

Fiskeridirektoratet  
Postboks 185 Sentrum  
5804 Bergen

Att: Frank Jacobsen

Deres ref:

Vår ref: 2009/1183

Bergen 27.10.2014

Arkivnr: 008

Løpenr: 11174/2014

## TILLEGGSUNDERSØKELSER FOR ENGEBØPROSJEKTET

Vi henviser til forespørsel fra Fiskeridirektoratet 07.10.14 som ønsker Havforskningsinstituttets vurdering av tilleggsrapportene som nå foreligger. Det er utført strømmålinger, strømmodelleringer, vurdering av flokkulering ved hjelp av kjemikalier, modellering av partikkelspredning, og fiske- og faunaundersøkelser. Den faglige vurderingen av de foreliggende rapportene er utført av Lars Asplin (*fysisk oseanograf*), Terje van der Meeren (*fiskeribiolog*), Agnar Kvellestad (*veterinær, fiskepatolog*, NMBU) og Jan Helge Fosså (*marinbiolog, økolog*).

## STRØMFORHOLD OG MODELLERING

*"Strømmodellering med SINMOD i Førdefjorden"* (rapport F26336 versjon 1, Alver, Michelsen og Ellingsen, 19-09-2014).

Rapporten beskriver arbeidet med å måle strømdata til bruk i modellering av partikkelspredning i forbindelse med utslippene til Førdefjorden. Strømmodelleringen er validert mot observasjoner i fjorden gjennomført av Det Norske Veritas.

Oppsettet av SINMOD som beskrives i rapporten er i utgangspunktet tilfredsstillende i den forstand at alle relevante drivkrefter er inkludert og at modellområdet har stor nok geografisk utstrekning. Den horisontale oppløsningen av det numeriske beregningsgitteret er også tilstrekkelig. Bruken av vertikale z-koordinater kan derimot være noe uhensiktsmessig siden disse vil gi en mindre presis beskrivelse av vertikale variasjoner av strømmene i de øvre ca. 10 m, først og fremst gjelder det strøm skapt av vind og ferskvannsavrenning. Bruken av atmosfæriske drivkrefter fra ERA-Interim med en beskrevet romlig oppløsning på 0,5 grader, dvs. ca. 50 km, er altfor grov til å gi en realistisk beskrivelse av den vinddrevne strømmen. Dette er en svakhet ved modellsimuleringene.

Ved presentasjonen av resultatene fra ett års simulering gjøres det i rapporten et utvalg av måneder som ikke er fullstendig, og man får inntrykket at kun periodene med de beste overenstemmelsene med observasjonene er valgt ut. Det burde være selvsagt at fullstendige tidsserier for hele simuleringperioden vises. Det presenteres nesten utelukkende månedsmiddelverdier, men dette har mindre relevans for spredningsstrøm. Statistiske mål på variabiliteten til strømmen og vektlegging av strømepisoder med ensrettet strøm av noen timers til noen dagers varighet burde i større grad

sammenlignes med observasjonene. Observasjonene viser at slike strømeperioder forekommer jevnlig gjennom året med hastigheter som kan være flere ganger høyere enn middelhastighetene. Rapporten konkluderer med at SINMOD underestimerer strømmen med 0,02-0,03 m/s, men at dette er lite siden strømhastighetene gjennomgående er lave. Denne konklusjonen forklares ikke. I relative størrelser representerer dette underestimatet i strømodellresultatene en feil på 100 % og høyere, og for en ensrettet strøm med hastighet 0,03 m/s betyr dette at vannmassene i modellen fraktes avgårde 2,5 km for lite hvert døgn. Dette er en vesentlig transport med tanke på størrelsen av det aktuelle deponiområdet.

De rapporterte feilestimatene er ikke urimelige ved denne typen numerisk strømodellering, men dette må tas hensyn til ved bruken av resultatene i modellering av partikkelspredningen. Dersom modellstrømmen i tillegg underestimerer varighet og verdier av strømeperioder, noe som også er typisk for denne typen numeriske modeller, må også dette tas hensyn til.

Forøvrig har rapporten ulike enheter for samme parameter, noen enheter er feil, det brukes en blanding av engelsk og norsk i figurer og stedvis feil nummerering av figurer sammenlignet med teksten. Dette gir et uryddig inntrykk. Analysen virker også uferdig og referansene er ufullstendige. Ved det gode metodiske utgangspunktet med SINMOD-modellen og DNV sine strømmålinger gjennom et helt år ligger det til rette for en mye bedre og relevant måte å analysere dataene på. Dessuten er det ikke godt nok å bruke dataene bare fra mars måned til spredningsmodelleringen. Mars måned er en strømmessig rolig måned. Senere på våren vil vi forvente adskillig mer dynamikk i systemet. Dette begrensede utvalget kan også vise seg å bidra til en vesentlig undervurdering av spredningen.

## UTSYNKING AV PARTIKLER

*”Utsynkingsforsøk med flokkulert avgang fra Engebøfjellet”*, Vogelsang, C. og Bjerkeng, B. (2014) NIVA RAPPORT L.NR. 6624-2014.

### Flokkuleringsmiddel

I NIVA Rapport nr. 6624-2014 er forsøkene med utsynking av partikler utført hovedsakelig ved anvendelse av flokkuleringsmidlet Magnafloc 155 (anionisk polyakrylamid) på 15 mg/kg tørrstoff. Dette ble funnet å være mest effektivt. I hoveddokumentet for konsekvensutredningen (KU) i Førdefjorden er det angitt et estimat for utslipp av Magnafloc 155 på kun 10 tonn/år. Med de nye resultatene fra NIVA-rapporten vil derimot det totale utslippet av Magnafloc 155 utgjøre ca 90 tonn/år ved utslipp av 6 mill. tonn avgangsmasse/år. Dette er en økning på 9 ganger og i kontrast til følgende utsagn fra kap. 6.1.2 i KUs hoveddokument: *”Nye flokkuleringstester har vist at god effekt oppnås med 5 ganger lavere konsentrasjon enn de opprinnelige estimatene”*.

Videre heter det i samme kapittel i hoveddokumentet til KU at *”En beregning av mengden akrylamid i suspensjonen som kommer ut av avgangsrøret viser en konsentrasjon på ca. 0,5 µg/l. Det er da antatt at 100 % av Magnafloc som tilsettes ender opp i avgangen. Konsentrasjonen er en faktor ca. 80 lavere enn PNECverdien (PNEC verdien har sikkerhetsfaktor på 50) og derfor langt under grensen for hva som kan regnes som giftig for fisk”*. Med de nye verdiene for Magnafloc 155 som NIVA Rapport nr. 6624-2014 foreslår blir konsentrasjonen av akrylamid (kreftfremkallende stoff) i utslippet økt og avstanden til grenseverdiene betydelig redusert.

### Synkehastighet

NIVA Rapport nr. 6624-2014 hevder at ”Målet med forsøkene var å få fram en ekvivalent kornfordelingskurve som kan brukes til å få realistisk utsynking, dvs. som tar hensyn til aggregering, når den brukes med Stokes' lov for uavhengig utsynking av partikler ved modellering av partikkelspredning og utsynking”. Forsøkene er gjennomført i kolonner hvor flokkulert avgang tilsettes sjøvann under omrøring før partikkelstørrelse og synkehastighet bestemmes under sedimentering uten videre omrøring. Resultatene fra forsøkene er deretter benyttet i simuleringen av partikkelspredning med DREAM-modellen.

I rapporten beregnes synkehastighet i forsøkene ut fra en temperatur på 17,5°C og saltholdighet på 34 ppt, med unntak av forsøk 5 der saltholdigheten var 39,6 ppt. Disse forholdene er ikke realistiske for dypvannet i Førdefjorden, som i juli 2014 var ca 7,5°C og 35 ppt. Saltere og kaldere vann øker vannets viskositet og reduserer synkehastigheten. For forsøk 1 til 4 i rapporten betyr dette at synkehastighetene i dypvannet i Førdefjorden er 24 % lavere (vår beregning) enn oppgitt i tabellene, men dette er korrigert for i modelleringen.

Videre må det stilles spørsmål om laboratorieforsøkene i rapporten er representative for situasjonen i selve avgangssystemet og i fjordvannet. Dette gjelder både selve innblandingen av sjøvann i avgangen, påvirkningen på partiklene i avgangen ved transport gjennom utslippsrøret, og hva som skjer med avgangen etter at den har forlatt utslippsrøret. Laboratorieforsøkene prøver å tilstrebe ideelle forhold for utsynking i stillestående vann og i rapporten advares det mot avvik fra dette på grunn av konveksjon i forsøkskolonnen skapt av temperaturforskjeller, reststrøm etter omrøring, og vannbevegelser generert av prøvetakingen. Det antydes at rapporten vil underestimere synkehastighet. Faktum er at vannet i fjorden i seg selv ikke på noen som helst måte vil være stillestående eller uten turbulens. I tillegg vil vannet i selve utslippet være litt ferskere enn omgivende sjøvann, og derved skape ekstra turbulens for de minste partiklene under innblandingen med fjordvannet noen tid etter utslippet. Selve ”plumen” vil også skape mengder av turbulens som kan påvirke flokkulering og partikkelspredning. Det kan derfor stilles spørsmål om partikkelstørrelser og synkehastigheter som er estimert i NIVA Rapport nr. 6624-2014 heller er overestimert med tanke på den reelle situasjonen ved utslipp i fjordvannet.

### Partikkelspredning med DREAM

Spredningsstudiene gjøres tilsynelatende med ukorrigerede strømfelt fra SINMOD uten at det er korrigert for konklusjonen om at de beregnede hastighetene kan være mer enn 100% underestimerte i forhold til de observerte strømhastighetene. Dette vil åpenbart føre til at partikkelspredningen er for liten. Sammen med det subjektive valget at finfraksjonen av partikler er neglisjerbar, og dermed ikke inkludert i simuleringene, representerer spredningsresultatene en minimumsspredning. For det framtidige spredningsscenariet der bunnforholdene er endret pga deponeringen, er det valgt å kun simulere en måned noe som virker lite. Dessuten er mars måned valgt, og dette er den måneden fra de numeriske strømmodellresultatene med lavest strømhastighet. Igjen virker det som om arbeidet har fokusert på å minimalisere spredningen framfor å finne den totale mulige variasjonen eller å vurdere en føre-var tilnærming.

## VIDEOUNDERSØKELSER AV MAKROBENTHOS

”Marinbiologisk tilleggsundersøkelse i Førdefjorden”, Nordic Rutile AS, DNV GL – Report No. 2014-1193, Rev A, Doc. No.: 18BHORT-10, 2014-09-15.

Den visuelle kartleggingen består av 5 transekter på tvers av fjorden i det aktuelle deponiområdet. Slike transekter gir et relativt godt bilde av den generelle faunaen i fjorden ned langs de bratte fjellveggene og på den bløte fjordbunnen. Funnene er greit oppsummert i Tabell 2-1, selv om det er en del feil i denne. Rapporten konkluderer at tettheten av arter og individer generelt er lave med enkelte tettere grupperinger noen steder langs fjellveggen. Det ble ikke funnet *Lophelia*-koraller i fjellsidene. I diskusjonen trekkes den visuelle kartleggingen fra KU frem hvor man i sin tid konkluderte at strømmen langs fjordsidene var for lav for korallvekst.

Vi har ikke hatt tilgang til de fullstendige videofilmene, men har sett det som ligger på nettsidene til Nordic Mining (<http://vimeo.com/108095785>). På visse steder hurtigspoles filmene slik at det blir litt vanskelig å bedømme resultatene. Imidlertid viser transektene at denne delen av Førdefjorden har de karakteristiske artene som kjennetegner en frisk og så godt som upåvirket fjord, f. eks. *Parastichopus*, *Munida*, *Pandalus* og *Nephrops*. Vi er ikke enig i konklusjonen om at det er få arter og individer. For oss ser det ut som en normal fauna i minst normale tettheter. Noen steder, spesielt langs bergveggene, finnes det høye tettheter av enkelte arter. På hver eneste transekt er det gode forekomster av den kommersielt verdifulle sjøkrepsen (*Nephrops norvegicus*). For oss ser det ut til å være spesielt mye av denne i det påtenkte deponiområde. Men, spolingene av filmene gjør det vanskelig med en sikker vurdering. Uvisst av hvilken grunn er sjøkrepsen ikke tatt med i Tabell 2-1 der hvor artenes tetthet blir estimert.

Det er ikke godt å vite hva konklusjonen om få arter og få individer bygger på siden det i rapporten ikke finnes sammenligninger med noen (andre) kvantitative undersøkelser. Imidlertid finnes det i KU en sammenligning av Førdefjordens bløtbunnsfauna med andre fjorder på Vestlandet. Denne undersøkelsen som ble foretatt med grabb, viste at Førdefjorden utmerket seg med meget høye arts- og individtall. Etter vår mening støtter videofilmene opp under en slik konklusjon.

Transektene som er foretatt egner seg i liten grad til å undersøke forekomst av korallrev, siden de dekker en svært liten del av fjellveggene. For virkelig å avgjøre om korallrev finnes må man bruke en mer målrettet metode og søke på steder hvor man normalt vil finne korallrev hvis de er der. Videoene viser forekomst av *Acesta excavata* på alle transekter, og den finnes både på sørsiden og nordsiden av fjorden på dyp mellom 87 og 215 m. Spesielt på transekt 5 på nordsiden ved inngangen til Redalsvika er det store og tette forekomster av *Acesta* sammen med lusuer. Slike forekomster er typisk for de stedene også *Lophelia* finnes i fjordene. Men, *Acesta* kan også vokse på steder med mindre strøm fordi den er en av verdens mest effektive filtrerere. Et individ kan filtrere opp til 50 l vann i timen, mens gjennomsnittet ligger på 30 l. Dette betyr at *Acesta* vil være spesielt utsatt for påvirkning av gruveslam i fjorden, akkurat som en del svamper (*Geodia*) som også er meget effektive filtrerere og som stenger pumpingen som fører til redusert størrelse og lagringsenergi med partikkelmengder på 5-50 mg/l.

## FISK

”Marinbiologisk tilleggsundersøkelse i Førdefjorden”, Nordic Rutile AS, DNV GL – Report No. 2014-1193, Rev A, Doc. No.: 18BHORT-10, 2014-09-15.

### Ål

Når det gjelder ål i Førdefjorden har Havforskningsinstituttets betraktning vært at blankål som er på gytevandring ut mot havet om høsten foretar store døgnlige forflytninger vertikalt som kan bringe den i direkte kontakt med avgangsmassene på bunnen eller svevepartikler i vannsøylen (ref. notat sendt Fiskeri- og Kystdepartementet fra HI den 23-4-2013). Blankål på vandring ut fra kysten har spesifikke døgnlige vertikale vandring og kan foreta dykk ned til 500-700 m dyp i den lyse delen av døgnet eller til bunns hvis dypet er grunnere enn dette. Videre sier notatet at prøvofiske ikke er en egnet metode for å påvise vandringsdyp hos ål da det ikke er utviklet redskap som vil fungere på 300 m dyp. Egnet metodikk vil derimot være enten akustiske merker eller ”pop-up” satellittmerker. Blankålen kan fanges på vei ut av elvene i Gryta og Redalen eller på grunt vann i sjøen for så å måles, registreres og merkes.

Undersøkelsen som nå er gjennomført og rapportert av DNV GL (Rapport nr. 2014-1193) bekrefter kun tidligere observasjoner fra Havforskningsinstituttet: at det finnes ål på grunt vann i sjøen i fjordområdet både i og like utenfor deponiet. Undersøkelsen sier ingenting om hvilken type ål dette er, om det er modnende ål på gytevandring (blankål) eller umoden gulål. Det er heller ikke angitt noen lengdemålinger eller målinger av annen ytre morfologi knyttet til kjønnsmodning (farge, øyediameter, svømmefinnelengde og kondisjon). Ut fra undersøkelsen kan det altså ikke bestemmes hvilken type ål som befinner seg i området, men fangstperioden (fra midten av mai til begynnelsen av august) utelukker at det kan ha vært blankål da denne hovedsakelig er på vandring senere på høsten. Undersøkelsen kan derfor ikke gi svar på om det kan forekomme modnede ål i det påtenkte deponiområdet, eller om denne kan komme i direkte kontakt med avgangen på vandringen ut av fjorden. Konklusjonen om at ”Modelleringsresultater viser at fisk som oppholder seg i øvre vannlag som for eksempel ål og laks ikke vil bli påvirket av avgangen”, forutsetter at blankål på vandring ikke svømmer ned i dypet, noe som ikke er undersøkt i Førdefjorden. Denne konklusjonen kan derfor være feil.

### Torsk

DNV GL sin rapport nr. 2014-1193 (kapittel 2.1) konkluderer med at ”Effekter på bentopelagiske arter for eksempel torsk forventes å være svært begrenset fordi voksne fisk vil svømme vekk fra partikkelskyen og derfor ikke bli eksponert over lang tid”. I våre høringsuttalelser har vi tidligere nettopp gitt uttrykk for at fisk som er på vandring til gytefeltene i de dypere delene av fjorden vil kunne skremmes vekk, både av partikkelskyer fra gruveavgangen og av støy fra sprengningene i Engebøfjellet. Dette kan lede til at fisken vil velge andre gyteområder som kan være mindre optimale med hensyn til avkommets overlevelse og rekruttering. Rapporten kommer ikke med nye opplysninger som rokker ved denne usikkerheten. Dette vil gjelde både dypvannsfisk som benytter området som gyteområde, og fisk som vandrer gjennom området langs bunnen eller i de dypere vannlag.

Merkeforsøk i andre norske fjorder har vist at det er en betydelig tilbakevandring hos torsk til gyteområder den tidligere har benyttet (Karlsen og van der Meeren 2013). Mekanismene torsken bruker for å finne tilbake til gyteområdene er derimot ukjente, og det samme gjelder vandringsdyp hos kysttorsken. Utsagnet i DNV GL sin rapport nr. 2014-1193 om at ”Torsk på vei inn for å gyte i Redalsvika forventes ikke å bevege seg på stort dyp fordi den må passere en terskel på 50-60 m rett før Redalsvika” har derfor intet faglig grunnlag. Fiskere som benytter området hevder at de får torsk

minst ned mot 100 m dyp i skråningen utenfor terskelen til Redalsvika (som for øvrig er på 27 m dyp). DNV rapporterer at det ble foretatt prøvefiske med breiflabbgarn og trollgarn langs transekter i deponiområdet. Metodikken benyttet for dette garnfisket var ikke egnet for å kunne påvise torsk på gytevandring. Breiflabbgarn har litt for stor maskevidde til å kunne fange torsk effektivt, og var satt utenfor det som kan være det mest interessante området med hensyn til vandringsrute for torsken (på nordsiden av fjorden utenfor Engebø). Utenfor Engebø og inn mot åpningen til Redalsvika ble det derimot benyttet trollgarn som ble satt pelagisk oppe i vannsøylen. Trollgarn er vanligvis et bunngarn. Ikke overraskende var det ingen fangst i trollgarna.

Tidspunkt for garnfisket er ikke angitt i rapporten, og det er derfor ikke mulig å vite om garnfisket foregikk under gytevandringen som forventes å skje i januar og februar. I rapportens diskusjon og konklusjon på side 22 antydes det at trollgarnfisket var spesifikt for å fange torsk, og det refereres til dårlig torskefiske om sommeren. Hvis trollgarn ble satt pelagisk om sommeren for å fange torsk på gytevandring så er dette helt feil tidspunkt og metode.

### **Andre fiskearter**

DNV GL sin rapport nr. 2014-1193 angir at det ble fanget to kveiter på breiflabbgarn som var satt i transekter inn mot Ålasundet. Kveitene er begge av en størrelse som innebærer at de kan være kjønnsmodne, men rapporten angir ingenting om fangstdyp, kjønn eller modningsstatus. Heller ikke fangsttidspunkt er angitt. Det er derfor ikke mulig å vurdere om dette er kveite som er på vandring inn til et mulig gyteområde som fiskere hevder skal finnes inne ved Helgøyna i det indre fjordbassenget innenfor Ålasundet. Kveitebestanden i Sør-Norge er regnet å være på et svært lavt nivå. Rapporten angir også at det i garnfisket ble fanget 5 breiflabb, uten at størrelse, kjønn eller modningsstatus er angitt.

I rapporten er det listet opp fiskearter som ble observert ved videoundersøkelser med ROV i fem transekter gjennom deponiområdet. Video av utvalgte områder fra disse undersøkelsene er også lagt tilgjengelige på internett der det er satt navn på en del fiskearter observert på transekt nr. T3. Ut fra vurderingen av selve videoen slik den foreligger på internett og DNV GL sin rapport er det noen åpenbare feil og mangler i fremstillingen, både på videoen og i Tabell 2-1 i rapporten. For eksempel er fisken på Figur 2-5e i rapporten ikke lysprikkfisk, men sølvtorsk (*Gadiculus argenteus*). Videre er "Pleuronectiformes indet." i Tabell 2-1 i rapporten smørflyndre (*Glyptocephalus cynoglossus*). På videoen ses tydelig to stykker taggmakrell (også kalt hestemakrell, *Trachurus trachurus*) og en sypike (*Trisopterus minutus*) som ikke er nevnt i Tabell 2-1 i rapporten. I videoen er tunge (*Solea vulgaris*) angitt, men ikke vist i Tabell 2-1. Det er for øvrig overveiende sannsynlig at dette ikke er tunge, men smørflyndre. Til slutt hevder både videoen på nettet og Tabell 2-1 i rapporten at det er observert lange (*Molva molva*), men dette er feil da langene på videoen etter alt og dømme er blålange (*Molva dypterygia*). Blålange står nå som sterkt truet (EN) på Artsdatabankens rødliste av 2010, og var vurdert som sårbar (VU) på rødlisten i 2006.

## EGG- OG LARVEUNDERSØKELSER

Eggundersøkelsene er foretatt i samsvar med Havforskningsinstituttets metodikk, men prøver burde også vært fiksert på etanol slik at man kunne verifisert artssammensetning ved DNA-metoder slik det gjøres på naturtypekartleggingen av gyteområder. Videre ble undersøkelsen foretatt kun i en kort periode og sent i sesongen (23.-25. april). Disse forholdene er en klar mangel, spesielt fordi gyting var forventet tidligere våren 2014 på grunn av en svært mild vinter med forhøyet vanntemperatur. Torsk og hyse har normalt gytetopp i slutten av mars, og det vil ikke uventet være lite egg igjen i slutten av april for disse to artene. Ulike arter vil ofte ha forskjellige gytetidspunkt, og undersøkelser burde derfor vært foretatt flere ganger fra tidlig mars og utover våren og forsommeren. Det er en styrke at eggtrekk er foretatt i hele vannsøylen, men tilleggstrekk fra bunn til overflaten burde vært foretatt på alle stasjonene. For å vurdere nærhet til et gyteområde burde eggstadier vært angitt, noe som ikke er gjort.

Funn av store mengder langeegg vest for Engebøneset er et svært interessant funn, spesielt i lys av at det kun ble observert blålange under videoundersøkelsene (se ovenfor) og at halvparten av langene fanget i en undersøkelse av dypvannsfisk i Førdefjorden høsten 2008 var blålange. Egg av blålange er ikke beskrevet i litteraturen, men larvene til lange og blålange er svært like. Det er derfor ikke usannsynlig at det rapporterte gyteområdet for lange kan være et gyteområde for blålange. Dette bør undersøkes på nytt med molekylære metoder, og hvis det er blålange som gyter her, ville det være første gang at et gyteområde for denne rødlistede arten påvises.

### Havforskningsinstituttets gyteundersøkelser 2014

Havforskningsinstituttet har i 2014 undersøkt gyteområdene i Førdefjorden på nytt som et ledd i den pågående naturtypekartleggingen. Rundt det planlagte gruvedeponiet i Førdefjorden, og spesielt på Redals- og Liavika, er det funnet en av de høyeste konsentrasjonene av torskeegg i Sogn og Fjordane. Også i Gjelsvika, rett vest for deponiet, ble det funnet svært høye konsentrasjoner av torskeegg. Avanserte beregninger av hvor eggene driver, foretatt av Havforskningsinstituttet, viser at disse to stasjonene må ses som deler av samme gyteområde. Beregninger av hvordan eggene driver med strømmen viser at en stor andel av eggene blir holdt tilbake på gyteområdet i denne delen av Førdefjorden. Det er dermed grunn til å tro at torskestammen i området har en lokal identitet. Tidligere merkeforsøk i Masfjorden og i Troms og Finnmark viser at torsk som oppholder seg på gyteområdene i fjordene med noen få unntak også bruker en større del av kysten utenfor som beiteområde utenom gytesesongen.

DNV GL -rapporten konkluderer at ”Resultatene indikerer ingen viktige gytefelt for torsk i deponiområdet i prøvetakingsperioden”. Dette er som ventet da prøvetakingen foregikk for sent på året. Ut fra våre egne funn er det klart at det finnes meget viktige gytefelt for torsk i umiddelbar nærhet til det foreslåtte deponiet. For lange og eller blålange forventer vi at et mulig gytefelt nettopp kan være nede i dypet i deponiet.

Sammenligninger med nabofjordene Strandafjorden og Nordalsfjorden viser at ytre og indre Førdefjorden er viktig også for sandflyndre, brosme, gapeflyndre og skrubbe. Mengden egg som ble funnet samsvarer godt med hva som ble funnet av Havforskningsinstituttet under feltundersøkelsene i 2010 og 2011.

### Grenseverdier for svevepartikler i vannsøylen

”Marinbiologisk tilleggsundersøkelse i Førdefjorden”, Nordic Rutile AS, DNV GL – Report No. 2014-1193, Rev A, Doc. No.: 18BHORT-10, 2014-09-15.

I våre kommentarer om dette legger vi vekt på langvarig påvirkning fra svevepartikler da vi anser dette som viktigere enn eventuelle kortvarige høye konsentrasjoner. LC50-verdier (konsentrasjoner som gir 50 % dødelighet innen en tidsperiode, for eksempel et døgn) er lite egnet til å vurdere kroniske effekter.

Fisk holdes ofte i beskyttede omgivelser når de eksperimentelt eksponeres kortvarig for partikler, slik at effekter som fremstår som subletale i forsøk kan være letale (f.eks. pga. predasjon) dersom fisken eksponeres over lenger tid for det samme i vill tilstand.

Det kommenteres grenseverdier for svevepartikler i vannsøylen, i rapporten omtalt som ”**laveste rapporterte effektkonsentrasjon**”. Denne tilnærmingen har fordeler med tanke på føre-var-prinsippet, men det er en mangel her at rapporten sier lite om hva som menes med effekt, og den siterer ikke alle relevante studier. Dette skal omtales nærmere nedenfor. Innledningsvis betrakter DNV GL modellerte partikler som ”inerte mineralpartikler”. Dermed tas det ikke høyde for bruk av kjemikalier hvis formål er å feste seg til partikkeloverflaten og gi disse økt synkehastighet. Disse industriskapte partiklene kan derfor ha andre egenskaper enn hva den refererte litteraturen viser til. I kap. 3.2 ”Bakgrunn” skilles det ”mellom effektkonsentrasjon for akutte (letale) og kroniske (subletale) effekter i publiserte studier”. Dette er påstander som strider mot erfaringer fra human- og veterinærmedisin. Akutt og kronisk refererer til tid, og det er ofte slik at akutte skader ikke er letale, eller at kroniske skader ikke er subletale. Dette har konsekvenser for videre vurderinger i rapporten, hvor en kronisk skade (dvs. en skade som er til stede over en viss tid) kan være subletal dersom den vurderes i et kortere tidsperspektiv (som 2-7 uker i denne rapporten) og letal dersom den vurderes i et lengre perspektiv (en fisk kan leve i flere år).

I rapporten er effektgrenser for fisk vurdert i kap. 3.2.1. Rapporten har unøyaktig begrepsanvendelse og betydelige feil i bruk av referert litteratur eller manglende referanser til relevant litteratur. Rapporten skulle være en ny og uavhengig vurdering, allikevel er to avsnitt avskrift fra en NIVA-rapport (Dale et al. 2008, NIVA LNR 5689) uten at dette opplyses. I kapitlet i DNV GL-rapporten er det foreslått grenseverdier basert på en modell for laksefisk, noe som ikke uten videre kan overføres til marin fisk. Grensen for *subletale effekter* i juvenil og voksen fisk er satt tilsvarende laveste rapporterte partikkelkonsentrasjon i modellen som gir vekstreduksjon i en kronisk eksponeringssituasjon (50 mg/L). Redusert vekst er allerede en betydelig påvirkning på fisken og er knyttet til redusert matinntak og fysiologisk stress. Samtidig sier rapporten at 50 mg/L også er en grense for unnvikelse. En nyere litteraturgjennomgang (Page 2014a, NIWA Client Report No WLG2014-7:1-22, 2014) viser derimot at unnvikelse skjer ved langt lavere konsentrasjoner, ned mot 3-5 mg/l for torsk. Unnvikelse ved at fisken skremmes vekk under vandringen til gyteområdene kan nettopp bli en av de alvorligste påvirkningene for rekrutteringen hos kystpopulasjoner av marin fisk i Førdefjorden.

Unnvikelse vil også være langt vanskeligere for stasjonær fiskeyngel. Siden det totalt mangler data på effekter av **gruvepartikler** på fisk bør grenseverdiene settes meget konservativt. Den foreslåtte grenseverdien på 50 mg/l er derfor alt for høy og må justeres både i henhold til føre-var-prinsippet og eksisterende litteratur på marin fisk. Det er verd å merke seg at langt lavere grenseverdier er satt for effekter av **sedimentpartikler** andre steder i verden, for eksempel under byggingen av bro- og



tunnelforbindelsen over Fehmarnbelt mellom Tyskland og Danmark (10 mg/l) og i anbefalinger fra Australia and New Zealand Environment Conservation Council (ANZECC) (2-3 mg/l).

Tilsvarende vil også gjelde for den foreslåtte grenseverdien i rapporten til DNV GL for subletale effekter (reduisert vekst) hos fiskelarver (20 mg/l). Redusert vekst vil være dramatisk for fiskelarver da dødelighet grunnet predasjon vil øke. I tillegg vurderer ikke rapporten effekter på fiskeegg. Det er vist at torskkeegg synker allerede ved partikkelkonsentrasjoner på 4 mg/l. Grenseverdien for marine fiskeegg og larver må derfor settes langt lavere og i tråd med en anbefaling på 2 mg/l i en litteraturgjennomgang som kom tidligere i år (Page 2014b, NIWA Client Report No WLG2012-61:1-22, 2014).

### **Oppsummering om grenseverdier**

En samlet vurdering av resultater fra flere publikasjoner tilsier en generell grenseverdi på < 5 mg/l for langvarig eksponering. Tre forhold må videre med i vurderingen; (1) at prosjektet dreier seg om industriskapte partikler av en type hvis effekter på livet i sjøen ikke er undersøkte, at det (2) må legges inn sikkerhetsmarginer baserte på føre-var-prinsippet, og at det (3) må foretas en vurdering på økosystemnivå.

En så høy verdi som 50 mg/l gjør at det blir stor forskjell mellom grenseverdien og de estimerte verdiene for svevepartikler i fjorden. En mer realistisk grenseverdi (< 5 mg/l) tydeliggjør at sikkerhetsmarginene er vesentlig mindre. Et kriterium for ingen eller nesten ingen effekt kunne være konsentrasjoner som tillater selvreproduserende fiskepopulasjoner i området.

### **SPRENGNINGER**

Fritt svømmende fisk av en art er ikke mindre følsom enn fisk i oppdrett. Fritt svømmende fisk kan imidlertid evakuere (skremmeeffekt) og kan derfor muligens være mindre sårbare for effekter fra sprengningene. Vi anser det ikke som sannsynlig at nylig bunnslått torskkeyngel på grunnområdene i Redalsvika og ved Grytaskjæret kan evakuere. Yngelen vil kunne vokse opp under forhold som kan gi mer stress, og som kan ha negative effekter på fødeinntak og unngåelse av predasjon. I tillegg kan sprengningene representere et fysiologisk stress i seg selv.

## OPPSUMMERING OG KONKLUSJONER

### Strøm og spredning

- Strømmodellen som er brukt har med alle viktige drivkrefter.
- Det er brukt gjennomsnittshastigheter som i liten grad viser potensialet for spredning. Gjennomsnittshastighetene kan være underestimert med 100 % og mer. Det er episodene med høyere strømhastighet enn gjennomsnittet som har det største spredningspotensialet. De forekommer hyppig gjennom hele året og er ikke tatt med i beregningene. Spredningen er derfor underestimert, den kan til og med være betydelig underestimert.
- Til spredningsmodelleringen er kun mars måned brukt. Mars er en rolig måned og vil ikke representere forholdene i fjorden gjennom året. Resultatet blir en underestimert av strømmen.

### Flokkulering og synkehastighet

- Forsøk viser at for å oppnå en lav synkehastighet på gruvelslammet må det tilsettes 9 ganger mer kjemikalier enn det som ble tatt som utgangspunkt i KU. Derfor må man bruke 90 tonn/år av Magnafloc 155 i stedet for 10 tonn/år.
- Med de nye mengdene av Magnafloc 155 som foreslås blir konsentrasjonen av akrylamid (kreftfremkallende stoff) i utslippet økt og avstanden til grenseverdiene betydelig redusert.

### Makrobenthos - store bunndyr

- Rapporten konkluderer at videoene viser en fauna med få arter og individer. Denne konklusjonen stemmer ikke overens med den foreliggende dokumentasjonen. Faunaen er derimot typisk for en frisk og upåvirket fjord med minst normale tettheter av store bunndyr.

### **- Det påtenkte deponiområdet ser ut til å være spesielt rikt på den kommersielt verdifulle sjøkrepsen.**

- På begge sider av fjorden finnes til dels tette bestander av kjempefilskjell som ofte forekommer sammen med lusuer og *Lophelia*-koraller langs fjellsidene i fjordene. I denne undersøkelsen ble revkoraller ikke funnet. Metodikken som er brukt er imidlertid for svak til å kunne konkludere at det ikke finnes revkoraller i fjordavsnittet.
- Kjempefilskjell (*Acesta excavata*) er en av verdens mest effektive filterere og er derfor meget utsatt for en nedslamming av fjorden.
- Fra KU vet vi at Førdefjorden har en bløtbunnsfauna som er spesielt rik på arter og individer sammenlignet med andre fjorder på Vestlandet.

### Fisk

- Metoden til å undersøke ål er feilaktig og kan ikke gi svar på om det kan finnes modnende ål (blankål) i det påtenkte deponiet.
- Konklusjonen om at ”Modelleringsresultater viser at fisk som oppholder seg i øvre vannlag som for eksempel ål og laks ikke vil bli påvirket av avgangen”, forutsetter at blankål på vandring ikke svømmer ned i dypet, noe som ikke er undersøkt i Førdefjorden. Denne konklusjonen er følgelig gjort på manglende grunnlag.

- I vår uttalelse til KU viste vi til usikkerhet om torsk på vandring inn til gytefeltene kunne skremmes vekk av partikler og sprengninger. Rapporten kommer ikke med nye opplysninger som rokker ved denne usikkerheten.
- Vandringsdyp hos kysttorsken er ukjent. Utsagnet om at ”*Torsk på vei inn for å gyte i Redalsvika forventes ikke å bevege seg på stort dyp fordi den må passere en terskel på 50-60 m rett før Redalsvika*” har derfor intet faglig grunnlag.
- Det ble benyttet feil metodikk i forsøket på å påvise torsk på gytevandring. Både tidspunkt på året, garntypene samt stedene og måten de ble satt var uegnet til å undersøke gytevandring for torsk.
- I opparbeidingen av andre fiskearter enn ål og torsk, f.eks. kveite har ikke hverken fangstidspunkt, størrelse, kjønn eller modningsstatus blitt registrert. Dette er opplysninger som kan være med på å avgjøre om det er fisk som er klar til gyting man fanger.
- Det er en rekke feil og mangler med observasjonene fra videoene som for eksempel feil artsbestemmelser og manglende registreringer av fisk som faktisk er tilstede på videoene.
- **Et spesielt tilfelle er feilbestemmelse av flere "langer" som alle skal være blålange. Blålange er i følge Artsdatabanken rødlistet i 2010 som sterkt truet med koden EN.**

### **Egg- og larveundersøkelser**

- DNV GL -rapporten konkluderer at ”*Resultatene indikerer ingen viktige gytefelt for torsk i deponiområdet i prøvetakingsperioden*”. Dette er som ventet da prøvetakingen foregikk for sent på året.
- Havforskningsinstituttet har tidligere vist at det i 2010 og 2011 var betydelig gyting av torsk både i Redalsvika og Gjelsvika.
- Havforskningsinstituttets undersøkelser i 2014 bekrefter og forsterker resultatene fra 2010 og 2011. I og rundt det mulige gruvedeponiet, og spesielt på Redals- og Liavika, er det funnet en av de høyeste konsentrasjonene av torskeegg i Sogn og Fjordane. Også i Gjelsvika, rett vest for deponiet, ble det funnet svært høye konsentrasjoner av torskeegg.
- Førdefjorden er også et viktig gyteområde for sandflyndre, brosme, gapeflyndre og skrubbe.
- **Det planlagte deponiområdet og områdene i umiddelbar nærhet er av de viktigste gytefeltene i Sogn og Fjordane**
- Havforskningsinstituttets funn viser at det er høy risiko for at det planlagte deponiområdet kan få stor negativ betydning for kysttorsken.
- Det er registrert store mengder langeegg vest for Engebøneset. Halvparten av langene fanget i en undersøkelse i 2008 var blålange. På videofilmene fra det planlagte deponiområdet ble det registrert unge individer av blålange. Dette kan tyde på at det er blålange som gyter her. **Det vil i tilfelle bli historiens første påviste gytefelt for den sterkt truede og rødlistede blålangen.** Det må imidlertid genetisk prøvetaking av eggene for å konstatere om eggene er fra vanlig lange eller blålange.

## Grenseverdier for fisk

- DNV GL-rapporten fremstår her som amatørmessig, med unøyaktig begrepsanvendelse og betydelige feil i bruk av referert litteratur eller manglende referanser til relevant litteratur. For eksempel er koblingene mellom akutte/kroniske og letale/subletale effekter feil.

- Rapportens konklusjon om en grenseverdi på 50 mg/l for subletale effekter på fisk (vekst og unnvikelse) representerer allerede en betydelig påvirkning. For torsk er det vist at unnvikelse kan opptre helt ned til 3-5 mg/l. Unnvikelse og skremming er et sentralt moment i vår vurdering av effekt for gytevandringen til marin fisk i fjorden.

- Rapportens konklusjon om en grenseverdi på 20 mg/l for subletale effekter (reduert vekst) på fiskelarver kan ha store konsekvenser for overlevelsen til fiskelarvene. Effekter av gruvepartikler på fiskeegg er ikke vurdert.

- Havforskningsinstituttet vil anbefale at de foreslåtte grenseverdiene justeres både i henhold til føre-var-prinsippet og eksisterende litteratur på marin fisk. Tre forhold må vurderes; (1) at prosjektet dreier seg om industriskapte partikler av en type hvis effekter på livet i sjøen ikke er undersøkt, at det (2) må legges inn sikkerhetsmarginer basert på føre-var-prinsippet, og at det (3) må foretas en vurdering på økosystemnivå.

## Sluttord

Det er et gjennomgående trekk i rapportene at man nedvurderer de biologiske og økologiske forhold. Man undervurderer strømhastighetene i modelleringen og dermed spredningspotensialet for gruveslam, man undervurderer fjordens betydning for fisk, man undervurderer partiklers påvirkning på fisk og bruker for høye grenseverdier for negativ påvirkning, man undervurderer fjordens biologiske mangfold, samtidig som metodikken ofte ikke er egnet til noen konklusjoner i det hele tatt. Spesielt er de fiskebiologiske undersøkelsene og konklusjonene av en lav faglig standard. Dette er alvorlig med tanke på at det planlagte gruveprosjektet representerer en meget omfattende og langvarig forurensning av Førdefjorden.

Havforskningsinstituttet har i tidligere høringsuttalelser på utslippssøknad og forslag til reguleringsplan konkludert at det planlagte fjordeponiet ikke representerer en bærekraftig bruk av fjorden. Vi har klart frarådet de planlagte utslippene.

Selv om vi har påvist betydelige feil og mangler i de foreliggende rapportene, forsterker disse sammen med våre egne gytefeltundersøkelser våre tidligere konklusjoner.

Vennlig hilsen

Karin Kroon Boxaspen  
forskningsdirektør

Jan Helge Fosså  
forsker