



HØRINGSUTTAELSE VEDRØRENDE REGULERINGSPLAN MED KONSEKVENSTREDNING FOR UTVINNING AV GULL I BOGADALEN- KOLSVIK I BINDAL KOMMUNE.

Terje van der Meeren

med bidrag fra Lars Asplin, Tina Kutti, Guldborg Sjøvik, Tanja Kögel, Sigurd Heiberg
Espeland, Vidar Wennevik, André Marcel Bienfait, Stig Valdersnes, Robin Ørnsrud og
Samuel Rastrick

Havforskningsinstituttet
2020



HØRINGSUTTALELSE VEDRØRENDE REGULERINGSPLAN MED KONSEKVENsutREDNING FOR UTVINNING AV GULL I BOGADALEN - KOLSVIK I BINDAL KOMMUNE

Samlet vurdering

HI vurderer at kunnskapsgrunnlaget som er lagt ved forslaget til reguleringsplan for etablering av sjødeponi i Tosenfjorden, har klare faglige mangler og er foreldet. Gruveavfallet vil være finmalt i svært stor grad, og spredning av finpartikulært materiale, nanopartikler og mikroplast er ikke tilstrekkelig vurdert. Kritiske forutsetninger for at sjødeponiet etableres innenfor de angitte grensene i planforslaget er ikke sannsynliggjort, og kjemisk sammensetning av gruveavfallet er ikke angitt. Kartlegging av marint biologisk mangfold viktig for fjordøkosystemets funksjon mangler i betydelig grad, og eksisterende kunnskap er ikke vurdert. Dette innbefatter rødlistede arter, forekomst av marin fisk, gyteområder for marin fisk, plankton og organismer på hardbunn og bløtbunn. I tillegg mangler oppdatert vurdering av bestandssituasjonen for laksefisk. *Ut fra foreliggende data i konsekvensutredningen, innhenting av data fra offentlige naturdatabaser og nyere kunnskap om sjødeponier, vil Havforskningsinstituttet fraråde at det gis tillatelse til å etablere et sjødeponi i Tosenfjorden.*

Innledning

Det vises til høring om forslag til reguleringsplan for Bogadalen - Kollsvik - PlanID: 201501 - Bindal kommune, lagt ut på Bindal kommune sine hjemmesider 29. oktober 2019 (<https://www.bindal.kommune.no/aktuelt/horing-forslag-til-reguleringsplan-for-bogadalen-kolsvik.4583.aspx>). Forslaget til reguleringsplan innebærer at sjøareal i Tosenfjorden er tenkt regulert til sjødeponi for gruveavfall (gruveavgang). Etter kontakt mellom Fiskeridirektoratet Region Midt og Bindal kommune ble høringsdokumenter med forslag til reguleringsplan og konsekvensutredning (KU) sendt til Havforskningsinstituttet. På forespørsel ble også utvalgte grunnlagsdokumenter referert til i tabell på side 79 i KU sendt til Havforskningsinstituttet. Det er ikke angitt når KU ble gjennomført, men grunnlagsrapportene som KU refererer til er fra tidsrommet 2007-2014, hvor alle miljø- og biologiske undersøkelser er fra før 2007.

I forslaget til reguleringsplan er det satt av 460 dekar til deponi i sjø for gruvevirksomheten. Avgangen utgjør ca. 200 000 tonn pr. år (548 tonn pr. døgn), og med en foreløpig beregnet malmforekomst på 2 millioner tonn tilsvarer dette en driftsperiode på 10 år eller opp mot 15 år hvis den årlige produksjonen begrenses innledningsvis til 60 000 tonn pr. år med en gradvis



opptrapping. Avgangen vil ha en svært høy grad av finmaling fordi de små og tyngre gullpartiklene skal separeres gravimetrisk fra malmen ved sentrifugering. Det vil derfor ikke bli benyttet kjemikalier i prosessen. I KU er det ikke angitt noen sammenhengende kornfordeling av avgangen, annet enn at 33,3 % vil være partikler med størrelse $< 2 \mu\text{m}$ (leire) ut fra vekt og resten (66,7 %) vil være i størrelsesområdet 2 - 63 μm (silt). Avgangen vil bestå av nesten 80 % kalsiumkarbonat og 20 % ulike silikater, iblandet arsenkis, svovelkis, blyglans og andre tungmetaller. Avgangen blandes med ferskvann og er planlagt ført fra gruva ca. 5 km oppe i Bogadalen til Tosenfjorden i et plastrør der utslippet vil skje på 100 m dyp utenfor Kolsvikbogen. I vår høringsuttalelse vil vi vurdere tiltakets effekter på marint liv og økosystemet i fjorden, herunder anadrom laksefisk.

Modellert spredning av passive partikler i Tosenfjorden

Metode

Havforskningsinstituttet opererer strømodellsystemet NorFjords160 der informasjon om det fysiske miljøet er lagret time for time med en horisontal oppløsning på 160 m og med 35 vertikale nivåer. Basert på strøm i 200 m dyp har vi simulert spredning av passive partikler fra det antatte utslippspunktet i deponiområdet med spredningsmodellen Ladim. Dette er det samme modellsystemet som Havforskningsinstituttet bruker i vår rådgivning om blant annet lakselusspredning (f.eks. Asplin m.fl. 2014; Bannister m. fl. 2016, Myksvoll m.fl. 2018; Skarøhamar m.fl. 2018). I denne kjøringen av modellen tillates ikke partiklene å flytte seg vertikalt, men vil drive horisontalt i 200 m dyp. Dette er gjort for å undersøke potensiell spredning av små partikler med neglisjerbar synkehastighet.

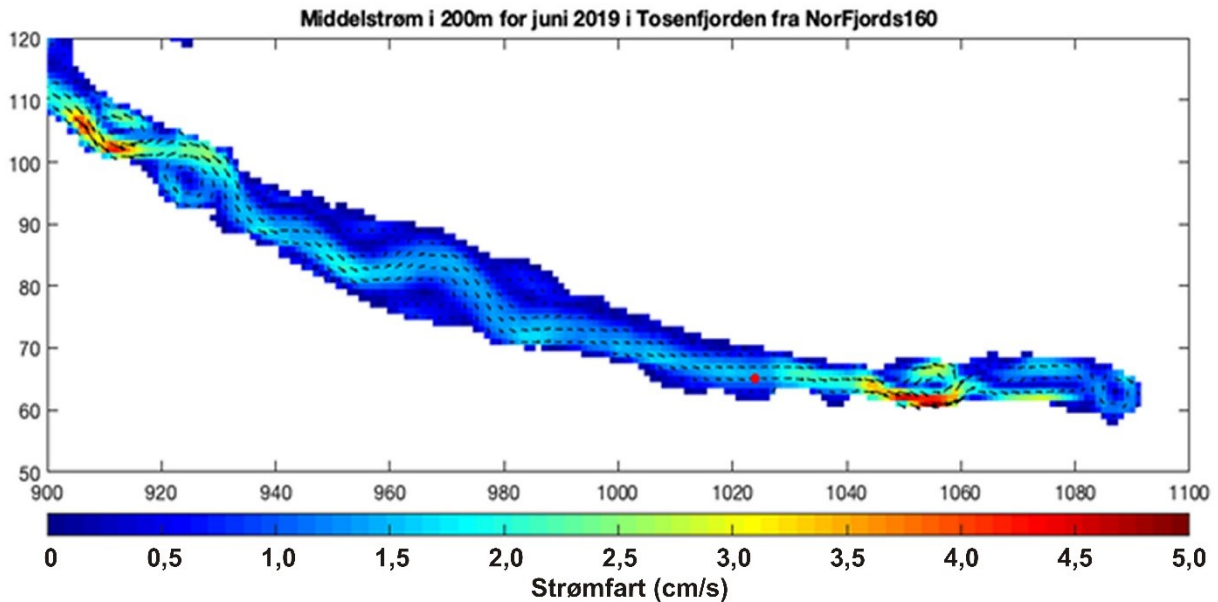
Resultater

Fra strømodellsystemet NorFjords160 finner vi at det i 200 m dyp er en midlere strøm inn Tosenfjorden med verdi 1-2 cm/s (Figur 1). Like innenfor deponiområdet øker verdien noe, og der er det en sirkulasjonscelle med rotasjon mot klokken (antsyklon). I midten av slike sirkulasjonsceller vil vann kunne flyttes vertikalt (synking ved rotasjon med klokken og heving ved rotasjon mot klokken).

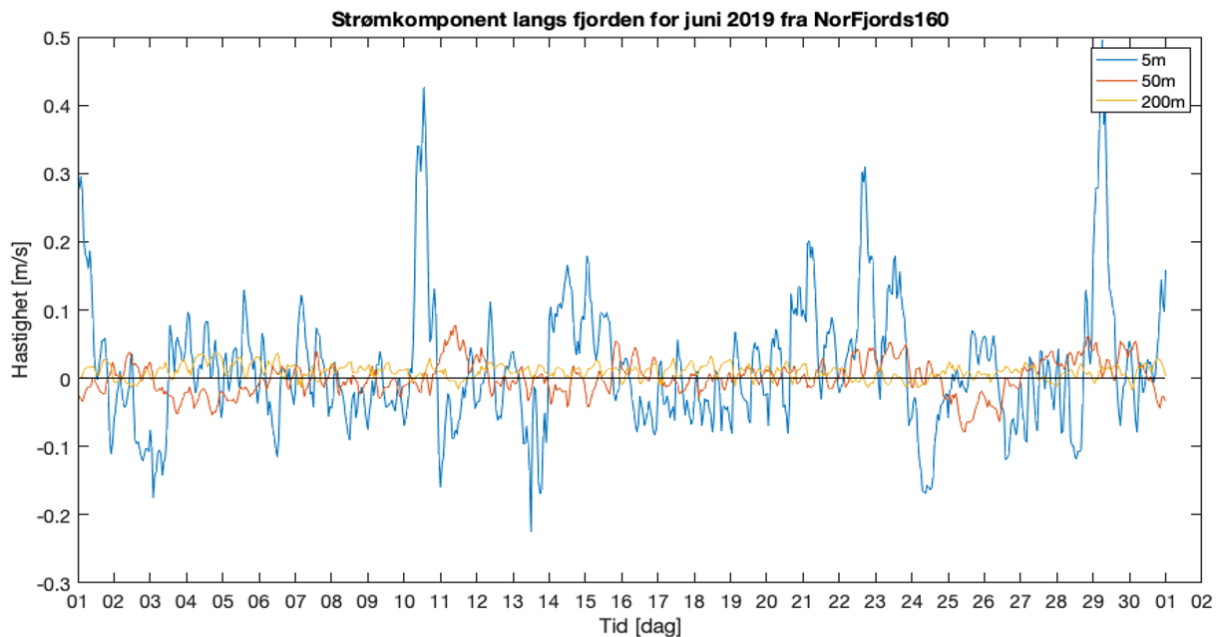
En tidsserie av strømkomponenten langs fjordaksen viser at det som forventet er stor forskjell mellom strømmen nær overflaten og strømmen nedover i dypet (Figur 2). Strømmen i 200 m dyp i modellperioden i juni 2019 var relativt svak, men med en nokså jevn innstrømning. En kan merke seg at strømmen ikke er tidevannsdominert, men inneholder en ytterligere komponent inn fjorden i dypet (positive verdier), mens det i 5 m dyp forekommer episoder med sterk strøm som for eksempel er drevet av vind. Spredningen av partikler i 200 m fra antatt utslippspunkt for sjødeponiet basert på timesverdier av simulert strøm fra NorFjords160 viser også en



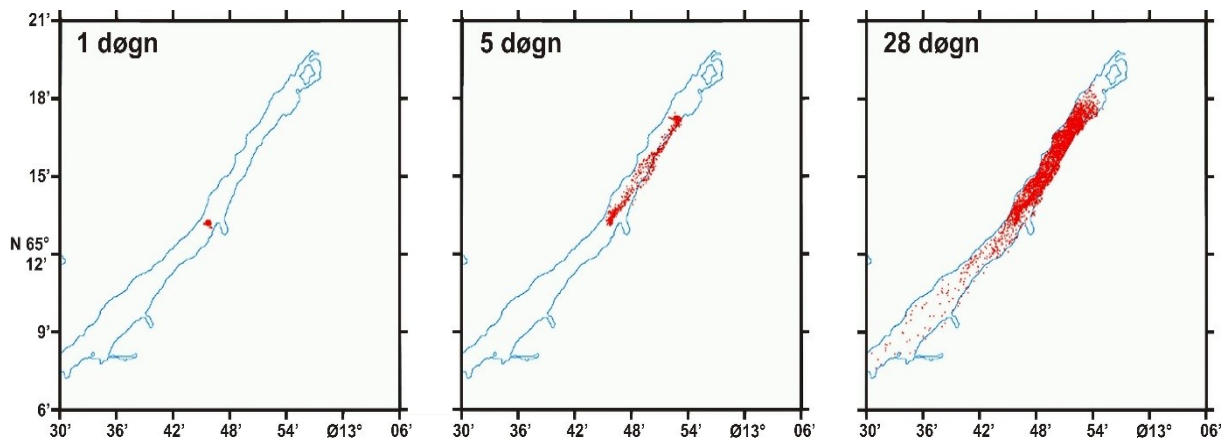
fremherskende transport rettet innover fjorden (Figur 3). Etter en snau måned viser modellen at hele indre del av fjorden er påvirket, men partikler driver i noen grad også utover fjorden.



Figur 1. Strømfart og strømvektorer som viser middelerdien i Tosenfjorden for juni 2019 beregnet med strømmodellsystemet NorFjords160. Den røde prikken viser hvor utslipp av partikler er gjort. Akseverdiene er gridnummerering i modellkjøringen der gridstørrelse er ruter med lengde på 160 x 160 m. Merk at kartet er rotert i forhold til nord.



Figur 2. Strømkomponent langs fjorden for tre dyp i vertikalen (5, 50 og 200 m) time for time i juni 2019 beregnet med NorFjords160.



Figur 3. Fordeling av partikler i 200 m dyp i Tosenfjorden som er spredt fra antatt utslippspunkt for sjødeponi etter 24 timer, 5 dager og 28 dager.

Vurderinger av modellert spredning

Spredningsresultatene viser at små partikler med svært lav synkehastighet ($\sim 10^{-5}$ m/s) vil kunne bli spredt videre innover fjorden. Spredningsmodelleringen som er gjennomført i grunnlagsdokument nr.1 til KU (Larsen m.fl., 2007) tar ikke hensyn til variasjon av strømmen i tid eller rom, men benytter konstante verdier som antas å være representative. Resultatene som



disse simuleringene kommer fram til, er at større partikler havner mellom 1-2 km fra utslippspunktet. Det antas også at tidevannet er mekanismen for å spre partiklene, dvs. en høyfrekvent strøm som skifter retning omtrent hver 6. time. Våre strømmodellresultater viser at dette er en feil antagelse, og at det foregår en relativt konstant (men svak) strøm inn fjorden nede i dypet. Etablering av en antisyklonisk sirkulasjonscelle i fjordbassenget innenfor kan medføre vertikal transport av svevende finpartikulært materiale oppover i vannmassene, men dette vil være avhengig av i hvilken grad denne sirkulasjonscellen er vedvarende eller periodisk.

Spredningspotensialet for mindre partikler med lav synkehastighet gis det ikke noen vurdering av, noe som heller ikke vil være egnet for en modell uten mulighet til å inkludere romlige variasjoner. Derimot antydes det at de minste partiklene vil flokkulere og dermed synke ut raskere uten at det gis noen nærmere beskrivelse av hvor raskt en slik flokkuleringsprosess vil være. Våre spredningsmodellresultater viser at etter 5 dager er partikler transportert i 200 m dyp mer enn 10 km inn fjorden, noe som antyder at grunnlagsundersøkelsens konklusjoner om spredning er et betydelig underestimat. I grunnlagsrapport nr.13 (Lundell, 2014) slås det fast at synkehastigheten av avgangen er kritisk for fordelingen av avfallet på fjordbunnen, og at antagelsen om at flokkulering vil være tilstrekkelig til at alle partikler synker til bunns innen 12 timer, er avgjørende for resultatet. Med utgangspunkt i vår modellering av partikler som ikke møter disse forutsetningene, er det av stor betydning at det gjennomføres en sensitivitetsanalyse av effekten ved ulike synkehastigheter, og at det settes opp et realistisk «worst case»-scenario med mye lavere synkehastighet enn forutsetningene i KU i den videre evalueringen av spredningen av gruveavfallet.

Utslipp av fine partikler/nanopartikler/nanomaterialer

Effekter av nanomaterialer i både miljø, mat og mennesker har fått økende fokus de siste årene på grunn av de unike egenskapene slike materialer har, både når det gjelder deres bulk og enkeltmolekyl/ion-former. De unike egenskapene til nanomaterialer gjenspeiles i både særegne fysisk-kjemiske egenskaper og giftighet. Utslipp og effekter av utilsiktede nanomaterialer produsert i forbindelse med oppmalings og anrikningsprosesser i gruvedrift bør derfor undersøkes og dokumenteres slik at dette kan risikovurderes ved deponering av gruveavfallet.

Det finnes ulike definisjoner på nanomaterialer, men nano vil i prinsipp omfatte størrelsesområdet 1-1000 nanometer ($1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$). EU har definert et nanomateriale som (EU 696/2011):

«et naturlig, tilfeldig oppstått eller fremstilt materiale, som består av partikler i ubundet tilstand eller som et aggregat eller som et agglomerat, og hvor minst 50% av partiklene i den antallsmessige størrelsesfordelingen i en eller flere eksterne dimensjoner ligger i størrelsesintervallet 1-100 nm. I særlige tilfeller, og hvor hensynet til miljø, helse, sikkerhet



eller konkurranseevne berettiger det, kan terskelen for den antallsmessige størrelsesfordeling på 50% erstattes av en terskel på mellom 1 og 50%.»

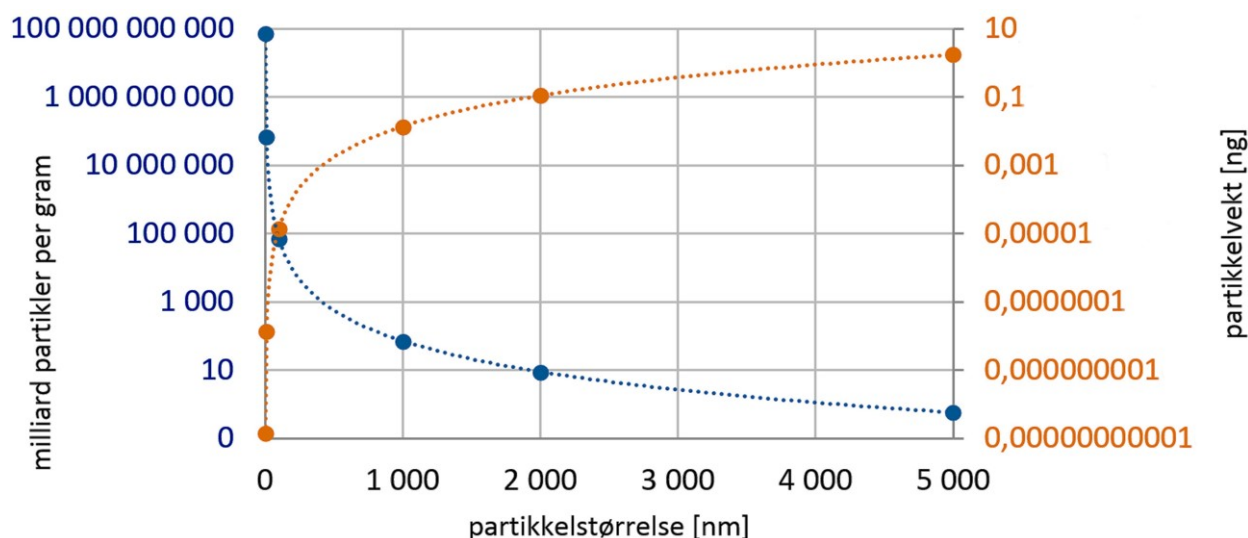
Kommisjonsvedtak 2009/359 sier at avfall skal anses som inert avfall når blant annet følgende kriterium er oppfylt med hensyn til finpartikulært avfall (EU 2009/359):

«d) innholdet av stoffer i avfallet som kan skade miljøet eller menneskers helse, og særlig As, Cd, Co, Cr, Cu, Hg, Mo, Ni, Pb, V og Zn, herunder også dersom de forekommer alene i eventuelle fine partikler, er tilstrekkelig lavt til at det utgjør en ubetydelig risiko for mennesker og miljø, både på kort og lang sikt. For å bli ansett som tilstrekkelig lavt til å utgjøre en ubetydelig risiko for mennesker og miljø, skal innholdet av disse stoffene ikke overskride de nasjonale terskelverdiene for når et anleggssted anses som ikke forurenset, eller relevante nasjonale naturlige bakgrunnsnivåer.»

Vi vil samtidig gjøre oppmerksom på at EU har oppdatert REACH regelverket (2006/1907) når det gjelder stoffer i nanoform, PBT/vPvB-vurdering og utslippskarakterisering (EU 2018/1881).

Partikkelstørrelsesfordeling er undersøkt i KU ved å kategorisere i to fraksjoner kalt leirpartikler ($< 2 \mu\text{m}$) og siltpartikler (2 - 63 μm). Siltpartikkelfraksjonen er oppgitt å utgjøre 2/3 (vektprosent) av utslippet, mens leirpartikler er oppgitt å utgjøre 1/3 (vektprosent). Med et oppgitt utslipp på 200 000 tonn pr. år vil dermed 66 666 tonn kunne bestå av en vesentlig vektandel partikler i nano-området. Det må derfor antas at avgangen inneholder store partikelmengder i nano-området og dermed også en svært stor andel partikler $< 100 \text{ nm}$, siden antallet partikler øker pr. vektenhet når størrelsen blir mindre (se Figur 4, blå data).

Sedimenteringshastigheten for de mest finkornede partiklene antas i KU å være svært lav, og man antar at de mest finkornete partiklene vil kunne holdes i suspensjon i vannmassen i svært lang tid. Ifølge grunnlagsrapport nr.1 til KU beregnes teoretisk synkehastighet for de minste siltpartiklene til 10^{-5} m/s med en nedsynkningstid på over et år (Larsen m.fl. 2007).



Figur 4. Sammenheng mellom partikkelstørrelse, vekt og antall partikler. Blå: Partikkelantall per gram i milliard; oransje: vekt per partikkel i nanogram (sfæriske partikler med en tetthet av $2,65 \text{ g/cm}^3$). Merk: Y-aksene er log-skalert.

Synkehastighetene til leirpartiklene er ifølge rapporten mellom 10^{-7} og 10^{-6} m/s, som vil si at leirpartiklene har en proporsjonalt enda lengre nedsynkningstid og i størrelsesorden 100 år. I realiteten vil det antagelig betyr at leirpartiklene ikke kommer til å synke ned, med mindre de flokkulerer/aggregerer/agglomerer. At slike prosesser kommer til å inntre antas i rapporten, men synes ikke å være påvist. I tillegg kan agglomerering også ha negativ effekt på miljøet med heteroagglomerering mellom silt-/leirpartiklene og biologiske organismer som for eksempel fiskeegg (FeBEC 2010, Page 2014a, Farkas 2019, Reinardy m.fl. 2019).

Vi har gjort beregninger av antall partikler, vist i Tabell 1, for ulike scenarier og partikkelantall i henhold til de oppgitte dataene i KU. Dersom vi bruker enten middelveidier eller maksimumsverdier for partikkelstørrelser i de to størrelseskategoriene (silt og leire), ender man opp med at tilnærmet 100% av antall partikler som slippes ut, er i den minste størrelseskategorien (leirpartikler). Bildet vil være tilsvarende dersom man regner med minimumsverdier for størrelse. De tre siste radene i tabellen er beregninger som tar utgangspunkt i at siltpartiklene antas å være minst mulig (2001 nm), og at leirpartiklene inneholder fra 0,05-0,33 vekt% nanopartikler (= 100 nm). Dette gir et «best case» scenario ved at siltpartiklene antas å ha minste mulige størrelse, slik at de dermed utgjør et størst mulig antall partikler, samtidig som antallet partikler ≤ 100 nm antas å utgjøre en svært liten vektprosent (0,33-0,05 vekt%) av de minste leirpartiklene.

I sum gir alle de teoretiske scenarier beregnet i Tabell 1 partikkelantallfordelinger med over 50% partikkelantall av de minste partiklene (siste kolonne). Hvis utslippet faktisk sett er slik



som beregnet i de tre siste radene, vil utslippet bli definert som et nanomateriale (EU 2011/696). Vi anbefaler derfor at moderne analyseteknikker benyttes til å bestemme den antallsmessige størrelsesfordelingen i utslippet. Formen til partiklene bør også bestemmes slik at man reelt sett kan avgjøre om utslippet av partikler inneholder nanopartikler. I tillegg bør man også bestemme sammensetningen av partiklene og hvilke elementer de inneholder slik at utslippet totalt sett kan risikovurderes med bakgrunn i faktiske data.

I denne sammenheng vil vi samtidig oppfordre til at man i framtiden også angir partikkelantall i tillegg til vekt når finmalt gruveavfall diskuteres (jfr. EU 696/2011), siden en prosentuell vektfraksjon ikke direkte gjenspeiler partikkelantallet. Figur 4 gir et generelt innsyn i sammenheng mellom partikkelstørrelse og antall partikler pr. gram i blått; og partikkelstørrelse og vekten av en slik partikkel i oransje.

Tabell 1. Scenarier av partikkelstørrelsesfordelinger og resulterende fordelinger av partikkelantall. Beregningene går ut fra 200 000 tonn avgang pr. år av sfæriske partikler med en tetthet av 2,65 g/cm³ (kvarts).

Scenario	Størrelse [nm]	Vekt [%]	Vekt [t]	Partikkelantall	Partikkelantall (i ord)	Prosentandel partikkelantall
<i>Middelverdier:</i> alle siltpartikler er 32 500 nm, alle leirpartikler er 1000 nm	32500	66,67	133 333	2,80E+18	2,8 Trillion	0,01%
	1000	33,33	66 667	4,80E+22	48,0 Trilliard	99,99%
<i>Maksimumsverdier:</i> alle siltpartikler er 63 000 nm, alle leirpartikler er 1999 nm	63000	66,67	133 333	3,84E+17	384 Billiard	0,01%
	1999	33,33	66 667	6,01E+21	6 Trilliard	99,99%
<i>Nano (100 nm):</i> alle siltpartikler er 2001 nm, 99% av leirpartikler er 1050 nm, 1% av leirpartikler er 100 nm	2001	66,67	133 333	1,20E+22	12 Trilliard	2,25%
	1050	33,00	66 000	4,11E+22	41 Trilliard	7,70%
	100	0,33	667	4,80E+23	480 Trilliard	90,05%
<i>Nano (100 nm):</i> alle siltpartikler er 2001 nm, 33,2 vekt% (totalvekt) leirpartikler er 1050 nm, 0,1 vekt% (totalvekt) leirpartikler er 100 nm	2001	66,67	133 333	1,20E+22	12 Trilliard	6,07%
	1050	33,23	66 467	4,14E+22	41 Trilliard	20,95%
	100	0,10	200	1,44E+23	144 Trilliard	72,98%
<i>Nano (100 nm):</i> alle siltpartikler er 2001 nm, 33,28 vekt% (totalvekt) leirpartikler er 1050 nm, 0,05 vekt% (totalvekt) leirpartikler er 100 nm	2001	66,67	133 333	1,20E+22	12 Trilliard	9,56%
	1050	33,28	66 567	4,14E+22	41 Trilliard	33,02%
	100	0,05	100	7,21E+22	72 Trilliard	57,42%



Tungmetaller

Det oppgis i KU at avgangen inneholder ulike tungmetaller, og at en del av disse vil fjernes i utvinningsprosessen. KU gir imidlertid ingen kvantitativ analyse av hvor mye av de ulike tungmetallene som vil finnes i avgangen. Avgangens kjemiske tilstandsklasse er derfor ikke mulig å fastslå.

Arsen nevnes imidlertid spesielt i KU, og man refererer til WHO sin anbefalte grenseverdi på 10 $\mu\text{g/L}$ for drikkevann. Denne anbefalingen er angitt i lys av at arsen er et stort problem i drikkevann i mange av verdens land. WHO opplyser at grenseverdien er satt ut fra praktiske hensyn som blant annet påvisningsgrenser for analysemetodikk og vanskeligheter med å fjerne arsen fra drikkevann. WHO anbefaler derfor at man holder konsentrasjonen av arsen så lav som mulig og under 10 $\mu\text{g/L}$ dersom det er mulig. Miljødirektoratet (MD) angir årlig gjennomsnitt for arsen på 0,5 og 0,6 $\mu\text{g/L}$ som grenseverdi i Klasse II (god tilstand etter vannforskriften) for henholdsvis ferskvann og kystvann (Miljødirektoratet 2016). I tillegg bør det nevnes at IARC har klassifisert uorganisk arsen som kreftfremkallende for mennesker, og at både JECFA og EFSA har trukket tilbake sin foreløpig tolerable ukentlige inntaksgrense for uorganisk arsen i mat.

KU påpeker også at i avgangen fra prøvedriften fant man 5 ppm arsen som forelå som arsenkisparkler og arsenkolloider. I grunnlagsrapport nr.12 påviste NIVA en betydelig utløsning av arsen fra avgang plassert som sediment i sjøvann, men det fremkommer ikke noen beregninger av hvor stort bidrag dette kan gi til miljøet. Med de mulige feilkilder i flokkulering, synkehastighet og spredning vi har påpekt ovenfor burde også utløsning av arsen vært undersøkt med at avgang ble holdt svevende i vannmassen. Gitt MD sine kvalitetsstandarder for arsen i sjøvann, sediment og biota foreligger det derfor i KU et kunnskapshull om mulige effekter av arsen i avgangen for miljøet. Ytterligere undersøkelser av avgangen bør derfor gjøres for å avklare både størrelsesfordeling av partikler, utløsning av arsen, konsentrasjon av arsen og kjemisk sammensetning av avgang med hensyn til andre tungmetaller, slik at disse faktorene kan risikovurderes (EU 2009/359, Artikkel 1, punkt d).

KU gir analyseresultater for 18 ulike metaller i bunnsediment fra en rekke stasjoner i Tosenfjordens lengderetning. Konklusjonene i KU der det hevdes at det ikke er lokalisert metallforurensing i bunnsedimentet av fjorden med hensyn til kjemisk klassifisering er imidlertid ikke holdbar ut fra nye grenseverdiene (Miljødirektoratet 2016). Med hensyn til arsen vil 5 av 11 stasjoner nå plasseres i Klasse III (mindre god). Fire av disse stasjonene ligger i ytre del av fjorden sydvest for det planlagte sjødeponiet, mens en stasjon ligger i indre delen av fjorden nordøst for deponiet.



Mulig utslipp av plastpartikler fra gruvedriften

Plastforurensing blir økende grad sett på som miljørisiko. Det viser seg at makroplast kan påvirke større dyr, som sjøfugl (Wilcox m.fl. 2016). Små mikro- og nanoplastpartikler er vist til å ha en rekke negative konsekvenser på akvatiske organismer i eksponeringsforsøk, som redusert vekst, energi, aktivitet og overlevelse, og endringer i hormonell regulering, stoffskifte og utvikling, men er for dårlig kartlagt i miljøet (Kögel, m.fl. 2019). To potensielle hovedkilder til plastforurensing er mulig i planene om gruvedrift i Bogadalen med deponi på dypt vann i Tosenfjorden: 1) Armeringsfibre og skyteledninger/plastbelagt sprengtråd, og 2) slitasje på rørsystem for transport av gruveavfallet til utslippspunktet i fjorden. Vi anbefaler en utredning av disse forholdene før reguleringsplanen tas opp til vurdering.

- 1) Armeringsfibre og skyteledninger/plastbelagt sprengtråd har flere steder ført til betydelige mengder plastavfall ved deponering av overskuddsmasser av sprengstein i sjø, for eksempel ved tunnelbygging. KU sier at «*Gullets uregelmessige fordeling vil kreve et urimelig høyt antall borehull*» og «*det er oppfaringsdrift kombinert med kjerneboring fra posisjoner under jord som både økonomisk og praktisk sett er den eneste farbare vei for kartlegging av gullforekomstene i Bogadalen*». Vil dette føre til et høyt forbruk av plastbelagt sprengtråd, og vil plastfibre kunne sorteres ut før oppmalingsprosessen? I hvilken grad vil det produseres mikro- og nanoplast under oppmalingen? Disse forhold er ikke belyst i KU.
- 2) Deponering av gruveavfall på dypt vann i Tosenfjorden innebærer at avgangen fraktes via rørledning til strandkanten og ned til ca. 100 meter under vannflaten der utslippet vil skje. Det er planlagt en spesiell type rør (8 cm i diameter) av en motstandsdyktig plast som tåler vibrasjoner, og som graves ned fra oppredningsverket og ned til fjorden. KU nevner at «*Avgangen pumpes oppslemmet med ferskvann. Faststoffinnhold er 60 % vekt. Strømningshastighet til avgangen er ca. 2,5 m/sekund og mengden ca. 10 l/s.*», mens slitasje på røret ikke er nevnt i det hele tatt. Slik slitasje er et kjent problem i lakseoppdrett, der fôr og rensesvamper transporteres med høyt trykk gjennom plastrør. Oppdrettsindustrien har begynt å se etter alternativer og utreder konsekvenser for dette. Transport av mineralpartikler gjennom plastrør vil sannsynligvis også føre til slitasje på innsiden av røret.

Mengden av plast som kan slippe ut i fjorden fra driving av malm og rørsitasje bør beregnes. I tillegg til et mengdeestimat må det tas hensyn til både partikkelstørrelse og plasttype, fordi negativ innvirkning på marine organismer avhenger av dette (Kögel m.fl. 2019). Plastpartikler fordeles forskjellig i vannmassene når man sammenligner stor mikroplast med liten mikroplast (Haave m.fl. 2019), mens nanoplast nesten ikke synker det hele tatt (Ter Halle m.fl. 2017). Beregnet plastkonsentrasjon i vannmassene bør sammenlignes med aktuelle miljøtoksisitetsstudier, der det tas hensyn til både plastmengde, partikkelstørrelse og plasttype.



I lys av dette er følgende utsagn fra KU muligens ikke korrekt: «Avgangen skiller seg dermed ikke fra vanlig gråffell og kan karakteriseres etter mineralavfallsdirektivets definisjon som inert avfall». KU henviser til mineralavfallsdirektivet (EU 2009/359/EF) der punkt 4 angir at avfallet kun kan kalles inert hvis innholdet av potensielt helse- og miljøfarlige stoffer, også som fine partikler, er tilstrekkelig lavt slik at avfallet utgjør en ubetydelig helse- og miljørisiko. Mulig forekomst av mikro- og nanoplast, samt den høye finmalingsgraden med tilhørende forekomst av mineralske nanopartikler, bør vurderes i denne sammenheng.

Med hensyn til marint søppel har Europa og Norge gått med på å handle globalt ved å implementere FN sine bærekraftsmål, spesielt SDG 14 «*Conserve and sustainably use the oceans, seas and marine resources for sustainable development*». Et EU-direktiv om engangsplass har også blitt foreslått i 2018 (https://ec.europa.eu/environment/circular-economy/pdf/single-use_plastics_proposal.pdf), der målet er å forebygge og redusere marint plastsøppel, og som utfyller andre eksisterende EU-direktiver på området. I EU sitt «Waste Framework Directive» står det at medlemsland skal iverksette tiltak med mål om å stanse generering av marint søppel og ha tiltak til å forebygge, bekjempe og rense søppel av engangsplass. «Marine Strategy Framework Directive» forlanger at mengden og sammensetningen av marine søppel ikke fører til skade for marint- eller kystmiljø. Mange av disse prinsippene, som for eksempel SDG 14, er gjentatt i EU-direktiv 2019/904 (EU 2019/904).

I tråd med dette bør det beskrives i hvilken grad plastforurensing vil kunne oppstå fra gruvedriften, og eventuelle tiltak for å redusere mengden plast som kan komme til å slippes ut i miljøet fra gruvedriften. KU nevner ikke plastavfall i det hele tatt, noe som trolig skyldes at dette ikke var et aktuelt tema den gang utredningen ble gjennomført.

Dyr på bløt- og hardbunn

Bunndyrsamfunn i Tosenfjorden er blitt kartlagt av Larsen m.fl. (2007) gjennom prøvetaking med van Veen grabb (0,1 m²) på 11 stasjoner langs en 24 km lang gradient innover i fjorden. Denne metoden undersøker hva som lever på og i bunnen akkurat der grabbprøven tas. Totalt er 4,4 m² bløtbunn blitt analysert for bunnlevende dyr som er større enn 1 mm. Sedimentet var preget av et relativt rikt samfunn av små virvelløse dyr, noe som indikerer en upåvirket fjordbunn. Studien gir en oversikt over bløtbunnsorganismer i fjorden, men det bør påpekes at studien er relativt liten, og at det undersøkte arealet utgjør kun en brøkdel av det totale arealet i fjorden, i størrelsesorden 0,00001 %. Ut over dette er ingen andre undersøkelser av bunndyr gjennomført. Det vil si at man ikke kjenner noe til om hva som finnes av mobile virvelløse dyr ved og på fjordbunnen, som for eksempel reker, sjøkreps og trollhummer, eller hva som finnes av og dypvannsfisk i fjorden. Fiskeridirektoratets karttjeneste oppgir ingen rekefelt eller



skjellforekomster i fjorden. Havforskningsinstituttet sitt årlige kysttokt har heller ingen bunntålstasjoner i Tosenfjorden. Videre er det ukjent hva som kan finnes av filtrerende organismer på hardt substrat, slik som korall og svamp på fjellvegger, terskler og rasområder i fjorden. Dette kan enkelt undersøkes ved bruk av ROV og videoteknologi. Korallrev, korallskoger og svampsamfunn er vanlig langs hele norskekysten i fjorder fra Rogaland og nord til Finnmark, særlig på bratte fjellvegger fra 100 til 500 m dyp, men slike forekomster er ikke godt kartlagt i Nordland. Grunnet manglende kartlegging av bunnorganismer i Tosenfjorden er det ikke mulig å vurdere de økologiske konsekvensene ved etablering av et sjødeponi i Tosenfjorden. Siden Naturmangfoldloven stiller krav til kunnskapsgrunnlaget, bør en slik kartlegging i antatt berørt område gjennomføres før arealplanen behandles.

Dypvannsreke (*Pandalus borealis*) lever på mudderbunn langs hele norskekysten, og ifølge lokale rekefiskere finnes den også i Tosenfjorden, selv om det ikke er registrert rekefelt der i Fiskeridirektoratets karttjeneste. Fiskere som Havforskningsinstituttet har snakket med, har trålt i større deler av fjorden og fått reker ned på 300 favners dyp (ca. 550 m). Dypvannsreken er en nøkkelart i kystøkosystemet. Den beiter på dyreplankton under nattlige vertikale vandringer til øvre deler av vannsøylen og blir selv spist av mange arter bunnfisk, spesielt torsk. Slik binder den sammen økosystemene i vannmassene og på bunnen av fjorden. Reken er altetende og spiser blant annet dødt organisk materiale, plankton og små virvelløse dyr. Økt sedimentering av mineralpartikler i og utenfor det planlagte deponiområdet vil føre til et bunnsediment med mindre innhold av organisk materiale. Dette vil sannsynligvis føre til en redusert forekomst av virvelløse dyr i sedimentet som igjen betyr mindre mat og et forringet habitat for rekene. Vi kjenner ikke til noen studier av direkte effekter av økt partikkelmengde på dypvannsreken, men studier av den nære slektningen *Pandalus latirostris* viste at økt partikkeltetthet hadde svært negative effekter på denne arten (Chiba m.fl. 2004). Den nåværende tilstanden og utbredelsen av rekebestanden(e) langs norskekysten har vært ukjent for vitenskapen frem til nylig. Lokale rekefiskere har imidlertid lenge advart om at rekene forsvinner fra rekefelt langs kysten og at bestanden minker. Enkeltrekefelt ser dermed ut til å bli mer og mer viktig for bevaring av arten langs norskekysten.

Kunnskapen om sjøkreps langs norskekysten er enda dårligere enn kunnskapen om dypvannsreken. Vi vet heller ikke om denne arten finnes i Tosenfjorden. Sjøkreps lever som reke på bløtbunn der den graver sine huler i sedimentet. Utbredelsen av arten er avhengig av forekomsten av sediment med rett innhold av leire og silt. Ved økt sedimentering av mineralpartikler kan det tenkes at sjøkrepsen vil få problemer med å grave huler. På samme måte som for reke, vil færre virvelløse dyr i sedimentet også føre til et forringet habitat for sjøkrepsen.

Negative effekter på metabolisme og vekst av forhøyede konsentrasjoner av suspenderte mineralpartikler på korall og svamp er godt dokumentert (Bell m.fl. 2015, Kutti m.fl. 2015,



Larsson m.fl. 2013, Baussent m.fl. 2018). Det er også nylig vist at selv svært liten overdekning (1-20 mm) med gruveavfall på naturlig sediment vil påvirke bunnlevende dyr i betydelig grad (Mevenkamp m.fl. 2017, Trannum m.fl. 2018). Toleransegrensen for svamp og koraller er avhengig av flere faktorer, hvorav de viktigste er konsentrasjon, sammensetning og størrelse av partiklene. Særlig små partikler ($< 10 \mu\text{m}$) har potensiale til å påvirke svampers helsetilstand negativt. Det er også de små partiklene som har det største potensiale til spredning utover deponiområdet. Med utgangspunkt i vår modellering av partikkelspredning ovenfor bør en kartlegging av bunnorganismer gjennomføres også i områder godt utover det som i forslaget til reguleringsplan er avsatt til sjødeponi. Dette gjelder særlig innover i fjorden. Korallrev, korallskog og svampsamfunn står på OSPAR-konvensjonen sin liste over truede og minkende habitat, og undergrupper til disse habitatene blir i den Norske rødlistene for naturtyper vurdert som nær truet (Buhl-Mortensen 2018).

Ifølge KU var Tosenfjorden en relativt urørt fjord med liten menneskelig aktivitet og tilførsel av organisk materiale for 13 år siden (Larsen m.fl. 2007). Faunaen i bløtbunnen, som er det eneste som er undersøkt av marint liv i fjorden, ble beskrevet som artsrik og mangfoldig. Avgangen vil inneholde en stor andel kalsiumkarbonat, og dette kan øke mengden bikarbonat i organismer som for eksempel skjell og påvirke fysiologiske prosesser som regulerer pH og derved stoffskiftet i skjellene. Gruveavgangen vil føre til nedslamming av bunnen i deler av fjorden, og dette vil gjøre området ubeboelig for en rekke bunnlevende dyr så lenge deponeringen foregår. Økt nedslamming i Ranfjorden etter at mengden av finstoff økte kraftig (opp til 350 000 tonn) når utslippstillatelsen til Rana Gruber ble utvidet i 2015, har ført til dårligere økologisk tilstand for bløtbunnen opp til 7 km utover i denne fjorden (Øxnevad m.fl. 2018). Erfaringer fra Jøssingfjorden viser at det sannsynligvis vil ta svært lang tid før en bunnfauna som den opprinnelige vil rekolonisere de nedslammede områdene. Arealendringer som innebærer ødeleggelse av habitat og leveområder, er den viktigste årsaken til at arter forsvinner.

Fisk

Laksefisk

Sårbarhet for laksefisk ved etablering av et sjødeponi i Tosenfjorden er ikke vurdert i selve KU, men grunnlagsdokument nr.1 (Larsen m.fl., 2007) opplyser at Fylkesmannen i Nordland gjennomførte en slik vurdering for alle bestandene av anadrom laksefisk i fylket i 2001. Her angis situasjonen for de ulike artene og bestandene som enten redusert (men med ungfiskproduksjon) eller moderat/lite påvirket (men spesielt hensynskrevende). Disse vurderingene må regnes av å være av eldre dato, og det mangler en oppdatering av bestandssituasjonen.

I forbindelse med planlagt oppstart av gruvevirksomhet med utslipp av avgangsmasser til sjø, har Havforskningsinstituttet vurdert kunnskapsgrunnlaget med hensyn til lokale stammer av



laks, røye og ørret og deres bruk av sjøområder som potensielt vil påvirkes av utslippene. Vi vurderer også om det er behov for å øke kunnskapsgrunnlaget ytterligere for å bedre evaluere risiko for negative påvirkninger på disse artene.

Det er flere vassdrag i fjorden med anadrome bestander av sjørøye, laks og sjørørret. Det største av disse med hensyn til fiske er Åbjøra i ytre del av Tosenfjorden med en fangst på 300-500 laks hvert år. Tilstanden til laksebestanden er klassifisert som moderat (www.lakseregisteret.no). Fangsten av sjørørret har variert mellom 266 og 1248 individer de siste 10 årene. Ørretbestanden i Åbjøra er klassifisert som sårbar.

Litt lengre inne i fjorden i Urvollvassdraget er det anadrome bestander av både laks, sjørørret og sjørøye. Fangsten av laks har ligget på noen få titalls individer de siste årene. Og bestanden er klassifisert som dårlig/svært dårlig i lakseregisteret. For sjørørret og sjørøye er bestandstilstanden klassifisert som hensynskrevende.

I Storelva innerst i fjorden ved Tosbotnet har det tidligere vært et fiske etter sjørørret og laks, men begge disse fiskeriene har vært stengt siden 2014 på grunn av svake bestander eller usikker bestandsstatus.

For Bogelva er situasjonen lik den i Storelva, antatt svake bestander av sjørørret og laks, og det er ikke åpnet for fiske de siste årene.

Det er de siste årene blitt gjennomført studier av vandringsen i fjorden av sjørørret og sjørøye fra disse fire elvene i regi av NTNU Vitenskapsmuseet (Davidsen m.fl. 2018). Disse studiene har vært basert på akustisk telemetri og merking av smolt og større fisk i elvene. Marin habitatbruk ble observert ved hjelp av et nettverk av lyttebøyer i fjorden. Undersøkelsene viste at sjørørret og sjørøye aktivt bruker hele Tosenfjorden, og deler av Bindalsfjorden, i hovedsak i sommermånedene. Det ble ikke utført merking av utvandrende laksesmolt.

Hvordan gruvevirksomheten vil påvirke laksefisk avhenger i første rekke av hvordan avgangsmassene deponeres, og om de sedimenterer raskt slik som forutsatt. Spredning av finmasser i øvre vannlag vil kunne påvirke bestander av laksefisk negativt siden de oppholder seg og finner sin føde på grunt vann. Dersom massene deponeres i dypet, med liten eller minimal spredning til øvre vannlag vil påvirkningen på laksefiskpopulasjonene være liten/minimal. Det er imidlertid verdt å merke seg at ingen av bestandene i elvene er i god tilstand, og at de ikke bør utsettes for ytterligere negative påvirkninger.

Det bør etter vårt syn gjennomføres tilleggsundersøkelser av laksefiskenes vandring og bruk av fjorden som beiteområde. Det bør gjennomføres telemetrieforsøk også med utvandrende laksesmolt, og det bør gjennomføres forsøk med sjørørret og sjørøye hvor det benyttes en



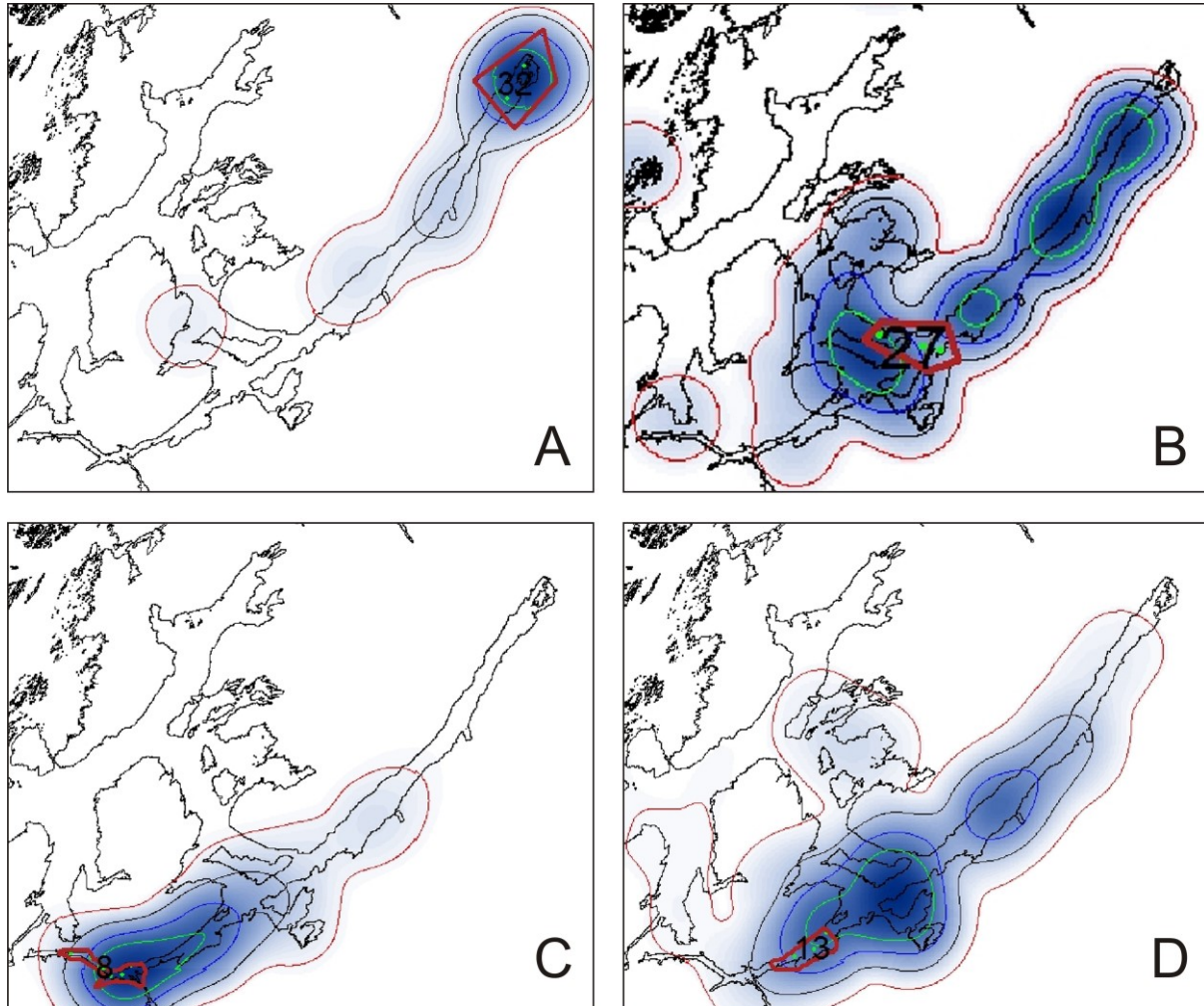
merketype som også gir informasjon om hvilket dyp fisken oppholder seg for å få en bedre forståelse av disse artenes bruk av det marine habitatet, og også deres sårbarhet for eventuell spredning av finpartikler fra gruveavgangen.

Marin fisk

Det er ikke foretatt noen kartlegging av marin fisk i Tosenfjorden i gjennomføringen av KU. Konsekvenser for gyteområder, oppvekstområder og beiteområder for ulike marine fiskearter er ikke vurdert i det hele tatt i KU. Grunnlagsrapport nr.1 nevner at «*Den marine fiskefaunaen omfatter torskefisk (torske, sei, hyse, brosme), uer, breiflabb, kveite.*», uten at kilde til disse opplysningene er angitt (Larsen m.fl. 2007). Videre antas forekomst av en rekke mindre fiskearter (kutlinger, tangsprell, leppefisk og stingsild). Det nevnes også at sild og makrell forekommer der sistnevnte observeres spesielt sommer og høst. KU nevner heller ikke om sårbare naturtyper knyttet til rekruttering hos marin fisk er undersøkt. Dette kan omfatte gyteområder, ålegrasenger og sukkertareskog. Ut fra manglende undersøkelser av arts mangfold og eventuell forekomst av sårbare naturtyper kan det derfor stilles spørsmål om kunnskapsgrunnlaget er oppfylt i henhold til Naturmangfoldloven med hensyn til å kunne vedta en arealplan for sjødeponiet. KU virker utdatert på en rekke områder når det gjelder fisk, noe som vi vil gi eksempler på nedenfor.

Det er ikke nevnt i KU at nesten hele Tosenfjorden er registrert som gyteområde for kysttorsk (<https://kart.fiskeridir.no>). Havforskningsinstituttet har på oppdrag fra Miljødirektoratet gjennomført kartlegging av naturtypen gytefelt langs hele kysten, og Tosenfjorden ble kartlagt i 2013. Det ble funnet mest torskeegg innerst i fjorden ved Tosbotnet, men også i og innenfor Sørfjorden ble det funnet en del egg. I tillegg ble det funnet en del egg av andre torskefisk inne ved Tosbotnet, men disse er ikke undersøkt genetisk og art(er) kan derfor ikke angis. Imidlertid ble det på en stasjon i selve det planlagte deponiområdet utenfor Kolsvikbøgen funnet en god del brosmeeegg. Funnet representerte den største konsentrasjonen av brosmeeegg i hele denne regionen av kysten som ble undersøkt i 2013.

I forbindelse med naturtypekartleggingen er alle gytefelt modellert med hensyn på tilbakeholdelse (retensjon) av egg i fjordsystemet. Også her har vi benyttet Nordkyst160 og Ladim (Espeland m.fl. 2015), som er de samme modellene vi har bruker ved beregning av partikkelspredning. Ved stor grad av retensjon kan det forventes genetiske tilpasninger sammenlignet med gytefelt der spredningen av egg er større. Denne modelleringen viser at graden av retensjon er stor i Tosenfjorden, og at egg gytt i ulike deler av fjordsystemet fordeles i



Figur 5. Modellering av tilbakeholdelse (retensjon) av torskeegg i Tosenfjordsystemet, beregnet av Havforskningsinstituttet fra eggundersøkelser gjennomført i 2013 under naturtypekartleggingen av gytefelt. Ytterste røde linje angir hvor 95 % av eggene vil befinne seg etter 30 dager. De andre linjene videre innover angir henholdsvis 75 % (sort), 50 % (blå) og 25 % (grønn) av eggfordelingen for denne tidsperioden. Polygon i tykk rød strek omslutter undersøkte stasjoner der eggene ble sluppet ut i modellen, og er valgt ut fra faktiske observasjoner av eggmengde. Områder farget blå angir sannsynligheten for at egg vil ende opp på et gitt sted. Modelleringen omfatter egg gytt innerst ved Tosbotnet (A), området i og innenfor Reppsundet (B), og i Sørffjorden (C og D).

hele Tosenfjorden (Figur 5). Havforskningsinstituttet har ikke data på om torsken i Tosenfjorden genetisk sett skiller seg fra andre kysttorskbestander lenger ute på kysten i Nordland.

Videre nevnes det i KU at det er registrert fiskeområder i Tosenfjorden, hvor ett av dem er i det planlagte området for sjødeponiet, men at det ikke foreligger informasjon om hvilken fisk det gjelder. Dette virker å være feil da Fiskeridirektoratet har registrert dette som fiskeområde for



passiveredskaper etter kveite (<https://kart.fiskeridir.no>). Litt lengre ute på begge sider av fjorden er det tilsvarende registrert fiskeplasser med passive redskaper etter kveite, lyr, sei og torsk. Tosenfjorden er dyp med bløtbunn sentralt som skråner utover til 559 m fra terskelen på 341 m like sydvest på deponigrensen, og som skråner videre til ned til 418 m innover mot Tosbotnet. Det er kjent at kveite kan gyte i dype fjorder innenfor grunne terskler (van der Meeren m.fl. 2011), og Tosenfjorden har dybde- og bunnforhold som tilsier at kveite også kan gyte i denne fjorden.

I KU hevdes det at «*det ikke er avdekket informasjon om forekomst av spesielle rødlistearter i fjorden*». Også på dette området er KU utdatert. Det finnes observasjoner av brisling i Tosenfjorden som er registrert i MD sin Naturdatabase (<https://kart.naturbase.no>). På rødlisten til Artsdatabanken er brisling angitt som nær truet (NT) (<https://artsdatabanken.no/Rodliste>). Forekomst av brisling her indikerer også at dette kan være en fjordbestand som sannsynligvis gyter i Tosenfjorden. Det samme kan være tilfelle med sild. Brisling gyter egg fritt i vannmassene der eggene som på samme måte som torskefisk, flyter fritt til de klekker. Sild legger egg på bunnen på grunt vann, der eggene kleber seg til bunnssubstratet eller annen påvekst på bunnen som tang og tare. Om det er egne lokale genetiske stammer av sild og brisling i Tosenfjorden er ukjent. I tillegg til brisling er uer nevnt i KU. Det finnes flere arter uer. Vanlig uer (*Sebastes norvegicus*) er registrert i Tosenfjorden (<https://kart.naturbase.no>) og er kategorisert som sterkt truet (EN) på artsdatabankens rødliste. Blålange (*Molva dypterygia*) kan også ut fra dybde- og bunnforhold forventes å finnes i Tosenfjorden, og denne arten er klassifisert som sterkt truet (EN) på rødlisten. Videre er ål (*Anguilla anguilla*) sannsynlig å finne i Tosenfjorden, og ål er klassifisert som sårbar (VU) på Artsdatabankens rødliste.

For å kartlegge artsmangfold med hensyn fisk bør det gjennomføres prøvefiske i dypet og opp langs skråningene i Tosenfjorden. Med de utsikter til stor spredning av finpartikulært materiale, som angitt i KU og av vår modellering, bør et slikt prøvefiske omfatte større deler av fjorden, både innenfor og utenfor det planlagte deponiet. Videoundersøkelser med ROV vil også i noen grad kunne benyttes til kartlegging av fisk, slik dette skjedde i forbindelse med tilleggsundersøkelser til KU for sjødeponiet i Førdefjorden (<https://vimeo.com/108095785>). Videre bør eggundersøkelser gjennomføres for å verifisere om det finnes gyteområder av andre arter enn torsk i Tosenfjorden. For de øvre vannlagene gjennomføres slike undersøkelser ved vertikale håvtrekk fra 50 m dyp (Espeland m.fl. 2013), men også dypere håvtrekk bør gjennomføres for å undersøke gyteområder for dypvannsfisk.

Eksposering av fisk for partikler i vannet kan virke på ulike måter. Dette kan omfatte generelt stress, endring av atferd, unnvikelse, økt respirasjon og redusert matinntak, med nedgang i vekst som resultat (Page 2014b). Effektene er avhengig av partikkelmengde og varighet av eksponeringen, og for umoden og voksen torsk er det vist at partikkelkonsentrasjon mellom 3 og 10 mg/L fører til unnvikelse (FeBEC 2013). For sildelarver er det vist at konsentrasjoner ned



mot 3 mg/L fører til redusert næringsinntak. For umoden og voksen sild er unnvikelse observert fra 3 til 12 mg/L og redusert næringsinntak ved 20 mg/L (Page 2014b).

Oppdrett

Ifølge KU er det ikke etablert oppdrettsvirksomhet i Tosenfjorden. Dette er ikke riktig. Det er klarert tre matfiskanlegg i selve Tosenfjorden (<https://kart.fiskeridir.no>): Oksbåsen (klarert februar 2017), Kolsvika (klarert juni 2018) og Tosen (klarert mars 2015). Kolsvika er 800 m fra grensen til det foreslåtte sjødeponiet. I tillegg er det et settefiskanlegg inne ved Tosbotnet. Settefiskproduksjon vil innebære bruk av sjøvann i forbindelse med overgang fra ferskvann til sjøvann under smoltifisering. Akvakultur foregår i de øvre vannlagene på mindre enn 50 m dyp, og hvis finpartikulært materiale ikke når dette vannsjiktet forventes ikke gruveavgang å føre til problemer for oppdrett. Strømmodelleringen som vi har gjennomført ovenfor, tyder på mulig vertikaltransport av vann fra dypet. Den antisykloniske sirkulasjonscellen som ble funnet i indre del av fjorden bør derfor verifiseres og eventuelt undersøkes nærmere med hensyn til hvor ofte og hvor lenge denne opptrer.

Planktonorganismer

Planktonorganismer er forbindelsen mellom økosystemene i fjorddypet og de øvre vannlag. Primærproduksjonen foregår ved planteplankton i lyssonen (den fotiske sonen) i de øverste 30 m av vannsøylen. Dyreplankton, hovedsakelig små planktoniske krepser som hoppekreps og krill, foretar døgnlige vandringer opp og ned i vannsøylen for å beite på planteplanktonet i overflatelagene. Små dypvannsfisk (mesopelagisk fisk: laksesild og lysprikkfisk) og større fisk som sei, sild, brisling, makrell og laksefisk, beiter igjen på dyreplanktonet. Det viktigste og det mest tallrike dyreplanktonet er hoppekrepsen «raudåte». Raudåten overvintrer i dypet i fjorder og på kysten. Larvene til raudåten er den viktigste matkilden til fiskelarver hos marin fisk. I forbindelse med KU ser det ikke ut til at det er gjennomført noen undersøkelser av planktonet i Tosenfjorden, men KU konkluderer med at: «*Planktonsamfunnet vil ikke bli påvirket i målbart omfang. Partikkelskyen kommer til å påvirke dypere vannlag og bunnmiljøet. Her ville fisk, reker og dyreplankton bli eksponert for partiklene.*». At planktonet ikke vil bli påvirket i målbart omfang slås også fast i grunnlagsrapport nr.1, men samtidig påpekes det her at «*Det er gjennom flere studier vist at produksjonen av dyreplankton går ned når turbiditeten øker.*» (Larsen m.fl. 2007). Vi vil peke på flere studier som viser at hoppekreps, deriblant krill, raudåte og raudåtelarver, spiser mineralpartikler, inkludert kalsiumkarbonat som er en hovedbestanddel i avgangen i Tosenfjorden (Anderson & Mackas 1986, Jensen m.fl. 2014, Farkas m.fl. 2017, Olsvik 2018). Det er også vist at inntak av mineralpartikler vil redusere raudåtenes evne til å formere seg (Paffenhöfer 1972). Inntak av slike mineralpartikler hos planktonet kan i neste omgang potensielt påvirke rekruttering hos fisk gjennom redusert mattilbud og føre til bioakkumulering av uønskede metaller som kan finnes i avgangen.



Konklusjoner

KU er utdatert på en rekke områder som omfatter mulige miljøeffekter ved etablering av et sjødeponi i Tosenfjorden. Dette gjelder særlig partikkelspredning, nanopartikler, mikroplast og kartlegging av fjordens økosystem og marint biomangfold. Gruveavgangen har en svært høy grad av finmaling, og nanopartikler og mikroplast er ikke vurdert ut fra nyere EU-reguleringer og anbefalinger. En detaljert karakterisering av partikkelstørrelser over hele det aktuelle spekteret i gruveavgangen er ikke gitt i KU. Beregning av partikkelspredning ut fra en slik størrelsessammensetning av partiklene og synkehastighet er ikke gjort, men i en grunnlagsrapport til KU angis det at sedimentering av alle partiklene innen 12 timer er kritisk for etablering av deponiet innenfor planområdet. Dette er ikke sannsynliggjort i KU. Det benyttes gamle grenseverdier i KU for karakterisering av kjemisk tilstand til sedimentet på fjordbunnen, og konklusjonen er derfor feil med hensyn til belastning av arsen i bunnsedimentet.

Vurdering av effekter på marine organismer ut fra nyere kunnskap mangler, og det eneste som er kartlagt av marint habitat og biodiversitet er organismer i en liten del av fjordens bløtbunn. Det mangler undersøkelser av hvilke fiskearter som finnes i fjorden, med tilhørende gyte- og oppvekstområder. Spesielt viktig er det at dypvannsarter burde vært undersøkt. Det mangler helt og holdent undersøkelser av hvirvelløse bunndyr på hardbunn som kan omfatte verdifulle biotoper med koraller og svamper. Slike undersøkelser kan enkelt gjennomføres med ROV og videoteknologi. Forekomster av dyr på og ved bløtbunnen i de dypere lagene i fjorden, som reker og sjøkreps, er ikke kartlagt. Bestandssituasjonen for laksefisk er ikke oppdatert, og dette er også tilfelle med vurdering av rødlistearter i fjorden. Informasjon om oppdrettsaktiviteter er heller ikke oppdatert. Videre er kartlegging av plankton ikke gjennomført.

En reell risikovurdering mangler i KU. Gruveavgangen har en ekstremt høy grad av finmaling, og dette medfører at det totale årlige utslippet vil kunne ha større effekter på fjordøkosystemet og marint liv enn tilsvarende utslipp i sjødeponier andre steder. Tosenfjorden er dessuten et relativt avstengt fjordsystem, og partikler som slippes i vannmassene, vil i stor grad bli værende i fjorden. Havforskningsinstituttet vil anbefale at det gjennomføres en risikovurdering av det planlagte utslippet på marint liv og økosystemets funksjon etter nyere metoder, slik dette er gjennomført i Havforskningsinstituttets risikorapport for norsk fiskeoppdrett (Grefsrud m.fl. 2019).

Med de manglene som er nevnt ovenfor, er det legitimt å stille spørsmål om kunnskapsgrunnlaget er oppfylt i henhold til Naturmangfoldloven. Ut fra foreliggende data i KU, vår innhenting av data fra offentlige naturdatabaser og nyere kunnskap om sjødeponier, vil Havforskningsinstituttet ut fra en helhetlig vurdering fraråde at det etableres et sjødeponi i Tosenfjorden.



Referanser

- Anderson, E.P. & Mackas, D.L. (1986). Lethal and sublethal effects of a molybdenum mine tailing on marine zooplankton: mortality, respiration, feeding and swimming behavior in *Calanus marshallae*, *Metridia pacifica* and *Euphausia pacifica*. *Marine Environmental Research* **19**: 131-155. [https://doi.org/10.1016/0141-1136\(86\)90043-7](https://doi.org/10.1016/0141-1136(86)90043-7)
- Asplin, L., Johnsen, I.A., Sandvik, A.D., Albretsen, J., Sundfjord, V., Aure, J. & Boxaspen, K.K. (2013). Dispersion of salmon lice in the Hardangerfjord. *Mar. Bio. Res.*, **10**: 216-225. <https://dx.doi.org/10.1080/17451000.2013.810755>
- Bannister, R.J., Johnsen, I.A., Hansen, P.K., Kutti, T. & Asplin, L. (2016). Near- and far-field dispersal modelling of organic waste from Atlantic salmon aquaculture in fjord systems. *ICES J. Mar. Sci.*, **73**: 2408-2419. <https://doi.org/10.1093/icesjms/fsw027>
- Baussant, T., Nilsen, M., Ravagnan, E., Westerlund, S. & Ramanand, S. (2018). Effects of suspended drill cuttings on the coral *Lophelia pertusa* using pulsed and continuous exposure scenarios *J. Toxicol. Environ. Health. A.*, **81**: 361-382. <https://doi.org/10.1080/15287394.2018.1444375>
- Bell, J.J., McGrath, E., Biggerstaff, A., Bates, T., Bennett, H., Marlow, J. & Shaffer, M. (2015). Sediment impacts on marine sponges. *Mar. Pollut. Bull.*, **94**: 5-13. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2015.03.030>
- Buhl-Mortensen, P. (2018). Korallrev, Marint dypvann, Norsk rødliste for naturtyper 2018. Artsdatabanken. Trondheim. <https://artsdatabanken.no/RLN2018/3>
- Chiba, S., Aoki, L. & Ogata, T. (2004). Response of the pandalid shrimp *Pandalus latirostris* to dissolved oxygen, salinity and turbidity. *Fisheries Science*, **70**: 1174-1176. <https://doi.org/10.1111/j.1444-2906.2004.00920.x>
- Davidsen, J.G., Eldøy, S.H., Sjørnsen, A.D., Rønning, L., Bordeleau, X., Daverdin, M., Whoriskey, F. & Koksvisk, J.I. (2018). Marine vandringer og områdebruk hos sjørøret og sjørøye i Tosenfjorden – NTNU Vitenskapsmuseet naturhistorisk rapport **2018-8**: 1-84.
- Espeland, S.H., Albretsen, J., Nedreaas, K., Sannæs, H., Bodvin, T. & Moy, F. (2013). Kartlegging av gytefelt. Gytefelt for kysttorsk. *Fisken og havet* **1/2013**. 43 pp. https://www.hi.no/hi/nettrappporter/fisken-og-havet/2013/fh_1-2013
- Espeland, S.H., Albretsen, J., Olsen, E.M. & Bodvin, T. (2015). Modelling drift of pelagic offspring: the importance of egg surveys in providing a realistic model initialization. *ICES Journal of Marine Science*, **72**: 2578–2589. <https://doi.org/10.1093/icesjms/fsv134>
- EU 2011/696: Kommissionens henstilling af 18. oktober 2011 om definitionen af nanomaterialer (EØS-relevant tekst). <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DA/TXT/?uri=CELEX%3A32011H0696>
- EU 2009/359/EF: Kommisjonsvedtak av 30. april 2009 om nærmere presisering av definisjonen av inert avfall i henhold til artikkel 22 nr. 1 bokstav f) i europaparlaments- og rådsdirektiv 2006/21/EF om håndtering av avfall fra utvinningsindustrien. <https://lovdata.no/static/NLX3/32009d0359.pdf>
- EU 2018/1881: Kommisjonsforordning 2018/1881 av 3. desember 2018 om endring av vedlegg I, III, VI, VII, VIII, IX, X, XI og XII til europaparlaments- og rådsforordning (EF) nr. 1907/2006 om registrering, vurdering og godkjenning av samt begrensninger for kjemikalier (REACH) for å ta hensyn til nanoformer av stoffer. <https://lovdata.no/static/NLX3/32018r1881.pdf>



- EU 2019/904: Directive of the European Parliament and of the Council of 5 June 2019 on the reduction of the impact of certain plastic products on the environment
<https://eur-lex.europa.eu/eli/dir/2019/904/oj>
- Farkas, J., Altin, D., Hammer, K.M., Hellstrøm, K.C., Booth, A.M. & Hansen, B.H. (2017). Characterisation of fine-grained tailings from a marble processing plant and their acute effects on the copepod *Calanus finmarchicus*. *Chemosphere*, **169**: 700-708.
<https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2016.11.118>
- Farkas, J. (2019). Marine disposal of mine tailings: Impacts on pelagic ecosystem components in Norwegian fjords. *Presentasjon på NYKOS avslutningskonferanse, 13. mai 2019, Norges Forskningsråd, Oslo*.
https://www.sintef.no/globalassets/project/nykos/avslutningskonferanse/nykos-meeting_julia_3.pdf
- FeBEC (2010). Sediment dose response study. *Technical Report. Prepared for Femern A/S, Doc. No. E4-TR-036*: 147 pp.
- FeBEC (2013) Fish Ecology in Fehmarnbelt. *Environmental Impact assessment Report, Report no. E4TR0041 - Volume I*: 254 pp.
- Grefsrud, E.S., Svåsand, T. Glover, K., Husa, V., Hansen, P.K., Samuelsen, O., Sandlund, N. & Stien, L.H. (2019). Risikorapport norsk fiskeoppdrett. *Fisken og havet 2019-5*: 115 pp.
<https://www.hi.no/hi/nettrapper/fisken-og-havet-2019-5>
- Haave, M., Lorenz, C., Primpke S. & Gerdt G. (2019). Different stories told by small and large microplastics in sediment - first report of microplastic concentrations in an urban recipient in Norway. *Mar. Pollut. Bull.*, **141**: 501-513.
<https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2019.02.015>
- Jensen, L.K., Halvorsen, E., Gammelsæter Hallanger, I., Tollefsen, K.E., Brooks, S. & Hansen, B.H. (2014). Producing a problem? Effects of produced water contaminants (PAHs, radium-226, barium and scale inhibitor) on the copepod *Calanus finmarchicus*. *International Conference on Radioecology and Radioactivity, 7.-12. September 2014, Barcelona, Spain*.
- Kutti, T., Bannister, R.J., Fosså, J.H., Krogness, C.M., Tjensvoll, I. & Søvik, G. (2015). Metabolic responses of the deep-water sponge *Geodia barretti* to suspended bottom sediment, simulated mine tailings and drill cuttings. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* **473**: 64-72.
<https://doi.org/10.1016/j.jembe.2015.07.017>
- Kögel, T., Bjørøy, Ø., Toto, B., Bienfait A.M. & Sanden, M. (2019). Micro- and nanoplastic toxicity on aquatic life: Determining factors. *Sci. Total. Environ.*, **709**: 136050.
<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.136050>
- Larsen, L.-H., Skarðhamar, J., Sørflaten, A. & Pedersen, G. (2007). Miljøundersøkelse i Kolsvikbøgen og tilgrensende deler av Tosenfjorden, Bindal kommune, Nordland og vurdering av konsekvenser av utslipp av gruveavgang fra gullutvinning. *Akvaplan-Niva, Rapport 3796-01*: 46 pp.
- Larsson, A.I., van Oevelen, D., Purser, A. & Thomsen, L. (2013). Tolerance to long-term exposure of suspended benthic sediments and drill cuttings in the cold-water coral *Lophelia pertusa*. *Marine Pollution Bulletin* **70**: 176-188. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2013.02.033>
- Lundell, D. (2014). Submarine tailings displacement – Deposition in the fjord Tosen. *Tailings Consultants Scandinavia AB, Dan Kungsgatan 37, 111 56 Stockholm, Sweden, Uppdragsnr. 4021401 (Presentasjon)*.



- Mevenkamp, L., Stratmann, T., Guilini, K., Moodley, L., van Oevelen, D., Vanreusel, A., Westerlund, S. & Sweetman, A.K. (2017). Impaired short-term functioning of a benthic community from a deep norwegian fjord following deposition of mine tailings and sediments. *Frontiers in Marine Science* **4**: 169. <https://doi.org/10.3389/fmars.2017.00169>
- Miljødirektoratet (2016). Grenseverdier for klassifisering av vann, sediment og biota. *Veileder M-608*: 24 pp. <https://www.miljodirektoratet.no/globalassets/publikasjoner/M608/M608.pdf>
- Myksvoll, M.S., Sandvik, A.D., Albretsen, J., Asplin, L., Johnsen, I.A., Karlsen, Ø., Kristensen, N.M., Melsom, A., Skarðhamar, J. & Ådlandsvik, B. (2018). Evaluation of a national operational salmon lice monitoring system - From physics to fish, *PLoS ONE*, **13**: e0201338. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0201338>
- Page, M. (2014a). Effects of total suspended solids on marine fish: Eggs and larvae on the Chatham Rise. Prepared for Chatham Rock Phosphate Ltd. *NIWA Client Report No WLG2012-61*: 22 pp.
- Page, M. (2014b). Effects of total suspended solids on marine fish: Pelagic, demersal and bottom fish species avoidance of TSS on the Chatham Rise. Prepared for Chatham Rock Phosphate. *NIWA Client Report No WLG2014-7*: 22 pp.
- Olsvik, P. (2018). DiTail - Marine disposal of mine tailings: Impacts on pelagic ecosystem components in Norwegian fjords. *Presentasjon på NYKOS informasjonsdag, Universitetet i Tromsø, Auditoriet/Institutt for geofag, 27. November 2018*.
- Paffenhöfer, G.-A. (1972). The effects of suspended 'red mud' on mortality, body weight, and growth of the marine planktonic copepod, *Calanus helgolandicus*. *Water, Air, and Soil Pollution* **1**: 314-321.
- Reinardy H.C., Pedersen K.B., Nahrgang J. & Frantzen M. (2019). Effects of mine tailings exposure on early life stages of Atlantic cod. *Environ Toxicol Chem.*, **38**:1446-1454. <https://doi.org/10.1002/etc.4415>.
- Skarðhamar, J., Albretsen, J., Sandvik, A.D., Lien, V.S., Myksvoll, M.S., Johnsen, I.A., Asplin, L., Ådlandsvik, B., Halttunen, E. & Bjørn, P.A. (2018). Modelled salmon lice dispersion and infestation patterns in a sub-arctic fjord. *ICES J. Mar. Sci.*, **75**: 1733-1747. <https://doi.org/10.1093/icesjms/fsy035>
- Ter Halle, A., Jeanneau, L., Martignac, M., Jarde, E., Pedrono, B., Brach L. & Gigault J. (2017). Nanoplastic in the North Atlantic Subtropical Gyre. *Environ. Sci. Technol.*, **51**: 13689-13697. <https://doi.org/10.1021/acs.est.7b03667>
- Tranum, H.C. Gundersen, H., Escudero-Oñate, C., Johansen, J.T. & Schaanning, M.T. (2018). Effects of submarine mine tailings on macrobenthic community structure and ecosystem processes. *Science of the Total Environment* **630**: 189-202. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.02.207>
- van der Meeren, T., Dahle, G. & Paulsen, O.I. (2013). A rare observation of Atlantic halibut larvae (*Hippoglossus hippoglossus*) in Skjerstadfjorden, North Norway. *Marine Biodiversity Records*, **6**, e75 (4 pages) <https://doi.org/10.1017/S1755267213000511>.
- Wilcox, C., Van Sebille, E. & Hardesty, B.D. (2015). Threat of plastic pollution to seabirds is global, pervasive, and increasing. *PNAS USA*, **112**: 11899. (Corr. 2016, *PNAS USA*, **113**: E491-E491). <https://doi.org/10.1073/pnas.1502108112> og <https://doi.org/10.1073/pnas.1524456113>
- Øxsenvad, S., Tranum, H.C., Næss, R., Borgersen, G., Moy, S., Hjermann, D. & Eftevåg, V.S. (2018). Tiltaksorientert overvåking av Ranfjorden i 2018. Overvåking for Mo Industripark AS, Celsa Armeringsstål AS, Elkem Rana AS, Ferrolobe Mangan Norge AS, Rana Gruber AS, Miljøteknikk



Terrateam AS og Rana kommune. *NIVA Rapport L.nr. 7347-2019*. 101 pp.
<https://niva.brage.unit.no/niva-xmlui/handle/11250/2596059>