

Notat til: Engebø Rutile & Garnet
v/Karoline Høyvik

Kopiert til:
Kenneth Nakken Angedal

Memo Nr.: 2709236
Fra: Tor Jensen
Dato: 2025-09-24
Skrevet av: Tor Jensen

Jensen,
Tor

Digitally signed by
Jensen, Tor
Date: 2025.09.24
09:46:36 +02'00'

Miljøpåvirkning sjødeponi

1 INTRODUKSJON

Deponering av avgangsmasser fra mineralutvinning i en fjord påvirker det marine miljøet, først og fremst der avgangen avsettes, men også i vannmassene hvor partikler spres. Miljøeffekter som skyldes deponering av avgangsmasser har blitt studert i mange norske fjorder (Jøssingfjorden, Bøkfjorden, Frænfjorden og Stjernøysundet), for enkelte i mer enn 35 år. I perioden 2015 til 2020 ble det gjennomført et Forskningsråds finansiert forskningsprosjekt, NYKOS (*Ny kunnskap om sjødeponering*), med en hovedmålsetting å bidra til ny kunnskap om miljøeffektene av deponering av gruveavgang i det marine miljøet (Ramires-Llodra et al., 2022). Resultater fra NYKOS sammen med generell kunnskap om effekter på miljøet, sett i lys av Vanndirektivets krav til vurdering av effekter, er grunnlaget for å vurdere sannsynlige effekter i Førdefjorden, og spesielt for vannforekomsten Førdefjorden-ytte.

I tillatelse til virksomhet etter forurensningsloven fra Miljødirektoratet (Tillatelse nr. 2016.0721.T, sist endret 23. juni 2023, heretter kalt Tillatelsen), er det gitt strenge grenseverdier for mengde partikler i vannmassene og partikkelavsetning på sjøbunnen. Det er avgrenset et «deponiområdet» (se Figur 4) og hvor det i randsonen av deponiområdet blir stilt krav til konsentrasjon av partikler i sjøen (mindre enn 3 mg/l) og maksimalt avsetning av avgang på bunnen (mindre enn 3mm/år). Inne i deponiet skal det være lavere enn 2 mg/l partikler i vannsøylen grunnere enn 40m over utslippspunktet. Alle grenseverdier er å forstå over bakgrunnsnivå.

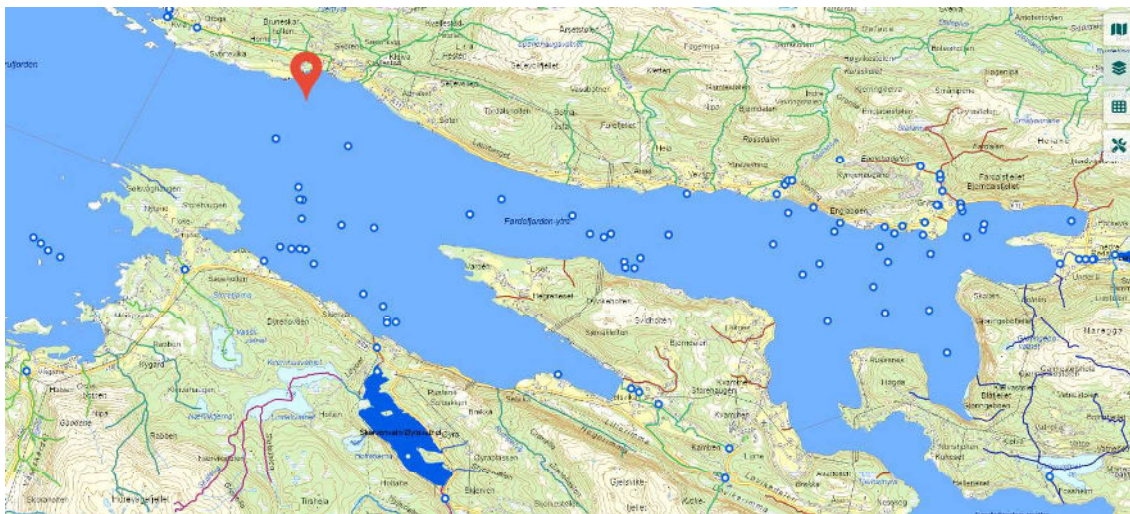
Det ble i 2022 utarbeidet et overvåkingsprogram for Engebø Rutile and Garnet (DNV, 2022). Programmet tok utgangspunkt i de krav som er gitt i Tillatelsen, og vannmiljø (Vannforskriften) sine krav til hvordan miljøovervåking skal gjennomføres inkludert hvilke parametere som skal overvåkes.

Allerede i 2007, i forbindelse med kunnskapsinnhenting for konsekvensutredningen, ble det samlet inn grunnlagsdata om vannforekomsten Ytre-Førdefjord. I 2023 startet overvåking for innhenting av bakgrunnsdata (basisinformasjon). Vannforekomsten fremstår som godt utredet og undersøkt før oppstart av deponering av avgangsmasser.

Grunnlagsundersøkelse har inkludert:

Biologiske parameter: planktonundersøkelser, kartlegge gyteområder torsk (egg og larver), oppvekstområder torsk (strandnot), utbredelse og tilstand for alger og dyr i strandsonen (gruntvannssamfunn), visuell kartlegging av dyrelivet på dypt vann og innsamling av bunnsedimenter for å vurdere bløtbunnsamfunnet (dyr som lever i og på sjøbunnen). (DNV, 2024; DNV, 2025) I tillegg er det gjort studier i forhold til tid og varighet for smoltevandring (Lamberg & Ugedal, 2023)

Fysiske/kjemiske parameter: et stort måleprogram for å innhente bakgrunnsverdier av vannkvalitetsselementer som oksygen, saltholdighet (salinitet), temperatur og ikke minst turbiditet (hvor klart vannet er, og hvor stor variasjon er det i turbiditeten fra natur sin side). I tillegg er den naturlige sedimentasjonsraten beregnet med utplassering av sedimentfeller (DNV, 2024; DNV, 2025)



Figur 1. Registrerte punkter (stasjoner) i Førdefjorden-ytre hvor det finnes miljødata i Vannmiljø

2 VANNFORSKRIFTEN

Først noen begrepsforklaringer, hentet fra Vannportalen ([Vannportalen - forvaltning av vann i Norge - Vannportalen](#)) hvor myndighetene har samlet kunnskap om regelverk, planer i sitt arbeid med en helhetlig vannforvaltning. På Vannportalen.no finner en informasjon om arbeidet med å gjennomføre forskrifter om rammer for vannforvaltninga i Norge ([vannforskriften](#)), og annet arbeid knyttet til EU sitt rammedirektiv for vann ([vanndirektivet](#)).

Vannmiljø er miljøforvaltningens fagsystem for lagring og analyse av data om miljøtilstanden i vann.

Vann-Nett er et verktøy som er utviklet for å gi informasjon om vannmiljøet i Norge, og for å støtte en helhetlig forvaltning av vannet vårt.

Vannforskriften gir rammer for fastsettelse av miljømål som sikrer en mest mulig helhetlig beskyttelse og bærekraftig bruk av vannressursene våre. Vannforskriften gjelder for alt overflatevann, som for eksempel innsjø, magasin, elv, bekk, kanal, fjord eller kyststrekning, eller deler av disse, eller en avgrenset mengde grunnvann innenfor en eller flere aktiviteter.

Direktoratsgruppen for gjennomføringen av vannforskriften har utarbeidet en **veileder** (tidligere Veileder 02:2018) for **klassifisering av miljøtilstand** i vann, med undertittel: «Økologisk og kjemisk klassifiseringssystem for kystvann, grunnvann, innsjøer og elver». Veilederen finnes digitalt Vannportalen [Klassifisering av miljøtilstand i kyst- og ferskvann - Vannportalen](#). (<https://www.vannportalen.no/veiledere/klassifiseringsveileder/>). Heretter referert som Klassifiseringsveileder.

Det er utarbeidet klassifiseringssystem for økologisk tilstand for «kystvann», kjemisk tilstand i vann (grenseverdier for kystvann).

I henhold til vannforskriften skal vannforekomsten klassifiseres med hensyn til økologisk tilstand basert på biologiske, fysisk-kjemiske og hydromorfologiske kvalitetselementer. [Prinsipper for klassifisering av økologisk tilstand i kystvann - Vannportalen](#)

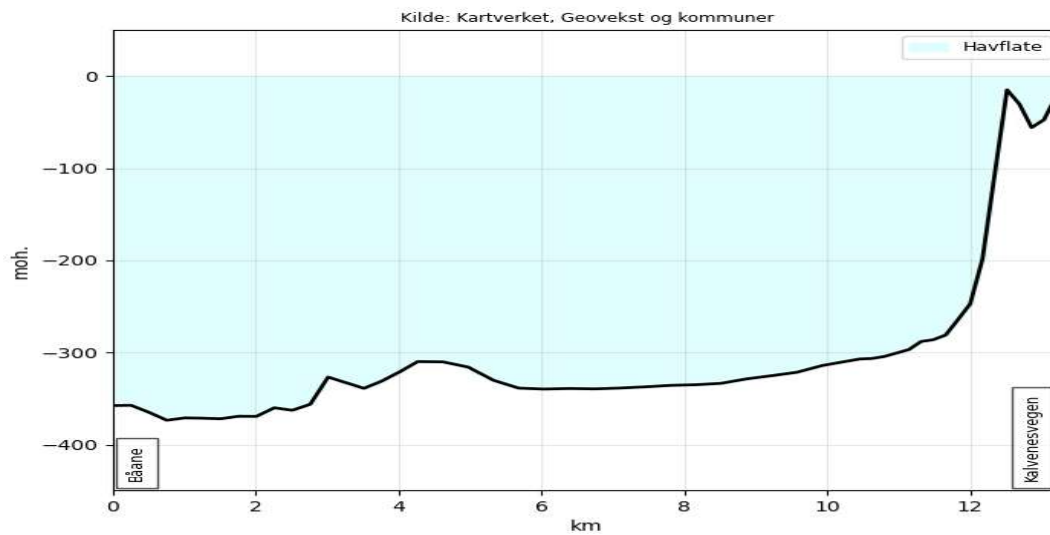
I Tabell 1 er det gitt en oversikt over kvalitetselementene for klassifisering av miljøtilstand. I Figur 2 er området som er definert som Vannforekomsten Førdefjorden Ytre vist.

Tabell 1. Oversikt over kvalitetslementer Hentet fra Klassifiseringsveileder (hentet ut 09.09.2025). [Klassifisering av miljøtilstand i kyst- og ferskvann - Vannportalen](#)

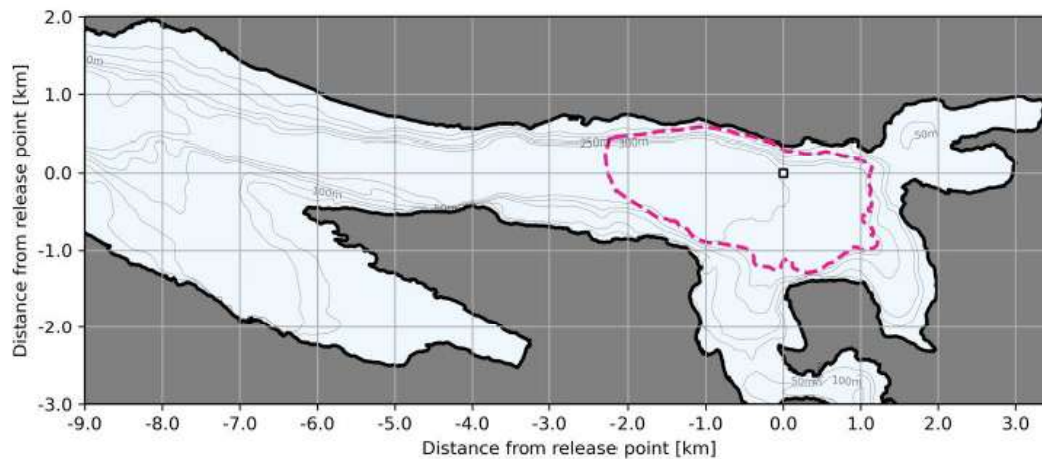
Tabell 9.1 Oversikt over kvalitetselementer, parametre og indekser i klassifiserings-systemet for kystvann.										
	Biologiske kvalitetselementer				Kjemiske- og fysisk-kjemiske kvalitets- elementer som støtter de biologiske elementene.			Fysisk-kjemiske sedimentparametre til støtte for bløtbunnsfaunaundersøkelser		Hydro-morfologiske kvalitets- elementer som støtter de biologiske kvalitets- elementene
	Plante-plankton	Makro-alger	Angiospermer /Ålegras	Bløtbunns-fauna	Fysiske	Nærings-salter	Vannregion-spesifikke stoff	Organisk innhold	Korn-fordeling	
Para-meter/ indeks	Klorofyll-a	Nedre vokse-grense: MSMDI Fjære-samfunn: RSLA, RSL	Nedre vokse-grense, tetthet og mengde filament-øse alger	Artsmangf old: ES100, H' Ømfintligh et: ISI 2018 og NSI 2018 Sammensa tt indeks: NQI1	Siktedyp, temperatu r, salinitet, oksygen	Nitrat + nitritt, fosfat, total fosfor. total nitrogen, ammoniu m	Grense-verdier for stoffer utover de prioriterte. Se forøvrig under "kjemisk tilstand" i denne veilederen	TOC og evt. glødetap	Sediment-fraksjon	% påvirkning av substrat , dyp, struktur og substrat av kystson e, struktur av tidevannssone, strøm og eksponering



Figur 2. Vannforekomst 0281010202-C Førdefjorden-ytre



Figur 3. Dybdeprofilen i midtre del av Vannforekomst Fårdefjorden-ytre (fra Svortevika i vest til Redal i øst).



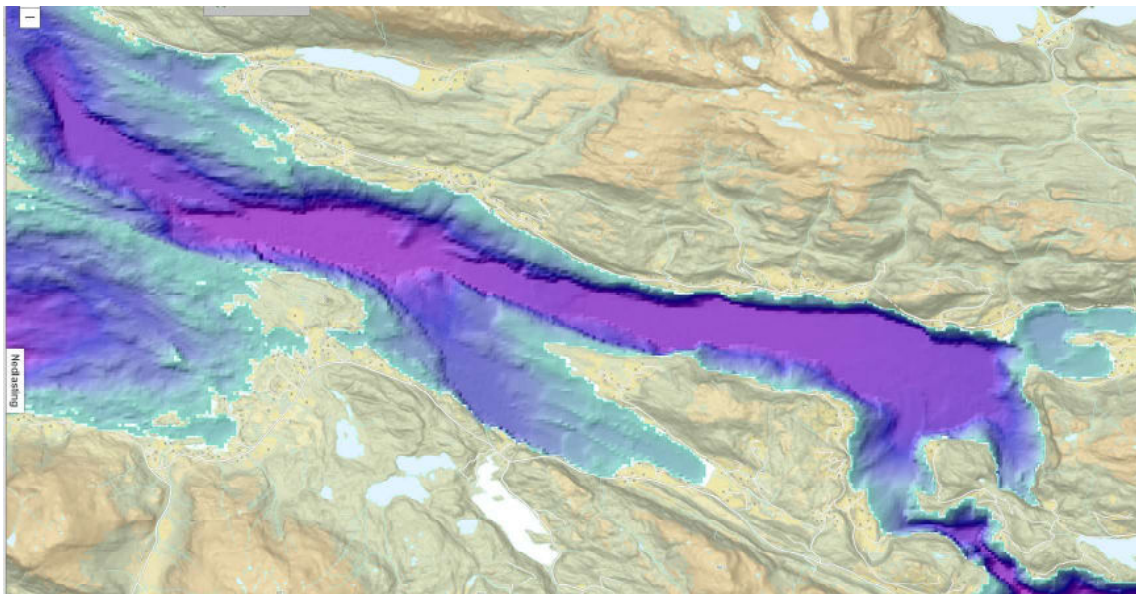
Figur 4. Området avsatt for deponering av avgangsmasser (fra SINTEF, 2020)

3 GENERELT OM FJORDEN.

3.1 Habitater i Førdefjorden

Området som er avsatt til deponering av avgangsmasser ligger innenfor vannforekomsten Førdefjorden-ytre (ID 0281010202-C). Det går svært bratte fjellskråninger fra strandsonen og ned til en flat sjøbunn bestående av bløtbunn. Store deler av sjøbunnen i Førdefjorden dypere enn 200m kan derfor beskrives som bløtbunnshabitat, med bratte fjellskråninger. Største dyp i vannforekomsten er over 360m, og største dyp innenfor deponiområdet er ca 330m.

Området som inkluderer bløtbunnshabitat, innenfor samme dybdeområde, fortsetter imidlertid også lenger vest i fjorden, og er begrenset av terskler både i vest, sør og øst. Området som inkluderer et sammenhengende bløtbunnområde med samme type bunnfauna strekker seg derfor lenger vest enn bare vannforekomsten Førdefjorden-ytre.



Figur 5. Delen av fjorden med et bløtbunnshabitat og som er avgrenset med terskler og med et dyp større enn 200m.

3.2 Naturlig sedimentasjonsrate

Via avrenning fra land tilføres fine partikler fjorden. Dette skjer enten via elver, bekker eller via overvann ved mye nedbør. Dette vil variere, f.eks. under ekstremvær kan tilførslen være betydelig, med stor mengde erodert materiale. I tillegg tilføres sjøbunnen organisk materiale som planterester fra land, eller biologisk materiale som plankton som faller til bunnen når de dør. Sedimenteringen av finpartikulært materiale vil være sesongavhengig. Hvor mye som akkumulerer på bunnen avhenger også av ulike transportmekanismer for partikler, og påvirkes av tidevann, undervannsstrømmer, dyp osv.

Sedimentasjonsrate er derfor en viktig indikator for å forstå hvordan partikler fra naturen og deponeringen samler seg på bunnen. Ved å måle denne raten kan man vurdere både naturlig sedimentering og sedimentering fra avgang, og dermed få innsikt i hvor raskt partikler akkumuleres på bunnen.

Side 6 av 15

Det er gjennomført studier for å vurdere den naturlige sedimentasjonsraten i vannforekomsten (DNV, 2025), og den varierer avhengig av hvor en måler, og når en gjør målingene. I de målingene som er gjennomført har den variert mellom 0,3mm/år til 1,2mm/år, avhengig av når og hvor en har gjennomført målinger.

3.3 Bløtbunnsfauna – viktigste biologiske kvalitetselement

De undersøkelsene som har blitt gjennomført har vist at Førdefjorden har et rikt bløtbunnsfaunafunn, velutviklet gruntvannssamfunn, og i de svært bratte fjellsider er det spredt forekomst av typiske hardbunnsarter.

Tar en utgangspunkt i de ulike biologiske kvalitetselementer gitt i Vannforskriften (Klassifiseringsveileder, september 2025) ([Klassifisering av miljøtilstand i kyst- og ferskvann - Vannportalen](#)) inkluderer disse fire ulike elementer:

planteplankton, makroalger, ålregress og bløtbunnsfauna. I tillegg ulike kjemiske- og fysisk-kjemiske kvalitetselementer som støtter de biologiske elementene; fysiske parametere som siktedyp, temperatur, salinitet og oksygen, næringssalter og Vannforekomstale spesifikke stoffer. Til støtte for bløtbunnsfaunaundersøkelser inkluderes både organisk innhold og kornfordeling. Det er også definert ulike hydromorfologiske kvalitetselementer som støtte for de biologiske kvalitetselementene (som % påvirkning av substrater, dyp osv.). En fullstendig oversikt er vist i Tabell 1 (og som referer til Tabell 9.1 i Klassifiseringsveileder).

De tre første biologiske kvalitetselementene er alle direkte relatert til lystilgang. Det vil si at utbredelsesdypet i norske fjorder er begrenset til det øverste vannlaget hvor lyset trenger ned, typisk 25-35m (eufotiske sonen). Hverken planteplankton, utbredelse av alger som tang og tare, eller ålregress, vil bli direkte berørt av deponeringen i Førdefjorden da utslippet vil ledes ut på dyp rundt 200m, og partikler vil da ikke nå opp i den eufotiske sone.

Bløtbunnsfauna/makrofauna er dyr som derimot lever på og i sjøbunnen og er det kvalitetselementet som vil bli direkte påvirket av gangdeponeringen.

Bløtbunnsfaunafunn kan respondere raskt på miljøendringer, og er følgende gode indikatorer på fjordens økologiske status, Overvåking av bløtbunnsfaunafunn er derfor en god måleparameter under vannforskriften. Bløtbunnsfauna består av virvelløse dyr (>1 mm) som lever i eller på leire-, mudder- eller sandbunn. Vanlige grupper inkluderer børstemark, muslinger, snegler, krepsdyr og pigghuder. Bløtbunnsfauna har økologiske funksjoner som sedimentomrøring, å være matkilde for bunnlevende organismer og opptre som åtseletere (spiser organisk materiale som ender på bunnen). Disse organismene danner samfunn som gir viktig innsikt i hvordan miljøet påvirkes av ytre faktorer som økt sedimentering fra deponering av gruveavgang.

Bløtbunnsfaunafunnet i Førdefjorden er rik på arter, og har generelt høyt biologisk mangfold, men skiller seg ikke vesentlig fra andre norske fjorder. Undersøkelsene fra 2023 (DNV, 2024) viste at økologisk status varierer fra "god" til "svært god", og at stasjoner i de dype områdene varierer lite fra år til år mht sammensetningen av bløtbunnsfaunafunnet. Det vil si at forholdene i dypet i Førdefjorden fremstår som stabile og de undersøkelsene som er gjennomført har vist:

- Bløtbunnsfaunafunnet fremstår som artsrik og den økologiske tilstanden kan karakteriseres som god/svært
- Det ble ikke påvist sjeldne eller sårbare bløtbunnsarter.
- Sammenlignet med data samlet inn tidligere i forbindelse med konsekvensutredningen (2012) viste undersøkelsene gjennomført i 2023 og 2024 liten forskjell i de dypereliggende områdene av Førdefjorden Ytre. Faunaen inne i Redalsvika (som er vesentlig grunnere med liten vannutsikfning) skiller seg fra resten av de undersøkte områdene i vannforekomsten. Ellers var det stor likhet i faunasammensetningen i hele fjorden.

3.4 Grenseverdier for nedslamming av makrofauna

Det finnes ingen fastsatt grenseverdi for hvor mye partikler som kan avsettes på bunnen uten at bløtbunnsfaunaen vil påvirkes. Virkningen hypersedimentasjon kan ha på overlevelse av makrofauna ser ut til å være avhengig av sedimentasjons-hastigheten (over hvor lang tid partikler avsettes), men også relatert til både hvordan avsetningen foregår og artssammensetning som finnes i området som mottar avgang (Ramires-Llodra et al., 2022). Ramires-Llodra et al (2015) oppsummerer en vurdering de har gjort basert på et stort antall artikler (oversatt til norsk):

..effektene av hypersedimentering variere i henhold til hvilke typer sedimenter som avsettes og den spesielle faunasammensetningen som er tilstede, som igjen avhenger av miljøfaktorer som dybde, sedimentsammensetning, hydrodynamisk regime og næringsinnhold.

Smit et al. (2008) satte en terskelgrense basert på utslipp av boreslam til 0,63 cm/år (5% av **artene døde** når de ble dekt med 6,3mm med sedimenter). Arbeidet utført av Smit et al. (2008) er i tråd med DNVs egne erfaringer deponering av avgangsmasser i Norge, der en sedimentasjonshastighet på mindre enn 6 mm/år (tørrvekt) (basert på et gjennomsnitt over 5 år) ikke resulterte i målbare endringer i det biologiske mangfoldaindekser for bunnfaunaen (Jensen & Hylland, 2019). Olsgard og Hasle (1993) har vist at sedimentering av gruveavfall på 4-5 cm/år klart påvirket faunasammensetningen, mens sedimentering på 1 mm/år, ikke resulterte i noen observerte effekter. Bløtbunnsfunnet består av ulike dypegrupper, og gruppen børstemark er kjent for å tålerere mer nedslamming enn for eksempel grupper av muslinger, krepsdyr eller pigghuder.

Effektgrensen (terskelgrensen) på makrofauna ble av Smit et al (2008) beregnet til 0,63 cm/år, som har blitt brukt i flere modelleringer som en effektgrense på bløtbunnsfunn, Grenseverdien som er gitt i Tillatelsen er på 3mm ved deponiets grenseområde, dvs. en konservativ grenseverdi sammenlignet med effektgrensen.

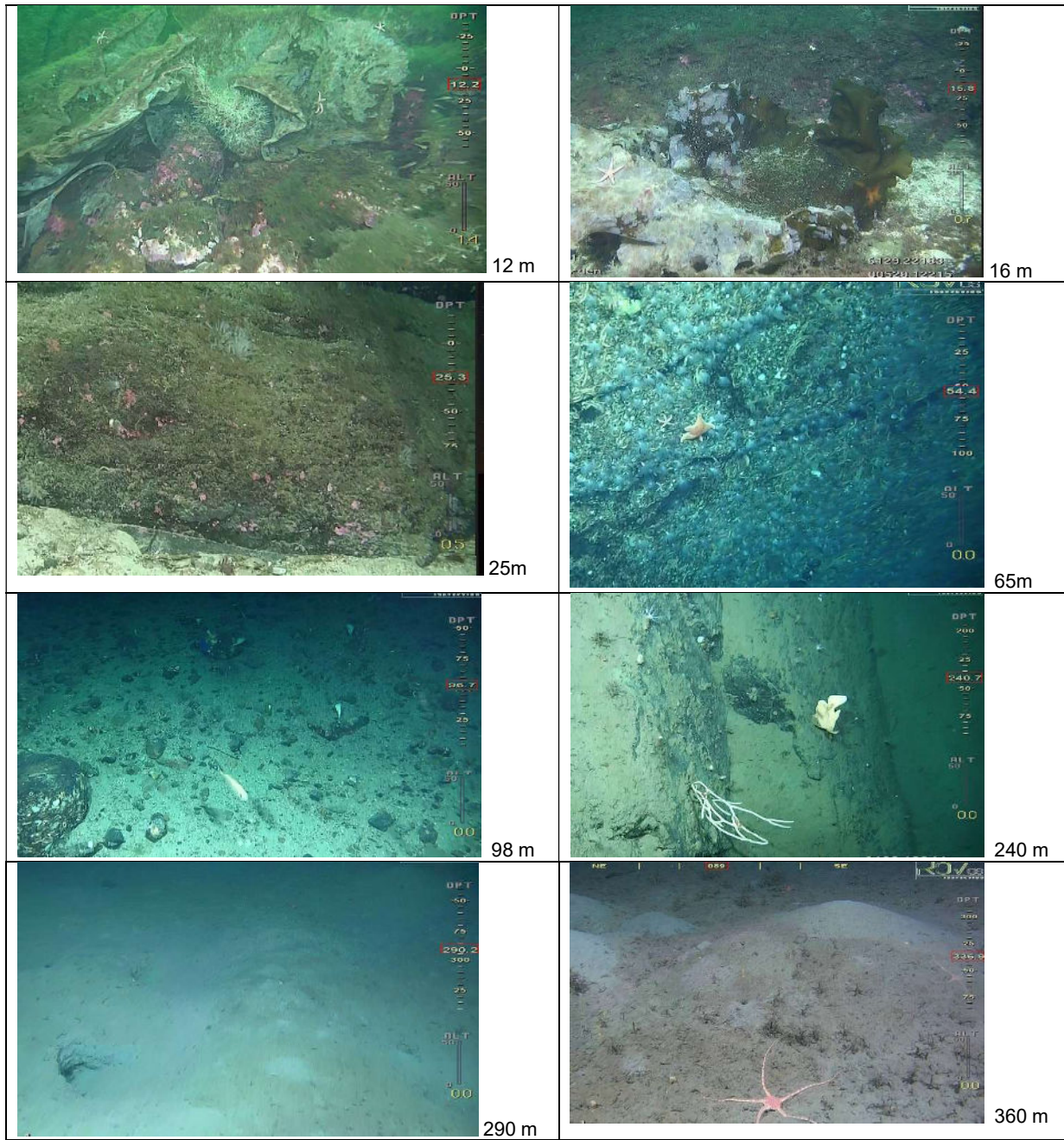
3.5 Annen fauna assosiert med bløtbunnshabitat

Det har blitt gjennomført visuell kartlegging i og utenfor deponiområdet en rekke ganger (NIVA, 2007; DNV GL, 2014; DNV, 2024). I 2024 ble det også filmet langs en oppgitt tråkkorridor benyttet av Havforskningsinstituttet i 2023 hvor det er oppgitt funn av bambuskorall i løpet av trål-transektet (Søvik et al., 2023).

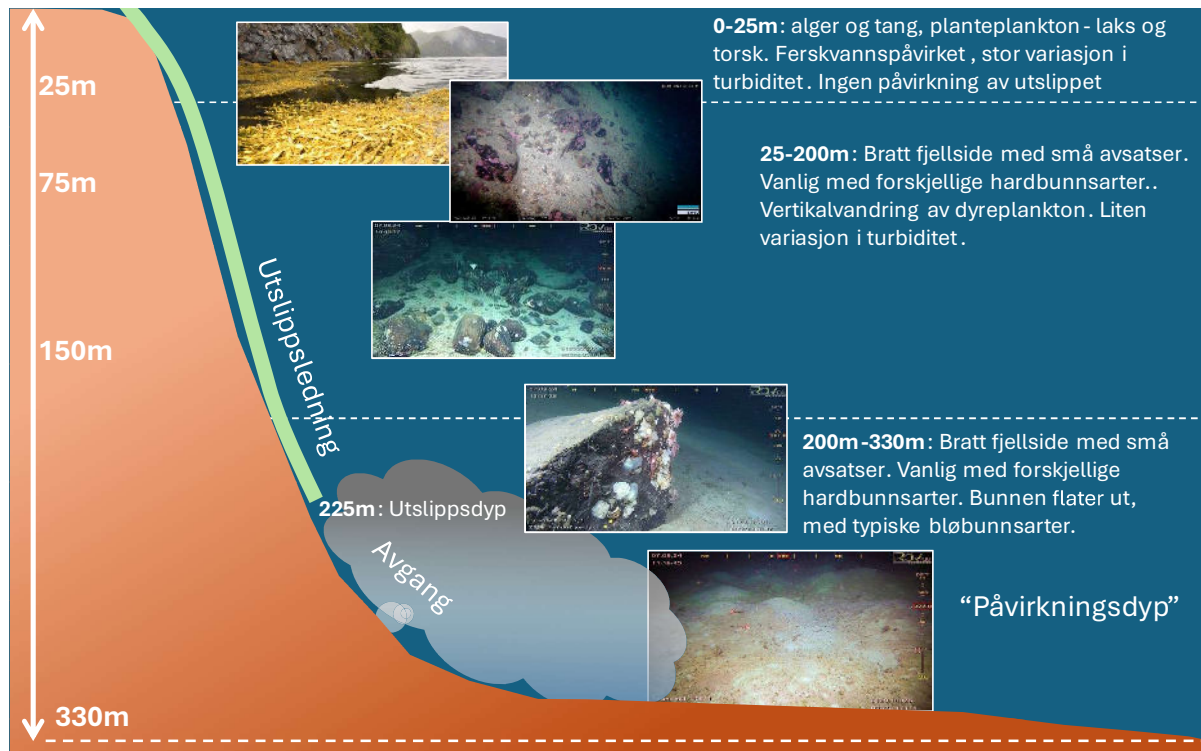
Oppsummert fra 2024 rapporten (DNV, 2024): Det ble ikke gjort funn av dypvannskoraller eller andre rødlistede korallsamfunn. Dette er i tråd med tidligere undersøkelser utført av NIVA (2008) og DNV GL (2014). Det ble søkt aktivt langs bunnen av fjellvegger og oppover langs fjellveggene. Det er usannsynlig at det forekommer dypvannskoraller (*Desmophyllum pertusum* eller hardbunnskorallskog) i nærområdet til deponiet ved Engebø.

Bambuskoraller ble heller ikke observert i noen av transektene. HI har tidligere rapportert (Søvik et al., 2023) om funn av bambuskorall i tråltrekk utført gjennom grense for deponi. DNV la visuelle kartleggingslinjer over oppgitte posisjoner for disse tråltrekkene, uten å se tegn til bambuskoraller. DNV kan ikke utelukke at det forekommer mindre ansamlinger av bambuskoraller innenfor deponiområdet, men i DNVs erfaring er disse forbundet med havbunnen nærmere fjellvegger eller i områder med noe økt strøm/ turbulens, og disse områdene er relativt detaljert kartlagt i denne undersøkelsen. Muligens er individer HI fanget i sine tråltrekk fanget mot slutten av tråltrekket, og dermed utenfor DNVs visuelle kartleggingstransekter og også utenfor deponiområdet.

De visuelle kartleggingene på dypt vann i Førdefjorden har avdekket sunn naturlig havbunn med relativt høy artsrikhet, og gjenspeiler et fjordsystem med god vannutskiftning. I Figur 6 er det vist bilder fra ulike dyp fra transekten inne i deponiet. Fra tare ved 12-16m dyp, til en nokså loddrett fjellvegg med relativt få arter til bunnen på nesten 300m dyp.



Figur 6. Eksempelbilder fra overflaten ned til bunnen av Førdefjorden deponiområdet. Fra DNV (2024).



Figur 7. Skjematisk oversikt over utslippsstedet. Det er forventet at en påvirkning av miljøet først og fremst vil kunne skje i de dypere delene av fjorden. Fra utslippsdypet og ned til ca 330m. I overflaten og ned til ca 25-30m dyp, hvor lyset slipper ned, vokser alger/tare. Fra ca 25m går bunnen nærmest loddrett slik at det kun er arter som kan feste seg til fjellveggen som er etablert. Litt ulike avsatser dypere enn 200m, mens en marin sjøbunn, «bløtbunns habitat» er dominerende fra 270-330m dyp

3.6 Ringvirkninger av redusert bløtbunnsamfunn

Ramirez-Llodra et al (2015 og 2022) beskriver effekter av hypersedimentering på bløtbunnsamfunn, og beskrevet tidligere i dette notatet. I tillegg til hypersedimentering vil det være sekundære effekter med et redusert bløtbunnsamfunn. Typisk vil det være redusert viktighet som næringsgrunnlag for andre organismer (for eksempel fisk), redusert gyteareal, men også redusere næringssaltomsetning, som i neste omgang kan gi lavere primærproduksjon.

4 VURDERING AV SANNSYNLIG PÅVIRKNING AV VANNFOREKOMSTEN

I dette notatet vurderes hvilke sannsynlige effekter deponering av avgangsmasser vil ha på Vannforekomsten Førdefjorden-ytre, både på kort og lenger sikt.

4.1 Bløtbunnssamfunn

Med utgangspunkt i Tabell 1 (oversikt over kvalitetselementer) er det først og fremst bløtbunnssamfunn og hydromorfologisk kvalitetselementer som er relevante for diskusjon om miljøpåvirkning. En av parameterne innen hydromorfologisk kvalitetselementer er prosent påvirkning av substratet.

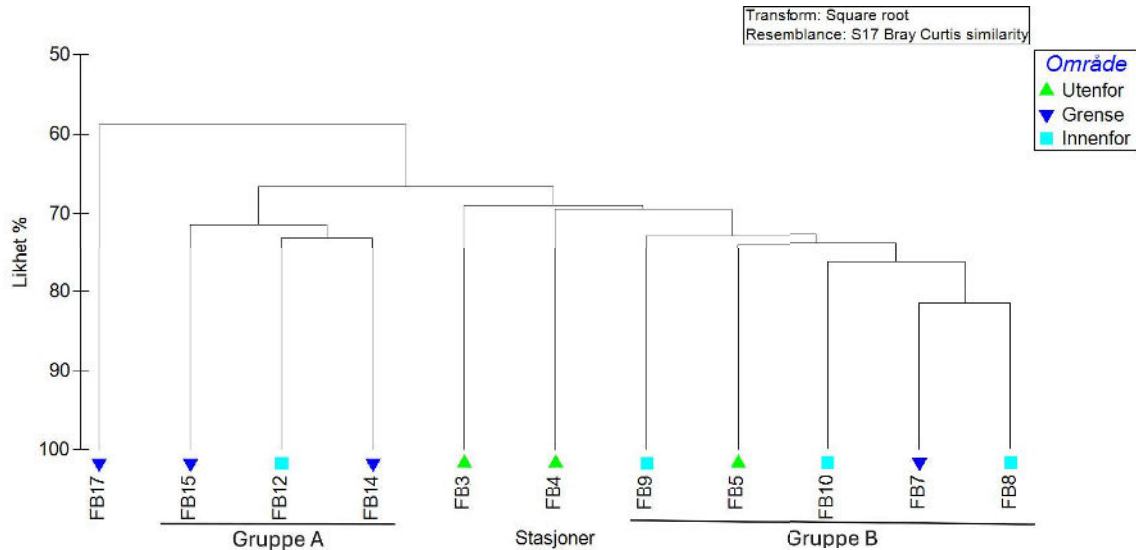
Det er beregnet at mindre enn 5% av vannforekomsten «0281010202-C Førdefjorden-ytre» vil motta deponerte avgangsmasser som kan påvirke bløtbunnssamfunnet.

Bløtbunnssamfunn er analysert i Førdefjorden flere ganger (2007, 2023 og 2024), og undersøkelsene viser et rikt bunndyrssamfunn (NIVA 2007; DNV, 2024 og 2025), og typisk for en vestlandsfjord. Naturtypen/habitat «bløtbunn» dekker hele bunnen i Vannforekomsten (se forklaring i faktaboksen til høyre). Mindre enn 5% av bløtbunnen i vannforekomsten anses å bli påvirket av deponering av avgangsmassene. Bløtbunnssamfunnet i hele vannforekomsten er verdsatt innenfor kategori C (dvs ingen spesiell vektning, men lokalt viktig). Og som eksemplet i faktaboksen til høyre tar opp; dersom bare 5% av hele bløtbunnsområdet er påvirket, kan det neppe hevdes at dette er en merkbar økologisk virkning for hele vannforekomsten (basert på Klassifiseringsveileder).

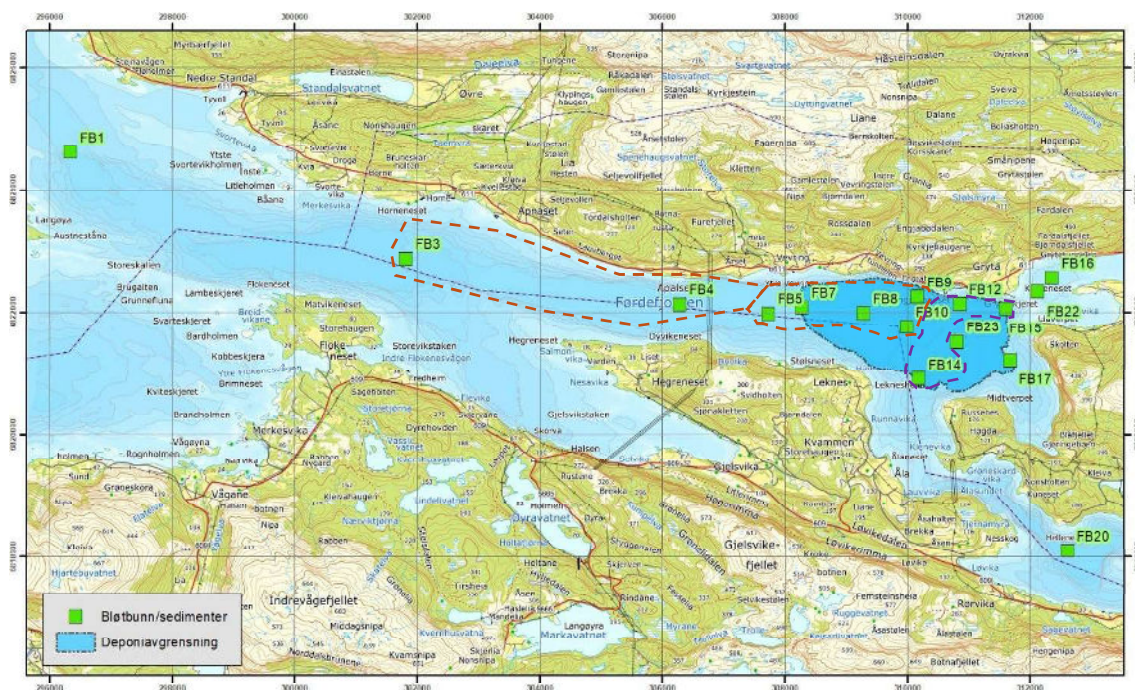
De undersøkelsene som har blitt gjennomført har vist et rikt bunndyrssamfunn som ivaretar de ulike funksjonene som bløtbunnssamfunn skal ha for å fungere som et sunt samfunn. Som vist i Figur 5 fortsetter naturtypen bløtbunn også lenger vest og begrenses ikke av vannforekomstens utstrekning. Bunnsfaunaen i deponiområdet skiller seg ikke fra andre områder av vannforekomsten. Det er beregnet at det vil være en effekt på bløtbunnssamfunnet som utgjør mindre enn 5% av vannforekomsten, men ellers i fjorden og vannforekomsten Førdefjorden-ytre, vil det fortsatt være et velfungerende og intakt bløtbunnssamfunn.

En multivariat analyse er utført for å undersøke forskjeller i faunasammensetning mellom stasjoner innenfor og utenfor deponiet (Figur 8 og Figur 9), altså stasjoner som dekker hele vannforekomsten, med unntak av Redalsvika som skiller seg ut med et belastet bunndyrssamfunn grunnet periodevis lite vannutskifning. Ved 70 % likhet (som kan betraktes som relativt stor likhet) dannes to hovedgrupper basert på artssammensetning og dybde. Gruppe A (FB15, FB12 og FB14) ligger på ca. 250 m og har høyere forekomst av børstemarkene *Spiochaetopterus typicus* og *Paramphinoe jeffreysii*. FB17 ligger på samme dybde, men skiller seg hovedsakelig ut med flere arter og individer. Øvrige stasjoner ligger dypere enn 300 m, og stasjonene utenfor deponiområdet (FB3, FB4 og FB5) ligner mer på disse enn på de grunne. Faunasammensetningen er ellers relativt lik mellom stasjoner innenfor, på grensen og utenfor deponiområdet, når dybde tas i betraktning. Deponiområdet fremstår derfor ikke som unikt for fjorden.

Fra Klassifiseringsveileder: Eksempelvis hvis bløtbunnsarealet som er påvirket er det eneste i hele forekomsten, er graden av økologisk påvirkning sannsynligvis stor (noe bløtbunnsfauna kan bli utryddet fra forekomsten). **Dersom man derimot bare påvirker 5 % av hele bløtbunnsområdet, kan man neppe hevde en merkbar økologisk virkning.....** I tillegg må det tas hensyn til verdien av naturtypen som er påvirket. Dette kan gjøres gjennom vektning av andelen med verdisettingen til naturtypen. For naturtyper med verdisetting A (Naturtyper som er av nasjonal verdi), multipliseres prosentvis påvirket areal innenfor vannforekomsten med 3. Prosentvis påvirket areal av naturtype med verdisetting B blir multiplisert med 2, mens alle areal innenfor kategori C har 1 som vektfaktor (ingen vektning). På denne måten legges det større vekt på påvirkninger av areal med stor nasjonal eller regional naturtypeverdi.



Figur 8. Clusteranalyse av faunasammensetning på stasjonsnivå, innenfor og utenfor deponiområdet.



Figur 9. Resultatet fra clusteranalysen presentert i kart med stasjonsoversikt, hvor stasjoner med mest likhet er sirklet inn.

I tillegg vil en kunne anta, basert på tilsvarende deponier, at det vil skje en rask rekolonisering. Ikke nødvendigvis med tilsvarende artssammensetning som før deponering, men et bunndyrssamfunn med et rikt biologisk mangfold, med god rekruttering fra omliggende områder. Når det gjelder bløtbunnsfaunaen er det fra NYKOS studiene spesielt lagt vekt på at effekter i overgangssonen (dvs. mellom det upåvirkede og selve deponiområdet) kan være utfordrende å analysere da indeksene som benyttes ikke er fininddelte nok. De anbefaler også å vurdere levesettet til organismer. En annen erfaring som ble tatt opp i NYKOS er at når en forlater et område (for eksempel når en flytter avgangsrøret til et nytt

Side 12 av 15

område eller avslutter deponeringen) så vil en se en rask tilførsel av arter (rekolonisering), men at det kan flere år før en får et stabilt samfunn.

En oversikt over studier knyttet til **rekolonisering** har blitt presentert og diskutert av Ramirez-Llodra et al. (2022) (NYKOS-prosjektet). En rask innledende kolonisering har blitt observert etter avsluttet deponering (Olsgard og Hasle, 1993; Kline og Stekoll, 2001; Burd, 2002; Trannum et al., 2018). Konklusjonen fra disse studiene er at koloniseringen skjer innen 1–2 år, men at det kan ta opptil flere tiår før faunasammensetningen og konsentrasjonene av metaller og andre persistente kjemikalier er tilbake til sin opprinnelige tilstand (dette gjelder deponering med høyt innhold av metaller). Tilsvarende re-kolonisering av bløtbunnsamfunnet er vist for Bøkfjorden, etter at Sydvaranger Gruver avsluttet deponering i 2015, med gode forhold 4 år etter avsluttet deponering (Åkerblå, 2018; Rådgivende Biologer, 2019). Basert på denne kunnskapen er det sannsynlig at når deponeringen ved Engebø Rutile and Garnet opphører så vil det skje en rask re-kolonisering, og da spesielt i overgangsområdene, men også i selve hovednedslagsfeltet for deponiet. Dette betyr at det innenfor deponiområdet vil skje både en reduksjon i biologisk mangfold i området med aktiv deponering, og en re-kolonisering i de delene hvor deponering er avsluttet.

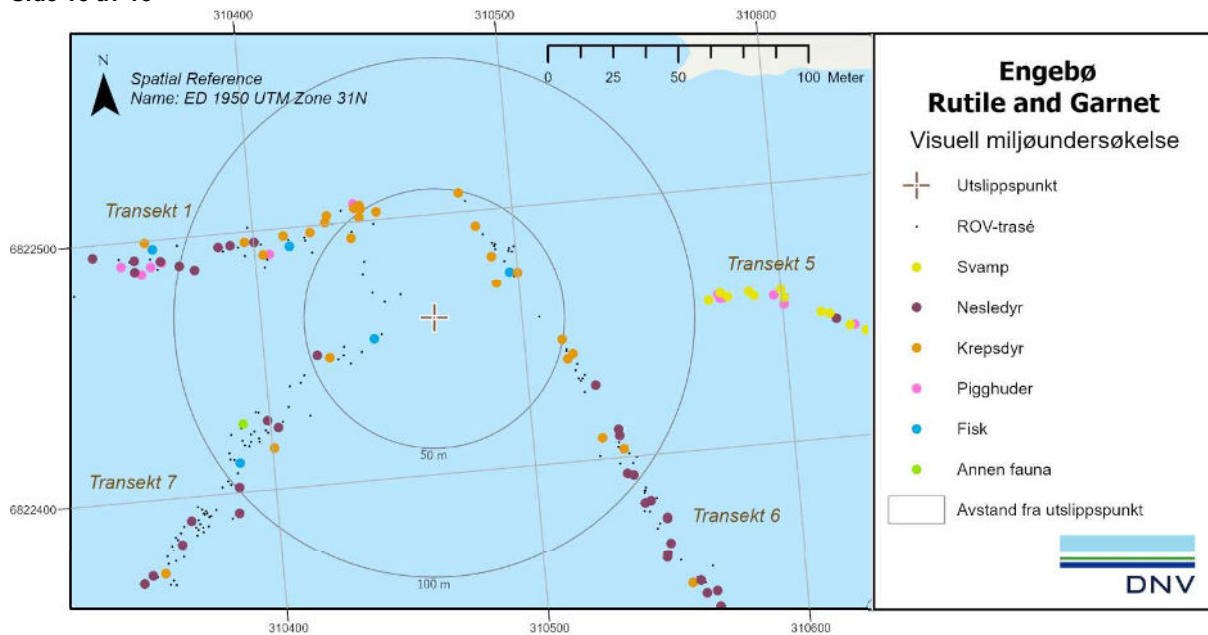
4.2 Visuell kartlegging

I juli 2025 ble det gjennomført undervannsfilmning i områdene ved deponiet. Videoen er gjennomgått for å vurdere utbredelsen av ulike arter/artsgrupper opp imot avstand til deponiet. Det ble filmet fire transekter, det meste av filmingen ble gjort på ca 300m dyp, og resultatene er tegnet inn på et kart som viser forekomst av arter. I Figur 10 er det vist forekomsten av de ulike gruppene med fauna.

Havbunnen domineres av mudderbunn, med innslag av hardbunn og sandbunn på enkelte lokaliteter, særlig i transekt 5. I ytre deler av transektene ble det observert aktiv fauna, inkludert børstemark og gravende megafauna, mens disse forekomstene avtok nær utslippspunktet. Hardbunnspartier viste forekomst av spesialiserte arter som svamp og nesledyr, mens kampestein og fjellvegg bidro til lokal habitatvariasjon. Søppel ble registrert ved flere tilfeller og kan ha lokal påvirkning på bunnmiljøet.

Faunaobservasjonene viser tydelige mønstre i artssammensetning og tetthet. Filtrerende og sedimentavhengige arter som svamp, sjøanemoner og krepsdyr forekom i høyere tetthet i ytre deler av transektene, men avtok nær utslippspunktet. Pigghuder som rød sjøpølse og sjøstjerner ble logget per individ og viser samme trend med redusert forekomst innenfor 100–200 meter fra utslippet. Registreringer av fisk var jevnt fordelt, men som hovedsakelig pelagiske arter har de begrenset verdi som indikatorer på lokal påvirkning. Transektene viser ulik grad av påvirkning, der transekt 7 skiller seg ut med tegn til påvirkning på faunaen ved 200 meters avstand fra utslippspunktet.

Basert på den visuelle kartlegging er det vanskelig visuelt å se direkte effekter utenfor 200m fra deponiet. Det vil si at det er et område som er mindre enn 0,1 km² hvor en ser en redusert fauna på grunn av sedimentering av deponerte avgangsmasser.



Figur 10. Forekomsten av de ulike gruppene med fauna nærmest utslippet til Engebø Rutile and Garnet i juli 2025. Merk at i deler av transektene er det filmet langs en fjellskråning (spesielt ved transekt 5).

5 OPPSUMMERING

Engebø Rutile and Garnet har strenge grenseverdier i sin tillatelse, og som vil bli fulgt opp med jevnlig overvåking. I praksis betyr dette at det skal være svært lavt innhold av partikler i vannmassene fra overflaten og ned til ca 200m dyp under drift. Partikkelspredning og avsetning av avgang på sjøbunnen skal derfor kun gi lokal påvirkning i de dypereliggende deler av fjorden (fra 200m og ned til 330m). I henhold til de biologiske kvalitetselementene gitt i klassifiseringveilederen vil det først og fremst være bløtbunnfauna som vil kunne bli påvirket av avgangen (de andre biologiske kvalitetselementene er assosiert til den eufotiske sone, det vil si fra overflaten og ned til 25-30m dyp).

Habitattypen «bløtbunn» dominerer de dypere deler av Førdefjorden, og studier har vist at det er stor likhet i bløtbunnssamfunnet i hele fjorden innenfor samme dybdeområde. Dette gjelder både makrofauna, men også forekomst av ulike fiskearter. Det er beregnet at areal med påvirket bløtbunnssamfunnet vil utgjør mindre enn 5% av total arealet til vannforekomsten. I og med at faunaen har stor likhet (stor artslighet) i hele fjorden er det stor sannsynlighet for at det vil skje en rask re-kolonisering når deponeringen opphører med arter som finnes ellers i fjorden. Tilsvarende det som er registrert både i Dyngadypet utenfor Jøssingfjorden, og i Bøkfjorden. I og med at avgangsmassene er forskjellig fra områdene rundt (for eksempel med en annen partikkelfordeling) er det sannsynlig at bløtbunnssamfunnet som etableres i det avsluttede deponiområdet, vil ha en annen fordeling av arter. Likevel vil dette være et sunt samfunn med de samme funksjonene. Tilsvarende vil arealet som mottar større mengder avgangsmasser trolig være mindre gunstig som gyte- eller næringsområde for fisk eller andre bunnlevende organismer.

For å følge utviklingen av spredning av partikler, avsetning av partikler på sjøbunnen og påvirkning av bløtbunnssamfunn, er det allerede etablert et overvåkingsprogram som inkluderer kontinuerlig overvåking, og hyppig prøvetaking. Resultatene fra overvåkingen skal avdekke om deponeringen skjer slik som tiltenkt, slik at bedriften eventuelt kan igangsette korrigerende tiltak for å sikre at grenseverdiene overholdes.

6 REFERANSER

- Burd, B.J., 2002. Evaluation of mine tailing's effects on a benthic marine infaunal community over 29 years. *Mar. Environ. Res.* 53, 481–519.
- DNV, 2022. Miljøovervåkingprogram Engebøprosjektet. Rapportnr.: 2022-1188, rev 2
- DNV, 2024. Grunnlagsundersøkelser 2023. Rapportnr.: 2024-1195
- DNV, 2025. Samlerapport: basisundersøkelser gjennomført før oppstart av gruvedrift. Rapportnr.: 2025-0050.
- DNV GL, 2014. Marinbiologisk tilleggsundersøkelse i Førdefjorden. Rapport nr.: 2014-1193. Rev.1.
- Jensen, T. & K. Hylland, 2019. Environmental Adaptive Management: Application on Submarine Mine Tailings Disposal. Integrated Environmental Assessment and Management — Volume 9999, Number 9999.
- Kline, E.R., Stekoll, M.S., 2001. Colonization of mine tailings by marine invertebrates. *Mar. Environ. Res.* 51, 301–325.
- Lamberg, A. & Ugedal, O. 2023, Smoltutvandringsforløp registrert med undervannskamera i Nausta og Redalselva i Førdefjorden i 2021 og 2022. SNA-rapport 16/2023
- NIVA 2007. Dyrelivet på bunnen av Førdefjorden og bunnsedimentenes sammensetning. Undersøkelser 2007. O-27199
- Olsgard, F., Hasle, J.R., 1993. Impact of waste from titanium mining on benthic fauna. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 172, 184–213.
- Ramirez-Llodra, E., Trannum, H.C., Evenset, A., Levin, L.A., Andersson, M., Finne, T.E., Hilario, A., Flem, B., Christensen, G., Schaanning, M., Vanreusel, A., 2015. Submarine and deep-sea mine tailing placements: a review of current practices, environmental issues, natural analogs and knowledge gaps in Norway and internationally. *Mar. Pollut. Bull.* 97, 13–35.
- Ramirez-Llodra, E., Trannum, H.C., Andersen, G.S., Baeten, N.J., Brooks, S.J., Escudero-Oñate, C., Gundersen, H., Kleiv, P.A., Ibragimova, O., Lepland, A., Nepstad, R., Sandøy, R., Schaanning, M.T., Shimmield, T., Yakushev, E., Ferrando-Climent, L., Høgaas, P.H., 2022. *New insights into submarine tailing disposal for a reduced environmental footprint: Lessons learnt from Norwegian fjords*. Marine Pollution Bulletin 174.
- Rådgivende Biologer, 2019. Miljøgransking i Sør Varanger. Rapportnr.: 2986.
- SINTEF, 2020. Dream modelling in Førdefjorden. Project memo (Project no.: 302004074).
- Smit, M. G. D., Holthaus, K. I. E., Trannum, H. C., Neff, J. M., Kjeilen-Eilertsen, G., Jak, R. G., Singsaas, I., Huijbregts, M. A. J., Hendriks, J. A., 2008. Species sensitivity distributions for suspended clays, sediment burial, and grain size change in the marine environment. *Environmental Toxicology and Chemistry*, Vol. 27, No. 4, pp. 1006–1012
- Søvik G., Falkenhaug, T., Zimmermann, F., (IMR), Gallo, N.D., (UiB), Nedreaas, K., Danre, J.B., Hovland, T., Thangstad, T.H., Olsen, S.A., Johnsen, E. og Asplin, L. (IMR) et al. 2023. Toktrapport fra økosystemtokt i Vestlandsfjordene. Hydrografi, vannkjemi, reker, krill, bunnfisk, tobis og Periphylla. Toktrapport nr. 11 2023.
- Trannum, H.C., Gundersen, H., Escudero-Oñate, C., et al., 2018. Effects of submarine mine tailings on macrobenthic community structure and ecosystem processes. *Sci. Tot. Environ.* 630, 189–202.
- Åkerblå, 2018. Miljøundersøkelse i Bøkfjorden i Pasvik vannområde. Rapportnr.: MCR-M-18X094-Bøkfjorden