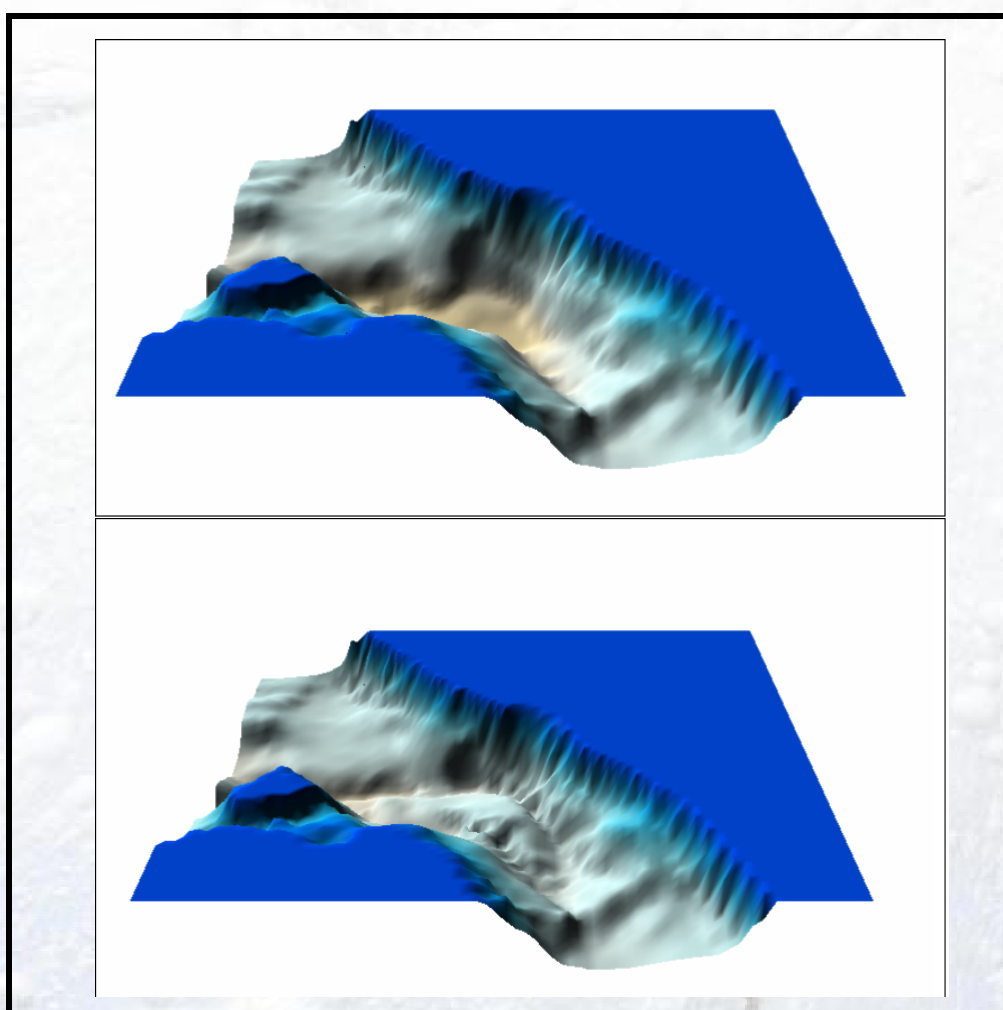


## Konsekvenser for det marine miljøet i Repparfjorden ved etablering av sjø- eller landdeponi for gruveavgang fra Nussir og Ulveryggen i Kvalsund kommune, Finnmark



*Forside: Illustrasjon som viser 3D plot av bunnen i dag, dvs uten deponi (øverst) og 3D plot av deponi der utslippet av avgang er ved 57 meter med deponi etter 20 års avgang (nederst). Illustrasjon: NIVA.*

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                              |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Rapporttittel / Report title</b><br>Konsekvenser for det marine miljøet i Repparfjorden ved etablering av sjø- eller landdeponi for gruveavgang fra Nussir og Ulveryggen i Kvalsund kommune, Finnmark                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                              |
| <b>Forfatter(e) / Author(s)</b><br>Guttorm N. Christensen, Akvaplan-niva<br>Astri J.S. Kvassnes, NIVA<br>Torulv Tjomsland, NIVA<br><br>Øyvind Leikvin, Akvaplan-niva<br>Magdalena Kempa, NIVA<br>Venkat Kolluru, ERM<br>Roger Velvin, Akvaplan-niva<br>Geir A. P. Dahl-Hansen, Akvaplan-niva<br>Nina M. Jørgensen, Akvaplan-niva                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | <b>Akvaplan-niva rapport nr / report no</b><br>5249 - 01                                                                                                     |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | <b>Dato / Date</b><br>29.05.2011                                                                                                                             |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | <b>Antall sider / No. of pages</b><br>214                                                                                                                    |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | <b>Distribusjon / Distribution</b><br>Offentlig                                                                                                              |
| <b>Oppdragsgiver / Client</b><br>NUSSIR ASA                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | <b>Oppdragsg. Referanse / Client's reference</b><br>Øystein Rushfeldt                                                                                        |
| <b>Sammendrag / Summary</b><br>Fire forskjellige deponiområder i Repparfjorden, Kvalsund, ble vurdert for egnethet for sjødeponier for avgang, finkornet gruveavfall fra oppredningsprosessen av malm fra Ulveryggen og Nussir. Området nordøst for Fægfordholmen er det eneste som har stort nok volum, lav bunnstrøm og er et basseng og var dermed det eneste området som ble funnet realistisk og dermed konsekvensvurdert. Simuleringer av spredning av avgangen ble gjort med en numerisk modell (GEMSS). Det ble funnet at det var nødvendig med et relativt dypt utslippspunkt (>50 meter) på nordsiden av Markoppneset for at avgangen skal bli deponert innenfor det gitte deponiområdet. 2,4 km <sup>2</sup> fikk mer enn 10 cm avgang mens 7,4 km <sup>2</sup> fikk mer enn 1 mm avgang. Den flokkulerte avgangen sedimenterte i all hovedsak på bunnen, mens kun 2 % ble suspendert i vannmassene. En liten økning av turbiditet i vannmassene ble demonstrert sammenlignet med bakgrunnsverdiene målt i fjorden. Avgangen fra Nussir ASAs prospekterte gruvedrift ble simulert som et sjøsediment og risikovurdert som potensielt forurenset sediment etter TA-2230/Klif. Kobberinnholdet i avgangen tilsvarer konsentrasjoner i kjemisk tilstandsklasse V (Svært dårlig). Porevannskonsentrasjonene i det modellerte sedimentet ble tilsvarende høye i samme tilstandsklasse, som beregnet ved likevektskonstanter. Økotoksikologiske tester viste at avgangen hadde potensielt toksiske effekter på marine organismer, men det ble funnet en NOEC (no-observable-effect-concentration) på 32 % avgang. Den naturlige sedimenteringen som skjer i fjorden vil fortynne avgangen i løpet av noen år etter opphold av deponeringen og der sedimentet er tynnere enn 1 mm vil det bli en "moderat" tilstand etter 6-12 år.<br><b>Hovedkonklusjonen</b> i denne utredningen for marint miljø: Alternativ 1 – landdeponi vil få liten konsekvens for det marine miljøet. Alternativ 2 – sjødeponi vil få middels konsekvens for det marine miljøet. |                                                                                                                                                              |
| <b>Prosjektleder / Project manager</b><br><br>_____<br>Guttorm N. Christensen                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | <b>Kvalitetskontroll / Quality control</b><br><br>_____<br>Anita Evensen |





# INNHOLDSFORTEGNELSE

|                                                                                                                 |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| FORORD .....                                                                                                    | 10 |
| SAMMENDRAG .....                                                                                                | 12 |
| Delutredning 1: Potensielle deponiområder i sjøen i Repparfjorden .....                                         | 12 |
| Delutredning 2: Modellering av gruveavgangen i Repparfjorden.....                                               | 13 |
| Suspenderte partikler i fjorden .....                                                                           | 14 |
| Delutredning 3: Kjemiske konsekvenser av sjødeponi i Repparfjorden .....                                        | 14 |
| Delutredning 4: Konsekvenser for marint miljø i Repparfjorden ved etablering av<br>landdeponi og sjødeponi..... | 17 |
| 1 INNLEDNING .....                                                                                              | 27 |
| 1.1 Om sjødeponihistorie og bedre design .....                                                                  | 27 |
| 1.2 Om Repparfjorden .....                                                                                      | 27 |
| 1.3 Kort beskrivelse av tiltaket .....                                                                          | 28 |
| 1.4 Forutsetninger for sjødeponering av avgang .....                                                            | 31 |
| 1.5 Vannforskriftens paragraf 12 og Sterkt modifiserte Vannforekomster .....                                    | 31 |
| 1.6 Bakgrunnsdata .....                                                                                         | 33 |
| 1.6.1 Vi har mottatt følgende data fra Nussir for denne rapporten:.....                                         | 33 |
| 2 POTENSIELLE DEPONIOMRÅDER I SJØEN I REPPARFJORDEN .....                                                       | 35 |
| 2.1 Område A: Det ytre fjordområdet .....                                                                       | 37 |
| 2.2 Område B: Sør for Fæg fjordholmen.....                                                                      | 38 |
| 2.3 Område C: Nordøst for Fæg fjordholmen .....                                                                 | 40 |
| 2.4 Område D: Det gamle deponiet .....                                                                          | 41 |
| 2.5 Konklusjon .....                                                                                            | 41 |
| 3 MODELLERING AV GRUVEAVGANGEN I REPPARFJORDEN .....                                                            | 42 |
| 3.1 Mål.....                                                                                                    | 42 |
| 3.2 Metode - modeller .....                                                                                     | 42 |
| 3.3 Data for opprettelse, initialisering og drivning av modellen .....                                          | 44 |
| 3.4 Observerte strømmer .....                                                                                   | 49 |
| 3.5 Strømsimuleringer (GEMSS - GLLVHT).....                                                                     | 54 |
| 3.6 Sjødeponi i <i>Område C</i> nordøst for Fæg fjordholmen.....                                                | 59 |
| 3.7 Suspenderte partikler i fjorden .....                                                                       | 72 |
| 3.8 Uhellscenario: Utslipp i overflaten.....                                                                    | 78 |
| 3.9 Diskusjon .....                                                                                             | 82 |
| Sensitivitet – scenarier.....                                                                                   | 82 |
| 3.10 Konklusjon .....                                                                                           | 83 |
| 4 DE KJEMISKE KONSEKVENSENE AV SJØDEPONERING I REPPARFJORDEN .....                                              | 85 |
| 4.1 NIVAs oppgaveforståelse for kapittel 4 – kjemiske konsekvenser av sjødeponering ...                         | 85 |
| 4.1.1 Data og rapporter mottatt: .....                                                                          | 85 |
| 4.2 Avgangens naturlige kjemikalieinnhold.....                                                                  | 86 |
| 4.3 Den tekniske oppredningsprosessen og de naturlige og tilsatte kjemiske stoffene som<br>inngår.....          | 88 |
| 4.3.1 Del 1 – nedknusing .....                                                                                  | 89 |
| 4.3.2 Del 2 – oppredning og flotasjon .....                                                                     | 89 |
| 4.3.3 Del 3 – Fortykning (separering av ferskvann brukt til resirkulering fra<br>avfallsmaterialet) .....       | 89 |

|                                                                                                            |            |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 4.3.4 Del 4 – utslipp .....                                                                                | 90         |
| 4.3.5 Erfaring fra andre gruver.....                                                                       | 90         |
| 4.3.6 Bakgrunnsinformasjon som går inn i kapittel 4 .....                                                  | 90         |
| 4.4 Risikovurdering av forurenset sediment etter TA-2230/2007 .....                                        | 91         |
| 4.4.1 Innhenting av eksisterende informasjon .....                                                         | 92         |
| 4.4.2 Ønsket miljøtilstand .....                                                                           | 96         |
| 4.4.3 Trinn 1 .....                                                                                        | 97         |
| 4.4.4 Trinn 2 .....                                                                                        | 99         |
| 4.4.5 Trinn 3 .....                                                                                        | 102        |
| 4.5 Diskusjon- Kjemiske konsekvenser av sjødeponi .....                                                    | 104        |
| 4.5.1 Regelverk .....                                                                                      | 104        |
| 4.5.2 Avgangens egenskaper og utlekkingsgrad .....                                                         | 104        |
| 4.5.3 Økotoksikologiske tester .....                                                                       | 105        |
| 4.5.4 Kornform .....                                                                                       | 105        |
| 4.5.5 Sjøvannskjemi .....                                                                                  | 105        |
| 4.5.6 Erfaring fra andre gruver .....                                                                      | 105        |
| 4.6 Konklusjon .....                                                                                       | 106        |
| <b>5 KONSEKVENSER FOR MARINT MILJØ I REPPARFJORDEN VED ETABLERING<br/>AV LANDDEPONI OG SJØDEPONI .....</b> | <b>108</b> |
| 5.1 Mandat for utredningen om marint miljø i Repparfjorden .....                                           | 108        |
| 5.1.1 Innhold og avgrensninger for denne utredningen i henhold til Planprogrammet .                        | 108        |
| 5.1.2 Nasjonale, regionale og lokale mål og retningslinjer .....                                           | 109        |
| 5.2 Utredningsmetodikk .....                                                                               | 111        |
| 5.2.1 Erfaring fra andre gruver .....                                                                      | 111        |
| 5.2.2 Verdisetting av biologisk mangfold .....                                                             | 111        |
| 5.2.3 Beskrivelse av 0-Alternativene .....                                                                 | 116        |
| 5.2.4 Kilder og inngangsdata .....                                                                         | 117        |
| 5.3 Påvirkningsfaktorer og effekter .....                                                                  | 117        |
| 5.3.1 Suspenderte partikler .....                                                                          | 118        |
| 5.3.2 Metaller .....                                                                                       | 118        |
| 5.3.3 Alternativ 1 Landdeponi – påvirkningsfaktorer for marint miljø .....                                 | 120        |
| 5.3.4 Alternativ 2 - Sjødeponi i Repparfjorden – påvirkningsfaktorer på marint miljø                       | 121        |
| 5.4 Konsekvensvurdering naturmiljø strandsone/ fjæresone .....                                             | 124        |
| 5.4.1 Beskrivelse status for naturmiljø strandsone og fjæresone .....                                      | 124        |
| 5.4.2 Verdisetting av biologisk mangfold, strandsone og rødlistearter .....                                | 126        |
| 5.4.3 Beskrivelse av påvirkning .....                                                                      | 127        |
| 5.4.4 Metodikk for verdi, omfang og konsekvensvurdering .....                                              | 127        |
| 5.4.5 Verdivurdering .....                                                                                 | 128        |
| 5.4.6 Omfangsvurdering .....                                                                               | 129        |
| 5.4.7 Konsekvensvurdering .....                                                                            | 132        |
| 5.5 Konsekvensvurdering marine naturtyper .....                                                            | 133        |
| 5.5.1 Beskrivelse av status for naturmiljø marine naturtyper .....                                         | 133        |
| 5.5.2 Beskrivelse av påvirkning .....                                                                      | 134        |
| 5.5.3 Verdivurdering .....                                                                                 | 135        |
| 5.5.4 Omfangsvurdering .....                                                                               | 136        |
| 5.5.5 Konsekvensvurdering .....                                                                            | 137        |
| 5.6 Konsekvensutredning - sublittoral bløtbunn og bløtbunnsfauna i Repparfjorden .....                     | 138        |
| 5.6.1 Lokalisering og deponiets omfang .....                                                               | 138        |
| 5.6.2 Grunnlagsundersøkelser og annen relevant litteratur .....                                            | 138        |

|                                                                                         |     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 5.6.3 Verdisetting – sublittoral bløtbunn og bløtbunnsfauna .....                       | 138 |
| 5.6.4 Omfang – sublittoral bløtbunn og bløtbunnsfauna .....                             | 140 |
| 5.6.5 Restitusjon av bløtbunnsfauna og avbøtende tiltak .....                           | 146 |
| 5.7 Konsekvensutredning - zooplankton i Repparfjorden .....                             | 147 |
| 5.7.1 Verdisetting av zooplankton i Repparfjorden.....                                  | 147 |
| 5.7.2 Omfang – zooplankton .....                                                        | 149 |
| 5.7.3 Konsekvensvurdering – zooplankton .....                                           | 153 |
| 5.8 Oppsummering – Konsekvensvurdering for marint miljø.....                            | 154 |
| 6 AVBØTENDE TILTAK OG OPPFØLGENDE UNDERSØKELSER.....                                    | 161 |
| 7 REFERANSER.....                                                                       | 162 |
| 8 VEDLEGG A. – GIFT BROSJYRE .....                                                      | 167 |
| 9 VEDLEGG B. BEREGNET FORDELING AV SYNKEHASTIGHETER UT FRA<br>SEDIMENTERINGSFORSØK..... | 168 |
| 10 VEDLEGG C: DATABLADER FOR KJEMIKALIER .....                                          | 174 |

## Liste over figurer i dokumentet

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figur 1. Det simulerte deponiområdet (totalt 4,9 km <sup>2</sup> ) som får henholdsvis mer enn 1 cm avgang (lys grått) og mer enn 50 cm avgang (mørk grått) ved deponering av 30 millioner tonn (24 millioner m <sup>3</sup> ) avgang fra Nussir ASA over 15-25 år. Det er henholdsvis stor og meget stor risiko for toksiske effekter for marint miljø i disse to arealene. I tillegg får 2,5 km <sup>2</sup> utenfor denne sonen en svakere økning i kobberinnholdet og en moderat risiko for toksiske effekter på marint miljø. .... | 16 |
| Figur 2. Forvarslet planområde. Aktuelle områder for landdeponi (Alternativ 1) og sjødeponi (Alternativ 2) er marker med henholdsvis grått og blått. ....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 17 |
| Figur 3. Sammenstilling av verdi, omfang (påvirkning) og konsekvens for 0-Alternativet, Alternativ 1 (landdeponi) og Alternativ 2 (sjødeponi) for marint miljø i Repparfjorden. ....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 25 |
| Figur 4. Oversiktskart over Repparfjorden, Kvalsund kommune, Finnmark fylke. ....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 28 |
| Figur 5. Forvarslet planområde (Nussir 2010). ....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 30 |
| Figur 6. Folldal verk med Ulveryggen i bakgrunnen. Foto: Geir Dahl-Hansen, Akvaplan-niva. ....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 34 |
| Figur 7. De fire potensielle deponiområdene for sjødeponi i Repparfjorden. Kartet er utarbeidet av Akvaplan-niva. ....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 36 |
| Figur 8. Bunntyper i Repparfjorden. Hardere bunn (lyse og grønne farger) antyder at det er sterkere strømmen og lite avsetning av sedimenter i et område, mens bløtere bunn (mørke blå farger) viser steder sedimenter mer sannsynlig vil legge seg i ro. ....                                                                                                                                                                                                                                                                          | 37 |
| Figur 9. Deponiområde B: Innenfor Fæg fjordholmen. Potensielt deponiområde er tegnet inn på figuren. Kartet er fra Kystverket. ....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 39 |
| Figur 10A og 10B: To forskjellige forslag fra Nussir ASA om deponi ved Fæg fjordholmen. ....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 39 |
| Figur 11.: Deponiområde C: Nordøst for Fæg fjordholmen. En linje som viser omtrentlig 60-meterskoten er vist som linje og beregninger viser at volumet opp til dette dypet er 24 millioner m <sup>3</sup> . ....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 40 |
| Figur 12. Forhold mellom sedimentsprosesser, strøm og kornstørrelse. Den røde kurver viser kritiske grenser (etter Heezen & Hollister, 1994). ....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 44 |
| Figur 13. Dybdekart (Olex data – Norges Kartverk). ....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 45 |
| Figur 14. Det aktuelle området ble delt inn i beregningsceller. I horisontalplanet slik som vist på figuren. I vertikal retning delt av horisontale flater med økende avstand fra 2 til 12 meter i dybderetning. ....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 46 |
| Figur 15. Kornfordelingskurve for avgangen ved innløpet til flokkuleringskammeret. ....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 47 |
| Figur 16. Kumulativ kornfordelingskurve for avgangen ved utløpet av flokkuleringskammeret til fjord, etter tilsats av Magnafloc10. ....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 48 |
| Figur 17. Dominerende strømmetning ved havbunnen i ulike posisjoner fra måleperioden 14. juni – 8. juli 2010. Strømmen ved de fleste stasjonene varierte mellom to hovedretninger og begge hovedstrømmetningene er vist i figuren (innstrømning i rødt og utstrømning i blått). Lengden på pilene indikerer relativ styrke på strømmen. (Ingen målinger fra stasjon 3 og 9.) ....                                                                                                                                                       | 50 |
| Figur 18. Dominerende strømmetning ved havbunn fra måleperioden 22. september – 3. november 2010. Strømmen ved de fleste stasjonene varierte mellom to hovedretninger og                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |    |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| begge hovedstrømretningene er vist i figuren. Lengden på pilene indikerer relativ styrke på strømmen. (Ingen målinger fra stasjon 2 og 8.).....                                                                                                                                                                                                                                                                    | 51 |
| Figur 19. Dominerende strømretning ved ulike posisjoner fra overflatemålinger (3 m under overflaten) fra et tidligere Akvaplan-niva-prosjekt i Repparfjorden (Christensen et al. 2009). Måleperioden var 20. mai – 1. juli 2008. Strømmen ved de fleste stasjonene varierte mellom to hovedretninger og begge hovedstrømretningene er vist i figuren. Lengden på pilene indikerer relativ styrke på strømmen. .... | 52 |
| Figur 20. Resultater fra profilerende strømmåler plassert på stasjon 7 i perioden juni-juli 2010 med strømhastighet (cm/s) langs x-aksen. Figuren viser statistikk (min, max, middel og median) for strømhastighet på forskjellige dyp fra ca. 108 m og opp til ca. 70 m dyp.....                                                                                                                                  | 54 |
| Figur 21. Representativ overflatestrøm ved flo. Fargeskalaen angir hastighetskomponent langs beregningscellenes x-akse. Gjennomgående blir dette positive hastigheter innover fjorden og negative utover. ....                                                                                                                                                                                                     | 56 |
| Figur 22. Representativ overflatestrøm ved begynnende fjære. Fargeskalaen angir hastighetskomponent langs beregningscellenes x-akse. ....                                                                                                                                                                                                                                                                          | 56 |
| Figur 23. Representativ overflatestrøm ved fjære. ....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 57 |
| Figur 24. Simulert strøm langs bunnen på stort dyp har gjennomsnittlig fart på noen centimeter per sekund. Merk at bunnen kan ha et dyp 1-m langs kystlinjen og 100-m på dypt vann. ....                                                                                                                                                                                                                           | 57 |
| Figur 25. Vannutskiftning i overflaten. Resterende vann i overflaten ned til 2 meter etter 14 dager. Ved simuleringens oppstart, dag 1, hadde hele fjorden konsentrasjon lik 100 mg/l. ....                                                                                                                                                                                                                        | 58 |
| Figur 26. Vannutskiftning langs bunnen. Resterende vann i bunnlaget etter 14 dager (Merk at bunnen kan ha et dyp 1 meter langs land og 100 meter på dypt vann.) ....                                                                                                                                                                                                                                               | 58 |
| Figur 27. Horisontal inndeling i beregningsceller i deponeringsområdet for GIFT modellering. ....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 59 |
| Figur 28. Deponi etter 18 måneders utslipp. Utslipp 30 meter. Forslag fra Nussir. Avgangen sedimenterte både i det nordlige og sørlige bassenget. Toppen nådde 14 meter over bunnen. ....                                                                                                                                                                                                                          | 61 |
| Figur 29. Deponi etter 18 måneders utslipp. Utslipp 50 meter. Avgangen sedimenterte både i det nordlige og sørlige bassenget. Toppen nådde 14 meter over bunnen. ....                                                                                                                                                                                                                                              | 62 |
| Figur 30. Deponi etter 18 måneders utslipp. Utslipp 30 meter. Avgangen sedimenterte overveiende i skråningen i det nordlige bassenget. Toppen nådde 14 meter over bunnen. ....                                                                                                                                                                                                                                     | 63 |
| Figur 31. Deponi etter 18 måneders utslipp. Utslipp 60 meter. Avgangen sedimenterte overveiende i det nordlige bassenget. Toppen nådde 16 meter over bunnen. ....                                                                                                                                                                                                                                                  | 64 |
| Figur 32. Deponi etter 10 års utslipp. Utslipp på 57 meter. Avgangen sedimenterte overveiende i det nordlige bassenget. Toppen nådde 34 meter over bunnen. ....                                                                                                                                                                                                                                                    | 66 |
| Figur 33. Deponi etter 15 års utslipp. Utslipp på 57 meter. Avgangen sedimenterte overveiende i det nordlige bassenget. Toppen nådde 40 meter over bunnen. ....                                                                                                                                                                                                                                                    | 67 |
| Figur 34. Deponi etter 20 års utslipp., Utslipp på 57 meter, Avgangen sedimenterte overveiende i det nordlige bassenget, Toppen nådde 42 meter over bunnen. ....                                                                                                                                                                                                                                                   | 68 |
| Figur 35. 3-d plot av bunnen i dag, dvs uten deponi.. ....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 69 |
| Figur 36. Utslipp 57 m. 3-D plot av bunnen med deponi etter 20 års avgang .....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 69 |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |     |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Figur 37. Deponi etter 20 års utslipp, Utslipp på 40 meter, Avgangen sedimenterte overveiende i det nordlige bassenget, Toppen nådde 43 meter over bunnen. ....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 70  |
| Figur 38. 3-d plot av bunnen i dag, dvs uten deponi.....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 71  |
| Figur 39. Utslipp 40 m. 3-D plot av bunnen med deponi etter 20 års avgang fra 40 meter. ...                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 71  |
| Figur 40. Partikkel klasse 1 - Diameter 5 $\mu\text{m}$ .....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 73  |
| Figur 41. Partikkel klasse 2 - Diameter 8 $\mu\text{m}$ .....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 74  |
| Figur 42. Partikkel klasse 3 - Diameter 34 $\mu\text{m}$ .....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 75  |
| Figur 43. Partikkel klasse 5 - Diameter 131 $\mu\text{m}$ .....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 76  |
| Figur 44. Eksempel på variasjon av konsentrasjoner i overflaten for kornstørrelsesklasse 1-3 for midten Område A ved overflaten. ....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 77  |
| Figur 45. Lengdeprofil. Simulerte stoffkonsentrasjoner 10 januar 2008 av kornstørrelsesklasse 1, 3 og 5. Utslippspunktet er Nussir ASAs opprinnelige forslag.....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 77  |
| Figur 46. Partikkel klasse 1 - Diameter 5 $\mu\text{m}$ . ....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 77  |
| Figur 47. Partikkel klasse 1 - Diameter 5 $\mu\text{m}$ .....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 79  |
| Figur 48. Partikkel klasse 3 - Diameter 34 $\mu\text{m}$ .....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 80  |
| Figur 49. Partikkel klasse 5 - Diameter 131 $\mu\text{m}$ . ....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 81  |
| Figur 50. Den øverste figuren viser utslipp ved 40 meter nord på Markoppneset, den nederste viser utslippet ved 57 meters dyp for deponering av 30 millioner $\text{m}^3$ avgang i fjorden.. Det lyse grå er området som vil motta 1-50 cm avgang totalt er 5,4 $\text{km}^2$ for utslipp ved 40 meter og 4,5 $\text{km}^2$ ved utslipp ved 57 meter. En randsonen på 2,4 $\text{km}^2$ vil motta 1mm-1 cm avgang. Denne sonen er dominert av den naturlige sedimentasjon i fjorden (3,8 mm/år)..... | 84  |
| Figur 51. Prosess for utvinning av kobber fra Nussir ASA. Figuren er produsert av Rolv Arne Kleiv ved NTNU.....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 88  |
| Figur 52. Hovedstruktur for risikovurdering av forurensede sedimenter i Norge. ....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 92  |
| Figur 53. Kart for bløtbunnstasjonene i Repparfjorden, september 2010.(stjerne) og september 2008 (trekant).....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 94  |
| Figur 54. System for verdisetting av biologisk mangfold. Kilde: DN håndbok 13- 2. Utgave 2006. Oppdatert 2007.....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 112 |
| Figur 55. Eksempel på verdisetting av et enkeltområde. ....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 112 |
| Figur 56. Eksempel på vurdering av påvirkning fra et inngrep. ....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 114 |
| Figur 57. Konsekvensvifte (et produkt av verdi og påvirkning) (Statens vegvesen, Håndbok 140). ....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 115 |
| Figur 58. Registrert hekke- og rasteområde for våtmarksfugl og registrert leveområde for oter (til venstre langs fjorden) i Repparfjordbotn,. Kilde: Direktoratet for naturforvaltning, naturbase. ....                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 124 |
| Figur 59. Oversikt over kartlagt strandenglokaliteter i Kvalsund. Fæg fjorden er 5.1, Markopp er 5.2, mens Klubbukt er 5.5. Kilde: Elven og Johansen 1983.....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 125 |
| Figur 60. Oversikt over allerede kartlagt naturtyper i Repparfjorden, markert med grønt. Ytterst i fjorden, israndavsetninger og innerst i fjorden, et brakkvannsdelta. Kilde: Naturbase. ....                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 134 |

Figur 61. Sammenstilling av verdi, omfang (påvirkning) og konsekvens for 0-Alternativet, Alternativ 1 (landdeponi) og Alternativ 2 (sjødeponi) for marint miljø i Repparfjorden. .... 160

## Liste over tabeller i dokumentet

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |           |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| Tabell 1. De viktigste beregnede parameterne for de kjemiske konsekvensene av tiltaket.....                                                                                                                                                                                                                                                                          | 15        |
| Tabell 2. Konsekvens av inngrep på naturmiljø og naturressurser i Repparfjorden ved de ulike deponi alternativer.....                                                                                                                                                                                                                                                | 24        |
| <i>Tabell 3. Områdealternativene og vurderingene for hvert alternativ .....</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                      | <i>41</i> |
| Tabell 4. Utslippskarakteristika for bruk i modellen .....                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 47        |
| Tabell 5. Kumulativ kornfordeling for avgangen ved utløpet av flokkuleringskammeret/til fjord.....                                                                                                                                                                                                                                                                   | 48        |
| Tabell 6. Statistikk fra strømmålere i perioden 14. juni – 8. juli 2010. Grunnet kompassfeil er retningsdata ikke tilgjengelig for stasjon 3 og 4. ....                                                                                                                                                                                                              | 53        |
| Tabell 7. Statistikk fra strømmålere i perioden 22. september – 3. november 2010. Grunnet kompassfeil er retningsdata ikke tilgjengelig for stasjon 1.....                                                                                                                                                                                                           | 53        |
| Tabell 8. Eksempel på sedimentering av partikler av ulik kornstørrelse .....                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 60        |
| Tabell 9. Utslippspunkt for de forskjellige partikkelmodellene. ....                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 60        |
| Tabell 10. Avgangens sammensetning (F6/F9 og F11), og klassifisering i henhold til tilstandsklasser for sedimenter i marint miljø (I-V, i henholdsvis blå, grønn, gul, oransje, rød). Der F12 Comb Tls har høyere verdi enn F6/F9 + F11 er tilstandsklassen for F12 Comb tils vist i fargekode (Hg og Zn).....                                                       | 87        |
| Tabell 11. Gjennomsnittlige konsentrasjoner i sjøvann basert på 3 målinger i 2010 fra Christensen et al. (2011) .....                                                                                                                                                                                                                                                | 94        |
| Tabell 12. Tilstandsklasser for overflatesedimenter i Repparfjorden slik Akvaplan NIVA rapporterer dem. Øverst. Bakgrunnsundersøkelse i 2008. Bemerk at grensene for miljøtilstand er forandret siden undersøkelsene. For kobber er klassene St2: V, St 3 og st 4: IV og st 5: I etter TA-2229/2007. Nederst: Grunnlagsundersøkelsen (Christensen et al. 2011). .... | 95        |
| Tabell 13. Konsentrasjonsgrensene for grensen for kjemisk miljøtilstand klasse III/IV (TA-2229/2007). ....                                                                                                                                                                                                                                                           | 96        |
| Tabell 14. Resultatene for økotoksisitetstestene (se vedlegg for detaljer).....                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 98        |
| Tabell 15. De viktigste beregnede parameterne for de kjemiske konsekvensene av tiltaket. Øvre grenseverdi for tilstandsklasse III (TA-2229) er vist i parenteser. ....                                                                                                                                                                                               | 107       |
| Tabell 16. Kriterier for vurdering av naturmiljøets verdi. (Kilde: Statens vegvesen håndbok 140) .....                                                                                                                                                                                                                                                               | 113       |
| Tabell 17. Kriterier for vurdering av det planlagte tiltakets potensielle påvirkning av naturmiljø (omfang). Kilde: Statens vegvesen håndbok 140.....                                                                                                                                                                                                                | 114       |
| Tabell 18. Karakteristikker og fargekoder for konsekvens (Statens vegvesen, Håndbok 140). ....                                                                                                                                                                                                                                                                       | 116       |
| Tabell 19. De viktigste beregnede parameterne for de kjemiske konsekvensene av tiltaket. Øvre grenseverdi for tilstandsklasse III (TA-2229) er vist i parenteser. ....                                                                                                                                                                                               | 122       |
| Tabell 20. Naturtypelokaliteter i utredningsområdet for sjødeponi i Repparfjorden. Verdisetting utført av Elven og Johansen (1983) er inkludert. ....                                                                                                                                                                                                                | 126       |
| Tabell 21. Kriterier for vurdering av naturmiljøets verdi. (Kilde: Statens vegvesen håndbok 140). Egendefinerte kategorier tilpasset Repparfjorden. ....                                                                                                                                                                                                             | 128       |



|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Tabell 22. Omfangsvurdering strandsonen for de ulike alternativene.....                                                                                                                                                                                                                                                               | 132 |
| Tabell 23. Konsekvensvurdering av tiltaket sammenliknet med 0-Alternativet. ....                                                                                                                                                                                                                                                      | 132 |
| Tabell 24. Oversikt over marine naturtyper som inngår i kartlegging av marint biologisk mangfold. Kilde: DN veileder 19-2001.....                                                                                                                                                                                                     | 133 |
| Tabell 25. Kriterier for vurdering av naturmiljøets verdi. (Kilde: Statens vegvesen håndbok 140). Egendefinerte kategorier tilpasset Repparfjorden. ....                                                                                                                                                                              | 135 |
| Tabell 26. Oppsummering omfang av de ulike tiltaksalternativene for marine naturtyper....                                                                                                                                                                                                                                             | 137 |
| Tabell 27. Konsekvensvurdering av tiltaket sammenliknet med 0-Alternativet. ....                                                                                                                                                                                                                                                      | 137 |
| Tabell 28. Kriterier for vurdering av naturmiljøets verdi. Kilde: Statens vegvesen håndbok 140. ....                                                                                                                                                                                                                                  | 139 |
| Tabell 29. Kriterier for vurdering av det planlagte tiltakets potensielle påvirkning av naturområder- Bløtbunn og bløtbunnsfauna (omfang). Kilde er Statens vegvesen håndbok 140, men kriteriene er definert og tilpasset den foreliggende omfangsvurderingen. ....                                                                   | 141 |
| Tabell 30. Omfang for bløtbunnsfauna og bunnsedimenter ved de ulike alternativene i Repparfjorden. ....                                                                                                                                                                                                                               | 144 |
| Tabell 31. Karakteristikker og fargekoder for konsekvenser for bløtbunn og bløtbunnsfauna, Repparfjorden. Nærsonen = deponeringsområde for gruveavgang (4,9 km <sup>2</sup> ). Randsone = Mindre påvirket sjøbunn (2,5 km <sup>2</sup> utenfor nærsonen). Fjernsone = Lite påvirket sjøbunn i den øvrige delen av Repparfjorden. .... | 145 |
| Tabell 32. Kriterier for vurderinger av naturmiljøets verdi for zooplankton i Repparfjorden. Egendefinerte kriterier etter beskrivelse i Håndbok 140. ....                                                                                                                                                                            | 148 |
| Tabell 33. Kriterier for omfang for zooplankton i Repparfjorden.....                                                                                                                                                                                                                                                                  | 149 |
| Tabell 34. Omfang for zooplankton ved gjennomføring av de ulike alternativene i Repparfjorden. ....                                                                                                                                                                                                                                   | 152 |
| Tabell 35. Karakteristikker og fargekoder for samlet konsekvens for zooplankton ved de 3 alternativene. ....                                                                                                                                                                                                                          | 153 |
| Tabell 36 Samlet verdivurdering av marint miljø (Kilde: Statens vegvesen håndbok 140). Egendefinerte kategorier tilpasset Repparfjorden. ....                                                                                                                                                                                         | 154 |
| Tabell 37. Omfang av inngrep på de ulike vurderingstema for marint miljø i Repparfjorden ved de ulike alternativer. ....                                                                                                                                                                                                              | 156 |
| Tabell 38. Konsekvens av de ulike alternativene på ulike vurderingstema for marint miljø i Repparfjorden. ....                                                                                                                                                                                                                        | 159 |

# Forord

---

Akvaplan-niva og NIVA ble engasjert av Nussir ASA for å utarbeide “Konsekvensvurdering tilknyttet Sjødeponering av avgang” i Repparfjorden, Finnmark i forbindelse med mulig oppstart av gruvevirksomhet i Kvalsund kommune. Utredningen omfatter konsekvenser av 0-alternativet, landdeponi (Alternativ 1) og sjødeponi (Alternativ 2).

Utredningen har fokus på følgende punkter fra Planprogrammet punkt 6.6:

- Alternative utslippslokaliteter og dyp (egnethet).
- Bunnareal som berøres (influensområde).
- Sedimentasjon og spredning av finstoff.
- Effekter av økt turbiditet i vannmasser under driftsfasen.
- Effekter av nedslamming på økosystemet (biologisk mangfold) både i dypområdene og i gruntområdene (fjæresonen).
- Effekter av utlekking av kobber fra avgang i sjøvann.
- Effekter ved bruk av kjemikalier – både akutte effekter og langtidseffekter.

Utredningen består av flere delutredninger som er nært knyttet opp mot hverandre og som vil gi data og viktig informasjon til hverandre. Utredningen er delt i følgende fire delutredninger som hver tar for seg ulike punkter fra Planprogrammet punkt 6.6:

Delutredning 1 “**Potensielle deponiområder i sjøen i Repparfjorden**” svarer på:

- Alternative utslippslokaliteter og deres bassengdyp.

Delutredning 2 “**Modellering av gruveavgangen i Repparfjorden**” svarer på:

- Bunnareal som berøres (influensområde).
- Sedimentasjon og spredning av finstoff
- Best egnet utslippslokalitet og det nødvendige minimumsdypet

Hensikt/mål: Målet for denne modelleringsstudien er å simulere utslipp, spredning og sedimenteringsmønstre av gruveavgangen for å gi informasjon til vurdering av de kjemiske og økologiske konsekvensene av sjødeponiet. Det er benyttet data fra grunnlagsrapporter og informasjon gitt av NUSSIR ASA for denne modelleringen.

Delutredning 3 “**Kjemiske konsekvenser av sjødeponi i Repparfjorden**” svarer på:

- Effekter av utlekking av kobber og andre metaller fra avgang i sjøvann.
- Effekter ved bruk av kjemikalier – både akutte effekter og langtidseffekter
- Effekter av økt turbiditet i vannmasser under driftsfasen (på kjemiske forhold i vannmassene, her inngår diskusjon om Vanndirektivets føringer)

Hensikt/mål: Å vurdere, basert på foreliggende datagrunnlag, hvordan det deponerte avgangsmaterialet vil påvirke fjordens vannmasser og dens kjemiske tilstand og hva konsekvensene av dette er.

**Delutredning 4 "Konsekvenser for marin miljø i Repparfjorden ved etablering av sjø- eller landdeponi " svarer på:**

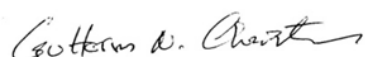
- Effekter av økt turbiditet i vannmasser under driftsfasen (på de økologiske forholdene).
- Effekter av nedslamming på økosystemet (biologisk mangfold) både i dypområdene og i gruntområdene (fjæresonen).
- Effekter av utlekking av kobber fra avgang i sjøvann (på organismene).
- Effekter ved bruk av kjemikalier – både akutte effekter og langtidseffekter (på organismene)

Hensikt/mål: Måler er å vurdere effekter på marin økologi på bakgrunn av informasjon fra grunnlagsundersøkelser, inngangsdata fra Nussir ASA, delutredningen 2 og 3, samt annen relevant informasjon. Det er fokusert på å utrede effekter på bløtbunnsfauna, strandsonen og zooplankton (dyreplankton).

Følgende personer har hatt det faglige ansvaret for aktivitetene:

|                        |               |                                                             |
|------------------------|---------------|-------------------------------------------------------------|
| Guttorm N. Christensen | Akvaplan-niva | Koordinator. Prosjektleder og rapportering – delutredning 4 |
| Astri J.S. Kvassnes    | NIVA          | Prosjektleder og rapportering – delutredning 1, 2 og 3      |
| Torulv Tjomsland       | NIVA          | Rapportering og modellering - delutredning 1                |
| Magdalena Kempa        | NIVA          | Modellering - delutredning 1                                |
| Venkat Kolluru         | ERM           | Modellering - delutredning 1                                |
| Roger Velvin           | Akvaplan-niva | Rapportering – delutredning 4                               |
| Nina M. Jørgensen      | Akvaplan-niva | Rapportering – delutredning 4                               |
| Geir A. P. Dahl-Hansen | Akvaplan-niva | Rapportering – delutredning 4                               |
| Øyvind Leikvin         | Akvaplan-niva | Rapportering – delutredning 4                               |
| Frank Gaarsted         | Akvaplan-niva | Rapportering – delutredning 4                               |
| Birger Bjerkeng        | NIVA          | Rapportering vedlegg "Synkehastigheter"                     |
| Torgeir Bakke          | NIVA          | Kvalitetssikring – delutredning 1, 2 og 3                   |
| Dominique Durand       | NIVA          | Kvalitetssikring – delutredning 1, 2 og 3                   |
| Anita Evenset          | Akvaplan-niva | Kvalitetssikring – delutredning 4                           |

Akvaplan-niva vil takke Nussir ASA og Sweco ved Thor-Arthur Didriksen for et godt samarbeid i forbindelse med utredningen. Videre vil vi takke Knut Emil Thomassen, Alta og Peder Hansen, Kvalsund for god hjelp i forbindelse med planlegging og gjennomføring av undersøkelser i Repparfjorden



Guttorm N. Christensen

Akvaplan-niva



Astri J.S. Kvassnes

NIVA

# Sammendrag

---

**Hovedkonklusjonen** i denne utredningen for marint miljø er:

Alternativ 1 – landdeponi vil få liten konsekvens for det marine miljøet

Alternativ 2 – sjødeponi vil få middels konsekvens for det marine miljøet

Akvaplan-niva og NIVA ble engasjert av Nussir ASA for å utarbeide “Konsekvenser for det marine miljøet i Repparfjorden ved etablering av sjø- eller landdeponi for gruveavgang fra Nussir og Ulveryggen i Kvalsund kommune, Finnmark” i forbindelse med mulig oppstart av gruvevirksomhet i Kvalsund kommune. Utredningen omfatter konsekvenser av 0-Alternativet, landdeponi (Alternativ 1) og sjødeponi (Alternativ 2).

Denne utredningen av konsekvenser tilknyttet sjødeponi av avgang i Repparfjorden har fire deler:

Delutredning 1 “Potensielle deponiområder i sjøen i Repparfjorden”

Delutredning 2 “Modellering av gruveavgangen i Repparfjorden”

Delutredning 3 “Kjemiske konsekvenser av sjødeponi i Repparfjorden”

Delutredning 4 “Konsekvenser for marin miljø i Repparfjorden ved etablering av sjø- eller landdeponi”

## Delutredning 1: Potensielle deponiområder i sjøen i Repparfjorden

Fire områder i Repparfjorden innenfor Sammelsund og Kvalsund ble inkludert for videre vurderinger i denne konsekvensutredningen.

- A) Det ytre fjordområdet er i den vestligste delen av Repparfjorden. I utgangspunktet er det interessant siden det er store dyp (>100m), stort areal og en fordypning. Området er imidlertid ikke brukbart siden det er så sterke bunnstrømmer at avgangen i liten grad vil kunne kontrolleres innen et gitt deponiområde. Dette området vil ikke gi et godt sjødeponiområde for Nussir ASA og det er ikke vurdert videre i konsekvensutredningen.
- B) Området sør for Fæg fjordholmen, Fiskarlagets initiativ. Deponiområdet har for lite volum for tiltakets størrelse. For at et sjødeponi skal være effektivt må det ha et permanent vanndekke som er dypt nok til at bølgekraften ikke når ned til overflaten. Bygges deponiet til eller over vannoverflaten blir dette et strandkantdeponi og man vil man få full sirkulering av vann igjennom hele deponiet, også etter avslutningen. Dette området vil ikke kunne brukes som deponi for Nussir ASA.

- C) Området nordøst for Fæg fjordholmen. Deponiområdet er stort nok, dypt nok og har små terskler som kan holde avgangsmassene på plass. Strømmene er mindre sterke enn i resten av fjorden og det er allerede finstoff på bunnen i dette området, noe som tilsier at det kan holde på partikkelmassene. Dette deponiområdet kan derfor utredes videre i konsekvensutredningen.
- D) Det gamle deponiområdet til Folldal Verk. Deponiområdet er for lite i volum og har sterke strømmer i bunnvannet som går innover mot deltafronten fra Repparfjordelva. Dette området vil ikke kunne brukes som deponi for Nussir ASA.

## **Delutredning 2: Modellering av gruveavgangen i Repparfjorden**

Målet for denne modelleringsstudien var å finne et egnet utslippssted for utslipp av gruveavgang i indre deler av Repparfjorden, slik at de deponerte massene sedimenterer mest mulig kontrollert nordøst for Fæg fjordholmen. Det var videre ønsket at NIVA beregnet hvor mye avgangspartikler som ble spredt i vannmassene og i hvilke konsentrasjoner som vil opptre i de forskjellige lagene, samt hvor avgangen kan forventes å sedimentere i bassengene i fjorden. Nussir ASA foreslo i utgangspunktet et utslippspunkt på østsiden av Markoppneset. Ved behov skulle dette utslippspunktet endres for å oppnå en tilstrekkelig gunstig sedimentering i Område C.

Vi benyttet GEMSS modellen ® (Generalized Environmental Modeling System for Surfacewaters - ERM, Inc.). Modellpakken har som grunnlag en 3-dimensjonal hydrodynamisk havmodell som brukes for å beregne og simulere blant annet strømforhold, temperatur, saltinnhold og sedimenttransport/partikkeltransport. I tillegg ble det benyttet modulen GIFT som er spesiallaget for å modellere gruveutslipp av partikler.

Utslippet av avgang ble simulert slik at massene sedimenterte jevnt på bunnen i det største bassenget nordøst for Fæg fjordholmen i den indre delen av Repparfjorden, eller i det minste sedimenterte tilstrekkelig langt fra utløpsrøret til at dette kan benyttes i lengre tid og oppnå et geoteknisk stabilt deponi.

### **Utslippspunkt**

Vårt foreslåtte utslippspunkt ligger ved 70.4815 N 24.2803E på 57 meters dyp.

Simuleringene viser at utslippspunktet i renna nord på Markoppneset på et dyp nært terskeldypet på omtrent 55 meter mest sannsynlig medfører at mesteparten av avgangen havner i område C, nordøst for Fæg fjordholmen (Figur 1). I denne rennen er det aller brattest langs bunnen utenfor Markoppneset. Simuleringene av deponering på grunnere vann (40 meter eller grunnere), eller lenger øst på Markoppneset, ga spredning til større områder og i større grad til det gamle deponiområdet i det indre fjordbassenget. For å oppnå transport av avgangen til tilstrekkelig store dyp viser modelleringen at helning langs bunnen i nærområdet bør være på rundt 6 grader. Flere utslippssteder på 30 meters dyp ble forsøkt simulert, men avgangen sedimenterte i skråningen og ikke på bunnen av sedimentet. Dette på grunn av at helningen var for liten. Vi anbefaler at man optimerer utslippspunktet slik at utslippsrøret legges minst så dypt som terskeldypet mot det indre bassenget (50m) og mot bassenget i den dypeste delen av renna nord for Markoppneset (i områder med helning over 6 grader).

Ved å bruke et utslippspunkt på 57 meters dyp i den bratteste skråningen på nordsiden av Fæg fjordholmen ble det aller meste av massen fordelt innen område C. Avgangslag med

tykkelse på over 1 cm ble spredt innen hele dette bassenget i den modellerte perioden på 20 år, samt også i bassenget i sørøst for dette. Kun en meget liten andel passerte terskelen vest for hovedbassenget. Hvis deponiet bygger seg opp til utslippsnivået kan selve utslippsstrålen bli påvirket slik at blir behov for å flytte utløpet etter noen år. Det kan også være behov for å flytte utløpet for å unngå store hauger.

### **Suspenderte partikler i fjorden**

De to største modellerte kornstørrelsesklassene, dvs. flokkulerte partikler med diameter over 240 µm, sedimenterte i nærheten til utslippet i scenarier med realistiske hydrodynamikkforhold. Også en stor del av partikler med mindre kornstørrelser gjorde det samme. Dette utgjorde over 99 % av den totale avgangen.

Modellen viste at det var karakteristisk med konsentrasjoner i vannsøylen over 0,1 mg/l innenfor et par kilometer fra utslippet.

For de fineste partiklene rundt 5 µm var lave konsentrasjoner (0,01 – 0,005 mg/l) vanlige i omtrent hele fjorden i de øverste 20 meterne. For større kornstørrelser ble konsentrasjonene mindre. Partikkelkonsentrasjonene forventes dermed å være små sammenliknet med naturlige bakgrunnskonsentrasjoner som i følge grunnlagsundersøkelsene er mellom 0,2 og 0,5 mg/l.

Dersom det blir endringer i utslippsforholdene, kan simuleringsresultatene skaleres tilsvarende.

## **Delutredning 3: Kjemiske konsekvenser av sjødeponi i Repparfjorden**

Vi har brukt bakgrunnsdata om avgangen (fremskaffet av SGS Lakefield, Canada), kunnskap om Repparfjorden fra grunnlagsundersøkelsene utført av Akvaplan-niva og Delutredning 2 (Kapittel 3) til å gjennomføre en simulert risikovurdering for forurenset sediment for avgangsdeponiet etter Veileder TA-2230/2007 (Klif). Veilederen med tilhørende regneark gir generelle beregningsparametere og algoritmer for å kunne forutsi metallkonsentrasjoner i sjøvann og i porevann basert på et sjøsediment, i dette tilfellet det modellerte avgangsdeponiet (området som blir dekket av avgang) og potensielle partikkelkonsentrasjonen i vannsøylen, simulert med tykkelser som modellert i Delutredning 2.

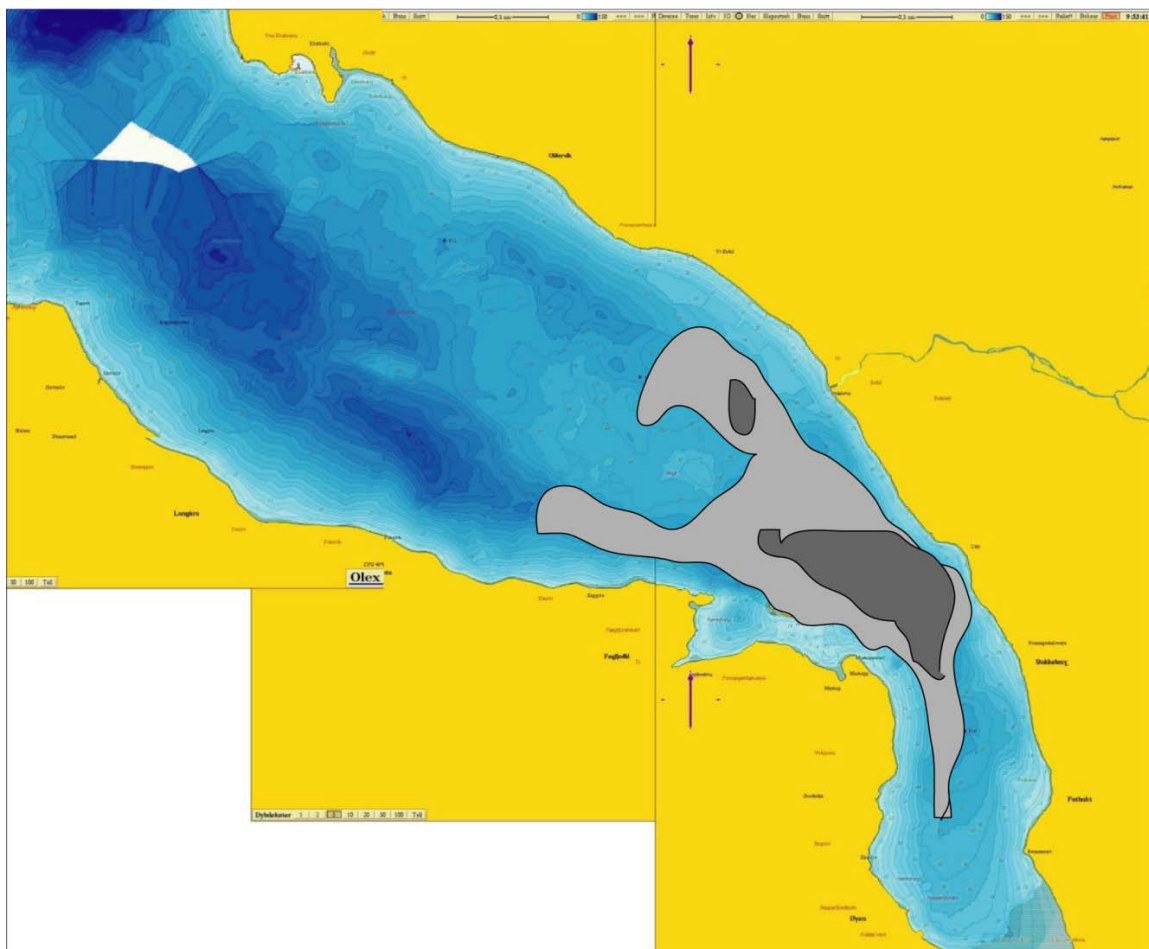
Vi har vurdert testene som er gjort for denne potensielle avgangen fra Nussir ASA. Normalt sett vil avgangsmateriale som har tungmetaller bundet i hovedsakelig i sulfider lekke mindre enn et naturlig sjøsediment som har andre mineraler som lekker mer til vannmassene. I denne risikovurderingen er det ikke grunnlag for å gå bort fra likevektskonstantene i Veileder TA-2230/2007. Verdiene som er beregnet er allikevel mest sannsynlig maksimumsverdier.

Avgangsmaterialet som er vurdert i forhold til sjødeponering er å anse som potensielt toksisk for marine organismer, spesielt på basis av kobberinnholdet og til dels for nikkel. NOEC-(no-observed - effect - concentration) verdien for et bunnsediment tilsvarer et innhold av 32 % avgang. Dette tilsvarer omtrent 100 mg/kg kobber i det potensielle deponiet blandet med rent naturlig sediment.

De viktigste beregnede parameterne for de kjemiske konsekvensene av tiltaket er vist i Tabell 1. Øvre grenseverdi for tilstandsklasse III (TA-2229) er vist i parenteser.

Tabell 1. De viktigste beregnede parameterne for de kjemiske konsekvensene av tiltaket

|                                                                                                            | <b>Kobber</b>                                                  | <b>Nikkel</b>                             | <b>Merknad</b>                                                                                                                                                                    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Total tungmetall som faststoff i utslippet                                                                 | 9 600 - 20 100 tonn                                            | 3 480 tonn                                | Basert på utslipp av 30 millioner tonn avgang i løpet av 15-25 år                                                                                                                 |
| Tungmetall som faststoff i utslippet i året                                                                | 640 - 1 340 tonn                                               | 232 tonn                                  | Basert på 2 millioner tonn avgang per år                                                                                                                                          |
| Tungmetall som vil være i den suspenderte andelen av avgangen i året                                       | 13 - 28 tonn                                                   | 4,6 tonn                                  | Den suspenderte andelen av avgangen vil flyttes ut av fjorden med strømmene                                                                                                       |
| Konsentrasjon av tungmetaller i avgangen                                                                   | 320-671 mg/kg (55)                                             | 74-116mg/kg (120)                         | Basert på Bowman (2011) og Imeson (2011)                                                                                                                                          |
| Sjøvannskonsentrasjon, gjennomsnitt hele vannsøylen, oppløste metaller                                     | 0,42 µg/l<br>(0,08 µg/l + bakgrunn 0,365 )<br>(III/IV=0,8µg/l) | (0,04 µg/l + bakgrunn)<br>(III/IV=12µg/l) | Beregnet på grunnlag av maksimal utlekking fra deponioverflaten, kommer i tillegg til bakgrunnsverdi på 0,365 µg/l (Cu)                                                           |
| Beregnet fluks fra sedimentoverflaten, oppløste metaller                                                   | 7-145 mg/m <sup>2</sup> /år                                    | 8-80 mg/m <sup>2</sup> /år                | Teoretisk beregnet på det høyeste metallinnholdet.                                                                                                                                |
| Porevannskonsentrasjon, oppløst tungmetall                                                                 | 13-28 µg/L (0,8)                                               | 16 µg/L (12)                              | Beregnet med likevektskonstanter fra TA-2230/2007                                                                                                                                 |
| Totalt oppløst tungmetall fra sedimentet til sjøvannet i året                                              | 31-650 kg                                                      | 36-340 kg                                 | Tilnærmet lik mengde miljøgifttransport ut av deponiområdet i året. Avhenger av bioturbasjon                                                                                      |
| Konsentrasjoner bløtbunnsfauna                                                                             | ~3 mg/kg                                                       | ~0,3mg/kg                                 | Beregnet i henhold til TA-2230. Maksimalverdier.                                                                                                                                  |
| Totalt oppløst tungmetall fra sedimentet til sjøvannet sedimentet er tomt                                  | 65 tonn                                                        | 11,5 tonn                                 | Hvis fluksen er konstant og alt kobberet løses ut fra overflaten av deponiet tar dette henholdsvis 210 og 66 år. Er det lite bioturbasjon vil utlekkingen avta med sedimentering. |
| Totalt oppløst tungmetall fra sedimentet om det dekkes til med rent materiale etter avslutning av deponiet | 6-12 tonn                                                      | 7 tonn                                    | Etter 20 år                                                                                                                                                                       |



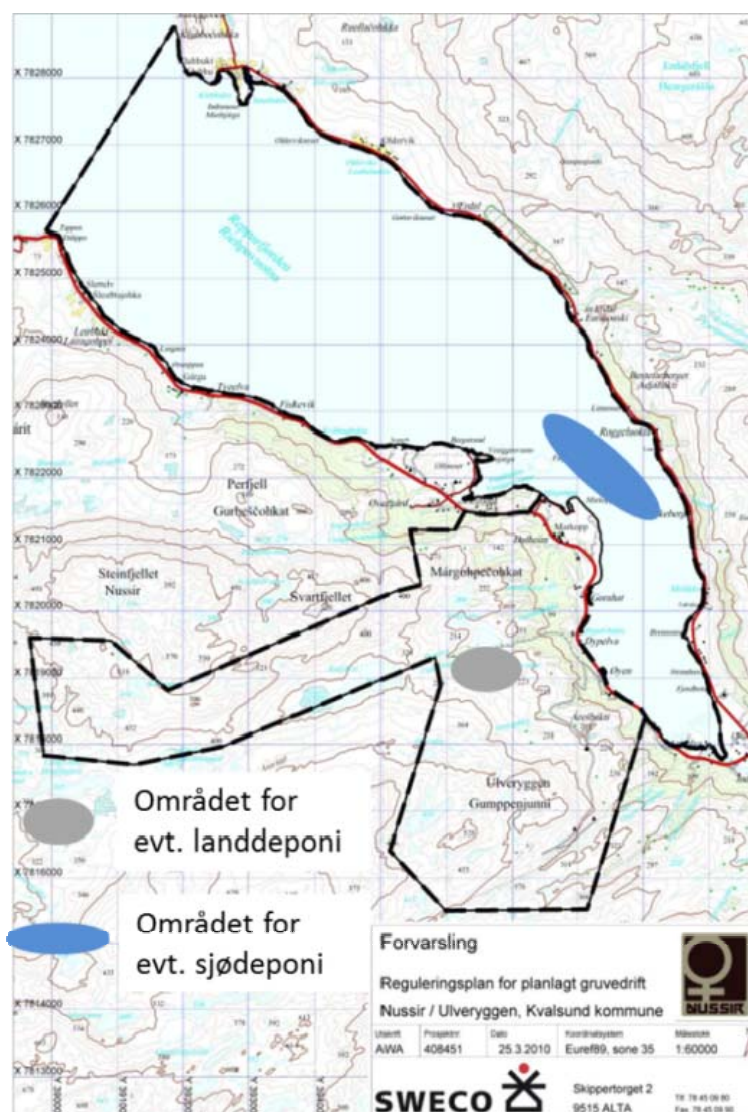
Figur 1. Det simulerte deponiområdet (totalt 4,9 km<sup>2</sup>) som får henholdsvis mer enn 1 cm avgang (lys grått) og mer enn 50 cm avgang (mørk grått) ved deponering av 30 millioner tonn (24 millioner m<sup>3</sup>) avgang fra Nussir ASA over 15-25 år. Det er henholdsvis stor og meget stor risiko for toksiske effekter for marint miljø i disse to arealene. I tillegg får 2,5 km<sup>2</sup> utenfor denne sonen en svakere økning i kobberinnholdet og en moderat risiko for toksiske effekter på marint miljø.



## Delutredning 4: Konsekvenser for marint miljø i Repparfjorden ved etablering av landdeponi og sjødeponi

### Generell beskrivelse av tiltak og tiltaksområdet

Nussir ASA planlegger underjordisk drift, dvs. at dagbrudd ikke er aktuelt. Overskuddsmassene fra uttaket planlegges deponert enten som et land- eller sjødeponi i Repparfjorden. De mest aktuelle områdene for lokalisering av deponiet for Alternativ 1 (landdeponi) og Alternativ 2 (sjødeponi) vises i Figur 1. Gruveavgangens fysiske (kornstørrelse og form på partikler) og kjemiske egenskaper (metallinnhold, utlekkingspotensiale for metaller) er dokumentert gjennom flere undersøkelser samt i kapitler i denne utredningen. Ved deponering er det først og fremst suspenderte partikler og løste metaller (hovedsakelig kobber og nikkel) som kan påvirke marint miljø.



Figur 2. Forvarslet planområde. Aktuelle områder for landdeponi (Alternativ 1) og sjødeponi (Alternativ 2) er marker med henholdsvis grått og blått.

## Konsekvensvurdering

I denne delutredningen (Konsekvenser for marint miljø i Repparfjorden ved etablering av sjø- eller landdeponi – kapittel 5) er det fokusert på det marine miljøet og det er lagt hovedvekt på følgende tema: marine naturtyper, strandsone (fjæresone), sublittoral bløtbunn og bløtbunnsfauna samt zooplankton. Mulige konsekvenser for marin fisk og fiskeri samt anadrom laksefisk er utredet i egne rapporter (Falk og Christensen 2011b, Urke *et al.* 2011). Konsekvensutredningen er gjennomført i henhold til godkjent planprogram datert 27.07 2010. Metodisk bygger konsekvensutredningen på Statens vegvesen, håndbok 140. Trinn 1 i en konsekvensutredning er kartlegging og karakteristikk av verdier, trinn 2 er omfangsvurdering av inngrepet og trinn 3 er selve konsekvensvurderingen av inngrepet.

Det er utført en grunnlagsundersøkelse av marint miljø (Christensen *et al.* 2011). Resultatene fra denne undersøkelsen danner sammen med offentlig tilgjengelige rapporter og vitenskapelige artikler grunnlaget for de vurderingene som er gjort i denne utredningen.

## Verdivurderinger

Verdien av det marine naturmiljø og naturressurser i Repparfjorden ble klassifisert etter ikke-prissatte verdier. Verdisetting etter statens vegvesens håndbok 140 utføres med bakgrunn i bl.a. verdien av biologisk mangfold, herunder rødlistearter og naturtyper. For verdisseting av enkelte naturtyper knyttet til det marine miljøet er DN's håndbok 13 "Kartlegging av naturtyper – verdisseting av biologisk mangfold" fra 2007 (DN 2007) og DN's håndbok 19 "Kartlegging av marint biologisk mangfold" benyttet. Naturmangfoldloven er også svært sentral i naturressursspørsmål og har som formål å ta vare på naturens biologiske, landskapsmessige og geologiske mangfold og økologiske prosesser gjennom bærekraftig bruk og vern.

### Marine naturtyper:

Marine naturtyper er ikke kartlagt i detalj i Finnmark (oppstart 2012), så de eneste kjente marine naturtypene innenfor området er brakkvannsdeltaet innerst i fjordbunnen og israndavsetningen ytterst. Disse marine naturtypene er vurdert til å ha **Middels verdi**.

### Strandsonen(fjæresonen):

Strandsonen i Repparfjorden er naturlig og autentisk for området, og har en lav artsrikdom. Strendene i området er vurdert til å ha "noe verneverdi". Samlet vurdering av strandsonen i Repparfjorden er:

- Ordinær betydning landskapsøkologisk (tilsvarende liten verdi)
- Et biologisk mangfold typisk for distriktet når det gjelder vegetasjon og naturtyper i fjæra, men tre strender er vurdert til å ha noe verneverdi lokalt (tilsvarende middels verdi).
- Arts- og individmangfold representativt for distriktet både når det gjelder fjære og strandsone (tilsvarende liten verdi).

Verdisettingen for strandsone er foretatt etter en konservativ vurdering, der den høyeste verdien (**Middels verdi**) er førende for totalvurderingen.

### **Sublittoral bløtbunn og bløtbunnsfauna:**

Naturtypen som her verdisettes er sublittoral bløtbunn (sjøbunn med bløte sedimenter som er permanent dekket av sjøvann) med tilhørende bløtbunnsfauna i Repparfjorden. Bunntypen i Repparfjorden kan karakteriseres som bløtbunn. Bunnprøver fra til sammen 11 stasjoner viser at sedimentenes finstoffandel (partikkelstørrelse < 0,063 mm) er høy (9 av stasjonene har høyere andel enn ca. 70 % finstoff). Nivåene av organisk karbon er naturlig lave på alle stasjoner (tilstandsklasse I). Bunntypen i Repparfjorden er vanlig i nordnorske sjøområder med relativt høy sedimentering fra større elver. Bunndyrssamfunnene viste naturlig artsmangfold og kan sammenlignes med tilsvarende områder i regionen. Faunasammensetningene på de undersøkte stasjonene er relativt like, noe som indikerer homogene bunndyrforhold utover fjorden. Bløtbunnen i Repparfjorden verdisettes til **Liten verdi**.

### **Zooplankton:**

Planktonsamfunnet var sterkt dominert av små hoppekrepsarter som i all hovedsak er mat for små fisk som f. eks. lodde, sei yngel og unge årsklasser av sild. Repparfjorden har også i perioder betydelige mengder med krill som er svært viktige byttedyr for fisk. Resultatene fra grunnlagsundersøkelsen viste at zooplanktonsamfunnet i fjorden består av kystarter som er vanlige i nord-norske fjorder. Verdivurderingen er gjort for Repparfjorden som en helhet, og er fundert på faglige vurderinger knyttet til områdets betydning for zooplankton, arters sjeldenhet, rødlistestatus, samt økologisk funksjon. Etter en samlet vurdering verdisettes zooplanktonsamfunnet i Repparfjorden til **Liten verdi**.

***En fastsettelse av områdets samlede verdi for marint miljø er foretatt etter en konservativ vurdering, der den høyeste verdien (Middels verdi) er førende for totalvurderingen.***



## Omfang (påvirkning)

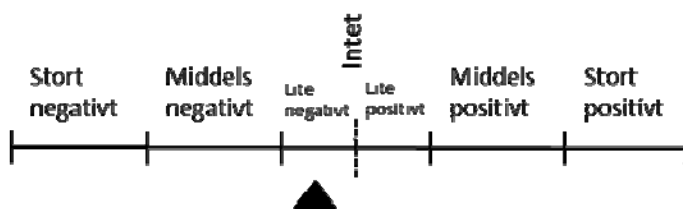
Omfangsvurdering (påvirkning) er utført i forhold til 0-Alternativet, som er ingen utbygging og heller ingen andre planlagt tiltak av betydning for marint miljø.

### Alternativ 1 - Landdeponi:

For landdeponi (Alternativ 1) ble hele influensområdet vurdert under ett da det ikke vil være betydelige forskjeller i påvirkning i de ulike delene av influensområdet.

Ifølge utredningen for Alternativ 1 - landdeponi (Iversen 2011) vil en så lenge deponiet er i drift forvente en relativt beskjeden metalltransport fra deponiet. Metallene, og spesielt kobber, vil i stor grad være bundet til avgangspartikler. pH-verdien i deponiet (ca. pH 9) vil alene bidra til at kobber vil foreligge som partikler i deponivannet. Dersom det skulle inntreffe en ugunstig utvikling i vannkvalitet i deponiet, som for eksempel dårlig sedimentering eller partikkelflukt, vil en alltid så lenge driften pågår ha muligheter til å gjøre korrigerende tiltak.

Konklusjonen er at tilførselen av metaller, prosesskjemikalier og partikler fra et landdeponi til marint miljø vil være svært begrenset, og tiltaket vurderes til å ha **intet / lite negativt** omfang for marin miljø.



### Alternativ 2 - Sjødeponi

Vurderingene av omfanget for marint miljø ved etablering av et sjødeponi baserer seg på modellering av gruveavgangens spredning i Repparfjorden (kapittel 3) og karakterisering av avgangens kjemiske egenskaper (kapittel 4).

For sjødeponiet (Alternativ 2) er konsekvenser for marine naturtyper, strandsone og zooplankton vurdert for hele influensområdet, mens for bløtbunnsområdene er omfanget vurdert for tre definerte områder (nærsone, randsone, fjernsone). I denne oppsummeringen er det derfor valgt å slå sammen omfangsvurderingene for marine naturtyper, strandsone og zooplankton, mens sublittoral bløtbunn og bløtbunnsfauna er vurdert separat.

## Omfang - Marine naturtyper, strandsone og zooplankton

Etablering av et sjødeponi vil kunne påvirke marine naturtyper og strandsone (fjæresonen) som følge av økt mengde partikler i vannmassene, sedimentering av partikler og endringer i kjemiske forhold. Etablering av et sjødeponi vil kunne påvirke zooplankton som følge av økt mengde partikler i vannmassene og endringer i kjemiske forhold (vannkjemi).

Ved Alternativ 2 - sjødeponi vil selve utslippet av partikler skje på dypt vann (30 – 60 meter), og det skal i utgangspunktet begrense partikkelspredning oppover i vannsøylen og til overflaten og grunnere vannlag. Partikkelstørrelsen spiller også inn, da store partikler vil synke raskt, og i liten grad spre seg, mens mindre, lettere partikler har større spredningspotensiale.

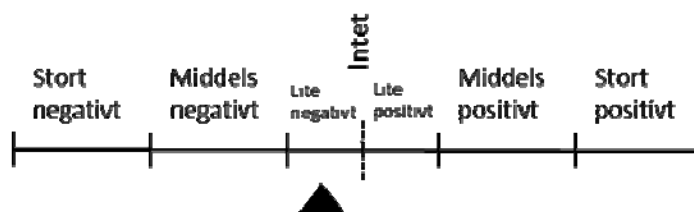
Modellering/simuleringer av partikkelspredning i Repparfjorden viser at partikkelkonsentrasjonene i sentrale deler av fjorden vil ligge på godt under 0,05 mg/l. Omtrent 2 % av finstoffet vil spres med vannmassene utenfor det sentrale deponiområdet på 2,4 km<sup>2</sup>. Bakgrunnsverdiene i fjorden er ca. 0,5 mg/l, noe som indikerer en økning på <10 % i de mest utsatte deler av fjorden. Spredningen og økningen i konsentrasjonen vil være størst for de fineste partikkelfraksjonene og i den øverste delen av vannsøylen (0 – 20 meter). For de tyngste fraksjonene vil konsentrasjonsøkningen og spredningen være størst i de dypere vannlag, og endringene er i all hovedsak konsentrert til rundt deponiområdet. Modelleringen av partikkelspredning viser med andre ord det vil bli en svært begrenset økning i partikkelkonsentrasjonen i de frie vannmassene og strandsonen.

Deponering av masser i fjorden vil føre til utlekking av tungmetallene kobber og nikkel. Disse metallene kan være svært giftig for noen marine evertebrater. Sjøvannskonsentrasjonene av disse metallene vil imidlertid bli svært lave i Repparfjorden. I gjennomsnitt er konsentrasjonsøkningen av oppløst kobber og nikkel for hele vannsøylen beregnet til henholdsvis 0,075 µg/l kobber og 0,04 µg/l nikkel. Bakgrunnskonsentrasjonen av kobber i fjorden er målt til 0,365 µg/l, og økning i kobberkonsentrasjonen i vannmassene vil være ca. 20 %. Konsentrasjonen av kobber vil ligge godt under øvre grense for tilstandsklasse II "God kjemisk tilstand" (0,64 µg/l).

Flora og fauna i fjæresonen er utsatt for ekstrem naturlig påvirkning, i form av tidevann (flo/fjære), bølgeeksponering, avrenning fra land, naturlig sedimentering, ising og en rekke andre naturlige faktorer. Dyr og planter/alger i strandsonen og fjæresonen er tilvent en situasjon der store omveltninger er en del av livssyklusen. En tilleggspåvirkning som følge av en begrenset mengde partikler og en svært begrenset økning i kobber og nikkel innhold i vannet som følge av et sjødeponi vil trolig ikke være merkbart i dette systemet.

Zooplankton tilføres fjordsystemet med nytt innstrømmende vann og spres i fjorden med strømsystemet. Samtidig transporteres zooplankton ut av fjordsystemet med utstrømmende vann. Dette innebærer at det til enhver tid er utskiftning av plankton i fjorden. Tiltaket vil ikke vesentlig endre områdets egnethet som leveområde for zooplankton, mangfoldet av zooplankton, eller beiteforholdene for planktonspisende fisk som til enhver tid vil finnes i fjordsystemet.

Basert på partikkelkonsentrasjoner i de ulike vannlagene, partiklenes form, spredningsmønster i fjorden, modellert utskiftningen av vannmassene i fjordsystemet, samt kjemisk påvirkning som følge av gruveavgang vurderes tiltaket til å ha **lite negativt** omfang for marine naturtyper (brakkvannsdelta og israndavsetning), strandsonen og zooplankton i Repparfjorden.



## **Omfang – Sublittoral bløtbunn og bløtbunnsfauna**

Etablering av et sjødeponi vil kunne påvirke sublittoral bløtbunn og bløtbunnsfauna som følge av økt sedimentering av partikler og endringer i kjemiske forhold.

Modelleringene for spredning av avgangsmateriale viser at ca. 20 % (7,4 km<sup>2</sup>) av fjordens bunnareal vil kunne påvirkes av tiltaket. Forskjellen mellom påvirket og ikke påvirket sjøbunn og overgangssonen mellom disse vil være så vesentlige at det er hensiktsmessig å dele fjorden inn i tre delområder (soner) for omfangsvurderingen.

Høy sedimentering av uorganiske partikler fra gruveavgang “fortynner” det naturlig forekommende innholdet av organisk karbon (TOC) i sedimentet. Dette fører igjen til mindre mattilgang og dermed redusert biomasse av bentisk fauna. En stor partikkeltilførsel fører også til fysisk ustabilitet i sedimentet, mindre heterogenitet og dermed færre nisjer, samt begravning og kveling av organismer. I nærheten av utslippet av gruveavgang forventes det derfor at antall individer og artsmangfold reduseres betydelig eller at bunndyrene forsvinner.

Informasjon om avgangsmaterialet, samt testing og risikovurdering viser at konsentrasjonen av flokkuleringspolymeren Magnafloc 10 hurtig vil bli svært lav i den deponerte avgangen. Ellers er innholdet av alle tilsatte kjemikalier lavt nok til at en risikovurdering ut over trinn 1 ikke er nødvendig. Tungmetallinnholdet (kobber og nikkel) er derimot høyt og akutt giftig for marine organismer. Økotoksisitetstester i fersk avsatt avgang viste giftighet og uakseptabel risiko for bunnfaunaen som ble testet. Naturlig sedimentering vil være med på å fortynne sedimenteringen fra gruveavgangen noe som vil være med på å bedre sedimentkjemien. Jo høyere andel fra naturlig sedimentering jo bedre vil sedimentkjemien bli. Med andre ord jo lengere vekk fra kjerneområdet man kommer jo bedre blir sedimenkjemien som følge av en økt innblanding av partikler med lavt innhold av kobber. Det betyr at i ytterkant av nærsonen og i randsonen vil det være områder hvor enkelte bunndyrsorganismer vil kunne leve. Enkelte undersøkelser viser at det er klare sammenhenger mellom kobberinnhold i sediment og en negativ påvirkning på bunndyrssamfunnet. Andre undersøkelser viser at flere arter bunndyr blir lite påvirket av kobberinnholdet. Det finnes flere opportunistiske bunndyrsarter som tåler forhøyede nivåer av kobber i sedimentet og disse artene forventes å dominere i randsonen.

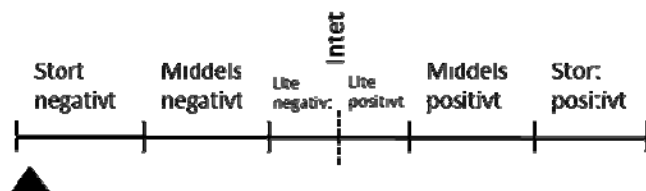
Avgangen har et så høyt kobberinnhold at den må fortynnes mer enn 10 ganger for at god kjemisk status skal oppnås i henhold til Klifs klassifiseringssystem.

**Nærsonen** (4,9 km<sup>2</sup>) er definert som hovedområdet for avgangen der om lag 67 % av avgangen vil bli avsatt innenfor et område på om lag 4,9 km<sup>2</sup>. I dette området vil avgangen avsettes med en tykkelse fra 1 cm til 42 meter (i løpet av 20 års drift). I områdene der sedimentasjon av avgang er fra 0,5 meter til 42 meter (2,5 km<sup>2</sup>) er det anslått at bunndyrene vil bli så å si totalt utslått som følge av høy sedimentering og høyt kobberinnhold (ca. 500 mg/kg i ren avgang) under driftsperioden. Det “nye” substratet, som blir etablert i nærsonen vil ikke kunne danne et naturlig habitat for de allerede eksisterende arter og bunndyrsgrupper. Disse er i hovedsak gravende former og er heller ikke spesielt tolerante for forstyrrelser. Næringsgrunnlaget, i form av detritus og annet organisk nedfall, vil heller ikke lenger være tilgjengelig. I ytterkanten av nærområdet vil sedimentasjonen av avgang bli fra 1 cm til 10 cm og her vil det være sedimentkjemien som vil ha en negativ påvirkning på bunndyrene. I ytterkant av nærsonen vil trolig opportunistiske arter kunne forekomme.

Det er nærliggende å tro at de største bunndyrsforandringene vil skyldes en kombinasjon av høyt kobber innhold og endrede habitatsvilkår (dvs. endring i kornstørrelse, kornform og TOC), men at sistnevnte utgjør den vesentligste faktoren ved en eventuell total utryddelse av

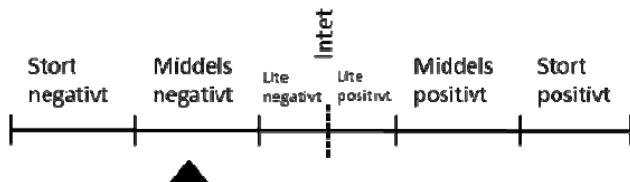
dyrelivet i nærsonen. Kobberinnholdet vil samtidig hindre rekolonisering i driftsperioden før naturlig sedimentering tar over.

**Sannsynlig effekt i driftsfasen er en gradvis utryddelse av bløtbunnsfauna i nærsonen. Omfanget vurderes som stort negativt.**



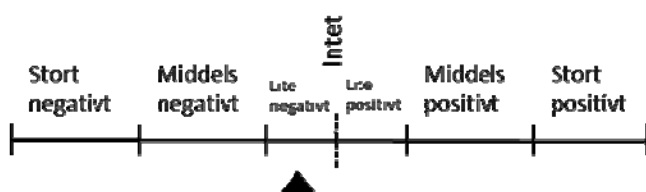
**Randsonen** (ca. 2,5 km<sup>2</sup> utenfor nærsonen) er definert som det området som mottar avgang i størrelsesorden 0,1 – 1 cm i perioden på 20 år. Denne sonen er dominert av den naturlige sedimentasjonen i fjorden (0,38 cm per år). Kobberkonsentrasjonen i sedimentet i dette området forventes å bli på om lag 55 mg/kg eller lavere, noe som tilsvarer tilstandsklasse III eller bedre. Bunndyrssamfunnene i de delene av randsonen som blir mest belastet med avgangsmasse vil kunne gjennomgå målbare endringer i individ- og artsmangfold. Det må forventes en reduksjon i artsmangfold og individtetthet i forhold til 0-Alternativet. I de minst belastede delene av randsonen kan det forventes redusert artsmangfold og høyere individtetthet av opportunister.

**Sannsynlig effekt i randsonen (overgangssonen) er en reduksjon i artsmangfold, med økt innslag av opportunistiske arter. Omfanget vurderes som middels negativt.**



**Fjernsonen** (øvrigt Repparfjorden) vil ikke bli vesentlige påvirket av partikler fra gruveavgang. Det betyr at bløtbunssamfunnene i hovedtrekk vil være sammenlignbare med de som vil forekomme med 0-Alternativet. Mengden oppløst kobber i sjøvann som transporteres ut i fjernsonen vil være relativt lav og ikke kunne bidra til høy risiko for bunndyrene. Det forventes derfor at de etablerte bunndyrssamfunnene ikke vil gjennomgå målbare forandringer med hensyn til artsmangfold og/eller individtetthet.

**Omfanget vurderes som lite negativt.**



## Konsekvenser

Konsekvensene av de ulike deponialternativene kommer som et produkt av fastsatt naturverdi og påvirkningen (omfang) i henhold til konsekvensviften (Figur 2). På bakgrunn av dette vil de ulike alternativene få følgende konsekvens for de tema som er inkludert i marint miljø:

Tabell 2. Konsekvens av inngrep på naturmiljø og naturressurser i Repparfjorden ved de ulike deponi alternativer.

| Tema                                   | Vurderingsfelt                                                                                 | 0-Alt.          | Alt. 1:<br>Landdeponi  | Alt. 2:<br>Sjødeponi   |
|----------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|------------------------|------------------------|
| Strandsone / fjæresone                 | Naturområde, landskapsøkologi og art og individmangfold                                        | 0<br>Ubetydelig | 0<br>Ubetydelig        | -<br>Liten negativ     |
| Marine naturtyper                      | Naturtyper/vegetasjonsområder:<br>Israndavsetning<br>Brakkvannsdelta                           | 0<br>Ubetydelig | 0<br>Ubetydelig        | -<br>Liten negativ     |
| Sublittoral bløtbunn og bløtbunnsfauna | Bløtbunnsfauna og sedimentkvalitet<br>Nærsonen                                                 | 0<br>Ubetydelig | 0 / -<br>Ingen / liten | - -<br>Middels neg.    |
| Sublittoral bløtbunn og bløtbunnsfauna | Bløtbunnsfauna og sedimentkvalitet<br>Randssonen                                               | 0<br>Ubetydelig | 0 / -<br>Ingen / liten | -<br>Liten negativ     |
| Sublittoral bløtbunn og bløtbunnsfauna | Bløtbunnsfauna og sedimentkvalitet<br>Fjernsonen                                               | 0<br>Ubetydelig | 0 / -<br>Ingen / liten | 0 / -<br>Ingen / liten |
| Zooplankton                            | Oppvekst-, beite- og overvintringsområder- Artsmangfold og viktighet for planktonspisende fisk | 0<br>Ubetydelig | 0 / -<br>Ingen / liten | -<br>Liten negativ     |
| Marint miljø                           | Samlet - Nærsonen                                                                              | 0<br>Ubetydelig | 0 / -<br>Ingen / liten | - -<br>Middels neg.    |
| Marint miljø                           | Samlet - Randssonen                                                                            | 0<br>Ubetydelig | 0 / -<br>Ingen / liten | -<br>Liten negativ     |
| Marint miljø                           | Samlet - Fjernsonen                                                                            | 0<br>Ubetydelig | 0 / -<br>Ingen / liten | 0 / -<br>Ingen / liten |



En oppsummerende sammenstilling av verdi, omfang og konsekvens for de ulike deponialternativene vil kunne fremstilles som i Figur 3. Fjernsonen er satt til å ha middels verdi da det er i dette området man finner marine naturtyper og strandsone som er vurdert til å ha en middels verdi. Det vil ikke påvirke konsekvens for de ulike deponialternativene.

#### 0-Alternativet

| Delområde  | Verdi   | Omfang       | Konsekvens      |
|------------|---------|--------------|-----------------|
| Nærsonen   | Liten   | Lite negativ | 0<br>Ubetydelig |
| Randsonen  | Liten   | Lite negativ | 0<br>Ubetydelig |
| Fjernsonen | Middels | Lite negativ | 0<br>Ubetydelig |

#### Alternativ 1 - Landdeponi

| Delområde  | Verdi   | Omfang       | Konsekvens             |
|------------|---------|--------------|------------------------|
| Nærsonen   | Liten   | Lite negativ | 0 / -<br>Ingen / liten |
| Randsonen  | Liten   | Lite negativ | 0<br>Ubetydelig        |
| Fjernsonen | Middels | Lite negativ | 0<br>Ubetydelig        |

#### Alternativ 2 - Sjødeponi

| Delområde  | Verdi   | Omfang          | Konsekvens             |
|------------|---------|-----------------|------------------------|
| Nærsonen   | Liten   | Stor negativ    | - -<br>Middels neg.    |
| Randsonen  | Liten   | Middels negativ | -<br>Liten negativ     |
| Fjernsonen | Middels | Lite negativ    | 0 / -<br>Ingen / liten |

Figur 3. Sammenstilling av verdi, omfang (påvirkning) og konsekvens for 0-Alternativet, Alternativ 1 (landdeponi) og Alternativ 2 (sjødeponi) for marint miljø i Repparfjorden.

## **Avbøtende tiltak og oppfølgende undersøkelser**

For marint miljø vil det viktigste være å prøve å fremskynde nyetablering av bunnsamfunn og habitat for bunnlevende fisk etter at driften opphører, samt å begrense spredning av metaller fra avgangen. Et aktuelt tiltak her vil være å dekke over sjødeponiet med reine masser etter avsluttet drift.

Følgende momenter anbefales å inkludere i et overvåkningsprogram for det marine miljøet i Repparfjorden ved etablering av gruvedrift:

- Nye utlekkingsforsøk og aldringsforsøk utført i henhold til norske eller EU standard.
- Kjemisk overvåkning med bruk av vannprøver, tang, blåskjell og passive prøvetakere (DGT - Diffusive Gradients in Thin films).
- Etablere overvåkning av partikkelkonsentrasjonen i fjorden. Dette kan gjennomføres ved at det etableres overvåkningsstasjoner med online turbiditetsmålinger m/alarm på strategiske steder og dyp i fjorden.
- Overvåking av deponiområdet med nærsone, randsone og fjernsone i forhold til avgangsmengder (sedimentasjon), konsentrasjoner av metaller og tilstanden til bunndyrsamfunnet. Det bør her etableres faste sedimentstasjoner som prøvetas jevnlig gjennom hele driftsperioden. I tillegg bør avgangstykkelsen i randsonen samt rasvinklene undersøkes jevnlig. Dette kan gjøres ved å benytte SPI (Sediment Profile Imagery) og ROV (Remotely Operated underwater Vehicle).
- Oppfølgende undersøkelser i fjæresonen. Sammensetning av flora og fauna er en god indikasjon på miljøforandringer som følge av forurensning (miljøgifter og partikler). Kjemiske analyser av tang og sedimenter.
- Overvåke metallnivåer i marine næringskjeden. Dette for å undersøke bioakkumulering og biomagnifisering av metaller. Det anbefales at det inngår analyser av tang, bunndyr, zooplankton, marin stasjonær fisk og kongekrabbe.

# 1 Innledning

---

## 1.1 Om sjødeponihistorie og bedre design

Sjødeponier for gruveavgang er mye brukt i Norge. Avgang er finkornet gruveavfall etter at malm er delt i produkt og avfall i en oppredningsprosess. Mer enn 20 store og små, nye og gamle, og mer eller mindre planlagte sjødeponier for gruveavgang eksisterer i Norge (Kvassnes *et al.* 2008). I tillegg kommer utallige store og små sjødeponier fra annen aktivitet, som industri, vegutbygging og mudring av forurensede masser. I veldig tidlige sjødeponier ble gruveavgang gjerne dumpet fra overflaten ved at man lot avgang gå i elva til fjorden eller via lekter, som i Ballangen (Berge *et al.* 2001), eller ble enkelt skyflet utfor kaikanten. Andre gruver ble beskyldt for å ikke kontrollere spredning av det partikulære materialet i avgangen når det ble sluppet ut via rør, som i det tidligere Folldal Verk og Titania i Jøssingfjorden (Skei *et al.* 1991).

Teknikkene for sjødeponering har blitt betydelig forbedret i de siste årene, og et sjødeponi må deponeres etter spesielle regler, vist i Veileder TA-2715/2010 (Klif, 2010, "*Bergverk og avgangsdeponering: Status, miljøutfordringer og kunnskapsbehov*"). Prinsippmessig skal ikke avgangsmassene påvirke de øvre vannlagene der primærproduksjonen i vannmassene skjer. Derfor skal deponeringen skje via rørsystem slik at avgangen blandet med vann blir brakt til de dypere lagene av en fjord uten å ha kontakt med de øvre vannlagene. Dette er også essensielt for å kunne overholde OSPAR-reglementet. Dette er diskutert i kapittel 1.5.

## 1.2 Om Repparfjorden

Repparfjorden er en fjord mellom Kvalsund og Sammelsund og bunner mot øst-sørøst. Repparfjordelva renner ut i et delta innerst i fjorden. Det er en relativt beskyttet fjord lokalisert på fastlandet innenfor Kvaløya i Finnmark (Figur 4). Fjorden har åpninger gjennom Kvalsundet mot sørvest og Sammelsundet mot nordøst. Fra Repparfjordbotn til åpningen mot Kvalsundet og Sammelsundet er det ca. 13 km. Dominerende vindretninger i Repparfjorden er inn (nordvestlig retning) eller ut fjorden (sydøstlig retning). Det er ut fra eksisterende sjøkart et terskeldyp på 80-85 meter i den ytre delen av fjorden og med et dypere basseng innenfor (120 meter vanndyp).

Det er ikke registrert vernede områder eller områder foreslått vernet innenfor området ([www.naturbase.no](http://www.naturbase.no)). Et unntak er et mindre område på nordsiden av Repparfjorden som er vernet på grunn av geologiske formasjoner, men disse er ikke i umiddelbar tilknytning til sjø. Videre er det et område i Repparfjordbotn som er beskrevet som sjøfugl - og våtmarksområde, der sårbarheten er knyttet til at området er både et hekke- og rasteområde for ender, terner og vadere. Det er knyttet ornitologiske verneverdier i et regionalt perspektiv til området. Området er et elvedelta med store grusbanker og et større fjærområde med forgreinet system av elver, holmer og dammer.



Figur 4. Oversiktskart over Repparfjorden, Kvalsund kommune, Finnmark fylke.

Repparfjorden er utnevnt som en nasjonal laksefjord med Repparfjordelva som en nasjonal lakseelv. Staten har opprettet 29 nasjonale laksefjorder, der meningen er å gi noen av de viktigste laksebestandene i Norge en "særlig beskyttelse" mot inngrep som kan skade dem og andre aktiviteter i vassdragene. I tillegg skal det ikke være oppdrettsvirksomhet, forurensning og munningsinnngrep i de nærliggende fjord- og kystområdene. Den årlige fangsten av laks i Repparfjordelva har de siste årene vært på mellom 6 – 10 tonn noe som gjør Repparfjordelva til en av de ti viktigste lakseelvene i Norge. I tillegg munner også Kvalsundvassdraget ut i Repparfjorden. Begge vassdragene har bestander av laks, sjørøret og sjørøye. Det er hovedsakelig anadrom (sjøvandrende) laksefisk tilhørende Repparfjordvassdraget og Kvalsundelva som vil finnes i Repparfjorden, men også laks på vandring til og fra andre vassdrag i Finnmark kan tenkes å passere fjordsystemet. Området anses derfor å ha stor verdi som oppholds- og vandringsområde for anadrome laksefisk.

Historisk sett er Repparfjorden en viktig fiskefjord, men det har skjedd en nedgang i viktige fiskebestander som torsk og sei de siste 20 år. Den viktigste arten har vært kysttorsk, særlig gytetorsken om våren. I dag bedrives noe yrkesfiske i Repparfjorden (Falk og Christensen 2011).

Det har tidligere vært gruvedrift i Repparfjorden, ved Folldal Verk, og da ble det benyttet sjødeponi i den innerste delen av fjorden.

### 1.3 Kort beskrivelse av tiltaket

Den korte beskrivelsen av tiltaket nedenfor er i hovedsak hentet fra Planprogrammet (Sweco 2010) og hoved-konsekvensutredningsdokumentet (Sweco 2011).

Nussir ASA har overtatt rettighetene til utvinning av mineraler i områdene ved Nussir og Ulveryggen i Repparfjord, Kvalsund kommune. I henhold til Planprogrammet er tre delområder på henholdsvis 4 500 dekar, 23 000 dekar og 28 000 dekar godkjent av

Direktoratet for mineralforvaltning som undersøkelsesområder, mens et areal på ca. 3 300 dekar er godkjent som utvinningsområde (Sweco 2010).

Nussir ASA planlegger underjordisk drift, dagbrudd er ikke aktuelt. Overskuddsmassene fra uttaket planlegges deponert enten som landdeponi eller sjødeponi i Repparfjorden eventuelt som en kombinasjon av både land- og sjødeponi (Sweco 2010). Fjellområdene som inngår i planområdet er en del av et sammenhengende fjellområde som strekker seg sørover fra Repparfjorden mot Sennalandet. De planlagte gruveområdene strekker seg langs sørsiden av fjellene Nussir og Svartfjellet, samt store deler av fjellområdet Ulveryggen (Figur 5).

Planområdet utgjør et areal på totalt 63 175 dekar (Sweco 2010). Herunder utgjør landarealet 25 075 dekar. De resterende 38 100 dekar utgjør sjøareal, nærmere bestemt del av Repparfjorden innenfor aksene fra Tappen til Storklubben. Repparfjorden er i sin helhet tatt med i planområdet og hele fjorden skal inngå i konsekvensutredningen.

Det er planlagt enten et landdeponi eller marint deponi eller en kombinasjon av disse for avgangsmassene (anslagsvis 24 mill. m<sup>3</sup> for hele driftsperioden på 15 -20 år). Nøyaktig lokalisering av deponiet er ikke avgjort hverken for Alternativ 1 (landdeponi) eller Alternativ 2 (sjødeponi). Likevel er de mest aktuelle områdene utpekt (se nedenfor) og det er disse som blir konsekvensutredet i denne rapporten (Christensen *et al.* 2011b, Iversen 2011).

Industriområdet med oppredningsverk og tilhørende anlegg, lokaliseres ved etablert industriområde ved Øyen (Figur 5). Etablering av nytt oppredningsverk ved Gamle Folldal verk ved Øyen vil medføre en utvidelse av eksisterende industriområde. En alternativ plassering av oppredningsverket på Markoppnes har vært vurdert, men er vurdert som uaktuell.

Gamle Folldal verks eksisterende bygningsmasse vil benyttes som oppredningsverk. Det eksisterende bygget har tilstrekkelig innendørs areal og nødvendig takhøyde for de nye maskininstallasjonene. Utendørs trafikkareal og oppstillingsplasser tilknyttet oppredningsverket er under planlegging. Eksisterende bygningsmasse vil gjennomgå en omfattende renovering for å tilpasse nye installasjoner.

Eksisterende kai som eies av Kvalsund kommune vil benyttes til uttransport av foredlete mineraler. Transporten av mineraler fra oppredningsverket til kaia vil skje via eksisterende transportbånd under riksveien. Det er antatt behov for ca 10 båtanløp i året ved 5000 tonn båter og full drift i gruva. Kaia anses å være i god stand og det er ikke behov for å gjøre utbedrende tiltak på denne.

Lokaliseringen av påhugget for atkomsten til Nussir-forekomsten er foreløpig ikke avklart. Usikkerheten skyldes at man er avhengige av ytterlige malmundersøkelser for å vite hvor det er egnet å angripe forekomsten fra.

Tilgangen til Ulveryggen-forekomsten vil skje via eksisterende påhugg ca 200 moh. rett ovenfor industriområdet. Herfra vil malmen transporteres med lastebil ca 500 meter til eksisterende sjakt som ligger 185 moh. like ovenfor oppredningsverket. Tilknyttet påhugget vil det etableres et eget gråbergdeponi for gråberg fra Ulveryggen-feltet.

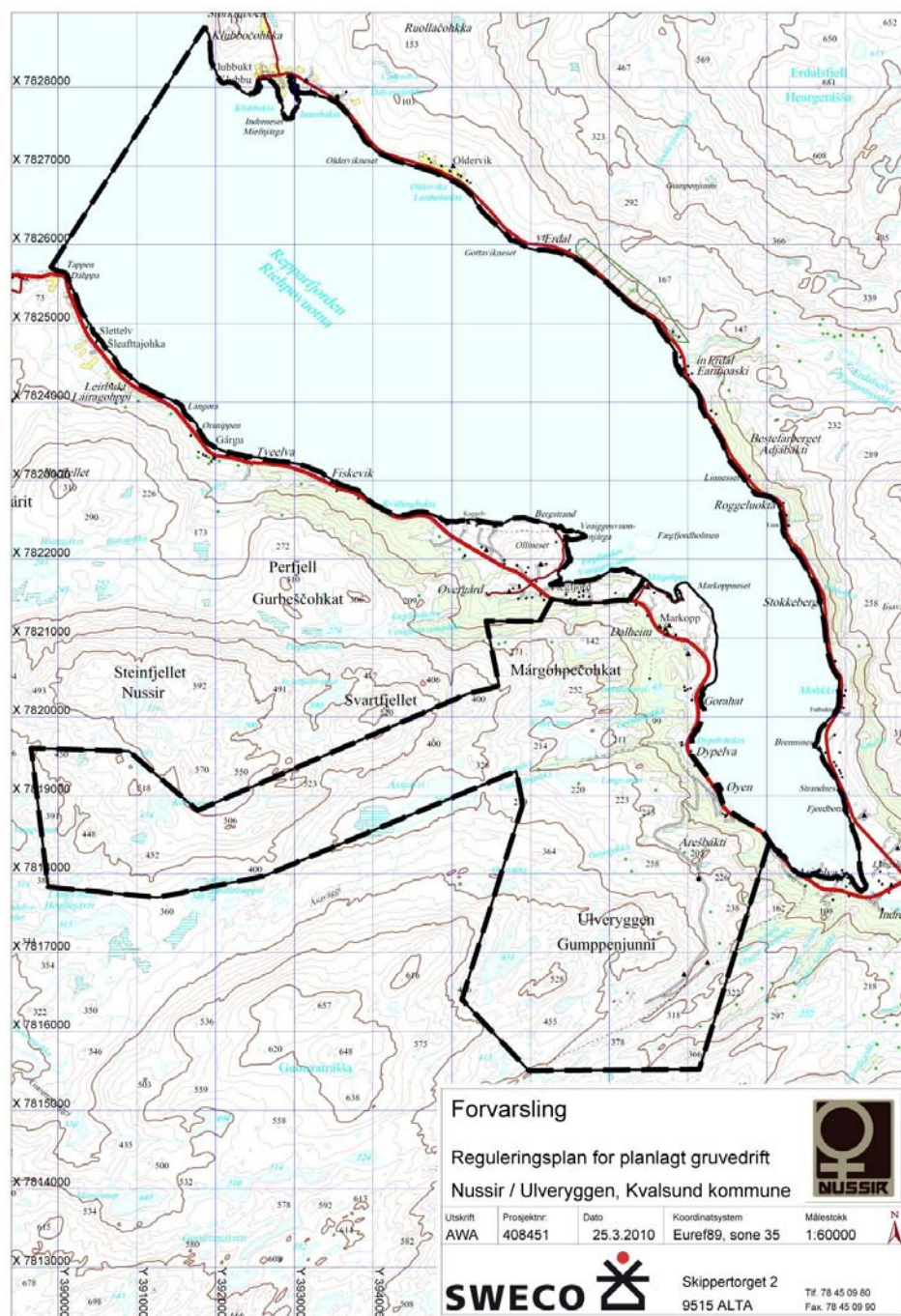
Gråberg fra Ulveryggen deponeres ved påhugget. Deponering av gråbergsmassene fra Nussir vil skje ved to separate deponi langs anleggsveien til Ulveryggen. Det ene deponiet plasseres mellom riksveien og anleggsveien, mens det andre lokaliseres mellom anleggsveien og industriområdet.

Selve anleggsarbeidene planlegges igangsatt tidlig 2012. Ferdigstilling av anleggsarbeidene og oppstart av produksjon forventes i løpet av 2013.



For en mer detaljert beskrivelse av bakgrunn for tiltaket, selve tiltaket, planområdet og Nussir ASA henvises til Planprogrammet (Sweco 2010), hovedkonsekvensutredning (Sweco 2011), de ulike grunnlagsundersøkelsene (Christensen *et al.* 2011, Falk og Christensen 2011a, Aanes *et al.* 2011) og delutredningene (Falk og Christensen 2011a, Urke *et al.* 2011, Iversen 2011, Bjerkeng og Iversen 2011).

I 2010 ble det lagt en sjøkabel (Telenor) som strekker seg fra Brennsnes i den indre delen av Repparfjorden og som følger dypområdene helt ut fjorden. Sjøkabelen er ikke en del av denne konsekvensutredningen.



Figur 5. Forvarslet planområde (Nussir 2010).

## 1.4 Forutsetninger for sjødeponering av avgang

TA-2715/2010 viser til de viktigste forutsetningene for å kunne bruke sjødeponi:

1. Avgangsmassen tilsettes sjøvann slik at forholdet mellom ferskvann, sjøvann og avgang gir en egenvekt på suspensjonen i avgangsledningen som er høyere enn egenvekten i sjøvannet avgangen ledes ut i. Følgelig vil avgangsskyen ("plumen") synke mot sjøbunnen. Det er en forutsetning at finfraksjonen i avgangen beveger seg som en tetthetsstrøm langs bunnen i stedet for at transporten skjer høyt oppe i vannmassen.
2. Suspensjonen i avgangsledningen må ikke inneholde luftbobler. Det vil føre til at luftboblene stiger oppover i vannmassen fra utslippsrøret og vil frakte små partikler helt til overflaten. På avgangsledningen må det derfor monteres en avluftningsenhet.
3. Det forutsettes at innholdet av sulfid (og dermed tungmetaller) i avgangen er lavt.
4. Avgangen bør ikke inneholde vannløselige toksiske komponenter, og ved oppredningen av malmen bør det anvendes kjemikalier som er lett nedbrytbare. Gruveselskapene bør også tilstrebe å optimalisere tilsatsen slik at minst mulig av kjemikaliene følger avgangen.
5. Slurryen med avgang bør ha en høy faststoff-prosent ( $> 30\%$ ).
6. Deponeringsstedet må være geoteknisk stabilt (for eksempel unngå oppbygning av undersjøiske deponier på skrånende bunn)."

## 1.5 Vannforskriftens paragraf 12 og Sterkt modifiserte Vannforekomster

I Mineralavfallsdirektivet (2006/21/EC) og Klif sin dertil innhentede konsulentuttalelse (utarbeidet av GEM Consulting) virker det klart at Mineralavfallsdirektivet kun gjelder avgang deponert ned til lavvannslinjen.

I Mineralavfallsdirektivet Artikkel 13.4 står det: Medlemsstatene skal som vilkår for disponering av utvinningsavfall i fast form, halvfast for eller flytende form til et annet resipientvann enn et som er konstruert med sikte på å disponere utvinningsavfall, kreve at den driftsansvarlige oppfyller relevante krav i direktiv 76/464/EØF (Direktivet om forurensning forårsaket av utslipp av visse farlige stoffer i Felleskapets akvatiske miljø), 80/68/EØF (Grunnvannsdirektivet) og 2000/60/EF (Vanndirektivet)." Mineralavfallsdirektivets norske lovtekst skal innlemmes i Mineralloven og er på høring i skrivende stund.

GEM Consulting gjorde en vurdering for daværende SFT i 2007 og skriver: "For sjødeponier/vanndeponering henviser mineralavfallsdirektivet til Vanndirektivet (2000/60/EC) som styrende for om deponeringen er tilfredsstillende i forhold til miljømessige effekter". Det er også klart at Vanndirektivet gjelder framfor Mineralavfallsdirektivet om disse er i dissens.

I Norge administreres EUs Vanndirektiv via Vannforskriften. Vannforskriften kan lastes ned fra <http://www.vannportalen.no>. Marine avgangsdeponier blir her en såkalt "Sterkt Modifiserte Vannforekomst" (SMVF) hvis det foreligger hydromorfologiske endringer. Veileder 02:2011 (Vannportalen.no) viser til at man må nominere et sjødeponi som en *kandidat til sterkt modifisert vannforekomst, kSMVF*. ESA skal godkjenne identifiseringen av SMVF i henhold til artikkel 4.7, dvs. begrunnelsen av hvorfor en vannforekomst skal defineres som en SMVF. Dette skjer gjennom samsvarsundersøkelsen av artikkel 5 i rapporteringen fra Norge i de nærmeste årene. kSMVF-ene er underlagt mer moderate

miljømål når det gjelder det hydromorfologiske inngrepet, selv om man heller ikke da har mulighet for å forurense i utbredt grad. For drift av avgangsdeponier fra gruver vil §5.e, §10 (mindre strenge miljømål) og §12 (nye inngrep) av Vannforskriften være spesielt aktuelle.

Etter § 12 (*ny aktivitet eller nye inngrep*) kan ny aktivitet eller nye inngrep gjennomføres i en vannforekomst selv om dette medfører at miljømålene i § 4 - § 6 ikke nås eller at tilstanden forringes, dersom dette skyldes a) nye endringer i de fysiske egenskapene til en overflatevannforekomst eller endret nivå i en grunnvannsforekomst, eller b) ny bærekraftig aktivitet som medfører forringelse i miljøtilstanden i en vannforekomst fra svært god tilstand til god tilstand

I tillegg må følgende vilkår være oppfylt:

- a) alle praktisk gjennomførbare tiltak settes inn for å begrense negativ utvikling i vannforekomstens tilstand
- b) samfunnsnyttene av de nye inngrepene eller aktivitetene skal være større enn tapet av miljøkvalitet, og
- c) hensikten med de nye inngrepene eller aktivitetene kan på grunn av manglende teknisk gjennomførbarhet eller uforholdsmessig store kostnader, ikke med rimelighet oppnås med andre midler som miljømessig er vesentlig bedre.

Det må merkes at alle eksisterende kSMVF-er må bli karakterisert og rapportert til EU innen en gitt frist. Etter dette må nye inngrep godkjennes av ESA for seg, noe som muligens er en mye mer omfattende prosess enn den som gjøres lokalt ved "compliance checking" av Vanndirektivet. Om ikke Norge følger opp Vanndirektivet kan man, dersom alt annet er prøvd og ikke tatt til følge, pålegges dagbøter til problemene er rettet opp. De samme kravene til miljøgifter gjelder for kSMVF-er som for alle andre tiltak, selv om Klif vurderer muligheten for å tillate moderat økologisk tilstand under deponeringsperioden.

Tiltakshaver må søke om å bruke en vannforekomst som kSMVF til ESA eller Norges støttefunksjon. Søknaden innebærer å sette miljømål og man må opprettholde "Godt økologisk potensiale" (GØP) under driften. Dette betyr at man må opprettholde den kjemiske tilstanden i en vannforekomst under driften. Alternativt må man sannsynliggjøre for myndighetene at vannforekomsten ikke blir forringet i forhold til tilstanden vannforekomsten er i, eller tilstandsklasse II (God), etter hva som er den beste tilstanden. Klif, ved prosjektgruppen som jobber med sjødeponier, har sendt en epost til undertegnende i 2011 der det har kommet signaler om at det er grenseverdiene mellom tilstandsklasse III og IV (Moderat/Dårlig) som vil være avgjørende for tillatelsen. Denne grensen skiller forhold som gir effekter ved kronisk eksponering (klasse III) fra de som gir effekter ved kortvarig, akutt eksponering (klasse IV). Tilstandsklasse V innebærer "Omfattende akutt-toksiske effekter". (TA-2229/2007).

Det settes krav om å sette i verk "alle praktisk gjennomførbare tiltak for å begrense negativ utvikling i vannforekomstens tilstand".



## 1.6 Bakgrunnsdata

Vi henviser til andre deler av konsekvensutredningen for rapportene som det refereres til, da spesielt Akvaplan-nivas grunnlagsundersøkelser om tilstanden til fjorden og SGS Lakefield, Canada sine undersøkelser om avgangsmaterialet.

Merk at svært mange utregninger er usikre på den måten at de gir omtrentlige mer enn absolutte verdier. Det er for eksempel ikke mulig å si om det blir 300 eller 700 mg/kg kobber i avgangen når den blir produsert, siden den vil variere. Vi har brukt data som er avledet fra borekjerner fra den potensielle gruva. Det vil være variasjoner i en naturlig bergart. Mengder eller konsentrasjoner er derfor rundet av i slutten av beregningene.

### 1.6.1 Vi har mottatt følgende data fra Nussir for denne rapporten:

#### 1.6.1.1 Mengder

Nussir har opplyst følgende: "Gruvas levetid kan ikke slås fast før man er ferdig. Vi har valgt å bruke den tilgjengelige kjente malmen per i dag som mest etterrettelige utgangspunkt. Det er ca. 25,5 mill tonn på Nussir og 7,7 mill tonn på Ulveryggen. I en gruvedrift vil man ikke kunne utvinne all malm. 10-20 % vil bli stående igjen av forskjellige årsaker. Videre går ca 2,5 % av malmen til salgbart produkt. Det betyr at vi står igjen med ca. 25-30 mill tonn avgang til deponering. Eksakt hva som vil bli riktig tetthet på land og i sjø er vanskelig å si. Erfaringstall fra andre deponier vil være like bra som noen antagelse fra oss.

I sjødeponiet går vi derfor ut ifra følgende tall:

|                         |                                              |
|-------------------------|----------------------------------------------|
| Mengde avgang:          | 2 000 000 tonn i året                        |
| Total mengde avgang:    | 30 000 000 tonn (24 000 000 m <sup>3</sup> ) |
| Fordeling av avgang:    | 3:1 fra Nussir og Ulveryggen                 |
| Tid det skal deponeres: | 15 år i første omgang                        |

#### 1.6.1.2 Analyse av avgang – oppslutning med sterk syre

SGS, Lakefield, Canada (Imeson, 2011) har analysert pågangens (den knuste steinen som går inn i oppredningsprosessen) og avgangens sammensetning. Avgangsinholdet er regnet ut i kapittel 4.4. Det gjennomsnittlige kobberinnholdet i avgangen antas å ville ligge i området 300-700 gram pr. tonn (=mg/kg).

#### 1.6.1.3 Sikteanalyse

SGS, Lakefield, Canada, har gjort en sikteanalyse for avgang (Prøve F6/F9) (kapittel 3.3) (Imeson, 2011). Resultatene viser at ca 85 % av avgangen har en partikkelsammensetning mindre enn 0,1 mm, ca 50 % er mindre enn 0,03 mm, mens 10 % består av partikler mindre enn 0,005 mm. Det er ikke utført sikteanalyse av prøven "F12 Comb Tails"

#### **1.6.1.4 Analyse av flotasjonskemikalier (xantat)**

SGS, Lakefield, Canada, har også utført analyse av xantater i avgangen, mens de andre kjemikaliene ikke ble analysert (Imeson, 2011). Analysene påviste ikke xantater i avgangen i konsentrasjoner over 5 mg/l som var deteksjonsgrensen for metoden. Hovedmengden av xantatene følger produktet, dvs. kobberkonsentratet og de blir dermed forbrukt i prosessen.

#### **1.6.1.5 Forvittringsproblematikk og metallutvasking – utførte tester**

SGS, Lakefield, Canada har utført en rekke tester av malm og avgang (Bowman, 2011). Disse er diskutert i kapittel 4.4. Det er flere typer avgang som er produsert og det er avgangen med minst kobber og nikkel (F12 Comb Tails) som er testet av SGSs miljøavdeling (Bowman, 2011) og NIVAs økotoksikologer (Lillicrap *et al.* 2011).



*Figur 6. Folldal verk med Ulveryggen i bakgrunnen. Foto: Geir Dahl-Hansen, Akvaplan-niva.*

## 2 Potensielle deponiområder i sjøen i Repparfjorden

---

Dette kapitlet omhandler Planprogrammets punkt 6.6. kulepunkt "Alternative utslippslokaliteter og dyp".

Et mer egnet sted for sjødeponier avhenger av en mengde kompliserte faktorer. Denne delen av utredningen tar utgangspunkt i enkle begrensende og utelukkende faktorer diskvalifiserer noen alternativer. Andre alternativer er studert videre. Vi har fått opplyst at det skal deponeres opp til 24 000 000 m<sup>3</sup> avgangsmateriale (30 millioner tonn), og tar utgangspunkt i dette volumet ved beregningene. Det er beregnet at det skal deponeres mellom 1 og 2 millioner tonn avgang i året, altså under 1 millioner m<sup>3</sup> i året.

For å beregne egnethet med hensyn til fysiske forhold for sjødeponier har vi tatt utgangspunkt i følgende parameter:

### **Stort nok volum for massene som ønskes deponert**

- Det må være plass til avgangsmaterialet.

### **Fysisk barriere mot resten av fjordområde**

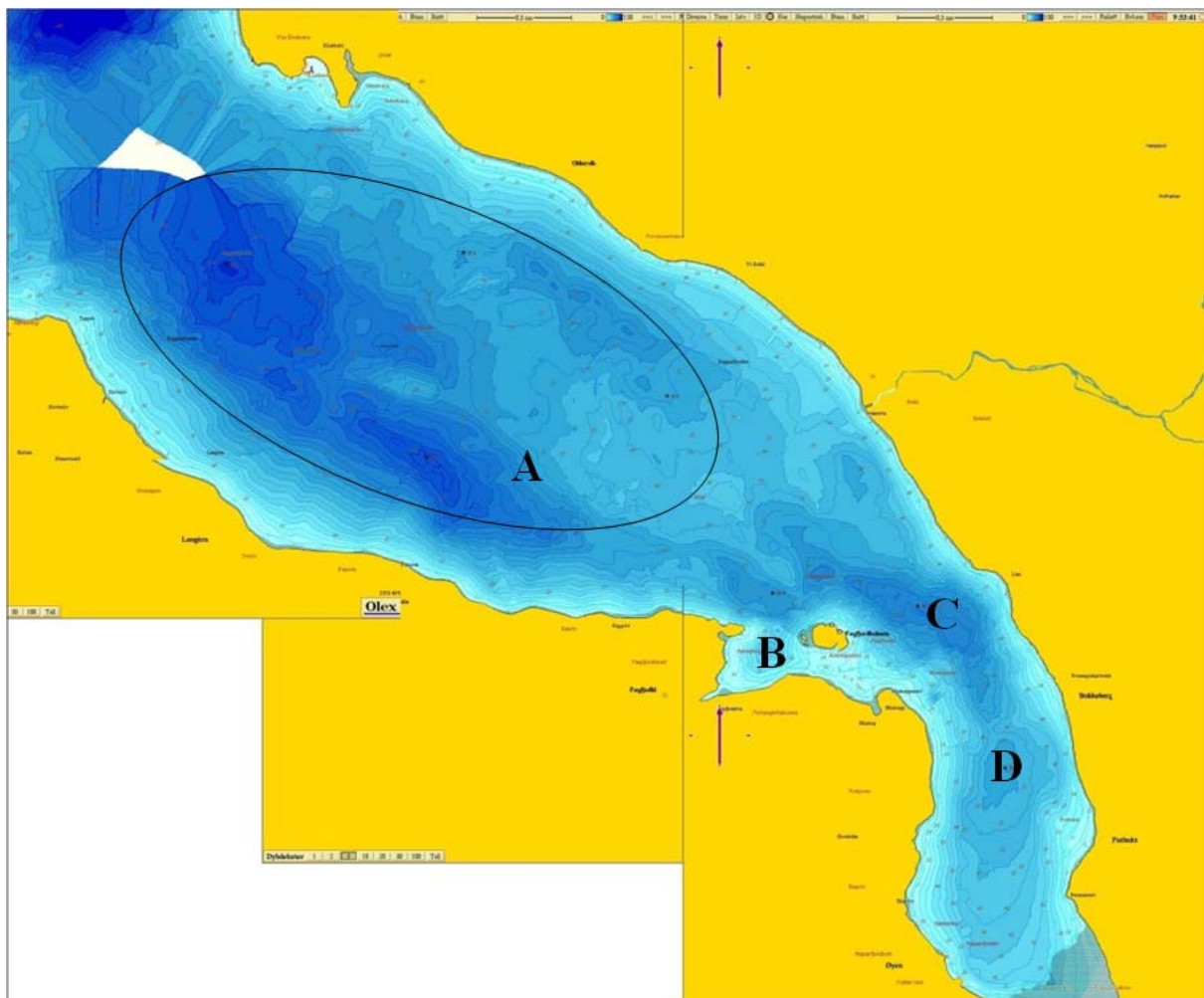
- Det må være en terskel mot det ytre fjordområdet, eller avgangen må kunne legges i en grop (et basseng) i fjordbunnen.

### **Strømningsforhold**

- Potensialet for resuspensjon og omfordeling av materialet etter deponering må være lavest mulig.
- En vanlig strømningshastighet i en fjord er mellom 2 og 10 cm/s.

### **Permanent vanndekke og liten til ingen grad av resuspensjonspotensiale fra bølgeslag eller propellerrosjon.**

- Det må være et dypt nok vanndekke over avgangsmaterialet til at bølgeslag ovenfra ikke vil røre opp avgangsmaterialet som deponeres på bunnen. I tillegg gir premisset for sjødeponering at deponiet ikke skal påvirke den eufotiske sonen som går ned til 20 meters dyp eller mer i norske fjorder. Et kystdeponi uten permanent vanndekke vil ha helt andre forhold enn et sjødeponi og er ikke vurdert her.



Figur 7. De fire potensielle deponiområdene for sjødeponi i Repparfjorden. Kartet er utarbeidet av Akvaplan-niva.

Det er fire hovedområder som er vurdert for sjødeponi i denne studien (Figur 7). Disse er:

- Område A: Ytre Repparfjorden, vest for Ollineset
- Område B: Sør for Fægfordholmen (Foreslått av Fiskarlaget)
- Område C: Nordøst for Fægfordholmen
- Område D: Indre basseng (Det gamle deponiet)

## 2.1 Område A: Det ytre fjordområdet

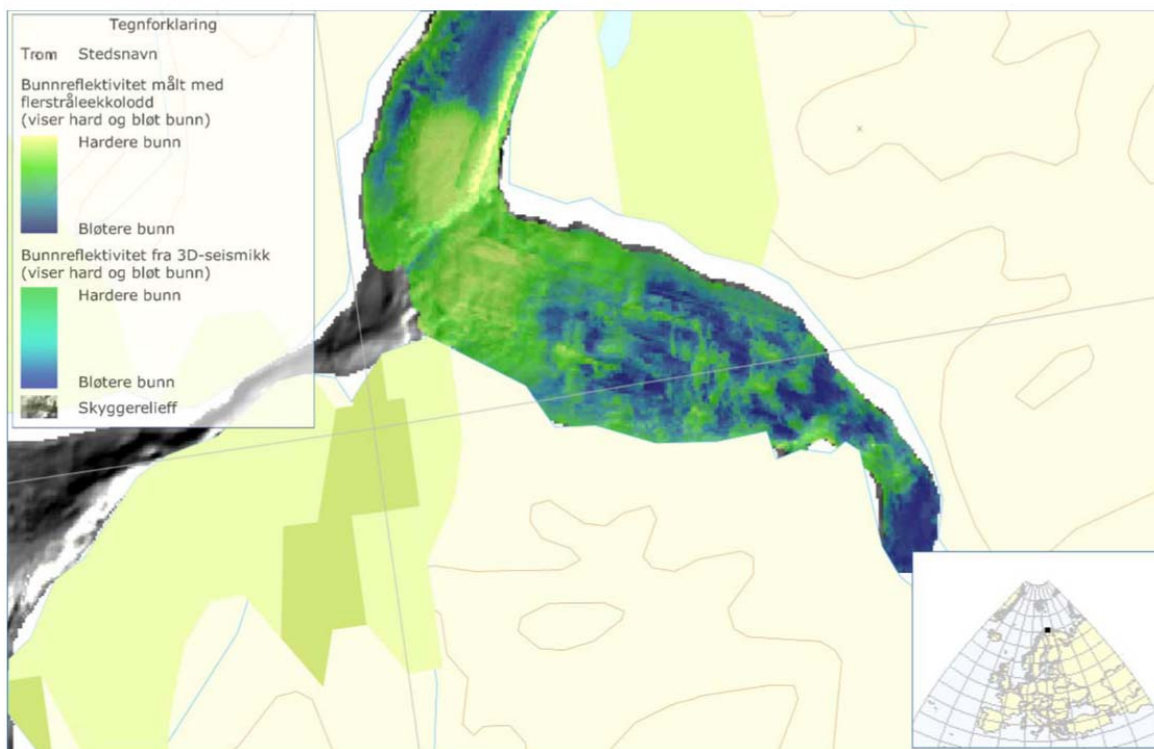
Det ytre fjordområdet dekker over 10 km<sup>2</sup> og har relativt stort dyp, ned mot 130 meter i et basseng ytterst mot terskelen. Det er også en 50 m høy israndsterskel (Kilde: Mareano, NGU) mot den ytre fjorden. Det er dermed rikelig plass til et deponi i den ytre fjorden og et lag så tynt som 3 meter ville være nok til å ta i mot all avgangen. Kravet om permanent vanndekke er oppfylt. Imidlertid viser Akvaplan-niva sine grunnlagsundersøkelser at det er sterke strømmer i den ytre fjorden, og at denne strømmen intensiveres mot bunnen som vist i den marine grunnlagsundersøkelsen. Strømmen i fjorden er periodisk sterk (maks 35 cm/s, 20-60 % av målinger over 10cm/s med intensivering mot bunnen). Data fra Mareanoprojektet (Figur 8, mareano.no (NGU)) viser at det er svært sterke bunnstrømmer i den ytre fjorden i det dypeste partiet. På begge sider av terskelen er det flere kilometer med hard sjøbunn, noe som medfører at det ikke legger seg slam på bunnen i dette området. Nærheten til Kvalsundet vil også gi et sterkt potensial for transport av slam ut av deponiområdet. Man kan dermed ikke regne med at finkornet materiale som slippes ut i den ytre delen av fjorden i det dypeste bassenget faktisk blir i området.

Flekkvis kan det ses mørke partier, dvs. finere sedimenter, i Figur 2 i de grunnere områdene i den ytre fjorden. Imidlertid er det ingen fysisk sperring som hindrer sedimenttransport til det området med mye strøm.

Vi konkluderer med at det ytre bassenget (Område A) er lite egnet for sjødeponi.



Data levert av:



Figur 8. Bunntyper i Repparfjorden. Hardere bunn (lyse og grønne farger) antyder at det er sterkere strømmer og lite avsetning av sedimenter i et område, mens bløtere bunn (mørke blå farger) viser steder sedimenter mer sannsynlig vil legge seg i ro.

## 2.2 Område B: Sør for Fæg fjordholmen

Norges Fiskarlag har i brev av 7/12 2010 foreslått et deponiområde som er delvis landfast. Vi har forstått det slik at det er snakk om området innenfor Fæg fjordholmen (Figur 9). Det er ikke gjort strømmålinger her.

Per Smedberg fra Nussir har vurdert de tekniske utfordringene for denne løsningen (Figur 10). Fæg fjordholmen brukes sammen med spunt mot fjorden og avgangen legges bak denne, likt det som ble benyttet ved Granisle Copper Mine på McDonald Island i Babine Lake, British Columbia, Canada. Smedbergs vurderinger innebar at hele det grunne området bak Fæg fjordholmen blir landfast og det deponeres over høyvannslinja. Dette ga også kun et volum på 5 millioner m<sup>3</sup>. Han rapporterer: "Denne deponiløsningen kom frem som følge av et lokalt initiativ. Jeg tegnet en skisse som først disponerte hele bukta inklusive Fæg fjord. Denne ble senere endret til å omfatte bare sundet mellom Markoppneset og Fæg fjordholmen, og med fritt løp inn til Fæg fjord. Tanken var å bygge to jeteer, partikkeltette, men ikke nødvendigvis vanntette, mellom land og holmen."

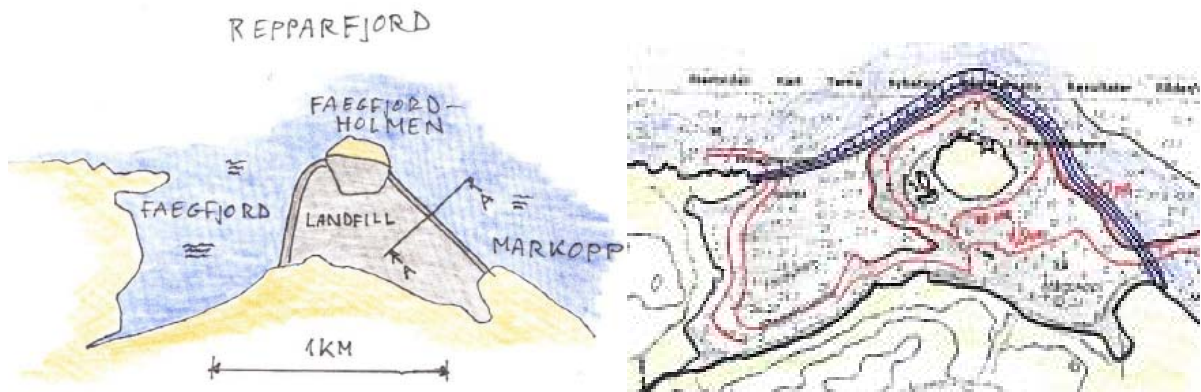
For å opprettholde et godt vanndekke og ikke få resuspensjon fra bølgeslag må dypet over et slikt deponi være minst 5 meter, under lavvannslinja (se kapittel 3). Propellersosjon kan virke så dypt som 15-20 meter (TA-2230/2007, Klif). Det er dermed nesten ikke noe tilgjengelig volum på østre siden av Fæg fjordholmen (Figur 3). På sørvestre siden kan man se for seg et volum med overflate som et trapezoid. Med en potensielt konstruert vegg mot fjorden i nord (ved 35 meters dyp) vil man få et totalvolum for deponiet under 4 millioner m<sup>3</sup> opp til 5 meters dyp. Selv om man bygger deponiet til overflaten vil ikke volumet bli større enn 5 millioner m<sup>3</sup>. Det er dermed ikke plass til et deponi her.

Dette alternativet er ikke egentlig et sjødeponi, men et kyst- eller sjøkantdeponi der vann kan sirkuleres i hele deponimassen, ikke bare det øvre laget som i sjødeponiene. Siden det i utgangspunktet ikke er nok plass i deponiet til avgangsmassene vurderes ikke de ytterligere betenkelighetene ved strandkantdeponiet videre her.





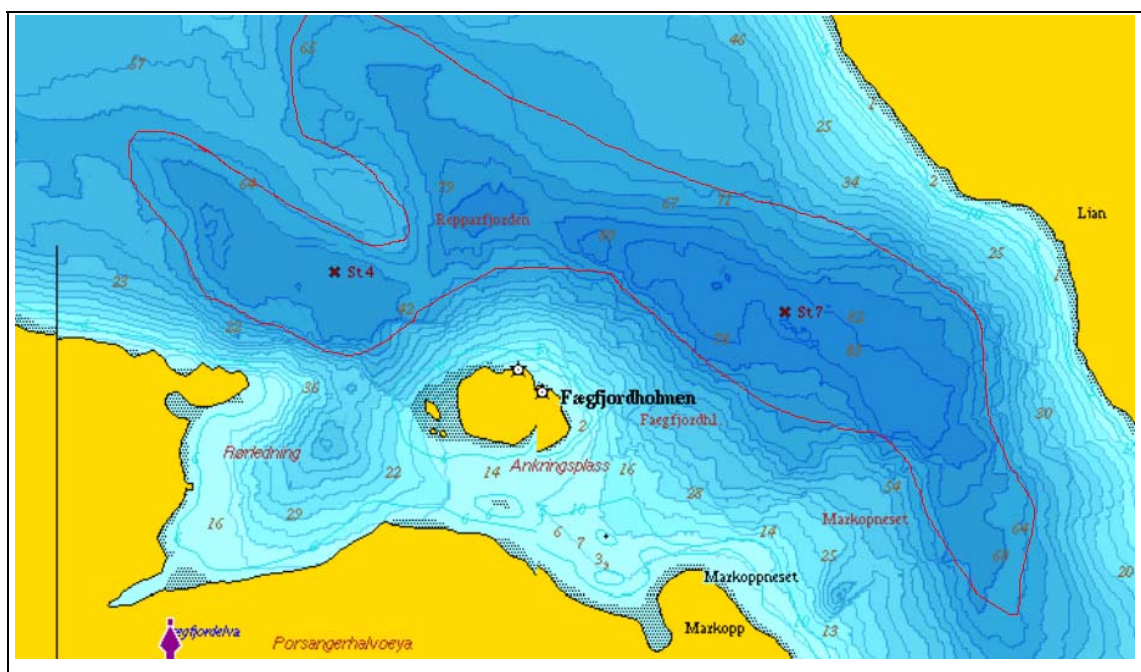
Figur 9. Deponiområde B: Innenfor Fæggfjordholmen. Potensielt deponiområde er tegnet inn på figuren. Kartet er fra Kystverket.



Figur 10A og 10B: To forskjellige forslag fra Nussir ASA om deponi ved Fæggfjordholmen.

## 2.3 Område C: Nordøst for Fæg fjordholmen

I området nordøst for Fæg fjordholmen ligger et avlangt basseng som har et dyp ned til 83 meter. Selv om det ikke er en tversgående terskel ut mot den ytre fjorden her er området en fordypning. I Mareano-undersøkelsen for bunnforhold (Figur 6, mareano.no) har området vist seg å ha bløte bunnforhold, noe som tyder på mindre strøm og at dette er et område der slam blir liggende. Akvaplan-nivas strømmålinger viser at det er lavere bunnstrøm i dette området enn i det ytre fjordområdet. To prøvestasjoner (St. 4 og St. 7) er tidligere undersøkt i dette deponiområdet og disse viser også at det er bløte sedimenter her (Christensen *et al.* 2011). I punktet som kalles St7 på Figur 11 er det maksimalt 40 cm/s om sommeren og maksimalt 21 cm/s på høsten, der kun henholdsvis 9 % og 15 % av målingene er over 10 cm/s. Dette medfører at selv om det ikke er et stillestående bunnvann så er det mindre strøm her enn i ytre og indre område. Strømmen går i lengderetningen til bassenget. Området er dypt nok til at det ikke er fare for at man får bølgeslag til bunnslammet. Det er enda mellom 10 og 15 vertikale meter igjen av det dype bassenget mot det ytre fjordområdet og altså 60 meters total vanddybde hvis deponiet er flatt.



Figur 11.: Deponiområde C: Nordøst for Fæg fjordholmen. En linje som viser omtrentlig 60-meterskoten er vist som linje og beregninger viser at volumet opp til dette dypet er 24 millioner m<sup>3</sup>.



## 2.4 Område D: Det gamle deponiet

Gruvedriften ved Folldal Verk i Repparfjorden (1972-1978) deponerte avgangsmaterialet i den indre delen av fjorden (Område D, Figur 7). Det materialet var i mindre volum enn det som ønskes å deponeres nå og rundt 1 millioner m<sup>3</sup> ble deponert til sammen i den perioden. Det aktuelle fjordområdet måler 1,5 km<sup>2</sup> (opp til 40-meters dyp) eller 0,9 km<sup>2</sup> (opp til 50 meters dyp, terskelnivået). Man må dermed opp i 40 meters dyp for å kunne nå et volum som kan inneholde opp mot 12 millioner m<sup>3</sup> og dette er fylt over terskeldypet. Hvis man fyller opp til terskeldypet (50 meter) så når man under 5 millioner m<sup>3</sup>. Det er dermed ikke nok volum for å deponere materialet i område D.

Strømforholdene viser sterk strøm (opp til 51 cm/s som tilsvarer 1,8 km/t)) på sommerstid med en sterk tidevannspåvirkning og med 37 % av målingene over 10 cm/s. Strømmen går hovedsakelig innover mot enden (bunnen) av fjorden. Hvis man deponerer store mengder avgangsmasser i dette området er det mulig at steinstøv tas innover i bunnlaget og blir brakt til overflaten i deltafronten og videre utover i overflatevannmassene.

På grunn av manglende potensielt volum i deponiet, samt sterke bunnstrømmer vil det ikke være hensiktsmessig å bruke det gamle deponiet videre, og vi anbefaler dermed ikke videre utredning av alternativet.

## 2.5 Konklusjon

I tabell 1 er dette kapitlet oppsummert. Det er kun Område C som er tilrådelig for videre utredning, siden de andre tre ikke kan brukes pga mangler som ikke er forenlig med deponi i sjøen.

Tabell 3. Områdealternativene og vurderingene for hvert alternativ

|                                                                                               | Område A<br>– Ytre<br>fjord | Område B –<br>Innenfor<br>Fæg fjordholmen | Område C –<br>nordøst for<br>Fæg fjordholmen | Område D –<br>Det gamle<br>deponiområdet |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|-------------------------------------------|----------------------------------------------|------------------------------------------|
| Stort nok volum for massene som ønskes deponert.                                              | Ja                          | Nei                                       | Ja                                           | Nei                                      |
| Fysisk barriere mot resten av fjordområde (terskel, basseng).                                 | Ja                          | Nei – teknisk                             | Verdt å utrede videre                        | Ja                                       |
| Strømningsforhold – potensial for resuspensjon og omfordeling av materialet etter deponering. | Nei                         | Ikke kjent                                | Verdt å utrede videre                        | Ja                                       |
| Permanent vanndekke og liten til ingen grad av resuspensjon.                                  | Ja                          | Nei                                       | Ja                                           | Ja                                       |
| Verdt å utrede videre?                                                                        | Nei                         | Nei                                       | Ja                                           | Nei                                      |

## 3 Modelling av gruveavgangen i Repparfjorden

---

### 3.1 Mål

Målet for denne delutredningen var å simulere utslipp, spredningen og sedimenteringsmønstre av gruveavgangen i Repparfjorden for å gi informasjon som kunne brukes for de kjemiske og økologiske konsekvensene av sjødeponi i denne konsekvensutredningen. Vi skulle finne den beste plasseringen av punktutslippet fra ledningen der gruveavgangen fra Nussir ASA's oppredningsanlegg ved Øyen i indre deler av Repparfjorden skal sendes, slik at de deponerte massene havnet i en mest mulig kontrollert måte i Område C, nordøst for Fæg fjordholmen. Vi ønsket å beregne hvor mye steinstøv som ble spredt i vannmassene og i hvilke konsentrasjoner de ville få i de forskjellige lagene samt hvor avgangen kan forventes å sedimentere i bassengene i fjorden. Nussir ASA foreslo i utgangspunktet et utslippspunkt på østsiden av Markoppneset. Ved behov skulle dette utslippspunktet endres for å oppnå en tilstrekkelig gunstig sedimentering i Område C.

Det potensielle utslippet foreslått fra Nussir er øst for Markoppneset, øst for Fæg fjordholmen. Området som blir modellert ble avgrenset til de delene av fjorden som ligger innenfor sundene ved Kvalsund og Sammelsund, som vist i Figur 7.

### 3.2 Metode - modeller

En hydrodynamikk modell for en fjord er en matematisk beregning av hvordan fjordvann vil oppføre seg basert på fjordens utforming, analyser av eksisterende forhold i vannet og luften, samt forståelse av hydrofysikk og hydrodynamikk i fjorder. En numerisk tredimensjonal (3D) modell deler fjordvannet opp i beregningsceller. Disse kan ses på som byggeklosser med et gitt volum som til sammen utgjør hele fjordvannet. Alle beregningene gjøres da innen hver beregningscelle og man kan se hvordan hver celle vil utvikle seg over tid.

Modellen som er brukt i dette studiet kalles GEMSS® (Generalized Environmental Modeling System for Surfacewaters - ERM, Inc.) Det er et integrert modelleringssystem som omfatter en tredimensjonal hydrodynamikk- og transportmodeller forankret i et geografisk informasjonssystem (GIS).

Hydrodynamikk- og transportmodellen som brukes er GLLVHT (Generalized Longitudinal Lateral Vertical Hydrodynamic and Transport Model - Edinger og Buchak 1995) som beregner tidsavhengige strømhastigheter, vannstandsvariasjoner, og konsentrasjoner av ulike vannkvalitetsparametre. Sammenhengen mellom hydrodynamikk og transport som er brukt i GLLVHT er utviklet ut fra den horisontale balansen av bevegelsesmengde, kontinuitet, transportbestanddel og tilstandsligningen (jfr. Vedlegg A). Modellen blir benyttet i store deler av verden og er godkjent av EPA (Environment Protection Agency), USA.

## Modellopprettelse for Repparfjorden

Modellgrid (rutenett) i horisontalplanet er vist på Figur 14. Vertikalt øker lagene med dypet fra 2 m ved overflaten til 12 m. Dybdekartet ble tilpasset til dette rutenettet.

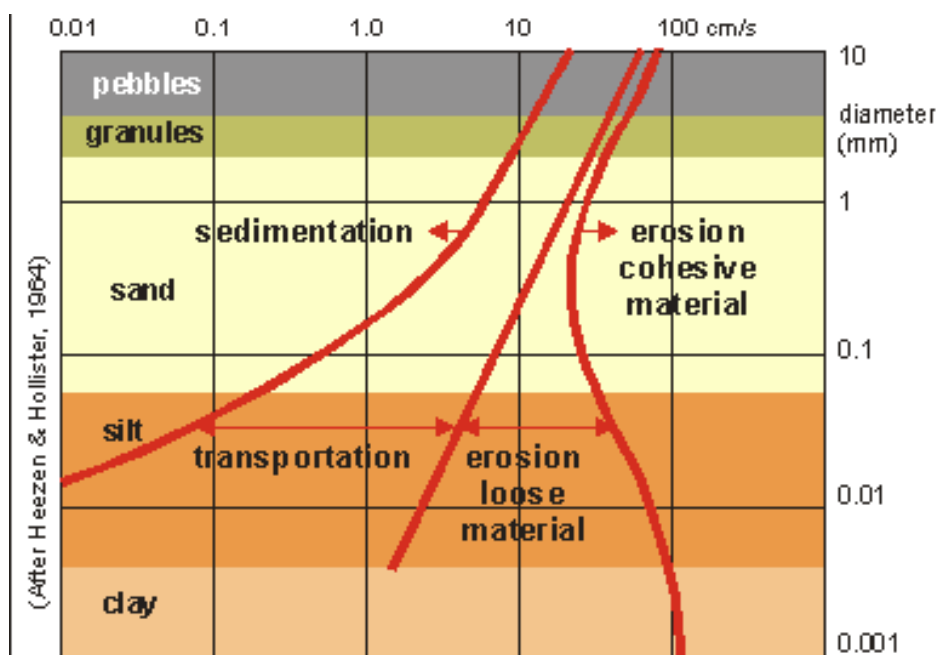
Som drivningsdata ble det benyttet vannstand, temperatur og saltholdighet i ytre ende av fjorden, klimadata (lufttemperatur, duggpunkttemperatur, vindens styrke og retning, globalstråling, skydekke og lufttrykk), samt vannføringer og vanntemperatur i elvetilløpene. Den hydrodynamiske modellen ble kjørt i et modellår som representerer data fra 2008 og denne utgjør basis for alle modellårene i resten av beregningene. Partikler i suspensjon ble modellert over en 4 måneders periode. De høyeste konsentrasjonene av suspenderende partikler i hele fjordområdet ble målt etter 10 dager og det var ingen økning etter dette. Årsaken til dette er den relativt raske vannutskiftningen i Repparfjorden. I en tidevannsfjord som Repparfjorden er det mye daglige variasjoner på grunn av flo og fjær og det er dermed vanskelig å vise representative øyeblikksbilder.

Det beregnes nye estimater av modellvariablene på en tidssteg av under ett minutt med drivningsdata gjeldende for 2008. De beregnede strømfeltene ble benyttet som grunnlagsdata til spesialmodulen (GIFT) som beskriver den første fasen av gruveavgangen og til moduler for sedimenttransport og vannkvalitet i hele fjorden.

## Sedimenttransport

Sedimenttransportmodulen i GEMSS beregner hvordan erosjon, transport og sedimentasjon av partikler i fjorden skjer under påvirkning av strøm og bølger. Modellen beregner hvordan partiklene opptrer etter at de når bunnen, for eksempel transporteres som en vandrende bølge i likhet med sanddyner i vind. Den tar for seg de storstilte bevegelsene. Den beskriver for eksempel i hvilken grad en eventuell erosjon i deponiet vil bringe partikler opp i vannmassene igjen og påvirke vannkvaliteten der. Konsentrasjonene blir beregnet for hver beregningscelle i fjorden i gjennom av året.

Ved ulike vær-/sjøforhold vil utslippavgangen kunne sedimenteres på forskjellige måter eller transporteres enten innover i fjorden, eller mot utsiden av fjorden. Ved transport utenfor det planlagte deponi området er det spesielt fare for redusert kvalitet av omkringliggende miljø, noe som gir potensial for forurensing. Figur 12 viser hvordan sedimentprosessene varierer med bunnstrømmen. Legg merke til at størrelsen, egenskapene (kohesiv, ikke-kohesiv) og tettheten til sedimentpartiklene avgjør hvordan de ulike sedimentene påvirkes.



Figur 12. Forhold mellom sedimentsprosesser, strøm og kornstørrelse. Den røde kurver viser kritiske grenser (etter Heezen & Hollister, 1964).

### GEMSS - Modul for modellering av gruveavgang (GIFT)

GIFT er en modul av GEMSS som er dedikert til å beregne hvordan en stråle bestående av vann og partikler oppfører seg fra den forlater rørledningen til den havner i et bassengområde, i dette tilfellet en fjord. Partiklene transporteres, sedimenterer og blir eventuelt igjen erodert, suspendert og sedimentert. Modulen er utviklet for å håndtere partikulær gruveavgang. Den tar blant annet hensyn til jetstrømmen i vannmassen og flokkulering av partikler i saltvann.

Karakteristisk strøm i fjorden gjennom året ble tatt fra de hydrodynamiske beregningene.

For en nærmere beskrivelse av modellpakken, se vedlegg A.

## 3.3 Data for opprettelse, initialisering og drivning av modellen

Detaljerte dybdedata ble samlet inn gjennom kartlegging av Akvaplan-niva ved hjelp av Olex. I tillegg ble det skaffet detaljerte dybdedata fra Statens Kartverk, Sjøkartverket. Disse ble tilrettelagt som shape filer for bruk i dette prosjektet og kan ses i Figur 13.

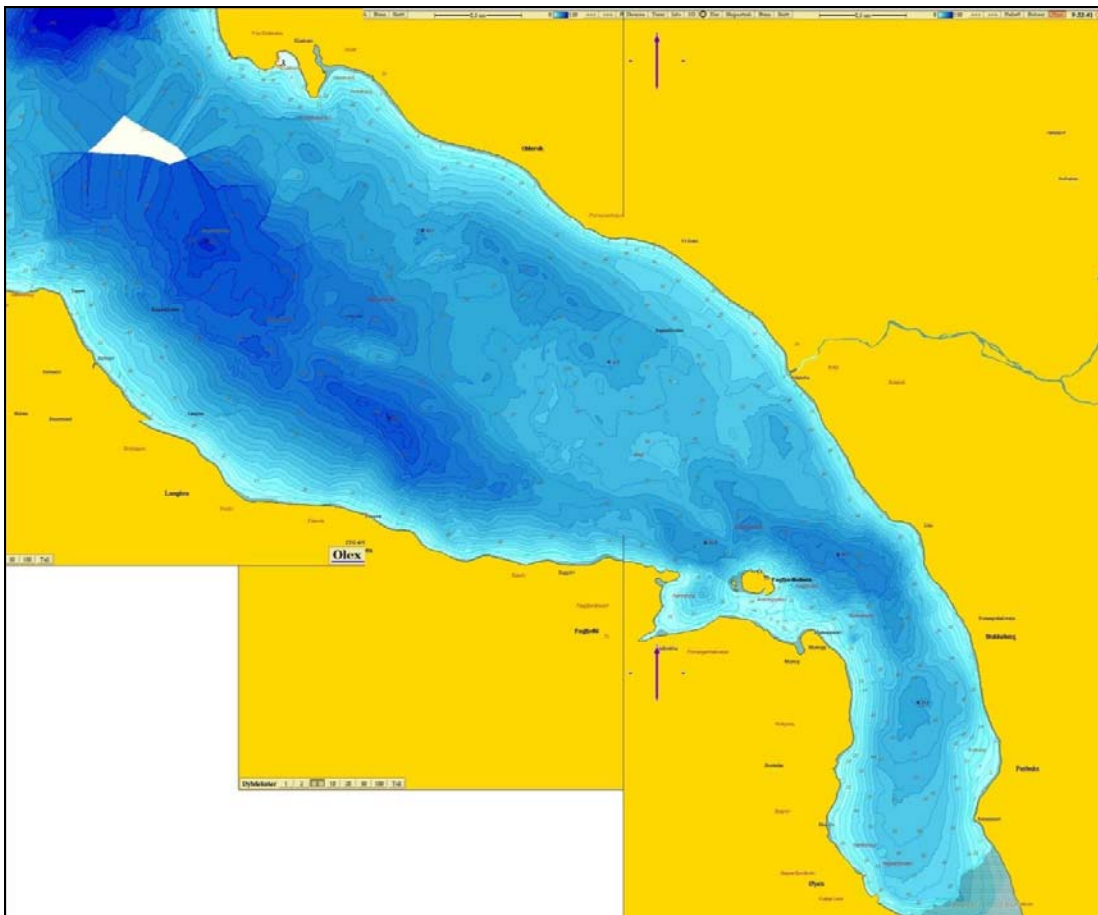
Vannføring i Repparfjordelva ble hentet fra databasen til Norges vassdrag og energidirektorat (NVE). Øvrige tilførsler fra mindre elver og bekker ble skalert i forhold til nedbørfeltens størrelse.

Klimadata (lufttemperatur, duggpunkttemperatur, vindens styrke og retning, skydekke og lufttrykk) fra Hammerfest ble hentet fra databasen til Det norske meteorologiske institutt (Met.no, 2011).

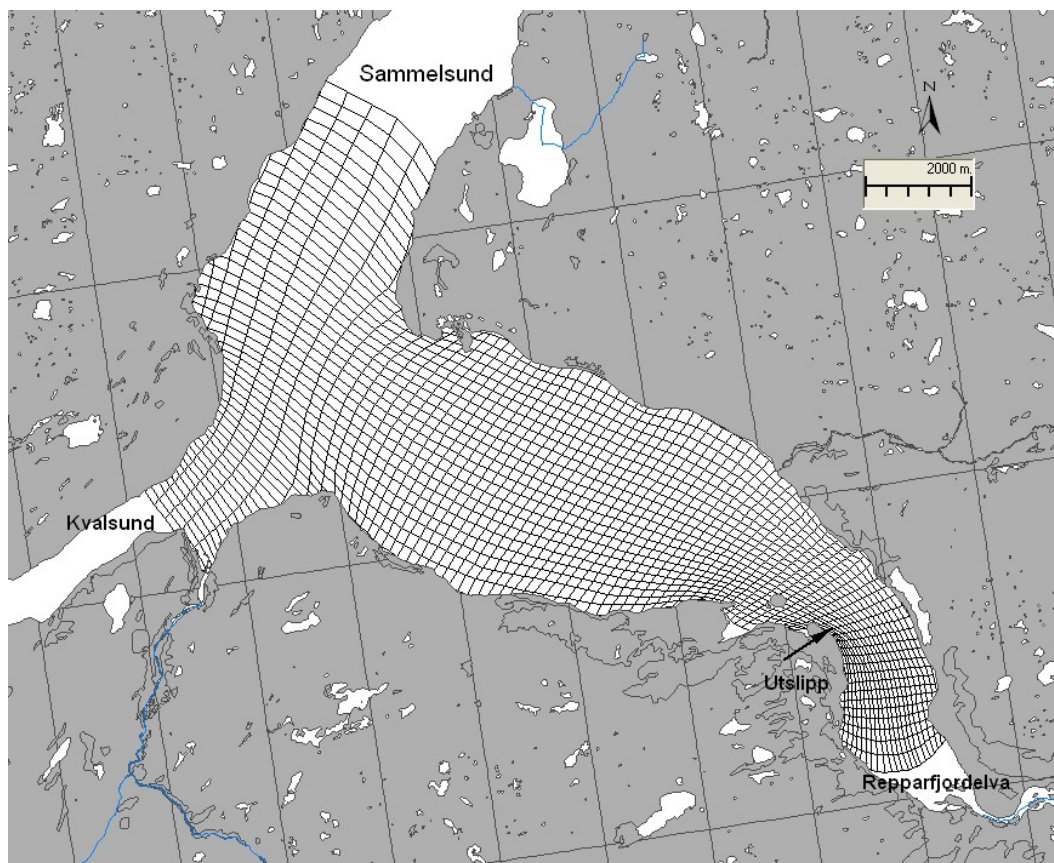
Vannstandsdata ble hentet fra Statens Kartverk, Sjøkartverkets stasjon ved Hammerfest. Disse dataene ble forskjøvet med 10 minutter i tid og nedskalert med faktor 0,98 for å finne

representative data for Repparfjorden. Tidevannsbølgen brer seg nordover langs kysten. Vi har ikke målinger på hvor lang tid denne bølgen bruker mellom beregningsområdets render i Kvalsund og Sammelsund. Teoretisk antas denne faseforskyvningen å være minst 5 minutter, hvilket ble benyttet i modellen.

Drivkrefter angående salt og temperatur er hentet fra målinger fra Havforskningsinstituttets faste målestasjon ved Ingøy (Havforskningsinstituttet, 2011). Disse data er videre kalibrert med data fra målinger foretatt av Akvaplan-niva i Repparfjorden gjennom ulike prosjektoppdrag i løpet av de siste 15 år, på forskjellige tider av året med unntak av første kvartal.



Figur 13. Dybdekart (Olex data – Norges Kartverk).



Figur 14. Det aktuelle området ble delt inn i beregningsceller. I horisontalplanet slik som vist på figuren. I vertikal retning delt av horisontale flater med økende avstand fra 2 til 12 meter i dybderetning.

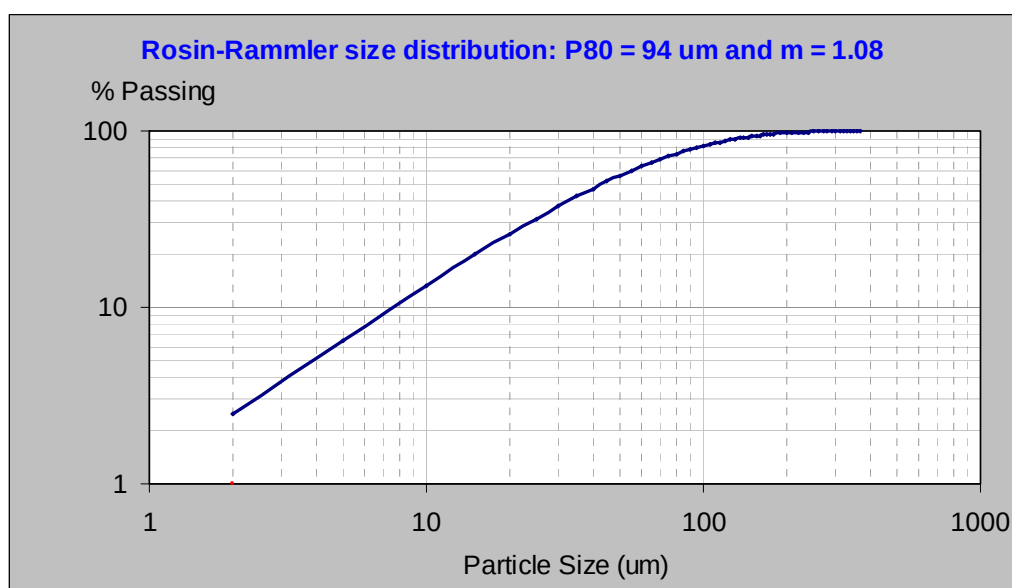
### Utslippskarakteristika

Avgangen fra oppredningsverket blir plassert i en fortykker, der flokkuleringsmiddelet Magnafloc10 tilsettes for å gjenvinne ferskvann. Etter at ferskvannsandelen er ekstrahert er faststoffinnholdet i den våte massen gått fra 30 vektprosent til 60 vektprosent. I flokkuleringskammeret binder partikler seg til hverandre slik at fordelingen vil bestå av større korn som følgelig sedimentere raskere. Den fortykkede massen pumpes via rør under fjæresonen til Markoppneset hvor den slippes ut på dypt vann. Massene har en tykkelse som matolje ved berøring og flyter fint. Ved utslippet skal det blandes til sjøvann i henhold til TA 2715/2010. Dette er medregnet i vår modell (jfr. Vedlegg B).

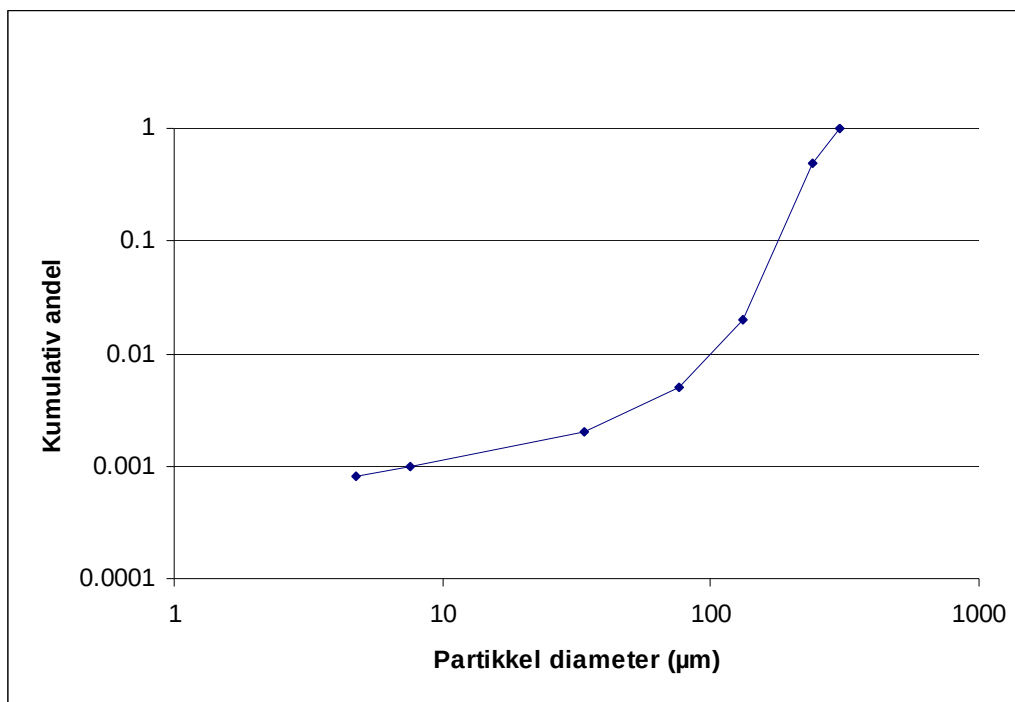
Den opprinnelige kornfordelingen blir dermed ikke korrekt som utslippskarakteristika. SGS Lakefield, Canada har via e-post forsikret NIVA om at integriteten til de flokkulerte partiklene er god, slik at de opprettholdes i utslippet, selv med re-elutering (utblanding) med sjøvann. Den nye kornfordelingen etter flokkulering er til derfor teoretisk beregnet, basert på Iversen's forsøk for utfelling med Magnafloc10. Figur 15 og Figur 16, Tabell 4 og Tabell 5 iser egenskapene av flokkulerte partikler. Beregningsmetoden er beskrevet i Vedlegg B.

Tabell 4. Utslippskarakteristika for bruk i modellen

|                             | Enhet             | Repparfjorden |
|-----------------------------|-------------------|---------------|
| Breddegrad                  | grad              | 7890630 N     |
| Lengdegrad                  | grad              | 1064500 Ø     |
| Avløp                       | m <sup>3</sup> /s | 0,0972        |
| Avløpsrørets diameter       | m                 | 0,35          |
| Utslippets dybde            | m                 | 30            |
| Utslippets tetthet          | kg/m <sup>3</sup> | 1430          |
| Andel partikler i utslippet | Andel vekt        | 0,5           |
| Blandings medium            |                   | sjøvann       |
| Partikkel tetthet           | Kg/m <sup>3</sup> | 2800          |



Figur 15. Kornfordelingskurve for avgangen ved innløpet til flokkuleringskammeret.



Figur 16. Kumulativ kornfordelingskurve for avgangen ved utløpet av flokkuleringskammeret til fjord, etter tilsats av Magnafloc10.

Tabell 5. Kumulativ kornfordeling for avgangen ved utløpet av flokkuleringskammeret/til fjord

| Diameter (µm) | Kumulativ andel |
|---------------|-----------------|
| 5             | 0,0008          |
| 8             | 0,001           |
| 34            | 0,002           |
| 76            | 0,005           |
| 131           | 0,02            |
| 240           | 0,5             |
| 303           | 1               |



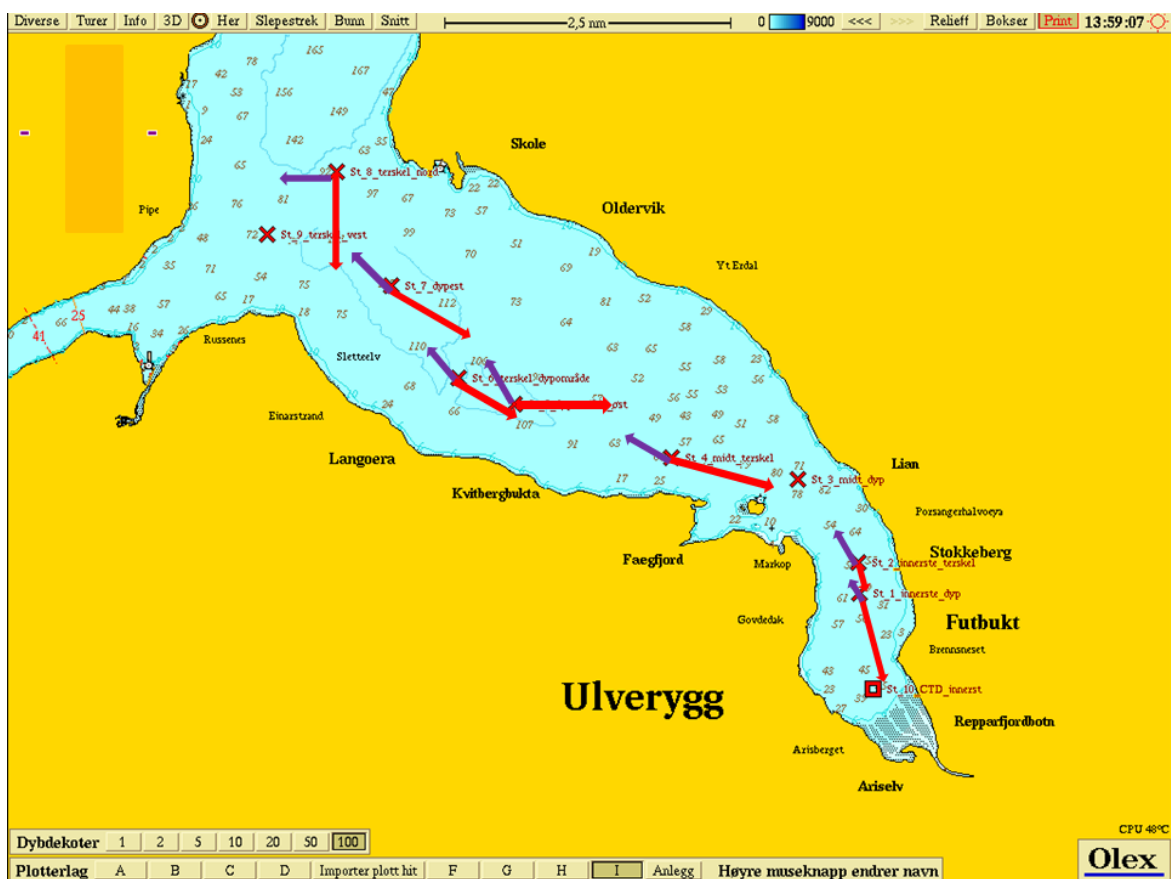
### 3.4 Observerte strømmer

Strømbildet i fjorder kan være komplisert. I Nord-Norge domineres dette som regel av tidevann. I tillegg kommer vind, estuarin sirkulasjon og tetthetsforskjeller i det innstrømmende tidevannet. Den estuarine sirkulasjonen i Nord-Norge er sterkest på sommeren og drives av ferskvannstilførsel fra elver som har størst vannføring i perioder med snø- og ismelting. Ferskvannet vil strømme ut fjorden i overflaten og gradvis blandes med fjordvannet. Denne utgående overflatestrømmen resulterer ofte i en kompensasjonsstrøm innover i fjorden i dypere vannlag.

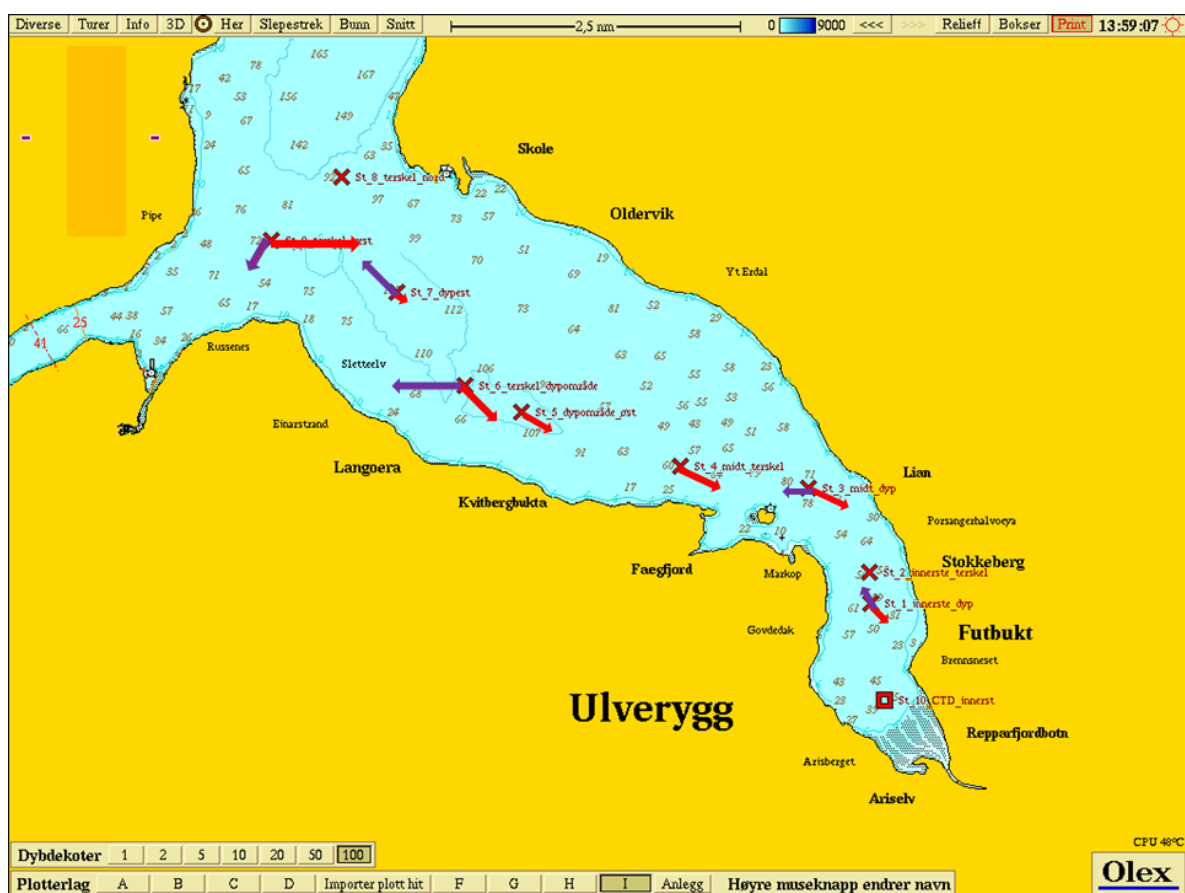
Måleoppsettet i Repparfjorden i 14. juni – 8. juli og 22. september – 3. november 2010 fokuserte primært på kartlegging av strømhastighet nært bunn ved noen utvalgte lokaliteter. Dominerende strømretninger ved ulike posisjoner i de to måleperiodene er skissert i Figur 17 og Figur 18 henholdsvis. Alle målingene er tatt ca. 5 m over bunnen. Ved alle posisjonene var strømretningen hovedsakelig i fjordens lengderetning, både ved innoverrettet og utoverrettet strøm. Ved de fleste stasjonene vekslet strømmen mellom de dominerende strømretningene med en halvdaglig periode, noe som indikerer en kraftig komponent av tidevannsdrevet strøm i fjorden, spesielt i ytre del.

I tillegg er det vist målinger fra 3 m under overflaten fra sommeren 2008 (Figur 19). Her viste målingene en nettostrøm inn mot indre delen av fjorden, i nordre og ytre del av Repparfjorden. I den sørlige delen av ytre Repparfjord var nettostrømmen rettet mot ut av fjorden. I midtre del var retningen snudd om, og nettostrømmen noe svakere. I den innerste delen av fjorden var nettostrømmen svært liten.

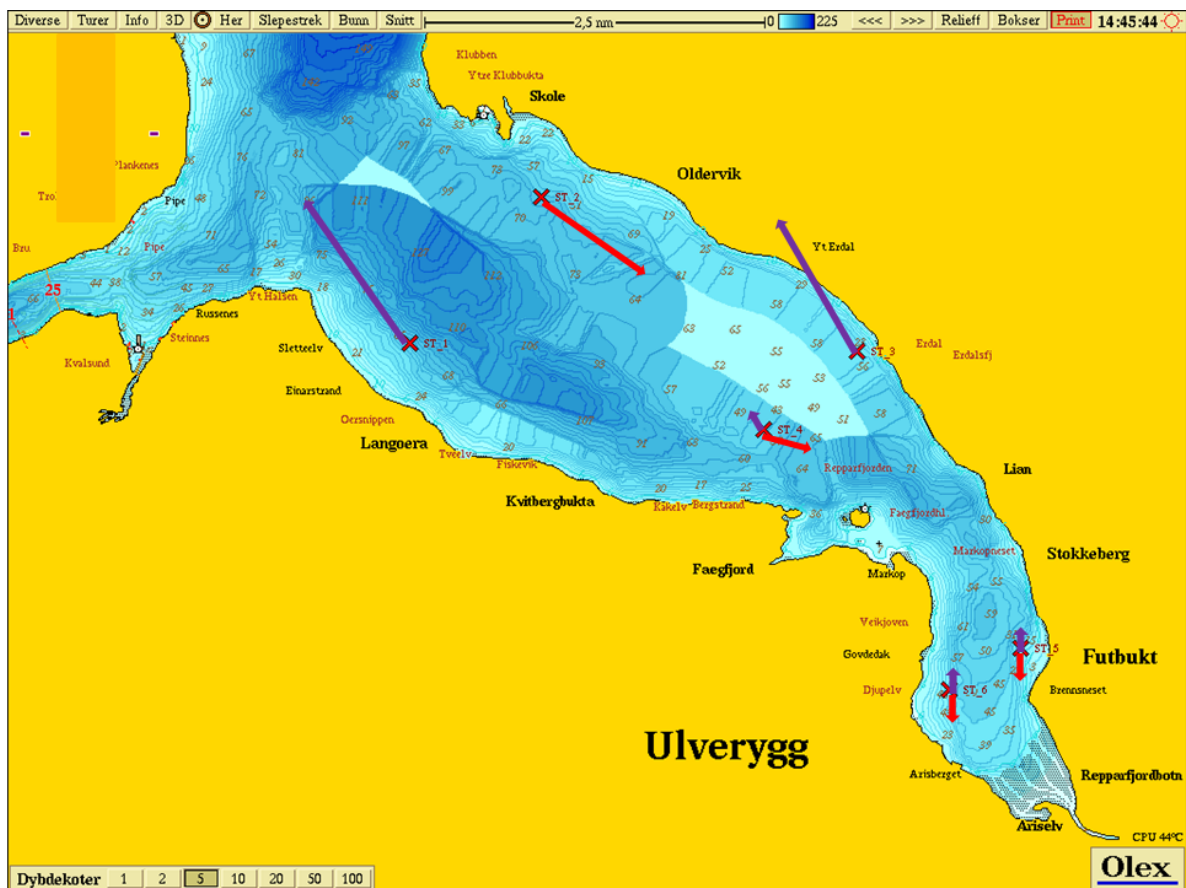
Tabell 6 og Tabell 7 oppsummerer verdier for middel, maksimum og minimum strømstyrke (vannets fart uavhengig av retning) for de to måleperiodene. Middelstrømmen på de ulike lokalitetene varierte mellom ca. 3 cm/s og 20 cm/s. Maksimum middelstrømstyrke ble målt ytterst i fjorden på stasjon 8 i juni-juli og på stasjon 9 i september-november. Generelt var det sterkere bunnstrøm i ytre del av Repparfjorden enn lenger inne. På fire av de fem innerste stasjonene (1, 2, 4, 5 og 6) var middelstrømmen noe sterkere i juni-juli enn i september-oktober. På stasjon 3 var strømmen omtrent uforandret.



Figur 17. Dominerende strømretning ved havbunnen i ulike posisjoner fra måleperioden 14. juni – 8. juli 2010. Strømmen ved de fleste stasjonene varierte mellom to hovedretninger og begge hovedstrømretningene er vist i figuren (innstrømning i rødt og utstrømning i blått). Lengden på pilene indikerer relativ styrke på strømmen. (Ingen målinger fra stasjon 3 og 9.)



Figur 18. Dominerende strømretning ved havbunn fra måleperioden 22. september – 3. november 2010. Strømmen ved de fleste stasjonene varierte mellom to hovedretninger og begge hovedstrømretningene er vist i figuren. Lengden på pilene indikerer relativ styrke på strømmen. (Ingen målinger fra stasjon 2 og 8.)



Figur 19. Dominerende strømretning ved ulike posisjoner fra overflatemålinger (3 m under overflaten) fra et tidligere Akvaplan-niva-prosjekt i Repparfjorden (Christensen et al. 2009). Måleperioden var 20. mai – 1. juli 2008. Strømmen ved de fleste stasjonene varierte mellom to hovedretninger og begge hovedstrømretningene er vist i figuren. Lengden på pilene indikerer relativ styrke på strømmen.

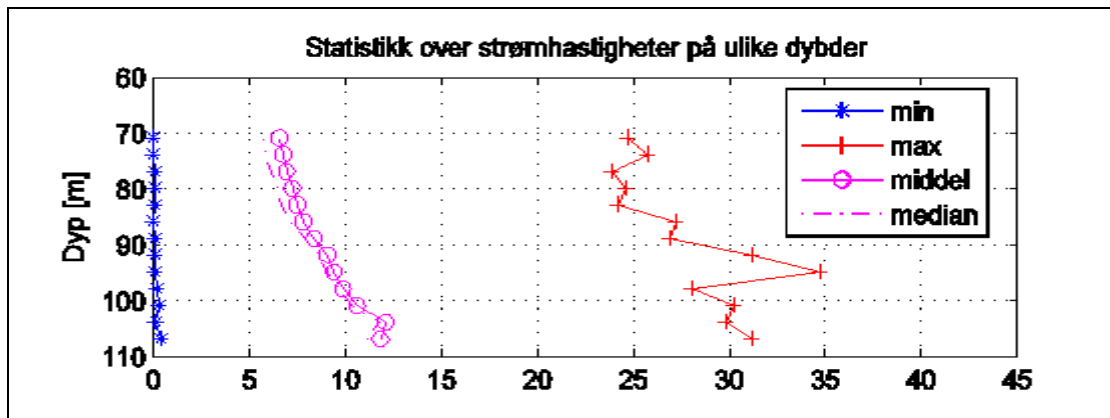
Tabell 6. Statistikk fra strømmålere i perioden 14. juni – 8. juli 2010. Grunnet kompassfeil er retningsdata ikke tilgjengelig for stasjon 3 og 4.

| Stasjon | Dyp | Fart uavhengig av retning<br>(cm/s) |               |      | Gjennomsnittshastighet<br>(nettostrøm) |         |
|---------|-----|-------------------------------------|---------------|------|----------------------------------------|---------|
|         |     | Middel                              | Standardavvik | Maks | cm/s                                   | Retning |
| 2       | 58  | 10,3                                | 11,3          | 51,2 | 3,5                                    | 164     |
| 1       | 47  | 2,9                                 | 2,9           | 15,8 | 1,4                                    | 340     |
| 3       | 84  | 5,8                                 | 4,0           | 38,8 | -                                      | -       |
| 4       | 56  | 6,3                                 | 4,3           | 22   | -                                      | -       |
| 5       | 110 | 6,3                                 | 6,6           | 38,2 | 3,7                                    | 133     |
| 6       | 92  | 10,2                                | 6,9           | 30   | 3,1                                    | 54      |
| 7       | 107 | 11,8                                | 5,9           | 31,2 | 1,9                                    | 64      |
| 8       | 80  | 16,2                                | 9,6           | 39   | 10,1                                   | 198     |

Tabell 7. Statistikk fra strømmålere i perioden 22. september – 3. november 2010. Grunnet kompassfeil er retningsdata ikke tilgjengelig for stasjon 1.

| Stasjon | Dyp | Fart uavhengig av retning<br>(cm/s) |               |      | Gjennomsnittshastighet<br>(nettostrøm) |         |
|---------|-----|-------------------------------------|---------------|------|----------------------------------------|---------|
|         |     | Middel                              | Standardavvik | Maks | cm/s                                   | Retning |
| 2       | 63  | 2,5                                 | 2,9           | 22   | 0,7                                    | 16      |
| 1       | 50  | 1,4                                 | 1,1           | 11,6 | -                                      | -       |
| 3       | 84  | 6,1                                 | 3,7           | 23,6 | 2                                      | 121     |
| 4       | 56  | 3,9                                 | 3,9           | 26,2 | 2,4                                    | 102     |
| 5       | 110 | 5,1                                 | 4,9           | 35,6 | 2,4                                    | 154     |
| 6       | 92  | 9,3                                 | 6,4           | 26,6 | 4,5                                    | 226     |
| 7       | 96  | 9,1                                 | 6,7           | 40,4 | 5,0                                    | 311     |
| 9       | 64  | 19,8                                | 14,7          | 81,6 | 10,2                                   | 101     |

Ved stasjon 7 var det i begge måleperiodene utplassert en profilerende strømmåler (ADCP profilerende måler, Nortek)) som målte strøm fra bunnen og oppover i vannsøylen. Vi viser til Akvaplan-niva sin grunnlagsundersøkelse for detaljer. Resultatene fra disse målingene fra juni-juli er vist i Figur 20. Middelstrømmen ved bunn noe sterkere i juni-juli enn i september-november. I begge periodene var det en tendens til sterkere strøm ved bunnen enn noe høyere i vannsøylen. Denne bunnintensiviseringen av strømmen var mest markert i målingene fra juni-juli.



Figur 20. Resultater fra profilerende strømmåler plassert på stasjon 7 i perioden juni-juli 2010 med strømhastighet (cm/s) langs x-aksen. Figuren viser statistikk (min, max, middel og median) for strømhastighet på forskjellige dyp fra ca. 108 m og opp til ca. 70 m dyp.

### 3.5 Strømsimuleringer (GEMSS - GLLVHT)

Strømmene i fjorden er avhengig av vannstand, vind, ferskvannstilførsler og kyststrømmen utenfor fjorden. Dette fører til skiftende strømmer både i tid og rom. Det er imidlertid enkelte hovedtrekk som er karakteristiske i følge simuleringene, Figur 21 - Figur 25. Vannstanden varierer fortrinnsvis som følge av tidevann på opp til to meter oscillerende i løpet av tolv timer. Dette ser ut til å være den dominerende årsaken til strømsystemene. Vinden påvirker hovedsakelig vannmassene nær overflaten. Ferskvannstilførslene er lettere i vekt enn sjøvannet og legger seg på overflaten og påvirker strømmene der, særlig nær utløpet av Repparfjordelva.

Ved flo øker først vannstanden i Kvalsund i sør. Dermed settes det i gang en innoverrettet kraftig strøm der som fortsetter til dels ut gjennom det nordlige sundet, Sammelsund, og mot land på nordsiden av fjorden og videre innover fjorden. Dette samsvarer med observasjoner. Langs sørsiden er det ofte en strøm i motsatt retning. Ved vind innover i fjorden blir denne utoverrettede strømmen svekket. Dypere ned til omkring 30 meter var det oftest utoverrettede strømmer, mens det på dypt vann var vanlig med vekslende innover- og utoverrettet bevegelse.

På fjære får vannet først en bevegelse mot Kvalsund hvor vannstanden synker først. Den roterende vannbevegelsen i de sentrale delene av fjorden, som fant sted ved stigende vannstand, blir i betydelig grad opprettholdt i store deler av syklusen.

Som nevnt over har vi ikke observasjoner av hvor lang tid tidevannsbølgen bruker mellom de åpne rendene som vi benyttet i modellen i Kvalsund og Sammelsund. Tidsforsinkelsen gjør at Kvalsundet i større grad blir styrende for strømmene da vannstanden der øker og avtar først. Simuleringene viste at forskjellene var små, hovedmønsteret i strømsystemet ble det samme.

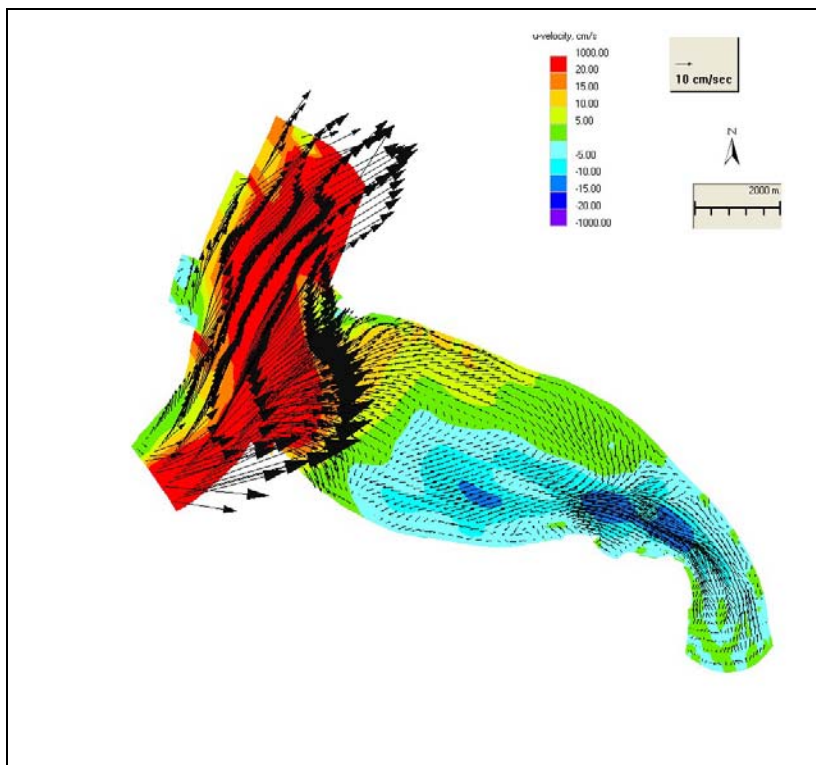
De store tidevannsforskjellene fører til en betydelig vannutskiftning i fjorden. I tillegg bidrar ferskvannstilførselene til dette. Ved simuleringens start ble alt vannet i fjorden merket med et konservativt (bestandig) stoff med konsentrasjon på 100 mg/l. Resultatene i Figur 21 - Figur 25 viser følgelig prosent andel av dette vannet som er igjen i fjorden. I størstedelen av fjorden ble omkring halvparten av overflatevannet fornyet i løpet av 14 dager. Vannutskiftningen gikk langsomt langs nordkysten av sentrale deler av fjorden. På dypt vann var vannutskiftningen mindre. Vi merker oss at vannutskiftningen vises større i de sørlige delene av fjorden, særlig på dypt vann.

Simulerte temperaturer i fjorden var mellom 2°C og 8°C i løpet av året. Typisk saltholdighet i fjorden var mellom 32 og 34 promille, hvilket var i samsvar med observerte verdier.

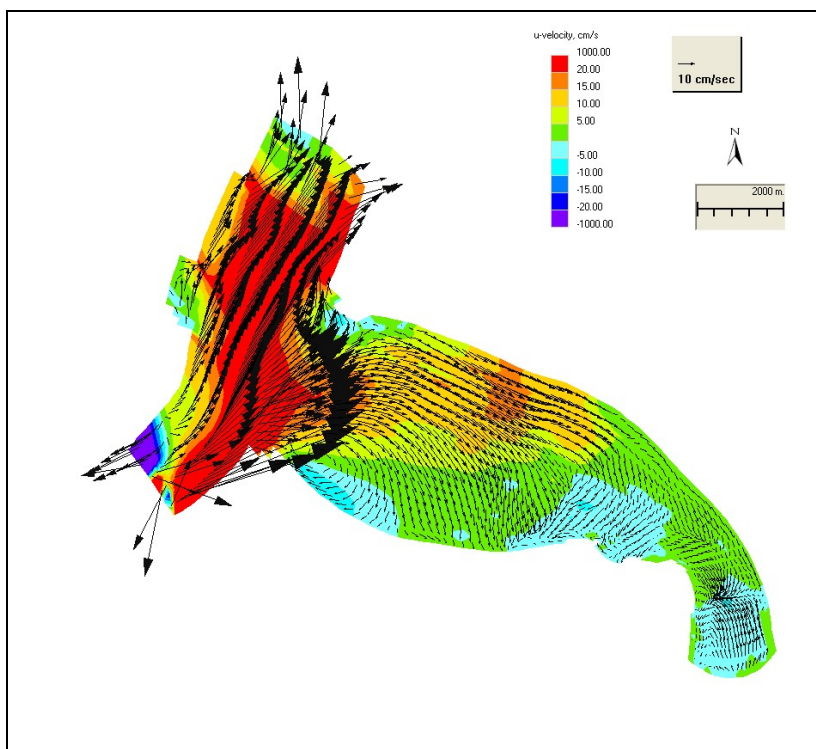
De simulerte strømmene viser generelt godt samsvar med observerte verdier. Dette gjelder både det storstilte strømningsmønsteret og hastighetenes størrelse.

Det er ikke utført målrettede in-situ målinger for kalibrering og kontroll av modellen. Det hadde vært gunstig med målinger av vannstand, strøm, temperatur og saltholdighet i for det minste en måned (en full tidevannsyklus). Det viktigste ville ha vært vannstand i Kvalsund og Sammelsund da dette er dominerende drivkraft til strømmene i Repparfjorden. I tillegg hadde det vært nyttig med målinger av strøm i ulike deler av fjorden for kontroll av resultatene.

Eventuelle feil i vannstandene ved utløpet vil få størst effekt i de ytre delene av fjorden og mindre i deponeringsområdet.

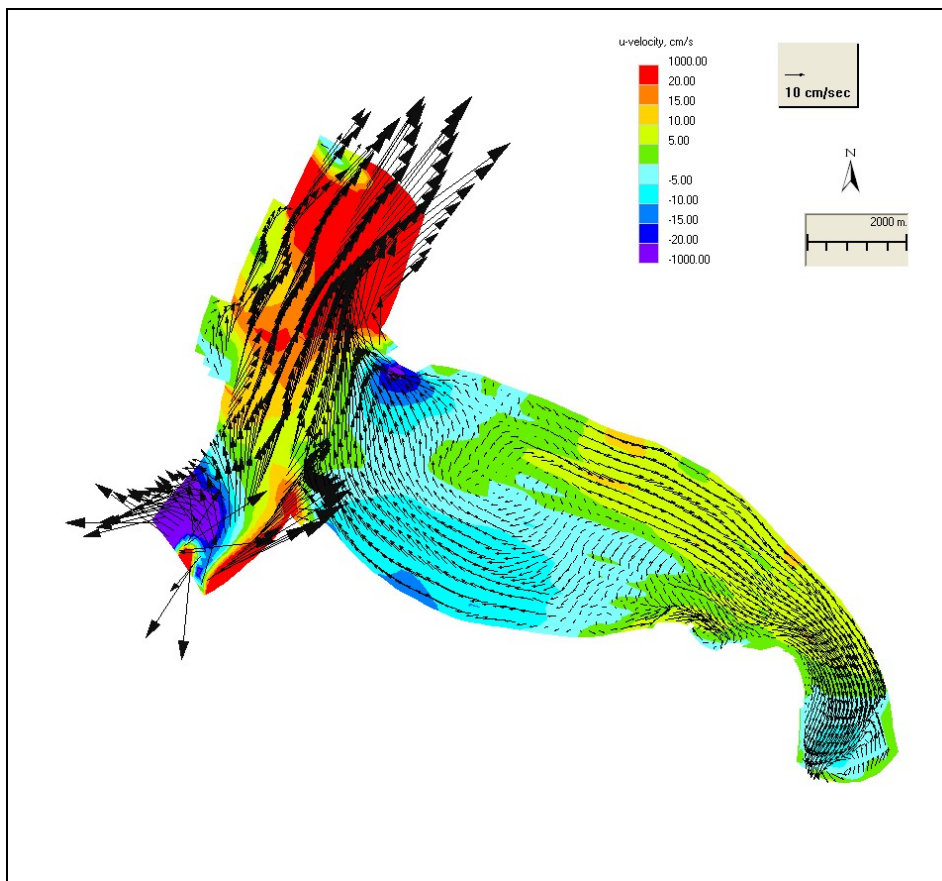


Figur 21. Representativ overflatestrøm ved flo. Fargeskalaen angir hastighetskomponent langs beregningscellenes x-akse. Gjennomgående blir dette positive hastigheter innover fjorden og negative utover.

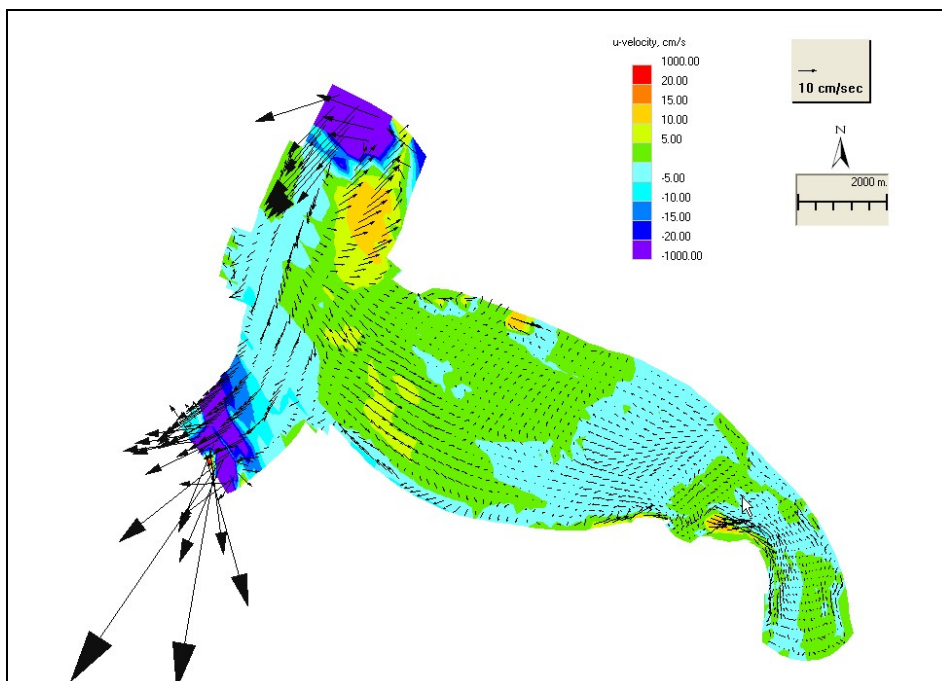


Figur 22. Representativ overflatestrøm ved begynnende fjære. Fargeskalaen angir hastighetskomponent langs beregningscellenes x-akse.

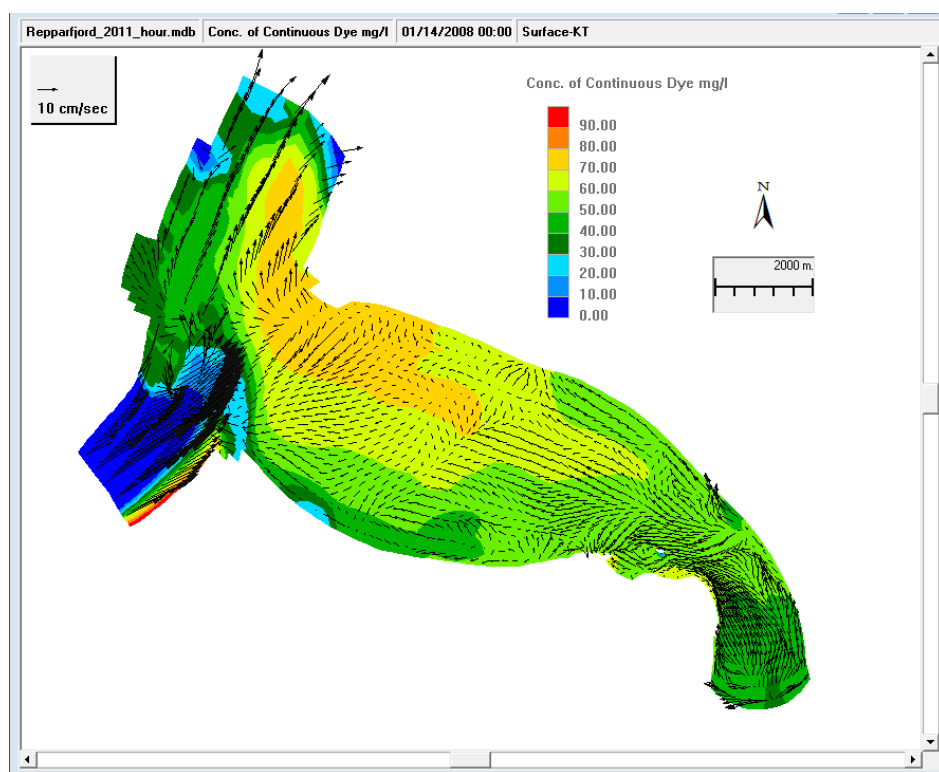




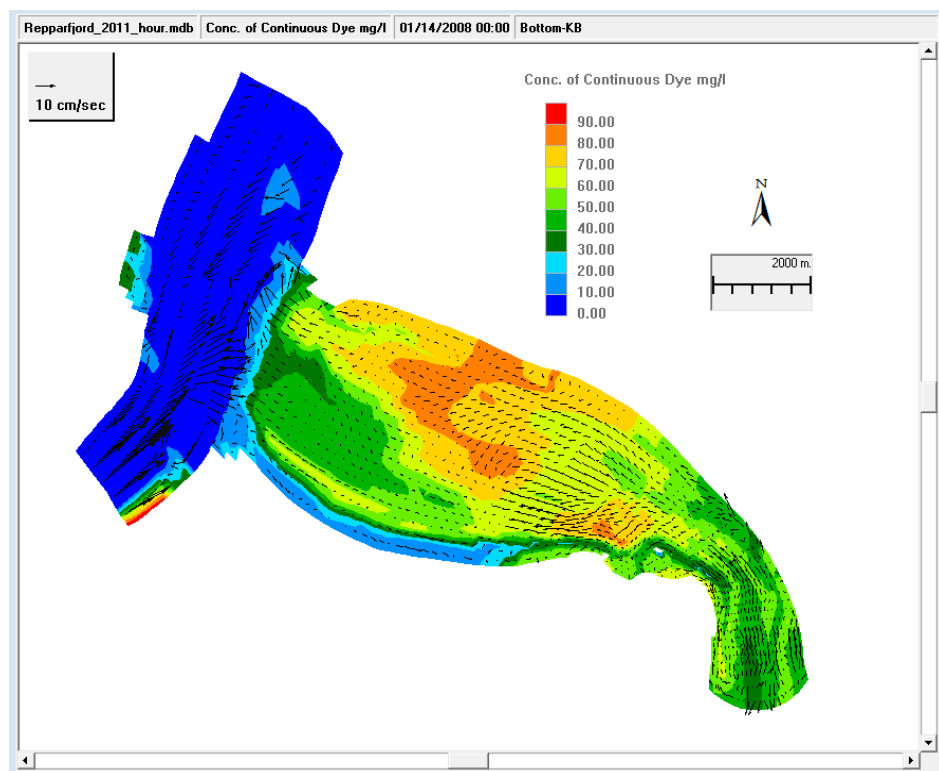
Figur 23. Representativ overflatestrøm ved fjære.



Figur 24. Simulert strøm langs bunnen på stort dyp har gjennomsnittlig fart på noen centimeter per sekund. Merk at bunnen kan ha et dyp 1-m langs kystlinjen og 100-m på dypt vann.



Figur 25. Vannutskifning i overflaten. Resterende vann i overflaten ned til 2 meter etter 14 dager. Ved simuleringens oppstart, dag 1, hadde hele fjorden konsentrasjon lik 100 mg/l.



Figur 26. Vannutskifning langs bunnen. Resterende vann i bunnlaget etter 14 dager (Merk at bunnen kan ha et dyp 1 meter langs land og 100 meter på dypt vann.)

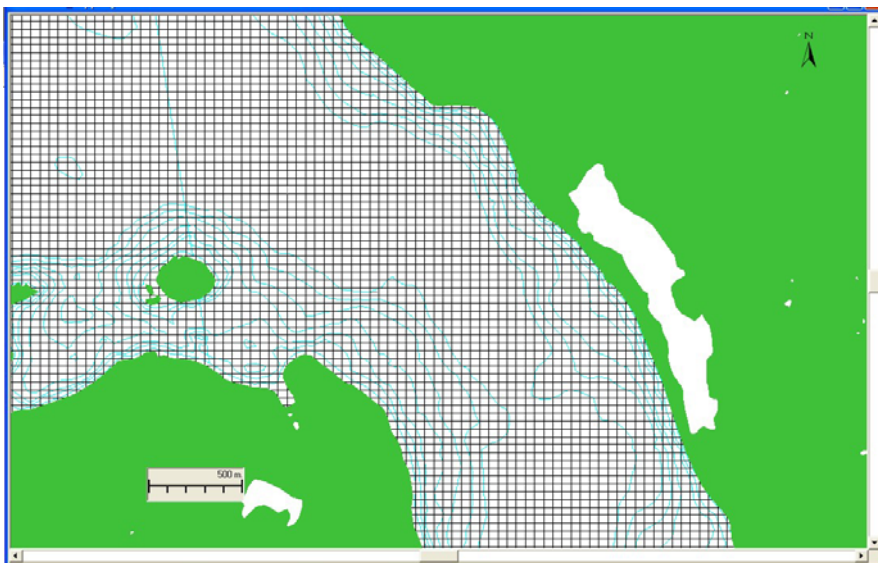
### 3.6 Sjødeponi i *Område C* nordøst for Fæg fjordholmen

I tiltaket skal avgangen sedimenter så jevnt på bunnen av bassenget nordøst for Fæg fjordholmen som mulig, eller i det minste sedimenterer tilstrekkelig langt fra utløpsrøret til at bassenget kan benyttes i minst 15 år.

Hvordan sedimenteringen og plasseringen av avgangen skjer, er avhengig av partiklenes størrelse, slurryen og avgangens tetthet, farten ved utløpet av røret og hydrodynamiske forhold. I sjødeponier skal partikler ikke stige til overflaten i fjordvannet, men bli under den eufotiske, lysdominerte, sonen i fjorden (Klif, TA-2517/2010). Hvis forholdene ikke ligger til rette for dette kan turbulente strømmer fører partiklene mot overflaten. Partiklene skal falle som en slurry mot bunnen med en gitt vinkel. Hvis helningen langs bunnen er større enn denne vinkelen som slurryen faller etter, vil partikkelen synke videre mot dypet. Dersom bunnens gradient er mindre, vil partikkelen sedimentere der. Er fallstrekningen kort kan spredningen bli liten slik at massene i uønsket grad hoper seg opp på et lite område og man får en kjegle. Skjer dette for nærme utløpsledningen kan fri flyt av avgangen bli hindret. Ved opphopning på et lite område kan det dermed bli nødvendig å flytte utløpsledningen.

Spredningen av partikler ble beregnet av GIFT modellen, for kvadratiske beregningsceller med en horisontal utstrekning på ca. 35 meter (Figur 28). Ved de hydrodynamiske beregningene ble det fortløpende lagret strømhastigheter for hvert kvarter i løpet av ett år. For hver beregningscelle ble det beregnet strømstatistikk over fart og retning (strømrose). Partikler som faller blir spredt i ulike retninger i samsvar med hva som er statistisk sannsynlig intil de når bunnen..

Spredningsforløpet er avhengig av partikkelstørrelse. Tabell 8 gir et eksempel på dette. De største partiklene som utgjorde halvparten av avgangen sedimenterte på et areal på ca. 400 dekar, og dette arealet bygde seg opp med en midlere tykkelse på 1 meter per år. 48 % av massen sedimenterte på et areal i underkant av 1 km<sup>2</sup> med en økning av ½ meter per år. Partikler med diameter under ca. 100 µm ble spredt over noen km<sup>2</sup> og økte i tykkelse men noen få millimeter per år. Dette utgjorde under 1 % av sedimentert masse. Vi har her referert til midlere tykkelse av sedimentert masse. I sentrum av arealet vil tykkelsen være større.



Figur 27. Horisontal inndeling i beregningsceller i deponeringsområdet for GIFT modellering.

Tabell 8. Eksempel på sedimentering av partikler av ulik kornstørrelse

| Andel  | Fluks  | Synke<br>hastighet | Partikkel<br>diameter | Masse   | Areal           | Sediment<br>middel<br>tykkelse |
|--------|--------|--------------------|-----------------------|---------|-----------------|--------------------------------|
|        | kg/s   | m/s                | µm                    | tonn/år | km <sup>2</sup> | mm/år                          |
| 0,0008 | 0,055  | 0,0010             | 83                    | 1720    | 4,148           | 0,1                            |
| 0,0002 | 0,014  | 0,0012             | 90                    | 430     | 2,311           | 0,1                            |
| 0,001  | 0,068  | 0,0013             | 96                    | 2150    | 1,149           | 1                              |
| 0,003  | 0,205  | 0,0017             | 107                   | 6450    | 0,413           | 6                              |
| 0,015  | 1,023  | 0,0025             | 131                   | 32252   | 0,490           | 24                             |
| 0,48   | 32,726 | 0,0083             | 240                   | 1032060 | 0,809           | 455                            |
| 0,5    | 34,090 | 0,0133             | 303                   | 1075062 | 0,388           | 988                            |

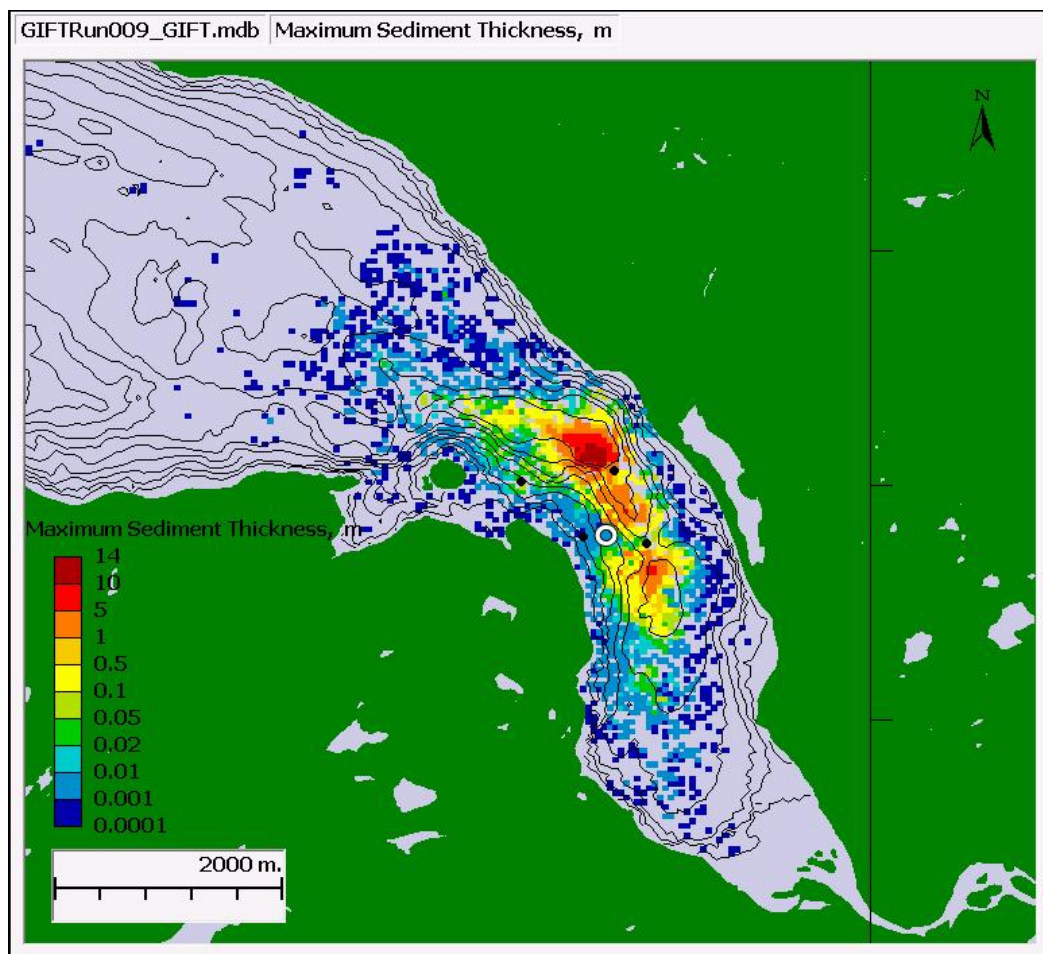
Tabell 9. Utslippspunkt for de forskjellige partikkelmodellene.

|        | runNr      | East_UTM | North_UTM | Zone | North_deg | East_deg | Tidsrom     |
|--------|------------|----------|-----------|------|-----------|----------|-------------|
| fig 22 | 9 (Nussir) | 844950   | 7845567   | 33   | 70.4766   | 24.2806  | 18mnd       |
| fig 23 | 005b       | 845348   | 7845517   | 33   | 70.4756   | 24.2909  | 18mnd       |
| fig 24 | 007a       | 844232   | 7845934   | 33   | 70.4808   | 24.2630  | 18mnd       |
| fig 25 | 8          | 845065   | 7846143   | 33   | 70.4815   | 24.2859  | 18mnd       |
| fig 26 | 15-16-18   | 844857   | 7846108   | 33   | 70.4815   | 24.2803  | 10-15-20 år |

Figur 28 - Figur 31 viser simulerte deponier etter 18 måneder utslipp under forskjellige utslippsscenarioer etter 18 mnd. Det runde punktet er utslippspunktet og dybdekontene er delt i 10 meters intervaller.

Ved utslipp på 30 meters dyp nordøst på Markoppneset sedimenterte avgangen både i det nordlige og sørlige bassenget (Figur 28). Toppen nådde 14 meter over bunnen etter 18 mnd. Dersom utslippet ble flyttet til terskelen mellom de to bassengene, ble spredningen i hovedtrekk den samme (Figur 29), og svært mye avgang ble også spredd til det gamle deponiområdet.

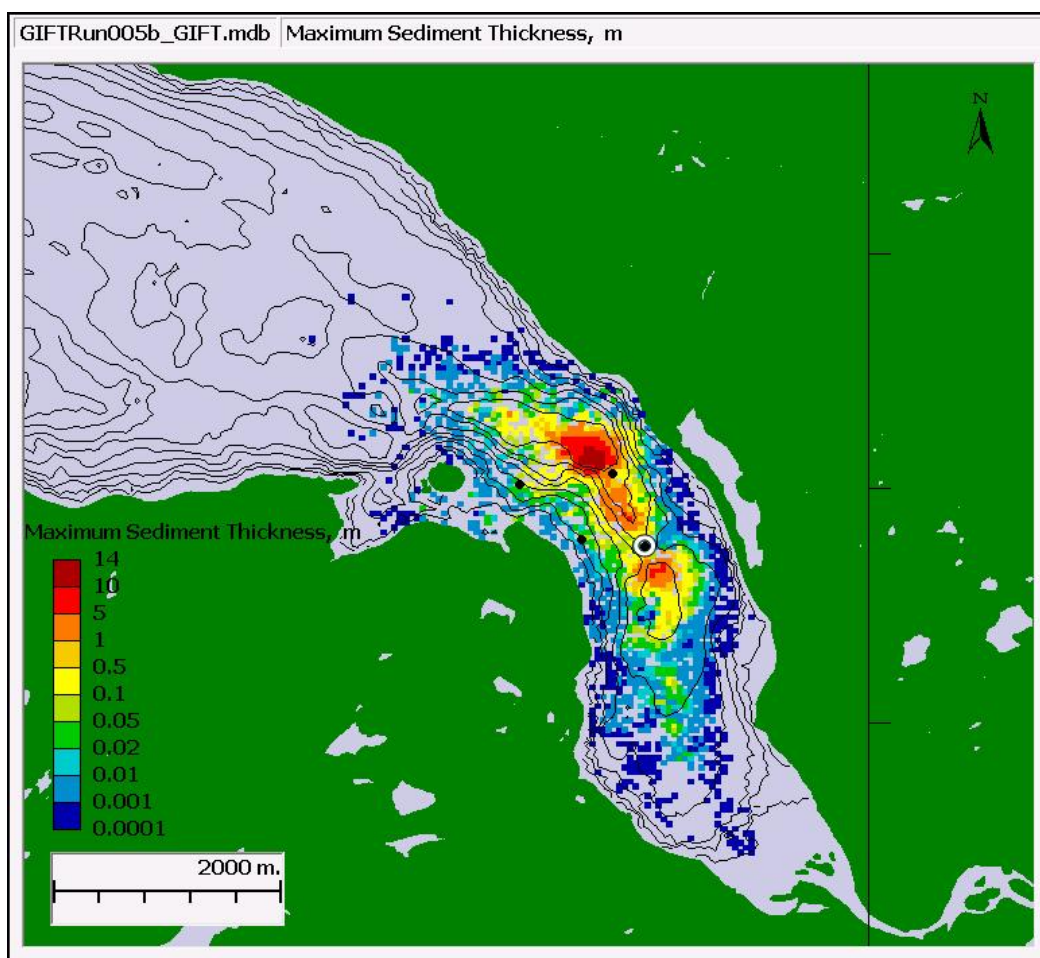
Ved å legge utslippet på 30 meters dyp på toppen av skråningen lenger nord (Figur 30), sedimenterte avgangen overveiende i skråningen i det nordlige bassenget. Toppen nådde 14 meter over bunnen etter 18 mnd. Ved å flytte utløpet til dypere vann lenger ned i skråningen sedimenterte avgangen hovedsakelig på bunnen av bassenget. Deponiet ble mer samlet enn i foregående eksempel. Toppen nådde 16 meter over bunnen etter 18 mnd (Figur 31).



| Nedre grense<br>m | Øvre grense<br>m | Areal<br>Km2 | Andel av total<br>% | Kumulativt areal<br>km2 |
|-------------------|------------------|--------------|---------------------|-------------------------|
| 0,0001            | 0,001            | 1,174        | 29,26               | 4,011                   |
| 0,001             | 0,01             | 1,185        | 29,53               | 2,838                   |
| 0,01              | 0,02             | 0,267        | 6,65                | 1,653                   |
| 0,02              | 0,05             | 0,341        | 8,49                | 1,386                   |
| 0,05              | 0,1              | 0,196        | 4,89                | 1,046                   |
| 0,1               | 0,5              | 0,348        | 8,68                | 0,850                   |
| 0,5               | 1                | 0,133        | 3,32                | 0,502                   |
| 1                 | 5                | 0,259        | 6,46                | 0,368                   |
| 5                 | 10               | 0,074        | 1,85                | 0,109                   |
| 10                | 14               | 0,035        | 0,88                | 0,035                   |

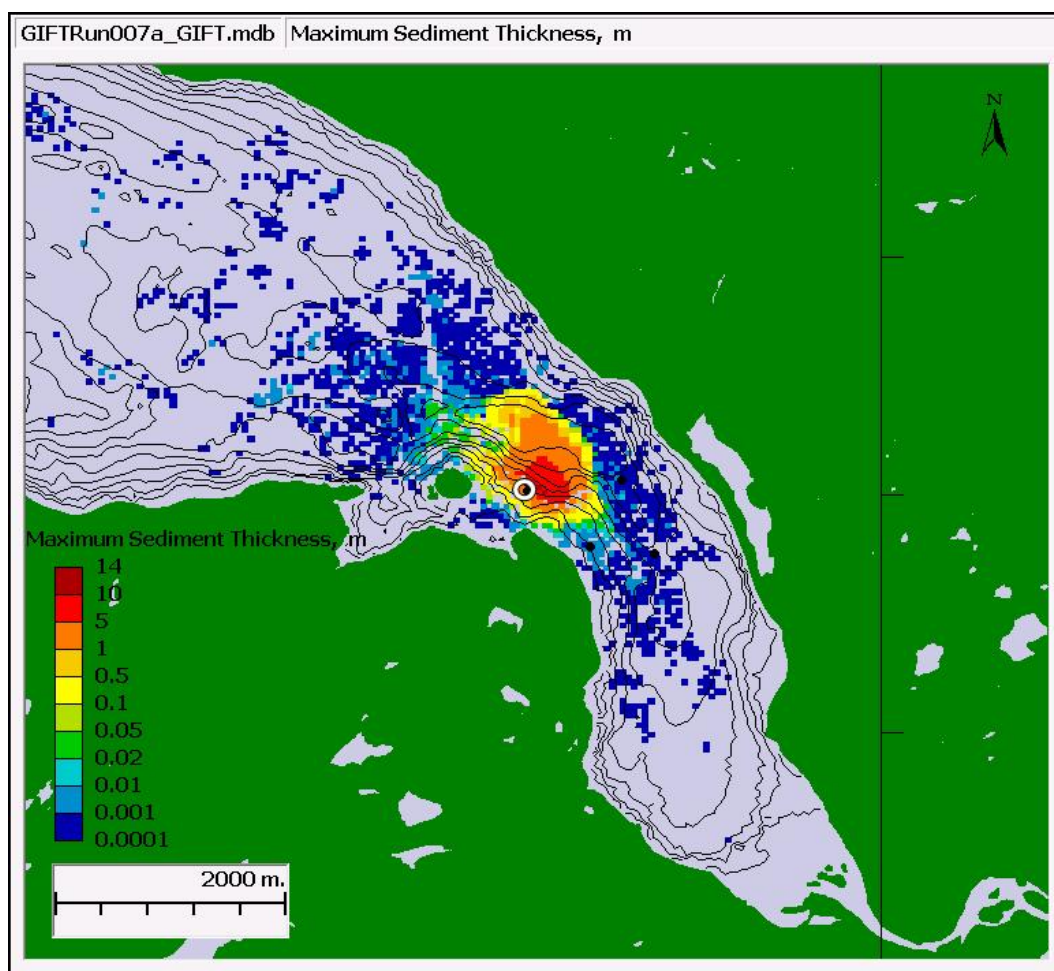
Figur 28. Deponi etter 18 måneders utslipp. Utslipp 30 meter. Forslag fra Nussir. Avgangen sedimenterte både i det nordlige og sørlige bassenget. Toppen nådde 14 meter over bunnen





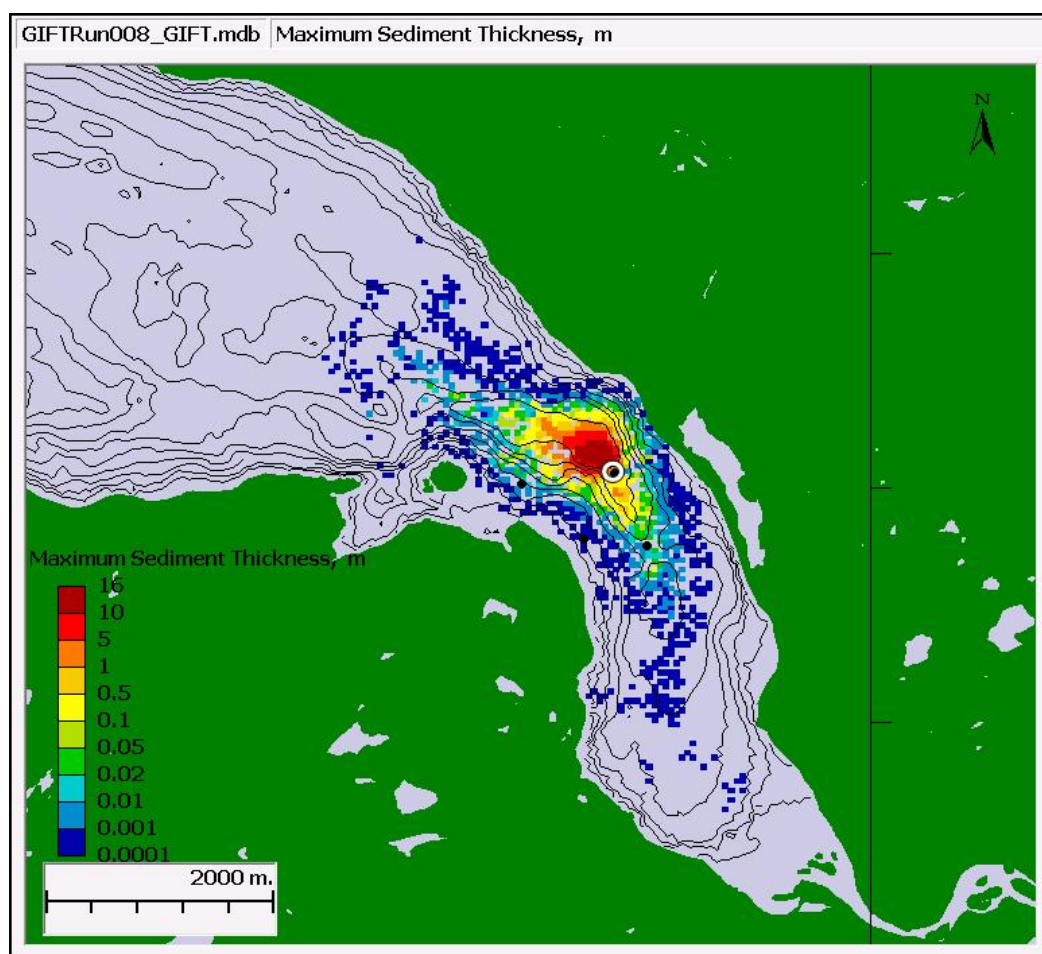
| Nedre grense<br>M | Øvre grense<br>m | Areal<br>Km2 | Andel av total<br>% | Kumulativt areal<br>km2 |
|-------------------|------------------|--------------|---------------------|-------------------------|
| 0,0001            | 0,001            | 0,770        | 21,71               | 3,547                   |
| 0,001             | 0,01             | 1,042        | 29,38               | 2,777                   |
| 0,01              | 0,02             | 0,291        | 8,19                | 1,734                   |
| 0,02              | 0,05             | 0,389        | 10,96               | 1,444                   |
| 0,05              | 0,1              | 0,207        | 5,85                | 1,055                   |
| 0,1               | 0,5              | 0,387        | 10,91               | 0,848                   |
| 0,5               | 1                | 0,118        | 3,34                | 0,461                   |
| 1                 | 5                | 0,224        | 6,31                | 0,342                   |
| 5                 | 10               | 0,085        | 2,40                | 0,118                   |
| 10                | 14               | 0,033        | 0,94                | 0,033                   |

Figur 29. Deponi etter 18 måneders utslipp. Utslipp 50 meter. Avgangen sedimenterte både i det nordlige og sørlige bassenget. Toppen nådde 14 meter over bunnen.



| Nedre grense<br>m | Øvre grense<br>m | Areal<br>Km <sup>2</sup> | Andel av total<br>% | Kumulativt areal<br>km <sup>2</sup> |
|-------------------|------------------|--------------------------|---------------------|-------------------------------------|
| 0,0001            | 0,001            | 2,314                    | 59,33               | 3,900                               |
| 0,001             | 0,01             | 0,557                    | 14,29               | 1,586                               |
| 0,01              | 0,02             | 0,085                    | 2,18                | 1,029                               |
| 0,02              | 0,05             | 0,109                    | 2,80                | 0,944                               |
| 0,05              | 0,1              | 0,072                    | 1,85                | 0,835                               |
| 0,1               | 0,5              | 0,228                    | 5,84                | 0,763                               |
| 0,5               | 1                | 0,144                    | 3,70                | 0,535                               |
| 1                 | 5                | 0,280                    | 7,17                | 0,391                               |
| 5                 | 10               | 0,107                    | 2,75                | 0,111                               |
| 10                | 14               | 0,004                    | 0,10                | 0,004                               |

Figur 30. Deponi etter 18 måneders utslipp. Utslipp 30 meter. Avgangen sedimenterte overveiende i skråningen i det nordlige bassenget. Toppen nådde 14 meter over bunnen.



| Nedre grense<br>m | Øvre grense<br>m | Areal<br>Km2 | Andel av total<br>% | Kumulativt areal<br>km2 |
|-------------------|------------------|--------------|---------------------|-------------------------|
| 0,0001            | 0,001            | 1,013        | 42,83               | 2,364                   |
| 0,001             | 0,01             | 0,448        | 18,95               | 1,351                   |
| 0,01              | 0,02             | 0,152        | 6,42                | 0,903                   |
| 0,02              | 0,05             | 0,165        | 6,97                | 0,752                   |
| 0,05              | 0,1              | 0,083        | 3,52                | 0,587                   |
| 0,1               | 0,5              | 0,196        | 8,30                | 0,503                   |
| 0,5               | 1                | 0,068        | 2,90                | 0,307                   |
| 1                 | 5                | 0,111        | 4,70                | 0,239                   |
| 5                 | 10               | 0,065        | 2,74                | 0,128                   |
| 10                | 16               | 0,063        | 2,66                | 0,063                   |

Figur 31. Deponi etter 18 måneders utslipp. Utslipp 60 meter. Avgangen sedimenterte overveiende i det nordlige bassenget. Toppen nådde 16 meter over bunnen.



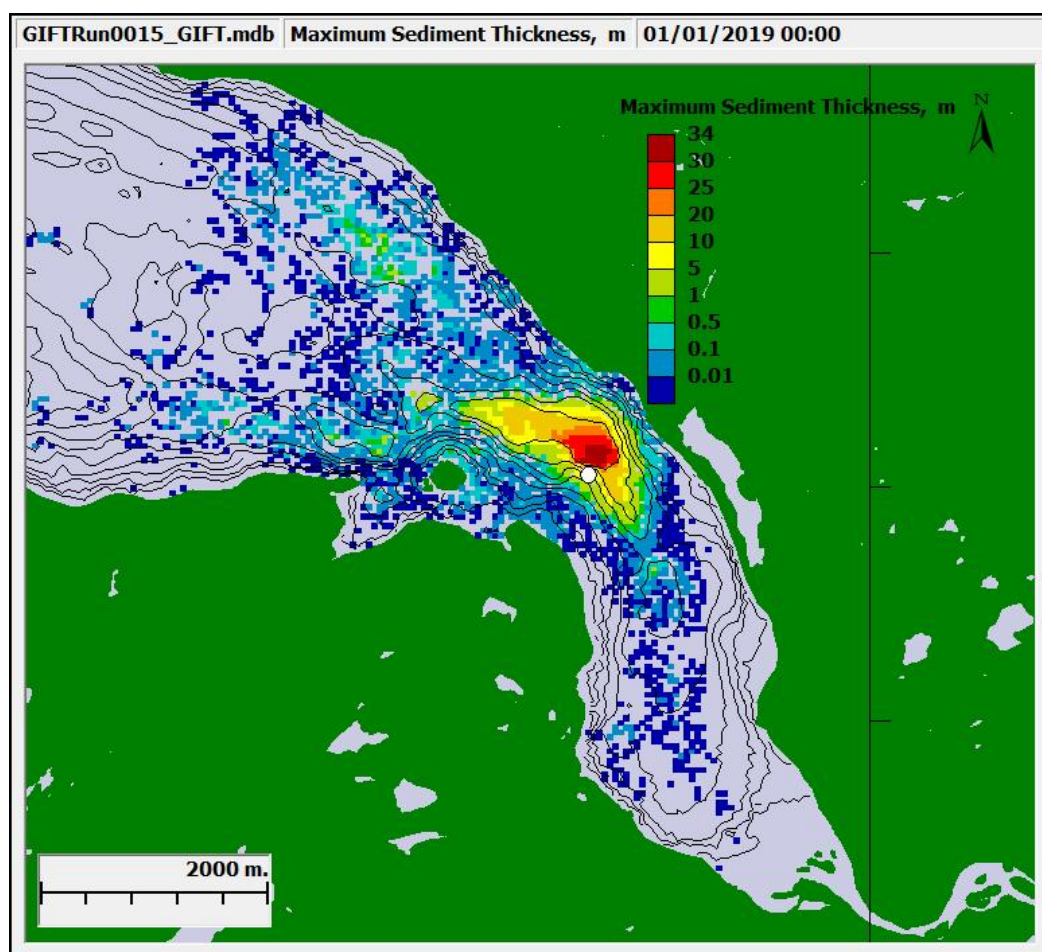
Vi flyttet utløpet til 57 meters dyp på toppen av den bratteste skråningen på sørsiden av bassenget, dvs. mellom de to foregående beskrevne eksemplene. Deponiets utbredelse etter 10 år, 15 år og 20 år er vist i *Figur 32 - Figur 34*. Avgangen sedimenterte hovedsakelig på bunnen av bassenget på omkring 80 meters dyp. Toppen av deponiet bygde seg raskt opp i mot utslippsnivået. Toppen nådde 35 meter over bunnen etter 10 år. Arealet i dette nivået økte jevnlig i de neste 5 årene samt økte fortsatt i tykkelse. Etter 15 år ble utbredelsen av deponiet med tykkelse på 1 cm, 10 cm og 25 meter henholdsvis 4 km<sup>2</sup>, 2 km<sup>2</sup> og 0,15 km<sup>2</sup>. Maksimum tykkelse var 40 meter. Etter 20 år var utbredelsen av deponiet med tykkelse på 1 cm, 10 cm og 25 meter henholdsvis 5 km<sup>2</sup>, 2,5 km<sup>2</sup> og 0,2 km<sup>2</sup> hver. Maksimum tykkelse økte til 42 meter. Dersom deponiet nådde utslippshøyden ble denne høyden korrigert til toppen av deponiet.

Utslipppet ble forsøkt flyttet oppover skråningen til 40 meters dyp, *Figur 37*. Etter 20 års utslipp var utbredelsen av deponiet med tykkelse 1 cm, 10 cm og 25 meter henholdsvis 5,4 km<sup>2</sup>, 3,2 km<sup>2</sup> og 0,2 km<sup>2</sup> hver. Utbredelsen ble noe større enn ved utslipp på 57 meters dyp. Det ble et opp til 10 meters tykt lag med avgang inne i det gamle deponiområdet.

For å oppnå transport av avgangen til tilstrekkelig store dyp viser modelleringen at helning langs bunnen i nærområdet bør være på rundt 6 grader. Dette var vanskelig å finne i dette området. Vi prøvde med flere ulike utslippssteder uten å finne et godt egnet utslippspunkt med utslipp på 30 meters dyp, i alle fall om man ønsket å beholde utslippspunktet over flere år. Ved å bruke et utslippspunkt på 40 meters dyp i den bratteste skråningen i det aktuelle bassenget, ble det aller meste av massen fordelt innen dette bassenget. Sedimentert masse med tykkelse på over 1 cm ble spredt innen hele dette bassenget, samt også i bassenget i sør for dette. Kun en meget liten andel passerte terskelen vest for hovedbassenget. Da deponiet bygde seg opp til utslippsnivået kan selve utslippsstrålen bli påvirket slik at blir behov for å flytte utløpet etter noen år. Det kan også være behov for å flytte utløpet for å unngå store hauger. Des dypere utslippet skjer, des mindre masse vil sedimentere utenfor dette bassenget.

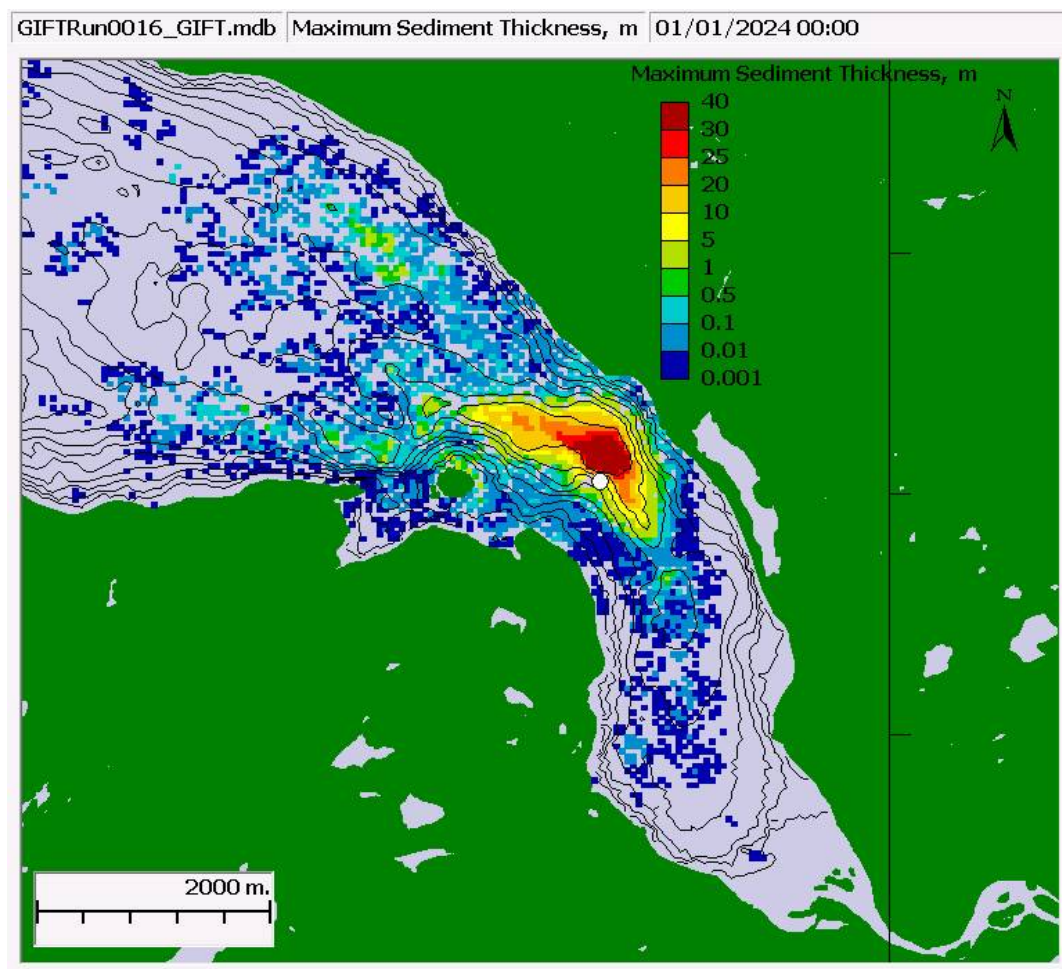
De to største kornstørrelseklassene, dvs. med diameter over 240 µm sedimenterte i næsonen til utslippet. Også en stor del av mindre kornstørrelser gjorde det samme, dvs. innen depositions kartene. Dette utgjorde over 99 % av den totale avgangen.

Det anbefales at man bruker høyoppløselige kart fra kartleggingsstudiet (grunnlagsundersøkelsen) når man optimerer utslippspunktet før den endelige plasseringen finner sted, slik at man forsikrer seg om at det er minst seks graders helning i utslippsområdet.



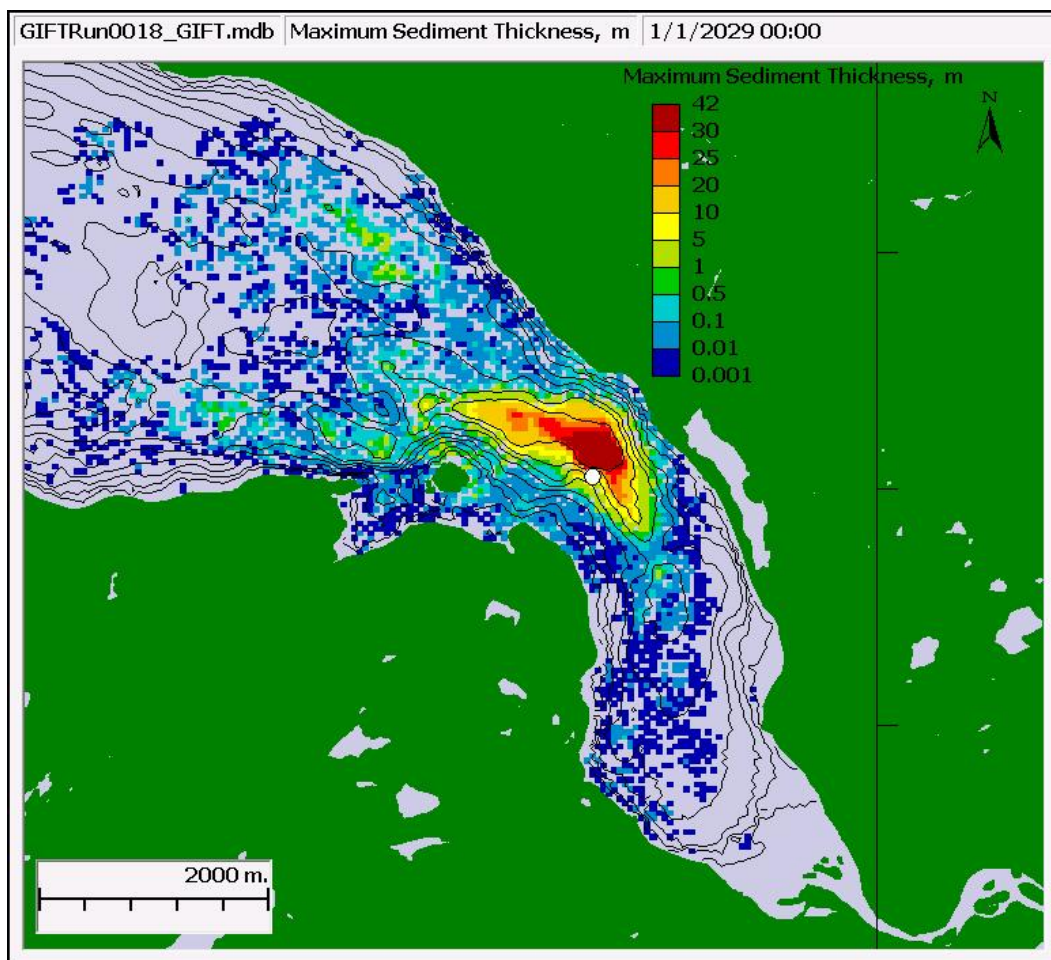
| Nedre grense<br>m | Øvre grense<br>m | Areal<br>Km <sup>2</sup> | Andel av total<br>% | Kumulativt areal<br>km <sup>2</sup> |
|-------------------|------------------|--------------------------|---------------------|-------------------------------------|
| 0.001             | 0.01             | 2,105                    | 35,88               | 5,866                               |
| 0.01              | 0.1              | 1,962                    | 33,45               | 3,761                               |
| 0.1               | 0.5              | 0,748                    | 12,75               | 1,799                               |
| 0.5               | 1                | 0,180                    | 3,06                | 1,051                               |
| 1                 | 5                | 0,359                    | 6,12                | 0,872                               |
| 5                 | 10               | 0,163                    | 2,78                | 0,513                               |
| 10                | 20               | 0,209                    | 3,57                | 0,350                               |
| 20                | 25               | 0,046                    | 0,79                | 0,141                               |
| 25                | 30               | 0,059                    | 1,01                | 0,094                               |
| 30                | 34               | 0,035                    | 0,60                | 0,035                               |

Figur 32. Deponi etter 10 års utslipp. Utslipp på 57 meter. Avgangen sedimenterte overveiende i det nordlige bassenget. Toppen nådde 34 meter over bunnen.



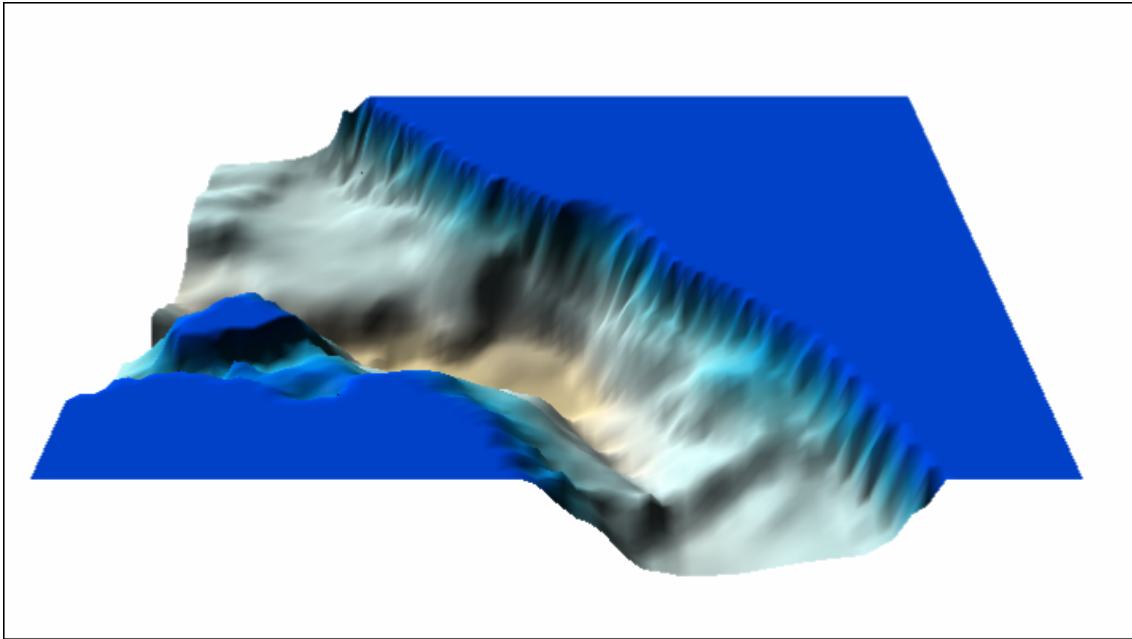
| Nedre grense<br>m | Øvre grense<br>m | Areal<br>Km2 | Andel av total<br>% | Kumulativt areal<br>km2 |
|-------------------|------------------|--------------|---------------------|-------------------------|
| 0.001             | 0.01             | 2,317        | 35,14               | 6,595                   |
| 0.01              | 0.1              | 2,119        | 32,14               | 4,278                   |
| 0.1               | 0.5              | 0,894        | 13,56               | 2,158                   |
| 0.5               | 1                | 0,226        | 3,42                | 1,264                   |
| 1                 | 5                | 0,387        | 5,87                | 1,038                   |
| 5                 | 10               | 0,159        | 2,41                | 0,652                   |
| 10                | 20               | 0,235        | 3,56                | 0,492                   |
| 20                | 25               | 0,107        | 1,63                | 0,257                   |
| 25                | 30               | 0,046        | 0,70                | 0,150                   |
| 30                | 40               | 0,104        | 1,57                | 0,104                   |

Figur 33. Deponi etter 15 års utslipp. Utslipp på 57 meter. Avgangen sedimenterte overveiende i det nordlige bassenget. Toppen nådde 40 meter over bunnen.

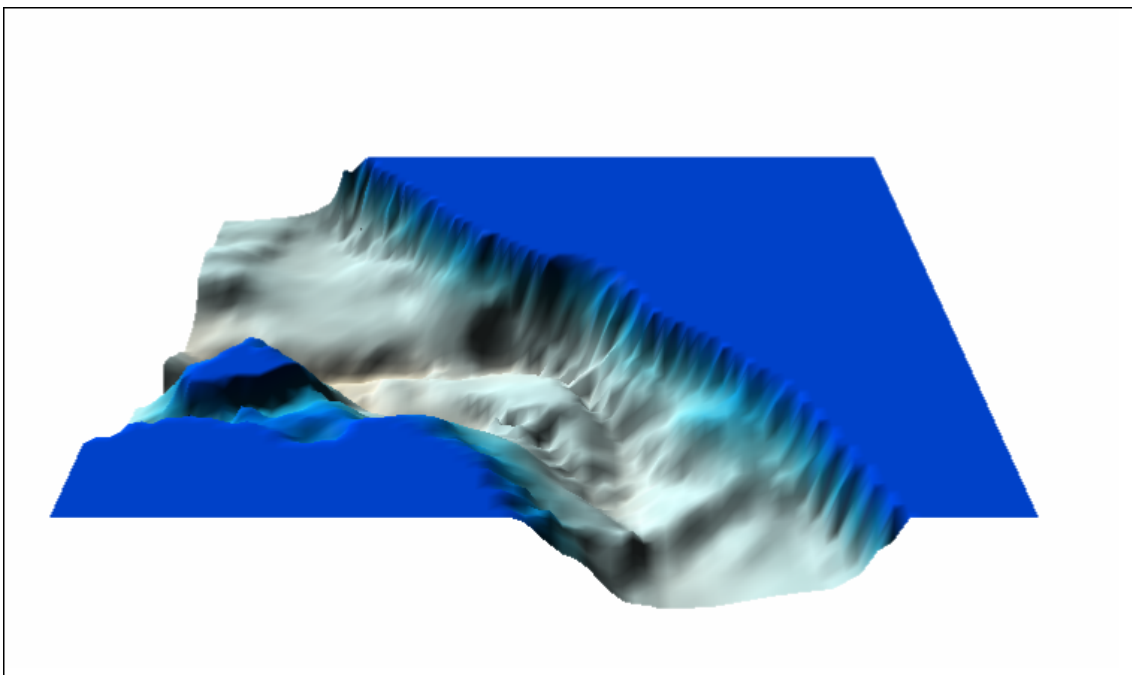


| Nedre grense<br>m | Øvre grense<br>m | Areal<br>Km2 | Andel av total<br>% | Kumulativt areal<br>km2 |
|-------------------|------------------|--------------|---------------------|-------------------------|
| 0.001             | 0.01             | 2,488        | 33,64               | 7,395                   |
| 0.01              | 0.1              | 2,414        | 32,64               | 4,907                   |
| 0.1               | 0.5              | 1,096        | 14,82               | 2,493                   |
| 0.5               | 1                | 0,307        | 4,16                | 1,398                   |
| 1                 | 5                | 0,392        | 5,31                | 1,090                   |
| 5                 | 10               | 0,154        | 2,08                | 0,698                   |
| 10                | 20               | 0,248        | 3,35                | 0,544                   |
| 20                | 25               | 0,104        | 1,40                | 0,296                   |
| 25                | 30               | 0,074        | 1,00                | 0,193                   |
| 30                | 42               | 0,118        | 1,60                | 0,118                   |

Figur 34. Deponi etter 20 års utslipp., Utslipp på 57 meter, Avgangen sedimenterte overveiende i det nordlige bassenget, Toppen nådde 42 meter over bunnen.

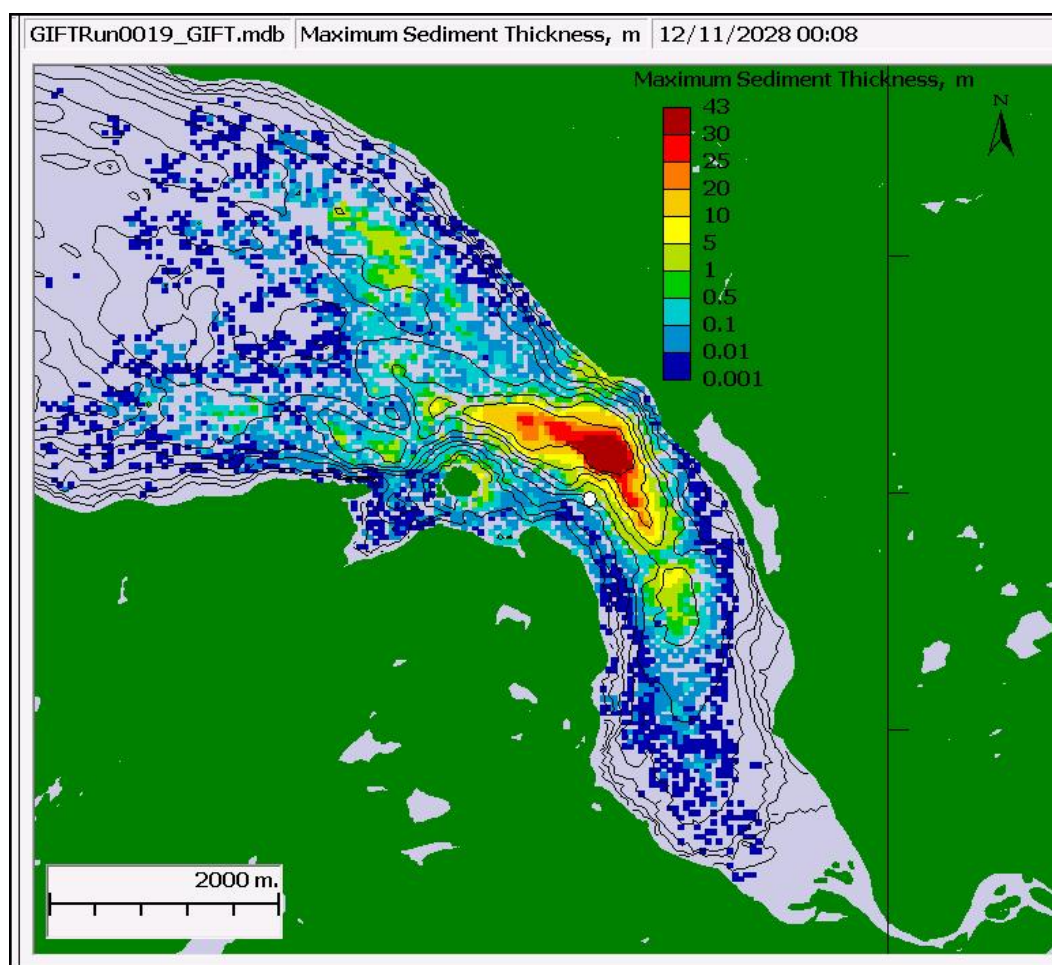


*Figur 35. 3-d plot av bunnen i dag, dvs uten deponi..*



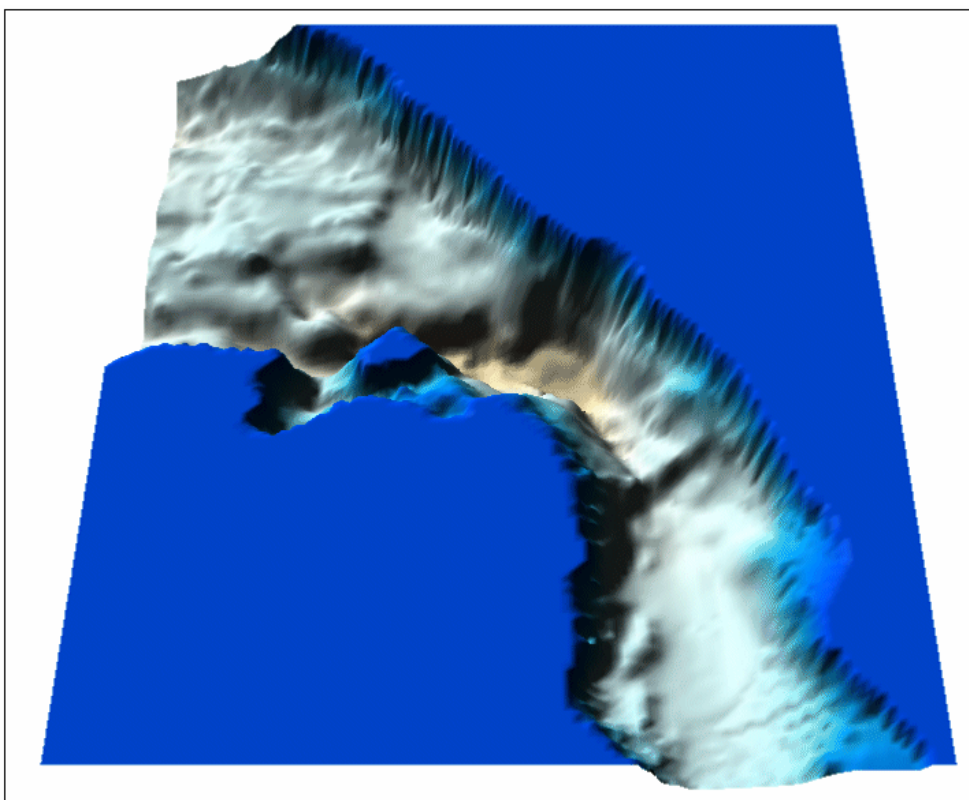
*Figur 36. Utslipp 57 m. 3-D plot av bunnen med deponi etter 20 års avgang .*



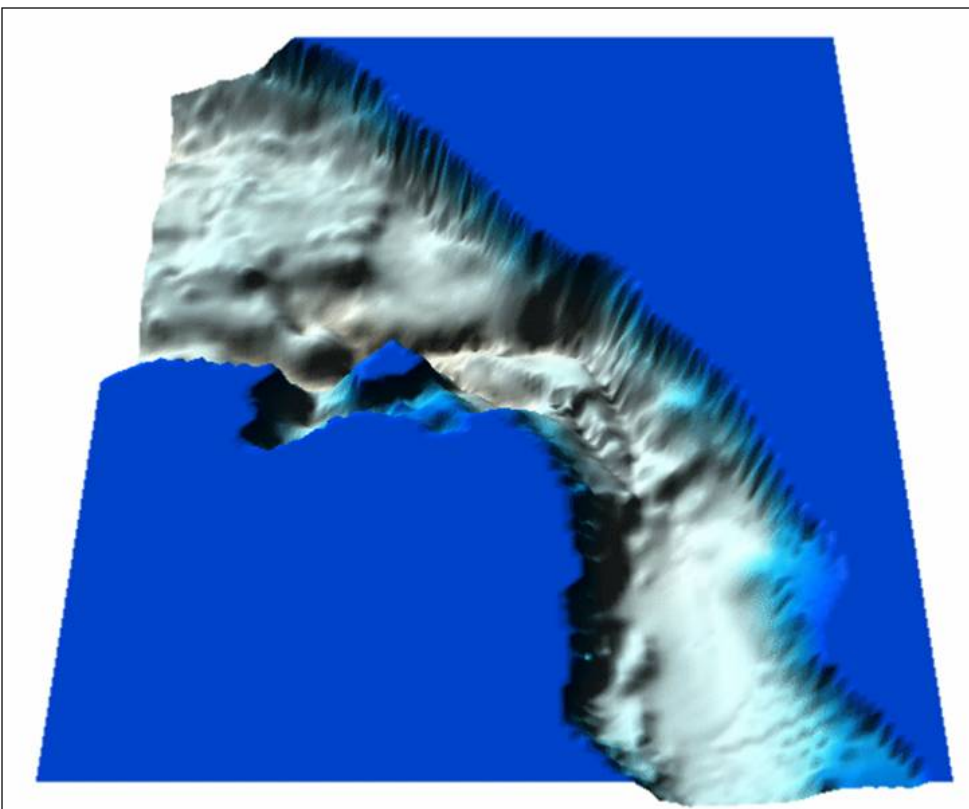


| Nedre grense<br>m | Øvre grense<br>m | Areal<br>Km2 | Andel av total<br>% | Kumulativt Areal<br>km2 |
|-------------------|------------------|--------------|---------------------|-------------------------|
| 0,001             | 0,01             | 2,360        | 30,16               | 7,826                   |
| 0,01              | 0,1              | 2,255        | 28,81               | 5,466                   |
| 0,1               | 0,5              | 1,351        | 17,27               | 3,212                   |
| 0,5               | 1                | 0,441        | 5,63                | 1,860                   |
| 1                 | 5                | 0,635        | 8,11                | 1,420                   |
| 5                 | 10               | 0,213        | 2,72                | 0,785                   |
| 10                | 20               | 0,257        | 3,29                | 0,572                   |
| 20                | 25               | 0,104        | 1,32                | 0,315                   |
| 25                | 30               | 0,096        | 1,23                | 0,211                   |
| 30                | 43               | 0,115        | 1,47                | 0,115                   |

Figur 37. Deponi etter 20 års utslipp, Utslipp på 40 meter, Avgangen sedimenterte overveiende i det nordlige bassenget, Toppen nådde 43 meter over bunnen.



*Figur 38. 3-d plot av bunnen i dag, dvs uten deponi.*



*Figur 39. Utslipp 40 m. 3-D plot av bunnen med deponi etter 20 års avgang fra 40 meter.*

### 3.7 Suspenderte partikler i fjorden

Avgangen ble delt inn i sju klasser, som vist i Tabell 8. Simulerte maksimumkonsentrasjoner i en 10 dagers periode i januar 2008 er vist i Figur 40 - Figur 43. Det var relativt liten variasjon over lang tid i modellen slik at den høyeste konsentrasjonen i hver celle av modellen i en 10-dagers periode i rimelig grad er representativ. Dette kan ses i Figur 44, der de forskjellige størrelsesfraksjonenes konsentrasjoner i vannmassen er vist over en firemåneders periode. 10 dager ser ut til å være helt adekvat for en av de høyere konsentrasjonene igjennom disse fire månedene for overflatevannet.

Resultatene blir presentert i ulike dyp for hver kornstørrelsesklasse. Kornstørrelsesklasse 5 og 6, med diameter over  $= 130 \mu\text{m}$ , sedimenterte nær utslippspunktet og ble ikke presentert på kartene over suspenderte partikler. Disse to klassene utgjorde nær 98 % av utslippet.

For alle kornstørrelsesklassene var det karakteristisk med konsentrasjoner over  $0,1 \text{ mg/l}$  innen et par kilometer fra utslippet. Ved avtagende partikkelstørrelse ble denne sonen større nær overflaten i de sentrale og ytre delene av fjorden.

Utslipet var i underkant av  $0,1 \text{ m}^3/\text{s}$  avgang som beskrevet tidligere. For de fineste partiklene,  $5 \mu\text{m}$ , var konsentrasjoner  $0,01 - 0,005 \text{ mg/l}$  vanlige i overflaten i omtrent hele fjorden i de øverste 20 meterne. Dypere ned ble partikkelinnholdet lavere. Dette er langt under Bakgrunnsnivåene ligger over  $0,2 \text{ FTU}$  ( $\text{FTU} \sim \text{mg/l}$ ) (Akvaplan-nivas grunnlagsundersøkelse). For kornstørrelsesklasse 2,  $8 \mu\text{m}$ , ble utbredelsesmønsteret omtrent det samme, men konsentrasjonene var redusert til omkring  $1/10$ .

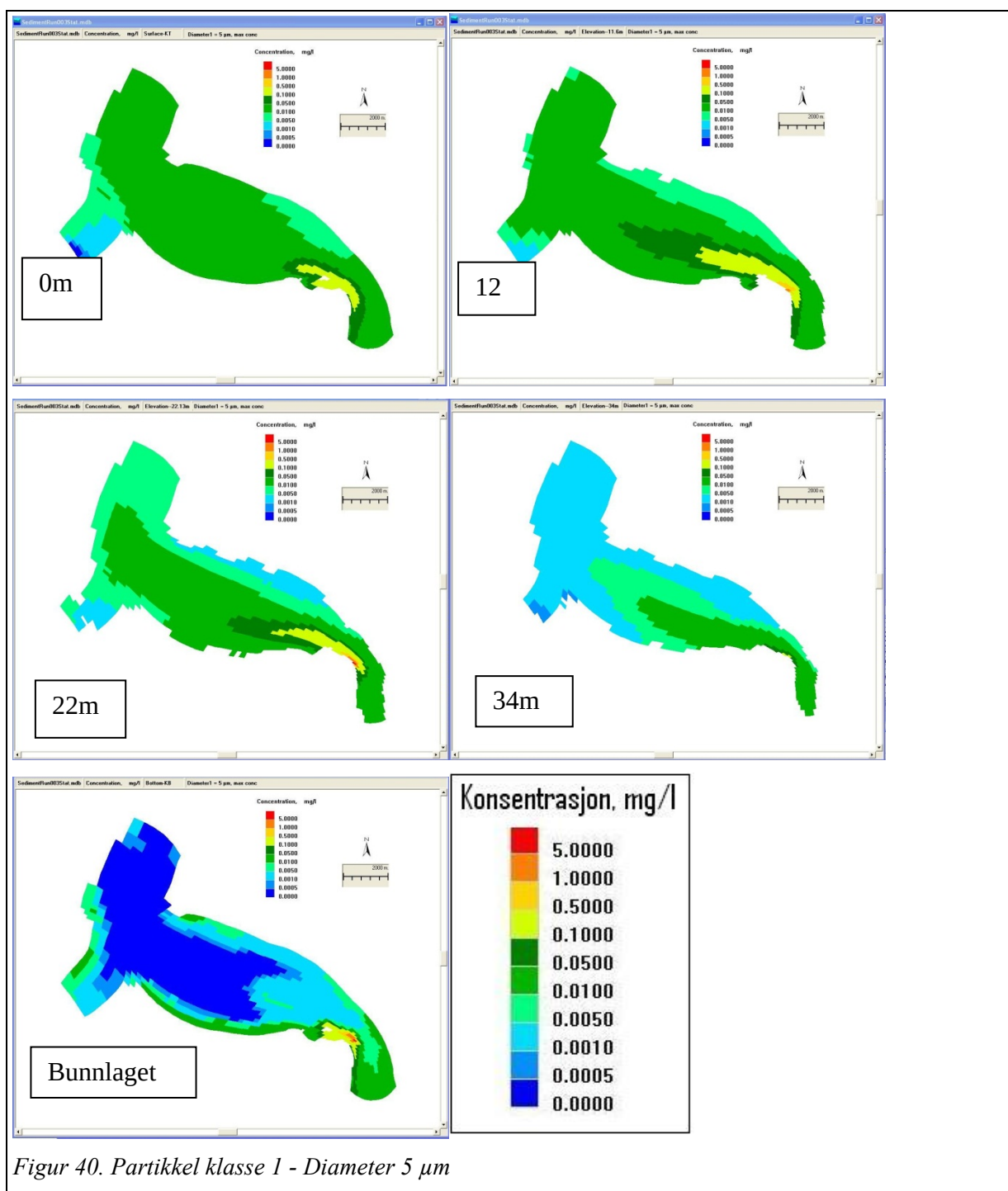
For de større kornstørrelsesklassene var påvirkningen størst omkring utslippsdypet på 30 meter og ubetydelig lengre bort og i overflaten.

Konsentrasjonene i lengdeprofilen fra 10. januar 2008 gir et inntrykk av hvordan ulike kornstørrelser spres. Mye av de fineste partiklene ble spredt mot overflaten nær utslippsstedet.

De omtalte resultatene er maksimum konsentrasjoner i perioden. De vil kun opptre i mindre perioder. Karakteristiske middelverdier var omkring  $1/5 - 1/10$  av maksimum konsentrasjonene.

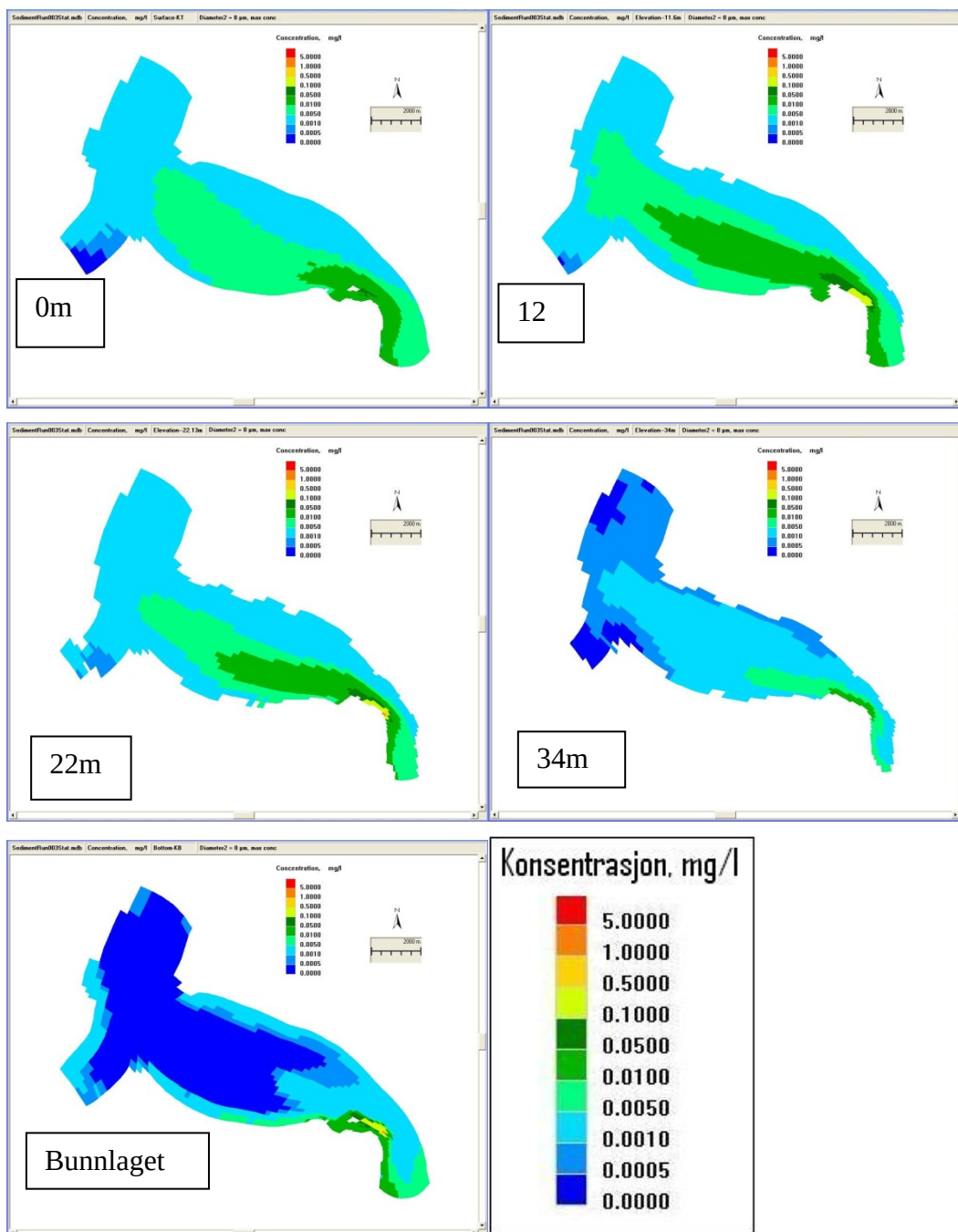
Vind, ferskvannstilførsler og ekstreme vannstandsendringer i løpet av året vil føre til endrede strøm- og spredningsforhold. Imidlertid er tidevannsstrømmen dominerende kraft. Disse er overveiende regelmessige, slik at 10 dagers perioden kan anses som tilstrekkelig representativ. Ekstremt kraftige påvirkninger vil føre til økt vannbevegelser og rimeligvis øke fortynningen. Den lange firemånedersperioden i Figur 44 viste at det ikke ble verre i vårperioden der man kan ha økt omrøring. Økt omrøring og strømmer virker heller reduserende på partikkelkonsentrasjonene, siden dette fortynner dem. Om sommeren vil vannet i overflaten være noe varmere ( $8^\circ\text{C}$ ) og dermed lettere, noe som bidrar til økt vertikal stabilitet og dermed også redusert partikkelspredning til overflatelaget. Det samme gjelder i perioder med store ferskvannstilførsler. De presenterte karakteristiske simulerte maksimumkonsentrasjonene i overflatelagene burde følgelig bli redusert av disse fenomenene.





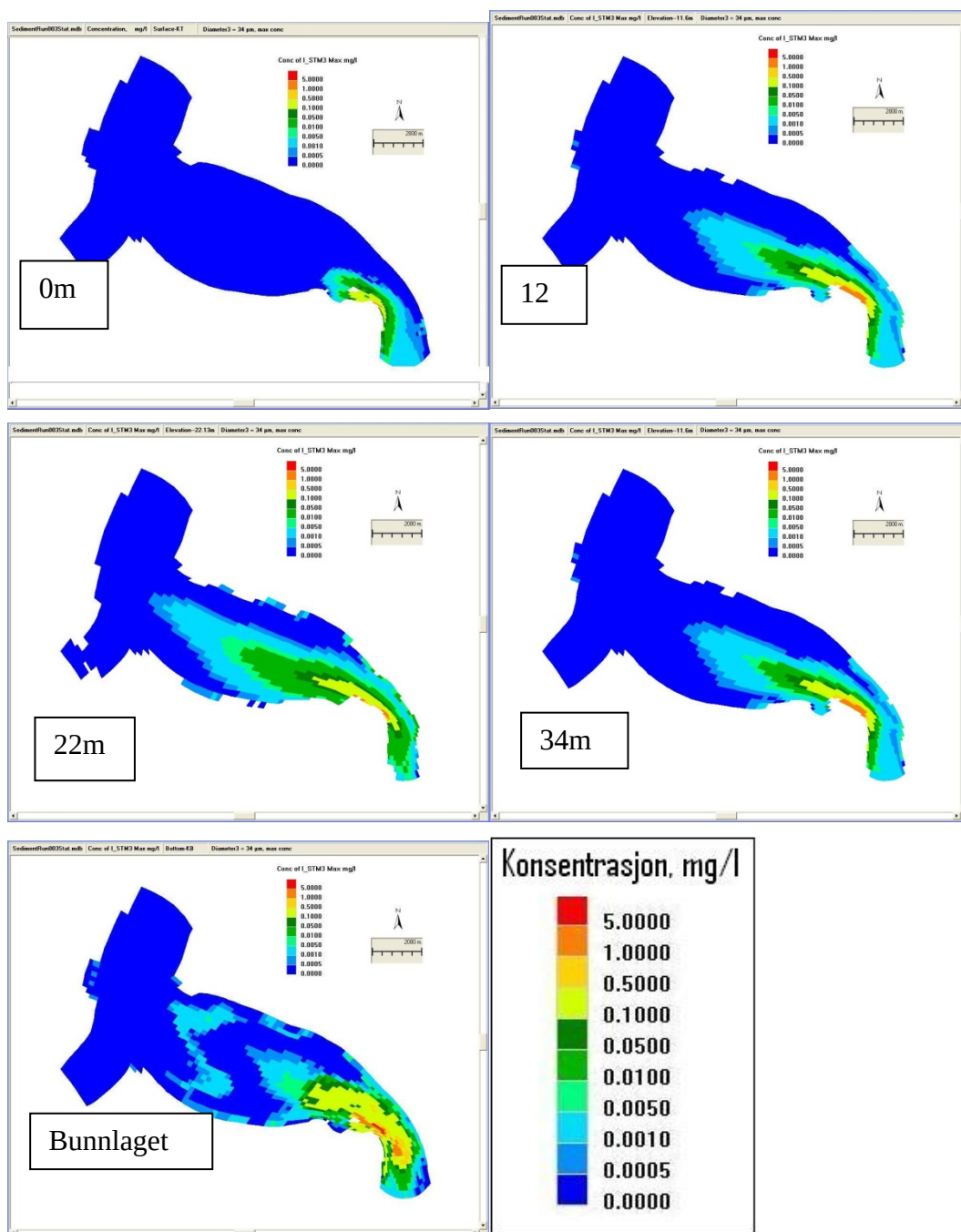
Figur 40. Partikkel klasse 1 - Diameter 5 µm

Maksimum konsentrasjoner i en 10-dagers perioden for dybdelagene: 0m, 12 m, 22 m, 34 m og bunn. (Merk at bunnen kan ha et dyp 1 meter langs land og 100 meter på dypt vann.)



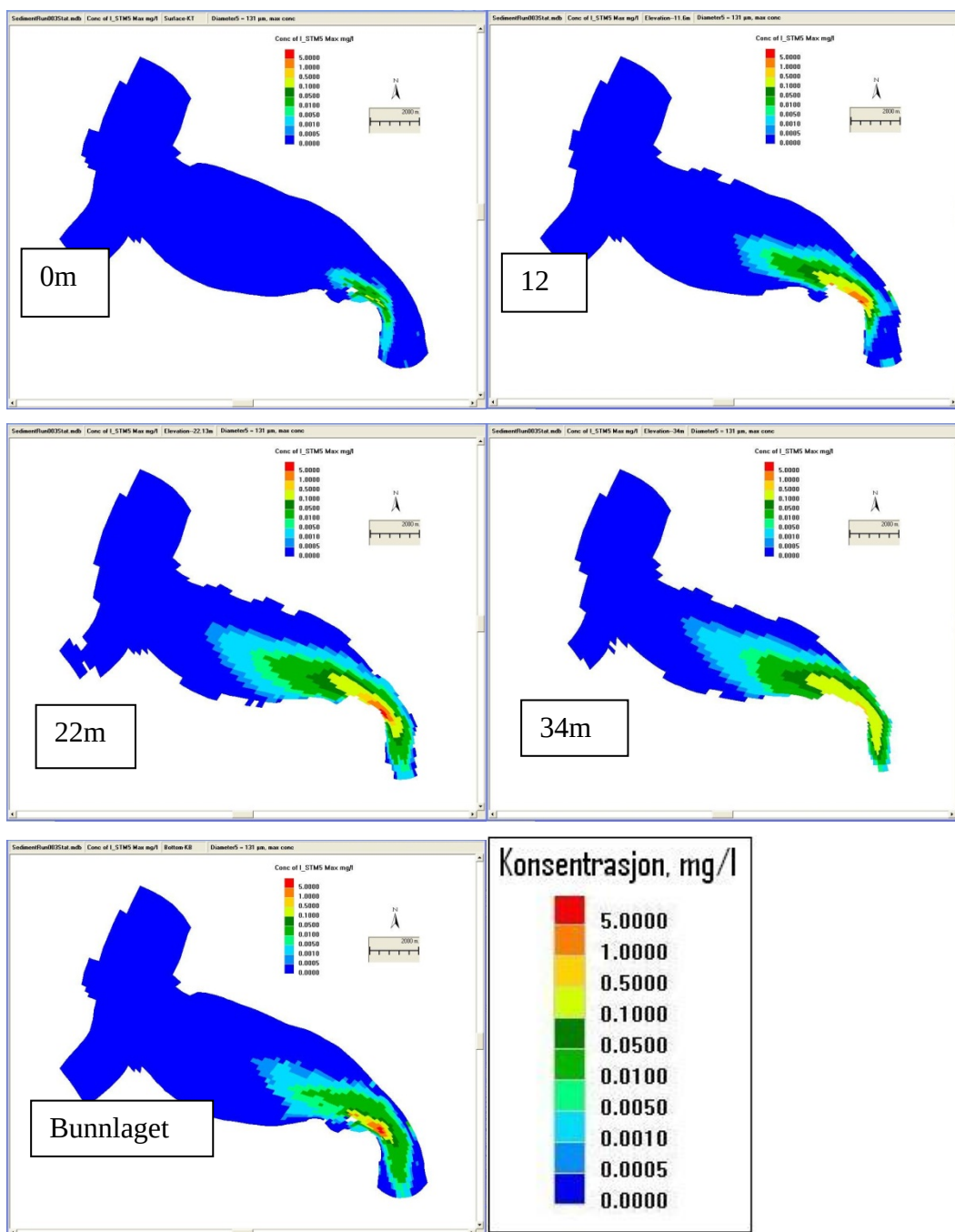
Figur 41. Partikkel klasse 2 - Diameter 8  $\mu\text{m}$

Maksimum konsentrasjoner dybdelagene: 0m, 12 m, 22 m, 34 m og bunn



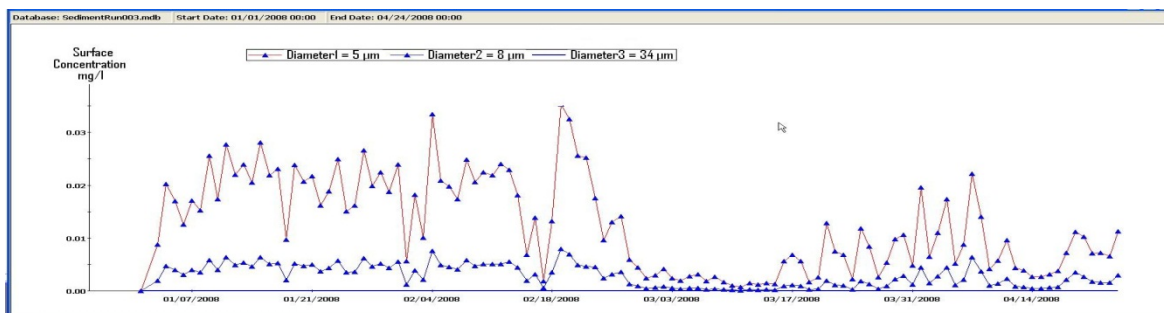
Figur 42. Partikkel klasse 3 - Diameter 34 µm

Maksimum konsentrasjoner dybdelagene: 0m, 12 m, 22 m, 34 m og bunn

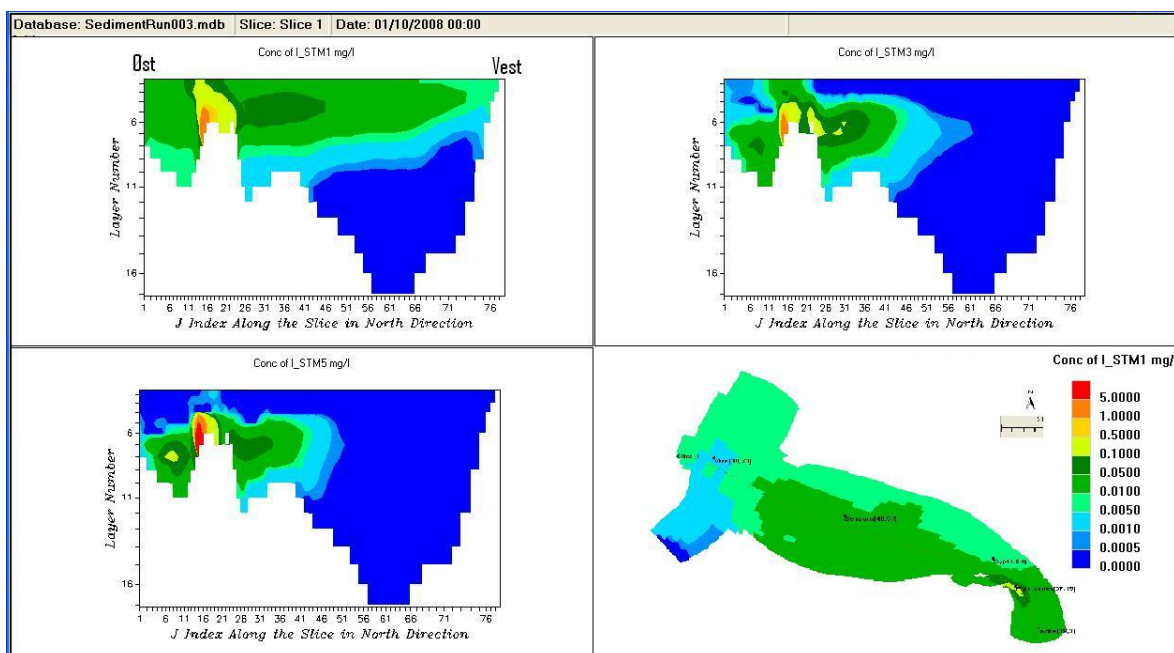


Figur 43. Partikkel klasse 5 - Diameter 131 µm

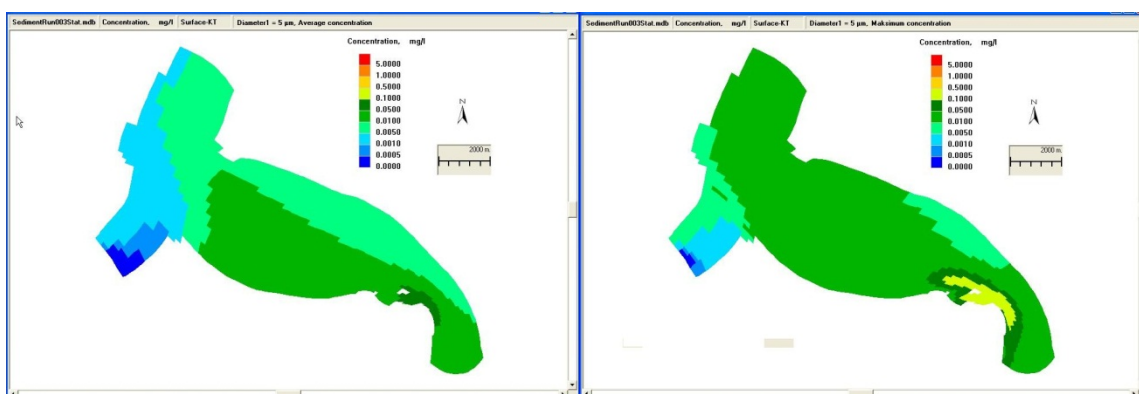
Maksimum konsentrasjoner dybdelagene: 0m, 12 m, 22 m, 34 m og bunn



Figur 44. Eksempel på variasjon av konsentrasjoner i overflaten for kornstørrelsesklasse 1-3 for midten Område A ved overflaten.



Figur 45. Lengdeprofil. Simulerte stoffkonsentrasjoner 10 januar 2008 av kornstørrelsesklasse 1, 3 og 5. Utslippspunktet er Nussir ASAs opprinnelige forslag.



Figur 46. Partikkel klasse 1 - Diameter 5 µm.

Maksimum konsentrasjonene i 10 dagers perioden var omkring 5 ganger høyere enn gjennomsnittskonsentrasjonene.

### 3.8 Uhellscenario: Utslipp i overflaten

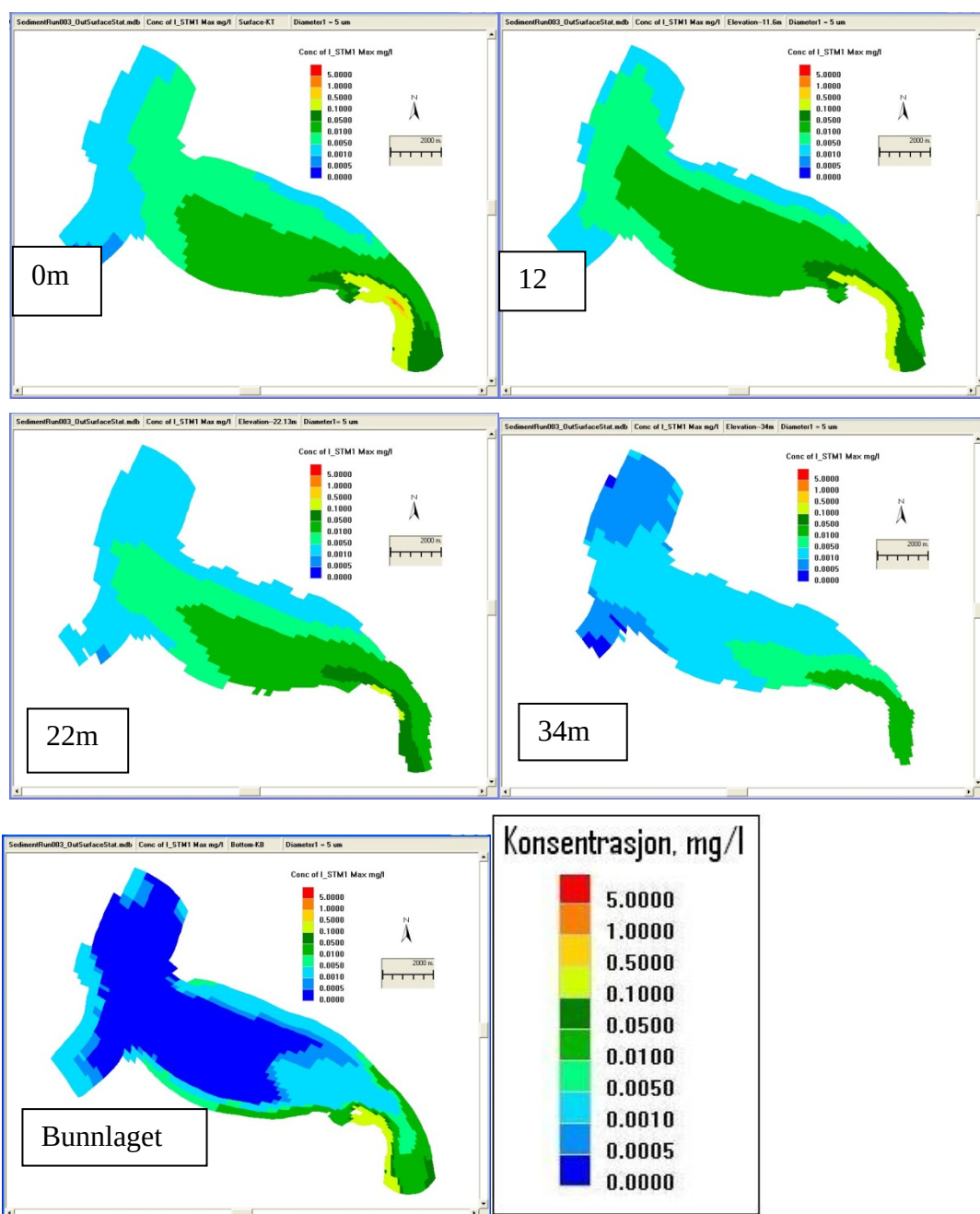
Vi antok at utslippet ble gjort i overflaten som følger av et ledningsbrudd ved Markoppneset. Resultatene som er presentert på kartene (Figur 40 - Figur 49) viser høyere konsentrasjoner i den samme tidagersperioden enn det vi forventer om et ledningsbrudd skjer ved overflaten ved Markoppneset. Vi presiserer at dette gjelder avgang som har blitt fortykket med Magnafloc10. Uten Magnafloc10 kan man få mye mer spredning av finstoff. Spredning av partikler uten Magnafloc10 er svært usannsynlig siden oppredningsprosessen for gruva er avhengig av at resirkuleringsprosessen av vann ved bruk av Magnafloc10 fungerer. Hvis den ikke fungerer må prosessen og utslippet uansett stoppes. Ved et overflateutslipp vil de større partiklene imidlertid ikke sedimentere i det dype bassenget der de burde.

Partikler med diameter større enn 130  $\mu\text{m}$  sedimenterte i nærheten av utslippet og påvirket i liten grad de fri vannmassene i fjorden. Dette utgjorde ca. 98 % av den totale avgangen.

I store trekk ble forskjellene små i forhold til utslippet på 30 meters dyp (Figur 46 - Figur 49). De høyeste konsentrasjonene var av samme størrelsesorden. Imidlertid ble spredningen noe forskjellig. Overflateutslipp førte til økt maksimum nettotransport innover i fjorden med tilhørende høyere konsentrasjoner der. Også partikler med diameter større enn 30  $\mu\text{m}$  påvirket overflatelagene. Utover i fjorden ble forskjellene mindre i forhold til scenariene ved dypvannsutslipp.

Det er i denne rapporten ikke gjennomført en risikovurdering for ledningsbrudd. EN ROS-analyse er gjennomført av Didriksen og Willersrud 2011 der de konkluderer med at sannsynligheten for brudd på avgangsledning anses som tilnærmet lik null. Ved eventuelt brudd på avgangsledning vil deponering automatisk stenges av (Didriksen og Willersrud 2011). Resultatene fra modelleringen viser i hovedsak at et overflateutslipp der avgangen er fortykket med Magnafloc10 vil medføre at 98 % av avgangen blir deponert på bunnen i nærheten av ledningsbruddet samt at det vil være en noe økt spredning av partikler i overflaten sammenlignet med deponering på 30 meters dyp.

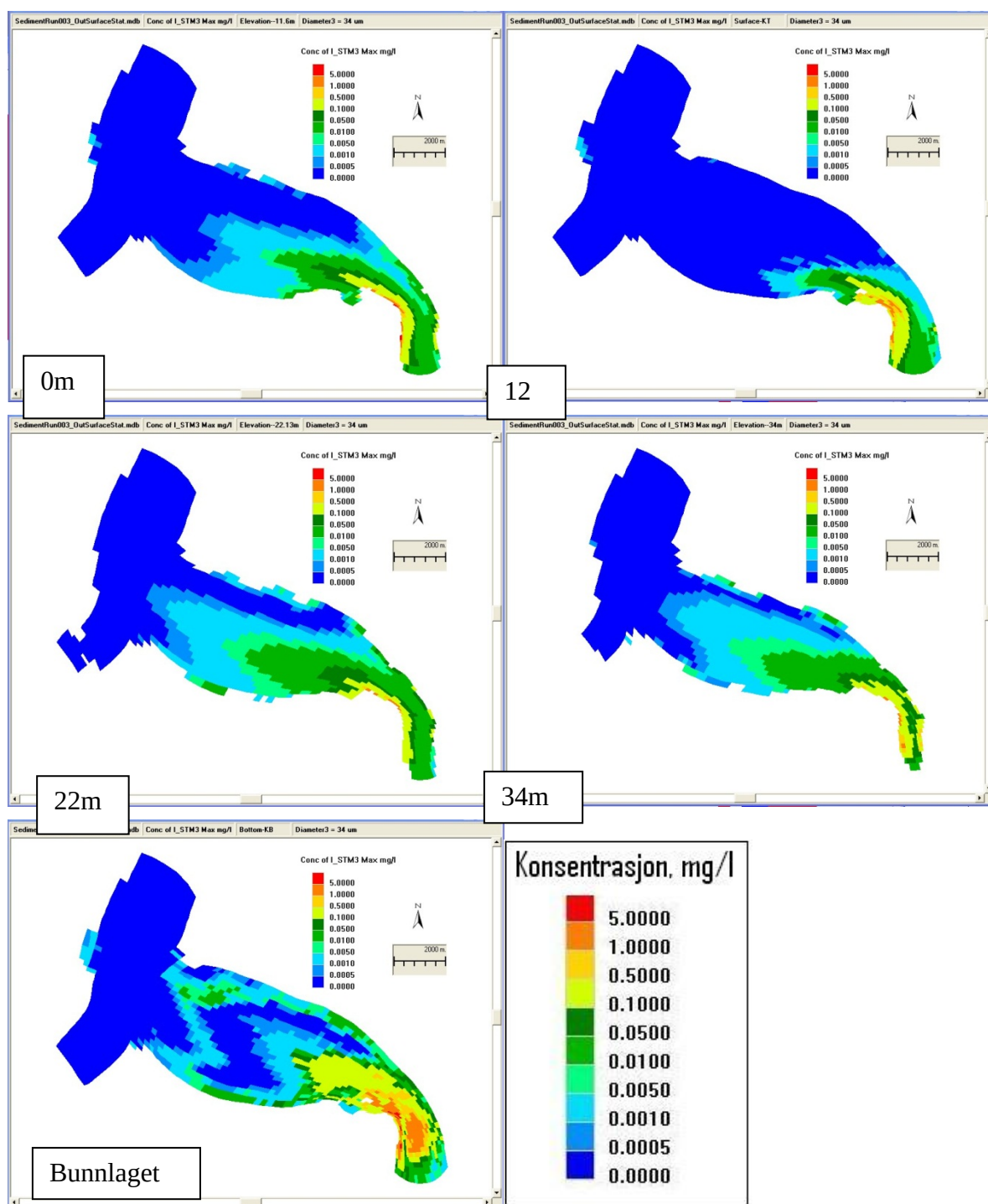




Figur 47. Partikkel klasse 1 - Diameter 5 µm

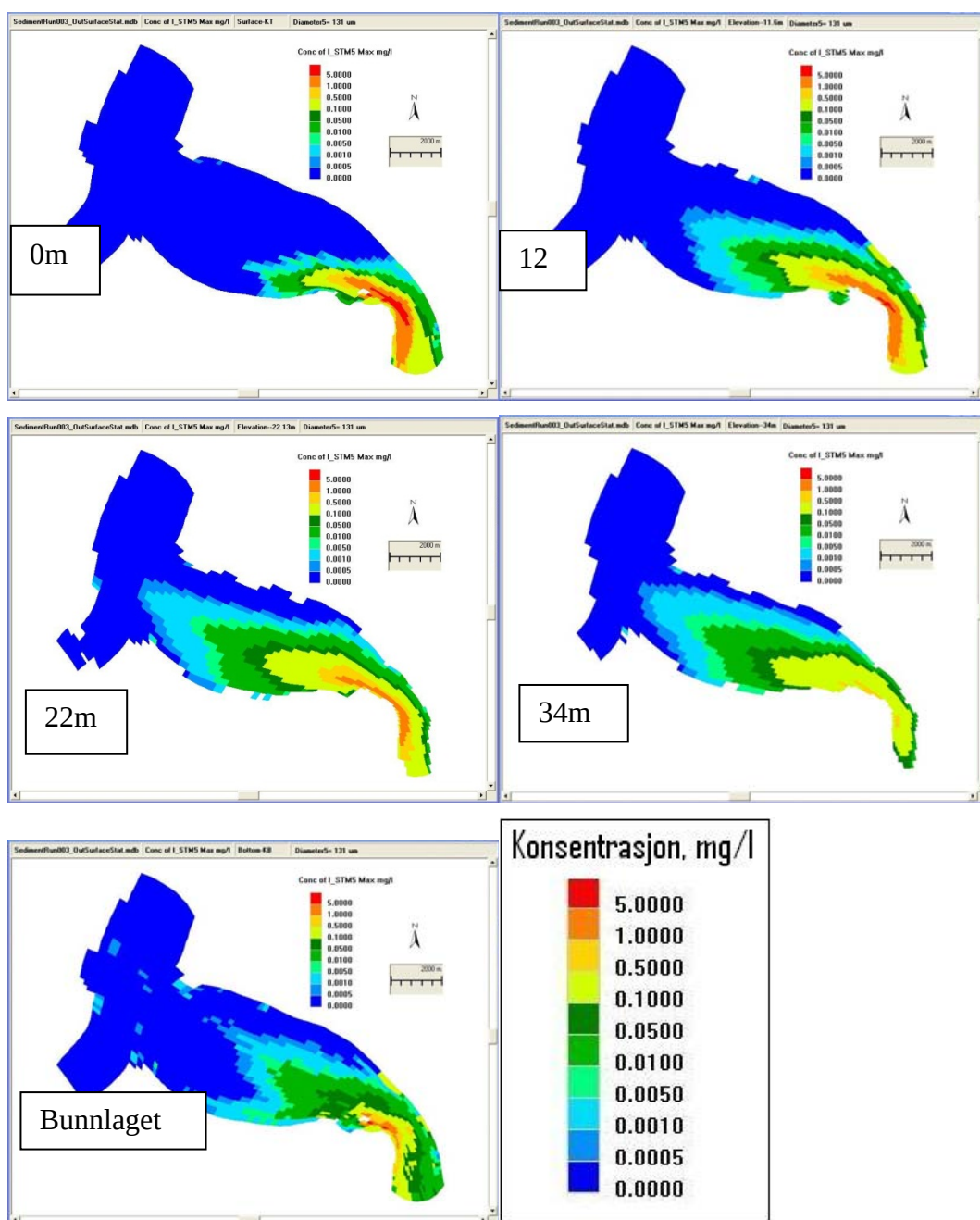
Maksimum konsentrasjoner dybdelagene: 0m, 12 m, 22 m, 34 m og bunnlaget.





Figur 48. Partikkel klasse 3 - Diameter 34 µm

Maksimum konsentrasjoner dybdelagene: 0m, 12 m, 22 m, 34 m og bunnlaget.



Figur 49. Partikkel klasse 5 - Diameter 131 µm.

Maksimum konsentrasjoner dybdelagene: 0m, 12 m, 22 m, 34 m og bunn

### 3.9 Diskusjon

Modellen ble basert på en teoretisk beregning av forventet egenskaper av flokkulerte partikler vil bli, basert på eksperimenter utført på NIVA (Iversen og Bjerkeng) at flokkuleringen fungerer som den skal. Simuleringene ved bruk av GEMSS modelleringene gir svært små andeler av fine partikler (1-2 %) og dette er sannsynlig ved bruk av Magnafloc10. Simuleringene baserer seg på at flokkuleringen fungerer optimalt etter utblanding med sjøvann.

Flokkuleringsprosessen resirkulerer ferskvann, før saltvannsinnblandingen skjer ved utslippet. Nussir ASA opplyser at flokkuleringen er en såkalt ”kritisk kjemikalietilsats for gruvedriften”, siden de er avhengig av at flokkuleringen fungerer for å unngå urent vann prosessen. Det er dermed svært lite sannsynlig at flokkuleringen ikke blir utført gjennomgående i hele produksjonsperioden siden avgang ellers ikke blir produsert.

Effekter på flokkulerte utslippsmidler av transport i rør, turbulensen ved utslippspunkt, samt hvordan flokkulerte partikler oppfører seg langsiktig har ikke vært vurdert, og det er heller ikke utført tekniske tester for reelutering av avgang med vanndekke. Imidlertid har Iversen (pers. komm. 2011) gjort enkle forsøk i laboratoriet der en tykk slurry (avgang) med Magnafloc10 ble helt over i en stor sylinder med sjøvann med tilsynelatende god flokkulering.

For å gjøre en svært robust numerisk simulering av hvordan et spesifikt fjordsystem fungerer trenger man hyppige hydrografiske undersøkelser av mange stasjoner i fjorden over lang tid, gjerne flere år. Det er sjeldent at slike data foreligger fra en grunnlagsundersøkelse. Data som var tilgjengelig for kalibrering av modellen begrenset til rett under ett års intervall. Det hadde vært ønskelig å validere modellen med uavhengige datasett, og vi skulle også gjerne ha hatt verifiseringsmålinger i årene i etterkant for å kunne se om vår fjordmodell oppfører seg som fjorden selv. I og med at denne konsekvensutredningen ikke har vært utført over flere år og det tidligere ikke har vært mye målinger av denne fjorden, så har det ikke vært gjennomførbart å gjøre slike målinger.

Det er gjort avveininger for hvor lang modelltid som ble kjørt på datamaskinene før man avsluttet et modellforsøk. Målet for utslippspunkt- og deponeringsmodellene var å plassere mest mulig av avgangen nede på bunnen i deponiområde C, nordøst for Fægfjordholmen. Om det viste seg at utslippspunktet ikke fungerte som forventet ble forsøket avsluttet og et annet begynt. Først når et utslippsalternativ som så ut til å fungere lot man modellen kjøre i 20 modelleringsår. Det samme gjaldt partikkelspredningen, det er ikke generelt gjort mer enn 10 modelldagers forsøk når et forsøk på 4 modellmåneder viste at 10 dager ga vel så høye nivåer som lengre forsøk.

#### Sensitivitet – scenarier

Vårt foreslåtte utslippspunkt ligger ved 70.4815 N 24.2803E på 57 meters dyp. Et utslipp fra østsiden av Markoppneset på 30 meters dyp vil gi betydelig spredning til både område C og område D. Vi ser av simuleringene at et dypere utslipp og et utslipp lenger nordvest på Markoppneset vil føre til et deponi som hovedsakelig blir innenfor det foreslåtte deponiområdet (Område C). Det er helningen på bunnen og dypet til terskelen som tilsier hvor dypt dette må slippes. Hvis utslippet legges på 30 meter nord på Markoppneset hauger deponiet seg opp på siden av fjorden fordi det ikke blir bratt nok. Ved 40 meter langs same utslippslinje plasseres deponiet i bassenget men det spres også til det gamle deponiområdet (område D). Det er mulig at et utslipp på noe grunnere vann enn 57 meter er mulig men det er best å ha utslippet under terskelnivåene på begge sider av bassenget, dvs 50 meters dyp.

Partikkelkonsentrasjonene i sentrale deler av fjorden ble i følge simuleringene under 0,05 mg/l. Omtrent 2 % av finstoffet spres med vannmassene utenfor det sentrale deponiområdet på 2,4 km<sup>2</sup>. Det er lite sjiktning i fjorden slik at det hovedsakelig er utskiftning av vannmassene med tidevannet som dominerer prosessene. Økt strøm øker utskiftningen og gir bedre utblanding i resipienten.

Konsentrasjonene ved utslippene med Magnafloc10 vil være for små til at de vil være synlige. Til sammenlikning kan de naturlige bakgrunnsverdiene være omkring 0,2 - 0,5 mg/l. Usikkerheten i beregningene vil rimeligvis være større enn den klasseinndelingen som er benyttet ved presentasjon av resultatene på figurene, for eksempel å skille mellom 0,1 mg/l og 0,05 mg/l. Den svært effektive behandlingen med Magnafloc10 er viktig. De samme modellforsøkene gjort med den opprinnelige andelen av de fineste partiklene før flokkulering gir over 100 ganger høyere konsentrasjoner i overflatevannet i fjorden. Dette kan ha vært situasjonen ved Folldal Verk sitt utslipp, slik folk husker det. Typiske maksimumkonsentrasjoner i sentrale deler av fjorden vil i så fall kunne ha vært 5 mg/l, i alle fall om vi ikke tar hensyn til naturlig flokkulering i fjorden. Den store forskjellen i utslippet slik det foreslås nå er altså det svært effektive flokkuleringsmiddelet som hindrer denne høye partikkelkonsentrasjonen i overflatevannet.

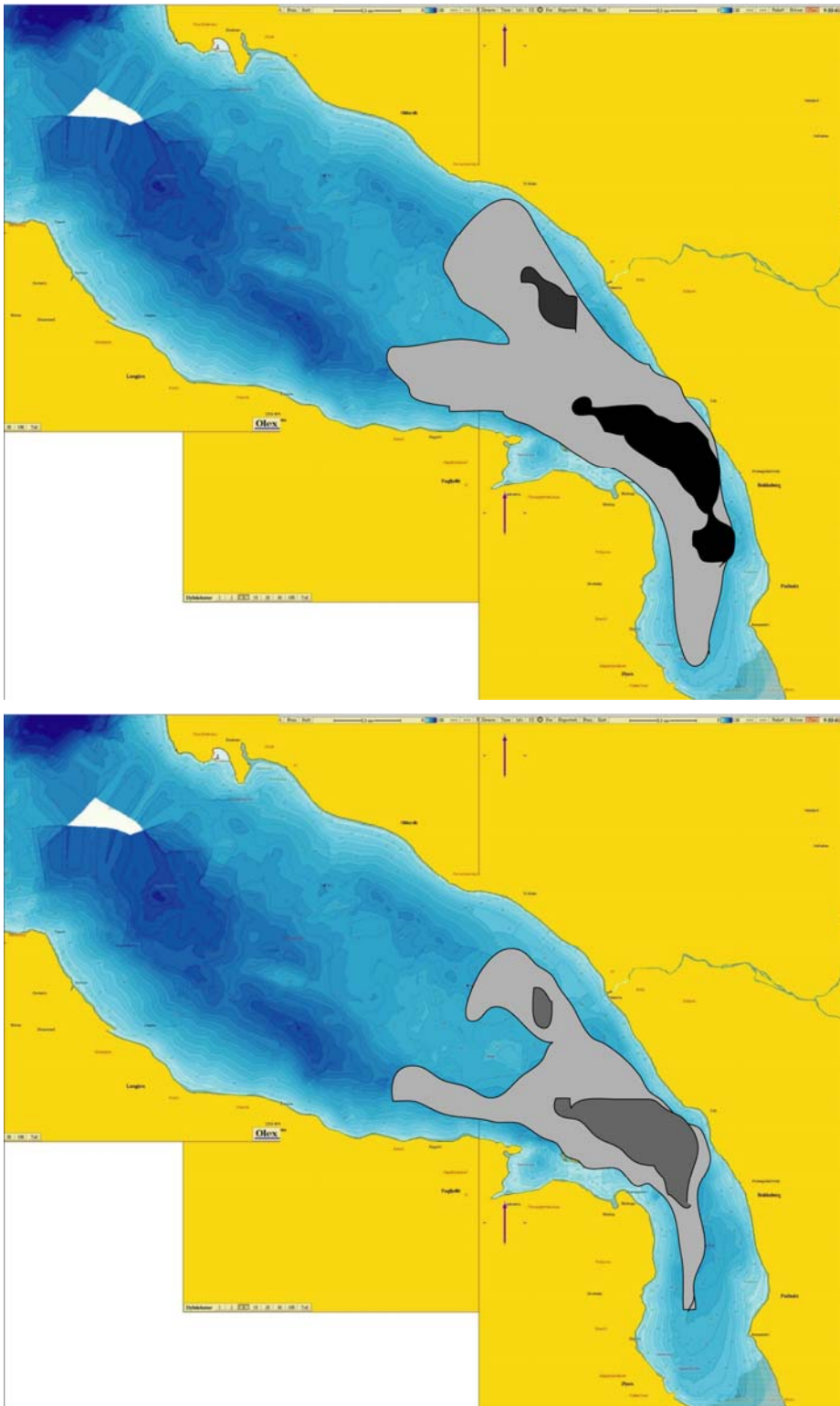
Den detaljerte klassifiseringen av resultatene kan være nyttig med hensyn til å vurdere betydningen av endrede utslippsmengder. Konsentrasjonene omkring i fjorden vil endres proporsjonalt med utslippsmengden.

### 3.10 Konklusjon

Vi har simulert utslipp, spredning og sedimenteringsmønstre av gruveavgangen i Repparfjorden som kan kunne brukes for de kjemiske og økologiske konsekvensene av sjødeponi i denne konsekvensutredningen. Vi ser at et dypt utslipp lenger nordvest på Markoppneset vil føre til et deponi som hovedsakelig blir innenfor det foreslåtte deponiområdet (Område C). Utslippspunktet på 30 meter på østsiden til Markoppneset gir avgangsspredning på bunnen både til Område C og D (det gamle deponiområdet).

Et bedre utslippspunkt ligger ved 70.4815 N 24.2803E på 57 meters dyp. Med dette utslippsutgangspunktet har vi vist at det er sannsynlig at et 7,4 km<sup>2</sup> totalområde med et kjerneområde 2,4 km<sup>2</sup> blir dekket om man bruker det mest ideelle utslippspunktet nord på Markoppneset. Området kan ses i Figur 50. Slippes utslippet høyere enn terskeldypet mot den indre fjorden gir dette et betydelig større kjerneområde med mer enn 10 cm avgang.

Hvis Magnafloc10 er optimalisert slik at det fungerer slik det er vist i forsøkene vil omtrent 2% av finstoffet spres med vannmassene utenfor dette området på 2,4 km<sup>2</sup>. Det er lite sjiktning i fjorden slik at det hovedsakelig er utskiftning av vannmassene med tidevannet som dominerer prosessene. Økt strøm øker utskiftningen.



Figur 50. Den øverste figuren viser utslipp ved 40 meter nord på Markoppneset, den nederste viser utslippet ved 57 meters dyp for deponering av 30 millioner  $m^3$  avgang i fjorden.. Det lyse grå er området som vil motta 1-50 cm avgang totalt er 5,4  $km^2$  for utslipp ved 40 meter og 4,5  $km^2$  ved utslipp ved 57 meter. En randsone på 2,4  $km^2$  vil motta 1mm-1 cm avgang. Denne sonen er dominert av den naturlige sedimentasjon i fjorden (3,8 mm/år).

## 4 De kjemiske konsekvensene av sjødeponering i Repparfjorden

---

### 4.1 NIVAs oppgaveforståelse for kapittel 4 – kjemiske konsekvenser av sjødeponering

I delutredningen har NIVA vurdert kjemiske konsekvenser av den prospekterte avgangsdeponeringen i Repparfjorden i Finnmark for Nussir ASA. Biologiske konsekvenser vurderes separat i kapittel 5 av Akvaplan-niva. Delutredning 3 baseres på informasjon fremlagt av Nussir ASA om planlagt drift, komplette datablader for kjemikaliene som skal brukes samt deres konsentrasjoner og analyser av avgangsmaterialet i sine enkelte størrelsesfraksjoner. I tillegg vil arbeidet basere seg på resultater fra modelleringsarbeid av fjordens dynamikk og avgangens spredning og tykkelse på fjordbunnen og i vannmassene fra kapittel 3.

I dette kapitlet er avgangen modellert som det potensielle kunstige fjordslammet det blir i et sjødeponi og vurdert etter "Risikovurdering av forurenset sediment, TA-2230/2007, sammen med de tilhørende veilederne TA-2229/2007 og TA-2231/2007. Det tilhørende regnearket for TA 2230/2007 utgitt fra Klif er benyttet. Vanligvis gjøres en slik risikoanalyse for forurenset sediment etter at det forurensete sedimentet er i fjorden, og dette er i så måte en måte å være "føre var"-analyse slik at man kan vurdere hva slags økologiske konsekvenser et sjødeponi i Repparfjorden får.

#### 4.1.1 Data og rapporter mottatt:

- Endelig teknisk rapport, SGS (Imeson, 2011)
- Endelig miljørapport, SGS (Bowman, 2011)
- Datablader for SIPX, MIBC, Lime, og Magnafloc10, mottatt fra Nussir i mars og april 2011
- Marine grunnlagsundersøkelser (Christensen *et al.*, 2011)
  - Det er funnet at den naturlige sedimentasjonsraten er 3,8mm/år.
- Økotoksanalyser (NIVA og SGS (Aquatox)) er gjennomført for avgangen "F12 Comb tils" som har 320 mg/kg kobber og 74 mg/kg nikkel. SGS sine tester kan finnes i Bowman (2011). NIVAs tester kan ses i Lilicrap *et al.* (2011).
  - Microtox (bakteriell test) SGS (Aquatox)
  - *Skeletonema costatum* (alger) NIVA
  - *Eohaustorius estuarius* (krepsdyr) SGS (Aquatox)
  - *Tisbe battagliai* (krepsdyr) NIVA
  - *Arenicola marina* (fjæremark) NIVA

I Kleiv (2011) sin oppsummering av SGS Lakefield sine miljøundersøkelser er det skrevet:

”De fem avgangsprøvene/materialene som er beskrevet i denne rapporten (norsk versjon av Imeson, 2011) vil i ulik grad være representative for fremtidig avgang. Med utgangspunkt i flotasjonsprosessen er det liten tvil om at materialet fra ’locked cycle’-testene står fram som det mest representative avgangsmaterialet og vil følgelig kunne gi det beste estimatet på avgangens kobberinnhold. Det er derimot ”F12 Comb Tls” (prøven fra det oppskalerte satsvise flotasjonsforøket) som er best karakterisert og gjenstand for flest tester. Det er godt samsvar mellom ”F12 Comb Tls” og ”LCT-1” med hensyn på partikkelstørrelsesfordeling. ”Comb Tails F6/F9” vil ikke være representativ med hensyn på partikkelstørrelsesfordeling eller kobberinnhold da det er benyttet langt grovere primærmaling under fremstilling av denne avgangsprøven. Spesifikk egenvekt vil i praksis være den samme for alle avgangsprøvene, og informasjon om kornform funnet ved analyse av ”Comb Tails F6/F9” og ”Comb Tails F11” kan også antas å være generelt gjeldende. Det beste estimatet på avgangens mineralogiske sammensetning fås ved å betrakte analysen av de opprinnelige komposittprøvene.”

## 4.2 Avgangens naturlige kjemikalieinnhold

Bergarters naturlige metaller er også klassifisert som kjemikalier av forurensningsmyndighetene (<http://www.miljostatus.no/Tema/Kjemikalier/Hva-er-kjemikalier/>). Avgangen som kan bli produsert ved Nussir ASA har dermed et naturlig forekommende kjemikalieinnhold i form av blant annet metaller og metallioner bundet i forskjellige mineraler.

En analyse av den kombinerte avgangen fra Nussir og Ulveryggen (F6/F9+F11) som opplyst fra SGS 29. 4. 2011, i forhold 3:1 (pers. komm. Rushfeldt, 2011) er vist i Tabell 12. (F6/F9+F11) var et tidlig oppredningsforsøk hos SGS Lakefield. Tabellen viser at metallinnholdet er variabelt for de forskjellige størrelsesfraksjonene. De minste størrelsesfraksjonene flyter mer sannsynlig i vannmassene i fjorden. Hvis man beregner et konservativt innhold på 670 mg/kg i avgangens gjennomsnittinnhold vil dette bety at det skal deponeres til sammen 20 100 tonn kobber i fjorden som fast stoff i gruvas levetid, eller omtrent 1340 tonn i året, som vurdert i denne konsekvensutredningen. Bergverk vil imidlertid normalt tilstrebe å ta ut så mye av det verdifulle materialet (kobber) som mulig og dette tallet er derfor et maksimumstall. I det mest effektive oppredningsforsøket (Imeson, 2011) ble det vist mye lavere kobberverdier i avgangen og denne ”F12 Comb Tls” hadde 320 mg/kg kobber og 74 mg/kg nikkel (Bowman, 2011). Dette er dermed en minimumsverdi og med denne konsentrasjonen vil det da deponeres rundt 9 600 tonn kobber i fjorden i gruvas levetid eller 640 tonn i året. Det reelle tallet vil antakeligvis ligge mellom disse to ytterpunktene. Den såkalte ”F12 Comb Tls” har imidlertid 180 mg/kg kadmium, 78 mg/kg sink og kvikksølv er 0,3 mg/kg. Der konsentrasjonene i F12 Comb Tls er høyere enn (F6/F9 + F11) er det vist i tabell 12 som fargekode for avgangen uten romertall.

Den gjennomsnittlige avgangen vil derfor ha en kobberkonsentrasjon på rundt 500 mg/kg og kan variere +/- 200 mg/kg. I beregningene i dette kapitlet har vi brukt den høye verdien til å vurdere porevannskonsentrasjoner. Den laveste konsentrasjonen (320 mg/kg) er brukt til å beregne utlekking over tid, siden det mest sannsynlig er en rest av kobber som ikke løser seg opp. I tillegg er ”F12 Comb Tls” avgangen brukt til økotoksanalysene og utlekkingstestene til SGS.



Tabell 10. Avgangens sammensetning (F6/F9 og F11), og klassifisering i henhold til tilstandsklasser for sedimenter i marint miljø (I-V, i henholdsvis blå, grønn, gul, oransje, rød). Der F12 Comb Tls har høyere verdi enn F6/F9 + F11 er tilstandsklassen for F12 Comb tls vist i fargekode (Hg og Zn)

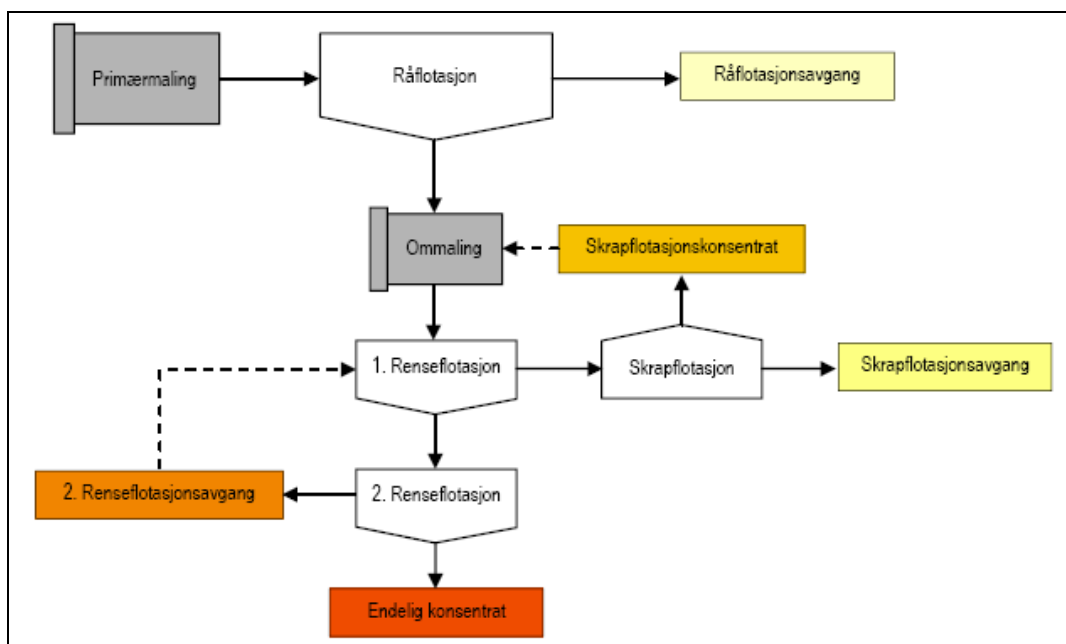
| Prøve                   | Fraksjon µm | Al g/t | Ba g/t | Be g/t | Ca g/t  | Co g/t | Cr g/t | Cu g/t |
|-------------------------|-------------|--------|--------|--------|---------|--------|--------|--------|
| Total avgang            | >103        | 55 175 | 1 103  | 0.9    | 40 148  | 16     | 119    | 1 297  |
| Total avgang            | 103-53      | 39 575 | 946    | 0.5    | 97 923  | 11     | 95     | 557    |
| Total avgang            | 53-38       | 36 400 | 1 001  | 0.4    | 125 315 | 13     | 80     | 429    |
| Total avgang            | <38         | 49 200 | 1 304  | 1.0    | 112 638 | 65     | 294    | 601    |
| Gjennomsnitt all avgang |             | 45 365 | 1 125  | 0.7    | 99 596  | 34     | 176    | 671    |
| Tilstandsklasse         |             |        |        |        |         |        | II     | V      |
|                         |             | Fe g/t | K g/t  | Li g/t | Mg g/t  | Mn g/t | Na g/t | Ni g/t |
| Total avgang            | >103        | 15 600 | 27 075 | 19     | 10 740  | 1 032  | 15 025 | 38     |
| Total avgang            | 103-53      | 11 075 | 17 140 | <10    | 8 260   | 2 266  | 13 500 | 40     |
| Total avgang            | 53-38       | 11 580 | 14 660 | <10    | 8 508   | 2 927  | 13 925 | 56     |
| Total avgang            | <38         | 20 325 | 19 750 | 37     | 12 918  | 2 772  | 14 175 | 223    |
| Gjennomsnitt            |             | 15 609 | 19 332 | 23     | 10 574  | 2 393  | 14 099 | 116    |
| Gjennomsnitt all avgang |             |        |        |        |         |        |        | III    |
|                         |             | Sr g/t | Ti g/t | V g/t  | Y g/t   | Zn g/t | Hg g/t | S %    |
| Total avgang            | >103        | 91     | 2 103  | 51     | 9       | 27     | 0.3*   | 0.04   |
| Total avgang            | 103-53      | 151    | 1 363  | 29     | 8       | 19     |        | 0.04   |
| Total avgang            | 53-38       | 187    | 1 215  | 27     | 10      | 17     |        | 0.04   |
| Total avgang            | <38         | 187    | 1 830  | 46     | 12      | 55     |        | 0.08   |
| Gjennomsnitt all avgang |             | 163    | 1 642  | 39     | 10      | 34     | *      | 0.06   |
| Tilstandsklasse         |             |        |        |        |         |        |        |        |

### 4.3 Den tekniske oppredningsprosessen og de naturlige og tilsatte kjemiske stoffene som inngår

Avgang, avfall fra oppredningsprosessen i en gruve, oppstår etter en prosess i flere deler. For å kunne forutsi hva som følger avgangsmateriale til et sjødeponi er det vesentlig å forstå hvordan denne foregår (Figur 51).

Hoveddelene er:

- 1) Uttak fra gruva, finknusing til steinmel som er fint nok til at mineralkornene man er interessert i kan tas ut med effektive prosesser
- 2) Separering av avfallet (avgang) fra det verdifulle materialet
- 3) Fortykning (gjenvinning av brukt ferskvann fra avgangen for gjenbruk i separasjonsprosessen)
- 4) Transport via rør til sjødeponiet ute i fjorden



Figur 51. Prosess for utvinning av kobber fra Nussir ASA. Figuren er produsert av Rolv Arne Kleiv ved NTNU.

#### **4.3.1 Del 1 – nedknusing**

Dette innebærer ikke bruk av andre kjemikalier andre enn de som er i bergarten fra før, og prosessen er beskrevet i rapporten fra SGS.

#### **4.3.2 Del 2 – oppredning og flotasjon**

Dette er beskrevet i den tekniske rapporten fra SGS i Canada (Imeson, 2011). I denne prosessen kontrolleres pH-en med kalk (450g/t tørrstoff), CMC (Cellulose gum) tilsettes som 25g/t faststoff, SIPX (Xanthat) blir tilsatt i opp til 25g/t og flotasjonsmiddelet MIBC (methyl isobutyl carbinol) tilsettes i konsentrasjoner mellom 10-20 g/t (fabrikkforhold) og 50g/t (laboratorieforhold).

SIPX og det meste av de andre kjemikaliene adheres til overflaten og følger produktet, og vil dermed i liten grad gjenfinnes i vannstrømmen og i avfallet, ifølge SGS. SGS har forsøkt å måle SIPX i vannet i det potensielle utslippet og har ikke gjenfunnet det med en deteksjonsverdi på 5mg/l vann. For SIPX (natrium isopropyl xantat) har vi ikke mottatt miljøinformasjon om økologiske effekter.

CMC (Cellulose Gum) er klassifisert som ikke giftig.

Kalk (Lime) har følgende økologiske effekter:

- LC50 (96 t) for ferskvannsfisk: 50,6 mg/l (kalsiumdihydroksid)
- LC50 (96 t) for saltvannsfisk: 457 mg/l (kalsiumdihydroksid)
- EC50 (48 t) for bløtdyr i ferskvann: 49,1 mg/l (kalsiumdihydroksid)
- LC50 (96 t) for bløtdyr i saltvann: 158 mg/l (kalsiumdihydroksid)
- EC50 (72 t) for ferskvannsalger: 184,57 mg/l (kalsiumdihydroksid) og
- NOEC (72 t) for ferskvannsalger: 48 mg/l (kalsiumdihydroksid).

MIBC vil muligens finnes i konsentrasjoner på 5mg/L i vannet i utslippet i følge SGS Lakefield. MIBC opplyses å være biologisk nedbrytbart i lave konsentrasjoner men er toksisk i høyere konsentrasjoner (Daphnia LC50 48H >1000mg/L, Fisk 96H LC50 460mg/L). De aktuelle konsentrasjonene i regulær drift er dermed langt under disse verdiene.

#### **4.3.3 Del 3 – Fortykning (separering av ferskvann brukt til resirkulering fra avfallsmaterialet)**

Etter at prosessen er ferdig vil avgangsmaterialet bli skilt fra det gjenbrukbare ferskvannet i en fortykker ved bruk av 17-30 g/tonn faststoff av polymeren Magnafloc 10. SGS har imidlertid brukt 30g/tonn faststoff i sine utfellingstester. Vi tar dermed utgangspunkt i begge disse konsentrasjonene og deres effekt på miljøet.

#### 4.3.4 Del 4 – utslipp

Etter at ferskvannet er gjenvunnet vil man ha rundt 60 *vektprosent* tørrstoff i tanken man pumper utslippet fra tilsvarende omtrent 20 *volumprosent i slurry*. Fortynning med saltvann fra fjorden skal skje på slutten av transporten. I slurryen som slippes ut vil konsentrasjonen av Magnafloc10 være 5-10 ganger lavere i forhold til vannmengden som går i utslippsrøret sammenlignet med konsentrasjonen i fortykkeren der man måler i forhold til vekten til faststoffet (avgangen). Konsentrasjonene av Magnafloc10 vil dermed være maksimalt 6mg/L i det som slippes ut av røret, inkludert faststoff og vann. I tillegg vil utslippsvannet blandes raskt med fjordvannet etter utslipp. Konsentrasjonen av Magnafloc10 i sjøvannet vil dermed hurtig bli svært lav. Den vil eksklusivt følge partiklene ut i vannmassen om mengden tilført er riktig og ikke er overdosert. Optimalisering vil skje når den faktiske driften er i gang.

Databladet til Magnafloc10 viser følgende dødeligheter: 96 timers LC50 for Regnbueørret på 10mg/L og en 48 timers EC50 på *Daphnia Magna* på >50mg/L. De sannsynlige konsentrasjonene i utslippet er lavere enn dette og bør dermed ikke gi risiko for toksisk effekt.

#### 4.3.5 Erfaring fra andre gruver

Vi vil bruke erfaringsdata fra Island Copper Mine (ICM) i British Columbia, Canada, som har lignende avgang. Fjordsystemet er mer innestengt enn i Repparfjorden men vi kan bruke sjøvannsanalyser fra ICM til å vurdere hva som kan skje i Repparfjorden.

#### 4.3.6 Bakgrunnsinformasjon som går inn i kapittel 4

Testing av og informasjon om avgangsmaterialet er viktig for resultatene presentert i dette kapitlet. Tester som er gjennomført spesielt for forhold i Repparfjorden og for Nussir vil gi de riktigste resultatene for gruva og deponiet. Disse kan være tester for bioakkumulering, bionedbrytbarhet, økotoksikologi (avgangens potensielle toksiske effekt for dyr og planter) og utlekkningstester til vannmassene av avgangen og kjemikaliene samt potensielle konsentrasjoner i vannmassene. Vurderingene vil være konservative ved bruk av bakgrunnsmateriale som ikke gjelder situasjonen i Repparfjorden. De kan vise avvik fra reelle miljøeffekter.

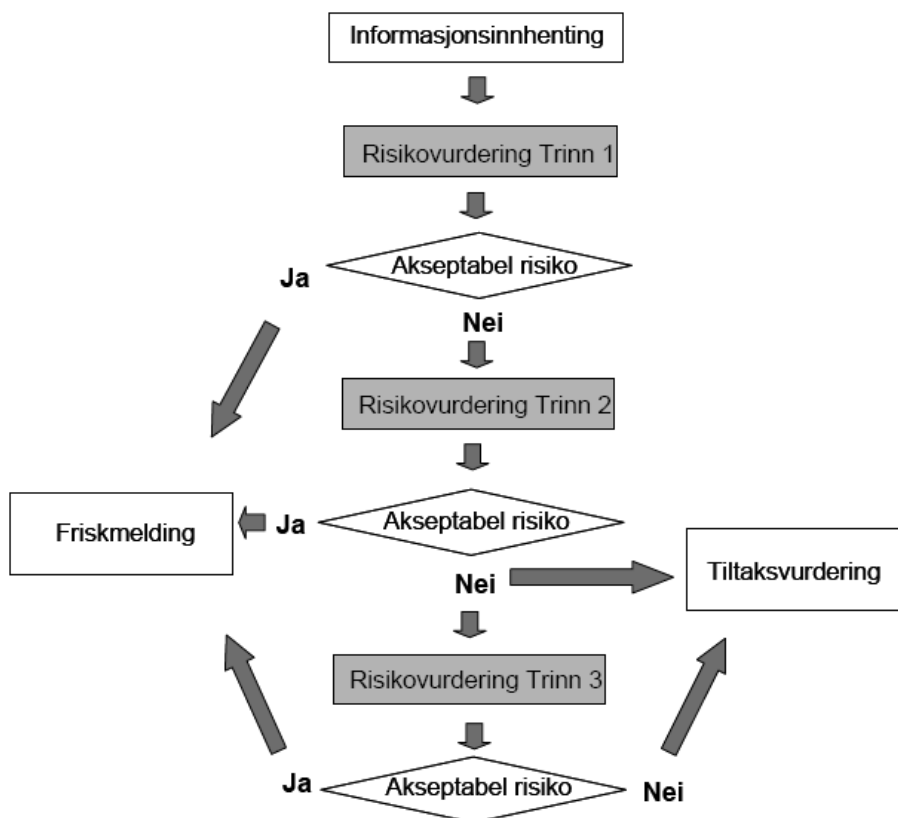
## 4.4 Risikovurdering av forurenset sediment etter TA-2230/2007

I dette underkapitlet vil avgangen risikovurderes som et potensielt fjordsediment. Vi går dermed ut i fra sammensetningen slik den er kjent fra kapittel 4.2.

Risikoveilederen for forurenset sediment (TA 2230/2007, Klif) har følgende hovedtrinn (Figur 52).

Disse er:

- Innhenting av eksisterende informasjon
  - Beskrivelse av det aktuelle sedimentområdet
  - Definerings av miljømål
- Innhenting av ny informasjon
- Trinn 1
  - Trinnet skiller raskt mellom områder som kan friskmeldes og områder som bør vurderes videre. Toksisitetstestene som er inkludert i Trinn 1 ”skal dekke risiko fra samvirke mellom miljøgiftene og effektene av eventuelle toksiske stoffer som ikke er kjemisk identifisert”. Dersom grenseverdiene overskrides bør Trinn 2 i risikovurderingen gjennomføres for å avdekke om den aktuelle risiko er akseptabel eller ikke.
- Trinn 2
  - Trinnet skal bedømme om risiko for miljø- og helsemessige skader fra sedimenter er akseptable eller om man må utføre tiltak.
    - A: Risiko for spredning
    - B: Risiko for human helse
    - C: Risiko for effekter på økosystemet
- Trinn 3
  - Lignende gjøres i Trinn 3 som i Trinn 2, men vurderingen er bedre forankret i lokale forhold. I Trinn 3 gjøres utvalgte målinger for å skifte ut generelle konstanter og koeffisienter med tilsvarende stedsspesifikke verdier. Målet er å gjøre risikovurderingen mindre konservativ og mer pålitelig for det aktuelle området.



Figur 52. Hovedstruktur for risikovurdering av forurensede sedimenter i Norge.

#### 4.4.1 Innhenting av eksisterende informasjon

##### 4.4.1.1 Geografisk beliggenhet

Det risikovurderte området er det området som i kapittel 2.1.3 kalles "Område C, nord for Fægfjordholmen". Området er 3,7 km<sup>2</sup> regnet ved 60-meterskoten og et tynnere lag av sedimenter vil falle utenom dette området, den såkalte randsonen. Vi tar utgangspunkt i det beste alternative utslippspunktet i kapittel 3 på rundt 57 meter nord i renna på Markoppneset.

##### 4.4.1.2 Bunnareal, undersøkt areal etter kravene i trinn 1

Bunnarealet som vil bli dekket med avgangsmaterialet er i Kapittel 3 av denne rapporten vist å bli 7,4 km<sup>2</sup> over prosjektets levetid opp til 20 år. I et område på 2,4 km<sup>2</sup> vil det deponeres mer enn 10 mm avgang i året, resten er en randsonen. Over 15 år vil det tykkere laget, der mer enn 10 mm deponeres totalt, være 4,3 km<sup>2</sup>. Dette siste arealet blir brukt til å regne ut hvor mye som kommer til å lekke ut fra sjødeponiet når det er deponert på bunnen. I kapittel 3 ble det vist at 50% av vannet ble skiftet ut etter 14 dager. Vi bruker derfor en oppholdstid for sjøvannet på en måned.

##### 4.4.1.3 Dybdeforhold og batymetri

Området der man ønsker å deponere avgangsmaterialet er i dag et traufomet basseng (Figur 7). Det er ønsket å fylle dette opp slik at deponiet til slutt blir nærliggende flatt med en

overflate lavere enn terskelen utenfor, altså 55 - 60 m dyp. Det er mulig at det vil danne seg en topp i midten av bassenget, og denne vil muligens rejustere seg ved mindre ras innad i bassenget over tid.

#### **4.4.1.4 Viktige økologiske egenskaper**

Repparfjorden er en fjord som benyttes av kysttorsken til gyting (Falk og Christensen 2011a). Bløtbunnsfaunaen og zooplanktonsamfunnet i Repparfjorden er representativ for det som også er funnet i de fleste andre fjorder i Nord-Norge (Christensen *et al.* 2011).

#### **4.4.1.5 Nåværende arealbruk**

Fjordområdet er i dag et LNF område brukt til fiske og rekreasjon.

#### **4.4.1.6 Skipstrafikkmønster**

Det kommer til å bli økt skipstrafikk til det indre fjordområdet når gruven får tillatelse. NIVA har fått opplyst om at det blir ti ekstra skipsanløp årlig på grunn av driften. Vi tar utgangspunkt i at deponiområdet er så dypt at det ikke vil influeres av skipstrafikken. Propellersosjon fra større fartøy kan i verste fall virke ned til 20 m dyp (TA-2230/2007). Oppvirvling av sedimenter i det gamle deponiområdet (Område D) eller ved kaiområdene ved Øyen ved oppredningsanlegget er ikke inkludert i denne risikovurderingen.

#### **4.4.1.7 Kjente forurensningskilder**

Det er ingen andre kjente betydelige forurensningskilder i området enn gruva. Finnmark Gjenvinning er registrert med et utslipp til fjorden ved Øyen.

#### **4.4.1.8 Den nåværende miljøtilstanden i fjordsediment og fjordvann**

Akvaplan-niva har gjort grunnlagsundersøkelser i Repparfjorden (Dahl-Hansen og Velvin, 2008, Christensen *et al.* 2011). I disse undersøkelsene er det blant mye annet gjort sedimentanalyser og sjøvannsanalyser i området der det tidligere har vært sjødeponi, innerst i fjorden. I den ytre delen av fjorden er det gjort vannanalyser i topp og bunnlagene (Figur 53).

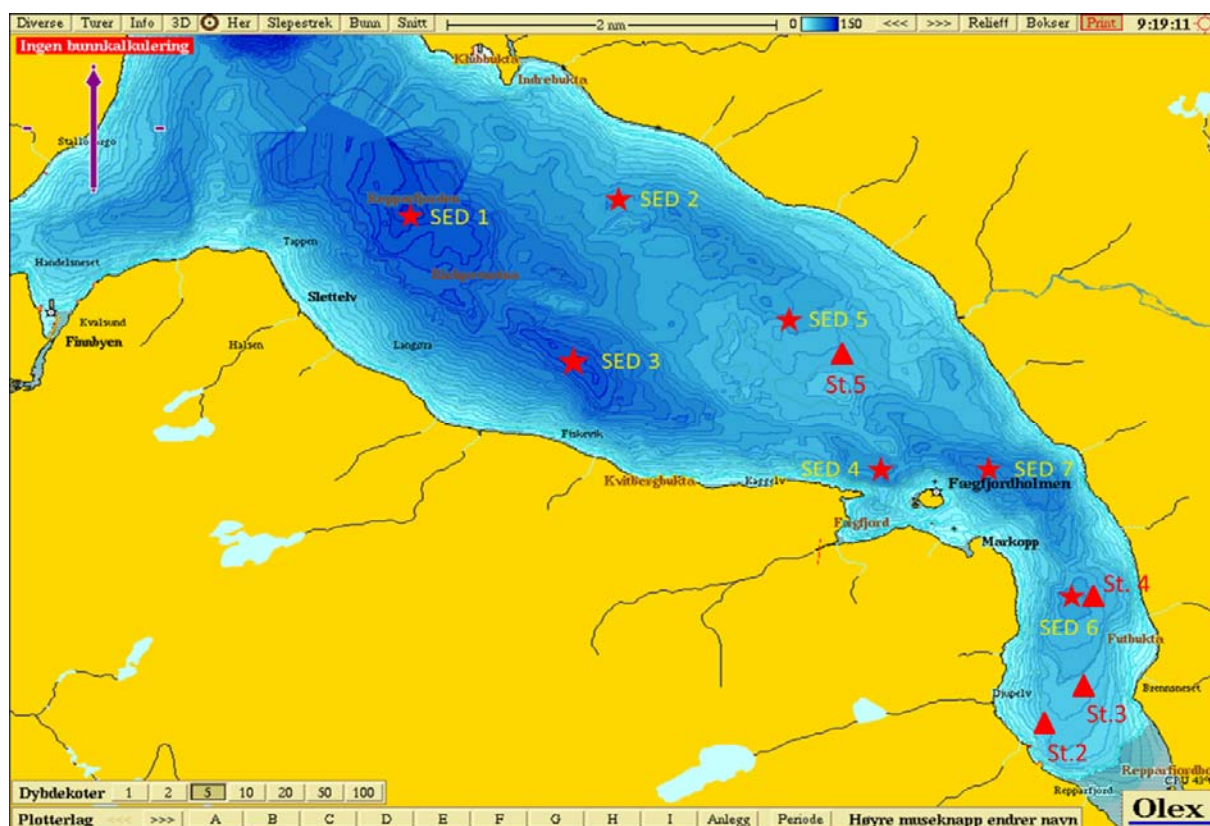
Kobber og sink for prøvene var i tilstandsklasse 1 i overflatelaget i den ytre fjorden (kalt Område A i denne rapporten) (Tabell 11). Bunnvannslaget i det samme området var henholdsvis tilstandsklasse 2 (god) for kobber og 3 (moderat) for sink. I den indre stasjonen (område D) var overflatelaget Tilstandsklasse 2 (Cu) og 1 (Meget god, Zn). Bunnvannet her var Tilstandsklasse 2 (Cu) og 3 (Zn).

For sedimentene ble det tatt prøver ved syv stasjoner og resultatene er gjengitt i Tabell 12. For Tabell A ligger St. 2 ved Øyen, dvs. det nye kaiområdet. St 3 sør og St 4 er midt i det gamle deponiet (Område D i denne rapporten). St 5 er i det nye deponiområdet (Område C). For Tabell B Sed 6 gjengir det gamle deponiet, mens Sed 7 viser det sentrale området til det nye deponiet. Sed 4 er nær Markoppneset (Område C), mens Sed 1, 2, 3 og 5 er i det ytre bassenget (Område A).



Tabell 11. Gjennomsnittlige konsentrasjoner i sjøvann basert på 3 målinger i 2010 fra Christensen et al. (2011)

| Stasjon/ Dyp  | Dato  | pH   | SAL  | Alk    | Turb | TOC    | Fe     | Mn     | Cu    | Zn    |
|---------------|-------|------|------|--------|------|--------|--------|--------|-------|-------|
|               |       |      |      | mmol/l | FNU  | mg C/l | mg/l   | mg/l   | µg/l  | µg/l  |
| St.1/ overfl. | Gj.sn | 7,99 | 31,7 | 2,23   | 0,47 | 1,53   | 0,0034 | 0,0009 | 0,240 | 0,778 |
| St.1/ bunn    | Gj.sn | 7,98 | 34,0 | 2,40   | 0,68 | 1,10   | 0,0075 | 0,0034 | 0,363 | 5,383 |
| St.2/ overfl. | Gj.sn | 8,00 | 33,0 | 2,32   | 0,45 | 1,23   | 0,0067 | 0,0009 | 0,325 | 1,247 |
| St.2/ bunn    | Gj.sn | 7,96 | 34,0 | 2,39   | 0,76 | 1,65   | 0,0125 | 0,0009 | 0,337 | 4,945 |



Figur 53. Kart for bløtbunnstasjonene i Repparfjorden, september 2010.(stjerne) og september 2008 (trekant).

Tabell 12. Tilstandsklasser for overflatesedimenter i Repparfjorden slik Akvaplan NIVA rapporterer dem. Øverst. Bakgrunnsundersøkelse i 2008. Bemerk at grensene for miljøtilstand er forandret siden undersøkelsene. For kobber er klassene St2: V, St 3 og st 4: IV og st 5: I etter TA-2229/2007. Nederst: Grunnlagsundersøkelsen (Christensen et al. 2011).

| Element        | Enhet    | St. 2 | St. 3 | St. 4 | St. 5 |
|----------------|----------|-------|-------|-------|-------|
| Arsen (As)     | mg/kg TS | <10   | <10   | <10   | <10   |
| Bly (Pb)       | mg/kg TS | <10   | <10   | <10   | <10   |
| Kadmium (Cd) * | mg/kg TS | <2    | <2    | <2    | <2    |
| Kobber (Cu)    | mg/kg TS | 291   | 136   | 88,4  | 12,6  |
| Krom (Cr)      | mg/kg TS | 57,9  | 61,3  | 43,2  | 20,1  |
| Nikkel (Ni)    | mg/kg TS | 22,7  | 24,7  | 20,1  | 11    |
| Sink (Zn)      | mg/kg TS | 28,6  | 36,5  | 34,7  | 19,7  |

|       | Arsen (As) | Kadmium (Cd) | Kobolt (Co) | Krom (Cr) | Kobber (Cu) | Jern (Fe) | Mangan (Mn) | Nikkel (Ni) | Bly (Pb) | Sink (Zn) |
|-------|------------|--------------|-------------|-----------|-------------|-----------|-------------|-------------|----------|-----------|
| Sed 2 | 2          | <0,2         | 3,3         | 22,3      | 12,3        | 8650      | 113         | 10,0        | 5,4      | 19        |
| Sed 3 | <2         | <0,2         | 3,3         | 23,3      | 11,2        | 8380      | 119         | 11,0        | 5,5      | 20        |
| Sed 4 | 3          | <0,2         | 4,3         | 29,0      | 21,5        | 10400     | 121         | 14,8        | 8,0      | 27        |
| Sed 5 | 3          | <0,2         | 3,3         | 21,9      | 12,3        | 8580      | 109         | 11,0        | 5,7      | 20        |
| Sed 6 | 5          | <0,2         | 5,2         | 38,1      | 63,8        | 13000     | 122         | 16,9        | 7,3      | 29        |
| Sed 7 | 3          | <0,2         | 5,1         | 35,8      | 40,2        | 12200     | 126         | 17,3        | 9,2      | 33        |

## 4.4.2 Ønsket miljøtilstand

### 4.4.2.1 Definerte miljømål

Fra Vann-Nett er det ikke definert ønsket miljøtilstand for denne fjorden enda, men hele fjordområdet markert i databasen som *risikoområde*.

Det tas utgangspunkt i at sjødeponiet blir definert som en kandidat for Sterkt Modifiserte Vannforekomst (kSMVF) som beskrevet i 1.5.

For sterkt modifiserte vannforekomster skriver Klif i epost 15. mars 2011 til NIVA:

”Slik vi har tenkt å praktisere vannforskriftens regulering er at god tilstand i sedimentet er definert ved grenseverdi for klasse II/III. I resipienter som mottar regulert utslipp lempes vi noe på kravene og stiller krav om klasse III/IV.” Klif skriver også at stedsspesifikke tester for utlekking fra et potensielt sjødeponi ”absolutt bør gjennomføres” og at tiltaksplaner må inkludere ”etterkontroll etter tildekking med rene masser”.

### 4.4.2.2 Andre aktuelle miljøhensyn

Repparfjorden er en nasjonal laksefjord som er en egen utredning (Urke *et al.*, 2011). Det er også flere gyteområder for torsk i fjorden. Akvaplan-niva har en egen rapport om dette i denne konsekvensutredningen (Falk og Christensen, 2011). Se 0-Alternativet for andre utbyggingsplaner i området

### 4.4.2.3 Kriterier for måloppnåelse

En essensiell del av design av sjødeponier er at deponiet og plasseringen av dette kun skal påvirke bunnlagene i fjorden. Klif setter som mål for driftsperioden tilstand i miljøklasse III (Moderat) under driften. De øvre grenseverdiene for metaller i tilstandsklasse III er vist i Tabell 13. PNEC<sub>akutt</sub> er grenseverdien mellom klassene III og IV. Leseren bør være klar over at grenseverdien mellom klasse II og III for kobber er 51 mg/kg, altså svært nær grensen for III/IV.

Tabell 13. Konsentrasjonsgrensene for grensen for kjemisk miljøtilstand klasse III/IV (TA-2229/2007).

| Metaller (mg/kg) | Arsen | Bly | Kadmium | Kobber | Krom | Kvikksølv | Nikkel | Sink |
|------------------|-------|-----|---------|--------|------|-----------|--------|------|
| Grense III/IV    | 76    | 100 | 15      | 55     | 560  | 0,86      | 120    | 590  |

Kobber og nikkel er de to metallene som vil bli forhøyet i det potensielle deponiområdet. I bakgrunnsdokumentet for TA-2229 og TA-2230 (TA-2231/2007) vises det til at kobber ikke er blant de prioriterte stoffene det er utarbeidet kvalitetsstandarder for i Vanndirektivet. For nikkel foreligger det forslag til kvalitetsstandarder i Vanndirektivet og det er også et utkast til risikovurderinger i EU. Kobber og kobberforbindelsene er imidlertid på Klifs liste over prioriterte stoffer som kun skal slippes ut uten at ”dette framgår uttrykkelig av vilkårene (...) eller de er så små at de må anses å være uten miljømessig betydning”. Nikkel er ikke på Klifs liste over prioriterte stoffer.

### 4.4.3 Trinn 1

#### 4.4.3.1 Avgangens klassifisering etter TA-2229/2007

Det endelige utslippet i fjorden vil inneholde ned mot 30 vektprosent faststoff (10 volumprosent) blandet med nær like deler ferskvann og saltvann. Faststoffet vil inneholde mellom 300 og 700 mg/kg kobber, og 70 og 120 mg/kg nikkel. Dette betyr at slurryen vil ha mellom 100 og 230 mg/L kobber hovedsakelig i fast form om 1/3 er faststoff i vektprosent. I gjennomsnitt vil sedimentet/avgangen ha et gjennomsnitt på 500 mg Cu/kg tørrvekt noe som gir slurryen et kobberinnhold på rundt 160 mg/l bundet i mineraler ved utslippet.

Sedimentet i deponiet vil derfor få et kobberinnhold på maksimalt 28µg/l og muligens ned mot 13 µg/l, som begge er over grenseverdien for kjemisk tilstandsklasse V (7,7 µg/l) for porevann (TA-2229/2007, Klif) i delen av deponiet som mottar mer enn 1-2 millimeter avgang i året. Dette er medregnet om man i tillegg regner med en naturlig sedimentasjonsrate i fjorden på rundt 3,8 millimeter i året (Christensen m. fl, 2011).

Hele influensområdet (7,4 km<sup>2</sup>) vil være over tilstandsklasse III for kobber ved deponiets ferdigstillelse om man regner gjennomsnittssammensetningen på 500 mg/kg kobber. Dette er fordi avgangen har rundt 9 ganger høyere kobberkonsentrasjon enn øvre grense for kjemisk tilstandsklasse III for sedimenter (55 mg/kg). Hvis avgangen har en konsentrasjon av kobber på 320 mg/kg i det simulerte sedimentet ("F12 Comb Tls") vil den like fullt ha omtrent 6 ganger høyere konsentrasjon enn den øvre grensen for tilstandsklasse III for sedimenter.

Nikkelkonsentrasjonene i avgangen som sediment er i kjemisk tilstandsklasse II-IV for sedimenter. "F12 Comb Tls" har 74 mg/kg. Nikkel har klart høyeste konsentrasjoner i den fineste kornstørrelsen mindre enn 38µm (silt og leirestørrelse), og nivået i denne størrelsesfraksjonen (223mg/kg) ligger i klasse IV for marine sedimenter (F6/F9+F11). Dette er som forventet på grunn av forekomsten av små korn av pentlanditt ((Fe,Ni)<sub>9</sub>S<sub>8</sub>) (pers. komm. Rushfeldt, 2011).

I utslippet vil det være et maksimalt innhold av Magnafloc10 på 6 mg/L vann. Det er mulig at det kommer til å være MIBC i en konsentrasjon opp til 5mg/L i utslippet. De resterende tilsatte kjemikaliene skal følge overflaten til produktet og reguleres slik at det ikke blir overskudd som følger avgangen til fjorden.

#### 4.4.3.2 Økotoksanalyse

Tabell 13 viser økotoksanalyser for avgangen "F12 Comb Tls". NIVAs test for *Skelletonema costatum* viste ikke potensielt toksiske effekter av uttrekk av porevann på denne algen.

Tabell 14. Resultatene for økotoksisitetstestene (se vedlegg for detaljer).

| Art                                    | % Dødelighet eller testverdi | Krav til testen           | Viser avgangen giftighet for organismen og uakseptabel risiko? |
|----------------------------------------|------------------------------|---------------------------|----------------------------------------------------------------|
| Microtox ( <i>Vibrio fischeri</i> )*** | IC50(mg/L)=1894              | Verdi over 1000 er ok     | Nei                                                            |
| <i>Eohaustorius estuarius</i> ***      | 55% dødelighet               | Mindre enn 30% dødelighet | Ja                                                             |
| <i>Arenicola marina</i> **             | 50% dødelighet               | Mindre enn 20% dødelighet | Ja                                                             |
| <i>Skeletonema costatum</i> **         | Ingen påvist effekt          | Mindre enn 20% dødelighet | Nei                                                            |
| <i>Tisbe battagliai</i> **             | 35% dødelighet               | Mindre enn 20% dødelighet | Ja                                                             |
| <i>Polydora cornuta</i> ***            | 16% dødelighet               | N/A                       | Uklart*                                                        |

\*Testen viste akseptabel dødelighet, men sterkt redusert vekst.

\*\* Utført av NIVA, \*\*\* Utført av SGS/AquaTox

#### 4.4.3.3 Vurderinger og konklusjoner fra Trinn 1

Avgangens sammensetning som vist i 4.2.6 viser at den har kobber i tilstandsklasse V, mellom 480 og 1120 % over grenseverdien mellom klasse III og IV som TA 2230 setter for Trinn 1 (55 mg/kg). Simuleringen tilsier at avgangsmaterialet som bunnssubstrat vil gi en uakseptabel risiko for effekter på sedimentlevende organismer. I følge TA-2230/2007 medfører dette at man må gjennomføre Trinn 2 i risikovurderingen.

Innholdet av innsatskemikalier i utslippet (kapittel 4.3) er lave nok til å friskmeldes i Trinn 1. Tungmetallinnholdet av kobber og nikkel indikerer at avgangsmaterialet har potensiell toksisk effekt på sedimentlevende organismer i området med mer enn 0,2-0,6 mm sedimentering årlig avhengig av den naturlige sedimentasjonshastigheten i fjorden.

#### 4.4.4 Trinn 2

Trinn 2 av risikoveilederen for forurenset sediment har ”som mål å vurdere om sedimentene i et område utgjør en reell risiko for uønsket effekt på organismer og mennesker” (TA-2230/2007).

I dette trinnet vurderes risiko for spredning, risiko for effekter på human helse og for effekter på økosystemet både i sedimentet og det omgivende miljø.

Om det tillates at deponiet reguleres som en kSMVF er det mulig at Klif tillater akseptkriterier under grensen mellom tilstandsklasse III og IV og dette er lagt til grunn i vurderingene.

##### 4.4.4.1 Supplerende informasjonsinnhenting

Det er utført videre økotoksisitetstester for avgangen ”F12 Comb Tls” (Tabell 13). Helse sedimenttesten gjort ved børstemarken *Arenicola marina*, økotokstesten er nevnt i TA-2230/2007 og TA-2231/2007. For risikovurderingen er en dødelighet på over 20 % regnet som en uakseptabel risiko for toksiske effekter på marine organismer på denne helse sedimenttesten. Det at man ser en effekt betyr at det er noe ved avgangen eller sedimentene som har en egenskap som påvirker forsøksorganismene. Dette kan være kjemisk toksisitet, at signalstoffer forstyrres eller fysiske forhold ikke er forenlig med dyrenes krav til livsforhold. Hvis dyrene overlever selv om man ser høye konsentrasjoner av miljøgifter i avgangen eller sedimentet kan man konkludere med at de konservative grenseverdiene er for restriktive. Tabell 13 viser at det var 35 % dødelighet for helse sedimenttesten på *Arenicola Marina*. Dette betyr altså at det er en uakseptabel risiko for at det oppstår forhold som ikke er forenlig med disse dyrenes krav til livsforhold hvis den konsentrerte avgangen blir et sjøsediment.

##### 4.4.4.2 A: Risiko for spredning

Det er per i dag ikke etablert lokale akseptkriterier for spredning av avgangen i resipienten i dag. Nussir har tatt til ordet for å etablere lokale akseptkriterier for spredning av avgangen i resipienten (Pers komm. Ø. Rushfeldt).

Vi har utarbeidet fluksberegninger for sedimentene for deponiområdet ved hjelp av excel verktøyet som følger TA-2230/2007 (Klif). Bakgrunnen for substratet i beregningene er avgangen. I området synker årlig 3,8 mm naturlig sediment til bunnen. Dette har en gjennomsnittlig sammensetning på 12 mg/kg (Christensen m.fl., 2011).

Transport av stoffer fra avgangen til sjøvannet uten oppvirvling, bioturbasjon eller erosjon vil skje enten igjennom molekylærdiffusjon (fysisk diffusjon) eller biodiffusjon (der bunnfauna øker spredningen).

Fluksberegningene viser at ”Total fluks” av kobber til vannsøylen kan bli ca 145 mg/m<sup>2</sup>/år hvis avgangen som sediment har en vanlig bioturbasjon som andre sjøsedimenter. Dette betyr at det vil lekk 650 kg kobber fra overflaten av deponiet årlig hvis man regner at hele området på 4,5 km<sup>2</sup> blir fylt med betydelige (>10cm) mengder med avgangsmasse. Det vil da ta 210 år før kobberet i overflatelaget har lekket ut til vannmassene.

Hvis man ikke regner med noe særlig rekolonisering i det tykkeste avgangslaget vil fluksen bli betydelig mye mindre, mellom 7 og 15 mg/m<sup>2</sup>/år kobber (Regnearket fra TA-2230/2007, Klif). 15 mg/m<sup>2</sup>/år er 28 % over grenseverdien for klasse III/IV. Det tar da opp til 2000 år å tømme overflatelaget for kobber på denne passive måten, og mens den totale mengden kobber blir den samme vil det lekk mellom 31 og 67 kg kobber fra overflaten i året.

Porevannet kan ha en konsentrasjon på 13-28 µg/L kobber. Dette overskrider PNEC<sub>w</sub> med mellom 1200 og 3000 %, som beregnet i regnearket (TA-2230/2007 Klif). Dette porevannstallet gjelder i området som har tykkere avgangslag enn 10 cm. Dette gir tilstandsklasse V (svært dårlig) for kobber og III-IV (dårlig) for nikkel i porevannet i sedimentene/avgangen. Porevannet i slam på bunnen vil diffundere til vannet over i en viss grad til likevekt oppnås, dvs. at det ikke er mer kobber igjen i de 10 øverste centimeterne. Hvis sedimentene trykkes sammen vil også porevann slippe ut til vannmassene. Diffusjon i vann vil gjøre at kobber og nikkel lekker fra porevannet i sedimentet til fjordvannet frem til potensielle reaksjoner i sedimentet reduserer utlekkingen. Bioturbasjon er den viktigste hurtiggjørende faktoren for utlekking.

Oseanografenes modelleringsdata viser at 2 vektprosent av avgangen vil holde seg i vannmassene. Se kapittel 3. Dette blir årlig mellom 13 og 27 tonn kobber i de fineste partiklene som er tilgjengelig for utlekking fra partikler som ikke synker. De fine partiklene som da blir liggende i bunnlagene i fjorden, eller blir transportert ut av fjorden i strømmene, vil lekke ut kobber til vannmassene. Hvis man bruker likevektskonstanten for å finne vannkonsentrasjoner gir dette kun 0,5 og 1,1 kg kobber i året. Kun 0,0018 vektprosent av den totale avgangsmassen vil nå de øvre vannlagene hvor det er mest fisk. Hvis 650 kg kobber fra den den sterkt bioturberte utlekkingen ble oppløst i vannmassene *uten vannutskifting* i Repparfjorden, vil dette gi en økt sammensetning på 0,15µg/l kobber, dvs. ikke svært mye høyere sjøvannskonsentrasjon ved utlekking fra sedimentene til vannet over. Med 32 kg kobber lekkende ut i fjorden i året blir det 0,007µg/l ekstra kobber i vannet. Partiklene vil lekke rundt 1,1 kg kobber i året, det gir tilsvarende 0,0002µg/kg kobber i vannet om det ikke eksisterer utskifting. Sammenlignet med selve deponiet er utlekkingen fra partikulært materiale dermed underordnet. Ved utskifting av vannmassene i fjorden, slik modelleringen har vist, vil alle disse konsentrasjonene være enda mye lavere. Regnearket fra TA-2230/2007 Klif indikerer at med vannutskifting og utlekkingssrater fra sedimentene med lite bioturbasjon blir sjøvannskonsentrasjonen 0,01-0,02µg/l, mens en normal bioturbasjonsrate gir 0,1-0,2µg/l økt kobberkonsentrasjon. Sammen med bakgrunnskonsentrasjonen av bunnvann på 0,365 µg/l sjøvann så vil dette da allikevel være innenfor kjemisk tilstandsklasse III. Samtidig må det påpekes at rekolonisering i de mest sedimenterte områdene i avgangsdeponiet mest sannsynlig vil skje etter noen år der man har fått noe mer naturlig sedimentering, og dette vil også bidra til fortynning av sedimentsammensetningen og lavere utlekkingstall. I tillegg kan kjemisk stabilisering av mineralene som inneholder tungmetaller forhindre utlekking.

Resultatene fra den oseanografiske modellen viser at kun en liten andel (2%) av avgangsmaterialet blir i vannmassene, og det ser ut til at vannutskiftingen i fjorden er så effektiv at de aller fineste partiklene med størst utlekkingspotensial går med strømmen.

Fjorden har et vannvolum på over 4200 millioner m<sup>3</sup>. Som en **urealistisk** absolutt verstefallsberegning kan man vurdere om alt kobberet fra de fineste partiklene ble oppløst på et år. Hvis man så også antar til denne verstefallsberegningen at alle partiklene blir inne i Repparfjorden, så gir dette en konsentrasjon i sjøvannet på 3 µg/l sjøvann. Sammen med bakgrunnskonsentrasjonen av bunnvann på 0,365 µg/l sjøvann så vil dette da allikevel være innenfor kjemisk tilstandsklasse IV. Vi påpeker at det verken er slik at alt vannet i Repparfjorden er innestengt eller at alt kobberet i en partikkel lekker ut på et år. Poenget med denne utregningen er å vise at selv med de mest ekstreme forholdene vil ikke den gjennomsnittlige sjøvannskonsentrasjonen bli dramatisk høy for kobber.



#### **4.4.4.3 B: Risiko for human helse**

Kobber er et essensielt mineral for mennesker og fisk. Tungmetallinnholdet er ikke så høyt at det gir fare for human helse ved direkte eller indirekte eksponering (inntak av fisk og skalldyr). Det teoretiske inntaket hos voksne og barn av Cu som skrives seg fra sedimentene (formidlet gjennom næringskjeden til fisk og skalldyr) ble beregnet til 0,00342 mg/kg/d hvilket er lavere enn grenseverdien på 0,005mg/kg/d.

#### **4.4.4.4 C: Risiko for effekter på økosystemet**

Vurdering av risiko for økosystemet er i stor grad basert på faglig skjønn, ikke minst fordi det lokale økosystemets sammensetning, funksjon og følsomhet som regel er variabelt og ukjent. I risikoveilederen Trinn 2 gjøres ingen stedegne beregninger av økologisk risiko, men risiko vurderes ut fra beregningene gjort for spredning, grenseverdiene i risikoveileder og resultater fra toksisitetstestene utført i trinn 1 (porevann og helsesedimenttester). Vurderingen skiller mellom risiko for økosystemet i selve sedimentet, i vannmasser ovenfor, og i omkringliggende områder.

Nivået av kobber i avgangen vil være mellom 320 – 671 mg/kg, noe som er betydelig høyere enn grenseverdiene (51 mg/kg) for økologisk risiko i henhold til Klifs veileder for risikovurdering av forurenset sediment. Nivåene av nikkel i avgangen (74 – 116 mg/kg) ligger også over grenseverdien (46 mg/kg) for økologisk risiko. De beregnede porevannskonsentrasjonene er på henholdsvis 28 µg/l for kobber og 16 µg/l for nikkel. Disse konsentrasjonene overskrider klart grenseverdiene for økologiske effekter i vann (hhv 0,64 µg/l og 2,2 µg/l). Toksisitetstestene viste at avgangen har negative effekter (dødelighet og redusert vekst) for krepsdyr og børstemark, men ikke for alger (Rapport SGS, Lillicrap *et al.* 2011). Dette betyr at det er en uakseptabel risiko for effekter på økosystemet i selve sedimentet. Nærsonen og store deler av randsonen (totalt 7,4 km<sup>2</sup>) vil ha kobbernivåer over grenseverdien for økologisk risiko. Risikoen for effekter av avgangsmasse på organismer som tidvis har kontakt med sedimentet er avhengig av hvilken type organismer det dreier seg om, men det er sannsynlig at organismer som har betydelig direkte kontakt med sedimentet vil bli negativt påvirket. I de minst belastede delene av randsonen kan det forventes redusert arts mangfold og høyere individtetthet av opportuniste. I fjernsonen vil sedimentkjemien bli påvirket av naturlig sedimentasjon og dermed fortynnet slik at nivåene av kobber kommer på akseptabelt nivå.

Risiko for effekter på økosystemet utenfor sedimentet er vurdert basert på beregnede sjøvannskonsentrasjoner. Beregningene er gjort på grunnlag av maksimal utlekking fra deponioverflaten og resultatene viste at konsentrasjonen av henholdsvis kobber og nikkel i sjøvann vil øke med 0,08 µg/l og 0,04 µg/l. Totalkonsentrasjonene av kobber (0,42 µg/l) og nikkel (12 µg/l) i sjøvann vil likevel ligge under grensen for økologisk risiko. De estimerte vannkonsentrasjonene av kobber og nikkel vil dermed ikke medføre en uakseptabel risiko for effekter på økosystemet.

## Samlet risikovurdering Trinn 2

Risikovurderingens trinn II viser at det ikke er risiko for human helse ved direkte eller indirekte eksponering (inntak av fisk og skalldyr). Sedimentet i nærsonen og store deler av randsonen vil ha kobberkonsentrasjoner som utgjør en uakseptabel risiko for effekter på økosystemet. Estimerte vannkonsentrasjonene viser at det vil være en akseptabel risiko for effekter på økosystemet i de frie vannmassene.

### 4.4.4.5 Risiko i forhold til miljømål

Vi har risikovurdert den simulert avgangen som om den var et naturlig sediment i en fjord. Det er stor risiko for at miljømålene for avgangen som sedimenter og porevann vil overskrides i dette deponiet. Det er ikke risiko for at grenseverdiene for human eksponering overskrides. Det er heller ikke risiko for at sjøvannssammensetningen overskrider tilstandsklasse III.

### 4.4.5 Trinn 3

Trinn 3 tar lokale effekter med i vurderingen. Det brukes lokale forhold for å øke påliteligheten av vurderingen. Trinn 3 elementet som er tatt inn her er undersøkelser for å belyse hvorvidt avgangen lekker så mye som beregningene i Trinn 2 viser.

#### 4.4.5.1 Økotokstester

NIVAs toksisitetstester (Lillicrap *et al.* 2011) viste en LOEC (lav observert effekt konsentrasjon) for akutt dødelighet på 100 % avgang og en NOEC (ingen observert effekt) på 32 % avgang ("F12 Comb tls"). Det betyr at om mindre enn 32 % av sedimentet er avgang så ser man ikke noen effekt i sedimentene når avgangen er ferskt avsatt. Dette tilsvarer en konsentrasjon på ca 100mg/kg kobber. En naturlig sedimentasjonsrate i en fjord er 1 mm/år. I Repparfjorden er det imidlertid målt til 3,8 mm/år (Christensen m. fl., 2011). Dette betyr at avgangen blandes med 3,8 mm naturlig rent sediment årlig. Dette er veldig viktig for den ytre sonen av området. Grunnlagsundersøkelsen viste at det var omtrent 12 mg/kg kobber i det naturlige sedimentet i fjorden. Hvis avgangen har 500 mg/kg kobber i gjennomsnitt vil dermed områdene der det deponeres mindre enn omtrent 0,6 mm avgang i året regnes som under NOEC-verdiene. For hele deponiperioden som vurdert her er det områdene som har mer enn 1 cm avgangstykkelser ved ferdigstillelse.

#### 4.4.5.2 Avgangens utlekkingspotensiale

Det er utført utlekkingstester for avgangen i Canada (Bowman, 2011).

Avgangsmaterialet har ikke et naturlig syregenereringspotensial (NP/AP>>3)– det vil ikke generere syre over (kort) tid i ferskvann.

En standard ristetest har blitt utført i surt destillert vann (pH 4,2) og med kunstig sjøvann (*Instant Ocean*) som ikke er gjort surt. I disse testene blir først avgangen (den komplette avgangen) omrørt 29 ganger i minuttet i 8 timer sammen med 2 L/100g vann/avgang. Vannet blir filtrert og det ble analysert. Etterpå blir det tilsatt 8L/100g vann/avgang og det blir så omrørt igjen, nå i 16 timer, vannet blir filtrert og analysert. Det måles hvor mye som blir lekket ut av avgangsmassen i mg/kg. En slik test blir gjort for å oppnå likevekt etter et døgn. Dette er en test som ofte blir sett på som om man etter 24 timer har oppnådd likevekt. Det samme vannet som ble tilsatt avgangen blir også ført igjennom den samme prosessen og analysert slik at det ikke er feilkilder i systemet som gir for høye konsentrasjoner. Det er liten grad av utlekking fra materialet i løpet av et døgn, vannet som kommer ut har kun

metallnivåer opp i Tilstandsklasse 2 for ferskvann (TA 1468/97). Saltvannsutlekkingen ga veldig annerledes resultater og vi stiller spørsmål ved disse. Saltvannet har et bakgrunnsnivå der kobbernivåer allerede er i Tilstandsklasse V for sjøvann (TA2229/2007) på 11-15µg/l. Når det da i tillegg er gjort vanntester som har høyere bakgrunnsverdier enn vanlig for sjøvann er det ikke oppløsning nok til å kunne si noe om avgangens utlekking i saltvann. NIVAs vurdering er at testen er av en kvalitet som tilsier at den er for dårlig gjennomført og ikke kan brukes i Trinn 3.

En aldringstest utført på avgangsmaterialet i det samme kunstige sjøvannet som over (*Instant Ocean*). Sjøvannet ble tilsatt avgang i en viss mengde, dette ble satt i suspensjon og slurryen ble delt i fire. Etter 0, 7, 14 og 28 dager ble vannet filtrert bort og analysert med de samme testmetodene som ved ristetesten. Pulptettheten var 1221.3 g/L så omtrent 220g fast stoff ble tilsatt 1L kunstig sjøvann. Utlekkingstestene ble gjort uten at Magnafloc10 ble tilsatt. Det samme problemet med bakgrunnsnivået i det kunstige saltvannet oppsto i aldringstesten. Imidlertid viste aldringstesten viste at ristetesten for sjøvann ikke kan ha vært i likevekt etter 24 timer som antatt. Det oppstod et minimum etter syv dager hvorpå utlekkingsgraden økte igjen over tid uten å avta i levetiden til forsøket. Fluksrate ble ikke beregnet. Vi viser til SGS' rapport for detaljer fra analysene. Det skal nevnes at sjøvannssammensetningen etter 28 dager i forsøket var så høy (12,7µg/l, konsentrasjonen er fratrasket bakgrunnsverdien) i forhold til faststoffet (avgangen hadde 320mg/kg kobber) at en utregnet likevekstkonsstant (25800) var svært nær den for TA-2230/2007 (Klif) (24409).

Blowes *et al.* (2005) sier at "det er viktig at testen adresserer målsetningene. Tester som øker sirkulasjonen av vann øker muligens ikke sulfidoksidering hvis reaksjonen kommer an på overflatetilgjengelighet og grad av bakteriell katalyse, men uavhengig av vannsirkuleringsraten." I TA2231/2007 (Bakgrunnsdokument til veiledere TA-2229 og TA-2230) vises det til Waldichuck (1985) at om metaller kan være bundet som rent metall, i utfellinger, i mineralers krystallstruktur og innbakt i leirpartikler vil de ikke være biotilgjengelige. Om de forefinnes på ioneform eller som bundet til karbonat vil de være mest tilgjengelige. Vi hadde forventet å se at avgangen ville lekke mindre enn et vanlig sjøsediment. Det er imidlertid ikke faglig grunnlag for å argumentere for verken mindre eller mer utlekking enn det som skjer i sjøsedimenter.

#### **4.4.5.3 Tiltak for å begrense utlekking av kobber og nikkel til fjorden**

Tiltak for å dempe finstoffspredning vil hjelpe i den grad finstoffet bindes til bunnsedimentene og kornene ikke lenger har fri vannsirkulasjon rundt seg.

Avgangsmaterialet har potensial for å lekke til fjorden med en mengde i overkant av 300-650 kg i året direkte fra sedimentoverflaten i 210 år hvis ikke utlekking blir stoppet på noen måte. Er det mindre bioturbasjon vil mengden årlig utlekking være mellom 31 og 65 kg kobber men utlekkingen vil skje over mye lenger tid og mengden vil bli den samme om det ikke dekkes med kunstig eller naturlig materiale.

Den første måten utlekkingen blir bremsset på er den naturlige måten. Den naturlige sedimentasjonen deponerer naturlige sedimenter over tid, med et gjennomsnitt kjent fra norske fjorder på omtrent 1 mm/år er hele 3,8mm/år i Repparfjorden. Dette vil da fortynne overflatesedimentet. Når laget er 10 cm tykt vil man generelt anta at det ikke lenger er i kontakt med det opprinnelige avgangslaget. Bioturbasjon vil blande lagene og fortynne disse og til slutt har man en avtagende konsentrasjonsgradient mot overflaten av sedimentene. Dette

tar imidlertid lang tid, 10 cm deponeres over 25 år. Det bemerkes at bioturbasjon forbigående vil øke utlekkingsgraden fra avgangsdeponiet.

Andre tiltak som tildekking med rent materiale etter at deponeringen er ferdig er mer effektivt. Deponiområdet er stort og tildekking er omfattende. Tildekkingen vil innebære at man dekker til 4,5 km<sup>2</sup> areal, eller i alle fall de tykkeste lagene (2,4 km<sup>2</sup>) med minst 10 cm rene masser. Det blir da henholdsvis 0,45 og 0,24 millioner m<sup>3</sup> masse. Hvis denne tildekkingen er gjort slik hensikten er vil dette stoppe lekkingen rett etter avslutning og den totale mengden kobber blir 6-12 tonn kobber og rundt 7 tonn nikkel oppløst til vannmassene over tid.

## **4.5 Diskusjon- Kjemiske konsekvenser av sjødeponi**

### **4.5.1 Regelverk**

Det virker klart fra Vannforskriften at et sjødeponi av denne størrelsen må gjøres til en kandidat til sterkt modifisert vannforekomst. Klif har signalisert at det er akseptabelt med en kjemisk tilstandsklasse III under driftsperioden. Imidlertid viser undersøkelsene at avgangen simulert som fjordsediment med tilhørende porevann begge vil ha kjemisk tilstandsklasse V. Den svært effektive vannutskiftningen i fjorden gjør at sjøvannet selv i gjennomsnitt ikke vil bli over tilstandsklasse II. Det tas forbehold om at bunnvannet kan få noe høyere konsentrasjoner.

### **4.5.2 Avgangens egenskaper og utlekkingsgrad**

Avgangen som ønskes deponert i Repparfjorden har mellom 320 og 670 mg/kg kobber og oppunder 70 og 120 mg/kg nikkel. Klif har signalisert at de ønsker at et sjødeponi skal medføre konsentrasjoner i sedimenter som ikke forårsaker at avgangen lekker ut tungmetaller slik at miljøtilstanden blir dårligere enn tilstandsklasse III. Øvre grense for klasse "moderat tilstand" for kobber i sjøsedimenter er 55 mg/kg og for nikkel er det 120mg/kg. Den nedre grensen for "Svært dårlig tilstand" går ved 220mg/kg kobber. Det er dermed slik at 320 - 670 mg/kg kobber må sies å være svært høye konsentrasjoner for et sjøsediment samt at 120mg/kg nikkel er på grensen av det som vanligvis tillates deponert i sjø i følge Klif. De lavere konsentrasjonene fra "F12 Comb Tls" er også i "svært dårlig kjemisk tilstand for miljø" for kobber. Hvis det kan påvises at det er svært stabile mineraler med lav utlekkingsgrad som er vert for kobberet i avgangen så kan man anta at det er en lavere utlekkingsgrad fra sedimentet enn veilederen tilsier. Klif har kommunisert at dette kan gi modifikasjoner på hva som tillates deponert av avgang. Det var forventet at avgangen ville ha lavere utlekkingsgrad enn vanlige sjøsedimenter i utlekkingsstestene. Tungmetaller bundet til sulfidmineraler eller elementært tungmetall, lekker betydelig mindre til porevannet i sedimentet, mens karbonatbundet tungmetall kan lekket mye. SGS Langfield Canada sine undersøkelser viser at det er lite svovel i avgangen (Bowman, 2011). Ved aldringstestene ved SGS Langfield (Bowman, 2011) så ble det funnet potensielle likevektskonstanter etter 28 dager som er kanskje like de i TA-2230/2007 (Klif) for kobber. Det er dermed ikke faglig grunnlag for å si hvorvidt det faktisk er mer stabile mineraler avgangsmaterialet enn i vanlige sjøsedimenter, selv om det antas.

### 4.5.3 Økotoksikologiske tester

De økotoksikologiske testene gjort for avgangen gir resultater for *fersk* avgang. Testene ble gjort med avgang som ble holdt under vanddekke eller fryst for å unngå reaksjon med luft. Avgangen kan dermed ikke sies å være oksidert eller forvitret og aldring er ikke vurdert. Dette betyr at vi kan forstå hvordan organismer i det marine miljøet vil reagere på avgangen når den deponeres i sjøen rett fra gruva. I forhold til TA-2230/2007 så var avgangen akseptabel for alger, men ikke for krepsdyr og børstemark. NIVAs undersøkelse viste en LOEC (lav observert effekt konsentrasjon) for akutt dødelighet på 100 % avgang og en NOEC (ingen observert effekt) på 32 % avgang. Det betyr at om mindre enn 32 % av sedimentet er avgang så ser man ikke noen effekt i sedimentene når avgangen er ferskt avsatt. 32 % tilsvarer rundt 100 Cu mg/kg, der grenseverdien for sjøsedimenter er 51 mg/kg. Dette er viktig for den ytre sonen av området som blir sedimentert av avgangen i fjorden.

### 4.5.4 Kornform

Kornformen til avgangen er kantet og kubisk (Kleiv 2011). Det antas at det ikke forekommer mye nåleformete mineralkorn som kan skade gjeller til fisk og andre deler av organismene. Imidlertid vil man kunne påregne at alle kornene har skarpe kanter som vil kunne gi skader på gjeller etc.

### 4.5.5 Sjøvannskjemi

Partiklene i vannmassen er underordnet avgangsdeponiet på bunnen når det gjelder utlekking til vannmassene. Beregningene våre viser at mellom 35 og 650 kg kobber vil lekke fra deponiet hvert år, og graden som lekker fra den lave konsentrasjonen med er enda lavere. Resultatene viser at kun en liten andel (2 %) av avgangsmaterialet blir i vannmassene og det ser ut til at vannutskiftingen i fjorden er så effektiv at de aller fineste partiklene med størst utlekkingspotensial går med strømmen. Det er dermed kun en mindre andels økning av kobber i sjøvannet i den simulerte risikovurderingen og sjøvannet vil bli innenfor kjemisk tilstandsklasse III eller lavere.

### 4.5.6 Erfaring fra andre gruver

Island Copper Mine i British Columbia, Canada, har lignende konsentrasjoner av kobber i sin avgang, 700 mg/kg. Denne ble deponert i *Rupert Inlet* som fjorden heter. Repparfjorden har uvanlig stor utskifting av vannmassene på grunn av Kvalsund, og det er sannsynlig at det er mindre vannutskifting i Rupert Inlet enn i Repparfjorden. I en artikkel av Parsons (2000) refereres rapporter fra 1994 som viser til baselineundersøkelser av fjordvannet i Rupert Inlet. De refererer til at det oppsto en liten økning i nivåene av kobber i fjordvannet ved oppstart av gruveaktiviteten og at denne økningen ikke endret seg signifikant gjennom driftsperioden. Gjennomsnittskonsentrasjonene av kobber i sjøvann under driften var om lag 1,6 µg/L (varierte mellom 1 – 3 µg/L). Etter gruva ble lagt ned og utslippene opphørte ble kobberinnholdet i sjøvann målt til 1,3 µg/L (Poling *et al.* 2002). Den øvre grensen for ”moderat kjemisk tilstand” for kystvann er 0,8 µg/L i Norge og Rupert Inlet ville dermed ha hatt sjøvann i tilstandsklasse IV. Våre beregninger antyder at sjøvannskonsentrasjonene i Repparfjorden i all hovedsak vil være betydelig lavere enn de fra Rupert Inlet, med forbehold om bunnvann rett over sedimentene (se 4.4.4.2).

## 4.6 Konklusjon

Avgangen er ikke et sjøsediment med de mineralogiske sammensetningene man ser i sjøsedimenter. Vi har allikevel simulert avgangen fra Nussir ASA som plassert i sjødeponiet og har gjort en risikovurdering for forurensede sedimenter slik det er beskrevet i TA-2230/2007 (Klif). Vi har vurdert de spesielle testene som er gjort for denne avgangen basert på tester fra SGS Lakefield. SGS aldringstest fant lignende likevektskonstanter mellom oppløst og fast kobber så det er ikke faglig grunnlag for å gå bort fra likevektskonstantene i Veileder TA-2230, siden vi ikke har fått annen og tydelig informasjon som tilsier at avgangen lekker mindre enn det som er vanlig for normale sjøsedimenter.

Avgangsmaterialet som er vurdert i forhold til sjødeponering er å anse som potensielt toksisk for marine organismer, spesielt på basis av kobberinnholdet og til dels for nikkel. Resultatene er vist i følgende tabell:

Tabell 15. De viktigste beregnede parameterne for de kjemiske konsekvensene av tiltaket. Øvre grenseverdi for tilstandsklasse III (TA-2229) er vist i parenteser.

|                                                                                                            | Kobber                                                         | Nikkel                                    | Merknad                                                                                                                                                                           |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Total tungmetall som faststoff i utslippet                                                                 | 9 600 - 20 100 tonn                                            | 3 480 tonn                                | Basert på utslipp av 30 millioner tonn avgang i løpet av 15-25 år                                                                                                                 |
| Tungmetall som faststoff i utslippet i året                                                                | 640 - 1 340 tonn                                               | 232 tonn                                  | Basert på 2 millioner tonn avgang per år                                                                                                                                          |
| Tungmetall som vil være i den suspenderte andelen av avgangen i året                                       | 13 - 28 tonn                                                   | 4,6 tonn                                  | Den suspenderte andelen av avgangen vil flyttes ut av fjorden med strømmene                                                                                                       |
| Konsentrasjon av tungmetaller i avgangen                                                                   | 320-671 mg/kg (55)                                             | 74-116mg/kg (120)                         | Basert på Bowman (2011) og Imeson (2011)                                                                                                                                          |
| Sjøvannskonsentrasjon, gjennomsnitt hele vannsøylen, oppløste metaller                                     | 0,42 µg/l<br>(0,08 µg/l + bakgrunn 0,365 )<br>(III/IV=0,8µg/l) | (0,04 µg/l + bakgrunn)<br>(III/IV=12µg/l) | Beregnet på grunnlag av maksimal utlekking fra deponioverflaten, kommer i tillegg til bakgrunnsverdi på 0,365 µg/l (Cu)                                                           |
| Beregnet fluks fra sedimentoverflaten, oppløste metaller                                                   | 7-145 mg/m <sup>2</sup> /år                                    | 8-80 mg/m <sup>2</sup> /år                | Teoretisk beregnet på det høyeste metallinnholdet.                                                                                                                                |
| Porevannskonsentrasjon, oppløst tungmetall                                                                 | 13-28 µg/L (0,8)                                               | 16 µg/L (12)                              | Beregnet med likevektskonstanter fra TA-2230/2007                                                                                                                                 |
| Totalt oppløst tungmetall fra sedimentet til sjøvannet i året                                              | 31-650 kg                                                      | 36-340 kg                                 | Tilnærmet lik mengde miljøgifttransport ut av deponiområdet i året. Avhenger av bioturbasjon                                                                                      |
| Konsentrasjoner bløtbunnsfauna                                                                             | ~3 mg/kg                                                       | ~0,3mg/kg                                 | Beregnet i henhold til TA-2230. Maksimalverdier.                                                                                                                                  |
| Totalt oppløst tungmetall fra sedimentet til sjøvannet sedimentet er tomt                                  | 65 tonn                                                        | 11,5 tonn                                 | Hvis fluksen er konstant og alt kobberet løses ut fra overflaten av deponiet tar dette henholdsvis 210 og 66 år. Er det lite bioturbasjon vil utlekkingen avta med sedimentering. |
| Totalt oppløst tungmetall fra sedimentet om det dekkes til med rent materiale etter avslutning av deponiet | 6-12 tonn                                                      | 7 tonn                                    | Etter 20 år                                                                                                                                                                       |

## 5 Konsekvenser for marint miljø i Repparfjorden ved etablering av landdeponi og sjødeponi

---

### 5.1 Mandat for utredningen om marint miljø i Repparfjorden

#### 5.1.1 Innhold og avgrensninger for denne utredningen i henhold til Planprogrammet

I denne delutredningen (delutredning 4) skal det vurderes hvilke konsekvenser etablering av et landdeponi (Alternativ 1) og et sjødeponi (Alternativ 2) i Repparfjorden i Finnmark vil medføre for den marine miljøet i influensområdet. De marinbiologiske vurderingene baserer seg på de andre delutredningene i rapporten, informasjon fremlagt av Nussir ASA om planlagt drift, datablad for kjemikaliene som skal brukes, samt deres konsentrasjoner og analyser av avgangsmaterialet i sine enkelte størrelsesfraksjoner.

Delutredning 3 – kjemiske konsekvenser av sjødeponering i Repparfjorden er viktig for de vurderinger som gjøres i “konsekvenser for marin økologi”. Særlig viktige vurderinger for delutredning 4 er tester som er gjennomført spesielt for avgangen til i Repparfjorden. Dette er tester for bioakkumulering, bionedbrytbarhet, økotoksikologi (giftighet for levende dyr og planter) og utlekkingstester til vannmassene fra avgangen og kjemikaliene, samt potensielle konsentrasjoner i vannmassene.

I tillegg har arbeidet basert seg på resultater fra modelleringsarbeid av fjordens dynamikk og avgangens spredning og tykkelse på fjordbunnen, samt spredning av partikler i vannmassene (fra kapittel 3 - delutredning 2).

Delutredning 4 “Konsekvenser for marint miljø i Repparfjorden ved etablering av landdeponi og sjødeponi” svarer på følgende punkter fra Planprogrammets punkter i kapittel 6.6:

- Effekter av økt turbiditet i vannmasser under driftsfasen (økologiske forhold).
- Effekter av nedslamming på økosystemet (biologisk mangfold) både i dypområdene og i gruntområdene (fjæresonen/strandsonen).
- Effekter av utlekking av kobber fra avgang i sjøvann (på organismene).
- Effekter ved bruk av kjemikalier – både akutte effekter og langtidseffekter (på organismene).

Hensikt/mål: Målet er å vurdere effekter på marint miljø på bakgrunn av informasjon fra grunnlagsundersøkelser, inngangsdata fra NUSSIR ASA, delutredningen 2 og 3 samt annen relevant informasjon. Det er fokusert på å utrede effekter på strandsonen, bløtbunnsfauna og zooplankton (dyreplankton).



Følgende alternativer er utredet:

0-Alternativ A: Dagens situasjon uten gruvedrift og uten 420 kV-linja.

0-Alternativ B: Dagens situasjon uten gruvedrift, men hvor det samtidig legges til grunn at 420 kV-linja bygges.

De to 0-Alternativene vurderes til å være like i forhold til påvirkning på marin fisk, marine fiskeressurser og for de øvrige marine organismene. De vil derfor bli vurdert under ett, og refereres til som 0-Alternativet videre i denne utredningen.

Alternativ 1: Landdeponi

Alternativ 2: Sjødeponi

### 5.1.2 Nasjonale, regionale og lokale mål og retningslinjer

En rekke overordnede planer og retningslinjer av nasjonal, regional og lokal karakter er listet opp i Planprogrammet. Nedenfor er de viktigste tatt med. For mer detaljert oversikt henvises til Planprogrammet (Sweco 2010).

Naturmangfoldloven <http://www.dirnat.no/naturmangfoldloven/> (Lov 19. juni 2009 om forvaltning av naturens mangfold) er svært sentral i naturressursspørsmål. Lovens formål og grunnidel, som omfatter forvaltningsmål, kunnskapskrav og miljøprinsipper, gjelder ved myndighetsbeslutninger etter alle lover som berører naturen. Videre er Lovens formål å ta vare på naturens biologiske, landskapsmessige og geologiske mangfold og økologiske prosesser gjennom bærekraftig bruk og vern. Loven skal også gi grunnlag for menneskers virksomhet, kultur, helse og trivsel, både nå og i framtiden. Den skal også gi grunnlag for samisk kultur. Naturmangfoldloven omfatter all natur og alle sektorer som forvalter natur eller som fatter beslutninger med konsekvenser for naturen. Loven gjelder også til havs, 200 nautiske mil. Loven erstatter den tidligere naturvernloven og deler av viltloven og lakse- og innlandsfiskloven.

Rikspolitisk retningslinje for samordnet areal- og transportplanlegging T-5/93 trådte i kraft august 1993, og har blant annet som mål at arealbruk og transportsystem skal utvikles slik at de fremmer samfunnsøkonomisk effektiv ressursutnyttelse, med miljømessige gode løsninger og god trafikkssikkerhet.

St.meld. nr. 26 (2006-2007) ”Regjeringens miljøpolitikk og rikets miljøtilstand” tar for seg miljøpolitiske hovedutfordringer og de nasjonale miljømålene for arealforvaltning, friluftsliv med mer. Stortingsmeldingen gir også viktige føringer for arealpolitikken vedrørende miljøutfordringer.

Stortinget har varig verna Repparfjordelva, gjennom verneplan III for vassdrag, og Skaidielva, gjennom verneplan II for vassdrag, mot vassdragsutbygging. Begrunnelsen for vernet er at nedbørsfeltet utgjør et meget verdifullt område for vilt-, fiske- og friluftslivsinteresser. Dette betyr at man skal legge ”Rikspolitiske retningslinjer for vernede vassdrag” til grunn for planlegging og tiltak.

Iht. DN's kartlegging av inngrepsfrie naturområder i Norge (INON) er store deler av planområdet lenger enn 1 km fra tyngre inngrep. Lengst sydvest i planområdet er avstanden til tyngre inngrep over 5 km. I St.meld. nr. 29 (1996-1997) om ”Regional planlegging og arealpolitikk” er det fokusert sterkt på at de resterende inngrepsfrie naturområdene må forvaltes som en viktig del av vår nasjonale arv. Kommunene skal så langt som mulig unngå

inngrep i områder som er fri for tyngre tekniske inngrep. Det samme målet om å bevare inngrepsfrie naturområder er også uttrykt i St.meld. nr. 58 (1996-1997) om "Miljøvernpolitikk og bærekraftig utvikling".

Gjeldende Fylkesplan for Finnmark ble vedtatt i Fylkestinget i juni 2005 og gjelder for perioden 2006-2009. Fylkesplanen er en overordnet plan som legger føringer for fylkeskommunen, staten og kommunene sine handlinger og bruk av virkemidler i fylket. Fylkesplanen for Finnmark gir også retningslinjer for arealbruk og stedsutvikling i fylket. Kapittel 4.3 omhandler mål for langsiktig bruk av Finnmarks natur og kulturlandskap.

Gjeldende arealplaner for området er kommuneplanens arealdel vedtatt 15.6.2004, reguleringsplan for Ulveryggen avfallsdeponi vedtatt 21.9.2006, reguleringsplan for Repparfjord Industri I og II vedtatt henholdsvis 16.12.2003 og 15.3.2005, samt reguleringsplan Markoppneset vedtatt 8.11.2005.

Varslet planområde omfatter hele Repparfjorden innenfor akse Tappen - Klubbukt. Mulig område for sjødeponering skal vurderes nærmere i forbindelse med plan- og utredningsarbeidet. For sjøområdene gjelder at hensynet til ferdsel, friluftsliv, vilt og biologisk mangfold alltid skal klargjøres og vurderes. Det skal videre legges stor vekt på tradisjonelle fiskeinteresser. Repparfjorden er oppdrettsfri sone innenfor en linje som går fra Tappen til Klubbuktneset. Hoveddelen av Repparfjorden er avsatt til "Særskilt bruk eller vern av sjø og vassdrag; Gyte/Fiskeområde" etter PBL 85 § 20-4, nr.5. Disse områdene er forbeholdt fiske etter de reglene som fiskerimyndighetene fastslår. Andre aktiviteter kan skje fritt så lenge det ikke kommer i veien for planformålet. Repparfjorden er nasjonal laksefjord og det er dermed ikke tillatt med tiltak og aktiviteter som kan skade villaksen.

Områdene langs land er med noen få unntaksområder avsatt til "Allmenn flerbruk i sjø – FFNFA" jfr. PBL 85 § 20-4, 1. ledd nr. 5. Områdene nær Repparfjordelvas utløp er båndlagt etter naturvernloven.

Det er avsatt skipsled fra eksisterende kaianlegg ved Fæg fjord og Folldal verk.

## 5.2 Utredningsmetodikk

Konsekvensutredningen er gjennomført i henhold til beskrivelsene i planprogrammet. Metodisk bygger konsekvensutredningen på Statens vegvesen håndbok nr. 140.

Metodikken for konsekvensanalyser består av en samfunnsøkonomisk analyse der en skiller mellom prissatte og ikke-prissatte virkninger. De ikke-prissatte konsekvensene er inndelt i fem fagtema og representerer ulike aspekter av miljøet og utfyller hverandre. Marin flora og fauna betraktes som “biologisk mangfold” under fagtema Naturmiljø.

Metoden omhandler artsforekomster og naturtyper med betydning for dyrs og planters levestruktur, samt geologiske elementer. Imidlertid må det påpekes at metodikken i beste fall er suboptimal for å vurdere verdi på områder i havet, undersjøiske landskap og arter, da den er laget med tanke på terrestre økosystemer.

Følgende punkter er gjennomgått i utredningen:

- Statusbeskrivelse av naturmiljøet
- Verdisetting av de ulike komponentene i naturmiljøet
- Beskrivelse av påvirkning fra tiltaket
- Vurdering av omfang av tiltaket
- Vurdering av konsekvenser av tiltaket for utvalgte marine ressurser

Trinn 1 i konsekvensutredningen er kartlegging og fastsettelse av verdi, trinn 2 er omfangsvurdering av den planlagte aktiviteten (inngrepet) og trinn 3 er selve konsekvensvurderingen av inngrepet. Konsekvensen av et naturinngrep er produktet av en gitt naturverdi og påvirkningen fra inngrepet på denne naturverdien:

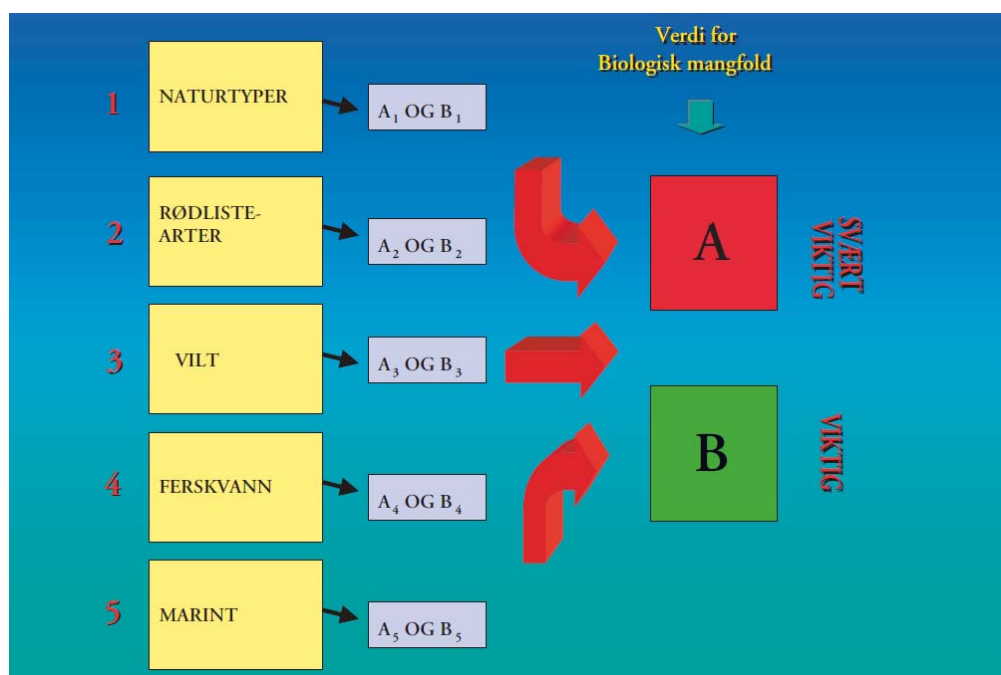
### 5.2.1 Erfaring fra andre gruver

Vi vil bruke erfaringsdata fra Island Copper Mine i British Columbia, Canada, som har en avgang som ligner på den som planlegges deponert i Repparfjorden. Fjordsystemet i British Colombia er noe mer innestengt enn Repparfjorden, men vi kan bruke erfaringer fra kartlegging av bløtbunnsfauna til utredningen for Repparfjorden. Videre er erfaringsdata fra andre nordnorske gruveaktiviteter benyttet (Nefelinutvinning i Stjernsundet og Sydvaranger, Kirkenes).

### 5.2.2 Verdisetting av biologisk mangfold

Utgangspunktet for verdisetting etter statens vegvesens håndbok 140 er bl.a. verdien av biologisk mangfold, herunder rødlistearter og naturtyper. Verdisetting av naturmiljøet er derfor foretatt på bakgrunn av status for naturmiljø. For verdisetting av enkelte naturtyper knyttet til det marine miljøet er DN's håndbok 13 “Kartlegging av naturtyper – verdisetting av biologisk mangfold” fra 2007 (DN 2007) og DN's håndbok 19 “Kartlegging av marint biologisk mangfold” benyttet. Naturmangfoldloven, om forvaltning av naturens mangfold er også svært sentral i naturressursspørsmål og har som formål å ta vare på naturens biologiske, landskapsmessige og geologiske mangfold og økologiske prosesser gjennom bærekraftig bruk og vern.

Verdisetting av biologisk mangfold på kysten foregår etter modellen vist i Figur 54, der en kategori A angir svært viktig og kategori B angir viktig. Kategori C angir lokalt viktig.



Figur 54. System for verdisetting av biologisk mangfold. Kilde: DN håndbok 13- 2. Utgave 2006. Oppdatert 2007.

Når det gjelder elementer omtalt i denne utredningen er slik verdisetting i henhold til biologisk mangfold relevant for naturtyper på land og arter oppført på rødlisten. Marine naturtyper er i liten grad kartlagt. Inndelingen i Figur 54 omfatter for naturtyper:

- A<sub>1</sub> – alle utforminger og/eller lokaliteter som er vurdert til svært viktig i håndboka
- B<sub>1</sub> - alle utforminger og/eller lokaliteter som er vurdert til viktig i håndboka

Inndelingen omfatter for rødlistearter (basert på kategoriene brukt i norsk rødliste 2006):

- A<sub>2</sub> – omfatter kategoriene kritisk trua (CR) og sterkt trua (EN)
- B<sub>2</sub>- omfatter kategorien sårbar (VU)
- Kategorien NT føres til C.

#### 5.2.2.1 Kriterier for verdi etter håndbok 140

For enkeltområder baseres verdivurderingen på faglige vurderinger knyttet til sjeldenhet, truetthet, økologisk funksjon og betydning, samt rødlistestatus. En oversikt over verdikategorier er vist i Tabell 16. Verdien blir fastsatt langs en trinnløs skala som spenner fra liten til stor verdi (Figur 55). Statens vegvesen har i håndbok 140 om konsekvensutredninger utarbeidet ulike kriterier for vurdering av et enkeltområdes verdi. Vurderingene i denne fagrapporten er basert på disse kriteriene.



Figur 55. Eksempel på verdisetting av et enkeltområde.

Tabell 16. Kriterier for vurdering av naturmiljøets verdi. (Kilde: Statens vegvesen håndbok 140)

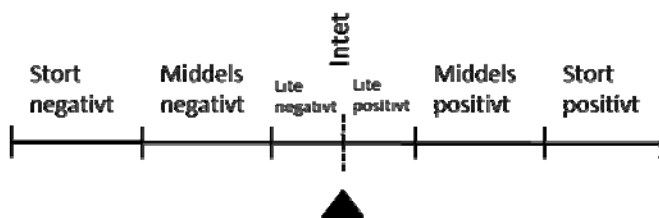
|                                                                                                 | Liten verdi                                                                                        | Middels verdi                                                                                                                                                                                                          | Stor verdi                                                                                                                                                                                                  |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Inngrepsfrie og sammenhengende naturområder, samt andre landskapsøkologiske sammenhenger</b> | Områder av ordinær landskaps-økologisk betydning.                                                  | Områder over 1 km fra nærmeste tyngre inngrep.<br>Sammenhengende områder (over 3 km <sup>2</sup> ) med et urørt preg.<br>Områder med lokal eller regional landskaps-økologisk betydning.                               | Områder over 3 km fra nærmeste tyngre inngrep.<br>Områder med nasjonal, landskaps-økologisk betydning.                                                                                                      |
| <b>Naturtypeområder/vegetasjonsområder</b>                                                      | Områder med biologisk mangfold representativt for distriktet.                                      | Natur- eller vegetasjonstyper i verdikategori B eller C for biologisk mangfold.                                                                                                                                        | Natur- eller vegetasjonstyper i verdikategori A for biologisk mangfold.                                                                                                                                     |
| <b>Områder med arts-/individmangfold</b>                                                        | Områder med arts- og individmangfold representativt for distriktet.                                | Områder med stort artsmangfold i lokal eller regional målestokk.<br>Leveområder for arter i kategoriene "hensynskrevende" eller "bør overvåkes".<br>Leveområder for arter som står oppført på den fylkesvise rødlista. | Områder med stort artsmangfold i nasjonal målestokk.<br>Leveområder for arter i kategoriene "direkte truet", "sårbar" eller "sjelden".<br>Områder med forekomst av flere rødlistearter i lavere kategorier. |
| <b>Naturhistoriske områder (geologi/fossiler)</b>                                               | Områder med geologiske forekomster som er vanlige for distriktets geologiske mangfold og karakter. | Geologiske forekomster og områder som i stor grad bidrar til distriktets eller regionens geologiske mangfold og karakter.                                                                                              | Geologiske forekomster og områder som i stor grad bidrar til landsdelens eller landets geologiske mangfold og karakter.                                                                                     |

For kriterier for verdivurdering for områdene i forhold til ulike tema henvises til de respektive kapitlene.

### 5.2.2.2 Kriterier for omfang av påvirkning

Del 2 i konsekvensutredningen består av å beskrive omfang (påvirkning). Omfangsvurderingene er et uttrykk for hvor store negative eller positive endringer det aktuelle tiltaket vil medføre for det enkelte området. Omfanget vurderes alltid i forhold til 0-Alternativet. Foreslåtte kriterier for fastsettelse av omfang er gjengitt i Tabell 17. Omfanget vurderes med utgangspunkt i kriteriene, og angis på en trinnløs skala fra stort positivt omfang til stort negativt omfang (Figur 56).

Omfang med hensyn til marin flora og fauna skal vurderes i forhold til effekten tiltaket vil få gjennom blant annet fysiske og kjemiske påvirkning av leveområder, vannkvalitet, osv. Ved vurdering av omfang skal det redegjøres for hvordan det konkrete tiltaket vil påvirke de enkelte områder (vurderingsfelt). De direkte virkninger kan være enkle å vurdere, mens de mer indirekte virkninger av et inngrep kan være kompliserte.



Figur 56. Eksempel på vurdering av påvirkning fra et inngrep.

Tabell 17. Kriterier for vurdering av det planlagte tiltakets potensielle påvirkning av naturmiljø (omfang). Kilde: Statens vegvesen håndbok 140.

| Vurderings felt                                  | Stort positivt omfang                                                                                           | Middels positivt omfang                                                                             | Lite/intet omfang                                                                                             | Middels negativt omfang                                                                                               | Stort negativt omfang                                                                                                          |
|--------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Viktige sammenhenger mellom natur-områder</b> | Tiltaket vil i stor grad styrke viktige biologiske eller landskaps-økologiske sammenhenger.                     | Tiltaket vil styrke viktige biologiske eller landskaps-økologiske sammenhenger.                     | Tiltaket vil stort sett ikke endre viktige biologiske eller landskaps-økologiske sammenhenger.                | Tiltaket vil svekke viktige biologiske eller landskaps-økologiske sammenhenger.                                       | Tiltaket vil bryte viktige biologiske eller landskaps-økologiske sammenhenger.                                                 |
| <b>Arter (dyr og planter)</b>                    | Tiltaket vil i stor grad øke arts-mangfoldet eller forekomst av viktige arter eller bedre vekst- og levevilkår. | Tiltaket vil øke arts-mangfoldet eller forekomst av viktige arter eller bedre vekst- og levevilkår. | Tiltaket vil stort sett ikke endre arts-mangfoldet eller forekomst av arter eller deres vekst- og levevilkår. | Tiltaket vil i noen grad redusere arts-mangfoldet eller forekomst av arter eller forringe deres vekst- og levevilkår. | Tiltaket vil i stor grad redusere arts-mangfoldet eller fjerne forekomster av arter eller ødelegge deres vekst- og levevilkår. |
| <b>Natur-historiske områder</b>                  | Ikke relevant.                                                                                                  | Ikke relevant.                                                                                      | Tiltaket vil stort sett ikke endre geologiske forekomster og elementer.                                       | Tiltaket vil forringe geologiske forekomster og elementer.                                                            | Tiltaket vil ødelegge geologiske forekomster og elementer.                                                                     |

### 5.2.2.3 Kriterier for konsekvens

Del 3 av konsekvensutredningen består av å kombinere verdien av området (tema) og omfanget av konsekvensene for å få den samlede konsekvensvurderingen. Konsekvenser er de fordeler og ulemper et tiltak medfører i forhold til 0-Alternativet. Verdi og konsekvens kombineres i en samlet konsekvensvurdering i henhold til matrise vist i Figur 57. Den samlede konsekvensvurderingen vurderes langs en glidende skala fra meget stor positiv konsekvens (+ + + +) til meget stor negativ konsekvens (- - - -), en funksjon av verdi og omfang (17 kategorier – se Tabell 18).

| Verdi<br>Ingen verdi                           | Omfang |       |         |                                         |
|------------------------------------------------|--------|-------|---------|-----------------------------------------|
|                                                |        | Liten | Middels | Stor                                    |
| Stort positivt                                 |        |       |         | Meget stor positiv konsekvens (++++)    |
|                                                |        |       |         | Stor positiv konsekvens (+++)           |
| Middels positivt                               |        |       |         | Middels positiv konsekvens (++)         |
|                                                |        |       |         | Liten positiv konsekvens (+)            |
| Lite positivt<br>Intet omfang<br>Lite negativt |        |       |         | Ubetydelig (0)                          |
|                                                |        |       |         | Liten negativ konsekvens (-)            |
| Middels negativt                               |        |       |         | Middels negativ konsekvens (- -)        |
|                                                |        |       |         | Stor negativ konsekvens (- - -)         |
| Stort negativt                                 |        |       |         | Meget stor negativ konsekvens (- - - -) |

Figur 57. Konsekvensvifte (et produkt av verdi og påvirkning) (Statens vegvesen, Håndbok 140).

Tabell 18. Karakteristikk og fargekoder for konsekvens (Statens vegvesen, Håndbok 140).

|                                                        |             |
|--------------------------------------------------------|-------------|
| Meget stor positiv konsekvens                          | ++++        |
| Stor / meget stor positiv konsekvens                   | +++ / +++++ |
| Stor positiv konsekvens                                | +++         |
| Middels / stor positiv konsekvens                      | ++ / +++    |
| Middels positiv konsekvens                             | ++          |
| Liten / middels positiv konsekvens                     | + / ++      |
| Liten positiv konsekvens                               | +           |
| Ingen / liten positiv konsekvens                       | 0 / +       |
| Ubetydelig konsekvens                                  | 0           |
| Ingen / liten negativ konsekvens                       | 0 / -       |
| Liten negativ konsekvens                               | -           |
| Liten / middels negativ konsekvens                     | - / --      |
| Middels negativ konsekvens                             | --          |
| Middels / stor negativ konsekvens                      | -- / ---    |
| Stor negativ konsekvens                                | ---         |
| Stor / meget stor negativ konsekvens                   | --- / ----  |
| Meget stor negativ konsekvens                          | ----        |
| Ikke relevant / det kartlagte området blir ikke berørt |             |

### 5.2.3 Beskrivelse av 0-Alternativene

0-Alternativet er sammenligningsalternativet, det vil si det alternativet som konsekvensene av tiltaket vurderes opp mot. 0-Alternativet er i utgangspunktet dagens situasjon i området.

Statnett planlegger en 420 kV kraftledning fra Balsfjord til Hammerfest. Denne har ennå ikke fått konsesjon, men Statnett venter et konsesjonsvedtak rundt årsskiftet 2011-12. 420 kV linja vil gå gjennom det aktuelle planområdet på land, og det vurderes som svært sannsynlig at linja blir bygd. Forholdet er drøftet med Fylkesmannen i Finnmark som igjen har konferert med Miljøverndepartementet. Deres konklusjon er at det i tilknytning til reguleringsplan med konsekvensutredning for planlagt gruvedrift i Nussir og Ulveryggen i Kvalsund kommune må legges til grunn to 0-Alternative utredninger. Dette er:

**0-Alternativ A:** Dagens situasjon uten gruvedrift og uten 420 kV-linja.

**0-Alternativ B:** Dagens situasjon uten gruvedrift, men hvor det samtidig legges til grunn at 420 kV-linja bygges.

De to 0-Alternativene vurderes til å være like i forhold til påvirkning på marin flora og fauna og de vil derfor bli vurdert sammen videre i denne utredningen.

0-Alternativet betyr at Repparfjorden fremstår som i dag, og ingen avgang bestående av partikler og metaller vil bli deponert i fjorden. Ingen annen gruverelatert virksomhet er planlagt i området. Fjorden som helhet vil dermed kun påvirkes av generelle prosesser og endringer (klimaendringer, kongekrabben). Aktuelle gyte-, oppvekst- og beiteplasser i fjorden vil kunne benyttes av fisk som før og fiskerivirksomhet vil bli utøvd i henhold til kvoter og reguleringer.



#### 5.2.4 Kilder og inngangsdata

Akvaplan-niva har gjennomført flere undersøkelser i marint miljø i Repparfjorden de siste årene (Christensen *et al.* 2009; Dahl-Hansen og Velvin 2008; Pedersen og Arnesen 2008). Det ble i 2010 – 2011 gjennomført en grunnlagsundersøkelse der man gjennomførte hydrografiske målinger, strømmålinger, vannkjemiske analyser, kjemiske analyser av bunnsedimenter, analyser av bløtbunnsfauna, analyser av zooplankton, kjemiske analyser av tang samt undersøkelser av fjæresonen (Christensen *et al.* 2011). I tillegg ble det i 2010 – 2011 gjennomført undersøkelser av marin fisk og fiskeri (Falk og Christensen 2011a).

I mai 2008 gjennomførte Akvaplan-niva (Dahl-Hansen og Velvin 2008) en miljøundersøkelse i Repparfjorden, i forkant av mulig etablering av et behandlingsanlegg for oljeboringsavfall i indre del av fjorden. I denne undersøkelsen ble det gjennomført kartlegging av bunnfauna på 4 stasjoner i den indre delen av Repparfjorden.

I 2008 gjennomførte Akvaplan-niva prosjektet ” Smolt av anadrom laksefisk - en sårbar ressurs ved et kystnært oljesøl?” for NOFO Fond. Hovedmålet med prosjektet var å vurdere sårbarheten til smolt av anadrom laksefisk ved et eventuelt kystnært oljeutslipp. Som en del av prosjektet ble utvandringstidspunktet for laksesmolt fra Repparfjordelva kartlagt. Videre ble overflatestrømmen i Repparfjorden kartlagt ved hjelp av feltmålinger og simuleringer fra en oseanografisk modell. Modellen ble også brukt til å simulere oljedrift fra et tenkt utslipp i Repparfjorden (Christensen *et al.* 2009).

Gjennom disse undersøkelsene har vi fått verdifull informasjon om fjorden og Repparfjordelva som er benyttet ved utarbeidelse av programmet for grunnlagsundersøkelsene i marint miljø og for denne utredningen.

### 5.3 Påvirkningsfaktorer og effekter

Gruvedrift kan være et betydelig naturinngrep, og etablering av et landdeponi eller et sjødeponi for gruveavgang vil kunne medføre betydelige miljøpåvirkninger. Det vil i hovedsak være tilførsel og spredning av partikler som en følge av avrenning eller deponering i sjø som vil kunne medføre en negativ påvirkning på miljøet. I tillegg vil avgangens kjemiske sammensetning kunne få betydning for den marine flora og fauna. I de neste kapitlene (5.3.1 – 5.3.2) påvirkningsfaktorene beskrevet og det er vurdert hvilke effekter deponering kan ha på marin flora og fauna. En mer utførlig omtale om mulige effekter på marin flora og fauna er gitt i de ulike utredningskapitlene for strandsone, bløtbunn og zooplankton.

De fysiske (modellering) og kjemiske effektene på marint miljø ved etablering av et sjødeponi i Repparfjorden er beskrevet i detalj lengre frem i denne utredningen (Kapittel 3 og 4). En kort oppsummering av påvirkningsfaktorene for de to ulike deponialternativene er gjengitt i dette kapitlet (5.3.1 og 5.3.2)

### 5.3.1 Suspenderte partikler

De siste 50 årene har effekter av suspenderte partikler på fisk og akvatisk liv vært studert over hele verden. Det er kjent at økte mengder av partikler påvirker vannets fysiske og kjemiske kvalitet, og dermed vannets egnethet som levested for flora og fauna. Fysiske forandringer innebærer for eksempel redusert lyspenetrasjon og økt avsetning av materiale på sjøbunnen (Bilotta og Brazier 2008).

Effekten av suspenderte partikler på akvatiske organismer avhenger av en kombinasjon av følgende faktorer (Bilotta og Brazier 2008):

- Konsentrasjonen av partikler
- Eksponeringstid
- Partiklenes kjemisk sammensetning
- Partiklenes størrelse og fasong

Marine dyr kan påvirkes av suspenderte partikler både direkte og indirekte, og litteraturen beskriver letale, sub letale og adferdsmessige effekter. Subletale effekter er effekter som ikke er alvorlige nok til å drepe organismen, men kan medføre langsommere vekst og dermed økt risiko for å bli spist (predasjon). Klogging (tilstopping) og irritasjon av gjeller kan gi subletale problemer med osmoregulering og fysiske skader på gjellene (Humborstad *et al.* 2006).

Redusert lys og partikler (turbiditet) i vann kan redusere fiskens muligheter for visuelt å finne og fange byttedyr (Utne-Palm 1999). Turbiditet er et uttrykk for partikulært materiale i vann og kan i vid forstand karakteriseres som den nedsatte siktbarhet disse partiklene forårsaker (Vennerød 1984). En viss økning av turbiditet kan ha en positiv effekt da det vil øke kontrasten i vannet (Utne 1997). Økt turbiditet kan imidlertid også redusere fiskens visuelle muligheter for å oppdage og unngå predatorer (Lehtiniemi *et al.* 2005). Det betyr igjen at en viss økning i turbiditeten vil kunne føre til at zooplankton blir lettere å finne for fisk noe som vil kunne ha en negativ effekt på zooplankton. Predatorer som lokaliserer sine byttedyr ved hjelp av kjemoresepsjon, dvs. lukt og smaksans, blir sannsynligvis ikke påvirkede av turbiditetsendringer (Rowe *et al.* 2003).

Deponering av avgangsmasser på fjordbunnen i Repparfjorden vil i praksis medføre at habitatet i det aktuelle området får endret egnethet som leveområde for bunnfauna og fisk. En stor partikkeltilførsel fører til fysisk ustabilitet i sedimentet, mindre heterogenitet og dermed færre nisjer, samt begravning og kveling av organismer (Probert, 1975; Moore, 1977). De fleste arter (eksempel småfisk og flatfisk) er avhengig av å beite på bunnlevende byttedyr og er samtidig avhengig av de skjulesteder havbunnen gir. Dette kommer trolig til å føre til at fisk som er tilknyttet deponiområdet flytter til andre områder i fjorden grunnet dårligere tilgang på føde. Nedslamming av vegetasjon, som tareskog og ålegrasenger på grunnere vann, kan begrense tilgangen på viktige habitat for blant annet kysttorsk.

### 5.3.2 Metaller

For å kunne medføre en påvirkning må metaller være i en biotilgjengelig form. Frie metallioner regnes for å være mest biotilgjengelig. Biotilgjengeligheten av metaller for organismer er blant annet avhengig av minst 4 generelle faktorer: (1) de fysiske og økologiske egenskapene til organismen, (2) tilstandsformen av oppløste metaller, (3) tilstandsformen av partikulære metaller som er opptatt i fordøyelsessystemet og (4) vannkjemiske faktorer (Jenne and Luoma 1977).

Et metall kan ha ulik toksisitet overfor ulike arter og ulike livsstadier av samme art (Grosell *et al.* 2007). Tidlige utviklingsstadier er de mest følsomme og metalkonsentrasjoner som gir dødelighet hos embryo og larver kan være flere størrelsesordener lavere enn de som gir dødelighet hos voksne (Connor 1972).

Det er betydelig mer litteratur på metall toksisitet fra ferskvann enn fra sjøvann. Sjøvann er et bufret medium, og ved saltholdigheter på 25-38 ppt er variasjonen i vannkjemi (f. eks pH, ionestyrke og ionekonsentrasjon) relativt liten sammenlignet med ferskvann. Metall toksisitet er vanligvis lavere i sjøvann enn i ferskvann (f. eks Zhang and Wang 2007) fordi konsentrasjonen av det frie metall ionet er lavere, og metallene i større grad er bundet i lite biotilgjengelige komplekser.

Gjellene er et vesentlig organ for opptak av metallioner hos akvatiske organismer. Binding av metaller til gjellene kan forhindre utveksling av ioner som er nødvendig for opprettholdelse av ionebalansen, som er en viktig livsfunksjon. Det kan også forandre gjellenes membranpermeabilitet, noe som kan gi problemer med osmoregulering. Metaller inntas også via føde, og gjennom å drikke (vanlig hos marine fisk) slik at metaller også tas opp gjennom tarmsystemet (Zhang and Wang 2007). Dyreplankton, og trolig andre evertebrater akkumulerer metaller, mens fisk har en større evne til å regulere interne konsentrasjoner. Rent generelt kan noen tungmetaller magnifiseres i næringsnett, hvilket betyr at en predator akkumulerer høyere vevsverdier enn det som byttet inneholder (Dale 2008).

#### **5.3.2.1 Kobber**

Kobber (Cu) er et essensielt element for akvatiske organismer, og inngår i en rekke enzymatiske prosesser. Samtidig er Cu potensielt giftig (Grosell *et al.* 2007). Endringer i den uorganiske vannkjemien som er assosiert med økende saltholdighet ser ut til å redusere toksisiteten av Cu både hos fisk og hos virvelløse dyr (evertebrater) (Grosell *et al.* 2004; Lorenzo *et al.* 2005). Dette skyldes primært at bare en liten del av Cu forekommer som fritt ion i sjøvann. Mesteparten er bundet til ulike lite biotilgjengelige komplekser (referanser i Lorenzo *et al.* 2005).

Det er stor variasjon mellom marine arter/dyregrupper når det gjelder følsomhet for Cu. Grosell *et al.* (2007) mener at forskjellige strategier for å opprettholde saltbalansen kan forklare mye av variasjonen i følsomhet for Cu hos marine organismer, og at mekanismene for giftighet er ulike.

Opptak av Cu fra vann skjer hovedsakelig gjennom respirasjon og inntak av føde og vann. Det er overveiende gjellene og fordøyelsessystemet som eksponeres og akkumulerer kobber (framfor alt gjeller og lever) som er løst i vannet og kan gi toksiske effekter.

#### **5.3.2.2 Nikkel**

Det er betydelig mindre litteratur på effektene av Ni på akvatiske organismer sammenliknet med eksempelvis kobber og sink. Årsaken er at Ni er relativt sett mindre giftig (Niyogi og Wood 2004). pH har trolig en effekt på toksisiteten til nikkel. Undersøkelser viser imidlertid at økt pH kan gi både økt (Hoang *et al.* 2004, Deleebeeck *et al.* 2007) og redusert (Pyle *et al.* 2002) toksisitet. Videre er det økt grad av kompleksdannelse i sjøvann sammenliknet med ferskvann (Sadiq 1989). Ni er dermed trolig mindre giftig i sjøvann enn i ferskvann da andelen av løst nikkel som kan tas opp via gjellene er lavere.

Det finnes svært få studier på Ni toksisitet hos marine organismer, og det ser ut til at det er ganske stort spenn i sensitivitet hos de artene som er undersøkt (Hunt *et al.* 2002).

### 5.3.3 Alternativ 1 Landdeponi – påvirkningsfaktorer for marint miljø

I Iversen (2011) gjennomføres en delutredning av landdeponi i forhold til betydning for vannkvalitet i avrenningsvann og berørte vassdrag. I forbindelse med denne utredning er følgende bakgrunnsdata hentet fra Iversen (2011) (gjengitt i kursiv).

*Det er ikke avgjort hvilket konstruksjonsprinsipp som velges (drenerende dam eller tett dam) noe som vil ha stor betydning for eventuelle utslipp til marint miljø. Det er mest sannsynlig at en drenerende dam vil lekke mer metaller enn det som vil være tilfelle ved deponering under et vannspeil i en tett dam. Dette skyldes at større deler av avgangen er utsatt for forvitring og utvasking av forvittringsprodukter. Dette vil også være tilfelle hos Nussir. En må imidlertid legge til her at de testene som er gjort på avgangen til Nussir viser at avgangen vil avgi lite metaller (SGS 2011).*

*Testene som er gjort for å undersøke forvitringsegenskapene mht oksidasjon av sulfider viser at avgangen aldri vil produsere surt drens vann, selv om den blir deponert tørt i dagen.*

*Det kan forventes at metalltransporten fra deponiet vil bli relativt beskjeden etter at deponering er opphørt, men en har ikke grunnlag for å anslå transporten mer kvantitativt v.h.a. opplysningene som de utførte testene gir.*

*Så lenge deponiet er i drift, kan en forvente en relativt beskjeden metalltransport fra deponiet. Metallene, og spesielt kobber, vil for en stor del være bundet til avgangspartikler. Ved den pH-verdien som en vil få i deponiet (ca. pH 9), vil den alene også bidra til at kobberinnholdet i deponivannet vil foreligge som partikler. Dersom det skulle inntreffe en ugunstig utvikling i vannkvalitet i deponiet, som for eksempel dårlig sedimentering eller partikkelflukt, vil en alltid så lenge driften pågår ha muligheter til å gjøre korrigerende tiltak.*

*Utredningen anbefaler at deponiet bygges som en tett dam noe som vil begrense metalltransporten til et minimum ved at utløsningen av metaller kun skjer fra overflaten av deponiet.*

*Vannbalansen på prosessen og på nedbørfeltet tyder på at en periodevis under naturgitte forhold kan få flomoverløp på deponiet. Vi antar at dette vannet ledes til Dypelva. Vannet vil inneholde avgangspartikler, prosesskjemikalier og ha en pH-verdi omkring 9. Tungmetallinnholdet, deriblant kobberinnholdet, vil være relativt beskjedent og vil i hovedsak være partikulært bundet. Det er ikke mulig å beregne hvor stor partikkeltransporten fra deponiet vil bli når det er overløp. Her må bedriften innhente erfaringsmateriale. Det vil imidlertid være mulig å begrense partikkeltransporten fra deponiet v.h.a. ulike tiltak dersom det skulle bli nødvendig.*

Konklusjonen i forhold til marint miljø vil utfra dette være at tilførselen av metaller, prosesskjemikalier og partikler fra et landdeponi vil være svært begrenset.

### **5.3.4 Alternativ 2 - Sjødeponi i Repparfjorden – påvirkningsfaktorer på marint miljø**

I dette kapitlet er det gjort en kort sammenstilling av delutredningene; “modellering av gruveavgang i Repparfjorden” (kapittel 3) og “de kjemiske konsekvensene av sjødeponering i Repparfjorden” (Kapittel 4) i denne rapporten.

#### **5.3.4.1 Modellering, avgang og suspenderte partikler**

Spredningen av gruveavgangen er modellert for å kunne beregne konsentrasjoner i vannmassene og hvor avgangen kan forventes å sedimentere på bunnen. Det er kun foretatt beregninger for deponiområde C, nordøst for Fæg fjordholmen, da dette vurderes som det eneste aktuelle område i fjorden. Her er det bløte bunnforhold og lavere bunnstrøm enn i det ytre fjordområdet. Volumet antas å være stort nok til å romme den samlede, planlagte utslippsmengden i hele prosjektet (ca. 24 millioner m<sup>3</sup> avgang).

Strømmene i fjorden varierer med tidevann, vind og ferskvannstilførsler. De store tidevannsforskjellene fører til en betydelig vannutskiftning i fjorden. I størstedelen av fjorden fornyest omkring halvparten av overflatevannet i løpet av 14 dager. På dypt vann er vannutskiftningen noe mindre.

SGS, Lakefield, Canada, har gjort en sikteanalyse av avgangen. Resultatene viser at ca. 85 % av avgangen har en partikkelstørrelse mindre enn 100 µm, ca. 50 % av dette er igjen mindre enn 30 µm, mens 10 % består av partikler mindre enn 5 µm. Det er gjort analyser av kornform i avgangen og kornformen er karakterisert som kantet til litt rundet (Klev 2011).

Synkehastigheten gjennom vannet er avhengig av partiklenes størrelse, avgangens tetthet og farten ved utløpet av røret. Modelleringen viste at de to største kornstørrelsesklassene vil synke til bunns i nærheten til utslippet. Også en stor del av mindre kornstørrelser vil gjøre samme. Dette utgjør over 99 % av den totale avgangen. For alle kornstørrelsesklassene ble det modellert konsentrasjoner over 0,1 mg/l i vannmassene innen et par kilometer fra utslippet. For de større kornstørrelsesklassene var påvirkningen størst omkring utslippsdypet på 30 meter dyp. For de fineste partiklene (5 og 8 µm) var lave konsentrasjoner 0,01 – 0,005 mg/l vanlige i overflaten i omtrent hele fjorden i de øverste 20 meterne.

Ved et utslippspunkt på 50 meters dyp sedimenterte avgangen hovedsakelig på bunnen av bassenget på omkring 80 meters dyp. Etter 20 år var utbredelsen av deponiet med tykkelse på 1 cm, 10 cm og 25 meter henholdsvis 5 km<sup>2</sup>, 2,5 km<sup>2</sup> og 0,2 km<sup>2</sup>. Maksimum tykkelse var 42 meter. Kun en meget liten andel av de fineste partiklene ble beregnet ført med strømmen over terskelen vest for hovedbassenget. Sammenlignet med influensområdet (hele fjorden) totale størrelse på ca. 38 km<sup>2</sup> kommer ca. 13 % til å bli dekket av 1 cm avgang eller mer i løpet av en 20 års periode.

#### **5.3.4.2 Kjemiske konsekvenser av sjødeponi**

De kjemiske konsekvenser av sjødeponering i Repparfjorden er vurdert med hjelp av ”Risikovurdering av forurenset sediment (TA-2230/2007).

Kobber og nikkel er de to metallene som vil bli vesentlig forhøyet i deponiområdet, ettersom avgangen gjennomsnittlig vil inneholde 700 mg/kg Cu og 120 mg/kg Ni. Dette tilsvarer svarer tilstandsklasse V for Cu og tilstandsklasse IV for Ni i (TA-2229-2007), og tilsier at avgangen i seg selv må anses som giftig for marine organismer. De forskjellige kjemikalier som tilsettes i den tekniske oppredningsprosessen og de antatt lave konsentrasjonene som følger avgangen vil i henhold til beregninger ikke kunne gi negative økologiske effekter i fjorden (Christensen

et al. 2011a). Tabell 19 viser de viktigste parameterne for de kjemiske konsekvensene av tiltaket. “Oppløste” metaller motsvarer metaller i ioneform og er dermed teoretisk biotilgjengelig for marine organismer. Det som er mest relevant for påvirkning på marin fisk er hvor mye som faktisk frigjøres fra avgangen til vannsøylen.

Tabell 19. De viktigste beregnede parameterne for de kjemiske konsekvensene av tiltaket. Øvre grenseverdi for tilstandsklasse III (TA-2229) er vist i parenteser.

|                                                                                                            | Kobber                                                         | Nikkel                                    | Merknad                                                                                                                                                                           |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Total tungmetall som faststoff i utslippet                                                                 | 9 600 - 20 100 tonn                                            | 3 480 tonn                                | Basert på utslipp av 30 millioner tonn avgang i løpet av 15-25 år                                                                                                                 |
| Tungmetall som faststoff i utslippet i året                                                                | 640 - 1 340 tonn                                               | 232 tonn                                  | Basert på 2 millioner tonn avgang per år                                                                                                                                          |
| Tungmetall som vil være i den suspenderte andelen av avgangen i året                                       | 13 - 28 tonn                                                   | 4,6 tonn                                  | Den suspenderte andelen av avgangen vil flyttes ut av fjorden med strømmene                                                                                                       |
| Konsentrasjon av tungmetaller i avgangen                                                                   | 320-671 mg/kg (55)                                             | 74-116mg/kg (120)                         | Basert på Bowman (2011) og Imeson (2011)                                                                                                                                          |
| Sjøvannskonsentrasjon, gjennomsnitt hele vannsøylen, oppløste metaller                                     | 0,42 µg/l<br>(0,08 µg/l + bakgrunn 0,365 )<br>(III/IV=0,8µg/l) | (0,04 µg/l + bakgrunn)<br>(III/IV=12µg/l) | Beregnet på grunnlag av maksimal utlekking fra deponioverflaten, kommer i tillegg til bakgrunnsverdi på 0,365 µg/l (Cu)                                                           |
| Beregnet fluks fra sedimentoverflaten, oppløste metaller                                                   | 7-145 mg/m <sup>2</sup> /år                                    | 8-80 mg/m <sup>2</sup> /år                | Teoretisk beregnet på det høyeste metallinnholdet.                                                                                                                                |
| Porevannskonsentrasjon, oppløst tungmetall                                                                 | 13-28 µg/L (0,8)                                               | 16 µg/L (12)                              | Beregnet med likevektskonstanter fra TA-2230/2007                                                                                                                                 |
| Totalt oppløst tungmetall fra sedimentet til sjøvannet i året                                              | 31-650 kg                                                      | 36-340 kg                                 | Tilnærmet lik mengde miljøgifttransport ut av deponiområdet i året. Avhenger av bioturbasjon                                                                                      |
| Konsentrasjoner bløtbunnsfauna                                                                             | ~3 mg/kg                                                       | ~0,3mg/kg                                 | Beregnet i henhold til TA-2230. Maksimalverdier.                                                                                                                                  |
| Totalt oppløst tungmetall fra sedimentet til sjøvannet sedimentet er tomt                                  | 65 tonn                                                        | 11,5 tonn                                 | Hvis fluksen er konstant og alt kobberet løses ut fra overflaten av deponiet tar dette henholdsvis 210 og 66 år. Er det lite bioturbasjon vil utlekkingen avta med sedimentering. |
| Totalt oppløst tungmetall fra sedimentet om det dekkes til med rent materiale etter avslutning av deponiet | 6-12 tonn                                                      | 7 tonn                                    | Etter 20 år                                                                                                                                                                       |

Utlekkingsforsøk med sterk salpetersyre viste at omtrent 350 mg/kg kobber av total kobber på 700 mg/kg ble oppløst. Dette betyr at det resterende 350 mg/kg kobberet er meget sterkt bundet til mineraler i avgangen.

Det er utført toksisitetstester for avgangen, både av SGS, Lakefield, Canada og NIVA. Det er imidlertid ikke gjennomført bioakkumuleringstester. Avgangen viste seg å ha negative effekter (dødelighet og redusert vekst) for krepsdyr og børstemark, men ikke for alger (Rapport SGS; Lillicrap *et al.* 2011).

Det er stor risiko for at miljømålene (se 4.4.2 og 4.4.4.5) for avgangen som sedimenterer vil overskrides i dette deponiet. Det er imidlertid ikke risiko for humane helse forbundet med deponeringen. Innholdet av tungmetaller er ikke så høyt at det gir fare for human helse ved direkte eller indirekte eksponering (inntak av fisk og skalldyr). Dose (kobber) for voksne og barn er beregnet til 0,00342 mg/kg/dag (se 4.4.4.3), hvilket er lavere enn grenseverdien på 0,005 mg/kg/dag.

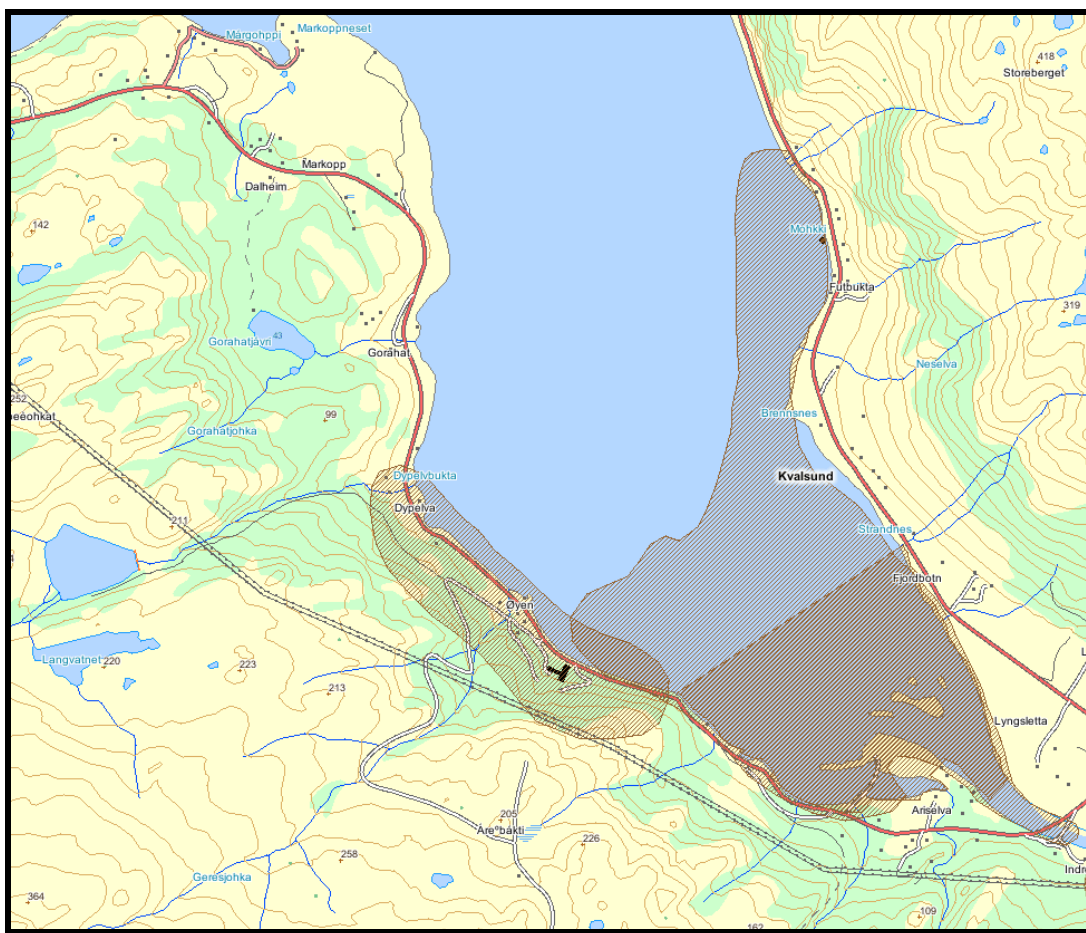
## 5.4 Konsekvensvurdering naturmiljø strandsoner/ fjæresone

### 5.4.1 Beskrivelse status for naturmiljø strandsoner og fjæresone

Beskrivelser av naturmiljø i Repparfjorden er basert på eksisterende, allment tilgjengelige kilder i tillegg til informasjon fra grunnlagsundersøkelsen i Repparfjorden. Det er utført feltarbeid i fjæra i forbindelse med utredningen.

Fjæreundersøkelsene (hardbunnfjære) (Christensen *et al.* 2011) viste at det var lav artsrikdom i fjæra, mest sannsynlig på grunn av ferskvannspåvirkningen og isskuring på vinteren. Imidlertid var fjæresamfunnet naturlig og veletablert.

Det er registrert et hekke- og rasteområde for våtmarksfugl innerst i Repparfjordbotn, i fjæreområdet ved deltaet ved utløpet til Repparfjordelva (Figur 58). Området har tørre grusbanker som er hekkeplass for rødnebbterne og fiskemåke, steinvender, rødstilk og strandsnipe. Om høsten er laksender og ærfugl observert i området. Ti andefuglarter og 14 vadefuglarter er påvist her. Av vadere nevnes observasjoner av sotsniper. Sotsnipe er rødlistet, i kategori LC (livskraftig), den laveste kategorien. Sotsnipe står ikke oppført på den fylkesvise rødlisten (kilde: Miljøstatus Finnmark fylke).



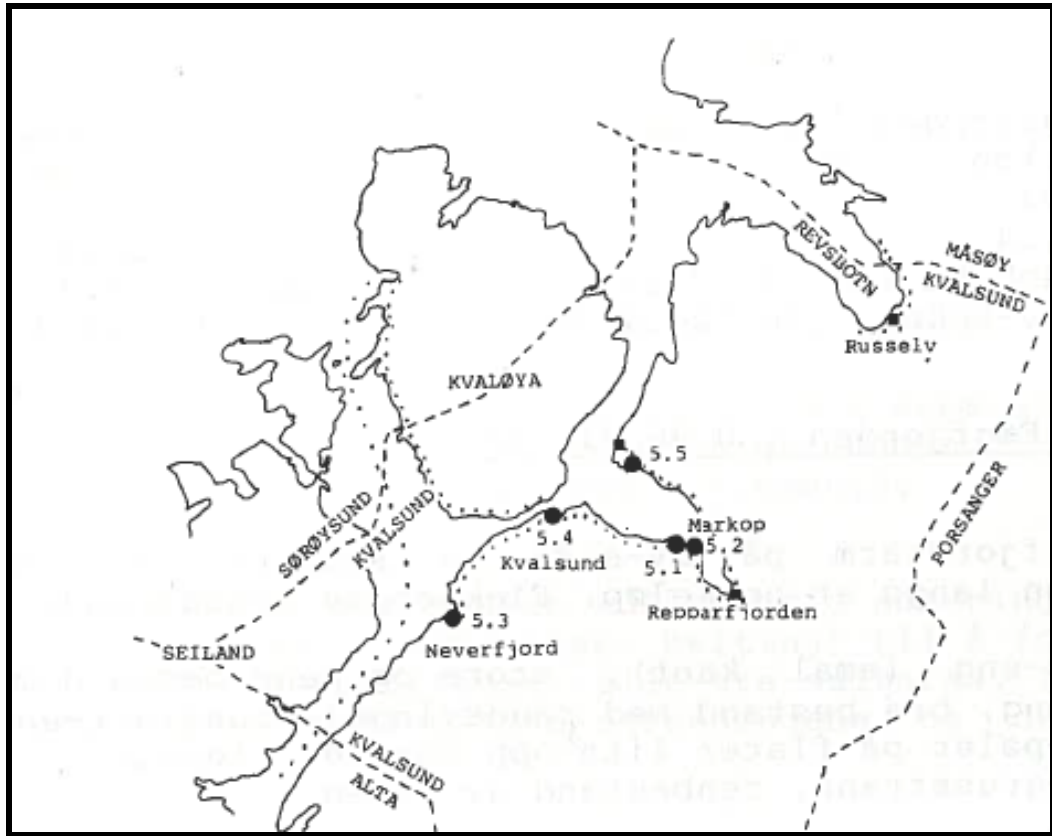
Figur 58. Registrert hekke- og rasteområde for våtmarksfugl og registrert leveområde for oter (til venstre langs fjorden) i Repparfjordbotn,. Kilde: Direktoratet for naturforvaltning, naturbase.



Det er registrert to leveområder for oter, som er rødlistet i kategori VU (sårbar), i Repparfjorden. Oter er ikke en del av denne utredningen.

Tre strender er vurdert til å ha litt verneverdi (Elven og Johansen 1983 (Figur 59)):

- Fæg fjorden: liten, beskyttet fjordtarm med strandengvegetasjon og pen sonering.
- Markop: avstengt poll med bra utviklet strandeng, omfattende og typisk sonering, noe beitepreg.
- Klubbukt: middels eksponert bukt med strandeng og taresaltgras-eng beskyttet av en grusbanke, sterkt beitepreg.



Figur 59. Oversikt over kartlagt strandenglokaliteter i Kvalsund. Fæg fjorden er 5.1, Markop er 5.2, mens Klubbukt er 5.5. Kilde: Elven og Johansen 1983.

### 5.4.2 Verdisetting av biologisk mangfold, strandsone og rødlistearter

Befaringene utført av Elven og Johansen (1983) er grunnlaget for verdivurderingen av strandengene. Ordinær verdisetting og kartlegging er ikke foretatt, slik at denne verdisettingen tar forbehold om et begrenset datagrunnlag, dvs. utelukkende beskrivelser fra Elven og Johansen (1983) og deres befaringer fra 1979 og 1980. DN's håndbok 13 er revidert i 2007, dvs. at datasettet til Elven og Johansen (1983) ikke er samlet inn med bakgrunn i veilederen. Imidlertid er det viktig å understreke at selv om det her tas forbehold, er Elven og Johansen (1983) sine kartlegginger utgangspunktet for vernevurderinger i området.

Basert på Elven og Johansen (1983) er 3 naturtypelokaliteter verdivurdert. Elven og Johansen (1983) har brukt følgende skala i sin verdivurdering:

++++ - svært verneverdig

+++ - verneverdig

++ - litt verneverdig

+ - uten verneverdi

I denne rapporten har vi satt latt ++++ tilsvare verdikategori A, +++ verdikategori B, mens + tilsvarer C. Områder der konklusjonen hos Elven og Johansen var at området var uten verneverdi, er ikke verdivurdert (Tabell 20).

Tabell 20. Naturtypelokaliteter i utredningsområdet for sjødeponi i Repparfjorden. Verdisetting utført av Elven og Johansen (1983) er inkludert.

| Navn        | Naturtype                       | Hovedutforming                                                                                | Elven og Johansen 1983 | Verdi |
|-------------|---------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|-------|
| Fæg fjorden | Sandstrand<br>G 04              | Liten, beskyttet fjordtarm, med strandengvegetasjon langs et bekkeløp. Flekker av grusstrand. | ++                     | C     |
| Markop      | Strandeng og strandsump<br>G 05 | Avstengt poll med bra utviklet strandeng.                                                     | ++                     | C     |
| Klubbukt    | Strandeng og strandsump<br>G 05 | Middels eksponert bukt, beskyttet av grusbanke med strandeng                                  | ++                     | C     |

Ved verdisetting av rødlistearter kommer ingen arter inn under kategori A, svært viktig.

Ved verdisetting av rødlistearter kommer følgende arter inn under kategori B, viktig:

- Oter med status VU (sårbar) – ikke en del av denne utredningen

### 5.4.3 Beskrivelse av påvirkning

0-tiltaket er beskrevet som ingen etablering av sjødeponi, og Alternativ 1 er etablering av landdeponi, mens Alternativ 2 er etablering av sjødeponi. For ytterligere beskrivelse av 0-tiltaket og alternativene viser vi til kapittel som omhandler dette.

0-tiltaket vil være fortsatt utvikling av naturmiljøet i Repparfjorden, basert på dagens aktiviteter (jamfør kapittel om dagens aktiviteter). Ingen planlagte, kjente tiltak vil påvirke naturmiljøet i strandsonen eller kjente, kartlagte naturtyper i negativ grad. Imidlertid vil naturlige prosesser, som klimaendring og påvirkning fra fremmede arter som kongekrabbe eller strandkrabbe kunne påvirke naturmiljøet. Menneskelig påvirkning på naturmiljøet er derfor å betrakte som ubetydelig. Omfangsvurdering er ikke nødvendig for nulltiltaket.

For strandsonen/ fjæresonen vil Alternativ 1 (etablering av landdeponi) medføre lite påvirkning. Ifølge Iversen (2011) viser utvaskingstestene at avgangen avgir lite metaller, og dermed er det forventet beskjeden metalltransport fra deponiet, både i driftsfasen og etter avslutning. Mengden partikler som frigjøres er ukjent, men vil være adskillig mindre enn ved et sjødeponi. Påvirkningen kan ikke beskrives stedsspesifikt, da lokaliseringer ikke er bestemt.

For strandsonen/ fjæresonen samt marine naturtyper vil Alternativ 2 (etablering av sjødeponi) medføre ulike typer påvirkning. Hovedtypene er

- Direkte effekter av partikler fra deponering (nedslamming) og direkte påvirkning av partikler.
- Toksiske effekter av gruvelammet.

Disse to påvirkningene kan opptre sammen og hver for seg, slik at påvirkningsbildet vil være komplekst.

Iversen (2011) konkluderer med at i forhold til marint miljø vil tilførselen av metaller, prosesskemikalier og partikler fra et landdeponi vil være svært begrenset.

Fot ytterligere beskrivelse av påvirkning, og modellert spredning av partikler vises det til kapittel om modellering, og de respektive delutredningene som ligger til grunn for oppsummeringene gjentatt i dette kapitlet.

### 5.4.4 Metodikk for verdi, omfang og konsekvensvurdering

Konsekvensvurderinger er utført etter Statens vegvesens håndbok 140, og status for området er beskrevet etter en trinnvis metode. Metoden omfatter vurdering av status, verdi, omfang og konsekvens, og omhandler naturtyper og artsforekomster med betydning for dyrs og planters levegrunnlag. Imidlertid må det påpekes at metodikken i beste fall er suboptimal for å vurdere verdi på områder i havet, undersjøiske landskap og arter, da den er laget med tanke på terrestre økosystemer.

Konsekvenser er vurdert for 0-Alternativet, Alternativ 1 (landdeponi) og Alternativ 2 (sjødeponi).

### 5.4.5 Verdivurdering

Verdivurderingen er foretatt med bakgrunn i statens vegvesens håndbok 140 og beskrivelsene av status nevnt foran.

Tabell 21. Kriterier for vurdering av naturmiljøets verdi. (Kilde: Statens vegvesen håndbok 140). Egendefinerte kategorier tilpasset Repparfjorden.

|                                                                     | Liten verdi                                                         | Middels verdi                                                                                                                                                                                                                  | Stor verdi                                                                                                                                                                                                          |
|---------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Strandsonen i Repparfjorden; naturområde og landskapsøkologi</b> | Områder av ordinær landskaps-økologisk betydning.                   | Områder over 1 km fra nærmeste tyngre inngrep.<br><br>Sammenhengende områder (over 3 km <sup>2</sup> ) med et urørt preg.<br><br>Områder med lokal eller regional landskaps-økologisk betydning.                               | Områder over 3 km fra nærmeste tyngre inngrep.<br><br>Områder med nasjonal, landskaps-økologisk betydning.                                                                                                          |
| <b>Områder med arts-/individmangfold</b>                            | Områder med arts- og individmangfold representativt for distriktet. | Områder med stort artsmangfold i lokal eller regional målestokk.<br><br>Leveområder for arter i kategoriene "hensynskrevende" eller "bør overvåkes".<br><br>Leveområder for arter som står oppført på den fylkesvise rødlista. | Områder med stort artsmangfold i nasjonal målestokk.<br><br>Leveområder for arter i kategoriene "direkte truet", "sårbar" eller "sjelden".<br><br>Områder med forekomst av flere rødlistearter i lavere kategorier. |

Fjæreundersøkelsene foretatt på hardbunn (Christensen *et al.* 2011) konkluderte med at det var lav artsrikdom i hardbunnsfjæra, mest sannsynlig på grunn av ferskvannspåvirkningen og isskuring på vinteren. Imidlertid var fjæresamfunnet naturlig og veletablert. Strandsonen er dermed vurdert som artsfattig, men naturlig og autentisk for området.

Det er ikke registrert forsøpling eller forurensning i området. Det er veier og annen utbygging i området, og strandsonen veksler mellom bukter og bratte fjellsider, som mye av kystsonen i distriktet for øvrig.

Strendene i området er vurdert av Elven og Johansen (1983) til å ha “noe verneverdi” og faller innenfor verdikategori C, lokalt viktig, for biologisk mangfold. Dette innebærer at naturtypeområder/vegetasjonsområder faller innenfor middels verdi.

Videre er det registrert to leveområder for oter i området, og oter er rødlistet med status VU, sårbar. For verdivurdering av oter, viser vi til biologisk mangfoldvurderingene i en annen del av rapporten. Oterens leveområde er derfor ikke inkludert i vurderingen av strandsonen.

Strandsonen er vurdert til å ha:

- Ordinær betydning landskapsøkologisk (tilsvarende liten verdi)
- Et biologisk mangfold typisk for distriktet når det gjelder vegetasjon og naturtyper i fjæra, men tre strender er vurdert til å ha noe verneverdi lokalt (tilsvarende middels verdi).
- Arts- og individmangfold representativt for distriktet både når det gjelder fjære og strandsone (tilsvarende liten verdi).

Totalvurderingen av strandsone er foretatt etter en konservativ vurdering, der den høyeste verdien (middels verdi) er førende for totalvurderingen.



Verdivurdering av sublittoralen er ikke gjennomført på grunn av for lite datagrunnlag, jamfør grunnlagsrapporten Christensen *et al.* (2011).

#### 5.4.6 Omfangsvurdering

Omfangsvurdering er utført i forhold til 0-Alternativet, som er ingen utbygging og heller ingen andre planlagt tiltak av betydning for marint miljø.

##### 5.4.6.1 Alternativ 1, landdeponi

Området som der man planlegger et eventuelt landdeponi er lokalisert vest for Dypelva, sørvest for Folldal verk. Foten av deponiet vil ligge om lag 200 moh. mens toppen av deponiet vil ligge på om lag 260 moh. Det er ikke avgjort om landdeponiet skal konstrueres som en drenerende eller tett dam.

Ifølge Iversen (2011) vil en så lenge deponiet er i drift forvente en relativt beskjeden metalltransport fra deponiet. Metallene, og spesielt kobber, vil i stor grad være bundet til avgangspartikler. pH-verdien i deponiet (ca. pH 9) vil alene bidra til at kobber vil foreligge som partikler i deponivannet. Dersom det skulle inntreffe en ugunstig utvikling i vannkvalitet

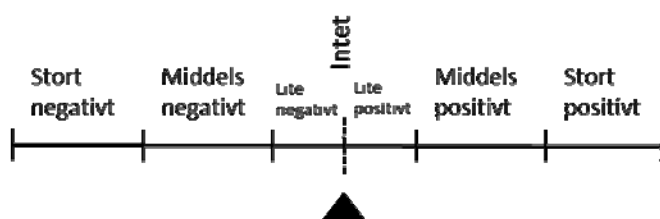
i deponiet, som for eksempel dårlig sedimentering eller partikkelflukt, vil en alltid så lenge driften pågår ha muligheter til å gjøre korrigerende tiltak.

Vannbalansen på prosessen og på nedbørfeltet tyder på at en periodevis under naturgitte forhold kan få flomoverløp på deponiet. Iversen (2011) antar at dette vannet ledes til Dypelva. Vannet vil inneholde avgangspartikler, prosesskjemikalier og ha en pH-verdi omkring 9. Tungmetallinnholdet, deriblant kobberinnholdet vil være relativt beskjedent og vil i hovedsak være partikulært bundet. Det er ikke mulig å beregne hvor stor partikkeltransporten fra deponiet vil bli når det er overløp. Det vil imidlertid være mulig å begrense partikkeltransporten fra deponiet vha ulike tiltak dersom det skulle bli nødvendig.

Konklusjonen i forhold til marint miljø vil utfra dette være at tilførselen av metaller, prosesskjemikalier og partikler fra et landdeponi vil være svært begrenset.

For strandsonen og fjæresonen vil etablering av et eventuelt landdeponi teoretisk få en negativ konsekvens, som følge av avrenning fra deponiområde. Med bakgrunn i delutredningen fra Iversen (2011), ser det ut til at det ikke blir partikkeltransport av betydning, og dermed vil også omfanget av tiltaket bli ubetydelig.

I og med at det er ikke er kjent lokalisering for utløpet, kan det heller ikke utføres en stedsspesifikk vurdering. Imidlertid bør en unngå å legge utløpet i nærheten av identifiserte viktige områder.



#### **5.4.6.2 Alternativ 2, sjødeponi.**

Når det gjelder nedslamming av fjæresonen som følge av etableringen av sjødeponiet, baserer omfangsvurderingen seg på modellert spredning av partikler og giftighetstester, se kapittel om modellering og kapittel om giftighetstester.

Selve utslippet skjer på dypet, og det skal i utgangspunktet begrense partikkelspredning til overflaten og grunnere vannlag. Partikkelstørrelsen spiller også inn, da store partikler vil synke raskt, og i liten grad spre seg, mens mindre, lettere partikler har større spredningspotensiale. Ifølge NIVA (som utførte modelleringen) utgjør større partikler (partikler med diameter over 130  $\mu\text{m}$ ) 98 % av utslippet. Partikler av denne størrelsen sedimenterte nær utslippsstedet og er ikke med i vurderingen av suspenderte partikler som kunne spres til overflaten, og dermed spre seg videre til fjæra.

Modelleringen viste at for alle kornstørrelsesklassene var det karakteristisk med konsentrasjoner over 0,1 mg/l innen et par kilometer fra utslippet. Ved avtagende partikkelstørrelse ble denne sonen større nær overflaten i de sentrale og ytre delene av fjorden. For de fineste partiklene, 5  $\mu\text{m}$ , var konsentrasjoner på 0,01 – 0,005 mg/l vanlige i overflaten i omtrent hele fjorden i de øverste 20 meterne. Dypere ned ble partikkelinnholdet lavere. For kornstørrelsesklassene 2 - 8  $\mu\text{m}$ , ble utbredelsesmønsteret omtrent det samme, men konsentrasjonene var redusert til omkring 1/10.

Ifølge modelleringene kan enkelte deler av fjæresonen maksimal bli utsatt for en nedslamming på 0,5 millimeter per år, hvilket tilsvarer 10 mm etter 20 års drift. Enkelte steder i umiddelbar nærhet av det foreslåtte sjødeponiet kan nedslamming bli mer intensivt. Dette er imidlertid en svært lav sedimentasjon, og mest sannsynlig vil det ikke en gang synes i fjæra eller strandsonen. Fjæra er utsatt for ekstrem naturlig påvirkning, i form av tidevann (flo/fjære), avrenning fra land, naturlig sedimentering (3,8 mm) ising og en rekke andre naturlige faktorer. Dyr og planter/alger i strandsonen og fjæresonen er tilvent en situasjon der store omveltninger er en del av livssyklusen. En tilleggspåvirkning som følge av sedimentering på mindre enn 0,5 millimeter per år vil ikke være merkbart i dette systemet.

Toksisiteten til avgangen er testet på blant annet *Arenicola marina*, vanlig fjæremark, som er svært vanlig langs bløtbunnsfjærer. Grunnlagsundersøkelsen har fokusert på hardbunnsfjæra (Christensen *et al* 2011), slik at forekomst av fjæremark i Repparfjorden ikke er kjent, men fjæremarken er svært vanlig og vil sannsynligvis finnes også der. Toksisitetstestene viste at på maksimum konsentrasjon av gruveavfall (100 %) var det 50 % dødelighet av fjæremarken. NIVA konkluderer med at dette kan være indikasjoner på effekter i miljøet.

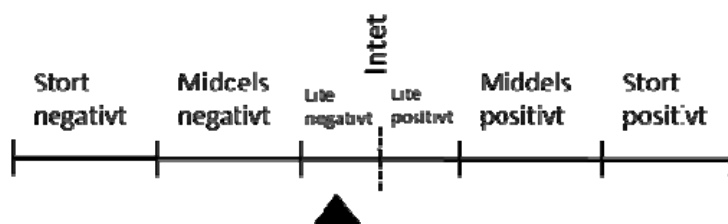
Fauna og plante/algesystemet i strandsonen og fjæresonen vil i ulik grad bli påvirket. Levemåte vil være avgjørende, da arter som lever av å filtrere vannet for partikler vil være mer utsatt enn eksempelvis arter som beiter på alger eller andre arter. Blåskjell vil være utsatt for finpartikulært materiale.

Når det gjelder det reelle omfanget vil en god del fortynning i fjæresonen, som følge av både avrenning fra land og nedbør og en rekke andre naturlige faktorer, bidra til at den reelle effekten aldri vil være på nivå med maksimal effekt. Type gruveavfall som teoretisk kan nå fjæresonen er modellert til å være suspenderte partikler, hvilket er langt fra 100 % gruveavfall. Det reelle omfanget er dermed vurdert som lite/ubetydelig.

Omfanget av tiltaket er vurdert som følger:

- Nedslamming, liten til ingen betydning.
- Giftighet av slam, liten til ingen betydning.

Tiltaket vil dermed stort sett ikke endre arts-mangfoldet eller forekomst av viktige arter eller bedre vekst- og levevilkår, eller (teoretisk) endre det i liten negativ retning.



## Oppsummering omfang strandsonen

Nedenfor er omfangsvurderingene for strandsonen oppsummert i tabellform.

Tabell 22. Omfangsvurdering strandsonen for de ulike alternativene

|                                                              | 0-Alternative | Alternativ 1<br>Landdeponi | Alternativ 2<br>Sjødeponi |
|--------------------------------------------------------------|---------------|----------------------------|---------------------------|
| Strandsonen i Repparfjorden; naturområde og landskapsøkologi |               |                            |                           |

### 5.4.7 Konsekvensvurdering

Konsekvensene av Alternativ 1, landdeponi, for strandsonen og fjæresonen er ubetydelige, dette som en funksjon av verdi og omfangsvurderingen.

Fremskriving av utviklingen for strandsonen i forhold til naturlig utvikling og 0-Alternativet, vil inneholde usikkerheter forbundet med betydningen til invasjon av fremmede arter, herunder kongekrabbe og strandkrabbe, samt betydningen av klimaendringer (temperaturøkning, økt avrenning fra elva etc). Dette gir en viss usikkerhet i vurderingen av fremtidig utvikling.

Oppsummert vil dermed konsekvensene av Alternativ 2, sjødeponi, for strandsonen og fjæresonen bli liten negativ, tilnærmet ubetydelige. Konsekvensene for naturmiljøet i 0-tiltaket er ubetydelige.

Tabell 23. Konsekvensvurdering av tiltaket sammenliknet med 0-Alternativet.

| Fagtema                | 0-Alternativet             | Alternativ 1 -<br>landdeponi | Alternativ 2 -<br>sjødeponi      |
|------------------------|----------------------------|------------------------------|----------------------------------|
| Strandsonen/fjæresonen | 0<br>Ubetydelig konsekvens | 0<br>Ubetydelig              | -<br>Liten negativ<br>konsekvens |



## 5.5 Konsekvensvurdering marine naturtyper

### 5.5.1 Beskrivelse av status for naturmiljø marine naturtyper

Kartlegging av marint biologisk mangfold, med fokus på blant annet naturtyper, skjer i alle landets fylker i regi av nasjonalt program for kartlegging av marint biologisk mangfold, og Finnmark står for tur i perioden 2011-2015, med planlagt oppstart 2012. Oversikt over naturtyper som skal kartlegges er vist i Tabell 24.

Tabell 24. Oversikt over marine naturtyper som inngår i kartlegging av marint biologisk mangfold. Kilde: DN veileder 19-2001.

| Spesielle naturtyper                                  | Nøkkelområder for spesielle arter |
|-------------------------------------------------------|-----------------------------------|
| Større tareskogsforekomster                           | Østersforekomster                 |
| Sterke tidevannsstrømmer                              | Større kamskjellforekomster       |
| Fjorder med naturlig lavt oksygeninnhold i bunnvannet | Gyteområder for fisk              |
| Spesielt dype fjordområder                            | Andre viktige marine naturtyper   |
| Poller                                                |                                   |
| Littoralbassenger                                     |                                   |
| Israndavsetninger                                     |                                   |
| Bløtbunnsområder i strandsonen                        |                                   |
| Korallforekomster                                     |                                   |
| Løstliggende kalkalger                                |                                   |
| Ålegrasenger og andre undervannsenger                 |                                   |
| Skjellsandforekomster                                 |                                   |

Kartlegging eller modellering av enkelte av disse naturtypene er allerede gjennomført (Figur 60), dette dreier seg om fjorder med naturlig lavt oksygeninnhold i bunnvannet, sterke tidevannsstrømmer og israndavsetninger. Naturtypene som allerede er beskrevet i Repparfjorden er nevnt under. Øvrige naturtyper blir vurdert ved oppstart av kartlegging i 2012:

- Israndavsetning ytterst i fjorden, vurdert som “viktig”.
- Brakkvannsdelta innerst i fjorden, vurdert som “viktig”.



Figur 60. Oversikt over allerede kartlagt naturtyper i Repparfjorden, markert med grønt. Ytterst i fjorden, israndavsetninger og innerst i fjorden, et brakkvannsdelta. Kilde: Naturbase.

Når det gjelder øvrige naturtyper er status for disse ikke kjent pt. (ref. forslag til planprogram for reguleringsplan, SWECO). Det er ikke utført undersøkelser i sublittoralen, der en normalt finner blant annet naturtypene ålegras og tareskog. Verdivurdering, omfang og konsekvensvurdering kan derfor ikke utføres for denne delen av det marine naturmiljøet.

Når det gjelder tareskog generelt er det imidlertid kjent at hardbunnsområder inne i fjorder i Finnmark og Troms, der det tidligere var tareskog, stort sett er nedbeitet av kråkeboller (Sivertsen og Hopkins 1995, Sivertsen 2006).

### 5.5.2 Beskrivelse av påvirkning

0-Alternativet er beskrevet som ingen etablering av sjødeponi, og Alternativ 1 er etablering av landdeponi, mens Alternativ 2 er etablering av sjødeponi. For ytterligere beskrivelse av 0-Alternativet og tiltaksalternativene viser vi til kapittel omhandlende dette.

0-Alternativet vil være fortsatt utvikling av naturmiljøet i Repparfjorden, basert på dagens aktiviteter (jmfør kapittel om dagens aktiviteter). Ingen planlagte, kjente tiltak vil påvirke naturmiljøet i strandsonen eller kjente, kartlagte naturtyper i negativ grad. Imidlertid vil naturlige prosesser, som klimaendring og påvirkning fra fremmede arter som kongekrabbe eller strandkrabbe kunne påvirke naturmiljøet. Menneskelig påvirkning på naturmiljøet er derfor å betrakte som ubetydelig. Omfangsvurdering er ikke nødvendig for nulltiltaket.

For marine naturtyper vil Alternativ 1 (etablering av landdeponi) medføre lite påvirkning. Ifølge Iversen (2011) viser utvaskingstestene at avgangen avgir lite metaller, og dermed er det forventet beskjeden metalltransport fra deponiet, både i driftsfasen og etter avslutning. Mengden partikler som frigjøres er ukjent, men vil være adskillig mindre enn ved et sjødeponi. Påvirkningen kan ikke beskrives stedsspesifikt, da lokaliseringer ikke er bestemt.

For marine naturtyper vil Alternativ 2 (etablering av sjødeponi) medføre ulike typer påvirkning. Hovedtypene er:

- Direkte effekter av partikler fra deponering (nedslamming) og direkte påvirkning av partikler.
- Toksiske effekter av gruveslammet.

Disse to påvirkningene kan opptre sammen og hver for seg, slik at påvirkningsbildet vil være komplekst.

Iversen (2011) konkluderer med at i forhold til marint miljø vil tilførselen av metaller, prosesskjemikalier og partikler fra et landdeponi være svært begrenset.

For ytterligere beskrivelse av påvirkning, og modellert spredning av partikler vises det til kapittel om modellering, og de respektive delutredningene som ligger til grunn for oppsummeringene gjentatt i dette kapitlet.

### 5.5.3 Verdivurdering

Marine naturtyper er ikke kartlagt i detalj i Finnmark (oppstart 2012), så de eneste kjente marine naturtypene innenfor området er brakkvannsdeltaet innerst i fjordbunnen og israndavsetningen ytterst.

*Tabell 25. Kriterier for vurdering av naturmiljøets verdi. (Kilde: Statens vegvesen håndbok 140). Egendefinerte kategorier tilpasset Repparfjorden.*

|                                                                                           | Liten verdi                                                   | Middels verdi                                                                   | Stor verdi                                                              |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|
| <b>Naturtyper/vegetasjonsområder:</b><br><b>Israndavsetning</b><br><b>Brakkvannsdelta</b> | Områder med biologisk mangfold representativt for distriktet. | Natur- eller vegetasjonstyper i verdikategori B eller C for biologisk mangfold. | Natur- eller vegetasjonstyper i verdikategori A for biologisk mangfold. |

Begge naturtypene er vurdert som viktige, tilsvarende kategori B for biologisk mangfold.

Fremskriving av utviklingen for marine naturtyper i forhold til naturlig utvikling og 0-Alternativet vil inneholde usikkerheter forbundet med betydningen til invasjon av fremmede arter, herunder kongekrabbe og strandkrabbe, samt betydningen av klimaendringer (temperaturøkning, økt avrenning fra elva etc).

Marine naturtyper, herunder brakkvannsdeltaet og israndavsetningene, er vurdert til å ha:

- Natur- eller vegetasjonstyper i verdikategori B for biologisk mangfold.



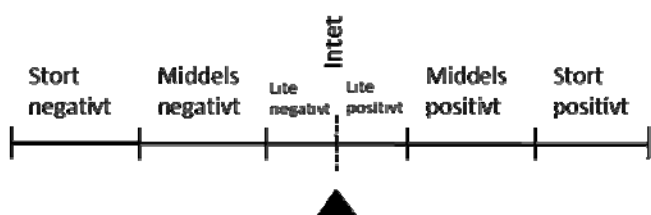
### 5.5.4 Omfangsvurdering

Omfangsvurdering er utført i forhold til 0-Alternativet, som er ingen utbygging og heller ingen andre planlagt tiltak av betydning for marint miljø.

#### 5.5.4.1 Alternativ 1, landdeponi

For marine naturtyper kunne dette tiltaket teoretisk få en negativ konsekvens, som følge av avrenning fra deponiområde. Med bakgrunn i delutredningen fra Iversen (2011), ser det ut til at det ikke blir partikkeltransport av betydning, og dermed vil også omfanget av tiltaket bli ubetydelig.

I og med at det er ikke er kjent lokalisering for utløpet, kan det heller ikke utføres en stedsspesifikk vurdering. Imidlertid bør en unngå å legge utløpet i nærheten av identifiserte viktige områder, herunder brakkvannsdeltaet, som har betydning som næringsområde for fugl.

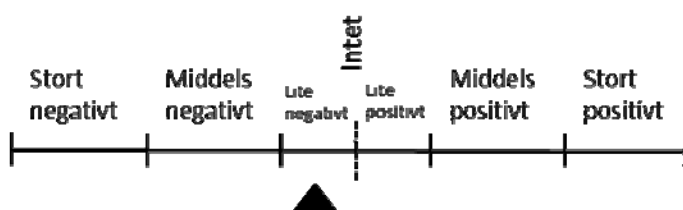


#### 5.5.4.2 Alternativ 2, sjødeponi

Naturtypen brakkvannsdelta er utsatt for ekstrem naturlig påvirkning, i form av sedimentering fra Repparfjordelva (sesongbetont intensivering), ising og en rekke andre naturlige faktorer. Deltaet befinner seg i ytre del av påvirkningsområdet, og vil i liten grad bli påvirket. En tilleggspåvirkning som følge av en liten økning i sedimentering vil ikke være merkbart.

Naturtypen israndavsetning befinner seg utenfor influensområdet, og vil ikke bli påvirket av nedslamming.

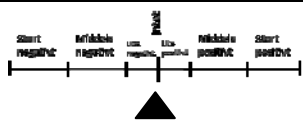
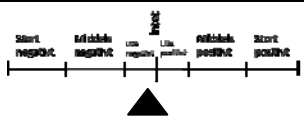
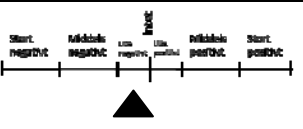
Tiltaket vil dermed ikke endre arts-mangfoldet eller forekomst av viktige arter, men heller ikke bedre vekst- og levevilkår.



## Oppsummering omfang marine naturtyper

Nedenfor er omfangsvurderingene for marine naturtyper oppsummert i tabellform.

Tabell 26. Oppsummering omfang av de ulike tiltaksalternativene for marine naturtyper.

|                                                             | 0-Alternative                                                                     | Alternativ 1<br>Landdeponi                                                         | Alternativ 2<br>Sjødeponi                                                           |
|-------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| Marine naturtyper:<br>Israndsavsetninger<br>Brakkvannsdelta |  |  |  |

### 5.5.5 Konsekvensvurdering

Konsekvensen av Alternativ 1, sjødeponi for marine naturtyper blir svært liten negativ, tilnærmet ubetydelig, dette som en funksjon av middels verdi og omfangsvurderingen.

Konsekvensen av Alternativ 2, landdeponi blir også ubetydelig, som en funksjon av intet omfang av betydning.

Konsekvensen for naturmiljøet i 0-tiltaket er ubetydelige.

Fremskriving av utviklingen for marine naturtyper i forhold til naturlig utvikling og 0-Alternativet, vil inneholde usikkerheter forbundet med betydningen til invasjon av fremmede arter, herunder kongekrabbe og strandkrabbe, samt betydningen av klimaendringer (temperaturøkning, økt avrenning fra elva etc). Dette gir en viss usikkerhet i vurderingen av fremtidig utvikling for marine naturtyper.

Konsekvensvurderingene er oppsummert i Tabell 27.

Tabell 27. Konsekvensvurdering av tiltaket sammenliknet med 0-Alternativet.

| Fagtema           | 0-Alternativet             | Alternativ 1 - landdeponi | Alternativ 2 - sjødeponi      |
|-------------------|----------------------------|---------------------------|-------------------------------|
| Marine naturtyper | 0<br>Ubetydelig konsekvens | 0<br>Ubetydelig           | -<br>Liten negativ konsekvens |

## 5.6 Konsekvensutredning - sublittoral bløtbunn og bløtbunnsfauna i Repparfjorden

### 5.6.1 Lokalisering og deponiets omfang

I det følgende er konsekvensene for bunndyrssamfunnene ved sjødeponi i Repparfjorden vurdert. Fire aktuelle sjøområder for deponi er foreslått, men en vurdering av områdealternativene viser at det kun er sjøområdet nordøst for Fæg fjordholmen (område C) som er tilrådelig for videre utredning. Dette fordi de tre andre aktuelle områdene ikke kan brukes på grunn av mangler som ikke er forenlig med deponi i sjøen. Det utvalgte deponiområdet består av et trauformet basseng på 3,7 km<sup>2</sup> regnet fra 60 meters koten. Ønsket er å fylle dette opp slik at deponiets overflate til slutt blir tilnærmet flatt med en overflate lavere enn terskelen utenfor på 55-60 meters dyp. I Norge er Vannforskriften styrende forskrift for EUs Vanndirektiv. Marine avgangsdeponier blir her underlagt det som kalles "Sterkt Modifiserte VannForekomster" (*SMVF*), som er underlagt mer moderate miljømål når det gjelder inngrepet. Dette er det ytterligere redegjort for i 4.4.2

### 5.6.2 Grunnlagsundersøkelser og annen relevant litteratur

Som en del av grunnlagsundersøkelsene for konsekvensutredning av planlagt sjødeponi i Repparfjorden, og andre planlagte inngrep i området, er det gjort bunndyrskarakteriseringer på utvalgte bløtbunnstasjoner utover i fjorden (Christensen *et al.* 2011, Dahl-Hansen og Velvin 2008). Vurderingsgrunnlaget for foreliggende konsekvensvurdering (bløtbunn og bløtbunnsfauna) er basert på resultatene fra nevnte arbeider, annen relevant vitenskapelig litteratur, samt spredningsmodeller og toksisitetstester utført som en del av konsekvensutredningsprosessen. Følgende arbeider fra andre områder er benyttet som grunnlag for vurderingene:

- Vurderinger av effekter av gruveavgang på bunndyrssamfunn ved Island Copper Mine (Vancouver) over 29 år (Burd, 2002).
- Miljøundersøkelser i fjordsystemet utenfor Kirkenes (Sydvaranger)- sedimenter og bunndyr (Skaare *et al.*, 2007).
- Effekter av kobber i sediment på bentisk fauna (Rygg 1985).
- Miljøovervåkinger av kystmiljøet ved Melkøya (Velvin *et al.* 2007; 2009 og 2011).
- Effekter av kobber, kadmium og forurenset havnesediment på rekolonisering av bløtbunnsamfunn (Trannum *et al.*, 2004)
- Miljøundersøkelse i Stjernesundet, Finnmark 2000 i forbindelse med utslipp av gruveavgang (Trannum og Vögele 2001, Larsen *et al.* 2004)

### 5.6.3 Verdisetting – sublittoral bløtbunn og bløtbunnsfauna

#### 5.6.3.1 Beskrivelse og kriterier

Naturtypen som skal verdisettes er sjøbunnen med tilhørende bløtbunnsfauna i Repparfjorden. Bunntypen i Repparfjorden kan karakteriseres som bløtbunn. Bunnprøver, som er hentet fra til sammen 11 stasjoner i 2008 (Dahl-Hansen og Velvin, 2008) og 2011 (Christensen *et al.* 2011), viser at sedimentenes finstoffandel (partikkelstørrelse < 0,063 mm) er 31-99 %, hvorav 9 av stasjonene har høyere andel enn ca. 70 % finstoff. De undersøkte stasjonene er jevnt fordelt utover hele Repparfjorden. I det aktuelle deponeringsområdet (område C) er

finstoffandelen 70-80 %. Nivåene av organisk karbon er naturlig lave på alle undersøkte sedimentstasjoner (tilstandsklasse I). Denne bunntypen er vanlig i sjøområder med høy sedimentering fra større elver eller glasial avrenning (for eksempel Spitsbergen).

Bunndyrfaunaen på de 11 stasjonene i Repparfjorden er karakterisert og resultatene viste naturlig artsmangfold (tilstandsklasse I og II), uten spesielt forurensningstolerante arter. Dominerende dyregrupper var rørbyggende børstemark og detritusspisende små muslinger på og i substratet. Clusteranalyser viser at faunasammensetningene på de undersøkte stasjonene er relativt like, noe som indikerer homogene bunndyrforhold utover fjorden. Bunndyrssamfunnene kan sammenlignes med tilsvarende samfunn i regionen og i arktiske glasiale fjorder. Det er ikke rapportert om rødlistearter eller andre arter/dyregrupper som gjør bunndyrfaunaen spesielt verdifull.

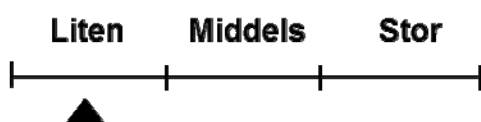
Verdiskalaen er tredelt; liten, middels og stor naturverdi. For enkeltområder baseres vurderingen på faglige vurderinger knyttet til sjeldenhet, truethet, økologisk funksjon og betyding, samt rødlistestatus. En oversikt over verdikategorier er vist i Tabell 28.

Tabell 28. Kriterier for vurdering av naturmiljøets verdi. Kilde: Statens vegvesen håndbok 140.

|                                                           | Liten verdi                                                         | Middels verdi                                                                                                                                                                                                                  | Stor verdi                                                                                                                                                                                                          |
|-----------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Naturmiljø-sublittoral bløtbunn</b>                    |                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                     |
| <b>Naturtypeområder/vegetasjonsområder (Bløtbunn)</b>     | Områder med biologisk mangfold representativt for distriktet.       | Natur- eller vegetasjonstyper i verdikategori B eller C for biologisk mangfold.                                                                                                                                                | Natur- eller vegetasjonstyper i verdikategori A for biologisk mangfold.                                                                                                                                             |
| <b>Områder med arts-/individmangfold (Bløtbunnsfauna)</b> | Områder med arts- og individmangfold representativt for distriktet. | Områder med stort artsmangfold i lokal eller regional målestokk.<br><br>Leveområder for arter i kategoriene "hensynskrevende" eller "bør overvåkes".<br><br>Leveområder for arter som står oppført på den fylkesvise rødlista. | Områder med stort artsmangfold i nasjonal målestokk.<br><br>Leveområder for arter i kategoriene "direkte truet", "sårbar" eller "sjelden".<br><br>Områder med forekomst av flere rødlistearter i lavere kategorier. |

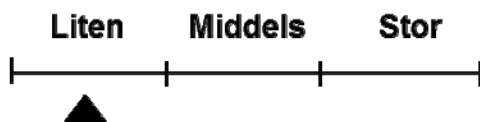
### 5.6.3.2 Verdisetting av naturtypen sublittoral bløtbunn i Repparfjorden.

Sublittoral bløtbunn inngår ikke som egen spesiell verditypekategori (A, B eller C) for biologisk mangfold i DN veileder 19-2001. Det biologiske mangfoldet, representert ved bløtbunnsfaunaen i planlagt deponiområde og i Repparfjorden generelt, er representativt for distriktet. Det er ikke kjent at det foregår beiting av truede (rødlistede) arter av fisk eller dykkende fugl på sublittoral bløtbunn i Repparfjorden. Bløtbunnen i Repparfjorden verdisettes til **Liten verdi**.



### 5.6.3.3 Verdisetting av sublittoral bløtbunnsfauna i Repparfjorden.

Bunndyrssamfunnene i Repparfjorden har arts- og individmangfold som er sammenlignbare med andre uforstyrrede bunndyrssamfunn i distriktet (Velvin *et al.*, 2007; 2009 og 2011). Artsmangfoldet er naturlig, men ikke spesielt høyt i verken lokal, regional eller nasjonal målestokk. Ingen av de registrerte artene er spesielt ømfintlige, truet eller sjelden (rødliste arter). Bløtbunnsamfunnet i Repparfjorden verdisettes til **Liten verdi**.



## 5.6.4 Omfang – sublittoral bløtbunn og bløtbunnsfauna

### 5.6.4.1 Beskrivelse og kriterier

Alternative tiltak er:

- 0-Alternativet: Dagens situasjon inkludert eventuelle forventede endringer i løpet av analyseperioden.
- Alternativ-1: Landdeponi, med mulig minimal avrenning til sjø.
- Alternativ-2: Sjødeponi, som beskrevet over.

Her betyr *omfang* en vurdering av hvilke endringer tiltaket *sjødeponi* (Alternativ 2) antas å medføre for sublittoral bløtbunn med tilhørende bløtbunnsfauna i Repparfjorden. Omfanget er vurdert for hele influensområdet (fjorden) i forhold til 0-Alternativet og landdeponi (Alternativ 1). Modelleringene for spredning av avgangsmateriale viser at ca. 20 % (7,4 km<sup>2</sup>) av fjordens bunnareal vil kunne påvirkes av tiltaket. Forskjellen mellom påvirket og ikke påvirket sjøbunn og overgangssonen mellom disse vil være så vesentlige at det er hensiktsmessig å dele fjorden inn i tre delområder (soner) for omfangsvurderingen.

1. Betydelig påvirket område - Nærsone
2. Mindre påvirket område – Overgangssone (randsone)
3. Lite påvirket område – Fjernsone (øvrige Repparfjord)

Omfanget er vurdert med utgangspunkt i kriteriene i Tabell 29, og angis på en trinnløs skala fra stort positivt omfang til stort negativt omfang.



Tabell 29. Kriterier for vurdering av det planlagte tiltakets potensielle påvirkning av naturområder-Bløtbunn og bløtbunnsfauna (omfang). Kilde er Statens vegvesen håndbok 140, men kriteriene er definert og tilpasset den foreliggende omfangsvurderingen.

|                                | Stort positivt omfang                                                                                           | Middels positivt omfang                                                                             | Lite/intet omfang                                                                                             | Middels negativt omfang                                                                                               | Stort negativt omfang                                                                                                        |
|--------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Arter (Bløtbunns fauna)</b> | Tiltaket vil i stor grad øke arts-mangfoldet eller forekomst av viktige arter eller bedre vekst- og levevilkår. | Tiltaket vil øke arts-mangfoldet eller forekomst av viktige arter eller bedre vekst- og levevilkår. | Tiltaket vil stort sett ikke endre arts-mangfoldet eller forekomst av arter eller deres vekst- og levevilkår. | Tiltaket vil i noen grad redusere arts-mangfoldet eller forekomst av arter eller forringe deres vekst- og levevilkår. | Tiltaket vil i stor grad redusere arts-mangfoldet eller fjerne forekomst av arter eller ødelegge deres vekst- og levevilkår. |
| <b>Sediment kvalitet</b>       | Tiltaket vil i stor grad øke kvaliteten på sedimentene med hensyn til geokjemiske bunnforhold                   | Tiltaket vil øke kvaliteten på sedimentene med hensyn til geokjemiske bunnforhold                   | Tiltaket vil stort sett ikke øke kvaliteten på sedimentene med hensyn til geokjemiske bunnforhold             | Tiltaket vil i noen grad redusere kvaliteten på sedimentene med hensyn til geokjemiske bunnforhold                    | Tiltaket vil i stor grad redusere kvaliteten på sedimentene med hensyn til geokjemiske bunnforhold                           |

#### 5.6.4.2 Sedimentasjon på bunnen (partikkelspredning)

Høy sedimentering av uorganiske partikler fra gruveavgang “fortynner” det naturlig forekommende innholdet av organisk karbon (TOC) i sedimentet. Dette fører igjen til mindre mattilgang og dermed redusert biomasse av bentisk fauna. En stor partikkeltilførsel fører også til fysisk ustabilitet i sedimentet, mindre heterogenitet og dermed færre nisjer, samt begravning og kveling av organismer (Probert, 1975; Moore, 1977). Den siste faktoren rammer i særlig grad larver og juvenile, og kan føre til redusert rekruttering. I nærheten av utslippet av gruveavgang forventes det derfor at antall individer og arts-mangfold reduseres betydelig eller at bunndyrene forsvinner.

#### 5.6.4.3 Effekter av tilsatte kjemikalier

Informasjon om avgangsmaterialet, samt testing og risikovurdering viser at konsentrasjonen av flokkuleringspolymeren Magnafloc 10 hurtig vil bli svært lav i vannmassen. Ellers er innholdet av alle tilsatte kjemikalier lavt nok til at en risikovurdering ut over trinn 1 i henhold til veileder for risikovurdering av marine sedimenter (TA 2230/2007) ikke er nødvendig. Tungmetallinnholdet (kobber og nikkel) er derimot høyt og akutt giftig for marine organismer. Derfor ble det som Trinn 2 utført økotoksisitetstester for sedimentene. Avgangen viste giftighet og uakseptabel risiko for bunnfaunaen som ble testet; børstemarken *Arenicola marina* (50 % dødelighet) og amphipoden *Eohaustorius estuaris* (55 % dødelighet). En dødelighet for *Arenicola marina* på mer enn 20 % og en dødelighet på mer enn 30 % for *Eohaustorius estuaris* regnes som en uakseptabel risiko. Testen for børstemarken *Arenicola marina* viste at dersom 32 % av sedimentet er avgang så ser man ingen effekter (NOEC) når avgangen var ferskt avsatt. Dette tilsvarer en konsentrasjon på ca. 100 mg/kg kobber. Sedimentasjonsraten i Repparfjorden er målt til 3,8 mm/år (Christensen m. fl., 2011). Dette

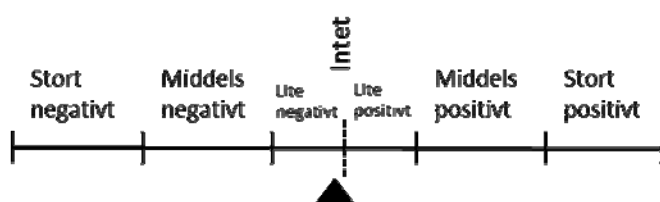
betyr at avgangen blandes med 3,8 mm naturlig rent sediment årlig. For at sedimentet skal få et kobberinnhold på 100 mg/kg eller lavere må avgangen fortynnes 5 - 6 ganger (fra 500 mg/kg) eller mer. Det betyr at i områder med en avgang på om lag 0,6 mm per år (12 mm på 20 år) eller mindre vil trolig få et innhold av kobber i sedimentene som viser ingen effekt for børstemarken *Arenicola marina*. Det betyr likevel ikke at sedimentet med et kobberinnhold på 100 mg/kg ikke har effekt på andre organismer som lever i sedimentet. Sediment med et kobberinnhold på 100 mg/kg er klassifisert i tilstandsklasse IV (Dårlig).

#### 5.6.4.4 Omfang for bløtbunnsamfunnene

I det følgende gis beskrivelser av mulige omfang av de to alternativene for bløtbunnsamfunnene. For landdeponi (Alternativ 1) vil hele influensområdet vurderes under ett, men det for sjødeponiet (Alternativ 2) vil konsekvenser vurderes i de tre definerte bløtbunnsområdene (nærsonen, randsonen, fjernsonen).

#### Effekter fra landdeponi (Alternativ 1) på marin sublittoral bløtbunn/fauna

Alternativ-1 (landdeponi) vil i verste fall kunne gi høyst lokale effekter i sjøområdet for en eventuell avrenning. For bløtbunnen og tilhørende bløtbunnsfauna i størstedelen av Repparfjorden vil dette ikke gi målbare effekter (*intet / lite negativt omfang*).



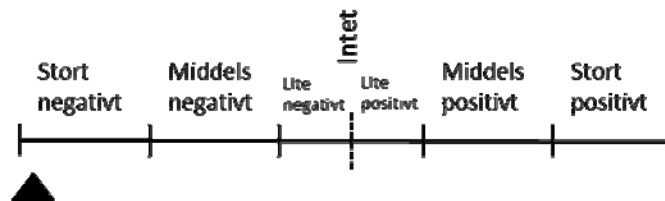
#### Effekter av sjødeponi (Alternativ 2) på marin sublittoral bløtbunn/fauna

##### Nærsonen(ca. 4,9 km<sup>2</sup>)

Nærsonen defineres som hovedområdet for avgangen der om lag 67 % av avgangen vil bli avsatt innenfor et areal på om lag 4,9 km<sup>2</sup>. I dette området vil avgangen avsettes med en tykkelse fra 1 cm til 42 meter (i løpet av 20 års drift). I områdene der sedimentasjon av avgang er fra 0,5 meter til 42 meter (2,5 km<sup>2</sup>) er det anslått at bunndyrene vil bli så å si totalt utslått som følge av høy sedimentering og høyt kobberinnhold (ca. 500 mg/kg i ren avgang) under driftsperioden (5.6.4). Det “nye” substratet, som avgangen utgjør, vil ikke kunne danne et naturlig habitat for de allerede eksisterende arter og bunndyrgrupper. Disse er i hovedsak gravende former og heller ikke spesielt tolerante for forstyrrelser. Næringsgrunnlaget, i form av detritus og annet organisk nedfall, vil heller ikke lenger være tilgjengelig. Høye nivåer av kobber i sediment og antatt forhøyede kobbernivåer i bløtbunnsfaunaen kan slå ut enkelte sensitive arter. Rygg (1985) undersøkte relasjonen mellom artsmangfold og sedimentkonsentrasjoner av kobber i norske fjorder. Det ble påvist en sterk negativ korrelasjon mellom disse to, noe som betyr at bunndyrsmangfold gjennomgår en betydelig reduksjon i artsmangfold ved høye kobbernivåer i sedimentet. Overvåkinger ved sjødeponiet for Island Copper Mine i Canada viser imidlertid at svært mange bunndyrstaksa ikke er påvirket i det hele tatt ved høye kobbernivåer i sedimentet (Burd, 2002). Undersøkelser av bløtbunnsfauna i Stjernesundet i forbindelse med North Cape Minerals utslipp av knust steinmasse (uten smøre-, løse- eller flotasjonsmidler) har vist en betydelig nedgang i

individtetthet og artsmangfold på stasjonene med høyest partikkelsedimentasjon (Trannum og Vögele, 2001; Larsen *et al.* 2004). Dette er også observert i andre områder som er påvirket av gruveavgang (Olsgard og Hasle, 1993). Det er derfor nærliggende å tro at de største bunndyrforandringene vil skyldes en kombinasjon av kobberforgiftning og endrede habitatsvilkår, men at sistnevnte utgjør den vesentligste faktoren ved en eventuell total utryddelse av dyrelivet i nærsonen.

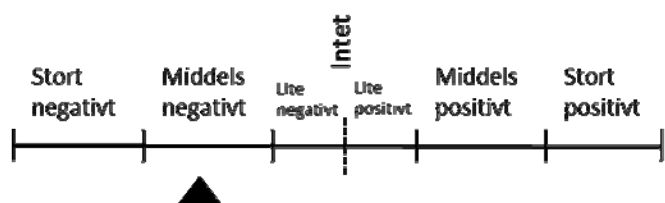
**Sannsynlig effekt i driftsfasen er en gradvis utryddelse av bløtbunnsfauna i nærsonen. Omfanget vurderes som stort negativt.**



#### **Randsonen** (ca.2,5 km<sup>2</sup> utenfor nærsonen)

Randsonen defineres til det området som vil motta partikler fra avgang i størrelsesorden 1 – 10 mm på 20 år. Denne sonen er dominert av den naturlige sedimentasjonen i fjorden (0,38 cm per år). Kobberkonsentrasjonen i sedimentet i dette området forventes å bli på om lag 55 mg/kg eller lavere, noe som tilsvarer tilstandsklasse III eller bedre. Bunndyrssamfunnene vil i de delene av randsonen som blir mest belastet med sedimentert avgangsmasse gjennomgå målbare endringer i individ- og artsmangfold. Det må forventes en reduksjon i artsmangfold og individtetthet i forhold til dagens 0-Alternativ. Toksisitetstestene viste at ved kobberkonsentrasjoner på 100 mg/kg hadde man ingen observert effekt på børstemark. Overvåkingsstudier i Bøkfjorden i forbindelse med gruveavgang fra Sydvaranger viste tilsvarende utvikling (Skaare *et al.*, 2007). Vanlige opportunistiske børstemark, som for eksempel *Capitella capitata* og *Heteromastus filiformis*, vil sannsynligvis migrere inn og bli mer eller mindre dominerende i randsonen, slik det ble observert i ved Island Copper Mine (Burd, 2002) og i Rygg sine studier fra norske kobberbelastede fjorder (Rygg, 1985). I de minst belastede delene av randsonen kan det forventes uforandret eller redusert artsmangfold og høyere individtetthet av opportunister.

**Sannsynlig effekt i randsonen (overgangssonen) er en reduksjon i artsmangfold, med økt innslag av opportunistiske arter. Omfanget vurderes som middels negativt.**

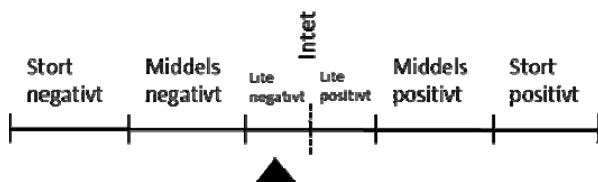


#### **Fjernsonen** (øvrige Repparfjorden)

I fjernsonen vil det ikke bli vesentlige avsetninger av partikler fra gruveavgang. Det betyr at de naturlige bløtbunnsforholdene i hovedtrekk vil være uforandret i forhold til 0-Alternativet. Mengden oppløst kobber i sjøvann som transporteres ut i fjernsonen vil være relativt lav og ikke kunne bidra til høy risiko for bunndyrene. Det forventes derfor at de etablerte bunndyrssamfunnene ikke vil gjennomgå målbare forandringer med hensyn til artsmangfold

og/eller individtetthet. Lokalt vil det imidlertid kunne dannes små lommer av sedimenterte avgangspartikler (langtransportert), som kan bidra til små lokale endringer i bunnforhold og fauna.

**Målbare effekter i fjernsonen er ikke sannsynlige. Omfanget vurderes som lite negativt.**



Omfang for bløtbunnsfauna og bunnsedimenter er oppsummert i Tabell 30.

Tabell 30. Omfang for bløtbunnsfauna og bunnsedimenter ved de ulike alternativene i Repparfjorden.

| Vurderingsfelt                                 | 0-Alternativ (a og b) | Alternativ 1: Landdeponi | Alternativ 2: Sjødeponi |
|------------------------------------------------|-----------------------|--------------------------|-------------------------|
| <b>Naturmiljø - Bløtbunn og bløtbunnsfauna</b> |                       |                          |                         |
| <b>Arter (Bløtbunnsfauna) - nærsone</b>        |                       |                          |                         |
| <b>Sedimentkvalitet - nærsone</b>              |                       |                          |                         |
| <b>Arter (Bløtbunnsfauna) - randsonen</b>      |                       |                          |                         |
| <b>Sedimentkvalitet - randsonen</b>            |                       |                          |                         |
| <b>Arter (Bløtbunnsfauna) - fjernsonen</b>     |                       |                          |                         |
| <b>Sedimentkvalitet - fjernsonen</b>           |                       |                          |                         |

#### 5.6.4.5 Konsekvensvurdering – sublittoral bløtbunn og bløtbunnsfauna i Repparfjorden

Konsekvensen av et naturinngrep er produktet av en gitt naturverdi og påvirkningen fra inngrepet på denne naturverdien. Verdisettingen på sublittoral bløtbunn og bløtbunnsfauna i Repparfjord ga naturverdien *Liten verdi*. Omfanget ble av hensiktsmessige årsaker vurdert på tre sjøbunnsområder, kategorisert etter antatt påvirkning av avgangsmasser (nærsonen, randsonen og fjernsonen). Tiltaket er vurdert å ha *stort negativt* omfang i nærsonen, *middels negativt* omfang i randsonen og *lite negativt* omfang i fjernsonen.

For den sublittorale bløtbunnen med tilhørende bløtbunnsfauna, vil tiltaket gi *middels negativ konsekvens* i selve deponisjonsområdet (nærsonen) og *liten negativ konsekvens* i randsonen utenfor. For de øvrige bløtbunnsområdene i Repparfjorden (fjernsonen) vil tiltaket bidra til *ingen eller liten negativ konsekvens*.

Tabell 31. Karakteristikk og fargekoder for konsekvenser for bløtbunn og bløtbunnsfauna, Repparfjorden. Nærsonen = deponeringsområde for gruveavgang (4,9 km<sup>2</sup>). Randsonen = Mindre påvirket sjøbunn (2,5 km<sup>2</sup> utenfor nærsonen). Fjernsonen = Lite påvirket sjøbunn i den øvrige delen av Repparfjorden.

| Bløtbunn/fauna | 0-Alternativ               | Landdeponi (Alternativ-1)                 | Sjødeponi (Alternativ-2)                  |
|----------------|----------------------------|-------------------------------------------|-------------------------------------------|
| Nærsonen:      | 0<br>Ubetydelig konsekvens | 0 / -<br>Ingen / liten negativ konsekvens | --<br>Middels negativ konsekvens          |
| Randsonen:     | 0<br>Ubetydelig konsekvens | 0 / -<br>Ingen / liten negativ konsekvens | -<br>Liten negativ konsekvens             |
| Fjernsonen:    | 0<br>Ubetydelig konsekvens | 0 / -<br>Ingen / liten negativ konsekvens | 0 / -<br>Ingen / liten negativ konsekvens |

### 5.6.5 Restitusjon av bløtbunnsfauna og avbøtende tiltak

Etter opphør av gruvedrift og tilførsel av gruveavgang vil den naturlige sedimentasjon i Repparfjord (3,8 mm/år) gradvis føre til at det dannes et nytt naturlig sedimentlag, som etter 10 år vil være omlag 4 cm. Det vil da forventes at overflatesedimentene vil være mindre preget av gruveavgangen enn sedimentsjikt fra 5 cm og nedover i sedimentet. Det kan også forventes en økning i organisk karbon og en nedgang i kobber- og nikkelnivåene opp mot overflatesedimentene. Rekolonisering av bunndyrsarter vil hovedsakelig skje på to måter:

1. Gravende og andre mobile arter kommer gradvis inn i området (migrasjon).
2. Larvesetting fra vannmassen.

Studiene ved Island Copper Mine (Burd, 2002) viste at ikke-rørbyggende opportunistiske børstemark migrerte først og relativt raskt inn i det belastede området. Disse lever som regel på og i øverste sedimentlag. For andre arter var det målbare økninger i antall først 3 år etter opphør av deponering.

Med sikte på restitusjon av naturlig bunnfauna i det mest avgangspåvirkede området er 4 cm med nytt sedimentlag ikke tilstrekkelig for utvikling av et normalt faunasamfunn (som ved 0-Alternativet). En rekke gravende arter har aktivitet ned til mer enn 10 cm under sedimentoverflaten, og vil ikke finne tilstrekkelig gode livsbetingelser før det er bygget opp et tykkere nytt sedimentlag.

Som avbøtende tiltak for å oppnå en raskere restitusjon av bunnfaunaen som er naturlig for Repparfjorden, kan det mest avgangspåvirkede området tildekkes med naturlig sediment. Dette vil også bidra til å redusere utlekkingen av kobber til fjorden.

## 5.7 Konsekvensutredning - zooplankton i Repparfjorden

I det følgende er konsekvensene for zooplanktonsamfunnet ved etablering av sjødeponi i Repparfjorden vurdert.

Som en del av grunnlagsundersøkelsene for konsekvensutredning av Nussir ASAs planlagte sjødeponi i Repparfjorden er det gjennomført undersøkelser av zooplankton-samfunnet i fjorden i en høst - vintersituasjon (Christensen *et al.* 2011). Vurderingsgrunnlaget for foreliggende konsekvensvurdering for zooplankton, er basert på resultatene fra nevnte undersøkelser, samt annen relevant vitenskapelig litteratur.

### 5.7.1 Verdisetting av zooplankton i Repparfjorden

Naturtypen som skal verdisettes er zooplanktonsamfunnet i Repparfjorden. Prøver av zooplankton ble samlet inn fra 4 ulike dybdeintervall fordelt gjennom hele vannsøylen på en stasjon i ytre del av fjorden høsten 2010 og vinteren 2011 (Christensen *et al.* 2011). Denne stasjonen er vurdert til å være representativ for Repparfjorden. Resultatene fra undersøkelsen viste at zooplanktonsamfunnet i fjorden består av kystarter som er vanlige i nord-norske fjorder i en høst- vinter situasjon (Hopkins *et al.* 1984; Tande 1989). Planktonsamfunnet var sterkt dominert av små hoppekrepsarter (copepoda) som i all hovedsak er mat for små fisk som f. eks. lodde, sei, yngel og unge årsklasser av sild. Store copepodearter (f.eks. *Calanus* sp.) som er viktige byttedyr for pelagisk beitende fiskearter i mer åpne kyst og havområder, ble ikke funnet (Tande 1989). Den totale tettheten av zooplankton i fjorden betraktes som lav. Tettheten av larver av bentiske organismer (som f.eks. sjøanemoner, skjell, rur etc.) var også lav i høstprøvene, men betydelig høyere i vinterprøven. De fleste larvene av disse bunnsløp i løpet av seinsommeren og høsten, og vil derfor i svært liten grad finnes i vannmassene på høsten. De fleste artene, både planktoniske og bunnlevende arter, har gyttetiden i forbindelse med våroppblomstringen av planteplankton, og de høyeste tetthetene av larver i vannmassene vil derfor forekomme på våren og tidlig sommer (april – juli).

Repparfjorden har også i perioder betydelige mengde med krill som er svært viktige byttedyr for fisk. Under innsamlingene ble stimer med det som antas å være krill observert på ekkolodd, men innsamlingsmetodikken (finmasket håv) var ikke egnet til å fange plankton med så stor egenbevegelse. Det ble ikke funnet arter/dyregrupper som gjør zooplanktonsamfunnet spesielt verdifullt.

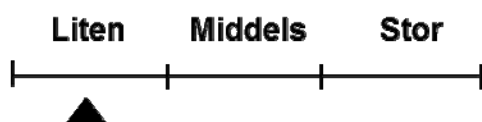
Verdiskalaen, som zooplanktonsamfunnet er vurdert ut fra, er tredelt; liten, middels og stor verdi (Tabell 32). Vurderingen er gjort for Repparfjorden som en helhet, og er fundert på faglige vurderinger knyttet til områdets betydning for zooplankton, arters sjeldenhet, rødlistestatus, samt økologisk funksjon. Zooplankton inngår ikke som egen spesiell verditypekategori (A, B eller C) for biologisk mangfold i DN veileder 19-2001.

Tabell 32. Kriterier for vurderinger av naturmiljøets verdi for zooplankton i Repparfjorden. Egendefinerte kriterier etter beskrivelse i Håndbok 140.

| Vurderingsfelt                                            | Liten verdi                                                                                | Middels verdi                                                       | Stor verdi                                                                    |
|-----------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Naturmiljø – Zooplankton</b>                           |                                                                                            |                                                                     |                                                                               |
| Oppvekst-, beite- og overvintringsområder for zooplankton | Område uten spesiell verdi; representativ for regionen                                     | Område med spesiell verdi for zooplankton                           | Område svært viktige for zooplankton                                          |
| Zooplankton; arts mangfold                                | Område med arter uten spesiell betydning; planktonsamfunnet er representativt for regionen | Område med arter som er spesielle for regionen                      | Område med spesielt betydningsfulle eller sjeldne og truede arter i regionen. |
| Områdets viktighet for planktonspisende fisk              | Område med liten eller ingen spesiell viktighet; representativ for regionen                | Område som er spesielt viktig for; ikke representativt for regionen | Område som har spesielt stor viktighet; sjelden i regionen                    |

Verdisettingen innen ulike verdivurderingsfelt for zooplankton tematikken i Tabell 32 er basert på en samlet ekspertvurdering av Akvaplan-niva. Repparfjorden representerer et fjordsystem uten spesiell verdi som er representativt for Nord-Norge. Det biologiske mangfoldet, representert ved zooplankton i Repparfjorden, er typisk for et nordnorsk fjordsystem. Fjorden har ingen spesiell viktighet for planktonspisende fisk.

En samlet verdivurdering av zooplanktonsamfunnet i Repparfjorden gis derfor verdien **liten**.





## 5.7.2 Omfang – zooplankton

### 5.7.2.1 Beskrivelse og kriterier

Alternative tiltak er:

- 0-Alternativet: Dagens situasjon inkludert eventuelle forventede endringer i løpet av analyseperioden.
- Alternativ-1: Landdeponi, med mulig minimal avrenning til sjø.
- Alternativ-2: Sjødeponi, som beskrevet over.

Her betyr *omfang* en vurdering av hvilke endringer tiltakene (Alternativ 1 – Landdeponi og Alternativ 2 - sjødeponi) antas å medføre for zooplanktonsamfunnet i Repparfjorden.

Kriterier for fastsettelse av omfang er egendefinerte med bakgrunn i Håndbok 140, og er gjengitt i Tabell 33. Omfanget er vurdert i forhold til 0-Alternativet som er dagens situasjon. Omfanget er vurdert for det samme området som er verdivurdert, dvs. Repparfjorden som en helhet.

Tabell 33. Kriterier for omfang for zooplankton i Repparfjorden.

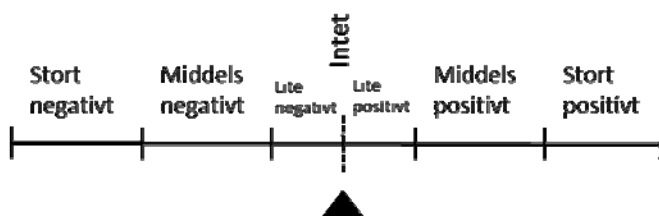
| Vurderingsfelt                                            | Stort positivt omfang                                                       | Middels positivt                                                | Lite/intet omfang                                                           | Middels negativt                                                | Stort negativt omfang                                           |
|-----------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|
| <b>Naturmiljø - zooplankton</b>                           |                                                                             |                                                                 |                                                                             |                                                                 |                                                                 |
| Oppvekst-, beite- og overvintrings-område for zooplankton | Tiltaket vil i stor grad forbedre området for zooplankton                   | Tiltaket vil forbedre området for zooplankton                   | Tiltaket vil ikke vesentlig endre området for zooplankton                   | Tiltaket vil forringe området for zooplankton                   | Tiltaket vil ødelegge området for zooplankton                   |
| Zooplankton; artsmangfold                                 | Tiltaket vil i stor grad ha positiv påvirkning på mangfoldet av zooplankton | Tiltaket vil ha positiv påvirkning på mangfoldet av zooplankton | Tiltaket vil ikke vesentlig endre mangfoldet av zooplankton                 | Tiltaket vil redusere mangfoldet av zooplankton                 | Tiltaket vil ødelegge mangfoldet av zooplankton                 |
| Områdets viktighet for planktonspisende fisk              | Tiltaket vil i stor grad forbedre beiteforholdene for planktonspisende fisk | Tiltaket vil forbedre beiteforholdene for planktonspisende fisk | Tiltaket vil ikke vesentlig endre beiteforholdene for planktonspisende fisk | Tiltaket vil redusere beiteforholdene for planktonspisende fisk | Tiltaket vil ødelegge beiteforholdene for planktonspisende fisk |

### 5.7.2.2 Omfangsvurderinger - zooplankton

Omfang (påvirkning) med hensyn til zooplankton i Repparfjorden er vurdert i forhold til effekten tiltaket vil få gjennom påvirkning av partikler og metaller. Ved vurdering av omfang skal det redegjøres for hvordan det konkrete tiltaket vil påvirke fjorden som leveområde for zooplankton. Påvirkningen og omfanget av påvirkningene innen de ulike verdivurderingsfeltene for zooplankton tematikken (gitt i Tabell 33) er basert på en samlet ekspertvurdering. Når det gjelder effekter på zooplankton baserer omfangsvurderingen seg blant annet på modellert spredning av partikler og giftighetstester (på copepoden *Tisbe battagliai*) (4.4.3.2) og utredning om landdeponi.

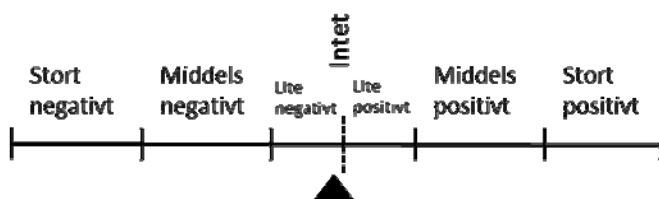
0-Alternativet forventer ikke å ha noen påvirkning (**Intet** omfang) på zooplankton i Repparfjorden.

Samlet vurdering for zooplankton ved 0-Alternativ:



Alternativ 1 – landdeponi: Delutredningen for landdeponi viser at metalltransporten fra deponiet vil bli relativt beskjedent både i driftsfasen og etter at deponering er opphørt. En vil periodevis kunne forvente at vann fra deponiet ledes til Dypelva. Innholdet av kobber vil være lavt og vil i hovedsak være bundet til partikler. Det er usikkert hvor stor partikkeltransporten fra deponiet vil bli når det er overløp, men det vil være muligheter å gjennomføre tiltak dersom dette skulle bli et problem. Konklusjonen i forhold til marint miljø vil utfra dette være at tilførselen av metaller, prosesskjemikalier og partikler fra et landdeponi vil være svært begrenset og det samlede omfanget for zooplankton vil bli **lite/intet**.

Samlet vurdering for zooplankton ved Alternativ 1:



Ved Alternativ 2 - sjødeponi vil selve utslippet av partikler skje på dypet, og det skal i utgangspunktet begrense partikkelspredning til overflaten og grunnere vannlag. Partikkelstørrelsen spiller også inn, da store partikler vil synke raskt, og i liten grad spre seg, mens mindre, lettere partikler har større spredningspotensiale. Ifølge modelleringen utgjør større partikler (partikler med diameter over 130 µm) 98 % av utslippet. Partikler av denne størrelsen vil sedimentere nær utslippsstedet og er ikke med i vurderingen av suspenderte partikler som kunne spres oppover i vannsøylen og til overflaten. Modellering/simuleringer av partikkelspredning i Repparfjorden viser at partikkelkonsentrasjonene i størstedelen av

fjorden vil ligge på godt under 0,05 mg/l for den fineste partikkelfraksjonen i overflatelaget ned til ca. 20 m (konsentrasjoner 0,01 – 0,005 mg/l var vanlige i omtrent hele fjorden). Dypere ned er partikkelinnholdet lavere. Det er anslått at bakgrunnsverdiene er på ca. 0,5 mg/l, noe som indikerer en økning på <10 %. Spredningen og økningen i konsentrasjonen vil være størst for de fineste partikkelfraksjonene og i den øverste delen av vannsøylen. For de tyngste fraksjonene vil konsentrasjons-økningen og spredningen være størst i de dypere vannlag, og endringene er i all hovedsak konsentrert til de indre delene av fjorden.

Strømmønsteret i Repparfjorden er for en stor del tidevannsstyrt. Tidevannsforskjellene i området er store, noe som genererer en betydelig utskifting av vannmassene i fjorden. Beregninger viser at omlag halvparten av overflatevannet i fjorden skiftes ut i løpet av en periode på ca. 14 dager. Zooplankton svever fritt i vannmassene, og følger derfor forflytningen av vannmasser i fjordsystemet. Dette innebærer at plankton tilføres fjordsystemet med nytt innstrømmende vann og spres i fjorden med strømsystemet. Samtidig transporteres zooplankton ut av fjordsystemet med utstrømmende vann. Dette innebærer at det til enhver tid er utskiftning av plankton i fjorden.

Det er kjent at partikler påvirker vannets fysiske og kjemiske kvalitet, og at partikler kan påvirke zooplankton. Påvirkningene er avhengig av blant annet konsentrasjon, størrelse, struktur og kjemisk sammensetning på partiklene. Finpartikulære, uorganiske partikler kan ha effekter på næringsinntak (f.eks. klogging og irritasjon av filterapparat og redusert evne til å ta opp næring). Det antas at det ikke forekommer mye nåleformete mineraler som kan skade cellemembranene til zooplankton. Dette er positivt, da det er de nåleformede partikler som har størst potensial for å ødelegge cellevev, blant annet på gjellestrukturer.

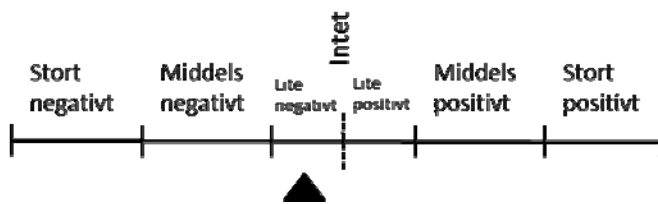
Med basis i partikkelkonsentrasjoner i de ulike vannlagene, partiklenes form, spredningsmønster i fjorden, samt modellert utskiftningen av vannmassene i fjordsystemet, vurderes tiltaket til å ha minimal eller ingen effekt på zooplanktonsamfunnet i Repparfjorden. Følgelig vil tiltaket heller ikke gi noen negative endringer i næringsgrunnlaget til planktonspisende fisk i fjorden.

Deponering av masser i fjorden vil føre til utlekking av tungmetallene kobber og nikkel. Disse metallene kan være svært giftig for noen marine evertebrater. Endringer i den uorganiske vannkjemien som er assosiert med økende saltholdighet ser ut til å redusere toksisiteten av kobber hos evertebrater (Grosell *et al.* 2004, Lorenzo *et al.* 2005). Dette skyldes primært at bare en liten del av Cu forekommer som fritt ion i sjøvann, ettersom mesteparten er bundet til ulike lite biotilgjengelige komplekser (Lorenzo *et al.* 2005). Det er utført økotoksisitets tester for avgangen, både av SGS, Lakefield, Canada og NIVA. Avgangen viste negative effekter (dødelighet og redusert vekst) for blant annet krepsdyr. I massene som vil bli deponert er tungmetallinnholdet høyt, og testene som er gjort er gjennomført på porevann i sedimentet. Sjøvannskonsentrasjonene av disse metallene vil imidlertid bli svært lave i Repparfjorden. I gjennomsnitt er konsentrasjonsøkningen av oppløst kobber og nikkel for hele vannsøylen beregnet til henholdsvis 0,075 µg/l kobber og 0,04 µg/l nikkel. Disse verdiene er forventet konsentrasjonsøkning i vannmassene som følge av deponeringen. Bakgrunnskonsentrasjonen av kobber i fjorden er beregnet til 0,365 µg/l, og økning i kobberkonsentrasjonen i vannmassene vil være ca. 20 %. Konsentrasjonen av kobber vil ligge godt under øvre grense for tilstandsklasse II "God kjemisk tilstand" (0,64 µg/l). Disse beregningene er en "worst case" situasjon. Med bakgrunn i stor vannutskiftning i fjorden og stor fortynningseffekt, vil de reelle konsentrasjonene ligge vesentlig lavere enn dette.

Tiltaket vil ikke vesentlig endre området som leveområde for zooplankton, mangfoldet av zooplankton, eller beiteforholdene for planktonspisende fisk som til enhver tid vil finnes i

fjordsystemet (Tabell 34). På bakgrunn av dette konkluderes det med at omfanget av påvirkninger ved deponialternativ 2 vil være **lite negativt** for zooplanktonsamfunnet i fjorden.

Samlet vurdering for zooplankton ved Alternativ 2:



Tabell 34. Omfang for zooplankton ved gjennomføring av de ulike alternativene i Repparfjorden.

| Vurderingsfelt                                                   | 0-Alternativ (a og b) | Alternativ 1: Landdeponi | Alternativ 2: Sjødeponi |
|------------------------------------------------------------------|-----------------------|--------------------------|-------------------------|
| <b>Naturmiljø - zooplankton</b>                                  |                       |                          |                         |
| <b>Oppvekst-, beite- og overvintrings-område for zooplankton</b> |                       |                          |                         |
| <b>Zooplankton; arts mangfold</b>                                |                       |                          |                         |
| <b>Områdets viktighet for plankton-spisende fisk</b>             |                       |                          |                         |

### 5.7.3 Konsekvensvurdering – zooplankton

Konsekvensen av et naturinngrep er produktet av en gitt naturverdi og påvirkningen fra inngrepet på denne naturverdien. Verdisettingen på zooplanktonsamfunnet i Repparfjorden ga naturverdien *Liten verdi*. Omfanget ble vurdert for Repparfjorden som en helhet.

De tre alternativene er alle vurdert og medfører en *intet* eller *lite negativt* omfang. Konsekvensvurderingen er et produkt av naturverdi og påvirkning (omfang). Det vises til **Error! Reference source not found.** og **Error! Reference source not found.**

For zooplanktonsamfunnet og beiteforholdene for planktonspisende fisk, vil 0-Alternativet føre til en ubetydelig konsekvens, mens Alternativ 1 vil føre til *ingen eller liten negativ konsekvens*. Alternativ 2 vil som en funksjon av verdi og omfangsvurderingene føre til en *liten negativ konsekvens* (Tabell 35).

Tabell 35. Karakteristikk og fargekoder for samlet konsekvens for zooplankton ved de 3 alternativene.

|                    | 0-Alternativ                  | Landdeponi (Alternativ-1)                    | Sjødeponi (Alternativ-2)      |
|--------------------|-------------------------------|----------------------------------------------|-------------------------------|
| <b>Zooplankton</b> | 0<br>Ubetydelig<br>konsekvens | 0 / -<br>Ingen / liten negativ<br>konsekvens | -<br>liten negativ konsekvens |

## 5.8 Oppsummering – Konsekvensvurdering for marint miljø

I denne utredningen - Konsekvenser for det marine miljøet i Repparfjorden ved etablering av sjø- eller landdeponi for gruveavgang fra Nussir og Ulveryggen i Kvalsund kommune, Finnmark - er det fokusert på det marine miljøet og det er lagt hovedvekt på følgende tema: marine naturtyper, strandsone (fjæresone), sublittoral bløtbunn og bløtbunnsfauna samt zooplankton.

Generelt kan man si at det er ingen spesielle særtrekk og regnes som representative og vanlig for regionen. Det er heller ikke registrert truede rødlistearter for de tema innen marint miljø som er behandlet i denne utredningen. Det betyr at i henhold til metoden for verdisetting (håndbok 140 og DN håndbok 13 og 19) blir ingen tema vurdert til å ha stor verdi. De mest verdifulle tema finner vi innen marine naturtyper er der man har registrerte naturtypelokaliteter innen strandsone og brakkvannsdelta som er kategorisert som "litt verneverdig" eller i verdikategori B for biologisk mangfold og de får dermed en middels verdi.

Samlet verdivurdering blir da **Middels**.

Tabell 36 Samlet verdivurdering av marint miljø (Kilde: Statens vegvesen håndbok 140). Egendefinerte kategorier tilpasset Repparfjorden.

| Tema                                   | Vurderingsfelt                                                       | Verdi                           |
|----------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|---------------------------------|
| Strandsone / fjæresone                 | Strandsonen i Repparfjorden; naturområde og landskapsøkologi         | <div> Liten Middels Stor </div> |
| Strandsone / fjæresone                 | Områder med arts-/individmangfold                                    | <div> Liten Middels Stor </div> |
| Marine naturtyper                      | Naturtyper/vegetasjonsområder:<br>Israndavsetning<br>Brakkvannsdelta | <div> Liten Middels Stor </div> |
| Sublittoral bløtbunn og bløtbunnsfauna | Naturtypeområder/ vegetasjonsområder (Bløtbunn - sedimentkvalitet)   | <div> Liten Middels Stor </div> |
| Sublittoral bløtbunn og bløtbunnsfauna | Områder med arts-/individmangfold (Bløtbunnsfauna)                   | <div> Liten Middels Stor </div> |
| Zooplankton                            | Oppvekst-, beite- og overvintringsområder for zooplankton            | <div> Liten Middels Stor </div> |
| Zooplankton                            | Zooplankton; artsmangfold                                            | <div> Liten Middels Stor </div> |
| Zooplankton                            | Områdets viktighet for planktonspisende fisk                         | <div> Liten Middels Stor </div> |
| Marint miljø                           | Områdets samlede verdi for marint miljø                              | <div> Liten Middels Stor </div> |

Omfang (påvirkningen) av landdeponi eller sjødeponi på marint miljø er forskjellig for de to alternativene. Et landdeponi vil i liten grad påvirke det marine miljøet siden det vil være en svært begrenset avrenning (utlekking) av partikler og metaller fra deponiet. Derfor blir omfanget av et landdeponi på marint miljø vurdert til å være **intet / lite**.

Et sjødeponi vil medføre en betydelig påvirkning på det marine miljøet og det er i all hovedsak det sublittorale bunndyrssamfunnet som blir påvirket. Modelleringen av partikkelspredning viser at det vil bli en liten økning i partikkelkonsentrasjonen i de frie vannmassene og i strandsonen. Videre vil det heller ikke bli vesentlige endringer i metallinnholdet i Repparfjorden. Det betyr at et sjødeponi vil ha **liten** påvirkning på flora og fauna i strandsonen samt at også zooplankton vil bli lite påvirket.

Modelleringen viste videre at nærsone for deponiet vil få en størrelse på om lag 7,4 km<sup>2</sup> med en deponering fra 1 cm til 42 meter. Det er forventet at den høye sedimenteringen og de høye kobbernivåene vil medføre en **stor negativ** påvirkning på bunndyrssamfunnet i nærområdet til utslippet. Randsonen (2,5 km<sup>2</sup>) vil motta mindre partikler og det er forventet at det blir noe negativ påvirkning på bunndyrssamfunnet, men at likevel er en del opportunistiske arter som klarer seg godt. Den naturlige sedimenteringen av i Repparfjorden er relativt høy noe som vil føre en fortykning av de høye kobbernivåene som avgangen har. I randsonen vil sjødeponiet ha en **middels negativ** påvirkning på bunndyrssamfunnet. I fjernsonen forventes det en **liten negativ** påvirkning på bunndyrssamfunnet.

Omfangsvurderingen er oppsummert i Tabell 37.

Tabell 37. Omfang av inngrep på de ulike vurderingstema for marint miljø i Repparfjorden ved de ulike alternativer.

| Tema                                   | Vurderingsfelt                                                       | 0-Alternativ (a og b) | Alternativ 1: Landdeponi | Alternativ 2: Sjødeponi |
|----------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|-----------------------|--------------------------|-------------------------|
| Strandsone / fjæresone                 | Strandsonen i Repparfjorden; naturområde og landskapsøkologi         |                       |                          |                         |
| Strandsone / fjæresone                 | Områder med arts-/individmangfold                                    |                       |                          |                         |
| Marine naturtyper                      | Naturtyper/vegetasjonsområder:<br>Israndavsetning<br>Brakkvannsdelta |                       |                          |                         |
| Sublittoral bløtbunn og bløtbunnsfauna | Arter bløtbunnsfauna - Nærsonen                                      |                       |                          |                         |
| Sublittoral bløtbunn og bløtbunnsfauna | Sedimentkvalitet – Nærsonen                                          |                       |                          |                         |



|                                              |                                                                 |  |  |  |
|----------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|--|--|--|
| Sublittoral<br>bløtbunn og<br>bløtbunnsfauna | Arter bløtbunnsfauna -<br>Randsonen                             |  |  |  |
| Sublittoral<br>bløtbunn og<br>bløtbunnsfauna | Sedimentkvalitet –<br>Randsonen                                 |  |  |  |
| Sublittoral<br>bløtbunn og<br>bløtbunnsfauna | Arter bløtbunnsfauna -<br>Fjernsonen                            |  |  |  |
| Sublittoral<br>bløtbunn og<br>bløtbunnsfauna | Sedimentkvalitet –<br>Fjernsonen                                |  |  |  |
| Zooplankton                                  | Oppvekst-, beite- og<br>overvintringsområder for<br>zooplankton |  |  |  |
| Zooplankton                                  | Zooplankton;<br>artsmangfold                                    |  |  |  |

|              |                                              |  |  |  |
|--------------|----------------------------------------------|--|--|--|
| Zooplankton  | Områdets viktighet for planktonspisende fisk |  |  |  |
| Marint miljø | Samlet - Nærsonen                            |  |  |  |
| Marint miljø | Samlet - Randsonen                           |  |  |  |
| Marint miljø | Samlet - Fjernsonen                          |  |  |  |

Konsekvensene av de ulike deponialternativene kommer som et produkt av fastsatt naturverdi og påvirkningen (omfang) i henhold til konsekvensviften (Figur 57). På bakgrunn av dette vil de ulike alternativene få følgende konsekvens for de tema som er inkludert i marint miljø (Tabell 38).

Tabell 38. Konsekvens av de ulike alternativene på ulike vurderingstema for marint miljø i Repparfjorden.

| Tema                                   | Vurderingsfelt                                                    | 0-Alt.          | Alt. 1:<br>Landdeponi  | Alt. 2:<br>Sjødeponi   |
|----------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|-----------------|------------------------|------------------------|
| Strandsone / fjæresone                 | Strandsonen i Repparfjorden; naturområde og landskapsøkologi      | 0<br>Ubetydelig | 0<br>Ubetydelig        | -<br>Liten negativ     |
| Strandsone / fjæresone                 | Områder med arts-/individmangfold                                 | 0<br>Ubetydelig | 0<br>Ubetydelig        | -<br>Liten negativ     |
| Marine naturtyper                      | Naturtyper/vegetasjonsområder: Israndavsetning<br>Brakkvannsdelta | 0<br>Ubetydelig | 0<br>Ubetydelig        | -<br>Liten negativ     |
| Sublittoral bløtbunn og bløtbunnsfauna | Arter bløtbunnsfauna - Nærsonen                                   | 0<br>Ubetydelig | 0 / -<br>Ingen / liten | - -<br>Middels neg.    |
| Sublittoral bløtbunn og bløtbunnsfauna | Sedimentkvalitet – Nærsonen                                       | 0<br>Ubetydelig | 0 / -<br>Ingen / liten | - -<br>Middels neg.    |
| Sublittoral bløtbunn og bløtbunnsfauna | Arter bløtbunnsfauna - Randsonen                                  | 0<br>Ubetydelig | 0 / -<br>Ingen / liten | -<br>Liten negativ     |
| Sublittoral bløtbunn og bløtbunnsfauna | Sedimentkvalitet – Randsonen                                      | 0<br>Ubetydelig | 0 / -<br>Ingen / liten | -<br>Liten negativ     |
| Sublittoral bløtbunn og bløtbunnsfauna | Arter bløtbunnsfauna - Fjernsonen                                 | 0<br>Ubetydelig | 0 / -<br>Ingen / liten | 0 / -<br>Ingen / liten |
| Sublittoral bløtbunn og bløtbunnsfauna | Sedimentkvalitet – Fjernsonen                                     | 0<br>Ubetydelig | 0 / -<br>Ingen / liten | 0 / -<br>Ingen / liten |
| Zooplankton                            | Oppvekst-, beite- og overvintringsområder for zooplankton         | 0<br>Ubetydelig | 0 / -<br>Ingen / liten | -<br>Liten negativ     |
| Zooplankton                            | Zooplankton; artsmangfold                                         | 0<br>Ubetydelig | 0 / -<br>Ingen / liten | -<br>Liten negativ     |
| Zooplankton                            | Områdets viktighet for planktonspisende fisk                      | 0<br>Ubetydelig | 0 / -<br>Ingen / liten | -<br>Liten negativ     |
| Marint miljø                           | Samlet - Nærsonen                                                 | 0<br>Ubetydelig | 0 / -<br>Ingen / liten | - -<br>Middels neg.    |
| Marint miljø                           | Samlet - Randsonen                                                | 0<br>Ubetydelig | 0 / -<br>Ingen / liten | -<br>Liten negativ     |
| Marint miljø                           | Samlet - Fjernsonen                                               | 0<br>Ubetydelig | 0 / -<br>Ingen / liten | 0 / -<br>Ingen / liten |

En oppsummerende sammenstilling av verdi, omfang og konsekvens for de ulike deponialternativene vil kunne fremstilles som i Figur 61. Fjernsonen er satt til å ha middels verdi da det er i dette området man finner marine naturtyper og strandsone som er vurdert til å ha en middels verdi. Det vil ikke påvirke konsekvens for de ulike deponialternativene.

#### 0-Alternativet

| Delområde  | Verdi   | Omfang       | Konsekvens      |
|------------|---------|--------------|-----------------|
| Nærsonen   | Liten   | Lite negativ | 0<br>Ubetydelig |
| Randsonen  | Liten   | Lite negativ | 0<br>Ubetydelig |
| Fjernsonen | Middels | Lite negativ | 0<br>Ubetydelig |

#### Alternativ 1 - Landdeponi

| Delområde  | Verdi   | Omfang       | Konsekvens             |
|------------|---------|--------------|------------------------|
| Nærsonen   | Liten   | Lite negativ | 0 / -<br>Ingen / liten |
| Randsonen  | Liten   | Lite negativ | 0<br>Ubetydelig        |
| Fjernsonen | Middels | Lite negativ | 0<br>Ubetydelig        |

#### Alternativ 2 - Sjødeponi

| Delområde  | Verdi   | Omfang          | Konsekvens             |
|------------|---------|-----------------|------------------------|
| Nærsonen   | Liten   | Stor negativ    | - -<br>Middels neg.    |
| Randsonen  | Liten   | Middels negativ | -<br>Liten negativ     |
| Fjernsonen | Middels | Lite negativ    | 0 / -<br>Ingen / liten |

Figur 61. Sammenstilling av verdi, omfang (påvirkning) og konsekvens for 0-Alternativet, Alternativ 1 (landdeponi) og Alternativ 2 (sjødeponi) for marint miljø i Repparfjorden.

## 6 Avbøtende tiltak og oppfølgende undersøkelser

---

For marint miljø vil det viktigste være å prøve å fremskynde nyetablering av bunnsamfunn og habitat for bunnlevende fisk etter at driften opphører, samt å begrense spredning av metaller fra avgangen. Et aktuelt tiltak her vil være å dekke over sjødeponiet med rene masser etter avsluttet drift.

Følgende momenter anbefales å inkludere i et overvåkningsprogram for det marine miljøet i Repparfjorden ved etablering av gruvedrift:

- Nye utlekkingsforsøk og aldringsforsøk utført i henhold til norske eller EU standard.
- Kjemisk overvåkning med bruk av vannprøver, tang, blåskjell og passive prøvetakere (DGT - Diffusive Gradients in Thin films).
- Etablere overvåkning av partikkelkonsentrasjonen i fjorden. Dette kan gjennomføres ved at det etableres overvåkningsstasjoner med online turbiditetsmålinger m/alarm på strategiske steder og dyp i fjorden.
- Overvåking av deponiområdet med nærsone, randsone og fjernsone i forhold til avgangsmengder (sedimentasjon), konsentrasjoner av metaller og tilstanden til bunndyrsamfunnet. Det bør her etableres faste sedimentstasjoner som prøvetas jevnlig gjennom hele driftsperioden. I tillegg bør avgangstykkelser i randsonen samt rasvinklens undersøkelse jevnlig. Dette kan gjøres ved å benytte SPI (Sediment Profile Imagery) og ROV (Remotely Operated underwater Vehicle).
- Oppfølgende undersøkelser i fjæresonen. Sammensetning av flora og fauna er en god indikasjon på miljøforandringer som følge av forurensning (miljøgifter og partikler). Kjemiske analyser av tang og sedimenter.
- Overvåke metallnivåer i marine næringskjeden. Dette for å undersøke bioakkumulering og biomagnifisering av metaller. Det anbefales at det inngår analyser av tang, bunndyr, zooplankton, marin stasjonær fisk og kongekrabbe.

## 7 Referanser

---

- Bilotta, G. S. and Brazier R. E. 2008.** Understanding the influence of suspended solids on water quality and aquatic biota. *Water research* 42, 2849-2861.
- Blowes, D.W., Ptacek, C.J., Jambor, J.L., and Weisener, C.G. 2005.** The Geochemistry of Acid Mine Drainage. P 149-204. In: *Treatise on Geochemistry Volume 9: Environmental geochemistry*. Elsevier.
- Bowman, B. 2011.** An investigation into Environmental impact of marine disposal of tailings from the Kvalsund deposit. Project nr 12527-002. SGS Lakefield, Ontario Canada.
- Burd, B. J. 2002.** Evaluation of mine tailings effects on a benthic marine infaunal community over 29 years. *Mar. Environ. Res.* 53 (2002). 481-519.
- Christensen, G. N., Dahl-Hansen, G. A. P., Gaardsted, F., Leikvin, Ø., Pallerud, R., Velvin, R. og Vögele, B. 2011.** Marin grunnlagsundersøkelse i Repparfjorden 2010. Akvaplan-niva rapport 4973 - 01
- 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.
- Connor, P.M. 1972.** Acute toxicity of heavy metals to some marine larvae. *Mar Pollut Bull* 3, 190-192.
- Dahl-Hansen, G. og Velvin, R. 2008.** Resipientundersøkelse/grunnlagsundersøkelse i Repparfjorden 2008. Akvaplan-niva rapport 4157-01. 53 s.
- Dale, T., Kvassnes, JS. A. og Iversen, E.R. 2008.** Risikoen for skader på fisk og blåskjell ved gruveaktivitet på Engebøneset - En litteratustudie om effekter av metaller og suspenderte partikler. NIVA rapport nr: 5689-2008.dewdaaadaddsdssdsadddddddsa
- Deleebeeck, N., De Schampheleere, K. and Janssen, C. 2007.** A bioavailability model predicting the toxicity of nickel to rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) and fathead minnow (*Pimephales promelas*) in synthetic and natural waters. *Ecotox Environ Safe* 67, 1-13.
- Didriksen, T.A. og Willersrud, Ø. 2011.** Reguleringsplan med konsekvensutredning for planlagt gruverdrift i Nussir og Ulveryggen i Kvalsund kommune. P-nr. 408451.”
- Direktoratet for naturforvaltning (DN). 2007.** Kartlegging av marint biologisk mangfold. DN-håndbok 19-2001 revidert 2007.
- Direktoratet for naturforvaltning (DN). 2007.** Kartlegging av naturtyper- verdisetting av biologisk mangfold. DN's håndbok 13.
- Elven, R. og Johansen, V. 1983.** Havstrand i Finnmark. Flora, vegetasjon og verneverdier. Institutt for biologi og geologi, Universitetet i Tromsø. Rapport T-541.
- Fernando R.D., Araujo, C. V. M., Moreno-Garrido, I., Hampel, M. and Blasco J. 2008.** Short-term toxicity tests on the harpacticoid copepod *Tisbe battagliai*: Lethal and reproductive endpoints. *Ecotoxicology and Environmental Safety*; 72 (7). Pages 1881-1886

- Grosell, M., McDonald, M.D., Wood, C.M. and Walsh, P.J., 2004.** Effects of prolonged copper exposure in the marine gulf toadfish (*Opsanus beta*) I. Hydromineral balance and plasma nitrogenous waste products. *Aquat. Toxicol.* 68, 249-262.
- Grosell, M., Blanchard, J., Brix, K. and Gerdes, R. 2007.** Physiology is pivotal for interactions between salinity and acute copper toxicity to fish and invertebrates. *Aquat Toxicol* 84, 162-172.
- Hoang, T., Tomasso, J. and Klaine, S. 2004.** Influence of water quality and age on nickel toxicity to fathead minnows (*Pimephales promelas*). *Environ Toxicol Chem* 23, 86-92. Deleebeeck *et al.* 2007
- Hopkins, C.C. E., Tande, K. S., Grønvik, S. and Sargent, J. R. 1984.** Ecological investigations of the zooplankton community of Balsfjorden, northern Norway: an analyses of growth and overwintering tactics in relation to niche and environment in *Metridia longa* (Lubbock), *Calanus finmarchicus* (Gunnerus), *Thyanoessa inermis* (Krøyer) and *T. raschii* (M. Sars). *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 82, 77-99.
- Humborstad, O., Jørgensen, T. and Grotmol, S. 2006.** Exposure of cod *Gadus morhua* to resuspended sediment: an experimental study of the impact of bottom trawling. *Mar Ecol-Prog Ser* 309, 247-254.
- Hunt, J., Anderson, B., Phillips, B., Tjeerdema, R., Puckett, H., Stephenson, M., Tucker, D. and Watson, D. 2002.** Acute and chronic toxicity of nickel to marine organisms: Implications for water quality criteria. *Environ Toxicol Chem* 21, 2423-2430.
- Imeson, D. 2011.** An investigation into Recovery of copper from the kvalsund deposit. Project nr 12527-001. SGS Lakefield, Ontario Canada.
- Iversen, E. R. 2011.** KU - Nussir ASA Delutredning landdeponi. NIVA rapport O-11173.
- Jenne, E.A. and Luoma, S.N. 1977.** Forms of trace elements in soils, sediments, and associated waters: an overview of their determination and biological availability, p. 1 10- 143. In H. Drucker and R. E. Wildung [ed.] Biological implications of metals in the environment. Technical Information Center, U.S. Energy Research and Development Administration. (Available as CONF-750928 from NTIS, Springfield, VA)
- Kleiv, R.A. 2011.** Fysiske og kjemiske egenskaper ved flotasjonsavgang fra Nussir- og Ulveryggen-forekomstene - En supplert sammenstilling av laboratorieresultater fra SGS Mineral Services, Canada. Rapport NTNU. Rapportnr: M-RAK 2011: DRAFT:
- Klif, 2007: TA-2229/2007:** Veileder for klassifisering av miljøkvalitet I fjorder og kystfarvann – Revisjon av klassifisering av metaller og organiske miljøgifter i vann og sedimenter. Forfattere: Breedveld, G, Källqvist, T., Oen, AMP., Ruus, A, Kibsgaard, A, Helland, A, Hylland, K, Eek, E, Bakke, T: 12 s. Nedlastbar fra Klif.no
- Klif, 2007: TA-2230/2007:** Veileder for risikovurdering av forurenset sediment. Forfattere: Källqvist, T., Oen, AMP., Eek, E, Ruus, A, Kibsgaard, A, Helland, A, Hylland, K, Bakke, T, Breedveld, G. 65 s. Nedlastbar fra Klif.no
- Klif, 2007: TA-2231/2007:** Bakgrunnsdokumenter til veiledere for risikovurdering av forurenset sediment og for klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann - Revisjon av klassifisering av metaller og organiske miljøgifter i vann og sedimenter. Forfattere Bakke, T, Breedveld, G, Källqvist, T., Oen, AMP., Eek, E, Ruus, A, Kibsgaard, A, Helland, A, Hylland, K 204 s. Nedlastbar fra Klif.no

- Klif, 2010: TA-2715/2010:** Bergverk og avgangsdponering: Status, miljøutfordringer og kunnskapsbehov. 105 s. Nedlastbar fra Klif.no
- Larsen L.-H., Dahl-Hansen, G. Vögele, B. og Trannum, H.C. 2004.** Miljøundersøkelse i forbindelse med utslipp av gruveavgang fra North Cape Minerals, Stjernøya, Finnmark APN-411.3138.
- Lehtiniemi, M., Engström-Öst, J. and Viitasalo, M. 2005.** Turbidity decreases anti-predator behaviour in pike larvae, *Esox Lucius*. Environmental Biology of Fishes 73, 1–8.
- Lillicrap, A.D., Kvassnes, A.S., Macrae, K. and Heiaas, H. 2011.** Determination of the acute toxicity of mine tailings from Nussir ASA to the marine alga *Skeletonema costatum*, the marine copepod *Tisbe battagliai* and the polychaete *Arenicola marina*. NIVA rapport 6163-2011, ISBN: 978-82-577-5898-1.
- Lorenzo, J., Beiras, R., Mubiana, V. and Blust, R., 2005.** Copper uptake by *Mytilus edulis* in the presence of humic acids. Environ. Toxicol. Chem. 24, 973-980.
- Met.no, 2011.** <http://www.eklima.no>.
- Moore, P.G.1977.** Inorganic particulate suspensions in the sea and their effects on marine animals. Oceanogr. Mar. Biol. Ann. Rev. 15, 225-363.
- Niyogi, S., Couture, P., Pyle, G., McDonald, D. and Wood, C. 2004.** Acute cadmium biotic ligand model characteristics of laboratory-reared and wild yellow perch (*Perca flavescens*) relative to rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Can J Fish Aquat Sci 61, 942-953.
- Olsgard, F. and Hasle, J.R. 1993.** Impact of waste from titanium mining on benthic fauna. J. Exp. Mar. Biol. Ann. Rev. 15, 225-363.
- Parsons, T.R. 2000.** Changes in Physical and Chemical Properties of Rupert Inlet Waters. In: Underwater tailing placement at Island Copper Mine: a success story. Derek V Ellis Ed.
- Pedersen, G. og Arnesen G. 2008.** Utbygging av Goliatfeltet, beskrivelse av miljøforhold og naturressurser i kyst- og strandsonen. Akvaplan-niva rapport 4041.01.
- Probert, P.K. 1975.** Changes in the benthic community of shina clay wate deposits in Meviggisey Bay following a reduction i discharges. J. Mar. Biol. Ass U.K 55, 19-24.
- Pyle, G., Swanson, S. and Lehmkuhl, D. 2002.** The influence of water hardness, pH, and suspended solids on nickel toxicity to larval fathead minnows (*Pimephales promelas*) (vol 133, pg 215, 2002). Water Air Soil Poll 136, 388-388.
- Rowe, D.K., Dean, T.L., Williams, E. and Smith, J.P. 2003.** Effects of turbidity on the ability of juvenile rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*, to feed on limnetic and benthic prey in laboratory tanks. N. Z. J. Mar. Freshw. Res. 37, 45–52.
- Rygg, B. 1985.** Effects of sediment copper on benthic fauna. Mar. Ecol. Prog. Ser. Vol. 25: 83-89.
- Sadiq, M. 1989.** Nickel sorption and speciation in a marine-environment. Hydrobiologia 176, 225-232.
- SGS, 2011.** Environmental impact of marine disposal of tailings from the Kvalsund deposit. Project 12527-002 – Final Report.



- Sivertsen, K. 2006.** Overgrazing of kelp beds along the coast of Norway. *Journal of Applied Phycology*, 18: 599-610.
- Sivertsen, K. and Hopkins, C.C.E. 1995.** Demography of the echinoid *Strongylocentrotus droebachiensis* related to biotope in Northern Norway. In *Ecology of Fjords and Coastal Waters*, Skjolda, Hopkins, Erikstad and Leinaas (editors). Elsevier Science B.V.
- Skaare, B. B., Oug, E. og Nilsson, H-C. 2007.** Miljøundersøkelser I fjordsystemet utenfor Kirkenes i Finnmark 2007. Sedimenter og bløtbunnsfauna. NIVA rapport LNR 5473-2007. 69 s.
- Statens vegvesen 2006.** Håndbok 140, Konsekvensanalyser, veiledning.
- Stortingsmelding nr. 26.** 2006-2007. Regjeringens miljøpolitikk og rikets miljøtilstand.
- Stortingsmelding nr. 29.** 2000-2001. Retningslinjer for den økonomiske politikken
- Stortingsmelding nr.58.** 1996-1997. Miljøvernpolitikk for en bærekraftig utvikling. Dugnad for framtida.
- Sweco. 2010.** Reguleringsplan med konsekvensutredning for planlagt gruvedrift i Nussir og Ulveryggen i Kvalsund kommune- Forslag til planprogram. Sweco-rapport. P-nr. 408451. TA 2229/2007
- Tande, K. S. 1989.** Calanus in North Norwegian fjords and in the Barents Sea. In: Sakshaug, E., Hopkins, C. C. E. and Øritsland, N. A. (eds.): *Proceedings from the Pro Mare Symposium on Polar Marine Ecology*, Trondheim, 12 – 16 May 1990. *Polar Res.* 10.
- Trannum, H-C. og Vögele, B. 2001.** Miljøundersøkelse i Stjernsundet, Finnmark, 2000, i forbindelse med utslipp av gruveavgang. Akvaplan-niva rapport APN-411.2031. , 38 pp + vedlegg.
- Trannum, H-C., Olsgard, F., Skei, J. M., Indrehus, J., Øverås, S. og Eriksen, J. 2004.** Effects of copper, cadmium, and contaminated harbour sediments on recolonisation of soft-bottom communities. *Journal of experimental marine biology and ecology* 310 (2004) 87-114.
- Utne, A.C. 1997.** The effect of turbidity and illumination on the reaction distance and search time of the marine planktivore *Gobiusculus flavescens*. *J. Fish Biol.* 50, 926–938.
- Utne-Palm, A.C. 1999.** The effect of prey mobility, prey contrast, turbidity and spectral composition on the reaction distance of *Gobiusculus flavescens* to its planktonic prey. *J. Fish Biol.* 54, 1244–1258.
- Velvin, R., Beyer, J., Walday, M., Vögele, B. og Evenset, A. 2007.** Marin grunnlagsundersøkelse av kystmiljø i forbindelse med LNG anlegg på Melkøya 2006. Akvaplan-niva rapport 412.3478. 150 s.
- Velvin, R., Beyer, J., Walday, M., Vögele, B. og Evenset, A. 2009.** StatoilHydros miljøovervåkingsprogram for Snøhvit. Marin overvåkingsundersøkelse av kystmiljø i forbindelse med drift på LNG anlegg på Melkøya 2008. Akvaplan-niva rapport 412.4019 – 1. 164 s.
- Velvin, R., Walday, M., Vögele, B., Frantzen, M. og Falk, A. H. 2011.** Statoils miljøovervåkingsprogram for Snøhvit. Marin overvåkingsundersøkelse av kystmiljø i forbindelse med drift på LNG anlegg på Melkøya 2010. Akvaplan-niva rapport 412.5088 – 1. 116 s.

**Vennerød, K., 1984.** Vassdragsundersøkelser; en metodebok i limnologi. Norsk Limnologiforening, Universitetsforlaget. 283 s.

## 8 Vedlegg A. – GIFT brosjyre

---

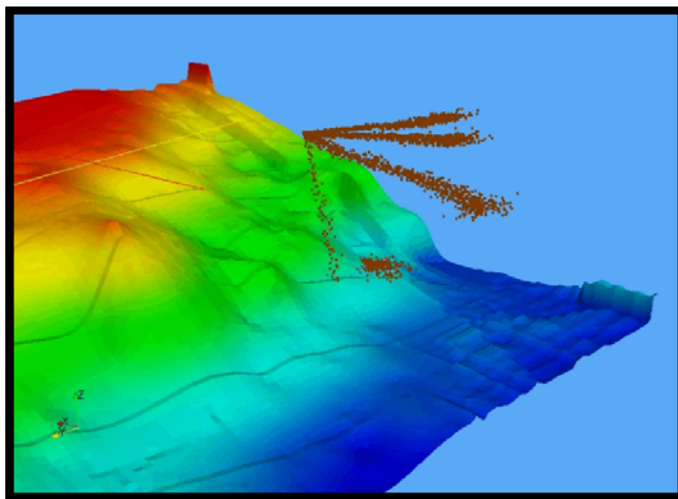
# GEMSS®-GIFT

Modeling the fate and transport of dissolved and particulate material discharged from dredging barges, mine tailings, oil well drill cutting mud and produced water into a water body can be accomplished using ERM's GEMSS®-GIFT Model.

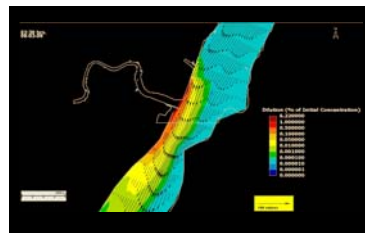


## INTRODUCTION

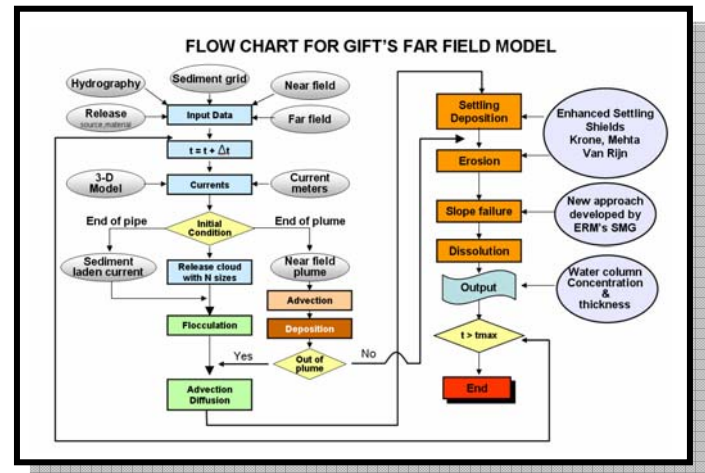
A non-proprietary sediment fate and transport modeling software called GIFT (Generalized Integrated Fate and Transport) has been made available to the public as part of the GEMSS® (Generalized Environmental Modeling System for Surfacewaters) suite of models. GIFT is a numerical modeling system that simulates the fate of dissolved and particulate material discharged from dredging barges, mine tailings, oil well drill cutting mud and produced water into a water body. This three-dimensional particle-based model describes the sediment transport using Lagrangian algorithms and GEMSS' internal hydrodynamic model. The user may specify the mass load rates, release times and locations, particle sizes, settling velocities, and shear stress values (Shields number). The model provides tremendous flexibility to define the discharge scenarios and specific material properties limited only by the computational resources available. Through GEMSS' post-processing



3-D visualization of drill cuttings released at the water surface, represented by four different particle size classes



features, model output of sedimentation rate, net thickness deposited, and total suspended solids may be plotted and animated. GIFT has been successfully applied to assess potential biological impacts of offshore drilling off the coasts of Africa and Southeast Asia. Safe drilling locations, protective of coral reefs, were determined using GIFT. Current and future development will enable GIFT to model the fate of contaminated constituents associated with the sediments.



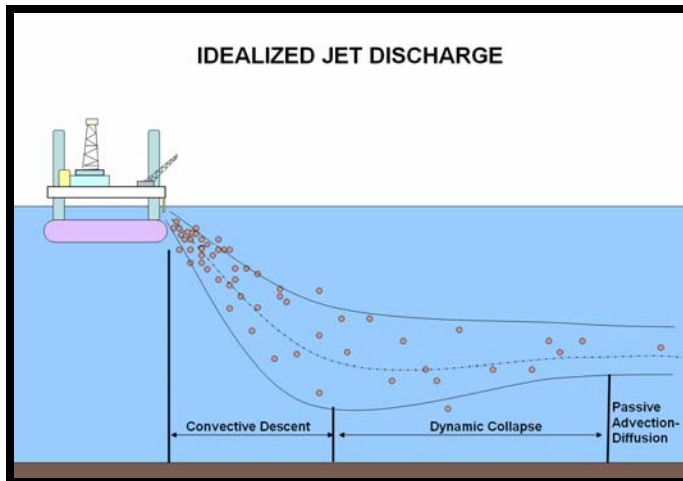
## TYPICAL APPLICATIONS

- Produced water
- Dredge disposal
- Drill cuttings
- Aromatic hydrocarbons
- Entrainment during dredging

## FEATURES

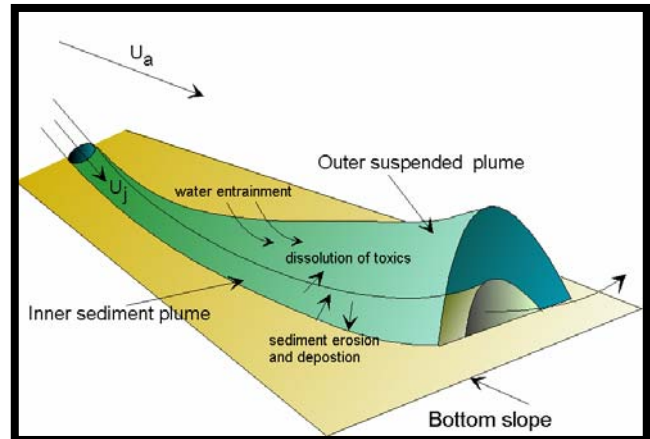
- **Initial Boundary Conditions:** set the simulation for either a nearfield "end-of-plume" particle release or "end-of-pipe" effluent discharge.
- **Release of Particles:**
  - o Instantaneous, continuous, or discontinuous releases
  - o Multiple sources
  - o Moving sources

- o Each particle is assigned a mass, size, settling velocity, and angle of repose. Particles can be organized into size classes and assigned a percentage of the total mass.



Drilling mud discharge plume (Maynard Brandsma, et. al. in Ocean Processes in Marine Pollution Vol. 6, 1990)

- **Flocculation:** Describes particles cohesive tendencies such that particles will combine and grow in size. This process is enhanced by velocity shear, salinity, etc.
- **Settling/ Deposition:** Particles settle as a function of size, density and flocculation.
  - o Deposited mass and the rate of deposition is tracked.
  - o Critical stress determines depositional potential.
  - o New algorithms easily added or existing ones modified based on available technology.
- **Erosion/ Resuspension:** once deposited, potential for resuspension is calculated. Resistance to erosion is based on sediment composition, pore and eroding fluid compositions, and the degree of consolidation (dense cohesive beds vs. soft beds)



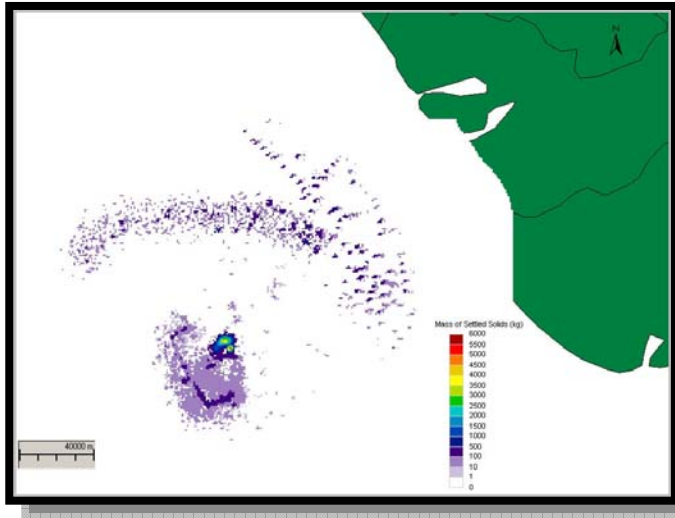
Sediment plume (mine tailings) bound with toxics interacting with evolving sediment bed

- **Slope Failure:** occurs when slope of the bottom sediments exceeds the angle of repose or failure angle of the deposited bottom sediment. The slope is calculated at each bottom grid cell relative to all 8 surrounding cells.

## MODEL OUTPUT

GEMSS provides a comprehensive suite of tools for processing the GIFT model output. These include:

- Colored contour plots for specified depth layer
- Time series plots at specified locations
- Profile plots at specified locations
- Colored contour slices through specified transects
- Animation tools for time varying plots
- Statistical computations
- Contour area and volume calculations
- 3-D visualizations (QualView and ParaView)

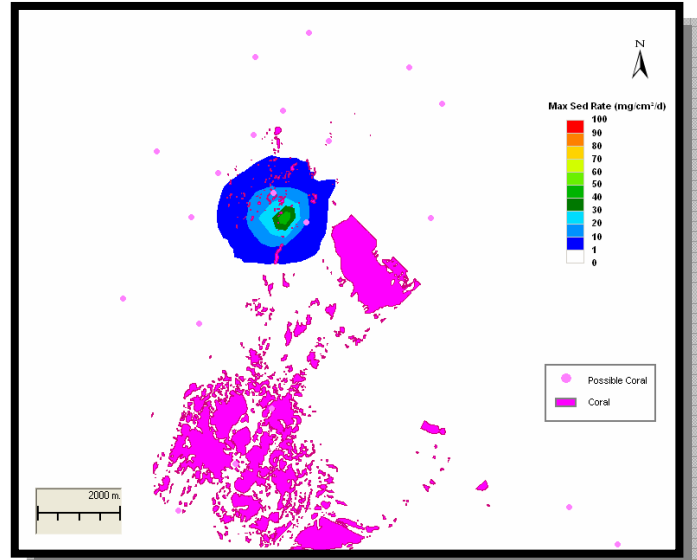


Offshore Nigeria: mass distribution of drill cuttings

### Offshore Nigeria – Oil Spill Contingency Modeling

ERM's Surfacewater Modeling Group (SMG), provided Fugro Nigeria, representing the Nigerian Oil Consortium, an assessment of predicted impacts related to potential oil spills and offshore drilling releases. This assessment was made via stochastic and predictive oil spill and particle modeling. Specifically, the objectives of the assessment were to determine the potential impacts to the Atlantic Ocean and the Nigerian coastline of oil spills at two offshore drilling centers and one offshore floating processing facility, and the potential impacts to the water column and sediment bed of the Atlantic Ocean of drilling mud / cuttings released at two drilling locations.

In total ten oil spill scenarios and four drilling mud / cuttings scenarios were conducted. For each oil spill scenario, estimates were made of the probability that released oil would contact specific locations along the coast, the probability that oil would be present at specific locations within the water column, and the probability that a surface oil slick would be present at specific locations. For each drilling mud/cuttings scenario, estimates were made of the maximum sedimentation rate, thickness of deposition, and maximum total suspended solids concentrations.



Southeast Asian waters drill cuttings: sedimentation rate contours compared against biological criteria for protection of coral

### Drill Cutting Modeling – Southeast Asian waters

ERM applied predictive modeling using GIFT to determine the likelihood of potential impacts to surrounding marine habitats due to drill cutting and mud released associated with three offshore oil drilling projects in southeast Asia. Model results were used to compare predicted sedimentation rate and total suspended solids concentrations to criteria protective of coral habitats.

### Contact information

ERM Inc.  
350 Eagleview Boulevard, Suite 200  
Exton, PA 19341-1180  
Fax 610.524.3566

Venkat S. Kolluru  
Technical Director, Surfacewater Modeling Group  
Tel 610.524.3654  
[Venkat.Kolluru@erm.com](mailto:Venkat.Kolluru@erm.com)

Michael J. Fichera  
Senior Project Engineer, Surfacewater Modeling Group  
Tel 610.524.3603  
[Michael.Fichera@erm.com](mailto:Michael.Fichera@erm.com)

## 9 Vedlegg B. Beregnet fordeling av synkehastigheter ut fra sedimenteringsforsøk

---

### Innledning

Det er gjort forsøk med sedimentering av avgang i sedimenteringsrør for bestemmelse av synkeegenskapene til avgangen. Avgang tilsatt polymer (30 mg/kg tørrstoff) ble blandet ut i et pleksiglassrør med 20 cm diameter, fylt til ca. 1 m høyde med sjøvann. Det ble tatt ut prøver i flere dyp og ved flere tidspunkter, og partikkelkonsentrasjonen målt ved filtrering og veiing. Forsøkene og resultatene er beskrevet i detalj i Bjerkeng og Iversen (2011).

Resultatene viser at sedimenteringen i røret er sterkt avhengig av startkonsentrasjon og graden av fnokkdannelse, men indikerer også at videre interaksjon mellom partikler og fnokker underveis i utsynkingsfasen er viktig. Synkehastighet er derfor ingen veldefinert egenskap som kan knyttes til partikler og fnokker som sådan, men avhenger av hvordan de samvirker i en partikkelsky.

Den høyeste startkonsentrasjonen gir de laveste sluttkonsentrasjonene etter 4 timer. Utsynkingen av de fine partiklene ser ut til å være sterkt avhengig av hvilke partikkelkonsentrasjoner en får i vannmassene etter utslipp, og av hva slags startkonsentrasjon en har i utslippsskyen. For en gitt partikkelmengde vil det være viktig å unngå spredning i store vannmasser, men sørge for så høy konsentrasjon som mulig innenfor et avgrenset volum, dersom en vil at utsynkingen skal gå raskere.

Resultatene gir ikke indikasjon på videre utsynking etter at konsentrasjonen er kommet ned i hhv. 10 og 2 mg/l fra startkonsentrasjon 10 og 50 g/l. Grenseverdien er altså avhengig av startkonsentrasjon og effektivitet av fnokkingen; forsøkene gir ikke grunnlag for å definere en bestemt grense.

Forsøkene er gjort i laboratoriet med i hovedsak stillestående vann, og kan ikke uten videre overføres til frie vannmasser i resipienten, hvor en har naturlig turbulent strøm. Turbulensen genereres da i stor grad i et sjikt ved bunnen. Det må antas at det kan bidra til å holde sedimentene suspendert nær bunn over lengre tid enn det laboratorieresultatene tyder på.

Det er likevel gjort en beregning av tilsynelatende midlere synkehastigheter ut fra de utførte forsøkene, som den gjennomsnittlige synkehastighet som gir observert reduksjon i partikkelmassen over tid for ulike dyp og tidsrom. Det brukes så til å sette opp en ekvivalent størrelsesfordeling ved en bestemt, antatt partikkeldensitet. Synkehastighet avledet fra forsøkene er representative for startkonsentrasjon av partikler på hhv. 10 og 50 g/l, og under betingelser med liten eller ingen turbulens.

### Beregningsmetode

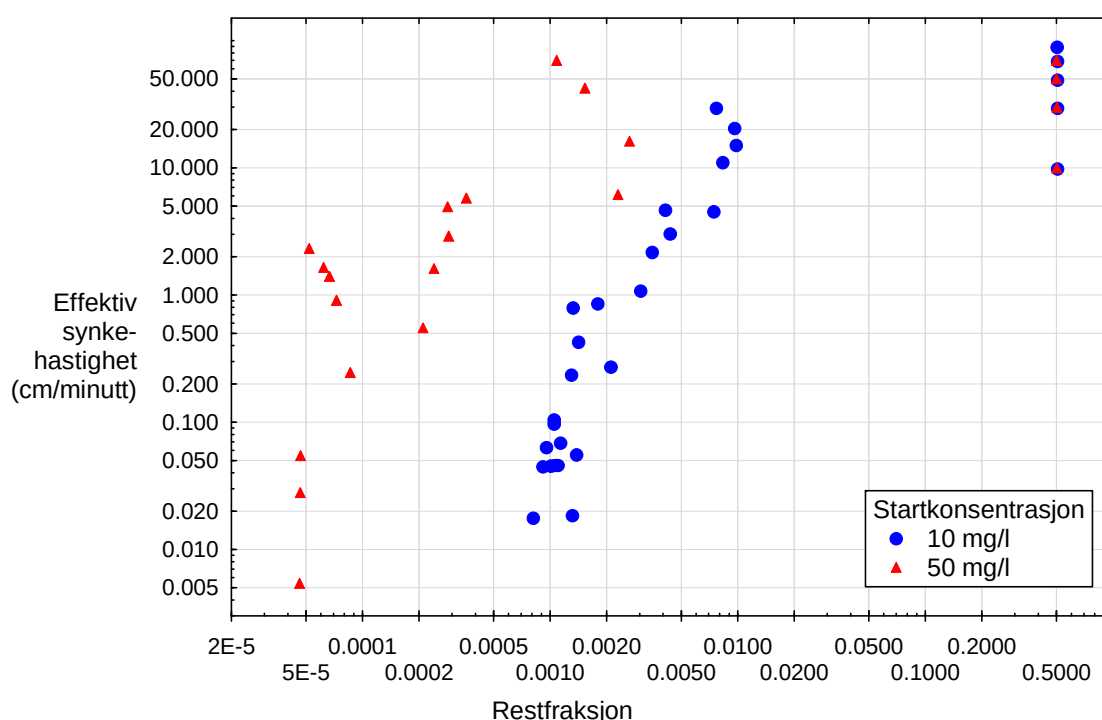
Beregningen tar utgangspunkt i settet av målte konsentrasjoner  $C(z,t)$ . For hvert tidsrom og dyp beregnes den tidsderiverte  $\partial C(t)/\partial t$ . For hvert tidsrom blir den tidsderiverte konsentrasjonen integrert fra overflaten og ned til de ulike dypene, slik at vi får et estimat for partikkeltransporten  $q$  i hvert tidsrom nedover forbi hvert enkelt dyp:

$$\int_0^z \frac{\partial C(\zeta, t)}{\partial t} d\zeta = -q(z, t)$$

Når  $q$  divideres med tilsvarende midlere konsentrasjon over tidsrommet i samme dyp, fås et estimat for effektiv synkehastighet.

Konsentrasjonen regnes også om til relativ konsentrasjon  $R$  i forhold til den opprinnelige ved starten av forsøket.

Resultatet av beregningene er vist i tabell B.1 og B.2. Figur B.1 viser effektiv synkehastighet vist mot relativ gjenværende konsentrasjon  $R$  beregnet på denne måten for to forsøk med startkonsentrasjon hhv. 1 % og 5 % tørrstoffkonsentrasjon. Detaljene er vist bakerst i tabell B.2 og B.3. Plottet viser sammenhengen mellom de to nederste blokkene i hver tabell.



**Figur B.1.** Sammenheng mellom restfraksjon av partikler og effektiv synkehastighet i to sedimenteringsforsøk.

En nominell fordeling av avgangsmassen på ulike synkehastigheter er satt opp ut fra sedimenteringsforsøkene som en kumulativ fordeling  $F(V)$  = andelen av partikkelmassen med synkehastighet  $< V$ . Det er gjort ved å lese ut av Figur B.1 de verdiene som tilsvarer de mest konservative resultatene der, altså følge en kurve i underkant av punktene for de to forsøkene. Resultatet vises i tabell B.1. Tabellen inkluderer også videre omregning til ekvivalent diameter. Det er gjort på følgende måte:



Utsynking antas å følge Stokes lov:

$$V = \frac{d^2(\rho_s - \rho_w)g}{18\mu}$$

hvor

$V$  = synkehastighet

$d$  = partikkeldiameter

$\rho_s$  = partikkeldensitet (egenvekt)

$\rho_w$  = densitet i omgivende væske (vann)

$\mu$  = dynamisk viskositet =  $\nu \cdot \rho_w$  hvor  $\nu$  = kinematisk viskositet

$g$  = gravitasjonens akselerasjon

Ved å anta verdier for partikkeldensitet kan fordelingen  $F(V)$  konverteres til en ekvivalent fordeling av partikkelstørrelse  $F(d)$  = andel av partikkelmassen som består av partikler med diameter  $< d$ .

Med  $\nu = 1.365 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2 \text{ s}^{-1}$ ,  $g = 9.81 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$ ,  $\rho_w = 1027 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$  og  $\rho_s = 1400 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$ . (antatt densitet i partiklene eller fnokkene) blir sammenhengen mellom hastighet  $V$  og diameter  $d$ .

$$d = \sqrt{V \frac{18\nu\rho_w}{(\rho_s - \rho_w)g}}$$

**Tabell B.1.** Fordeling av nominell, effektiv partikkelstørrelse ut fra omregning av effektiv synkehastighet.

| Kumulativ partikkel-fraksjon | 5 % suspensjon (fra 50 gram/liter) |          |                     | 1 % suspensjon (fra 10 gram/liter) |          |                     |
|------------------------------|------------------------------------|----------|---------------------|------------------------------------|----------|---------------------|
|                              | Synkehastighet                     |          | Ekvivalent diameter | Synkehastighet                     |          | Ekvivalent diameter |
|                              | cm/minutt                          | m/s      | ( $\mu\text{m}$ )   | cm/minutt                          | m/s      | ( $\mu\text{m}$ )   |
| 4.00E-05                     | 0                                  | 0        | 0                   |                                    |          |                     |
| 5.00E-05                     | 5.00E-02                           | 8.33E-06 | 7.58                |                                    |          |                     |
| 6.00E-05                     | 0.1                                | 1.67E-05 | 10.72               |                                    |          |                     |
| 0.0001                       | 0.3                                | 5.00E-05 | 18.57               |                                    |          |                     |
| 0.0002                       | 0.5                                | 8.33E-05 | 23.97               |                                    |          |                     |
| 0.0005                       | 5                                  | 8.33E-04 | 75.81               | 0                                  | 0        | 0                   |
| 0.0008                       | 6                                  | 1.00E-03 | 83.04               | 2.00E-02                           | 3.33E-06 | 4.79                |
| 0.001                        | 7                                  | 1.17E-03 | 89.70               | 0.05                               | 8.33E-06 | 7.58                |
| 0.002                        | 8                                  | 1.33E-03 | 95.89               | 1                                  | 1.67E-04 | 33.90               |
| 0.005                        | 10                                 | 1.67E-03 | 107.21              | 5                                  | 8.33E-04 | 75.81               |
| 0.02                         | 15                                 | 2.50E-03 | 131.30              | 15                                 | 2.50E-03 | 131.30              |
| 0.5                          | 50                                 | 8.33E-03 | 239.72              | 50                                 | 8.33E-03 | 239.72              |
| 1                            | 80                                 | 1.33E-02 | 303.23              | 80                                 | 1.33E-02 | 303.23              |

Ved konvertering av synkehastigheter til fordeling av partikkelstørrelse er det brukt tentativt en densitet på fnokkene på  $1400 \text{ kg/m}^3$ . Det gir en fordeling med partikkelstørrelser opp til  $300 \mu\text{m}$ , som tilsvarer en beregnet synkehastighet  $80 \text{ cm/minutet}$  i følge Stokes lov. Imidlertid er Stokes lov basert på motstand ved laminær strøm av vann forbi partikkelen, og den gjelder ikke for partikler  $>100 \mu\text{m}$ , fordi de lager turbulens i vannet når de synker. Slike partikler synker derfor langsommere enn Stokes lov sier. Fnokkene inneholder antagelig vann, og kan ha former som gir store strømningsmotstand, så en maksimal synkehastighet på ca.  $80 \text{ cm/minute}$  kan være kompatibelt med aggregater opp til  $2 \text{ mm}$ , slik det ble observert visuelt under sedimenteringsforsøkene.

Det presiseres at omregningen til partikkeldiameter er knyttet til antatt partikkeldensitet som grunnlag for en modellering av transport og spredning. Det er bare laget som et hjelpemiddel for at en spredningsmodell skal gi realistisk fordeling av synkehastigheter for partikkelmassen, og angitt fordeling av partikkelstørrelser er ikke ment å gjenspeile den reelle fordelingen av avgangen på ulike partikkel/fnokk-størrelser.

**Tabell B.2.** Beregning av ekvivalente synkehastigheter for startkonsentrasjon 10 mg/l

|        | Minutter                 |                                                                  |          |          |          |           |          |
|--------|--------------------------|------------------------------------------------------------------|----------|----------|----------|-----------|----------|
|        | 0                        | 2                                                                | 5        | 20       | 60       | 120       | 240      |
| Dyp cm |                          |                                                                  |          |          |          |           |          |
|        | C=Konsentrasjoner (mg/l) |                                                                  |          |          |          |           |          |
| 0      | 10000                    | 127                                                              | 22.7     | 15.6     | 14.0     | 11.5      | 9.08     |
| 10     | 10000                    | 123                                                              | 26.2     | 16.1     | 11.6     | 8.64      | 7.64     |
| 30     | 10000                    | 121                                                              | 45.4     | 15.4     | 10.7     | 10.3      | 8.09     |
| 50     | 10000                    | 144                                                              | 52.3     | 17.8     | 10.6     | 10.5      | 11.6     |
| 70     | 10000                    | 124                                                              | 69.0     | 18.5     | 8.03     | 11.1      | 10.2     |
| 90     | 10000                    | 93.8                                                             | 60.2     | 22.4     | 13.6     | 12.7      | 10.1     |
|        |                          |                                                                  |          |          |          |           |          |
|        |                          | tidsrom:                                                         |          |          |          |           |          |
|        |                          | 0-2                                                              | 2-5      | 5-20     | 20-60    | 60-120    | 120-240  |
|        |                          | -dC/dt (mg/liter/minutt) i gitt dyp og tidsrom                   |          |          |          |           |          |
| 0      |                          | 4936.5                                                           | 34.77    | 0.4733   | 0.0400   | 0.0417    | 0.0202   |
| 10     |                          | 4938.5                                                           | 32.27    | 0.6733   | 0.1125   | 0.0493    | 0.0083   |
| 30     |                          | 4939.5                                                           | 25.20    | 2.0000   | 0.1175   | 0.0067    | 0.0184   |
| 50     |                          | 4928.0                                                           | 30.57    | 2.3000   | 0.1800   | 0.0017    | -0.0092  |
| 70     |                          | 4938.0                                                           | 18.33    | 3.3667   | 0.2618   | -0.0512   | 0.0075   |
| 90     |                          | 4953.1                                                           | 11.20    | 2.5200   | 0.2200   | 0.0150    | 0.0217   |
|        |                          |                                                                  |          |          |          |           |          |
|        |                          | Sum(-dC/dt*dz)=q : Partikkeltransport gjennom gitt dyp i tidsrom |          |          |          |           |          |
| 10     |                          | 49375.00                                                         | 335.17   | 5.73     | 0.76     | 0.46      | 0.14     |
| 30     |                          | 148155.00                                                        | 909.83   | 32.47    | 3.06     | 1.02      | 0.41     |
| 50     |                          | 246830.00                                                        | 1467.50  | 75.47    | 6.04     | 1.10      | 0.50     |
| 70     |                          | 345490.00                                                        | 1956.50  | 132.13   | 10.46    | 0.60      | 0.49     |
| 90     |                          | 444401.00                                                        | 2251.83  | 191.00   | 15.27    | 0.24      | 0.78     |
|        |                          |                                                                  |          |          |          |           |          |
|        |                          | Midlet konsentrasjon for gitt dyp og tidsrom                     |          |          |          |           |          |
| 10     |                          | 5062                                                             | 74.6     | 21.2     | 13.85    | 10.12     | 8.14     |
| 30     |                          | 5061                                                             | 83.2     | 30.4     | 13.05    | 10.50     | 9.20     |
| 50     |                          | 5072                                                             | 98.2     | 35.1     | 14.20    | 10.55     | 11.05    |
| 70     |                          | 5062                                                             | 96.5     | 43.8     | 13.27    | 9.57      | 10.65    |
| 90     |                          | 5047                                                             | 77.0     | 41.3     | 18.00    | 13.15     | 11.40    |
|        |                          |                                                                  |          |          |          |           |          |
|        |                          | Beregnet effektiv synkehastighet (cm/minutt)                     |          |          |          |           |          |
| 10     |                          | 9.75501                                                          | 4.49285  | 0.27108  | 0.05505  | 0.04496   | 0.01751  |
| 30     |                          | 29.27675                                                         | 10.93550 | 1.06798  | 0.23467  | 0.09667   | 0.04459  |
| 50     |                          | 48.66522                                                         | 14.95160 | 2.15311  | 0.42518  | 0.10411   | 0.04548  |
| 70     |                          | 68.25168                                                         | 20.27461 | 3.02019  | 0.78816  | 0.06308   | 0.04562  |
| 90     |                          | 88.05425                                                         | 29.24459 | 4.62470  | 0.84847  | 0.01838   | 0.06820  |
|        |                          |                                                                  |          |          |          |           |          |
|        |                          | Relativ konsentrasjon R (gjenværende fraksjon)                   |          |          |          |           |          |
| 10     |                          | 0.50615                                                          | 0.00746  | 0.002115 | 0.001385 | 0.001012  | 0.000814 |
| 30     |                          | 0.50605                                                          | 0.00832  | 0.00304  | 0.001305 | 0.00105   | 0.00092  |
| 50     |                          | 0.5072                                                           | 0.009815 | 0.003505 | 0.00142  | 0.001055  | 0.001105 |
| 70     |                          | 0.5062                                                           | 0.00965  | 0.004375 | 0.001327 | 0.0009565 | 0.001065 |
| 90     |                          | 0.50469                                                          | 0.0077   | 0.00413  | 0.0018   | 0.001315  | 0.00114  |

**Tabell B.3. Beregning av ekvivalente synkehastigheter for startkonsentrasjon 50 mg/l**

|        | Minutter                 |                                                |          |          |          |           |          |
|--------|--------------------------|------------------------------------------------|----------|----------|----------|-----------|----------|
|        | 0                        | 2                                              | 5        | 20       | 60       | 120       | 240      |
| Dyp cm |                          |                                                |          |          |          |           |          |
|        | C=Konsentrasjoner (mg/l) |                                                |          |          |          |           |          |
| 0      | 50000                    | 240                                            | 18.0     | 8.50     | 4.56     | 2.45      | 2.82     |
| 10     | 50000                    | 216                                            | 14.5     | 6.59     | 2.05     | 2.63      | 2.30     |
| 30     | 50000                    | 247                                            | 18.3     | 5.82     | 1.45     | 2.57      | 2.10     |
| 50     | 50000                    | 129                                            | 25.0     | 3.86     | 2.81     | 1.77      | 2.87     |
| 70     | 50000                    | 83.6                                           | 25.0     | 3.56     | 2.67     | 3.30      | 2.78     |
| 90     | 50000                    | 181400                                         | 31.8     | 3.98     | 1.23     | 2.18      | 2.30     |
|        |                          |                                                |          |          |          |           |          |
|        |                          | tidsrom:                                       |          |          |          |           |          |
|        |                          | 0-2                                            | 2-5      | 5-20     | 20-60    | 60-120    | 120-240  |
|        |                          | -dC/dt (mg/liter/minutt)                       |          |          |          |           |          |
| 0      |                          | 24880.0                                        | 74.00    | 0.6333   | 0.0985   | 0.0352    | -0.0031  |
| 10     |                          | 24892.0                                        | 67.17    | 0.5273   | 0.1135   | -0.0097   | 0.0028   |
| 30     |                          | 24876.5                                        | 76.23    | 0.8320   | 0.1093   | -0.0187   | 0.0039   |
| 50     |                          | 24935.5                                        | 34.67    | 1.4093   | 0.0263   | 0.0173    | -0.0092  |
| 70     |                          | 24958.2                                        | 19.53    | 1.4293   | 0.0223   | -0.0105   | 0.0043   |
| 90     |                          |                                                |          | 1.8547   | 0.0688   | -0.0158   | -0.0010  |
|        |                          |                                                |          |          |          |           |          |
|        |                          | Sum(-dC/dt*Dz)=q                               |          |          |          |           |          |
| 10     |                          | 248860.00                                      | 705.83   | 5.80     | 1.06     | 0.13      | 0.00     |
| 30     |                          | 746545.00                                      | 2139.83  | 19.40    | 3.29     | -0.16     | 0.07     |
| 50     |                          | 1244665.00                                     | 3248.83  | 41.81    | 4.64     | -0.17     | 0.01     |
| 70     |                          | 1743602.00                                     | 3790.83  | 70.20    | 5.13     | -0.10     | -0.04    |
|        |                          |                                                |          | 103.04   | 6.04     | -0.36     | 0.00     |
|        |                          |                                                |          |          |          |           |          |
|        |                          | Midlet konsentrasjon over tidsrom              |          |          |          |           |          |
| 10     |                          | 25108                                          | 115.3    | 10.55    | 4.32     | 2.34      | 2.47     |
| 30     |                          | 25124                                          | 132.7    | 12.06    | 3.64     | 2.01      | 2.34     |
| 50     |                          | 25065                                          | 77.0     | 14.43    | 3.34     | 2.29      | 2.32     |
| 70     |                          | 25042                                          | 54.3     | 14.28    | 3.12     | 2.99      | 3.04     |
| 90     |                          |                                                |          | 17.89    | 2.61     | 1.71      | 2.24     |
|        |                          |                                                |          |          |          |           |          |
|        |                          | Beregnet effektiv synkehastighet (cm/minutt)   |          |          |          |           |          |
| 10     |                          | 9.91158                                        | 6.12437  | 0.55034  | 0.24537  | 0.05449   | -0.00068 |
| 30     |                          | 29.71501                                       | 16.13142 | 1.60835  | 0.90440  | -0.07753  | 0.02784  |
| 50     |                          | 49.65848                                       | 42.19264 | 2.89744  | 1.39205  | -0.07387  | 0.00539  |
| 70     |                          | 69.62766                                       | 69.81277 | 4.91573  | 1.64607  | -0.03378  | -0.01179 |
| 90     |                          |                                                |          | 5.75946  | 2.31766  | -0.21359  | -0.00112 |
|        |                          |                                                |          |          |          |           |          |
|        |                          | Relativ konsentrasjon R (gjenværende fraksjon) |          |          |          |           |          |
| 10     |                          | 0.50216                                        | 0.002305 | 0.000211 | 8.64E-05 | 0.0000468 | 4.93E-05 |
| 30     |                          | 0.50247                                        | 0.002653 | 0.000241 | 7.27E-05 | 0.0000402 | 4.67E-05 |
| 50     |                          | 0.50129                                        | 0.00154  | 0.000289 | 6.67E-05 | 0.0000458 | 4.64E-05 |
| 70     |                          | 0.500836                                       | 0.001086 | 0.000286 | 6.23E-05 | 0.0000597 | 6.08E-05 |
| 90     |                          |                                                |          | 0.000358 | 5.21E-05 | 0.0000341 | 4.48E-05 |

## 10 Vedlegg C: Datablader for kjemikalier

---

**Brenntag Canada Inc.**



---

# ***SODIUM ISOPROPYL XANTHATE (NAX 31)***

## **PRODUCT DISTRIBUTED BY / PRODUIT DISTRIBUÉ PAR**

Brenntag Canada Inc.  
43 Jutland Road.  
Toronto, Ontario  
M8Z 2G6  
(416) 259-8231

WHMIS Number: 00060710  
Index: GCD0058/07B  
Effective Date: 2007 May 08  
Date of Revision: 2007 May 08  
Website: <http://www.brenntag.ca>

---

## **EMERGENCY TELEPHONE NUMBERS / EN CAS D'URGENCE**

Toronto, ON (416) 226-6117  
Edmonton, AB (780) 424-1754

Montréal, QC (514) 861-1211  
Calgary, AB (403) 263-8660

Winnipeg, MB (204) 943-8827  
Vancouver, BC (604) 685-5036

---

This document consists of an English and French MSDS.

Le présent document comprend une fiche signalétique en anglais et en français.

**READ THE ENTIRE MSDS FOR THE COMPLETE HAZARD EVALUATION OF THIS PRODUCT.**

**LIRE LA FICHE SIGNALÉTIQUE EN ENTIER POUR UNE ÉVALUATION COMPLÈTE DES DANGERS QUE  
REPRÉSENTE CE PRODUIT**

00000091

## MATERIAL SAFETY DATA SHEET

Page 1

PROSPEC CHEMICALS

PROSPEC CHEMICALS  
P.O. BOX 3478  
176 STURGEON DRIVE  
STURGEON COUNTY, ALBERTA; T8L 2T4  
CANADA

PRODUCT: NAX 31



## Section 01: CHEMICAL PRODUCT AND COMPANY IDENTIFICATION

MANUFACTURERS..... PROSPEC CHEMICALS  
P.O. BOX 3478  
176 STURGEON DRIVE  
STURGEON COUNTY, ALBERTA  
T8L 2T4  
(780) 992-1522

PRODUCT NAME..... NAX 31

CHEMICAL NAME..... SODIUM ISOPROPYL XANTHATE.

MATERIAL USE..... ORE PROCESSING.

CHEMICAL FAMILY..... SALTS OF CARBONIC ACID DITHIO ESTERS.

CHEMICAL FORMULA..... NOT APPLICABLE.

MOLECULAR WEIGHT..... NOT APPLICABLE.

## Section 02: COMPOSITION/INFORMATION ON INGREDIENTS

| Hazardous Ingredients     | %      | Exposure Limit             | C.A.S.#   | LD/50, Route, Species                               | LC/50 Route, Species |
|---------------------------|--------|----------------------------|-----------|-----------------------------------------------------|----------------------|
| SODIUM ISOPROPYL XANTHATE | 60-100 | NOT AVAILABLE              | 140-93-2  | ORAL RAT<br>250-2000mg/ Kg                          | NOT AVAILABLE        |
| SODIUM HYDROXIDE          | 1-5    | 2 mg/m3<br>(CEILING) ACGIH | 1310-73-2 | 140 - 340 MG/KG RAT<br>ORAL                         | NOT AVAILABLE        |
| ISOPROPANOL               | 1-5    | 400 ppm                    | 67-63-0   | ORAL RAT 5045 mg/kg<br>DERMAL RABBIT<br>12800 mg/kg | RAT 12000 ppm/8h     |

## Section 03: HAZARDS IDENTIFICATION

ROUTE OF ENTRY:  
SKIN CONTACT..... DUST OR VAPORS MAY BE IRRITATING. XANTHATE SOLUTIONS WILL CAUSE SEVERE SKIN IRRITATION.

SKIN ABSORPTION..... NOT AVAILABLE.

EYE CONTACT..... DUST OR VAPORS MAY IRRITATE. XANTHATE SOLUTIONS WILL CAUSE SEVERE EYE IRRITATION.

INHALATION ACUTE..... AIRBORNE DUST MAY CAUSE IRRITATION OF RESPIRATORY AIRWAYS. VAPOURS FROM DECOMPOSITION (CARBON DISULPHIDE) CAN CAUSE SEVERE DISTURBANCES OF MOOD AND BEHAVIOR, INCLUDING EXCITATION, ANGER AND VIOLENT DREAMS.

INHALATION CHRONIC..... HIGH CONCENTRATIONS OF DECOMPOSITION PRODUCT (CARBON DISULPHIDE) CAN CAUSE DEATH.

INGESTION..... CAN CAUSE GASTRO-INTESTINAL IRRITATION, NAUSEA, VOMITING AND DIARRHEA.

EFFECTS OF ACUTE EXPOSURE..... REFER TO ROUTE OF ENTRY.

EFFECTS OF CHRONIC EXPOSURE..... REFER TO ROUTE OF ENTRY.

## Section 04: FIRST AID MEASURES

SKIN..... REMOVE ALL CONTAMINATED CLOTHING. WASH SKIN AREAS FOR 20 MINUTES OR UNTIL CHEMICAL IS REMOVED WITH SOAP AND WATER. DO NOT USE SOLVENTS. LAUNDER CLOTHES BEFORE RE-USE.

EYE..... CHECK FOR AND REMOVE ANY CONTACT LENSES. FLUSH CONTINUOUSLY WITH WATER FOR 15 MINUTES. FORCIBLY HOLD EYELIDS APART TO ENSURE IRRIGATION OF ALL EYE TISSUE. IF IRRITATION PERSISTS GET MEDICAL ATTENTION.

INHALATION..... REMOVE TO FRESH AIR. GIVE ARTIFICIAL RESPIRATION, OR CARDIOPULMONARY RESUSCITATION (CPR) IF REQUIRED. IF BREATHING IS DIFFICULT, GIVE OXYGEN. KEEP WARM AND QUIET, AND OBTAIN MEDICAL ATTENTION.

INGESTION..... IF CONSCIOUS: DO NOT INDUCE VOMITING. HAVE VICTIM RINSE MOUTH THOROUGHLY WITH WATER. GIVE A MINIMUM OF 500 ml WATER. IF INGESTION OF

**PRODUCT: NAX 31****Section 04: FIRST AID MEASURES**

INGESTION:..... A LARGE AMOUNT DOES OCCUR SEEK MEDICAL ATTENTION. IF VOMITING OCCURS NATURALLY, HAVE VICTIM LEAN FORWARD TO REDUCE RISK OF ASPIRATION. IF UNCONSCIOUS: IF INGESTION OF A LARGE AMOUNT DOES OCCUR SEEK MEDICAL ATTENTION.

NOTES TO PHYSICIAN:..... THERE IS NO SPECIFIC ANTIDOTE. TREATMENT OF EXPOSURE SHOULD BE DIRECTED AT THE CONTROL OF SYMPTOMS AND THE CLINICAL CONDITION OF THE PATIENT.

GENERAL ADVICE:..... CONSULT A PHYSICIAN AND/OR THE NEAREST POISON CONTROL CENTRE FOR ALL BUT MINOR INSTANCES OF INHALATION OR SKIN CONTACT. AVOID HIGH LEVELS OF DUST, USE DUST MASK OR RESPIRATOR WHEN NECESSARY. PRECAUTIONS SHOULD ALWAYS BE TAKEN TO AVOID SKIN/EYE CONTACT WITH ANY CHEMICAL SUBSTANCE.

**Section 05: FIRE FIGHTING MEASURES**

FLAMMABLE LIMITS:..... VAPOURS FROM DECOMPOSITION (CARBON DISULPHIDE) ARE EXTREMELY FLAMMABLE.

IF YES, UNDER WHICH CONDITIONS?..... SOLID XANTHATES WHEN EXPOSED TO HEAT AND/OR MOISTURE CAUSES DECOMPOSITION, AND VAPOURS ARE VERY FLAMMABLE AND SPONTANEOUS COMBUSTION CAN RESULT.

MEANS OF EXTINCTION:..... CARBON DIOXIDE. DRY CHEMICAL. WATER.

SPECIAL PROCEDURES:..... SELF-CONTAINED, POSITIVE PRESSURE BREATHING APPARATUS AND PROPER PROTECTIVE CLOTHING SHOULD BE WORN IN FIGHTING FIRES INVOLVING ANY CHEMICAL SUBSTANCE. HEAT WILL DECOMPOSE BOTH SOLID AND LIQUID XANTHATES YIELDING CARBON DISULPHIDE WHICH IS EXTREMELY FLAMMABLE AND TOXIC.

FLASH POINT (°C), METHOD:..... NOT APPLICABLE. -30 °C FOR CARBON DISULPHIDE VAPOURS.

AUTO IGNITION TEMPERATURE °C:..... 90 (CARBON DISULPHIDE VAPOURS).

T.D.G. FLAMMABLE CLASS:..... CLASS 4.2. SELF-HEATING SUBSTANCES.

UPPER EXPLOSION LIMIT:..... 50% (RESIDUAL CARBON DISULPHIDE).

LOWER EXPLOSION LIMIT:..... 1.25% (RESIDUAL CARBON DISULPHIDE).

HAZARDOUS COMBUSTION PRODUCTS:..... CARBON DISULPHIDE. CARBONYL SULPHIDE. SODIUM SULPHIDE. ISOPROPYL ALCOHOL.

EXPLOSION DATA:

SENSITIVITY TO STATIC DISCHARGE:..... CARBON DISULPHIDE VAPOURS WHICH MAY EVOLVE DUE TO DECOMPOSITION CAN BE READILY IGNITED BY STATIC DISCHARGE.

SENSITIVITY TO IMPACT:..... NOT AVAILABLE.

RATE OF BURNING:..... NOT AVAILABLE.

EXPLOSIVE POWER:..... NOT AVAILABLE.

**Section 06: ACCIDENTAL RELEASE MEASURES**

CLEAN-UP PROCEDURES, LEAK/SPILL:.... IF IN THE LIQUID STATE: STOP SPILL AT SOURCE. CONTAIN ANY SPILLED MATERIAL TO PREVENT DISCHARGE INTO THE ENVIRONMENT. ELIMINATE ALL SOURCES OF IGNITION. PERSONS NOT WEARING PROTECTIVE EQUIPMENT SHOULD BE EXCLUDED FROM THE AREA. ABSORB WITH INERT DRY MATERIAL. PUT INTO AN APPROVED METAL SALVAGE DRUM FOR DISPOSAL. IF IN THE SOLID STATE: ELIMINATE ALL SOURCES OF IGNITION. RESTRICT ACCESS TO AREA UNTIL COMPLETION OF CLEAN-UP. ENSURE CLEAN-UP IS CONDUCTED BY TRAINED PERSONNEL ONLY. DO NOT TOUCH SPILLED MATERIAL. DO NOT USE WATER ON SPILLED MATERIAL AS HEAT WILL BE GENERATED. PUT SPILLED MATERIAL INTO APPROVED SALVAGE DRUMS FOR DISPOSAL. FLUSH CLEANED AREA WITH WATER, MAKING SURE NO WATER ENTERS XANTHATE CONTAINERS.

**Section 07: HANDLING AND STORAGE**

STORAGE NEEDS:..... STORE SOLID XANTHATES UNDER COOL, DARK, DRY CONDITIONS. LIQUID PRODUCTS MUST BE KEPT COOL AND USED AS QUICKLY AS POSSIBLE.

HANDLING PROCEDURES AND EQUIPMENT:..... AVOID ALL SKIN CONTACT. AVOID CONTACT WITH EYES. AVOID BREATHING VAPOURS. EQUIPMENT SHOULD BE GROUNDED TO AVOID STATIC DISCHARGE. KEEP AWAY FROM HEAT, SPARKS, AND OPEN FLAME. USE NON-SPARKING TOOLS AND DO NOT SMOKE.

SPECIAL SHIPPING INSTRUCTIONS:..... USE PRECAUTION WHEN HANDLING OR SHIPPING ANY CHEMICAL SUBSTANCE. PROTECT AGAINST PHYSICAL DAMAGE.

**Section 08: EXPOSURE CONTROLS/PERSONAL PROTECTION**

PROTECTIVE EQUIPMENT:

GLOVES/TYPE:..... WEAR IMPERVIOUS GLOVES (E.G. NEOPRENE, RUBBER).



PRODUCT: NAX 31

## Section 08: EXPOSURE CONTROLS/PERSONAL PROTECTION

RESPIRATOR/TYPE:..... IF RESPIRATORY PROTECTION IS REQUIRED, INSTITUTE A COMPLETE RESPIRATORY PROTECTION PROGRAM INCLUDING SELECTION, FIT TESTING, TRAINING, MAINTENANCE AND INSPECTION. REFER TO THE CAS STANDARD Z94.4-M1982 "SELECTION, CARE, AND USE OF RESPIRATORS" WHICH IS AVAILABLE FROM CANADIAN STANDARDS ASSOCIATION, REXDALE ONTARIO, M9W 1R3. IF VAPOURS ARE PRESENT, USE A NIOSH OR MSHA APPROVED RESPIRATOR FOR ACIDIC VAPOURS OR A SELF CONTAINED BREATHING APPARATUS. SEE M.S.D.S FOR MORE DETAIL ON THIS SECTION.

EYE/TYPE:..... FACE SHIELD. CHEMICAL SAFETY GOGGLES.

FOOTWEAR/TYPE:..... RUBBER SAFETY BOOTS.

CLOTHING/TYPE:..... WEAR ADEQUATE PROTECTIVE CLOTHES.

OTHER/TYPE:..... AN EYE WASH STATION AND SAFETY SHOWER SHOULD BE NEAR THE WORK AREA.

ENGINEERING CONTROLS:..... EXPLOSION PROOF MECHANICAL VENTILATION TO LIMIT VAPOUR CONCENTRATION BELOW T.L.V.

## Section 09: PHYSICAL AND CHEMICAL PROPERTIES

PHYSICAL STATE:..... SOLID.

ODOUR/APPEARANCE:..... YELLOW TO YELLOW-GREEN.

ODOUR THRESHOLD:..... NOT AVAILABLE.

VAPOUR PRESSURE:..... NOT APPLICABLE.

VAPOUR DENSITY (AIR=1):..... NOT APPLICABLE.

% VOLATILE:.....

BY VOLUME..... < 20.

BY WEIGHT.....

EVAPORATION RATE:..... NOT APPLICABLE.

BOILING POINT °C:..... NOT APPLICABLE. M.P. 150 - 250 (decomposes).

FREEZING POINT °C:..... NOT APPLICABLE.

pH:..... 10% H<sub>2</sub>O 13 +/- 1.

SPECIFIC GRAVITY:..... NOT APPLICABLE.

SOLUBILITY IN WATER (20 °C):..... SOLUBLE.

COEFFICIENT WATER/OIL DIST:..... NOT AVAILABLE.

## Section 10: STABILITY AND REACTIVITY

CHEMICAL STABILITY:  
YES.

NO, WHICH CONDITIONS?..... SOLID XANTHATES ARE STABLE WHEN KEPT COOL AND DRY, EXPOSURE TO HEAT CAUSES DECOMPOSITION. ACIDS AND OXIDIZING AGENTS ACCELERATE AGING. IN SOLUTION, XANTHATES WILL DECOMPOSE SLOWLY EVEN AT ROOM TEMPERATURE.

COMPATIBILITY WITH OTHER  
SUBSTANCES:  
YES.

NO, WHICH ONES?..... STRONG ACIDS. OXIDIZING AGENTS.

REACTIVITY, UNDER WHAT CONDITIONS? VAPORS OR DUSTS MAY EXPLODE.

DECOMPOSITION:..... CARBON DISULPHIDE. TRITHIOCARBONATE. ISOPROPYL ALCOHOL.

## Section 11: TOXICOLOGICAL INFORMATION

LD 50 OF MATERIAL, SPECIES & ROUTE:.. NOT AVAILABLE. SEE SECTION 2, HAZARDOUS INGREDIENTS.

LC 50 OF MATERIAL, SPECIES & ROUTE:.. NOT AVAILABLE. SEE SECTION 2, HAZARDOUS INGREDIENTS.

EXPOSURE LIMIT OF MATERIAL:..... TLV FOR DUST: 2 mg/m<sup>3</sup>; TLV FOR VAPOURS FROM DECOMP.: 31 mg/m<sup>3</sup> (see ACGIH).

IRRITANCY OF MATERIAL:..... IRRITANT. REFER TO ROUTE OF ENTRY, SECTION 3.

SENSITIZING CAPABILITY OF MATERIAL:.. NOT AVAILABLE.

CARCINOGENICITY OF MATERIAL:..... NOT AVAILABLE.

REPRODUCTIVE EFFECTS:.....

REPRODUCTIVE TOXICITY:..... NOT AVAILABLE.

MUTAGENICITY:..... NOT AVAILABLE.

TERATOGENICITY & EMBRYOTOXICITY:.. NOT AVAILABLE.

SYNERGISTIC MATERIALS:..... NOT AVAILABLE.

MEDICAL CONDITIONS AGGRAVATED BY OVEREXPOSURE: MEDICAL CONDITIONS AGGRAVATED BY OVEREXPOSURE TO THIS PRODUCT HAVE NOT BEEN ESTABLISHED. UNNECESSARY EXPOSURE TO THIS PRODUCT OR ANY OTHER CHEMICAL SHOULD BE AVOIDED.

|                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |               |
|---------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|
| <b>00000091</b>                             | <b>MATERIAL SAFETY DATA SHEET</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | <b>Page 4</b> |
| <b>PRODUCT: NAX 31</b>                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |               |
| <b>Section 12: ECOLOGICAL INFORMATION</b>   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |               |
| BIODEGRADABILITY.....                       | NOT AVAILABLE.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |               |
| ENVIRONMENTAL.....                          | NOT AVAILABLE.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |               |
| <b>Section 13: DISPOSAL CONSIDERATIONS</b>  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |               |
| WASTE DISPOSAL, METHOD AND EQUIPMENT: ..... | ALL WASTE FROM THIS PRODUCT INCLUDING ALL EMPTY CONTAINERS MUST BE DISPOSED OF IN ACCORDANCE WITH MUNICIPAL, PROVINCIAL AND FEDERAL REGULATIONS.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |               |
| <b>Section 14: TRANSPORT INFORMATION</b>    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |               |
| T.D.G. CLASSIFICATION:.....                 | CLASS 4.2 UN 3342 P.G. II.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |               |
| T.D.G. SHIPPING NAME:.....                  | XANTHATES.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |               |
| T.D.G. SHIPPING INFORMATION:.....           | THE DANGEROUS GOODS ARE DESCRIBED IN ACCORDANCE WITH THE UN RECOMMENDATIONS.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |               |
| <b>Section 15: REGULATORY INFORMATION</b>   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |               |
| WHMIS CLASSIFICATION:.....                  | CLASS B DIV. 6. CLASS D DIV. 1 SUB. B.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |               |
| CPR COMPLIANCE.....                         | THIS PRODUCT HAS BEEN CLASSIFIED IN ACCORDANCE WITH THE HAZARD CRITERIA OF THE CPR AND THE MSDS CONTAINS ALL OF THE INFORMATION REQUIRED BY THE CPR.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |               |
| <b>Section 16: OTHER INFORMATION</b>        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |               |
| MANUFACTURERS MSDS DATE:.....               | JUNE 21, 2004.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |               |
| MSDS REVISION DATE:.....                    | MAY 8, 2007.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |               |
| NOTES:.....                                 | We urge each customer or recipient of this MSDS to study it carefully to become aware of and understand the hazards associated with the product. The reader should consider consulting reference works or individuals who are experts in ventilation, toxicology, and fire prevention, as necessary or to use and understand the data contained in this MSDS. To promote safe handling, each customer or recipient should: (1) notify its employees, agents, contractors and others whom it knows or believes will use this material of the information in this MSDS and any other information regarding hazards or safety, (2) furnish this same information to each of its customers for the product; and (3) requests its customers to notify their employees, customers, and other users of the product of this information. |               |
| NOTE (EMPTY):                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |               |
| PREPARED BY .....                           | Regulatory Affairs                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |               |
| PREPARATION DATE .....                      | May08/07                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |               |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                   |                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                  |                    |                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>00000091</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | <b>FICHE SIGNALÉTIQUE</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | <b>Page 1</b>     |                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                  |                    |                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| <div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center;"> <div style="width: 30%;">  </div> <div style="width: 65%; text-align: center;"> <b>PROSPEC CHEMICALS</b><br/> P.O. BOX 3478<br/> 176 STURGEON DRIVE<br/> STURGEON COUNTY, ALBERTA; T8L 2T4<br/> CANADA </div> </div>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                   |                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                  |                    |                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| <b>PRODUIT: NAX 31</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                   |                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                  |                    |                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                   |                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                  |                    |                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| <b>Section 01: IDENTIFICATION DU PRODUIT CHIMIQUE ET DE LA SOCIÉTÉ</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                   |                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                  |                    |                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| <table style="width:100%; border: none;"> <tr> <td style="width:30%; vertical-align: top;"> FABRICANTS.....<br/><br/> PRODUCT NAME .....<br/> NOM CHIMIQUE.....<br/> UTILISATION DU PRODUIT.....<br/> FAMILLE CHIMIQUE.....<br/> FORMULE CHIMIQUE.....<br/> POIDS MOLECULAIRE..... </td> <td style="width:70%; vertical-align: top; border-left: 1px solid black; padding-left: 10px;"> PROSPEC CHEMICALS<br/> P.O. BOX 3478<br/> 176 STURGEON DRIVE<br/> STURGEON COUNTY, ALBERTA<br/> T8L 2T4<br/> (780) 992-1522<br/> NAX 31<br/> XANTHATE DU SODIUM ISOPROPYL.<br/> TRAITEMENT DE MINÉRAI.<br/> SELS de DITHIOESTERS D'ACIDE CARBONIQUE.<br/> SANS OBJET.<br/> SANS OBJET. </td> </tr> </table>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                   | FABRICANTS.....<br><br>PRODUCT NAME .....<br>NOM CHIMIQUE.....<br>UTILISATION DU PRODUIT.....<br>FAMILLE CHIMIQUE.....<br>FORMULE CHIMIQUE.....<br>POIDS MOLECULAIRE..... | PROSPEC CHEMICALS<br>P.O. BOX 3478<br>176 STURGEON DRIVE<br>STURGEON COUNTY, ALBERTA<br>T8L 2T4<br>(780) 992-1522<br>NAX 31<br>XANTHATE DU SODIUM ISOPROPYL.<br>TRAITEMENT DE MINÉRAI.<br>SELS de DITHIOESTERS D'ACIDE CARBONIQUE.<br>SANS OBJET.<br>SANS OBJET. |                    |                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| FABRICANTS.....<br><br>PRODUCT NAME .....<br>NOM CHIMIQUE.....<br>UTILISATION DU PRODUIT.....<br>FAMILLE CHIMIQUE.....<br>FORMULE CHIMIQUE.....<br>POIDS MOLECULAIRE.....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | PROSPEC CHEMICALS<br>P.O. BOX 3478<br>176 STURGEON DRIVE<br>STURGEON COUNTY, ALBERTA<br>T8L 2T4<br>(780) 992-1522<br>NAX 31<br>XANTHATE DU SODIUM ISOPROPYL.<br>TRAITEMENT DE MINÉRAI.<br>SELS de DITHIOESTERS D'ACIDE CARBONIQUE.<br>SANS OBJET.<br>SANS OBJET.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                   |                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                  |                    |                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| <b>Section 02: COMPOSITION/INGRÉDIENTS SUR LES COMPOSANTS</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                   |                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                  |                    |                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| INGRÉDIENTS DANGEREUX                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | %                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | LIMITES D'EXP     | #C.A.S.                                                                                                                                                                   | DL/50, VOIE, ESPECE                                                                                                                                                                                                                                              | CL/50 VOIE, ESPECE |                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| XANTHATE ISOPROPYL DE SODIUM                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 60-100                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | NOT AVAILABLE     | 140-93-2                                                                                                                                                                  | ORALE RAT 250-2000 mg/Kg                                                                                                                                                                                                                                         | NON DISPONIBLE     |                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| HYDROXYDE DE SODIUM                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 1-5                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 2 mg/m3 (CEILING) | 1310-73-2                                                                                                                                                                 | DERM.LAP.500 mg/24HR                                                                                                                                                                                                                                             | NON DISPONIBLE     |                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| ISOPROPANOL                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 1-5                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | STEL 500 ppm      | 67-63-0                                                                                                                                                                   | ORALE RAT 5045 mg/kg<br>DERMIQUE<br>LAPIN 12800 mg/kg                                                                                                                                                                                                            | RAT 12000 ppm/8h   |                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| <b>Section 03: IDENTIFICATION DES DANGERS</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                   |                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                  |                    |                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| <table style="width:100%; border: none;"> <tr> <td style="width:30%; vertical-align: top;"> VOIES D'ADMINISTRATIONS<br/> CONTACT AVEC LA PEAU.....<br/><br/> ABSORPTION PAR LA PEAU.....<br/> CONTACT AVEC L'OEIL.....<br/> INHALATION AIGUE.....<br/><br/> INHALATION CHRONIQUE.....<br/> INGESTION.....<br/> EFFETS D'EXPOSITION AIGUE.....<br/> EFFETS D'EXPOSITION CHRONIQUE..... </td> <td style="width:70%; vertical-align: top; border-left: 1px solid black; padding-left: 10px;"> LES POUSSIÈRES OU LES VAPEURS PEUVENT ÊTRE IRRITANTES. LES SOLUTIONS DE XANTHATES PEUVENT PROVOQUER UNE IRRITATION LÉGÈRE À GRAVE DE LA PEAU.<br/> NON DISPONIBLE.<br/> LES POUSSIÈRES OU LES VAPEURS PEUVENT IRRITER. LES SOLUTIONS DE XANTHATES PEUVENT CAUSER UNE IRRITATION LÉGÈRE À GRAVE DE L'OEIL.<br/> LA POUSSIÈRE DANS L'AIR AMBIANT PEUT PROVOQUER L'IRRITATION DES VOIES RESPIRATOIRES. LES VAPEURS DE LA DÉCOMPOSITION (BISULFURE DE CARBONE) PEUVENT CAUSER DES TROUBLES GRAVES DE L'HUMEUR ET DU COMPORTEMENT, Y COMPRIS L'EXCITATION, LA COLÈRE ET DES CAUCHEMARS.<br/> DES CONCENTRATIONS ÉLEVÉES DU PRODUIT DE DÉCOMPOSITION (BISULFURE DE CARBONE) PEUVENT ENTRAÎNER LA MORT.<br/> PEUT CAUSER DE L'IRRITATION GASTRO-INTESTINALE, LA NAUSÉE, LE VOMISSEMENT ET LA DIARRHÉE.<br/> VOIR LES VOIES D'ADMINISTRATION.<br/> VOIR LES EFFETS D'EXPOSITION AIGUE. </td> </tr> </table> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                   |                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                  |                    | VOIES D'ADMINISTRATIONS<br>CONTACT AVEC LA PEAU.....<br><br>ABSORPTION PAR LA PEAU.....<br>CONTACT AVEC L'OEIL.....<br>INHALATION AIGUE.....<br><br>INHALATION CHRONIQUE.....<br>INGESTION.....<br>EFFETS D'EXPOSITION AIGUE.....<br>EFFETS D'EXPOSITION CHRONIQUE..... | LES POUSSIÈRES OU LES VAPEURS PEUVENT ÊTRE IRRITANTES. LES SOLUTIONS DE XANTHATES PEUVENT PROVOQUER UNE IRRITATION LÉGÈRE À GRAVE DE LA PEAU.<br>NON DISPONIBLE.<br>LES POUSSIÈRES OU LES VAPEURS PEUVENT IRRITER. LES SOLUTIONS DE XANTHATES PEUVENT CAUSER UNE IRRITATION LÉGÈRE À GRAVE DE L'OEIL.<br>LA POUSSIÈRE DANS L'AIR AMBIANT PEUT PROVOQUER L'IRRITATION DES VOIES RESPIRATOIRES. LES VAPEURS DE LA DÉCOMPOSITION (BISULFURE DE CARBONE) PEUVENT CAUSER DES TROUBLES GRAVES DE L'HUMEUR ET DU COMPORTEMENT, Y COMPRIS L'EXCITATION, LA COLÈRE ET DES CAUCHEMARS.<br>DES CONCENTRATIONS ÉLEVÉES DU PRODUIT DE DÉCOMPOSITION (BISULFURE DE CARBONE) PEUVENT ENTRAÎNER LA MORT.<br>PEUT CAUSER DE L'IRRITATION GASTRO-INTESTINALE, LA NAUSÉE, LE VOMISSEMENT ET LA DIARRHÉE.<br>VOIR LES VOIES D'ADMINISTRATION.<br>VOIR LES EFFETS D'EXPOSITION AIGUE. |
| VOIES D'ADMINISTRATIONS<br>CONTACT AVEC LA PEAU.....<br><br>ABSORPTION PAR LA PEAU.....<br>CONTACT AVEC L'OEIL.....<br>INHALATION AIGUE.....<br><br>INHALATION CHRONIQUE.....<br>INGESTION.....<br>EFFETS D'EXPOSITION AIGUE.....<br>EFFETS D'EXPOSITION CHRONIQUE.....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | LES POUSSIÈRES OU LES VAPEURS PEUVENT ÊTRE IRRITANTES. LES SOLUTIONS DE XANTHATES PEUVENT PROVOQUER UNE IRRITATION LÉGÈRE À GRAVE DE LA PEAU.<br>NON DISPONIBLE.<br>LES POUSSIÈRES OU LES VAPEURS PEUVENT IRRITER. LES SOLUTIONS DE XANTHATES PEUVENT CAUSER UNE IRRITATION LÉGÈRE À GRAVE DE L'OEIL.<br>LA POUSSIÈRE DANS L'AIR AMBIANT PEUT PROVOQUER L'IRRITATION DES VOIES RESPIRATOIRES. LES VAPEURS DE LA DÉCOMPOSITION (BISULFURE DE CARBONE) PEUVENT CAUSER DES TROUBLES GRAVES DE L'HUMEUR ET DU COMPORTEMENT, Y COMPRIS L'EXCITATION, LA COLÈRE ET DES CAUCHEMARS.<br>DES CONCENTRATIONS ÉLEVÉES DU PRODUIT DE DÉCOMPOSITION (BISULFURE DE CARBONE) PEUVENT ENTRAÎNER LA MORT.<br>PEUT CAUSER DE L'IRRITATION GASTRO-INTESTINALE, LA NAUSÉE, LE VOMISSEMENT ET LA DIARRHÉE.<br>VOIR LES VOIES D'ADMINISTRATION.<br>VOIR LES EFFETS D'EXPOSITION AIGUE. |                   |                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                  |                    |                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| <b>Section 04: PREMIERS SOINS</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                   |                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                  |                    |                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| <table style="width:100%; border: none;"> <tr> <td style="width:30%; vertical-align: top;"> PEAU.....<br/><br/> YEUX.....<br/><br/> INHALATION..... </td> <td style="width:70%; vertical-align: top; border-left: 1px solid black; padding-left: 10px;"> ENLEVER TOUT VÊTEMENT SOUILLÉ OU CONTAMINÉ. LAVAGE À L'EAU SAVONNEUSE. NE JAMAIS UTILISER DE SOLVANTS. LAVÉ TOUT VÊTEMENT SOUILLÉ AVANT RÉUTILISATION.<br/> CHERCHER ET ENLEVER DES VERS DE CONTACT. RINCER SANS ARRÊT À L'EAU PENDANT 15 MINUTES. TENIR DE FORCE LES PAUPIÈRES OUVERTES AFIN D'ASSURER L'IRRIGATION DE TOUT LE TISSU OCULAIRE. CONSULTER UN MÉDECIN SANS TARDER.<br/> ÉLOIGNER LE SUJET À L'AIR FRAIS. PRATIQUER LA RESPIRATION ARTIFICIELLE, OU LA RESSUSCITATION CARDIOPULMONAIRE SI NÉCESSAIRE. EN CAS DE DIFFICULTÉ RESPIRATOIRE DONNER DE L'OXYGÈNE. MAINTENIR LE PATIENT AU CHAUD ET AU REPOS, FAIRE APPEL AU MÉDECIN. </td> </tr> </table>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                   |                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                  |                    | PEAU.....<br><br>YEUX.....<br><br>INHALATION.....                                                                                                                                                                                                                       | ENLEVER TOUT VÊTEMENT SOUILLÉ OU CONTAMINÉ. LAVAGE À L'EAU SAVONNEUSE. NE JAMAIS UTILISER DE SOLVANTS. LAVÉ TOUT VÊTEMENT SOUILLÉ AVANT RÉUTILISATION.<br>CHERCHER ET ENLEVER DES VERS DE CONTACT. RINCER SANS ARRÊT À L'EAU PENDANT 15 MINUTES. TENIR DE FORCE LES PAUPIÈRES OUVERTES AFIN D'ASSURER L'IRRIGATION DE TOUT LE TISSU OCULAIRE. CONSULTER UN MÉDECIN SANS TARDER.<br>ÉLOIGNER LE SUJET À L'AIR FRAIS. PRATIQUER LA RESPIRATION ARTIFICIELLE, OU LA RESSUSCITATION CARDIOPULMONAIRE SI NÉCESSAIRE. EN CAS DE DIFFICULTÉ RESPIRATOIRE DONNER DE L'OXYGÈNE. MAINTENIR LE PATIENT AU CHAUD ET AU REPOS, FAIRE APPEL AU MÉDECIN.                                                                                                                                                                                                                        |
| PEAU.....<br><br>YEUX.....<br><br>INHALATION.....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | ENLEVER TOUT VÊTEMENT SOUILLÉ OU CONTAMINÉ. LAVAGE À L'EAU SAVONNEUSE. NE JAMAIS UTILISER DE SOLVANTS. LAVÉ TOUT VÊTEMENT SOUILLÉ AVANT RÉUTILISATION.<br>CHERCHER ET ENLEVER DES VERS DE CONTACT. RINCER SANS ARRÊT À L'EAU PENDANT 15 MINUTES. TENIR DE FORCE LES PAUPIÈRES OUVERTES AFIN D'ASSURER L'IRRIGATION DE TOUT LE TISSU OCULAIRE. CONSULTER UN MÉDECIN SANS TARDER.<br>ÉLOIGNER LE SUJET À L'AIR FRAIS. PRATIQUER LA RESPIRATION ARTIFICIELLE, OU LA RESSUSCITATION CARDIOPULMONAIRE SI NÉCESSAIRE. EN CAS DE DIFFICULTÉ RESPIRATOIRE DONNER DE L'OXYGÈNE. MAINTENIR LE PATIENT AU CHAUD ET AU REPOS, FAIRE APPEL AU MÉDECIN.                                                                                                                                                                                                                        |                   |                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                  |                    |                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |

**PRODUIT: NAX 31****Section 04: PREMIERS SOINS**

|                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|-----------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| INGESTION:.....       | SI CONSCIENT(E): NE PAS FAIRE VOMIR. RINCER LA BOUCHE DE LA VICTIME LONGUEMENT A L'EAU. DONNER 500 ml D'EAU AU MINIMUM. CONSULTER VOTRE MEDECIN IMMEDIATEMENT. SI LA VICTIME VOMIT NATURELLEMENT, LA PENCHER EN AVANT POUR EVITER LES RISQUES D'ASPIRATION. SI INCONSCIENT(E): CONSULTER VOTRE MEDECIN IMMEDIATEMENT.                                                       |
| AVIS AU MEDECIN:..... | IL N'EXISTE PAS D'ANTIDOTE SPECIFIQUE. LE TRAITEMENT RELATIF A UNE EXPOSITION DEVRA DEPENDRE DES SYMPTOMES ET DE LA CONDITION CLINIQUE DU PATIENT.                                                                                                                                                                                                                          |
| AVIS GENERAL:.....    | CONSULTER UN MEDECIN OU LE CENTRE ANTIPOISON LE PLUS PROCHE, SAUF POUR LES CAS BENINS D'INHALATION OU DE CONTACT AVEC LA PEAU. EVITER LES FORTES CONCENTRATIONS DE POUSSIÈRES; EMPLOYER, AU BESOIN, UN MASQUE ANTIPOUSSIÈRES OU UN MASQUE FILTRANT. TOUJOURS PRENDRE LES PRECAUTIONS D'USAGE AFIN D'EVITER UN CONTACT DE LA PEAU OU DES YEUX AVEC TOUTE SUBSTANCE CHIMIQUE. |

**Section 05: LUTTE CONTRE L'INCENDIE**

|                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|-------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| INFLAMMABILITE:.....                      | LES VAPEURS PROVENANT DE LA DECOMPOSITION (BISULFURE DE CARBONE) SONT EXTREMEMENT INFLAMMABLES.                                                                                                                                                                                                                        |
| SI OUI, SOUS QUELLES CONDITIONS?.....     | LES XANTHATES SOLIDES, S'ILS SONT EXPOSES A LA CHALEUR OU A L'HUMIDITE. CREENT UNE DECOMPOSITION ET LES VAPEURS SONT TRES INFLAMMABLES; UNE COMBUSTION SPONTANEE PEUT SE PRODUIRE.                                                                                                                                     |
| MOYENS D'EXTINCTION:.....                 | DIOXYDE DE CARBONE. POUDRE CHIMIQUE. EAU.                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| PROCEDURES SPECIALES:.....                | TOUJOURS PORTER UN EQUIPEMENT DE RESPIRATION AUTONOME A PRESSION POSITIVE ET LES VETEMENTS DE PROTECTION APPROPRIES DANS LE COMBAT D'INCENDIES IMPLIQUANT UNE SUBSTANCE CHIMIQUE. LA CHALEUR DECOMPOSE LES XANTHATES SOLIDES ET LIQUIDES EMETTANT DU DISULFIDE DE CARBONE, PRODUIT EXTREMEMENT INFLAMMABLE ET TOXIQUE. |
| POINT D'ECLAIR (°C), METHODE:.....        | SANS OBJET. -30 °C POUR LES VAPEURS DE DISULPHIDE DE CARBONE.                                                                                                                                                                                                                                                          |
| TEMPERATURE D'AUTO INFLAMMATION °C:.....  | 90 (VAPEURS DE DISULPHIDE DE CARBONE).                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| CLASSE D'INFLAMMABILITE DU T.M.D.:.....   | CLASSE 4.2, MATIERES AUTO-ECHAUFFANTES.                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| SEUIL MAXIMAL D'INFLAMMABILITE:.....      | 50% (BISULFURE DE CARBONE RESIDUEL).                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| SEUIL MINIMAL D'INFLAMMABILITE:.....      | 1.25% (BISULFURE DE CARBONE RESIDUEL).                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| PRODUITS DE COMBUSTION:.....              | DISULFURE DE CARBONE. SULFURE DE CARBONYLE. SULFURE DE SODIUM.                                                                                                                                                                                                                                                         |
| DANGEREUX:.....                           | ALCOOL ISOPROPYLIQUE.                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| DONNEES D'EXPLOSION:.....                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| SENSIBILITE AUX DECHARGES STATIQUES:..... | LES VAPEURS DE BISULFURE DE CARBONE SUSCEPTIBLES DE SE DEGAGER A CAUSE DE LA DECOMPOSITION, PEUVENT FACILEMENT S'ENFLAMER PAR DECHARGE STATIQUE.                                                                                                                                                                       |
| SENSIBILITE AUX CHOCS:.....               | NON DISPONIBLE.                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| VITESSE DE COMBUSTION:.....               | NON DISPONIBLE.                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| POUVOIR EXPLOSIF:.....                    | NON DISPONIBLE.                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |

**Section 06: LUTTE CONTRE LES DEVERSEMENTS**

|                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| PROCEDURES DE NETTOYAGE, .....<br>FUITE/DEVERSEMENT: | SI A L'ETAT LIQUIDE: ARRETER LE DEVERSEMENT A LA SOURCE. CONFINER TOUT DEVERSEMENT POUR EMPECHER SA DECHARGE DANS LE MILIEU ENVIRONNANT. ELIMINER TOUTES LES SOURCES D'IGNITION. LES PERSONNES NE PORTANT PAS UN EQUIPEMENT DE PROTECTION NE SONT PAS ADMISES DANS LA SECTEUR. ABSORBER AVEC UNE MATIERE INERTE. METTRE DANS UN TONNELET DE RECUPERATION METALLIQUE APPROUVE AVANT DE METTRE AU REBUT. SI A L'ETAT SOLIDE: ELIMINER TOUTES LES SOURCES D'IGNITION. LIMITER L'ACCES A LA ZONE JUSQU'AU NETTOYAGE COMPLET. S'ASSURER QUE LE NETTOYAGE EST PRATIQUE PAR UN PERSONNEL SPECIALISE UNIQUEMENT NE PAS TOUCHER LA SUBSTANCE REPANDUE. NE PAS UTILISER DE L'EAU SUR LA SUBSTANCE REPANDUE, CAR CELA ENTRAINERAIT UNE PRODUCTION DE CHALEUR. PLACER LA SUBSTANCE REPANDUE DANS DES FUTS APPROUVEES POUR LA RECUPERATION DESTINES AU REBUT. ARROSER L'ENDROIT NETTOYE A L'EAU, EN S'ASSURANT QUE DE L'EAU NE PENETRE PAS DANS LES RECIPIENTS DE XANTHATE. |
|------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

**Section 07: MANUTENTION ET ENTREPOSAGE**

|                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|---------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| CONDITIONS D'ENTREPOSAGE:.....                    | RANGER LES XANTHATES SOLIDES EN MILIEU FRAIS, SOMBRE ET SEC. LES PRODUITS LIQUIDES DOIVANT ETRE TENUS AU FRAIS ET UTILISES AUSSI VITE QUE POSSIBLE.                                                                                                                                                 |
| PROCEDURES DE MANUTENTION ET .....<br>EQUIPEMENT: | EVITER TOUT CONTACT AVEC LA PEAU. EVITER TOUT CONTACT AVEC LES YEUX. EVITER DE RESPIRER LES VAPEURS. L'EQUIPEMENT DEVRAIT ETRE MIS A LA TERRE POUR EVITER LA DECHARGE STATIQUE. GARDER A L'ECART DE LA CHALEUR, DES ETINCELLES ET DES FLAMMES. EMPLOYER DES OUTILS NON ETINCELEURS ET NE PAS FUMER. |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |               |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|
| <b>00000091</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | <b>FICHE SIGNALÉTIQUE</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | <b>Page 3</b> |
| <b>PRODUIT: NAX 31</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |               |
| <b>Section 07: MANUTENTION ET ENTREPOSAGE</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |               |
| INSTRUCTIONS SPÉCIALES POUR EXPÉDITIONS:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | PRENDRE LES PRÉCAUTIONS D'USAGE LORS DE LA MANIPULATION OU DE L'EXPÉDITION DE TOUTE SUBSTANCE CHIMIQUE. PROTÉGER CONTRE LES DOMMAGES PHYSIQUES.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |               |
| <b>Section 08: MÉCANISMES TECHNIQUES DE CONTRÔLE/PROTECTION PERSONNELLE</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |               |
| EQUIPEMENTS PROTÉCTEURS:<br>GANTS/TYPE:.....<br>APPAREIL RESPIRATOIRE/TYPE:.....<br><br>OEIL/TYPE:.....<br>CHAUSSURES/TYPE:.....<br>VÊTEMENT/TYPE:.....<br>AUTRE/TYPE:.....<br><br>CONTRÔLES D'INGÉNIERIE:.....                                                                                                                                                                                                        | PORTER DES GANTS IMPERMÉABLES (E.G. NEOPRENE, CAOUTCHOUC).<br>SI LA PROTECTION RESPIRATOIRE EST NÉCESSAIRE, ÉTABLIR UN PROGRAMME COMPLET DE PROTECTION RESPIRATOIRE COMPRENANT CHOIX, ESSAI D'ADJUSTEMENT, FORMATION, ENTRETIEN ET INSPECTION. SE RÉFÉRER À LA NORME ACNOR Z94.4-M1982 "CHOIX, SOINS ET UTILISATION DES MASQUES" DISPONIBLE AUPRÈS DE L'ASSOCIATION CANADIENNE DE NORMALISATION, REXDALE ONTARIO M9W 1R3. DANS LE CAS DE VAPEURS, EMPLOYER UN MASQUE ANTIPOUSSIÈRES APPRUVÉ PAR NIOSH OU MSHA POUR VAPEURS ACIDES OU UN ÉQUIPEMENT DE RESPIRATION AUTONOME. VOIR M.S.D.S. POUR PLUS DE DÉTAILS SUR CE CHAPITRE.<br>MASQUE DE PROTECTION. LUNETTES DE SÉCURITÉ.<br>BOTTES DE PROTECTION EN CAOUTCHOUC.<br>PORTER DES VÊTEMENTS PROTÉCTEURS APPROPRIÉS.<br>UNE DOUCHE OCULAIRE AUTOMATIQUE ET UNE DOUCHE DE SÉCURITÉ DOIVENT SE TROUVER À PROXIMITÉ DE LA ZONE DE TRAVAIL.<br>VENTILATION MÉCANIQUE ANTIDÉFLAGRANTE POUR LIMITER LES CONCENTRATIONS DE VAPEURS AU-DESSOUS DE LA CMA. |               |
| <b>Section 09: PROPRIÉTÉS PHYSIQUES ET CHIMIQUES</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |               |
| ÉTAT PHYSIQUE:.....<br>ODEUR ET APPARENCE:.....<br>SEUIL DE L'ODEUR:.....<br>PRESSION DE VAPEUR:.....<br>DENSITÉ DE VAPEUR (AIR=1):.....<br>% DE VOLATILITÉ:<br>PAR VOLUME.....<br>PAR POIDS.....<br>TAUX D'ÉVAPORATION:.....<br>POINT D'ÉBULLITION °C:.....<br>POINT DE CONGÉLATION °C:.....<br>pH:.....<br>MASSE VOLUMIQUE:.....<br>SOLUBILITÉ DANS L'EAU (20°C):.....<br>COEFFICIENT DE RÉPARTITION EAU/HUILE:..... | SOLIDE.<br>ODEUR DE SOUFRE DÉSAGREABLE, GRAINS JAUNES-VERTS.<br>NON DISPONIBLE.<br>SANS OBJET.<br>SANS OBJET.<br>< 20.<br>SANS OBJET.<br>SANS OBJET. M.P. 150 - 250 (se décompose).<br>SANS OBJET.<br>10% H <sub>2</sub> O 13 +/- 1.<br>SANS OBJET.<br>SOLUBLE.<br>NON DISPONIBLE.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |               |
| <b>Section 10: STABILITÉ ET REACTIVITÉ</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |               |
| STABILITÉ CHIMIQUE:<br>OUI.<br>NON, QUELLES CONDITIONS?.....<br><br>COMPATIBILITÉ AVEC D'AUTRES SUBSTANCES:<br>OUI.<br>NON, LESQUELLES?.....<br>REACTIVITÉ, SOUS QUELLES CONDITIONS?<br>PRODUITS DANGEREUX DE DÉCOMPOSITION:.....                                                                                                                                                                                      | LES XANTHATES SOLIDES SONT STABLES LORSQU'ILS SONT GARDÉS DANS UN ENDROIT FRAIS ET SEC; L'EXPOSITION À LA CHALEUR ENTRAÎNE LA DÉCOMPOSITION. LES ACIDES ET LES OXYDANTS ACCELERENT LE VIEILLESSEMENT. EN SOLUTION, LES XANTHATES SE DÉCOMPOSENT LENTEMENT MÊME À LA TEMPÉRATURE AMBIANTE.<br>DES ACIDES FORTS. OXYDANTS.<br>LES VAPEURS OU POUSSIÈRES PEUVENT S'ENFLAMMER.<br>DISULFURE DE CARBONE. TRITHIOCARBONATE. ALCOOL ISOPROPYLIQUE.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |               |
| <b>Section 11: RENSEIGNEMENTS SUR LA TOXICITÉ</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |               |
| DL 50 DU PRODUIT, ESPÈCES ET VOIE D'ADMINISTRATION:<br>CL 50 DU PRODUIT, ESPÈCES ET VOIE D'ADMINISTRATION:<br>LIMITE D'EXPOSITION DU PRODUIT:.....<br><br>IRRITATION DU PRODUIT:.....<br>CAPACITÉ DE SENSIBILISATION DU PRODUIT:.....                                                                                                                                                                                  | NON DISPONIBLE. CONSULTER LE CHAPITRE 2, SUR LES INGRÉDIENTS DANGEREUX.<br>NON DISPONIBLE. VOIRE LE CHAPITRE 2 SUR LES INGRÉDIENTS DANGEREUX.<br>TLV: 2 mg/m <sup>3</sup> DE POUSSIÈRE ou 31 mg/m <sup>3</sup> de VAPEUR provenant de la décomposition (VOIR ACGIH).<br>IRRITANT. VOIR LES VOIES D'ACCÈS.<br>NON DISPONIBLE.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |               |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                           |               |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|---------------|
| <b>00000091</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | <b>FICHE SIGNALÉTIQUE</b> | <b>Page 4</b> |
| <b>PRODUIT: NAX 31</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                           |               |
| <b>Section 11: RENSEIGNEMENTS SUR LA TOXICITE</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                           |               |
| CANCEROGENICITE DU PRODUIT:..... NON DISPONIBLE.<br>EFFETS DE REPRODUCTION:<br>REPRODUCTION TOXICITE:..... NON DISPONIBLE.<br>MUTAGENICITE:..... NON DISPONIBLE.<br>TERATOGENICITE & EMBRYOTOXICITE:.. NON DISPONIBLE.<br>PRODUITS SYNERGIQUES:..... NON DISPONIBLE.<br>ETAT DE SANTE AGGRAVE PAR UNE ..... AUCUNE AGGRAVATION DE L'ETAT MEDICAL PAR UNE SUREXPOSITION A CE<br>SUREXPOSITION: PRODUIT N'A ETE PROUVEE. IL FAUT EVITER TOUTE EXPOSITION INUTILE A CE<br>PRODUIT OU A TOUT AUTRE PRODUIT CHIMIQUE.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                           |               |
| <b>Section 12: RENSEIGNEMENTS ECOLOGIQUES</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                           |               |
| BIODEGRADABILITE..... NON DISPONIBLE.<br>ENVIRONNEMENT..... NON DISPONIBLE.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                           |               |
| <b>Section 13: DECHETS</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                           |               |
| EVACUATIONS DES DECHETS, ..... TOUS DECHETS DU PRODUIT Y COMPRIS LES CONTENANTS VIDES DOIVENT<br>METHODES ET EQUIPEMENTS: ETRES ELIMINES SELON LES REGLEMENTS MUNICIPAUX, PROVINCIAUX ET<br>FEDERAUX.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                           |               |
| <b>Section 14: TRANSPORT</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                           |               |
| CLASSIFICATION DU T.M.D.:..... CLASSE 4.2 UN 3342 G.E. II.<br>NOM POUR LIVRAISON TMD:..... XANTHATES.<br>INFORMATION SUR LA LIVRAISON TMD:.. LES MATIERES DANGEREUSES SONT DECRITES CONFORMEMENT AUX<br>RECOMMANDATIONS DU NIP.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                           |               |
| <b>Section 15: LEGISLATION</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                           |               |
| CLASSIFICATION SIMDUT:..... CLASSE B DIV. 6. CLASSE D DIV. 1 SUB. B.<br>CONFORMITE AU REGLEMENT SUR LES CE PRODUIT A ETE CLASSIFIE CONFORMEMENT AUX CRITERES DU REGLEMENT<br>PRODUITS CONTROLES SUR LES PRODUITS CONTROLES, ET LA FICHE SIGNALÉTIQUE CONTIENT TOUTES<br>LES INFORMATIONS EXIGEES PAR LEDIT REGLEMENT.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                           |               |
| <b>Section 16: AUTRES RENSEIGNEMENTS</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                           |               |
| DATE DE FABRICATION FOURNISSEUR:.. 21 JUIN 2004 .<br>DATE DE REVISION DE LA FS:..... MAI 8, 2007.<br>REMARQUE:..... Nous recommandons que chaque client ou receveur de cette fiche technique l'etudie<br>soigneusement pour etre bien informe et pour bien comprendre les dangers associes a ce<br>produit. Le lecteur doit par ailleurs envisager de consulter, le cas echeant, des travaux de<br>reference ou des specialistes dans les domaines de la ventilation, de la toxicologie, et de la<br>prevention des incendies. Le lecteur doit bien assimiler les donnees contenues dans cette<br>fiche technique avant d'utiliser le produit. Afin d'assurer une manipulation sans danger,<br>chaque client ou personne ayant recu ce produit doit: (1) avertir ses employes,<br>entrepreneurs et autres dont il sait qu'ils vont employer cette substance, de l'information<br>contenue dans cette fiche technique, et de toute autre information concernant les risques<br>ou la securite; (2) fournir cette meme information a chacun des utilisateurs de ce produit; et<br>(3) demander aux utilisateurs du produit d'avertir leurs employes, clients et autres sur les<br>dites informations. |                           |               |
| REMARQUE;<br>REDIGE PAR..... Regulatory Affairs<br>DATE DU PREPARATION:..... MAI08/07                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                           |               |

## MATERIAL SAFETY DATA SHEET

---

Hazardous according to criteria of Worksafe Australia

---

Date of Issue : Nov 1997

---

### 1. IDENTIFICATION

---

#### General

Product Name : XANTHATES

Other Names : SODIUM ISOPROPYL XANTHATE; ISOPROPYLXANTHIC ACID

UN No. : 3342

Dangerous Goods Class : 4.2

Subsidiary Risk : None Allocated

Hazchem Code : 1[Y]

Pack Group : II

EPG : 4A2

Poisons Schedule : N/A

Uses :

Promoter used in the flotation of sulphide minerals.

#### 1.1 Physical Description / Properties

Appearance : White to yellowish powder or lumps.

Formula :  $C_4H_7NaOS_2$

Boiling Point : N/A deg C

Melting Point : > 182 deg C

Vapour Pressure : N/A

Specific Gravity : 1.263 (water = 1)

Flash Point : N/A

pH : ()

Solubility in water : 450 g/l (25 deg C)

Flammability Limits (as percentage volume in air)

Lower Explosion Limit : 1.3

Upper Explosion Limit : 50

### 1.2 Other Properties

Flammability limits are for carbon disulphide %v/v in air. Soluble in alcohol and water.

### 1.3 Ingredients

| Chemical Entity           | CAS No.      | Proportions (%) |
|---------------------------|--------------|-----------------|
| SODIUM ISOPROPYL XANTHATE | [ 140-93-2]  | > 90            |
| WATER                     | [ 7732-18-5] | < 4             |
|                           |              |                 |

---

## 2. HEALTH HAZARD INFORMATION

---

### 2.1 Health Effects - Acute

#### Swallowed

Oral LD50 = 730 mg/kg (Mice) for a 10% aqueous solution.

#### Eye

Sodium isopropyl xanthate is a mild eye irritant (rabbit). Carbon disulphide vapour is a severe eye irritant.

#### Skin

Moderate skin irritant (rabbit). Carbon disulphide is a severe skin irritant and can cause serious blisters on contact. Dermal LD50 = <1000 mg/kg (Rat)

#### Inhaled

Due to release of carbon disulphide, acute exposure may cause tremors, loss of consciousness, difficulty in breathing, vascular collapse and possible death. Inhalation LC50 = not available

### 2.2 Health Effects - Chronic

No human evidence is available and no animal studies have been conducted for long term effects of sodium isopropyl xanthate. Prolonged exposure to other xanthates causes adverse effects on the central nervous system in mice; toxic effects were seen in kidneys and liver in dogs and cats. Repeated exposure to carbon disulphide can adversely affect the central & peripheral nervous systems causing weakening of the leg muscles, fatigue, sleeplessness & irritability. Carbon disulphide has been shown to contribute towards coronary heart disease in exposed workers & severe effects on



the retina of the eye have been observed. Hearing defects in workers exposed to carbon disulphide have been reported. Adverse effects on the reproductive system of workers has been noted, decreased libido & sperm morphology changes (males), menstrual abnormalities (females).

## **2.3 First Aid**

### **Swallowed**

Rinse mouth with water. Give plenty of water to drink. If person is losing consciousness DO NOT give anything by mouth. Seek immediate medical assistance.

### **Eye**

Immediately irrigate with copious quantities of water for at least 15 minutes with eyelids held open. Seek immediate medical assistance.

### **Skin**

Flush contaminated skin with plenty of water. Remove contaminated clothing and wash before reuse. Seek medical assistance if irritation persists.

### **Inhaled**

Remove affected person from exposure - avoid becoming a casualty. Remove contaminated clothing and loosen remaining clothing. Allow patient to assume most comfortable position and keep warm. If breathing stops give artificial respiration. Keep at rest until fully recovered. Seek medical advice.

### **First Aid Facilities**

Ensure an eye bath and safety shower are available and ready for use.

## **2.5 Advice to Doctor**

Treat symptomatically based on judgement of doctor and reactions of patient.

## **2.6 Toxicity Data**

---

## **3. PRECAUTIONS FOR USE**

---

### **3.1 Exposure Standards**

No exposure standard has been allocated for sodium isopropyl xanthate by the National Occupational Health and Safety Commission. Exposure standard for the major decomposition product carbon disulphide is 10 ppm TWA with a skin notation (ie. absorption through the skin may be a significant source of exposure).

### **3.2 Engineering Controls**

The mixing area (for the preparation of sodium isopropyl xanthate sol) should be well ventilated so as to maintain exposure levels at a minimum.

### **3.3 Personal Protection**

A combination respirator fitted with a particulate filter and a gas filter which can absorb carbon disulphide, such as type A or AX should be worn during the mixing process. The respiratory protective equipment should be in accordance with AS 1716. Impervious gloves conforming to Australian Standard AS 2161-1978 should be worn. Protective clothing conforming to Australian Standard AS 3765.1-1990 should be worn. Eye protection conforming to Australian Standard AS 1337-1984 should be worn.

### **3.4 Flammability**

Sodium isopropyl xanthate in contact with water will emit carbon disulphide which is highly flammable. The dry powder or pellet form may also be flammable because of the presence of moisture in the product.

---

## **SAFE HANDLING INFORMATION**

---

### **4.1 Storage / Transport**

Storage should be in a restricted area. Store in a cool, dry, well-ventilated area away from any ignition sources. Containers may be earthed to reduce the possibility of sparks from static electricity. During handling of sodium isopropyl xanthate avoid generation of dust.

### **4.2 Packaging / Labelling**

UN No. 3342

Class 4.2

Sub Risk None Allocated

Hazchem Code 1[Y]

Pack Group II

EPG No. 4A2

Shipping Name XANTHATES

Hazard

**Risk Phrases**

**Safety Phrases**

### **4.3 Spills and Disposal**

#### **Spills**

Care should be taken not to puncture containers when moving with forklift. In the event of a spill DO NOT wash material into drain or sewer. Personal protective equipment as noted in section 3.3 should be worn.

Vacuuming of solid spills is recommended. Collect in properly labelled containers for disposal.

### **Disposal**

Dispose of in accordance with all Local, State and Federal regulations at an approved waste disposal facility.

## **4.4 FIRE AND EXPLOSION HAZARD**

### **Fire / Explosion**

Combustible. Evolves highly flammable, toxic carbon disulphide vapours. Hygroscopic and reacts with water to form carbon disulphide, ethyl alcohol, sodium carbonate and trithiocarbonate. Reacts with oxidising agents to form dioxanthogens. Generates heat on contact with water and this accelerates decomposition. Decomposition is also accelerated by low pH.

### **Extinguishing Media**

Fire-fighters should wear full protective equipment including self-contained breathing apparatus. Evacuation of the people from the neighborhood should be considered if necessary. For fighting fires use carbon dioxide, dry chemical, sand or soil. With large fires flooding with water may be appropriate.

---

## **5 OTHER INFORMATION**

---

### **Other Information**

Sodium isopropyl xanthate is highly toxic to aquatic fauna and fish. Avoid dispersing to waterways.

### **5.1 Contact Points**

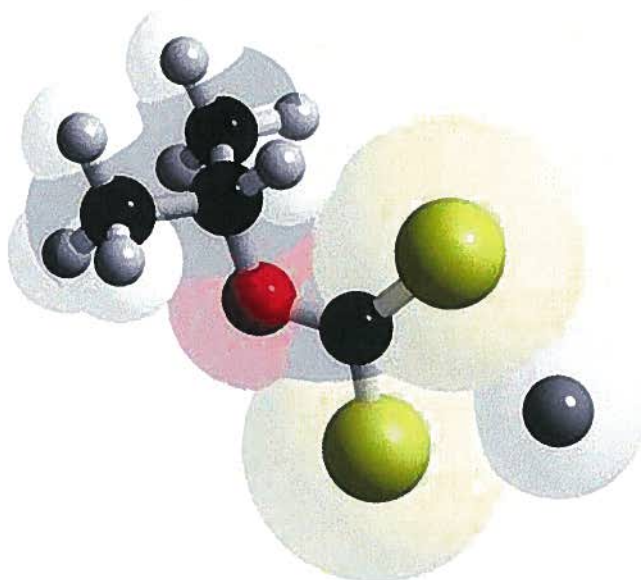
| Organisation               | Location           | Telephone   | Ask For           |
|----------------------------|--------------------|-------------|-------------------|
| Redox Chemicals Pty Ltd    | Wetherill Park NSW | 02-97255155 | Technical Officer |
| Poisons Information Centre | Westmead           | 131129      |                   |
|                            |                    | 1800-251525 |                   |
|                            |                    |             |                   |

# Sodium sopropyl Xanthate SIPX

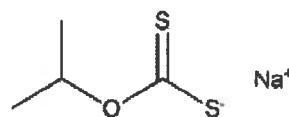
Xanthates are water-soluble chemicals that are used primarily in the mining industry. Xanthates can be obtained by reacting an alcohol with carbon disulphide and an alkali such as sodium hydroxide or potassium hydroxide. The alcohols employed are not unique. They can form ethyl, butyl (isobutyl, normal butyl, secondary butyl), propyl (isopropyl, normal propyl) and amyl (isoamyl, normal amyl, secondary amyl) xanthates, in dry forms, such as powder, granules, pellets, tablets or flakes. Xanthate is the common name for chemical reagents used in the flotation of base and precious metals, which is the standard method for separating valuable minerals, such as gold, copper, lead or zinc minerals, from non-valuable minerals, such as limestone or quartz (gangue).

To extract values, conditioned ores are mixed in a solution of water and xanthates and then agitated in flotation cells. Xanthates may be added in liquid or solid form. The

xanthates cause the minerals to attach themselves to air bubbles and then float to the top of the flotation cell. As values reach the surface, the bubbles form a froth that overflows into a trough for collection. The residual may be re-used for additional recovery or removed for disposal. Most of the xanthate is consumed in the process. Several flotation processes are required for different ores. Since each ore is unique, there is no standard flotation procedure and no standard grade or type of xanthate used to extract specific values. Each producer has its own grades for xanthate composition, including purity, which is stated as a minimum percentage up to 100 per cent, and moisture. Four types of xanthates (ethyl, butyl, propyl and amyl) are produced in various combinations with sodium and potassium, which are stabilizers in the chemical formula. The key reagent is carbon disulphide. A special plant must be built for its production, in other words, a xanthate manufacturer must have two plants, one for carbon disulphide and other for xanthate production. So the production cost is influenced by carbon disulphide. Carbon disulphide (CS<sub>2</sub>) is also known as carbon bisulphide and sometimes dithiocarbonic anhydride. It is a faintly yellow highly flammable liquid with a strong disagreeable odour. Carbon disulphide is manufactured from hydrocarbons and sulfur and is a very flammable liquid which is therefore extremely hazardous to manufacture and transport. Formal Chemical Name (IUPAC) sodium O-isopropyl carbonodithioate



click on the picture above to interact with the 3D model of the Sodium Isopropyl Xanthate structure (this will open a new browser window)



C<sub>4</sub> H<sub>7</sub> Na O S<sub>2</sub>

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                            |                |          |                       |                      |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|----------|-----------------------|----------------------|
| <b>00001866</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | <b>MATERIAL SAFETY DATA SHEET</b>                                                                          |                |          |                       | <b>Page 1</b>        |
| <br>Canada Colors and Chemicals Limited                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | CANADA COLORS & CHEMICALS LTD<br>80 SCARSDALE ROAD<br>DON MILLS, ONTARIO, CANADA M3B 2R7<br>(416)-449-7750 |                |          |                       |                      |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                            |                |          |                       |                      |
| <b>PRODUCT: METHYL ISOBUTYL CARBINOL</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                            |                |          | <b>CODE: 608406</b>   |                      |
| <b>Section 01: CHEMICAL PRODUCT AND COMPANY IDENTIFICATION</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                            |                |          |                       |                      |
| MANUFACTURER/SUPPLIER..... CANADA COLORS & CHEMICALS LTD.<br>80 SCARSDALE ROAD,<br>DON MILLS, ON<br>M3B 2R7<br>PREPARED BY..... Regulatory Affairs<br>PREPARATION DATE..... Aug16/05<br>PRODUCT NAME..... METHYL ISOBUTYL CARBINOL<br>PRODUCT CODE..... 608406<br>CHEMICAL FORMULA..... C6H14O.<br>MOLECULAR WEIGHT..... N.AV.<br>CHEMICAL FAMILY..... ORGANIC.<br>MATERIAL USE..... SOLVENT.<br>EMERGENCY PHONE NO..... (416)-444-2112.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                            |                |          |                       |                      |
| <b>Section 02: COMPOSITION/INFORMATION ON INGREDIENTS</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                            |                |          |                       |                      |
| Hazardous Ingredients                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | %                                                                                                          | Exposure Limit | C.A.S.#  | LD/50, Route, Species | LC/50 Route, Species |
| METHYL ISOBUTYL CARBINOL                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 100                                                                                                        | SEE SECTION 8  | 108-11-2 | SEE SECTION 11        | SEE SECTION 11       |
| <b>Section 03: HAZARDS IDENTIFICATION</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                            |                |          |                       |                      |
| ROUTE OF ENTRY:<br>SKIN CONTACT..... BRIEF CONTACT MAY CAUSE SLIGHT IRRITATION WITH ITCHING AND LOCAL REDNESS. PROLONGED OR REPEATED CONTACT MAY CAUSE DEFATTING AND DRYING OF THE SKIN.<br>SKIN ABSORPTION..... PROLONGED OR WIDESPREAD CONTACT MAY RESULT IN THE ABSORPTION OF POTENTIALLY HARMFUL AMOUNTS OF MATERIAL.<br>EYE CONTACT..... EXCESS REDNESS AND SWELLING OF THE CONJUNCTIVA MAY OCCUR. CAUSES IRRITATION, EXPERIENCED AS STINGING AND DISCOMFORT OR PAIN. CORNEAL INJURY MAY OCCUR.<br>INHALATION..... HIGH CONCENTRATIONS OF VAPOUR MAY CAUSE IRRITATION OF THE RESPIRATORY TRACT, EXPERIENCED AS NASAL DISCOMFORT AND DISCHARGE, WITH CHEST PAIN AND COUGHING. HIGH VAPOUR CONCENTRATIONS MAY CAUSE DROWSINESS AND HEADACHE.<br>INGESTION..... MODERATELY TOXIC. HEADACHE, DIZZINESS, DROWSINESS, NAUSEA, VOMITING MAY OCCUR.<br>EFFECTS OF ACUTE EXPOSURE..... SEE ABOVE.<br>EFFECTS OF CHRONIC EXPOSURE..... NO ADVERSE EFFECTS ANTICIPATED FROM AVAILABLE INFORMATION.<br>MEDICAL CONDITIONS AGGRAVATED BY OVEREXPOSURE..... SKIN CONTACT MAY AGGRAVATE AN EXISTING DERMATITIS. |                                                                                                            |                |          |                       |                      |
| <b>Section 04: FIRST AID MEASURES</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                            |                |          |                       |                      |
| INSTRUCTIONS..... EYE CONTACT... FLUSH EYES WITH LARGE AMOUNTS OF RUNNING WATER FOR AT LEAST 15 MINUTES. HOLD EYELIDS APART TO ENSURE RINSING OF THE ENTIRE SURFACE OF THE EYE AND LIDS WITH WATER. REMOVE ANY CONTACT LENSES. IN CASE OF SKIN CONTACT.. START RINSING AND REMOVE CONTAMINATED CLOTHING WHILE RINSING. WASH SKIN WITH SOAP AND WATER. WASH CLOTHING BEFORE REUSE. IF IRRITATION PERSISTS, GET MEDICAL ATTENTION. IN CASE OF INGESTION, GIVE LARGE QUANTITIES OF WATER IF CONSCIOUS. DO NOT INDUCE VOMITING UNLESS DIRECTED TO DO SO BY MEDICAL PERSONNEL. IF INHALED, REMOVE FROM AREA TO FRESH AIR. APPLY ARTIFICIAL RESPIRATION OR ADMINISTER OXYGEN, IF NECESSARY. OXYGEN MAY BE GIVEN BY QUALIFIED PERSONNEL. SEEK MEDICAL ATTENTION.<br>NOTES TO PHYSICIAN..... THERE IS NO SPECIFIC ANTIDOTE. TREATMENT SHOULD BE DIRECTED AT THE CONTROL OF SYMPTOMS AND THE CLINICAL CONDITION OF THE PATIENT.                                                                                                                                                                                |                                                                                                            |                |          |                       |                      |
| <b>Section 05: FIRE FIGHTING MEASURES</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                            |                |          |                       |                      |
| T.D.G. FLAM. CLASS..... 3.<br>FLAMMABILITY..... YES.<br>IF YES, UNDER WHICH CONDITIONS?<br>EXTINGUISHING MEDIA..... USE WATER SPRAY (FOG), ALCOHOL-TYPE OR ALL-PURPOSE-TYPE FOAM BY MANUFACTURERS' RECOMMENDED TECHNIQUES FOR LARGE FIRES. USE CARBON DIOXIDE OR DRY CHEMICAL FOR SMALL FIRES.<br>SPECIAL PROCEDURES..... FLAMMABLE. WEAR SELF-CONTAINED BREATHING APPARATUS AND PROTECTIVE CLOTHING.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                            |                |          |                       |                      |

PRODUCT: METHYL ISOBUTYL CARBINOL

CODE: 608406

**Section 05: FIRE FIGHTING MEASURES**

FLASH POINT (C), METHOD..... 39 (C). (T.C.C.). ASTM D 56. 41. (T.O.C.). ASTM D 1310.  
 AUTO IGNITION TEMPERATURE..... N.A.V.  
 UPPER FLAMMABLE LIMIT (% BY VOL.)... 5.5.  
 LOWER FLAMMABLE LIMIT (% BY VOL.)... 1.0.  
 EXPLOSION DATA  
 EXPLOSIVE POWER..... N.A.V.  
 RATE OF BURNING..... N.A.V.  
 UNUSUAL FIRE AND EXPLOSION ..... THIS MATERIAL MAY PRODUCE A FLOATING FIRE HAZARD IN EXTREME FIRE  
 HAZARDS CONDITIONS.  
 HAZARDOUS COMBUSTION PRODUCTS.. BURNING CAN PRODUCE.. CARBON DIOXIDE, CARBON MONOXIDE. CARBON  
 MONOXIDE IS HIGHLY TOXIC IF INHALED; CARBON DIOXIDE IN SUFFICIENT  
 CONCENTRATIONS CAN ACT AS AN ASPHYXANT.

**Section 06: ACCIDENTAL RELEASE MEASURES**

LEAK/SPILL..... SMALL SPILLS CAN BE FLUSHED WITH LARGE QUANTITIES OF WATER. LARGE  
 SPILLS SHOULD BE COLLECTED FOR DISPOSAL. AVOID CONTACT WITH LIQUID  
 AND VAPOURS. WEAR PROTECTIVE EQUIPMENT. THIS PRODUCT MAY BE TOXIC  
 TO FISH. AVOID DISCHARGE TO NATURAL WATERS.

**Section 07: HANDLING AND STORAGE**

HANDLING PROCEDURES AND ..... AVOID CONTACT WITH EYES. KEEP AWAY FROM HEAT AND FLAME. KEEP  
 EQUIPMENT CONTAINER CLOSED. EMPTY CONTAINERS ARE HAZARDOUS, MAY CONTAIN  
 FLAMMABLE/EXPLOSIVE DUSTS, LIQUID RESIDUE OR VAPOURS. FOLLOW LABEL  
 WARNINGS EVEN AFTER CONTAINER IS EMPTIED. USE ADEQUATE VENTILATION.  
 STORAGE NEEDS..... WASH THOROUGHLY AFTER HANDLING. MAINTAIN A GOOD PERSONAL HYGIENE.  
 STORE IN A COOL, DRY, WELL VENTILATED AREA, AWAY FROM HEAT AND  
 IGNITION SOURCES.

**Section 08: EXPOSURE CONTROLS/PERSONAL PROTECTION**

EXPOSURE GUIDELINES..... COMPONENT: METHYL ISOBUTYL CARBINOL: 104 MG/M3 TWA8 ACGIH. 25 PPM  
 TWA8 ACGIH. 167 MG/M3 STEL ACGIH. 40 PPM STEL ACGIH.  
 GLOVES/ TYPE..... IMPERVIOUS GLOVES (NEOPRENE).  
 RESPIRATORY/TYPE..... USE SELF-CONTAINED BREATHING APPARATUS IN HIGH VAPOUR  
 CONCENTRATIONS.  
 EYE/TYPE..... MONOGOGGLES. OR. FACE SHIELD.  
 FOOTWEAR/TYPE..... NO SPECIAL REQUIREMENTS.  
 CLOTHING/TYPE..... WEAR IMPERVIOUS PROTECTIVE CLOTHING. CHEMICAL APRON.  
 OTHER/TYPE..... EYE BATH AND SAFETY SHOWER.  
 ENGINEERING CONTROLS..... GENERAL (MECHANICAL) ROOM VENTILATION IS EXPECTED TO BE  
 SATISFACTORY WHERE THIS PRODUCT IS STORED AND HANDLED IN CLOSED  
 EQUIPMENT. SPECIAL, LOCAL VENTILATION IS NEEDED AT POINTS WHERE  
 VAPOURS CAN BE EXPECTED TO ESCAPE TO THE WORKPLACE AIR. PROCESS  
 HAZARD: Sudden release of hot organic chemical vapors or mists  
 from process equipment operating at elevated temperature and  
 pressure, or sudden ingress of air into hot equipment under a  
 vacuum, may result in ignitions without the presence of obvious  
 ignition sources. Published "AUTOIGNITION" or "IGNITION" temperature  
 values cannot be treated as safe operating temperatures in  
 chemical processes without analysis of the actual process  
 conditions. Any use of this product in elevated-temperature  
 processes should be thoroughly evaluated to establish and  
 maintain safe operating conditions.

**Section 09: PHYSICAL AND CHEMICAL PROPERTIES**

PHYSICAL STATE..... LIQUID. TRANSPARENT COLOURLESS.  
 ODOUR..... MILD NONRESIDUAL.  
 ODOUR THRESHOLD..... N.A.V.  
 VAPOUR PRESSURE (MMHG)..... 3.7 MMHG.  
 VAPOUR DENSITY (AIR=1)..... 3.5.  
 EVAPORATION RATE..... 0.43.  
 BOILING POINT..... 131.7 (C).  
 FREEZING POINT..... -90 C (-130 F).  
 PH..... N.A.V.  
 SPECIFIC GRAVITY (WATER=1)..... 0.8075.  
 SOLUBILITY IN WATER (% W/W)..... AT 20 (C). 1.652%.  
 MOLECULAR WEIGHT..... 102.18 G/MOL.  
 VOLATILE..... 100%.  
 COEFFICIENT OF WATER/OIL DIST..... N.A.V.

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                   |                     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|---------------------|
| <b>00001866</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | <b>MATERIAL SAFETY DATA SHEET</b> | <b>Page 3</b>       |
| <b>PRODUCT: METHYL ISOBUTYL CARBINOL</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                   | <b>CODE: 608406</b> |
| <b>Section 10: STABILITY AND REACTIVITY</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                   |                     |
| CHEMICAL STABILITY:<br>YES..... YES.<br>NO, WHICH CONDITIONS?<br>COMPATABILITY WITH OTHER<br>SUBSTANCES:<br>YES<br>NO, WHICH ONES?..... STRONG ACIDS. STRONG ALKALIES.<br>REACTIVITY CONDITIONS?..... AVOID EXCESSIVE HEAT, OPEN FLAMES AND ALL IGNITION SOURCES.<br>HAZARDOUS PRODUCTS OF ..... CARBON MONOXIDE AND CARBON DIOXIDE ARE PRODUCED ON COMBUSTION.<br>DECOMPOSITION<br>HAZARDOUS POLYMERIZATION..... WILL NOT OCCUR.                                                                                                                                                       |                                   |                     |
| <b>Section 11: TOXICOLOGICAL INFORMATION</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                   |                     |
| EXPOSURE LIMIT OF MATERIAL..... SEE SECTION 8.<br>LC 50 OF MATERIAL, SPECIES & ROUTE.. N.AV.<br>LD 50 OF MATERIAL, SPECIES & ROUTE.. 2590 MG/KG. (ORAL-RAT).<br>CARCINOGENICITY OF MATERIAL..... NONE.<br>REPRODUCTIVE EFFECTS..... NONE.<br>IRRITANCY OF MATERIAL..... SEE SECTION 03.<br>SENSITIZING CAPABILITY OF MATERIAL. NONE.<br>SYNERGISTIC MATERIALS..... NONE.                                                                                                                                                                                                                |                                   |                     |
| <b>Section 12: ECOLOGICAL CONSIDERATIONS</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                   |                     |
| ENVIRONMENTAL TOXICITY ..... AT VERY LOW CONCENTRATION IN WATER, THIS PRODUCT IS BIODEGRADABLE<br>INFORMATION IN A BIOLOGICAL WASTEWATER TREATMENT PLANT. THIS PRODUCT MAY BE<br>TOXIC TO FISH. AVOID DISCHARGE TO NATURAL WATERS.<br>ECOTOXICITY..... TOXICITY TO MICRO-ORGANISM: BACTERIAL/NA, IC50; RESULT VALUE - >1000<br>MG/L. TOXICITY TO AQUATIC INVERTEBRATES: DAPHNIA, LC50, 48 H, >1000 MG/L.<br>TOXICITY TO FISH FARHEAD MINNOW: 96H LC50 RESULT VALUE: 460 MG/L.<br>FURTHER INFORMATION..... CHEMICAL OXYGEN DEMAND (COD). MEASURED: 2.84 MG/MG; CALCULATED 2.64<br>MG/MG. |                                   |                     |
| <b>Section 13: DISPOSAL CONSIDERATIONS</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                   |                     |
| WASTE DISPOSAL..... INCINERATE IN A FURNACE IN RESPECT TO PROVINCIAL, FEDERAL AND<br>MUNICIPAL REGULATIONS.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                   |                     |
| <b>Section 14: TRANSPORT INFORMATION</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                   |                     |
| UN NUMBER..... 2053.<br>TDG CLASSIFICATION..... 3.<br>PACKING GROUP..... III.<br>SPECIAL SHIPPING INSTRUCTIONS..... NOT REGULATED IF <454 L.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                   |                     |
| <b>Section 15: REGULATORY INFORMATION</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                   |                     |
| WHMIS CLASSIFICATION..... B3. D2B.<br>CPR COMPLIANCE..... THIS PRODUCT HAS BEEN CLASSIFIED IN ACCORDANCE WITH THE HAZARD<br>CRITERIA OF THE CPR AND THE MSDS CONTAINS ALL THE INFORMATION<br>REQUIRED BY THE CPR.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                   |                     |
| <b>Section 16: OTHER INFORMATION</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                   |                     |
| N.AV.=NOT AVAILABLE<br>N.AP.=NOT APPLICABLE                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                   |                     |





# SIKKERHETSDATABLAD for CaO

utferdiget i samsvar med Tillegg II i REACH-forskriften, EC 1907/2006,  
forskrift (EC) 1272/2008 og forskrift (EC) 453/2010



Versjon: 1.0/NO

Oppdatert: november / 2010

Utskrift: 13. desember 2010

## 1 IDENTIFIKASJON AV KJEMIKALIET OG ANSVARLIG FIRMA

### 1.1 Produktidentifikasjon

Stoffnavn: Kalsiumoksid  
Synonymer: Kalk, brent kalk, kalsinert kalk, ulesket kalk, etsekalk, bygningskalk, kalsia, kjemisk kalk, dødbrent kalk, kalsiummonoksid, kalsinert kalkstein.

**Merk at alle mulige synonymer ikke er med på denne lista.**

Kjemisk navn og formel: Kalsiumoksid – CaO  
Handelsnavn: Brentkalk VK, Brentkalk VK 0/0,2, Brentkalk VK 0/2, Brentkalk VK 3/15, Brentkalk VK 3/25, Miljø Brentkalk VK, Miljø Brentkalk VK 0/0,2, Miljø Brentkalk VK 0/2, Miljø Brentkalk VK 3/15, Miljø Brentkalk VK 3/25, Agri Brentkalk VK, Stabila, Ovnfilterstøv VK, LKD  
CAS: 1305-78-8  
EINECS: 215-138-9  
Molekylvekt: 56,08 g/mol  
REACHs registreringsnummer: JX899854-81

### 1.2 Aktuelle identifiserte anvendelser for stoffet eller blandingen, og ikke tilrådte anvendelser

Noter de identifiserte anvendelsene i tabell 1 i vedlegget til dette HMS-databladet.

Ikke tilrådte anvendelser: Ingen ikke tilrådte anvendelser.

### 1.3 Opplysninger om leverandøren av HMS-databladet

Navn: Franzefoss Miljøkalk AS  
Adresse: Olav Ingstadsvei 5, 1309 Rud, Norway  
Telefon: +4767152000  
Faks: \*4767152061  
E-post til sakkyndig person som er ansvarlig for HMS-datablader i dette landet eller EU: miljokalk@kalk.no, inger.beate.folstad@kalk.no

### 1.4 Nødtelefonnummer

Europeisk nødtelefon: 112  
Giftinformasjonssentralen: Helsedirektoratet, Giftinformasjonen, Pb. 7000 St. Olavs plass, 0130 Oslo, Norway, e.mail: [giftinfo@helsedir.no](mailto:giftinfo@helsedir.no), Telefon: +47 22 59 13 00  
Forhandlerens nødtelefon: +47 67 15 00 00  
Tilgjengelig utenfor arbeidstid: ☐ Ja ☒ Nei





## SIKKERHETSDATABLAD for CaO

utferdliget i samsvar med Tillegg II i REACH-forskriften, EC 1907/2006,  
forskrift (EC) 1272/2008 og forskrift (EC) 453/2010



Versjon: 1.0/NO

Oppdatert: november / 2010

Utskrift: 13. desember 2010

## 2 VIKTIGSTE FAREMOMENTER

### 2.1 Klassifisering av stoffet

#### 2.1.1 Klassifisering i henhold til forskrift (EC) 1272/2008

STOT enkelteksponering. 3, eksponeringsmåte: innånding

Hudirritasjon 2

Øyeskade 1

#### 2.1.2 Klassifisering i samsvar med direktiv 67/548/EEC

Xi – irriterende

### 2.2 Merking

#### 2.2.1 Merking i henhold til forskrift (EC) 1272/2008

Signalord: Fare

Farepiktogrammer:



Faresetninger:

- H315: Irriterer huden.  
H318: Gir alvorlig øyeskade.  
H335: Kan forårsake irritasjon av luftveiene.

Sikkerhetssetninger:

- P102: Oppbevares utilgjengelig for barn.  
P280: Benytt vernehansker/verneklær/vernebriller/ansiktsskjerm.  
P305+P351+P310: VED KONTAKT MED ØYNENE: Skyll forsiktig med vann i flere minutter. Kontakt umiddelbart et GIFTINFORMASJONSSENTER eller lege.  
P302+P352: VED HUDKONTAKT: Vask med mye såpe og vann.  
P261: Unngå innånding av støv/aerosoler  
P304+P340: VED INNÅNDING: Flytt personen til frisk luft og sørg for at vedkommende hviler i en stilling som letter åndedrettet.  
P501: Innhold/beholder leveres som avfall i samsvar med lokale/regionale/nasjonale/internasjonale forskrifter FOR 2004-06-01 nr. 930: Forskrift om gjenvinning og behandling av avfall (avfallsforskriften) Kap 11. Inkludert den europeiske avfallslisten. Avfall fra letting, utvinning og i steinbrudd og fysisk og kjemisk behandling av mineraler: EAL- kode 010407, 010305

Merking i henhold til direktiv 67/548/EEC



## SIKKERHETSDATABLAD for CaO

utferdiget i samsvar med Tillegg II i REACH-forskriften, EC 1907/2006,  
forskrift (EC) 1272/2008 og forskrift (EC) 453/2010



Versjon: 1.0/NO

Oppdatert: november / 2010

Utskrift: 13. desember 2010

### Faremerking:

Xi irriterende



### R-setninger:

R37: Irriterer luftveiene.

R38: Irriterer huden.

R41: Fare for alvorlig øyeskade.

### S-setninger:

S2: Oppbevares utilgjengelig for barn.

S25: Unngå kontakt med øynene.

S26: Får man stoffet i øynene; skyll straks grundig med store mengder vann og kontakt lege.

S37: Bruk egnede vernehansker.

S39: Bruk vernebriller/ansiktsskjerm.

### 2.3 Andre faremomenter

Stoffet faller ikke inn under kriteriene for PBT- eller vPvB-stoffer.

Ingen andre faremomenter identifisert.

## 3 OPPLYSNINGER OM KJEMISK SAMMENSETNING

### 3.1 Stoffer

#### Hovedbestanddel

|         |              |
|---------|--------------|
| Navn:   | Kalsiumoksid |
| CAS:    | 1305-78-8    |
| EINECS: | 215-138-9    |

#### Forurensninger

Ingen forurensninger som er relevante for klassifisering og merking.

## 4 FØRSTEHJELPSTILTAK

### 4.1 Beskrivelse av førstehjelpstiltakene

#### Allmenne råd

Ingen kjente ettervirkninger. Søk lege ved all eksponering unntatt ubetydelige tilfeller.



## SIKKERHETSDATABLAD for CaO

utferdiget i samsvar med Tillegg II i REACH-forskriften, EC 1907/2006,  
forskrift (EC) 1272/2008 og forskrift (EC) 453/2010



Versjon: 1.0/NO

Oppdatert: november / 2010

Utskrift: 13. desember 2010

### Etter innånding

Flytt støvkilden eller flytt personen til frisk luft. Søk legehjelp umiddelbart.

### Etter hudkontakt

Børst forsiktig av de forurensede kroppsflatene for å fjerne alle spor av produktet. Vask det påvirkede området straks med rikelig vann. Ta av forurensede klær. Søk legehjelp hvis nødvendig.

### Etter øyekontakt

Skyll øynene umiddelbart med rikelig vann og søk legehjelp.

### Etter svelging

Skyll munnen med vann og drikk rikelig vann etterpå. IKKE framkall brekninger. Søk legehjelp.

## 4.2 Vanligste symptomer og virkninger, både akutte og forsinkede

Kalsiumoksid er ikke akutt giftig ved svelging, hudkontakt eller innånding. Stoffet er klassifisert som irriterende for huden og luftveiene, og medfører fare for alvorlige øyeskader. Det er ingen fare for systemiske skadevirkninger fordi lokale virkninger (pH-virkning) er den viktigste helsefaren.

## 4.3 Opplysning om eventuelt behov for umiddelbar legehjelp eller spesiell behandling

Følg rådene i punkt 4.1

## 5 BRANNSLOKKINGSTILTAK

### 5.1 Slökkemidler

#### 5.1.1 Egnede slökkemidler

Egnede slökkemidler: Produktet er ikke brennbar. Bruk brannslukkere med tørrpulver, skum eller CO<sub>2</sub> til å slukke brannen i omgivelsene.

Bruk slökkemidler som egner seg for lokale forhold og miljøet rundt.

#### 5.1.2 Uegne slökkemidler

Ikke bruk vann. Unngå å fukte produktet.

### 5.2 Spesielle faremomenter ved stoffet eller blandingen

Kalsiumoksid avgir varme når det reagerer med vann. Dette kan være farlig i nærvær av brannfarlige stoffer.

### 5.3 Råd til slökkemannskap

Unngå støvdannelse. Bruk pusteapparat. Bruk slökketiltak som egner seg for de lokale forholdene og miljøet rundt.



## SIKKERHETSDATABLAD for CaO

utferdliget i samsvar med Tillegg II i REACH-forskriften, EC 1907/2006,  
forskrift (EC) 1272/2008 og forskrift (EC) 453/2010



Versjon: 1.0/NO

Oppdatert: november / 2010

Utskrift: 13. desember 2010

### 6 TILTAK VED UTILSIKTET UTSLIPP

#### 6.1 Personlige forsiktighetsregler, verneutstyr og nødprosedyrer

##### 6.1.1 For andre enn førstehjelpspersonell

Sørg for tilstrekkelig lufting.

Reduser støving til et minstemål.

Hold ubeskyttede personer på avstand.

Unngå kontakt med hud, øyne og klær – bruk egnet verneutstyr (se punkt 8).

Unngå å puste inn støv – sørg for tilstrekkelig lufting eller passende åndedrettsvern, bruk egnet verneutstyr (se punkt 8).

Unngå fukting.

##### 6.1.2 For førstehjelpspersonell

Reduser støving til et minstemål.

Sørg for tilstrekkelig lufting.

Hold ubeskyttede personer på avstand.

Unngå kontakt med hud, øyne og klær – bruk egnet verneutstyr (se punkt 8).

Unngå å puste inn støv – sørg for tilstrekkelig lufting eller passende åndedrettsvern, bruk egnet verneutstyr (se punkt 8).

Unngå fukting.

#### 6.2 Preventive miljøtiltak

Avgrens spill. Hold stoffet tørt hvis mulig. Tildekk området hvis mulig for å unngå støvfaren. Unngå ukontrollert utslipp til vannløp og kloakk (pH-økning). Eventuelt større utslipp til vannløp må varsles til Klima- og forurensningsdirektoratet.

#### 6.3 Metoder og materiell for avgrensing og fjerning av spill

Unngå enhver støvdannelse.

Hold stoffet tørt hvis mulig.

Samle opp produktet mekanisk uten å tilføre fuktighet.

Bruk vakuumsugeutstyr, eller skuff i sekker.

#### 6.4 Henvisning til andre punkter

Flere opplysninger om eksponeringskontroll/personlig verneutstyr eller avfallsbehandling finnes under punkt 8 og 13, og i tillegget til dette databladet.



## SIKKERHETSDATABLAD for CaO

utferdiget i samsvar med Tillegg II i REACH-forskriften, EC 1907/2006,  
forskrift (EC) 1272/2008 og forskrift (EC) 453/2010



Versjon: 1.0/NO

Oppdatert: november / 2010

Utskrift: 13. desember 2010

## 7 HÅNTERING OG OPPBEVARING

### 7.1 Forsiktighetsregler for sikker håndtering

#### 7.1.1 Vernetiltak

Unngå kontakt med huden og øynene. Bruk verneutstyr (se punkt 8 i dette databladet). Ikke bruk kontaktlinser når du håndterer dette produktet. Det er også tilrådelig å ha personlig lommeøyevasker. Hold støvkonsentrasjonen så lav som mulig. Reduser støvingen til et minstemål. Innkapsle støvkilder, bruk avtrekksluftung (støvsamler på håndteringspunkter). Det foretrekkes at håndteringssystemer innkapsles. Håndtering av sekker må følge vanlige forholdsregler mot de faremomentene som er skissert i europarådsdirektiv 90/269/EEC.

#### 7.1.2 Råd om allmenn yrkeshygiene

Unngå innånding eller svelging og kontakt med huden og øynene. Sikker håndtering av produktet forutsetter vanlige yrkeshygieniske tiltak, blant annet godt renhold av personer og lokaler (d.v.s. regelmessig rengjøring med passende rengjøringsutstyr), samt at ingen drikker, spiser eller røyker på arbeidsplassen. Dusj og bytt tøy når skiftet er ferdig. Ikke gå i forurensede klær hjemme.

### 7.2 Betingelser for sikker håndtering, inkludert eventuelle uforlikeligheter

Produktet må oppbevares tørt. Kontakt med luft og fukt må unngås. Bulkmengder lagres i siloer utformet til formålet. Unngå kontakt med syrer og alle vesentlige mengder av papir, strå og nitroforbindelser. Oppbevares utilgjengelig for barn. Ikke bruk aluminium til transport eller oppbevaring hvis det er noen risiko for kontakt med vann.

### 7.3 Spesifikk(e) sluttanvendelser

Identifiserte anvendelser er oppgitt i tabell 1 i tillegget til dette databladet.

Flere opplysninger finnes i det aktuelle eksponeringsscenariet som fås fra leverandøren/oppgis i tillegget, se punkt 2.1: Kontroll av arbeidereksposering.

## 8 EKSPONERINGSKONTROLL OG PERSONLIG VERNEUTSTYR

### 8.1 Kontrollparametere

SCOEL-anbefaling (SCOEL/SUM/137 februar 2008; se punkt 16.6):

**Yrkeseksponeringsgrense (OEL), 8 timers TWA:** 1 mg/m<sup>3</sup> respirerbart støv av kalsiumoksid

**Korttidseksponeringsgrense (STEL), 15 min:** 4 mg/m<sup>3</sup> respirerbart støv av kalsiumoksid

**PNEC vann = 370 µg/l**

**PNEC jord/grunnvann = 816 mg/l**

### 8.2 Eksponeringskontroll

For å kontrollere eksponering er det viktig å unngå støvdannelse. Videre anbefales passende verneutstyr. Øyebeskyttelse må brukes (f.eks. vernebriller eller visirer), om ikke kontakt med øynene



## SIKKERHETSDATABLAD for CaO

utferdiget i samsvar med Tillegg II i REACH-forskriften, EC 1907/2006,  
forskrift (EC) 1272/2008 og forskrift (EC) 453/2010



Versjon: 1.0/NO

Oppdatert: november / 2010

Utskrift: 13. desember 2010

kan utelukkes på grunn av anvendelsens type og karakter (f.eks. innelukket prosess). I tillegg må ansiktsvern, verneklær og vernesko brukes ved behov.

Se også det aktuelle eksponeringsscenariet i tillegget/fås fra leverandøren.

### 8.2.1 Passende tekniske vernetiltak

Hvis det dannes støv ved brukeroparasjoner, må det innføres prosessinnkapsling, lokal avtrekksluftung eller andre tekniske vernetiltak for å holde flyvestøvet under de anbefalte eksponeringsgrensene.

### 8.2.2 Individuelle vernetiltak, som personlig verneutstyr

#### 8.2.2.1 Øye-/ansiktsvern

Ikke bruk kontaktlinser. Til pulver brukes tettsittende vernebriller med sideskjermer eller komplette vernebriller med bredt synsfelt. Det er også tilrådelig å ha personlig lommeøyevasker.

#### 8.2.2.2 Hudbeskyttelse

Siden kalsiumoksid er klassifisert som hudirriterende, må hudeksponeringen reduseres så mye som det er teknisk mulig. Bruk alltid vernehansker (nitril), verneklær som dekker huden helt, hele bukser, langermet overall med tettsittende åpninger og sko som motstår etsende stoffer og hindrer inntrenging av støv.

#### 8.2.2.3 Åndedrettsvern

Det anbefales lokal lufting for å holde støvkonsentrasjonen under de fastsatte terskelverdiene. Det anbefales også passende partikkelfiltermasker, avhengig av den ventede eksponeringskonsentrasjonen – se det aktuelle eksponeringsscenariet som finnes i tillegget/fås fra leverandøren.

#### 8.2.2.4 Varmefare

Stoffet gir ikke opphav til farlig varme, ingen spesielle hensyn å ta i forhold til dette.

### 8.2.3 Miljøeksponeringskontroll

Alle luftesystemer må filtreres før utslipp til atmosfæren.

Unngå utslipp til miljøet.

Avgrens spill. Eventuelt større utslipp til vannløp må varsles til Klima- og forurensningsdirektoratet eller annen ansvarlig myndighet.

Det aktuelle eksponeringsscenariet som fås fra leverandøren, inneholder en detaljert forklaring av tiltak for risikohåndtering som skal gi tilstrekkelig kontroll av miljøeksponeringen for stoffet.

Det finnes også flere detaljerte opplysninger i tillegget til dette databladet.

## 9 FYSISKE OG KJEMISKE EGENSKAPER

### 9.1 Opplysninger om grunnleggende fysiske og kjemiske egenskaper

|           |                                                                                                       |
|-----------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Utseende: | Hvitt eller hvitaktig (beige) fast stoff av forskjellige dimensjoner: klumper, korn eller fint pulver |
| Lukt:     | luktfritt                                                                                             |



## SIKKERHETSDATABLAD for CaO

utferdliget i samsvar med Tillegg II i REACH-forskriften, EC 1907/2006,  
forskrift (EC) 1272/2008 og forskrift (EC) 453/2010



Versjon: 1.0/NO

Oppdatert: november / 2010

Utskrift: 13. desember 2010

|                            |                                                                                                                                                                                                                   |
|----------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Lukterskel:                | ikke aktuelt                                                                                                                                                                                                      |
| pH:                        | 12,3 (mettet løsning ved 20 °C)                                                                                                                                                                                   |
| Smeltepunkt:               | > 450 °C (studieresultat, EU A.1-metoden)                                                                                                                                                                         |
| Kokepunkt:                 | ikke aktuelt (fast stoff med smeltepunkt >450 °C)                                                                                                                                                                 |
| Flammepunkt:               | ikke aktuelt (fast stoff med smeltepunkt >450 °C)                                                                                                                                                                 |
| Fordampingshastighet:      | ikke aktuelt (fast stoff med smeltepunkt >450 °C)                                                                                                                                                                 |
| Brannfare:                 | ikke brannfarlig (studieresultat, EU A.1-metoden)                                                                                                                                                                 |
| Eksplсивитетsgrenser:      | ikke eksplosivt (har ingen kjemiske strukturer som vanligvis forbindes med eksplosivitet)                                                                                                                         |
| Damptrykk:                 | ikke aktuelt (fast stoff med smeltepunkt >450 °C)                                                                                                                                                                 |
| Damptetthet:               | ikke aktuelt                                                                                                                                                                                                      |
| Relativ tetthet:           | 3,31 (studieresultat, EU A.3-metoden)                                                                                                                                                                             |
| Løselighet i vann:         | 1337,6 mg/l (studieresultat, EU A.6-metoden)                                                                                                                                                                      |
| Partisjonskoeffisient:     | ikke aktuelt (uorganisk stoff)                                                                                                                                                                                    |
| Selvantennelsestemperatur: | ingen relativ selvantennelsestemperatur under 400 °C (studieresultat, EU A.16-metoden)                                                                                                                            |
| Dekomponeringstemperatur:  | ikke aktuelt                                                                                                                                                                                                      |
| Viskositet:                | ikke aktuelt (fast stoff med smeltepunkt >450 °C)                                                                                                                                                                 |
| Oksidasjonsegenskaper:     | Ingen oksiderende egenskaper (Ut fra den kjemiske strukturen inneholder stoffet ikke et overskudd av oksygen eller noen strukturgruppe som er kjent for en tendens til å reagere eksotermt med brennbare stoffer) |

### 9.2 Andre opplysninger

Ingen tilgjengelige

## 10 STABILITET OG REAKTIVITET

### 10.1 Reaktivitet

Kalsiumoksid reagerer eksotermt med vann til kalsiumdihydroksid.

### 10.2 Kjemisk stabilitet

Kalsiumoksid er stabilt under normale bruks- og oppbevaringsforhold (tørt).

### 10.3 Mulighet for farlige reaksjoner

Kalsiumoksid reagerer eksotermt med syrer til kalsiumsalter.

### 10.4 Forhold som må unngås

Reduser kontakt med luft og fukt til et minstemål for å hindre nedbrytning.

### 10.5 Uforlikelige stoffer

Kalsiumoksid reagerer eksotermt med vann til kalsiumdihydroksid:



## SIKKERHETSDATABLAD for CaO

utferdiget i samsvar med Tillegg II i REACH-forskriften, EC 1907/2006,  
forskrift (EC) 1272/2008 og forskrift (EC) 453/2010



Versjon: 1.0/NO

Oppdatert: november / 2010

Utskrift: 13. desember 2010



Med syrer reagerer kalsiumoksid eksotermt til kalsiumsalter.

Kalsiumoksid reagerer med aluminium og messing i nærvær av fukt under hydrogenutvikling:  $\text{CaO} + 2 \text{Al} + 7 \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Ca(Al(OH)}_4)_2 + 3 \text{H}_2$

### 10.6 Farlige nedbrytningsprodukter

Ingen.

Andre opplysninger: kalsiumoksid absorberer fuktighet og karbondioksid fra luft slik at det dannes kalsiumkarbonat, et vanlig stoff i naturen.

## 11 OPPLYSNINGER OM HELSEFARE

### 11.1 Opplysninger om giftvirkning

#### a. Acute toxicity

Oral  $\text{LD}_{50} > 2000 \text{ mg/kg kroppsvekt (OECD 425, rotteforsøk)}$

Dermal  $\text{LD}_{50} > 2500 \text{ mg/kg kroppsvekt (kalsiumdihydroksid, OECD 402, kaninforøk)}$  – disse resultatene gjelder også kalsiumoksid, som omdannes til kalsiumhydroksid ved kontakt med vann

Innånding ingen tilgjengelige data

Kalsiumoksid er ikke akutt giftig.

Ikke grunnlag for klassifisering som akutt gift.

#### b. Irritasjon/etsing av huden

Kalsiumoksid irriterer huden (forsøk på levende kaniner).

Ut fra forsøksresultater må kalsiumoksid klassifiseres som hudirriterende. [R38, Irriterer huden; Skin Irrit 2 (H315 – Irriterer huden)]

#### c. Alvorlig øyeskade/-irritasjon

Kalsiumoksid medfører fare for alvorlig øyeskade (øyeirritasjonsstudier på levende kaniner).

Ut fra forsøksresultater må kalsiumoksid klassifiseres som alvorlig irriterende for øyet. [R41, Fare for alvorlig øyeskade; Eye Damage 1 (H318 – Gir alvorlig øyeskade)]

#### d. Framkalling av hud- og luftveisallergi

Ingen tilgjengelige data. Kalsiumoksid regnes ikke for å kunne framkalle hudallergi ut fra virkningens karakter (pH-ending) og fordi kalsium regnes som essensielt for den menneskelige ernæringen.

Ikke grunnlag for klassifisering som allergiframkallende.

#### e. Kimcellemutagenisitet

Bakteriell tilbakemutasjonstest (Ames-test, OECD 471): negativ





## SIKKERHETSDATABLAD for CaO

utferdliget i samsvar med Tillegg II i REACH-forskriften, EC 1907/2006,  
forskrift (EC) 1272/2008 og forskrift (EC) 453/2010



Versjon: 1.0/NO

Oppdatert: november / 2010

Utskrift: 13. desember 2010

Siden Ca er et allestedsnærværende og essensielt næringsstoff, og eventuell pH-endring som skyldes kalsiumoksid i vannmedium ikke er fysiologisk relevant, er CaO åpenbart ikke noe mutagen, heller ikke for kimcellene.

Ikke grunnlag for klassifisering som mutagen.

### f. Evne til å framkalle kreft

Kalsium (gitt som Ca-laktat) er ikke kreftframkallende (resultat fra forsøk på rotter).

pH-virkningen til kalsiumoksid innebærer ikke fare for å framkalle kreft.

Epidemiologiske data fra mennesker gir ikke grunnlag for at kalsiumoksid har noen evne til å framkalle kreft.

Ikke grunnlag for klassifisering som kreftframkallende.

### g. Forplantningsgiftighet

Kalsium (gitt som Ca-karbonat) er ikke giftig for forplantningen (resultat fra forsøk på mus).

pH-virkningen innebærer ikke fare for forplantningen.

Epidemiologiske data fra mennesker viser at kalsiumoksid mangler potensial for forplantningsgiftighet.

Verken dyreforsøk eller kliniske studier på mennesker med forskjellige kalsiumsalter har påvist noen virkningen på forplantningen eller fosterutviklingen. Se også EUs Vitenskapelige matvarekomité (punkt 16.6).

Kalsiumoksid er altså ikke giftig for forplantningen eller fosterutviklingen.

Det kreves ikke klassifisering som forplantningsgift i henhold til forskriften (EC) 1272/2008.

### h. STOT, enkelteksponering

Data fra mennesker viser at CaO irriterer luftveiene.

Oppsummeringen og evalueringen i SCOEL-anbefalingen (anonym, 2008), klassifiserer kalsiumoksid på grunnlag av data fra mennesker som irriterende for luftveiene. [R37, Irriterer luftveiene; STOT SE 3 (H335 – Kan forårsake irritasjon av luftveiene)]

### i. STOT, gjentatt eksponering

Den orale giftigheten til kalsium ivaretas av den øvre inntaksgrensen (UL) for voksne som av EUs Vitenskapelige matvarekomité (SCF) er bestemt til

UL = 2500 mg/d og svarer til 36 mg/kg kroppsvekt/d (70 kg-person) for kalsium.

Giftigheten til CaO gjennom huden regnes ikke som relevant på grunn av det forventede ubetydelige opptaket gjennom huden og at lokal irritasjon er den primære helsevirkningen (pH-endring).



## SIKKERHETSDATABLAD for CaO

utferdiget i samsvar med Tillegg II i REACH-forskriften, EC 1907/2006,  
forskrift (EC) 1272/2008 og forskrift (EC) 453/2010



Versjon: 1.0/NO

Oppdatert: november / 2010

Utskrift: 13. desember 2010

Giftigheten til CaO ved innånding (lokal virkning, irritasjon av slimhinnene) ivaretas av en 8-timers TWA som EUs Vitenskapelige komité om yrkeseksponeringsgrenser (SCOEL) har bestemt til 1 mg/m<sup>3</sup> respirerbart støv (se punkt 8.1).

Derfor er det ikke behov for å klassifisere CaO som giftig ved langvarig eksponering.

### j. Aspireringsfare

Det er ikke kjent at kalsiumoksid utgjør noen aspireringsfare.

## 12 OPPLYSNINGER OM MILJØFARE

### 12.1 Giftighet

#### 12.1.1 Akutt/langvarig giftigvirkning for fisk

LC<sub>50</sub> (96 t) for ferskvannsfisk: 50,6 mg/l (kalsiumdihydroksid)

LC<sub>50</sub> (96 t) for saltvannsfisk: 457 mg/l (kalsiumdihydroksid)

#### 12.1.2 Akutt/langvarig giftvirkning for bløtdyr som lever i vann

EC<sub>50</sub> (48 t) for bløtdyr i ferskvann: 49,1 mg/l (kalsiumdihydroksid)

LC<sub>50</sub> (96 t) for bløtdyr i saltvann: 158 mg/l (kalsiumdihydroksid)

#### 12.1.3 Akutt/langvarig giftvirkning for vannplanter

EC<sub>50</sub> (72 t) for ferskvannsalger: 184,57 mg/l (kalsiumdihydroksid)

NOEC (72 t) for ferskvannsalger: 48 mg/l (kalsiumdihydroksid)

#### 12.1.4 Giftighet for mikroorganismer, f.eks. bakterier

Kalsiumoksid i høy konsentrasjon brukes til desinfeksjon av kloakkslam på grunn av temperaturøkningen og pH-forhøyningen.

#### 12.1.5 Kronisk giftighet for organismer som lever i vann

NOEC (14 d) for bløtdyr i saltvann: 32 mg/l (kalsiumdihydroksid)

#### 12.1.6 Giftighet for organismer som lever i jord

EC<sub>10</sub>/LC<sub>10</sub> eller NOEC for makroorganismer i jord: 2000 mg/kg tørrvekt jord (kalsiumdihydroksid)

EC<sub>10</sub>/LC<sub>10</sub> eller NOEC for mikroorganismer i jord: 12000 mg/kg tørrvekt jord (kalsiumdihydroksid)

#### 12.1.7 Giftighet for landplanter

NOEC (21 d) for landplanter: 1080 mg/kg (kalsiumdihydroksid)



## SIKKERHETSDATABLAD for CaO

utferdiget i samsvar med Tillegg II i REACH-forskriften, EC 1907/2006,  
forskrift (EC) 1272/2008 og forskrift (EC) 453/2010



Versjon: 1.0/NO

Oppdatert: november / 2010

Utskrift: 13. desember 2010

### 12.1.8 Allmenn virkning

Akutt pH-virkning. Dette produktet er nyttig for å korrigere surheten i vann, men konsentrasjoner på over 1 g/l kan være skadelig for livet i vannet. En pH-verdi over >12 vil imidlertid synke raskt på grunn av fortynning og karbonatisering.

### 12.1.9 Andre opplysninger

Resultatene for kalsiumdihydroksid gjelder også for kalsiumoksid, siden dette danner kalsiumdihydroksid ved kontakt med vann.

### 12.2 Persistens og nedbrytbarhet

Ikke aktuelt for uorganiske stoffer.

### 12.3 Evne til biologisk akkumulering

Ikke aktuelt for uorganiske stoffer

### 12.4 Mobilitet i jordsmonn

Kalsiumoksid reagerer med vann og/eller karbondioksid til henholdsvis kalsiumdihydroksid og/eller kalsiumkarbonat, som er tungtløselige og har lav mobilitet i de fleste jordsmonn.

### 12.5 Resultater av PBT- og vPvB-analyse

Ikke aktuelt for uorganiske stoffer

### 12.6 Andre skadevirkninger

Ingen andre skadevirkninger identifisert

## 13 FJERNING AV KJEMIKALIEAVFALL

### 13.1 Metoder for avfallsbehandling

Avfallsbehandling av kalsiumoksid må gjøres i samsvar med lokale og nasjonale forskrifter. Bearbeiding, bruk og forurensning av dette produktet kan forandre alternativene for avfallsbehandling. Beholderen og ubrukt innhold må kastes i samsvar med lokale og nasjonale forskrifter. Den brukte emballasjen er bare ment for dette produktet og må ikke gjenbrukes til andre formål. Tøm emballasjen fullstendig etter bruk.



## SIKKERHETSDATABLAD for CaO

utført i samsvar med Tillegg II i REACH-forskriften, EC 1907/2006,  
forskrift (EC) 1272/2008 og forskrift (EC) 453/2010



Versjon: 1.0/NO

Oppdatert: november / 2010

Utskrift: 13. desember 2010

### 14 TRANSPORT

Kalsiumoksid er ikke klassifisert som farlig ved transport (ADR (vei), RID (jernbane), IMDG / GGVSea (sjø)).

#### 14.1 UN-Nummer

UN 1910

#### 14.2 UN proper shipping name

Kalsiumoksid

#### 14.3 Transportfareklasse(r)

Klasse 8

Kalsiumoksid er oppført i IMDG (supplement 34-08).

#### 14.4 Emballasjegruppe

Gruppe III (flytransport (ICAO/IATA))

#### 14.5 Miljøfare

Ingen

#### 14.6 Spesielle forsiktighetstiltak for brukeren

Unngå all frigjøring av støv under transport ved hjelp av lufttette tanker for pulver og overdekte biler for grus.

#### 14.7 Bulktransport i samsvar med Tillegg II i MARPOL73/78 og IBC-regelverket

Ikke lovregulert.

### 15 OPPLYSNINGER OM LOVER OG FORSKRIFTER

#### 15.1 Lover og forskrifter som gjelder sikkerhet, helse og miljø spesifikt for dette stoffet

|                        |                                                                                                                |
|------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Godkjenning:           | Ikke nødvendig                                                                                                 |
| Bruksrestriksjoner:    | Ingen                                                                                                          |
| Andre EU-forskrifter:  | Kalsiumoksid er ikke et SEVESO-stoff, fortynner ikke ozonlaget og er ikke en persistent organisk forurensning. |
| Nasjonale forskrifter: | Fare for vannmiljø, klasse 1 (Tyskland)                                                                        |

#### 15.2 Kjemisk sikkerhetsanalyse

Det er utført en kjemisk sikkerhetsanalyse for dette stoffet.



## SIKKERHETSDATABLAD for CaO

utført i samsvar med Tillegg II i REACH-forskriften, EC 1907/2006,  
forskrift (EC) 1272/2008 og forskrift (EC) 453/2010



Versjon: 1.0/NO

Oppdatert: november / 2010

Utskrift: 13. desember 2010

### 16 ANDRE OPPLYSNINGER

Dataene er basert på den mest oppdaterte kunnskapen vår, men utgjør ikke noen garanti for noen bestemt produktegenskap og etablerer ikke noe lovgyldig kontraktforhold.

#### 16.1 Faresetninger

- H315: Irriterer huden.
- H318: Gir alvorlig øyeskade.
- H335: Kan forårsake irritasjon av luftveiene.

#### 16.2 Sikkerhetssetninger

- P102: Oppbevares utilgjengelig for barn.
- P280: Benytt vernehansker/verneklær/vernebriller/ansiktsskjerm.
- P305+P351: VED KONTAKT MED ØYNENE: Skyll forsiktig med vann i flere minutter.
- P310: Kontakt umiddelbart et GIFTINFORMASJONSSENTER eller lege.
- P302+P352: VED HUDKONTAKT: Vask med mye såpe og vann
- P261: Unngå innånding av støv/røyk/gass/tåke/damp/aerosoler.
- P304+P340: VED INNÅNDING: Flytt personen til frisk luft og sørg for at vedkommende hviler i en stilling som letter åndedrettet.
- P501: Innhold/beholder leveres som avfall i samsvar med lokale/regionale/nasjonale/internasjonale forskrifter FOR 2004-06-01 nr. 930: Forskrift om gjenvinning og behandling av avfall (avfallsforskriften) Kap 11. Inkludert den europeiske avfallslisten. Avfall fra letting, utvinning og i steinbrudd og fysisk og kjemisk behandling av mineraler: EAL- kode 010407, 010305

#### R-setninger

- R37: Irriterer luftveiene.
- R38: Irriterer huden.
- R41: Fare for alvorlig øyeskade.

#### 16.3 S-setninger

- S2: Oppbevares utilgjengelig for barn.
- S25: Unngå kontakt med øynene.
- S26: Får man stoffet i øynene; skyll straks grundig med store mengder vann og kontakt lege.
- S37: Bruk egnede vernehansker.
- S39: Bruk vernebriller/ansiktsskjerm.

#### 16.4 Forkortelser

- EC<sub>50</sub>: median effective concentration – medianeffektiv konsentrasjon
- LC<sub>50</sub>: median lethal concentration – medandødelig konsentrasjon
- LD<sub>50</sub>: median lethal dose – mediandødelig dose
- NOEC: no observable effect concentration – høyeste konsentrasjon uten observerbar virkning



## SIKKERHETSDATABLAD for CaO

utferdiget i samsvar med Tillegg II i REACH-forskriften, EC 1907/2006,  
forskrift (EC) 1272/2008 og forskrift (EC) 453/2010



Versjon: 1.0/NO

Oppdatert: november / 2010

Utskrift: 13. desember 2010

OEL: occupational exposure limit – yrkeseksponeringsgrense  
PBT: persistent, bioaccumulative, toxic chemical – persistent, bioakkumulerende giftig stoff  
PNEC: predicted no-effect concentration – høyeste konsentrasjon uten forutsett virkning  
STEL: short-term exposure limit – grense for kortvarig eksponering  
TWA: time weighted average – tidsvektet gjennomsnitt  
vPvB: very persistent, very bioaccumulative chemical – svært persistent, svært bioakkumulerende

### 16.5 Viktigste litteraturhenvisninger

Anonym, 2006: Tolerable upper intake levels for vitamins and minerals Scientific Committee on Food, European Food Safety Authority, ISBN: 92-9199-014-0 [SCF-dokument]

Anonym, 2008: Recommendation from the Scientific Committee on Occupational Exposure Limits (SCOEL) for calcium oxide (CaO) and calcium dihydroxide (Ca(OH)<sub>2</sub>), European Commission, DG Employment, Social Affairs and Equal Opportunities, SCOEL/SUM/137, februar 2008

### 16.6 Oppdatering

**Opplys hvilke avsnitt som er oppdatert og endre oppdateringsdatoen i toppeteksten**

#### Erklæring om begrenset ansvar

Dette HMS-sikkerhetsdatabladet er basert på bestemmelsene i REACH-forskriften (EC 1907/2006; artikkel 31 og tillegg II), med supplementer. Innholdet er ment som en veiledning til sikker håndtering av stoffet. Det er mottakerne av dette databladet som har ansvar for at opplysningene i bladet leses godt og blir forstått av alle personer som kan komme til å bruke, håndtere, kaste eller på annen måte komme i kontakt med produktet. Opplysningene og instruksjonene i dette databladet er basert på den vitenskapelige og tekniske viten som er tilgjengelig på den angitte publiseringsdatoen. Databladet må ikke forstås som en garanti for teknisk ytelse eller egnethet for noe bestemt formål, og etablerer ikke noe lovgyldig kontraktforhold. I og med denne versjonen av databladet er alle tidligere versjoner ugyldige.

### TILLEGG

Aktuelle eksponeringsscenarier (ES): 9.1 – 9.16. For å lese/laste ned ES klikk på annex til sikkerhetsdatablad CaO under "Les mer" ved siden av linken til HMS-SDS på [www.kalk.no](http://www.kalk.no)

HMS-databladet er slutt