

SØKNADSSKJEMA

MUDRING, DUMPING OG UTFYLLING I SJØ OG VASSDRAG

Skjemaet skal benyttes ved søknad om tillatelse til mudring og dumping i sjø og vassdrag i henhold til forurensningsforskriften kapittel 22 og ved søknad om utfylling over forurensede sedimenter i sjø i henhold til forurensningsloven § 11.

Søknaden sendes til Fylkesmannen pr. e-post (fmnopost@fylkesmannen.no) eller pr. brev (Fylkesmannen i Nordland, postboks 1405, 8002 Bodø).

Skjemaet må fylles ut nøyaktig og fullstendig, og alle nødvendige vedlegg må følge med. Bruk vedleggsark med referansenummer til skjemaet der det er hensiktsmessig.

Ta gjerne kontakt med Fylkesmannen før søknaden sendes!

1. Generell informasjon

Søknaden gjelder Mudring i sjø eller vassdrag **Kapittel 3.**
 Dumping i sjø eller vassdrag **Kapittel 4.**
 Utfylling i sjø eller vassdrag **Kapittel 5.**

Antall mudringslokaliteter Antall dumpingslokaliteter

Kapittel 3 - 5 skal fylles ut og nummereres for hver enkelt lokalitet som skal benyttes. Ved flere lokaliteter av samme type (f.eks. mer enn én mudringslokalitet): Fyll ut det aktuelle kapitlet i et nytt søknadsskjema og legg ved dette søknadsskjemaet.

Miljøundersøkelse gjennomført Ja, vedlagt Nei Vedleggsnr.

Miljøundersøkelsen omfatter Mudringssted Dumpingssted Utfyllingssted

Tittel på søknaden/prosjektet (med stedsnavn)

Mudring Toraneskaia

Kommune

Rana

Navn på søker (tiltakseier)

Mo i Rana Havn KF

Org. nummer

Adresse

Postboks 185, 8601 Mo i Rana

Telefon

75 13 47 06

E-post

oystein@moiranhavn.no

Kontaktperson ev. ansvarlig søker/konsulent

Multiconsult Norge AS, kontaktperson Johannes Abildsnes

Telefon

77 50 69 66

E-post

johannes.abildsnes@multiconsult.no

2. Eventuelle avklaringer med andre samfunnsinteresser

2.1 Er tiltaket i tråd med gjeldende plan for området?

Gjør rede for den kommunale planstatusen til de aktuelle lokalitetene for mudring, dumping og/eller utfylling. Dersom plan for lokaliteten(e) er under behandling, skal dokumentasjon vedlegges.

SVAR: Mudringsområdet og området for sjødeponi ligger innenfor avgrensninga av kommunedelplan for Mo og omegn, vedtatt 16.06 2014. Tiltaksområdet i sjø er avsatt til farled. Tilgrensende landområder ved Toraneskaia er avsatt til havneformål.

2.2 Oppgi hvilke kjente naturverdier som er tilknyttet lokaliteten eller nærområdet til lokaliteten og beskriv hvordan disse eventuelt kan berøres av tiltaket:

Beskriv dette for hver av lokalitetene som berøres av søknaden; mudring/dumping/utfylling. Oppgi kilde for opplysningene ([Miljødirektoratets Naturbase](#), [Fiskeridirektoratets kartløsning](#) etc.).

SVAR:

Mudringsområdet:

I eller nær det aktuelle mudringsområdet er det i Naturbase ikke registrert naturverdier av særskilt verdi. I Artskart er det i nærområdet registrert observasjoner av følgende rødlistearter: Ærfugl (NT), sjøorre (VU), fiskemåke (NT), hettemåke (VU), brisling (NT).

Mudringsarbeider vil vanligvis medføre midlertidig økt turbiditet og nedslamming i nærområdene, på grunn av oppvirvling av finstoff i sediment. Økt turbiditet og nedslamming kan gi negative effekter på filtrerende organismer, som muslinger og skjell på grunn av tetting og skade på filterapparat og gjeller. Ungfisk kan også ta skade dersom suspendert materiale legger seg på gjellene, mens voksen fisk er mindre utsatt da de i større grad vil svømme vekk fra områder med høy turbiditet.

Bunnfauna og –flora vil bli skadelidende av de planlagte tiltakene på kort sikt, siden mudring vil fjerne sediment som er leveområde for bunnfauna og –flora. På lengre sikt vurderes mudretiltakene imidlertid å ha positiv effekt på bunnfauna og –flora i Mo i Rana havn, siden de bidrar til å redusere forurensningsgraden i sedimentene i betydelig grad.

Støy i forbindelse med anleggsarbeidene kan føre til negative effekter for blant annet fisk og fugl, som sannsynligvis vil trekke unna området når støyende arbeidsoperasjoner utføres. Disse effektene vil primært være midlertidige, og når arbeidene er gjennomført vil situasjonen trolig normalisere seg i løpet av kort tid.

Område for sjødeponi:

I eller nær det aktuelle sjødeponiet er det i Naturbase ikke registrert naturverdier av særskilt verdi. I Artskart er det i nærområdet registrert observasjoner av følgende rødlistearter: Ærfugl (NT), sjøorre (VU), alke (EN) og horndykker (VU). I Fiskeridirektoratets kartløsning er det registrert et gytefelt for torsk like vest for den planlagte sjødeponilokaliteten, som omfatter Ranfjorden vestover til Bardal.

Deponering av finstoff- og sandholdige mudringsmasser kan forventes å medføre relativt stor partikkelspredning, som i neste omgang kan medføre nedslamming av sjøbunnen i områdene rundt deponilokaliteten, se punkt 4.12. Slik nedslamming

kan blant annet skade dyr med sårbare filterapparat og gjeller, som f eks. skjell og muslinger.

Foruten effekter av partikkelspredning og nedslamming vil deponering av mudringsmasse til dels begrave habitater i deponiområdet og dermed kunne ta livet av mange av organismene som har sine leveområder her. Siden massene som dumpes antakelig vil spre seg over et stort område i fjorden (se punkt 4.12) vil dette problemet primært være av betydning rett i nærheten av dumpestedet. Erfaringsmessig vil bunnfaunaen reetableres relativt raskt så lenge det er snakk om tildekking av sjøbunnen med rene masser av moderat mektighet.

Ranfjorden har status som nasjonal laksefjord.

2.3 Oppgi hvilke kjente allmenne brukerinteresser som er tilknyttet lokaliteten eller nærområdet til lokaliteten og beskriv hvordan disse eventuelt kan berøres av tiltaket:
Vurder tiltaket med tanke på friluftslivsverdier, sportsfiske og lignende. Beskriv dette for hver av lokalitetene som berøres av søknaden; mudring/dumping/utfylling.

SVAR: Det kjennes ikke til allmenne brukerinteresser som vil bli berørt av tiltaket.

2.4 Er det rør, kabler eller andre konstruksjoner på sjøbunnen i området?
 Ja Nei Aktuelle konstruksjoner er tegnet inn på vedlagt kart

Nærmere beskrivelse:
Opplys også hvem som eier konstruksjonen(e).

SVAR:

2.5 Opplys hvilke eiendommer som antas å bli berørt av tiltaket/tiltakene (naboliste, minimum alle tilstøtende eiendommer):

Eiere	Gnr/bnr
Rana kommune	20/268

2.6 Merknader/ kommentarer:

SVAR:

3. Mudring i sjø eller vassdrag

3.1 Navn på lokalitet for mudring: (stedsanvisning) Toraneskaia Gårdsnr./bruksnr. 20/268

Grunneier: (navn og adresse) Rana kommune

3.2 Kart og stedfesting:
Legg ved oversiktskart i målestokk 1:50 000 og detaljkart 1:1000 (kan fås ved henvendelse til kommunen) med inntegnet areal (lengde og bredde) på området som skal fylles ut, samt eventuelle GPS-stedfestede prøvetakingsstasjoner.

Oversiktskart har vedleggsnr. Detaljkart har vedleggsnr.

GPS-koordinater (UTM) for mudringslokaliteten (midtpunkt)	Sonebelte 33N	Nord 7355803	Øst 461088
---	---------------	--------------	------------

3.3 Mudringshistorikk: Første gangs mudring VedlikeholdsmudringHvis ja, når ble det mudret sist? År**3.4 Begrunnelse/bakgrunn for tiltaket:**

SVAR: Hensikten med mudringen er å øke seilingsdypet, slik at kaia kan ta imot større båter.

3.5 Mudringens omfang:Dybde på mudringslokaliteten (maks. og min., før mudring) mMudringsdybde (hvor langt ned skal det mudres?) mArealet som skal mudres m² (merk på kart)Volum sedimenter som skal mudres m³**Eventuell nærmere beskrivelse av omfanget av tiltaket:**SVAR: Området planlegges mudret ned til kote minus 11. Totalt mudringsvolum er ca. 95 000 m³. Ca. 19 300 m³ av mudringsmassene antas å være forurenset (over tilstandsklasse II). Dette gjelder de øverste 0,5 m i hele mudringsområdet, samt sedimentdyp 0,5 m – 3,0 m i et ca. 3 200 m² stort felt nordøst i mudringsområdet (se punkt 3.13). De resterende ca. 75 500 m³ mudringsmassene anses som rene (tilstandsklasse I-II). Ca. 1 500 m³ av mudringsmassene er berg som skal fjernes med undervannssprengning.**3.6 Mudringsmetode:***Gi en kort beskrivelse med begrunnelse (f.eks. grabb, gravemaskin, skuff, pumping, sugestyr e.l.).*

SVAR: Mudringen skal utføres på en slik måte at spredning av forurenset sediment holdes på et minimum. Entreprenør er ikke valgt, slik at valg av mudringsmetode ikke er endelig avklart.

3.7 Anleggsperiode:*Angi et tidsintervall for når tiltaket skal gjennomføres (måned og år).*

SVAR: Vår til høst 2020.

3.8 Hvordan er sedimentene planlagt disponert: Dumping i sjø Rensing/behandling Disponering i sjøkanten (strandkantdeponi) Disponering på land Annet**Kort beskrivelse av planlagt disponeringsløsning:**SVAR: De ca. 19 300 m³ forurensa mudringsmassene planlegges lagt i deponiet i sjøkanten ved Rana industriterminal, som Fylkesmannen har gitt tillatelse til 11.03 2019 (Fylkesmannens saksnr. 2018/5297), jf. søknad til Fylkesmannen datert 28.04 2016.

Som anført i nevnte søknad kan det opprinnelig planlagte cellespunddeponiet utvides til også å gjelde arealet bak cellespunden, mot land, jf. vilkår 5.3 i tillatelsen.

Det er planlagt at strandkantdeponiet skal kunne lukkes mot land. Det er utført

prosjektering for to løsningsalternativer, der det ene er med tetting mot land med sprengsteinmoloer (alternativ A), og det andre alternativet er med spunt (alternativ B). Kapasiteten for mudringsmasser i strandkantdeponiet vil etter disse to utvidelsesalternativene økes med henholdsvis 67 000 m³ (A) eller 77 000 m³ (B), slik at det vil bli plass til alle forurensa masser fra den planlagte mudringa ved både RIT og Toraneskaia (totalt 37 800 m³, hvorav 18 500 m³ fra RIT og 19 300 m³ fra Toraneskaia).

Nærmere beskrivelse av planlagt deponiutvidelse ved RIT er redegjort for i brev til Fylkesmannen sendt på epost 26. august 2019, som tillegg til opprinnelig søknad.

De rene mudringsmassene fra planlagt mudring ved Toraneskaia (ca. 75 500 m³) planlegges lagt i sjødeponiet i Ranfjorden som Fylkesmannen nylig har gitt tillatelse til i forbindelse med dumping av rene mudringsmasser fra RIT (samme tillatelse som henvist til over). Total mengde rene mudringsmasser fra mudring ved RIT og Toraneskaia som planlegges lagt i sjødeponiet er beregnet til 195 500 m³.

Beskrivelse av planlagt transportmetode: (fartøytype/kjøretøy/omlastingsmetode)

SVAR: Mudringsmassene fraktes med lekter til henholdsvis strandkantdeponi og sjødeponi.

Beskrivelse av mudringslokaliteten med hensyn til fare for forurensning

Ved mindre tiltak: Kontakt Fylkesmannen for informasjon om hvilke punkt som må besvares.

3.9 Sedimentenes finstoffinnhold (basert på korngraderingsanalyser av sedimentene):

	Stein	Grus	Leire	Silt	Skjellsand	Annet
Angi kornfordeling i %						
Forurensa sedimenter			1-6	3-60	45-95	
Rene sedimenter			0-1	20-40	60-95	

Eventuell nærmere beskrivelse:

SVAR: Anslåtte variasjonsområder ut fra beskrivelser og finstoffanalyser fra prøver av overflatesediment og dypere sedimentprøver (jf. vedlegg 4 og 5).

3.10 Strømforhold på lokaliteten (kun relevant ved tiltak større enn 500 m³ eller 1000 m²):
Strømmålinger fra området eller annen dokumentasjon skal legges ved søknaden.

SVAR: Det er ikke foretatt strømmålinger på lokaliteten, men NIVA har utført strømmålinger ved Rana industriterminal, i forbindelse med planlagt mudring der (se vedlegg 6). Avstanden mellom mudringsområdet ved Toraneskaia og NIVAS strømmåler ved RIT er ca. 1,5 km. Maksimal observert strøm på 1,2 m dyp ved RIT var 0,5 m/s i perioden i perioden mars til april, mens maksimalverdien i perioden april til juni var 0,62 m/s.

Hovedbildet av strømforholdene vurderer vi som relativt likt i de to områdene, trolig tidvis noe sterkere strøm ved Toraneskaia som følge av at den ligger nærmere utløpet av Ranaelva. Forventa spredning av finstoff fra mudringsmassene kan antas i noenlunde samme størrelsesorden som ved RIT, der NIVA anslo det til 2 % av mudringsvolumet. Dette tilsier at det bør gjennomføres turbiditetsovervåking under gjennomføring av mudringsarbeidene – se punktene 3.14 og 3.15.

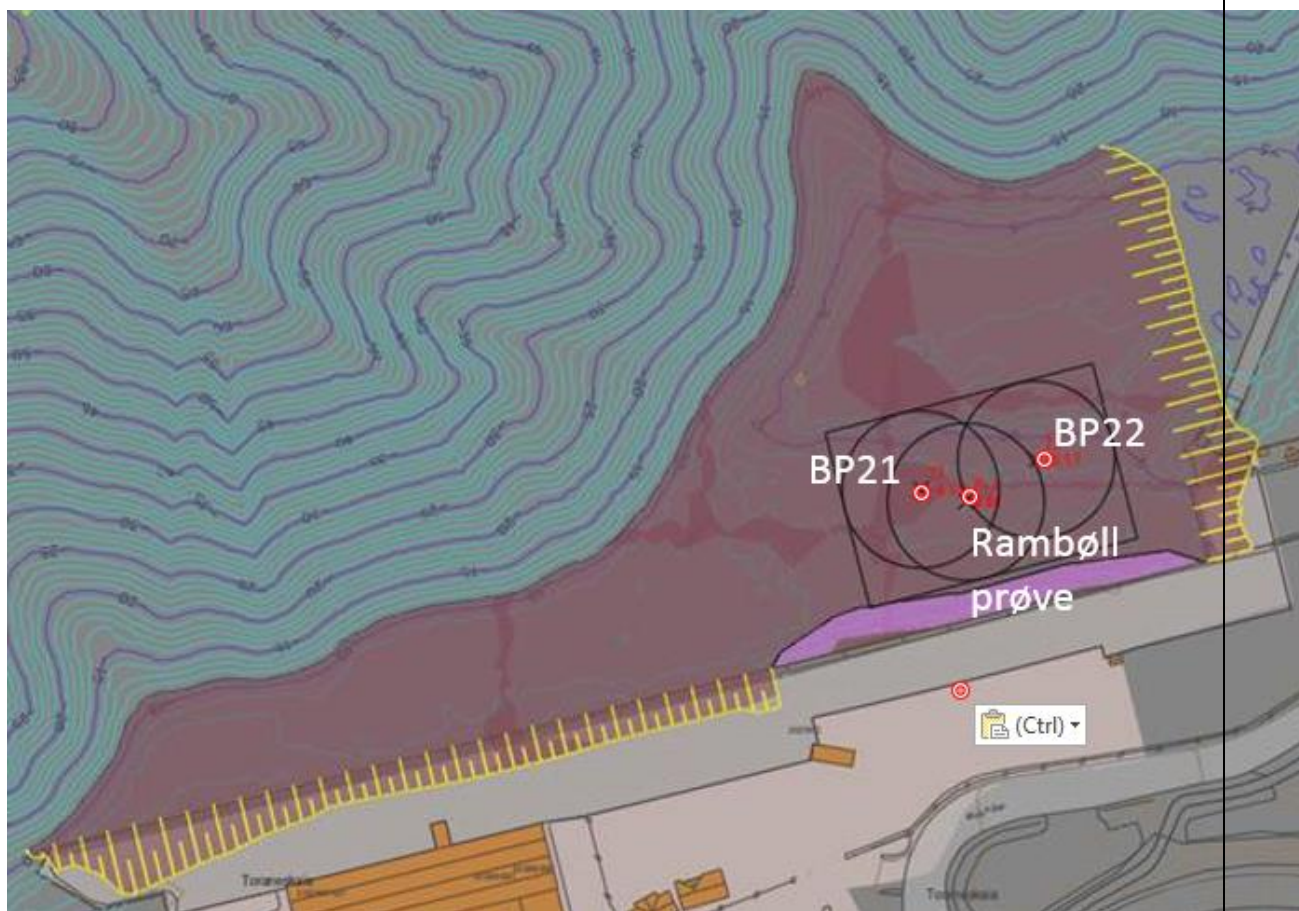
3.11 Aktive og/eller historiske forurensningskilder:

Beskriv eksisterende og tidligere virksomheter i nærområdet til lokaliteten (f.eks. slipp, kommunalt avløp, småbåthavn, industrivirksomhet).

SVAR:	En rekke undersøkelser har vist at sjøbunnsedimentene i indre del av Ranfjorden er forurensa av blant annet PAH, TBT og tungmetaller på grunn av utslipp fra industrivirksomhet i Mo i Rana. Historiske forurensningskilder er Koksverket, Jernverket, gruveindustri, annen industri, skipstrafikk, urensa avløp etc.
	<p>3.12 Miljøundersøkelse, prøvetaking og analyser</p> <p><i>Det må foreligge dokumentasjon av sedimentenes innhold av tungmetaller og miljøgifter. Omfanget av prøvetaking ved planlegging av mudring må vurderes i hvert enkelt tilfelle. Antall prøvepunkter må sees i sammenheng med mudringsarealets størrelse og lokalisering med hensyn til mulige forurensningskilder. Kravene til miljøundersøkelser i forbindelse med mudringssaker er beskrevet i Miljødirektoratets veileder M-350/2015.</i></p> <p><i>Vedlagt miljørapport skal presentere analyseresultater fra prøvetaking av de aktuelle sedimentene, samt en miljøfaglig vurdering av massenes forurensningstilstand.</i></p> <p>Antall prøvestasjoner på lokaliteten: <input type="text" value="5"/> stk (skal merkes på vedlagt kart)</p> <p>Analyseparametere: Hvilke analyser er gjort?</p>
SVAR:	Prøvene er analysert for innhold av tungmetaller (arsen, bly, kadmium, kobber, krom, kvikksølv, nikkel og sink), polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH ₁₆), polyklorerte bifenyler (PCB ₇), tributyltinn (TBT) og totalt organisk karbon (TOC). Prøvene er også analysert for innhold av tørrstoff og finstoff.
	<p>3.13 Forurensningstilstand på lokaliteten:</p> <p><i>Gi en oppsummering av miljøundersøkelsen med klassifiseringen av sedimentene i tilstandsklasser (I-V) relatert til de ulike analyseparametere jamfør Miljødirektoratets veiledningspublikasjon M-608/2016.</i></p>
SVAR:	<p>Rambøll har i 2015 samlet inn overflatesediment fra 3 prøvestasjoner som er analysert for innhold av miljøgifter (vedlegg 4). Rambøll tok også dypere sedimentprøver fra én prøvestasjon, der det er analysert prøver fra sedimentdyp 170-200 cm og 250-270 cm. For overflateprøvene ble det påvist kobber, TBT og PAH-forbindelser i tilstandsklasse V (svært dårlig miljøtilstand) i én prøvestasjon, mens det i de to andre prøvestasjonene ble påvist PAH-forbindelser i tilstandsklasse IV (dårlig miljøtilstand), samt TBT i henholdsvis tilstandsklasse IV og III (moderat miljøtilstand). For de dypere prøvene ble det i sjiktet 170-200 cm påvist flere PAH-forbindelser i tilstandsklasse V, mens det i sjiktet 250-270 cm ble påvist flere PAH-forbindelser i tilstandsklasse IV.</p> <p>Multiconsult har i 2019 tatt dypere sedimentprøver fra to prøvestasjoner, der det er analysert prøver fra 50-60 cm og 100-110 cm (vedlegg 5). I disse prøvene ble det ikke påvist forurensning over tilstandsklasse II (god miljøtilstand).</p> <p>Multiconsult har i januar 2019 også utført omfattende geotekniske undersøkelser i det planlagte mudringsområdet¹. Ved de to geotekniske borepunktene som ligger nærmest Rambøll sin prøvestasjon for dypere sediment (BP21 og BP22) ble det registrert gytjeaktige sedimenter med liten sonderingsmotstand ned til ca. 2 m sedimentdyp (ref. geotekniske rapport). Slike gytjeaktige sedimenter i havneområder inneholder ofte forurensning. Ut fra disse registreringene, sammenholdt med Rambøll sin kjerneprøve, finner vi det sannsynlig at det i et område nordøst i det planlagte mudringsområdet opptrer forurensning 2-3 m ned i sedimentet. Vi har anslått horisontal avgrensning av dette forurensa området ved å gå 20 m ut fra henholdsvis Rambølls prøvestasjon og borepunktene BP21 og BP22, og laget en</p>

¹ Multiconsult 2019. Grunnundersøkelser Mo i Rana havn. Datarapport – geotekniske grunnundersøkelser. Rapport 10209057-RIG-RAP-001.

rektangulær avgrensning, som vist i figuren nedenfor:



Arealet på det antatt forurensa området her blir 3240 m². Ut fra Rambølls påvisning av forurensning til 2,7 m finner vi det sannsynlig at de øvre 3 m av sedimentene i dette området er forurensa (Rambøll har ikke prøvetatt dypere enn 2,7 m).

3.14 Risikovurdering:

Gi en vurdering av risiko for at tiltaket vil bidra til å spre forurensning eller være til annen ulempe for naturmiljøet.

SVAR:

Siden sedimentene som planlegges mudret ved Toraneskaia til dels er forurenset er det risiko for at mudringstiltaket kan føre til oppvirvling og spredning av sedimentpartikler som inneholder miljøgifter.

Den delen av tiltaket som omfatter undervannssprengning vil også innebære risiko for spredning av plastforurensning fra sprengledninger og andre sprenglegemer.

Mudringstiltakene kan også medføre støy, økt turbiditet og nedslamming i anleggsfasen, samt føre til fjerning og endring av habitat, se punkt 2.2.

3.15 Avbøtende tiltak:

Beskriv planlagte tiltak for å hindre/ redusere partikkelspredning, med begrunnelse.

SVAR:

Det skal etableres tilstrekkelig overvåking av partikkelspredning fra de forurensa mudringsmassene tas opp fra sjøbunnen til de er lagt i strandkantdeponiet. Overvåkingen kan for eksempel bestå av turbiditetsmålinger og visuelle observasjoner. Dersom turbiditetsnivåene overstiger et gitt nivå (eks. 10 NTU over

referanseverdi) stanses arbeidene midlertidig til situasjonen er under kontroll og turbiditeten måles under grenseverdien igjen. Når metode for mudring og deponering er valgt vil egnet type overvåking og avbøtende tiltak bli vurdert.

Det skal tas kontrollprøver av sedimentene for å dokumentere at mudringsmassene som planlegges lagt i sjødeponi er rene.

I forbindelse med undervannssprengning skal det gjøres tiltak for å samle opp plastforurensning fra sprengledninger etc.

Rett før hver undervannssprengning skal det fyres av en fenghette i vannet for å skremme vekk fisk og fugl som oppholder seg nær sprengningsstedet.

4. Dumping i sjø eller vassdrag			
4.1	Navn på lokalitet for dumping (stedsanvisning) Ranfjorden	Gårdsnr/bruksnr -	
	Grunneier (navn og adresse) Umatrikulert sjøområde.		
4.2	Kart og stedfesting: <i>Legg ved <u>oversiktskart</u> i målestokk 1:50 000 og <u>detaljkart</u> 1:1000 (kan fås ved henvendelse til kommunen) med inntegnet areal (lengde og bredde) på området som skal fylles ut, samt eventuelle GPS-stedfestede prøvetakingsstasjoner.</i>		
	Oversiktskart har vedleggsnr. <input type="text" value="1"/>	Detaljkart har vedleggsnr. <input type="text" value="2"/>	
	GPS-kordinater (UTM) for lokaliteten (midtpunkt)	Sonebelte 33	Nord 7354182 Øst 459012
4.3	Begrunnelse/bakgrunn for tiltaket:		
SVAR:	Disponering av rene overskuddsmasser fra mudring ved Toraneskaia.		
4.4	Dumpingens omfang:		
	Dybde på dumpingslokaliteten (maks. og min., før dumping)	<input type="text" value="Ca. 300"/>	m
	Arealet som berøres av dumping	<input type="text" value="se nedenfor"/>	m ² (merk på kart)
	Dybde etter dumping	<input type="text" value="se nedenfor"/>	m
	Volum sedimenter som skal dumpes	<input type="text" value="Ca. 74 000"/>	m ³
	Beskriv type materiale som skal dumpes: (muddermasser, løsmasser, stein)		
SVAR:	Ca. 74 000 m ³ løsmasser fra mudring og ca. 1 500 m ³ sprengstein fra undervannssprengning.		
	NIVAs modellering av spredning av partikler ved dumping av 120 000 m ³ sedimenter i sjødeponiet tilsier at store deler av den indre delen av Ranfjorden berøres av den planlagte dumping. Avhengig av mengde finstoff i massene indikerer modelleringen at rett i nærheten av dumpingstedet vil de dumpede sedimentene kunne legge seg med en mektighet av 25-90 cm, mens områder med 0,1 mm sedimentering strekker seg opp mot 9-10 km fra utslippsstedet. Se også punkt 4.12.		

Sprengsteinmassene som dumpes vil antakelig legge seg relativt samlet ved utslippsstedet. Ulik synkehastighet og avdrift av de ulike størrelsesfraksjonene av sprengstein, variasjoner i strøm og en viss variasjon mht lekerens eksakte posisjon tilsier likevel at sprengsteinen vil havne noe spredt utover på sjøbunnen. Et grovt anslag er at sprengsteinen stedvis kan legge seg med opp til 1 m mektighet innenfor et område på 500 x 500 m ved utslippsstedet.

4.5 Dumpemetode:

Gi en kort beskrivelse med begrunnelse (splittlekter, skuff, pumping e.l.).

SVAR: Splittlekter.

4.6 Anleggsperiode:

Angi et tidsintervall for når tiltaket planlegges gjennomført (måned og år).

SVAR: Vår-høst 2020.

Beskrivelse av dumpingslokaliteten med hensyn til fare for forurensning:

4.7 Sedimentenes finstoffinnhold (basert på korngraderingsanalyser av sedimentene):

	Stein	Grus	Leire	Silt	Skjellsand	Annet
Angi kornfordeling i %						

Eventuell nærmere beskrivelse:

SVAR: Det er ikke utført sedimentundersøkelser på lokaliteten.

4.8 Strømforhold etc.:

Beskriv strømforhold, bunnforhold og sedimenttype på dumpinglokaliteten.

SVAR: Det er ikke utført strømmålinger eller sedimentundersøkelser på lokaliteten. Området er valgt ut fra bunntopografien, med stor vanddybden og relativt flat sjøbunn (helning ca. 1:20).

4.9 Aktive og/eller historiske forurensningskilder:

Beskriv potensielle utslippskilder i nærområdet som f.eks. slipp, kommunalt avløp, småbåthavn, industrivirksomhet e.l.

SVAR: Undersøkelser har vist at sjøbunnsedimentene i indre del av Ranfjorden er forurensa av blant annet PAH, TBT og tungmetaller på grunn av utslipp fra industrivirksomhet i Mo i Rana. Historiske forurensningskilder er Koksverket, Jernverket, gruveindustri, annen industri, skipstrafikk, urensa avløp etc.

4.10 Miljøundersøkelse, prøvetaking og analyser

Det må foreligge dokumentasjon av sedimentenes innhold av tungmetaller og miljøgifter. Omfanget av prøvetaking ved planlegging av dumping må vurderes i hvert enkelt tilfelle. Antall prøvepunkter må sees i sammenheng med dumpeområdets størrelse og lokalisering med hensyn til mulige forurensningskilder. Kravene til miljøundersøkelser i forbindelse med dumping er beskrevet i Miljødirektoratets veileder M-350/2015 og retningslinjer TA 2624/2010.

Vedlagt miljørapport skal presentere analyseresultater fra prøvetaking av de aktuelle sedimentene, samt en miljøfaglig vurdering av massenes forurensningstilstand.

Antall prøvestasjoner på lokaliteten: **stk** (skal merkes på vedlagt kart)

Analyseparametere: *Hvilke analyser er gjort?*

SVAR: -

4.11 Forurensningstilstand på lokaliteten:

SVAR:	<p><i>Gi en oppsummering av eventuell miljøundersøkelse på lokaliteten.</i></p> <p>Indre Ranfjorden er belastet av forurensning fra gruvedrift og industri, og det er i dag kostholdsråd for konsum av skjell fra området ut til Altnes/Bjørnebærvika pga. PAH-forurensning. Ut fra dette og miljøundersøkelser utført nær det aktuelle deponiområdet antas det at sjøbunnsedimentene i deponiområdet er forurensa.</p>
<p>4.12 Risikovurdering:</p> <p><i>Gi en vurdering av risiko for at dumping vil bidra til å spre forurensning eller være til annen ulempe for miljøet.</i></p> <p>SVAR:</p>	<p>NIVA har i 2015 vurdert partikkelspredning ved deponering av mudringsmasser på den aktuelle lokaliteten på 300 m vanddyb, med bruk av modellering (se vedlegg 7). NIVAs arbeid tok utgangspunkt i deponering av ca. 120 000 m³ rene mudringsmasser, fra kaiområdene til Rana Industriterminal (RIT). Mengden mudringsmasser (sediment) fra Toraneskaia som tenkes deponert på den samme lokaliteten er ca. 74 000 m³ dvs. at disse massene utgjør om lag 62 % av mudringsvolumet ved RIT.</p> <p>I modellen NIVA har benyttet legges utslippet/deponeringen inn som en kontinuerlig strøm fordelt jevnt fra overflaten til bunn. Utslppsperioden er i modellen satt til 62 dager. I virkeligheten vil deponeringen foregå mer ujevnt og store deler av massene vil mest sannsynlig synke mot bunn som en samlet masse. Det utslippet som er lagt inn vurderes her som et verst tenkelig tilfelle. Deponeringen vil i henhold til modellen gi en økning i sedimenteringshastigheten på over 0,1 mm/år over hele indre del av Ranfjorden helt ut til omtrent Straumsnes. Deponeringen vil gi en økning i sedimenteringshastighet på over 1 cm/år opp til 2 km fra utslippspunktet. Siden sedimenteringsraten i området er av størrelsesorden noen cm/år (på grunn av utslippet fra Rana Gruber), og siden tiltaket har begrenset varighet, så vil deponeringen bidra med en relativt moderat økning av sedimentasjonen i dypområdene.</p> <p>Hvis massene dumpes med splittlekter i overflata er det ifølge NIVA umulig å si hvordan partikkelkonsentrasjonen blir i vannsøylen helt ned til bunn rett etter utslippet. I modellen er utslippet lagt inn med en jevn fordeling fra overflata og ned til bunn, og det antas at dette er et konservativt anslag.</p>
<p>4.13 Avbøtende tiltak:</p> <p><i>Beskriv planlagte tiltak for å hindre/reducere partikkelspredning, med begrunnelse.</i></p> <p>SVAR:</p>	<p>Det skal gjennomføres overvåking av turbiditet under gjennomføring av dumping, jf, vilkår i Fylkesmannens tillatelse til mudring, dumping og etablering av strandkantdeponi ved RIT, datert 11.03 2019.</p>

Underskrift

Sted: Tromsø..... Dato: 26.08.2019.....

Underskrift:

Johannes Andersen

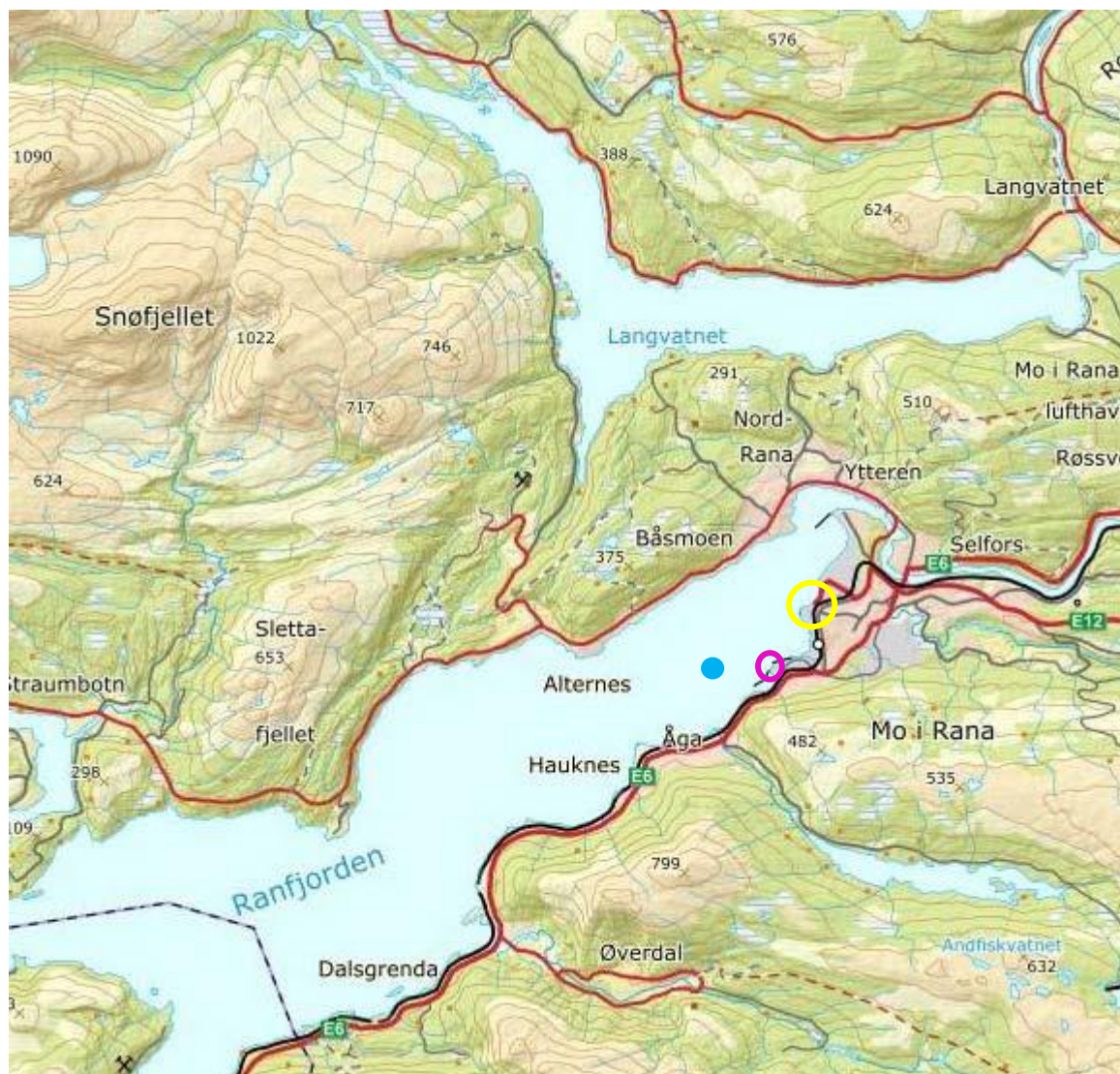
.....

Vedleggsoversikt (Husk referanse til punkt i skjemaet)

Nr.	Innhold	Ref. til punkt (f.eks. punkt 3.12) i skjemaet
1	Oversiktskart	3.2, 4.2
2	Detaljkart	3.2, 4.2
3	Oversikt over plassering av stasjoner for prøvetaking av sediment	3.12
4	Miljøundersøkelser av sjøbunnsediment, Rambøll rapport	1, 3.9, 3.13
5	Miljøundersøkelser av sjøbunnsediment, Multiconsult rapport	1, 3.9, 3.13
6	Vurdering av strømforhold og partikkelspredning ved RIT, NIVA rapport	3.10
7	Vurdering av sjødeponi i Ranfjorden, NIVA rapport	4.12

Vedlegg 1. Oversiktskart.

- Gul sirkel:** mudringsområde
Lilla sirkel: strandkantdeponi for forurensa mudringsmasser
Blå sirkel: sjødeponi for rene mudringsmasser

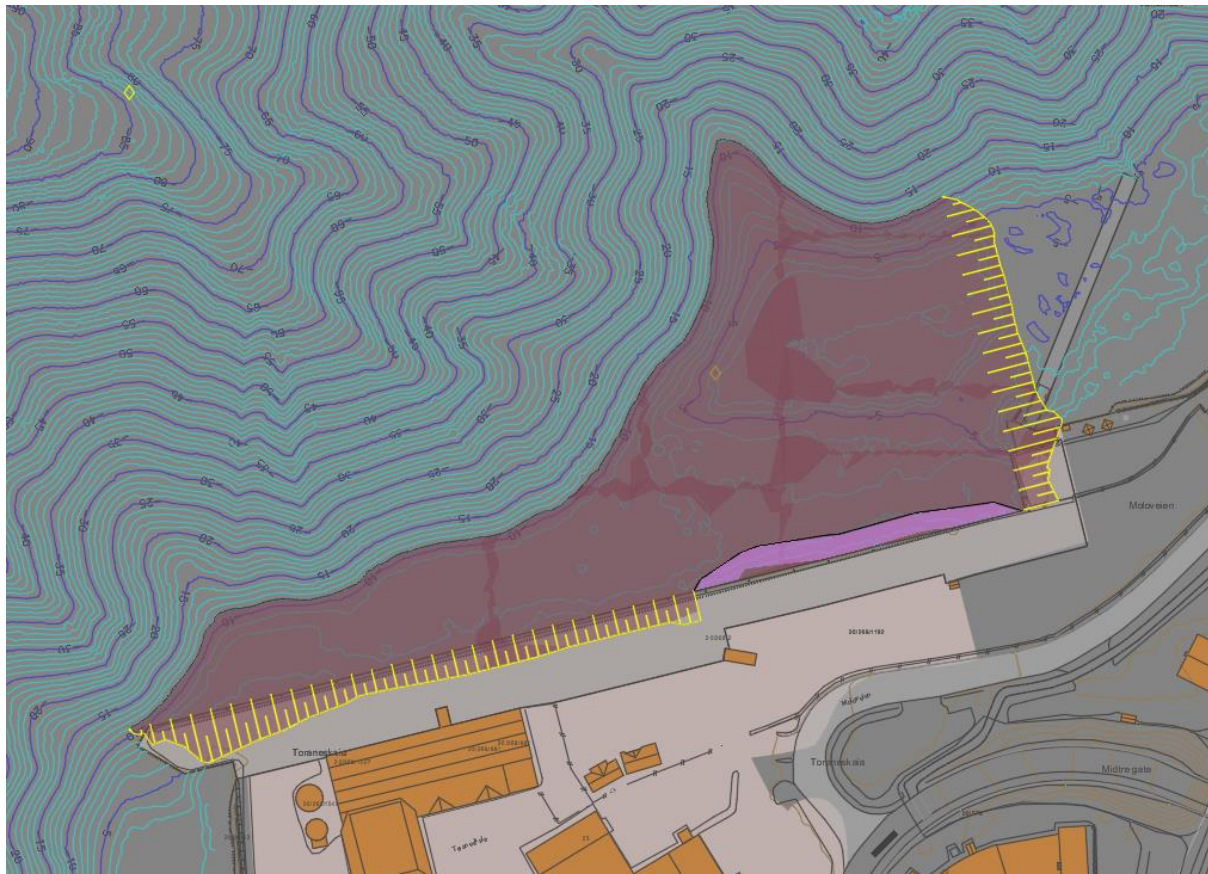


Vedlegg 2. Detaljkart

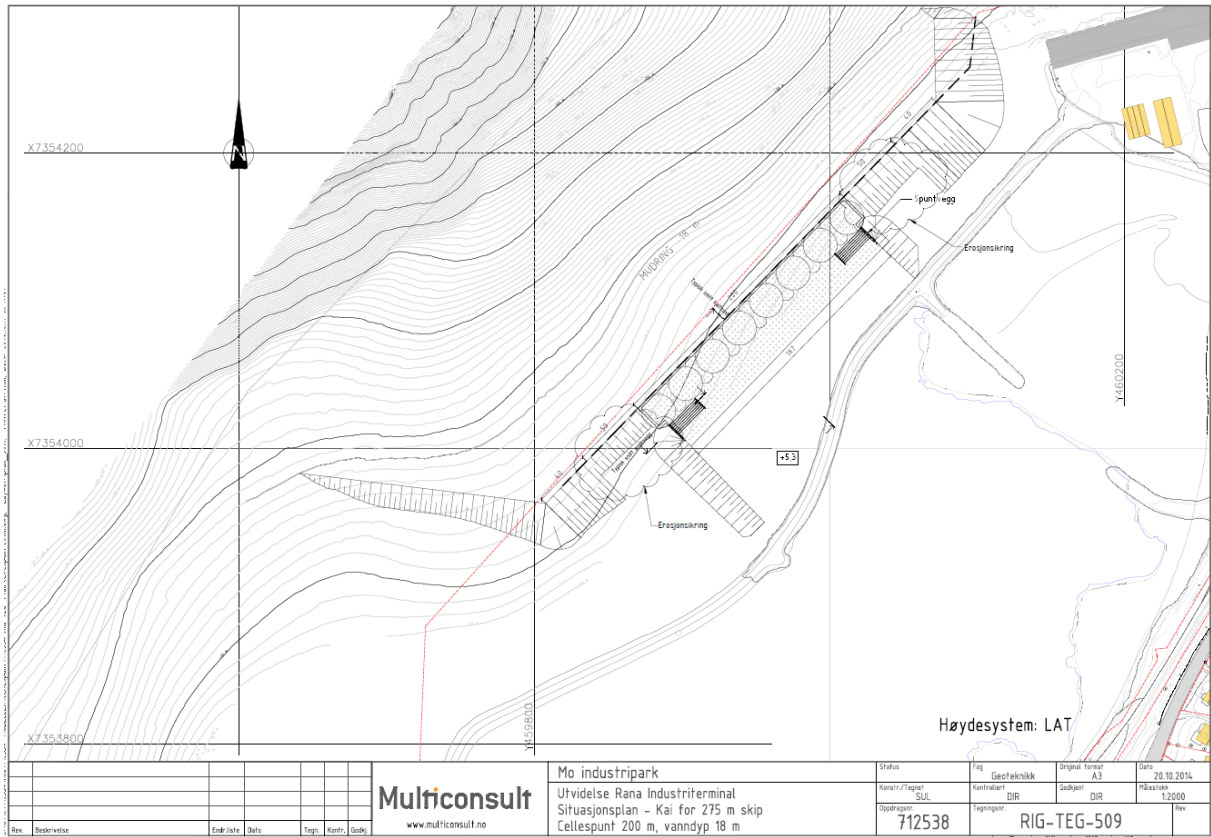
A. Mudringsområde

Brun skravur – mudring av løsmasser

Lilla skravur – mudring av berg (undervannssprengning)

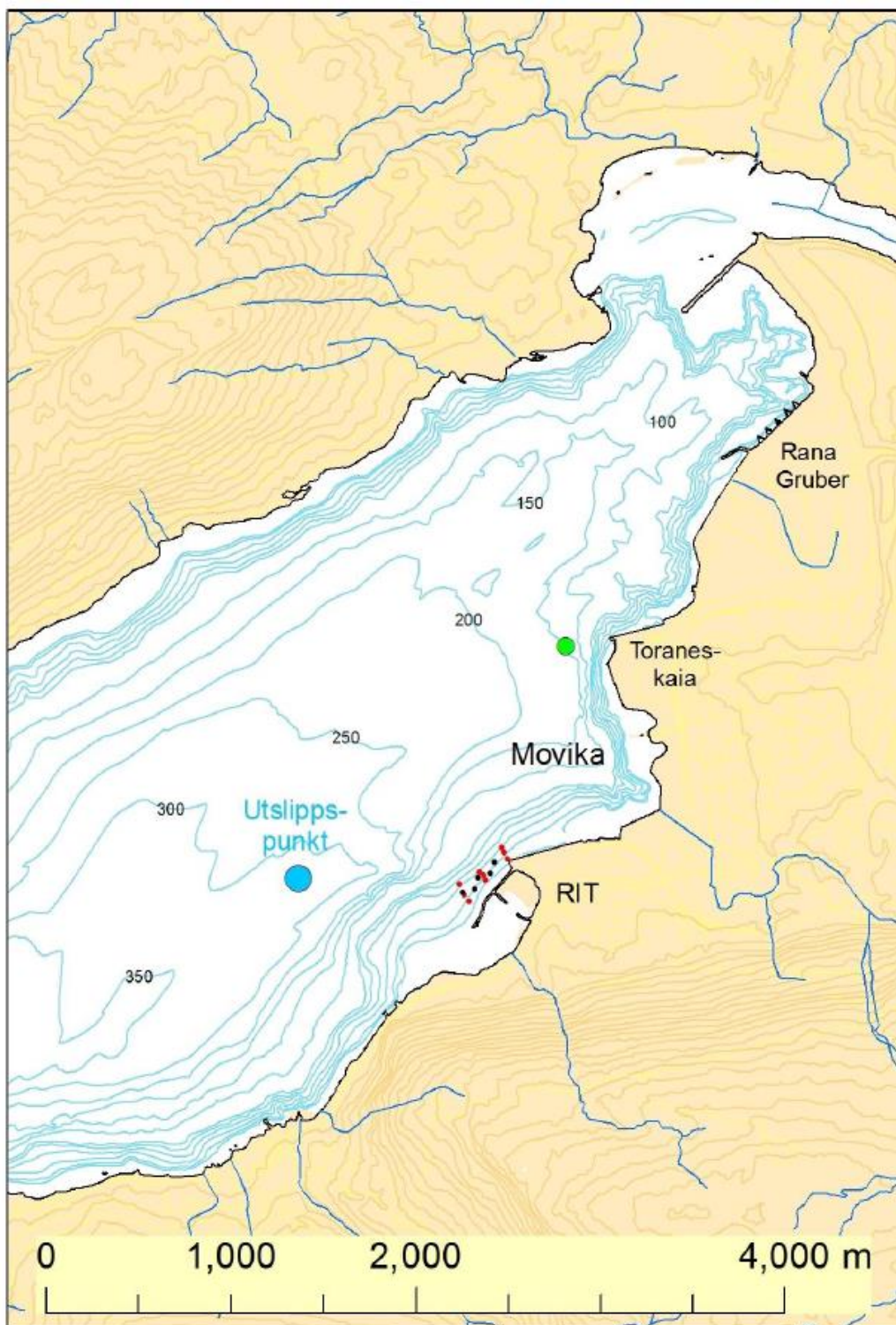


B. Strandkantdeponi ved Rana industriterminal.



Multiconsult
www.multiconsult.no

C. Lokalitet for sjødeponi (blå sirkel).

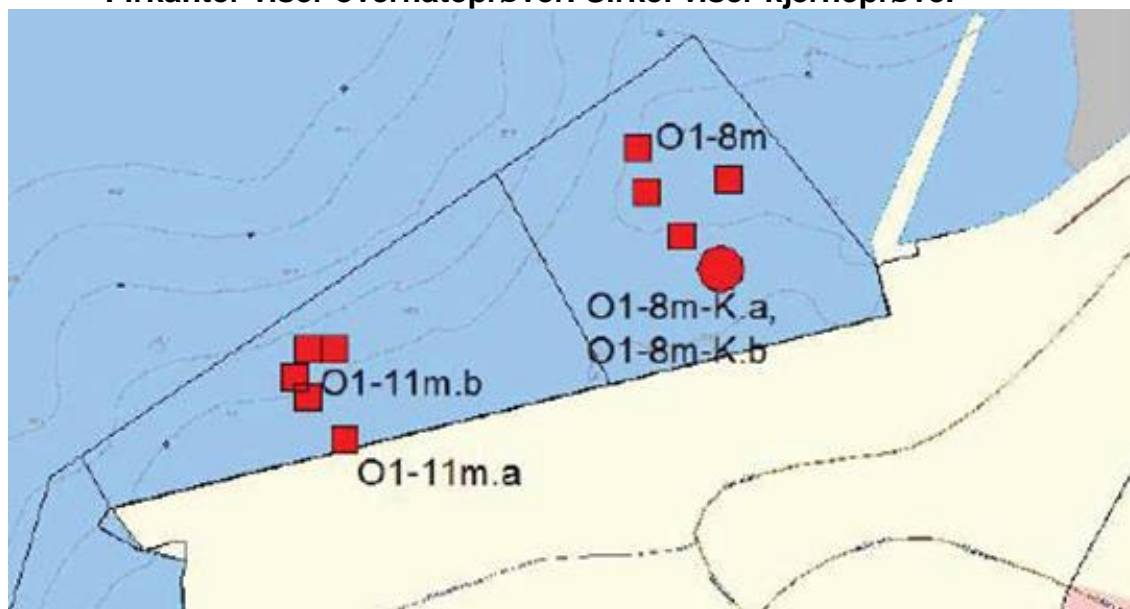


Vedlegg 3.

Oversikt over plassering av stasjoner for prøvetaking av sediment.

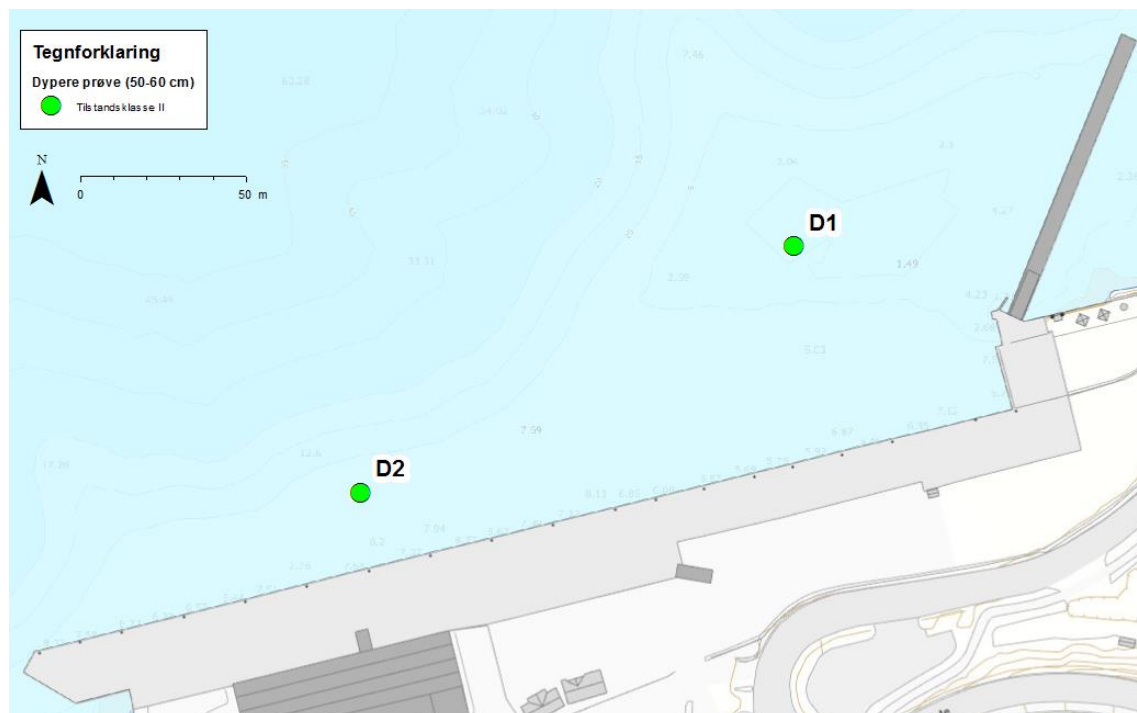
A. Undersøkelser utført av Rambøll 2015

Firkanter viser overflateprøver. Sirkel viser kjerneprøve.



B. Undersøkelser utført av Multiconsult 2019

Oversikt over plassering av stasjoner for prøvetaking av sediment, med angivelse av høyeste tilstandsklasse



Vedlegg 4.

**Ranfjorden innseiling. Kartlegging av forurensede sedimenter. Rambøll
rapport. 06.07.2015**

Beregnet til
Kystverket

Dokument type
Rapport

Dato
06.07.2015

RANFJORDEN INNSEILING

KARTLEGGING AV FORURENSEDE SEDIMENTER



KARTLEGGING AV FORURENSEDE SEDIMENTER

Revisjon **00**
Dato **2015/07/06**
Utført av **Jonas Enoksen og Hans Olav Sømme**
Kontrollert av **Aud Helland**
Godkjent av **Tom Jahren**
Beskrivelse **Rapport fra miljøundersøkelse av sedimenter utenfor
Toraneskaia i Ranfjorden**

Ref. 1350008912

INNHALDSFORTEGNELSE

1.	Innledning	1
1.1	Bakgrunn	1
1.2	Mål for prøvetaking	1
1.3	Områdebeskrivelse	1
2.	Metode	2
2.1	Prøvetaking	2
2.1.1	Analyser	2
2.1.2	Miljøklassifisering av sedimentene	2
3.	Resultater og diskusjon	4
3.1	Prøvetaking og sedimentbeskrivelse	4
3.2	Klassifisering av sedimentenes miljøkvalitet	5
3.2.1	Område 1	5
3.2.2	Område 2	6
3.2.3	Samlet vurdering	6
3.3	Spesielle hensyn ved tiltaksgjennomføring	7
3.3.1	Spredningshindrende tiltak i anleggsfasen	7
3.4	Dokumentasjon før igangsettelse av tiltak	8
4.	Konklusjoner og anbefalinger	8
5.	Referanser	9
6.	Vedlegg	10

FIGURER

Figur 1. Tiltaksområdet ligger i Mo i Rana i Ransfjorden og består av to delområder; område 1 og område 2. I område 1 skal det utfylles og i område 2 skal det mudres ned til kote -8,3 m og 11,3 m.	1
Figur 2. Figuren viser hvor det ble tatt ut kjerneprøver (rød sirkel) og grabbprøver (røde kvadrater). Prøve O1-8m, O1-11m.a og område 2 er blandprøver bestående av sediment fra fire grabbprøver. På grunn av lite sediment består prøve O1-11m.b kun av én grabbprøve.....	4
Figur 3. Fordeling av leire, silt og sand fra prøvene i tiltaksområdet.	5
Figur 4. Høyeste tilstandsklasse registrert i sedimentene i tiltaksområde. Høyeste tilstandsklasse i område 1 er klasse V. Høyeste tilstandsklasse i område 2 er klasse IV.	7

TABELLER

Tabell 1. Klassifisering av tilstand ut fra innhold av metaller og organiske miljøgifter i sedimenter.....	3
Tabell 2. Oversikt over prøvenavn, mudringsdyp, koordinater, vanndybde, sedimentdybde og koter for prøver tatt ut i tiltaksområdet.....	4
Tabell 3. Resultater fra kornstørrelseanalyser av prøver fra tiltaksområdet.....	5
Tabell 4. Analyseresultater sammenlignet med Miljødirektoratets tilstandsklasser.....	6

VEDLEGG

Vedlegg 1 – Prøvebeskrivelse	11
Vedlegg 2 – Analyserapporter.....	12

FORORD

Rambøll har under rammeavtale av 2011-2015 med Kystverket utført miljøteknisk og geoteknisk kartlegging av sjøbunnen ved Toraneskaia i Mo i Rana. Foreliggende rapport tar for seg undersøkelser av sjøbunnen med hensyn på forurensning. Resultater fra geotekniske undersøkelser vil rapporteres separat.

Undersøkelsen er utført på bakgrunn av informasjon gitt av oppdragsgiver og er i henhold til gjeldende regelverk, veiledere og standarder. Denne rapporten gir ingen garanti for at all forurensning i tiltaksområdet er avdekket og dokumentert. Rapporten gir en oversikt over påvist forurensning og gir forslag til håndtering av denne. Rambøll påtar seg ikke ansvar dersom det ved gravearbeider eller i ettertid avdekkes ytterligere, eller annen forurensning enn det som er beskrevet i denne rapporten.

Kontaktperson hos Kystverket har vært Per Helge Thom. Feltarbeidet ble utført fra Arctic SeaWorks' Barents Rescue av Rambølls personell Mikael Wistöm, Magnus Larsson og Jesper Ahlström i samarbeid med mannskapet på båten. Oppdragsleder og laboratoriepersonell i Oslo var Jonas Enoksen.

06.07.2015

Hans Olav Sømme

1. INNLEDNING

1.1 Bakgrunn

Kystverket planlegger å mudre sjøbunnen nordøst for Toraneskaia. Massene tenkes deponert i deponi i område sørvest for kaia. I den forbindelse har Rambøll utført en miljøteknisk undersøkelse av sedimentene i tiltaksområdet.

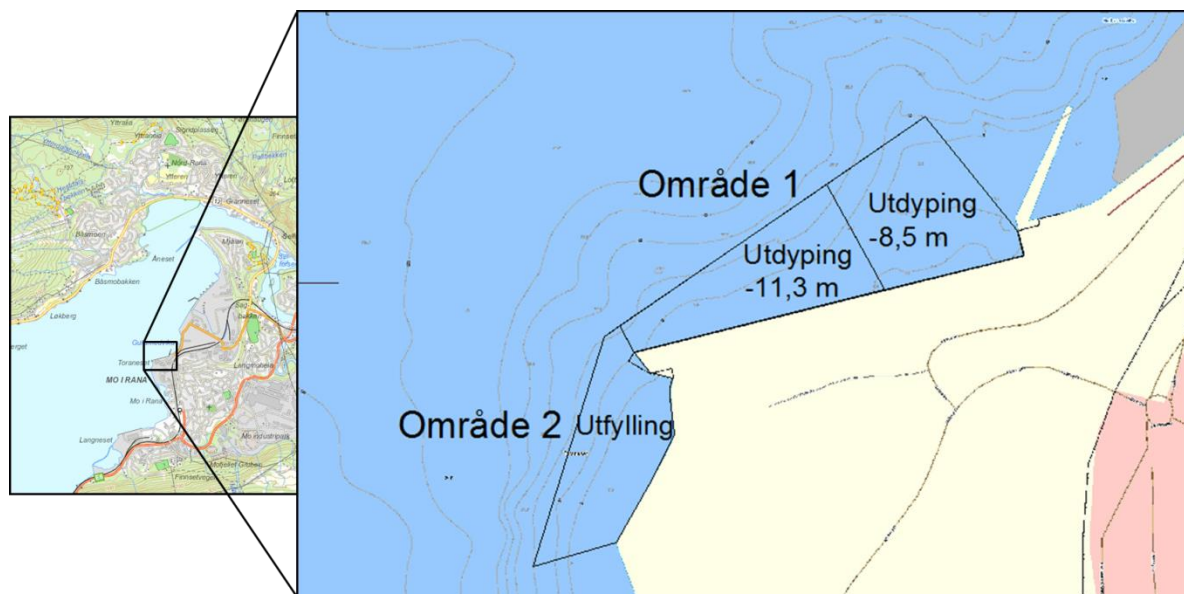
I tillegg er det planlagt å sette opp et seilingsmerke ved Bustneset i Ranfjorden for å sikre farleden. Tiltaksområdet ved Bustneset var så lite at det ble vurdert unødvendig med miljøtekniske undersøkelser.

1.2 Mål for prøvetaking

I området som skal mudres er målet for undersøkelsen å kartlegge utbredelse av forurensede sedimenter, både horisontalt og vertikalt, for å kunne skille rene sedimenter fra forurensede. Dette er nødvendig for å kunne avgjøre mudringsmassenes deponeringsmuligheter. I utfyllingsområdet er det tilstrekkelig å karakterisere toppsedimentene for å kartlegge eventuell fare for spredning under dumpeprosessen.

1.3 Områdebeskrivelse

Det undersøkte området ligger utenfor Toraneskaia i Mo i Rana og utgjør ca. 30 000 m². Det skal utdypes nordøst for kaia (område 1), og utfylles sørvest for kaia (område 2). Område 1 består av to deler hvor en del skal utdypes til kote -8,3 og en del skal utdypes til kote -11,3 m. Vanddybden i område 1 skråner ned mot vest og er i dag ca. 10 m på det dypeste. Vanddybden i området hvor det skal mudres til kote -8,3 er i dag mellom 1,6 og 10 m, hvor ca. 15 000 m² ligger grunnere enn mudringsdypet. I området hvor det skal mudres til kote -11,3 m er vanddybden mellom 7 og 20, hvor ca. 6000 m² ligger grunnere enn mudringsdypet.



Figur 1. Tiltaksområdet ligger i Mo i Rana i Ransfjorden og består av to delområder; område 1 og område 2. I område 1 skal det utfylles og i område 2 skal det mudres ned til kote -8,3 m og 11,3 m.

2. METODE

2.1 Prøvetaking

Fra Miljødirektoratets *Veileder for risikovurdering av forurenset sediment* [1] kan én stasjon representere inntil 10 000 m² sjøbunn i områder grunnere enn 20 m. Sedimentenes forurensningstilstand ble dokumentert med én blandprøve fra totalt tre stasjoner. Én blandprøve består av fire prøver innenfor området prøven representerer. På grunn av stedvis harde sedimenter, var det ved et tilfelle kun mulig å få opp en grabbprøve med sediment. For å få informasjon om forurensningstilstanden ved dette området ble også denne prøven sendt inn til analyse. Resultatene fra analyser fra grabbprøvetaking ble benyttet til å kartlegge sedimentenes horisontale forurensning. Grabbprøvene ble tatt med en Van Veen-grabb

I tillegg ble to det tatt to prøver fra én sedimentkjerne. Kjerneprøven ble tatt for å kartlegge sedimentenes vertikale forurensning. Sedimentkjernen ble tatt med geoteknisk kjerneprøvetaker. Feltarbeidet ble utført fra 17. til 23. mars 2015.

Samtlige sedimentprøver ble åpnet, vurdert og logget av miljøgeolog på Rambølls laboratorium. For hver sedimentprøve ble farge, konsistens, kornstørrelse, lukt, objekter, organismer, gasslommer og eventuelt andre observasjoner logget.

2.1.1 Analyser

Sedimentprøvene ble analysert for innhold av metaller PAH₁₆, PCB₇, og TBT. Det ble også gjennomført en enkel kornfordeling (<63 µm og <2 µm), samt en måling av organisk karbon (TOC) i prøvene. Alle analyser ble utført av ALS Scandinavia som er akkreditert for denne typen analyser.

2.1.2 Miljøklassifisering av sedimentene

Basert på analyseresultatene ble det utført en miljøklassifisering av sedimentene i henhold til Miljødirektoratets *Veileder for klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann* [2]. Metoden går ut på å sammenlikne miljøgiftkonsentrasjonen med grenseverdier for økologiske effekter (Tabell 1) gitt i Miljødirektoratets risikoveileder [1]. Med unntak av TBT, er grenseverdien for akseptabel risiko forbundet med hver miljøgift satt til øvre grense til tilstandsklasse II. For TBT er det en forvaltningsmessig grenseverdi på 35 µg/kg som er gjeldende.

Tabell 1. Klassifisering av tilstand ut fra innhold av metaller og organiske miljøgifter i sedimenter.

			Tilstandsklasser				
			I	II	III	IV	V
			Ubetydelig forurenset/ Bakgrunnsnivå	Moderat forurenset/ God kvalitet	Markert forurenset/ Moderat kvalitet	Sterkt forurenset/ Dårlig kvalitet	Meget sterkt forurenset/ Svært dårlig kvalitet
Metaller	Arsen	mg/kg	<20	20-52	52-76	76-580	>580
	Bly	mg/kg	<30	30-83	83-100	100-720	>720
	Kadmium	mg/kg	<0.25	0.25-2.6	2.6-15	15-140	>140
	Kobber	mg/kg	<35	35-51	51-55	55-220	>220
	Krom	mg/kg	<70	70-560	560-5900	5900-59000	>59000
	Kvikksølv	mg/kg	<0.15	0.15-0.63	0.63-0.86	0.86-1.6	>1.6
	Nikkel	mg/kg	<30	30-46	46-120	120-840	>840
	Sink	mg/kg	<150	150-360	360-590	590-4500	>4500
PAH	Naftalen	µg/kg	<2	2-290	290-1000	1000-2000	>2000
	Acenaftylene	µg/kg	<1.6	1.6-33	33-85	85-850	>850
	Acenaften	µg/kg	<4.8	4.8-160	160-360	360-3600	>3600
	Fluoren	µg/kg	<6.8	6.8-260	260-510	510-5100	>5100
	Fenantren	µg/kg	<6.8	6.8-500	500-1200	1200-2300	>2300
	Antracen	µg/kg	<1.2	1.2-31	31-100	100-1000	>1000
	Fluoranthren	µg/kg	<8	8-170	170-1300	1300-2600	>2600
	Pyren	µg/kg	<5.2	5.2-280	280-2800	2800-5600	>5600
	Benzo[a]antracen	µg/kg	<3.6	3.6-60	60-90	90-900	>900
	Chrysen	µg/kg	<4.4	4.4-280	280-280	280-560	>560
	Benzo[b]fluoranten	µg/kg	<46	46-240	240-490	490-4900	>4900
	Benzo[k]fluoranten	µg/kg		<210	210-480	480-4800	>4800
	Benzo[a]pyren	µg/kg	<6	6-420	420-830	830-4200	>4200
	Indeno[123cd]pyren	µg/kg	<20	20-47	47-70	70-700	>700
	Dibenzo[ah]antracen	µg/kg	<12	12-590	590-1200	1200-12000	>12000
	Benzo[ghi]perylene	µg/kg	<18	18-21	21-31	31-310	>310
	PAH16	µg/kg	<300	300-2000	2000-6000	6000-20000	>20000
Andre organiske miljøgifter	PCB7	µg/kg	<5	5-17	17-190	190-1900	>1900
	TBT forvaltningsmessig	µg/kg	<1	1-5	5-20	20-100	>100

3. RESULTATER OG DISKUSJON

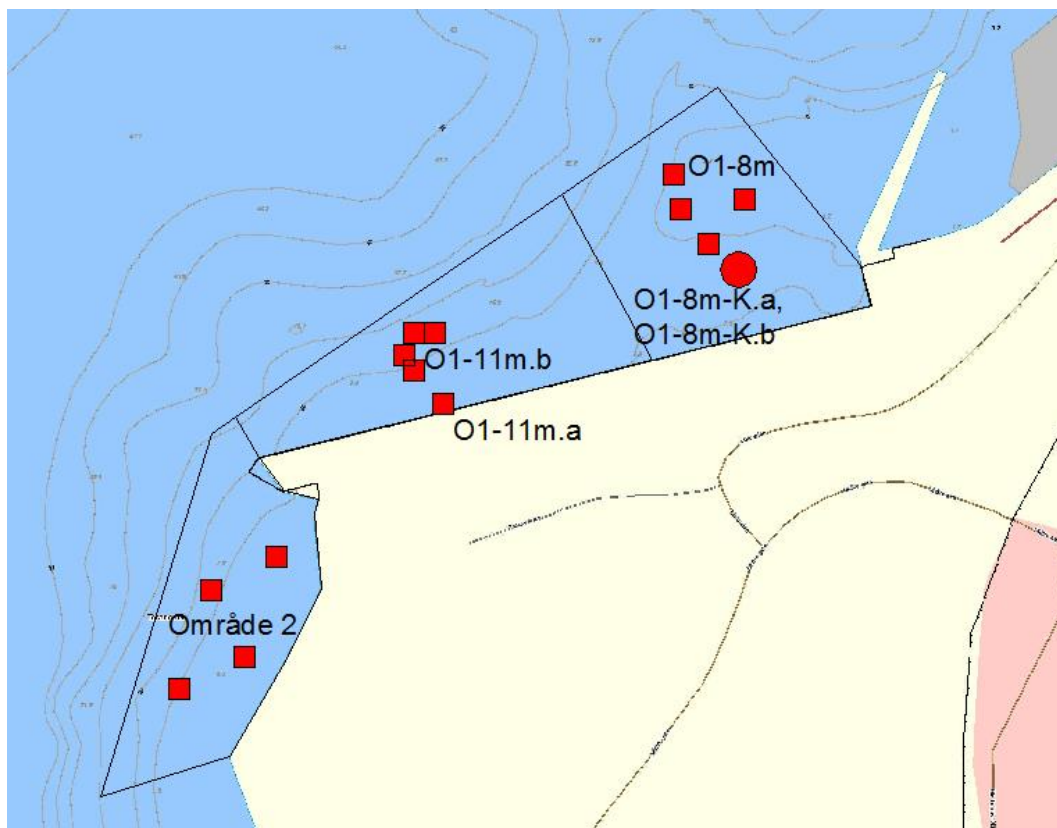
Analyseresultater og beskrivelser av alle sedimentprøver er gitt i Vedlegg 1 og Vedlegg 2.

3.1 Prøvetaking og sedimentbeskrivelse

Fra område 1 ble det tatt to blandprøver (prøvene O1-8m og O1-11m.b) og én enkeltprøve (O1-11m.a) med grabb, alle sendt til analyse. Videre var det ikke mulig å oppdrive kjerneprøve fra området med 11 meters mudringsdyp, dette på grunn av vanskelige bunnforhold med harde sedimenter. Det ble derfor tatt en kjerne fra området med 8,3 meters mudringsdyp. Denne kjernen ble delt opp i to prøver (prøve O1-8m-K.a og O1-8m-K.b), henholdsvis fra kote -8,0–8,3 m og -8,8–9,0 m. Begge prøvene ble sendt til analyse. De to prøvene er fra sedimenter ved mudringsdyp, og rett under mudringsdyp. Fra område 2 ble det tatt ut og analysert én blandprøve fra grabb. Prøvepunkter er vist i Figur 2. Prøveoversikt er gitt i Tabell 2.

Tabell 2. Oversikt over prøvenavn, mudringsdyp, koordinater, vanndybde, sedimentdybde og koter for prøver tatt ut i tiltaksområdet.

Grunne	Prøvenavn	Mudrin gsdyp	Koordinater UTM Sone 33		Koordinater DMM		Vann- dybde (m)	Sediment dybde (cm)	Kote (-m)
			x	y	Lengde	Bredde			
Mudringsområdet	O1-8m	-8.3m	0460922.327	7355575.805	14 7.6876	66 19.0517	6,3	0-10	6,3-6,4
	O1-8m-K.a	-8.3m						0-30	8,0-8,3
	O1-8m-K.b	-8.3m						0-20	8,8-9,0
	O1-11m.a	-11.3m	0460778.399	7355517.279	14 7.4961	66 19.0192	8,3	0-10	8,3-8,4
	O1-11m.b	-11.3m	0460780.50	7355511.33	14 07.499	66 19.0160	8,3	0-10	8,3-8,4
Utfyllings- /dumpe- området	Område 2 (O2)	NA	0460699.908	7355437.629	14 7.3925	66 18.9757	2,7	0-10	2,7-2,8
		NA	0460668.713	7355421.860	14 7.3511	66 18.9670	6,3	0-10	6,3-6,4
		NA	0460684.851	7355389.936	14 7.3732	66 18.9499	3,2	0-10	3,2-3,3
		NA	0460653.656	7355374.167	14 7.3318	66 18.9412	3,2	0-10	3,2-3,3



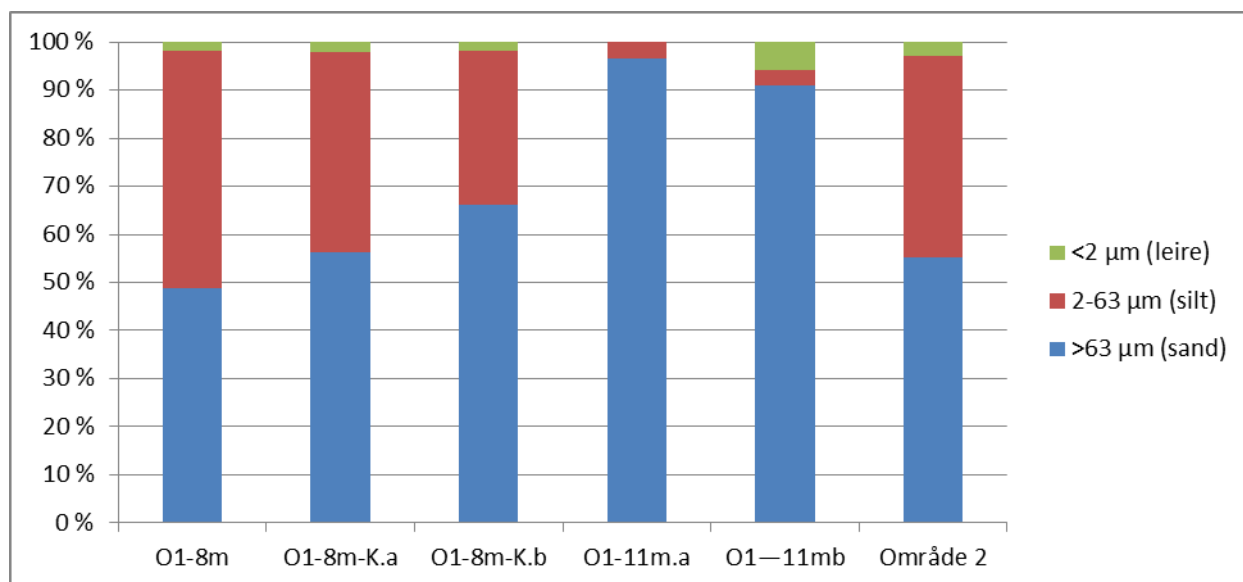
Figur 2. Figuren viser hvor det ble tatt ut kjerneprøver (rød sirkel) og grabbprøver (røde kvadrater). Prøve O1-8m, O1-11m.a og område 2 er blandprøver bestående av sediment fra fire grabbprøver. På grunn av lite sediment består prøve O1-11m.b kun av én grabbprøve.

Analyseresultater fra kornstørrelseanalyser er gitt i Tabell 3 og Figur 3. Overflatesedimentenes kornstørrelse varierer fra siltig leire til grov grus og sand med noe finstoff. De grove sedimentene er lokalisert nær kaikanten på forholdsvis grunt vann, noe som tyder på at disse er påvirket av propellersosjon.

Kjerneprøvene fra kote -8,0-8,3 m og -8,8-9,0 m består av fast, siltig sand. Resultatene viser at sedimentenes innhold av sand øker med dyppet, mens innholdet av silt og leire avtar.

Tabell 3. Resultater fra kornstørrelseanalyser av prøver fra tiltaksområdet.

Partikkelstørrelse	O1-8m	O1-8m-K.a	O1-8m-K.b	O1-11m.a	O1-11m.b	Område 2
>63 µm (sand)	48,8	56,2	66,2	96,6	90,1	55,3
2-63 µm (silt)	49,2	41,7	32,0	3,4	3,1	41,9
<2 µm (leire)	1,9	2,1	1,8	-	5,9	2,8
TOC (%)	1,27	4,71	0,81	9,0	0,266	1,16



Figur 3. Fordeling av leire, silt og sand fra prøvene i tiltaksområdet.

3.2 Klassifisering av sedimentenes miljøkvalitet

3.2.1 Område 1

Horisontal forurensning

Analysen av overflateprøver fra område 1 viser at sedimentene her er sterkt forurenset (Tabell 4). Sedimentene representert ved prøve O1-8m er forurenset til tilstandsklasse V (meget sterkt forurenset) av fenantren, antracen, fluoranthen, benzo[a]antracen, chrysen, indeno(123cd)pyren, benzo[ghi]perylene og PAH₁₆. I tillegg har også prøve O1-8m konsentrasjoner av kobber og TBT tilsvarende tilstandsklasse V.

Prøvene O1-11m.a og O1-11m.b er forurenset av metaller og PAHer tilsvarende tilstandsklasse III (markert forurenset) og IV (sterkt forurenset). Øvrige prøver er alle forurenset av metaller, PAHer og TBT tilsvarende tilstandsklasse IV og V.

Vertikal forurensning

Tabell 4 viser at prøver fra mudringsdyp (O1-8m-K.a og O1-8m-K.b) og sedimentene under planlagt mudringsdyp (kote -8,3 m), også er sterkt forurenset. Prøvene er fra samme sedimentkjerne

fra henholdsvis kote -8,0-8,3 m til kote -8,8-9,0 m og er tatt i samme område som prøve O1-8m. Ved kote -8,0-8,3 er det registrert PAH-konsentrasjoner tilsvarende tilstandsklasse III, IV og V og TBT-konsentrasjoner tilsvarende tilstandsklasse III. Sedimentene ved kote -8,8-9,0 m er mindre forurenset enn de overliggende, men har likevel flere PAH-komponenter i samme tilstandsklasser.

På grunn av harde sedimenter, var det ikke mulig å ta ut sedimentkjerne fra den vestlige delen av område 1 hvor det skal utdypes ned til kote -11,3 m. Det er derfor knyttet stor usikkerhet til forurensningens mektighet i dette området.

3.2.2 Område 2

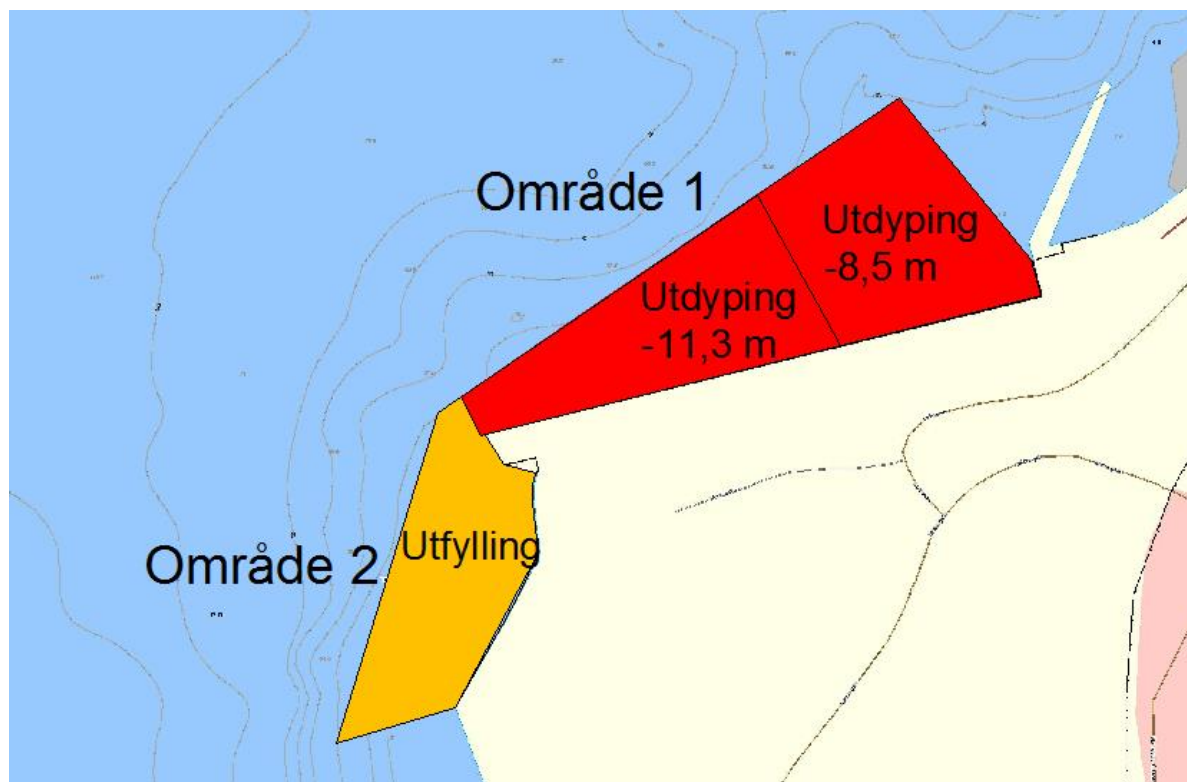
Analysen av grabbprøver fra område 2 (Tabell 4) viser at sedimentene her er forurenset av kobber, benzo[a]antracen, indeno[123cd]pyren, benzo[ghi]perylene og TBT tilsvarende tilstandsklasse IV, og av nikkel tilsvarende tilstandsklasse III. Øvrige miljøgifter klassifiseres til klasse I (bakgrunnsnivå) og II (moderat forurenset).

3.2.3 Samlet vurdering

I Figur 4 er tiltaksområdet delt inn etter tilstandsklasse hvor fargene representerer den høyeste registrerte tilstandsklassen for det gitte området. Sedimentene fra alle områder har miljøgifter i tilstandsklasse IV eller V. De representerer dermed en økologisk risiko og må behandles som forurensete masser. På grunn av forurensningstilstanden kan de mudrede massene ikke benyttes til utfylling i sjø.

Tabell 4. Analyseresultater sammenlignet med Miljødirektoratets tilstandsklasser.

Parameter	Enhet	Tilstandsklasser					
		O1-8m	O1-8m-K.a	O1-8m-K.b	O1-11m.a	O1-11mb	Område 2
Arsen	mg/kg	14,5	9,94	6,06	<1.0	10,8	8,4
Bly	mg/kg	47,8	29,7	9,6	<0.10	22,3	41
Kadmium	mg/kg	0,47	0,6	1,04	<0.10	0,25	0,7
Kobber	mg/kg	267	39,1	24,2	<1.0	56,6	112
Krom	mg/kg	106	25,5	22,8	<1.0	54,1	75,1
Kvikksølv	mg/kg	<0.20	0,23	<0.20	<0.1	<0.20	<0.20
Nikkel	mg/kg	99,3	20,2	18	<1.0	48,7	47,1
Sink	mg/kg	195	113	61,7	<1.0	103	163
Naftalen	mg/kg	0,184	0,584	0,017	0,063	0,015	0,01
Acenaftalen	mg/kg	0,147	0,208	0,015	<0.020	<0.01	<0.01
Acenaften	mg/kg	0,156	1	0,078	0,09	<0.01	<0.01
Fluoren	mg/kg	0,47	1,25	0,172	0,066	0,012	<0.01
Fenantren	mg/kg	2,96	4,31	0,473	0,4	0,087	0,058
Antracen	mg/kg	1,79	1,72	0,23	0,11	0,044	0,028
Fluoranthen	mg/kg	3,47	6,41	0,776	0,6	0,409	0,089
Pyren	mg/kg	2,76	4,14	0,68	0,49	0,404	0,092
Benzo[a]antracen	mg/kg	1,43	4	0,526	0,3	0,286	0,091
Chrysen	mg/kg	1,47	5,07	0,604	0,28	0,3	0,101
Benzo[b]fluoranten	mg/kg	1,77	4,86	0,42	0,33	0,325	0,219
Benzo[k]fluoranten	mg/kg	1,2	2,68	0,322	0,19	0,173	0,127
Benzo[a]pyren	mg/kg	1,56	3,59	0,38	0,32	0,233	0,161
Indeno[123cd]pyren	mg/kg	0,878	1,19	0,164	0,26	0,096	0,127
Dibenzo[ah]antracen	mg/kg	0,205	0,27	0,044	0,06	0,034	0,036
Benzo[ghi]perylene	mg/kg	1,19	2,23	0,262	0,18	0,142	0,212
PAH16	mg/kg	22	44	5,2	3,74	2,6	1,4
PCB7	mg/kg	0,0064	0,015	n.d.	n.d.	<0.0007	<0.0007
TBT forvaltningsmessig	µg/kg	151	13,5	<1	86	6,66	23,4



Figur 4. Høyeste tilstandsklasse registrert i sedimentene i tiltaksområde. Høyeste tilstandsklasse i område 1 er klasse V. Høyeste tilstandsklasse i område 2 er klasse IV.

3.3 Spesielle hensyn ved tiltaksgjennomføring

Undersøkelsene viste at sedimentene i område 1 er forurenset, minst ned til kote -9,0 m. Dette betyr at etter at området er utdypet ned til kote -8,3 m, vil også den «nye» sjøbunnen være forurenset. Prøven fra under mudringsdyp (prøve O1-8m-K.b), viser derimot at sedimentene ved kote -8,8-9,0 er mindre forurenset enn de over (jf. Kap 3.2). Dette betyr at den nye sjøbunnen mest sannsynlig vil være mindre forurenset etter at mudringen er gjennomført. Man oppnår altså en miljøgevinst ved å forlate sjøbunnen forurenset. Man har ikke informasjon om forurensningstilstanden dypere enn til kote -9,0 m og sedimentene kan derfor også være forurenset her.

På grunn av usikkerheten knyttet til forurensningens mektighet i vestre del av område 1, bør man etter at utdypingen er gjennomført, utføre en supplerende prøvetaking. Prøven vil kunne gi svar på om sjøbunnen er forurenset eller ren. For at tiltaket ikke skal forverre miljøtilstanden, bør den «nye» sjøbunnen også her være mindre forurenset enn den opprinnelige sjøbunnen. Dersom prøvetakingen viser at den nye sjøbunnen er mer forurenset enn den opprinnelige, bør det vurderes å iverksette alternative tiltak. Et tiltak for å bedre miljøtilstanden i området kan være tildekking med rene masser.

I område 2 hvor det skal utfylles, er sedimentene forurenset til tilstandsklasse IV. Siden mudringsmassene er forurenset til tilstandsklasse V, kan de ikke benyttes i en utfylling hvor de vil ligge eksponert mot omkringliggende vannmasser. En utfylling bestående av rene masser vil kunne dekke over de forurensete sedimentene og redusere fremtidig spredning av miljøgifter fra området.

3.3.1 Spredningshindrende tiltak i anleggsfasen

Både mudring av- og utfylling på forurensete sedimenter representerer en fare for oppvirvling og spredning av sedimenter. Siden sedimentene i tiltaksområdet er forurenset kan Fylkesmannen sette krav om overvåking under tiltak

Det er 3-51 % finstoff i sedimentene. Siden miljøgifter ofte er bundet til de fineste sedimentpartiklene, vurderes det som sannsynlig at oppvirvling og spredning av partikler fra tiltaksområdet også utgjør en risiko for spredning av forurensning. Hvor stor denne risikoen er, vil avhenge av

utfyllings- og utdypingsmetodikk, og av strømforholdene i området. Havstrømmene i området er hovedsakelig tidevannsgenererte. Spredningshindrende tiltak vil kunne være utplassering av en siltgardin. Funksjon og krav til ettersyn av siltgarding kan være utsatt og krevende i tilfelle sterk strøm.

3.4 Dokumentasjon før igangsettelse av tiltak

Når det er gjort en beslutning på omfang og tiltaksmetode, må det utarbeides søknad om utfylling og utdyping i sjø. Søknaden må inneholde en vurdering av tiltaket opp mot naturmangfoldloven, kulturminner og installasjoner på sjøbunnen.

4. KONKLUSJONER OG ANBEFALNINGER

Analyser av seks sedimentprøver fra fire grabbprøver og to prøver fra kjerne fra mudringsdyp fra tiltaksområdet, er vurdert å gi en god oversikt over forurensnings situasjonen i sedimentene i tiltaksområdet.

På bakgrunn av beskrevne analyser og vurderinger trekkes følgende konklusjoner:

- Overflatesedimentene i område 1 (utdypingsområdet) er meget sterkt forurenset.
- I den østlige delen av område 1, hvor det skal mudres ned til kote -8,3 m, er sedimentene forurenset minst ned til kote -9,0 m. Prøver fra sedimentkjerner viser derimot at sjøbunnen trolig vil være mindre forurenset enn den opprinnelige sjøbunnen. Tiltaket vil dermed gi en miljøgevinst for området.
- På grunn av vanskelige bunnforhold, var det ikke mulig å ta ut sedimentkjerner fra den vestlige delen av område 1. Det er derfor knyttet stor usikkerhet til forurensningens mektighet i dette området. Det anbefales at det utføres en supplerende prøvetaking for å gi svar på om den nye sjøbunnen er mindre forurenset enn den opprinnelige.
- Sedimentene i område 2 (utfyllingsområdet) er sterkt forurenset. Utfylling med rene masser vil være et spredningshindrende tiltak. Etter at utfyllingen er gjennomført vil risikoen for spredning av forurensning være mindre enn hva den er i dag.

5. REFERANSER

1. Miljødirektoratet (2011) *Veileder for Risikovurdering av forurenset sediment*. TA-2802/2011, s. 46.
2. Miljødirektoratet (2007) *Veileder for klassifisering av miljøgifter i vann og sediment*. TA-2229/2007, s. 12.
3. Miljødirektoratet (2012) *Veileder for Håndtering av sedimenter*. TA-2960/2012, s. 96

6. VEDLEGG

Vedlegg 1 – Prøvebeskrivelse

Grunne	Prøvenavn	Mudringdyp	Koordinater UTM Sone 33		Koordinater DMM		Vann- dybde (m)	Sediment dybde (cm)	Kote (-m)	Farge	Kornstr.	Konsistens	Lukt	Observasjoner
			x	y	Lengde	Bredde								
Mudringsområdet	O1-8m	-8.3m	0460922.327	7355575.805	14 7.6876	66 19.0517	6,3	0-10	6,3-6,4	Mørk grå/ koksgrå	Fin sand, silt og leire	Medium bløt	Ingen	Jernutfelling
	O1-8m-K.a	-8.3m						0-30	8,0-8,3	Grå	Leire med noe fin sand/silt	Fast	Ingen	Vann i kjernerør, koksgrå tynt koksgrått lag
	O1-8m-K.b	-8.3m						0-20	8,8-9,0	Grå	Leire med noe fin sand/silt	Svært fast	Ingen	
	O1-11m.a	-11.3m	0460778.399	7355517.279	14 7.4961	66 19.0192	8,3	0-10	8,3-8,4	Gråbrun	Grus med noe finstoff	Løs/ bristende	Ingen	Store skjellfragmenter og plastbiter
	O1-11m.b	-11.3m	0460780.50	7355511.33	14 07.499	66 19.0160	8,3	0-10	8,3-8,4	Grå	Leire og silt	Medium fast	Ingen	
Utfyllings- /dumpe- området	Område 2 (O2)	NA	0460699.908	7355437.629	14 7.3925	66 18.9757	2,7	0-10	2,7-2,8	mørk grå/ koksgrå	Sand, silt og leire	Bløt	Ingen	Jernutfelling
		NA	0460668.713	7355421.860	14 7.3511	66 18.9670	6,3	0-10	6,3-6,4					
		NA	0460684.851	7355389.936	14 7.3732	66 18.9499	3,2	0-10	3,2-3,3					
		NA	0460653.656	7355374.167	14 7.3318	66 18.9412	3,2	0-10	3,2-3,3					

Vedlegg 2 – Analyserapporter



Registrert 2015-04-29 14:59
Utstedt 2015-05-13

Rambøll Norge AS
Jonas Hovd Enoksen

Hoffsveien 4
N-0275 Oslo

Prosjekt Ranfjorden innseiling
Bestnr 1350008912

Analyse av faststoff

Deres prøvenavn	Område 2 Sediment					
Labnummer	N00361001					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	Sign
Tørrstoff (E)	58.9	3.56	%	1	1	MORO
Vanninnhold	41.1	2.49	%	1	1	MORO
Kornstørrelse >63 µm	41.9	4.2	%	1	1	MORO
Kornstørrelse <2 µm	2.8	0.3	%	1	1	MORO
Kornfordeling	-----		se vedl.	1	1	MORO
TOC	1.16		% TS	1	1	MORO
Naftalen	10	3.08	µg/kg TS	1	1	MORO
Acenaftalen	<10		µg/kg TS	1	1	MORO
Acenaften	<10		µg/kg TS	1	1	MORO
Fluoren	<10		µg/kg TS	1	1	MORO
Fenantren	58	17.5	µg/kg TS	1	1	MORO
Antracen	28	8.27	µg/kg TS	1	1	MORO
Fluoranten	89	26.6	µg/kg TS	1	1	MORO
Pyren	92	27.6	µg/kg TS	1	1	MORO
Benso(a)antracen^	91	27.3	µg/kg TS	1	1	MORO
Krysen^	101	30.3	µg/kg TS	1	1	MORO
Benso(b)fluoranten^	219	65.8	µg/kg TS	1	1	MORO
Benso(k)fluoranten^	127	38.2	µg/kg TS	1	1	MORO
Benso(a)pyren^	161	48.4	µg/kg TS	1	1	MORO
Dibenso(ah)antracen^	36	10.8	µg/kg TS	1	1	MORO
Benso(ghi)perylene	212	63.5	µg/kg TS	1	1	MORO
Indeno(123cd)pyren^	127	38.1	µg/kg TS	1	1	MORO
Sum PAH-16*	1400		µg/kg TS	1	1	MORO
Sum PAH carcinogene^*	860		µg/kg TS	1	1	MORO
PCB 28	<0.70		µg/kg TS	1	1	MORO
PCB 52	<0.70		µg/kg TS	1	1	MORO
PCB 101	<0.70		µg/kg TS	1	1	MORO
PCB 118	<0.70		µg/kg TS	1	1	MORO
PCB 138	<0.70		µg/kg TS	1	1	MORO
PCB 153	<0.70		µg/kg TS	1	1	MORO
PCB 180	<0.70		µg/kg TS	1	1	MORO
Sum PCB-7*	n.d.		µg/kg TS	1	1	MORO
As (Arsen)	8.40	1.68	mg/kg TS	1	1	MORO
Pb (Bly)	41.0	8.2	mg/kg TS	1	1	MORO
Cu (Kopper)	112	22.5	mg/kg TS	1	1	MORO
Cr (Krom)	75.1	15.0	mg/kg TS	1	1	MORO



Deres prøvenavn	Område 2 Sediment					
Labnummer	N00361001					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	Sign
Cd (Kadmium)	0.70	0.14	mg/kg TS	1	1	MORO
Hg (Kvikksølv)	<0.20		mg/kg TS	1	1	MORO
Ni (Nikkel)	47.1	9.4	mg/kg TS	1	1	MORO
Zn (Sink)	163	32.6	mg/kg TS	1	1	MORO
Tørrstoff (L)	61.2	2	%	2	V	MORO
Monobutyltinnkation	5.57	2.20	µg/kg TS	2	C	MORO
Dibutyltinnkation	14.9	5.88	µg/kg TS	2	C	MORO
Tributyltinnkation	23.4	7.50	µg/kg TS	2	C	MORO



Deres prøvenavn	BGB266 + DPE080 Sediment					
Labnummer	N00361002					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	Sign
Tørrstoff (E)	59.6	3.61	%	1	1	MORO
Vanninnhold	40.4	2.45	%	1	1	MORO
Kornstørrelse >63 µm	41.7	4.2	%	1	1	MORO
Kornstørrelse <2 µm	2.1	0.2	%	1	1	MORO
Kornfordeling	-----		se vedl.	1	1	MORO
TOC	4.71		% TS	1	1	MORO
Naftalen	584	175	µg/kg TS	1	1	MORO
Acenaftalen	208	62.4	µg/kg TS	1	1	MORO
Acenaften	1000	300	µg/kg TS	1	1	MORO
Fluoren	1250	376	µg/kg TS	1	1	MORO
Fenantren	4310	1290	µg/kg TS	1	1	MORO
Antracen	1720	517	µg/kg TS	1	1	MORO
Fluoranten	6410	1920	µg/kg TS	1	1	MORO
Pyren	4140	1240	µg/kg TS	1	1	MORO
Benso(a)antracen [^]	4000	1200	µg/kg TS	1	1	MORO
Krysen [^]	5070	1520	µg/kg TS	1	1	MORO
Benso(b)fluoranten [^]	4860	1460	µg/kg TS	1	1	MORO
Benso(k)fluoranten [^]	2680	803	µg/kg TS	1	1	MORO
Benso(a)pyren [^]	3590	1080	µg/kg TS	1	1	MORO
Dibenso(ah)antracen [^]	270	80.9	µg/kg TS	1	1	MORO
Benso(ghi)perylene	2230	670	µg/kg TS	1	1	MORO
Indeno(123cd)pyren [^]	1190	357	µg/kg TS	1	1	MORO
Sum PAH-16*	44000		µg/kg TS	1	1	MORO
Sum PAH carcinogene ^{^*}	22000		µg/kg TS	1	1	MORO
PCB 28	<0.70		µg/kg TS	1	1	MORO
PCB 52	2.38	0.714	µg/kg TS	1	1	MORO
PCB 101	3.82	1.15	µg/kg TS	1	1	MORO
PCB 118	3.39	1.02	µg/kg TS	1	1	MORO
PCB 138	2.88	0.862	µg/kg TS	1	1	MORO
PCB 153	1.93	0.578	µg/kg TS	1	1	MORO
PCB 180	0.85	0.256	µg/kg TS	1	1	MORO
Sum PCB-7*	15		µg/kg TS	1	1	MORO
As (Arsen)	9.94	1.99	mg/kg TS	1	1	MORO
Pb (Bly)	29.7	5.9	mg/kg TS	1	1	MORO
Cu (Kopper)	39.1	7.82	mg/kg TS	1	1	MORO
Cr (Krom)	25.5	5.11	mg/kg TS	1	1	MORO
Cd (Kadmium)	0.60	0.12	mg/kg TS	1	1	MORO
Hg (Kvikksølv)	0.23	0.04	mg/kg TS	1	1	MORO
Ni (Nikkel)	20.2	4.0	mg/kg TS	1	1	MORO
Zn (Sink)	113	22.7	mg/kg TS	1	1	MORO
Tørrstoff (L)	61.9	2	%	2	V	MORO
Monobutyltinnkation	2.14	0.843	µg/kg TS	2	C	MORO
Dibutyltinnkation	10.4	4.10	µg/kg TS	2	C	MORO
Tributyltinnkation	13.5	4.30	µg/kg TS	2	C	MORO



Deres prøvenavn	RA1521B Sediment					
Labnummer	N00361003					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	Sign
Tørrstoff (E)	72.1	4.36	%	1	1	MORO
Vanninnhold	27.9	1.70	%	1	1	MORO
Kornstørrelse >63 µm	3.1	0.3	%	1	1	MORO
Kornstørrelse <2 µm	5.9	0.6	%	1	1	MORO
Kornfordeling	-----		se vedl.	1	1	MORO
TOC	0.266		% TS	1	1	MORO
Naftalen	15	4.56	µg/kg TS	1	1	MORO
Acenaftilen	<10		µg/kg TS	1	1	MORO
Acenaften	<10		µg/kg TS	1	1	MORO
Fluoren	12	3.61	µg/kg TS	1	1	MORO
Fenantren	87	26.2	µg/kg TS	1	1	MORO
Antracen	44	13.3	µg/kg TS	1	1	MORO
Fluoranten	409	122	µg/kg TS	1	1	MORO
Pyren	404	121	µg/kg TS	1	1	MORO
Benso(a)antracen^	286	85.7	µg/kg TS	1	1	MORO
Krysen^	300	90.2	µg/kg TS	1	1	MORO
Benso(b)fluoranten^	325	97.5	µg/kg TS	1	1	MORO
Benso(k)fluoranten^	173	52.0	µg/kg TS	1	1	MORO
Benso(a)pyren^	233	69.8	µg/kg TS	1	1	MORO
Dibenso(ah)antracen^	34	10.1	µg/kg TS	1	1	MORO
Benso(ghi)perylene	142	42.5	µg/kg TS	1	1	MORO
Indeno(123cd)pyren^	96	28.9	µg/kg TS	1	1	MORO
Sum PAH-16*	2600		µg/kg TS	1	1	MORO
Sum PAH carcinogene^*	1500		µg/kg TS	1	1	MORO
PCB 28	<0.70		µg/kg TS	1	1	MORO
PCB 52	<0.70		µg/kg TS	1	1	MORO
PCB 101	<0.70		µg/kg TS	1	1	MORO
PCB 118	<0.70		µg/kg TS	1	1	MORO
PCB 138	<0.70		µg/kg TS	1	1	MORO
PCB 153	<0.70		µg/kg TS	1	1	MORO
PCB 180	<0.70		µg/kg TS	1	1	MORO
Sum PCB-7*	n.d.		µg/kg TS	1	1	MORO
As (Arsen)	10.8	2.17	mg/kg TS	1	1	MORO
Pb (Bly)	22.3	4.4	mg/kg TS	1	1	MORO
Cu (Kopper)	56.6	11.3	mg/kg TS	1	1	MORO
Cr (Krom)	54.1	10.8	mg/kg TS	1	1	MORO
Cd (Kadmium)	0.25	0.05	mg/kg TS	1	1	MORO
Hg (Kvikksølv)	<0.20		mg/kg TS	1	1	MORO
Ni (Nikkel)	48.7	9.7	mg/kg TS	1	1	MORO
Zn (Sink)	103	20.7	mg/kg TS	1	1	MORO
Tørrstoff (L)	72.0	2	%	2	V	MORO
Monobutyltinnkation	<1		µg/kg TS	2	C	MORO
Dibutyltinnkation	2.69	1.09	µg/kg TS	2	C	MORO
Tributyltinnkation	6.66	2.13	µg/kg TS	2	C	MORO



Deres prøvenavn	RA1506 ytprov Sediment					
Labnummer	N00361004					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	Sign
Tørrstoff (E)	61.9	3.74	%	1	1	MORO
Vanninnhold	38.1	2.32	%	1	1	MORO
Kornstørrelse >63 µm	49.2	4.9	%	1	1	MORO
Kornstørrelse <2 µm	1.9	0.2	%	1	1	MORO
Kornfordeling	-----		se vedl.	1	1	MORO
TOC	1.27		% TS	1	1	MORO
Naftalen	184	55.3	µg/kg TS	1	1	MORO
Acenaftalen	147	44.1	µg/kg TS	1	1	MORO
Acenaften	156	46.9	µg/kg TS	1	1	MORO
Fluoren	470	141	µg/kg TS	1	1	MORO
Fenantren	2960	888	µg/kg TS	1	1	MORO
Antracen	1790	537	µg/kg TS	1	1	MORO
Fluoranten	3470	1040	µg/kg TS	1	1	MORO
Pyren	2760	827	µg/kg TS	1	1	MORO
Benso(a)antracen^	1430	430	µg/kg TS	1	1	MORO
Krysen^	1470	440	µg/kg TS	1	1	MORO
Benso(b)fluoranten^	1770	531	µg/kg TS	1	1	MORO
Benso(k)fluoranten^	1200	360	µg/kg TS	1	1	MORO
Benso(a)pyren^	1560	470	µg/kg TS	1	1	MORO
Dibenso(ah)antracen^	205	61.5	µg/kg TS	1	1	MORO
Benso(ghi)perylene	1190	356	µg/kg TS	1	1	MORO
Indeno(123cd)pyren^	878	263	µg/kg TS	1	1	MORO
Sum PAH-16*	22000		µg/kg TS	1	1	MORO
Sum PAH carcinogene^*	8500		µg/kg TS	1	1	MORO
PCB 28	<0.70		µg/kg TS	1	1	MORO
PCB 52	1.05	0.316	µg/kg TS	1	1	MORO
PCB 101	0.98	0.294	µg/kg TS	1	1	MORO
PCB 118	1.21	0.362	µg/kg TS	1	1	MORO
PCB 138	1.33	0.400	µg/kg TS	1	1	MORO
PCB 153	1.02	0.306	µg/kg TS	1	1	MORO
PCB 180	0.78	0.234	µg/kg TS	1	1	MORO
Sum PCB-7*	6.4		µg/kg TS	1	1	MORO
As (Arsen)	14.5	2.91	mg/kg TS	1	1	MORO
Pb (Bly)	47.8	9.6	mg/kg TS	1	1	MORO
Cu (Kopper)	267	53.4	mg/kg TS	1	1	MORO
Cr (Krom)	106	21.2	mg/kg TS	1	1	MORO
Cd (Kadmium)	0.47	0.09	mg/kg TS	1	1	MORO
Hg (Kvikksølv)	<0.20		mg/kg TS	1	1	MORO
Ni (Nikkel)	99.3	19.9	mg/kg TS	1	1	MORO
Zn (Sink)	195	39.1	mg/kg TS	1	1	MORO
Tørrstoff (L)	64.1	2	%	2	V	MORO
Monobutyltinnkation	7.87	3.10	µg/kg TS	2	C	MORO
Dibutyltinnkation	45.5	17.9	µg/kg TS	2	C	MORO
Tributyltinnkation	151	51.0	µg/kg TS	2	C	MORO



* etter parameternavn indikerer uakkreditert analyse.

n.d. betyr ikke påvist.

n/a betyr ikke analyserbart.

< betyr mindre enn.

> betyr større enn.

Metodespesifikasjon	
1	<p>«Sediment basispakke» Risikovurdering av sediment</p> <p>Bestemmelse av vanninnhold og tørrstoff</p> <p>Metode: ISO 11465 Måleprinsipp: Tørrstoff bestemmes gravimetrisk og vanninnhold beregnes utfra målte verdier. Rapporteringsgrense: 0,10 % Måleusikkerhet: 5 %</p> <p>Bestemmelse av Kornfordeling (<63 µm, >63 µm og <2 µm)</p> <p>Metode: ISO 11277:2009 Måleprinsipp: Laserdiffraksjon Rapporteringsgrense: 0,10 %</p> <p>Bestemmelse av TOC</p> <p>Metode: ISO 10694, EN 13137, EN 15936 Måleprinsipp: Coulometrisk bestemmelse Rapporteringsgrense: 0,010 %TS</p> <p>Bestemmelse av polysykliske aromatiske hydrokarboner, PAH-16</p> <p>Metode: EPA 429, EPA 1668, EPA 3550 Måleprinsipp: GC/MSD Rapporteringsgrenser: 10 µg/kg TS Måleusikkerhet: 30 %</p> <p>Bestemmelse av polyklorerte bifenyler, PCB-7</p> <p>Metode: EPA 429, EPA 1668, EPA 3550 Måleprinsipp: GC/MSD Rapporteringsgrenser: 0,7 µg/kg TS Måleusikkerhet: 30 %</p> <p>Bestemmelse av metaller, M-1C</p> <p>Metode: EPA 200.7, ISO 11885, EPA 6010, SM 3120 Måleprinsipp: ICP-AES Rapporteringsgrenser: As(0.50), Cd(0.10), Cr(0.25), Cu(0.10), Pb(1.0), Hg(0.20), Ni(5.0), Zn(1.0) alle enheter i mg/kg TS Måleusikkerhet: 20 %</p>
2	<p>«Sediment basispakke» Risikovurdering av sediment</p>



Metodespesifikasjon	
Bestemmelse av tinnorganiske forbindelser	
Metode:	ISO 23161:2011
Deteksjon og kvantifisering:	GC-ICP-SFMS
Rapporteringsgrenser:	1 µg/kg TS

Godkjenner	
MORO	Monia Ronningen

Underleverandør ¹	
C	GC-ICP-MS Ansvarlig laboratorium: ALS Scandinavia AB, Aurorum 10, 977 75 Luleå, Sverige Akkreditering: SWEDAC, registreringsnr. 2030
V	Ansvarlig laboratorium: ALS Scandinavia AB, Aurorum 10, 977 75 Luleå, Sverige Akkreditering: SWEDAC, registreringsnr. 2030
1	Ansvarlig laboratorium: ALS Laboratory Group, ALS Czech Republic s.r.o, Na Harfě 9/336, Praha, Tsjekkia Lokalisering av andre ALS laboratorier: Ceska Lipa Bendlova 1687/7, 470 03 Ceska Lipa Pardubice V Raji 906, 530 02 Pardubice Akkreditering: Czech Accreditation Institute, labnr. 1163. Kontakt ALS Laboratory Group Norge, for ytterligere informasjon

Måleusikkerheten angis som en utvidet måleusikkerhet (etter definisjon i "Evaluation of measurement data – Guide to the expression of uncertainty in measurement", JCGM 100:2008 Corrected version 2010) beregnet med en dekningsfaktor på 2 noe som gir et konfidensintervall på om lag 95%.

Måleusikkerhet fra underleverandører angis ofte som en utvidet usikkerhet beregnet med dekningsfaktor 2. For ytterligere informasjon, kontakt laboratoriet.

Denne rapporten får kun gjengis i sin helhet, om ikke utførende laboratorium på forhånd har skriftlig godkjent annet.

Angående laboratoriets ansvar i forbindelse med oppdrag, se aktuell produktkatalog eller vår webside www.alsglobal.no

Den digitalt signert PDF-fil representerer den opprinnelige rapporten. Eventuelle utskrifter er å anse som kopier.

¹ Utførende teknisk enhet (innen ALS Laboratory Group) eller eksternt laboratorium (underleverandør).



Registrert 2015-05-19 12:15
Utstedt 2015-06-01

Rambøll Norge AS
jonas Enoksen

Postboks 427 Skøyen
0213 OSLO

Prosjekt Ranfjorden innseiling
Bestnr 1350008912

Analyse av faststoff

Deres prøvenavn	UW3111 Sediment					
Labnummer	N00363433					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	Sign
Tørrstoff (E)	78.0	4.71	%	1	1	JIBJ
Vanninnhold	22.0	1.35	%	1	1	JIBJ
Kornstørrelse >63 µm	32.0	3.2	%	1	1	JIBJ
Kornstørrelse <2 µm	1.8	0.2	%	1	1	JIBJ
Kornfordeling	-----		se vedl.	1	1	JIBJ
TOC	0.810		% TS	1	1	JIBJ
Naftalen	17	5.22	µg/kg TS	1	1	JIBJ
Acenaftalen	15	4.58	µg/kg TS	1	1	JIBJ
Acenaften	78	23.4	µg/kg TS	1	1	JIBJ
Fluoren	172	51.7	µg/kg TS	1	1	JIBJ
Fenantren	473	142	µg/kg TS	1	1	JIBJ
Antracen	230	68.9	µg/kg TS	1	1	JIBJ
Fluoranten	776	233	µg/kg TS	1	1	JIBJ
Pyren	680	204	µg/kg TS	1	1	JIBJ
Benso(a)antracen^	526	158	µg/kg TS	1	1	JIBJ
Krysen^	604	181	µg/kg TS	1	1	JIBJ
Benso(b)fluoranten^	420	126	µg/kg TS	1	1	JIBJ
Benso(k)fluoranten^	322	96.6	µg/kg TS	1	1	JIBJ
Benso(a)pyren^	380	114	µg/kg TS	1	1	JIBJ
Dibenso(ah)antracen^	44	13.1	µg/kg TS	1	1	JIBJ
Benso(ghi)perylene	262	78.8	µg/kg TS	1	1	JIBJ
Indeno(123cd)pyren^	164	49.3	µg/kg TS	1	1	JIBJ
Sum PAH-16*	5200		µg/kg TS	1	1	JIBJ
Sum PAH carcinogene^*	2500		µg/kg TS	1	1	JIBJ
PCB 28	<0.70		µg/kg TS	1	1	JIBJ
PCB 52	<0.70		µg/kg TS	1	1	JIBJ
PCB 101	<0.70		µg/kg TS	1	1	JIBJ
PCB 118	<0.70		µg/kg TS	1	1	JIBJ
PCB 138	<0.70		µg/kg TS	1	1	JIBJ
PCB 153	<0.70		µg/kg TS	1	1	JIBJ
PCB 180	<0.70		µg/kg TS	1	1	JIBJ
Sum PCB-7*	n.d.		µg/kg TS	1	1	JIBJ
As (Arsen)	6.06	1.21	mg/kg TS	1	1	JIBJ
Pb (Bly)	9.6	1.9	mg/kg TS	1	1	JIBJ
Cu (Kopper)	24.2	4.85	mg/kg TS	1	1	JIBJ
Cr (Krom)	22.8	4.57	mg/kg TS	1	1	JIBJ



Deres prøvenavn	UW3111 Sediment					
Labnummer	N00363433					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (\pm)	Enhet	Metode	Utført	Sign
Cd (Kadmium)	1.04	0.21	mg/kg TS	1	1	JIBJ
Hg (Kvikksølv)	<0.20		mg/kg TS	1	1	JIBJ
Ni (Nikkel)	18.0	3.6	mg/kg TS	1	1	JIBJ
Zn (Sink)	61.7	12.3	mg/kg TS	1	1	JIBJ
Tørrstoff (L)	77.2	2	%	2	V	HABO
Monobutyltinnkation	<1		$\mu\text{g/kg TS}$	2	C	HABO
Dibutyltinnkation	<1		$\mu\text{g/kg TS}$	2	C	HABO
Tributyltinnkation	<1		$\mu\text{g/kg TS}$	2	C	HABO



* etter parameternavn indikerer uakkreditert analyse.
 n.d. betyr ikke påvist.
 n/a betyr ikke analyserbart.
 < betyr mindre enn.
 > betyr større enn.

Metodespesifikasjon	
1	<p>«Sediment basispakke» Risikovurdering av sediment</p> <p>Bestemmelse av vanninnhold og tørrstoff</p> <p>Metode: ISO 11465 Måleprinsipp: Tørrstoff bestemmes gravimetrisk og vanninnhold beregnes utfra målte verdier. Rapporteringsgrense: 0,10 % Måleusikkerhet: 5 %</p> <p>Bestemmelse av Kornfordeling (<63 µm, >63 µm og <2 µm)</p> <p>Metode: ISO 11277:2009 Måleprinsipp: Laserdiffraksjon Rapporteringsgrense: 0,10 %</p> <p>Bestemmelse av TOC</p> <p>Metode: ISO 10694, EN 13137, EN 15936 Måleprinsipp: Coulometrisk bestemmelse Rapporteringsgrense: 0,010 %TS</p> <p>Bestemmelse av polysykliske aromatiske hydrokarboner, PAH-16</p> <p>Metode: EPA 429, EPA 1668, EPA 3550 Måleprinsipp: GC/MSD Rapporteringsgrenser: 10 µg/kg TS Måleusikkerhet: 30 %</p> <p>Bestemmelse av polyklorerte bifenyler, PCB-7</p> <p>Metode: EPA 429, EPA 1668, EPA 3550 Måleprinsipp: GC/MSD Rapporteringsgrenser: 0,7 µg/kg TS Måleusikkerhet: 30 %</p> <p>Bestemmelse av metaller, M-1C</p> <p>Metode: EPA 200.7, ISO 11885, EPA 6010, SM 3120 Måleprinsipp: ICP-AES Rapporteringsgrenser: As(0.50), Cd(0.10), Cr(0.25), Cu(0.10), Pb(1.0), Hg(0.20), Ni(5.0), Zn(1.0) alle enheter i mg/kg TS Måleusikkerhet: 20 %</p>
2	<p>«Sediment basispakke» Risikovurdering av sediment</p>



Metodespesifikasjon	
Bestemmelse av tinnorganiske forbindelser	
Metode:	ISO 23161:2011
Deteksjon og kvantifisering:	GC-ICP-SFMS
Rapporteringsgrenser:	1 µg/kg TS

Godkjenner	
HABO	Hanne Boklund
JIBJ	Jan Inge Bjørnengen

Underleverandør ¹	
C	GC-ICP-MS Ansvarlig laboratorium: ALS Scandinavia AB, Aurorum 10, 977 75 Luleå, Sverige Akkreditering: SWEDAC, registreringsnr. 2030
V	Ansvarlig laboratorium: ALS Scandinavia AB, Aurorum 10, 977 75 Luleå, Sverige Akkreditering: SWEDAC, registreringsnr. 2030
1	Ansvarlig laboratorium: ALS Laboratory Group, ALS Czech Republic s.r.o, Na Harřě 9/336, Praha, Tsjekkia Lokalisering av andre ALS laboratorier: Ceska Lipa Bendlova 1687/7, 470 03 Ceska Lipa Pardubice V Raji 906, 530 02 Pardubice Akkreditering: Czech Accreditation Institute, labnr. 1163. Kontakt ALS Laboratory Group Norge, for ytterligere informasjon

Måleusikkerheten angis som en utvidet måleusikkerhet (etter definisjon i "Evaluation of measurement data – Guide to the expression of uncertainty in measurement", JCGM 100:2008 Corrected version 2010) beregnet med en dekningsfaktor på 2 noe som gir et konfidensintervall på om lag 95%.

Måleusikkerhet fra underleverandører angis ofte som en utvidet usikkerhet beregnet med dekningsfaktor 2. For ytterligere informasjon, kontakt laboratoriet.

Denne rapporten får kun gjengis i sin helhet, om ikke utførende laboratorium på forhånd har skriftlig godkjent annet.

Angående laboratoriets ansvar i forbindelse med oppdrag, se aktuell produktkatalog eller vår webside www.alsglobal.no

Den digitalt signert PDF-fil representerer den opprinnelige rapporten. Eventuelle utskrifter er å anse som kopier.

¹ Utførende teknisk enhet (innen ALS Laboratory Group) eller eksternt laboratorium (underleverandør).



Registrert 2015-05-19 00:00
Utstedt 2015-06-10

Rambøll Norge AS
Jonas Hovd Enoksen

Hoffsveien 4
N-0275 Oslo

Prosjekt Ranfjorden innseiling
Bestnr 1350008912

Analyse av sediment

Deres prøvenavn	RA 1521A Sediment					
Labnummer	N00361005					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	Sign
Storvolum ekstraksjon	Ja			1	1	HABO
Tørrstoff (G)	87.9		%	2	1	HABO
Vanninnhold*	12.1		%	2	1	HABO
Kornstørrelse <63 µm	3.4		% TS	2	1	HABO
Kornstørrelse <2 µm	-		% TS	2	1	HABO
TOC	9.0		% TS	2	1	HABO
Naftalen	0.063	0.012	mg/kg TS	2	1	HABO
Acenaftilen	<0.020		mg/kg TS	2	1	HABO
Acenaften	0.090	0.017	mg/kg TS	2	1	HABO
Fluoren	0.066	0.013	mg/kg TS	2	1	HABO
Fenantren	0.40	0.077	mg/kg TS	2	1	HABO
Antracen	0.11	0.021	mg/kg TS	2	1	HABO
Fluoranten	0.60	0.12	mg/kg TS	2	1	HABO
Pyren	0.49	0.094	mg/kg TS	2	1	HABO
Benso(a)antracen^	0.30	0.058	mg/kg TS	2	1	HABO
Krysen^	0.28	0.054	mg/kg TS	2	1	HABO
Benso(b)fluoranten^	0.33	0.065	mg/kg TS	2	1	HABO
Benso(k)fluoranten^	0.19	0.036	mg/kg TS	2	1	HABO
Benso(a)pyren^	0.32	0.061	mg/kg TS	2	1	HABO
Dibenso(ah)antracen^	0.060	0.012	mg/kg TS	2	1	HABO
Benso(ghi)perylene	0.18	0.035	mg/kg TS	2	1	HABO
Indeno(123cd)pyren^	0.26	0.050	mg/kg TS	2	1	HABO
Sum PAH-16*	3.74		mg/kg TS	2	1	HABO
Sum PAH carcinogene^*	1.74		mg/kg TS	2	1	HABO
PCB 28	<0.0010		mg/kg TS	2	1	HABO
PCB 52	<0.0010		mg/kg TS	2	1	HABO
PCB 101	<0.0010		mg/kg TS	2	1	HABO
PCB 118	<0.0010		mg/kg TS	2	1	HABO
PCB 138	<0.0010		mg/kg TS	2	1	HABO
PCB 153	<0.0010		mg/kg TS	2	1	HABO
PCB 180	<0.0010		mg/kg TS	2	1	HABO
Sum PCB-7*	n.d.		mg/kg TS	2	1	HABO
As (Arsen)	<1.0		mg/kg TS	2	1	HABO
Cd (Kadmium)	<0.10		mg/kg TS	2	1	HABO
Cr (Krom)	<1.0		mg/kg TS	2	1	HABO
Cu (Kopper)	<1.0		mg/kg TS	2	1	HABO



Deres prøvenavn	RA 1521A Sediment					
Labnummer	N00361005					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	Sign
Hg (Kvikksølv)	<0.10		mg/kg TS	2	1	HABO
Ni (Nikkel)	<1.0		mg/kg TS	2	1	HABO
Pb (Bly)	<1.0		mg/kg TS	2	1	HABO
Zn (Sink)	<1.0		mg/kg TS	2	1	HABO
Monobutyltinnkation	<1.0		µg/kg TS	3	1	HABO
Dibutyltinnkation	6.3	0.82	µg/kg TS	3	1	HABO
Tributyltinnkation	86	11	µg/kg TS	3	1	HABO



* etter parameternavn indikerer uakkreditert analyse.
 n.d. betyr ikke påvist.
 n/a betyr ikke analyserbart.
 < betyr mindre enn.
 > betyr større enn.

Metodespesifikasjon	
1	Prøvepreparering GBA
2	<p>Analyse av sediment basispakke del 1</p> <p>Bestemmelse av Vanninnhold</p> <p>Metode: DIN ISO 11465 Kvantifikasjonsgrense: 0,10 % TS</p> <p>Bestemmelse av Kornfordeling (<2 µm og <63 µm)</p> <p>Metode: DIN 18123</p> <p>Bestemmelse av TOC</p> <p>Metode: DIN ISO 10694 Kvantifikasjonsgrenser: 0,05 %TS</p> <p>Bestemmelse av polysykliske aromatiske hydrokarboner, PAH-16</p> <p>Metode: GC/MSD Ekstraksjon: Aceton/heksan med Soxhlet eller SE Rensing: SiOH-kolonne om nødvendig Deteksjon og kvantifisering: GC/MSD Kvantifikasjonsgrenser: 0,050 mg/kg TS</p> <p>Analyse av polyklorerte bifenyler (PCB)</p> <p>Metode: E DIN ISO 10382 Ekstraksjon: Aceton/heksan/sykloheksan med Soxhlet eller SE Rensing: SiOH-kolonne om nødvendig Deteksjon og kvantifisering: GC-MSD Kvantifikasjonsgrenser: 0,1 µg/kg TS</p> <p>Bestemmelse av tinnorganiske forbindelser</p> <p>Metode: DIN 19744 Ekstraksjon: Metanol/heksan Rensing: Alumina Derivativering: Na tetraetyl borat (NaBEt4) Deteksjon og kvantifisering: GC-AED Kvantifikasjonsgrenser: 1 µg/kg TS</p>



Metodespesifikasjon	
Bestemmelse av tungmetaller	
Metode:	DIN EN ISO 17294-2 (E29)
Deteksjon og kvantifisering:	Plasme-emisjonsspektrometri (ICP-AES)
Kvantifikasjonsgrenser:	Pb 1 mg/kg TS
	Cd 0,1 mg/kg TS
	Cr 1 mg/kg TS
	Cu 1 mg/kg TS
	Ni 1 mg/kg TS
	Hg 0,1 mg/kg TS
	Zn 1 mg/kg TS
	As 1 mg/kg TS
3	Bestemmelse av Sedimentpakke-del 2. Tinnorganiske forbindelser.
Metode:	DIN ISO 23161
Ekstraksjon:	Metanol/heksan
Rensing:	Alumina
Derivatisering:	Na tetraetyl borat (NaBEt ₄)
Deteksjon og kvantifisering:	GC-AED
Kvantifikasjonsgrenser:	1 µg/kg TS

Godkjenner	
HABO	Hanne Boklund

Underleverandør ¹	
1	Ansvarlig laboratorium: GBA, Flensburger Straße 15, 25421 Pinneberg, Tyskland Lokalisering av andre GBA laboratorier: Hildesheim Daimlerring 37, 31135 Hildesheim Gelsenkirchen Wiedehopfstraße 30, 45892 Gelsenkirchen Freiberg Meißner Ring 3, 09599 Freiberg Hameln: Brekelbaumstraße 1, 31789 Hameln Hamburg: Goldschmidstraße 5, 21073 Hamburg Akkreditering: DAkks, registreringsnr. D-PL-14170-01-00 Kontakt ALS Laboratory Group Norge, for ytterligere informasjon

Måleusikkerheten angis som en utvidet måleusikkerhet (etter definisjon i "Evaluation of measurement data – Guide to the expression of uncertainty in measurement", JCGM 100:2008 Corrected version 2010) beregnet med en dekningsfaktor på 2 noe som gir et konfidensintervall på om lag 95%.

Måleusikkerhet fra underleverandører angis ofte som en utvidet usikkerhet beregnet med dekningsfaktor 2. For ytterligere informasjon, kontakt laboratoriet.

Denne rapporten får kun gjengis i sin helhet, om ikke utførende laboratorium på forhånd har skriftlig godkjent annet.

Angående laboratoriets ansvar i forbindelse med oppdrag, se aktuell produktkatalog eller vår webside www.alsglobal.no

¹ Utførende teknisk enhet (innen ALS Laboratory Group) eller eksternt laboratorium (underleverandør).



Den digitalt signert PDF-fil representerer den opprinnelige rapporten. Eventuelle utskrifter er å anse som kopier.



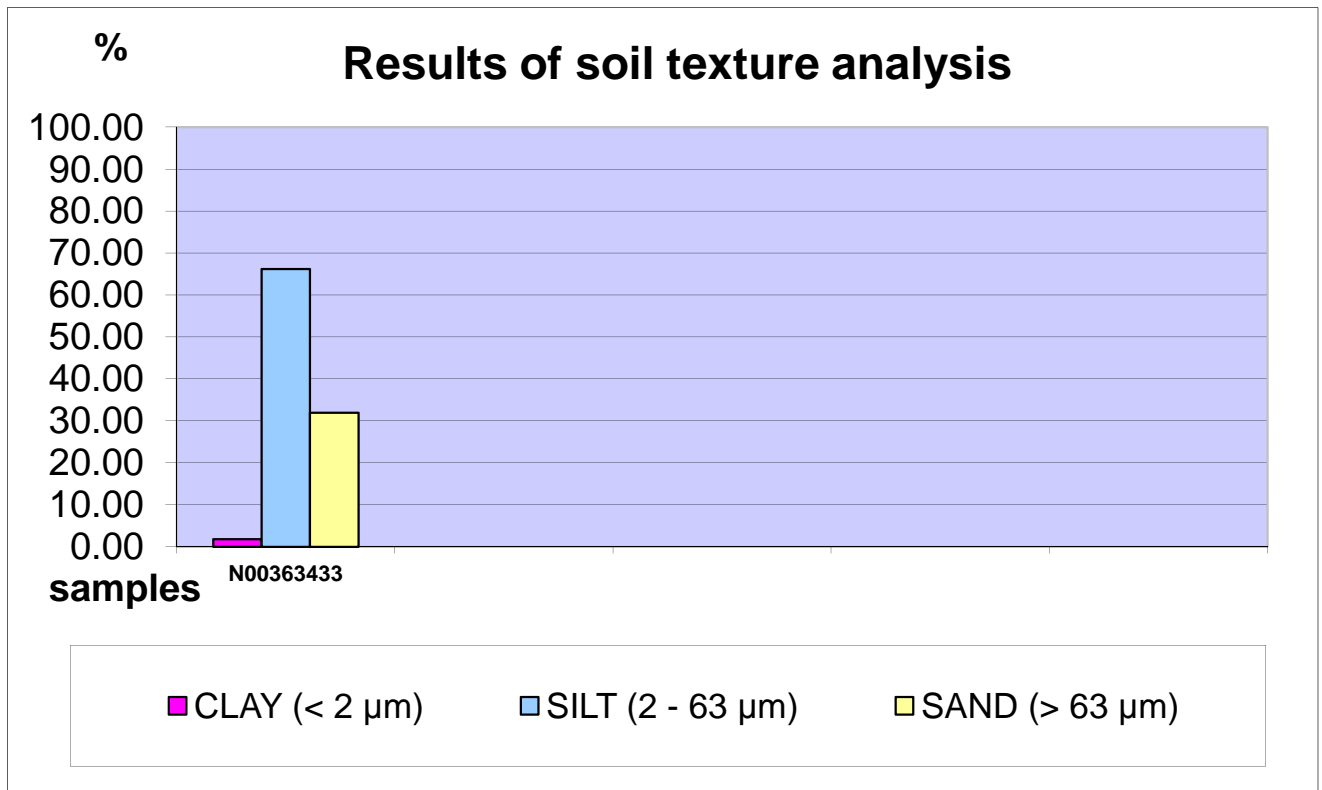
ALS Czech Republic, s.r.o., Na Harfě 336/9, 190 00 Praha 9

ALS Czech Republic, s.r.o., Laboratory Česká Lípa Attachment No. 1 to the Test Report No.: PR1530120

Bendlova 1687/7, CZ-470 03 Česká Lípa, Czech Republic

RESULTS OF SOIL TEXTURE ANALYSIS

Sample label:	N00363433	
Lab. ID:	001	
Gross sample weight [g]	39.68	
CLAY (< 2 µm) [%]	1.80	
SILT (2 - 63 µm) [%]	66.20	
SAND (> 63 µm) [%]	31.99	



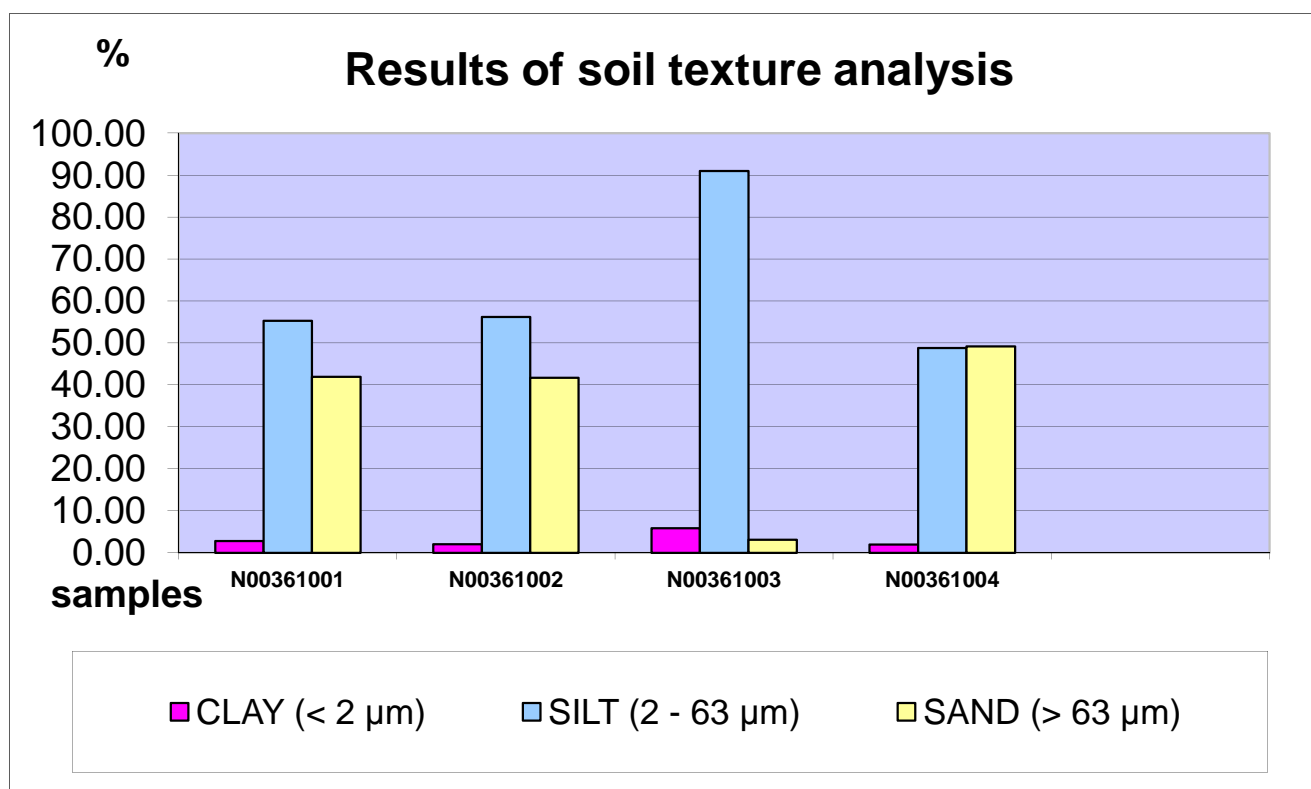
Test method specification: CZ_SOP_D06_07_120 Grain size analysis using the wet sieve analysis using laser diffraction (fraction from 2 µm to 63 mm) Fraction > 0.063 mm determined by wet sieving method, other fractions determined from the fraction "< 0.063mm" by laser particle size analyzer using liquid dispersion mode. Fractions "**Sand >63 µm**", "**Silt 2-63 µm**" and "**Clay <2 µm**" evaluated from measured data.

Test specification, deviations, additions to or exclusions from the test specification:



RESULTS OF SOIL TEXTURE ANALYSIS

Sample label:	N00361001	N00361002	N00361003	N00361004
Lab. ID:	001	002	003	004
Gross sample weight [g]	18.17	15.18	14.82	34.08
CLAY (< 2 µm) [%]	2.81	2.09	5.90	1.95
SILT (2 - 63 µm) [%]	55.28	56.18	90.97	48.82
SAND (> 63 µm) [%]	41.91	41.73	3.13	49.23



Test method specification: CZ_SOP_D06_07_120 Grain size analysis using the wet sieve analysis using laser diffraction (fraction from 2 µm to 63 mm) Fraction > 0.063 mm determined by wet sieving method, other fractions determined from the fraction "< 0.063mm" by laser particle size analyzer using liquid dispersion mode. Fractions "Sand >63 µm", "Silt 2-63 µm" and "Clay <2 µm" evaluated from measured data.

Test specification, deviations, additions to or exclusions from the test specification:

Vedlegg 5.

Miljøundersøkelser av sjøbunnsediment, Multiconsult rapport (10210111-RIGm-RAP-001)

RAPPORT

Grunnundersøkelser, Toraneskaia

OPPDRAKSGIVER

Mo i Rana Havn KF

EMNE

Miljøgeologiske undersøkelser av
sjøbunnsediment

DATO / REVISJON: 29. mars 2019 / 00

DOKUMENTKODE: 10209057-RIGm-RAP-001



Multiconsult

Denne rapporten er utarbeidet av Multiconsult i egen regi eller på oppdrag fra kunde. Kundens rettigheter til rapporten er regulert i oppdragsavtalen. Hvis kunden i samsvar med oppdragsavtalen gir tredjepart tilgang til rapporten, har ikke tredjepart andre eller større rettigheter enn det han kan utlede fra kunden. Multiconsult har intet ansvar dersom rapporten eller deler av denne brukes til andre formål, på annen måte eller av andre enn det Multiconsult skriftlig har avtalt eller samtykket til. Deler av rapportens innhold er i tillegg beskyttet av opphavsrett. Kopiering, distribusjon, endring, bearbeidelse eller annen bruk av rapporten kan ikke skje uten avtale med Multiconsult eller eventuell annen opphavsrettshaver.

RAPPORT

OPPDRAG	Grunnundersøkelser, Toraneskaia	DOKUMENTKODE	10209057-RIGm-RAP-001
EMNE	Miljøgeologiske undersøkelser av sjøbunnsediment	TILGJENGELIGHET	Åpen
OPPDRAGSGIVER	Mo i Rana Havn KF	OPPDRAGSLEDER	Roger Kristoffersen
KONTAKTPERSON	Svein Tore Nordhagen	UTARBEIDET AV	Johannes Abildsnes
KOORDINATER	SONE:33N ØST: 461088 NORD: 7355803	ANSVARLIG ENHET	10235012
GNR./BNR./SNR.	20/23, 20/261, 20/268 RANA KOMMUNE		Miljøgeologi Nord

SAMMENDRAG

Mo i Rana Havn KF har engasjert Multiconsult Norge AS som rådgiver i miljøgeologi i forbindelse med planlagt mudring og deponering av mudringsmasser ved henholdsvis Toraneskaia og Bulkterminalen i Mo i Rana havn.

Det er utført prøvetaking av overflatesediment (0-10 cm) fra 3 stasjoner samt dypere sedimentprøver (50-60 cm og 100-110 cm) fra to stasjoner innenfor aktuelt tiltaksområde. Sedimentprøvene er kjemisk analysert for innhold av tungmetaller, PAH₁₆, PCB₇, TBT og TOC. I tillegg er det utført analyse av tørrstoff- og finstoffinnhold.

I overflateprøvene tatt ved Bulkterminalen ble det påvist forurensning i tilstandsklasse V (svært dårlig miljøtilstand) i alle 3 prøvestasjoner. I de dypere prøvene tatt ved Toraneskaia ble det ikke påvist forurensning over i tilstandsklasse II (god miljøtilstand). Tidligere undersøkelser ved Toraneskaia har påvist forurensning i tilstandsklasse IV og V i overflatesediment og mellom 1,7 m og 2,7 m ned i sedimentet (Rambøll 2015).

Mudring og utfylling i sjø krever tillatelse fra Fylkesmannen før arbeidene kan starte, jf. forurensningsloven §11 og forurensningsforskriften kapittel 22.

Rev01: Korrigert refererte opplysninger fra tidligere sedimentundersøkelser utført av Rambøll.

01	29.03.2019	Korrigert refererte opplysninger fra undersøkelser utført av Rambøll	Johannes Abildsnes	Iselin Johnsen	Iselin Johnsen
00	07.03.2019	Miljøgeologiske undersøkelser av sjøbunnsediment	Johannes Abildsnes	Iselin Johnsen	Iselin Johnsen
REV.	DATO	BESKRIVELSE	UTARBEIDET AV	KONTROLLERT AV	GODKJENT AV

INNHOLDSFORTEGNELSE

1	Innledning	5
2	Områdebeskrivelse	6
3	Utførte undersøkelser	7
3.1	Feltundersøkelser	7
3.2	Laboratorieundersøkelser	7
4	Resultater	8
4.1	Sedimentbeskrivelse	8
4.2	Kjemiske analyser	8
4.3	Finstoffinnhold og totalt organisk karbon	11
5	Konklusjon	11
6	Referanser	11

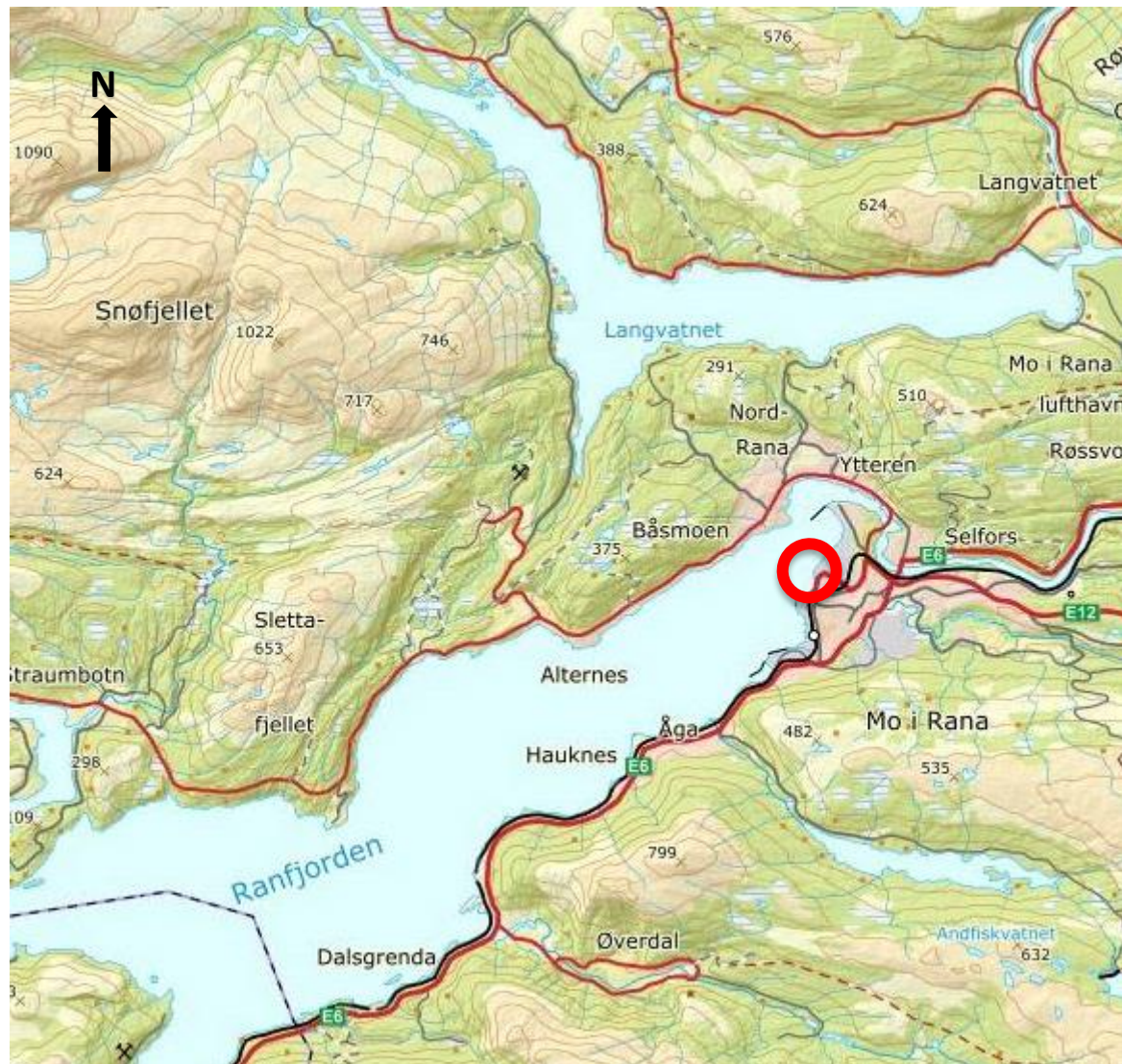
Vedlegg

- A Multiconsults notat 4013-RIGm-NOT-001 *Miljøprøvetaking av sjøbunnsedimenter, sjøvann og suspendert stoff.*
Datert 01.06.2015.
- B Analysebevis, ALS Laboratory Group Norway AS

1 Innledning

Det er planlagt mudring ved Toraneskaia i Mo i Rana, og deponering av mudringsmassene i et strandkantdeponi ved Bulkterminalen (Figur 1). Mo i Rana Havn KF har engasjert Multiconsult Norge AS som rådgiver i miljøgeologi for dette arbeidet.

Multiconsult har utført miljøgeologisk prøvetaking av sjøbunnsediment i det aktuelle tiltaksområdet. Denne rapporten inneholder resultatene fra den miljøgeologiske undersøkelsen.



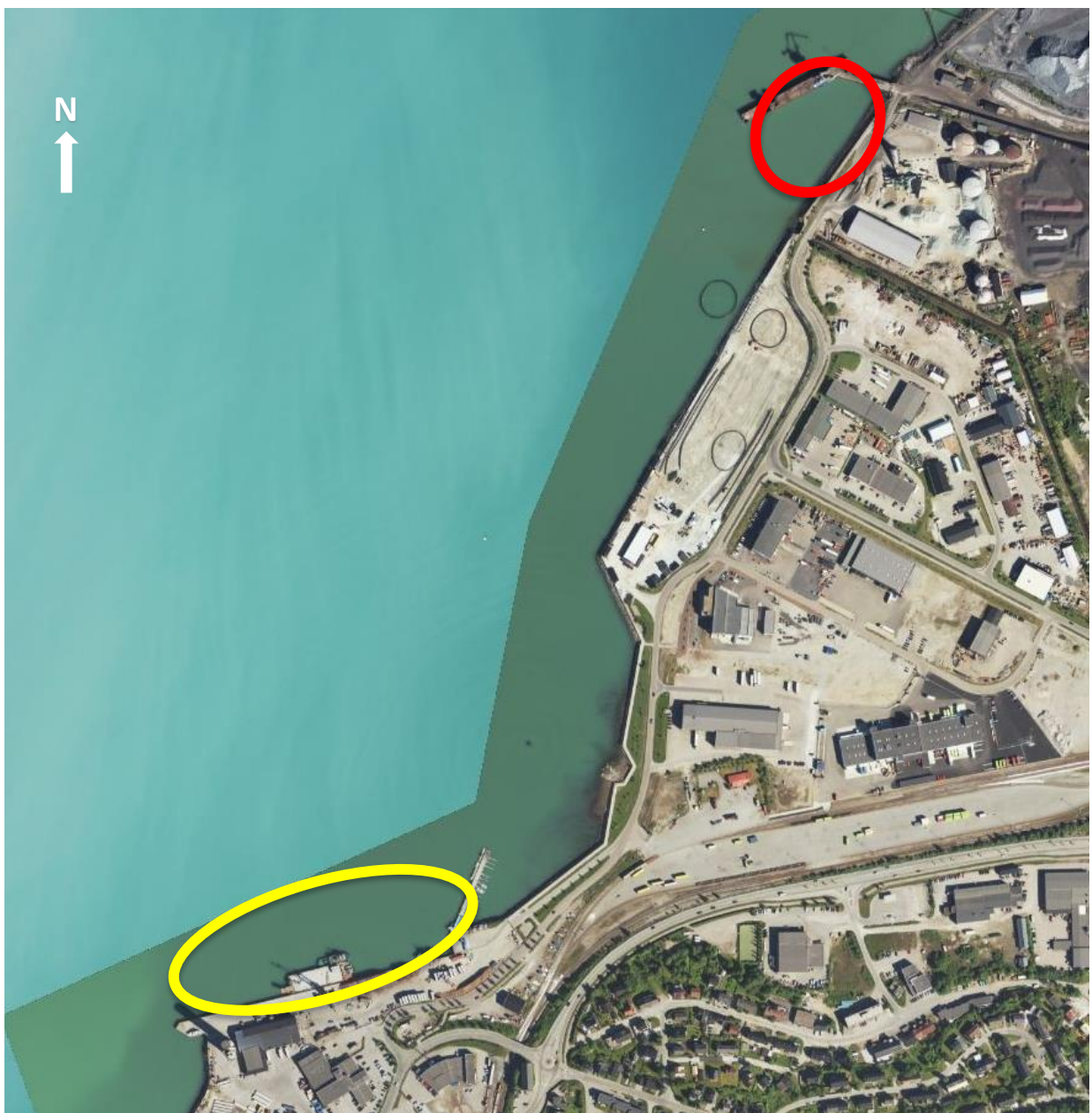
Figur 1: Oversiktskart. Undersøkt område er markert med rød ring.

2 Områdebeskrivelse

De undersøkte områdene ligger ved Toraneskaia og Bulkterminalen i Mo i Rana havn, se Figur 2.

Tidligere undersøkelser har vist at sjøbunnsedimentene i Ranfjorden er forurenset av blant annet PAH og tungmetaller, på grunn av utslipp fra industrivirksomhet i Mo i Rana. Historiske forurensningskilder er koksverket, jernverket, diverse gruveindustri, skipstrafikk, urensa kommunale avløp m.m.

Rambøll har i 2015 utført miljøundersøkelser ved Toraneskaia med prøver av overflatesediment (0-10 cm) og dypere prøver (1,7-2,0 m og 2,5-2,7 m) [5]. Det ble her påvist forurensning i tilstandsklasse IV (dårlig miljøtilstand) og tilstandsklasse V (svært dårlig miljøtilstand) både i overflatesediment og i dypere prøver.



Figur 2: Ortofoto. Undersøkt område ved Toraneskaia og Bulkterminalen er markert med henholdsvis gul ring og rød ring.

3 Utførte undersøkelser

3.1 Feltundersøkelser

Feltarbeidet med prøvetaking av overflatesediment ble utført 23. januar 2019. Det var ca. – 18 °C og vindstille oppholdsvær under feltarbeidet. Det ble samlet inn prøver av overflatesediment (0-10 cm) fra 3 stasjoner innenfor planlagt område for strandkantdeponi. Prøvene fra overflatesediment ble tatt med Van Veen-grabb fra Multiconsults borefartøy Borecat. Dypere prøver fra planlagt mudringsområde ble samlet inn med stempelprøvetaker fra Borecat, 29. januar 2019.

Plassering av prøvestasjoner er vist i Figur 3 og Figur 4.

Prøvetaking og analyse er utført i henhold til prosedyrer gitt i veiledere om klassifisering og håndtering av sediment fra *Direktoratsgruppen for gjennomføring av vannforskriften* [1] og Miljødirektoratet [2], [3], norsk standard for sedimentprøvetaking i marine områder [4], samt Multiconsult sine interne retningslinjer.

Stasjonsdyp ble avlest på stedet og korrigert (ref. sjøkartnull) med hensyn til observert havnivå på prøvetidspunktet (www.havniva.no). Koordinater for prøvestasjonene er angitt i UTM sone 33, se Tabell 1.

Feltarbeidet er loggført med alle data som kan ha betydning for resultatet av undersøkelsen. For nærmere beskrivelse av prøvetakingsmetode og prøveoppbevaring vises det til vedlegg A "*Miljøprøvetaking av sjøbunnsedimenter, sjøvann og suspendert stoff*".

3.2 Laboratorieundersøkelser

Totalt 7 sedimentprøver fra 5 stasjoner er sendt til kjemisk analyse for innhold av miljøgifter.

Prøvene er analysert for innhold av tungmetaller (arsen, bly, kadmium, kobber, krom, kvikksølv, nikkel og sink), polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH₁₆), polyklorerte bifenyler (PCB₇), tributyltinn (TBT) og totalt organisk karbon (TOC). Prøvene er også analysert for innhold av tørrstoff og finstoff.

Analysene er utført av ALS Laboratory Group, som er akkreditert for denne typen analyser.

4 Resultater

4.1 Sedimentbeskrivelse

Lokalisering av prøvestasjonene, stasjonsdyp, samt visuell beskrivelse av sedimentprøvene er presentert i Tabell 1. Sedimentbeskrivelsen er basert på observasjoner gjort under feltarbeidet, samt under prøveopparbeiding.

Tabell 1: Toraneskaia og Bulkterminalen, Mo i Rana. Beskrivelse av sediment fra de ulike prøvestasjonene.

Prøve-stasjon	X (øst) UTM-sone 33	Y (nord) UTM-sone 33	Kote (sjøkartnull)	Sedimentdyp (cm)	Sedimentbeskrivelse
ST1	461406	7356475	-5,9	0-10	Finkornig gråbrunt mudder. Noe algerester og skjellrester.
ST2	461379	7356429	-3,7	0-10	Finkornig gråbrunt mudder. Noe algerester.
ST3	461324	7356437	-10,7	0-10	Finkornig gråbrunt mudder. Noe algerester og skjellrester.
D1	460920	7355608	-3,9	0-150	0-30 cm: Siltig gråsvart sand med noe plante- og skjellrester, bløtt 30-70: Siltig sand 80-150 cm: Siltig grå finsand
D2	460790	7355531	-10,4	0-150	0-70: Siltig grå finsand 80-150: Siltig grå finsand

4.2 Kjemiske analyser

Analyseresultatene er vurdert i henhold til *Direktoratsgruppen for gjennomføring av vannforskriften* sitt system for klassifisering av miljøtilstanden i vann [1]. Klassifiseringssystemet deler sedimentene inn i fem tilstandsklasser som vist i Tabell 2. Resultatene fra de kjemiske analysene er vist i Tabell 3. Fullstendig analysebevis er gitt i vedlegg B.

Tabell 2: Klassifiseringssystemet for metaller og organiske miljøgifter i sjøvann og marine sedimenter.

Tilstandsklasser for sediment				
I Bakgrunn	II God	III Moderat	IV Dårlig	V Svært dårlig
Bakgrunnsnivå	Ingen toksiske effekter	Kroniske effekter ved langtidseksponering	Akutt toksiske effekter ved korttidseksponering	Omfattende akutt-toksiske effekter

Tabell 3: Analyseresultater markert med farger tilsvarende tilstandsklassene som vist i Tabell 2

PARAMETER	ST1 (0-10 cm)	ST2 (0-10 cm)	ST3 (0-10 cm)	D1 (50-60 cm)	D1 (100-110 cm)	D2 (50-60 cm)	D2 (100-110 cm)
Arsen (As) mg/kg	6,5	9,8	5	3,5	3,5	3	5,3
Bly (Pb) mg/kg	16	9	20	6	3	6	4
Kobber (Cu) mg/kg	74	51	130	20	15	43	25
Krom (Cr) mg/kg	51	37	58	18	15	41	24
Kadmium (Cd) mg/kg	0,14	<0.02	0,06	0,13	0,09	0,08	0,12
Kvikksølv (Hg) mg/kg	0,02	0,03	0,06	<0.01	<0.01	0,01	0,02
Nikkel (Ni) mg/kg	44	29	69	16	12	31	18
Sink (Zn) mg/kg	110	75	130	49	39	89	54
Sum PCB ₇ µg/kg	<4	<4	<4	<4	<4	<4	<4
Naftalen µg/kg	2000	530	470	<10	<10	<10	<10
Acenaftalen µg/kg	1400	210	210	<10	<10	<10	<10
Acenaften µg/kg	940	490	200	<10	<10	<10	<10
Fluoren µg/kg	2300	570	340	<10	<10	<10	<10
Fenantren µg/kg	11000	850	900	<10*	<10*	<10*	<10*
Antracen µg/kg	4500	500	520	<10	<10	<10	<10
Fluoranten µg/kg	14000	930	1600	<10	<10	<10	<10
Pyren µg/kg	11000	720	1200	<10	<10	<10	<10
Benso(a)antracen µg/kg	5500	490	910	<10	<10	<10	<10
Krysen µg/kg	5300	500	1000	<10	<10	<10	<10
Benso(b)fluoranten µg/kg	7700	770	1600	<10	<10	<10	<10
Benso(k)fluoranten µg/kg	2200	210	510	<10	<10	<10	<10
Benso(a)pyren µg/kg	6000	540	1100	<10	<10	<10	<10
Dibenso(ah)antracen µg/kg	640	86	180	<10	<10	<10	<10
Benso(ghi)perylene µg/kg	2400	370	570	<10	<10	<10	<10
Indeno(123-cd)pyren µg/kg	2400	290	520	<10	<10	<10	<10
Sum PAH ₁₆ µg/kg	79000	8100	12000	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Tributyltinn (TBT)** µg/kg	9,99	1,82	7,2	<1	<1	<1	<1

*Tilstandsklasse III eller bedre

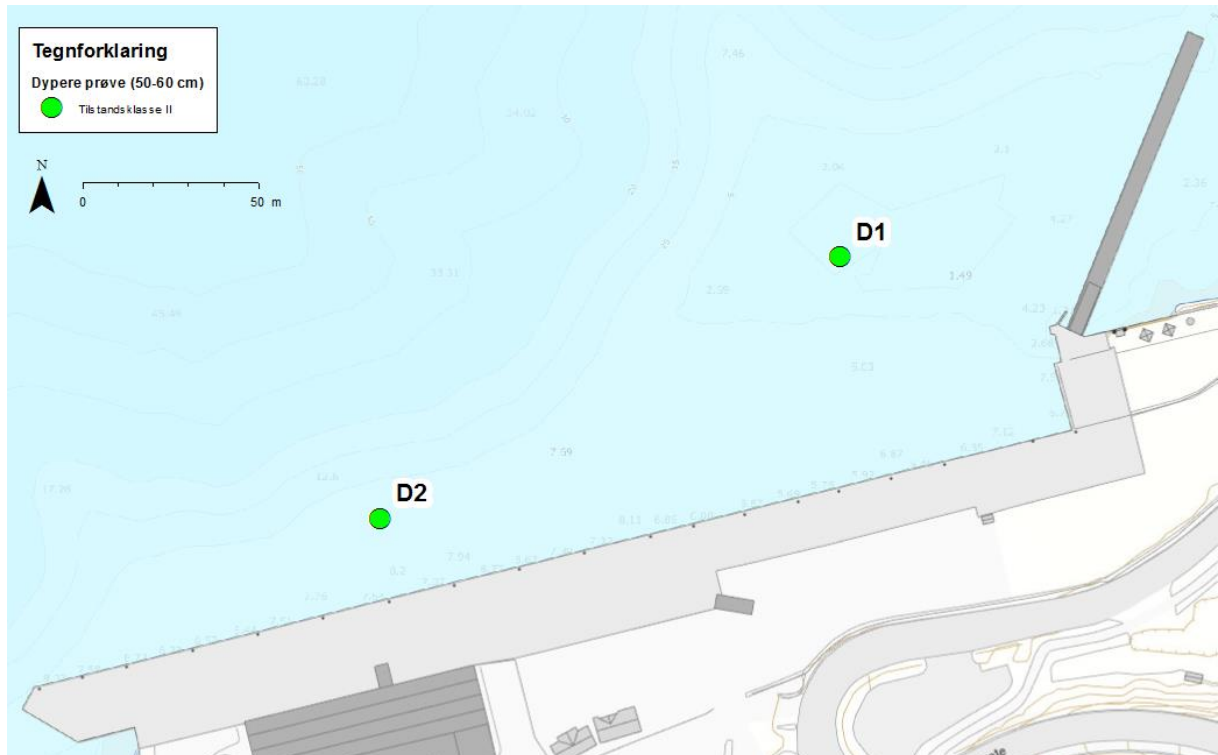
** TBT er sammenliknet med forvaltningsmessige grenseverdier gitt i Miljødirektoratets veileder TA-2229/2007 [5]

< = Mindre enn deteksjonsgrensen

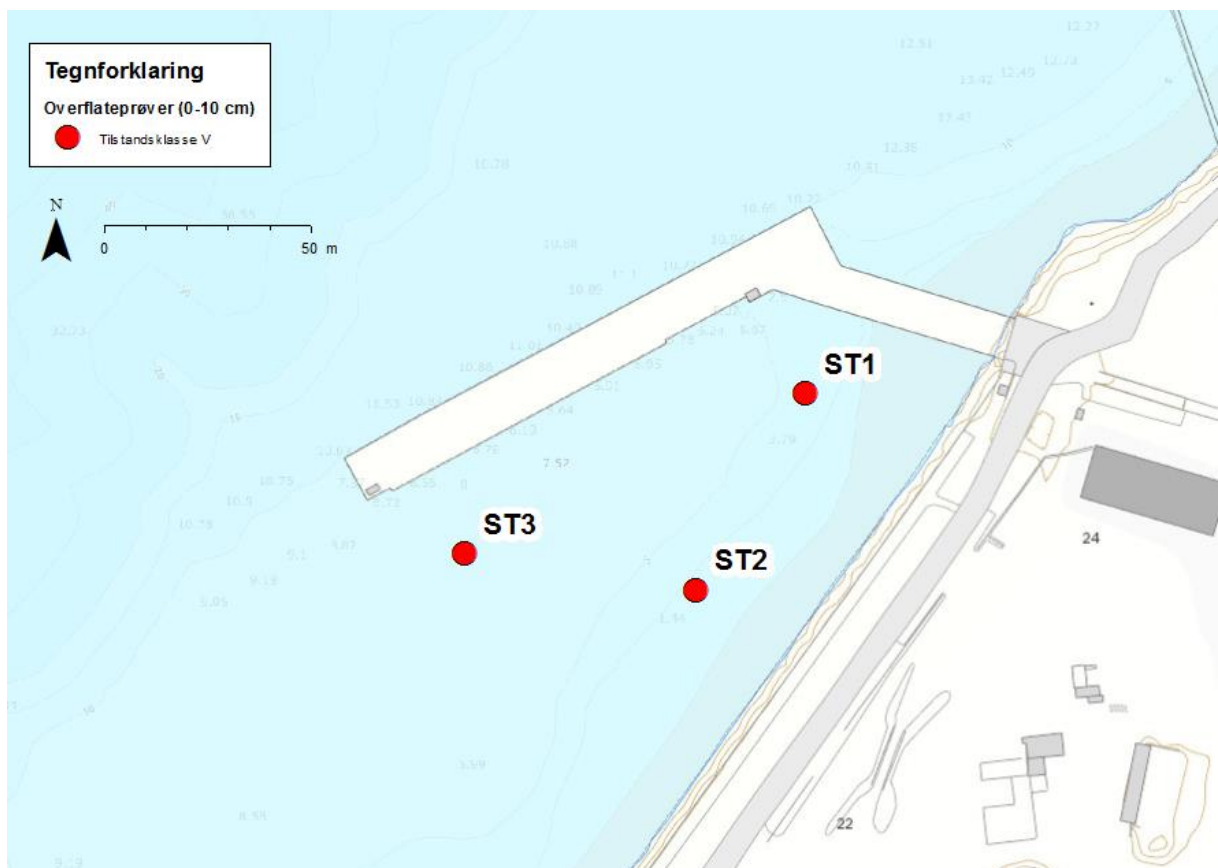
Analyseresultatene for overflatesediment (0-10 cm) ved Bulkterminalen viser at det i ST1, ST2 og ST3 er påvist en eller flere PAH-forbindelser i henholdsvis tilstandsklasse V (svært dårlig miljøtilstand) og tilstandsklasse IV (dårlig miljøtilstand). I ST3 er det i tillegg påvist kobber i tilstandsklasse IV.

I de dypere sedimentprøvene ved Toraneskaia (50-60 cm og 100-110 cm) er det ikke påvist forurensning over tilstandsklasse II (god miljøtilstand).

Figur 3 (Toraneskaia) og figur 4 (Bulkterminalen) viser prøvestasjonene markert med høyeste påviste tilstandsklasse og med farge i henhold til tilstandsklassene for marine sedimenter.



Figur 3: Undersøkt område ved Toranes, Mo i Rana. Prøvestasjoner markert med fargesymbol for høyeste påviste tilstandsklasse.



Figur 4: Undersøkt område ved Bulkterminalen, Mo i Rana. Prøvestasjoner markert med fargesymbol for høyeste påviste tilstandsklasse.

4.3 Finstoffinnhold og totalt organisk karbon

Resultater fra korngraderingsanalysene viser finstoffinnhold fra 19 % til 38 % (< 63 µm).

Totalt innhold av organisk karbon (TOC) sier noe om forholdet mellom tilførsel og nedbrytningshastighet av organiske partikler i sedimentene, inkludert organiske miljøgifter. Høyt innhold av organisk materiale kan tyde på dårlige forhold for nedbrytning. Innholdet av TOC i de analyserte prøvene varierer mellom 0,3 % og 4,5 %.

Analyseresultatene for TOC, tørrstoff og finstoff er gjengitt i Tabell 4.

Tabell 4: Analyseresultater for tørrstoff, finstoff og TOC.

PARAMETER/ PRØVENAVN	Tørrstoff DK (%)	Kornstørrelse <63 µm (% TS)	Kornstørrelse <2 µm (% TS)	TOC (% TS)
ST1 (0-10 cm)	54,9	32,3	0,2	3
ST2 (0-10 cm)	64,9	27,5	0,2	1,2
ST3 (0-10 cm)	62,4	38	0,2	4,5
D1 (50-60 cm)	71,5	32,4	0,2	0,44
D1 (100-110 cm)	77,2	18,8	0,1	0,36
D2 (50-60 cm)	51,2	25,5	0,1	0,53
D2 (100-110 cm)	75,3	21,6	<0.1	0,33

5 Konklusjon

I overflateprøvene tatt ved Bulkterminalen ble det påvist forurensning i tilstandsklasse V (svært dårlig miljøtilstand) i alle 3 prøvestasjoner. I de dypere prøvene tatt ved Toraneskaia (50-60 cm og 100-110 cm) ble det ikke påvist forurensning over i tilstandsklasse II (god miljøtilstand). Tidligere undersøkelser ved Toraneskaia har påvist forurensning i tilstandsklasse IV og V i overflatesediment og mellom 1,7 m og 2,7 m ned i sedimentet (Rambøll 2015) [5].

Mudring og utfylling i sjø krever tillatelse fra Fylkesmannen før arbeidene kan starte, jf. forurensningsloven §11 og forurensningsforskriften kapittel 22.

6 Referanser

- [1] Direktoratgruppen for gjennomføring av vannforskriften. Veileder 02:2018. Klassifisering av miljøtilstanden i vann.
- [2] Miljødirektoratet 2015: Risikovurdering av forurenset sediment, M-409.
- [3] Miljødirektoratet 2015: Håndtering av sedimenter, M-350.
- [4] NS-EN ISO 5667-19, Veiledning i sedimentprøvetaking i marine områder.5
- [5] Rambøll 2015. Ranfjorden innseiling. Kartlegging av forurensete sedimenter.

Vedlegg A

Multiconsult notat 4013-RIGm-NOT-001

*Miljøprøvetaking av sjøbunnsedimenter, sjøvann og
suspendert stoff*

NOTAT

OPPDRAAG	Miljøprøvetaking av sjøbunnsedimenter, sjøvann og suspendert stoff.	DOKUMENTKODE	4013-RIGm-NOT-01_ prøvetakingsrutiner_sjø
EMNE	Prøvetakingsrutiner og utstyr	TILGJENGELIGHET	Åpen
OPPDRAAGSGIVER		OPPDRAAGSLEDER	Elin Ophaug Kramvik
KONTAKTPERSON		SAKSBEHANDLER	Elin Ophaug Kramvik
KOPI		ANSVARLIG ENHET	4013 Tromsø Miljøgeologi

SAMMENDRAG

Dette notatet omhandler Multiconsult sine rutiner for prøveinnsamling og prøvehåndtering ved miljøundersøkelser i marint miljø.

1 Innledning

Prøve- og analyseprogrammet fastsettes ut fra målsettingen med arbeidet. Prøvetaking og analyse utføres bl.a. i henhold til prosedyrer gitt i Miljødirektoratets veiledninger TA-1467/1997 (Miljødirektoratet-veiledning 97:03) «Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann», TA-2229/2007 «Veileder for klassifisering av miljøgifter i vann og sediment», TA-2802/2011 «Risikovurdering av forurenset sediment», TA-2803/2011 «Bakgrunnsdokumenter til veiledere for risikovurdering», TA-2960/2012 «Håndtering av sedimenter» og NS-EN ISO 5667-19 «Veiledning i sedimentprøvetaking i marine områder», samt Multiconsults interne retningslinjer.

2 Beskrivelse av utstyr og rutiner

Denne metodebeskrivelsen omhandler rutiner for prøveinnsamling og prøvehåndtering ved miljøgeologiske undersøkelser av sjøbunnsedimenter, sjøvann og suspendert stoff i vannmassene.

Multiconsult har høyt fokus på at alt arbeid utføres iht. gjeldende krav til HMS (SHA), inkludert arbeid utført av underleverandører.

Utsett og opptak av sedimentfeller samt innsamling av sjøvannsprøver utføres i hovedsak med lettboat.

Prøvetaking av sedimenter utføres med grabb fra våre borefartøy eller annet innleid fartøy. I noen tilfeller blir dykker benyttet for opphenting av prøver.

Valg av prøvetakingsutstyr bestemmes av sedimenttype og målsetting for undersøkelsen i henhold til ovennevnte veiledere og retningslinjer.

Feltarbeidet blir nøyaktig loggført med alle data som kan ha betydning for resultatet av undersøkelsen.

REV.	DATO	BESKRIVELSE	UTARBEIDET AV	KONTROLLERT AV	GODKJENT AV
00	1.6.2015	Miljøprøvetaking av sjøbunnsedimenter	Elin O. Kramvik/ Kristine Hasle	Arne Fagerhaug/ Solveig Lone	Elin O. Kramvik

2.1 Posisjonering

Prøvestasjonene blir stedfestet entydig og på en slik måte at prøvetakingsstasjonene skal kunne gjenfinnes av andre. Stedfestingen skjer ved hjelp av koordinater med henvisning til referansesystem for gradnett. Hvilket gradnett som benyttes er prosjektavhengig, normalt foretrekkes UTM – Euref89.

I de fleste tilfeller benyttes GPS med korreksjon for posisjonsbestemmelser. Dette gir en nøyaktighet bedre enn ± 2 m. I områder med manglende satellittdekning kan dette erstattes ved at posisjonen bestemmes ved krysspeiling med rader eller lignende. Uansett skal posisjonsnøyaktigheter minst lik forutsetningene gitt i NS_EN ISO 5667-19 oppnås.

2.2 Vanddybde

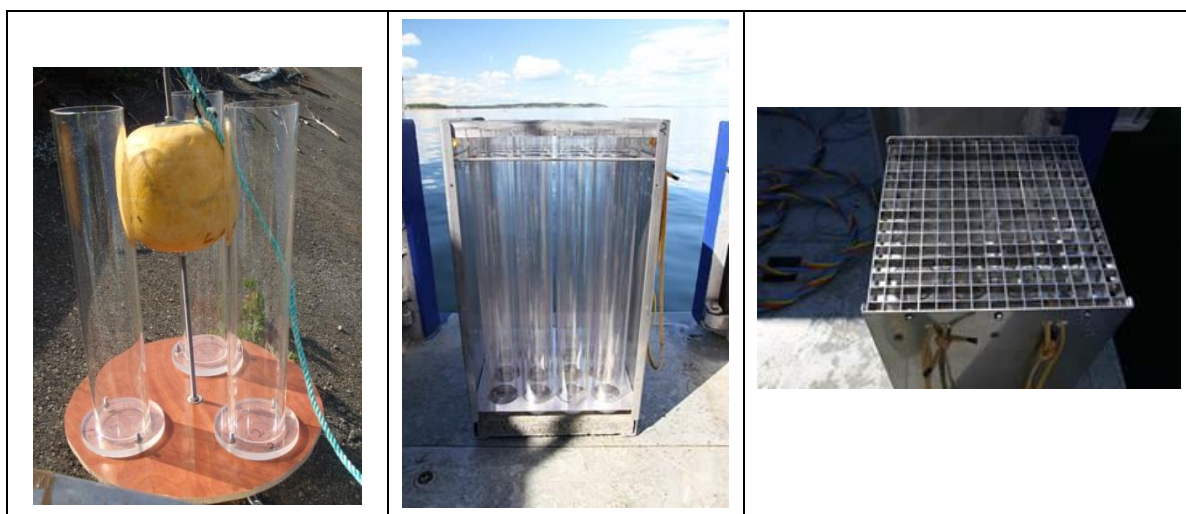
Vanddybden ved prøvestasjonene bestemmes ved hjelp av ekkolodd, måling ved loddenor, avmerking på prøvetakerline eller lignende, avhengig av hva som er mest hensiktsmessig og nøyaktig under feltarbeidet. Vanddybden korrigeres for tidevann basert på Sjøkartverkets tidevannstabell og vannstandsvarsel fra Det norske meteorologiske institutt og Sjøkartverket, og angis minimum til nærmeste meter.

2.3 Prøvetaking av sjøvann

Innsamling av vannprøver foregår ved at en vannhenteer senkes til ønske dybde. Denne er utformet som en åpen sylinder hvor vann kan strømme uhindret gjennom. Når vannhenteren når ønsket prøvetakingsnivå aktiveres lukkemekanismen og et definert volum vann kan hentes opp uforstyrret. Prøven overføres umiddelbart til rengjorte og forbehandlede beholdere i tråd med planlagt analyseprogram.

2.4 Suspendert stoff

Sedimentfeller benyttes til innsamling av partikler som sedimenterer ut fra vannmassene (figur 1). Disse kan plasseres på bunnen eller i definerte nivå i vannsøylen. Ved uttak av sedimentert materiale fra fellene blir fritt vann over prøven (sedimentene) forsiktig dekantert ut før prøven blir overført til rengjorte og forbehandlede beholdere i tråd med planlagt analyseprogram. Eventuelt benyttes destillert vann eller sjøvann fra lokaliteten for å skylle ut alt prøvematerialet.



Figur 1 Eksempel på utforming av sedimentfeller. Bildet til venstre viser standard sedimentfelle som plasseres på bunnen eller i vannsøylen. Bildet i midten viser større sedimentfeller for plassering på bunn og detalj som viser åpning med strømdemper er vist i bildet til høyre.

2.5 Grabb

Multiconsult har flere standard van Veen-grabber og minigrabber i tillegg til en større grabb på stativ («day» grabb). Prøveinnsamling kan utføres med en av disse grabbene, avhengig av bunnforhold og tilgjengelighet for prosjektet. Grabbene er vist i figur 2.



Figur 2 Standard van Veen-grabb med «inspeksjonsluker» hvor prøver blir tatt ut, «day» grabb på stativ og håndholdt minigrabb.

Van Veen-grabben er laget av rustfritt stål med åpent areal (prøvetakingsareal) på ca. 1000 cm² (33 cm x 33 cm). Det er to «inspeksjonsluker» på overflaten hvor prøvene blir hentet ut (figur 2). Fra grabbprøven blir det tatt ut 4-6 delprøver med rør av pleksiglass, ø50 mm. Arealet av prøvesylinderen tilsvarer 2 % av grabbprøvens areal. Det samles vanligvis inn minimum 4 replikater per stasjon. Sylinderprøvene blir oppbevart vertikalt inntil den blir forbehandlet før analyse.

«Day» grabben er laget av galvanisert stål og er montert på stativ for stabil prøvetaking. Lukking av grabben skjer ved hjelp av forspente fjærer. Det er ingen inspeksjonsluker på denne grabben, og prøvematerialet må tas ut som bulk prøve på benk for videre behandling. Normalt blir prøven overført til egnet beholder inntil den blir forbehandlet før analyse.

Begge disse grabbene krever bruk av kran eller vinsj.

Prøvetakingsrutiner

Den håndholdte minigrabben blir benyttet ved prøvetaking i grunne områder. Denne grabben er lett og kan benyttes manuelt. Prøvematerialet behandles på tilsvarende måte som for «Day» grabben.

Mellom hver prøvestasjon blir grabben rengjort, f.eks med DECONEX, som er et vaskemiddel for laboratorium. Når det tas flere grabbprøver ved hver stasjon blir grabben rengjort med sjøvann mellom hvert kast.

En grabbprøve blir kvalitetsvurdert i felt av kvalifisert personell som bestemmer om prøven er godkjent eller underkjent. Ved for eksempel manglende fylling av grabben, tydelige spor av utvasking av prøven, mistanke om at overflaten av prøven er forstyrret eller annet, blir prøven forkastet og ny prøve tas. Forkastede prøver blir oppbevart på dekk mens stasjonen undersøkes eller skylt ut nedstrøms prøvetakingsstasjonen. Både godkjente og underkjente grabbprøver blir loggført.

Forbehandling av prøven utføres om bord i båten i et enkelt feltlaboratorium. Ved forbehandlingen blir prøven beskrevet med hensyn til lukt, farge, struktur, tekstur, fragmenter og lignende. Prøvene blir vanligvis splittet i samme dybdeintervaller som er planlagt analysert hvis ikke annet er bestemt. Dette avhenger også noe av eventuell lagdeling i prøven. Replikate prøver fra hvert dybdenivå blir blandet for hver prøvetakingsstasjon. Prøver for kjemisk analyse blir pakket i luft- og diffusjonstette rilsanposer og frosset ned inntil forsendelse til laboratoriet. Hvis rilsanposer ikke er tilgjengelig, blir prøver for analyse av metaller og TBT pakket i plastposer eller plastbeger mens prøver for analyser av organiske miljøgifter blir pakket i glassbeholdere eller aluminiumsfolie etter avtale med laboratoriet.

Det utvises stor nøyaktighet med tanke på renhold av utstyr og beskyttelse av prøvemateriale slik at krysskontaminering av prøvene ikke skal forekomme.

2.6 Prøvetaking med dykker

I enkelte tilfeller blir det benyttet dykker for opphenting av prøver. Dykkeren inspiserer bunnforholdene og kommuniserer med miljøgeologen før prøven samles inn. Prøven tas med pleksiglass-sylindere som presses ned i sjøbunnen. Før transport til overflaten, blir prøvesylinderen forseglest med en gummitropp i topp og bunn. Sylinderprøvene blir oppbevart vertikalt fra den blir tatt ut fra sjøbunnen og inntil den blir forbehandlet før analyse. Det tas vanligvis 4 replikate sylindere ved hver stasjon.

Hvis det er lang tid fra prøven blir forbehandlet til analyse, blir den frosset ned før forsendelse til laboratoriet. Forbehandling av sylinderprøvene utføres som beskrevet under avsnitt 2.5 og kan enten utføres i felt eller ved ett av Multiconsults geotekniske laboratorium.

2.7 Gravitasjonsprøvetaker

Multiconsult disponerer en tyngre fallprøvetaker – «piston corer» – for innsamling av lengre kjerneprøver i sedimenter med høyt finstoffinnhold. Prøvetakeren tar uforstyrrede kjerneprøver i lengder på inntil 4 m med diameter 110 mm. Prøvene skjæres inn i egne foringsrør for senere åpning og behandling på laboratoriet. Prøvetakeren kan tilpasses med lodd til ønsket vekt, totalt 400 kg, og utløses av pilotlodd i forhåndsbestemt høyde over bunnen (prinsippskisse i figur 3).

Utstyret er meget godt egnet til rask prøvetaking i områder hvor det ønskes innsamlet prøver gjennom større dybder i sedimentsøylen, og slik det er forutsatt i retningslinjene for mudringssøknader.

Prøvetakingsrutiner



Figur 3 Prinsippskisse for prøvetaking med «pistoncorer», samt Multiconsults «pistoncorer» i bruk.

Kjerneprøven blir kvalitetsvurdert av miljøgeolog som bestemmer om prøven er godkjent eller underkjent. Ved for eksempel manglende fylling i sylindere, tydelige spor av utvasking av prøven, mistanke om at overflaten av prøven er forstyrret eller annet, blir prøven forkastet og ny prøve tas.

Både godkjente og underkjente prøver blir loggført. Hvis prøvene ikke blir forbehandlet om bord på båten, blir prøvesylindere forseglet med et lokk i topp og bunn og oppbevares vertikalt under transport til laboratoriet.

Forbehandling av sylindereprøvene utføres som beskrevet under avsnitt 2.5.

2.8 Stempelprøvetaker

Denne metoden benyttes når det er ønskelig med prøver fra dypere sjikt enn 20 cm, og er godkjent for prøvetaking i både fine og grove sedimenter.

Prøvesylindren er av akrylplast eller rustfritt stål med diameter 54 mm og 1 m lang. Prøvetakingen blir utført ved at stempelet settes ca 10 cm fra bunnen av plastsylindren. Parallelt med at prøvetakeren presses nedover i sedimentene dras stempelet oppover i prøvesylindren. Dermed blir det sjøvann mellom stempelet og overflatesedimentene som forblir uforstyrret. En hjelpevaier henges på stempelet for å løfte stempelet idet bunnen nås for at ikke prøven skal komprimeres av trykket. Når prøven kommer opp blir sylindren forseglet med gummilokk i bunn og topp. Dersom det er vanskelig å samle inn en stempelprøve hvor overflaten er uforstyrret, samles overflateprøven inn med dykker eller grabb i tillegg til stempelprøvene for analyse av dypere transekt.

Det tilstrebes å samle inn 4 replikate prøvesylindre fra hver stasjon.

Sylinderprøvene blir kvalitetsvurdert av miljøgeolog i laboratoriet og ellers behandlet som beskrevet under avsnitt 2.6.

Forbehandling av sylindrerprøvene utføres som beskrevet under avsnitt 2.5.

2.9 Borefartøy «Borebas», «Frøy» og «BoreCat»

Båtene har utstyr for å ta sedimentprøver med gravitasjonsprøvetaker, grabb eller stempelprøvetaker. Det medfører at en kan benytte forskjellig utstyr avhengig av hva som er best egnet til enhver tid.

Ved å benytte egen båt slipper man innleie av tilfeldige båter. Et fast mannskap med rutinerne hjelpearbeidere i forhold til miljøprøvetaking følger båten.

Stedfesting av prøvestasjonene blir bestemt ved hjelp av båtens posisjoneringsutstyr.

Vanndybden ved prøvestasjonene bestemmes ved hjelp av båtens ekkolodd.

For nærmere beskrivelse av båtene vises det til vedlagte faktaark.

3 Hasteoppdrag

Hasteoppdrag hvor det forutsettes kort responstid og rask levering av resultater vil normalt bli utført på tilsvarende måter som beskrevet over. Det vil da bli benyttet lett prøvetakingsutstyr og / eller dykker avhengig av hva som kreves for å kunne levere resultatene i henhold til gitte tidsfrister.

Utenom dette stilles samme krav til sikkerhet og gjennomføring av prøvetakingen, innmåling, prøvebehandling, pakking etc., men prøvene sendes da ekspress direkte fra felt og det bestilles analyser med forsert levering fra laboratoriet. For de fleste parametere vil det si at resultatene kan være klare i løpet av 1 til 2 arbeidsdager etter mottak hos laboratoriet.

Vedlegg B

Analysebevis



Mottatt dato **2019-01-25**
 Utstedt **2019-02-11**

Multiconsult Norge AS, Tromsø
Johannes Abildsnes
Miljøgeologi
Kvaløyveien 156
9013 Tromsø
Norway

Prosjekt **Toraneskaia**
 Bestnr **10209057**

Analyse av sediment

Deres prøvenavn	ST-1 (0-10)					
	Sediment					
Labnummer	N00635222					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	Sign
Sedimentpakke-basis DK *	-----		-	1	1	MOWI
Tørrstoff (DK) ^{a ulev}	54.9	8.235	%	2	2	SAHM
Vanninnhold ^{a ulev}	45.1		%	2	2	SAHM
Kornstørrelse >63 µm ^{a ulev}	67.7		%	2	2	SAHM
Kornstørrelse <2 µm ^{a ulev}	0.2		%	2	2	SAHM
Kornfordeling ^{a ulev}	-----		se vedl.	2	2	SAHM
TOC ^{a ulev}	3.0	0.5	% TS	2	2	SAHM
Naftalen ^{a ulev}	2000		µg/kg TS	2	2	SAHM
Acenaftilen ^{a ulev}	1400		µg/kg TS	2	2	SAHM
Acenaften ^{a ulev}	940		µg/kg TS	2	2	SAHM
Fluoren ^{a ulev}	2300		µg/kg TS	2	2	SAHM
Fenantren ^{a ulev}	11000		µg/kg TS	2	2	SAHM
Antracen ^{a ulev}	4500		µg/kg TS	2	2	SAHM
Fluoranten ^{a ulev}	14000		µg/kg TS	2	2	SAHM
Pyren ^{a ulev}	11000		µg/kg TS	2	2	SAHM
Benso(a)antracen [^] ^{a ulev}	5500		µg/kg TS	2	2	SAHM
Krysen [^] ^{a ulev}	5300		µg/kg TS	2	2	SAHM
Benso(b+j)fluoranten [^] ^{a ulev}	7700		µg/kg TS	2	2	SAHM
Benso(k)fluoranten [^] ^{a ulev}	2200		µg/kg TS	2	2	SAHM
Benso(a)pyren [^] ^{a ulev}	6000		µg/kg TS	2	2	SAHM
Dibenso(ah)antracen [^] ^{a ulev}	640		µg/kg TS	2	2	SAHM
Benso(ghi)perylene ^{a ulev}	2400		µg/kg TS	2	2	SAHM
Indeno(123cd)pyren [^] ^{a ulev}	2400		µg/kg TS	2	2	SAHM
Sum PAH-16 ^{a ulev}	79000		µg/kg TS	2	2	SAHM
Sum PAH carcinogene [^] ^{a ulev}	32000		µg/kg TS	2	2	SAHM
PCB 28 ^{a ulev}	<0.50		µg/kg TS	2	2	SAHM
PCB 52 ^{a ulev}	<0.50		µg/kg TS	2	2	SAHM
PCB 101 ^{a ulev}	<0.50		µg/kg TS	2	2	SAHM
PCB 118 ^{a ulev}	<0.50		µg/kg TS	2	2	SAHM
PCB 138 ^{a ulev}	<0.50		µg/kg TS	2	2	SAHM
PCB 153 ^{a ulev}	<0.50		µg/kg TS	2	2	SAHM
PCB 180 ^{a ulev}	<0.50		µg/kg TS	2	2	SAHM



Deres prøvenavn	ST-1 (0-10) Sediment					
Labnummer	N00635222					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (\pm)	Enhet	Metode	Utført	Sign
Sum PCB-7 ^{a ulev}	<4		$\mu\text{g/kg TS}$	2	2	SAHM
As (Arsen) ^{a ulev}	6.5	2	mg/kg TS	2	2	SAHM
Pb (Bly) ^{a ulev}	16	3.2	mg/kg TS	2	2	SAHM
Cu (Kopper) ^{a ulev}	74	14.8	mg/kg TS	2	2	SAHM
Cr (Krom) ^{a ulev}	51	10.2	mg/kg TS	2	2	SAHM
Cd (Kadmium) ^{a ulev}	0.14	0.1	mg/kg TS	2	2	SAHM
Hg (Kvikksølv) ^{a ulev}	0.02	0.02	mg/kg TS	2	2	SAHM
Ni (Nikkel) ^{a ulev}	44	8.8	mg/kg TS	2	2	SAHM
Zn (Sink) ^{a ulev}	110	22	mg/kg TS	2	2	SAHM
Tørrstoff (L) ^{a ulev}	58.0	2.0	%	3	V	ANME
Monobutyltinnkation ^{a ulev}	4.10	1.62	$\mu\text{g/kg TS}$	3	T	ANME
Dibutyltinnkation ^{a ulev}	5.10	2.02	$\mu\text{g/kg TS}$	3	T	ANME
Tributyltinnkation ^{a ulev}	9.99	3.19	$\mu\text{g/kg TS}$	3	T	ANME



Deres prøvenavn	ST-2 (0-10)					
	Sediment					
Labnummer	N00635223					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	Sign
Sedimentpakke-basis DK *	-----		-	1	1	MOWI
Tørrstoff (DK) ^{a ulev}	64.9	9.735	%	2	2	SAHM
Vanninnhold ^{a ulev}	35.1		%	2	2	SAHM
Kornstørrelse >63 µm ^{a ulev}	72.5		%	2	2	SAHM
Kornstørrelse <2 µm ^{a ulev}	0.2		%	2	2	SAHM
Kornfordeling ^{a ulev}	-----		se vedl.	2	2	SAHM
TOC ^{a ulev}	1.2	0.5	% TS	2	2	SAHM
Naftalen ^{a ulev}	530		µg/kg TS	2	2	SAHM
Acenaftilen ^{a ulev}	210		µg/kg TS	2	2	SAHM
Acenaften ^{a ulev}	490		µg/kg TS	2	2	SAHM
Fluoren ^{a ulev}	570		µg/kg TS	2	2	SAHM
Fenantren ^{a ulev}	850		µg/kg TS	2	2	SAHM
Antracen ^{a ulev}	500		µg/kg TS	2	2	SAHM
Fluoranten ^{a ulev}	930		µg/kg TS	2	2	SAHM
Pyren ^{a ulev}	720		µg/kg TS	2	2	SAHM
Benso(a)antracen ^{^ a ulev}	490		µg/kg TS	2	2	SAHM
Krysen ^{^ a ulev}	500		µg/kg TS	2	2	SAHM
Benso(b+j)fluoranten ^{^ a ulev}	770		µg/kg TS	2	2	SAHM
Benso(k)fluoranten ^{^ a ulev}	210		µg/kg TS	2	2	SAHM
Benso(a)pyren ^{^ a ulev}	540		µg/kg TS	2	2	SAHM
Dibenso(ah)antracen ^{^ a ulev}	86		µg/kg TS	2	2	SAHM
Benso(ghi)perylene ^{a ulev}	370		µg/kg TS	2	2	SAHM
Indeno(123cd)pyren ^{^ a ulev}	290		µg/kg TS	2	2	SAHM
Sum PAH-16 ^{a ulev}	8100		µg/kg TS	2	2	SAHM
Sum PAH carcinogene ^{^ a ulev}	3300		µg/kg TS	2	2	SAHM
PCB 28 ^{a ulev}	<0.50		µg/kg TS	2	2	SAHM
PCB 52 ^{a ulev}	<0.50		µg/kg TS	2	2	SAHM
PCB 101 ^{a ulev}	<0.50		µg/kg TS	2	2	SAHM
PCB 118 ^{a ulev}	<0.50		µg/kg TS	2	2	SAHM
PCB 138 ^{a ulev}	<0.50		µg/kg TS	2	2	SAHM
PCB 153 ^{a ulev}	<0.50		µg/kg TS	2	2	SAHM
PCB 180 ^{a ulev}	<0.50		µg/kg TS	2	2	SAHM
Sum PCB-7 ^{a ulev}	<4		µg/kg TS	2	2	SAHM
As (Arsen) ^{a ulev}	9.8	2.94	mg/kg TS	2	2	SAHM
Pb (Bly) ^{a ulev}	9	2	mg/kg TS	2	2	SAHM
Cu (Kopper) ^{a ulev}	51	10.2	mg/kg TS	2	2	SAHM
Cr (Krom) ^{a ulev}	37	7.4	mg/kg TS	2	2	SAHM
Cd (Kadmium) ^{a ulev}	<0.02		mg/kg TS	2	2	SAHM
Hg (Kvikksølv) ^{a ulev}	0.03	0.02	mg/kg TS	2	2	SAHM
Ni (Nikkel) ^{a ulev}	29	5.8	mg/kg TS	2	2	SAHM
Zn (Sink) ^{a ulev}	75	15	mg/kg TS	2	2	SAHM



Deres prøvenavn	ST-2 (0-10) Sediment					
Labnummer	N00635223					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (\pm)	Enhet	Metode	Utført	Sign
Tørrstoff (L) ^{a ulev}	65.7	2.0	%	3	V	ANME
Monobutyltinnkation ^{a ulev}	2.49	0.98	$\mu\text{g/kg TS}$	3	T	ANME
Dibutyltinnkation ^{a ulev}	4.19	1.67	$\mu\text{g/kg TS}$	3	T	ANME
Tributyltinnkation ^{a ulev}	1.82	0.58	$\mu\text{g/kg TS}$	3	T	ANME



Deres prøvenavn	ST-3 (0-10)					
	Sediment					
Labnummer	N00635224					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	Sign
Sedimentpakke-basis DK *	-----		-	1	1	MOWI
Tørrstoff (DK) ^{a ulev}	62.4	9.36	%	2	2	SAHM
Vanninnhold ^{a ulev}	37.6		%	2	2	SAHM
Kornstørrelse >63 µm ^{a ulev}	62.0		%	2	2	SAHM
Kornstørrelse <2 µm ^{a ulev}	0.2		%	2	2	SAHM
Kornfordeling ^{a ulev}	-----		se vedl.	2	2	SAHM
TOC ^{a ulev}	4.5	0.675	% TS	2	2	SAHM
Naftalen ^{a ulev}	470		µg/kg TS	2	2	SAHM
Acenaftylene ^{a ulev}	210		µg/kg TS	2	2	SAHM
Acenaften ^{a ulev}	200		µg/kg TS	2	2	SAHM
Fluoren ^{a ulev}	340		µg/kg TS	2	2	SAHM
Fenantren ^{a ulev}	900		µg/kg TS	2	2	SAHM
Antracen ^{a ulev}	520		µg/kg TS	2	2	SAHM
Fluoranten ^{a ulev}	1600		µg/kg TS	2	2	SAHM
Pyren ^{a ulev}	1200		µg/kg TS	2	2	SAHM
Benzo(a)antracen ^{^ a ulev}	910		µg/kg TS	2	2	SAHM
Krysen ^{^ a ulev}	1000		µg/kg TS	2	2	SAHM
Benso(b+j)fluoranten ^{^ a ulev}	1600		µg/kg TS	2	2	SAHM
Benso(k)fluoranten ^{^ a ulev}	510		µg/kg TS	2	2	SAHM
Benso(a)pyren ^{^ a ulev}	1100		µg/kg TS	2	2	SAHM
Dibenso(ah)antracen ^{^ a ulev}	180		µg/kg TS	2	2	SAHM
Benso(ghi)perylene ^{a ulev}	570		µg/kg TS	2	2	SAHM
Indeno(123cd)pyren ^{^ a ulev}	520		µg/kg TS	2	2	SAHM
Sum PAH-16 ^{a ulev}	12000		µg/kg TS	2	2	SAHM
Sum PAH carcinogene ^{^ a ulev}	6400		µg/kg TS	2	2	SAHM
PCB 28 ^{a ulev}	<0.50		µg/kg TS	2	2	SAHM
PCB 52 ^{a ulev}	<0.50		µg/kg TS	2	2	SAHM
PCB 101 ^{a ulev}	<0.50		µg/kg TS	2	2	SAHM
PCB 118 ^{a ulev}	<0.50		µg/kg TS	2	2	SAHM
PCB 138 ^{a ulev}	<0.50		µg/kg TS	2	2	SAHM
PCB 153 ^{a ulev}	<0.50		µg/kg TS	2	2	SAHM
PCB 180 ^{a ulev}	<0.50		µg/kg TS	2	2	SAHM
Sum PCB-7 ^{a ulev}	<4		µg/kg TS	2	2	SAHM
As (Arsen) ^{a ulev}	5.0	2	mg/kg TS	2	2	SAHM
Pb (Bly) ^{a ulev}	20	4	mg/kg TS	2	2	SAHM
Cu (Kopper) ^{a ulev}	130	26	mg/kg TS	2	2	SAHM
Cr (Krom) ^{a ulev}	58	11.6	mg/kg TS	2	2	SAHM
Cd (Kadmium) ^{a ulev}	0.06	0.1	mg/kg TS	2	2	SAHM
Hg (Kvikksølv) ^{a ulev}	0.06	0.02	mg/kg TS	2	2	SAHM
Ni (Nikkel) ^{a ulev}	69	13.8	mg/kg TS	2	2	SAHM
Zn (Sink) ^{a ulev}	130	26	mg/kg TS	2	2	SAHM



Deres prøvenavn	ST-3 (0-10) Sediment					
Labnummer	N00635224					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (\pm)	Enhet	Metode	Utført	Sign
Tørrstoff (L) ^{a ulev}	60.0	2.0	%	3	V	ANME
Monobutyltinnkation ^{a ulev}	3.46	1.36	$\mu\text{g}/\text{kg TS}$	3	T	ANME
Dibutyltinnkation ^{a ulev}	9.08	3.59	$\mu\text{g}/\text{kg TS}$	3	T	ANME
Tributyltinnkation ^{a ulev}	7.20	2.29	$\mu\text{g}/\text{kg TS}$	3	T	ANME



"a" etter parameternavn indikerer at analysen er utført akkreditert ved ALS Laboratory Group Norway AS.

"a ulev" etter parameternavn indikerer at analysen er utført akkreditert av underleverandør.

"**" etter parameternavn indikerer uakkreditert analyse.

Utførende laboratorium er oppgitt i tabell kalt Utf.

n.d. betyr ikke påvist.

n/a betyr ikke analyserbart.

< betyr mindre enn.

> betyr større enn.

Metodespesifikasjon	
1	Pakkenavn «Sedimentpakke basis» Øvrig metodeinformasjon til de ulike analysene sees under
2	«Sediment basispakke» Risikovurdering av sediment Bestemmelse av vanninnhold og tørrstoff Metode: DS 204:1980 Rapporteringsgrense: 0,1 % Bestemmelse av Kornfordeling (<63 µm, >63 µm og <2 µm) Metode: ISO 11277:2009 Måleprinsipp: Laserdiffraksjon Rapporteringsgrense: 0,1 % Bestemmelse av TOC Metode: EN 13137:2001 Måleprinsipp: IR Rapporteringsgrense: 0.1 % TS Måleusikkerhet: Relativ usikkerhet 15 % Bestemmelse av polysykliske aromatiske hydrokarboner, PAH-16 Metode: REFLAB 4:2008 Rapporteringsgrenser: 10 µg/kg TS for hver individuelle forbindelse Bestemmelse av polyklorerte bifenyler, PCB-7 Metode: GC/MS/SIM Rapporteringsgrenser: 0.5 µg/kg TS for hver individuelle kongener 4 µg/kg TS for sum PCB7. Bestemmelse av metaller Metode: DS259 Måleprinsipp: ICP Rapporteringsgrenser: As(0.5), Cd(0.02), Cr(0.2), Cu(0.4), Pb(1.0), Hg(0.01), Ni(0.1), Zn(0.4) alle enheter i mg/kg TS



Metodespesifikasjon	
3	<p>«Sediment basispakke» Risikovurdering av sediment</p> <p>Bestemmelse av tinnorganiske forbindelser</p> <p>Metode: ISO 23161:2011 Deteksjon og kvantifisering: GC-ICP-SFMS Rapporteringsgrenser: 1 µg/kg TS</p>

Godkjenner	
ANME	Anne Melson
MOWI	Moe Moe Win
SAHM	Sabra Hashimi

Utf ¹	
T	GC-ICP-QMS Ansvarlig laboratorium: ALS Scandinavia AB, Aurorum 10, 977 75 Luleå, Sverige
V	Ansvarlig laboratorium: ALS Scandinavia AB, Aurorum 10, 977 75 Luleå, Sverige
1	Ansvarlig laboratorium: ALS Laboratory Group Norway AS, Postboks 643 Skøyen, 0214 Oslo, Norge Leveringsadresse: Drammensveien 264, 0283 Oslo, Norge
2	Ansvarlig laboratorium: ALS Denmark A/S, Bakkegårdsvej 406A, 3050 Humlebæk, Danmark

Måleusikkerheten angis som en utvidet måleusikkerhet (etter definisjon i "Evaluation of measurement data – Guide to the expression of uncertainty in measurement", JCGM 100:2008 Corrected version 2010) beregnet med en dekningsfaktor på 2 noe som gir et konfidensintervall på om lag 95%.

Måleusikkerhet fra underleverandører angis ofte som en utvidet usikkerhet beregnet med dekningsfaktor 2. For ytterligere informasjon, kontakt laboratoriet.

Måleusikkerhet skal være tilgjengelig for akkrediterte metoder. For visse analyser der dette ikke oppgis i rapporten, vil dette oppgis ved henvendelse til laboratoriet.

Denne rapporten får kun gjengis i sin helhet, om ikke utførende laboratorium på forhånd har skriftlig godkjent annet. Resultatene gjelder bare de analyserte prøvene.

Angående laboratoriets ansvar i forbindelse med oppdrag, se aktuell produktkatalog eller vår webside www.alsglobal.no

Den digitalt signert PDF-fil representerer den opprinnelige rapporten. Eventuelle utskrifter er å anse som kopier.

¹ Utførende teknisk enhet (innen ALS Laboratory Group) eller eksternt laboratorium (underleverandør).



Mottatt dato **2019-02-20**
 Utstedt **2019-03-06**

Multiconsult Norge AS, Tromsø
Johannes Abildsnes
Miljøgeologi
Kvaløyveien 156
9013 Tromsø
Norway

Prosjekt **Toraneskaia**
 Bestnr **10209057**

Analyse av sediment

Deres prøvenavn	D1 (50-60) Sediment					
Labnummer	N00640849					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	Sign
Sedimentpakke-basis DK *	-----		-	1	1	RAMY
Tørrstoff (DK) ^{a ulev}	71.5	10.725	%	2	2	SAHM
Vanninnhold ^{a ulev}	28.5		%	2	2	SAHM
Kornstørrelse >63 µm ^{a ulev}	67.6		%	2	2	SAHM
Kornstørrelse <2 µm ^{a ulev}	0.2		%	2	2	SAHM
Kornfordeling ^{a ulev}	-----		se vedl.	2	2	SAHM
TOC ^{a ulev}	0.44	0.5	% TS	2	2	SAHM
Naftalen ^{a ulev}	<10		µg/kg TS	2	2	SAHM
Acenaftilen ^{a ulev}	<10		µg/kg TS	2	2	SAHM
Acenaften ^{a ulev}	<10		µg/kg TS	2	2	SAHM
Fluoren ^{a ulev}	<10		µg/kg TS	2	2	SAHM
Fenantren ^{a ulev}	<10		µg/kg TS	2	2	SAHM
Antracen ^{a ulev}	<10		µg/kg TS	2	2	SAHM
Fluoranten ^{a ulev}	<10		µg/kg TS	2	2	SAHM
Pyren ^{a ulev}	<10		µg/kg TS	2	2	SAHM
Benso(a)antracen [^] ^{a ulev}	<10		µg/kg TS	2	2	SAHM
Krysen [^] ^{a ulev}	<10		µg/kg TS	2	2	SAHM
Benso(b+j)fluoranten [^] ^{a ulev}	<10		µg/kg TS	2	2	SAHM
Benso(k)fluoranten [^] ^{a ulev}	<10		µg/kg TS	2	2	SAHM
Benso(a)pyren [^] ^{a ulev}	<10		µg/kg TS	2	2	SAHM
Dibenso(ah)antracen [^] ^{a ulev}	<10		µg/kg TS	2	2	SAHM
Benso(ghi)perylene ^{a ulev}	<10		µg/kg TS	2	2	SAHM
Indeno(123cd)pyren [^] ^{a ulev}	<10		µg/kg TS	2	2	SAHM
Sum PAH-16 ^{a ulev}	n.d.		µg/kg TS	2	2	SAHM
Sum PAH carcinogene [^] ^{a ulev}	<100		µg/kg TS	2	2	SAHM
PCB 28 ^{a ulev}	<0.50		µg/kg TS	2	2	SAHM
PCB 52 ^{a ulev}	<0.50		µg/kg TS	2	2	SAHM
PCB 101 ^{a ulev}	<0.50		µg/kg TS	2	2	SAHM
PCB 118 ^{a ulev}	<0.50		µg/kg TS	2	2	SAHM
PCB 138 ^{a ulev}	<0.50		µg/kg TS	2	2	SAHM
PCB 153 ^{a ulev}	<0.50		µg/kg TS	2	2	SAHM
PCB 180 ^{a ulev}	<0.50		µg/kg TS	2	2	SAHM



Deres prøvenavn	D1 (50-60) Sediment					
Labnummer	N00640849					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	Sign
Sum PCB-7 ^{a ulev}	<4		µg/kg TS	2	2	SAHM
As (Arsen) ^{a ulev}	3.5	2	mg/kg TS	2	2	SAHM
Pb (Bly) ^{a ulev}	6	2	mg/kg TS	2	2	SAHM
Cu (Kopper) ^{a ulev}	20	4	mg/kg TS	2	2	SAHM
Cr (Krom) ^{a ulev}	18	3.6	mg/kg TS	2	2	SAHM
Cd (Kadmium) ^{a ulev}	0.13	0.1	mg/kg TS	2	2	SAHM
Hg (Kvikksølv) ^{a ulev}	<0.01		mg/kg TS	2	2	SAHM
Ni (Nikkel) ^{a ulev}	16	3.2	mg/kg TS	2	2	SAHM
Zn (Sink) ^{a ulev}	49	9.8	mg/kg TS	2	2	SAHM
Tørrstoff (L) [*]	74.3		%	3	W	ANME
Monobutyltinnkation ^{a ulev}	<1		µg/kg TS	3	T	ANME
Dibutyltinnkation ^{a ulev}	<1		µg/kg TS	3	T	ANME
Tributyltinnkation ^{a ulev}	<1		µg/kg TS	3	T	ANME



Deres prøvenavn	D1 (100-110)					
	Sediment					
Labnummer	N00640850					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	Sign
Sedimentpakke-basis DK *	-----		-	1	1	RAMY
Tørrstoff (DK) ^{a ulev}	77.2	11.58	%	2	2	SAHM
Vanninnhold ^{a ulev}	22.8		%	2	2	SAHM
Kornstørrelse >63 µm ^{a ulev}	81.2		%	2	2	SAHM
Kornstørrelse <2 µm ^{a ulev}	0.1		%	2	2	SAHM
Kornfordeling ^{a ulev}	-----		se vedl.	2	2	SAHM
TOC ^{a ulev}	0.36	0.5	% TS	2	2	SAHM
Naftalen ^{a ulev}	<10		µg/kg TS	2	2	SAHM
Acenaftilen ^{a ulev}	<10		µg/kg TS	2	2	SAHM
Acenaften ^{a ulev}	<10		µg/kg TS	2	2	SAHM
Fluoren ^{a ulev}	<10		µg/kg TS	2	2	SAHM
Fenantren ^{a ulev}	<10		µg/kg TS	2	2	SAHM
Antracen ^{a ulev}	<10		µg/kg TS	2	2	SAHM
Fluoranten ^{a ulev}	<10		µg/kg TS	2	2	SAHM
Pyren ^{a ulev}	<10		µg/kg TS	2	2	SAHM
Benso(a)antracen ^{^ a ulev}	<10		µg/kg TS	2	2	SAHM
Krysen ^{^ a ulev}	<10		µg/kg TS	2	2	SAHM
Benso(b+j)fluoranten ^{^ a ulev}	<10		µg/kg TS	2	2	SAHM
Benso(k)fluoranten ^{^ a ulev}	<10		µg/kg TS	2	2	SAHM
Benso(a)pyren ^{^ a ulev}	<10		µg/kg TS	2	2	SAHM
Dibenso(ah)antracen ^{^ a ulev}	<10		µg/kg TS	2	2	SAHM
Benso(ghi)perylene ^{a ulev}	<10		µg/kg TS	2	2	SAHM
Indeno(123cd)pyren ^{^ a ulev}	<10		µg/kg TS	2	2	SAHM
Sum PAH-16 ^{a ulev}	n.d.		µg/kg TS	2	2	SAHM
Sum PAH carcinogene ^{^ a ulev}	<100		µg/kg TS	2	2	SAHM
PCB 28 ^{a ulev}	<0.50		µg/kg TS	2	2	SAHM
PCB 52 ^{a ulev}	<0.50		µg/kg TS	2	2	SAHM
PCB 101 ^{a ulev}	<0.50		µg/kg TS	2	2	SAHM
PCB 118 ^{a ulev}	<0.50		µg/kg TS	2	2	SAHM
PCB 138 ^{a ulev}	<0.50		µg/kg TS	2	2	SAHM
PCB 153 ^{a ulev}	<0.50		µg/kg TS	2	2	SAHM
PCB 180 ^{a ulev}	<0.50		µg/kg TS	2	2	SAHM
Sum PCB-7 ^{a ulev}	<4		µg/kg TS	2	2	SAHM
As (Arsen) ^{a ulev}	3.5	2	mg/kg TS	2	2	SAHM
Pb (Bly) ^{a ulev}	3	2	mg/kg TS	2	2	SAHM
Cu (Kopper) ^{a ulev}	15	3	mg/kg TS	2	2	SAHM
Cr (Krom) ^{a ulev}	15	3	mg/kg TS	2	2	SAHM
Cd (Kadmium) ^{a ulev}	0.09	0.1	mg/kg TS	2	2	SAHM
Hg (Kvikksølv) ^{a ulev}	<0.01		mg/kg TS	2	2	SAHM
Ni (Nikkel) ^{a ulev}	12	2.4	mg/kg TS	2	2	SAHM
Zn (Sink) ^{a ulev}	39	7.8	mg/kg TS	2	2	SAHM



Deres prøvenavn	D1 (100-110) Sediment					
Labnummer	N00640850					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (\pm)	Enhet	Metode	Utført	Sign
Tørrstoff (L) *	77.4		%	3	W	ANME
Monobutyltinnkation ^{a ulev}	<1		$\mu\text{g}/\text{kg}$ TS	3	T	ANME
Dibutyltinnkation ^{a ulev}	<1		$\mu\text{g}/\text{kg}$ TS	3	T	ANME
Tributyltinnkation ^{a ulev}	<1		$\mu\text{g}/\text{kg}$ TS	3	T	ANME



Deres prøvenavn	D2 (50-60)					
	Sediment					
Labnummer	N00640851					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	Sign
Sedimentpakke-basis DK *	-----		-	1	1	RAMY
Tørrstoff (DK) ^{a ulev}	51.2	7.68	%	2	2	SAHM
Vanninnhold ^{a ulev}	48.8		%	2	2	SAHM
Kornstørrelse >63 µm ^{a ulev}	74.5		%	2	2	SAHM
Kornstørrelse <2 µm ^{a ulev}	0.1		%	2	2	SAHM
Kornfordeling ^{a ulev}	-----		se vedl.	2	2	SAHM
TOC ^{a ulev}	0.53	0.5	% TS	2	2	SAHM
Naftalen ^{a ulev}	<10		µg/kg TS	2	2	SAHM
Acenaftilen ^{a ulev}	<10		µg/kg TS	2	2	SAHM
Acenaften ^{a ulev}	<10		µg/kg TS	2	2	SAHM
Fluoren ^{a ulev}	<10		µg/kg TS	2	2	SAHM
Fenantren ^{a ulev}	<10		µg/kg TS	2	2	SAHM
Antracen ^{a ulev}	<10		µg/kg TS	2	2	SAHM
Fluoranten ^{a ulev}	<10		µg/kg TS	2	2	SAHM
Pyren ^{a ulev}	<10		µg/kg TS	2	2	SAHM
Benso(a)antracen ^{^ a ulev}	<10		µg/kg TS	2	2	SAHM
Krysen ^{^ a ulev}	<10		µg/kg TS	2	2	SAHM
Benso(b+j)fluoranten ^{^ a ulev}	<10		µg/kg TS	2	2	SAHM
Benso(k)fluoranten ^{^ a ulev}	<10		µg/kg TS	2	2	SAHM
Benso(a)pyren ^{^ a ulev}	<10		µg/kg TS	2	2	SAHM
Dibenso(ah)antracen ^{^ a ulev}	<10		µg/kg TS	2	2	SAHM
Benso(ghi)perylene ^{a ulev}	<10		µg/kg TS	2	2	SAHM
Indeno(123cd)pyren ^{^ a ulev}	<10		µg/kg TS	2	2	SAHM
Sum PAH-16 ^{a ulev}	n.d.		µg/kg TS	2	2	SAHM
Sum PAH carcinogene ^{^ a ulev}	<100		µg/kg TS	2	2	SAHM
PCB 28 ^{a ulev}	<0.50		µg/kg TS	2	2	SAHM
PCB 52 ^{a ulev}	<0.50		µg/kg TS	2	2	SAHM
PCB 101 ^{a ulev}	<0.50		µg/kg TS	2	2	SAHM
PCB 118 ^{a ulev}	<0.50		µg/kg TS	2	2	SAHM
PCB 138 ^{a ulev}	<0.50		µg/kg TS	2	2	SAHM
PCB 153 ^{a ulev}	<0.50		µg/kg TS	2	2	SAHM
PCB 180 ^{a ulev}	<0.50		µg/kg TS	2	2	SAHM
Sum PCB-7 ^{a ulev}	<4		µg/kg TS	2	2	SAHM
As (Arsen) ^{a ulev}	3.0	2	mg/kg TS	2	2	SAHM
Pb (Bly) ^{a ulev}	6	2	mg/kg TS	2	2	SAHM
Cu (Kopper) ^{a ulev}	43	8.6	mg/kg TS	2	2	SAHM
Cr (Krom) ^{a ulev}	41	8.2	mg/kg TS	2	2	SAHM
Cd (Kadmium) ^{a ulev}	0.08	0.1	mg/kg TS	2	2	SAHM
Hg (Kvikksølv) ^{a ulev}	0.01	0.02	mg/kg TS	2	2	SAHM
Ni (Nikkel) ^{a ulev}	31	6.2	mg/kg TS	2	2	SAHM
Zn (Sink) ^{a ulev}	89	17.8	mg/kg TS	2	2	SAHM



Deres prøvenavn	D2 (50-60) Sediment					
Labnummer	N00640851					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (\pm)	Enhet	Metode	Utført	Sign
Tørrstoff (L) *	72.0		%	3	W	ANME
Monobutyltinnkation ^{a ulev}	<1		$\mu\text{g/kg TS}$	3	T	ANME
Dibutyltinnkation ^{a ulev}	<1		$\mu\text{g/kg TS}$	3	T	ANME
Tributyltinnkation ^{a ulev}	<1		$\mu\text{g/kg TS}$	3	T	ANME



Deres prøvenavn	D2 (100-110)					
	Sediment					
Labnummer	N00640852					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	Sign
Sedimentpakke-basis DK *	-----		-	1	1	RAMY
Tørrstoff (DK) ^{a ulev}	75.3	11.295	%	2	2	SAHM
Vanninnhold ^{a ulev}	24.7		%	2	2	SAHM
Kornstørrelse >63 µm ^{a ulev}	78.4		%	2	2	SAHM
Kornstørrelse <2 µm ^{a ulev}	<0.1		%	2	2	SAHM
Kornfordeling ^{a ulev}	-----		se vedl.	2	2	SAHM
TOC ^{a ulev}	0.33	0.5	% TS	2	2	SAHM
Naftalen ^{a ulev}	<10		µg/kg TS	2	2	SAHM
Acenaftilen ^{a ulev}	<10		µg/kg TS	2	2	SAHM
Acenaften ^{a ulev}	<10		µg/kg TS	2	2	SAHM
Fluoren ^{a ulev}	<10		µg/kg TS	2	2	SAHM
Fenantren ^{a ulev}	<10		µg/kg TS	2	2	SAHM
Antracen ^{a ulev}	<10		µg/kg TS	2	2	SAHM
Fluoranten ^{a ulev}	<10		µg/kg TS	2	2	SAHM
Pyren ^{a ulev}	<10		µg/kg TS	2	2	SAHM
Benso(a)antracen ^{^ a ulev}	<10		µg/kg TS	2	2	SAHM
Krysen ^{^ a ulev}	<10		µg/kg TS	2	2	SAHM
Benso(b+j)fluoranten ^{^ a ulev}	<10		µg/kg TS	2	2	SAHM
Benso(k)fluoranten ^{^ a ulev}	<10		µg/kg TS	2	2	SAHM
Benso(a)pyren ^{^ a ulev}	<10		µg/kg TS	2	2	SAHM
Dibenso(ah)antracen ^{^ a ulev}	<10		µg/kg TS	2	2	SAHM
Benso(ghi)perylene ^{a ulev}	<10		µg/kg TS	2	2	SAHM
Indeno(123cd)pyren ^{^ a ulev}	<10		µg/kg TS	2	2	SAHM
Sum PAH-16 ^{a ulev}	n.d.		µg/kg TS	2	2	SAHM
Sum PAH carcinogene ^{^ a ulev}	<100		µg/kg TS	2	2	SAHM
PCB 28 ^{a ulev}	<0.50		µg/kg TS	2	2	SAHM
PCB 52 ^{a ulev}	<0.50		µg/kg TS	2	2	SAHM
PCB 101 ^{a ulev}	<0.50		µg/kg TS	2	2	SAHM
PCB 118 ^{a ulev}	<0.50		µg/kg TS	2	2	SAHM
PCB 138 ^{a ulev}	<0.50		µg/kg TS	2	2	SAHM
PCB 153 ^{a ulev}	<0.50		µg/kg TS	2	2	SAHM
PCB 180 ^{a ulev}	<0.50		µg/kg TS	2	2	SAHM
Sum PCB-7 ^{a ulev}	<4		µg/kg TS	2	2	SAHM
As (Arsen) ^{a ulev}	5.3	2	mg/kg TS	2	2	SAHM
Pb (Bly) ^{a ulev}	4	2	mg/kg TS	2	2	SAHM
Cu (Kopper) ^{a ulev}	25	5	mg/kg TS	2	2	SAHM
Cr (Krom) ^{a ulev}	24	4.8	mg/kg TS	2	2	SAHM
Cd (Kadmium) ^{a ulev}	0.12	0.1	mg/kg TS	2	2	SAHM
Hg (Kvikksølv) ^{a ulev}	0.02	0.02	mg/kg TS	2	2	SAHM
Ni (Nikkel) ^{a ulev}	18	3.6	mg/kg TS	2	2	SAHM
Zn (Sink) ^{a ulev}	54	10.8	mg/kg TS	2	2	SAHM



Deres prøvenavn	D2 (100-110) Sediment					
Labnummer	N00640852					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (\pm)	Enhet	Metode	Utført	Sign
Tørrstoff (L) *	70.7		%	3	W	ANME
Monobutyltinnkation ^{a ulev}	<1		$\mu\text{g/kg TS}$	3	T	ANME
Dibutyltinnkation ^{a ulev}	<1		$\mu\text{g/kg TS}$	3	T	ANME
Tributyltinnkation ^{a ulev}	<1		$\mu\text{g/kg TS}$	3	T	ANME



"a" etter parameternavn indikerer at analysen er utført akkreditert ved ALS Laboratory Group Norway AS.

"a ulev" etter parameternavn indikerer at analysen er utført akkreditert av underleverandør.

"**" etter parameternavn indikerer uakkreditert analyse.

Utførende laboratorium er oppgitt i tabell kalt Utf.

n.d. betyr ikke påvist.

n/a betyr ikke analyserbart.

< betyr mindre enn.

> betyr større enn.

Metodespesifikasjon	
1	Pakkenavn «Sedimentpakke basis» Øvrig metodeinformasjon til de ulike analysene sees under
2	«Sediment basispakke» Risikovurdering av sediment Bestemmelse av vanninnhold og tørrstoff Metode: DS 204:1980 Rapporteringsgrense: 0,1 % Bestemmelse av Kornfordeling (<63 µm, >63 µm og <2 µm) Metode: ISO 11277:2009 Måleprinsipp: Laserdiffraksjon Rapporteringsgrense: 0,1 % Bestemmelse av TOC Metode: EN 13137:2001 Måleprinsipp: IR Rapporteringsgrense: 0.1 % TS Måleusikkerhet: Relativ usikkerhet 15 % Bestemmelse av polysykliske aromatiske hydrokarboner, PAH-16 Metode: REFLAB 4:2008 Rapporteringsgrenser: 10 µg/kg TS for hver individuelle forbindelse Bestemmelse av polyklorerte bifenyler, PCB-7 Metode: GC/MS/SIM Rapporteringsgrenser: 0.5 µg/kg TS for hver individuelle kongener 4 µg/kg TS for sum PCB7. Bestemmelse av metaller Metode: DS259 Måleprinsipp: ICP Rapporteringsgrenser: As(0.5), Cd(0.02), Cr(0.2), Cu(0.4), Pb(1.0), Hg(0.01), Ni(0.1), Zn(0.4) alle enheter i mg/kg TS



Metodespesifikasjon	
3	<p>«Sediment basispakke» Risikovurdering av sediment</p> <p>Bestemmelse av tinnorganiske forbindelser</p> <p>Metode: ISO 23161:2011 Deteksjon og kvantifisering: GC-ICP-SFMS Rapporteringsgrenser: 1 µg/kg TS</p>

	Godkjenner
ANME	Anne Melson
RAMY	Ragnhild Myrvoll
SAHM	Sabra Hashimi

	Utf ¹
T	GC-ICP-QMS Ansvarlig laboratorium: ALS Scandinavia AB, Aurorum 10, 977 75 Luleå, Sverige
W	Ansvarlig laboratorium: ALS Scandinavia AB, Aurorum 10, 977 75 Luleå, Sverige
1	Ansvarlig laboratorium: ALS Laboratory Group Norway AS, Postboks 643 Skøyen, 0214 Oslo, Norge Leveringsadresse: Drammensveien 264, 0283 Oslo, Norge
2	Ansvarlig laboratorium: ALS Denmark A/S, Bakkegårdsvej 406A, 3050 Humlebæk, Danmark

Måleusikkerheten angis som en utvidet måleusikkerhet (etter definisjon i "Evaluation of measurement data – Guide to the expression of uncertainty in measurement", JCGM 100:2008 Corrected version 2010) beregnet med en dekningsfaktor på 2 noe som gir et konfidensintervall på om lag 95%.

Måleusikkerhet fra underleverandører angis ofte som en utvidet usikkerhet beregnet med dekningsfaktor 2. For ytterligere informasjon, kontakt laboratoriet.

Måleusikkerhet skal være tilgjengelig for akkrediterte metoder. For visse analyser der dette ikke oppgis i rapporten, vil dette oppgis ved henvendelse til laboratoriet.

Denne rapporten får kun gjengis i sin helhet, om ikke utførende laboratorium på forhånd har skriftlig godkjent annet. Resultatene gjelder bare de analyserte prøvene.

Angående laboratoriets ansvar i forbindelse med oppdrag, se aktuell produktkatalog eller vår webside www.alsglobal.no

Den digitalt signert PDF-fil representerer den opprinnelige rapporten. Eventuelle utskrifter er å anse som kopier.

¹ Utførende teknisk enhet (innen ALS Laboratory Group) eller eksternt laboratorium (underleverandør).

Vedlegg 6.

Vurdring av strømforhold og partikkelspredning ved RIT, NIVA rapport 6909-2015.

Vurdering av strømforhold og partikkelspredning ved etablering av ny dypvannskai ved Rana Industriterminal



Hovedkontor

Gaustadalléen 21
0349 Oslo
Telefon (47) 22 18 51 00
Telefax (47) 22 18 52 00
Internett: www.niva.no

NIVA Region Sør

Jon Lilletuns vei 3
4879 Grimstad
Telefon (47) 22 18 51 00
Telefax (47) 37 04 45 13

NIVA Region Innlandet

Sandvikaveien 59
2312 Ottestad
Telefon (47) 22 18 51 00
Telefax (47) 62 57 66 53

NIVA Region Vest

Thormøhlensgate 53 D
5006 Bergen
Telefon (47) 22 18 51 00
Telefax (47) 55 31 22 14

Tittel Vurdering av strømforhold og partikkelspredning ved etablering av ny dypvannskai ved Rana Industriterminal	Løpenr. (for bestilling) 6906-2015	Dato 19.09.2015
	Prosjektnr. Udemnr. 15126	Sider 37
Forfatter(e) André Staalstrøm Magdalena Kempa	Fagområde Fysisk oseanografi	Distribusjon Åpen
	Geografisk område Mo i Rana	Trykket NIVA

Oppdragsgiver(e) Mo Industripark	Oppdragsreferanse Rolf Jenssen
-------------------------------------	-----------------------------------

<p>Sammendrag</p> <p>Det skal etableres en ny dypvannskai ved Rana Industriterminal, og i den forbindelse har NIVA gjort vurderinger av strømforhold i området og partikkelspredning i anleggsperioden. I denne rapporten er det tatt utgangspunkt i at 135 000 m³ med masse skal mudres opp. Det er videre antatt at 2 % av denne massen spres i Ranfjorden, og dette utgjør 1620 tonn tørr masse. Denne mengden tilsvarer den samme mengden partikler som kan tilføres fjorden fra Ranelva i løpet av en ukes tid, og anses ikke som et betydelig miljøproblem i seg selv. Omtrent 222 tonn av den totale massen er forurenset, og det vil være et positivt miljøtiltak å fjerne disse massene, slik at de ikke kan spres videre i fjorden i framtida. Under mudringsoperasjonen vil det være fare for å spre betydelig mengder miljøgifter, og det anbefales derfor å benytte mudringsutstyr som gir minst mulig spredningsfare.</p>
--

<p>Fire norske emneord</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Nordland 2. Partikkelspredning 3. Numerisk modellering 4. Mudring 	<p>Fire engelske emneord</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Nordland 2. Particle dispersion 3. Numerical modelling 4. Dredging
--	---



André Staalstrøm
Prosjektleder



Sigurd Øxnevad
Kvalitetssikrer



Kai Sørensen
Forskningsleder

**Vurdering av strømforhold og partikkelspredning ved
etablering av ny dypvannskai ved Rana
Industriterminal**

Forord

Mo Industripark ønsker å utvide kaianlegget Rana Industriterminal. I den forbindelse vil et område mudres. NIVA har fått i oppdrag å vurdere strømforholdene i området og hvordan spredningsmønsteret til partikler vil bli, både i forbindelse med propelloppvirvling og selve mudringsoperasjonen. Magdalena Kempa har vært ansvarlig for modelleringen, mens André Staalstrøm har vært ansvarlig for feltobservasjoner. Sigurd Øxnevad, Uta Brandt og Odd Arne Segtnan Skogan har deltatt i feltarbeid.

Oslo, 10. september 2015

André Staalstrøm

Innhold

Sammendrag	5
Summary	6
1. Innledning	7
1.1 Bakgrunn	7
1.2 Beskrivelse av området	7
2. Feltnmålinger	10
2.1 Innhentet vannføring	10
2.2 Målerigger	11
2.3 Sedimentprøver	12
3. Modellering	13
3.1 Modelloppsett	13
3.2 Validering av modellen	15
4. Beskrivelse av utslippet ved mudring	18
4.1 Massebudsjett	18
4.2 Synkehastighet	19
4.3 Forurensede sedimenter	20
5. Kartlegging av strømforholdene	21
5.1 Kartlegging av strømforholdene med observasjoner	21
5.2 Effekten av vannføring i Ranelva på strømforholdene	28
6. Spredning av partikler	30
6.1 Vurdering av spredning av total mengde partikler under mudringsoperasjonen	30
6.2 Vurdering av spredning av forurensede masser under mudringsoperasjonen	35
6.3 Vurdering av rekkevidde for spredning av propelloppvirvling	35
7. Referanser	37

Sammendrag

I denne rapporten er det tatt utgangspunkt i at 135 000 m³ med masse skal mudres opp. Det er videre antatt at 2 % av denne massen spres i fjorden, og dette utgjør 1620 tonn tørr masse. Denne mengden tilsvarer den samme mengden partikler som kan tilføres fjorden fra Ranelva i løpet av en ukes tid, og anses ikke som et betydelig miljøproblem i seg selv.

Omtrent 222 tonn av den totale massen er forurenset, og det vil være et positivt miljøtiltak å fjerne disse massene, slik at de ikke kan spres videre i fjorden i framtida. Under mudringsoperasjonen vil det være fare for å spre betydelig mengder miljøgifter, og det anbefales derfor å benytte mudringsutstyr som gir minst mulig spredningsfare.

Tidevann og vannføring i Ranelva påvirker strømbildet, men det er relativt høye strømhastigheter i området nær Rana Industriterminal, uansett om det er lav vannføring og nippflo. Det kan se ut som høye strømhastigheter er knyttet til raske endringer i vannføringen i elva. I en flomsituasjon kan det se ut til at en større andel av de massene som spres blir fraktet i retning av Movika.

Summary

Title: Assessment of current conditions and particle dispersion by establishing a new deepwater quay near Rana Industry Terminal

Year: 2015

Author: André Staalstrøm and Magdalena Kempa

Source: Norwegian Institute for Water Research, ISBN No.: ISBN 978-82-577-6641-2

In this report it is assumed that 135 000 m³ with mass will be dredged up. It is further assumed that 2 % of this mass is dispersed in the Ranfjord, and this amounts to 1620 tons of dry mass. This amount equals to the same amount of particles that can be discharged into the fjord from the river Ranelva within a week's time, and is not regarded as a significant environmental problem in itself.

Approximately 222 tons of the total mass is contaminated, and there will be a positive environmental initiative to remove these masses, so they cannot spread further in the fjord in the future. During the dredging operation it will be a risk of spreading significant amounts of pollutants, and it is therefore recommended to use dredging equipment that minimizes the risk of spreading.

Tides and water discharge in Ranelva affect the current conditions, but there are relatively high current velocities in the area near Rana Industry Terminal, whether it's low flow in the river and neap tide. It may look like high current speeds are associated with rapid changes in water flow in the river. In a flood situation, it appears that a larger proportion of the dispersed mass is transported in the direction of Movika.

1. Innledning

1.1 Bakgrunn

Mo Industripark AS ønsker å få utredet flere forskjellige problemstillinger i forbindelse med etablering av dypvannskai ved Rana Industriterminal (RIT), hvor det skal mudres for å etablere en dypvannskai. Massene som skal fjernes er mest sannsynlig forurenset, og deponering av disse massene må forgå med tanke på dette.

Det ønskes avklaring på følgende problemstillinger:

1. Hvordan er strømforholdene og potensialet for partikkelspredning i området, og hvordan endrer dette seg i perioder med flom i Ranelva?
2. Hvilken sedimenttype med spesifisering av kornstørrelse spres fra kaiområdet på grunn av propellersosjon og mudring?
3. Hvor stor er partikkelkonsentrasjonen forårsaket av propellersosjon i vannmassene nær kaiområdet, og hvor store mengder partikler spres?
4. Hvordan er spredningsmønsteret av partikler i forbindelse med mudring, og hvor stort område blir påvirket?

Disse problemstillingene er undersøkt med feltmålinger og modellering, og vil bli besvart i denne rapporten. Problematikk knyttet til deponering av forurensete masser blir ikke belyst i denne rapporten, men det vil bli gjort en vurdering på hvor store mengder med miljøgifter som spres, basert på målinger utført av Multiconsult (Hasle, 2014).

1.2 Beskrivelse av området

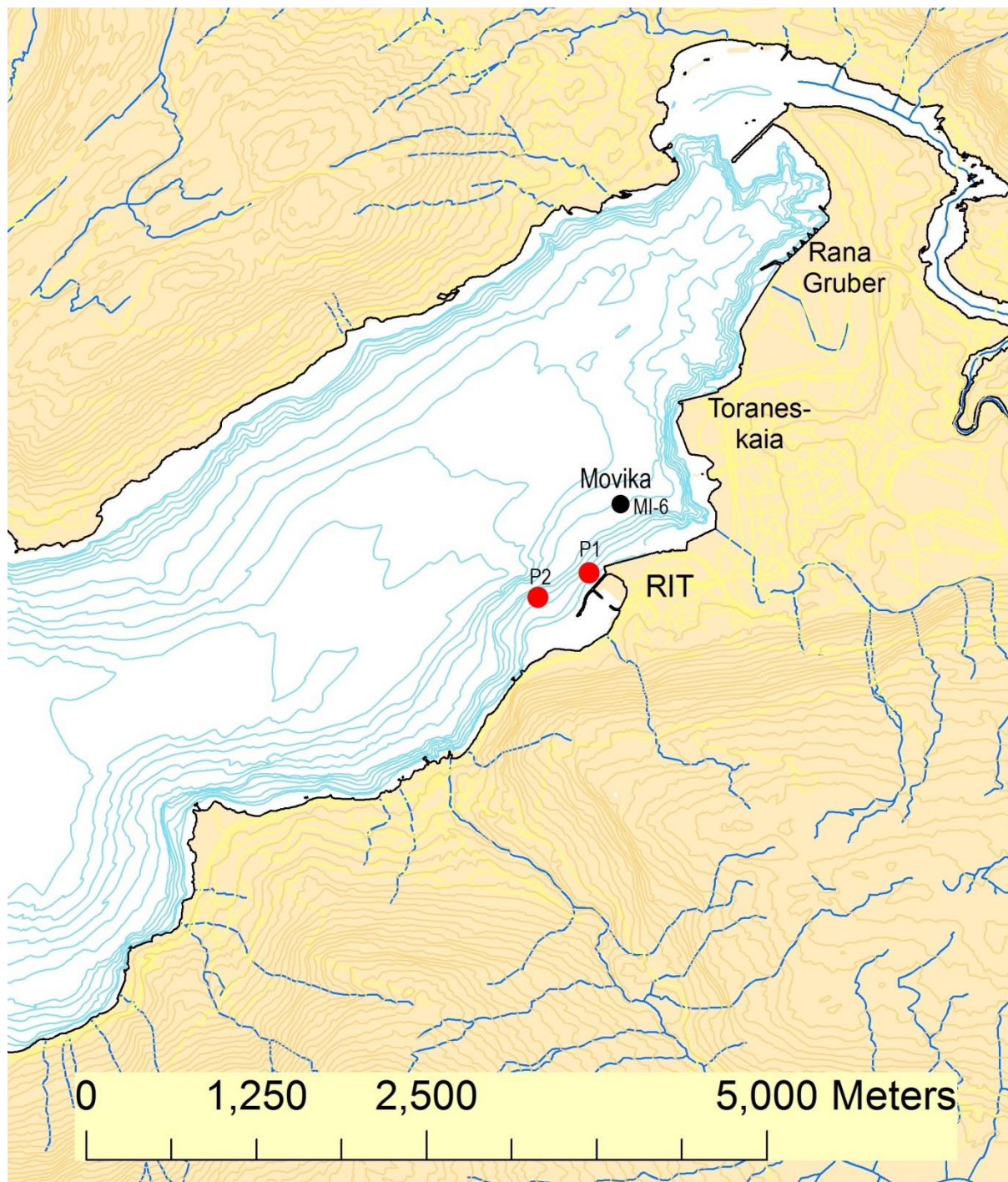
Rana Industriterminal (RIT) er en av tre større kaianlegg i Mo i Rana, hvor Toraneskaia og Rana Grubers utskipningsterminal er de to andre. RIT er det ytterste av disse tre kaianleggene, og er tilknyttet Mo Industripark (se **Figur 1**).

Mo i Rana ligger helt innerst i Ranfjorden hvor Ranelva renner ut. Vannføringen i Ranelva er relativt stor med middel vannføring på 178 m³/s (i 2010), og vannføring ved flom opp mot 900-1300 m³/s. **Figur 2** viser modellert vannføring i Ranelva for de ti årene fra 2004 til 2013.

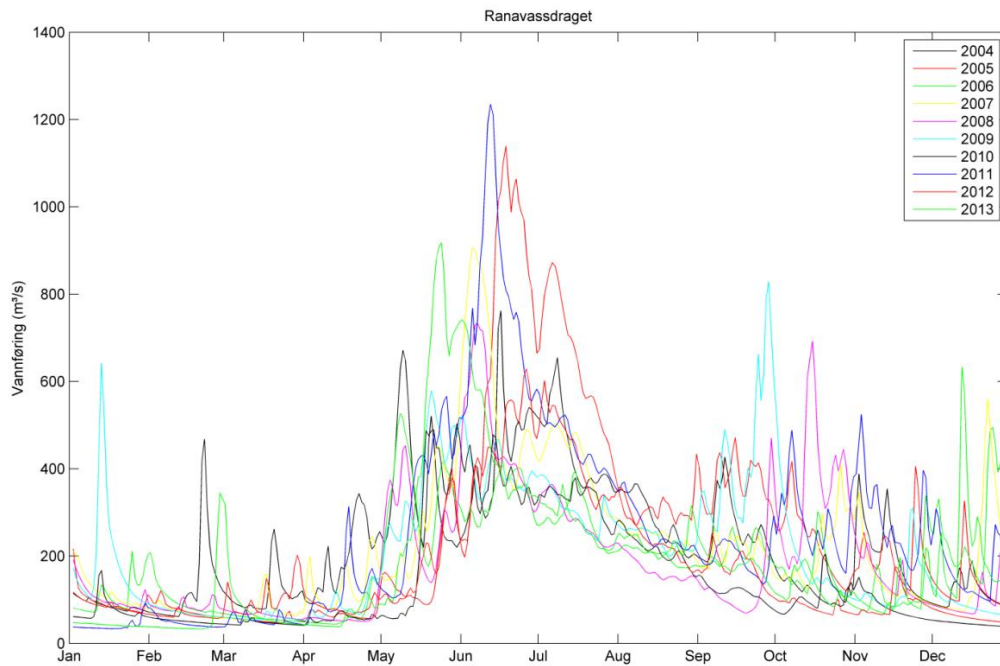
Indre Ranfjorden er en dyp fjord med bratte sider, med dyp ned mot 525 m, som er adskilt fra resten av Ranfjorden med en relativt dyp terskel på omtrent 275 m ved Juvika. Juvika befinner seg omtrent 22-23 km fra Mo i Rana. Rett utenfor RIT er det dyp på over 300 m.

Forskjellen mellom høy- og lavvann kan bli opp mot 1,0 m ved nippflo og 2,5 m ved springflo (sehavniva.no).

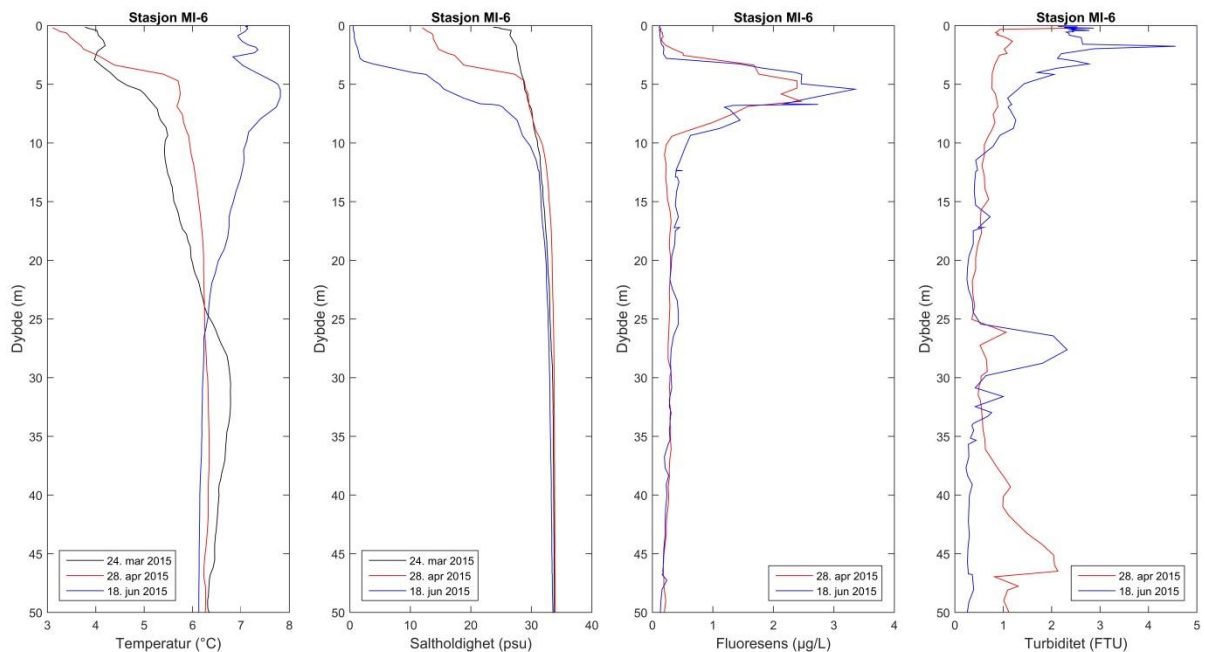
Vannmassene i dypet er relativt homogene med liten sjiktning. Dette endrer seg i de øverste meterne, hvor det er et ferskvannslag hvor tykkelsen avhenger av vannføringen i Ranelva i dagene før målingene ble tatt (**Figur 3**).



Figur 1. Kart over innerste del av Ranfjorden hvor Ranelva renner ut. Dybdekoter er tegnet med blå strek og høydekoter med brun strek. Veier er tegnet inn med gul strek og mindre elver med blå strek. De to røde prikkene angir hvor det var utplassert målerigget utenfor Rana Industriterminal (RIT). Den svarte prikken i Movika angir en av stasjonene hvor det tatt profilerende målinger med CTD.



Figur 2. Vannføring i Ranavassdraget de 10 siste årene. Disse resultatene er modellert vannføring utført av NVE (Beldring et al., 2003).

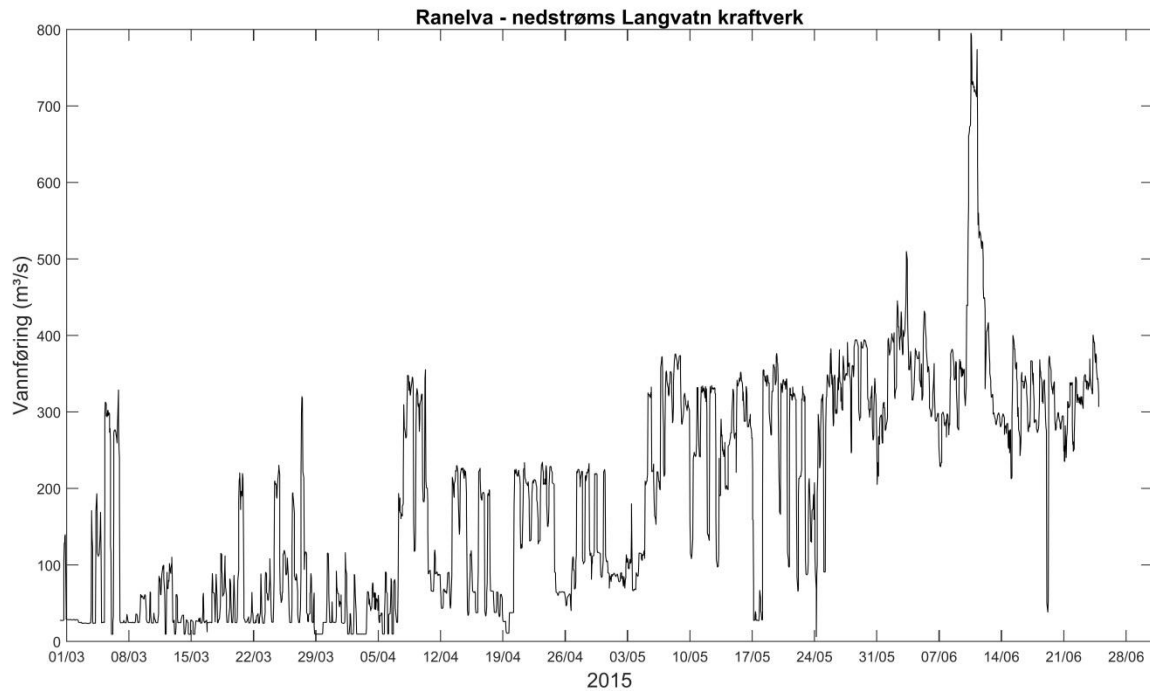


Figur 3. Profiler av temperatur og saltholdighet målt i Movika ved tre anledninger i 2015. Ved de tre tidspunktene var vannføringen midlet over de fem foregående døgnene i Ranelva henholdsvis 65, 136 og 303 m³/s. Ved to av tidspunktene ble det også målt profiler av fluorescens og turbiditet. Fluorescens er et målt på mengde alger og turbiditet er et mål på partikkelkonsentrasjon. En turbiditetsenhet (FTU) tilsvarer omtrent en partikkelkonsentrasjon på 1 mg/L.

2. Feltmålinger

2.1 Innhentet vannføring

Det var ønskelig å foreta strømmålingene i en periode hvor det både var lav vannføring i Ranelva og i en flomsituasjon. Måleperioden fra 24. mars til 18. juni 2015 burde derfor i følge modellert vannføring i elva være en gunstig periode (se **Figur 2**). Målt vannføring ble hentet inn fra Statkraft. I 2015 var snøsmeltingen uvanlig sein, og til tross for at det var relativt mye vann i elva, så var det bare en kortvarig (1-2 dager) flom 10. til 11. juni, med høyeste vannføring 795 m³/s (se **Figur 4**).



Figur 4. Målt vannføring i Ranelva.

2.2 Måleriggjer

Det ble utplassert strømmålere i to posisjoner, stasjon P1 nær den eksisterende kaia og stasjon P2 som var plassert noe lenger ut på 24-25 m dyp. Ved stasjon P1 var det ca. 8-10 m dypt. En CTD som målte vannstand (trykk), temperatur, saltholdighet og turbiditet ble plassert nær bunn. Turbiditet er et mål på hvor mye lyset spres i vannet. Enheten til turbiditet, FTU, er skalert slik at 1 FTU tilsvarer omtrent en partikkelkonsentrasjon på 1 mg/L. Nær overflata ved stasjon P1 ble det utplassert en Seaguard RCM som i tillegg til saltholdighet, temperatur og turbiditet også måler strøm. Ved stasjon P2 var det utplassert en Nortek Aquadopp profilerende strømmåler. Denne måleren registrerer strømmen i hele vannsøylen.

Målerne ble utplassert 24. mars 2015. 28. april ble alle målerne tatt opp og data lest ut, før de ble utplassert igjen. Alle målerne ble hentet inn i 18. juni. Alle instrumentene fungerte som planlagt.

På stasjon P1 var det også utplassert to sedimentfeller omtrent 2 m over bunnen. Hensikten med disse var å se på kornstørrelsen til de sedimentene som blir virvlet opp. En av de to sedimentfellene forsvant i løpet av måleperioden, men det ble samlet inn nok sediment til å gjøre en enkel analyse av kornstørrelse.



Figur 5. Kart over Rana Industriterminal (RIT). Plassering av de to måleriggene, P1 og P2, er vist med røde prikker. Planlagt mudringsområde er markert med lysegrønt.

2.3 Sedimentprøver

Ved utplassering av måleriggene ble det tatt prøver av bunnsedimentet på seks posisjoner i mudringsområdet. Disse prøvene ble analysert for å finne hvor stor andel av sedimentet som besto av finkornet materiale, det vil si andel av partiklene som hadde en diameter mindre enn $63\ \mu\text{m}$. Andelen finkornet materiale var mellom 69 og 89 % (se **Figur 6**). Andelen finstoff ($< 63\ \mu\text{m}$) i sedimentfella på stasjon P1 var 83 %.



Figur 6. Resultatene fra prøver av sedimentene. Tallene i kartet angir hvor stor andel av sedimentet som var finkornet (partikkel diameter mindre enn $63\ \mu\text{m}$).

3. Modelling

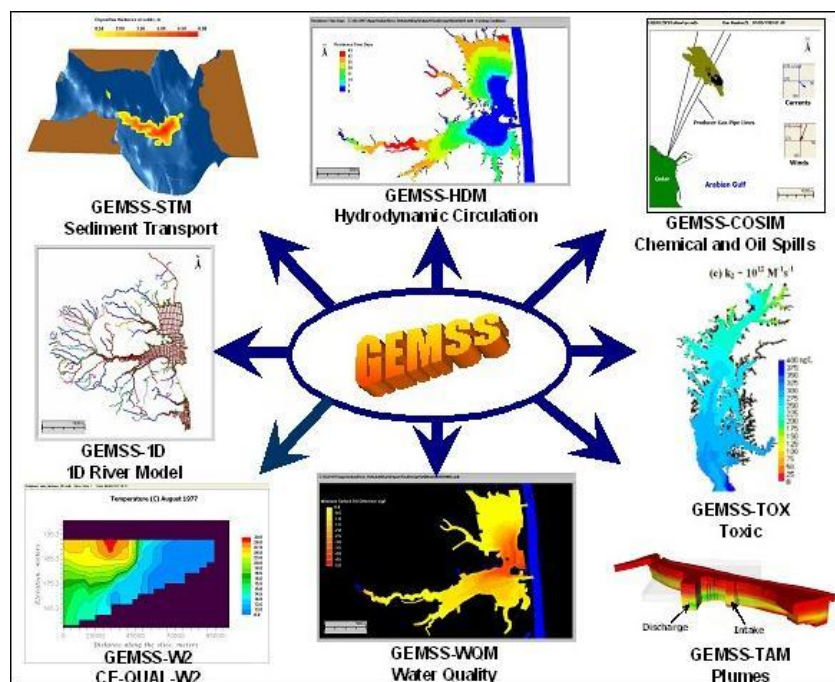
3.1 Modelloppsett

I dette prosjektet har den 3-dimensjonale modellen GEMSS blitt benyttet, **Figur 7**. Modellen beregner strøm, temperatur, konsentrasjon partikler med ulik størrelse. Modellen beregner hva som skjer i fjorden ut fra kjent klima, vannføring, vanntemperatur og stoffkonsentrasjon i tilløp samt vannstand og stoffkonsentrasjoner ved den åpne enden av fjorden. Fjorden blir delt inn i beregningsceller. For hver celle ble resultatene beregnet skrittvis fremover i tid. Et utsnitt av modellgriddet er vist i **Figur 8**. Modellgriddet dekker hele Ranfjorden.

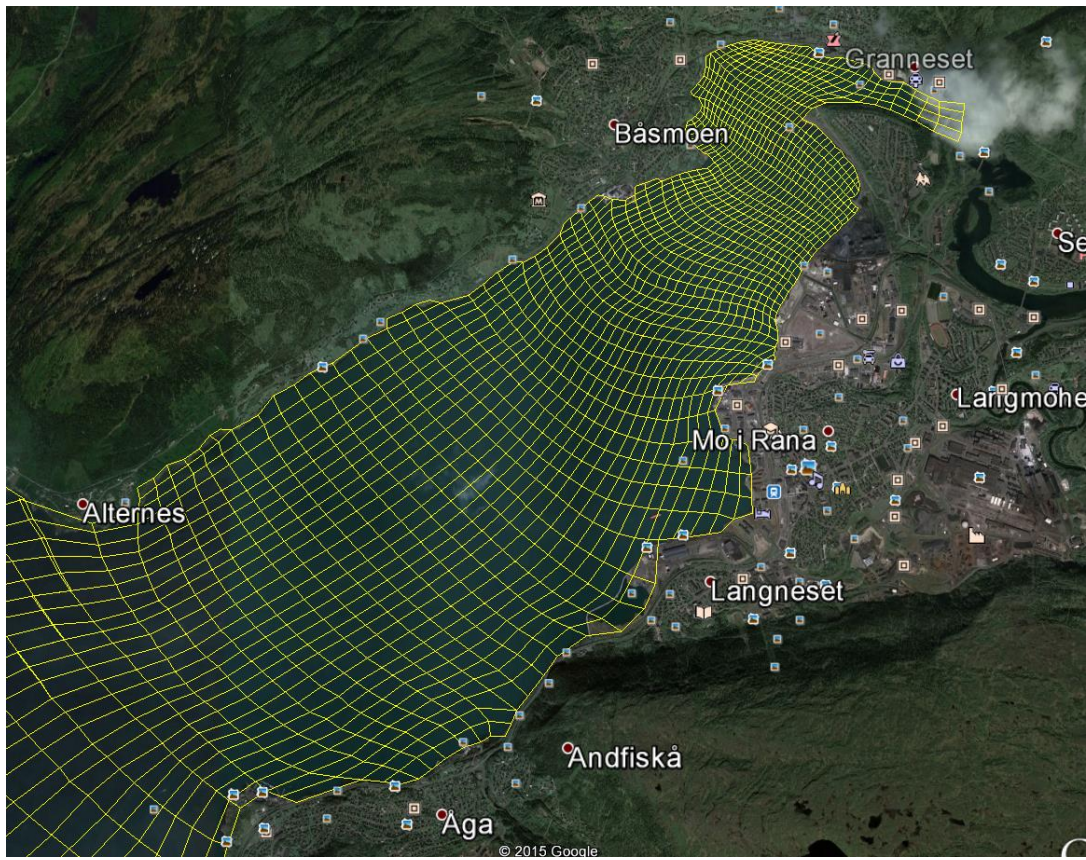
Modellpakken er utviklet av ERM's Surfacewater Modeling Group i Exton, Pennsylvania, USA. Eksempler på bruk av modellen kan studeres nærmere på hjemmesiden (<http://gemss.com/index.html>). Modellen er blant de mest avanserte som finnes. Den er jevnlig brukt verden rundt, og den har allerede blitt satt opp for Ranfjorden i forbindelse med utslippet til Rana Gruber.

For å modellere sirkulasjonsmønsteret i modellområdet har vi benyttet GEMSS modulen HDM som er en modell som løser de endelig-differanse ligningene Navier-Stokes, som med andre ord betyr at man benytter Newtons andre lov sammen med ligninger for å bevare volum. De vertikale lagene i modellen er horisontale (z-lag), avhengig av hvordan modellen blir satt opp. Modellgriddet er kurvelineært slik at den horisontale oppløsningen kan varieres.

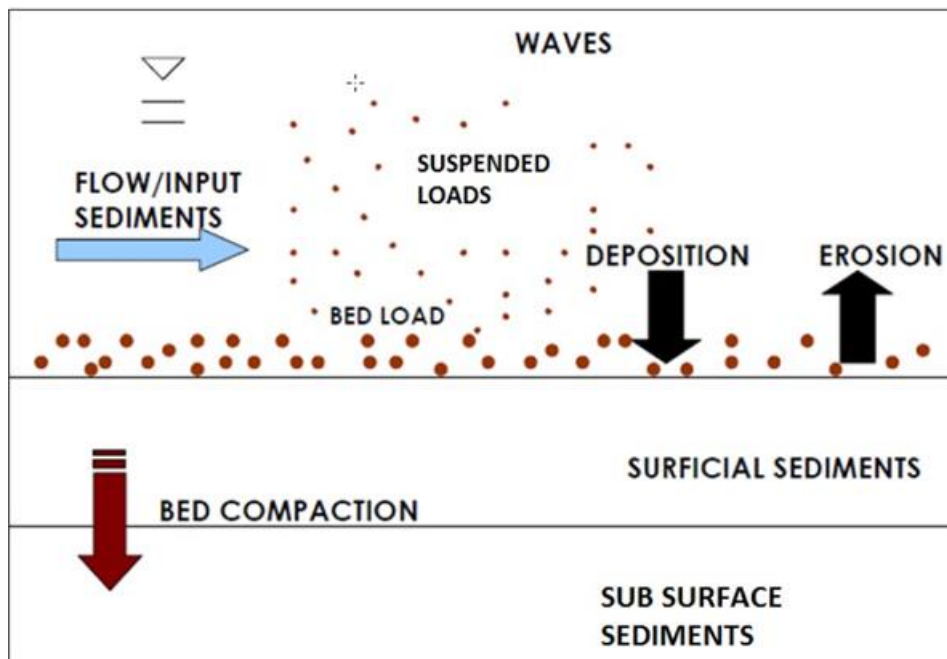
For å modellere partikkeltransport har vi benyttet en modul som kalles STM (Sediment Transport Module). Denne modulen beregner konsentrasjon av partikler med forskjellige kornstørrelse i hver beregningscelle i modellområdet. I modellen så kan partiklene enten flyte fritt i vannmassene (suspenderte partikler) eller ligge på bunn. Partikler som havner på bunn kan re-suspenderes. **Figur 9** illustrerer noen av de prosessene som er parameterisert i STM-modulen.



Figur 7. GEMSS er en pakke med modeller. I sentrum står en hydrodynamisk modell. Det er flere tilleggsmoduler, blant annet vannkvalitet med spredning av sedimenter (GEMSS-STM).



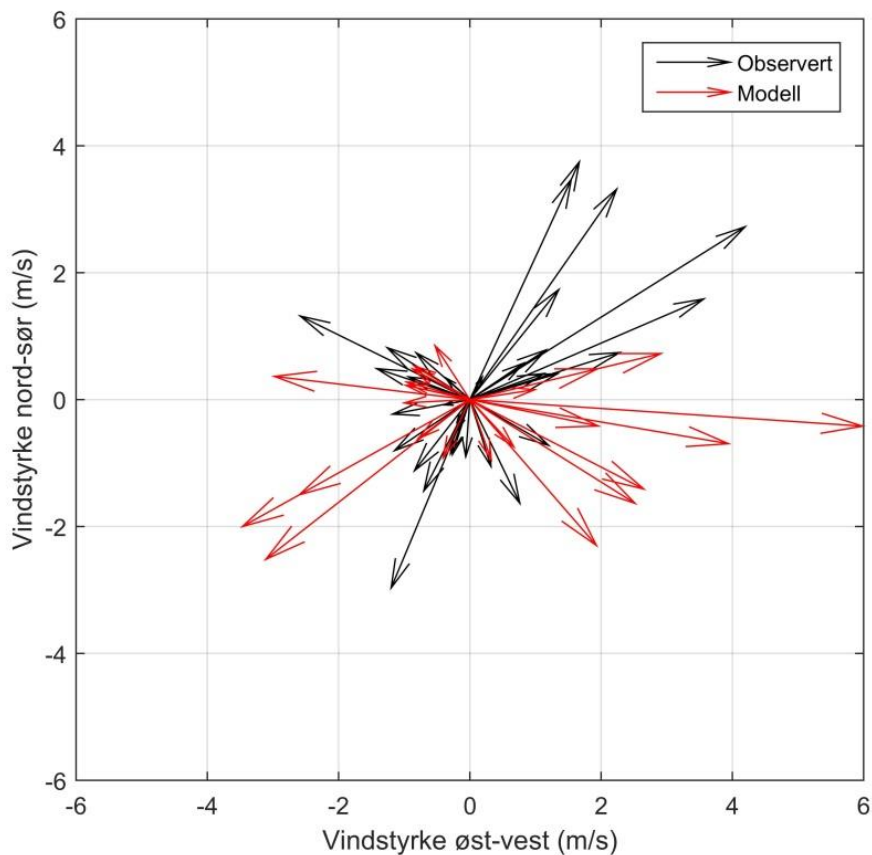
Figur 8. Utsnitt av modellgriddet. Den horisontale oppløsningen til modellgriddet er variabel. I nærheten av Rana Industriterminal er oppløsningen omtrent 120-180 m.



Figur 9. Illustrasjon av prosesser i forbindelse med partikkeltransport i GEMSS-STM.

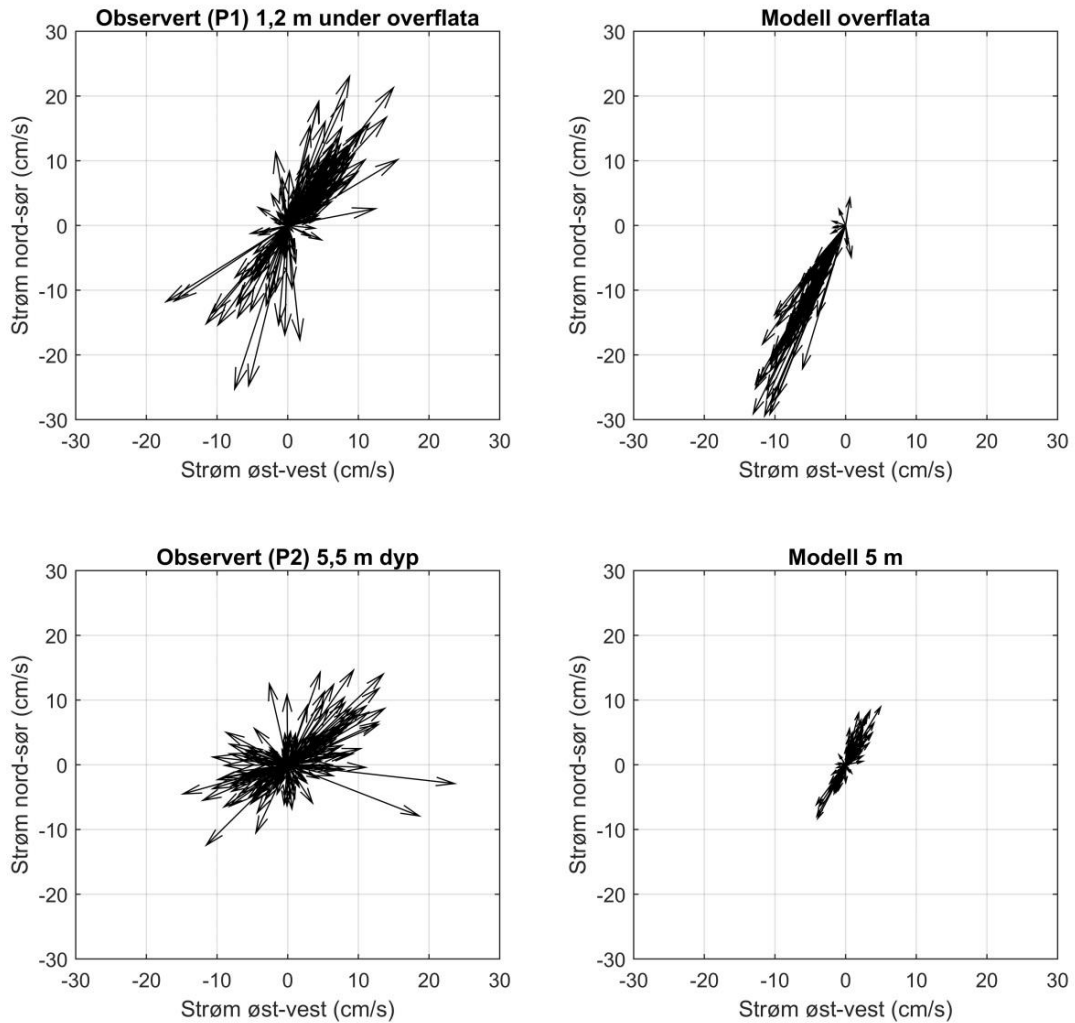
3.2 Validering av modellen

For å teste hvor godt modellen gjenskaper strømbildet utenfor Rana Industriterminal, ble det gjort en modellkjøring hvor vannføringen som ble lagt inn i modellen, var tilsvarende det som ble observert i måleperioden. Det ble benyttet målt vannføring fra Ranelva (se **Figur 4**). Modellresultater ble hentet ut fra et punkt i modellen som tilsvarer en posisjon omtrent midt i mellom stasjon P1 og P2 i **Figur 5**. Vinden var noe forskjellig i modellkjøringen sammenlignet med observert vind fra Skandal værstasjon. I modellen blåste det mer fra vest enn i observasjonene, hvor det blåste mer fra sørvest. Vannføringen i Ranelva var i gjennomsnitt $282 \text{ m}^3/\text{s}$ i valideringsperioden, men hvor verdien varierte mellom 107 og $376 \text{ m}^3/\text{s}$ (se **Figur 10**).



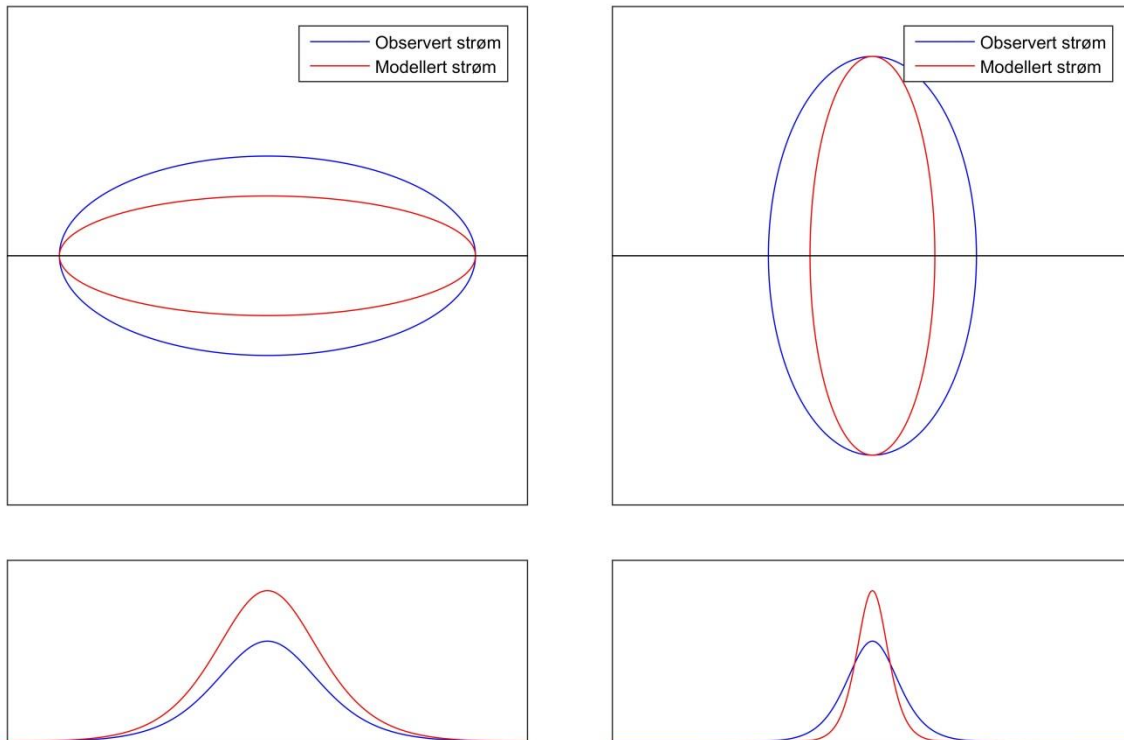
Figur 10. Sammenligning av observert vind (svart) og vind i modellen (rødt) i valideringsperioden.

I modellens overflatelag er strømmen betydelig mer ensrettet enn det som er observert en meter under overflata på stasjon P1 (**Figur 11**). Det er observert at det i overflata kan bli sterk strøm som strømmer i nordøstlig retning. I modellen strømmer det hovedsakelig kun i sørvestlig retning. I modellen finner man igjen en nordøstlig strøm rett under et relativt tynt overflatelag. På stasjon P2 på omtrent 5 m dyp ble det observert at strømmen strømmet fram og tilbake langs bunntopografien. Det samme skjer i modellen på 5 m dyp. Forskjellen er at i observasjonene er strømretningen mer diffus, mens den i modellen er mer ensrettet. Strømstyrken er noe svakere i modellen enn i observasjonene på 5 m dyp.



Figur 11. Observert strøm (venstre kolonne) sammenlignet med modellert strøm (høyre kolonne). Øverst vises strømmen nær overflata. De to nederste figurene viser strømmen i omtrent 5 m dyp. Modellresultatene er hentet fra modellscenariet VAL fra **Tabell 4**.

I **Figur 12** er det illustrert hvordan virkning strømmen kan ha på spredningsmønsteret. Den modellerte strømmen er mer ensrettet enn den observerte strømmen, som er mer diffus. De to øverste figurene i **Figur 12** viser skjematisk hvordan spredningsskya vil se ut sett ovenfra. I den venstre figuren er strømmens hovedretning langs x-aksen, mens den i den høyre figuren er langs y-aksen. Den observerte strømmen vil spre partikler utover et større areal, enn den modellerte strømmen. Men partikkelkonsentrasjonen (eller sedimenttykkelsen) vil bli større når arealet partiklene spres utover er mindre. Det er altså forventet at i modellen i området nær Rana Industriterminal vil overestimere sedimenttykkelsen noe, men at partiklene sedimenterer over et noe mindre område.



Figur 12. Illustrasjon av hvordan virkningen av en modellstrøm som er noe svakere og mer ensrettet, enn observert strøm, har på spredningsmønsteret. Blått illustrerer spredning med sterkere og mer diffus strøm, mens rødt illustrerer spredningsmønsteret av en noe svakere og mer ensrettet strøm. De to øverste figurene viser spredningen sett ovenfra. De to underste figurene viser spredning sett fra siden, på tvers av de svarte linjene over.

4. Beskrivelse av utslippet ved mudring

4.1 Massebudsjett

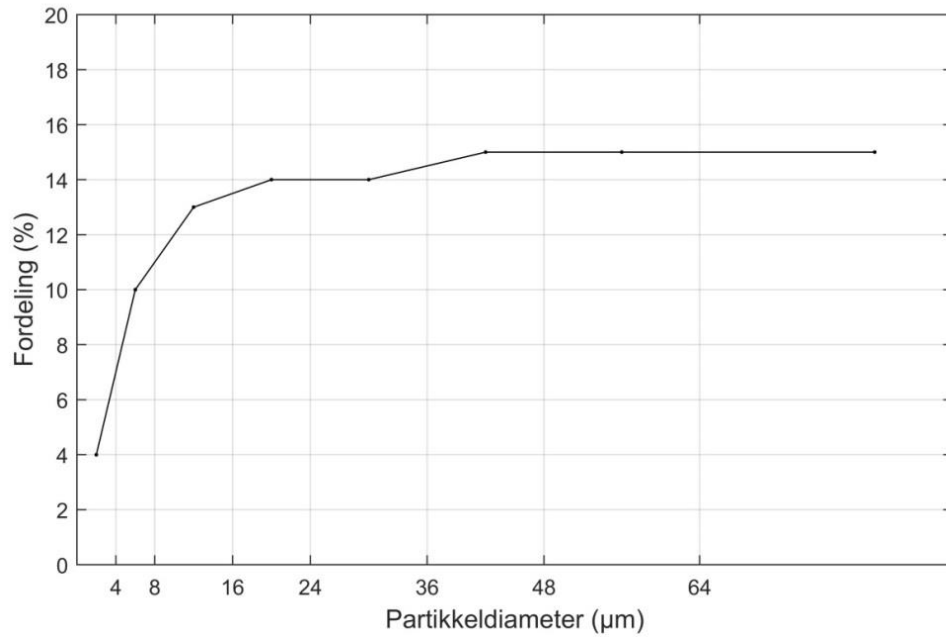
Å beskrive spredning av partikler i forbindelse med mudring er en utfordring. Hvor stor andel som spres er knyttet til hvilken type mudringsutstyr som vil benyttes. Hvis det benyttes en miljøgrabb så vil det bli et sug når grabben tas opp fra bunn, som vil spre partikler, i tillegg til at en del vil lekke ut av grabben på vei opp. Ved sugemudring så vil en betydelig mindre andel av partiklene spres. I denne rapporten er det antatt at 2 % av den totale massen som skal mudres blir spredd. I Multiconsult sin vurdering av spredning ved mudring i Harstad ble det samme tallet benyttet (Elin Kramvik, Multiconsult, personlig kommunikasjon). Det er stor usikkerhet knyttet til dette tallet, men vi anser dette for å være et konservativt anslag. Alle resultatene om spredning som presenteres i denne rapporten, vil påvirkes av denne antagelsen.

Modellen beregner spredning av åtte forskjellige sedimentklasser med kornstørrelse mindre enn 100 µm. Nøyaktig kornfordeling er ikke kjent, men det fins bra datagrunnlag for hvor stor andel av partiklene som er mindre enn 63 µm. Prøver av sedimentet på 9 stasjoner i mudringsområdet i mars 2015 viste at 69-89 % var mindre enn 63 µm (se **Figur 6**). Analyser på fem stasjoner i mudringsområdet utført av Multiconsult viser at andel av sedimentet som er mindre enn 2 µm var mellom 1-3 % (Hasle, 2014). I denne rapporten er det benyttet en kornfordeling som har følgende egenskaper: 85 % av stoffet er mindre enn 64 µm og 4 % er mindre enn 4 µm. Kornfordelingen er vist i kolonne en og to **Tabell 1**, og i **Figur 13**.

Flere forskjellige alternative utformede kaier blir nevnt i et notat fra Multiconsult som er var vedlegg til søknad om utvidelse av RIT (Kramvik, 2015). I denne rapporten tas det utgangspunkt i 200 m lang cellespункtkai, som er det mest realistiske alternativet (Rolf Jenssen, Mo Industripark, personlig kommunikasjon). I dette alternativet vil det mudres et volum på 135 000 m³. Ved å anta at tettheten til det våte sedimentet er 1,2 tonn/m³, vanninnholdet 50 % og at 2 % av massen spres, slik som nevnt over, så vil totalt 1620 tonn masse spres i løpet av hele perioden hvor mudring vil foregå. Den totale massen er fordelt på de forskjellige kornstørrelsene i **Tabell 1**. Tallene i kolonnen helt til høyre er benyttet som inngangsdata til spredningsberegningene i modellen. Andelen som sedimenterer og som er suspendert i vannmassene (se **Tabell 1**) er basert på modellberegningene.

Tabell 1. Kornfordeling og total masse som spres i modellen. Fordelingen mellom hvor mye som sedimenterer og hvor mye som er suspendert i vannmassene, er basert på modellberegningene.

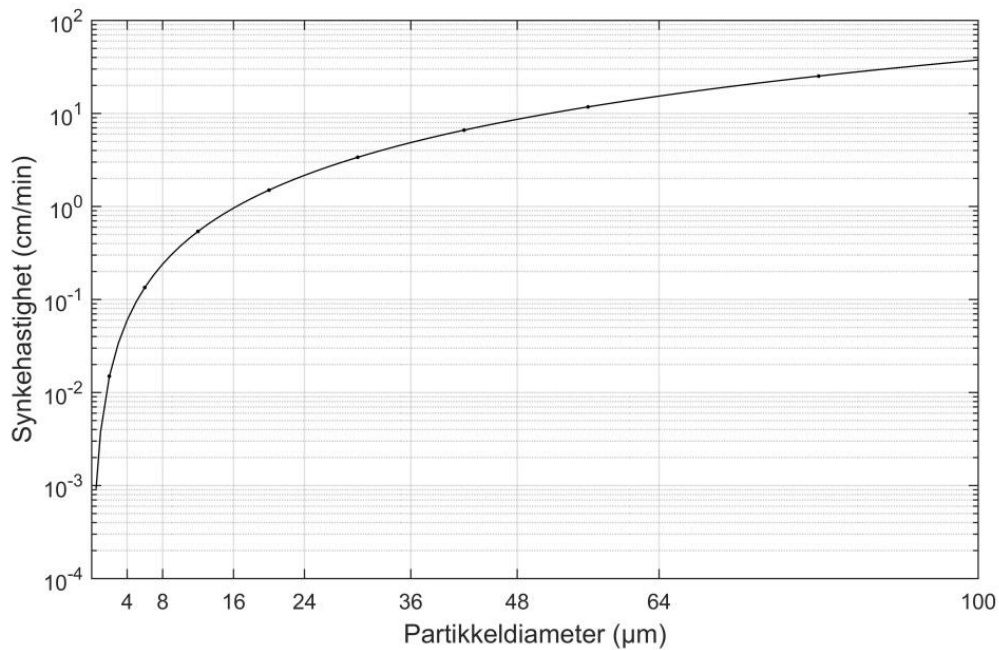
Kornstørrelse (µm)	Kornfordeling (%)	Sedimentert (tonn)	Suspendert (tonn)	Totalt (tonn)
0 - 4	4	0,1	64,7	64,8
4 - 8	10	1,5	160,5	162,0
8 - 16	13	10,7	199,9	210,6
16 - 24	14	47,1	179,7	226,8
24 - 36	14	120,7	106,1	226,8
36 - 48	15	188,2	54,8	243,0
48 - 64	15	215,6	27,4	243,0
64 - 100	15	232,0	11,0	243,0
Sum	100	815,8	804,2	1620,0



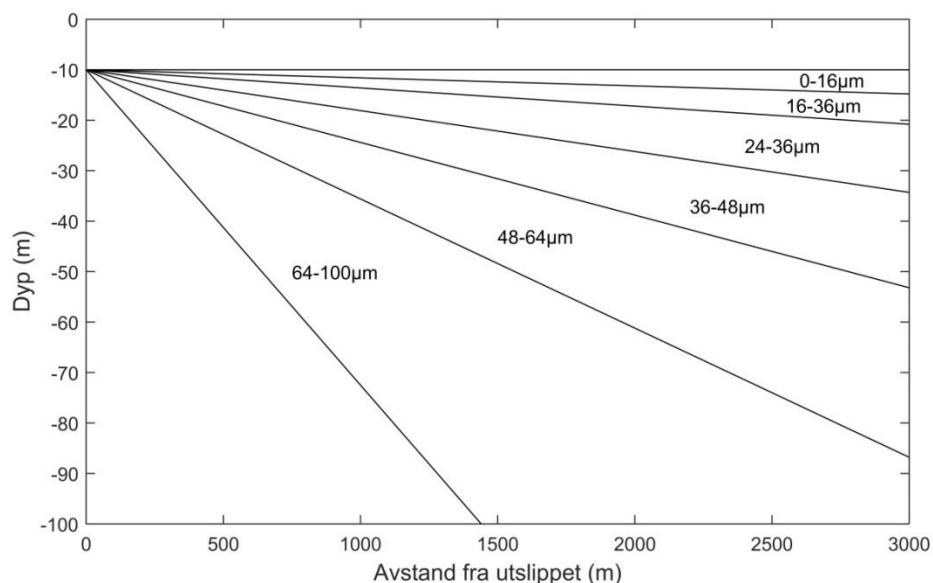
Figur 13. Kornfordelingskurve brukt i modelleringen av utslippet.

4.2 Synkehastighet

Modellen beregner synkehastighet ut ifra Stokes lov og dette er vist i **Figur 14**. Hvis vi tar utgangspunkt i disse synkehastighetene og basert på **Figur 11** en strømstyrke på 10 cm/s, kan vi få et innledende bilde av hvordan partikler med forskjellig kornstørrelse vil spres. I **Figur 15** vises mulige partikkelbaner for partikler sluppet ut i 10 m dyp, vist som svarte kurver. Det er tydelig at alt finstoff potensielt kan spres over hele indre del av Ranfjorden som er vist i **Figur 1**.



Figur 14. Synkehastighet etter Stokes lov.



Figur 15. Beregnede partikkelbaner for partikler med forskjellig kornstørrelse, basert på en strømhastighet på 10 cm/s.

4.3 Forurensede sedimenter

I undersøkelser utført av Multiconsult ble det foretatt analyse av miljøgiftinnhold i sedimentene i mudringsområdet (Hasle, 2014). Det ble tatt prøver av de øverste 10 cm av sedimentene på fem stasjoner, og prøver i 40-50 cm dyp på en stasjon. Basert på dette ble det konkludert med at de øverste 50 cm av sedimentene er forurensede. Basert på et mudringsareal på 37 000 m², som tilsvarer det grønne området i **Figur 5**, så utgjør dette 90 tonn tørr masse som spres. Det er da benyttet samme tetthet og vanninnhold, og antatt at like stor andel spres (2 %). Middelerdien for de fem prøvene i overflatesedimentet er antatt å representere konsentrasjonen i hele den forurensede massen. Beregnet total mengde av utvalgte miljøgifter er vist i **Tabell 2**.

Tabell 2. Beregnet total mengde med forurensede sedimenter som antas å spres, gitt at 2 % av det totale mudringsvolumet spres. Andelen som sedimenterer og som er suspendert i vannmassen er basert på modellberegningene. Konsentrasjonene brukt i beregningene er utarbeidet basert på Hasle (2014).

Stoff	Sedimentert	Suspendert	Totalt	Konsentrasjoner brukt i beregningene
Total masse (tonn)	815,8	804,2	1620,0	
Forurenset masse (tonn)	111,8	110,2	222,0	
Bly (Pb) (kg)	9,6	9,4	19,0	85,72 mg/kg
Kobber (Cu) (kg)	7,2	7,1	14,3	64,34 mg/kg
Sink (Zn) (kg)	33,7	33,3	67,0	301,8 mg/kg
Benso(a)pyren (g)	75,9	74,8	150,6	678,6 µg/kg
Sum PAH16 (g)	755,3	744,5	1499,8	6756 µg/kg
Sum PCB7 (g)	2,0	2,0	4,0	17,80 µg/kg
Tributyltinn (TBT) (g)	4,3	4,3	8,6	38,8 µg/kg

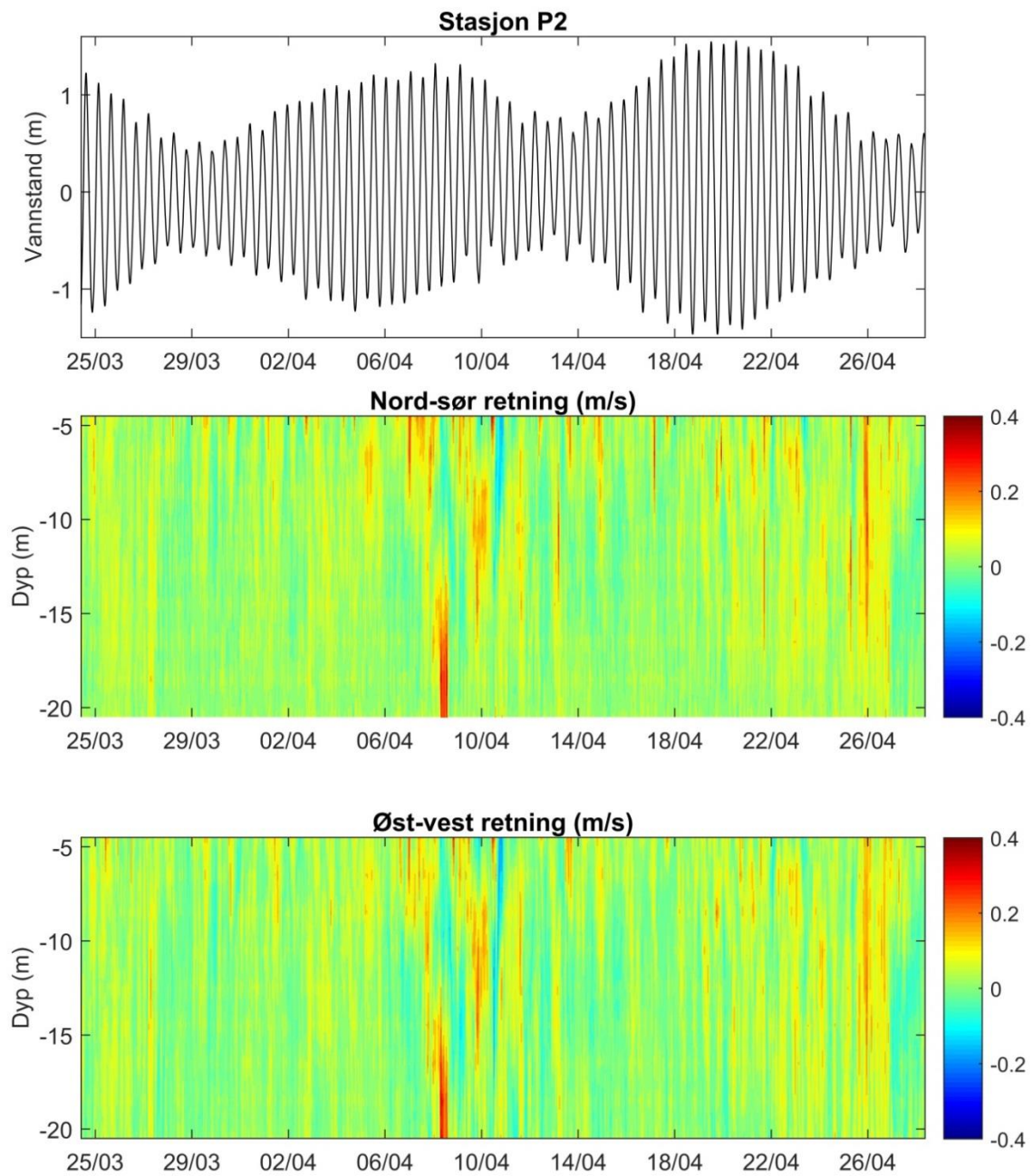
5. Kartlegging av strømforholdene

5.1 Kartlegging av strømforholdene med observasjoner

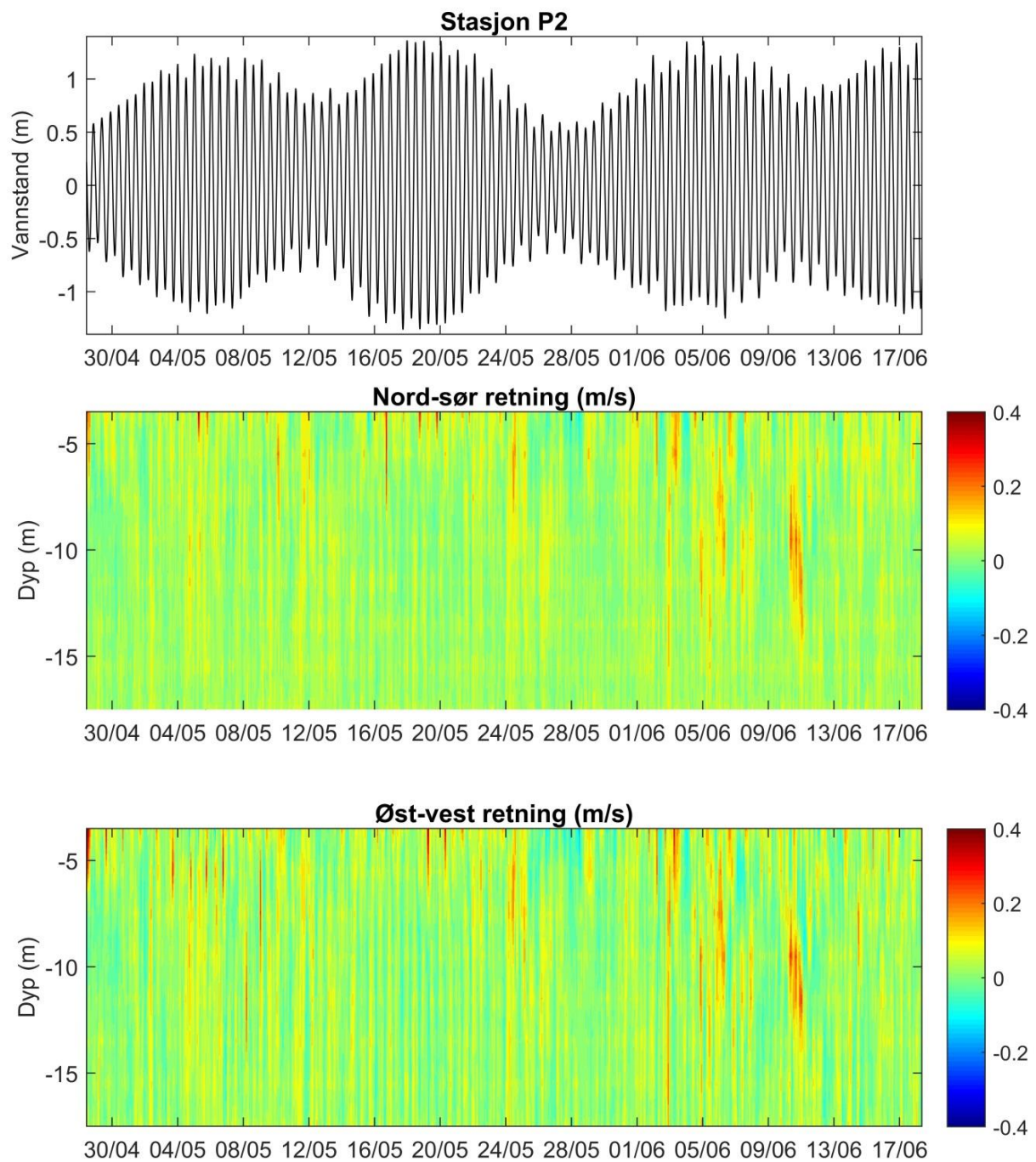
Det ble foretatt strømmålinger i to posisjoner, i overflata ved P1 og i hele vannsøylen ved P2 (se **Figur 5**). **Figur 16** og **Figur 17** viser målt strøm på stasjon P2. Strømretningen er hovedsakelig rettet langs bunntopografien. Kraftige strømmer med hastighet opp mot 0,4 m/s opptrer innimellom i et lite forutsigbart mønster. Variabiliteten i strømmen kan deles opp i en del som kan knyttes til tidevannsvariasjon med typiske perioder på 12 og 24 timer (tidevannsstrøm), en del som varierer saktere enn 24 timer (middelstrøm) og en del som varierer med kortere irregulære perioder. Tidevannsstrømmen er forårsaket av varierende vannstand. Mittelstrømmen kan knyttes til meteorologiske forhold som gir vindstress på overflata eller endrer vannføringen i elvene. **Tabell 3** viser maksimal observert strøm, tidevannsstrøm og middelstrøm i hvert dyp på stasjon P2. Fra tabellen ser vi at middelstrømmen forklarer en større andel av den observerte maksimalstrømmen enn det tidevannet gjør.

Tabell 3. Maksimal observert strøm, tidevannsstrøm og middelstrøm i hvert dyp.

Stasjon	Dyp (m)	Max observert strøm (m/s)	Max tidevannsstrøm (m/s)	Max middelstrøm (m/s)
Periode: 24. mars til 28. april				
P1	1,2	0,50		
P2	4,5	0,43	0,09	0,14
	6,5	0,33	0,09	0,13
	8,5	0,35	0,09	0,14
	10,5	0,35	0,06	0,16
	12,5	0,36	0,07	0,15
	14,5	0,34	0,07	0,12
	16,5	0,36	0,06	0,15
	18,5	0,42	0,06	0,13
	20,5	0,40	0,06	0,11
Periode: 28. april til 18. juni				
P1	1,2	0,62		
P2	3,5	0,50	0,06	0,17
	5,5	0,34	0,05	0,17
	7,5	0,30	0,03	0,14
	9,5	0,36	0,04	0,19
	11,5	0,35	0,05	0,15
	13,5	0,25	0,05	0,09
	15,5	0,25	0,04	0,07
	17,5	0,20	0,04	0,03

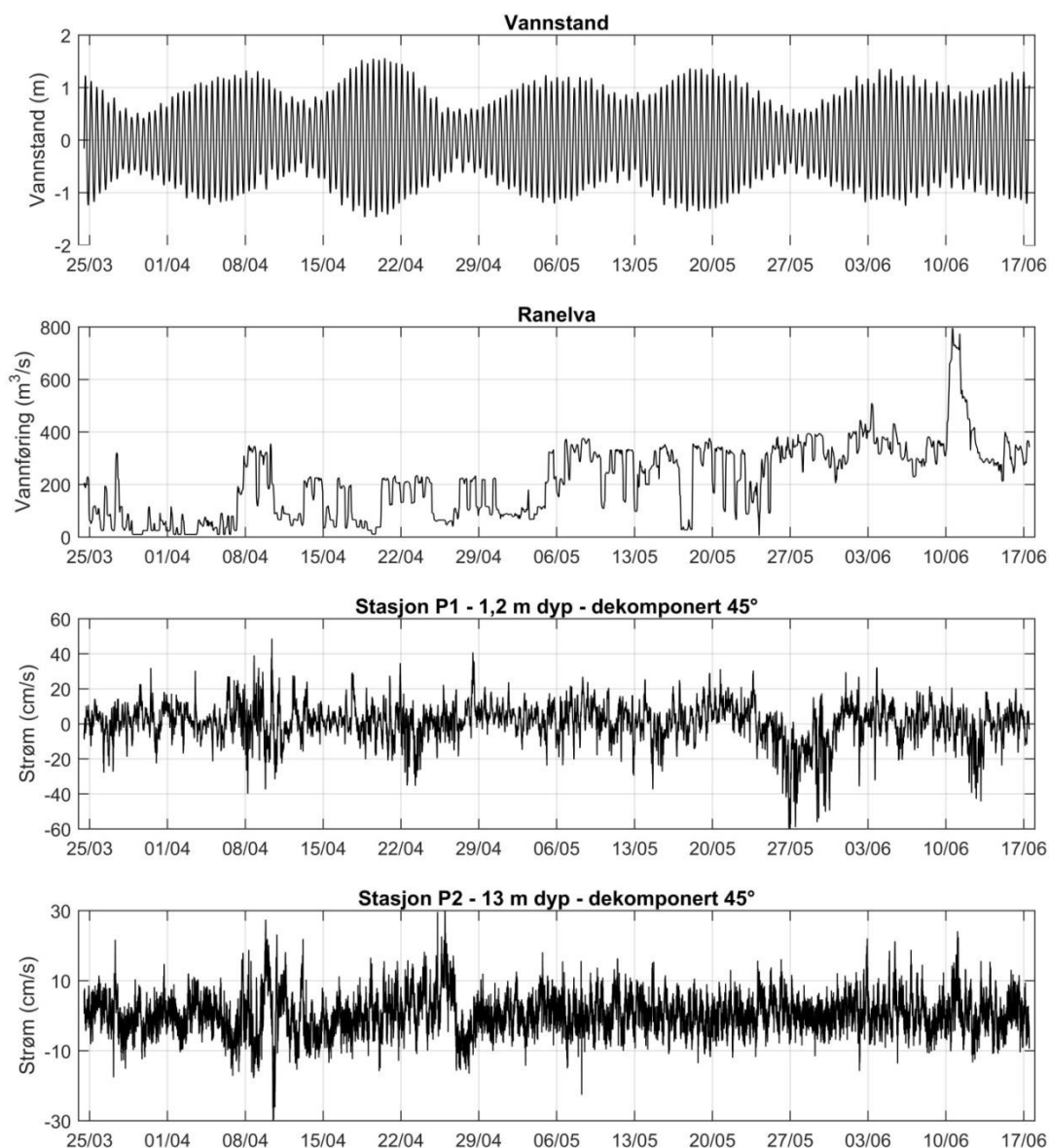


Figur 16. Profilerende strømmålinger på stasjon P2 fra 24. mars til 28. april 2015, nord-sør retning (i midten) og i øst-vests retning (nederst). Dette er sammenlignet med variasjon av vannstanden (øverst). Fargeskalaen angir strømstyrke i m/s, hvor rødt indikerer strøm i nordlig eller østlig retning, mens blå farge indikerer strøm i sørlig eller vestlig retning.

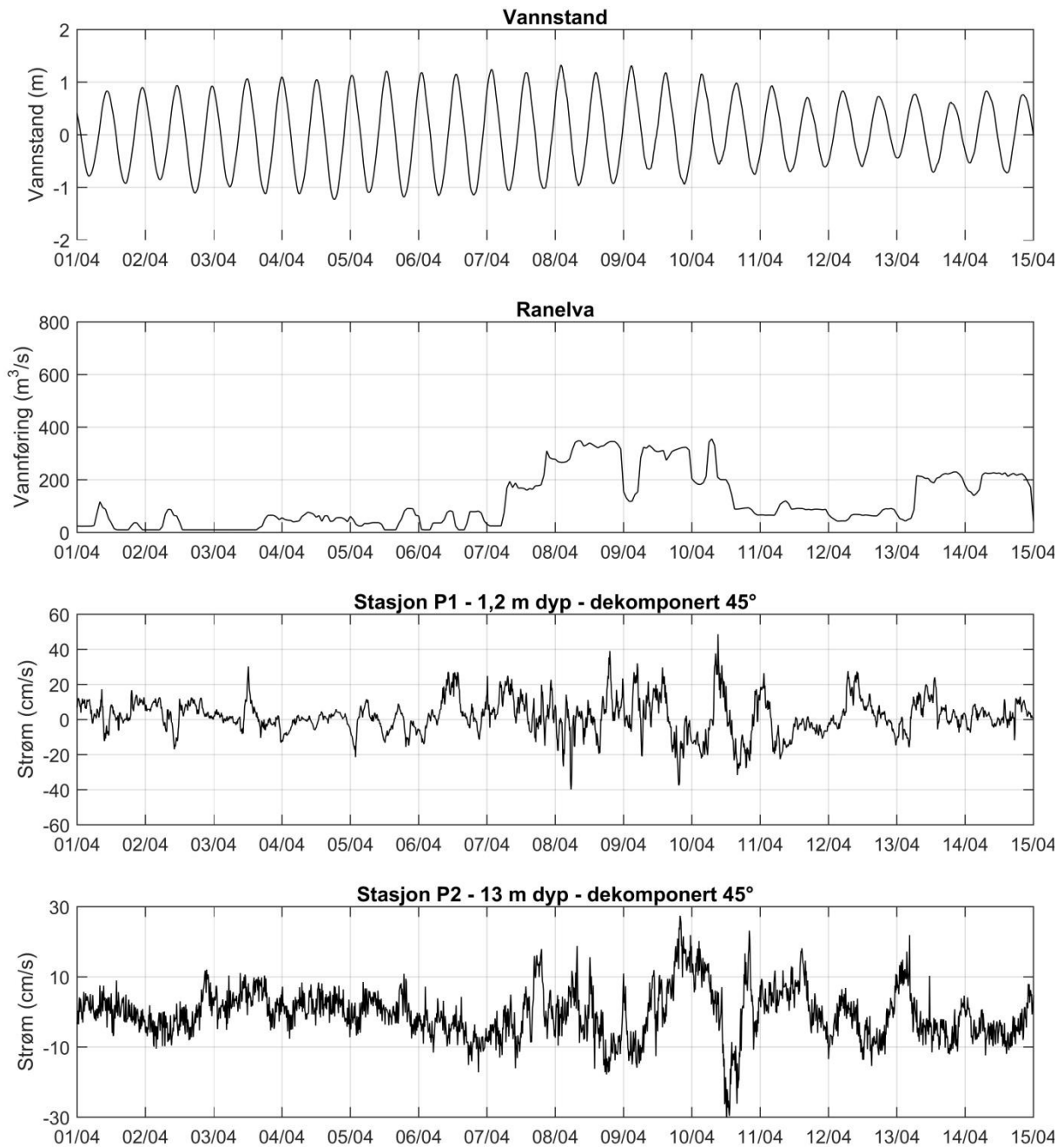


Figur 17. Profilerende strømmålinger på stasjon P2 fra 28. april 2015 til 18. juni, nord-sør retning (i midten) og i øst-vests retning (nederst). Dette er sammenlignet med variasjon av vannstanden (øverst). Fargeskalaen angir strømstyrke i m/s, hvor rødt indikerer strøm i nordlig eller østlig retning, mens blå farge indikerer strøm i sørlig eller vestlig retning.

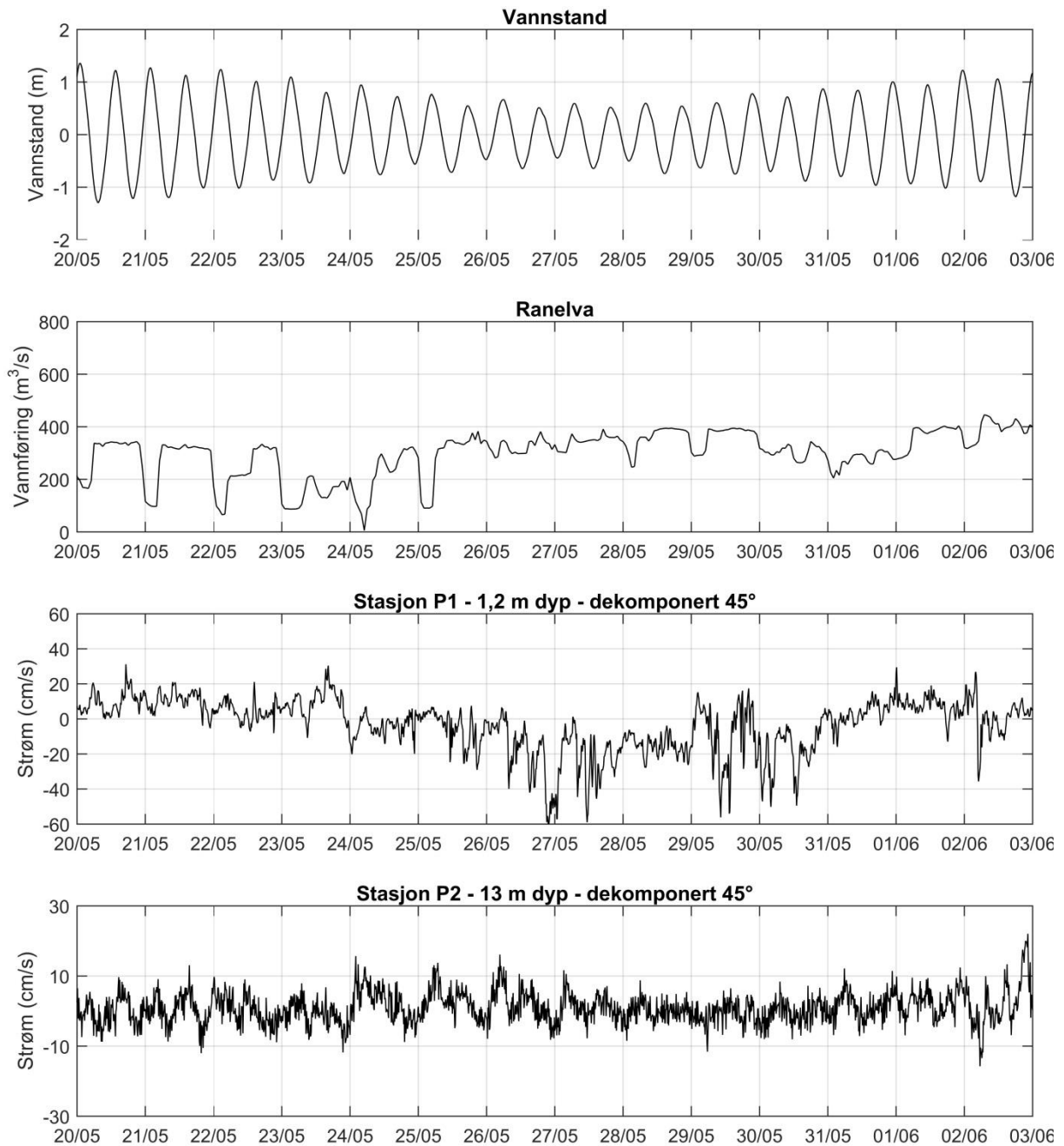
Figur 18 til **Figur 21** viser strømmen dekomponert langs bunntopografien i overflata på stasjon P1 og i 13 m dyp på stasjon P2. Strømmålingene er vist sammen med vannstandsendringer og vannføring i Ranelva. **Figur 18** viser hele måleperioden, og det er tydelig at måleperioden dekker flere spring/nipp-flo perioder. **Figur 19** viser en periode med relativt lave vannføringer. **Figur 20** viser en periode med mye vann i Ranelva men ingen stor flom. **Figur 21** viser en periode hvor det var en kortvarig flom. Ut i fra figurene er det ikke tydelig at vannføringen har en direkte innvirkning på strømstyrken utenfor RIT, selv om ingen veldig kraftige strømepisoder opptrer i den første perioden av måleserien, da vannføringen var svært lav (før 7. april, se **Figur 19**). Ranelva har helt klart en virkning på strømbildet utenfor RIT, men lav vannføring i Ranelva er ingen garanti for at det kun er lave strømhastigheter utenfor kaiområdet. På 13 m dyp kan det være like lave strømhastigheter i perioder med mye vann i Ranelva, som i perioder med svært lite vann i elva. Det kan virke som om høye strømhastigheter opptrer i forbindelse med store *endringer* i vannføringen.



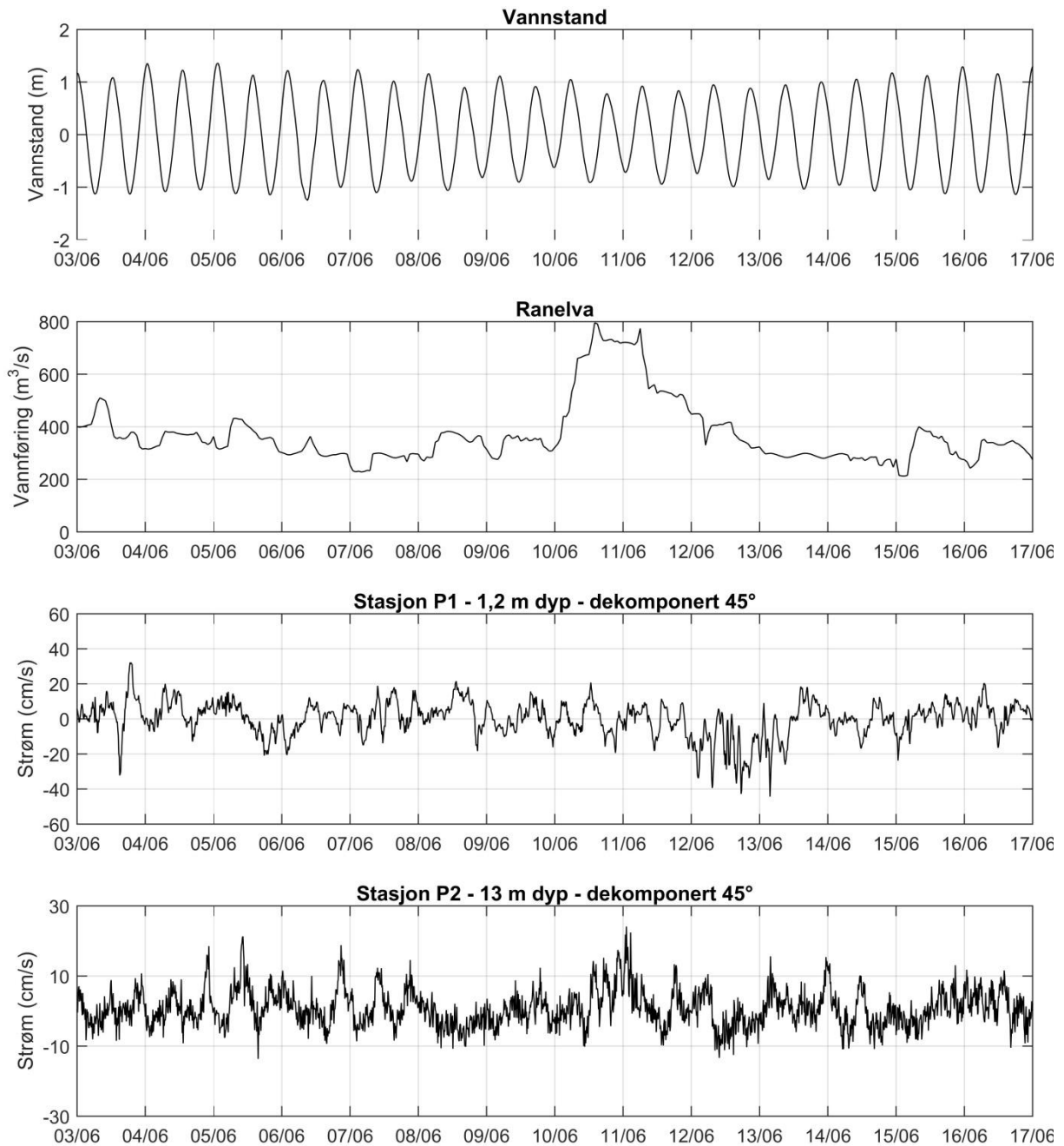
Figur 18. Vannstand, vannføring i Ranelva, strøm på 1,2 m dyp på stasjon P1 og strøm på 13 m dyp på stasjon P2 for hele måleperioden. Strømmen er dekomponert slik at positive verdier går i retningen 45°, og negative verdier i retningen 225°.



Figur 19. Vannstand, vannføring i Ranelva, strøm på 1,2 m dyp på stasjon P1 og strøm på 13 m dyp på stasjon P2 for første del av april 2015. Strømmen er dekomponert slik at positive verdier går i retningen 45°, og negative verdier i retningen 225°.



Figur 20. Vannstand, vannføring i Ranelva, strøm på 1,2 m dyp på stasjon P1 og strøm på 13 m dyp på stasjon P2 for månedsskiftet mai/juni 2015. Strømmen er dekomponert slik at positive verdier går i retningen 45°, og negative verdier i retningen 225°.



Figur 21. Vannstand, vannføring i Ranelva, strøm på 1,2 m dyp på stasjon P1 og strøm på 13 m dyp på stasjon P2 for første del av juni 2015. Strømmen er dekomponert slik at positive verdier går i retningen 45°, og negative verdier i retningen 225°.

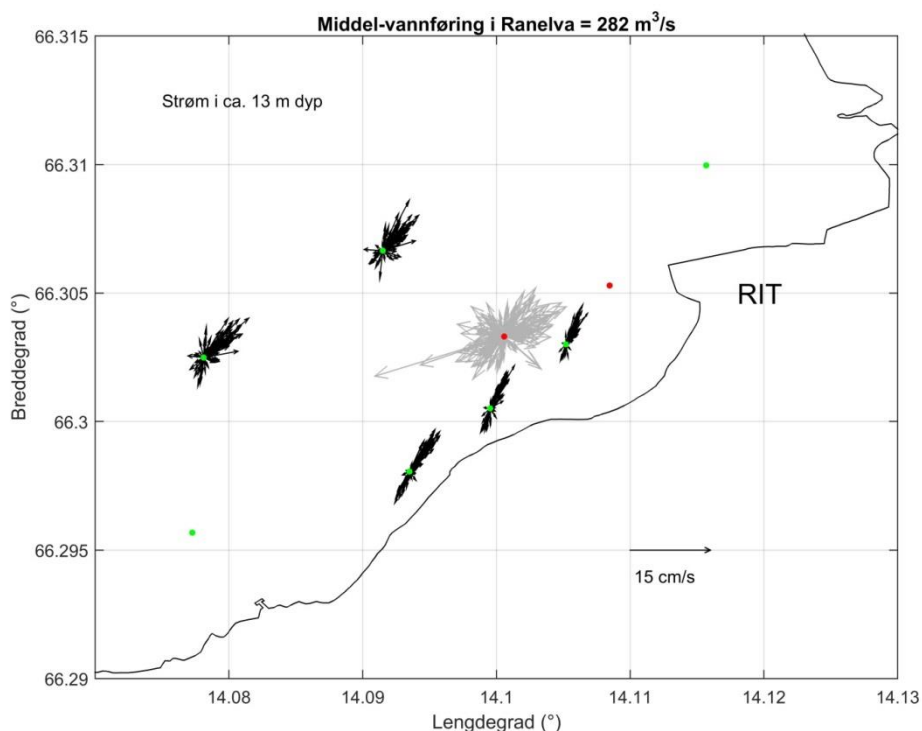
5.2 Effekten av vannføring i Ranelva på strømforholdene

I dette prosjektet ble det kjørt tre modellscenarier med forskjellig vannføring i Ranelva. Sjøktningen i vannmassene, vannstandsendringer og værforhold var likt i de tre modellkjøringene. I et modellscenario ble det benyttet nøyaktig den samme vannføringen som ble målt i perioden hvor strømmålerne var utplassert. Det er resultater fra denne modellkjøringen som er vist i **Figur 11**. Det ble i tillegg til dette kjørt et modellscenario med svært lav vannføring og et hvor vannføringen var konstant lik 1000 m³/s. Modellsenarioene er oppsummert i **Tabell 4**.

Tabell 4. Oversikt over modellscenarier.

Navn	Vannføring i Ranelva
VAL	Realistisk vannføring med middelværdi = 282 m ³ /s
LAV	Lav vannføring med middelværdi = 12 m ³ /s
FLOM	Konstant vannføring = 1000 m ³ /s

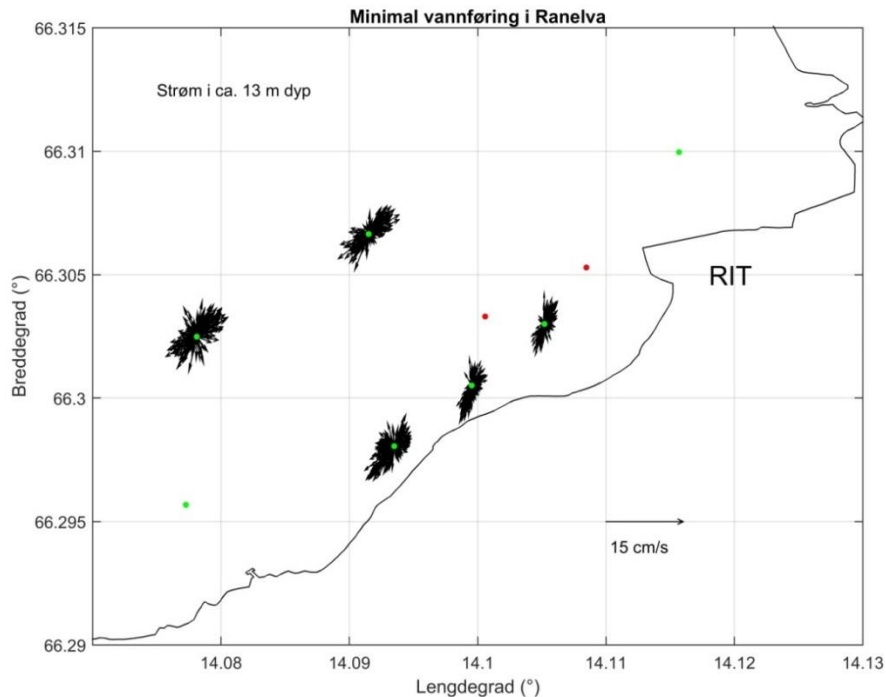
Resultater fra det første scenariet (VAL) for strømbildet i 13 m er vist i **Figur 22**. På fem stasjoner (grønne prikker) er resultater fra modellen vist som svarte strømpiler. På stasjon P2 (rød prikk) er resultatene fra observasjonene i samme dyp som gråe strømpiler. Slik som i 5 m dyp (**Figur 11**) er modellstrømmen mer ensrettet og noe svakere enn det observasjonene viser.



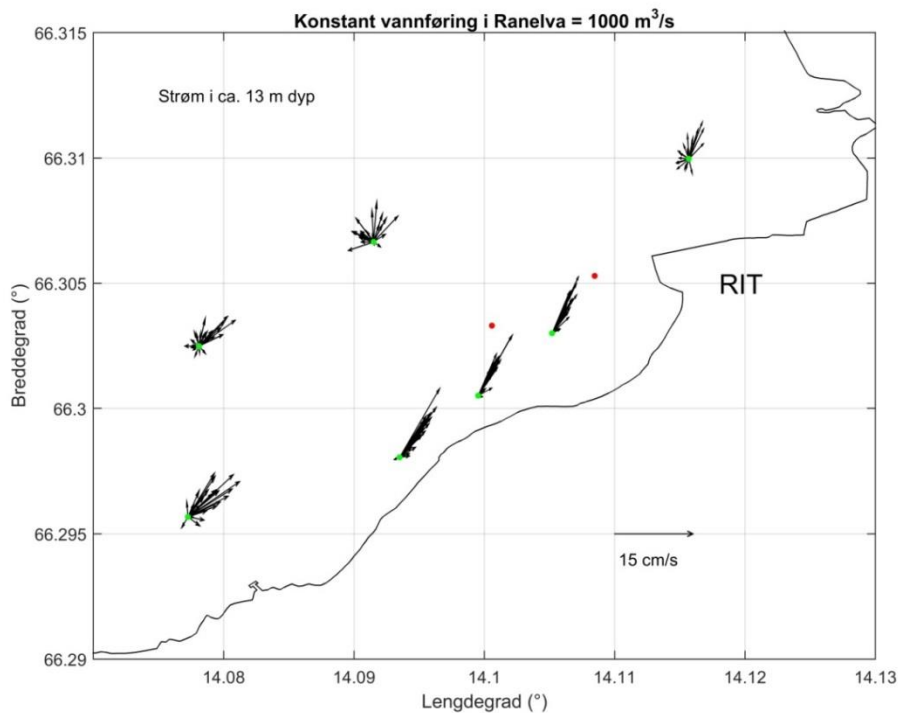
Figur 22. Strøm i ca. 13 m dyp basert på modellscenarioet VAL (se **Tabell 4**). Modellresultater er vist med svarte piler. Observert strøm er vist med grå piler.

Når vannføringen i modellen reduseres i scenario LAV (**Figur 21**), blir modellstrømmen mindre ensrettet og faktisk mer lik observasjonene, selv om strømstyrken er lavere. Når vannføringen økes i modellen i

scenario FLOM (**Figur 24**) går strømmen i 13 m dyp i nordvestlig retning. Strømmen blir ikke vesentlig kraftigere ved høy vannføring, men det kan forventes et spredningsmønster hvor partikler i større grad fraktes inn i Movika.



Figur 23. Strøm i ca. 13 m dyp basert på modellscenarioet LAV (se **Tabell 4**). Modellresultater er vist med svarte piler.



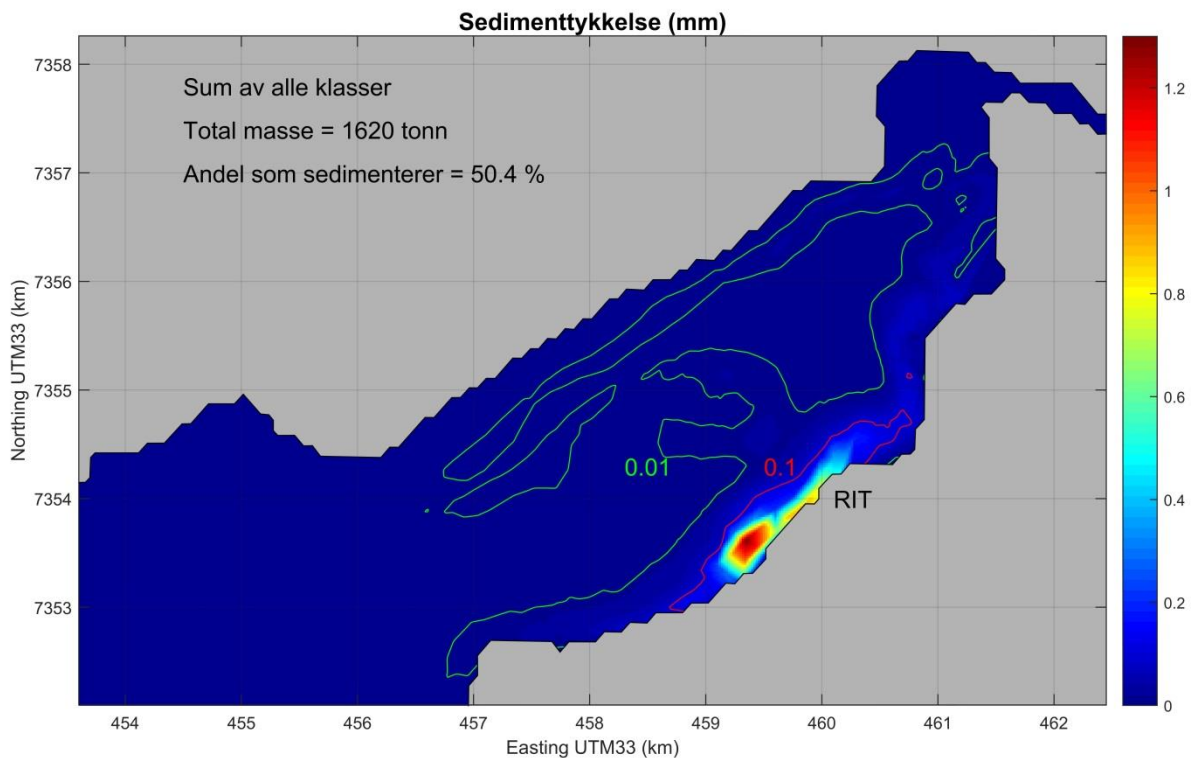
Figur 24. Strøm i ca. 13 m dyp basert på modellscenarioet FLOM (se **Tabell 4**). Modellresultater er vist med svarte piler.

6. Spredning av partikler

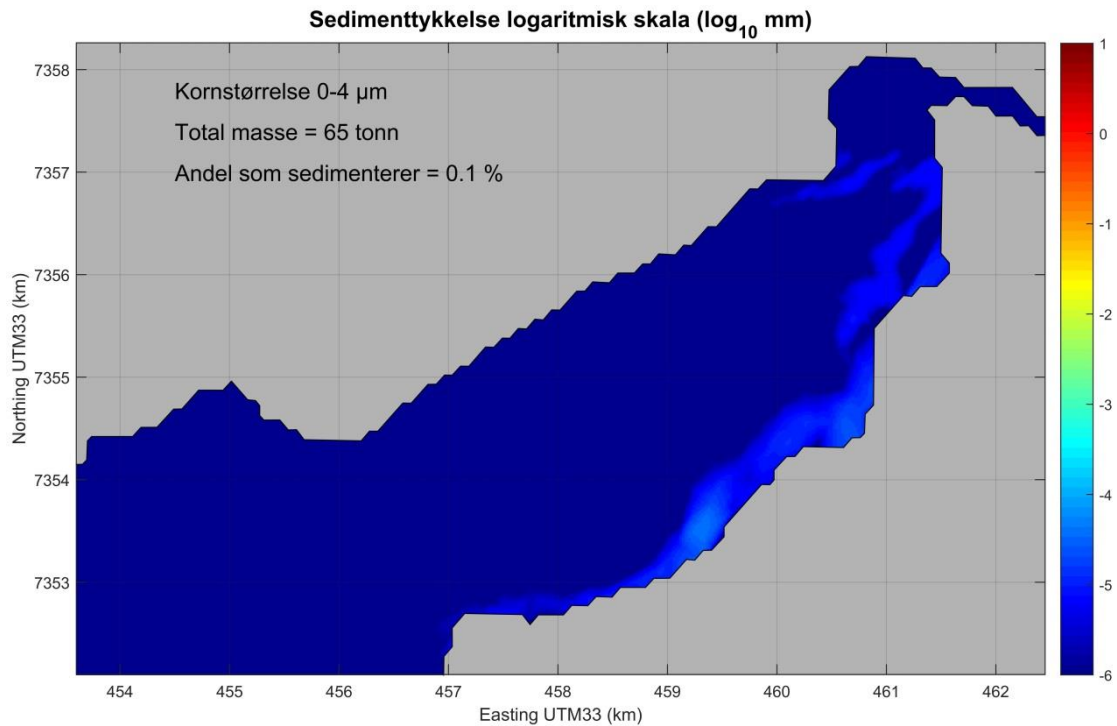
6.1 Vurdering av spredning av total mengde partikler under mudringsoperasjonen

Figur 25 viser tykkelsen av sedimenterte masser som stammer fra mudringsoperasjonen. Fargeskalaen som angir sedimenttykkelse i mm er skalert slik at summert masse i hele modellområdet utgjør 1620 tonn tørr masse, som er lik den totale massen som spres. Av dette er det 50,4 % som sedimenterer. Resten av massen er suspendert i vannmassene og vil spres videre utover i fjorden. For å se i større detalj hvor disse massene ender opp, er sedimenttykkelsen for hver sedimentklasse vist på en logaritmisk skala i **Figur 26** til **Figur 33**. En logaritmisk skala gjør at det er mulig å se også sedimenttykkelser med lav verdi. Dette gir en indikasjon på spredningsmønsteret til de massene som fortsatt er i vannsøylen.

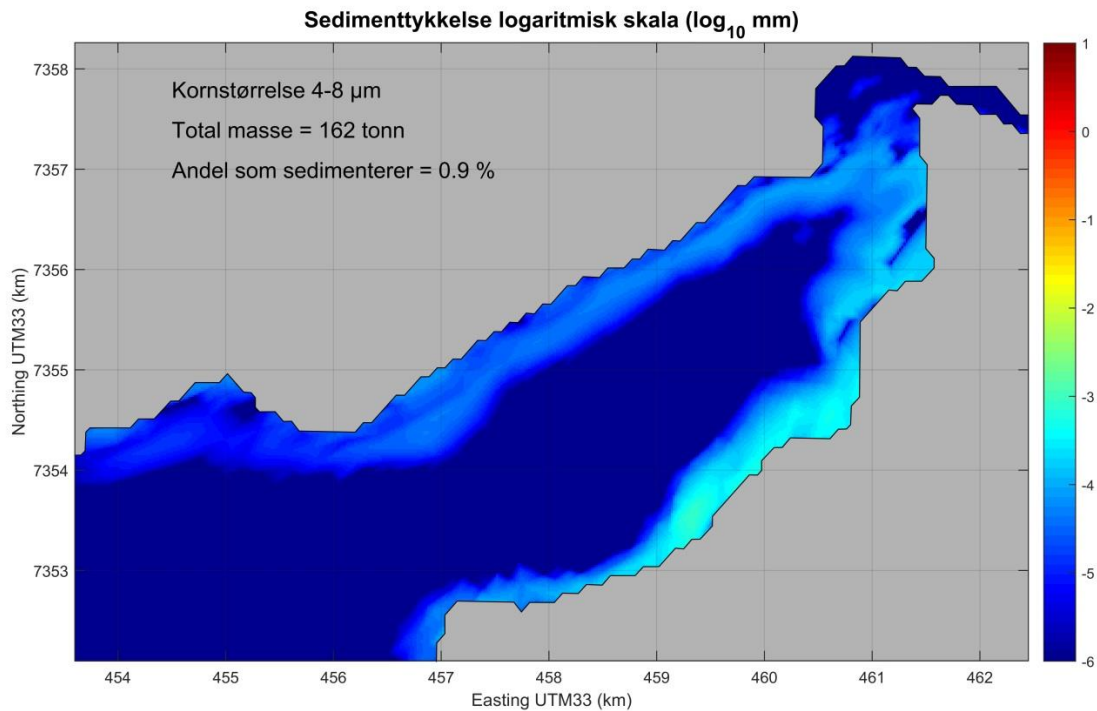
En partikkelkonsentrasjon på 10 mg/L er ikke uvanlig i en elv. Med en vannføring på 300 m³/s som var en typisk verdi i Ranelva i måleperioden, så vil det komme 260 tonn med partikler ut i fjorden fra elva. Den totale massen som antas spres i fjorden, 1620 tonn, tilsvarer altså den samme mengden som kommer fra Ranelva i løpet av omtrent en uke. Siden mudringsoperasjonen vil foregå i en begrenset periode og siden den totale mengden er begrenset vurderes ikke dette som et betydelig miljøproblem i seg selv.



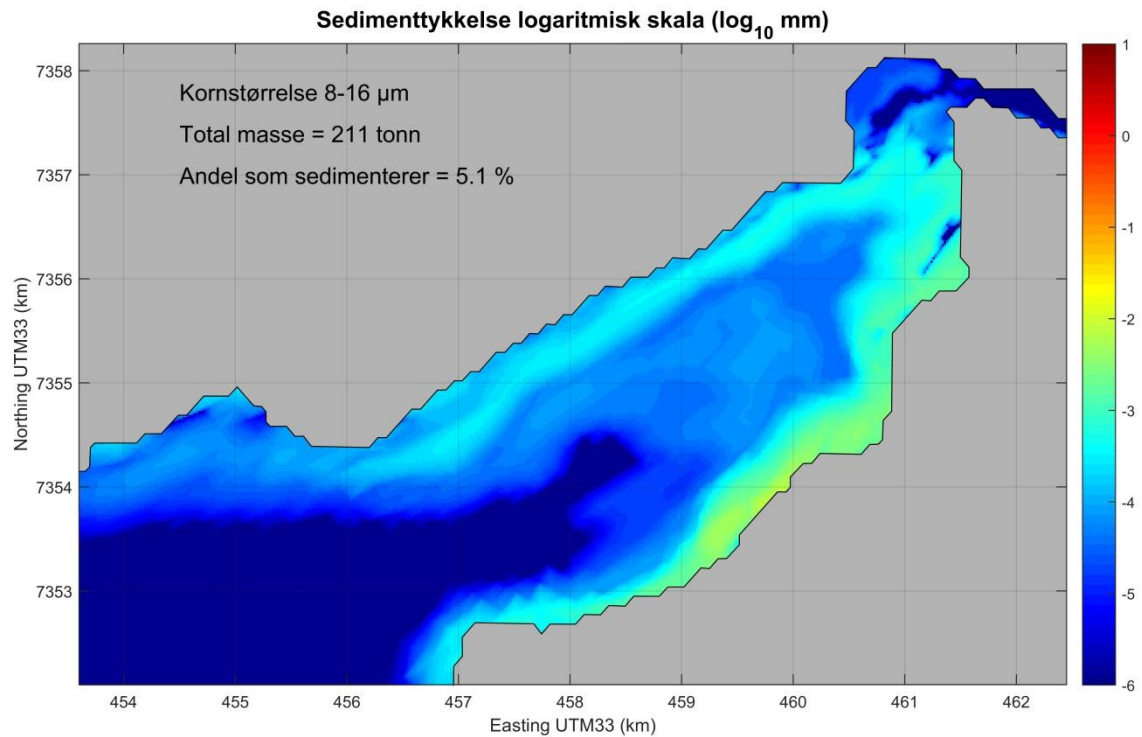
Figur 25. Modellert sedimenttykkelse forårsaket av mudring basert på modellscenariet VAL, gitt at totalt 1620 tonn tørr masse spres i modellen. Fargeskalaen angir sedimenttykkelsen i mm. Konturlinjer for en tykkelse på 0,1 mm og 0,01 mm er tegnet inn med henholdsvis røde og grønne linjer.



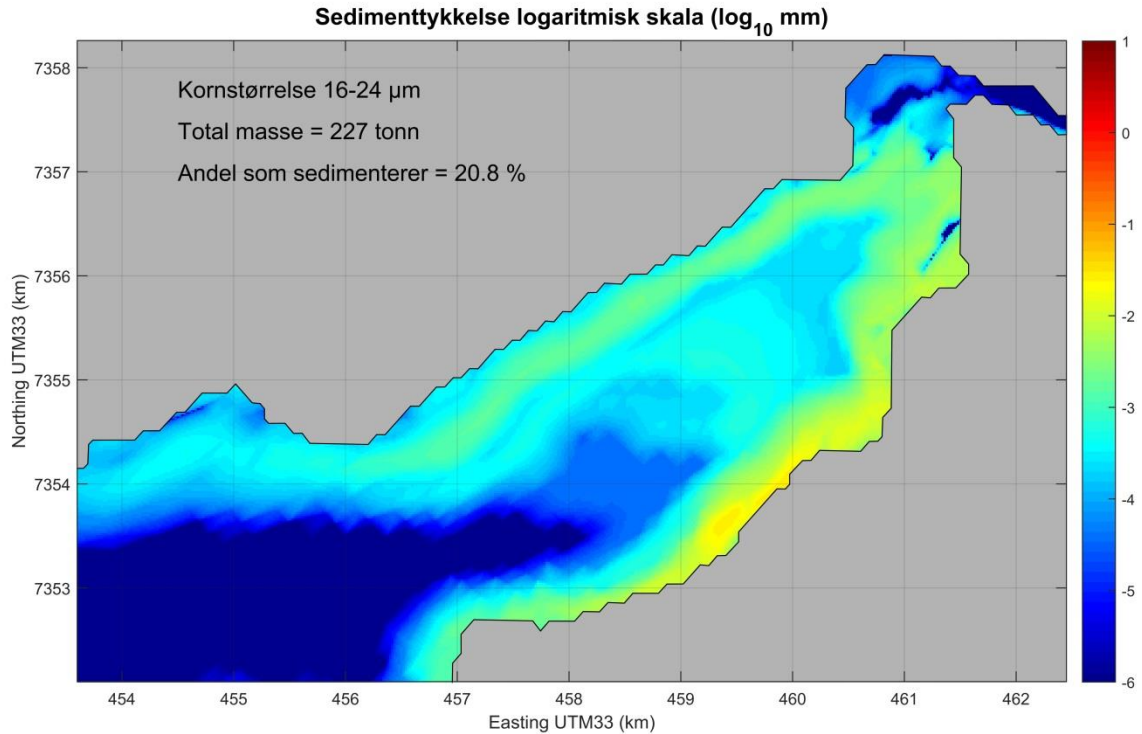
Figur 26. Modellert sedimenttykkelse forårsaket av mudring basert på modellscenariet VAL, for partikler med kornstørrelse 0-4 μm . Fargeskalaen angir sedimenttykkelsen i mm på en logaritmisk skala. Konturlinjer for en tykkelse på 0,1 mm røde linjer.



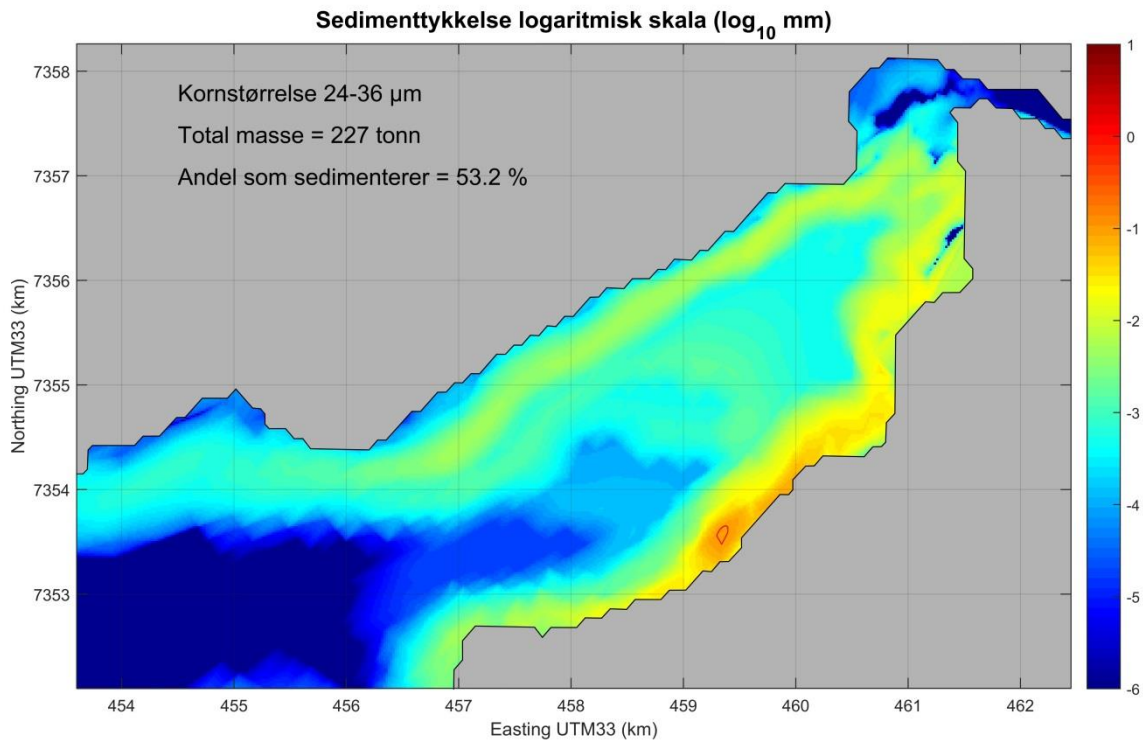
Figur 27. Modellert sedimenttykkelse forårsaket av mudring basert på modellscenariet VAL, for partikler med kornstørrelse 4-8 μm . Fargeskalaen angir sedimenttykkelsen i mm på en logaritmisk skala.



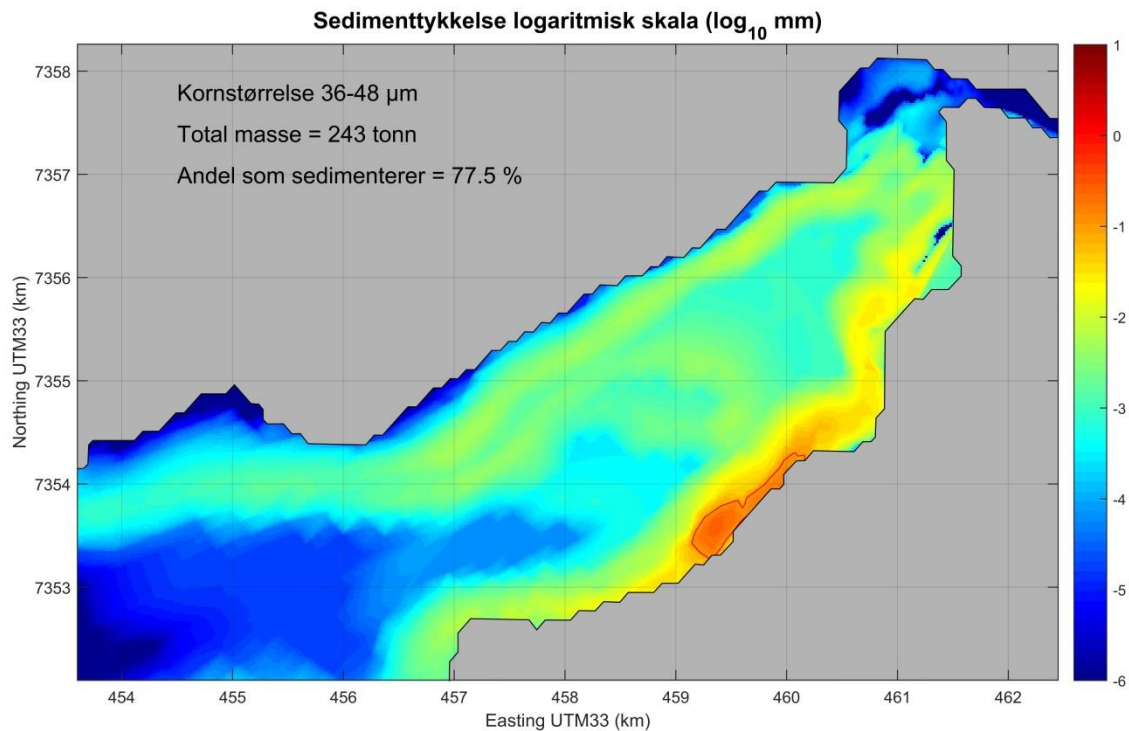
Figur 28. Modellert sedimenttykkelse forårsaket av mudring basert på modellscenariet VAL, for partikler med kornstørrelse 8-16 μm . Fargeskalaen angir sedimenttykkelsen i mm på en logaritmisk skala. Konturlinjer for en tykkelse på 0,1 mm røde linjer.



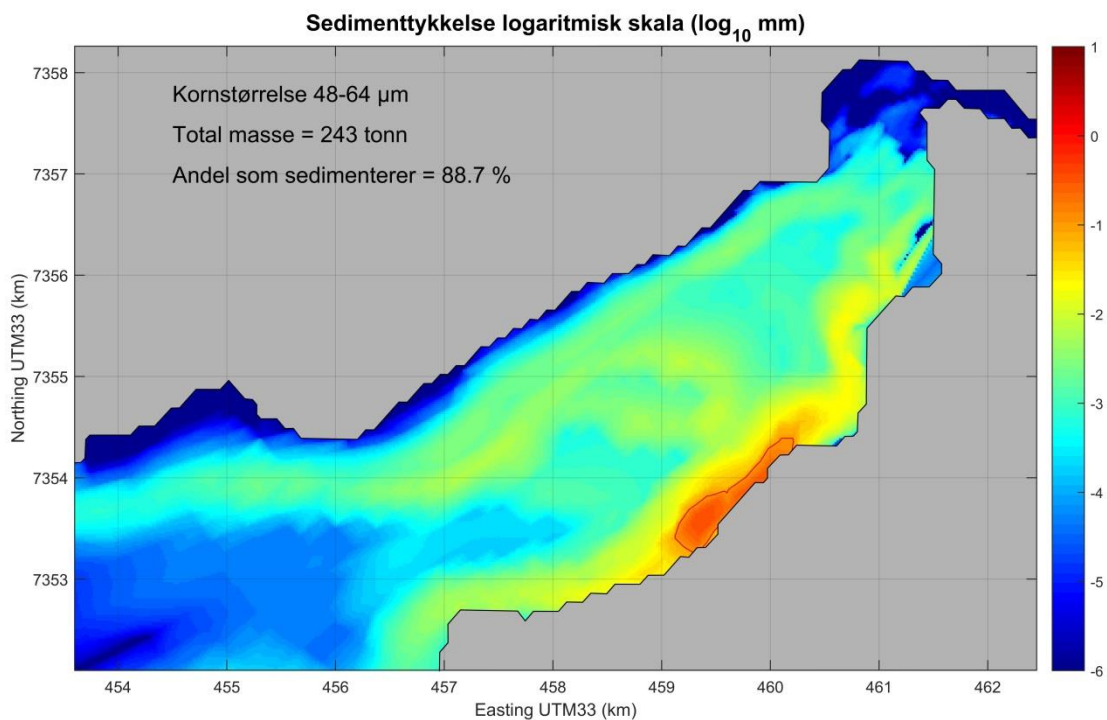
Figur 29. Modellert sedimenttykkelse forårsaket av mudring basert på modellscenariet VAL, for partikler med kornstørrelse 16-24 μm . Fargeskalaen angir sedimenttykkelsen i mm på en logaritmisk skala. Konturlinjer for en tykkelse på 0,1 mm røde linjer.



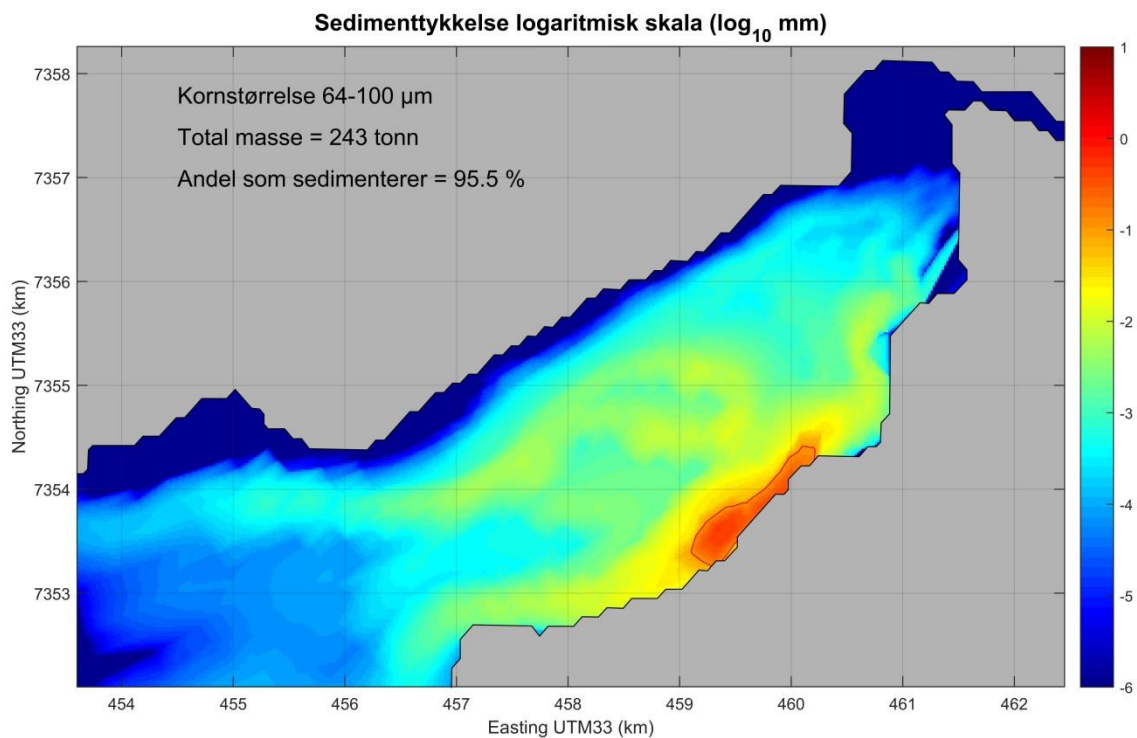
Figur 30. Modellert sedimenttykkelse forårsaket av mudring basert på modellscenariet VAL, for partikler med kornstørrelse 24-36 μm . Fargeskalaen angir sedimenttykkelsen i mm på en logaritmisk skala. Konturlinjer for en tykkelse på 0,1 mm røde linjer.



Figur 31. Modellert sedimenttykkelse forårsaket av mudring basert på modellscenariet VAL, for partikler med kornstørrelse 36-48 μm . Fargeskalaen angir sedimenttykkelsen i mm på en logaritmisk skala. Konturlinjer for en tykkelse på 0,1 mm røde linjer.



Figur 32. Modellert sedimenttykkelse forårsaket av mudring basert på modellscenariet VAL, for partikler med kornstørrelse 48-64 μm . Fargeskalaen angir sedimenttykkelsen i mm på en logaritmisk skala. Konturlinjer for en tykkelse på 0,1 mm røde linjer.



Figur 33. Modellert sedimenttykkelse forårsaket av mudring basert på modellscenariet VAL, for partikler med kornstørrelse 64-100 μm . Fargeskalaen angir sedimenttykkelsen i mm på en logaritmisk skala. Konturlinjer for en tykkelse på 0,1 mm røde linjer.

6.2 Vurdering av spredning av forurensede masser under mudringsoperasjonen

Slik som det går fram av **Tabell 2** så vil det kunne spres betydelig mengder miljøgifter i fjorden under mudringsoperasjonen., blant annet anslagsvis 19 kg bly, 1,5 kg PAH-forbindelser og 8-9 g tributyltinn (TBT). Omtrent halvparten av denne massen vil flyttes anslagsvis 1-2 km nedover kysten eller oppover kysten og inn i Movika (se **Figur 25**). I disse anslagene er det antatt at 2 % av den mudrede massen spres. Dette tallet er som det har blitt nevnt tidligere i rapporten, et usikkert estimat., som er svært avhengig av mudringsteknikken som benyttes. Det anbefales at det benyttes den mudringsteknologien som gir minst mulig spredning når de forurensede massene skal tas opp.

I denne sammenhengen må det påpekes at anslagsvis 222 tonn forurensede masser fjernes i mudringsoperasjonen. Dette tallet er et mye mer sikkert anslag, siden usikkerheten her ikke er knyttet til mudringsteknologi. Gitt at den best mulige teknologi benyttes for mudring, med tanke på at minst mulig av denne massen spres, bør denne mudringsoperasjonen sees som et positivt miljøtiltak. Det er da antatt at det ikke er noen fare for at disse massene spres i framtida.

6.3 Vurdering av rekkevidde for spredning av propelloppvirvling

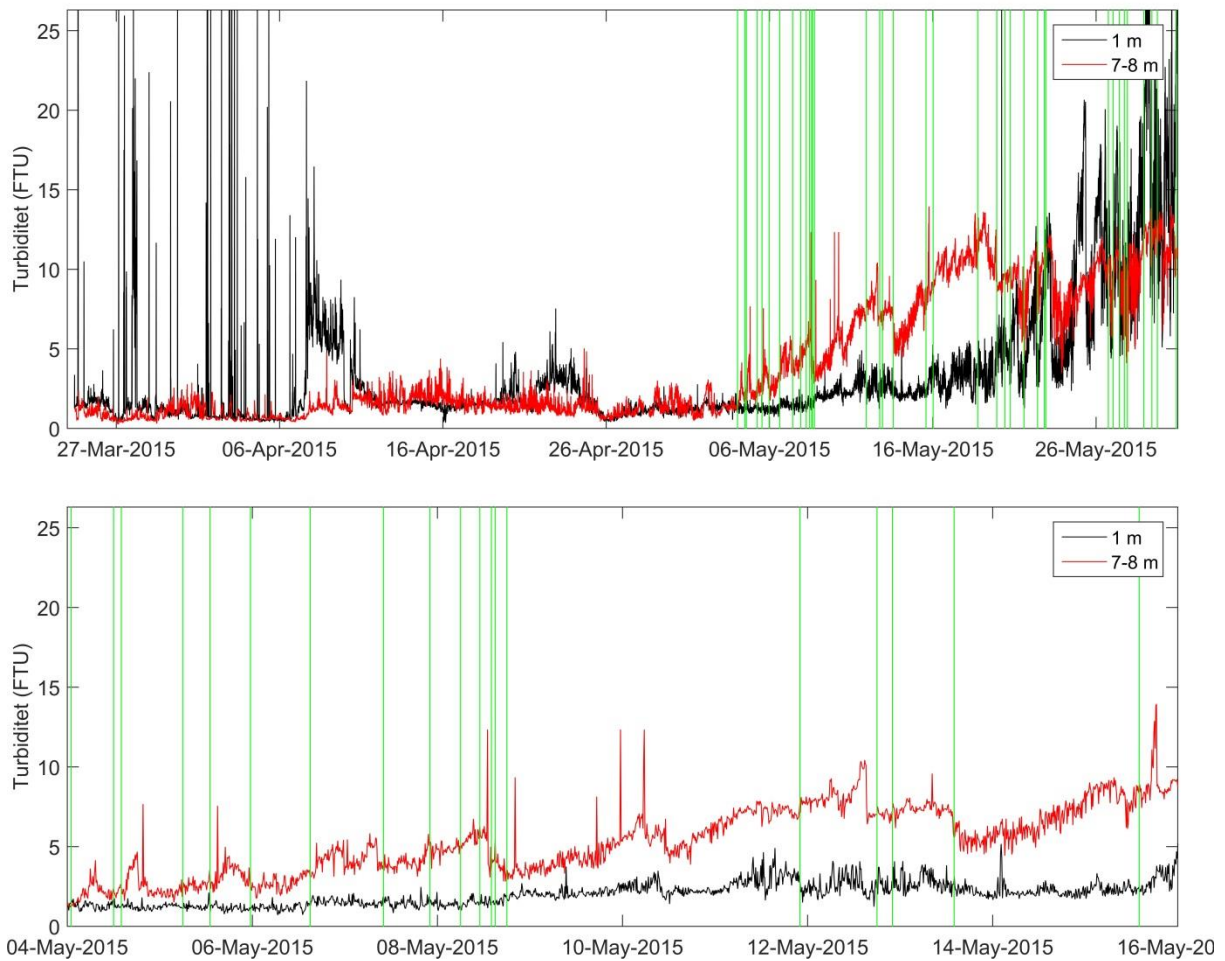
I veileder TA-2802/2011 vedlegg IX (Bakke, et al. 2012), finner man følgende formel for å beregne mengde sediment som virvles opp ved et skipsanløp

$$M_{erodert} = 24,78 \cdot D_{sjø}^{-1,24} \cdot Br \cdot f_{si} \cdot Tr$$

Hvor $M_{erodert}$ er kg tørrvekt per skipsanløp, $D_{sjø}$ er klaringsdypet, det vil si avtand mellom propell og bunn (m), Br er skipets bredde (m), f_{si} er andel finstoff (< 63 μm) og Tr er skipstraseens lengde (m). Skipet på flyfotoet i **Figur 6** er omtrent 13 m bredt og 84 m langt. Hvis vi antar et klaringsdyp på 3 m, en skipstrase på 250 m og en finfraksjon på 85 %, vil et skipsanløp virvle opp 17,5 tonn tørrstoff. I tidligere veiledere ble det benyttet et erfaringstall hvor det ble antatt at 400 kg masse ble spredd per skipsanløp. Det blir påpekt i den nyere veilederen (TA-2802/2011, Bakke, et al. 2012) at ved å benytte formelen over så får man et betydelig høyere resultat. Disse beregningene virker likevel noe høye. Hvis denne mengden spres likt utover et volum formet som en 10 m høy vannsøyle med 250 m i diameter, blir partikkelkonsentrasjonen over 350 mg/L. **Figur 34** viser partikkelkonsentrasjon ved stasjon P1. De høye verdiene på slutten av måleperioden kan skyldes begroing på instrumentet. Det ble ikke observert slike høye konsentrasjoner som antydes i eksemplet over, men dette kan skyldes at partikkelskya ikke passerte forbi stasjon P1.

Fra 3. mai 2015 til 2. juni 2015 var det 44 skipsanløp til RIT. Det vil si at anslagsvis 770 tonn tørrstoff spres i løpet av en måned. Hvis det gamle erfaringstallet på 400 kg spredt masse per skipsanløp hadde vært benyttet, så hadde resultatet blitt at totalt 17,6 tonn masse hadde blitt spredd i samme periode. Spredningsmønsteret vil være tilsvarende det som er vist i **Figur 25** til **Figur 33**.

Det materialet som spres på denne måten vil for en stor del være forurenset sediment. Den mengden forurenset masse som spres på grunn av propelloppvirvling i løpet av en måned er altså av samme størrelsesorden som det som kan spres av forurensede masser i løpet mudringsoperasjonen.



Figur 34. Partikkelkonsentrasjon på stasjon P1 målt som turbiditet. En turbiditetsenhet (FTU) tilsvarer omtrent partikkelkonsentrasjon på 1 mg/L. Den svarte kurven viser konsentrasjonen i 1 m dyp, mens den røde linjen viser konsentrasjonen i 7-8 m dyp. De grønne vertikale linjene angir tidspunkt for skipsavganger. Øverst vises hele måleperioden, mens nederst vises det samme i en kortere periode.

7. Referanser

- Bakke, T., Oen, A., Kibsgaard, A., Breedveld, G., Eek, E., Helland, A., . . . Laugesen, J. (2012). *Veileder: Risikovurdering av forurenset sediment*. Klif, TA-2802/2011.
- Beldring, S., Engeland, K., Roald, L. A., Sælthun, N. R., & Voksø, A. (2003). Estimation of parameters in a distribution precipitation-runoff model for Norway. *Hydrology and Earth System Sciences*, 7(3), 304-316.
- Hasle, K. (2014). *Utvidelse Rana Industriterminal*. Tromsø: Multiconsult 416788-RIGm-RAP-001-Rev.01.
- Kramvik, E. O. (2015). *Utvikling av kaikapasitet ved RIT*. Tromsø: Multiconsult Notat 712538-RIGm-NOT-01.

NIVA: Norges ledende kompetansesenter på vannmiljø

NIVA gir offentlig vannforvaltning, næringsliv og allmennheten grunnlag for god vannforvaltning gjennom oppdragsbasert forsknings-, utrednings- og utviklingsarbeid. NIVA kjennetegnes ved stor faglig bredde og godt kontaktnett til fagmiljøer i inn- og utland. Faglig tyngde, tverrfaglig arbeidsform og en helhetlig tilnæringsmåte er vårt grunnlag for å være en god rådgiver for forvaltning og samfunnsliv.



Norsk institutt for vannforskning

Gaustadalléen 21 • 0349 Oslo
Telefon: 02348 • Faks: 22 18 52 00
www.niva.no • post@niva.no

Vedlegg 7.

Deponering av mudrede masser på dypt vann innerst i Ranfjorden, NIVA rapport 6942-2015.

Deponering av mudrede masser på dypt vann innerst i Ranfjorden



RAPPORT

Hovedkontor

Gaustadalléen 21
0349 Oslo
Telefon (47) 22 18 51 00
Telefax (47) 22 18 52 00
Internett: www.niva.no

NIVA Region Sør

Jon Lilletuns vei 3
4879 Grimstad
Telefon (47) 22 18 51 00
Telefax (47) 37 04 45 13

NIVA Region Innlandet

Sandvikaveien 59
2312 Ottestad
Telefon (47) 22 18 51 00
Telefax (47) 62 57 66 53

NIVA Region Vest

Thormøhlensgate 53 D
5006 Bergen
Telefon (47) 22 18 51 00
Telefax (47) 55 31 22 14

Tittel Deponering av mudrede masser på dypt vann innerst i Ranfjorden	Løpenr. (for bestilling) 6942-2015	Dato 9.12.2015
	Prosjektnr. Udenr. 15385	Sider 15
Forfatter(e) André Staalstrøm Magdalena Kempa	Fagområde Fysisk oseanografi	Distribusjon Åpen
	Geografisk område Mo i Rana	Trykket NIVA

Oppdragsgiver(e) Mo Industripark	Oppdragsreferanse Rolf Jenssen
-------------------------------------	-----------------------------------

Sammendrag

Her vurderes utslipp av totalt 100 000 tonn rene masser i en posisjon innerst i Ranfjorden hvor det er 300 m vanddyb. I modellen legges utslippet inn som en kontinuerlig strøm av partikler fordelt jevnt fra overflaten til bunn. To kornfordelingskurver er konstruert basert på måling av kornfordeling for mudringsområdet, den ene kurven har mye finstoff mens den andre har lite. Deponeringen kan gi en økning i sedimenteringshastigheten på over 0,1 mm/år over hele indre del av Ranfjorden helt ut til omtrent Straumsnes, og kan gi en økning i sedimenteringshastighet på over 1 cm/år opp til 2 km fra utslippspunktet. Siden sedimenteringsraten i innerst i Ranfjorden er av størrelsesorden noen cm/år (på grunn av utslippet fra Rana Gruber), og siden tiltaket har begrenset varighet, så vil deponeringen bidra med en relativt moderat økning av sedimentasjonen i dypområdene. For å redusere partikkelspredning til vannsøylen kan en vurdere nedføring gjennom rør og det forutsettes at innholdet av miljøgifter i massene som deponeres er innenfor akseptable grenseverdier.

Fire norske emneord	Fire engelske emneord
1. Nordland	1. Nordland
2. Partikkelspredning	2. Particle dispersion
3. Numerisk modellering	3. Numerical modelling
4. Dypvannsdeponi	4. Deep water deposit



André Staalstrøm
Prosjektleder



Sigurd Øxnevad
Kvalitetssikrer



Kai Sørensen
Forskningsleder

Deponering av mudrede masser på dypt vann innerst i Ranfjorden

Forord

Formålet med dette prosjektet har vært å vurdere partikkelspredning og sedimentering ved deponering av rene masser i en posisjon i fjorden utenfor Rana Industriterminal. Magdalena Kempa har vært ansvarlig for modelleringen i dette prosjektet, mens André Staalstrøm har vært prosjektleder.

Oslo, 08.12.2015

André Staalstrøm

Innhold

Sammendrag	5
Summary	6
1. Innledning	7
2. Metoder	9
2.1 GEMSS modellen	9
2.2 Beskrivelse av utslipp i modellen	10
2.3 Kornfordeling	10
3. Spredning av partikler	12
3.1 Andre kilder til partikler i området	12
3.2 Spredning i fjorden	13
4. Samlet vurdering	15
5. Referanser	15

Sammendrag

Her vurderes utslipp av totalt 100 000 tonn rene masser i en posisjon innerst i Ranfjorden hvor det er 300 m vanddyp. Modellen GEMSS er benyttet i dette prosjektet. I modellen legges utslippet inn som en kontinuerlig strøm fordelt jevnt fra overflaten til bunn. Utslippet pågår i til sammen 62 dager. I virkeligheten vil deponeringen foregå mer ujevnt og store deler av massene vil mest sannsynlig synke mot bunn som en samlet masse. Det utslippet som er lagt inn vurderes her som det verst tenkelig tilfelle.

Beregning av sedimenttykkelse og sedimenteringshastighet er avhengig av hvilken kornfordeling massene som sedimenterer har. To kornfordelingskurver er konstruert basert på måling av kornfordeling for mudringsområdet, den ene kurven har mye finstoff mens den andre har lite. Begge kornfordelingskurvene har blitt benyttet i beregningene og det kan antas at sedimenttykkelsen og sedimenteringshastigheten på grunn av deponeringen vil ligge et sted i mellom disse to ytterpunktene. Det er kornfordeling med mye finstoff som gir størst sedimenttykkelse over størsteparten av fjorden, bortsett fra helt nær utslippspunktet, så det er denne kurven som benyttes i denne vurderingen.

Deponeringen kan gi en økning i sedimenteringshastigheten på over 0,1 mm/år over hele indre del av Ranfjorden helt ut til omtrent Straumsnes. Deponeringen kan gi en økning i sedimenteringshastighet på over 1 cm/år opp til 2 km fra utslippspunktet.

Siden sedimenteringsraten innerst i Ranfjorden er av størrelsesorden noen cm/år (på grunn av utslippet fra Rana Gruber), og siden tiltaket har begrenset varighet, så vil deponeringen bidra med en relativt moderat økning av sedimentasjonen i dypområdene. For å redusere partikkelpredning til vannsøylen kan en vurdere nedføring gjennom rør og det forutsettes at innholdet av miljøgifter i massene som deponeres er innenfor akseptable grenseverdier.

Summary

Title: Disposal of dredged materials at deep water at the head of the Ranfjord

Year: 2015

Author: André Staalstrøm and Magdalena Kempa

Source: Norwegian Institute for Water Research, ISBN No.: ISBN 978-82-577-6677-1

Here we consider the discharge of a total of 100 000 tonnes of clean dredged materials in a position at the head of the Ranfjord where it is 300 m deep. In the model, the discharge is modelled as a continuous flow distributed evenly from the surface to the bottom. The discharge takes place in a total of 62 days. In reality, the discharge will have a more patchy distribution in time and large chunks of the material will most likely sink to bottom as a single mass. We consider the description of the discharge in the model as a worst case.

Calculation of sediment thickness and sedimentation rate depends on particle size distribution (PSD). Two PSD curves are constructed based on measurement of particle distribution in the dredging area. One curve has a large fraction of fine material while the second has a smaller fraction of fine material. Both PSD curves have been used in the calculations and it can be assumed that sediment thickness and sedimentation rate due to the deposition will be somewhere in between these two extremes. The PSD curve with most fine materials provides greater sediment thickness over most of the inner fjord area, except for the area in the immediate vicinity of the discharge point, and this PSD curve is used in the final assessment.

The deposition may result in an increase in the sedimentation rate of exceeding 0,1 mm/year over the inner part of Ranfjord all the way out to Straumsnes, and can cause an increase in sedimentation rate exceeding 1 cm / year up to 2 km from the discharge point.

Since the sedimentation rate in the area is of the order of a few cm/year (due to emissions from Rana Gruber), and since the operation has a limited duration, the deposition will contribute with a relatively modest increase of sedimentation in the deep layers. To reduce particle dispersion to the water column, it can be considered to deposit the dredged materials through a pipe and it is assumed that the level of pollutants in masses deposited is within acceptable limits.

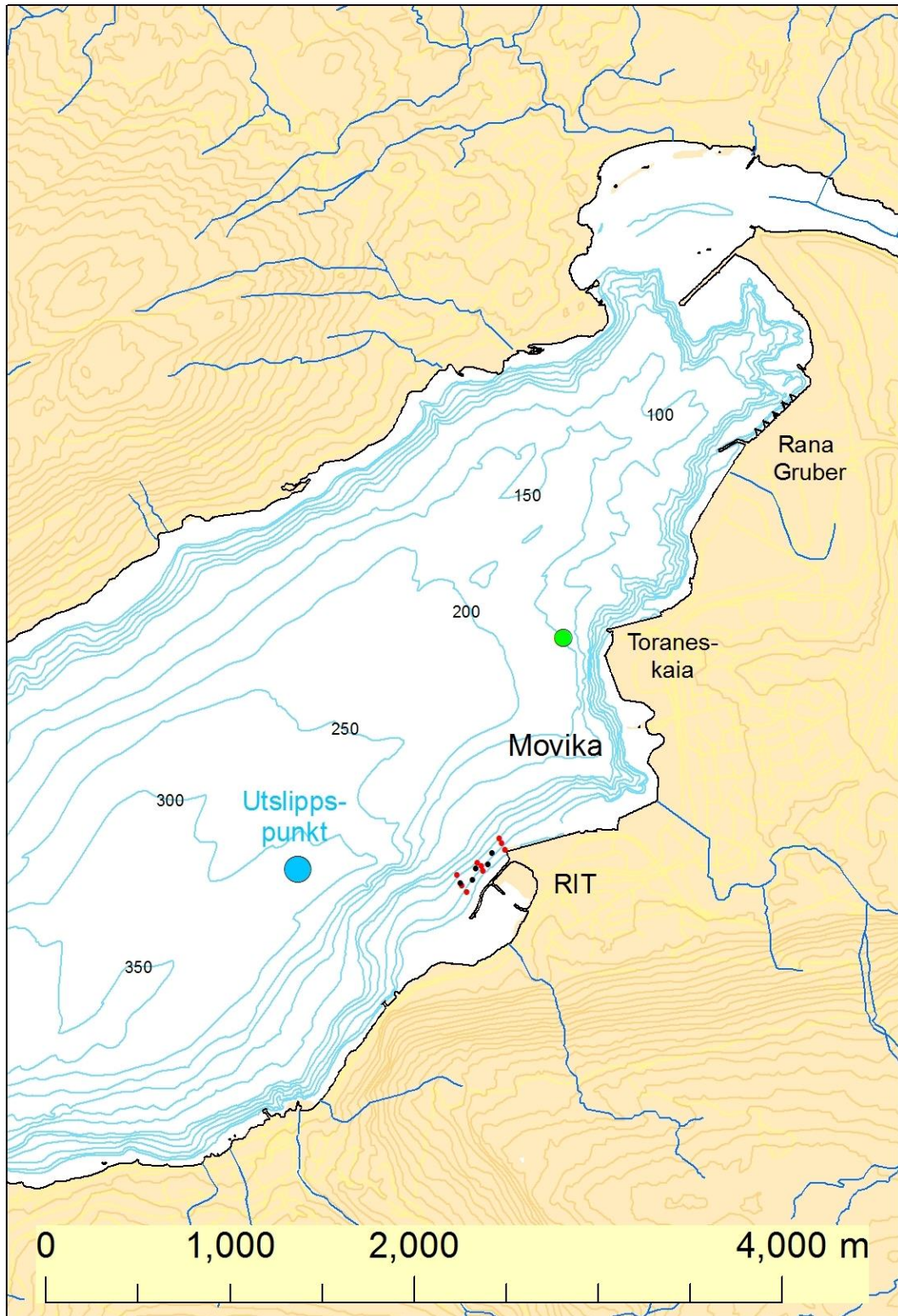
1. Innledning

Denne rapporten er skrevet på oppdrag fra Mo Industripark. De planlegger å mudre et areal på 37 000 m² utenfor kaianlegget til Rana Industriterminal (RIT). Hensikten er å etablere en ny dypvannskai. Dette kaianlegget er et av fire større kaianlegg i indre del av Ranfjorden, hvor de tre andre er, Toraneskaia, Bulkterminalen og utskipningskaia til Rana Gruber som ligger innenfor RIT (se **Figur 1**).

Innenfor arealet på 37 000 m² planlegges det å ta opp et volum på omtrent 135 000 m³. Konsentrasjon av miljøgifter i sedimentene er målt på fem stasjoner innenfor dette arealet. Disse fem stasjonene er vist i **Figur 1**. Det ble funnet at omtrent 18 500 m³ av volumet er forurenset (Kramvik, 2015). Disse forurensede massene må deponeres i et sikkert deponi, og en løsning for dette er ikke vurdert i denne rapporten. Her blir derimot konsekvensene av å deponere de resterende, rene massene i en posisjon hvor vanddypet er 300 m rett utenfor RIT, vurdert. Det forutsettes at det underveis mens mudringsarbeidet pågår, blir kontrollert at de massene som deponeres i fjorden faktisk er rene masser. Spredning av partikler, både rene og forurensede, under selve mudringsprosessen er vurdert av Staalstrøm og Kempa (2015).

I denne rapporten er det tatt utgangspunkt i at det er 120 000 m³ rene masser som skal deponeres. Videre er det antatt at tettheten til de våte massene er 1,2 tonn/m³, og at 70 % av massene er tørrstoff. Det er altså tatt utgangspunkt i at totalt 100 000 tonn med tørre masser skal deponeres i Ranfjorden.

Det er valgt et utslippspunkt som ligger omtrent 1000 m vest for mudringsområdet (se **Figur 1**). Dette punktet er valgt på grunn av bunntopografien. Utslippspunktet er lagt i en posisjon hvor vanddybden er stor og bunnen er relativt flat. Helningen på bunnen er omtrent 1:20 i det aktuelle området.



Figur 1. Kart over innerste del av Ranfjorden hvor Ranelva renner ut. Dybdekoter er tegnet opp med blå linjer. Mudringsområdet utenfor RIT er indikert med prøvestasjoner markert med røde og svarte prikker. Det blå punktet viser hvor mudringsmassene blir sluppet ut i modellen. Det grønne punktet viser en stasjon hvor sedimenteringshastigheten tidligere har blitt beregnet.

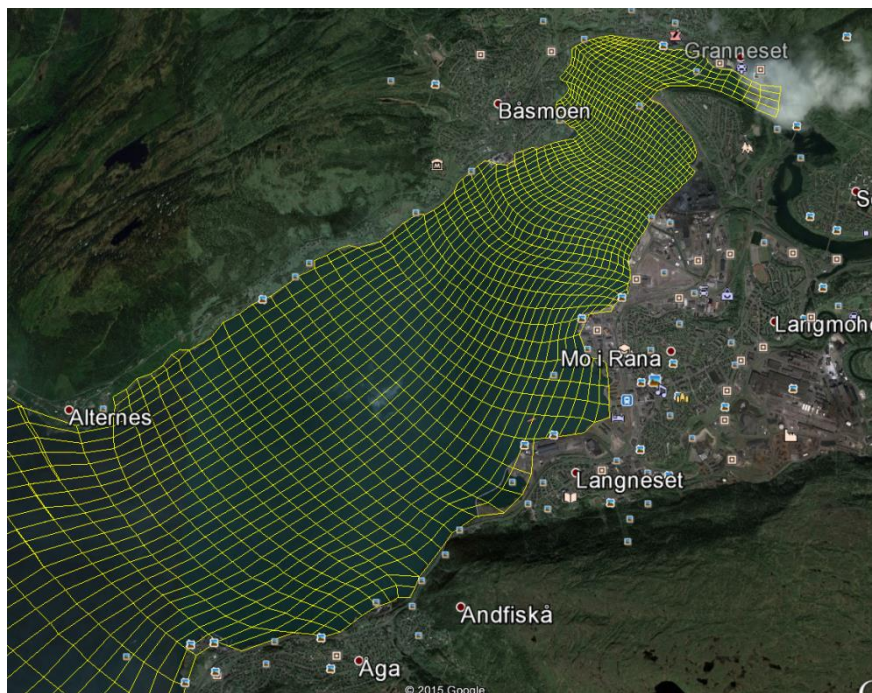
2. Metoder

2.1 GEMSS modellen

I dette prosjektet har den 3-dimensjonale modellen GEMSS blitt benyttet. Modellen beregner strøm, temperatur og konsentrasjon av partikler med ulik størrelse. Modellen beregner hva som skjer i fjorden ut fra kjent klima, vannføring, vanntemperatur og stoffkonsentrasjon i tilløp samt vannstand og stoffkonsentrasjoner ved den åpne enden av fjorden. Fjorden blir delt inn i beregningsceller. For hver celle ble resultatene beregnet skrittvis fremover i tid. Et utsnitt av modellgriddet er vist i **Figur 2**. Modellgriddet dekker hele Ranfjorden.

Modellpakken er utviklet av ERM's Surfacewater Modeling Group i Exton, Pennsylvania, USA. Eksempler på bruk av modellen kan studeres nærmere på hjemmesiden (<http://gemss.com/index.html>). Modellen er blant de mest avanserte som finnes. Den er jevnlig brukt verden rundt, og den har allerede blitt satt opp for Ranfjorden i forbindelse med utslippet til Rana Gruber. Det aktuelle modelloppsettet som blir benyttet i denne rapporten er validert av Staalstrøm og Kempa (2015).

For å modellere sirkulasjonsmønsteret i modellområdet har vi benyttet GEMSS modulen HDM som er en modell som løser de endelig-differanse ligningene Navier-Stokes, som med andre ord betyr at man benytter Newtons andre lov sammen med ligninger for å bevare volum. De vertikale lagene i modellen er horisontale (z-lag), avhengig av hvordan modellen blir satt opp. Modellgriddet er kurvelineært slik at den horisontale oppløsningen kan varieres. For å modellere partikkeltransport har vi benyttet en modul som kalles STM (Sediment Transport Module). Denne modulen beregner konsentrasjon av partikler med ni forskjellige kornstørrelse i hver beregningscelle i modellområdet. De partikkelklassene som er valgt er 0-4 μm , 4-8 μm , 8-16 μm , 16-24 μm , 24-36 μm , 36-48 μm , 48-64 μm , 64-100 μm og $> 100 \mu\text{m}$. I modellen kan partiklene enten flyte fritt i vannmassene (suspenderte partikler) eller ligge på bunn. Partikler som havner på bunn kan re-suspenderes.

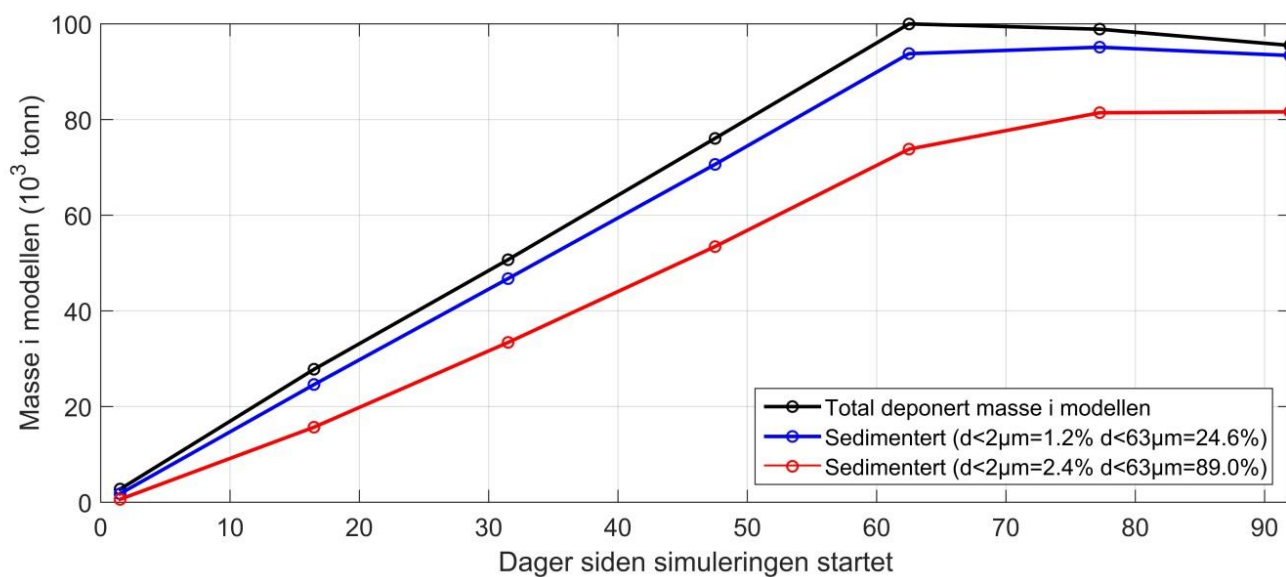


Figur 2. Utsnitt av modell rutenettet. Den horisontale oppløsningen til hver rute er variabel. I nærheten av Rana Industriterminal er oppløsningen omtrent 120-180 m.

2.2 Beskrivelse av utslipp i modellen

I modellen blir mudringsmassene sluppet ut i en jevn strøm i punktet markert med blått i **Figur 1**. Punktet har UTM sone 33 koordinater 459 012 m i Easting og 7 354 182 m i Northing. Utslippet blir jevnt fordelt fra overflate og helt ned til bunn. I virkeligheten vil store deler av massene synke raskt ned til bunn som en samlet masse. En jevn fordeling i hele vannsøylen vurderes derfor å være et verst tenkelig scenario.

Utslippet starter med en gang modellen blir satt i gang, og den totale massen sluppet ut i modellen øker derfor jevnt med tiden (**Figur 3**). Etter 63 dager så stopper utslippet brått, og den totale massen som er sluppet ut i modellen er da 100 000 tonn. Etter dette så slipper noe av massen ut av modellområdet gjennom den åpne randen ut mot havet, og den totale massen i modellen synker derfor noe.



Figur 3. Total mengde masse som er sluppet ut i modellområdet i løpet av den 92 dager lange modellsimuleringen (svart kurve). Utslippet opphører etter 62 dager. Etter dette forsvinner noe masse ut av modellområdet gjennom den åpne randen. Den blå og røde kurven angir den mengden som er sedimentert på bunnen hvis man antar at massen som slippes ut har en kornfordeling med hhv. lite (blå kurve) og mye (rød kurve) mengde finstoff.

2.3 Kornfordeling

I modellen må det spesifiseres hvor stor andel av det totale partikkelutslippet som fordeler seg på de ni forskjellige partikkelklassene. Hver partikkelklasse har forskjellige synkehastighet, og en kornfordeling med mye finstoff gir mer spredning enn en kornfordeling med lite finstoff.

Hasle (2014) rapporterer målinger av kornfordeling fra fem stasjoner i modellområdet. Disse stasjonene er vist som svarte prikker i **Figur 1**. Andelen partikler med kornstørrelse mindre enn 63 µm varierte i dette datasettet mellom 24,6 og 73,6 %. Andelen partikler med kornstørrelse mindre enn 2 µm i det samme datasettet, varierte mellom 1,2 og 2,4 % (med gjennomsnitt på 1,9 %). Staalstrøm og Kempa (2015) rapporterte kornstørrelse fra ni stasjoner i samme området (markert med røde prikker i **Figur 1**). Andelen partikler med kornstørrelse mindre enn 63 µm varierte mellom 69-89 % (med gjennomsnitt på 80,8 %). Andelen mindre enn 2 µm ble ikke målt i dette datasettet. Ut fra dette kan vi definere en fordeling med lite finstoff, med 24,6 % mindre enn 63 µm og 1,2 % mindre enn 2 µm, og en fordeling med mye finstoff (89,0 % mindre enn 63 µm og 2,4 % mindre enn 2 µm).

Hvordan fordelingen er på de andre kornstørrelsene kan beskrives med en matematisk funksjon. La d være partikkelstørrelsen. En kumulativ fordeling angir hvor stor andel av partiklene som er mindre enn en viss størrelse. Den kumulative Weibull fordelingen (e.g. Brown & Wohletz, 1995) er benyttet tidligere for å beskrive kornfordeling, og kan skrives

$$F(d) = 1 - e^{-\ln 0.2 \left(\frac{d}{P_{80}}\right)^m} \quad (1)$$

P_{80} er en skaleringsfaktor og m er en formfaktor. Skaleringsfaktoren angir den partikkelstørrelsen hvor den kumulative fordelingen er 80 %. Hvis formfaktoren er 1 blir fordelingen en eksponentiell fordeling. Hvis formfaktoren settes til 2 får man en Raleigh-fordeling. Typisk så blir det analysert for den kumulative fordelingen for partikkelstørrelse 2 og 63 μm på laboratorier. Hvis disse to punktene på kurven, som vi her kaller F_2 og F_{63} , er kjent, så kan skaleringsfaktoren

$$P_{80} = \exp\left(\frac{\frac{A}{B} \ln 63 - \ln 2}{\frac{A}{B} - 1}\right) \quad (2)$$

og formfaktoren beregnes

$$m = \frac{A}{\ln 2 - \ln P_{80}} = \frac{B}{\ln 63 - \ln P_{80}}, \quad (3)$$

hvor størrelsene A og B beregnes ved

$$A = \ln\left(\frac{\ln(1 - F_2)}{\ln 0.2}\right) \quad (4)$$

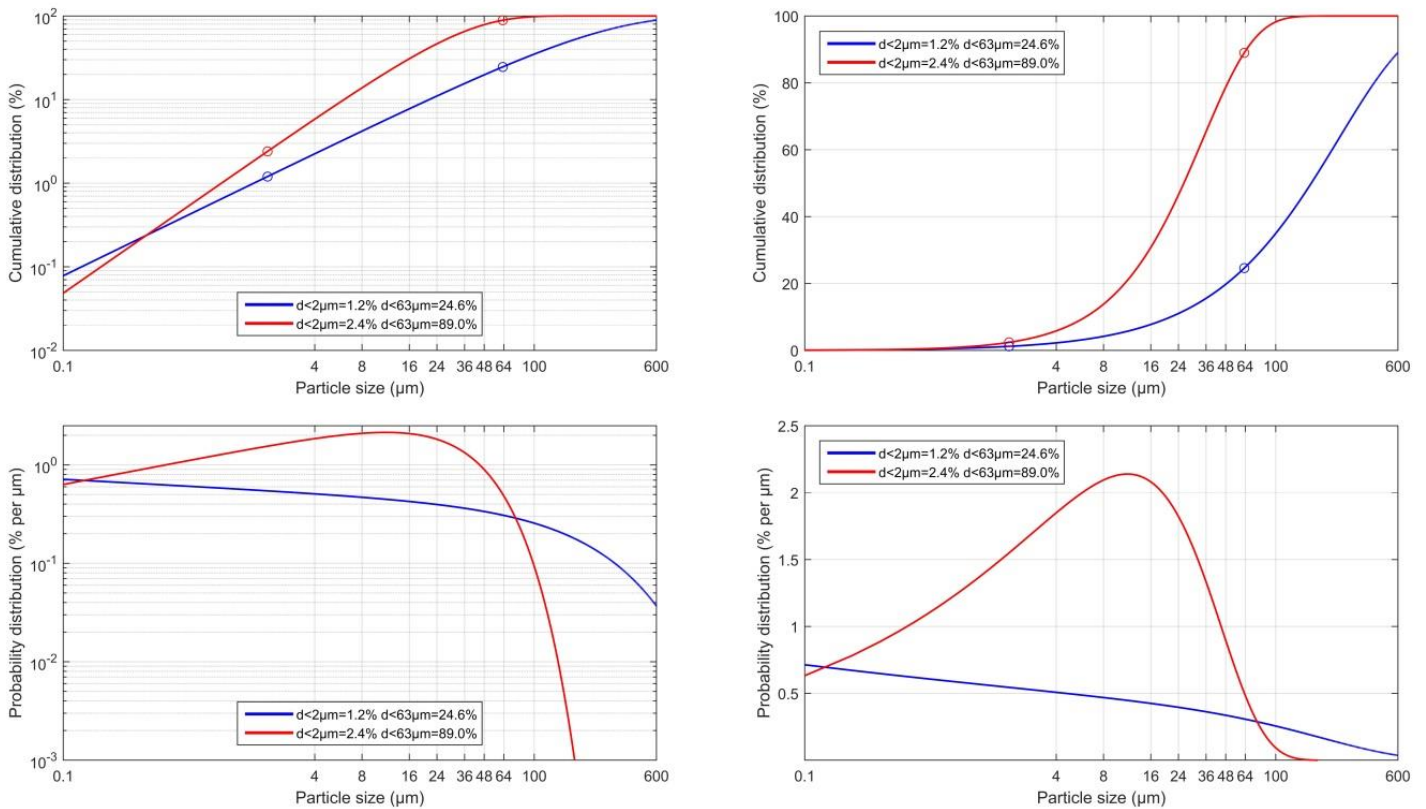
og

$$B = \ln\left(\frac{\ln(1 - F_{63})}{\ln 0.2}\right). \quad (5)$$

Med en kornfordeling med lite finstoff ($F_{63}=0,246$ og $F_2=0,012$) og en fordeling med mye finstoff ($F_{63}=0,890$ og $F_2=0,024$), kan de kontinuerlige kornfordelingene beregnes uti fra ligning (1) til (5). Resultatet er vist i **Figur 4**, hvor kurvene er tilpasset de valgte verdiene for F_{63} og F_2 .

Den samlede effekten av de to forskjellige kornfordelingskurvene er vist i **Figur 3**, hvor mengden masse som er sedimentert på bunn er vist hvis de to forskjellige kornfordelingene benyttes. Ved slutten av simuleringen, en måned etter at deponeringen har opphørt, har 93,4 % av massene sedimentert hvis en kornfordeling med lite finstoff benyttes, mens 81,6 % har sedimentert hvis en kornfordeling med mye finstoff benyttes. Sannheten ligger mest sannsynlig et sted i mellom disse to ytterpunktene.

De massene som ikke har sedimentert er fortsatt suspendert i vannmassene, og noe av dette kan spres ut av modellområdet.



Figur 4. Kornfordeling med lite finstoff (blå kurve) og mye finstoff (rød kurve). Den kumulative fordelingen angir stor andel som er mindre enn en viss kornstørrelse, og er vist i de to øverste figurene. Sannsynlighetsfordelingen, som angir hvor stor andel partikler det er per μm av korndiameteren, er vist i de to nederste figurene. Forskjellen mellom figurene i de to kolonene, er at y-aksen på de til venstre har logaritmisk skala, mens de til høyre har lineær skala.

3. Spredning av partikler

3.1 Andre kilder til partikler i området

Helland et al. (1994) beregnet sedimenteringsraten på en stasjon utenfor Toraneskaia. Denne stasjonen er markert med en grønn prikk i **Figur 1**. Det er 166 m dypt på denne stasjonen og en sedimentfelle var plassert like over bunnen. Sedimenteringsraten ble målt i tre perioder, hvor resultatet ble 2,0 cm/år, 4,6 cm/år og 0,8 cm/år. Ut fra sammensetningen til materialet oppsamlet i sedimentfella ble det konkludert med at dette hovedsakelig stammet fra utslippet til Rana Gruber. Rana Gruber er den desidert viktigste kilden til partikler i området.

Helland et al. (1994) oppgir at utslippet fra Rana Gruber den gang utgjorde 1,1 millioner tonn/år. I dag slipper Rana Gruber ut opptil 4 ganger så mye masse i løpet av et år, og det kan antas at sedimenteringsraten også er betraktelig høyere enn det som ble målt i 1992-1993. Det kan derfor antas at i området hvor mudringsmassene dumpes, så er sedimenteringshastigheten av størrelsesorden noen cm/år.

3.2 Spredning i fjorden

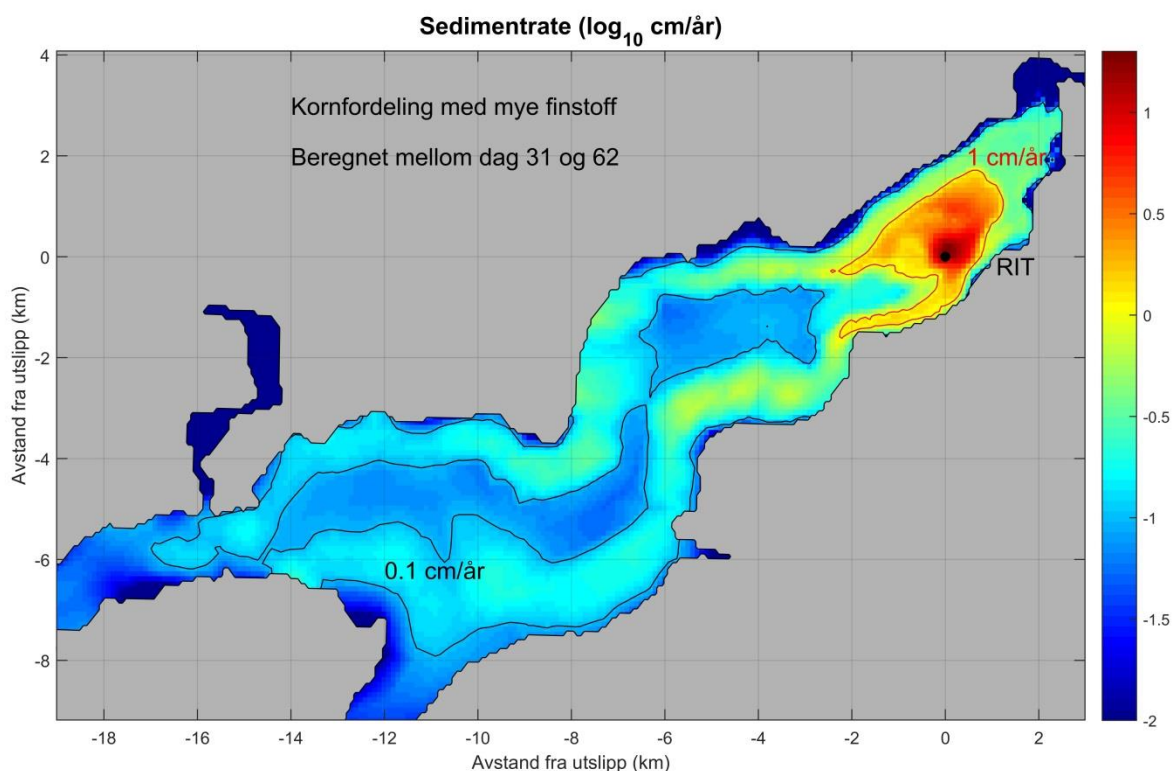
Det ble sluppet ut partikler i modellen fra dag 1 til dag 62, og etter det ble modellen kjørt uten tilførsel av partikler i ytterligere 30 dager. Den totale mengden materiale i modellområdet er vist i **Figur 3**.

Fordelingen av sedimenter på bunn er vist i **Figur 6** og **Figur 7** ved slutten av modelleringsperioden, når man antar to forskjellige kornfordelinger. Det vil si 30 dager etter at deponering av mudrede masser har opphørt. De to kornfordelingskurvene som er brukt er vist i **Figur 4**.

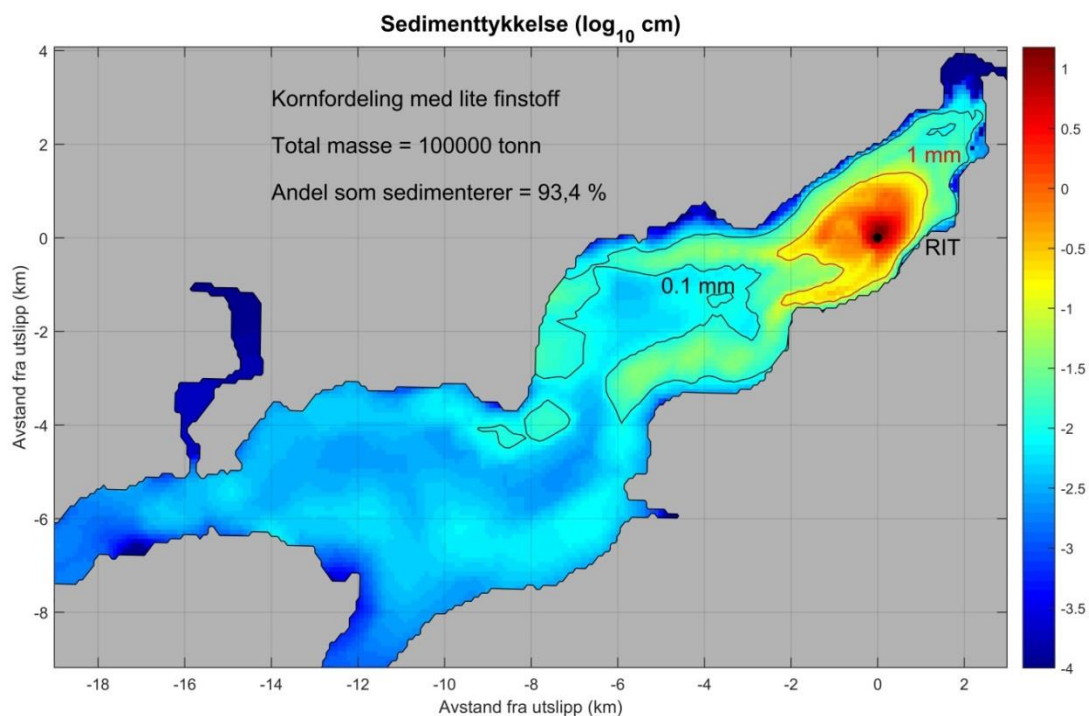
Sedimenteringsraten ble beregnet ved å ta differansen mellom sedimenttykkelsen beregnet for dag 62 og dag 31. Kornfordeling med mye finstoff ga størst sedimenteringshastighet i mesteparten av fjorden, mens kornfordeling med lite finstoff ga størst sedimenteringsrate rett i nærheten av utslippspunktet. Sedimenteringsrate beregnet med mye finstoff er vist i **Figur 5**.

Modellresultatene viser, når det antas at massene som dumpes består av *lite* finstoff, at sedimenttykkelsen rett i nærheten av utslippet blir opp mot 90 cm, etter at all massen er dumpet i fjorden. Området hvor sedimenttykkelsen blir over 0,1 mm, strekker seg opp mot 9-10 km fra utslippspunktet (se **Figur 6**). Det aller meste av det deponerte materialet har sedimentert på bunn med denne kornfordelingen (93,4 %)

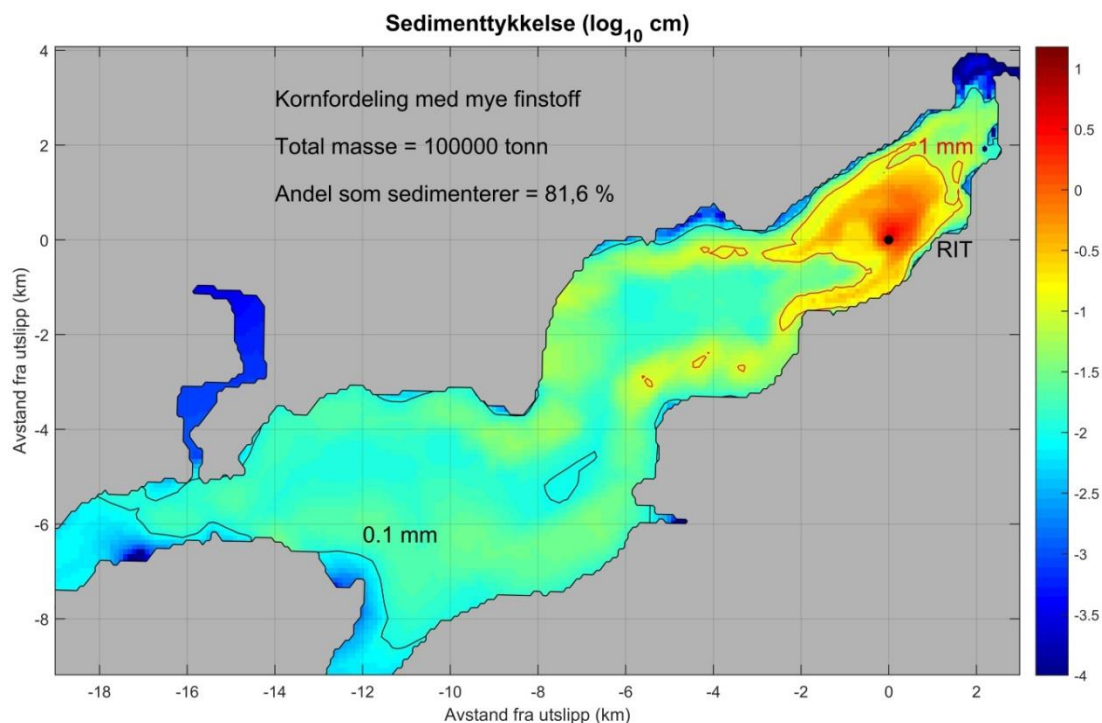
Modellresultatene viser, når det antas at massene som dumpes består av *mye* finstoff, at sedimenttykkelsen blir betydelig mindre rett i nærheten av utslippet, opp mot 25 cm, etter at all massen er dumpet i fjorden. Området hvor sedimenttykkelsen blir over 0,1 mm på grunn av dette utslippet, blir derimot betydelig større. Sedimenttykkelsen kan bli over 0,1 mm i hele indre del av Ranfjorden, ut til omtrent Straumsnes (se **Figur 7**). Når det antas en kornfordeling med så mye finstoff, så er fortsatt 18,4 % av de deponerte massene fortsatt suspendert i vannmassene, og kan spres videre utover i fjorden.



Figur 5. Sedimenteringsraten beregnet mellom dag 31 og 62 i modellen, når det antas en kornfordeling med mye finstoff.



Figur 6. Sedimenttykkelse i modellen ved dag 93, når det antas at materialet som spres består av *lite* finstoff. Fargeskalaen angir sedimenttykkelse i cm på en logaritmisk skala. Verdien 1 angir en sedimenttykkelse på 10 cm, verdien 0 en tykkelse på 1 cm, verdien -1 en tykkelse på 1 mm og verdien -2 en tykkelse på 1 μ m. Konturlinjene for en sedimenttykkelse på 1 mm (rød linje) og 0,1 mm (svart linje) er tegnet opp.



Figur 7. Sedimenttykkelse i modellen ved dag 93, når det antas at materialet som spres består av *mye* finstoff. Fargeskalaen angir sedimenttykkelse i cm på en logaritmisk skala. Verdien 1 angir en sedimenttykkelse på 10 cm, verdien 0 en tykkelse på 1 cm, verdien -1 en tykkelse på 1 mm og verdien -2 en tykkelse på 1 μ m. Konturlinjene for en sedimenttykkelse på 1 mm (rød linje) og 0,1 mm (svart linje) er tegnet opp.

4. Samlet vurdering

Her vurderes utslipp av totalt 100 000 tonn rene masser i en posisjon innerst i Ranfjorden hvor det er 300 m vanddyb. I modellen legges utslippet inn som en kontinuerlig strøm fordelt jevnt fra overflaten til bunn. Utslippet pågår i til sammen 62 dager. I virkeligheten vil deponeringen foregå mer ujevnt og store deler av massene vil mest sannsynlig synke mot bunn som en samlet masse. Det utslippet som er lagt inn vurderes her som et verst tenkelig tilfelle.

Beregning av sedimenttykkelse og sedimenteringshastighet er avhengig av hvilken kornfordeling massene som sedimenters har. To kornfordelingskurver er konstruert basert på måling av kornfordeling fra mudringsområdet, den ene kurven har mye finstoff mens den andre har lite. Begge kornfordelingskurvene har blitt benyttet i beregningene og det kan antas at sedimenttykkelsen og sedimenteringshastigheten på grunn av deponeringen vil ligge et sted i mellom disse to ytterpunktene. Det er kornfordeling med mye finstoff som gir størst sedimenttykkelse over størsteparten av fjorden, bortsett fra helt nær utslippspunktet, så det er denne kurven som benyttes i denne vurderingen.

En stor usikkerhet ved denne vurderingen er hvordan utslippet oppfører seg rett etter at det er sluppet ut. Hvis massene dumpes med splittlekter i overflata er det umulig å si hvordan partikkelkonsentrasjonen blir i vannsøylen helt ned til bunn rett etter utslippet. I modellen er utslippet lagt inn med en jevn fordeling fra overflata og ned til bunn, og det antas at dette er et konservativt anslag. Det anbefales at det benyttes teknikker som gjør det mulig å ha best mulig kontroll med hvordan massene føres ned til bunn.

Deponeringen vil gi en økning i sedimenteringshastigheten på over 0,1 mm/år over hele indre del av Ranfjorden helt ut til omtrent Straumsnes (se **Figur 5**). Deponeringen vil gi en økning i sedimenteringshastighet på over 1 cm/år opp til 2 km fra utslippspunktet.

Siden sedimenteringsraten i området er av størrelsesorden noen cm/år (på grunn av utslippet fra Rana Gruber), og siden tiltaket har begrenset varighet, så vil deponeringen bidra med en relativt moderat økning av sedimentasjonen i dypområdene. For å redusere partikkelpredning til vannsøylen kan en vurdere nedføring gjennom rør og det forutsettes at innholdet av miljøgifter i massene som deponeres er innenfor akseptable grenseverdier.

5. Referanser

Brown, W. K. & Wohletz, K. H. 1995. Derivation of the Weibull distribution based on physical principles and its connection to the Rosin-Rammler and lognormal distributions. *J. Appl. Phys.* 78 (4), 2758-2763.

Hasle, K. 2014. Utvidelse Rana Industriterminal, Miljøgeologisk undersøkelse. Multiconsult-rapport 416788-RIGm-RAP-001-Rev.01.

Helland, A., Rygg, B. & Sørensen, K. 1994. Ranfjorden 1992/1993. Hydrografi, sedimenterende materiale, bunnsedimenter og bløtbunnsfauna. NIVA-rapport 3087-1994, 84 s.

Kramvik, E. O. 2015. Vedlegg til søknad om tillatelse til mudring og deponering av forurensede sjøbunnsmasser. Multiconsult-notat datert 15.07.2015.

Staalstrøm, A. & Kempa, M. 2015. Vurdering av strømforhold og partikkelpredning ved etablering av ny dypvannskai ved Rana Industriterminal. NIVA-rapport 6906-2015, 37 s.

NIVA: Norges ledende kompetansesenter på vannmiljø

NIVA gir offentlig vannforvaltning, næringsliv og allmennheten grunnlag for god vannforvaltning gjennom oppdragsbasert forsknings-, utrednings- og utviklingsarbeid. NIVA kjennetegnes ved stor faglig bredde og godt kontaktnett til fagmiljøer i inn- og utland. Faglig tyngde, tverrfaglig arbeidsform og en helhetlig tilnæringsmåte er vårt grunnlag for å være en god rådgiver for forvaltning og samfunnsliv.



Norsk institutt for vannforskning

Gaustadalléen 21 • 0349 Oslo
Telefon: 02348 • Faks: 22 18 52 00
www.niva.no • post@niva.no