

Akvaplan-niva AS

Rådgivning og forskning
innen miljø og akvakultur

Org.nr: NO 937 375 158 MVA

www.akvaplan.niva.no

Norge – Island – Frankrike – Russland – Spania

Tromsø-kontoret (svaradresse)

Framsenteret

9296 Tromsø

Tlf: 77 75 03 00

Fax: 77 75 03 01

E-post: tromso@akvaplan.niva.no



Skrevet av: Ole Anders Nøst

Direkte tlf: 97 18 47 71

E-post: oan@akvaplan.niva.no

Notat

Til: Nussir, att: Øystein Rushfeldt

Kopi: Kristoffer Næs (NIVA), Salve Dahle (Akvaplan-niva), Guttorm Christensen (Akvaplan-niva), Jarle Molvær (Molvær Resipientanalyse), Øyvind Leikvin (Akvaplan-niva)

Dato: 05.09.2014

Vår ref: 410.7009/OAN

Sak: Kommentarer fra Akvaplan-niva angående notat fra DNV og SINTEF på KU-arbeidet som er blitt utført for Repparfjorden, Finnmark

Innledning

Akvaplan-niva har, sammen med NIVA, utført grunnlagsundersøkelse og konsekvensutredning for Repparfjorden, Finnmark. Havforskningsinstituttet har stilt kritiske spørsmål til metodikk og resultater fra arbeidet. Miljødirektoratet har bedt tredjeparter vurdere arbeidet til Akvaplan-niva/ NIVA, og kommentere dette i form av et notat. Det Norske Veritas (DNV) og SINTEF har utført en slik vurdering. Dette notat er kommentarer fra Akvaplan-niva på disse vurderingene i notatene fra DNV [7] og SINTEF [6].

Vi går først gjennom notatene fra DNV og SINTEF punkt for punkt. Deretter kommer vi med generelle kommentarer og konklusjon til slutt i dokumentet.

DNV

Hovedmomenter i vurderingen fra DNV:

DNV har kommentert på strømmåling og strømodellering.

Strømmålinger:

DNV konkluderer med at det er utført en omfattende innsamling av strømdata for utvalgte perioder, men mener det hadde vært fordel om strømdata var samlet inn:

1. Over et helt år.

Det er alltid interessant med mer data. Vi mener at det er tilstrekkelig med data som input til modellkjøringene og til å danne grunnlag for rapportens konklusjoner. Det viktigste er å måle over en månedssyklus (full tidevannssyklus og med varierende vindforhold), og i tillegg dekke viktige perioder som snøsmeltesesongen og tiden med sannsynlig dypvannsfornyelse. Samlet sett strekker de utførte strømmålingene seg over ca 4 måneder i tid, og de dekker forskjellige perioder av året. Hydrografiske målinger og beregninger viser at dypvannets oppholdstid er i størrelsesorden 3 måneder. Vi mener de innsamlede data utgjør et godt grunnlag for arbeidet som skulle utføres.

2. Langs flere vertikaler.

De horisontale gradientene i fjorden er svake, og de 9 hovedstasjonene viser hovedtrekkene både i de frie vannmassene og i bassengene. Vi mener derfor at våre vertikale snitt er tilstrekkelig for å få oversikten over fjordens hydrografi/hydrofysikk, og være grunnlag for datainput til modellkjøringene og rapportens konklusjoner.

3. I ytre del, på nordsiden

I planleggingen av strømmåler-programmet ble fordypninger og terskler prioritert, da det var bunntransporten som ble ansett som viktigst å kartlegge. Ytre del på nordsiden er forholdsvis grunn og ble ikke prioritert.

4. Nært utslipp

Det er gjort flere strømmålinger som kartlegger sirkulasjonen i fordypninger i området rundt utslippet. Vi anser dette som tilstrekkelig.

Som en generell kommentar synes vi det er viktig å si at kartlegging av strøm i et område ved hjelp av strømmålere er vanskelig. Observasjonene blir kun gjort punktvis, og man må gjøre prioriteringer og plassere strømmålerne der man mener de valgte posisjoner gir det beste bildet av av sirkulasjonen. Dette er et valg som må gjøres utfra beste vurdering, og som alltid vil kunne kritiseres. Her har vi valgt posisjoner i den hensikt å kartlegge sirkulasjonen nær bunn, og vi mener dette er gjort på en god måte. Vi ser også at SINTEF (punkt 1.2 i [6]) er enig i dette.

I tillegg til punktene over mener DNV at rapportene [3] og [4] kunne inneholdt mer informasjon om datafangst og databehandling.

Vi kan si oss enig og ser at vi godt kunne ha vist mer av databehandling, strømstatistikk og meteorologiske forhold, f. eks. i et appendiks.

Modellering

I DNV's notat om modelleringa i Repparfjorden fokuserer de på manglende validering og drivdata, men mener allikevel det er sannsynlig at modellen på en brukbar måte representerer hoved-strømforholdene. DNV foreslår å:

1. Benytte hydrografiske drivdata nærmere randen

På randen av modell-domenet må temperatur og saltholdighet spesifiseres. Dette kan enten gjøres ved å hente verdier fra en annen modell, eller en tidsserie av temperatur og saltholdighet ved randen kan konstrueres fra observerte verdier. Vi har valgt den siste løsningen ved å benytte måledata ved modellranden, fra ulike år, slik at en årstidsvariasjon er framskaffet. Det ble forsøkt laget data som gjenspeilet endringer ved Ingøy, men det viste seg å være mer komplisert enn først antatt, og Ingøy-dataene ble derfor ikke brukt. Her er dessverre beskrivelsen i rapporten [4] feil da data fra Ingøy altså ikke er benyttet.

2. Validere/ kalibrere mot måledata

Vi er enig i at en mer omfattende validering av modellen burde vært presentert i rapporten [4].

- *Strøm: Modellen er kjørt med vær- og vannstads-data fra 2008, men de hydrografiske drivdataene på randen er hentet fra ulike år, som beskrevet over. Man kan derfor ikke forvente at modellen vil gjenskape sirkulasjonen i 2008, og vi har derfor heller ikke presentert en direkte sammenligning. Strømmålinger fra grunnlagsundersøkelsen [3] ble utført i 2010, og er ikke direkte sammenlignbare med modellresultatene.*
- *Hydrografi: Data er først og fremst hentet fra 2010 og 2011.*
- *Vannstand: Det finnes mange målinger av vannstand, men ikke over et helt år. Vi er klar over at Statens Kartverk, Sjøkartverket beregner vannstand langs kysten. Disse beregningene er imidlertid brukt til å drive modellen på randen og egner seg derfor ikke til validering.*

3. Benytte drivdata fra kyst-/havmodell og atmosfæremodell

I 2010, da modelleringen var i gang, var data fra NorKyst-800 ikke kvalitetssikret/ validert eller tilgjengelig. Drivdata ble diskutert og vurdert, og metodikken valgt. Andre modeller med lavere oppløsning ble vurdert, men ikke funnet å være adekvate. Hyppige CTD-data i fjorden og ved modellranden over ett år ble vurdert, men det var ikke rom for slike målinger innenfor prosjektets tidsramme.

SINTEF

Hovedmomenter i vurderingen fra SINTEF:

SINTEF har kommentert på strømmåling, strømmodellering og spredningsberegninger.

Strømmålinger:

Vi går gjennom SINTEF's kommentarer punkt for punkt:

1. Feil valg av strømmålere

Vi mener at SD-6000 klarte å fange opp retning og strømstyrke til vannmassene i Repparfjorden, slik at de overordnede strømforholdene kunne beskrives. Selv om SD-6000 kan ha svakheter ved måling av liten strømstyrke så var strømmen i Repparfjorden relativt sterk og de viktige midlere-sterke strømmene ble riktig registrert.

2. Målinger fra midtre vannsøyle og overflate ønskes rapportert

Vi er enige i at disse målingene for oversiktens skyld kunne vært inkludert i selve rapporten fra grunnlagsundersøkelsen [3] eller i et appendiks. Det var imidlertid fokus på bunnstrømmene i grunnlagsundersøkelsen, og i kartleggingen av potensielle områder med lav nok strøm for sjødeponi. Ved deponering vil slammet bli sluppet ut nær bunnen, og derfor er det også bunnstrømmene som er mest interessante.

3. Målinger med Nortek bunnmontert ADCP ønskes erstattet av strømmåler med lenger rekkevidde for å få dekket hele vannsøylen.

Massen som deponeres nær bunnen vil i alt vesentlig (ca. 98%) bestå av forholdsvis grove sedimenter med rask sedimentering. Det var sentralt å kunne beregne deponiets utstrekning, og det vurderes ikke som kritisk for denne oppgave å måle over hele vannsøylen. Måleren dekket både bunnvannet og nedre del av fjordens mellomlag.

4. Oversikt over konfigurering av strømmålere savnes

Vi er enige i at dette kunne for god ordens skyld ligge i for eksempel et appendiks.

5. Bedre kvalitetssikring av strømmålerdata savnes

Vi er enige i at uregelmessigheter i observasjoner burde vært forklart/ illustrert bedre. Vi ser også at noen av uregelmessighetene påpekt av SINTEF skyldes upresis rapportering av målingene.

6. Vise mer strømgrafikk.

For oversiktens skyld kunne vi vist tidsserier og utvalgt grafikk for eksempel i appendiks. Fokus i rapporten var imidlertid å illustrere de overordnede strømforhold ved fjordbunnen, og ikke gjengi en detaljert og lengre analyse av målingene.

7. Savner strømmålinger oppover i vannsøylen

SINTEF skriver at en av hensiktene var å studere det totale strømbildet og dermed vanntransporten i Repparfjorden. Hovedhensikt med strømmålingene var imidlertid å studere strømforhold og

vanntransport nær fjordbunnen og i bassengene som var aktuelle som deponiområder. Derfor var det naturlig å ha fokus på målinger nær bunnen, også i rapporteringen (jfr. pkt. 3 ovenfor).

Strømmodellering:

Her velger vi å følge oppdelingen til SINTEF og kommentere punkt for punkt:

1. Værdata.

SINTEF påpeker at vi ikke har brukt værdata fra Repparfjorden, men fra en værstasjon i Hammerfest. De mener vi heller burde ha brukt værdata som er tilgjengelig fra ECMWF (European Centre for Medium-Range Weather Forecasts), eller simulering av lokalt vindfelt

Det er erfaringsmessig svært ressurskrevende å nedskalere atmosfæriske modeller til å skulle løse opp Repparfjorden-systemet. ECMWF har grovere oppløsning enn 10 km (0.125 grad). Dette er ikke tilstrekkelig for å få med en fornuftig romlig variasjon innenfor Repparfjord-systemet. Det viktige her er ikke å modellere et bestemt år (for eksempel 2008) korrekt. Det er ikke i 2008 gruvedeponiet vil bli etablert, men en gang i framtiden. Det essensielle er da å bruke værdata med omtrentlig riktig styrke og variabilitet, og det vurderes da gunstig å bruke faktisk målte værdata fra nærmeste stasjon. ECMWF er produsert av en modell med grov oppløsning, og vi er ikke enige i at dette nødvendigvis er bedre.

2. Tidevannsdata

SINTEF skriver at det er tidevannets faseforskyvning over Kvalsundet som er viktig, og mener det også er et alternativ å bruke målt strøm som betingelser på randen.

Vi forstår det slik at SINTEF mener at det er trykkforskjellen på tvers av Kvalsundet som driver strømmen i Kvalsundet. Dette er ikke rett, men det er mulig vi har misforstått en litt uklar fremstilling i SINTEF's notat. Den dynamiske balansen vil være mellom akselerasjon, friksjon og trykkgradienter på langs av sundet. Det er derfor trykkforskjellen mellom modellrendene i Kvalsundet og Sammelsundet som er den viktige parameteren. Vannstandsmålere ble plassert ut ved modellrendene i Kvalsund og Sammelsund i prosjektperioden, men teknisk feil med en av målerne førte til at tidevannsforskyvningen ikke kunne påvises med observasjonsdata. I stedet ble det utført en sensitivitetsanalyse med modellen for å estimere denne tidevannsforskyvningen.

Når randbetingelser bestemmes med bruk av observerte data, så er det best å bruke data for vannstand og beregne strømmen ut fra dette. Grunnen er at vannstanden vil variere lite på tvers av et smalt sund, mens hastighetene har større variasjoner og vil kreve mange flere observasjoner. I vårt arbeid er hastigheter på rendene beregnet ut fra målt vannstand ved hjelp av en bølgeligning, og disse hastighetene blir brukt som randbetingelser til momentum-ligningene. Det er brukt data for faktisk vannstand fra Statens Kartverk, Sjøkartverket.

3. Saltholdighet/temperatur

SINTEF bemerker kort at det er stort rom for forbedringer når det gjelder saltholdighet og temperatur.

Her er vi faktisk litt usikker på hva SINTEF mener, men antar at de sikter til saltholdighet og temperatur spesifisert på randen av modell-omenet. Her er det, som også skrevet under kommentarene til DNV, dessverre en feil i rapporten. Det står at det er brukt data fra Ingøy kalibrert med lokale data ved Repparfjorden. Dette er ikke rett. Det er brukt data fra like utenfor Repparfjorden, og en sesong-syklus er konstruert basert på disse (Se punkt 1 under modellering i kommentarene til DNV over). Vi mener denne metoden gir en, for vårt formål, tilstrekkelig representasjon av variasjonene i saltholdighet og temperatur.

4. Validering

SINTEF savner kvantitativ sammenlikning mellom modell og observasjoner

Vi er enig i at valideringen som er gjort og presentert i rapporten [4], er mangelfull. Dette er beklagelig.

At figurene for sirkulasjon ved flo og ved fjære viser samme strømrretning er tilsynelatende merkelig. Forklaringen er at det er lagret et strømbilde en gang i døgnet, og dermed er ikke tidspunktet for flo eller

fjære truffet nøyaktig, med det resultat at det ser ut som strømmen går i samme retning ved flo og fjære. Det er beklagelig at vi i rapporten ikke har vært tilstrekkelig presis i vår beskrivelse av tidspunktet for flo og fjære.

Spredningsberegninger:

1. Spesifikasjon av utslipp

SINTEF savner en teknisk redegjørelse for mer praktiske forhold knyttet til utslippsarrangementet

Det er vanlig at en oppdragsgiver angir sitt hoved-ønske (her utslipp i 30 m dyp). Når beregninger for dette er simulert, så kjøres vanligvis alternativer (i dette tilfelle utslipp i dypene 40, 50, 57 og 60 m), som sammenlignes med resultatene i første modellkjøring (se KU'ens kapittel 3.6 [4]).

De tekniske sidene av utslippet er ikke omtalt i detalj, men noe info finnes likevel i KU [4] (se Tabell 4 side 47). Indre diameter på avløpsrøret er 0,35 m og vannmengden 0,0972 m³/s. Dette gir en stråle hastighet på temmelig nøyaktig 1 m/s.

Det påpekes at KU [4] er "lite spesifikke på konstruksjon og vedlikehold av utslippet. . ." og "Det savnes derfor en redegjørelse for mer praktiske forhold . . .". Vi mener at dette ikke hører med til en KU, men eventuelt i en senere teknisk rapport som beskriver planer for gruveprosjektet.

2. Vannutskiftning i Repparfjorden

SINTEF hevder at modellen har simulert for lav vannutskiftning

SINTEF påpeker at resultatene vist i figur 25 og 26 i rapporten viser urealistisk lav vannutskiftning og mener at dette kan komme av at tidevannet ikke er godt nok representert. At vannutskiftningen er urealistisk lav konkluderer SINTEF ut i fra målt strøm hvor argumentet er at en partikkel vil bevege seg mange ganger fjordens lengde på 14 dager. Vi er åpne for at vannutskiftningen i modellen ikke er perfekt, men vi er ikke overbevist av SINTEF's argument. Partikkeltransport kan ikke uten videre estimeres fra en gjennomsnittshastighet. Variabilitet og mixing står også for store komponenter av transporten, og det finnes eksempler fra andre områder (f.eks fra Polhavet [8]) hvor anomalier i temperatur og salt beveger seg med nesten 10 ganger lavere hastighet enn den gjennomsnittlige strømmen. La oss si at sirkulasjonen i Repparfjorden er som en bakevje i den sterke strømmen fra Kvalsundet til Sammelsund. En bakevje er karakterisert ved at vannet sirkulerer rundt og rundt, gjerne mange omdreining, før det igjen slipper ut i hovedstrømmen. Distansen i en omdreining i bakevjen Repparfjorden vil være omtrent det dobbelte av lengden. Med 0.03 m/s vil bakevjen ha gjort litt over én omdreining på 14 dager. Det er ikke urealistisk å tenke seg at 50% av vannmassene i en bakevje fortsatt er de samme etter 1-2 omdreininger.

En annen ting som kan påvirke den simulerte vannutskiftningen, er den såkalte returkoeffisienten som er en del av grensebetingelsen brukt i GEMSS. Problemet er at når vi modellerer spredning av sporstoff i et forholdsvis lite område som vi har gjort i Repparfjorden, så er det ikke gitt at konsentrasjon av sporstoff som strømmer over grensa og inn i domenet er null. Årsaken til dette er at det foregår blanding på utsiden av modell-domenet slik at en andel av det samme vannet som har strømmet ut av domenet vil strømme inn igjen på et senere tidspunkt. Konsentrasjonen i vannet som strømmer inn i domenet kan justeres med returkoeffisienten, og hvordan denne er satt kan til en stor grad påvirke den simulerte konsentrasjonen i domenet.

SINTEF tar konsentrasjonene vist i figurene 25 og 26 i rapporten [4] som et tegn på at noe er feil i modellen, og de foreslår at en mulighet er at tidevannet ikke er godt nok representert. Vi setter spørsmålstegn ved SINTEF's metodikk når de gjør beregninger ut i fra en enkel betraktning av gjennomsnitts-strøm, og på dette grunnlaget konkluderer med at modellen er feil og foreslår at feil tidevannsstrøm er årsaken.

3. Vurdering av partikkelspredning i vannmassene

Her refererer SINTEF i hovedsak til hvilke metoder som ble brukt for å beregne partikkelspredningen, og kommenterer disse. I svært liten grad gjelder kommentarene selve resultatene fra beregninger av partikkelspredningen.

SINTEF etterlyser resultater fra kolonneforsøk både med startkonsentrasjon 50 g/l og 10 g/l, og essensen av begge disse er gjengitt i KU'ens Vedlegg B [4] – og i sin helhet i [1]. Hovedkonklusjonen fra forsøkene er at ved tilsetning av Magnafloc10 sedimenterer partiklene meget raskt: etter 60 minutter var konsentrasjonene henholdsvis ca. 2 mg/l og ca. 11 mg/l for startkonsentrasjon på 50 g/l og 10 g/l. Ved typiske strømhastigheter på 6-10 cm/s foregår utfellingen innen en avstand på 210-360 m fra utslippspunktet. Sammen med bidraget fra fortyningen forklarer dette de lave konsentrasjonene som modellen beregnet, som for eksempel 0,05 mg/l i en avstand på 2-2,5 km ved et uhellsutslipp til overflatelaget. Til sammenligning er dette 1/100-1/1000 av de konsentrasjonene som kan forventes å skade marin fisk [5]. Vi henviser ellers til KU'ens kapittel 3.7 [4].

Generelle kommentarer

Randbetingelser og vannutskiftning

En viktig del av kritikken rettet mot modelleringen vi har utført i Repparfjorden baserer seg på at utvekslingen av vannmasser mellom Repparfjorden og omkringliggende områder er modellert for dårlig. Vi kan ikke se at argumentene som er satt fram er godt dokumentert (se punkt ovenfor om vannutskiftning i Repparfjorden). Derimot vises det til at vanlig praksis er å bruke et større modellområde og neste modellen inn i grovere modeller. Vi valgte å bruke modellen GEMSS for et forholdsvis lite område rundt Repparfjorden av flere grunner:

1. GEMSS har modulen GIFT som er spesiallaget for å simulere gruveavganger, og GIFT har vært spesielt nyttig i dette prosjektet. GEMSS har også en modul for transport av finere sedimenter, som har vært brukt i vårt arbeid.
2. Vi mener grensebetingelsene som er benyttet gir en tilstrekkelig beskrivelse av utvekslingen på grensen (se beskrivelse av grensebetingelser under).
3. Tilgjengelige modell-resultater for å neste inn i hadde i 2010 på sitt beste 4 km oppløsning. Dette gir dårlig beskrivelse av strømforhold nær kysten og ville kreve uforholdsmessig stort modellområde.

Randbetingelsene som er brukt, baserer seg på vannstand og hydrografi. Vannstandsdata for Repparfjorden er, som beskrevet over, beregnet av Statens Kartverk, Sjøkartverket. Dette er faktisk vannstand, og inkluderer derfor også variasjoner utover tidevannet. Hastighetene på randen beregnes ut i fra vannstand ved bruk av en bølgeligning, og fordi det er faktisk vannstand som blir brukt vil det også være utveksling utover tidevannet. I tillegg brukes en sesongsyklus i saltholdighet og temperatur på randen som er konstruert utfra målinger i farvannet like utenfor Repparfjorden, ved modellrendene.

Et poeng som det er viktig å være klar over, er at vannutskiftningen i Repparfjorden ikke er en sentral parameter i dette prosjektet. Det er kun 2 % av gruveavgangen som er finkornet nok til å drive langt med strømmen i vannsøylen. Selv med en vannutskiftning som er for liten (kritikken hevder at vannutvekslingen er for liten), får vi konsentrasjoner av finkornet materiale som er langt under grenseverdier som er skadelige for fisk når man kommer nær utgangen av Repparfjorden ([4] og [5]). Med større vannutskiftning vil disse konsentrasjonene bli enda mindre, og dermed ha enda mindre betydning. Det er det grovkornede materiale som i første grad har fått fokus i vår rapport, siden det var forventet at det var dette materialet som hadde størst potensiale for negativ påvirkning av organismene ved havbunnen. Vårt valg av modell er gjort ut i fra hvilken modell som simulerer spredning av grovmaterialet best. Det er viktig å representere tidevannet godt fordi dette er sterke strømmen som også har potensiale til å flytte på noe av det grovkornede materiale. De dominerende strømmene i Repparfjorden er tilfredsstillende representert i vår modell, og GIFT modulen er meget godt egnet for å modellere spredning av gruveavgangen.

Validering av modellen

Fordi valideringen presentert i rapporten er mangelfull, har vi valgt å gjøre en liten dobbelsjekk på modellresultatene. Denne viser at vi har en realistisk tidevannsstrøm med drøye 2 m/s amplitude i Kvalsundet. I Sammelsundet pulserer strømmen i overflaten som regel i nord-østlig retning, men i dypere vannlag skifter strømmen retning. Hastigheter i Sammelsundet varierer fra ca 10 cm/s til ca 1 m/s. Inne i Repparfjorden er strømmen i riktig størrelsesorden. I deponiområdet varierer strømmene rundt 10 cm/s med maksimalstrøm på ca 30 cm/s (størrelsene er funnet ved å studere filmer fra simuleringene). Dette er i rimelig god overenstemmelse med observasjonene presentert i grunnlagsundersøkelsen [3]. De sterke strømmene i Kvalsundet-Sammelsundet er sensitive til faseforskyvningen i tidevannet mellom de to modell-grensene, men sirkulasjonen inne i Repparfjorden og i deponiområdet er betydelig mindre sensitive til dette, som også beskrevet i [4].

Hovedkonklusjon

DNV og SINTEF har mange fornuftige og konstruktive kritikker, men vi oppfatter også deler av kritikken til å være av mindre betydning. De delene av SINTEF's kritikk som omhandler vannutskiftning og spesifisering av tidevann på grensen av modell-området mener vi er basert på for enkel argumentasjon. Den mest alvorlige kritikken av vårt arbeid er den som er rettet mot validering av modellen mot data, og vi er enig i at dette kunne vært gjort betydelig bedre.

Vi har gjort sammenligninger med data samtidig som vi skrev dette notatet. Dette viser at strømmen i Kvalsundet er godt representert. Tidevannsstrømmen inne i Repparfjorden og i deponeringsområdet er i god overenstemmelse med observasjonene presentert i KU'en [4]. Dette styrker troen på at den simulerte spredningen av gruveavgangen også er realistisk.

Når det gjelder vannutskiftning er dette betydelig vanskeligere å validere. Grensebetingelsene er realistiske, og det er ingen tydelige tegn på modellens resultater er feil. Vi mener SINTEF's argumentasjon på dette punktet er for enkel. Vi kan allikevel ikke garantere at vannutskiftningen som angis i modellen er en korrekt representasjon av naturen, men som beskrevet over under generelle kommentarer, så er ikke dette kritisk for konklusjonen i KU'en [4]. Gruveavgangen gir en såpass liten konsentrasjon av partikler i vannsøylen at det utenfor nærområdet for deponiet er god margin i forhold til uakseptable virkninger av disse. Dersom det er slik at vannutskiftningen i Repparfjorden er større en modellen beskriver, så vil det faktisk innebære en større spredning og fortykning av partiklene i vannet. Resultatet ville da vært større marginer i forhold til uakseptable virkninger.

Vi føler oss trygge på at konklusjonene i konsekvensutredningen for det marine miljøet i Repparfjorden er solid fundert i det arbeidet som er gjort, og kan ikke se at kritikken fra DNV og SINTEF rokker ved våre hovedkonklusjoner.

Referanser:

1. Bjerkgeng, B. og Iversen, E.R., 2011. KU – Nussir ASA. Delutredning. Avgangens sedimenteringsegenskaper. NIVA-notat. 22 sider.
2. Christensen, G.N., Leikvin, Ø., Dahl-Hansen, G.A.P. og Rikardsen, A., 2009. Smolt av anadrom laksefisk – en sårbar ressurs ved et kystnært oljesøl? Akvaplan-niva rapport 3885.01.
3. Christensen, G.N., Dahl-Hansen, G.A.P, Gaardsted, F., Leikvin, Ø., Palerud, R., Velvin, R., Vögele, B., 2011, Marin grunnlagsundersøkelse i Repparfjorden, Finnmark 2010-2011. Akvaplan-niva AS rapport no 4973-01.
4. Christensen, G.N., Kvassnes, A.J.S, Tjomsland, T, Leikvin, Ø., Kempa, M., Kolluru, V., Velvin, R., G.N., Dahl-Hansen, Jørgensen, N.M., 2011. Konsekvenser for det marine miljøet i Repparfjorden ved etablering av sjø- eller landdeponi for gruveavgang fra Nussir og Ulveryggen i Kvalsund kommune, Finnmark., Akvaplan-niva AS rapport no 5249-01.
5. Dale, T., Kvassnes, A. og Iversen, E.R., 2008. Risikoen for skader på fisk og blåskjell ved gruveaktivitet på Engebøneset. En litteraturstudie om effekter av metaller og suspenderte partikler. NIVA-rapport 5689-2008. 38 sider.
6. Eidnes, G., Rye, H. og Alver, M.O, 2014. Strøm og spredning i Repparfjorden. Vurdering av foreliggende dokumentasjon. Prosjektnotat. Sintef. 11 sider.
7. Endresen, Ø. og Rudberg, A., 2014. Strømforhold i Repparfjorden. Notat fra DNV-GL 4 sider.
8. Polyakov et al., 2005. One more step toward a warmer Arctic, Geophys. Res. Lett., Vol. 32, L17605, doi:10.1029/2005GL023740.