

**Høringsuttalelse til Klima og forurensningsdirektoratet vedrørende
Søknad om endring i tillatelse for Rana Gruber AS**

**Av Jan Helge Fosså, Lars Asplin, Sonnich Meier, Terje van der Meeren og
Vidar Wennevik**

Klima- og forurensningsdirektorat
Postboks 8100 Dep.
0032 OSLO

Deres ref:

Vår ref: 2011/1176

Bergen 03.11.2011

Arkivnr. 008

Løpenr: 7019/2011

ANMODNING OM UTTALELSE VEDRØRENDE SØKNAD OM ENDRING I TILLATELSE FOR RANA GRUBER AS

De to søknadene fra Rana Gruber AS henger sammen og derfor behandler vi dem i samme brev. Først går vi gjennom hovedsøknaden som gjelder endring i utslippstillatelsen generelt og dernest et eget kapittel om søknad om tidsbegrenset endring i 2011 og 2012.

Generelt om de omsøkte utslippene

Malmen fra Rana Gruber AS er bygget opp av mineraler som ikke er giftige for omgivelsene, men karbonatene og fosfatene fremmer vekstbetingelsene for alger. Det siste er for tidene ikke noe problem i fjorden siden lysforholdene er så dårlige at primærproduksjonen hemmes av lysmangel på grunn av partikkeltettheten i overflatelagene.

I dag produseres det 1.7 millioner tonn avgang per år hvorav 39 000 tonn er finfraksjon (2.3 %), mens man planlegger å øke dette til 3.0 millioner tonn per år hvorav 350 000 tonn er finfraksjon (11.7 %). Vi har ikke funnet noen forklaring på denne store økningen i finfraksjonen. Finfraksjonen slippes ut på 45 m dyp og er iblandet ferskvann, men ikke saltvann. Det søkes om utslipp av begrensede mengder Lilafлот D817 M.

Tilførselen av naturlig finstoff fra Ranelven er beregnet til 35 000 tonn per år så utslippene fra gruven har utgjort noe over halvparten av partikkelkonsentrasjonene i fjordvannet. I tillegg kommer blakket brevann fra Langvatn kraftverk. De omsøkte mengdene finfraksjon er nesten 10 ganger så mye som tidligere. Dette kan komme til å utgjøre et betydelig problem siden fjorden allerede er ved tålegrensen, og NIVA (Johnsen et al. 2011) viser til at spredningen av finfraksjonen ved økning av utslippet kan bli svært omfattende og vil kunne spre seg helt til de ytre deler av fjorden. NIVA konkluderer i sin gjennomgang med at det bør innføres tiltak som sikrer at partikkelutslippene blir i vannmassene under de øvre 20 m i Ranfjorden, spesielt med tanke på effekter på laks siden Ranfjorden er en Nasjonal Laksefjord.

Vår uttalelse omfatter modelleringen av strøm og partikkelspredning, økotoksikologiske konsekvenser, situasjonen for anadrome laksefisk, marin fisk og fauna.

Spredning av partikler og modellering

Nedenfor vurderer vi modellsimuleringene av strøm og partikkelspredning i Ranfjorden. Havforskningsinstituttet har imidlertid ikke erfaring med forholdene i Ranfjorden, slik at kommentarene er basert på generell kunnskap om modellering og fjordsirkulasjon.

Norconsult har beregnet strøm i indre del av Ranfjorden med en 3D beregningsmodell for å evaluere utslipp av gruvemasser i indre del av fjorden. Ranfjorden er ca 80 km lang fra enden i Mo i Rana til kysten, og det indre fjordbassenget er 2-3 km bredt og ca 15 km langt.

Ferskvannsavrenningen fra Ranelven er relativt stor med avrenning på flere hundre kubikkmeter per sekund i lengre perioder.

Generelt vil strømmen i en fjord som Ranfjorden være satt sammen av en rekke komponenter styrt av ulike drivkrefter. En slik drivkraft er ferskvannsavrenning som vil skape en strømkomponent i et brakkvannslag nær overflaten, og i Ranfjorden vil den sannsynligvis være betydelig. En annen drivkraft for strøm er tidevannet som vil skape en strømkomponent fra overflate til bunnen. Vannstandsforskjellen på det halvdaglige tidevannet vil være 1-2 m. Dette skaper sannsynligvis likevel ikke så kraftige strømmen innerst i Ranfjorden siden tidevannet vil ha en karakter av stående bølge, og inngående strøm vil tilnærmet bli utlignet av utgående strøm fra den reflekterende bølgen. Et unntak vil være om fjorden lenger ute er så smal at den hindrer volumtransporten forbundet med tidevannsforskjellen. En viktig drivkraft for strøm i Ranfjorden vil sannsynligvis være vind. Det indre bassenget er stort og bredt nok til at vinden kan sette opp en betydelig intern sirkulasjon i perioder. Typiske vindepisoder vil kunne skape nedstrømning og oppstrømning av vannmasser langs land i det indre bassenget av Ranfjorden, og vil igjen kunne generere sirkulasjon under brakkvannslaget fra elva. Indirekte vil vinden også kunne styre strøm i dypere lag i Ranfjorden gjennom oppstrømning og nedstrømning av vannmasser ved fjordmunningen på kysten, og indre trykkforskjeller vil skape strøm av ulik karakter nedover i vannmassene som sannsynligvis vil kunne forplante seg helt inn til fjordenden ved Mo i Rana. Norconsult har i sine beregninger valgt bare å ta hensyn til den strømkomponenten i fjorden som drives av ferskvannsavrenning. Dette representerer i beste fall en av fire mulige drivkrefter for strøm i fjorden, og er heller ikke den strømkomponenten som er best egnet til å drive strøm i de dypene der utslippet fra gruen foregår.

Spredningsstudien viser at finfraksjonen spres over hele modellområdet (på tross av en underestimert av den totale spredningsstrømmen). Derfor er det rimelig å anta at partikkelspredningen gjort med mer realistiske strømforhold ville gitt både større og mer variabel spredning. For sønnavindsepisoder kan vi også tenke oss en transport av finfraksjonen inn i elvemunningen og naturvernområdet Engasjyen. Vi forventer også at en mer realistisk strøm vil gi økt blanding vertikalt og større vertikal spredning av finfraksjonen. For å vurdere spredningen av grovfraksjonen trengs mer informasjon om strømmen i dypet.

Punktvis oppsummering:

Simuleringene benytter bare avrenning fra elven som drivkraft, noe som er uegnet til å beskrive totalstrømmen i fjorden og særlig i de dypene der utslippet foregår. Spesielt vind som drivkraft vil måtte inkluderes i en realistisk simulering av strøm og spredningsforholdene i fjorden.

Simuleringene benytter en fast randverdi for trykk (saltholdighet) ved den åpne randen, noe som vil påvirke utstrømning.

Det er uklart hvordan tidsvariasjoner er i simuleringene. Det opplyses om at selve simuleringen har tatt 24 timer, men ikke hvor lang periode som er simulert.

Simuleringsområdet er for lite til å vurdere et totalt spredningspotensial.

Modellresultatene er ikke validert mot strømmålinger, gjelder spesielt i dyp under brakkvannslaget.

Vi konkluderer derfor at modellsimuleringene er ufullstendige i en slik grad at de ikke egner seg til å vurdere spredningen av avgangsmassene fra gruen. Likevel kan resultatene betraktes som et minimumsestimat. Hvis flere drivkrefter tas i betraktning vil blandingen av gruvepartikler i de øverste vannlagene, 20 - 0 m dyp, høyst sannsynlig bli mer effektiv (dette avhenger også av årstiden).

Økotoksikologiske konsekvenser

Tungmetaller

Det måles høye nivåer av tungmetaller i partikler fra Ranelven, dette kan både spores tilbake til avrenning fra gruveaktiviteten, men også høy naturlig avrenning fra fjellet. Avgangsmateriale fra Ranagruven inneholder kun mindre mengder med tungmetaller. Lekkasje av tungmetaller til sjøvannet vurderes derfor ikke til å representere et miljøproblem.

Kjemikalier

Rana Gruber skal bruke store mengder med flotasjonskjemikalet, Lilafлот D817 M (18 tonn). Mesteparten av dette vil i følge gruen følge flotasjonsavgangen som samles og lagres på land. Der vil være noe Lilafлот som følger finstoffutslippet og det søkes derfor om tillatelse til årlige utslipp av 300-500 kg av Lilafлот D817 M. Vi kan ikke se noen dokumentasjon på hvordan disse mengdene er beregnet og følgelig bør Klif sørge for å få det.

Lilafлот D817 M består av langkjedede alkylaminer: 60-80% av N-(3-Tridecyloxy)proyl)-1,3-propane diamine og 20-40 % av N-(3-Tridecyloxy)proyl)-1,3-propane diamine, acetat. Disse stoffene regnes som svært giftige for vannlevende organismer som fisk (96h-LC₅₀: 0,16 mg/l), evertebrater (48h-EC₅₀: 0,13 mg/l) og alger (48h-EC₅₀: 0,42 mg/l). De er langsomt biologisk nedbrytbare (<60 %, 28 døgn test, OECD301B) og har lang levetid i naturen. Målinger som NIVA har gjort for Sydvaranger Gruve i Kirkenes viser at Lilafлот kan detekteres (i små mengder) i overflatesedimentene selv 13 år etter utslippene er avsluttet.

Lilafлот D817 M faller klart innenfor Klif sin offshore kjemikalieklassifisering av "Sorte kjemikalier" som ikke skal tillates for utslipp. Mengden av disse kjemikaliene som vil bli sluppet ut i fjorden er i følge gruen små. Dette er imidlertid stoffer som er svært uønsket i naturen og det bør settes krav om videre arbeid med å redusere utslippene og erstatte disse med mindre giftige kjemikalier. Det bør likeledes stilles krav om at det etableres en overvåkning som kan kartlegge skjebnen og eventuell akkumulering av Lilafлот i sedimenter og biota i Ranfjorden. Dette er forøvrig også anbefalt av NIVA.

Anadrome laksefisk

Laksen i Ranavassdraget (og i andre vassdrag i regionen) ble for noen år tilbake infisert med lakseparasitten *Gyrodactylus salaris*, og den naturlige bestanden i vassdraget gikk tapt. Laksestammen ble imidlertid tatt vare på i Genbanken som ble etablert på Bjerka, og vassdraget ble rotenonbehandlet i 2003-2004 med vellykket resultat. Siden 2005 har det pågått et utsettingsprogram basert på materiale fra Genbanken for å reetablere laksen i vassdraget. Laksebestanden er nå i positiv utvikling med en størrelse på gytebestanden som ligger rundt gytebestandsmålet. Utsetting av øyerogn fortsetter inntil videre. Kostnadene ved utrydding av parasitten *Gyrodactylus salaris* i Ranelven og andre vassdrag i regionen har vært store, i størrelsesorden 60-80 millioner kroner, avhengig av hvordan man regner. Vurderingen har vært at denne laksebestanden er av så stor nasjonal betydning at det har vært riktig å sette inn store

ressurser i utryddelsen av parasitten. Statusen som Nasjonalt Laksevassdrag reflekterer også denne verdien. Sett i lys av dette, og at Ranavassdraget nå er i en positiv utvikling etter vellykket behandling, vil det være viktig at ikke store investeringer i en sunn og bærekraftig laksebestand settes i fare ved at bestanden utsettes for negative påvirkninger fra forurensning.

Som erfaringen, modelleringen, NIVA sine konklusjoner og våre betraktninger ovenfor viser, er det overveiende sannsynlighet for stor økning av partikler i overflatelagene der hvor laksen beveger seg.

En rekke studier viser at partikulært materiale i vannet kan påvirke fisk negativt (se for eksempel Randall og Hinch 1999, Bilotta og Brazier 2008). Påvirkningen kan bestå i adferdsmessige endringer, men det er også vist at gjellevev er sårbart for partikler og at fysiologiske skader kan oppstå. Graden av påvirkning vil kunne variere med typen partikler, blant annet hvor "skarpe" disse partiklene er, og med størrelsen og tetthet. Svært høye konsentrasjoner kan også være dødelig for fisk (Reynolds et al. 1989). Med bakgrunn i dette etterlyser vi en grundigere analyse av hvordan økt utslipp av finfraksjon i Ranfjorden vil påvirke av partikkelkonsentrasjonen i de øvre 10 m av vannsøylen, vurdering av størrelse og form på disse partiklene med tanke på gjelleskader hos fisk, og helst bør det gjennomføres kontrollerte forsøk på laskesmolt ved ulike konsentrasjoner av partikler. Utslipet vil foregå i munningen av elven, og all utvandrende lakse- og ørretsmolt vil måtte passere gjennom dette området.

Smoltifisering er en prosess som innebærer store fysiologiske påkjenninger for fisken, og de er særlig sårbare for påvirkninger som øker det fysiologiske stresset i denne fasen. Det er derfor bekymringsfullt at gruvedriften vil kunne forverre tilstanden i elven med hensyn på tungemetaller og partikler.

De planlagte økningene av utslipp av finfraksjon som høyst sannsynlig vil øke partikkelmengdene i overflatelagene betydelig, representerer en stor usikkerhetsfaktor for utvandrende lakse- og ørretsmolt fra Ranavassdraget.

Den omsøkte økningen i utslipp bør ikke tillates uten en grundig konsekvensutredning av mulig negativ påvirkning på lakse- og ørretbestanden i vassdraget og fjorden. Det må foreligge en løsning på hvordan man skal kunne unngå økt partikkelbelastning i overflatelagene.

Marin fisk

Ranfjorden er en meget fiskerik fjord med mange gode fiskemuligheter. Det foregår både turistfiske og tradisjonelt fiske i fjorden, og verdiskaping knyttet til fritidsfiske har et stort økonomisk potensial i regionen rundt indre Ranfjorden (Holen og Kvassnes 2011). I Ranfjorden innenfor Hemnes foregår det fiske etter blant annet reker, kveite, torsk, sei, uer og sild (Bekkby 2003). På 60-tallet ble det kastet etter sild helt inne ved Mo i Rana som nå omfattes av det nåværende deponiområdet (Ranosen), noe som viser mulighetene for fiske i et historisk perspektiv. Videre ble Ranfjorden karakterisert som ganske artsrik med hensyn til fisk i en undersøkelse fra Nordland Distriktshøyskole (NDH) høsten 1981 (Skreslet 1982). Det ble funnet betydelige mengder ungtorsk (< 4 år) helt inne i Ranosen og utenfor elveløpet til Røssåga i Sørfjorden. Dette tyder på at områdene rundt elvemunningene i de innerste deler av fjordsystemet i hvert fall har vært viktige oppvekstområder for torsk. Det ble funnet gode rekeforekomster i fjorden, inkludert i den dypeste delen av fjorden innenfor Hemnes. I mange av rekestråltrekkene på dypt vann ble det også tatt ungtorsk. Så langt foreligger det ikke opplysninger om gytefelt i Ranfjorden innenfor Hemnes. Forekomst av oppvekstområder for ungtorsk tidlig på 1980-tallet tyder imidlertid på at det har vært gyteområder i denne delen av fjorden.

Hvorvidt slike gyteområder eventuelt finnes i dag er ukjent, og både gyte- og oppvekstområder må derfor kartlegges før økning i utslippstillatelse vurderes. Det bør også undersøkes om de dype områdene i indre Ranfjorden har gyteområder for kveite. Både rapporten fra NDH og et notat fra NIVA (Johnsen et al. 2011) viser til god vannutskifting i fjorden, inkludert utskifting av dypvannet som når ned til ca 525 m dyp i indre Ranfjorden. Fangst av kveite på dyp ned under 500 m og god vannutskifting indikerer at Ranfjorden kan ha gyteområder for kveite.

Rekruttering til fiskebestandene er avhengig av velfungerende gyteområder og gode matforhold for fiskelarver, yngel og ungfisk. De tidlige livsstadiene hos fisk er særlig sårbare for endringer i miljøet og mattilgang. Økt partikkelinnhold kan fortrenge fisk fra gyteområder, der de måtte finnes. Det mangler også kunnskap om hvordan unaturlig høye partikkelkonsentrasjoner vil påvirke de tidligere livsstadiene hos fisk generelt. Videre er fiskelarver helt avhengig av god tilgang på naturlig dyreplankton (hovedsaklig hoppekreps som for eksempel raudåte) for å overleve. Økt partikkelinnhold kan virke negativt på dyreplanktonets næringsverdi, reproduksjon og overlevelse (Paffenhöfer 1972). De ulike artene av hoppekreps har også ulike livssykluser. Noen arter overvintrer i dypet, mens andre arter legger hvileegg som synker til bunns. I begge tilfeller vil økt partikkelinnhold, med økt spredning og sedimentering som resultat, kunne virke ugunstig på overlevelsen av hoppekreps som er nøkkelarter for rekruttering hos fisk. Økt partikkelinnhold i overflatelagene (sprangsjiktet) er uønsket, men også økt partikkelkonsentrasjon i vannlagene under sprangsjiktet kan få betydelige negative effekter for økologien og fisken i fjorden.

Kunnskap om gyte- og oppvekstområder i Ranfjorden er derfor svært viktig for å vurdere effekter av den store økningen i utslippet av finfraksjon som søknaden fra Rana Gruber AS innebærer. Videre må verdifastsettelse av Ranfjorden når det gjelder marin fisk vurderes ut fra det potensial fjorden har hatt i et historisk perspektiv. Nedgangen i fiskeriene i Ranfjorden er forbundet med industriutbyggingen på Mo, og fjorden ble sterkt forurenset av hydrokarboner, tungmetaller og andre giftige kjemikalier (Skreslet 1982). Fisken ble ansett som uspiselig grunnet ytre tegn på sykdom. Bedring av miljøforholdene med reduksjon av disse miljøgiftene har bedret situasjonen. Verdien av fremtidig fiskeri, både kommersielt fiske, turistfiske og fritidsfiske, må derfor vurderes ut fra et fullt restituert fjordsystem.

Tilstand for økosystem og marin flora og fauna

På grunn av all industrivirksomheten og medfølgende forurensning har det vært overvåkning av Ranfjorden i mange år. Derfor foreligger det en del informasjon om den økologiske tilstanden fra 1960-årene og fremover. Dette blir beskrevet i NIVA sin oppsummering som følger saken.

Dårlige lysforhold på grunn av høye partikkelmengder begrenser primærproduksjonen i fjorden med de følgene som det får for resten av fjordøkologien; redusert mattilgang for andre dyr som for eksempel plantespisende plankton og til syvende og sist bunndyr og bunnfisk.

Undersøkelsene av dyre- og plantelivet på hardbunn gir entydige resultater som viser at artsdiversiteten avtar innover i fjorden, og innerst ble det noen steder ikke funnet dyr i det hele tatt. De som finnes kan ha redusert vekst. Årsaken er redusert lys for plantenes del og ellers stress som følge av nedslamming forårsaket av utslippene fra Rana Gruber. På bløtbunnene er det registrert noe redusert artsmangfold i hele fjorden, med størst påvirkning nærmest utslippene av gruveavgang. I den innerste delen kan det likevel være mye dyr på grunn av tilførselen av organisk materiale (mat) fra Ranelven. Det er arter som takler meget høye sedimenteringsrater som kan begünstiges her. Andre arter, for eksempel skjell, kan ha store problemer med å overleve. Forurensningssituasjonen i Ranfjorden er kompleks, så det er ikke alltid enkelt å skille ut effekten av enkeltfaktorer. Men, det er ingen tvil om at fjorden blir sterkt påvirket og preget av de

pågående utslippene av gruveavgang; store mengder gruveavfall uten organisk innhold som raser ut i skrånningen utenfor utslippene fører generelt til en uproduktiv havbunn, nedslamming av planter og dyr på hardbunn og i gruntvannsområder, og partikkelmengder i den eufotiske sonen som fører til nedsatt fotosyntese og produksjon i fjorden. Partikkelmengdene i overflatelagene betegnes av NIVA å være ved tålegrensen.

En økning av utslippene, ikke minst en ca 10 ganger økning av finfraksjonen, vil føre til ytterligere negative effekter på et økosystem som allerede er under et betydelig stress.

Søknad om tidsbegrenset endring i tillatelse - Rana Gruber AS.

Mens hovedsøknaden behandles søker Rana Gruber om å få en midlertidig tillatelse til å øke produksjonen og utslippene gjeldende for 2011 og 2012. Avgangsmassene det søkes om er opptil 1.9 og 2.4 millioner tonn per år for henholdsvis 2011 og 2012. For 2010 fikk gruveutslippet tillatelse til midlertidig utslipp av 1.9 millioner tonn.

Med bakgrunn i de vurderingene vi har gjort om effektene av økte utslipp på fauna, marin fisk og ikke minst anadrome laksefisk, mener vi at før man gir tillatelse til ytterligere økninger i utslippene bør man nå fullføre behandlingen av hovedsøknaden. Skulle gruveutslippet få midlertidig utslippstillatelse til og med 2012 så har de dermed fått midlertidig tillatelse til utslipp i 3 år uten at vurderinger av konsekvensene for miljø og levende ressurser har blitt tatt i betraktning.

Oppsummering og anbefalinger

Overvåkingen viser at fjorden er så sterkt påvirket av gruveavgang at det ikke bør tillates videre midlertidige tillatelser til økning i utslipp. Klif må nå sørge for en skikkelig gjennomgang av de økologiske og biologiske konsekvensene av de nåværende og omsøkte utslippene. Nedenfor nevner vi de viktigste elementene i en slik gjennomgang.

Modellbeskrivelsen av strømmønsteret i fjorden og det tilhørende spredningsmønsteret for gruveslammet har store mangler. Men selv de resultatene som foreligger viser en stor innblanding av finfraksjon i overflatelagene.

Det er all grunn til å tro at økte partikkelmengder også vil kunne påvirke verneområdet Engasjyen. Etter gruvens egne opplysninger vil små mengder Lilafloet gå ut i fjorden med avgangen. Gruveutslippet bør dokumentere hvordan de har kommet frem til dette uten målinger.

Prinsipielt bør man ikke slippe ut selv små mengder av giftige kjemikalier i naturen. Derfor bør gruveutslippet pålegges å finne et ikke giftig substitutt og dokumentere ved overvåking at man i mellomtiden ikke får negative miljøkonsekvenser av utslippene.

Den omsøkte økningen i utslipp bør ikke tillates uten en grundig konsekvensutredning av mulig negativ påvirkning på lakse- og ørretbestanden i vassdraget og fjorden. Økte partikkeltettheter i de øverste vannlag i fjorden kommer i direkte konflikt med hensikten med Ranfjorden som Nasjonal Laksefjord.

Den midlertidige tillatelsen som Klif ga til økte utslipp i 2010 ble gjort blant annet med den begrunnelse at laksen ikke ville bli berørt. Vi har ikke sett dokumentasjon på denne påstanden.

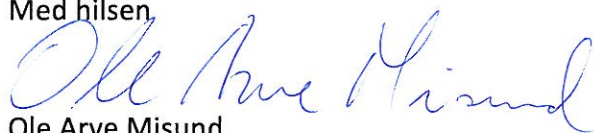
Eventuelle gyte- og oppvekstområder for fisk må kartlegges. Det bør også undersøkes om de dype områdene i indre Ranfjorden har gyteområder for kveite. Kunnskap om gyte- og oppvekstområder i Ranfjorden er meget viktig for å vurdere effekter av nåværende og omsøkte utslipp.

Verdifastsettelse av Ranfjorden når det gjelder marin fisk må vurderes ut fra det potensial fjorden har hatt i et historisk perspektiv.

De nåværende høye partikkelmengdene i fjorden har en negativ påvirkning på planktonproduksjonen på grunn av lav lysgjennomgang. Tålegrensen er allerede nådd og økte mengder vil derfor overskride tålegrensen.

Vi er enig med NIVA som mener at forutsetningen for en utslippstillatelse er at man finner en løsning som sørger for at utslippene ikke blandes inn på 20 - 0 m dyp. Selv om dette gjennomføres vil utslippene likevel påvirke resten av fjorden. Spredning og berørte vannmasser og arealer må beregnes for å kunne vurdere miljøkostnadene for fjordøkosystemet inklusiv marine fisk. Bunnfyrene er sterkt til moderat påvirket i fjorden. Man må regne deler av bunnfaunaen og den tilhørende økologiske funksjon som tapt så lenge utslippene pågår. Å få kontroll på finfraksjonen i de øverste vannlagene kan være med å rette opp negativ påvirkning i gruntvannsområdene. Vi anser den økologiske tilstanden i Ranfjorden å være ganske kritisk. Vi anmoder derfor om at Klif nøye vurderer om en oppskalering av gruveutslippene til fjorden bør tillates med tanke på at miljømålet for fjorden er å forbedre miljøkvaliteten, ikke redusere den.

Med hilsen


Ole Arve Misund
forskningsdirektør


Jan Helge Fosså
seniorforsker

Vedlegg: Referanser

Kopi:

Fiskeri- og kystdepartementet

Miljøverndepartementet

Fiskeridirektoratet

Direktoratet for naturforvaltning

Referanser

- Bekkby, T. (2003). Rana – Kystsoneplan for Rana kommune – delplan sjø. *NINA Oppdragsmelding 775*. 37 pp.
- Bilotta, G. S. & Brazier, R. E. (2008). Understanding the influence of suspended solids on water quality and aquatic biota. *Water Research* **42**, 2849-2861.
- Holen, S.N. og Kvassnes, A.J.S. (2011). Kostnader ved ulike alternativer til deponering av gruveavgang fra Rana Gruber AS. *Notat til Rana Gruber AS, NIVA 27. juni 2011*. 29 pp.
- Johansen, T.M., Daae, K.L. og Kvassnes, A.J.S. (2011). Utslipp fra Rana Gruber AS i Ranfjorden og miljøeffektene dette har medført frem til d.d. *Notat til Rana Gruber AS, NIVA 27. juni 2011*. 29 pp.
- Lake, R. G. & Hinch, S. G. (1999). Acute effects of suspended sediment angularity on juvenile coho salmon (*Oncorhynchus kisutch*). *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* **56**, 862-867.
- 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.
- Reynolds, J. B., Simmons, R. C. and Burkholder, A. R. (1989), Effects of Placer mining discharge on health and food of arctic grayling. *JAWRA Journal of the American Water Resources Association*, **25**: 625–635.
- Skreslet, S. (1982). Fiskefauna i forurenset fjord. *Nordland Distrikshøyskole, Rapport 1982:5*, 33 pp.