

Prosjektnotat

Strøm og spredning i Repparfjorden

Vurdering av foreliggende dokumentasjon

VERSJON

1.0

DATO

2014-08-05

FORFATTER(E)Grim Eidnes
Henrik Rye
Morten Omholt Alver**OPPDRAGSGIVER(E)**

Miljødirektoratet

OPPDRAGSGIVERS REF.

Kari Kjøningsen

PROSJEKTNR

102008412

ANTALL SIDER OG VEDLEGG:

11

SAMMENDRAG

Miljødirektoratet har bedt SINTEF å:

- Vurdere dokumentasjon fra Akvaplan-niva og HI på strømforholdene i fjorden
- Vurdere dokumentasjon fra Akvaplan-niva og HI på sannsynligheten for spredning av finpartikulært materiale fra et planlagt deponi i fjorden.

I det følgende er foretatt en slik vurdering, basert på oversendt materiale fra Miljødirektoratet. Se spesielt referansene oppgitt bakerst i notatet.

Vurderingene av de gjennomførte strømmålingene er gitt i kapittel 1

Vurderingene av strøm-modelleringen er gitt i kapittel 2

Vurdering av spredning av partikulært materiale er gitt i kapittel 3.

Notatet behandles konfidensielt.

UTARBEIDET AV

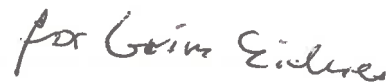
Grim Eidnes

GODKJENT AV

Atle Kleven

PROSJEKTNOTAT NR

Prosjektnotatnummer



SIGNATUR

SIGNATUR

GRADERING

Fortrolig

Historikk

VERSJON	DATO	VERSJONSBEKRIVELSE
1.0	2014-08-05	Rapportering

Innholdsfortegnelse

1	Strømmålinger	4
1.1	Bakgrunn	4
1.2	Hensikt	4
1.3	Instrumentering	4
1.4	Konfigurering	4
1.5	Kvalitetssikring	5
1.6	Datapresentasjon	5
2	Strømmodellering	6
2.1	Oppløsning	6
2.2	Værdata	6
2.3	Tidevannsdata.....	6
2.4	Saltholdighet/temperatur	7
2.5	Validering	7
3	Spredningsberegninger	8
3.1	Spesifikasjon av utslippet.....	8
3.2	Vannutskiftningsforholdene i Repparfjorden.	8
3.3	Vurdering av partikkelspredningen i vannmassene.....	9
4	Referanser	11

1 Strømmålinger

1.1 Bakgrunn

Strømmålingene i Repparfjorden er gjennomført i to perioder, sommer og høst 2010, over henholdsvis 24 og 42 dager. Det er (først og fremst) målt bunnstrøm ved 9 stasjoner og det er i hovedsak brukt rotormålere av typen SD-6000 fra Sensordata. Kommentarene nedenfor er basert på presentasjonen og omtalen av måleresultatene gitt i kapittel 4 *Strømmålinger* i [1], og kapittel 2.3 *Område C: Nordøst for Fægffjordholmen* og kapittel 3.4 *Observerte strømmer* i [2].

1.2 Hensikt

Plassering og antall målestasjoner synes fornuftig, det er valgt lokale terskler og fordypninger formodentlig i den hensikt å få fram bunntransporten inn og ut av fjorden, og å avdekke i hvor stor grad de lokale tersklene fungerer som barrierer for en slik transport.

1.3 Instrumentering

Valg av måleinstrumenter synes noe tilfeldig. SD-6000 er en enkel, lett og rimelig strømmåler, men dessverre ikke alltid like robust og pålitelig. Bruk av denne type strømmåler stiller desto større krav til den etterfølgende kvalitetskontrollen. SD-6000 måler strømmens fart ved å telle antall rotasjoner på en rotor og strømmens retning ved hjelp av et haleror. Roret er imidlertid i minste laget til raskt å stille seg inn etter strømmen; dette gjelder ikke bare ved svake strømmer, men også ved hurtige retningsendringer. Det er derfor erfaringsmessig mye retningsfeil på SD-6000. Dette er kanskje også grunnen til at det for noen av stasjonene er oppgitt "kompassfeil" på målingene. Det er her viktig å gjøre oppmerksom på at strømmens fart framkommer som et vektorielt middel. Dersom strømmens retning er feil, vil også strømmens fart bli feil, eller i det minste uøyaktig. Det kan reises spørsmål om valg av strømmåler var adekvat for oppgaven.

Det opplyses at det på St. 3 ble satt ut en ekstra rotormåler i 5 m dyp i første måleperiode og 3 rotormålere og en Aquadopp punktmåler i andre periode. Disse målerne ble antakelig satt ut for å få noe informasjon om strømmen høyere opp i vannsøylen også, ikke minst i overflatelaget. Dette er verdifull informasjon for å forstå det totale strømmønsteret i fjorden. Vi kan imidlertid ikke se at resultatene fra disse målerne er rapportert.

På St. 7 ble det i tillegg benyttet en bunnmontert ADCP fra Nortek med rekkevidde på 30-40 m, men den registrerer fortsatt i det nedre vannlaget (fra bunnen og opp til 60-70 m dyp). En mer lavfrekvent profilmåler ville gitt større rekkevidde; en Nortek Continental 190 kHz ville for eksempel ha dekket hele vannsøylen.

1.4 Konfigurering

Det savnes en oversikt over hvordan målerne ble konfigurert. Det antas at SD-6000 registrerte strømmen kontinuerlig som et vektorielt middel over 10 minutter, men gjaldt det også for ADCPen. Opplysninger om måleintervall og midlingsperiode, samplingsfrekvens og evt. "spare mode" eller "burst mode" er viktig informasjon når data skal sammenstilles.

1.5 Kvalitetssikring

Som nevnt over, vil bruken av mindre robuste målere stille større krav til kontroll av de målte data. Det er ikke opplyst om det er gjennomført manuelle eller automatiske prosedyrer for kvalitetskontroll, og i så fall hvilke. Noen av de observerte forholdene kan vanskelig forklares fysisk. For eksempel skal bunnstrømmen i den innerste gropa (St. 2) i den første perioden ha vært oppe i 51 cm/s. Det tilsvarer 1 knop. Det ble ikke målt sterkere strøm noen steder i hele Repparfjorden. Strømmens hovedretning er innover, men det er bare beskjedne strømmer i sadelpunktet noen hundre meter lenger ut i fjorden (St. 1); og der er strømmen jevnt over bare 30 % av strømmen i gropa innenfor. Fenomenet er forsøkt forklart som en forsterket estuarin sirkulasjon, men det er kan vi se bort fra på det dypet det her er snakk om (58 m). Trolig skulle dataene vært forkastet som feilaktige.

Resultatpresentasjonen i [1] inneholder også noen motsetninger:

- I tabell 7 er det oppgitt at "Grunnet kompassfeil er retningsdata ikke tilgjengelig for stasjon 3 og 4." Men i figur 18 er det likevel tegnet inn dominerende strømrørninger på St. 4.
- Posisjonene til St. 1 og 2 er antakelig byttet om i figur 18 og 19? Uansett avviker posisjonen på den innerste stasjonen med 300 – 350 m mellom figur 16 og figur 17/18.
- I tabell 8 er det oppgitt midlere og maks strømfart i det nederste måledypet for ADCPen på St. 7 (96 m dyp) som er forskjellig fra midlere- og maksimalstrøm i samme dyp og på samme stasjon presentert i figur 20.

I rapport [2], kapittel 2.3 opplyses det at område C, nordøst for Fæg fjordholmen, som er det området som anbefales for videre utredning, "har et dyp ned til 83 m". Dette samsvarer ikke med tabell 6 i rapport [1] der dypet på St. 3, som ligger i dette området, oppgis til 91 m. Målt maksimalstrøm i begge måleperiodene er også noe forskjellig i de to rapportene.

1.6 Datapresentasjon

Det kan ofte være forskjellige ønsker om hvordan målte data skal presenteres. I dette prosjektet var en av hensiktene å studere det totale strømbildet og dermed vanntransporten i Repparfjorden. De manglende strømdata oppover i vannsøylen vanskeliggjør nok en slik vurdering, men vi antar også at en resultatpresentasjon i form av strømroser, histogram og progressive vektordiagram kunne ha visualisert de målte dataene på en måte som ville ha gitt en bedre forståelse av strømmønsteret.

En harmonisk analyse (tidevannsanalyse) for å få fram tidevannets bidrag til den målte strømmen, burde vært utført. Da hadde man sett i hvilken grad strømbildet var forårsaket av tidevannet eller av andre faktorer. Man hadde også bestemt tidevannsstrømmens styrke og retning i forhold til selve tidevannssyklusen; er tidevannsstrømmen på sitt sterkeste ved flo, fjære eller halvflødd? Og ikke minst hadde man generert et datasett av målte resultater som kunne vært brukt i en validering av strømmodellen som ble utviklet for området.

Det er ikke forsøkt gitt noen forklaring på hydrodynamikken i fjorden, eller hvilket strømmønster som ble avdekket av målingene. Rapporten konkluderer med at "Strømbildet varierte generelt mye på ulike stasjoner og vannsirkulasjonen i Repparfjorden synes å være forholdsvis komplisert." Vi antar at en av hensiktene med det relativt omfattende måleprogrammet var å øke forståelsen noe mer enn dette, og vi tror mer informasjon kunne vært trukket ut av de tidsseriene som synes å være pålitelige.

2 Strømmodellering

GEMSS-modellsystemet som er benyttet, virker i utgangspunktet å være vel egnet for formålet, og det kan være en styrke at modellen kan settes opp med økende oppløsning nært utslippspunktet. Etter hva vi kan bedømme, er det fullt mulig å simulere realistiske scenarier i modellen, men disse mulighetene er ikke fullt utnyttet i studien som er gjort. Den mest åpenbare svakheten er at modellen ikke er koblet til omgivelsene utenfor fjorden. Heving av overflaten på grensene som følge av tidevann, er tatt med, men det er ikke benyttet noen data som angir strøm over grensene. Dette gir en sterk forenkling av strømbildet i fjorden.

2.1 Oppløsning

Vi er enig med Akvaplan-niva/NIVA (APN/NIVA) i at en oppløsning på "noen hundre meter" er i groveste laget nær deponiområdet.

2.2 Værdata

Vinddata som er brukt, er ikke fra fjorden som simuleres. Mer representative vinddata kunne enkelt vært tatt inn gjennom kjøp av høyoppløste vinddata fra ECMWF (European Centre for Medium-Range Weather Forecasts), eller simulering av lokalt vindfelt.

APN/NIVA skriver at det har vært/er vanlig praksis å bruke meteorologidata fra nærmeste stasjon. Det er vel snarere et spørsmål om hva som er riktig, ikke hva som er vanlig. De antyder at det ikke var mulig for dem å bruke modelldata, men vi ser ingen grunn til at de ikke kunne benytte kommersielt tilgjengelig data fra f.eks. ECMWF for den aktuelle perioden. Det finnes et utvalg av oppløsninger til forskjellig pris.

2.3 Tidevannsdata

Tidevannsbølgen forplanter seg nordover langs kysten og sprer seg innover i fjordene, raskere på dypt vann enn på grunt vann. Tidevannsbølgen kan derfor komme raskere fram til den ene siden av et sund enn til den andre, og det oppstår en forskjell i tidevannshøyden på hver side av sundet. Denne forskjellen skaper en trykkraft fra siden med høyere tidevann til siden med lavere tidevann, og det settes opp en strøm for å utjevne vannstandsforskjellen. Dette er drivkraften i et såkalt tidevannssund, som Kvalsundet. Det er derfor ikke strømmen i selve tidevannsbølgen som skaper de store strømhastighetene, det er vannstandsforskjellen på hver side av sundet. Det er derfor egentlig ikke så viktig å finne tidevannets faseforskyvning mellom Hammerfest og Kvalsundet. Det avgjørende er å finne faseforskyvningen - eller vannstandsforskjellen - over Kvalsundet. Denne kan måles ved bruk av presise trykceller. Eller man kan måle strømmen som genereres direkte. Det siste er normalt det enkleste, og det er gjort i Kvalsundet.

Fra Den norske los, bind 6, side 154:

"Strømmen i Kvalsundet er en meget sterk tidevannsstrøm. Sør i den trangeste delen av sundet sies farten å gå opp i 6 knop på det sterkeste. Strømmen skifter på flo og fjære og setter sørover sundet med stigende og nordover med fallende vann. Strømskiftet foregår hurtig. Det er slakt vann bare ca 1/2 time."

I forbindelse med planleggingen av et tidevannskraftverk i Kvalsundet ble SINTEF i 1997 og 1998 engasjert av Hammerfest Strøm til å foreta strømmålinger i sundet. Målingene ble gjennomført med en profilerende strømmåler midt i Kvalsundet rett øst for Kvalsundbrua. Målingene bekreftet opplysningene i Den norske

los. Strømmen var klart tidevannsdominert gjennom hele vannsøylen, selv om maksimalstrømmen i det øvre laget "bare" var 5 knop (eller 2,5 m/s) ved spring tidevann.

2.4 Saltholdighet/temperatur

Her er det stort rom for forbedring, noe APN/NIVA også vedgår. Det er uansett ikke lett å forholde seg til udokumenterte tester gjort med en annen modell (Fjordmiljø).

2.5 Validering

Det er i rapporten vist til data fra strømmålingene, men det vises ikke noen kvantitative sammenlikninger med modellert strøm, utover at det slås fast at man har "godt samsvar med observerte verdier". Det ville vært en styrke dersom det var vist spesifikke sammenlikninger av strøm i modellen mot strømmålingene. Forøvrig kunne vertikalfordelingen av den modellerte strømmen godt vært vist med profiler eller flere strømkart.

Figurene 21 – 23 i [2] viser modellert overflatestrøm ved henholdsvis flo, begynnende fjære og fjære. Figurene viser et par resultater som umiddelbart synes påfallende:

- Strømmen i den nordlige delen av Kvalsundet strømmer nordover både ved flo og fjære sjø (figur 21 og 23).
- Ved flo sjø (figur 21) er det som forventet tilsynelatende balanse mellom innstrømning til Repparfjorden (oransje, gul og grønn farge) og utstrømning (forskjellig blå farge). Men idet vannet begynner å falle (begynnende fjære, figur 22), øker innstrømningen.

Målepunktet for strøm under SINTEFs målinger i 1997 og 1998 var omtrent på samme sted som en av de to åpne rendene i den anvendte modellen til APN/NIVA. En enkel validering av modellens evne til å gjenskape virkeligheten vil da være å sammenlikne modelldata på denne randa med de målte strømhastighetene. Eller omvendt: De målte strømhastighetene kan brukes som grenseflatebetingelser i modellen.

Terskeldypet ved Kvalsundbrua er 38 m. Det betyr at de øverste om lag 35-40 m av Kvalsundets vannmasser formelig fosser forbi utløpet av Repparfjorden som en meget sterk, tidevannsdrevet, turbulent strøm. Idet strømmen passerer Repparfjorden, river den med seg vann fra de øvre 35-40 m i Repparfjorden. Vannet som rives med, erstattes av en strøm inn Repparfjorden i laget under dette øvre laget. Den sterke tidevannsstrømmen i Kvalsundet blir dermed også dominerende drivkraft for strømforholdene i Repparfjorden. Det hadde vært interessant å se i hvilken grad den målte og modellerte strømmen samsvarer med dette strømbildet.

Havforskningsinstituttet (HI) vektlegger på sin side at usikkerheten i større grad må fjernes. Vi er enig med HI i dette, og de forbedringene som HI etterspør er i stor grad rutine ved slik modellering (som for eksempel å bruke relevante data for atmosfære, trekke grensene lenger ut, og å nøste fra storskala modeller). Vi er også enig i at flere av disse forholdene burde vært nevnt i rapporten.

3 Spredningsberegninger

3.1 Spesifikasjon av utslippet

Her ser det ut til at oppgaven har vært begrenset til å vurdere forskjellige områders egnethet for mottak av ca. 2 mill. tonn/år med avgang. Ett av 4 områder er anbefalt, men deretter er rapportene lite spesifikke på hvordan utslippet vil konstrueres og vedlikeholdes. Det virker som at Akvaplan/NIVA har fått "fritt spillerom" til å anbefale utslippssted/utslippsdyp, uten at mer tekniske forhold er nærmere vurdert. Men tekniske forhold kan også være av betydning. Konklusjon i rapport [2] anbefaler 57 m utslippsdyp, mens oppdragsgiver spesifiserer utslippsdyp på 30m. Her er referert til utslippet på Hustadmarmor, som har vært i drift i mange år, med god erfaring. På Hustadmarmor ligger utslippet på 20 m dyp. Er denne forskjell triviell? Det er ikke sikkert av utslippet er like velfungerende dersom dette ledes ned på nærmere 60 m dyp, som anbefalt av Akvaplan-niva. Innholdet i røret har høy egenvekt. Utslippet kan "rutsje" inni røret (akselerere gjennom røret på grunn av sin tyngde) dersom utløpsåpningen legges for dypt. Derfor må det skapes tilstrekkelig med friksjon/turbulens inni røret for å oppnå trykklivevekt inni og utenfor røret på utslippsstedet Dette kan oppnås med tilsetning av sjøvann, og denne tilsetning bør bli større jo dypere utslippet legges (øker friksjonen). Det er også tekniske utfordringer med hyppigere flytting av røret jo nærmere bunn utslippsrøret avsluttes. Dette på grunn av at den "kjegle" som bygges opp med avgangsmasser vil nå opp til røråpningen raskere når avstanden til bunn reduseres.

Det savnes derfor en redegjørelse for mer praktiske forhold knyttet til utslippsarrangementet. Det er mange ting man kan tenke seg er på plass rent ideelt for å minimere spredning, men ikke alle tiltak er like gjennomførbare i praksis. "Rutsjing" av innholdet gjennom røret kan skape ekstra turbulens og spredning av utslippet på utslippsstedet.

3.2 Vannutskiftningsforholdene i Repparfjorden.

For å studere vannutskiftningsforholdene i Repparfjorden er gjennomført noen interessante simuleringer med modell GEMS-GLLVHT (kapittel 3.5 i referanse [2]). Det er antatt konsentrasjon på 100 mg/L i hele Repparfjorden ved tid $t = 0$, og deretter har man fulgt hvordan denne konsentrasjon avtar med tiden ved bunn og overflate i Repparfjorden over en periode på 14 dager, se figurene 25 og 26. Dette er en prisverdig fremgangsmåte egnet til å sjekke vannutskiftningsforholdene på stedet. Generelt burde dette gjøres oftere som en kontroll av modellens godhet (eller egnethet) til å beskrive/reprodusere de fysiske forhold (som strøm og vannutskifting) rundt utslippssted.

Imidlertid viser resultatene at vannutskiftingen er slik at størstedelen av Repparfjorden har konsentrasjon på over 50 ppm, selv etter 14 dager. Dette er overraskende. Strømmålingene som er gjennomført viser en *netto* strøm (gjennomsnittshastighet) på rundt 0.03 m/s, fortrinnsvis i fjordretningen. Over en periode på 14 dager ville en partikkel med denne nettostrøm bevege seg ca 36 km. Da fjorden er ca 13 km lang, vil en partikkel helt innerst ha beveget seg ut fjorden nesten 3 ganger i denne perioden. For en partikkel midt i fjorden vil denne ha beveget seg ut Repparfjorden opp til 6 ganger med denne netto hastighet. Dette vil kunne gi en forventet fortykning av proporsjon 1:10 etter 14 dager, og ikke en fortykning lavere enn 1:2, slik som beregnet med modellen.

Spesielt ser figur 25 rar ut, med en vannmasse som har konsentrasjoner på 60 – 70 ppm i overflaten uti Kvalsundet etter 14 dager (!). Dette virker ikke rimelig.

En mulig forklaring kan være at tidevannet ikke er godt nok representert i modellen for å simulere tidevannet på en realistisk måte. Vannutskiftningen i Repparfjorden ser ut til å være vesentlig mye sterkere enn hva modellen antyder. Det mer "normale" i dag er å la en egen tidevannsmoell (som dekker et større område) fungere som "driver" av forholdene på randen av modellen (i Kvalsundet) for Repparfjorden. Da blir både vannstand og strøm på randen bedre reprodusert, spesielt for dette området som er så dominert av tidevannet.

Avviket mellom målinger og beregninger hadde sannsynligvis blitt oppdaget dersom man hadde foretatt en sammenligning mellom målt og beregnet resultat for strøm. Eksempelvis kunne man beregnet med modell de samme resultatene for målt strøm som er vist i Tabellene 7 og 8 i referanse [1] og sammenlignet.

3.3 Vurdering av partikkelspredningen i vannmassene.

Et annet forhold som er lite omtalt i rapporten er størrelsesfordelingen til partiklene som slippes ut. Dette er et vesentlig moment, da partikler som har liten diameter synker sakte og kan derfor spre seg langt av sted. Grovere partikler synker fort og deponerer nær utslippsstedet. Eksempelvis vil partikler i størrelsesområdet 1 – 10 μm (1 μm = 0.001 mm) synke meget sakte, de på rundt 1 – 2 μm synker omtrent ikke i det hele tatt (av orden 10 cm/døgn).

Rapporten presenterer 2 partikkelstørrelsesfordelinger, den ene slik som dannet under selve mineralutvinningen, den andre slik som forventet når avgangen går til utslipp. Disse 2 størrelsesfordelinger kan være meget forskjellige, blant annet fordi det tilsettes flokkuleringsmiddel til avgangen. Flokkulering fører til at partiklene slår seg sammen til større partikler som synker raskere.

I dette kapitlet er referert til referanse [2], hvis ikke annet er nevnt.

Figur 15 viser opprinnelig størrelsesfordeling, mens Figur 16 viser fordeling som inkluderer effekt av flokkulering. Figurene er meget forskjellige. Eksempelvis så er andel masse med partikler mindre enn 10 μm oppgitt til i overkant av 10 % i den opprinnelige fordelingen (Figur 15), mens andel masse med partikler mindre enn 10 μm er oppgitt til i overkant av 0.1 % i den flokkulerte fordelingen (Figur 16). Her er en forskjell av faktor 100. Dette resultat er viktig, da det er denne fraksjonen som bidrar mest til partikkelspredningen.

Partikkelfordelingen på det som slippes ut til sjø er blitt bestemt ved hjelp av kolonneforsøk (omtalt i Kapittel 9, Vedlegg B, side 168-173). En representativ avgang iblandet flokkuleringsmiddel tilsettes en kolonne fylt med sjøvann, og synkehastigheter blir bestemt på materialet som synker ned gjennom sjøvannet til bunnen i kolonnen. Fra synkehastighetene blir deretter bestemt partikkelstørrelser som tilsvarer synkehastighetene observert (Stokes lov gjelder for de mindre partiklene).

Det er gjort forsøk med initiell konsentrasjon i vannet lik 50 g/L og 10 g/L partikkelkonsentrasjon. Denne type forsøk viser oftest at synkehastigheten (og dermed partikkel størrelsesfordeling) er avhengig av initiell partikkelkonsentrasjon i forsøket. Trenden som man vanligvis får er at jo større initiell konsentrasjon, jo raskere synker materialet ned i kolonnen. Dette kan virke overraskende, men forklaringen er at når partikkelkonsentrasjonen er stor, dannes større flokker som synker ned. På sin vei nedover i kolonnen fanger

fnokkene opp de mindre partiklene, som dermed blir en del av de større fnokkene. På denne måten blir vannet i kolonnen «støvsuget» for de mindre partiklene. Denne effekten er mer utpreget jo større den initielle partikkelkonsentrasjonen er i kolonnen. Derfor er resultatene fra kolonneforsøkene avhengig av den initielle konsentrasjon av partikler i forsøket, med *lavere* sluttkonsentrasjon i kolonnen jo *høyere* den initielle konsentrasjonen er.

Denne "støvsuger"-effekten kan jo også tenkes å være til stede i naturen. Men naturlig turbulens samt strøm i vannmassene kan hindre eller redusere betydningen av denne effekten. I kolonneforsøkene er ikke slike naturlige prosesser inkludert.

Når det er rapportert 2 forsøk med initiell konsentrasjon lik 50 g/L og 10 g/L, venter man å se resultatene fra *begge* disse forsøkene, siden resultatene varierer med initiell konsentrasjon. Men bare én kurve er presentert, Figur 16. Det savnes også begrunnelse for valgene av 10 g/L og 50 g/L initiell konsentrasjon. Når men vet at et slikt valg virker inn på resultatet, er det viktig å redegjøre for dette. – Hvilket valg av initiell partikkelkonsentrasjon er mest relevant?

En annen ting som er av betydning for valgt partikkelfordeling er prosesser som kan bryte ned de flokkulerte partiklene til mindre partikler igjen. Det tenkes her spesielt på at utslippet går i transport i rør bort og ned til utslippet til sjøen. Denne transport skjer ofte med hastighet på flere meter pr. sekund inni røret. Rørtransporten vil derfor være kraftig turbulent, hvilket kan bidra til å bryte opp flokkene. Akvaplan-niva må berømmes for at de har vært oppmerksom på dette forholdet, og de omtaler et forsøk hvor man har utsatt en aktuell vannprøve for kraftig turbulens en kort stund, se omtale på side 82, tredje avsnitt. Innvendingen her er at dette kan gjøres mer systematisk ved å utsette vannprøven for aktuell styrke på turbulensen og over et tidsrom som tilsvarer utslippets oppholdstid inni røret inntil utslippsåpningen er nådd (typisk av orden minutter). Dette kan gjøres ved å lede utslippet inn i en rørsøyfe på laboratoriet og la vannmassen gå i denne sløyfen tilsvarende oppholdstid i utslippsrøret.

Poenget her er at det kan være en grov overforenkling å fremstille resultatene fra kolonneforsøkene som én enkelt kurve for den flokkulerte partikkelfordelingen. Problemstillingen er viktig fordi både spredning og deponering av partiklene er meget sensitive for denne fordelingen. Det er den finere andel av partikkelmassen som sprer seg mest i vannmassene. Derfor burde rapporten ha gått nærmere inn på dette. Det er beregnet konsentrasjoner i Repparfjorden av orden 0.05 mg/L som følge av det planlagte utslippet (side 83, øverst). Dette er meget lavt, men er det realistisk?

4 Referanser

- [1] Marin grunnlagsundersøkelse i Repparfjorden, Finnmark 2010 – 2011. Akvaplan-niva rapport nr. 4973-01.
- [2] 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 rapport nr. 5249-01.
- [3] Notat forfattet av Lars Asplin, Havforskningsinstituttet datert 27 august 2013, samt svar fra Akvaplan/NIVA datert 9 september 2013.



Teknologi for et bedre samfunn

www.sintef.no