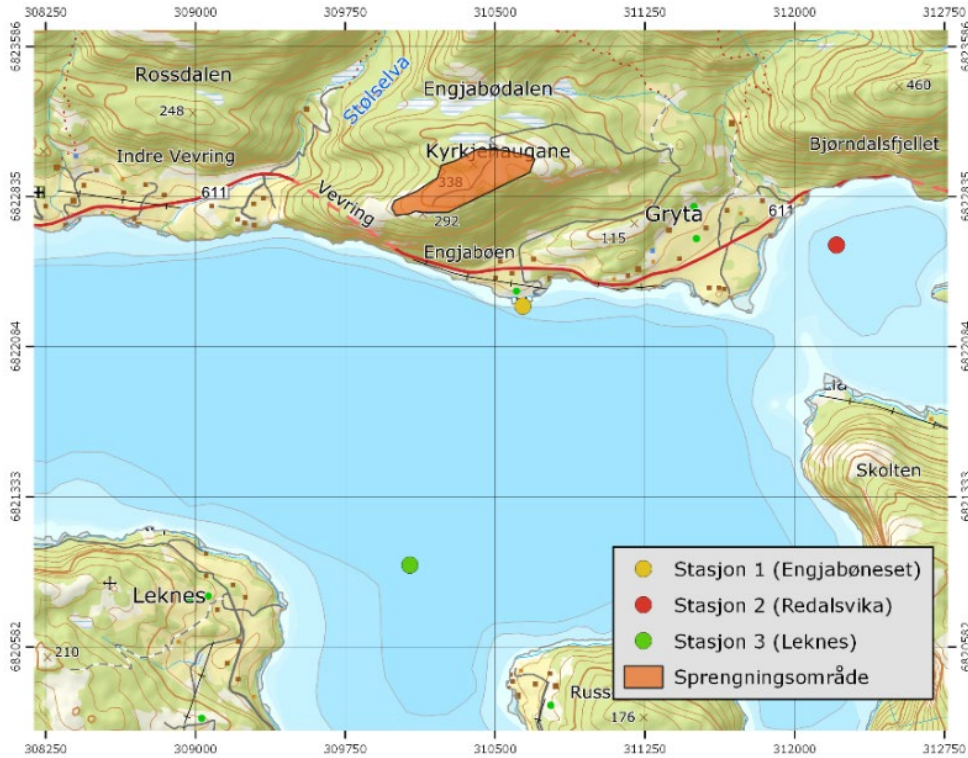
### Gjennomføring

Det skal gjennomføres lydmålinger på tre stasjoner for å karakterisere lydsignalet fra sprengninger (Figur 13). I tillegg skal det også måles bakgrunnsstøy i fjorden.

- 1) *Engjabøneset* representerer et punkt nære til sprengningene (altså hvor lyden forventes å være kraftigst på grunn av kort forplantningsbane).
- 2) *Redalsvika*, i tilknytning til det definerte gyteområdet for torsk.
- 3) På innsiden av fjordutløpet utenfor *Leknes*, der laksesmolt forventes å vandre ut.

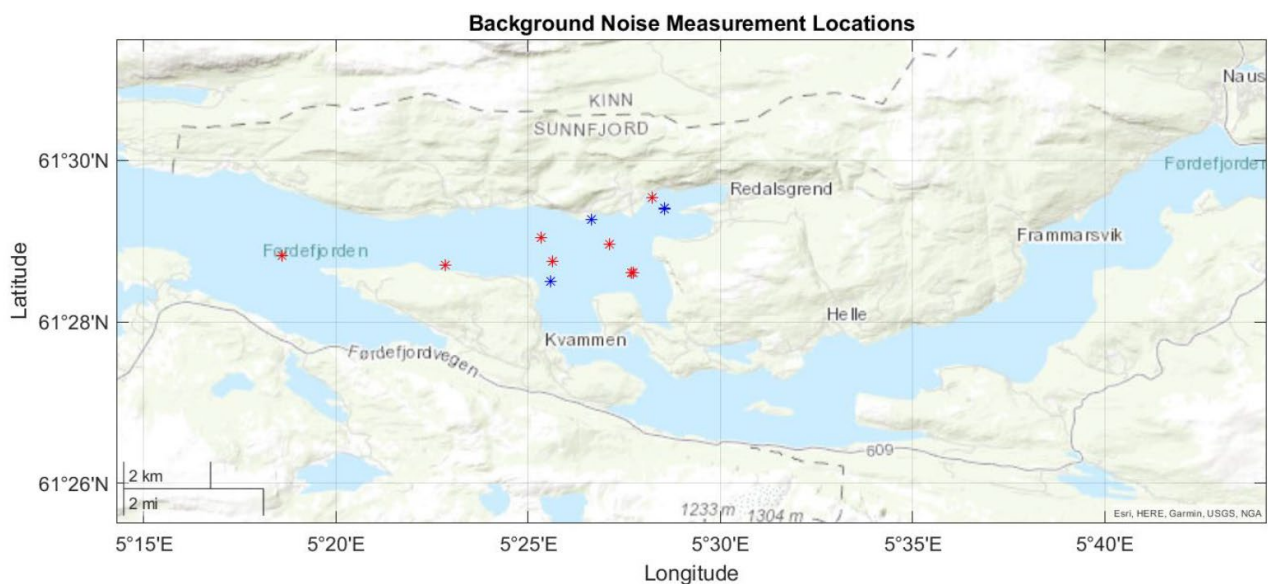
I forbindelse med målinger av sprengningsstøy vil det også gjøres målinger av bakgrunnsstøyen. Målinger av bakgrunnsstøy er essensielt for å karakterisere sprengningspulsene, både med hensyn til frekvensinnhold og absolutt nivåene. Nivået av bakgrunnsstøy, nærmere bestemt signal til støy ratioen (sprengningssignal/bakgrunnsstøy), er også vesentlig for å vurdere potensiale for å forårsake adferdsendringer hos fisk; jo høyere ratio desto kraftigere responser vil kunne forventes.

Basert på målingene gjøres en vurdering av risiko for atferdseffekter, basert på tilgjengelig litteratur.

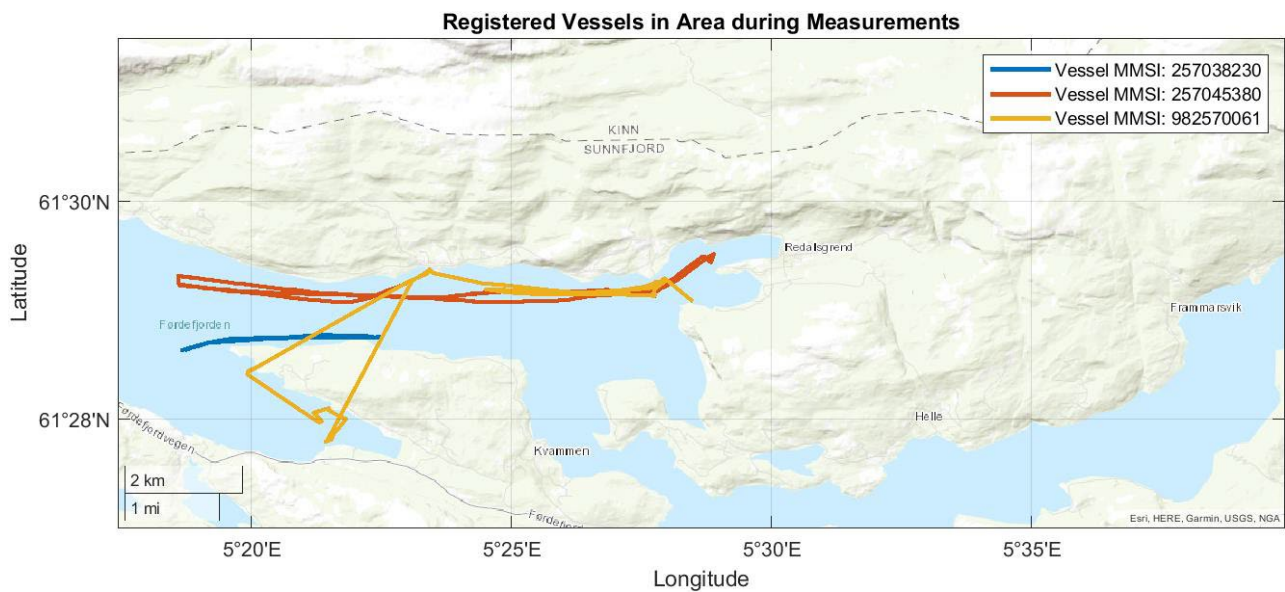


**Figur 16. Stasjoner hvor det skal måles støy i forbindelse med sprengning**

Bakgrunnsstøyen ble høsten 2022 målt i ulike steder i fjorden, se Figur 17. Støy fra fartøy ble også målt og vurdert som en del av bakgrunnsmålinger, Figur 18. Resultatene fra målingene i 2022 er pr i dag ikke ferdigstilt. Det er lagt opp til en tilsvarende målekampanje i 2023.



**Figur 17. Målepunkter for bakgrunnsstøy gjennomført i 2022, og som vil bli fulgt opp i 2023.**



**Figur 18. Målepunkter for bakgrunnsstøy fra fartøy.**

#### Referanser

Caltrans. (2015). Technical guidance for assessment and mitigation of the hydroacoustics effects of pile driving on fish (pp. 532). Sacramento, CA.

Karlsen, H. E. & Hansen, R. R. (2013). Lydpulser fra hamringsaktivitet og mulige atferds- og skadeeffekter på tobisfisk (Ammodytidae). Rapport til Klima- og forurensningsdirektoratet. 38 s.

McQueen, Kate, Justin J. Meager, Daniel Nyqvist, Jon Egil Skjæraasen, Esben Moland Olsen, Ørjan Karlsen, Petter H Kvadsheim, Nils Olav Handegard, Tonje Nesse Forland og Lise Doksæter Sivle. «Spawning Atlantic cod (*Gadus morhua* L.) exposed to noise from seismic airguns do not abandon their spawning site». *ICES Journal of Marine Science* (2022). Lenke: [doi.org/10.1093/icesjms/fsac203](https://doi.org/10.1093/icesjms/fsac203)

Sand, O. & Karlsen, H. E. (2000). Detection of infrasound and linear acceleration in fishes. *Philos. Trans. R. Soc. London* 355: 1295-1298.

# VEDLEGG E: Påvirkning av biologiske mangfold

## VEDLEGG E – PÅVIRKNING AV BIOLOGISK MANGFOLD – «BIODIVERSITY MANAGEMENT PLAN»

---

### Overvåking av hvordan virksomheten, herunder sjødeponi og sprengninger, påvirker det biologiske mangfoldet i Førdefjorden og nærliggende vassdrag

#### Formål

I henhold til tillatelsens punkt 12 andre avsnitt (gitt av kgl.res., 19.02.2016) skal bedriften *legge frem forslag til program for overvåking av hvordan virksomheten, herunder sjødeponi og sprengninger, påvirker det biologiske mangfoldet i Førdefjorden og i nærliggende vassdrag.*

#### Bakgrunn

For å vurdere hvordan virksomheten påvirker det biologiske mangfoldet i Førdefjorden og nærliggende vassdrag må en få en oversikt over hvilke arter og samfunn som finnes i områder som kan bli påvirket. Organismer som er stedbundet til bunnen er gode indikatorer å følge (utbredelse av feks alger), men også områder med høy naturverdi pga viktighet som gyte og oppvekstområde bør inkluderes for å vurdere innvirkningen virksomheten har. Bedriften har utviklet en «biodiversity management plan» hvor en har vurdert hvilke potensiell påvirkning de ulike delene av virksomheten vil ha for utbredelsen av arter. I denne planen er det innhentet kunnskap om naturverdier i områder, hvilke rødlistearter som forekommer og hvilke undersøkelser som har blitt gjennomført i fjorden og på landsiden.

Programmet som er utarbeidet inkluderes innsamling av data, både supplerende til tidligere undersøkelser, men også nye studier for å få en god basiskunnskap før produksjonen starter. I andre deler av vedlagte program er det inkludert undersøkelser som vurderer utbredelsen av gruntvannssamfunn (flora og fauna på grunt vann), strandsonundersøkelse inklusivt utbredelse av fisk, utbredelse av arter på dypt vann (bløtbunnssamfunn), visuell kartlegging i sjøen, og biologi i Grytaelva.

#### Biodiversity Management planen

Det er igangsatt en arbeid med å utvikle en «biodiversity management plan» som gjelder både land, elver og marint. I forbindelse med land delen ble det gjennomført nye feltundersøkelser for å ivarte NiN-system før anleggsarbeidet startet.

For å vurdere hvordan virksomheten vil kunne påvirke det biologiske mangfoldet i fjorden og nærliggende elver vil det bli samlet inn kunnskap om tilstedeværelse av arter, og følge utvikling av disse artene over tid. Resultatene fra nærområdet vil bli sammenlignet med referansestasjoner og stasjoner som ligger utenfor det aktive deponiet. Som en del av «biodiversity management planen» vil tiltak bli vurdert fortløpende for å redusere lokalt tap av biologisk mangfold

Nordic Rutile har utarbeidet en forvaltningsplan for biologisk mangfold for Engebø-prosjektet i samsvar med regulatoriske krav og vilkårene i tillatelsen. «Biodiversity Management Planen» følger prinsippene i "Guidelines for planning and monitoring corporate biodiversity performance" publisert av International Union for Conservation of Nature and Natural Resources (IUCN) i 2021 (Stepenson & Gabone, 2021), Good Practice Guidance for Mining og Biodiversitet (ICMM, 2006) og International Finance Corporation (IFC) Performance Standard 6 on Environmental and Social Sustainability (IFC, 2012). Performance Standarden dekker bevaring av biologisk mangfold og bærekraftig forvaltning av levende naturressurser.

Planen gjenspeiler selskapets forpliktelse til å adressere biologisk mangfold relaterte risikoer og muligheter knyttet til deres aktiviteter, og vil vurderer innvirkningen på biologisk mangfold på tvers av operasjoner og i deres forsyningskjeder. Planen skal ikke erstatte miljøkonsekvensutredninger, sensitivitetskartlegging og

miljøovervåkingsplaner, men vil være et viktig supplement til disse aktivitetene på strategisk og operasjonelt nivå, og som et overordnet rammeverk for resultatbasert forvaltning for naturmangfold.

Nordic Rutile har startet og fortsetter å gjøre miljøundersøkelser (som beskrevet i dette dokumentet) og sensitivitetkartlegging for sine planlagte aktiviteter. Ved å gjøre dette er selskapet i stand til detaljerte vurdere hvordan deres aktiviteter vil påvirke naturmiljøet og økosystemtjenester. I «Biodiversity Management planen» vil bedriften strukturere allerede eksisterende informasjon iht IUCN- og IFC-rammeverket. Bedriften vil definere sin visjon for biologiske mangfold, sette seg målbare mål for at selskapet skal kunne adressere bevaring av biologisk mangfold i fremtidige faser av virksomheten.

Arbeidet med denne planen ble påbegynt før anleggsarbeidet startet våren 2022.

### Gjennomføring

Kartlegging av **marin natur** vil følge feltveileder for kartlegging av marin naturvariasjon etter NiN (Andersen et al, 2021). Informasjon om utbredelse av arter og naturtyper vil bli registrert i en felles GIS løsning, hvor en visuelt kan presentere og analysere endring i biologisk mangfold (biologiskmangfolds regnskap).

Det ble i 2022 gjennomført flere kartlegginger av biologisk mangfold før anleggsarbeidet startet. Kartleggingene inkluderte feltstudier på land (med vekt på utbredelse av flora (planter og trær), myrer og fulger. I sjøen ble det gjennomført en visuell kartlegging i fjære i nærområdet til kaianlegget, og som vil bli fulgt opp i 2023 med en studie som dekker et større område.

### Referanse

Andersen, G.S., Bekkby, T., Dolan, M., Bøe, R., Thormar, J., Buhl-Mortensen, P., Elvenes, S., Naustvoll, L., Mjelde, M., Brandrud, T.E., Rinde, R., og Bryn, B 2019. Feltveileder for kartlegging av marin naturvariasjon etter NiN (2.2). utgave 1,



## **Om DNV**

Vi er et globalt selskap innen kvalitetssikring og risikohåndtering med tilstedeværelse i over 100 land. Vårt formål er å sikre liv, verdier og miljøet. Med vår unike tekniske ekspertise og uavhengighet bistår vi våre kunder med å forbedre sikkerhet, effektivitet og bærekraft.

Enten vi godkjenner et nytt skipsdesign, optimerer energiproduksjonen fra en vindmøllepark, analyserer sensordata fra en gassrørledning eller sertifiserer verdikjeden til en matprodusent, hjelper vi våre kunder med å ta gode og riktige beslutninger og øke tilliten til virksomheten, produktene og tjenestene deres. Verden er i endring. Vi kan påvirke utviklingen. Sammen skal vi takle de globale utfordringene og omstillingene vi vil møte.