

**Memo to:** Miljødirektoratet, Kari Kjøningsen

**Memo No.:**

**From:** The Environmental Modelling and GIS section, OENNO628.

**Date:** 7/7-2014

**Copied to:** Tor Jensen, DNV GL

**Prep. by:** Øyvind Endresen

Anders Rudberg (QA)

Environmental Risk Management

## Strømforhold i Repparfjorden

### Introduksjon

Miljødirektoratet (Mdir) har gitt DNV GL i oppdrag å foreta en vurdering av utførte arbeider på strømforholdene i Repparfjorden. Vurderingen bygger i hovedsak på oversendt dokumentasjon fra Mdir per mail 10. juni 2014, dvs.:

1. Brev fra HI til Miljødirektoratet 30.09.2013 om strømmodellering og gruveutslipp til fjorden
2. Rapport: Niva – Konsekvenser av sjødeponi i Repparfjorden for anadrom laksefisk – 2011
3. Notat fra HI 27.08.2013: Vurdering av spredningsmodellering fra KU-Nussir
4. Rapport: Akvaplan-Niva: Marin grunnlagsundersøkelse i Repparfjorden i Finnmark 2010 – 2011
5. Rapport: Akvaplan-niva: Konsekvenser for det marine miljøet i Repparfjorden 2011
6. Nussir, 18.06.2013: Kommentar til innspill fra Fiskeri- og kystdepartementet
7. Notat fra Klif til MD 17.06.2013 – vurdering av vannforskriften
8. Nussir: Tilsvar til høringsuttalelser – 08.08.2012
9. Brev fra Fiskeridirektoratet til Klif 06.03.2012
10. Brev fra Miljødirektoratet til Miljøverndepartementet 26.09.2013

I tillegg har det blitt innhentet informasjon fra:

11. Tidal Sails, Pilotanlegg for tidevannskraft, Kvalsund kommune, Finnmark, Konesjonssøknad, juni 2012, <http://webfileservice.nve.no/API/PublishedFiles/Download/201205007/586468>
12. Kartverkets ressursnettsted om havnivå og vannstand, <http://m.sehavniva.no/>
13. met.no, ROMS Norkyst800m hourly files, [http://thredds.met.no/thredds/catalog/fou-hi/norkyst800m-1h/catalog.html?dataset=norkyst800m\\_1h\\_files](http://thredds.met.no/thredds/catalog/fou-hi/norkyst800m-1h/catalog.html?dataset=norkyst800m_1h_files)

Dette notatet gjør først en vurdering av de gjennomførte strømmålingene for Repparfjorden med basis i /4/ og /5/. Deretter vurderes strømmodelleringen utfra informasjon gitt i /5/. Siste del gir en kort oppsummering.

### Vurdering av tidligere måleprogrammer for strøm

I utredningsrapportene er måleprogrammene beskrevet, og resultater gitt (/4/ & /5/ ). Det ble i 2008 og 2010 gjennomført måleprogrammer for innhenting av strømdata for ulike stasjoner og dyp. Data ble innhentet ved hjelp av punktmålere både nært overflate og bunn. For én av de ytre stasjonene ble det også innhentet strømdata fra en større del av vannsøylen ved hjelp av en profilerende strømmåler.

I 2008 ble overflatestrømmen (3 m under overflaten) kartlagt langs fjorden ved hjelp av 6 stasjoner. Stasjonene var plassert «jevnt» utover fjorden, på nord- og sørsiden. Det ble målt i perioden 20. mai – 1. juli 2008. Det er rapportert (som figur 19, se /5/) dominerende strømreretning for

overflatestrømmen ved stasjonene, samt indikert relativ styrke på strømmen. Detaljerte beskrivelser av analyserte data er ikke gitt, men det henvises til et tidligere prosjekt i Repparfjorden.

I 2010 besto måleprogrammet av 9 stasjoner, hvor hovedfokuset var å kartlegge bunnstrømmer (5 meter over bunn). Målinger ble gjennomført i periodene 14. juni – 8. juli og 22. september – 3. november 2010. Det ble i hovedsak gjennomført punktmålinger av strøm nær bunn, og profilerende målinger i ytre del (Stasjon 7, se Figur 16 /4/). Det beskrives også målinger av overflatestrømmen, men resultater fra disse målingene er ikke gitt i rapporten. Øvrige resultater er kortfattet gitt i tabeller og figurer.

Vedrørende “Rapportene /4/ og /5/”: Disse burde ha inneholdt mer informasjon om datafangsten og databehandlingen. Videre, også noe mer angående måleusikkerheten til utstyret. Det hadde vært ønskelig med en bedre angivelse av daglige variasjoner av total- og reststrømmen og forholdet mellom dem. En beskrivelse av meteorologiske forhold og evt. ekstrem-situasjoner under måleperiodene, hadde også vært nyttig. Dette for å kunne få en bedre dokumentasjon og forståelse av hva som påvirker strømforholdene i fjorden.

Sett under ett, er det utført en omfattende innsamling av strømdata for utvalgte perioder, områder og dyp. Imidlertid hadde det vært en fordel om strømdata var samlet inn:

- **Over et helt år.** Dette for bedre å ivareta sesong/månedsvariasjoner som følge av skiftende vindforhold, lufttrykk, ferskvannstilsig, endringer i utenforliggende kystvann, osv. En lengre tidsserie vil også gi et bedre bilde av forholdene under evt. stormflo, vårflo, isgang, sterk vind ut fjorden, osv. Data mangler for perioden nov-mai, en periode på over 6 måneder.
- **Langs flere vertikaler.** Dette for å avdekke størrelsen og variasjonen i strømforhold/utskifting mellom bunnen og overflaten, for ulike deler av fjorden.
- **I ytre del, på nordsiden.** Målinger ser ikke ut til å være foretatt i dette området.
- **Nært utslipp.** Kartlegg evt. utskiftninger i dypvannet, med tilhørende horisontal- og vertikalhastigheter. For eksempel, ble det på Stasjon 2 i indre del, rapportert 4 ganger sterkere strøm i periode 1 sammenlignet med periode 2.

Disse målingene, sammen med hydrografi og vannstandsmålinger, bør benyttes til å kalibrere/validere strømmodellen. Spesielt viktig vil det være å ha større tetthet av stasjoner (og vertikaler) nært utslipp/deponiområde.

### Vurdering av strømmodellering

Den tredimensjonale hydrodynamikkmodellen GEMSS® (Generalized Environmental Modeling System for Surfacewaters - ERM, Inc.), ble benyttet til modellering av strømforholdene (/5/). Modellen skulle være godt egnet til å representere strømforholdene i en fjord, forutsatt riktig oppsett mht. modellområde, oppløsning, drivkrefter, randbetingelser, osv. HI har imidlertid påpekt svakheter i det benyttede modelloppsettet, bla. inn mot størrelse på modellområdet, randbetingelser og drivkrefter. Det henvises til HI sine innspill hvor dette belyses (/1/, /3/).

Det er svakheter med det benyttede modelloppsettet, som vil introdusere usikkerhet. Utfra at det ikke er gjennomført kalibrering og en grundig validering mot måledata, er det vanskelig å kunne vurdere usikkerheten i modelleringen. Trolig har man fått til en brukbar representasjon av den dominerende tidevannsstrømmen. Dette underbygges med de gjennomførte kvalitative

sammenligningene, hvor det fastslåes at de simulerte strømmene, temperaturer og saltholdigheter viser generelt godt samsvar med observerte verdier (/5/). Samtidig påpekes det i rapporten behovet for kalibrering og kontroll av modellen mot in-situ målinger (vannstand, strøm, temperatur og saltholdighet), inkl. behovet for lengre tidsserie/full tidevannsyklus (/5/). Omfanget av validering mot måledata er derfor noe uklart.

Det hadde vært en fordel om tilgjengelig data i større grad kunne vært benyttet i valideringen, dvs:

- **Strøm:** Modellen er kjørt for modellåret 2008, og det er rapportert strømmålinger fra 2008. Det skulle da ligge til rette for å kunne gjøre en detaljert sammenligning og validering for disse stasjonene.
- **Hydrografi:** Det ble målt vertikalprofiler i totalt 6 omganger i 2010 og 2011. Totalt ble det tatt nærmere 60 CTD profiler. Data er ikke innhentet for modellåret, men det skulle likevel ligge til rette for å kunne gjøre månedes/stasjons sammenligninger.
- **Vannstand:** Det fastslåes at det viktigste ville være å ha vannstand i Kvalsund og Sammelsund da dette er dominerende drivkraft til strømmene i Repparfjorden (/5/). Det finnes tilgjengelig beregnet vannstand langs kysten (/12/). Stasjon 7, med profilerende måler, har trolig også en trykksensor som kunne vært benyttet inn mot valideringen.


Da detaljert kalibrering og validering av modellen ikke er rapportert, er det antatt at dette ikke er gjennomført. Det er derfor vanskelig å vurdere modellens evne til å gjenskape dynamikken, sirkulasjonsforhold og vannmassenes egenskaper i fjorden, i ulike situasjoner over en årssyklus.

Ved å benytte drivedata innhentet et godt stykke unna randen/selve modellområdet, introduseres unødvendig usikkerhet i resultatene. Lokale forhold og variasjoner vil da i mindre grad kunne reflekteres, både for vind og vannmassene. Spesielt trekkes det frem usikkerhet introdusert ved bruk av saltholdighet og temperaturdata langt fra randen. I /5/ oppgis at det er foretatt en kalibrering med data fra Repparfjorden, uten at det spesifiseres nærmere hvordan dette er utført. Disse dataene er helt avgjørende, som påpekt av HI, for strømforholdene i dypere lag og (dyp)vannutskifting mellom fjorden og områdene utenfor. Randbetingelser hentet fra kyst/hav- og atmosfæremodell vil være å foretrekke, og vil redusere usikkerhet i modellresultatene. Det finnes også tidligere strømmålinger fra Kvalsund som indikerer tildels sterke maksimumstrømmer opp mot 2.2 m/s, og at vestlig retning typisk har sterkere strøm sammenlignet med østlig retning (/11/). For Kvalsund og ved randen ses (av figurer, /5/) ikke slike sterke strømmer.

### Oppsummering

Oppsummert virker det som det er gjort et omfattende arbeid på både måle- og modellsiden. Det er likevel forbedringspotensialer, som påpekt i dette notatet og i andre faguttalelser. Det hadde vært en fordel om en hadde utført målinger over et år, i flere dyp og fjordområder. I tillegg burde det vært større tetthet av stasjoner nært utslipp/deponiområdet.

Gode og tilstrekkelige strømmodelleringer er avgjørende ved simulering av avgangens spredning ved sjødeponering. Det er vanskelig å vurdere godheten til modelleringen utfra manglende kalibrering og validering. I tillegg gis det kun en kortfattet beskrivelse av GEMSS modellen og tilhørende resultater. Modellresultater presenteres også bare som øyeblikksbilder. Det er derfor vanskelig å vurdere godheten av modellresultatene. Utfra dominansen til tidevannet, er det likevel sannsynlig at modellen klarer på en brukbar måte å representere hoved-strømforholdene.



**Page 4 of 4**

Det bemerkes til slutt at det er vanskelig å vurdere denne type arbeid i ettertid, utfra at vi ikke kjenner alle forutsetningene (budsjett, tidsfaktorer osv.). I vår vurdering har vi ikke sett på begrensninger dette vil ha på omfanget av verken innsamlingen eller modelleringen.