



RAPPORT

# Innseiling Borg havn

PRØVEMUDRING – ERFARINGSRAPPORT OG  
DOKUMENTASJON AV UTFØRTE ARBEIDER

DOK.NR. 20210741-05-R  
REV.NR. 0 / 2023-02-01

Ved elektronisk overføring kan ikke konfidensialiteten eller autentisiteten av dette dokumentet garanteres. Adressaten bør vurdere denne risikoen og ta fullt ansvar for bruk av dette dokumentet.

Dokumentet skal ikke benyttes i utdrag eller til andre formål enn det dokumentet omhandler. Dokumentet må ikke reproduseres eller leveres til tredjemann uten eiers samtykke. Dokumentet må ikke endres uten samtykke fra NGI.

Neither the confidentiality nor the integrity of this document can be guaranteed following electronic transmission. The addressee should consider this risk and take full responsibility for use of this document.

This document shall not be used in parts, or for other purposes than the document was prepared for. The document shall not be copied, in parts or in whole, or be given to a third party without the owner's consent. No changes to the document shall be made without consent from NGI.



## Prosjekt

Prosjekttittel: Innseiling Borg havn  
Dokumenttittel: Sluttrapport prøvemudring  
Dokumentnr.: 20210741-05-R  
Dato: 2023-02-01  
Rev.nr. / Rev.dato: 0

## Oppdragsgiver

Oppdragsgiver: Kystverket  
Kontaktperson: Olof Martin Fransson  
Kontraktreferanse: Kontrakt datert 7. januar 2022

## for NGI

Prosjektleder: Mari Moseid  
Utarbeidet av: Mari Moseid, Maren Valestrand Tjønneland og Espen Eek  
Kontrollert av: Arne Pettersen

## Sammendrag

Kystverket har i november 2022 gjennomført en prøvemudring med ulike redskap og en utprøving av deponering og behandling på land og deponering i sjø ved Svaleskjær i Fredrikstad kommune. Ved mottak av masser på Nes miljøpark ble det gjort tester på materialets egenskaper i forhold til gjenbruk ved å separere i størrelsesfraksjoner som kan ha en kommersiell brukverdi. Det er ikke konkludert endelig fra disse testene enda, men en manglende mulighet for gjenbruk vil gjøre deponeringsalternativene på land mindre økonomisk og bærekraftig attraktive. Hensikten med prøvedeponering i sjø var også å sammenligne Sintefs spredningsmodell med målt partikkelspredning for å gi trygghet knyttet til bruk av denne modellen til vurdering av fremtidige arbeider, for eksempel knyttet til om sjøarbeidene kan gjøres helårlig.

Prøvemudringen ble gjennomført i tre felter for å prøvemudre masser av ulike beskaffenhet, ulike forurensningsgrad og med ulike skuffer (med og uten lokk, og lukket grabb). Mudringen ble gjennomført i høy vannføring, opp mot 1300 m<sup>3</sup>/sekund. I perioden mudringen pågikk var det normal trafikk til Borg havn, med anløp av et par fartøyer av største tonnasje som går til havnen. I tillegg til høy vannføring var det tidvis krevende værforhold med vanskelige vindforhold og mye nedbør, dog innenfor hva som kan forventes for årstiden.

Erfaringene fra anleggsarbeidene viser at

- Det er gjennomførbart å gjøre mudringsarbeidene også i perioder med høy vannføring og krevende værforhold. Det utplasserte overvåkningsutstyret evnet både å produsere relevante måleresultater av riktig kvalitet, som bevare teknisk integritet i måleperioden.
- Det er viktig med god dialog med brukere av havna, sjøtrafikksentralen og lostjenesten slik at mudringsarbeidene kan koordineres på en god måte uten unødvedig sjenase for øvrig trafikk i området.
- Nedføringsmetodikk via rør som krever høy vanninnblanding for å gi pumpbare masser slik det var for testmetodikken gir høy turbiditet i bunnvannet i sjødeponiet. I hovedprosjektet bør det vurderes om det også er andre metoder som kan være gunstige å benytte.

Erfaringene fra overvåkning og sammenligningen med modellert partikkelspredning tyder på at modelleringen gjennomført av Sintef gir et realistisk estimat av faktisk partikkelspredning. Overvåkingen av mudrings- og deponeringsarbeidene indikerer derfor at modellering er et godt egnet verktøy for å estimere partikkelspredning fra denne typen arbeid.

Videre kan det konkluderes med at

- Utsetting av automatiske målestasjoner opp og nedstrøms mudringsapparat med målinger både i ferskvannssone og saltvannssone gir god kontroll på partikkelmengde og overholdelse av grenseverdier.

- ↗ Målestasjoner i deponiområdet kan ha en målefrekvens på 10 minutter, men i strømmende vann bør denne være ned mot 2 minutter
- ↗ Det bør gjøres målinger av saltholdighet for å ha oversikt over hvor saltvannskilen befinner seg siden denne kan variere med posisjon i elven og med vannføringen i området.
- ↗ Analysene av de mudrede massene viser at konsentrasjonene i hovedsak ligger i klasse I-III, men med enkeltkomponenter som kan overskride dette. Mudringen gir en sammenblanding av lagdeling, og en innblanding fra underliggende lag som jevner ut konsentrasjonen som observeres i prøver tatt fra lekterens lasterom.
- ↗ Forsøk med sanntidsmålinger med XRF viste at denne metoden nådde sin begrensning på grunn av lave metallkonsentrasjoner (metoden fungerer ikke på organiske miljøgifter) og matriksutfordringer som høyt vanninnhold.
- ↗ Prøver tatt før og etter deponering i sjø viser ingen vesentlig negativ endring i sedimentkvalitet i området.
- ↗ Prøver av vann viser at det generelt ikke blir noen vesentlig økning av miljøgifter i vannfasen under anleggsarbeidene, men noe variasjon av enkeltforbindelser sammenlignet med referansesituasjoner er observert.

## Innhold

<b>1</b>	<b>Innledning</b>	<b>7</b>
1.1	Prøvemudring og prøvedeponering	7
1.2	Miljøovervåking og dokumentasjon av de gjennomførte tiltakene	8
<b>2</b>	<b>Utførte mudrings- og deponeringsarbeider</b>	<b>9</b>
2.1	Organisasjon	9
2.2	Prøvemudring	9
2.3	Prøvedeponering i sjøbunnsdeponi	13
<b>3</b>	<b>Miljøovervåking mudring</b>	<b>15</b>
3.1	Målestasjoner mudring	15
3.2	Varslingssystem for kontinuerlig turbiditetsovervåking	17
3.3	Hydrografi	17
3.4	Turbiditetsmålinger	21
3.5	Analyseresultateter vannprøver og passive prøvetakere under mudring	47
3.6	Dokumentasjon av mudringsmasse - lekerprøver	49
3.7	Sammenligning mellom modellert (Sintef) og observert partikkelspredning	52
<b>4</b>	<b>Miljøovervåking deponeringsarbeider</b>	<b>54</b>
4.1	Målestasjoner	54
4.2	Salinitetsmålinger	56
4.3	Turbiditetsmålinger under deponering	57
4.4	Analyseresultateter vannprøver og passive prøvetakere under deponering	75
4.5	Dokumentasjon av sjøbunn før og etter deponering	77
4.6	Sammenligning mellom modellert (Sintef) og observert partikkelspredning fra deponering	81
<b>5</b>	<b>Oppsummering og konklusjoner</b>	<b>83</b>
<b>6</b>	<b>Referanser</b>	<b>85</b>

## Vedlegg

Vedlegg A	Kart og tegninger
Vedlegg B	Skipslogg Repstad
Vedlegg C	Støyrapport, Brekke & Strand akustikk AS
Vedlegg D	Skipsanløp

## Kontroll- og referanseside

# 1 Innledning

Innseilingen og farleden til Borg havn ligger i Fredrikstad ved utløpet til Glomma. Elva fører med seg både rene og forurensede sedimenter som legger seg på sjøbunnen i utløpet. Den stadige tilførselen av sedimenter gjør havna og farleden gradvis grunnere over tid og i dag er det kun mulig å ta de største skipene inn til havna ved høy vannstand. Dette gir utfordringer for brukerne i havna og risikerer på sikt å svekke deres konkurranseevne. I tillegg fører det stadig grunnere farvannet til at skipstrafikken stadig virvler opp og sprer både rene og forurensede partikler.

Kystverket skal derfor mudre og utbedre farleden inn til Borg havn i Hvaler og Fredrikstad kommune. Hensikten med tiltaket er å øke framkommeligheten og sjø-sikkerheten i Røsvikrenna og Borg Havn. Tiltaket er vedtatt av stortinget i nasjonal transportplan (NTP 2022-2033) og en del av Kystverkets handlingsprogram.

Den 18. oktober 2019 mottok Kystverket, som tiltakshaver, tillatelse fra Miljødirektoratet (tillatelse nr. 2019.0486.T) [1] til igangsettelse av tiltaket med mudring, sprenging og deponering i forbindelse med utbedring av innseilingen til Borg havn. Flere av vilkårene i tillatelsen omhandler naturmiljøet og fastsetter at Kystverket skal oversende dokumentasjon til Miljødirektoratet for ivaretagelse og beskyttelse av naturmiljøet i nærliggende områder før, under og etter anleggsarbeidene.

## 1.1 Prøvemudring og prøvedeponering

Før hovedprosjektet gjennomføres er det stilt krav om at tiltakene skal prøves ut. Resultater fra prøvemudringen skal bedre grunnlaget og underlaget for planlegging og gjennomføring av hovedprosjektet. Kontroll- og overvåking under prøvemudringen vil danne grunnlag og sikre at kontroll- og overvåking i hovedprosjektet blir så god som mulig.

Kystverket gjennomførte en prøvemudring og prøvedeponering i november 2022. Det ble gjennomført en prøvemudring i tre testfelter i tiltaksområdet for hovedprosjektet, samt en testdeponering i ett av de godkjente sjøbundsdeponiene, Svaleskjær i perioden 7-23 november 2022. Det ble i forkant av prøvemudringen og prøvedeponeringen utarbeidet en egen kontroll- og overvåkingsplan for testprosjektet. Denne ble sendt til Miljødirektoratet før oppstart av arbeidene.

I denne rapporten presenteres gjennomførte arbeider, resultater og erfaringer fra gjennomføringen av prøveprosjektet.

## 1.2 Miljøovervåking og dokumentasjon av de gjennomførte tiltakene

Kontroll- og overvåking av prøvemudringen var planlagt utført med mange av de samme metoder som tenkt for gjennomføring av hovedprosjektet, og er beskrevet i denne rapporten. Overvåkingen og kontrollen under prøvemudringen var planlagt for å ivareta kravene i tillatelsen for overvåking av selve prøvemudringstiltaket samt gjennomføre målinger for å gi data som verifiserer vurderinger gjort i prosjekteringen av hovedtiltaket. Dette er nærmere beskrevet i kontroll- og overvåkingsprogrammet for prøvemudring [2].

Kontroll og overvåking består både av dokumentasjon av kjemisk innhold i mudringsmassene som håndteres, og overvåking av spredning fra tiltaksarbeidene. Oppsummert består miljøovervåkingen av:

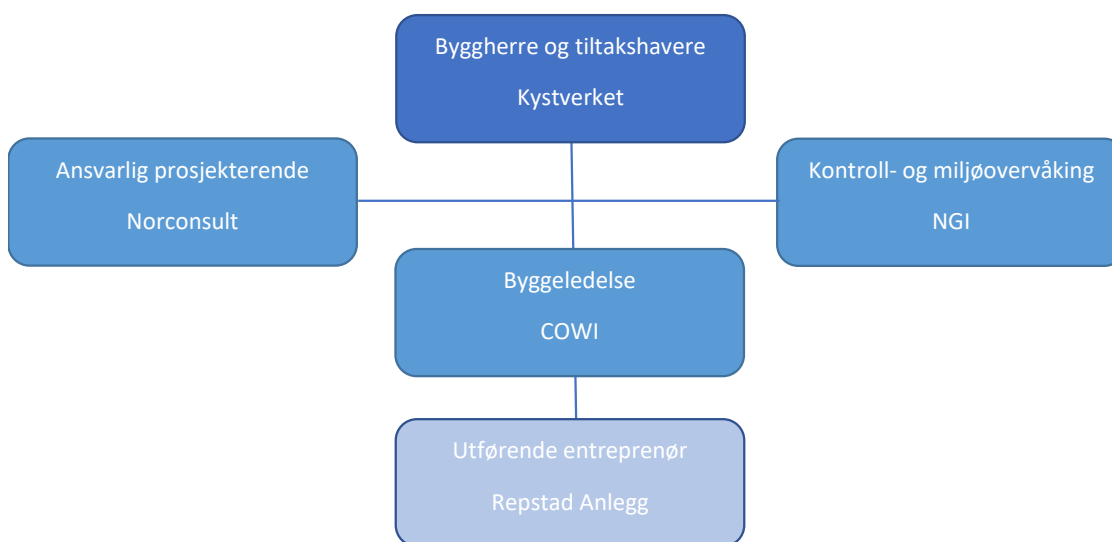
- ↗ Prøvetaking og analyse av mudrede masser
- ↗ Prøvetaking og analyse av sjøbunn før og etter deponering i sjøbunnsdeponi
- ↗ Turbiditetsmålinger; kontinuerlige målinger med stasjonære målebøyer og manuelle målinger utført med håndholdt utstyr fra NGIs målebåt, FF Kolstad.
- ↗ Vannprøvetaking før og under arbeider.
- ↗ Måling med passive prøvetakere under arbeider i referansestasjoner og i målebøyer under aktivitet
- ↗ Målinger for å verifisere plassering av måleutstyret, salinitetsmålinger, ift. hydrografien i mudreområdet.



## 2 Utførte mudrings- og deponeringsarbeider

### 2.1 Organisasjon

Norconsult er og har vært engasjert av Kystverket for prosjektering av tiltaket. COWI har under prøvemudringen hatt ansvar for den stedlige byggeledelsen og miljøovervåkingen ble utført av NGI. For gjennomføring av de fysiske arbeidene engasjerte Kystverket Repstad Anlegg AS i rollen som utførende entreprenør.



Figur 2-1 Organisasjon for prøvemudrings- og prøvedeponeringsprosjektet.

### 2.2 Prøvemudring

#### 2.2.1 Mudret område

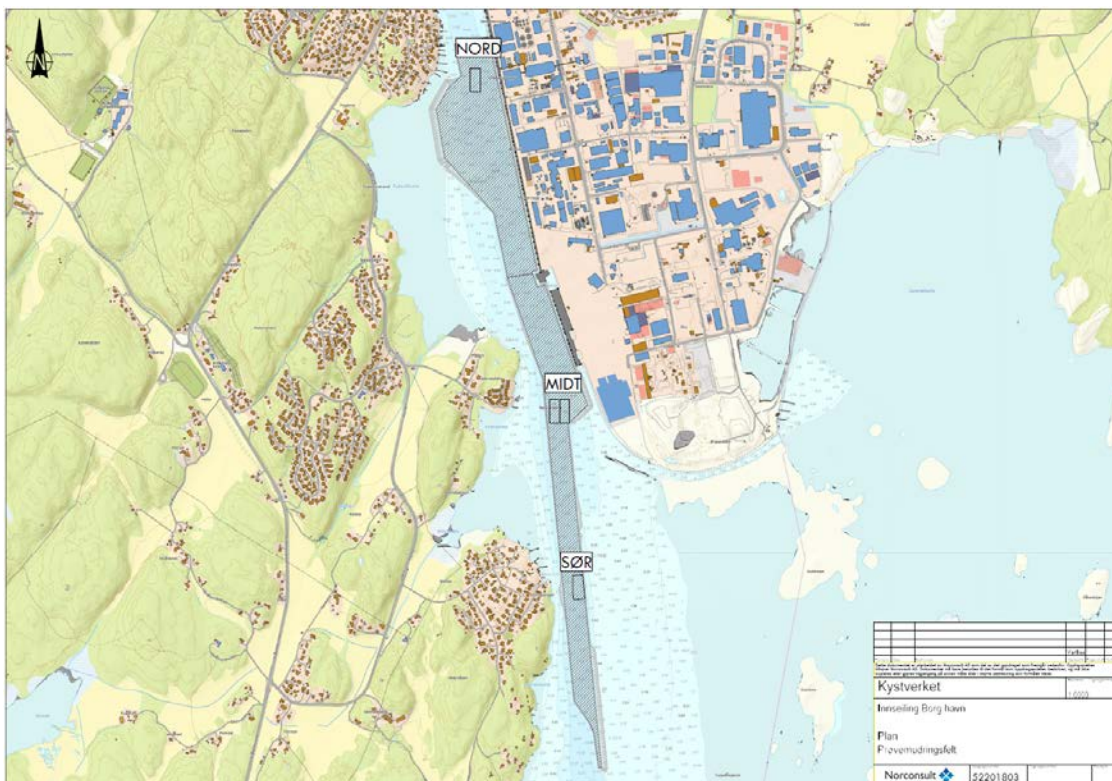
Prøvemudringen er gjennomført i tre felter (figur 2-2). Testfeltene for mudring er plassert på en slik måte at de ikke skal være i konflikt med eksisterende infrastruktur samt i områder hvor det ikke er utfordringer knyttet til geoteknisk stabilitet (kaier og kvikkleireområder).

I testfelt Nord er det ved forundersøkelser påvist masser med høyeste tilstandsklasse IV i prøvepunkt innenfor feltet. Målinger fra mudring i dette feltet er relevant for å vurdere eventuelt spredning til naturverdier i Fuglevikbukta. Mudremasser fra felt nord er levert til mottak på land, Frevar og Nes Miljøpark. Ved Nes Miljøpark ble materialet testet for gjenbrukspotensialet ved behandling ved størrelsesseparering og vasking. Dette var arbeid som ble utført innenfor rammene for forskningsprosjektet EarthresQue der

Kystverket er en partner. Resultat fra disse tester presenteres derfor ikke i denne rapporten.

I testfelt Midt er det i forundersøkelser påvist masser med høyeste tilstandsklasse IV i prøvepunkt nærmest feltet. Midt-feltet ble flyttet lengre øst enn opprinnelig planlagt felt rett før oppstart av arbeidene. Dette reduserte konflikt med trafikk i området samt at det bidro til få en mer kontinuerlig drift, uten for mye flytting av måleutstyr og mudringsutstyr. Målinger fra mudring i dette feltet er relevant for å vurdere spredning til flere naturverdi-områder, inkludert Øra-området. Mudremasser fra felt Midt er levert til mottak på land på samme måte som fra felt Nord.

I testfelt Sør er det i forundersøkelser påvist sedimenter med høyeste tilstandsklasse III i prøvepunkt innenfor feltet. Massene fra felt Sør ble derfor bestemt å skulle deponeres i sjøbunnsdeponiet (avsnitt 2.3). Målinger fra mudring i testfelt Sør vil representere aktiviteten i den sørligste delen av den planlagte hovedmudringen.



Figur 2-2 Prøvemudringsfelt Nord, Midt og Sør. Midt viser planlagt felt lengst vest og faktisk mudret felt lengst øst.

## 2.2.2 Gjennomføring av mudringsarbeider

Repstad sin logg fra mudre- og deponeringsaktivitet er gitt i vedlegg B.

Repstad gjennomførte prøvemudringen med gravemaskin på lekter med støttebein. Støttebeinene ble drevet ned i sjøbunnen slik at den sto stødig i elvevannet selv ved høy vannføring. I perioder ble lekteren ytterligere støttet av at slepebåten Ramsholm lå og dyttet den med en passende maskinkraft. Slepebåten ble også benyttet ved forflytning av mudringslekteren innad i mudringsfeltet, mellom mudringsfelter og inn til kaikant enten ved arbeidsdagens slutt eller ved behov for å klarere skipsleden ved anløp av større fartøy.

Under mudring ble massene lagt over i transportlekter (figur 2-3). Det ble gjort testmudring med skuffe med og uten lokk samt en lukket grabb. Etter at transportlekter med masser fra felt Nord og Midt var fullastet ble den buksert til kai og massene ble omlastet over på bil og kjørt til landdeponi Frevar eller Nes Miljøpark. Massene lå i tette containere under biltransport for å hindre søl av vann og sedimenter langs transportruten. Under omlasting fra lekter ble det benyttet bakgraver med lukket grabb for å forhindre søl.



Figur 2-3 Bilder fra prøvemudring som viser bakgraver på mudrepreman og lossing til lekter (til venstre) og måleposisjon like nedstrøms for mudrepreman under mudring med grabb (til venstre).



Figur 2-4 Omlasting og utlegging av mudringsmasser ved FREVAR.

Støymålinger av prøvemudringsarbeidene ble gjennomført av Brekke & Strand aukustikk AS den 17.11., og er beskrevet i vedlegg C. Lydeffektnivået for støyende aktivitet med aktiv gravemudring og hjelpemaskineri til pumpebåt ble beregnet til  $L_{WA}$  105 dB og stemmer overens med tidligere prognoser.

### 2.2.3 Mengder oppmudret og deponert masse

Entreprenør har estimert mengden mudrede masser ut ifra visuell avlesning i lasterom på lekter samt fra innveide masser ved Frevar. Volumene av mudret masse og hvor de er levert er oppgitt i tabell 2-1. Det er også gjort en oppmåling av sjøbunn før og etter mudring med akustisk metode (multistråle ekkolodd) som deretter har blitt benyttet for å estimere mengden mudrete masser, se vedlegg A. I tabell 2-1 er dette oppgitt i kolonnen 'Netto mudringsvolum fra kart ( $m^3$ )'.

Grunnlaget fra akustisk oppmåling viser et resultat som avviker fra det som framkommer ved visuell avlesning i lasterom og data fra veieseddel. Dette kan bero på flere faktorer. Repstad viser at sjøbunn etter mudring noen steder ligger høyere enn før mudring. Disse avvikene skyldes primært usikkerhet i innmåling, men kan også til dels skyldes mindre lokal forflytning av massene som har foregått i løpet av arbeidene. Dette kan totalt sett gi en underestimering av volumet som ble oppmudret. Ved avlesning i lasterom er massene blitt løsere pakket enn slik de lå naturlig på sjøbunnen. Avlesning i lasterom vil derfor kunne gi en overestimering av mudringsvolumet i forhold til prosjektert faste  $m^3$ .

Tabell 2-1 Mudringsmengder (m<sup>3</sup>) for de tre feltene og mengde deponerte masser ved de tre godkjente mottakene

Felt	Mudret volum (m <sup>3</sup> )	Leverert til FREVAR (m <sup>3</sup> )	Leverert til Nes Miljøpark (m <sup>3</sup> )	Leverert til Sjødeponi (m <sup>3</sup> )	Netto mudringsvolum fra kart (m <sup>3</sup> )
Nord	950	890	60	0	780
Midt	1000	1000	0	0	900
Sør	900	0	0	900	980
Totalt	2850	1890	60	900	2660

## 2.2.4 Vannhåndtering

Gjenværende vann i lektene etter omlasting samt vann fra rengjøring av lektene før mudring ved felt sør og sjødeponering ble pumpet opp med pumpebil ved kai for levering til godkjent mottak.

## 2.3 Prøvedeponering i sjøbunnsdeponi

### 2.3.1 Gjennomføring av deponeringen

Masser fra mudringsfelt Sør ble deponert i sjø. Ute på sjødeponiet var det etablert et nedføringsrør. Dette gikk ned til rundt 3 m over sjøbunnen der nedføringsrøret var påmontert en diffusor/energigreper. Det ble i forkant av deponering gjennomført en ROV-filming av installasjonen for å kontrollere en korrekt montering av diffusor og høyde over sjøbunn. For å overføre massene fra transportlekteren til nedføringsrøret ble fartøyet Arena benyttet. Massene ble overført fra transportlekter til Arena med gravemaskin. Massene ble pumpet fra Arenas lasterom og ned gjennom nedføringsrøret. Overflatevann ble tilsatt massene for å gjøre dem pumpbare. Innslag av treverk i massene gav problemer ved at ristene foran pumpeinntaket ble tettet, noe som krevde manuell arbeidskraft, og tid, å få ryddet opp i.

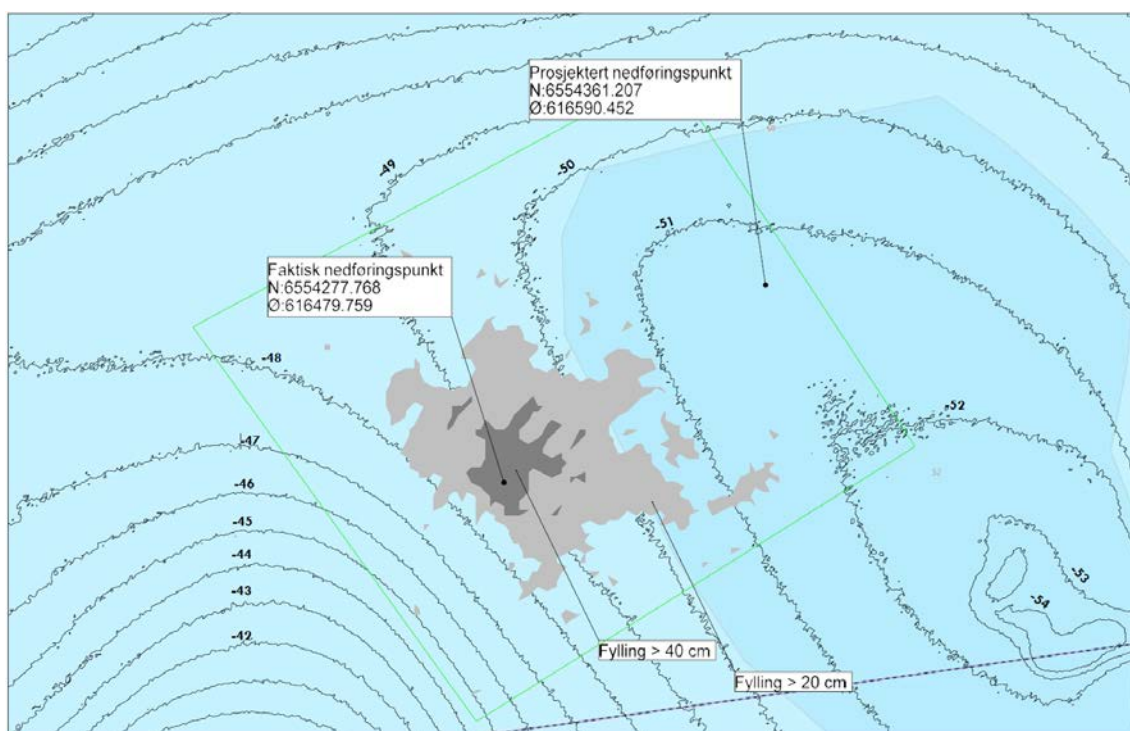
Det ble valgt å gjennomføre prøvedeponering kun i Svaaleskjær, og i den delen av sjøbunnsdeponiet som ligger i Fredrikstad kommune. Det ble valgt å deponere i de dypere områdene innenfor grensene til det godkjente deponiområdet.

### 2.3.2 Oppmåling av sjøbunnsdeponi før og etter deponering

Ved mudring ble det benyttet to metoder for å estimere mudringsvolum. Akustisk metodikk ble også testet ut for å gjenfinne og kvantifisere mengde nedførte (deponerte) masser i sjødeponi Svaaleskjær. Deponiområdet ble målt opp før og etter nedføring av masser. Visuell avlesning av lasterom ga et estimat på 900 m<sup>3</sup> masser til deponi. Akustisk oppmåling basert på avlesning av differansen mellom målinger før og etter deponering ga et estimert volum på 740 m<sup>3</sup> (sedimentvolum der mektigheten er over 20 cm), se vedlegg A. Ved nedføring av vesentlig større mengder sediment enn i dette

tilfellet kan massene over tid konsolidere, slik at det kan se ut som om volumet som er deponert vil avta med tiden.

En oversikt over de deponerte massene er vist i figur 2-5, og man kan se at den største innfyllingsmektigheten finnes rundt nedføringsrøret. Mektigheten avtar med avstand fra røret.



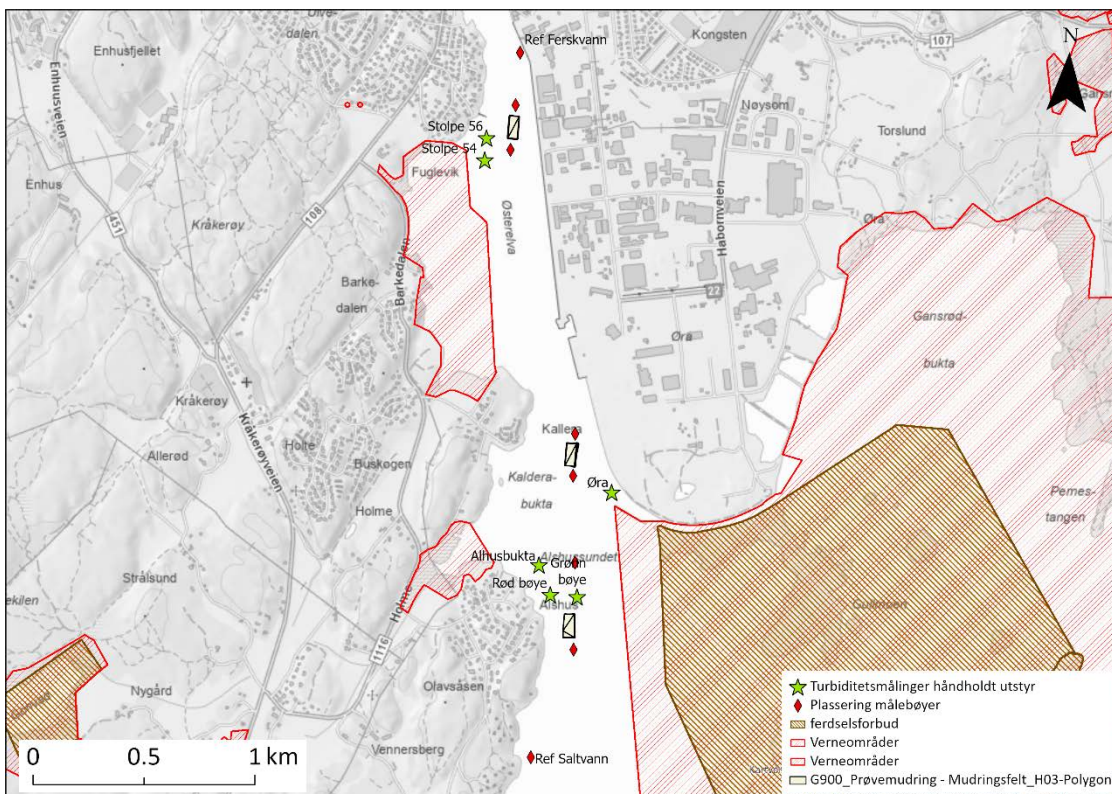
Figur 2-5 Område for deponerte masser og innmålt mektighet av de sedimenterte massene. Prosjektet nedføringspunkt og det faktiske nedføringspunktet er angitt. (Skisse fra Norconsult)

### 3 Miljøovervåking mudring

#### 3.1 Målestasjoner mudring

Før og under tiltak er det gjennomført kontinuerlige målinger av turbiditet i referansestasjoner og målebøyer rundt mudrefeltene. I tillegg er det gjennomført manuelle målinger mot verneområder samt ved målebøyene og like sør for mudrefartøyet i de ulike testfeltene (figur 3-1). Måleprogrammet er iht. kontrollprogrammet [2], noe justert ift. aktiviteter, trafikk samt måleresultater under gjennomføringen.

Referansestasjon for ferskvannssonen (Ref nord/ref ferskvann) er plassert i øvre del av Glomma. Det ble også etablert en referansestasjon for saltvannskilen, sør for tiltaksområdet, hvor turbiditetssensoren ble plassert rett over sjøbunnen uten å slå ned i bunnen. Rundt tiltaksarbeidene er det plassert målebøyer for turbiditet nord (oppstrøms) og sør (nedstrøms) for mudrefeltene, både i utgående ferskvann og i inngående, underliggende kompensasjonsstrøm.



Figur 3-1 Prøvefelter og målestasjoner for kontinuerlige og manuelle målinger av turbiditet under prøvemudring. Målinger med håndholdt utstyr er gjort mot verneområder (Fuglevikbukta, Øra og Alhusbukta) og ved to ekstra stasjoner oppstrøms for felt sør, i tillegg til ved målebøyene og mudrefartøyet.

I hver av målebøyene for kontinuerlige målinger ble det plassert en turbiditetsmåler i den øvre ferskvannssonen (ca. 1 m under vannoverflaten) og en i den nedre saltvannskilen. Måleren i saltvannskilen ble plassert slik at den ikke slo ned i sjøbunnen (ca. 1-1,5 m over sjøbunn). Dette ga totalt fire turbiditetssensorer kontinuerlig rundt tiltaksarbeidet.

Det ble innhentet turbiditetsprofiler mot verneområder i to stasjoner mot Fuglevikbukta naturreservat, "Stolpe 45" og "Stolpe 56", under mudring i felt nord og midt i inngangen til Øra (Øra) samt i retning mot Alhusbukta naturreservat under mudring i felt midt. Under mudring i felt sør ble det tatt manuelle målinger i to stasjoner litt nordvest og nordøst for mudrefartøyet, mot hhv. Alhusbukta ("Rød bøye") og Øra ("Grønn bøye"). På grunn av sterk strøm og mye trafikk ved mudringsfeltet, ble det ikke gjennomført manuelle målinger lenger øst eller vest for disse punktene.

De stasjonære målebøyene brukt for overvåking av turbiditet oppstrøms og nedstrøms for testfeltene er vist i figur 3-2. Det håndholdte måleapparatet (YSI PRoDSS) benyttet for manuelle målinger av turbiditet, salinitet og dybde er også vist.



*Figur 3-2 Stasjonær målebøye for kontinuerlig overvåking av turbiditet nedstrøms for mudringsfeltet, her vist for felt Nord (til venstre), og håndholdt måleapparat brukt for manuelle målinger i farleden fra FF Kolstad, her vist like sør for mudrepremmen i felt Midt (til høyre).*



## 3.2 Varslingssystem for kontinuerlig turbiditetsovervåking

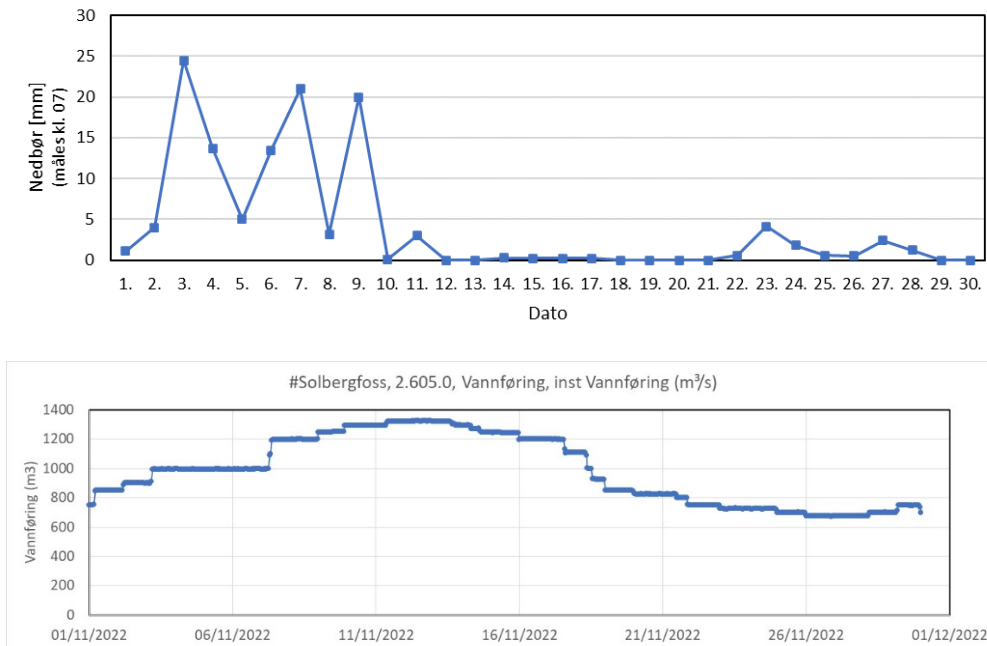
I løpet av prøveprosjektet ble målefrekvensen til bøyene for kontinuerlig turbiditetsovervåking i farleden økt fra hvert tiende minutt til hvert femte minutt den 11.11. kl. 12:00, og deretter til logging hvert minutt fra og med den 15.11. kl. 14:00. Dette ble gjort for å bedre kunne fange opp turbiditetsutviklingen i strømmende vann i farleden og øke nøyaktigheten på alarmsystemet.

Alarmsystemet for turbiditetsmålinger ble satt opp til å følge kravene gitt i tillatelsen. Alarmen er definert til å varsle på overskridelse av turbiditet i forhold til referansesensor, der det skal varsles ved overskridelse på 25 NTU over referansenivået i 30 minutter. Hver målebøye er utstyrt med to sensorer, en grunn som ligger i ferskvannssonen og en dyp som ligger i saltvannssonen. Det ble brukt en referanse for ferskvann og en for saltvann, koblet til hver sine skap på land. Alarmen ble implementert ved å sammenligne turbiditetsmålinger mot referansesensor. Først når målt turbiditet var større enn 25 NTU mot referansesensor i minst 30 minutter ble varsling per e-post og/eller SMS sendt ut og aktiviteten stoppet.

Noe støy i dataene ble luket vekk ved at differansen mellom målt turbiditet og referansesensor ble "resamplet" til faste intervaller. Ble det først benyttet 10 minutters resampling, før som ble redusert til 2 minutters resampling ved økt målefrekvens. Dette ble hovedsakelig gjort for å runde målingene til samme tidspunkt før beregning av differansen. Dersom en målt differanse overskrider terskelverdien går alarmen i gul modus ("pending") og evalueringen må overskride terskelverdien de neste 30 minuttene før alarmen blir rød ("firing") - der evalueringen utføres hvert minutt. Dersom det inntreffer en lav måling i denne perioden vil alarmen nullstilles, og man vil begynne på ny nedtelling ved neste overskridelse.

## 3.3 Hydrografi

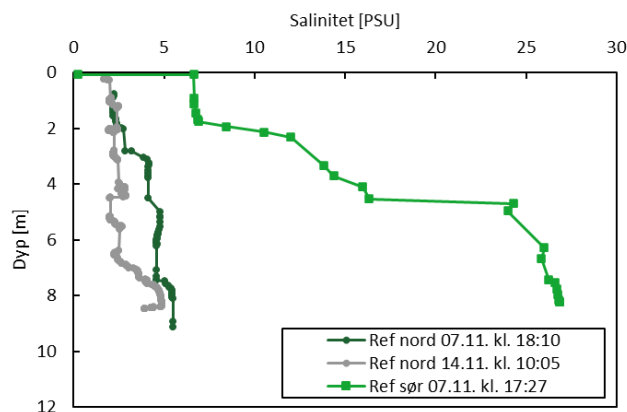
Normalvannføring i Sarpfossen, Glomma er 400-1250 m<sup>3</sup>/s. Ved høy vannføring vil saltvannskilen presses utover og gi et dypere ferskvannslag i utløpet av Glomma [3]. Vannføringen i Glomma var høy ved oppstart av arbeidene og sank i løpet av mudringsperioden. Dette kan observeres i de målingene som er gjennomført. Mye nedbør og høy vannføring i Glomma påvirker ferskvannslaget. Nedbør i perioden for prøvemudring i felt nord (7. - 9. november), lite nedbør i perioden for mudring i felt midt (10. - 11. november) og felt sør (14. - 17. november) som vist i figur 3-3.



Figur 3-3 Nedbør (Sarpsborg) og vannføring (Solbergfoss) for tidsrommet 1. til 30. november 2022 i Sarpsborg (Nedbør hentet fra yr.no den 18.01.23 og Vannføring fra sildre.no 31.01.23).

### 3.3.1 Salinitetsmålinger

I Glommas nedre del løper ferskvannet ut i fjorden i øvre deler av vannsøylen samtidig som et lag av saltvann trenger oppover elveløpet. Saltvannet danner en saltvannskile hvor tykkelsen påvirkes sterkt av hvor stor vannføring det er i Glomma [3]. Salinitetsmålinger i referansestasjonene nord (Ref nord) og sør (Ref Sør) for tiltakene viser at det er ferskvann ned til bunn (ca. 9 m) i referansestasjonen i nord mens det er saltvann fra ca. 5 m dyp i referansestasjonen i sør (figur 3-4).



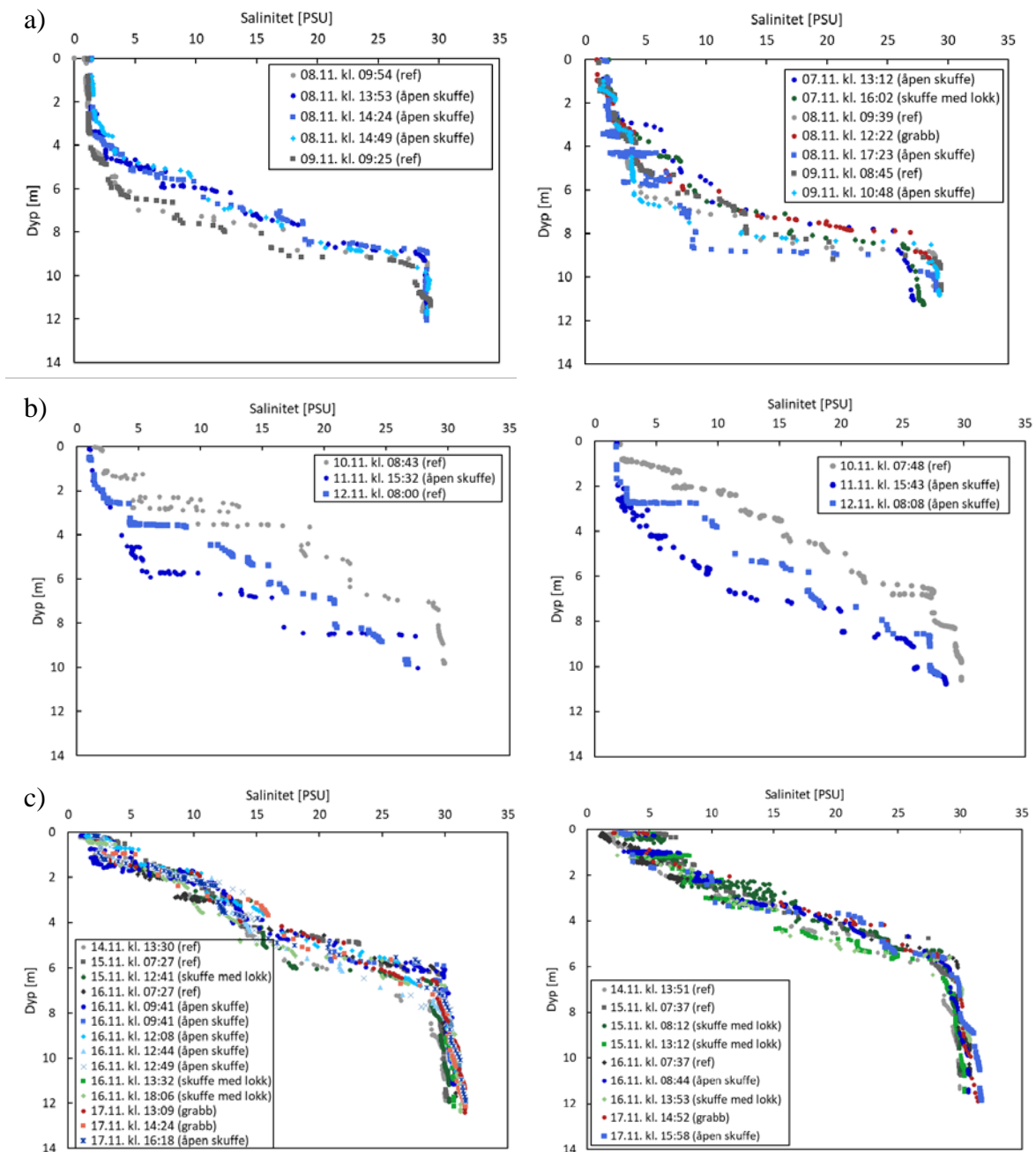
Figur 3-4 Salinitetsmålinger i referansestasjoner nord og sør for tiltaksarbeidene.

Profiler som viser fordeling av saltvann i vannsøylen i ulike stasjoner og testfelter i farleden er gitt i figur 3-5.

I felt nord er det en tydelig overgang fra ferskvann til saltvann ved ca. 8 m dyp (figur 3-5a). Skillet mellom ferskvann og saltvann varierer noe for hver måleserie, men det observeres ikke store endringer i perioden for prøvemudring i felt nord (7. - 9. nov).

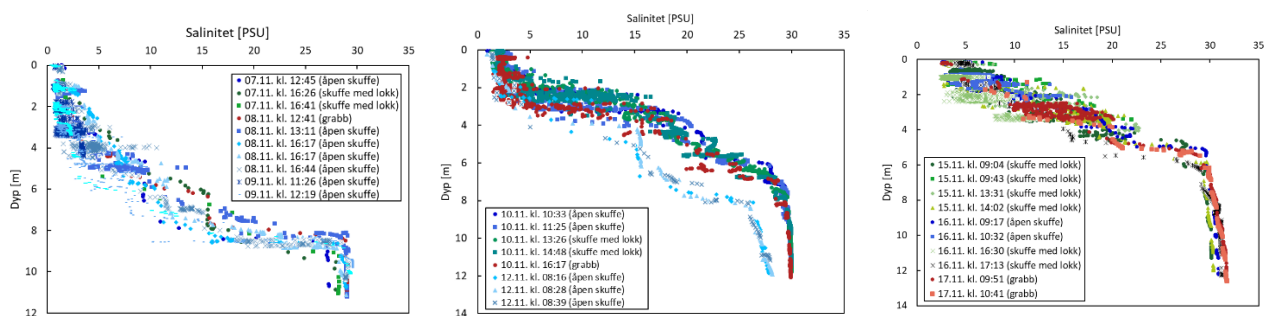
I felt midt er det registrert høyere saltholdighet lenger opp i vannsøylen enn i felt nord, og salinitetsprofilen varierte mer fra dag til dag i løpet av måleperioden i dette feltet (10. - 11. nov). Overgangen fra ferskvann til saltvann skjer mer gradvis og ved et dyp på ca. 6-8 m (figur 3-5b)

I det sørligste feltet observeres overgang fra ferskvann til saltvann ved rundt 6 m dyp og salinitetsprofilen er tilnærmet konstant gjennom hele perioden for prøvemudring i dette feltet (14. - 17. nov., figur 3-5c). Sjørover i farleden (lenger ut i fjorden) blir ferskvannslaget tynnere.



Figur 3-5 Salinitetsprofiler oppstrøms (til venstre) og nedstrøms (til høyre) for testfelt a) Nord, b) Midt og c) Sør. Målingene er gjort i perioder før aktivitet (ref) og under mudring med åpen skuffe, skuffe med lokk eller grabb.

Salinitetsprofiler logget like bak mudrepreammen under aktivitet viste tilsvarende lagdeling som sett ved oppstrøms- og nedstrømsbøylene. I ferskvannssonen ble det observert noe variasjon i salinitet i løpet av enkelte måleserier hvor måledypet ble holdt konstant over lengre tid, eksempelvis under mudring med grabb i felt sør (måleserie startet kl. 09:51 den 17.11, se figur 3-6). Dette kan skyldes lokal økt blanding mellom ferskvann og saltvann som følge av mudringsaktivitetene, eller naturlig variasjon på grunn av bølger og strømningsforhold.



Figur 3-6 Salinitetsprofiler rett bak mudrepream under mudring i hhv. felt nord, midt og sør.

## 3.4 Turbiditetsmålinger

I foreliggende kapittel er resultater fra overvåkingen av turbiditet under mudring presentert. For de manuelle målingene er kun data som har blitt logget ved nedsenkning av måleutstyret, og ikke opptak, presentert. Dette er gjort for å utelukke data som kan ha blitt påvirket av oppvirvling av sediment når måleutstyret treffer bunn, eller eventuelt sediment som har festet seg på sensoren.

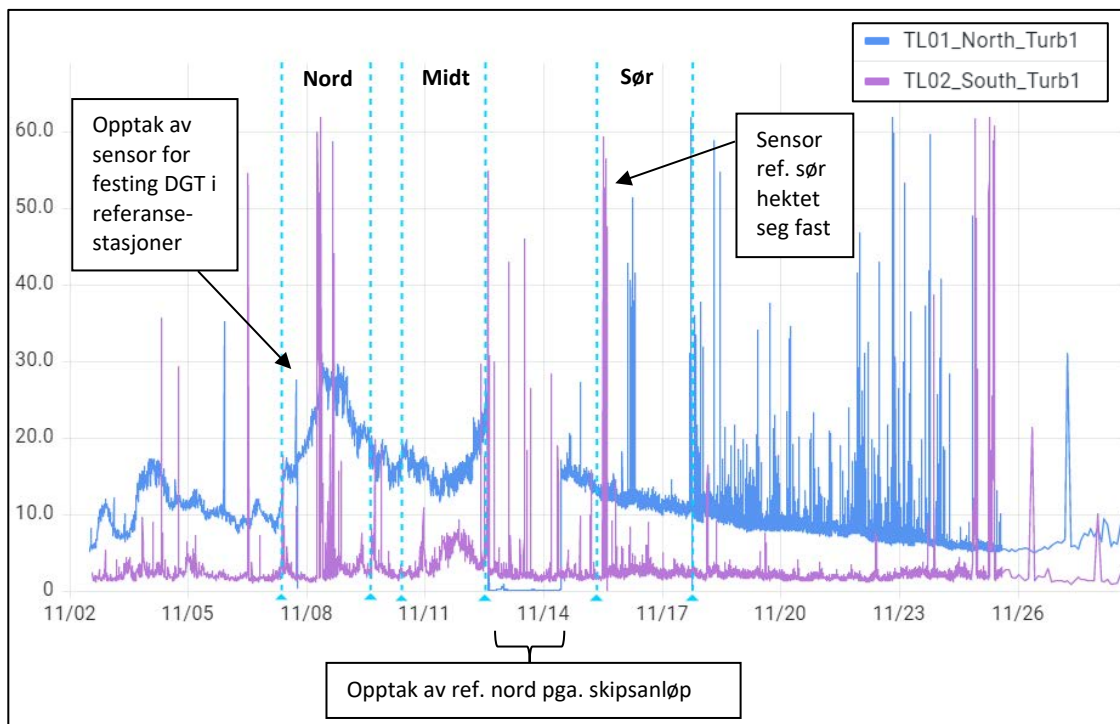
Målebøylene for overvåking av turbiditet i deponiområdet ved Svaleskjær (Multiconsult\_1 og Multiconsult\_2) hadde en målefrekvens på hvert tiende minutt gjennom hele prøvedeponeringen. Tilleggsbøylene (BT01 og BT02) som ble installert sørvest for nedføringspunktet før den tredje runden med deponering (den 23.11.) hadde en målefrekvens på hvert minutt.

### 3.4.1 Bakgrunnsmålinger og målinger i perioder uten aktivitet

Målt turbiditet i referansestasjonene med kontinuerlige turbiditetsmålinger for mudringsovervåkingen er gitt i figur 3-7 for hele måleperioden. I utgående ferskvann målt i stasjon nord, oppstrøms for all mudringsaktivitet, varierte turbiditeten hovedsakelig fra ca. 5-30 NTU, mens turbiditeten i det inngående saltvannslaget målt i referansestasjon sør lå relativt stabilt på ca. 3 NTU. Turbiditeten i ferskvannet var på sitt høyeste i perioden for prøvemudring i felt nord (7. - 9. november) og fra første til siste mudringsaktivitet i dette feltet var turbiditeten i snitt 22 NTU. Dette var en periode med mye nedbør, og den 7. november er registrert som dagen med mest nedbør denne

måneden (15,7 mm). Mye nedbør som gir økt avrenning til Glomma, og dermed høyere ferskvannandel i elva, kan føre til økt partikkelmengde (turbiditet) i elvevannet.

Referansemåleren for saltvannslaget ligger lengre sør og vil derfor være noe mindre påvirket av saltvannskilens endringer pga. vannføring enn målebøyene lengst nord i tiltaksområdet.



Figur 3-7 Kontinuerlige turbiditetsmålinger (gitt i NTU) i referansestasjon nord (TL01\_North\_Turb1) og sør (TL02\_South\_Turb1) under hele prøveprosjektet. Målinger i referansestasjon nord representerer utgående ferskvann og referansestasjon sør representerer inngående saltvann. Perioder med mudringsaktivitet i felt nord, midt og sør er angitt.

Referansemålingene i inngående ferskvann- og saltvannslag viser flere høye verdier av turbiditet (over 60 NTU) i løpet av måleperioden (figur 3-7), som skyldes støy på instrumentet eller påvirkning av annen skipstrafikk i farleden. Det er også registrert økt turbiditet i referansestasjon nord da sensoren ble tatt opp for utsetting av DGT den 8.11. Det ble også observert mye støy i referansestasjon sør den 15.11 hvor sensoren hadde hektet seg fast, og turbiditeten gikk ned til normalt nivå umiddelbart etter kontroll av sensoren.

Merk at målområdet til sensorene benyttet for kontinuerlig overvåkning er mellom 0-62 NTU, og turbiditet over dette er tilskrevet maksverdien på 62 NTU.

I perioden etter siste prøvemudring og før opptak av målebøyene, ble det registrert mye støy i referansestasjon nord. Dette illustrerer viktigheten av fortløpende kontroll og vedlikehold av måleutstyret for å sikre korrekt alarmering ved overskridelse av grenseverdi. Målesensoren i referansestasjon nord ble tatt opp på land i perioden 12.11. kl. 14:25 til 14.11. kl. 10:00 (uten å skrus av) for å unngå konflikt med skip som skulle legge til kai (se vedlegg D for skipsanløp i perioden). Målinger fra denne perioden er derfor ikke tatt med i de statistiske beregningene.

### 3.4.2 Resultater for felt Nord

#### **Kontinuerlig turbiditetsovervåking i felt Nord**

Målebøyene oppstrøms og nedstrøms for felt Nord ble satt ut flere dager før oppstart av arbeidene. Målerne i ferskvannssonen og saltvannssonen følger i denne perioden referansemålerne i nord og sør, bortsett fra måleren i ferskvannslaget i den sørligste bøyen, som viser en del støy (figur 3-8). Dette er antagelig forstyrrelser (noe som henger på måleren eller forstyrrelser fra tau el.). Etter opptak og sjekk av måler før oppstart av arbeider, følger måleren et normalt forløp sammenlignet med de øvrige målerne.

Fra oppstart av målinger og til oppstart av mudring observeres en økning av partikkelnivå i Glomma grunnet økt nedbør og vannføring (ref. avsnitt 3.2). Dette observeres både i ferskvannssonen (fra ca. 12 til 15 NTU) og i saltvannssonen (fra ca. 3 til 4 og 6 NTU). Den 8.11. ble det observert episodisk forhøyet turbiditet i referansestasjonen i sør (saltvann). Dette ble observert både før og under mudring, og det er derfor ingenting som tyder på at dette skyldes mudringsaktiviteten.

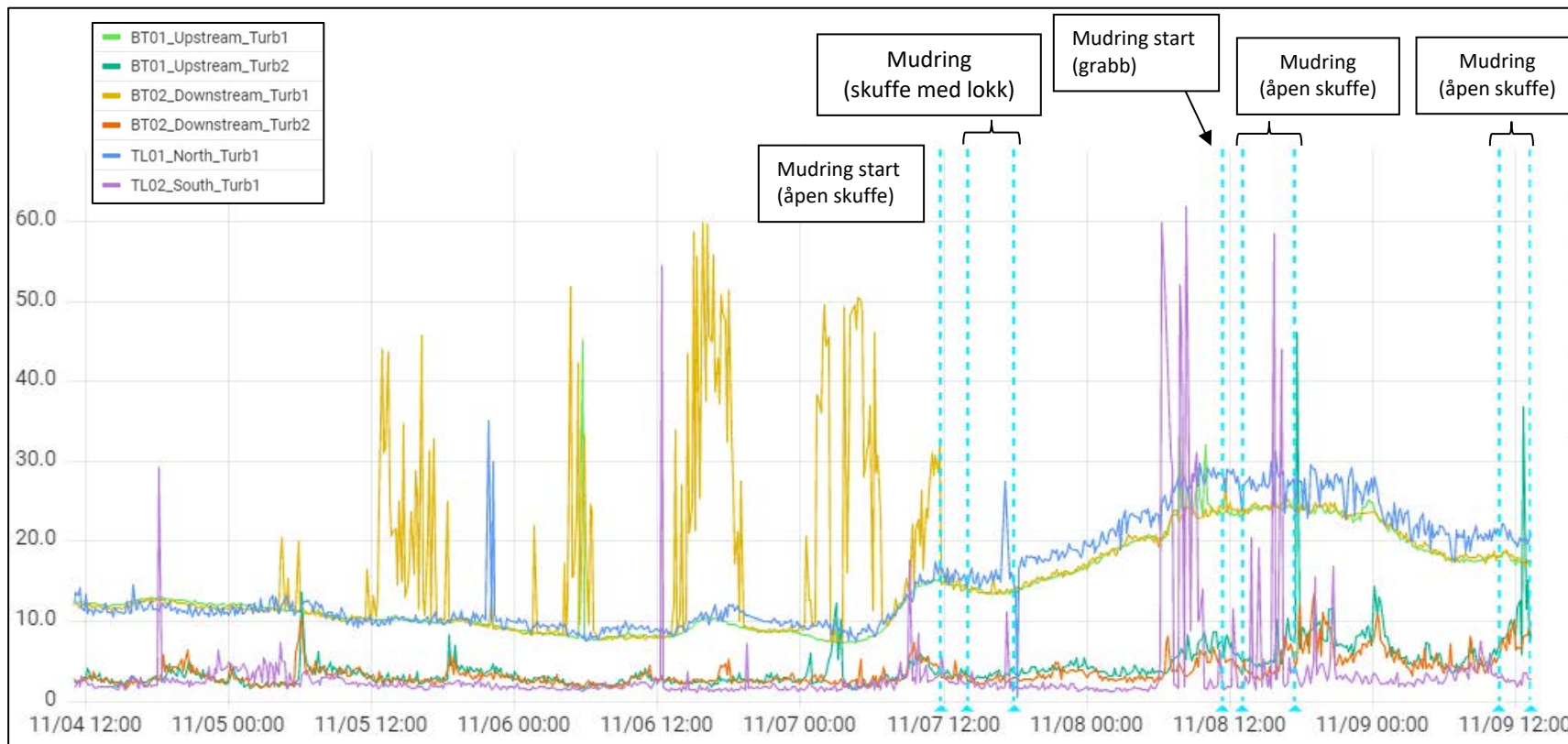
Turbiditeten i ferskvannssonen nedstrøms og oppstrøms tiltaksarbeidene ligger under mudringen i felt Nord på samme nivå som i referansestasjonen oppstrøms for tiltaket. Statistikk for de ulike sensorene viser ingen betydelig forskjell fra referansestasjonene under mudring (tabell 3-1). Variasjonen i turbiditet i saltvannslaget som observeres i perioden det ble utført mudring i felt Nord kan skyldes både mudringsarbeidene og høy turbiditet i ferskvannslaget og høy vannføring i Glomma. Målinger mellom aktivitet den 8.11 og 9.11 kan tyde på dette (figur 3-8). Episodiske topper kan observeres i saltvannslaget under mudring, men disse er ikke langvarig nok til å utløse alarm (ref. resultater fra manuelle målinger). Det observeres f.eks. to enkeltstående turbiditetstopper i saltvannssonen i oppstrømsbøyen (hhv. 46 og 37 NTU) under mudring med åpen skuffe. Tilsvarende topper er ikke registrert i de inaktive periodene og skyldes sannsynligvis mudringsaktiviteten.

Tabell 3-1 Statistikk for kontinuerlige turbiditetsmålinger i perioder med og uten mudringsaktivitet i felt Nord. Resultatene er gitt for stasjoner oppstrøms og nedstrøms for mudringsfeltet, samt i referansestasjon for ferskvann (FV) og saltvann (SV).

Stasjon	Bøye nord (FV)	Bøye nord (SV)	Bøye sør (FV)	Bøye sør (SV)	Referanse FV	Referanse SV
Sensor-ID NGI-live	BT01_ Upstream_ Turb1	BT01_ Upstream_ Turb2	BT02_ Downstrea m_Turb1	BT02_ Downstrea m_Turb2	TL01_ North_ Turb1	TL02_ South_ Turb1
<i>Bakgrunn før første mudring (4.11. kl. 11:00 – 7.11. kl. 11:50) (n = 437)</i>						
Gjennomsnitt	10	3,0	16	3,0	11	2,4
Standardavvik	2,6	1,3	12	1,0	2,0	3,2
Median	10	2,7	12	2,7	10	1,9
Min	7,3	1,5	7,3	1,7	7,6	1,1
Maks*	45	14	60	11	35	55
95% percentil	13	4,9	46	4,8	13	4,3
<i>Mudring (alle metoder) (n = 92)</i>						
Gjennomsnitt	19	6,0	19	4,5	21	3,9
Standardavvik	4,5	4,3	4,7	2,1	5,4	6,8
Median	18	4,8	18	3,5	21	2,4
Min	14	2,7	13	2,2	13	1,3
Maks*	25	37	28	10	31	59
95% percentil	25	11	25	8,7	29	11

\*Når maks registrert verdi er større enn måleområdet (0-62 NTU), er det oppgitt en maksverdi på 62 NTU.

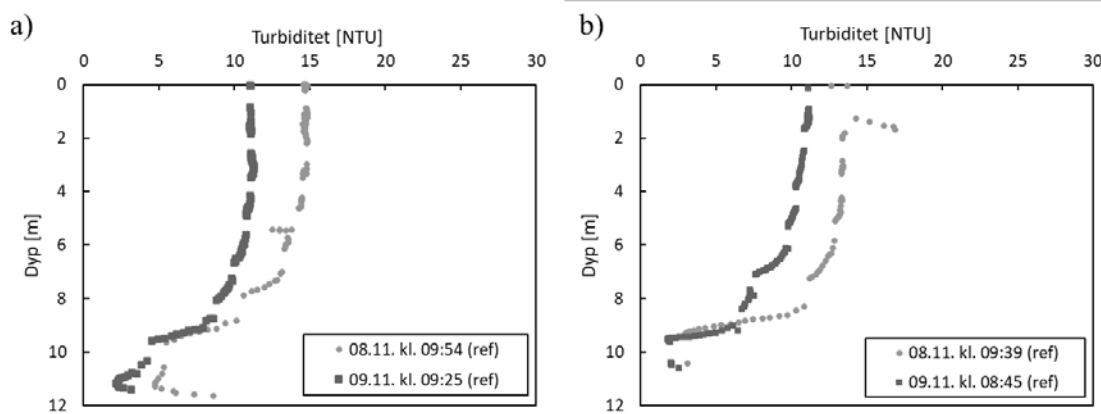




Figur 3-8 Kontinuerlige turbiditetsmålinger (gitt i NTU) i prøvefelt Nord fra 04.11 kl. 11:00 til 09.11. kl. 13:20 Perioder med mudringsaktivitet er angitt. Utsnitt fra NGI-live.

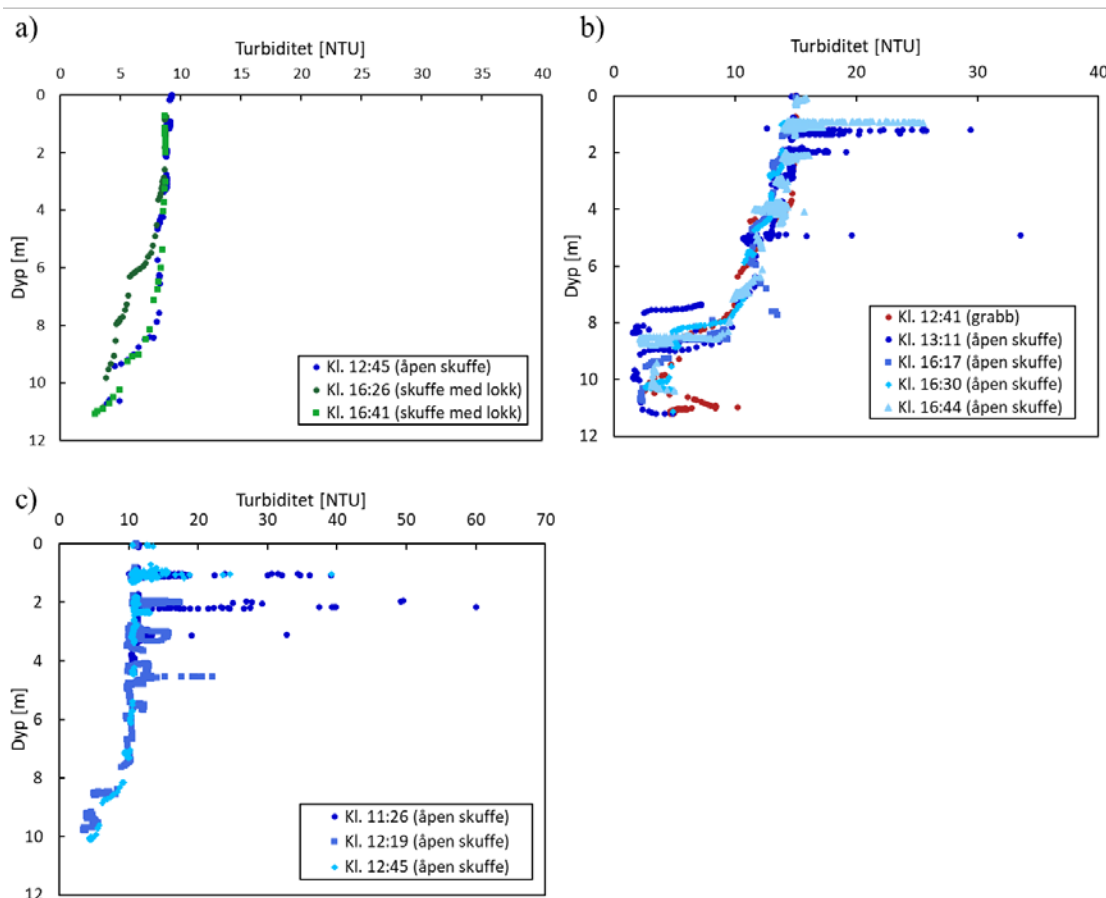
## Manuelle turbiditetsmålinger i felt Nord

Referansemålinger gjort ved målebøyene oppstrøms og nedstrøms for mudringsfelt Nord viste at turbiditeten i ferskvannslaget lå rundt 10-15 NTU og at bakgrunnen var noe høyere den 8. enn den 9. november. Dette viser et noe lavere turbiditetsnivå enn det som ble registrert av de kontinuerlige målebøyene på samme tidspunkt (18-23 NTU). I saltvannslaget, fra ca. 9 m dyp, var sank turbiditeten betraktelig ( $< 6$  NTU) før bunnen ble truffet.

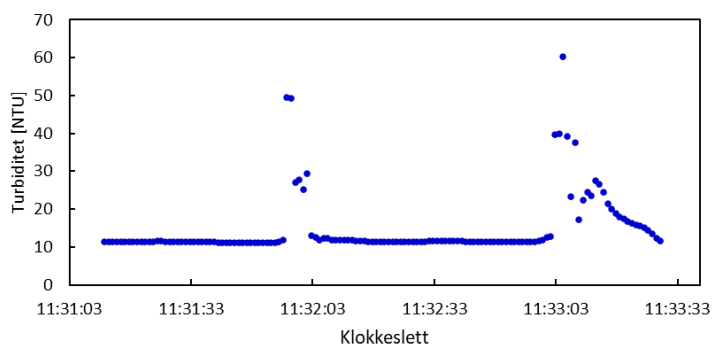


Figur 3-9 Turbiditetsprofiler fra referansemålinger før mudring oppstrøms (a, bøy nord) og nedstrøms (b, bøy sør) for prøvefelt Nord.

I felt Nord ble det logget turbiditetsprofiler rett nedstrøms for mudringsfartøyet under mudring med åpen skuffe og skuffe med lokk. Under mudring med åpen skuffe ble det tidvis observert økt turbiditet i ferskvannslaget, ned til ca. 5 m dyp. Den 8.11 og 9.11 ble det målt økninger i turbiditet fra ca. 10 og 15 NTU til hhv. ca. 35 og 60 NTU (figur 3-10). Den observerte økningen i turbiditet bestod av i kortvarige, periodiske "topper" som i flere tilfeller ble registrert rundt 30 sekunder etter et skuffetak (dette var avhengig av hyppighet på skuffetakene og posisjonen til målefartøyet i forhold til hvor skuffen traff sjøbunnen ved mudring). For måleserien som ble startet kl. 11:26 den 9.11 (figur 3-11), som viste en turbiditet på opp mot 60 NTU ved 2 m dyp, ble det i løpet av ca. 2 minutter observert to økninger i turbiditet. Økningen varte i ca. 30 sekunder, før turbiditeten gikk tilbake til bakgrunnsnivået (ca. 10 NTU). De kortvarige turbiditetsøkningene skyldes trolig en kombinasjon av den høye vannføringen til Glomma, samt noe tid mellom hvert skuffetak under mudring. For å fange opp slike kortvarige signaler, ble det derfor gjennomført manuelle målinger ved enkelte dyp over lengre periode/flere skuffetak.

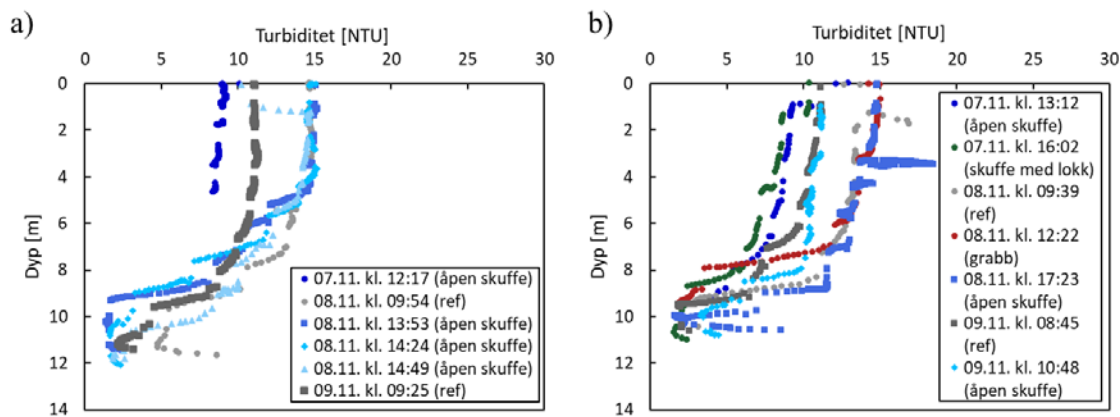


Figur 3-10 Turbiditetsprofiler tatt bak mudrefartøyet under prøvemudring i felt Nord fra a) den 7.11, b) den 8.11 og c) den 9.11.



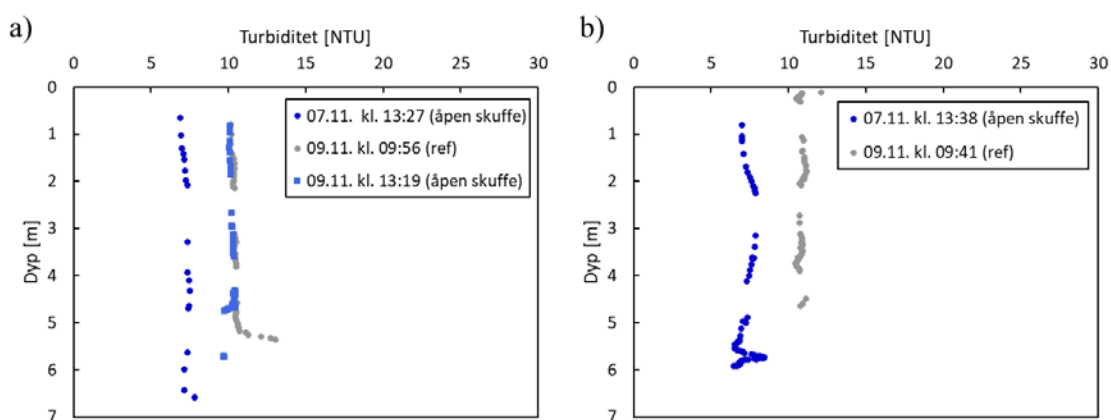
Figur 3-11 Turbiditet ved ca. 2 m dyp rett nedstrøms for mudrefartøyet under mudring med åpen skuffe i felt Nord (målt den 9.11. kl. 11:28 til 11:31).

Nedstrøms for mudrefeltet ble det registrert noe økning i turbiditet i ferskvannslaget slik som observert bak mudreprammen, men i mindre grad (økning fra ca. 15 til 20 NTU ved ca. 4 m dyp, figur 3-12b). Utover dette viste turbiditetsprofilene tilsvarende verdier som ved referansemålinger før mudringsaktivitet. Det ble ikke registrert økt turbiditet oppstrøms for testfeltet (figur 3-12a).



Figur 3-12 Turbiditetsprofiler oppstrøms (a, bøye nord) og nedstrøms (b, bøye sør) for prøvefelt Nord, før aktivitet (ref) og under mudring med åpen skuffe, skuffe med lokk og med grabb.

Turbiditetsprofiler i stasjoner mot Fuglevikbukta naturreservat ("Stolpe 54" og "Stolpe 56") viser ingen turbiditet over bakgrunnsverdi (figur 3-1). Turbiditeten i vannsøylen varierte mellom 5-10 NTU fra den 7. til 9. november (figur 3-13). I disse stasjonene bestod hele vannsøylen av ferskvann (salinitet < 5 PSU) og turbiditeten var stabil ned til bunn ved 5-7 m dyp, avhengig av vannstand.



Figur 3-13 Turbiditetsprofiler mot Fuglevikbukta ved a) stolpe 54 og b) stolpe 56 før mudring (ref) og under mudring med åpen skuffe i felt Nord.

### 3.4.3 Resultater for felt Midt

#### Kontinuerlige turbiditetsmålinger i felt Midt

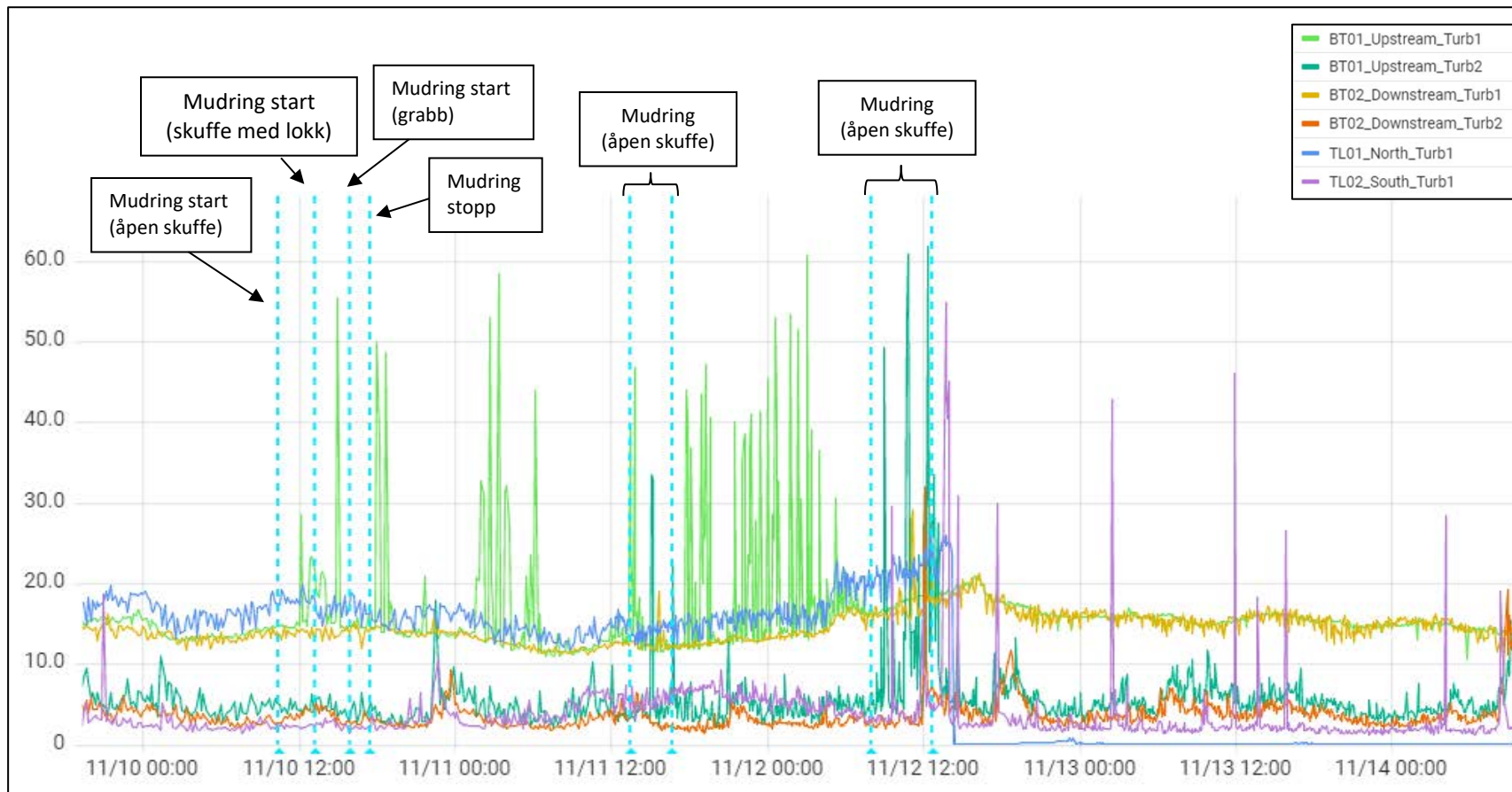
Målebøyene ble flyttet til felt Midt den 9.11. og logget bakgrunnsnivået ved feltet i ca. 15 timer før oppstart. I denne perioden lå turbiditeten rundt hhv. 5 og 15 NTU i saltvannssonen og ferskvannssonen (figur 3-14). Under mudring med åpen skuffe og skuffe med lokk observeres det enkelte toppe ved sensoren i ferskvannssonen oppstrøms for tiltaket. Det er episoder med høyere verdier (rundt 30-60 NTU), men ikke langvarige nok til å utløse alarm. Toppene i ferskvannssonen forekommer også flere ganger i perioder uten aktivitet, flere timer etter endt mudring, noe som kan tyde på at det er annen påvirkning eller støy som forårsaker de økte verdiene.

I saltvannssonen registreres det også episoder med økning i turbiditet nord for tiltakene, med økning over 60 NTU. I dette tilfellet forekommer de største toppene kun i perioder hvor det mudres med åpen skuffe. Turbiditeten overskrider ikke alarmgrensen. Statistikk for de kontinuerlige målingene, gitt i tabell 3-2, viser en noe høyere gjennomsnittsturbiditet i saltvannssonen i bøye nord sammenlignet med referansestasjonen for saltvann, men turbiditeten er stort sett godt under grenseverdi i samtlige stasjoner (95% percentil, tabell 3-2).

Tabell 3-2 Statistikk for kontinuerlige turbiditetsmålinger i perioder med og uten mudringsaktivitet i felt Midt. Resultatene er gitt for stasjoner oppstrøms og nedstrøms for mudringsfeltet, samt i referansestasjoner for ferskvann (FV) og saltvann (SV).

Stasjon	Bøye nord (FV)	Bøye nord (SV)	Bøye sør (FV)	Bøye sør (SV)	Referanse FV	Referanse SV
Sensor-ID NGI-live	BT01_ Upstream_ Turb1	BT01_ Upstream_ Turb2	BT02_ Downstrea m_Turb1	BT02_ Downstrea m_Turb2	TL01_ North_ Turb1	TL02_ South_ Turb1
<i>Bakgrunn før første mudring (9.11. kl. 19:20 - 10.11. kl. 10:20) (n = 91)</i>						
Gjennomsnitt	14	5,3	14	3,6	17	2,7
Standardavvik	1,0	1,5	0,8	0,9	1,5	1,9
Median	14	4,9	14	3,5	17	2,4
Min	13	2,7	12	2,1	13	1,4
Maks*	17	10	16	6,1	20	19
95% percentil	16	8,1	15	5,1	19	3,6
<i>Mudring (alle metoder) (n = 140)</i>						
Gjennomsnitt	17	8,8	15	3,6	18	4,2
Standardavvik	5,3	11	2,9	2,3	3,4	3,1
Median	16	4,8	14	3,1	18	3,5
Min	12	2,6	12	1,8	12	1,5
Maks*	55	62	29	24	27	30
95% percentil	22	28	19	6,6	23	6,8

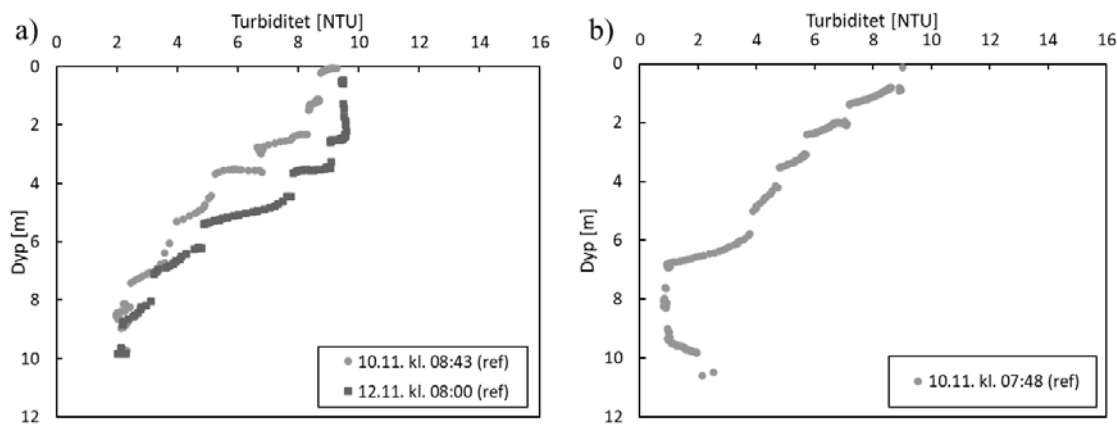
\*Når maks registrert verdi er større enn måleområdet (0-62 NTU), er det oppgitt en maksverdi på 62 NTU.



Figur 3-14 Kontinuerlige turbiditetsmålinger (gitt i NTU) i prøvefelt Midt fra 09.11 kl. 19:20 til 14.11 kl. 10:25. Perioder med mudringsaktivitet er angitt. Utsnitt fra NGI-live.

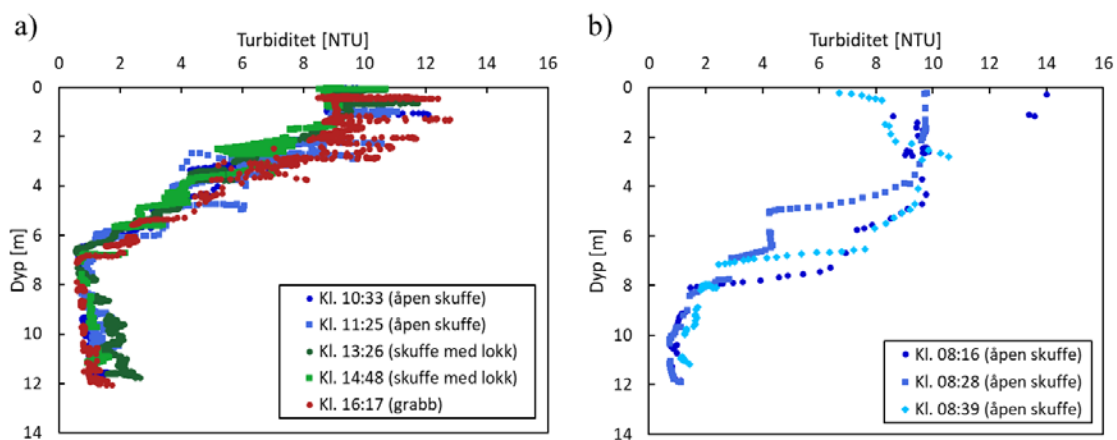
### Manuelle målinger i felt Midt

Referansemålinger før aktivitet oppstrøms og nedstrøms for prøvefelt Midt viser en turbiditet i ferskvannslaget på ca. 6-10 NTU i topp og avtakende nedover i vannmassen (figur 3-15). I saltvannslaget, fra ca. 6 m dyp, er det lav turbiditet (< 4 NTU). Det ble med en feil ikke logget turbiditetsprofiler ved målebøyene nord og sør for felt Midt samt bak mudreprammen på dag to med mudringsaktivitet i dette feltet (11. nov.).



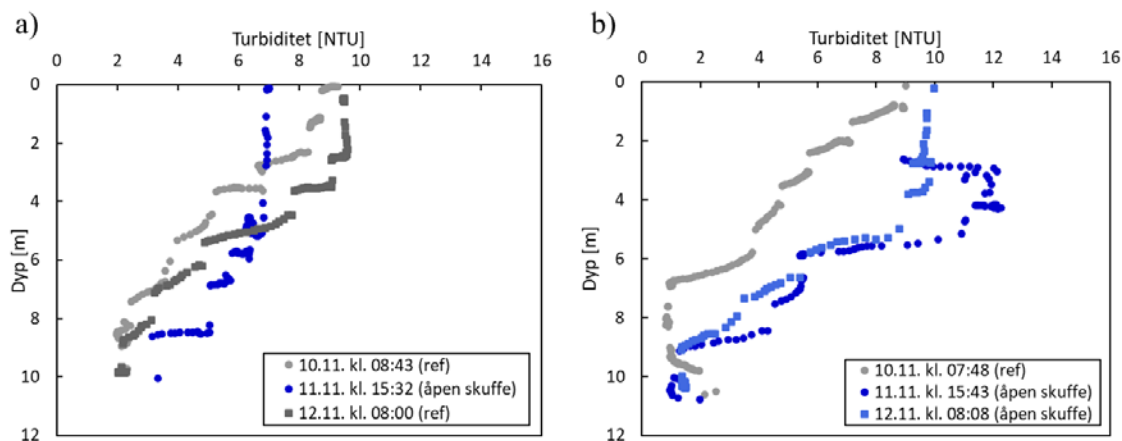
Figur 3-15 Turbiditetsprofiler fra referansemålinger før mudring oppstrøms (a, bøy nord) og nedstrøms (b, bøy sør) for prøvefelt Midt.

Rett bak mudrefartøyet ble det under mudring observert turbiditet tilsvarende som ved referansemålingene, med noe høyere turbiditet i ferskvannslaget (figur 3-15). Det ble ikke registrert turbiditet over 14 NTU og nivået lå godt under grenseverdi i hele vannsøylen.



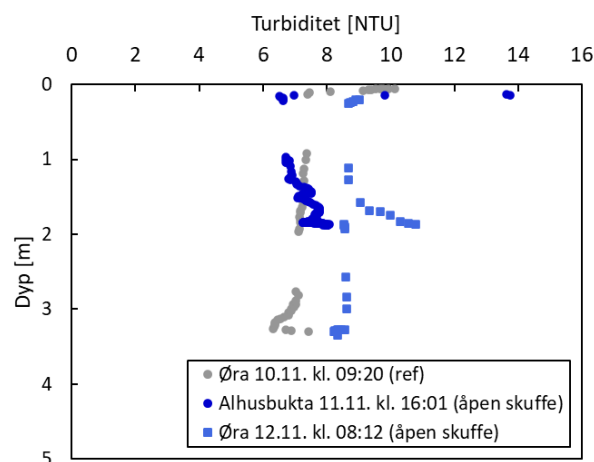
Figur 3-16 Turbiditetsprofiler like nedstrøms for mudrepram under mudring i felt Midt a) den 10.11 og b) den 12.11. Målingene er gjort under mudring med åpen skuffe, skuffe med lokk og med grabb.

Registrert turbiditet i felt Midt var generelt lavere enn signalene observert i felt Nord. Ved målebøyene ble det observert noe økning i turbiditet ved 2-6 m dyp i bøye sør den 11.11 under mudring med åpen skuffe, men verdiene var ikke høyere enn 13 NTU. Det ble sett en generell økning i turbiditet i hele profilen den 11. og 12. november sammenlignet med referansemåling gjort den 10. Dette kan skyldes avtakende salt-holdighet og større mektighet av ferskvann fraktet med Glomma under disse målingene (figur 3-5b).



Figur 3-17 Turbiditetsprofiler oppstrøms (a, bøye nord) og nedstrøms (b, bøye sør) for prøvefelt Midt, før aktivitet (referanse) og under mudring med åpen skuffe.

Det ble gjennomført noen profiler i retning av verneområdene Alhusbukta og Øra (figur 3-1). Disse stasjonene bestod av ferskvann og registrert turbiditet lå generelt under 10 NTU, med noe variasjon ned vannsøylen, og var godt under grenseverdi.



Figur 3-18 Turbiditetsprofiler mot verneområder før og under mudring med åpen skuffe i felt Midt.



### 3.4.4 Resultater for felt Sør

De kontinuerlige målebøyene registrerte bakgrunnsnivået i felt Sør i overkant av 15 timer før oppstart av mudring. I denne perioden var turbiditeten i ferskvann- og saltvannssonen forholdsvis stabil på hhv. ca. 15 og 5 NTU, og tilsvarende som i referansestasjonene. Under mudringsaktivitet, ble det registrert økt turbiditet i saltvannssonen nord for testfeltet (over 60 NTU), både den 15. og 16. november (figur 3-19 og figur 3-20). Det ble i gjennomsnitt registrert 8 NTU i saltvannslaget ved bøye nord under mudring, mens gjennomsnittsturbiditeten i inngående saltvann i samme perioden var 3 NTU (tabell 3-3).

Den 16.11 ble turbiditetsalarmer utløst i målesensor i saltvannslaget nord for aktivitetene, men ved gjennomgang av data skulle denne ikke vært utløst ift. krav til grenseverdi. Alarmen ble trigget på grunn av en signalfeil som førte til at data ikke ble levert, og som resulterte i at tidsutløsningen på 30 minutter ble nådd selv om den reelle overskridelsen kun varte fra kl. 10:40-10:48. Som tiltak ble frekvensen på kalkuleringen av målte verdier opp mot referansesensorene økt fra hvert tiende til hvert andre minutt. Dette for å sikre mer nøyaktig aktivisering og deaktivering av alarm og bedre håndtering av bortfall av data.. Arbeidet var allerede stoppet da alarmen ble utløst i påvente av et større skipsanløp, og turbiditetsnivået gikk raskt ned. Det ble observert episodiske høye verdier i videre mudring, men grenseverdien ikke ble overskredet (figur 3-20).

I ferskvannssonen nedstrøms for felt Sør, ble de også registrert noe økning i turbiditet (opp mot 30 NTU) under mudring. Denne økningen, samt økning i saltvannssonen oppstrøms, ble også fanget opp av manuelle målinger og er beskrevet ytterligere senere i kapittelet.

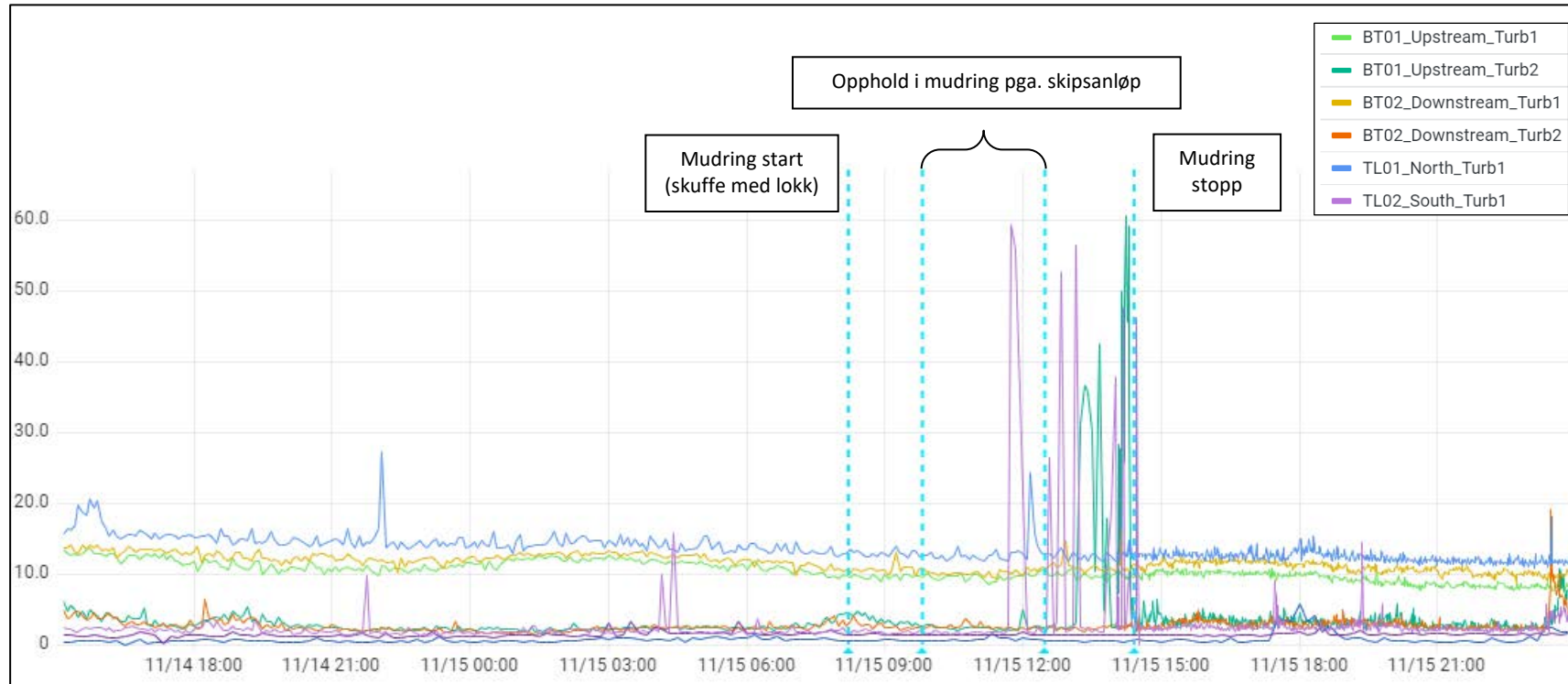
Utenfor periodene med mudring, ble det ikke observert forhøyet turbiditet, med unntak av enkelte topper i referansestasjoner for ferskvann og saltvann. Det observeres eksempelvis en økning i turbiditet i referansemåleren i sør, i forbindelse med skipsanløp mellom kl. 11:30 og 12:00 den 15. november, hvor det var opphold i mudring dette tidsrommet. Det ga ikke tilsvarende utslag ved andre målebøyer.

Siste dag med mudring i felt Sør, den 17. november, viser ikke de kontinuerlige målingene forhøyet turbiditet i forbindelse med mudring med grabb eller åpen skuffe (figur 3-21).

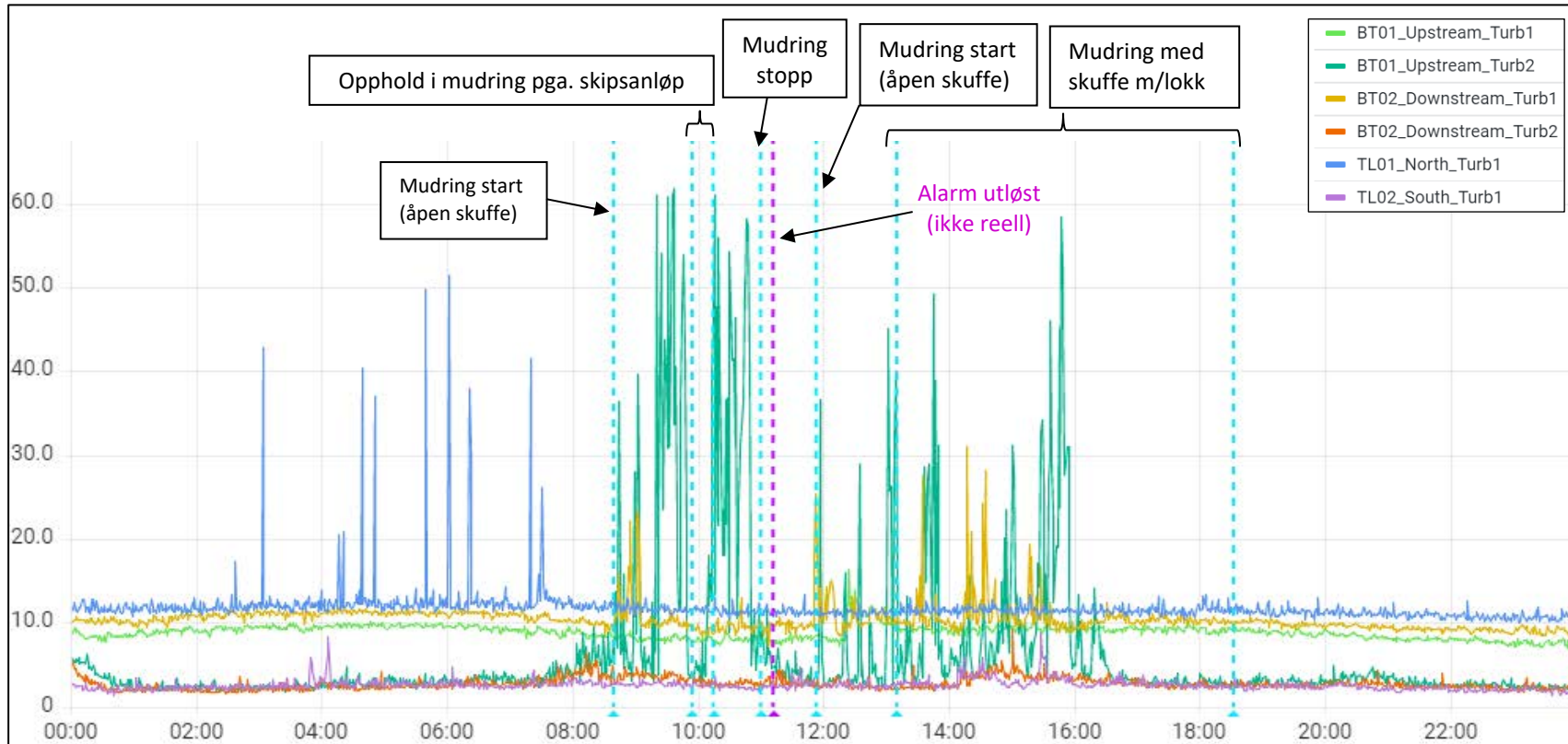
Tabell 3-3 Statistikk for kontinuerlige turbiditetsmålinger i perioder med og uten mudringsaktivitet i felt Sør. Resultatene er gitt for stasjoner oppstrøms og nedstrøms for mudringsfeltet, samt i referansestasjoner for ferskvann (FV) og saltvann (SV).

Stasjon	Bøye nord (FV)	Bøye nord (SV)	Bøye sør (FV)	Bøye sør (SV)	Referanse FV	Referanse SV
Sensor-ID NGI-live	BT01_ Upstream_ Turb1	BT01_ Upstream_ Turb2	BT02_ Downstrea m_Turb1	BT02_ Downstrea m_Turb2	TL01_ North_ Turb1	TL02_ South_ Turb1
<i>Bakgrunn før første mudring (14.11. kl. 15:10 - 15.11. kl. 08:05) (n = 204)</i>						
Gjennomsnitt	11	2,8	12	2,6	15	2,1
Standardavvik	0,9	0,8	0,8	0,8	1,6	1,2
Median	12	2,5	12	2,4	15	1,9
Min	9,4	1,8	9,7	1,5	13	1,3
Maks*	14	6,2	14	6,4	27	16
95% percentil	13	4,6	14	4,1	17	2,8
<i>Mudring (alle metoder) (n = 1117)</i>						
Gjennomsnitt	8,7	8,1	10	3,0	11	2,8
Standardavvik	1,0	11	1,9	0,6	2,9	3,2
Median	8,6	3,9	9,7	2,9	11	2,5
Min	6,9	2,2	7,1	1,9	0,1	1,5
Maks*	16	62	28	9,2	62	56
95% percentil	10	37	12	4,1	13	3,7

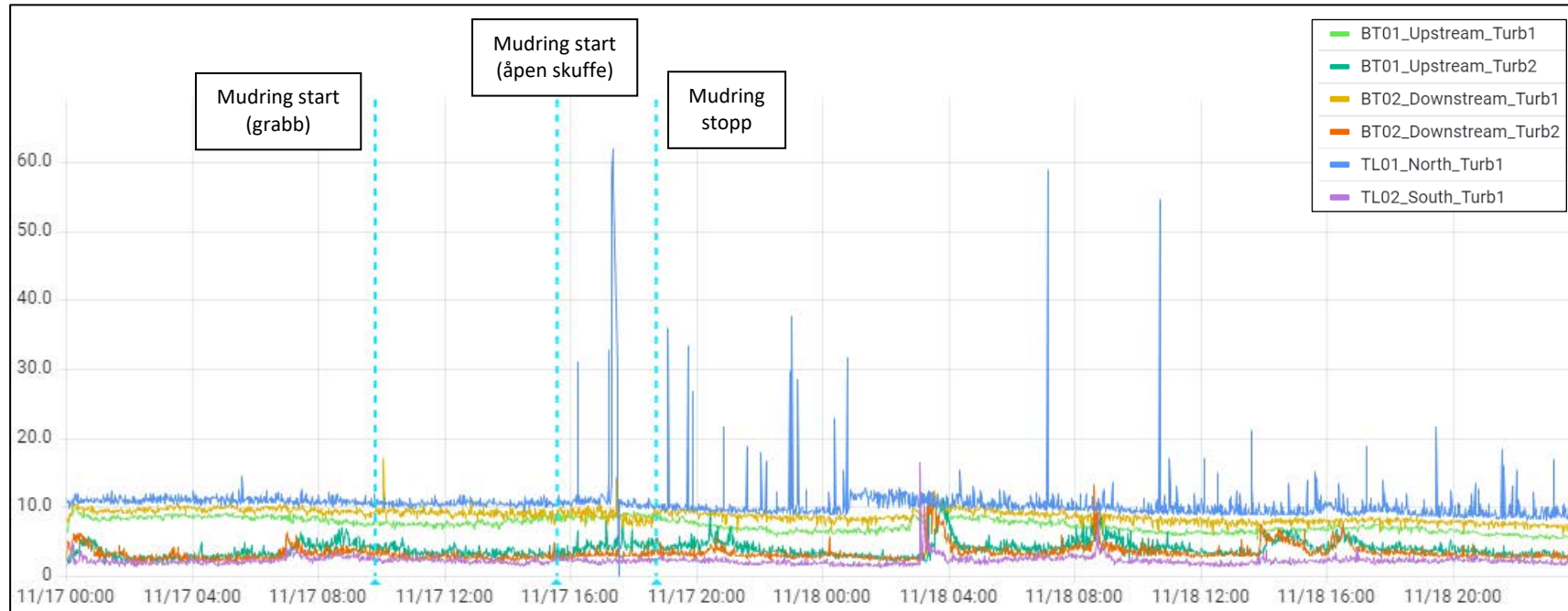
\*Når maks registrert verdi er større enn måleområdet (0-62 NTU), er det oppgitt en maksverdi på 62 NTU.



Figur 3-19 Kontinuerlige turbiditetsmålinger (gitt i NTU) fra kl. 15:10 den 14.11. tom. den 15.11. med angivelse av perioder med mudringsaktivitet i prøvefelt Sør. Utsnitt fra NGI-live.



Figur 3-20 Kontinuerlige turbiditetsmålinger (gitt i NTU) den 16.11 med angivelse av perioder med mudringsaktivitet i prøvefelt Sør. Utsnitt fra NGI-live.

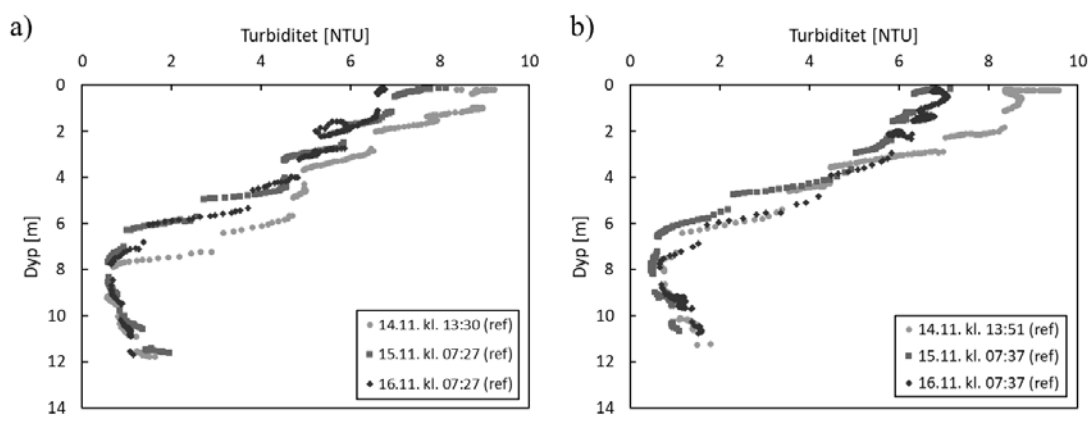


Figur 3-21 Kontinuerlige turbiditetsmålinger (gitt i NTU) den 17. og 18.11. med angivelse av perioder med mudringsaktivitet i prøvfelt Sør. Utsnitt fra NGI-live.

## Manuelle målinger i felt sør

### Referansemålinger

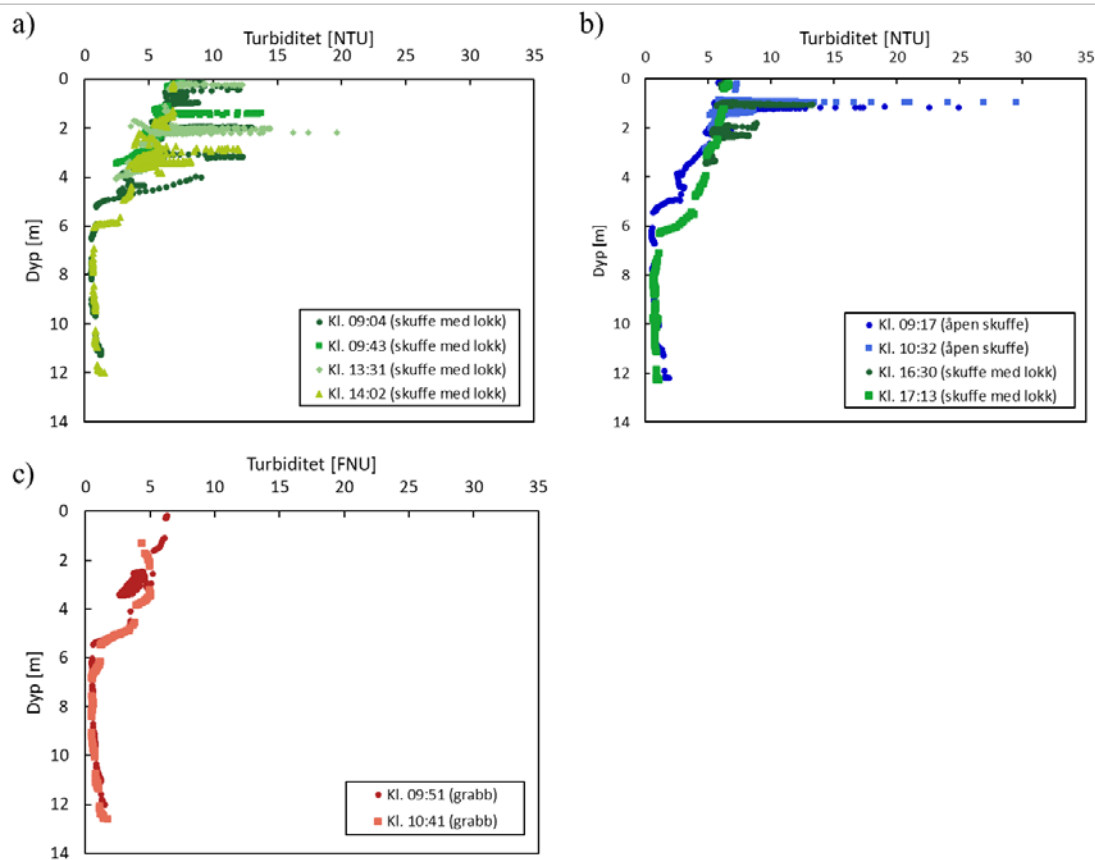
Referansemålinger av turbiditet oppstrøms og nedstrøms for prøvefelt Sør viser en turbiditet i ferskvannslaget på ca. 6-10 NTU i topp og avtakende nedover i vannmassen (figur 3-22). I saltvannslaget, fra ca. 6 m dyp, er det lav turbiditet (< 2 NTU). Referanseprofilene ble logget dagen før oppstart av prøvemudringen i felt sør (14.11.) og før aktivitet de to første dagene med mudring (15. og 16. 11.).



Figur 3-22 Turbiditetsprofiler fra referansemålinger før mudring oppstrøms (a, bøye nord) og nedstrøms (b, bøye sør) for prøvefelt Sør.

### Målinger ved mudrepreman

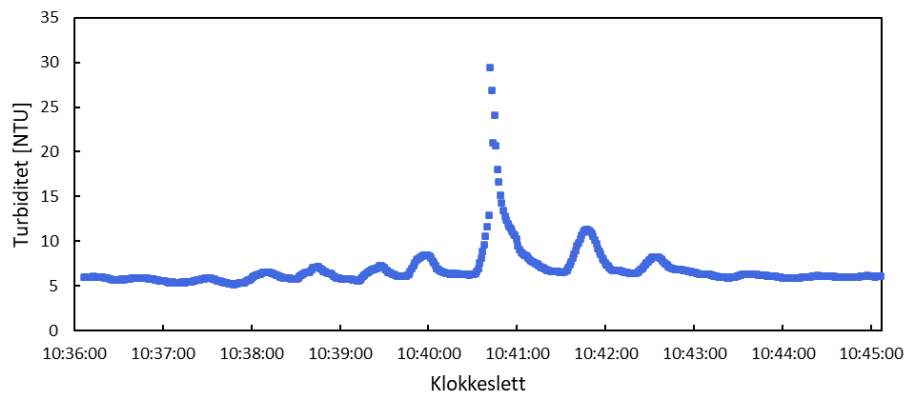
I perioder med mudringsaktivitet ble det observert økt turbiditet i ferskvannet rett nedstrøms for mudrepremanen. Størst økning i turbiditet ble registrert ved ca. 1 m dyp under mudring med åpen skuffe hvor det ble målt en økning i turbiditet fra ca. 6 til 30 NTU (figur 3-23b). Under mudring med skuffe med lokk ble det registrert en økning fra ca. 5-20 NTU ved 2 m dyp (figur 3-23a). Ved mudring med grabb ble det gjennomført to måleserier bak mudrepremanen, og det ble ikke observert forhøyede turbiditetsverdier (figur 3-23c).



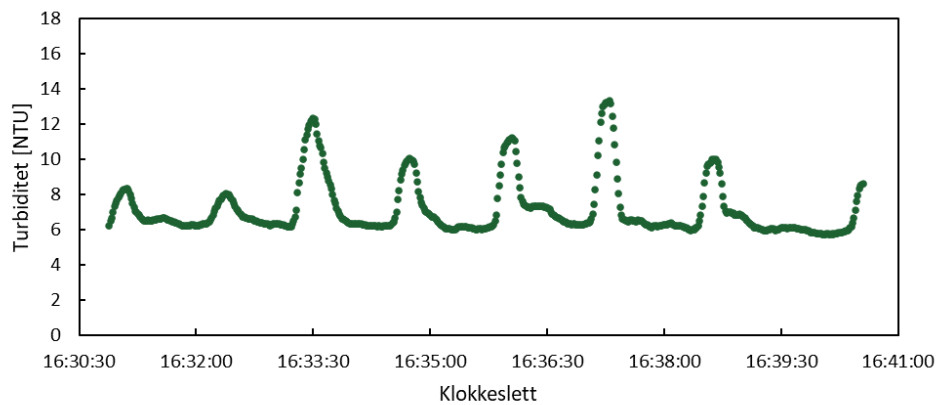
Figur 3-23 Turbiditetsprofiler rett nedstrøms for mudrepremm under mudring i felt Sør, fra a) 15.11, b) 16.11 og c) den 17.11. Turbiditet er målt under mudring med åpen skuffe, skuffe med lokk og med grabb.

De høyeste registrerte turbiditetsverdiene ble fanget opp ved logging av turbiditet ved et gitt dyp over lengre tid (flere skuffetak). Dette er vist i figur 3-24 hvor måleren ble holdt ved 2 m dyp rett bak mudrepremmen i ca. 10 minutter under mudring med åpen skuffe (en del av måleserien med start kl. 10:32, vist i figur 3-23b). Det ble her målt en turbiditet på rundt 6 NTU over lengre tid, før en topp opp mot ca. 30 NTU og varighet på omtrent ett minutt ble registrert. I denne måleperioden ble det observert varierende mengde masser i hver skuffe, samtidig som posisjonen til skuffetakene varierte innenfor prøvefeltet. Da toppen på 30 NTU ble registrert gikk skuffen tilsynelatende ned rett foran målefartøyet og kom opp med full skuffe, altså er økningen i turbiditet antagelig et resultat av mudringsaktiviteten.

Under mudring med skuffe med lokk ble det også registrert kortvarige perioder med økt turbiditet ved ca. 1 m dyp like nedstrøms for mudrepremmen. Her ble det observert periodiske økninger i turbiditet fra ca. 6 NTU til opp mot 14 NTU med varighet på ca. 30 sekunder (figur 3-25). Økningene i turbiditet inntraff omtrent når skuffen var på vei ned i vannet etter lossing av masser til lekter.



Figur 3-24 Turbiditet ved ca. 1-1,5 m dyp rett nedstrøms for mudregram under mudring med åpen skuffe i felt Sør (utsnitt fra måleserie som ble startet kl. 10:32 den 16.11).

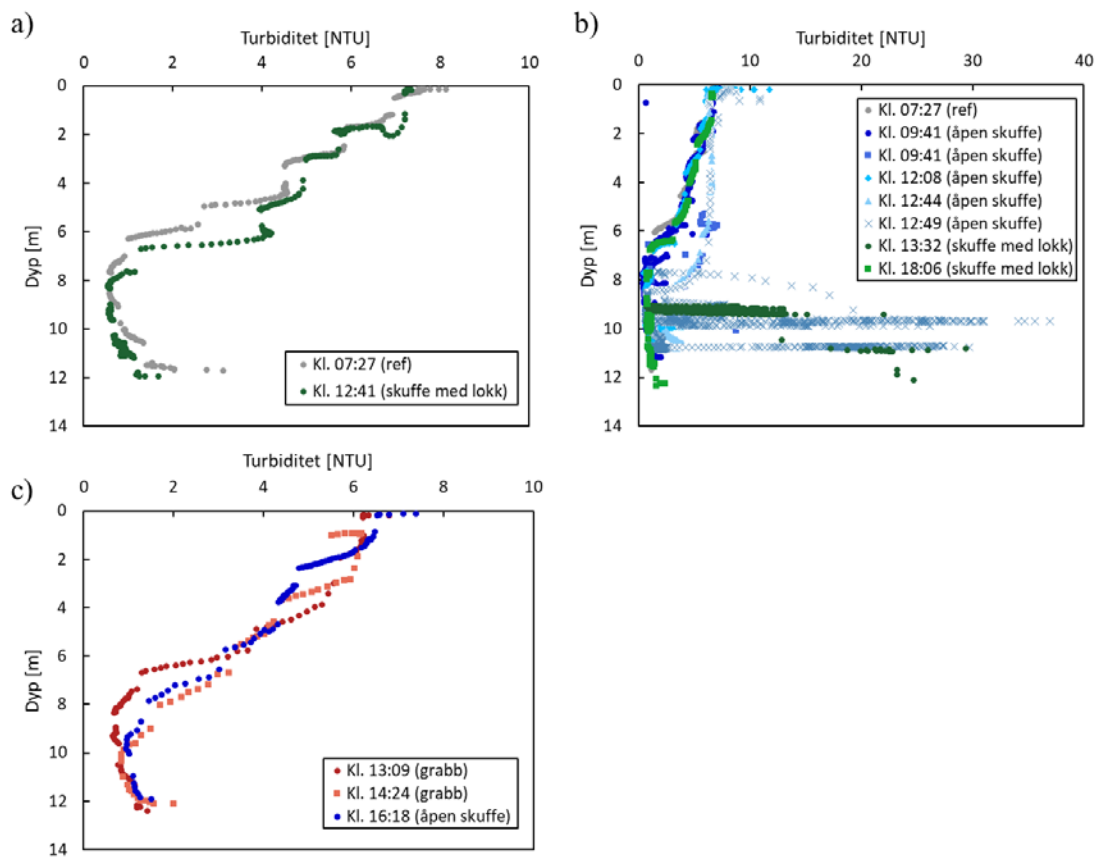


Figur 3-25 Turbiditet ved ca. 1 m dyp rett nedstrøms for mudregram under mudring med skuffe med lokk i felt Sør (utsnitt fra måleserie som ble startet kl. 16:30 den 16.11).



### Profilering i bøye nord

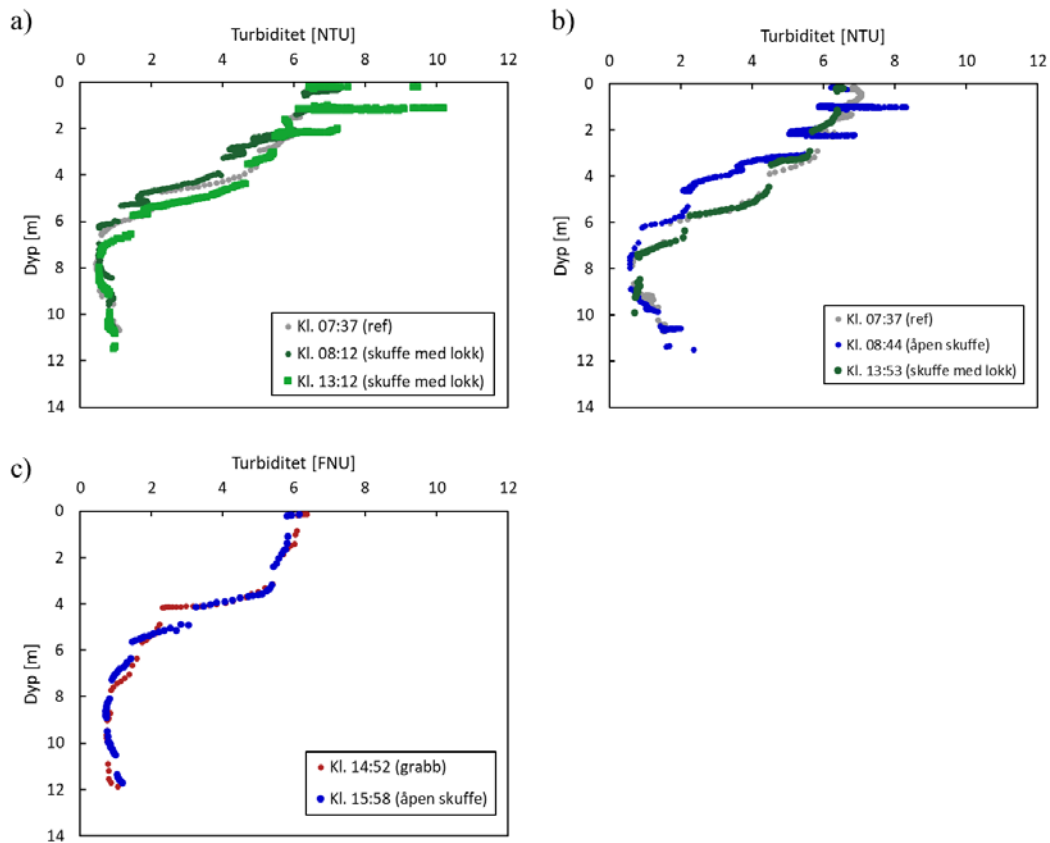
I ferskvannssonen oppstrøms for mudringsfeltet ble det registrert tilsvarende turbiditet som ved referansemålingene, dvs. fra ca. 10 NTU og lavere. I saltvannslaget ble det imidlertid registrert turbiditet opp mot 20-40 NTU ved dyp fra ca. 9 til 11 m under mudring med åpen skuffe og skuffe med lokk. Høyest turbiditet ble registrert ca. kl. 13:08 den 16.11 (figur 3-20), i en periode hvor det også ble registrert forhøyet turbiditet (20-45 NTU) i saltvannssonen i målebøye nord i kontinuerlige målinger.



Figur 3-26 Turbiditetsprofiler i bøye nord, oppstrøms for prøvefelt Sør, fra a) 15.11, b) 16.11 og c) den 17.11. Turbiditet er målt under mudring med åpen skuffe, skuffe med lokk og med grabb. Referanseprofiler målt før aktivitet den 15. og 16. er inkludert i hhv. figur a) og b).

### Profilering i bøye sør

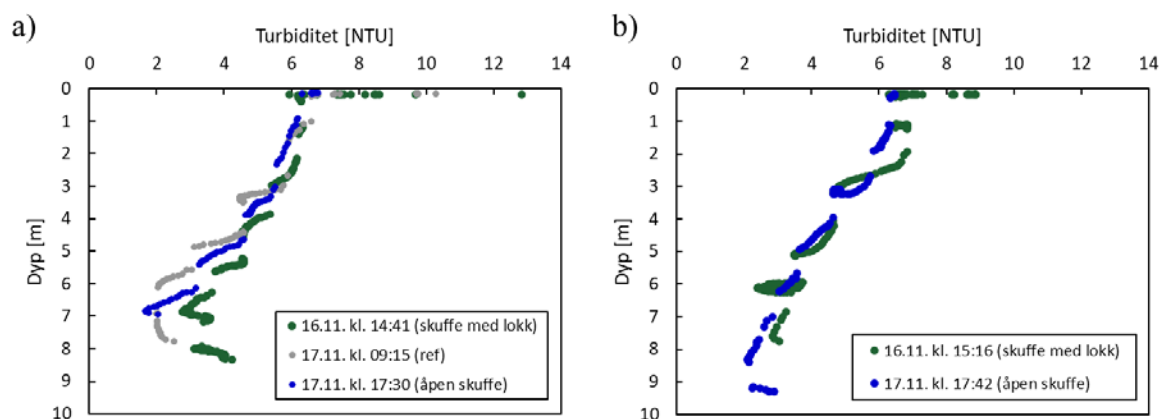
I området sør for mudringsfeltet (ved bøye sør) ble det registrert tilsvarende turbiditet som ved referansemålinger, med unntak av noen økninger fra ca. 6-10 NTU i toppsjiktet. Økningene var imidlertid små.



Figur 3-27 Turbiditetsprofiler i bøye sør, nedstrøms for prøvefelt Sør, fra a) 15.11, b) 16.11 og c) den 17.11. Turbiditet er målt under mudring med åpen skuffe, skuffe med lokk og med grabb. Referanseprofiler målt før aktivitet den 15. og 16. er inkludert i hhv. figur a) og b).

### Profilering i stasjoner nær verneområder

I felt sør ble det også tatt håndholdte målinger i stasjonene "rød bøye", vest/nordvest for mudrefeltet, og "grønn bøye", øst/nordøst for mudrefeltet (figur 3-1). Det ble ikke observert forhøyet turbiditet i disse stasjonene (figur 3-28).



Figur 3-28 Turbiditetsprofiler ved (a) rød bøye og (b) grønn bøye før og under mudring i felt sør.

### 3.4.5 Turbiditetsstatistikk for mudreaktivitet etter metodikk for alle felter

Under prøvemudringen ble gjennomført prøvemudring med tre ulike metoder – åpen skuffe, skuffe med lokk og grabb. En av hensiktene var å sammenligne partikkelspredningen dokumentert gjennom overvåking av turbiditet ved gjennomføring av mudring med disse ulike metodene. Mudringsmetoden som ble benyttet mest var mudring med åpen skuffe, som ble brukt til å mudre totalt 2070 m<sup>3</sup> av massene fra felt Nord, Midt og Sør i løpet av en periode på ca. 27 timer i løpet av prøvemudringen (iht. skipsloggen gitt i vedlegg B). Det ble derfor innhentet mest turbiditetsdata for denne mudringsmetoden.

Skuffe med lokk ble benyttet for å mudre et totalt volum på 480 m<sup>3</sup> innenfor et tidsrom på ca. 18 timer fordelt på alle testfeltene. Mesteparten av mudringen med skuffe med lokk og overvåkningsdata fra dette ble innhentet i felt Sør (380 m<sup>3</sup>). Ved flere tilfeller ble det observert at skuffen med lokk ikke var tilstrekkelig lukket under opptak av massene pga. overfylt skuffe og harde masser (vedlegg B). Det observeres at det mistes noe masse fra skuffen ved enkelte tilfeller. Dette ble imidlertid også observert innimellom under mudring med åpen skuffe, spesielt med opptak av løsere masse.

Statistikk for turbiditeten i de kontinuerlige målestasjonene viser små forskjeller mellom mudring med åpen skuffe og skuffe med lokk (tabell 3-4). Begge metodene viser økt gjennomsnittlig turbiditet i saltvannssonen i bøyn nord for mudrefeltet sammenlignet med referansemålingene i inngående saltvann (10 NTU under mudring med åpen skuffe; 9 NTU under mudring med skuffe med lokk; 3 NTU i referansestasjon for saltvann). For begge disse mudringsmetodene er også 95%-percentilen for turbiditet høyere enn i referansestasjonene. Dette samsvarer godt med turbiditetsprofiler innhentet i de samme stasjonene, hvor periodiske økninger ble registrert i saltvannssonen i felt Sør (figur 3-26). De statistiske beregningene viser ingen betydelig forskjell fra referanseverdi i ferskvannssonen under mudring med åpen eller lukket skuffe.

Det ble forsøkt benyttet grabb ved mudring i alle felter, men pga. vanskeligheter knyttet til sterk strøm og harde masser i felt Nord og Midt, ble det kun mudret 50 m<sup>3</sup> over 1-2 timer i disse feltene. I felt Sør var grabb en mer egnet metode og massene var løsere (vedlegg B). Det ble her mudret 200 m<sup>2</sup> med grabb i løpet av ca. 6 timer. Statistiske beregninger fra mudring med grabb viser ingen signifikant forskjell i turbiditet sammenlignet med referanseverdi, både i ferskvann- og saltvannslaget. Dette stemmer overens med resultatene fra manuell profilering som ikke viste noen forhøyede verdier. Det er imidlertid gjennomført mindre målinger under mudring med grabb enn med de andre metodene. Dette kan tyde på at mudring med grabb gir noe mindre partikkelspredning der denne metoden er egnet enn mudring med bakgraver.

Tabell 3-4 Statistikk for kontinuerlige turbiditetsmålinger under mudring med **åpen skuffe**, **skuffe med lokk og grabb**. Resultatene er gitt for stasjoner oppstrøms og nedstrøms for testfeltene for mudring, samt i referansestasjoner for ferskvann (FV) og saltvann (SV).

Stasjon	Bøye nord (FV)	Bøye nord (SV)	Bøye sør (FV)	Bøye sør (SV)	Referanse FV	Referanse SV
Sensor-ID NGI-live	BT01_ Upstream_ Turb1	BT01_ Upstream_ Turb2	BT02_ Downstream_ Turb1	BT02_ Downstream_ Turb2	TL01_ North_ Turb1	TL02_ South_ Turb1
<i>Åpen skuffe (n = 585)</i>						
Gjennomsnitt	12	10	12	3,4	14	3,1
Standardavvik	4,9	12	4,3	1,5	6,0	3,2
Median	8,8	4,7	9,9	3,1	12	2,5
Min	7,2	2,3	7,1	1,8	0,1	1,5
Maks*	47	62	29	24	62	59
95% percentil	23	42	23	6,3	26	5,3
<i>Skuffe med lokk (n = 419)</i>						
Gjennomsnitt	10	9,1	11	3,0	12	3,5
Standardavvik	3,1	11	2,1	0,8	1,6	5,1
Median	9,4	4,2	11	2,8	12	2,7
Min	8,5	2,2	8,6	1,9	11	1,3
Maks*	55	61	28	9	28	56
95% percentil	14	36	14	4,4	16	4,9
<i>Grabb (n = 364)</i>						
Gjennomsnitt	9	3,7	10	2,9	11	2,3
Standardavvik	3,2	0,8	2,7	0,5	3,0	0,6
Median	7,7	3,5	9,3	2,8	11	2,3
Min	6,9	2,5	8,2	2,1	9,5	1,4
Maks*	24	8,3	28	5,9	29	12
95% percentil	15	4,9	14	3,7	16	2,7

\* Når maks registrert verdi er større enn måleområdet (0-62 NTU), er det oppgitt en maksverdi på 62 NTU.

En oppsummering av statistisk grunnlag for vurdering av turbiditet avhengig av mudringsaktivitet (alle felter) er gitt i tabell 3-5.

Tabell 3-5 Statistikk for kontinuerlige turbiditetsmålinger i perioder **med og uten mudringsaktivitet**. Resultatene er gitt for stasjoner oppstrøms og nedstrøms for testfeltene for mudring, samt i referansestasjoner for ferskvann (FV) og saltvann (SV).

Stasjon	Bøye nord (FV)	Bøye nord (SV)	Bøye sør (FV)	Bøye sør (SV)	Referanse FV	Referanse SV
Sensor-ID NGI-live	BT01_ Upstream_ Turb1	BT01_ Upstream_ Turb2	BT02_ Downstrea m_Turb1	BT02_ Downstrea m_Turb2	TL01_ North_ Turb1	TL02_ South_ Turb1
<i>Bakgrunn (før første mudringsaktivitet i hvert felt*)</i>						
n =	732	732	732	732	732	732
Gjennomsnitt	11	3,3	15	3,0	13	2,4
Standardavvik	2,5	1,4	9,1	1,0	3,0	2,6
Median	11	2,8	12	2,7	12	1,9
Min	7,3	1,5	7,3	1,5	7,6	1,1
Maks*	45	14	60	11	35	55
95% percentil	15	5,8	38	4,7	18	3,9
<i>Mudring (alle perioder med mudring i felt nord, midt eller sør)</i>						
n =	1350	1350	1350	1350	1350	1350
Gjennomsnitt	10	8,0	11	3,2	13	3,0
Standardavvik	4,1	11	3,4	1,1	4,5	3,6
Median	8,9	4,1	9,9	2,9	11	2,5
Min	6,9	2,2	7,1	1,8	0,1	1,3
Maks*	55	62	29	24	62	59
95% percentil	18	34	18	4,5	22	4,8
<i>Inaktive perioder (før, ved opphold og etter mudring i hvert felt)</i>						
n =	9504	9504	9504	9504	15582	16106
Gjennomsnitt	8,3	3,7	9,5	3,1	9,3	2,5
Standardavvik	4,3	1,6	4,3	1,1	3,9	3,4
Median	6,9	3,3	8,5	2,8	8,5	2,1
Min	1,4	1,5	4,3	1,4	0,1	0,1
Maks*	61	46	60	19	62	62
95% percentil	16	6,3	16	5,0	16	3,8

\* Alle bakgrunnsmålinger i forkant av første mudringsaktivitet i felt nord (4.11. kl. 11:00 – 7.11. kl. 11:50), midt (9.11. kl. 19:20 - 10.11. kl. 10:20) og sør (14.11. kl. 15:10 - 15.11. kl. 08:05).

\*\* Når maks registrert verdi er større enn måleområdet (0-62 NTU), er det oppgitt en maksverdi på 62

### 3.5 Analyseresultateter vannprøver og passive prøvetakere under mudring

Det er tatt ut vannprøver i målestasjoner før mudringstiltak og under mudring i de ulike feltene. Vannprøvene er analysert for metaller, organiske forbindelser (PAH og PCB) og tributyltinn (TBT). I tillegg er det analysert for suspendert stoff og løst organisk karbon. Resultater er vist i tabell 3-7.

Passive prøvetakere, DGT, er festet på referansestasjoner (fra 07.11. til 23.11.) i mudreområdene, samt på målebøyene ved mudrefeltene (fra 07.11 til 21.11). Resultater er vist i tabell 3-6.

Tabell 3-6 Passive prøvetakere, DGT, i referansestasjoner og målebøyer i mudreområdet.

Prøvemerkning	Arsen (As)		Bly, Pb		Kadmium (Cd)		Kobber (Cu)		Krom (Cr)		Kvikksølv (Hg)		Nikkel (Ni)		Sink (Zn)	
	µg	µg/l	µg/l	µg	µg	µg/l	µg	µg/l	µg/l	µg	µg	µg/l	µg	µg/l	µg	µg
REF nord ferskvann	0,0009	0,00613	<0,0037	<0,00080	0,0007	0,0043	0,058	0,348	0,0363	0,0049	<0,0015	<0,0070	0,174	0,0268	1,58	0,256
REF sør saltvann	0,0036	0,0207	<0,0032	<0,00080	0,0017	0,00884	0,038	0,193	<0,019	<0,0030	<0,0015	<0,0060	0,0472	0,0086	1,04	0,2
Nord ferskvann mudring (bøye)	0,0019	0,0148	0,0043	0,0008	0,0007	0,00491	0,0708	0,486	0,0483	0,0057	<0,0015	<0,0080	0,433	0,0585	1,58	0,225
Sør ferskvann mudring (bøye)	0,0011	0,00856	<0,0043	<0,00080	0,0006	0,00421	0,0465	0,319	<0,025	<0,0030	<0,0015	<0,0080	0,178	0,0241	1,55	0,22
Nord saltvann mudring (bøye)	<0,00080	<0,0053	<0,0036	<0,00080	0,0009	0,00535	0,0096	0,0558	<0,022	<0,0030	<0,0015	<0,0068	0,0251	0,004	0,305	0,0512
Sør saltvann mudring (bøye)	<0,00080	<0,0053	<0,0036	<0,00080	0,001	0,00594	0,0096	0,0558	<0,022	<0,0030	<0,0015	<0,0068	0,0358	0,0057	0,757	0,127

Tabell 3-7 Vannprøver fra før og under mudringsaktivitet. Vannprøver er ikke filtrert. Prøver er sammenstilt med tilstandsklasser for kystvann [4].

Felt	Stasjon	Referansestasjoner		Nord						Midt				Sør									
		Nord	Sør	Nedstrøms	Oppstrøms	Mudrepra	Bøye sør	Bøye sør	Bøye nord	Bøye sør	Bøye sør	Mudrepra	Bøye sør	Bøye nord	Bøye sør	Bøye nord	Bøye sør	Bøye nord	Bøye sør	Bøye nord	Bøye sør	Bøye nord	Bøye sør
Parameter	Enhet	REFERANSE NORD 7.11.22	REFERANSE SØR 7.11.22 Saltvann/bra	FELT NORD NEDSTRØMS 7.11.22	FELT NORD OPPSTRØMS 7.11.22	FELT NORD MUDREPRE M 8.11.22	FELT NORD BØYE SØR 8.11.22	FELT NORD BØYE SØR 9.11.22	FELT NORD BØYE NORD 9.11.22	FELT MIDT BØYE SØR 10.11.22	FELT MIDT BØYE SØR 10.11.22	Felt midt Mudrepra	MIDT BØYE SØR 11/11	SØR BØYE NORD 15/11 KI 13	SØR BØYE SØR 15/11 KI 0840	SØR BØYE NORD 14/11 KI 13:45	SØR BØYE SØR 14/11 KI 14:10	SØR BØYE NORD 16/11 KI 13:10	SØR BØYE NORD E.A. 16/11	SØR BØYE NORD 16/11 KI 10:22	SØR BØYE SØR 16/11 KI 0905	Felt Sør Bøye* Nord 10m 17/11	Felt Sør Bøye* Sør 0- 2m 17/11
Al (Aluminium)	µg/L	191	39	165	264	339	406	311	269	182	295	443	202	217	160	219	268	155	12,8	71,2	196	11,1	215
Ba (Barium)	µg/L	19,8	11,5	19,6	21,3	22,8	25,2	22,5	22,6	21	22,8	23,6	21,2	19,5	17,9	25,5	24,3	8,59	8,25	7,88	22,1	8,3	21
Ca (Kalsium)	mg/L	41,2	218	48,2	22,4	21,5	33	28,1	16	45,1	30	29,7	28,4	39,8	77,7	41,8	26,6	385	390	381	48,3	395	51,4
Cd (Kadmium)	µg/L	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Co (Kobolt)	µg/L	0,102	<0,05	0,0623	0,115	0,16	0,236	0,174	0,14	0,111	0,14	0,32	<0,05	0,0572	<0,05	<0,05	0,112	0,194	<0,05	0,0523	0,0729	<0,05	0,0578
Cr (Krom)	µg/L	0,127	0,237	0,258	0,337	0,503	0,335	0,612	0,518	0,268	0,425	0,512	0,282	0,388	0,368	<0,1	0,476	0,703	0,308	0,408	0,27	0,266	0,319
Cu (Kopper)	µg/L	2,61	2,5	4,75	2,64	4,43	4,02	3,63	6,05	1,54	3,76	2,71	8,13	2,21	3,79	3,58	10,7	4,08	3,77	6,15	3,46	2,46	2,14
Fe (Jern)	mg/L	0,208	0,0592	0,199	0,254	0,293	0,383	0,372	0,293	0,202	0,333	0,409	0,199	0,226	0,236	0,243	0,378	0,278	0,0231	0,0906	0,212	0,0136	0,263
Hg (Kvikksølv)	µg/L	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	0,00577	<0,002	0,00319	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002
K (Kalium)	mg/L	34,4	209	42,4	16,8	15,7	26,3	22,3	10,6	38,2	24,8	23,7	22	33	71,2	34,2	37,4	376	374	41,6	385	45,5	
Mg (Magnesium)	mg/L	101	622	124	47,8	44,6	77,6	64,7	29,5	115	71,6	69,4	65,9	98,8	212	103	60,5	1120	1130	1120	125	1150	136
Mn (Mangan)	µg/L	8,6	4,36	11,2	11,8	11,2	19,3	16,5	12,6	12,9	15	19,2	11,6	10,7	12,5	10,1	13	15,9	9,78	5,24	9,77	21,6	11,3
Mo (Molybden)	µg/L	1,07	5,36	1,32	0,573	0,58	0,881	0,764	0,449	1,64	0,674	0,834	1,97	1,49	2,16	1,47	0,857	9,27	10,1	9,79	1,21	9,76	1,98
Na (Natrium)	mg/L	966	5670	1190	415	382	726	569	272	1100	640	602	604	924	1870	950	512	10000	9980	9910	1160	10200	1280
Ni (Nikkel)	µg/L	1,71	1,77	4,92	1,65	2,92	4,96	3,32	2,96	1,28	2,62	2,41	2,6	0,944	1,89	3,24	4,79	2,09	1,3	1,72	1,07	1,82	1,39
P (Fosfor)	µg/L	<40	<40	<40	<40	<40	<40	<40	<40	<40	<40	<40	<40	<40	<40	<40	<40	51,2	<40	<40	<40	<40	<40
Pb (Bly)	µg/L	0,35	0,348	0,55	<0,3	0,731	0,667	0,82	0,647	<0,3	0,408	0,828	0,922	0,692	0,916	0,918	1,12	0,949	0,501	0,829	0,749	0,321	0,684
Si (Silisium)	mg/L	2,07	0,821	1,98	2,43	3	2,56	2,65	2,62	2,06	2,45	2,91	2,12	2,07	1,73	2,07	2,38	<0,6	<0,6	<0,6	1,99	<0,6	2,03
Sr (Strontium)	µg/L	738	4350	904	363	342	580	478	238	839	528	507	491	712	1480	736	438	7720	7740	7700	885	7910	964
Zn (Sink)	µg/L	8,83	5,27	11,8	4,11	23,2	9,67	7,3	9,98	4,17	8,02	14,6	7,78	7,24	9,93	11,9	11,6	7,78	5,91	8,72	6,55	5,13	5,65
Sum PCB-7	µg/L	<0,00365	<0,00365	<0,00365	<0,00365	<0,00365	<0,00365	<0,00365	<0,00365	<0,00365	<0,00365	<0,00365	<0,00365	<0,00365	<0,00365	<0,00365	<0,00365	<0,00365	<0,00365	<0,00365	<0,00365	<0,00365	<0,00365
Sum of 16 PAH (M1)	µg/L	<0,0950	<0,0950	<0,0950	<0,0950	<0,0950	<0,0950	<0,0950	<0,0950	<0,0950	<0,0950	<0,0950	<0,0950	<0,0950	<0,0950	<0,0950	<0,0950	<0,0950	<0,0950	<0,0950	<0,0950	<0,0950	<0,0950
Sum PAH carcinogene	µg/L	<0,0350	<0,0350	<0,0350	<0,0350	<0,0350	<0,0350	<0,0350	<0,0350	<0,0350	<0,0350	<0,0350	<0,0350	<0,0350	<0,0350	<0,0350	<0,0350	<0,0350	<0,0350	<0,0350	<0,0350	<0,0350	<0,0350
Tributyltinn	µg/L	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002
Ledningsevne (konduktivitet)	mS/m	535	3060	630	316	245	417	346	161	587	380	362	358	508	1060	550	321	4770	4810	4760	645	4900	717
pH-verdi		7,4	7,9	7,3	7,2	7,2	7,4	7,3	7,2	7,5	7,4	7,3	7,4	7,4	7,6	7,4	7,3	7,9	8	8	7,5	7,9	7,5
Temperatur	°C	20	20	20	20	21	20	21	21	21	21	21	21	20	20	21	20	20	20	21	20	20	20
Suspendert stoff	mg/L	7	6	9	7	10	10	9,5	8,5	5	6	12	8,5	<5	6	6,5	<5	52	<5	26	5,5	<5	<5
Løst organisk karbon (LOK)	mg/L	4,5	3,3	4,1	4,4	4,6	4,7	4,4	4,9	4,2	4,4	4,5									<2,50	4,73	



### 3.6 Dokumentasjon av mudringsmasse - lekterprøver

Blandprøver av hvert lekterlass ble tatt ved at det ble prøvetatt underveis ved fylling av lekter. Det ble tatt ut materiale nederst, midt i, og øverst i lekterlasset, som så ble blandet samme til endelig blandprøve (se figur 3-29).



Figur 3-29 Bilder fra prøvetaking av mudrede masser fra felt Nord (til venstre) og felt Midt (i midten lekter 4 og til høyre lekter 6) ved uttak av masser til blandprøve.

Prøver av masser til FREVAR ble tatt ut fra lekterprøver fra felt nord og midt. Prøver av masser til sjøbunnsdeponiet fra felt sør er gitt i tabell 3-8.

Resultater er sammenstilt med Miljødirektoratets tilstandsklasser for sediment [3].

Oppsummert viser resultatene at lekterprøver fra felt nord har tilstandsklasse opptil klasse 2 for metaller og TBT, og opptil tilstandsklasse 3 for PCB og enkelte PAH-komponenter. Lekterprøver fra felt midt viser tilstandsklasse til og i klasse 2 for metaller, og til og i tilstandsklasse 3 for PCB, enkelte PAH-komponenter og TBT.

Lekterprøver fra felt sør har konsentrasjoner av kobber i klasse 4 og fem i to prøver. Duplikatanalyser fra samme batch viser hhv. klasse 1 og 2 for kobber. Sink er i tilstandsklasse 3 i to prøver. Her viser duplikatprøver tilstandsklasse 1. Øvrige metaller er i klasse 1-2. PAH-komponenter er i tilstandsklasse 1 til 3, bortsett fra i en prøve som viser tilstandsklasse 4. Duplikatprøven viser imidlertid tilstandsklasse 3. PCB og TBT har konsentrasjoner i klasse 2 og 3.

I tabellen er sedimentene klassifisert med farger slik som beskrevet i Miljødirektoratets veileder M-608 [4]:

Bakgrunn Klasse 1	God Klasse 2	Moderat Klasse 3	Dårlig Klasse 4	Svært dårlig Klasse 5
----------------------	-----------------	---------------------	--------------------	--------------------------

Tabell 3-8 Kjemisk analyse og klassifisering etter M-608 av prøver fra lekter etter mudring [4].

Parameter	Enhet	LEKTER 1 NORD 8.11.22	LEKTER 2 NORD 8.11.22	LEKTER 3 NORD 9.11.22	FELT MIDT LEKTER 4 10/11	FELT MIDT LEKTER 5 11/11	FELT MIDT LEKTER 6 12/11	FELT SØR LEKTER DEP 15/11	FELT SØR LEKTER DEP 15/11 - B	FELT SØR 16/11	FELT SØR LEKTER 16/11	FELT SØR LEKTER I 17/11	Felt Sør Lekter I 17/11-B	FELT SØR LEKTER II 17/11	FELT SØR LEKTER II 17/11 - B
Sampling Date		2022-11-08	2022-11-08	2022-11-09	2022-11-10	2022-11-11	2022-11-12	2022-11-10	2022-11-10	2022-11-16	2022-11-16	2022-11-17	2022-11-17	2022-11-17	2022-11-17
Tørrstoff ved 105 grader	%	74,10	71,90	69,50	63,30	63,70	70,10	70,70	75,3	59,70	63,90	66,70	67,9	60,70	64,5
Tørrstoff ved 105 grader	%	71,90	72,40	74,30	63,20	64,70	65,50	73,00	75	66,40	61,10	67,40	67,8	48,90	58,6
As (Arsen)	mg/kg TS	0,74	3,8	3,2	4,6	4,5	3,8	2,2	1,9	3,7	3,3	3,4	3,1	5,0	3
Pb (Bly)	mg/kg TS	1,9	10	11	15	14	12	11	5	14	19	16	9	32	16
Cu (Kopper)	mg/kg TS	5,3	23	19	37	30	21	100	11	31	43	27	19	180	36
Cr (Krom)	mg/kg TS	6,1	13	16	27	31	20	14	7,2	27	38	23	12	50	23
Cd (Kadmium)	mg/kg TS	<0.020	<0.020	<0.020	<0.020	<0.020	<0.020	<0.020	<0.020	0,02	0,06	0,08	<0.020	0,13	0,10
Hg (Kvikksølv)	mg/kg TS	0,045	0,16	0,05	0,09	0,06	0,05	0,04	0,056	0,14	0,22	0,14	0,19	0,27	0,22
Ni (Nikkel)	mg/kg TS	6,7	13	16	24	28	19	13	7,5	19	24	18	11	29	14
Zn (Sink)	mg/kg TS	19	45	45	96	94	61	89	29	73	96	190	43	210	65
PCB 28	µg/kg TS	<0.50	<0.50	<0.50	<0.50	<0.50	<0.50	<0.50	<0.50	<0.50	<0.50	<0.50	<0.50	<0.50	<0.50
PCB 52	µg/kg TS	2,2	<0.50	<0.50	2	<0.50	<0.50	1,9	<0.50	<0.50	5,4	2,6	1,4	5,7	4,3
PCB 101	µg/kg TS	1,9	0,59	<0.50	1,4	<0.50	<0.50	1,7	<0.50	<0.50	5	2,4	1,7	6,3	5,6
PCB 118	µg/kg TS	1,6	0,71	<0.50	1,9	<0.50	<0.50	1,6	<0.50	<0.50	4	2,7	1,1	4,2	4,2
PCB 138	µg/kg TS	1,9	<0.50	<0.50	<0.50	<0.50	<0.50	<0.50	0,85	<0.50	5,2	4,3	1,4	3,4	5,1
PCB 153	µg/kg TS	3,5	0,53	<0.50	1,6	<0.50	<0.50	<0.50	0,65	<0.50	5,5	3	1,1	4,7	3,8
PCB 180	µg/kg TS	4,6	<0.50	<0.50	<0.50	<0.50	<0.50	<0.50	<0.50	<0.50	1,7	2,4	<0.50	<0.50	6,4
Sum PCB-7	µg/kg TS	16	<4,0	<4	6,9	<4	<4	5,2	<4	<4	2,7	17	6,7	24	29
Naftalen	µg/kg TS	<10	<10	37	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	18
Acenaftalen	µg/kg TS	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
Acenaften	µg/kg TS	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
Fluoren	µg/kg TS	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
Fenantren	µg/kg TS	16	14	26	47	12	19	13	<10	22	18	37	16	24	49
Antracen	µg/kg TS	<4,0	<4,0	5,6	22,0	<4,0	4,4	<4,0	<4,0	7,4	5,9	37	11	8,3	27,0
Fluoranten	µg/kg TS	37	23	62	87	25	35	26	16	49	43	160	50	48	120
Pyren	µg/kg TS	23	15	29	83	24	35	23	14	48	43	150	59	55	100
Benso(a)antracen^	µg/kg TS	<10	<10	<10	36	<10	10	<10	<10	16	16	73	16	18	28
Krysen^	µg/kg TS	<10	<10	<10	41	12	15	<10	<10	25	21	90	24	25	36
Benso(b+j)fluoranten^	µg/kg TS	<10	<10	<10	38	13	14	<10	<10	23	22	66	20	24	35
Benso(k)fluoranten^	µg/kg TS	<10	<10	<10	32	10	14	<10	<10	22	20	68	26	25	45
Benso(a)pyren^	µg/kg TS	<10	<10	<10	34	<10	12	11	<10	20	20	70	21	20	41
Dibenso(ah)antracen^	µg/kg TS	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	15	<10	<10	
Benso(ghi)perylene	µg/kg TS	10	10	<10	26	<10	11	<10	<10	17	18	50	22	20	34
Indeno(123cd)pyren^	µg/kg TS	<10	<10	<10	20	<10	<10	<10	<10	13	14	41	14	16	30
Sum PAH-16	µg/kg TS	86	62	160	470	96	170	73	30	260	240	860	280	280	560
Monobutyltinn	µg/kg TS	<1	<1	<1	1,68	<1	1,6	1,02	1,25	4,43	<1	1,34	1,12	3,64	2,45
Dibutyltinn	µg/kg TS	2,14	<1	1,19	<1	<1	3,27	1,20	1,67	16,70	13,30	8,15	3,34	18,10	7,56
Tributyltinn	µg/kg TS	1,63	2,03	1,61	6,45	<1	2,68	3,75	5,11	6,06	3,45	8,19	13	7,52	7,40
Vanninnhold	%	25,9	28,1	30,5	36,7	36,3	29,9	29,3	24,7	40,3	36,1	33,3	32,1	39,3	35,5
Sand (>63µm)	%	28,0	53,3	40,6	37,1	23,1	40,8	81,8		65,7	58,7	63,6		58,9	
Kornstørrelse <2 µm	%	3,2	1,9	3,4	2,8	3,3	2,3	0,4		1,1	1,8	1,5		1,8	
Totalt organisk karbon (TOC)	% tørrvekt	0,68	0,83	0,41	1,40	1,20	1,10	0,83	1,30	1,40	1,50	1,00	1,4	2,00	1,60

Lekterprøver fra felt Sør er kjørt som duplikater, dvs. at det er tatt ut to separate prøver hos analyselaboratoriet for hvert av blandprøvene som er sendt til analyselaboratoriet. Begge analysene er oppgitt i tabellen.

Tabell 3-9 Statistisk sammenligning mellom konsentrasjonsnivå av viktige miljøgifter i prøver fra sjøbunnen i mudringsfeltene før mudring og i fra lekker etter mudring.

	Cu (Elvebunn før mudring) (mg/kg)	Cu (Kopper) Lekter etter Mudring (mg/kg)	Hg (Elvebunn før mudring) (mg/kg)	Hg (Kvikksølv) Lekter etter Mudring (mg/kg)	Antracen (Elvebunn før mudring) (µg/kg)	Antracen Lekter etter Mudring (µg/kg)	SumPAH.16 (µg/kg)	Sum PAH-16 Lekter etter Mudring (µg/kg)
<b>Nord</b>								
Gjennomsnitt	57.2	16	0.20	0.09	69	5.6	2342	103
Standardavvik	24.3	9	0.00	0.06	63	#DIV/0!	2451	51
75% av prøvene lavere enn	82.0	21	0.20	0.11	76	5.6	3900	123
90% av prøvene lavere enn	83.4	22	0.20	0.14	132	5.6	5100	145
95% av prøvene lavere enn	83.8	23	0.20	0.15	150	5.6	5500	153
Max	84.3	23	0.20	0.16	169	5.6	5900	160
<b>Midt</b>								
Gjennomsnitt	21	29	0.20	0.07	6	13	174	245
Standardavvik	12	8	0.00	0.02	13	12	317	198
75% av prøvene lavere enn	20	34	0.20	0.07	2	18	54	320
90% av prøvene lavere enn	33	36	0.20	0.09	18	20	438	410
95% av prøvene lavere enn	39	36	0.20	0.09	25	21	629	440
Max	45	37	0.20	0.09	33	22	820	470
<b>Sør</b>								
Gjennomsnitt	19.9	56	0.20	0.16	11	16	341	323
Standardavvik	12.4	57	0.00	0.08	3	13	199	269
75% av prøvene lavere enn	25.9	57	0.20	0.22	10	23	411	350
90% av prøvene lavere enn	37.6	124	0.20	0.24	13	32	453	650
95% av prøvene lavere enn	38.1	152	0.20	0.25	16	35	467	755
Max	38.7	180	0.20	0.27	18	37	481	860

Tabell 3-8 viser alle analyseresultater fra prøvene tatt ut av lekter etter mudring før deponering. Disse resultatene viser at konsentrasjonene av miljøgifter i det mudrede materialet for de fleste stoffene er på nivåer som tilsvarer en klassifisering til klasse 1 – 3 (Bakgrunn, god eller moderat tilstand). To av prøvene inneholdt konsentrasjoner av kobber tilsvarende hhv klass 4 og klasse 5 og en prøve klasse 4 for Antracen. Det ble i prøvene fra de mudrede massene i lekteren ikke funnet vesentlig forurensning av kvikksølv, alle konsentrasjonene av kvikksølv tilsvarte klasse 1 – 2 (Bakgrunn eller God tilstand).

Tabell 3-9 viser en statistisk oppsummering av analyseresultatene for kobber, kvikksølv, antracen og PAH-16 (fra tabell 3-8). Denne sammenligningen viser at det er lavere gjennomsnittskonsentrasjon av disse stoffene i de mudrede massene fra det nordlige feltet enn i sedimentet før mudring, ingen vesentlig forskjell mellom mudrede masser i lekteren og sediment på elvebunnen i det midtre feltet mens det er noe høyere konsentrasjon i de mudrede massene enn i sedimentet i det sørlige feltet (bortsett fra kvikksølv). Dette skyldes sannsynligvis at de mudrede massene er en blanding av forurensede sedimentene på elvebunnen og renere masser over eller under disse. Hvor mye av disse ulike massetyper som er blitt mudret og som senere har blitt med i blandprøven fra lekteren vil påvirke gjennomsnittet og variabilitet for forurensning i hvert enkelt mudringsfelt.

Konsentrasjonen av disse stoffene målt i lekteren fra område Sør (som ble deponert i sjødeponi) er også sammenlignbar med konsentrasjonen i deponiet etter deponering (Tabell 4-5), kobber  $56 \pm 57$  mg/kg ( $\pm$  standardavvik) i lekteren mot  $53 \pm 28$  mg/kg etter deponering, PAH 341  $\pm 323$  mg/kg i lekteren og  $223 \pm 51$  mg/kg i deponiet, kvikksølv  $0.20 \pm 0.16$  mg/kg i lekteren og  $0.17 \pm 0.09$  mg/kg i deponiet.

### 3.7 Sammenligning mellom modellert (Sintef) og observert partikkelspredning

En viktig målsetning med prøvemudringen er å bedre grunnlaget for planlegging og gjennomføring av hovedprosjektet. En viktig del av dette er å vurdere i hvilken grad spredningsvurderingene som ble gjort på forhånd basert på modellering av spredning og sedimentasjon av partikler var realistisk og om overvåkingen har fanget opp forventede spredningsmekanismer.

I tabell 3-10 er suspendert partikkelkonsentrasjon i vannmassene som ble estimert ved hjelp av Sintef sin Dream-modell før prosjektet starter (vedlegg E i søknad, Sintef-rapport fra 2018 [5]) sammenlignet med målt turbiditet i tilsvarende avstand fra mudringspunktet mens mudring pågikk. Modelleringen beregner økt partikkelmengde i vannet (uten bakgrunn) og målt bakgrunnturbiditet er derfor trukket fra målt turbiditet under arbeidene. Denne sammenligningen mellom to ulike enheter kan gjøres direkte fordi man ofte finner et forhold mellom totalt suspendert stoff (TSS) i mg/L og turbiditet i NTU/FNU som ligger nær 1 [6].

Tabell 3-10 Sammenligning mellom modellert mengde partikler i vannet (TSS) og målt turbiditet under mudring. Produksjonshastighet er antatt for hvert scenario i modellering gjort av Sintef [5] og beregnet fra skipslogg for gjennomført mudring (Vedlegg B).

	Produksjonshastighet (tonn ts/time, aktiv produksjon)	Produksjonshastighet (tonn ts/døgn, dager med produksjon)	Modellert TSS (ppm) og målt turbiditet (NTU) over bakgrunn, 100 m fra mudringstedet
<i>Modellert mudringsscenario</i>			
Mudring av forurenset materiale med langtrekkende bakgraver (Borg 1) (avsnitt 6.2 i Sintef rapport [5])	13	312	3 - 10
Mudring av forurensete masser med bakgraver (Borg 1 og Borg 2 – Flyndregrunnen) (Avsnitt 6.3 i Sintef-rapport [5])	101	2424	10 - 22
<i>Gjennomført mudring</i>			
Bakgraver innerste del av Borg 1	41	238	Snitt: 4,7
			90%-perc: 14
			Maks: 59

Modelleringen som ble gjort før prosjektet skulle estimere spredning fra gjennomføring av hele hovedprosjektet og ulike deler av dette og var ikke fokusert på prøvemudringen. Det er derfor valgt å gjøre sammenligningen av målt turbiditet under prøvemudringen med modellering av mudring av forurenset materiale som har et omfang og produksjonshastighet som er mer sammenlignbart med prøvemudringen enn resten av hovedprosjektet.

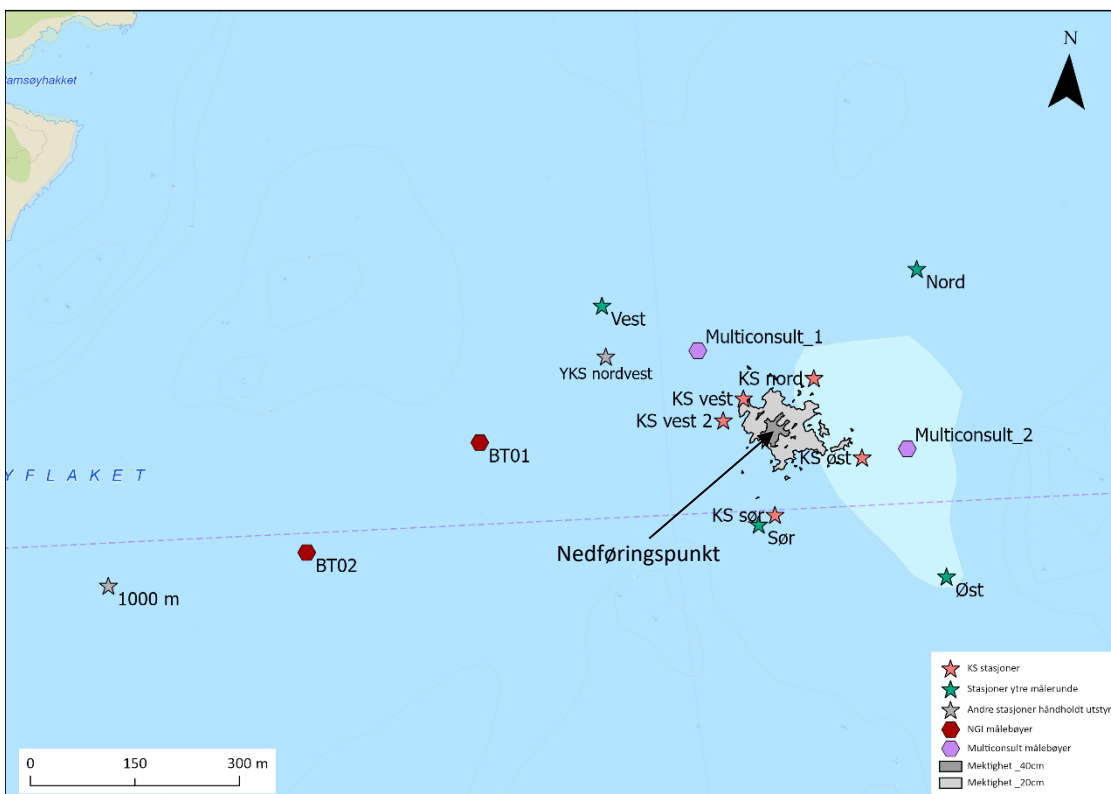
Resultatene viser at de to modellerte mudringsscenarioene med lavest produksjonshastighet gav en forventet mengde partikler i vannmassene på 3 – 10 og 10 – 22 mg ts/L, 100 m fra mudrings punktet. Mens mudringen foregikk ble det målt mellom 0 og 59 NTU over bakgrunn, med et gjennomsnitt for alle målingene på 4,7 NTU. Disse resultatene viser at det er en meget god overenstemmelse mellom modellert mengde partikler i vannet og det som ble målt. Variabiliteten i målt turbiditet er naturlig nok høyere enn den modellerte. Dette skyldes at kontinuerlige målinger (slik som overvåkningen av turbiditet var) fanger opp naturlige variasjoner med mye høyere oppløsning enn modellen. Likevel var 90% av alle målingene 14 NTU eller lavere som er innenfor den partikkelmengden som ble estimert på forhånd (90%-perc i tabell 3-10).

## 4 Miljøovervåking deponeringsarbeider

### 4.1 Målestasjoner

Deponeringen er overvåket med kontinuerlig turbiditetsovervåking i to stasjoner, hhv. "Multiconsult\_1" (også kalt bøye nordvest) og "Multiconsult\_2" (også kalt bøye sørøst). Det ble i tillegg satt ut to tilleggsbøyer i spredningssonen mot sørvest (BT01 og BT02) før siste runde med deponering, med en distanse fra nedføringspunktet på hhv. ca. 400 m og 700 m.

Det er utført manuelle målinger med profileringststyr ved nedføringsenhet og i flere stasjoner rundt dette (merket hhv. Nord, Sør, Øst, Vest, KS nord, KS sør, KS øst, KS vest samt YKS nordvest). Etter siste runde med deponering ble det også målt turbiditet med håndholdt utstyr i et punkt ca. 1000 m unna nedføringspunktet, forbi tilleggsbøyene mot sørvest. Plassering av målebøyer og stasjoner for manuelle målinger er gitt i figur 4-1.



Figur 4-1 Målestasjoner for overvåking av turbiditet under prøvedeponering i Svaleskjær. Stasjoner for manuelle turbiditetsmålinger er angitt med stjerne mens målebøyer med kontinuerlig logging av turbiditet er angitt med heksagon.

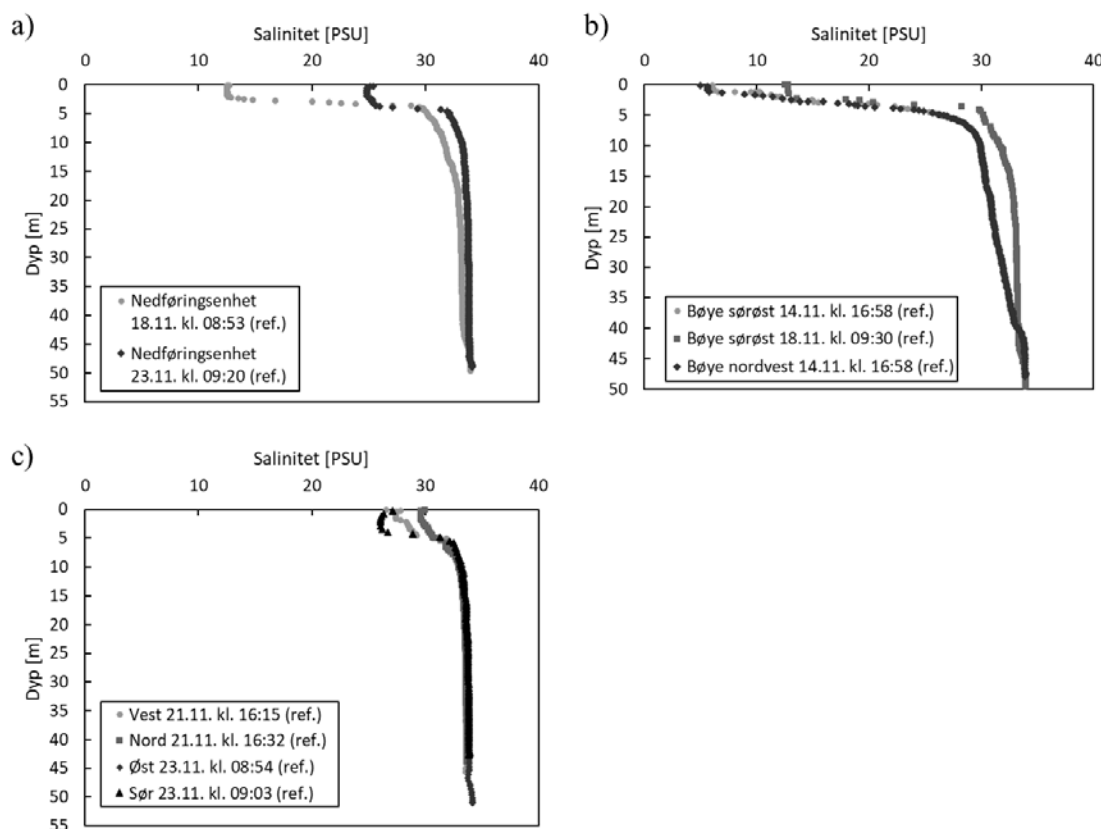
For manuelle målinger i deponiområdet ble det benyttet et håndholdt måleinstrument (SAIV AS) med logging av blant annet turbiditet, salinitet og dybde. Bilder fra deponeringsaktiviteten og nedføring av manuell måleutstyr er gitt i figur 4-2.



*Figur 4-2 Lekter med mudrede masser og nedføringsenhet om bord på Arna ute ved Svaleskjær (til venstre), samt bilde fra senking av manuell måleutstyr for overvåking av turbiditet (til høyre).*

## 4.2 Salinitetsmålinger

Saliniteten i vannsøylen ved Svaleskjær lå mellom 30-34 PSU fra ca. 5 meters dyp og ned til bunn, som vist for ulike målestasjoner i perioder uten deponeringsaktivitet i figur 4-3. I de øverste ca. 5 meterne bestod vannet av større andel ferskvann.



Figur 4-3 Salinitetsprofiler målt i perioder uten aktivitet ved (a) nedføringsenheten, (b) MC-bøye sørøst og nordvest, og (c) stasjoner plassert i ytre målerunde rundt deponiområdet.



## 4.3 Turbiditetsmålinger under deponering

I foreliggende kapittel er resultater fra turbiditetsovervåkingen ved deponiet presentert. For profiler logget med manuelt utstyr er kun data logget ved nedsenkning av måleutstyret presentert, tilsvarende som for profiler innhentet under mudring (kap. 3.3).

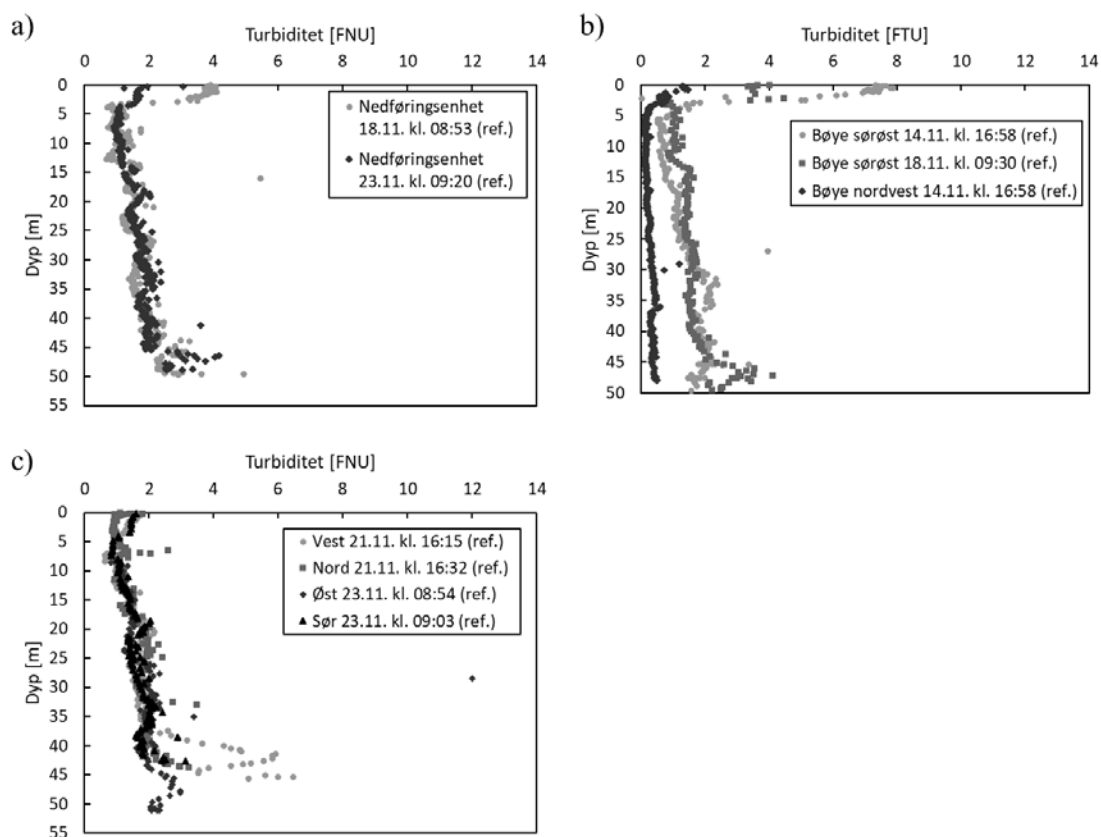
### 4.3.1 Bakgrunnsmålinger og målinger i perioder uten aktivitet

I forkant av deponeringsarbeidene ble turbiditeten ved Svaleskjær logget kontinuerlig (hvert tiende minutt) i MC-bøye nordvest (Multiconsult\_1) og sørøst (Multiconsult\_2) i overkant av seks døgn (fra 9.11. kl. 01:10 til første deponering den 15.11. kl. 15:50). Som referanse/bakgrunn er turbiditetsdata logget til og med den 12.11. kl. 07:00 benyttet (figur 4-4) for å unngå mulig påvirkning fra aktiviteter den 12.11. og 14.11. (festing av moringer og rigging av nedføringsrøret i deponiområdet). Bakgrunnsnivået ved begge målebøyene lå i gjennomsnitt på 1-2 NTU, og det ble registrert maksverdier på hhv. 7 og 3 NTU i bøye nordvest og sørøst i løpet av referanseperioden (tabell 4-1 og figur 4-4).

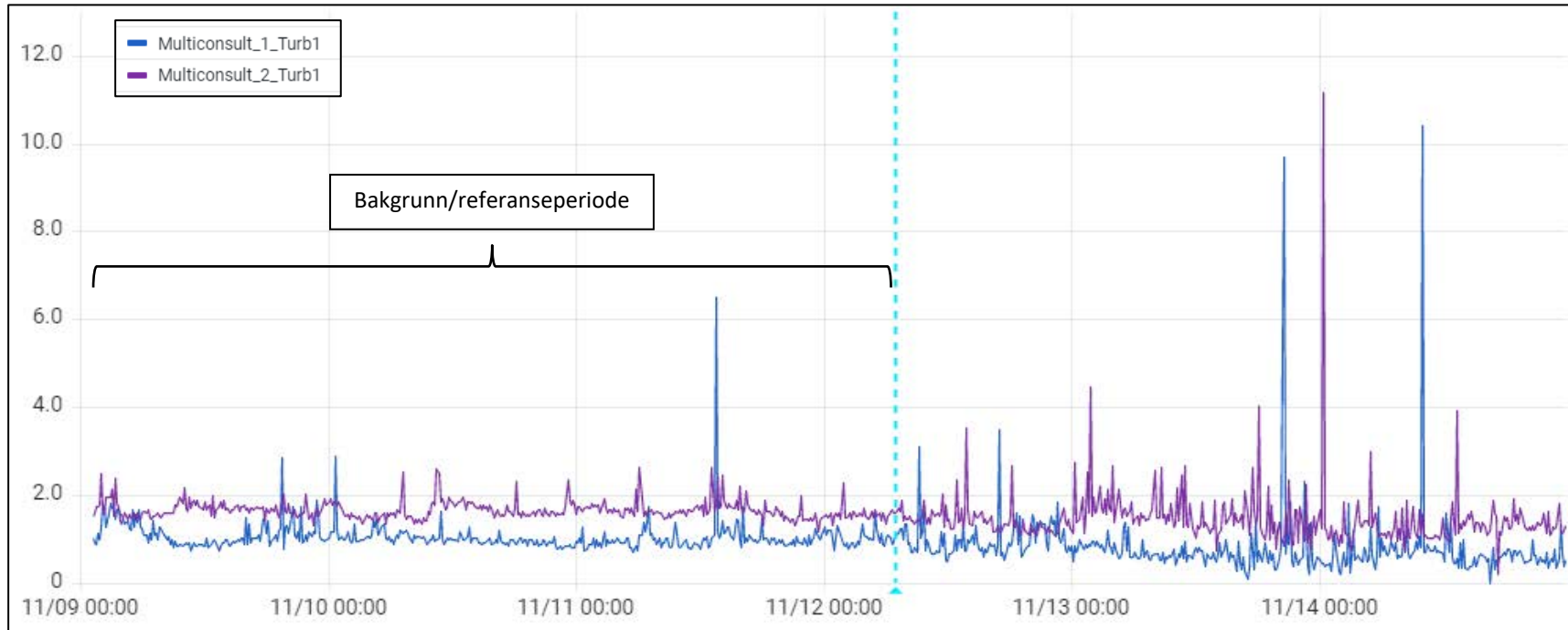
Det ble også gjennomført referansemålinger med håndholdt utstyr i profiler i deponiområdet i ulike perioder og stasjoner før deponeringsstart (figur 4-4). Den 14.11., dagen før første prøvedeponering, ble det målt turbiditet ved målebøye nordvest og sørøst som fungerer som referanse for målingene gjort under og etter prøvedeponeringen gjennomført den 15.11. For andre prøvedeponering (18.11.) ble det innhentet referanseprofiler ved nedføringsenheten og i bøye sørøst i forkant av nedføringen av masser. Referanseprofil ved nedføringsenheten ble også innhentet før siste deponering (23.11.). Det ble også utført referansemålinger i ytre målerunde rundt deponiområdet enten dagen før eller før aktivitet på deponeringsdagen.

Referansemålingene viser at turbiditeten i deponiområdet generelt lå under 2 NTU langs hele vannsøylen, med noe høyere turbiditet i de øverste 3 m (opp mot 8 NTU), samt enkelte verdier opp mot 12 NTU ved større dybder (figur 4-4). Forhøyede verdier observert i øverste meter antas å kunne skyldes forstyrrelser i form av luftbobler ettersom toppsjiktet vil være mer påvirket av bølger, vær og vind, samt båtaktivitet. I turbiditetsprofilene presentert i neste kapittel (4.3.2) er derfor alle målepunkt < 1 m dyp fjernet, med unntak av målinger gjort ved nedføringsenheten. Toppunktene ved nedføringsenheten er inkludert for å fange opp evt. søl av deponimasser ved vannoverflaten, men signaler her kan altså også skyldes støy.

Referanseprofiler fra samme stasjon (ved nedføringsenheten og bøye sørøst) viser at bakgrunnen endret seg lite fra dag til dag (hhv. figur 4-4 (a) og (b)). Det ble registrert noe lavere turbiditet i målebøye nordvest enn bøye sørøst. Bakgrunnen i de ytre målestasjonene rundt deponiområdet var stort sett lik, med noe høyere turbiditet fra 35-45 meters dyp i stasjon "vest" (opp mot 8 NTU, figur 4-4c).



Figur 4-4 Referansemålinger av turbiditet i profiler i perioder uten aktivitet ved (a) nedføringsenheten, (b) MC-bøye sørøst og nordvest, og (c) stasjoner plassert i ytre målerunde rundt deponiområdet.



Figur 4-5 Kontinuerlige turbiditetsmålinger (gitt i NTU) fra målestasjoner i Svaleskjær i perioden fra 9.11. tom. 14.11, før første prøvedeposering. Målingene representerer bakgrunnen i området. Utsnitt fra NGI-live.

### 4.3.2 Turbiditetsmålinger under deponering

De kontinuerlige turbiditetsmålingene ved Svaleskjær viser at turbiditeten var høyere under deponering enn i referanseperioden før deponeringsaktivitet (tabell 4-1). Turbiditeten i bøye nordvest og sørøst økte fra hhv.  $1,1 \pm 0,4$  NTU og  $1,7 \pm 0,2$  NTU til  $7,4 \pm 12$  NTU og  $5,4 \pm 6,7$  NTU. Høyest turbiditet ble imidlertid observert etter deponeringsslutt.

Turbiditetskurver fra kontinuerlig overvåking i deponiområdet ved Svaleskjær er gitt i figur 4-6 til figur 4-8.

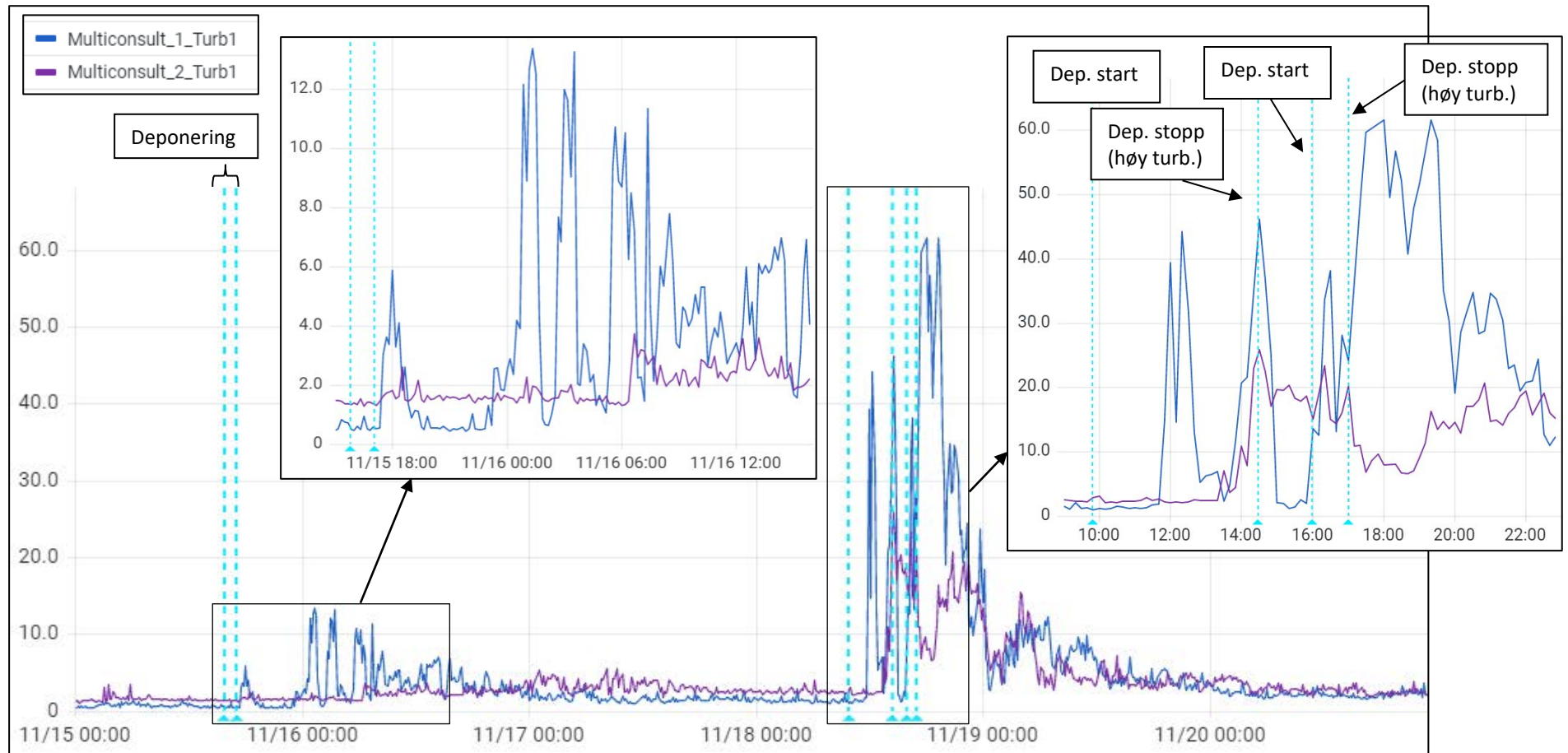
Tabell 4-1 Statistikk for turbiditetsmålinger før, under og etter deponering. Resultatene er oppgitt i NTU, med unntak av antall målinger (n).

Stasjon	Multiconsult_1 (nordvest)	Multiconsult_2 (sørøst)	BT01 (ca. 400 m unna dep.)	BT02 (ca. 700 m unna dep.)
Sensor-ID NGI- live	Multiconsult_1 _Turb1	Multiconsult_2 _Turb1	BT01_Upstream_T urb1	BT02_Downstrea m_Turb1
<i>Bakgrunn før aktivitet (9.11. kl. 01:10 - 12.11. kl. 07:00)</i>				
n =	581	581	-	-
Gjennomsnitt	<b>1,1</b>	<b>1,7</b>	-	-
Standardavvik	0,4	0,2	-	-
Median	1,0	1,6	-	-
Min	0,7	1,2	-	-
Maks*	6,5	2,6	-	-
95% percentil	1,6	1,9	-	-
<i>Under deponering (inkl. opphold)*</i>				
n =	855	855	358	358
Gjennomsnitt	<b>7,4</b>	<b>5,4</b>	<b>2,9</b>	<b>2,8</b>
Standardavvik	12	6,7	0,6	0,7
Median	1,6	2,2	2,8	2,5
Min	0,5	1,3	2,1	2,1
Maks*	46	26	6,5	4,7
95% percentil	36	20	3,9	4,3
<i>0-3t etter deponering slutt</i>				
n =	536	536	178	178
Gjennomsnitt	<b>16</b>	<b>7,1</b>	<b>7,1</b>	<b>5,1</b>
Standardavvik	21	6,9	3,3	0,8
Median	4,7	4,4	7,4	4,9
Min	0,5	1,2	2,6	3,7
Maks*	62	30	15	6,7
95% percentil	59	19	13	6,5

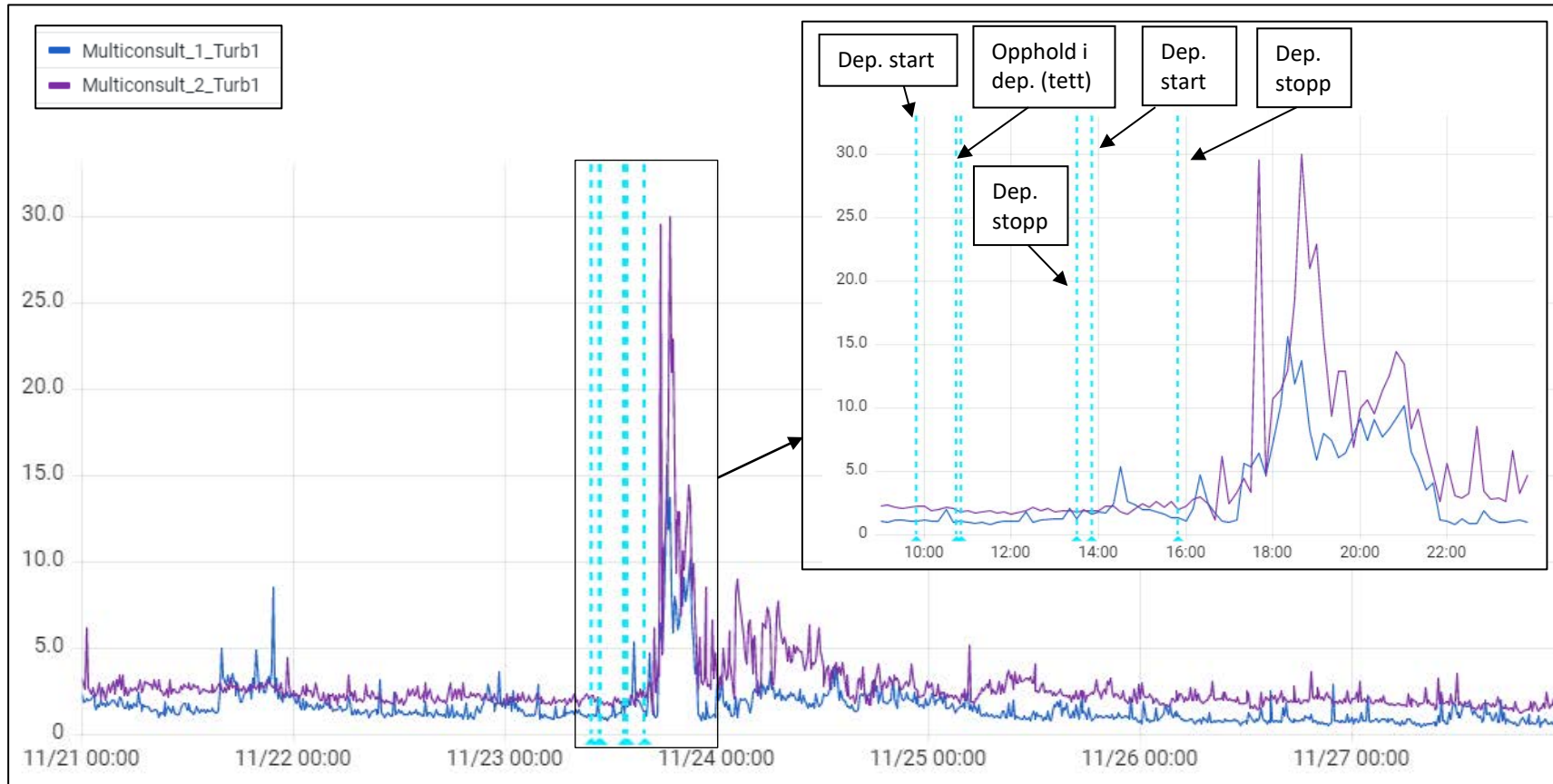
\* Her inngår turbiditetsmålinger gjort under opphold i deponering som f.eks. skyldes høy turbiditet eller skiptrafikk.

\*\* Når maks registrert verdi er større enn måleområdet (0-62 NTU), er det oppgitt en maksverdi på 62 NTU.

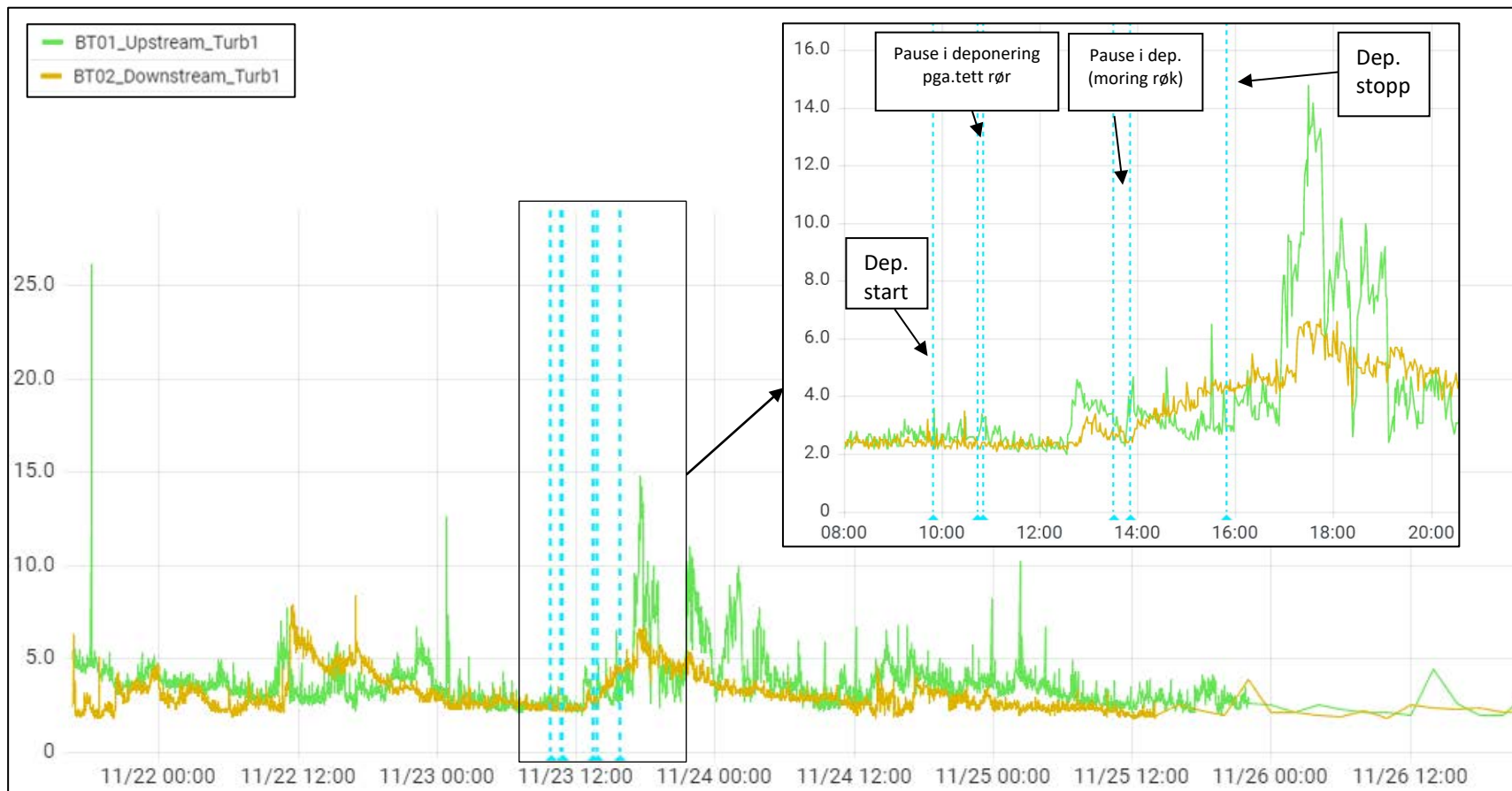
Turbiditetsutviklingen varierte for hver av de tre rundene med prøvedeponering. Størst turbiditet ble registrert i bøye nordvest omtrent en time etter endt deponering den 18. november, hvor det ble nådd en topp på over 60 NTU (figur 4-6). De andre dagene med deponering, den 15. og 23. november, ble det registrert turbiditetstopper på hhv. 6 NTU (bøye nordvest) og 30 NTU (bøye sørøst) omtrent en halvtime og tre timer etter deponeringslutt. At den minste økningen i turbiditet ble registrert i forbindelse med første prøvedeponering den 15. november samsvarer godt med mengden masser deponert denne dagen var minst (100 m<sup>3</sup> kontra hhv. 350 og 450 m<sup>3</sup>, se vedlegg B). I målebøyene plassert ca. 400 og 700 m sørvest for nedføringspunktet ble det også observert noe høyere turbiditet etter endt deponering den 23. november enn det som ble registrert under referanseperioden, hvorav høyest turbiditet ble sett i målebøyen som var nærmest deponiet (figur 4-8).



Figur 4-6 Kontinuerlige turbiditetsmålinger (gitt i NTU) fra målestasjoner ved deponiområdet i perioden fra 15.11. tom. 20.11 med angivelse av perioder med deponering. Utsnitt fra NGI-live.



Figur 4-7 Kontinuerlige turbiditetsmålinger (gitt i NTU) fra målestasjoner ved deponiområdet i perioden fra 21.11. tom. 27.11 med angivelse av perioder med deponering. Utsnitt fra NGI-live.



Figur 4-8 Kontinuerlige turbiditetsmålinger (gitt i NTU) fra målestasjoner sørvest for deponiområdet med avstand fra nedføringspunktet på hhv. 400 m (BT01) og 600 m (BT02) i perioden fra 21.11. kl. 16:30 tom. 26.11. Perioder med deponering er angitt. Utsnitt fra NGI-live.

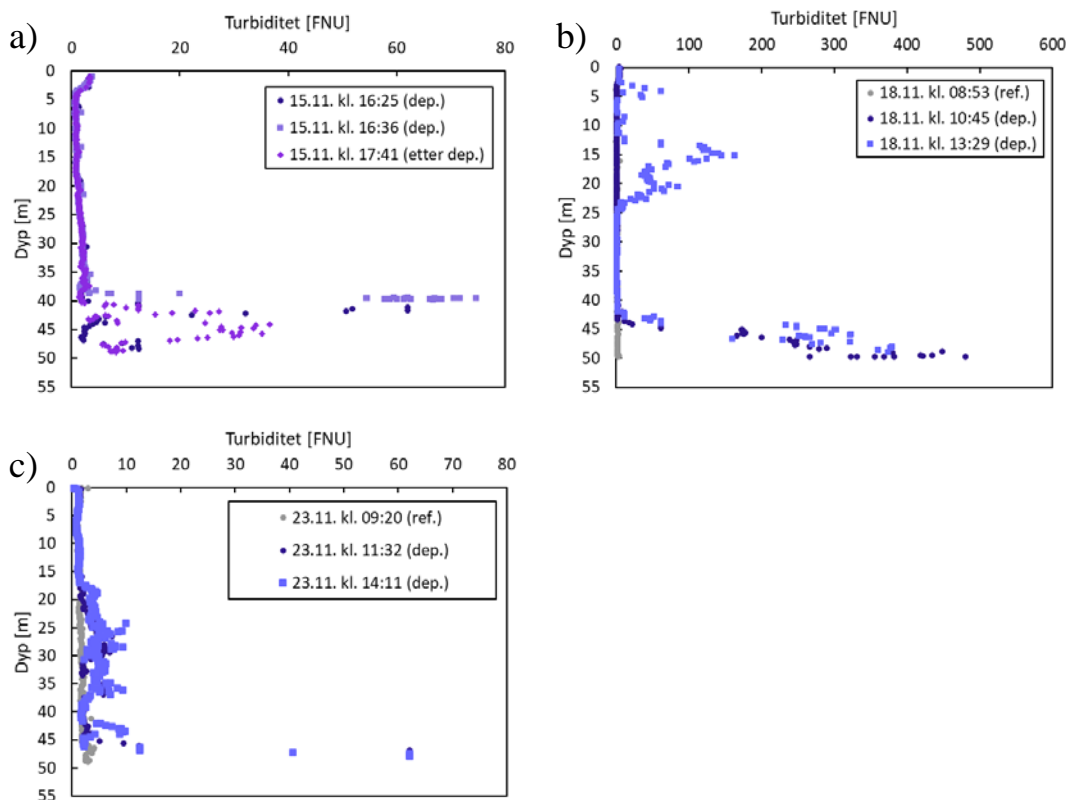


## Manuelle målinger ved deponering

### Ved nedføringsenheten

Referansemålinger før deponering ved nedføringsenheten viste at turbiditeten lå rundt 2 NTU langs hele vannsøylen. Under og etter deponering viser turbiditetsprofilene en økt turbiditet fra mellom 25-40 meters dyp og nedover, med målte verdier opp mot 20 NTU den 23.11., 80 NTU den 15.11. og flere hundre NTU den 18.11 (figur 4-9). Sistnevnte dag ble i tillegg målt høy turbiditet i øvre halvdel av vannsøylen ved nedføringsrøret (fra ca. 5-25 m dyp), hvor det ble logget økt turbiditet med en maksverdi på 160 NTU ved 15 m. Disse resultatene bekreftes av logget turbiditet ved opptak av måleutstyret, som også viser høye verdier fra bunn og opp til 43 m dyp, deretter 2 NTU frem til 25 m dyp hvor turbiditeten øker til opptil 140 NTU.

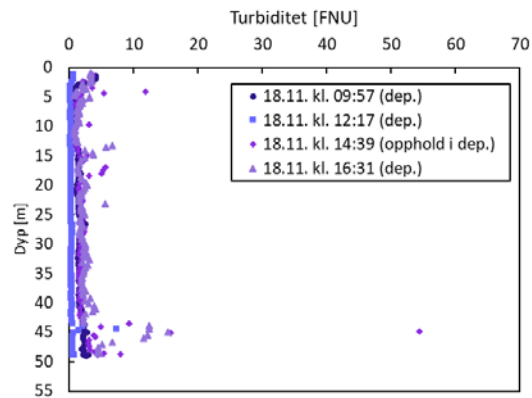
Ettersom det ble benyttet et helsveiset rør for nedføring hvor det ikke har blitt sett skader, og tilsvarende økning ikke ble observert ved senere deponering, er det ikke mistanke om skader på nedføringsrøret. Årsaken til den økte turbiditeten ved 15 m dyp skyldes derfor sannsynligvis lokalt søl ved omlasting av masser fra lekter til nedføringsenhet. Ved slike hendelser vil sølte, mudrede masser i hovedsak ende opp på bunnen i deponiet, mens mindre mengder partikler gir turbiditet i vannsøylen.



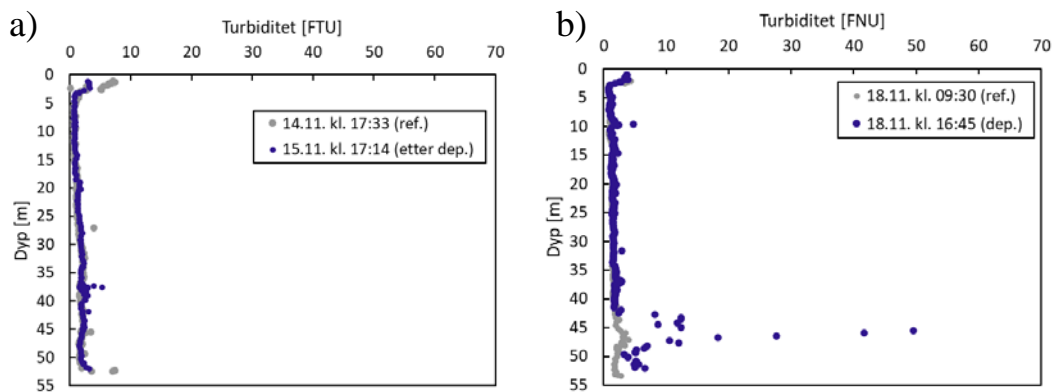
Figur 4-9 Turbiditetsprofiler ved nedføringsenheten før, under og etter deponering a) den 15.11., b) den 18.11. og c) den 23.11. Merk at x-aksen i figur b) er større enn i hhv. a) og c).

*Ved kontinuerlige målebøyer ved deponiområdet*

Det ble gjennomført turbiditetsprofiler ved bøye nordvest (Multiconsult\_1) under deponering den 18.11., hvor det ble observert enkelte forhøyede verdier fra ca. 45 m dyp og mot bunn (figur 4-10). Turbiditeten var innenfor grenseverdi med unntak av en enkeltmåling ved rundt 50 NTU. I bøye sørøst (Multiconsult\_2) ble det observert tilsvarende økning i turbiditet fra ca. 40 m dyp opptil 50 NTU (figur 4-11).



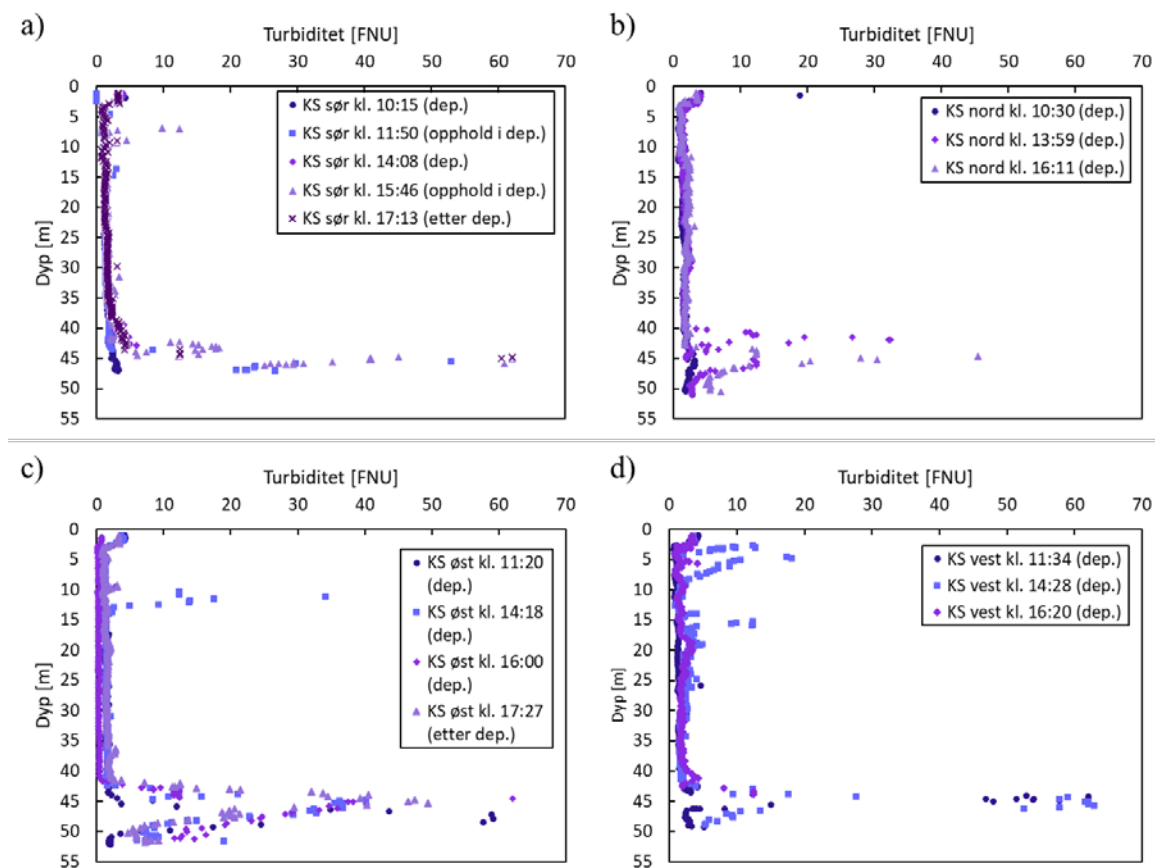
Figur 4-10 Turbiditetsprofiler ved bøye nordvest (Multiconsult\_1) under og under et kort opphold i deponering den 18.11.



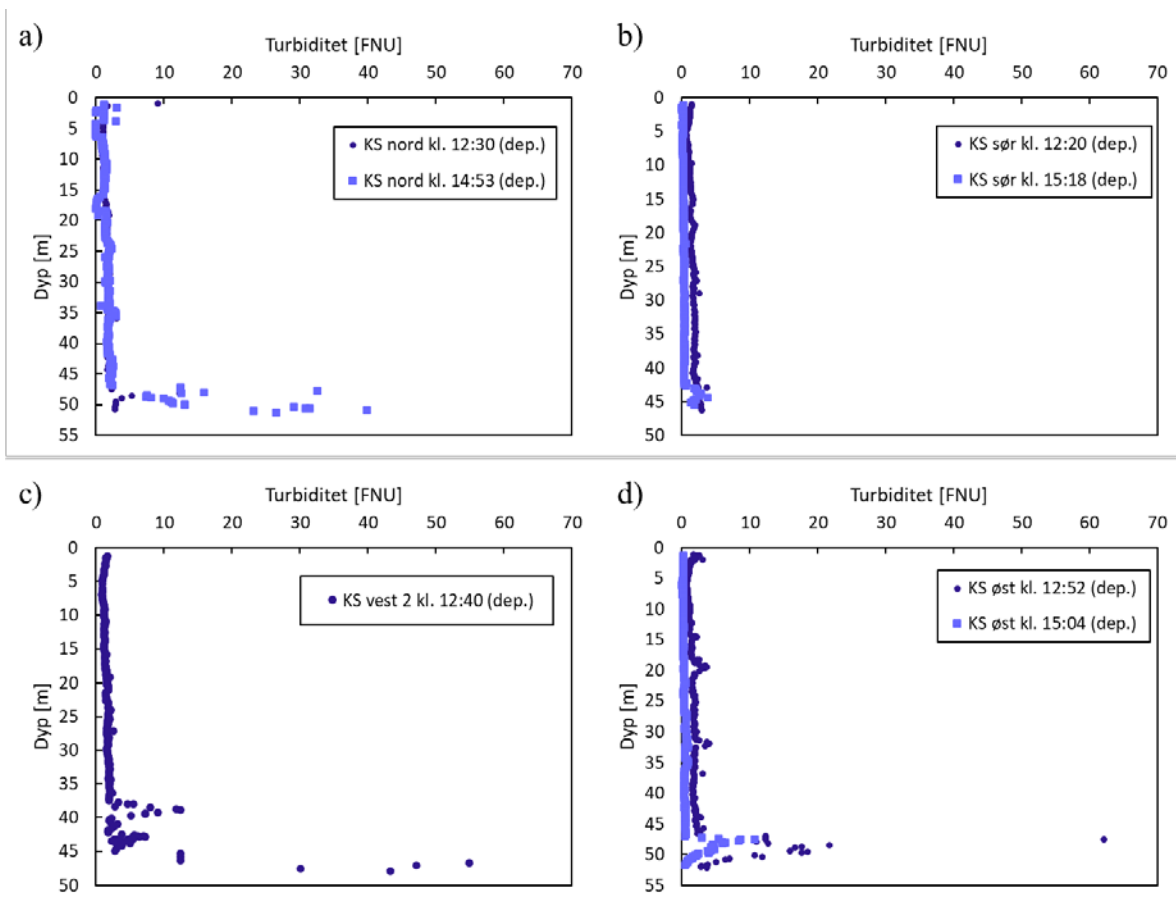
Figur 4-11 Turbiditetsprofiler ved bøye sørøst (Multiconsult\_2) før eller under/like etter deponering a) den 15.11. og b) den 18.11.

### KS-stasjoner for manuelle turbiditetsmålinger

Det ble gjennomført målerunder i KS-stasjonene nær nedføringsenheten den 18.11 og 23.11, som gitt i hhv. figur 4-12 og figur 4-13. I disse stasjonene ble det registrert tilsvarende turbiditetsprofil som ved nedføringsenheten med en generell økning i turbiditet fra omtrent 40 meters dyp, men ikke like høy turbiditet som sett ved nedføringsenheten. Maks turbiditet ligger rundt 60 NTU. Det observeres også noe økt turbiditet lenger oppe i vannmassen, spesielt i KS øst og KS vest den 18.11. (figur 4-12). Det ble generelt fanget opp mindre turbiditet i KS-stasjonene den 23.11. (figur 4-13). Her er det imidlertid enkelte høye verdier helt nederst mot bunn, noe som kan skyldes oppvirvling av sediment ved senking av måleutstyret.

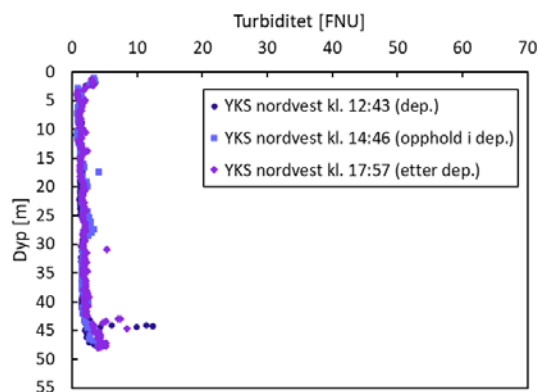


Figur 4-12 Turbiditetsprofiler i KS-stasjonene (a) sør, (b) nord, (c) øst og (d) vest for deponiområdet. Målingene er gjort under, ved opphold og/eller etter deponering den 18.11.



Figur 4-13 Turbiditetsprofiler i indre målerunde rundt deponiområde, i hhv. stasjon (a) KS nord, (b) KS sør, (c) KS vest og (d) KS øst den 23.11.

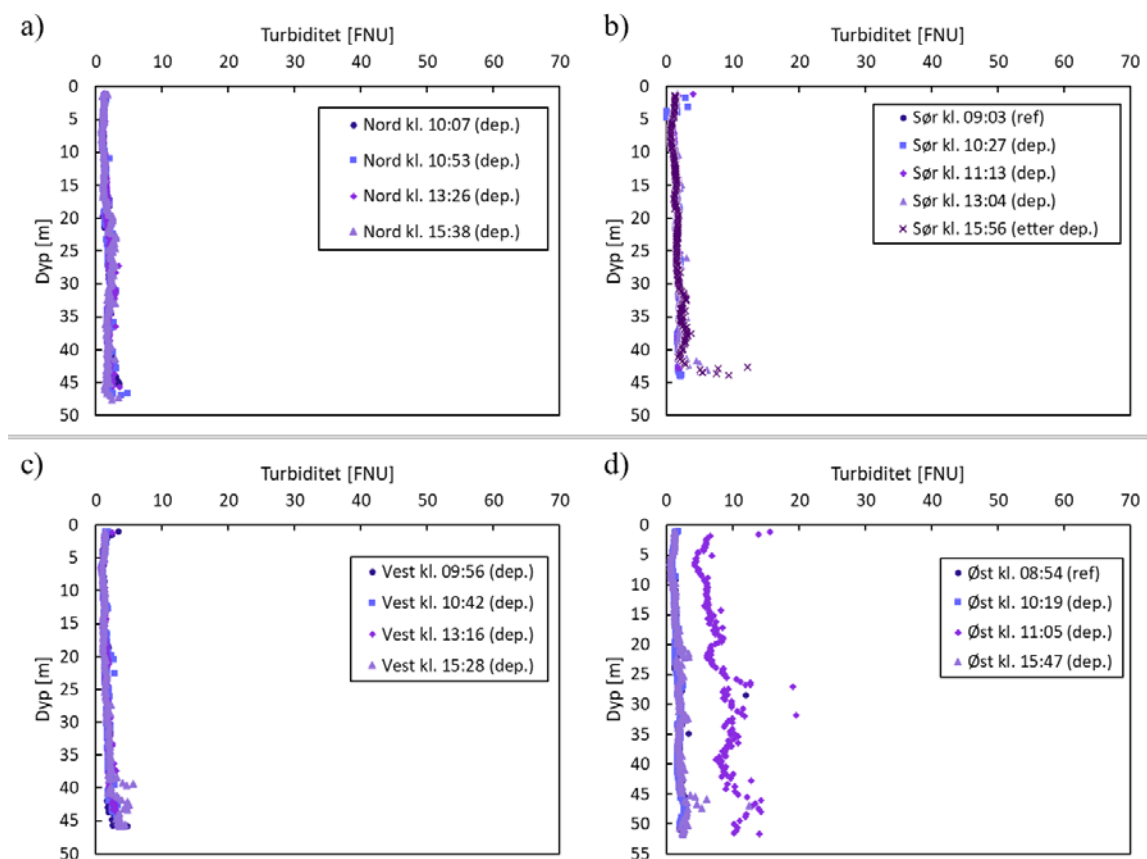
Den 18.11. ble det i tillegg gjennomført manuelle målinger i en ekstra stasjon, YKS nordvest, men disse viste ingen forhøyet turbiditet med unntak av noe turbiditet like ved bunn (figur 4-14)



Figur 4-14 Turbiditetsprofiler i YKS nordvest under, ved opphold og etter deponering den 18.11.

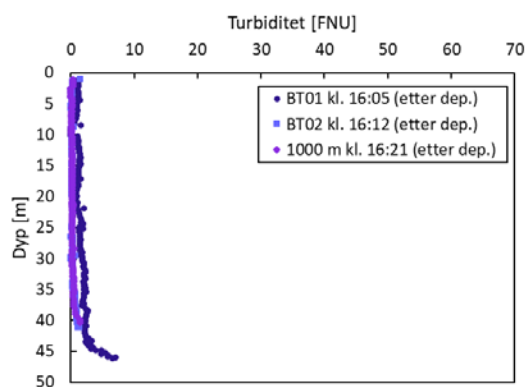
### Ytre målerunde for manuelle turbiditetsmålinger

Den 23.11. ble det gjennomført profilering i en ytre målerunde rundt nedføringspunktet (utenfor KS-stasjonene), i stasjonene "Nord", "Sør", "Øst" og "Vest" (figur 4-15). Målinger i disse stasjonene viste ingen økt turbiditet, med unntak av punkt "Øst" hvor det ble sett en forskyvning av hele profilen mot høyere turbiditet på rundt 10 NTU. Dette ble ikke observert i noen andre punkter eller andre profiler innhentet i samme posisjon tidligere eller senere på dagen. Det ble heller ikke observert tilsvarende effekt i stasjon KS øst samme dag (figur 4-13). Data fra denne profilen antas derfor å ikke være reell (baseline shift).



Figur 4-15 Turbiditetsprofiler i ytre målerunde rundt deponiområdet, i hhv. stasjon (a) nord, (b) sør, (c) vest og (d) øst. Målingene er gjort før, under eller etter deponering den 23.11.

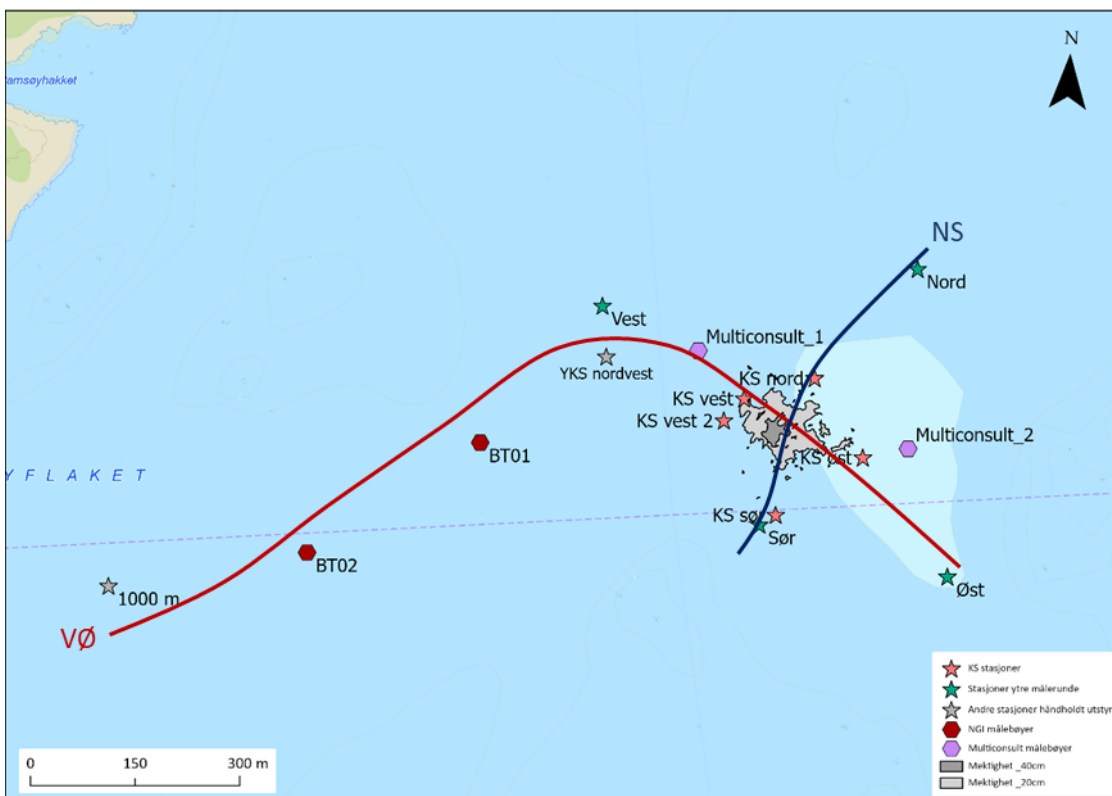
Turbiditetsprofiler i NGI-målebøyer plassert omtrent 400 m og 700 m sørvest for deponiområdet gjennomført etter deponering (mellom kl. 16:05 og 16:20) viser lav turbiditet gjennom hele vannsøylen (figur 4-16).



Figur 4-16 Turbiditetsprofiler ved NGI-målebøye BT01 og BT02, plassert hhv. ca. 400 m og 700 m sørvest for deponiområdet, samt i et målepunkt ca. 1000 m sørvest for deponiområdet.

### 4.3.3 Konturplott for turbiditet ved deponering

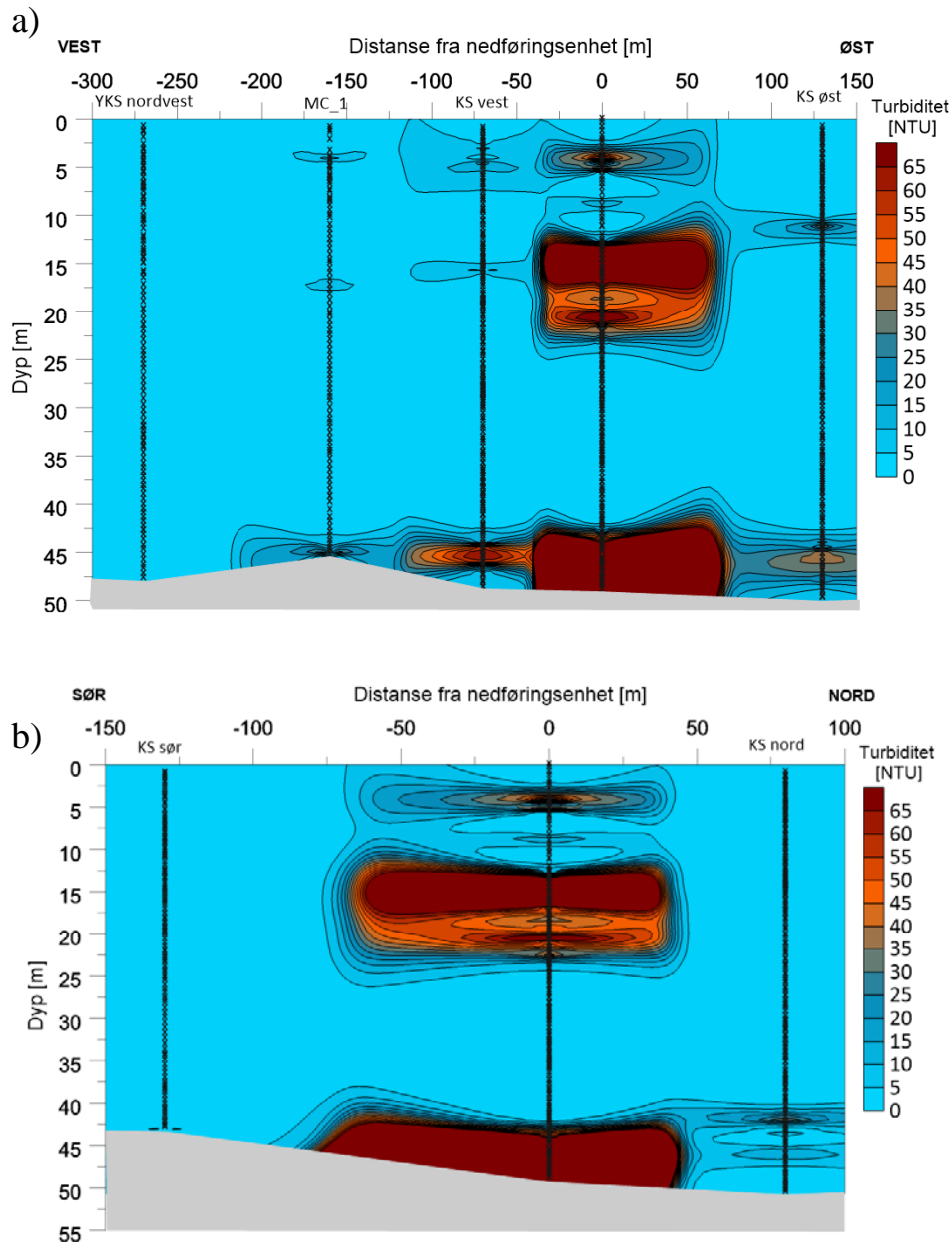
For å illustrere turbiditetssituasjonen ved deponiområdet under/etter deponering er det satt opp konturplott i programmet Grapher hvor det er benyttet transekter som gitt i figur 4-17. Turbiditetsprofiler målt med håndholdt utstyr (som gitt i forrige kapittel) fra stasjoner langs de skisserte transektene fra vest mot øst (VØ) og nord mot sør (NS) er presentert sammen med andre profiler hentet inn i omtrent samme tidsperiode og gitt i figur 4-17 til figur 4-20.



Figur 4-17 Skisse av kurver i retning vest-øst (VØ) og nord-sør (NS)brukt for tverrsnitt av turbiditeten i og rundt deponiområdet ved Svaleskjær. (Bakgrunnskartet er reprodusert med tillatelse fra Kartverket, Sjødivisjonen, lisensnr. NO 30/072020/1).

### Andre deponering, 18.11.

Fra andre prøvedeponering, den 18.11., er det skissert konturer av turbiditeten i området i tidsrommet fra 13:30-15:00, som gitt i figur 4-18. Disse måleseriene ble benyttet da dette var perioden hvor det ble observert høyest turbiditet under manuelle målinger. Merk at alle verdier over 65 NTU er angitt med samme farge i konturplottene. For detaljerte måleserier vises det til forrige kapittel (kap. 4.3.2).

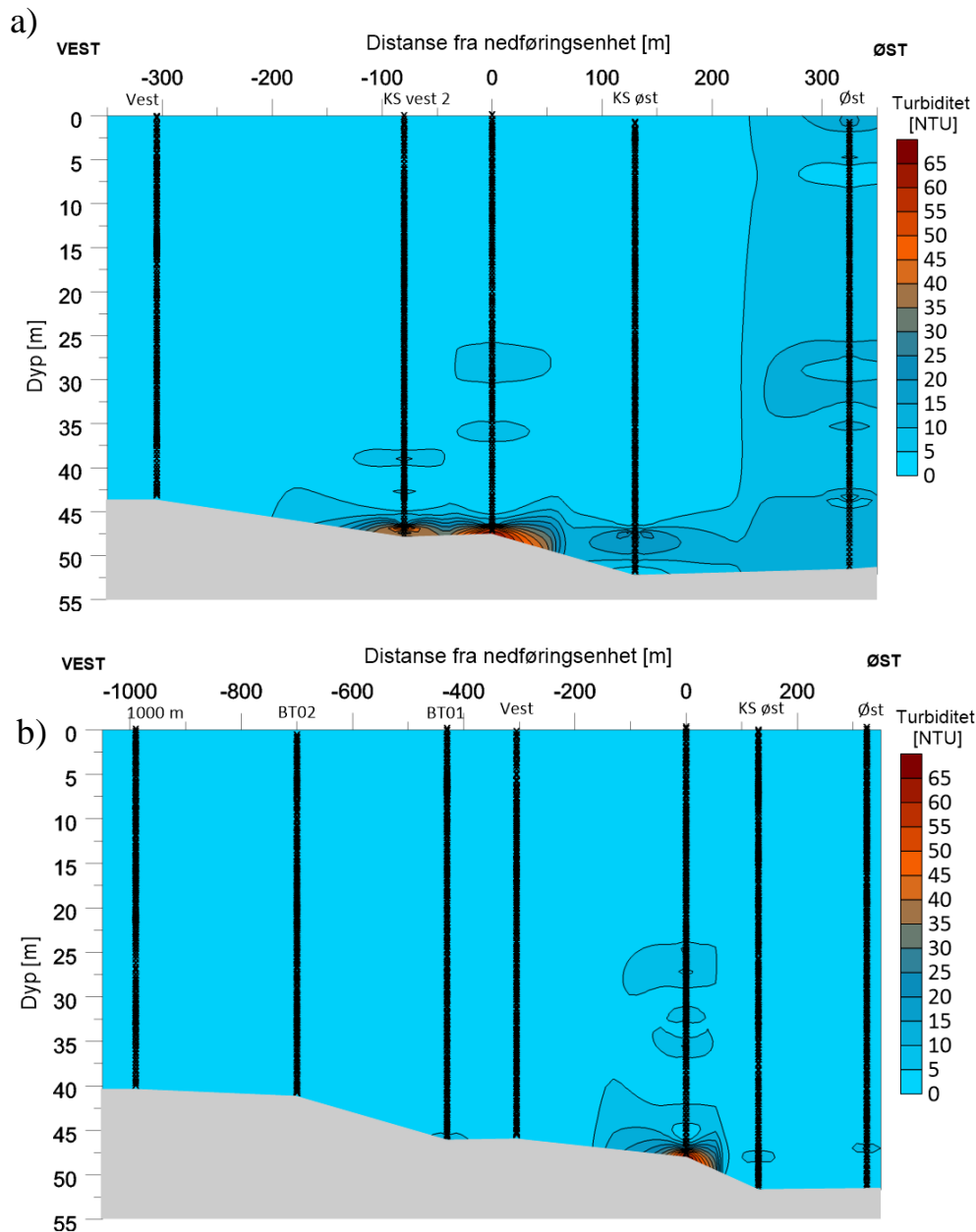


Figur 4-18 Turbiditet målt gjennom hele vannsøylen i målestasjoner fra vest mot øst gjennom deponiområdet den 18.11. Målingene er gjort i tidsrommet 13:30-1500 (under og ved opphold i deponering; figur a) og 13:30-14:30 (under deponering; figur b). Målepunkter er angitt med "x".

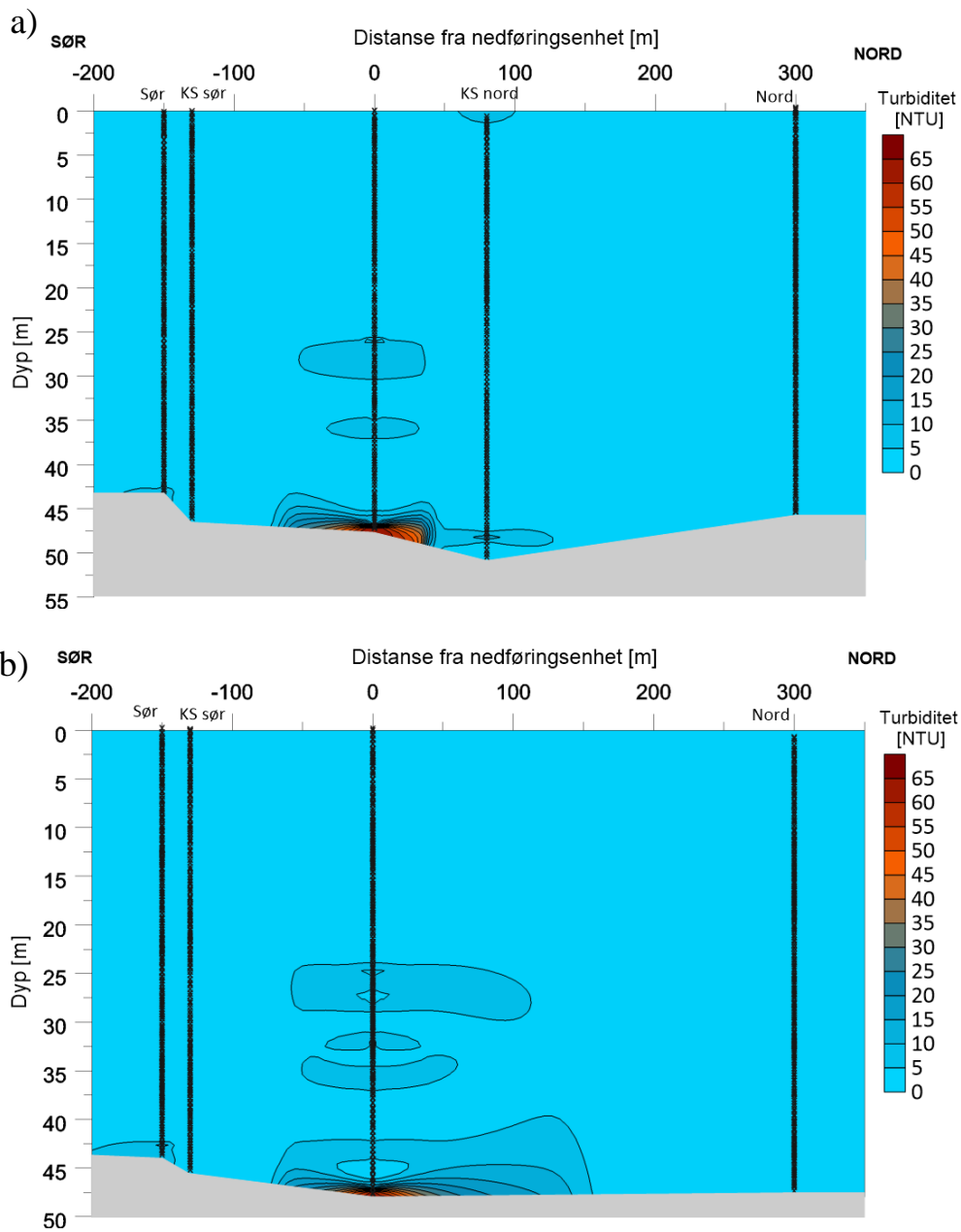


### Tredje deponering, 23.11.

Fra tredje prøvedeponering, den 23.11., er det skissert konturer av turbiditeten i området i to ulike tidsrom for begge transektene vest-øst gitt i figur 4-19 og nord-sør gitt i figur 4-20. Merk at profilen i stasjon Øst viser forhøyet turbiditet gjennom hele vannsøylen som antas å skyldes instrumentelle feil (baseline shift), som nevnt i forrige kapittel.



Figur 4-19 Turbiditet målt gjennom hele vannsøylen i målestasjoner fra vest mot øst gjennom deponiområdet den 23.11. Målingene er gjort i tidsrommet 11:00-13:30 (under deponering; figur a) og 14:00-16:30 (under og like etter deponering; figur b). Målepunkter er angitt med "x".



Figur 4-20 Turbiditet målt gjennom hele vannsøylen i målestasjoner fra sør mot nord gjennom deponiområdet i den 23.11. Målingene er gjort i tidsrommet 11:30-13:30 (figur a) og 14:00-16:00 (figur b), under deponering. Målepunkter er angitt med "x".

## 4.4 Analyseresultateter vannprøver og passive prøvetakere under deponering

Det er tatt ut vannprøver i målestasjoner før mudringstiltak og under deponering ved Svaleskjær. Ufiltrerte vannprøver er analysert for metaller, organiske forbindelser (PAH og PCB) og tributyltinn (TBT). I tillegg er det analysert for suspendert stoff og løst organisk karbon. Resultater er vist i Tabell 4-3 og er klassifisert iht. Miljødirektoratets tilstandsklasser for kystvann [4].

Det påvises forhøyede konsentrasjoner av enkelte metaller (kobber og sink) både i referanseprøver tatt før første prøvedeponering den 15.11. og i vannprøver tatt under eller etter deponering. Det påvises et noe høyere innhold av kobber i vannprøver tatt under og etter deponering (tilstandsklasse 2-5) enn i referanseprøvene (tilstandsklasse 2-4). Konsentrasjonen av kobber er imidlertid varierende innenfor begge prøvetypene, og forskjellen mellom før og under/etter nedføring kan også forklares med naturlige variasjoner i vannmassene. Tilstandsklasse 5 av kobber er påvist i to av fem vannprøver tatt under/etter deponering, i tillegg til en prøve tatt like før oppstart av andre runde med deponering (18.11.), dvs. over to døgn etter forrige deponeringsaktivitet.

Konsentrasjoner av sink tilsvarende tilstandsklasse 4 er påvist i begge referanseprøvene, mens konsentrasjonene under/etter deponering tilsvarende tilstandsklasse 3 til 4, altså lavere eller tilsvarende som før deponering.

Analyseresultatene viser også at det er mer suspendert stoff (28-77 mg/L) i vannprøvene tatt etter oppstart av deponering enn i referanseprøvene (< 5 mg/L), som forventet ved nedføring av masser i sjø. Denne økningen i suspendert stoff kan også forklare økningen sett i kobberkonsentrasjon i enkelte vannprøver.

Før oppstart av deponeringsarbeidene ble det festet passive prøvetakere (DGT) på de stasjonære målebøyene nordvest og sørøst for deponiet, som sto ute i hele deponeringsperioden (14.11. kl. 17 til 23.11. kl. 17). Resultater fra analyse av de passive prøvetakerne er gitt i Tabell 4-2.

Tabell 4-2 Passive prøvetakere, DGT, i målestasjoner under deponering.

Prøvemerkning	Arsen (As)		Bly, Pb		Kadmium (Cd)		Kobber (Cu)		Krom (Cr)		Kvikksølv (Hg)		Nikkel (Ni)		Sink (Zn)	
	µg	µg/l	µg/l	µg	µg	µg/l	µg	µg/l	µg/l	µg	µg	µg/l	µg/l	µg	µg/l	µg
DEP bøye nordvest	0,0017	0,0186	<0,0060	<0,00080	0,0006	0,00592	0,012	0,116	<0,036	<0,0030	<0,0015	<0,011	<0,031	<0,0030	0,594	0,0601
DEP bøye sørøst	0,0013	0,0147	<0,0062	<0,00080	0,0006	0,00612	0,0115	0,115	0,0911	0,0074	<0,0015	<0,012	0,00538	0,0005	1,2	0,117

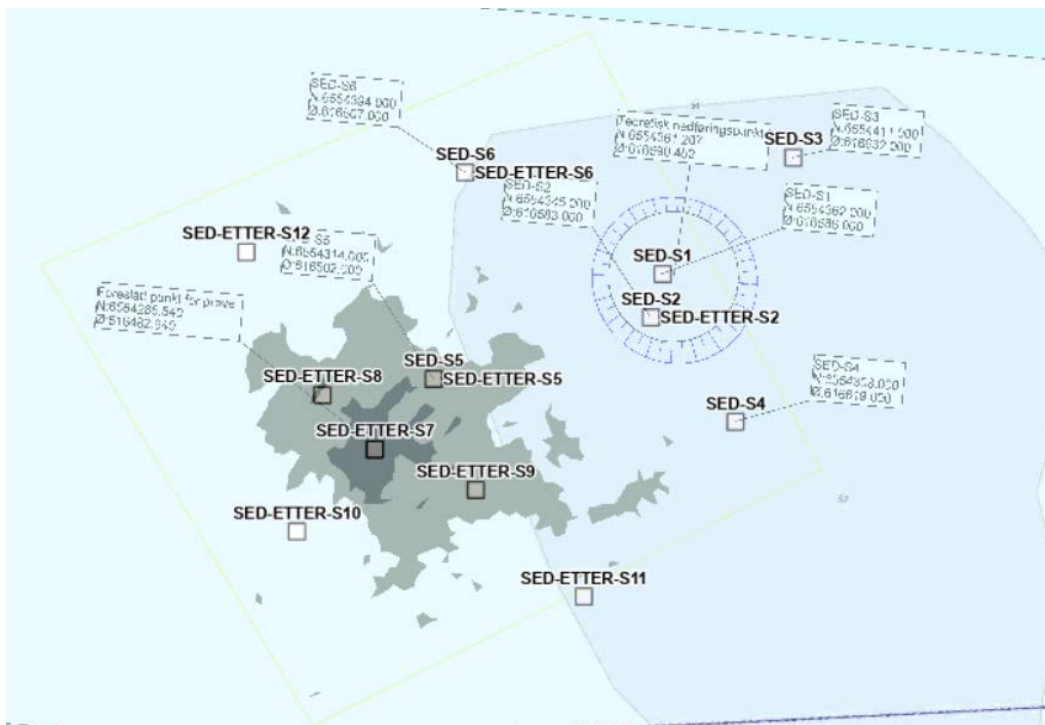
Tabell 4-3 Vannprøver tatt før og under deponering i sjøbunnsdeponiet, klassifisert iht. Miljødirektoratets tilstandsklasser for kystvann [4].

Aktivitet:		Referanse før første deponering		Etter deponering		Før andre deponering		Under deponering		Etter dep.
Parameter	Enhet	BØYE NORDVEST 14/11 16:55	BØYE SØRØST 14/11 17:30	BØYE SØRØST 15/11 17:27	BØYE NORDVEST 15/11 18:10	Nedførings- enhet 18/11 09:10	BØYE SØRØST 18/11 09:45	BØYE NORDVEST 18/11 12:30	BØYE SØRØST 18/11 16:50	BØYE NORDVEST 18/11 17:40
Ekstraksjon		Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja
Al (Aluminium)	µg/L	11	7,92	5,49	8,35	4,38	2,91	23,4	31,9	16,7
Ba (Barium)	µg/L	7,72	10,8	7,27	7,55	8,79	8,78	9,7	12,9	9,79
Ca (Kalsium)	mg/L	403	416	407	398	398	403	406	236	410
Cd (Kadmium)	µg/L	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Co (Kobolt)	µg/L	<0,05	0,0788	<0,05	<0,05	0,0914	0,0527	0,0944	0,0929	0,144
Cr (Krom)	µg/L	0,566	0,553	0,37	0,428	<0,1	0,172	0,208	<0,1	<0,1
Cu (Kopper)	µg/L	5,09	2,1	3,68	1,86	4,44	6,21	6,08	2,84	5,66
Fe (Jern)	mg/L	0,0163	0,0596	0,0297	0,0135	0,00654	0,00649	0,0544	0,0304	0,0223
Hg (Kvikksølv)	µg/L	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002
K (Kalium)	mg/L	392	406	390	399	402	396	405	230	399
Mg (Magnesium)	mg/L	1180	1220	1180	1180	1190	1180	1200	685	1200
Mn (Mangan)	µg/L	9,32	95,8	13,4	12,4	27,2	10,6	109	3,64	65,4
Mo (Molybden)	µg/L	10	11	9,85	10,8	10,7	10,9	11	6,4	11,2
Na (Natrium)	mg/L	10400	10700	10300	10700	10800	10600	10800	6090	10600
Ni (Nikkel)	µg/L	1,66	0,952	1,49	0,797	1,47	2,27	1,95	1,61	2,4
P (Fosfor)	µg/L	<40	52,2	<40	<40	<40	<40	52,9	<40	<40
Pb (Bly)	µg/L	1,12	0,508	0,371	0,554	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3
Si (Silisium)	mg/L	<0,6	0,952	<0,6	<0,6	<0,6	<0,6	0,878	0,939	0,817
Sr (Strontium)	µg/L	8060	8340	8040	8160	8340	8200	8380	4740	8280
Zn (Sink)	µg/L	8,07	6,29	8,37	10,3	5,33	3,77	3,94	5,08	8,14
PCB 28	µg/L	<0,00110	<0,00110	<0,00110	<0,00110	<0,00110	<0,00110	<0,00110	<0,00110	<0,00110
PCB 52	µg/L	<0,00110	<0,00110	<0,00110	<0,00110	<0,00110	<0,00110	<0,00110	<0,00110	<0,00110
PCB 101	µg/L	<0,000750	<0,000750	<0,000750	<0,000750	<0,000750	<0,000750	<0,000750	<0,000750	<0,000750
PCB 118	µg/L	<0,00110	<0,00110	<0,00110	<0,00110	<0,00110	<0,00110	<0,00110	<0,00110	<0,00110
PCB 138	µg/L	<0,00120	<0,00120	<0,00120	<0,00120	<0,00120	<0,00120	<0,00120	<0,00120	<0,00120
PCB 153	µg/L	<0,00110	<0,00110	<0,00110	<0,00110	<0,00110	<0,00110	<0,00110	<0,00110	<0,00110
PCB 180	µg/L	<0,000950	<0,000950	<0,000950	<0,000950	<0,000950	<0,000950	<0,000950	<0,000950	<0,000950
Sum PCB-7	µg/L	<0,00365	<0,00365	<0,00365	<0,00365	<0,00365	<0,00365	<0,00365	<0,00365	<0,00365
Naftalen	µg/L	<0,030	<0,030	<0,030	<0,030	<0,030	<0,030	<0,030	<0,030	<0,030
Acenaftilen	µg/L	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
Acenaften	µg/L	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
Fluoren	µg/L	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
Fenantren	µg/L	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020
Antracen	µg/L	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
Fluoranten	µg/L	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
Pyren	µg/L	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
Benso(a)antracen^	µg/L	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
Krysen^	µg/L	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
Sum av benso(b+j)fluoranten	µg/L	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
Benso(k)fluoranten^	µg/L	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
Benso(a)pyren^	µg/L	<0,0100	<0,0100	<0,0100	<0,0100	<0,0100	<0,0100	<0,0100	<0,0100	<0,0100
Dibenso(ah)antracen^	µg/L	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
Benso(ghi)perylene	µg/L	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
Indeno(123cd)pyren^	µg/L	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
Sum of 16 PAH (M1)	µg/L	<0,0950	<0,0950	<0,0950	<0,0950	<0,0950	<0,0950	<0,0950	<0,0950	<0,0950
Sum PAH carcinogene^	µg/L	<0,0350	<0,0350	<0,0350	<0,0350	<0,0350	<0,0350	<0,0350	<0,0350	<0,0350
Tributyltinn	µg/L	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002
Ledningsevne (konduktivitet)	mS/m	5010	5130	5010	5010	4980	5070	5100	3230	5080
pH-verdi		7,9	7,8	7,9	7,9	7,8	7,9	7,7	7,9	7,8
Temperatur	°C	22	20	21	20	19	21	20	19	20
Suspendert stoff	mg/L	<5	<5	<5	28	77	64	74	45	57
Løst organisk karbon (DOC)	mg/L					<2.50	<2.50	<2.50	<2.50	<2.50

## 4.5 Dokumentasjon av sjøbunn før og etter deponering

Det ble gjennomført prøvetaking av sedimenter med van Veen grabb i sjøbunnsdeponiet før deponering i 6 stasjoner, S1-S6. Etter deponering ble det tatt ut prøver i 3 av stasjonene som det var tatt prøver før deponering og i 6 nye stasjoner i og ved området det ble deponert masser. Prøvestasjoner er vist i figur 4-21.

Prøvetaking av sjøbunn før deponering viser tilstandsklasse 1-3 iht. Miljødirektoratets tilstandsklasser for sediment [4]. Etter deponering er det i nedføringspunktet (SED-ETTER-S7) påvist høyeste tilstandsklasse 2. I stasjon S5, S9 og S8 som har mektighet inntil 20 cm av deponerte masser er i tilstandsklasse 1-3, bortsett fra kobber i S9 som er i tilstandsklasse 4. Øvrige punkter rundt deponeringsområdet viser tilsvarende tilstandsklasser og nivå som er målt i området før deponering.



Figur 4-21 Prøvetakingsstasjoner i sjøbunnsdeponiet før deponering (SED-S1 til S6) og etter deponering (SED-ETTER-S). Nedføringspunkt som ble benyttet lå ved sedimentprøve SED-ETTER-S7.



*Figur 4-22 Stasjon S2 før deponering*



*Figur 4-23 Stasjon ETTER-S7 (topplag), område med høyest mektighet av deponerte masser*



*Figur 4-24 Stasjon ETTER-S9 (topplag), område med ca. 20 cm mektighet deponerte masser*



*Figur 4-25 Stasjon ETTER-S2 (topplag) i område utenfor*

Tabell 4-4 Analyserte prøver fra deponiområdet i Svaaleskjær før og etter deponering.

Parameter	Enhet	DEP SED S1	DEP SED S2	DEP SED S3	DEP SED S4	DEP SED S5	DEP SED S6	SED-ETTER-S2	SED-ETTER-S5	SED-ETTER-S6	SED-ETTER-S7	SED-ETTER-S8	SED-ETTER-S9	SED-ETTER-S10	SED-ETTER-S11	SED-ETTER-S12	Klasse I	Klasse II	Klasse III	Klasse IV	Klasse IV
Dato		2022-11-17	2022-11-17	2022-11-17	2022-11-17	2022-11-17	2022-11-17	2022-12-06	2022-12-06	2022-12-06	2022-12-06	2022-12-06	2022-12-06	2022-12-06	2022-12-06	2022-12-06					
Tørrestoff ved 105 grader	%	32,80	25,30	32,50	31,50	32,20	31,70	30,80	35,60	31,20	78,50	44,50	40,90	33,10	31,60	32,30					
As (Arsen)	mg/kg TS	37	52	41	41	39	36	37	25	34	1,2	16,0	19,0	33,0	36,0	33,0	15	18	71	580	<580
Pb (Bly)	mg/kg TS	40	56	47	41	41	40	40	31	37	5	15	23	39	38	37	25	150	1480	2000	<2000
Cu (Kobber)	mg/kg TS	50	69	57	49	51	50	53	45	50	21	31	110	56	54	53	20	84	84	147	<147
Cr (Krom)	mg/kg TS	53	69	59	50	53	51	47	40	45	7	29	27	51	48	47	60	620	6000	15500	<15500
Cd (Kadmium)	mg/kg TS	<0.020	<0.020	<0.020	<0.020	<0.020	<0.020	0,08	0,06	<0.020	<0.020	0,03	0,03	<0.020	0,07	0,05	0,2	2,5	16,0	157,0	<157
Hg (Kvikksølv)	mg/kg TS	0,250	0,30	0,27	0,24	0,25	0,24	0,12	0,27	0,16	0,03	0,21	0,15	0,31	0,13	0,13	0,05	0,52	0,75	1,45	<1,45
Ni (Nikkel)	mg/kg TS	43	57	47	42	43	41	41	33	39	6	23	23	43	40	40	30	42	271	533	<533
Zn (Sink)	mg/kg TS	190	260	210	190	200	190	180	140	170	31	91	130	180	180	180	90	139	750	6690	<6690
PCB 28	µg/kg TS	<0.50	<0.50	<0.50	<0.50	<0.50	<0.50	<0.50	<0.50	<0.50	<0.50	<0.50	<0.50	<0.50	<0.50	<0.50					
PCB 52	µg/kg TS	<0.50	<0.50	<0.50	<0.50	<0.50	<0.50	<0.50	1,5	<0.50	<0.50	3	<0.50	<0.50	<0.50	<0.50					
PCB 101	µg/kg TS	<0.50	<0.50	<0.50	<0.50	<0.50	<0.50	<0.50	1,6	<0.50	0,52	1	1,1	<0.50	<0.50	<0.50					
PCB 118	µg/kg TS	<0.50	<0.50	<0.50	<0.50	<0.50	<0.50	<0.50	<0.50	<0.50	<0.50	<0.50	<0.50	<0.50	<0.50	<0.50					
PCB 138	µg/kg TS	<0.50	<0.50	<0.50	<0.50	<0.50	<0.50	0,59	1,5	0,96	<0.50	2,2	<0.50	<0.50	0,68	0,78					
PCB 153	µg/kg TS	<0.50	<0.50	<0.50	<0.50	<0.50	<0.50	<0.50	1	0,86	<0.50	1,5	1,4	<0.50	0,8	0,78					
PCB 180	µg/kg TS	<0.50	<0.50	<0.50	<0.50	<0.50	<0.50	<0.50	<0.50	<0.50	<0.50	<0.50	<0.50	<0.50	<0.50	<0.50					
Sum PCB-7	µg/kg TS	<4	<4	<4	<4	<4	<4	<4,0	5,6	<4,0	<4,0	7,7	<4,0	<4	<4,0	<4,0		4,1	43	430	
Naftalen	µg/kg TS	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	11	<10	<10	<10	<10	2	27	1754	8769	
Acenafylen	µg/kg TS	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	1,6	33	85	8500	
Acenaften	µg/kg TS	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	2,4	96	195	19500	
Fluoren	µg/kg TS	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	10	<10	<10	<10	<10	6,8	150	694	34700	
Fenantren	µg/kg TS	13	13	19	12	14	13	<10	<10	<10	16	12	10	12	11	12	6,8	780	2500	25000	
Antracen	µg/kg TS	<4,0	<4,0	4,9	<4,0	<4,0	4,0	<4,0	<4,0	<4,0	<4,0	<4,0	<4,0	<4,0	6	<4,0	1,2	4,8	30	295	
Fluoranten	µg/kg TS	35	43	40	37	37	36	36	33	37	31	45	28	38	38	33	8	400	400	2000	
Pyren	µg/kg TS	30	31	37	32	31	30	24	23	22	21	38	24	26	24	22	5,2	84	840	8400	
Benso(a)antracena	µg/kg TS	12	10	17	11	11	11	10	<10	10	<10	17	<10	11	12	<10	3,6	60	501	50100	
Krysen	µg/kg TS	23	24	27	23	22	23	19	15	19	<10	21	14	19	18	18	4,4	280	280	2800	
Benso(b+)fluoranta	µg/kg TS	50	54	67	65	60	50	34	26	22	<10	35	26	46	61	41	90	140	140	10600	
Benso(k)fluoranta	µg/kg TS	45	43	48	45	45	36	28	23	50	<10	28	22	35	45	33	90	135	135	7400	
Benso(a)pyrena	µg/kg TS	21	22	26	26	22	24	23	22	25	<10	33	18	24	24	22	6	183	230	13100	
Dibenso(ah)antracena	µg/kg TS	<10	<10	14	12	<10	<10	<10	11	<10	<10	13	<10	<10	<10	<10	12	27	273	2730	
Benso(ghi)perylen	µg/kg TS	55	59	61	64	51	56	30	22	34	<10	26	14	34	28	30	18	84	84	1400	
Indeno(123cd)pyrena	µg/kg TS	37	39	44	45	35	38	24	17	23	<10	26	12	17	21	18	20	63	63	2300	
Sum PAH-16	µg/kg TS	320	340	400	370	330	320	230	190	250	68	320	170	260	290	230	300	2000	6000	20000	
Monobutyltinn	µg/kg TS	4,04	8,11	5,85																	
Dibutyltinn	µg/kg TS	1,74	3,88	3,32																	
Tributyltinn	µg/kg TS	1,18	1,13	1,34				1,28	4,66	1,32	4,25	7,21	5,86	1,36	1,79	1,54	1	5	20	100	
Vanninnhold	%	67,2	74,7	67,5	68,5	67,8	68,3	69,2	64,4	68,8	21,5	55,5	59,1	66,9	68,4	67,7					
Sand (>63µm)	%	1,8	3,1	2,8	1,3	1,4	3,7	4,1	16,8	2,3	92,4	33,5	35,3	4,4	2,6	2,1					
Kornstørrelse <2 µm	%	3,5	3,9	3,3	3,4	3,3	3,0	2,6	1,9	2,8	0,2	1,6	1,4	2,3	2,2	3,5					
Totalt organisk karbon (TOC)	% tørrvekt	2,60	3,20	2,00	2,80	2,70	2,40	2,40	3,40	4,00	0,21	1,90	2,00	3,40	2,80	2,90					

Tabell 4-5 Statistisk sammenligning mellom konsentrasjoner målt i sediment prøver ved deponiområdet før deponeringen startet og etter at deponeringen var ferdig.

	Cu (Kobber)	Hg (Kvikksølv)	Antracen	Sum PAH-16
<b>Før</b>				
Gjennomsnitt	54	0.26	4	347
Standardavvik	8	0.02	1	32
Standardavvik relativt	14%	9%	14%	9%
Persentiler				
75% av prøvene lavere enn	56	0.27	4.7	363
90% av prøvene lavere enn	63	0.29	4.8	385
95% av prøvene lavere enn	66	0.29	4.9	393
Max	69	0.30	4.9	400
<b>Etter</b>				
Gjennomsnitt	53	0.17	5.1	223
Standardavvik	28	0.09	#DIV/0!	51
Standardavvik relativt	53%	52%	#DIV/0!	23%
Persentiler				
75% av prøvene lavere enn	70	0.19	6.1	268
90% av prøvene lavere enn	94	0.26	6.1	281
95% av prøvene lavere enn	102	0.29	6.1	286
Max	110	0.31	6.1	290

Tabell 4-4 viser konsentrasjonen av forurensing i prøver tatt i og i nærheten av deponiområdet før deponeringen startet og etter at deponeringen var gjennomført. Disse resultatene viser at de fleste konsentrasjonene tilsvarende tilstandsklasse 1 – 3 (bakgrunn, god eller moderat forurenset tilstand), men at det etter deponeringen ble funnet kobber i tilstandsklasse 4 i en av prøvene.

Tabell 4-5 viser statistisk oppsummering av analyser av forurensing i sedimentprøver tatt ved deponiområdet før deponeringen startet og i deponiområdet etter at deponeringen var ferdig. For kobber var konsentrasjonen før deponering  $54 \pm 8$  mg/kg sammenlignet med  $53 \pm 28$  mg/kg ( $\pm$  standardavvik) for PAH var konsentrasjonen i deponiområdet  $347 \pm 32$  mg/kg mot  $223 \pm 51$  mg/kg. Disse resultatene viser ingen vesentlig økning i konsentrasjon etter deponeringen, men viser likevel en noe større variabilitet i resultatene etter deponering som sannsynligvis skyldes at de mudrede massene består av en blanding renere masser og masser med noe forurensing.



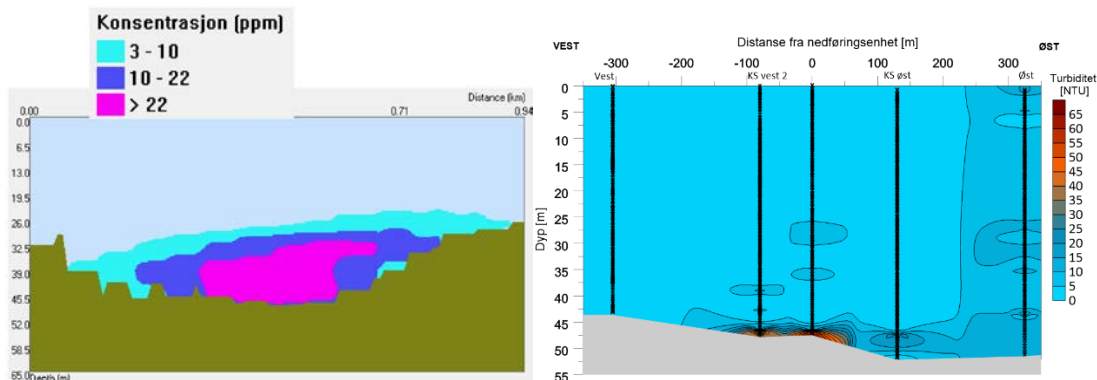
## 4.6 Sammenligning mellom modellert (Sintef) og observert partikkelspredning fra deponering

I tabell 4-6 er suspendert partikkelkonsentrasjon i vannmassene som ble estimert ved hjelp av Sintef sin Dream-modell før prosjektet starter (vedlegg E i søknad, Sintef-rapport fra 2018 [5]) sammenlignet med målt turbiditet under nedføring av mudrede masser i sjødeponi ved Svaleskjær. Forutsetningene for denne sammenligningen er beskrevet i avsnitt 3.6.

*Tabell 4-6 Sammenligning mellom modellert mengde partikler i vannet (TSS) og målt turbiditet under nedføring av mudrede masser i sjødeponi. Produksjonshastighet er antatt for hvert scenario i modellering gjort av Sintef [5] og beregnet fra skipslogg for gjennomført mudring (Vedlegg B).*

<b>Modellert scenario</b>	<b>Produksjonshastighet (tonn ts/time, aktiv produksjon)</b>	<b>Produksjonshastighet (tonn ts/døgn, dager med produksjon)</b>	<b>Modellert TSS (ppm = mg/L) og målt turbiditet (NTU) høyere enn bakgrunn, 165 m og 400 m fra nedføringsposisjonen</b>
<b>Deponering</b>			
Utslipp gjennom rør med diffusor av ikke-forurenset materiale etter mudring med grabb i wire. (avsnitt 6.5 i Sintef-rapprt [5])	1667	3484	160 m unna: >22 400 m unna: 3 - 10
<b>Gjennomført deponering</b>			
Svaleskjær sjødeponi (15/11, 18/11, 23/11)	41	238	165 m unna: Snitt: 15
			90%-perc: 52
			Maks: 61
			400 m unna: Snitt: 6
			90%-perc: 11
			Maks: 14

Resultatene viser at også under deponering av mudrede masser var det godt samsvar mellom mengden partikler suspendert i vannmassene estimert med Sintef sin modell og målt partikkelkonsentrasjon ved de kontinuerlige overvåkningsstasjonene 165 m og 400 m unna nedføringspunktet. Ved målestasjonen 400 m unna nedføringspunktet er det estimert en partikkel konsentrasjon mellom 3 og 10 mg/L, 90% av målingene var her lavere enn 11 NTU.



Figur 4-26 Sammenligning mellom modellert spredning av suspenderte partikler under deponering i sjødeponi ved Svaleskjær (Utslipp gjennom rør med diffusor) og målt spredning av partikler under prøvedeponeringen

Figur 4-26 viser modellert spredning av partikler under deponering av mudrede masser [5] sammenlignet med et eksempel på målt fordeling av partikler under deponeringen (er også vist i figur 4-19a)). Denne sammenligningen viser at modelleringen generelt indikerer spredning av forhøyede konsentrasjoner av partikler høyere oppe i vannsøylen og i et større volum enn det som er observert under deponeringen. Dette kan skyldes at det samlet ble deponert mye mindre masser under prøvedeponeringen enn det som var forutsatt under modelleringen. Det kan også hende at modellen underestimerer sedimentasjonshastigheten til finkornige partikler siden disse i saltvann kan flokkulere til og synke ut samlet som større partikkelagglomerater.

## 5 Oppsummering og konklusjoner

Kystverket har i november 2022 gjennomført en prøvemudring med ulike redskap og en utprøving av deponeringsalternativer på land og i sjø ved Svaleskjær i Fredrikstad kommune. Ved mottak av masser på Nes miljøpark ble det, i samarbeid med EarthresQue, gjort tester for å finne mulighet for gjenbruk. Hensikten med prøve-deponering i sjø var også å sammenligne Sintefs spredningsmodell med målt partikkelspredning for å gi trygghet knyttet til bruk av denne modellen til vurdering av fremtidige arbeider, for eksempel knyttet til om sjøarbeidene kan gjøres helårlig.

Prøvemudringen ble gjennomført i tre felter for å prøvemudre masser av ulike beskaffenhet, ulike forurensningsgrad og med ulike skuffer (med og uten lokk, og lukket grabb). Mudringen ble gjennomført i høy vannføring, opp mot 1300 m<sup>3</sup>/sekund. I perioden mudringen pågikk var det normal trafikk til Borg havn, med anløp av et par fartøyer av største tonnasje som går til havnen. I tillegg til høy vannføring var det tidvis krevende værforhold med vanskelige vindforhold og mye nedbør, dog innenfor hva som kan forventes for årstiden.

Erfaringene fra anleggsarbeidene viser at

- Det er gjennomførbart å gjøre mudringsarbeidene også i perioder med høy vannføring og krevende værforhold.
- Det er viktig med god dialog med lostjenesten slik at mudringsarbeidene kan koordineres med
- Nedføringsmetodikk via rør som krever høy vanninnblanding for å gi pumpbare masser gir høy turbiditet i bunnvannet i sjødeponiet.

Erfaringene fra overvåkning og sammenligningen med modellert partikkelspredning tyder på at modelleringen gjennomført av Sintef gir et realistisk estimat av faktisk partikkelspredning. Overvåkningen av mudrings- og deponeringsarbeidene indikerer derfor at modellering er et godt egnet verktøy for å estimere partikkelspredning fra denne typen arbeid.

Videre kan det konkluderes med at

- Utsetting av automatiske målestasjoner opp og nedstrøms mudringsapparat med målinger både i ferskvannssone og saltvannssone gir god kontroll på partikkelmengde og overholdelse av grenseverdier.
- Målestasjoner i deponiområdet kan ha en målefrekvens på 10 minutter, men i strømmende vann bør denne være ned mot 2 minutter
- Det bør gjøres målinger av saltholdighet for å ha oversikt over hvor saltvannskilen befinner seg siden denne kan variere med posisjon i elven og med vannføringen i området.
- Analysene av de mudrede massene viser at konsentrasjonene i hovedsak ligger i klasse I-III, men med enkeltkomponenter som kan overskride dette. Mudringen gir en sammenblanding av lagdeling, og en innblanding fra underliggende lag

som jevner ut konsentrasjonen som observeres i prøver tatt fra lekterens lasterom.

- ↗ Forsøk med sanntidsmålinger med XRF viste at denne metoden nådde sin begrensning på grunn av lave metallkonsentrasjoner (metoden fungerer ikke på organiske miljøgifter) og matriksutfordringer som høyt vanninnhold.
- ↗ Prøver tatt før og etter deponering i sjø viser ingen vesentlig negativ endring i sedimentkvalitet i området.
- ↗ Prøver av vann viser at det generelt ikke blir noen vesentlig økning av miljøgifter i vannfasen under anleggsarbeidene, men noe variasjon av enkeltforbindelser sammenlignet med referansesituasjoner er observert.

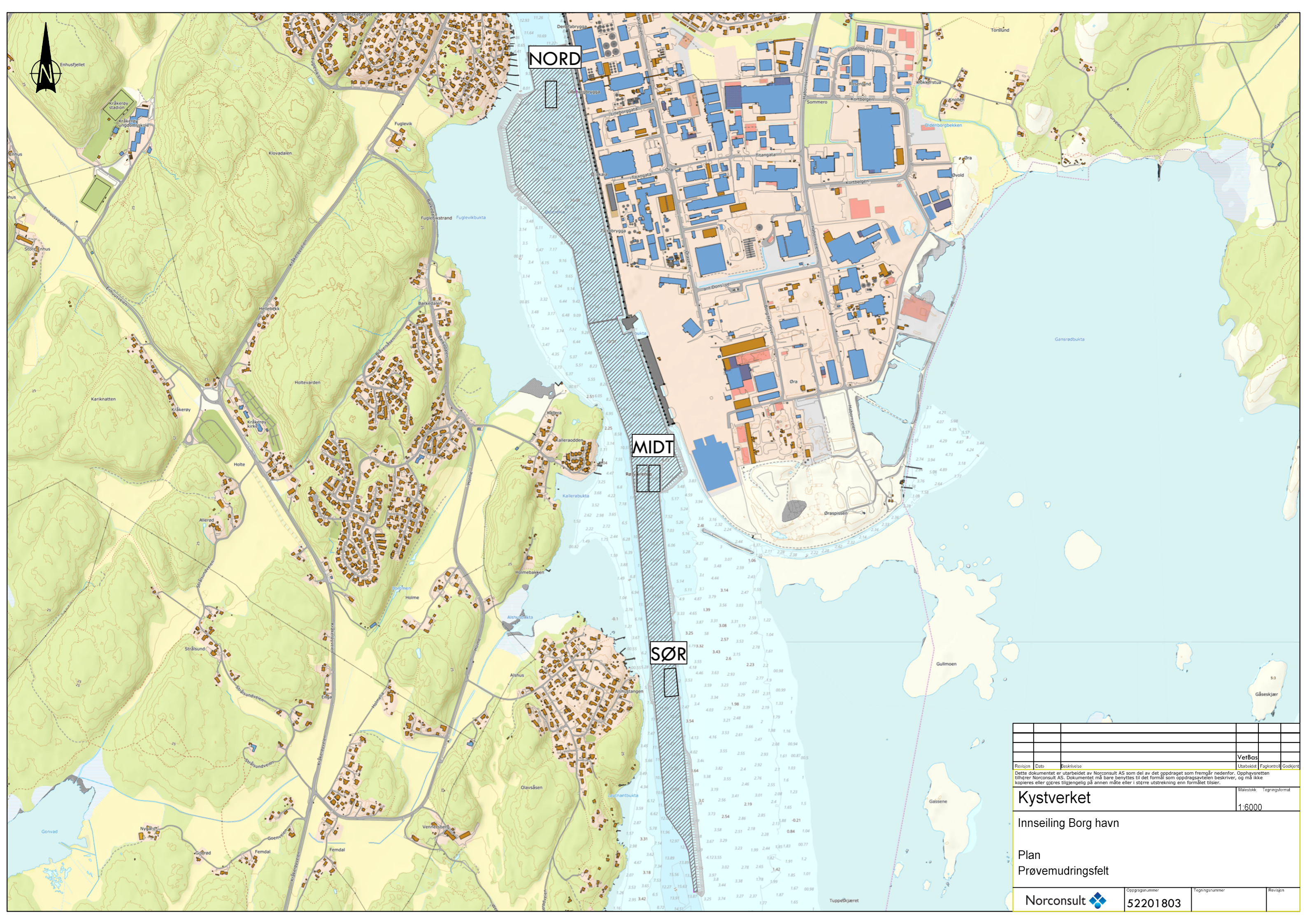
## 6 Referanser

- [1] Miljødirektoratet, «Tillatelse for Kystverket til mudring, sprengning og deponering i forbindelse med utbedring av innseilingen til Borg havn. Tillatelse nr. 2019.0486.T. 18.10.2019,» 2018.
- [2] NGI, «20210741-04-R Kontroll- og overvåkingsprogram for prøvemudring. Rev. 03. 11. nov. 2022,» 2022.
- [3] Multiconsult, «Innseiling Borg havn - vedlegg B Generell område- og tiltaksbeskrivelse. 6. juli 2018,» 2018.
- [4] Miljødirektoratet, «Veileder M608 Grenseverdier for klassifisering av vann, sediment og biota - revidert 30.10.2020,» 2020. [Internett]. Available: <https://www.miljodirektoratet.no/globalassets/publikasjoner/M608/M608.pdf>.
- [5] Sintef, «Innseiling til Borg havn - modellering av mudrings- og deponeringsoperasjoner. Spredning av finpartikulært materiale.,» 2018.
- [6] NIVA, «Rapport LNR 5221-2006. Dypvannsdeponi Malmøykalven Undersøkelser av partikkel- og miljøgiftspredning under prøvedumping.,» 2006.

# Vedlegg A

## KART OG TEGNINGER





NORD

MIDT

SØR

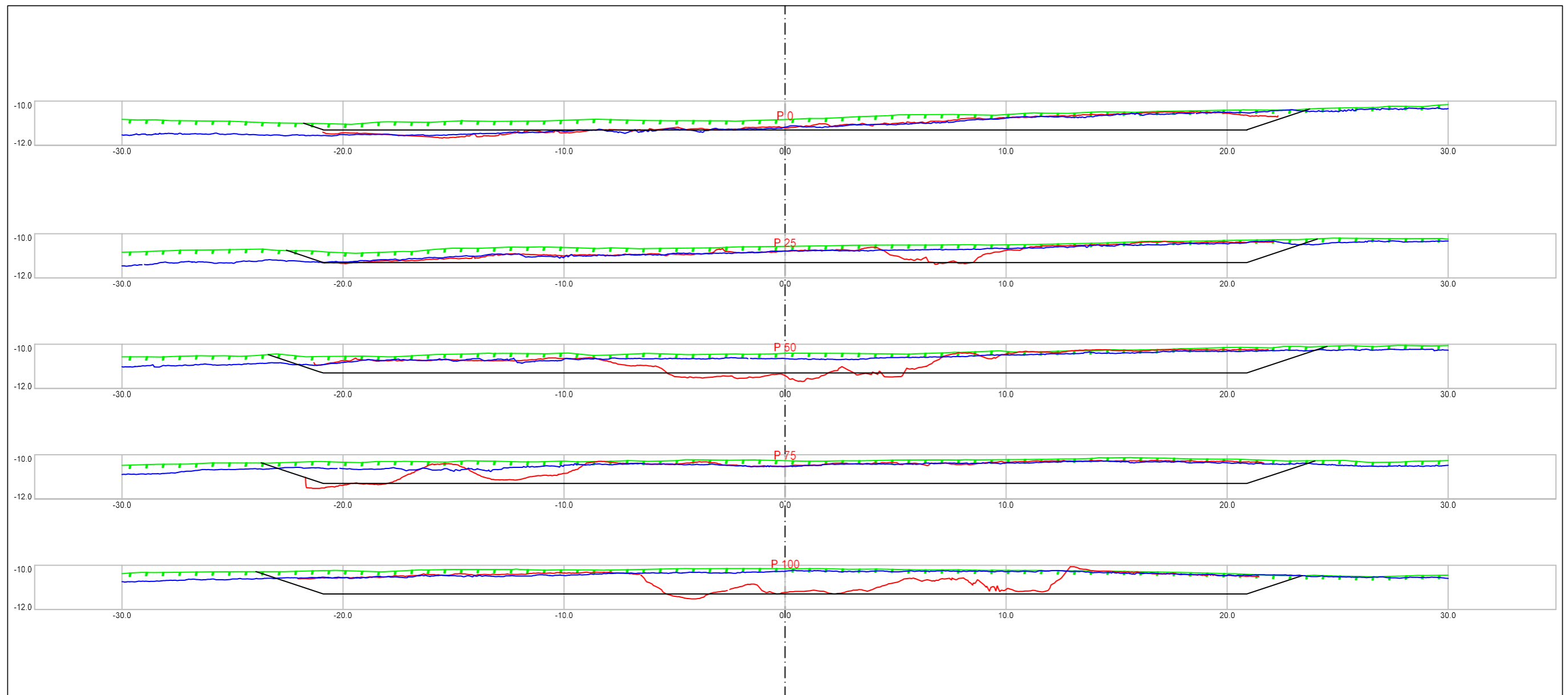
			<b>VerBos</b>		
Revisjon	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet	Fagkontroll	Godkjent
<p>Dette dokumentet er utarbeidet av Norconsult AS som del av det oppdraget som fremgår nedenfor. Opphavsretten tilhører Norconsult AS. Dokumentet må bare benyttes til det formål som oppdragsavtalen beskriver, og må ikke kopieres eller gjøres tilgjengelig på annen måte eller i større utstrekning enn formålet tilsier.</p>					
<b>Kystverket</b>					Målestokk
Innseiling Borg havn					1:6000
Plan					
Prøvemudringsfelt					
Norconsult 		Oppdragsnummer	Tegningsnummer	Revisjon	
		52201803			





# Prøvemudringsfelt Nord

## Tverrprofiler



Forklaring	
	Opprinnelig sjøbunn
	Sjøbunn før mudring
	Sjøbunn etter mudring

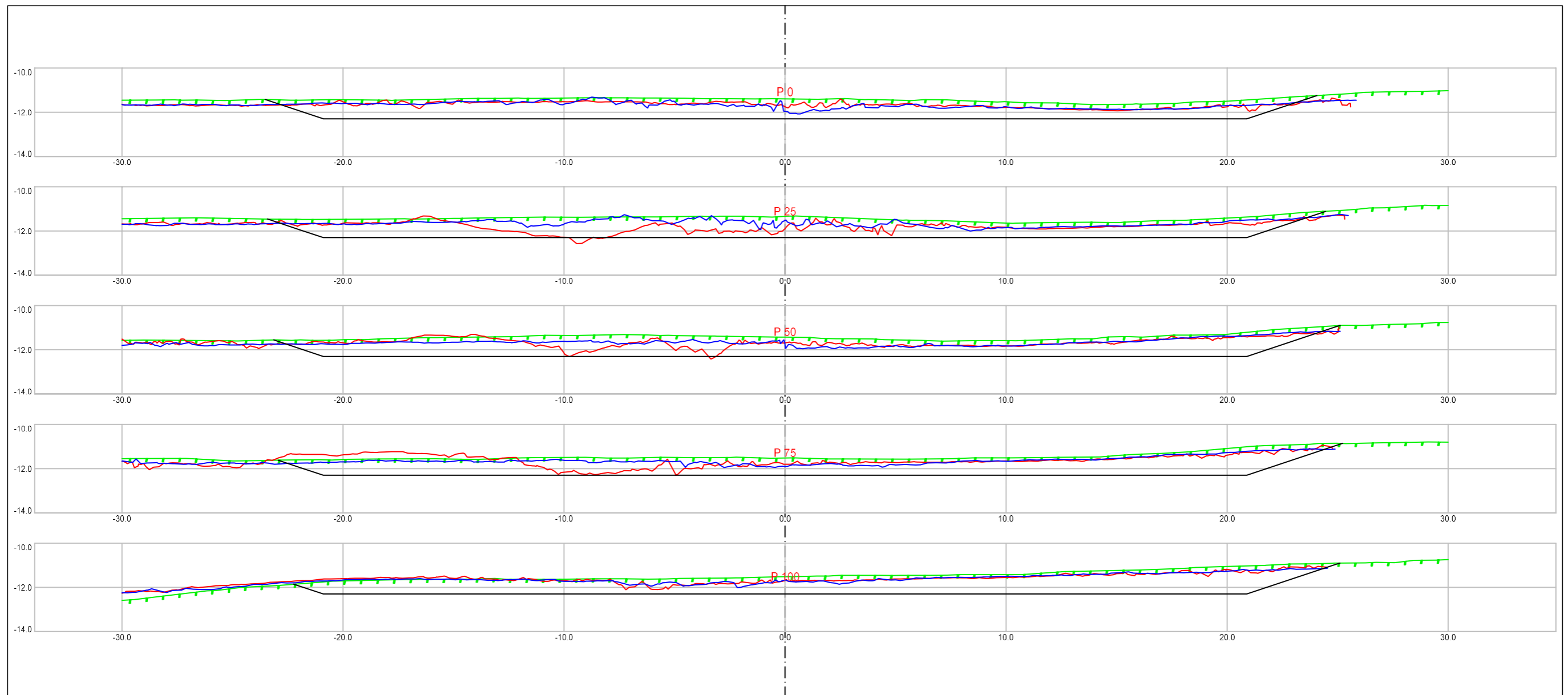
Mudringsvolum: 960 m<sup>3</sup>  
Sedimentering/avvik: 180 m<sup>3</sup>  
Netto mudringsvolum: 780 m<sup>3</sup>





# Prøvemudringsfelt Midt før justering

## Tverrprofiler

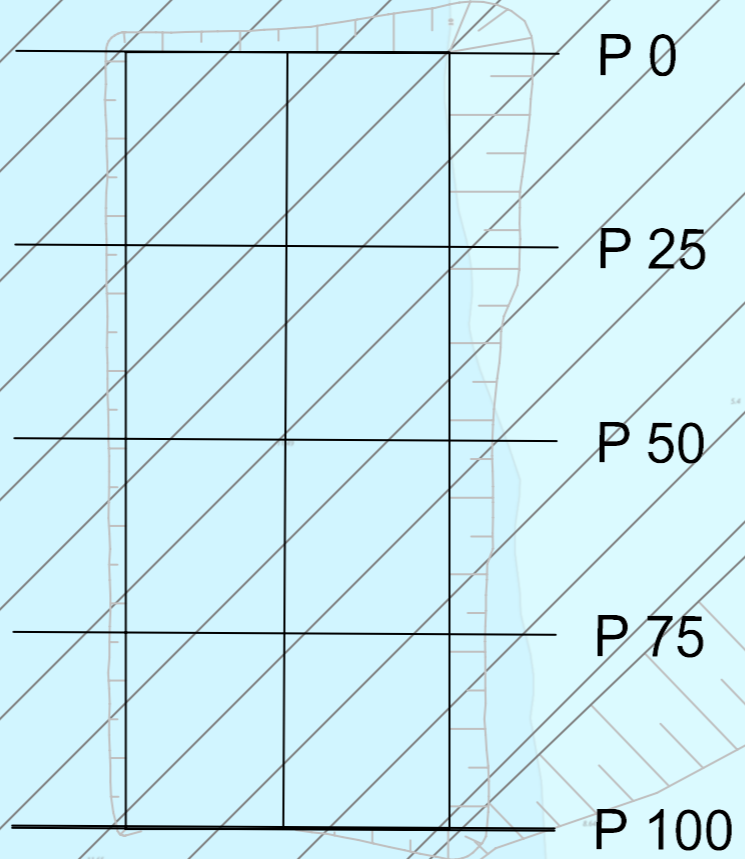


### Forklaring

- Opprinnelig sjøbunn
- Sjøbunn før mudring
- Sjøbunn etter mudring

Mudringsvolum: 500 m<sup>3</sup>  
Sedimentering/avvik: 250 m<sup>3</sup>

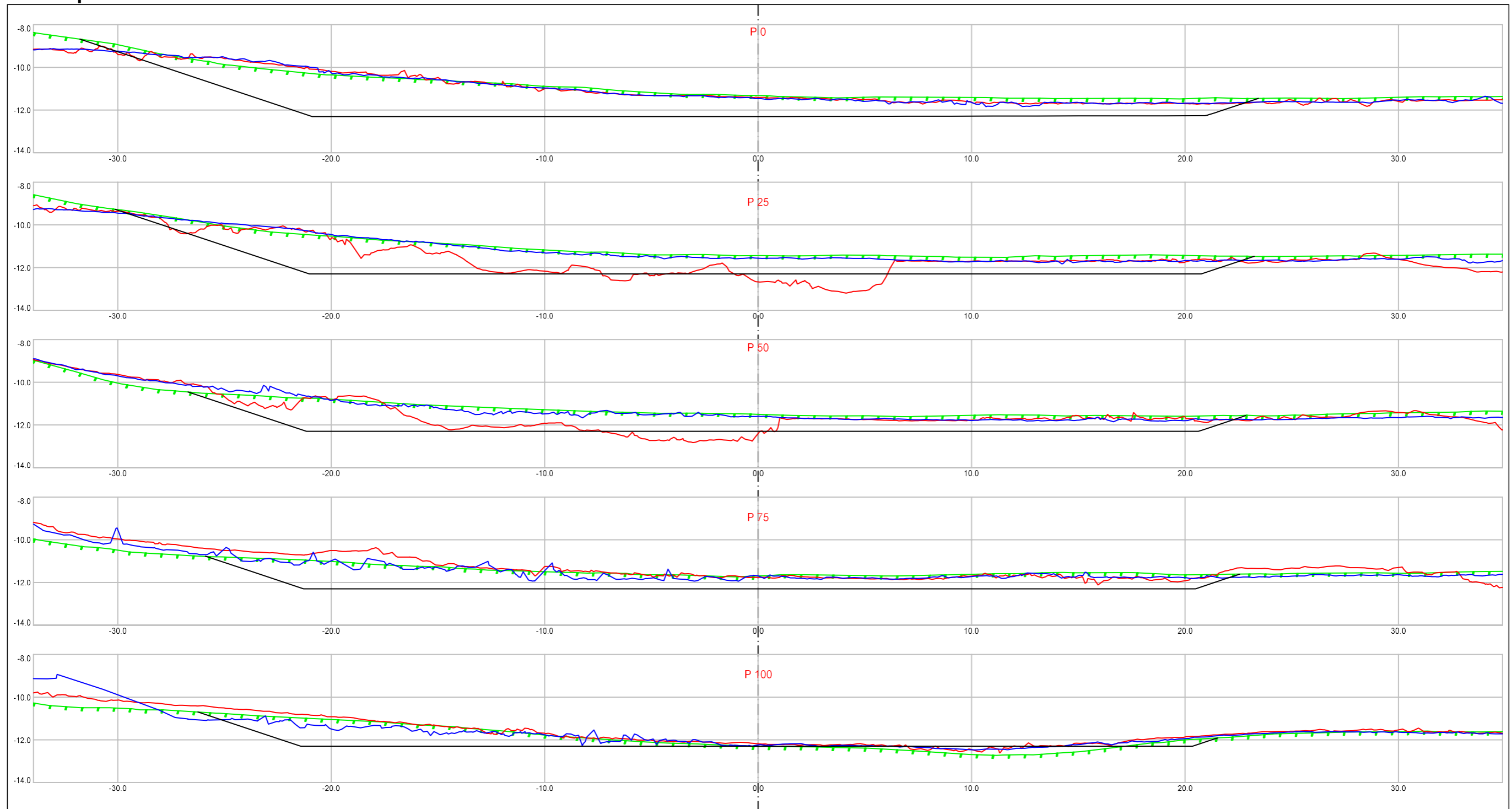
Netto mudringsvolum: 250 m<sup>3</sup>



Revisjon	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet	Fagkontroll	Godkjort
Dette dokumentet er utarbeidet av Norconsult AS som del av det oppdraget som fremgår nedenfor. Opphavsretten tilhører Norconsult AS. Dokumentet må bare benyttes til det formål som oppdragsavtalen beskriver, og må ikke kopieres eller gjøres tilgjengelig på annen måte eller i større utstrekning enn formålet tilsier.					
<b>Kystverket</b>					Målestokk Tegningsformat
Innseiling Borg havn					1:500
Plan					
Prøvemudring Midt etter justering					
Norconsult 		Oppdragsnummer	Tegningsnummer	Revisjon	
		52201803			

# Prøvemudringsfelt Midt etter justering

## Tverrprofiler



### Forklaring

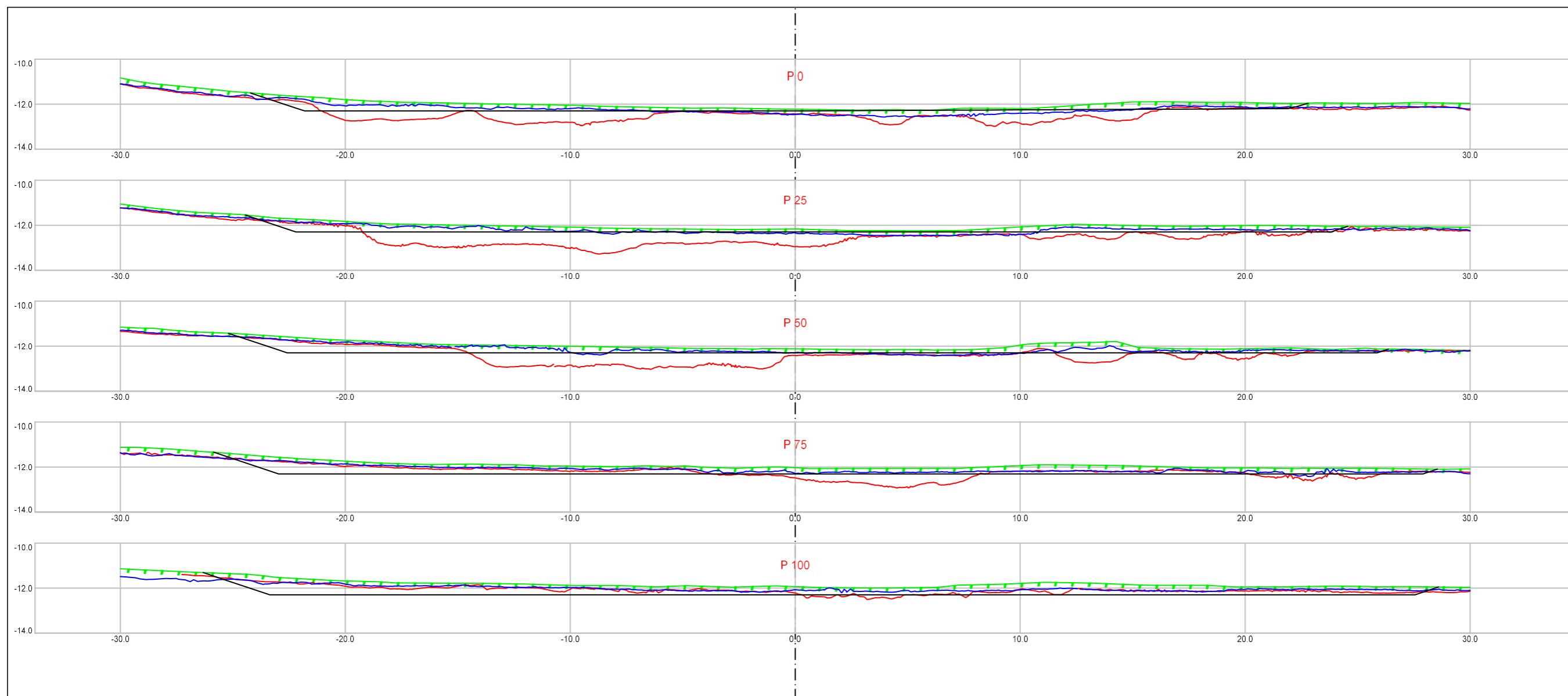
- Opprinnelig sjobunn
- Sjobunn for mudring
- Sjobunn etter mudring

Mudringsvolum: 990 m<sup>3</sup>  
Sedimentering/avvik: 340 m<sup>3</sup>  
Netto mudringsvolum: 650 m<sup>3</sup>



# Prøvemudringsfelt Sør

## Tverrprofiler



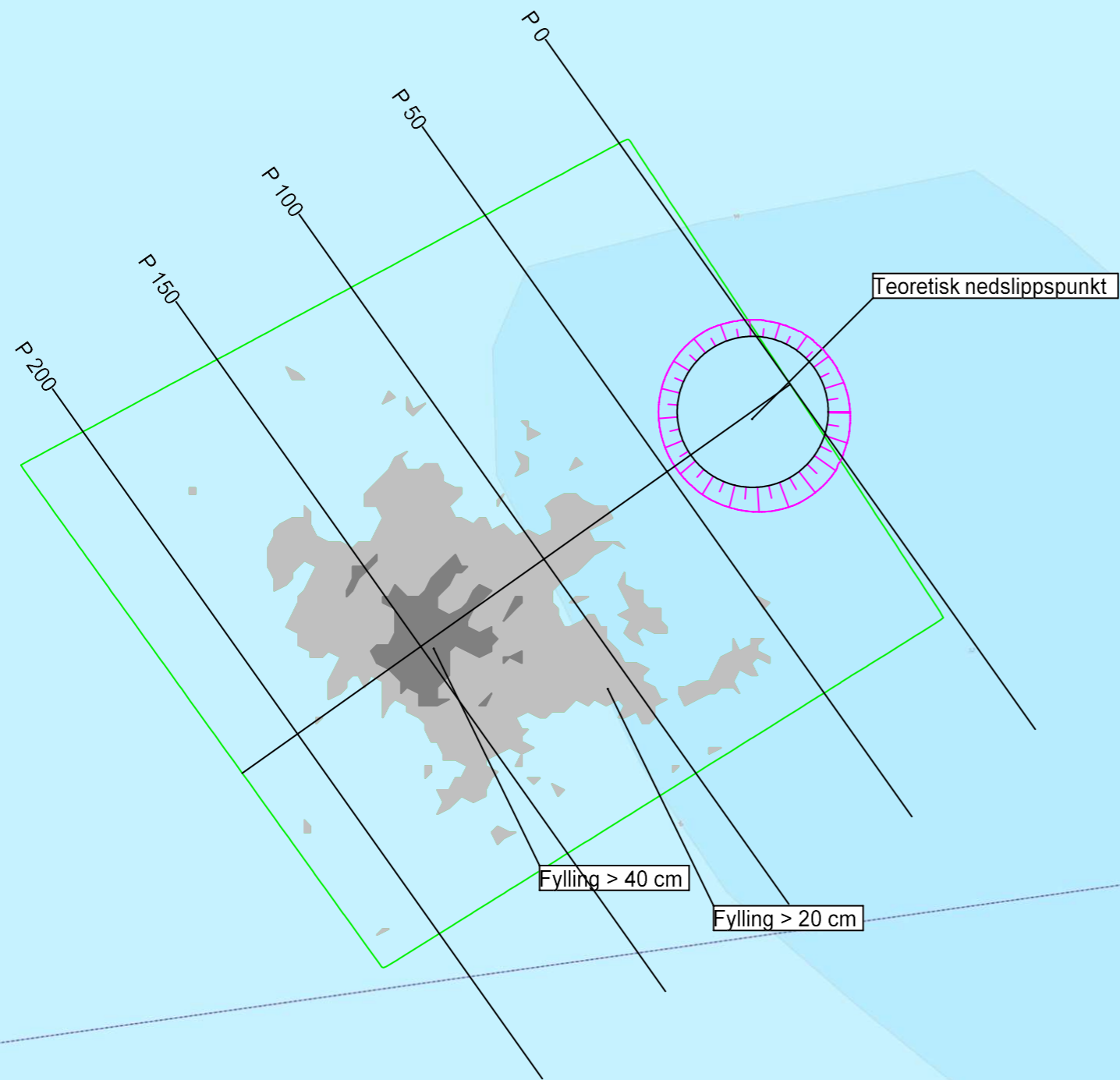
### Forklaring

- Opprinnelig sjobunn
- Sjobunn for mudring
- Sjobunn etter mudring

Mudringsvolum: 1020 m<sup>3</sup>  
Sedimentering/avvik: 40 m<sup>3</sup>

Netto mudringsvolum: 980 m<sup>3</sup>

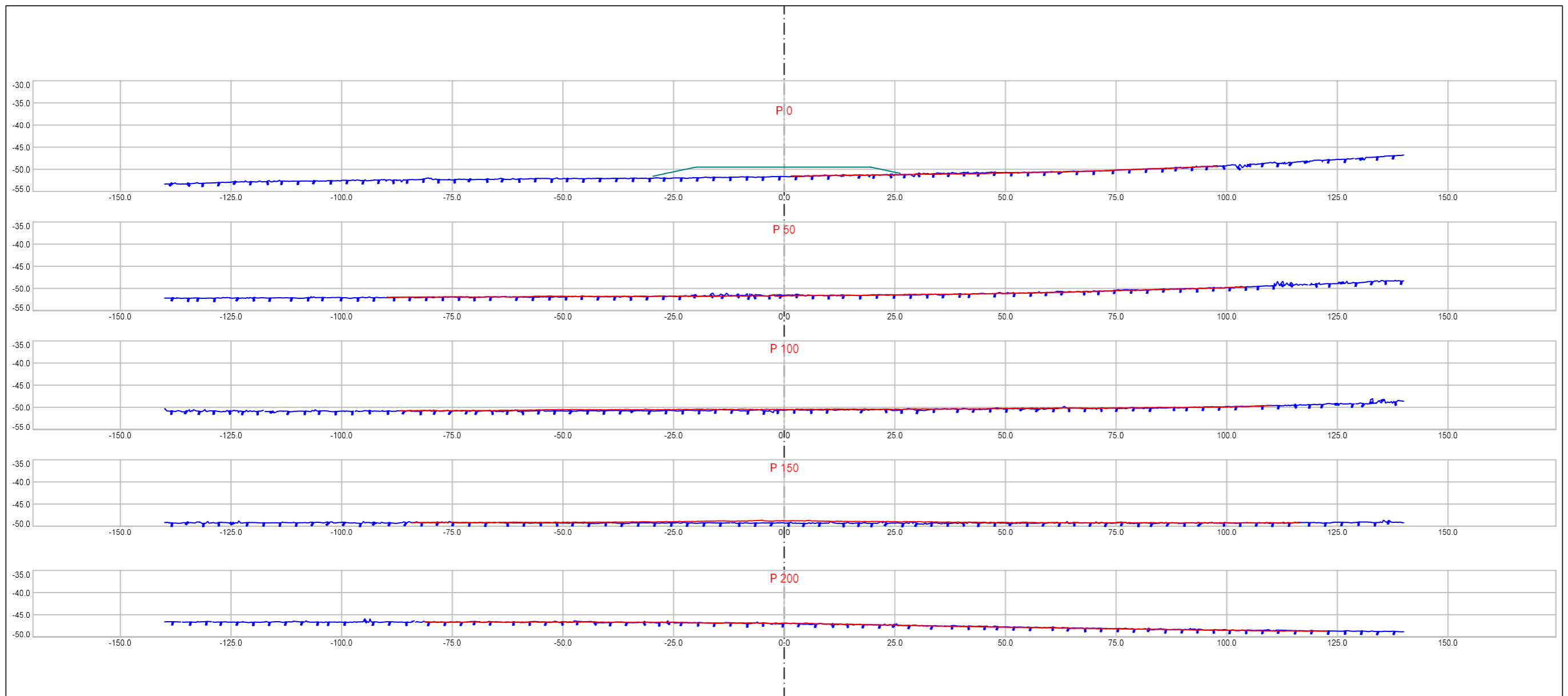




Revisjon	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet	Fagkontroll	Godkjort
Dette dokumentet er utarbeidet av Norconsult AS som del av det oppdraget som fremgår nedenfor. Opphavsretten tilhører Norconsult AS. Dokumentet må bare benyttes til det formål som oppdragsavtalen beskriver, og må ikke kopieres eller gjøres tilgjengelig på annen måte eller i større utstrekning enn formålet tilsier.					
<b>Kystverket</b>					Målestokk Tegningsformat
Innseiling Borg havn					1:1000
Plan					
Prøvemudring - Deponi Svaleskjær					
Norconsult 		Oppdragsnummer	Tegningsnummer	Revisjon	
		52201803			

# Deponi Svaleskjær

## Tverrprofiler



Deponi	
	Sjøbunn for deponering
	Sjøbunn etter deponering

Fyllingsvolum: 3940 m<sup>3</sup>  
Fylling > 20 cm: 740 m<sup>3</sup>  
Spredning av masser/avvik: 1080 m<sup>3</sup>  
Netto fyllingsvolum: 2860 m<sup>3</sup>

# Vedlegg B

## SKIPSLOGG ENTREPRENØR

### Innhold

**B1 Skipslogg entreprenør**

**2**

## B1 Skipslogg entreprenør

Dato	Område	Tid start	Tid stopp	Utstyr/aktivitet	Anslag volum mudret (kbm)	Anslag volum deponert (kbm)	Lastet i/ur	Kommentar
07.11.2022	Nord	11:48	14:05	Åpen skuff	150		Romlekter	<i>Relativt faste masse</i>
07.11.2022	Nord	14:05	18:00	Skuff med lokk	100		Romlekter	<i>Mye overfylling av skuffe, lokket fungerer ikke så bra</i>
07.11.2022	Kai	19:17	00:00	Omlastning		250	Fra lekter til lastebil	<i>3 biler ble ikke innveid hos Frevar uten gikk til Nes miljøpark.</i>
08.11.2022	Nord	11:28	13:10	Grabb	50		Romlekter	<i>Mye Venting på skipstrafikk hard masser og mye strøm med vanskelig med grabb</i>
08.11.2022	Nord	13:10	17:30	Åpen skuffe	300		Romlekter	<i>funka mye beder med åpen skuffe</i>
08.11.2022	kai	20:06	00:00	Omlastning		350	Fra lekter til lastebil	<i>levert på Frevar</i>
09.11.2022	Nord	10:38	13:38	åpen skuffe	350		Romlekter	<i>kort tid med mudring grunnet båt trafikk (soyabåten) god kapasitet på Åpen skuffe</i>
09.11.2022	Kai	14:30	19:00	Omlastning		350	Fra lekter til lastebil	<i>3 biler til Frevar</i>
10.11.2022	Midt felt	10:27	13:16	åpen skuffe	200		Romlekter	<i>mye strøm og vann fra Glomma</i>
10.11.2022	Midt felt	13:16	15:56	skuffe med lokk	100		Romlekter	<i>skuffe størelsen er noe mindre een åpen skuffe dette gjør noe med kapasiteten</i>
10.11.2022	Midt felt	15:56	17:30	grabb	50		Romlekter	<i>Løsere masser gikk bedre å bruke grabb i midt feltet</i>
10.11.2022	Kai	18:00	22:00	Omlastning		350	Fra lekter til lastebil	<i>Levert på Frevar</i>
11.11.2022	Midt felt	13:27	16:46	åpen skuffe	300		Romlekter	<i>mye venting på grunn av lg til nytt felt. Mye strøm /bølger og 9-12 ms Vind</i>
11.11.2022	Kai	16:46	20:45	Omlastning		300	Fra lekter til lastebil	<i>3 biler til Frevar</i>
12.11.2022	Midt felt	07:59	12:41	åpen skuffe	350		Romlekter	<i>fine værforhold og fint vær lekter var full /motering av moringer med Arena metighet 1 m</i>
12.11.2022	Kai	16:02	20:03	Omlastning		350	Fra lekter til lastebil	<i>3 biler til Frevar</i>
23.11.2022								<i>Søndag, ikke noe arbeid</i>
14.11.2022	svaleskjær	07:00	19:00	Rigg			Arena	<i>Rigging av rør til deponi og rengjøring av lektere.</i>
15.11.2022	felt syd	08:10	14:25	skuffe med lokk	100		Arena	<i>løsere masser måtte midre metighet 0.3-0.5m venting pga bording av neptun network</i>
15.11.2022	Deponi	15:50	17:00	Deponering		100	Arena	<i>Tilkopling av rør samt Første prøvedeponering i sjø</i>

Dato	Område	Tid start	Tid stopp	Utstyr/aktivitet	Anslag volum mudret (kbm)	Anslag volum deponert (kbm)	Lastet i/ur	Kommentar
15.11.2022	svalaskjær	17:00	19:00	Rigg			Arena	frakobling av rør samt ankomst Øra Kai
16.11.2022	Felt syd	08:39	11:00	åpen skuffe	150		romlekter	fikk høyverdi på turbiditetsmåling mye løserer metighet 0,3-0,5 m
16.11.2022	Felt syd	11:52	13:11	åpen skuffe	100		romlekter	venting på grunn av stor båt kom til Kai
16.11.2022	Felt syd	13:11	17:00	skuffe med lokk	100		Romlekter	Full lekter byttet til splitlekter
16.11.2022	Felt syd	17:00	18:30	Skuffe med lokk	80		Splitlekter	Byttet over til split lekter løse masser og lite metighet 0,3-0,5 m
17.11.2022	Felt syd	09:50	15:37	Grabb	200		Spilitlekter	Løserer massere gikk mye greier med grabb her metighet 0,3-0,5 m
17.11.2022	Felt syd	15:37	18:45	Åpen skuffe	170		Arena	lasting av Arena løse masser
18.11.2022	svalaskjær	07:50	08:40	Rigg			Arena	Avgang Øra kai til svalaskjær Spillekter
18.11.2022	svalaskjær	08:40	09:50	Rigg			Arena	Rigg for pumping kobling av Rør
18.11.2022	svalaskjær	09:50	11:50	Deponering			Arena	start puming stoppet grunnet myr flis/treverk i lasta
18.11.2022	svalaskjær	11:50	14:30	Deponering			Arena	måtte stoppe pga høy turbiditet
18.11.2022	svalaskjær	16:00	17:00	Deponering		350	Arena	Startet kl 16 00 måtte stoppe kl 1700 pga høy turibitet
18.11.2022	svalaskjær	17:00	19:00	Rigg			Arena	nedrigg og kjørt til øra kai
19.11.2022								Lørdag, ikke noe arbeid
20.11.2022								Søndag, ikke noe arbeid
21.11.2022								Mandag, ikke noe arbeid
22.11.2022	Kai	07:00	19:00	Rigg			Arena	Tirsdag, forberedelse deponering
23.11.2022	svalaskjær	07:30	08:15	Rigg			Arena	avgang kai til deponi
23.11.2022	svalaskjær	08:15	09:30	Rigg			Arena	kobling av rør
23.11.2022	svalaskjær	09:50	10:45	Deponering			Arena	start pumping gikk tett kl 10:45 tømte først Arena ca 100 m3 før vi begynte med Romlekter
23.11.2022	svalaskjær	10:50	13:30	Deponering			Arena	start pumping måtte stoppe pga bøye røk ved nedføringsrør
23.11.2022	svalaskjær	13:50	15:50	Deponering		450	Arena	start pumping ferdig med tømning av lekter og Arena kl 15:50
23.11.2022	svalaskjær	16:00	18:15	Rigg			Arena	fra kobling av rør og lakt til Kai Øra
SUM					2850	2850		

# Vedlegg C

STØYRAPPORT, BREKKE & STRAND  
AKUSTIKK AS

# Kystverket - Innseiling Borg Havn

Resultater fra støymålinger under prøvemudring november 2022

Kunde: NGI

---

Oppdragsnr:	41167-00	Dokumentnr:	AKU - 03
Revisjon:	AA	Revisjonsdato:	22. desember 2022
Oppdragsansvarlig:	Knut Haugen	Utarbeidet av:	Knut Haugen
		Kontrollert av:	Anders Utne Krogvig

---

IT arkiv: AKU03 N221222 Kystverket - Innseiling Borg, Målinger av støynivå under prøvemudring november 2022

## Angående:

Brekke & Strand akustikk AS har utført målinger av støynivå ved prøvemudringsarbeider utført i prosjekt Innseiling Borg Havn. Målingene ble utført ved to datoer i november 2022.

## Maskiner og utstyr benyttet under prøvemudringen

### Graveflåte med gravemaskin for mudring

Gravemaskin av type Volvo EC480 EL, år 2017, vekt 56410 kg, Motoreffekt 278 kW, lydeffektnivå LwA 106 dB

Ble benyttet ikke motoriserte lektere (ikke på bildet) som ble flyttet med taubåt.



### Pumpebåt til deponering

Båt med pumpe i bunn av båten.

Vannkanon på dekk benyttes ved aktiv deponering.

Pumpe av type IHC Holland 110-20-40 WA.150, vekt 4810 kg, 165 kW, turtall 5,3 rps, trykkoppsetning 2,2 bar.



## Målinger 14. november 2022

Ved målingene den 14. november ble det gjort orienterende målinger av bakgrunnsstøynivå ved 3 måleposisjoner uten aktivitet av maskiner og utstyr til prøvemudringen. Det er ikke gjort noen filtrering av støyhendelser. 90-persentilen er det støynivået som overskrides i 10% av tiden og kan ansees å være representativt for det jevne bakgrunnsstøynivået under målingen.



Figur 1 - Måleposisjoner målinger 14. november 2022

Tabell 1 – Måleresultater oppsummert målinger 14. november 2022. Bakgrunnsstøy- ikke mudringsarbeider.

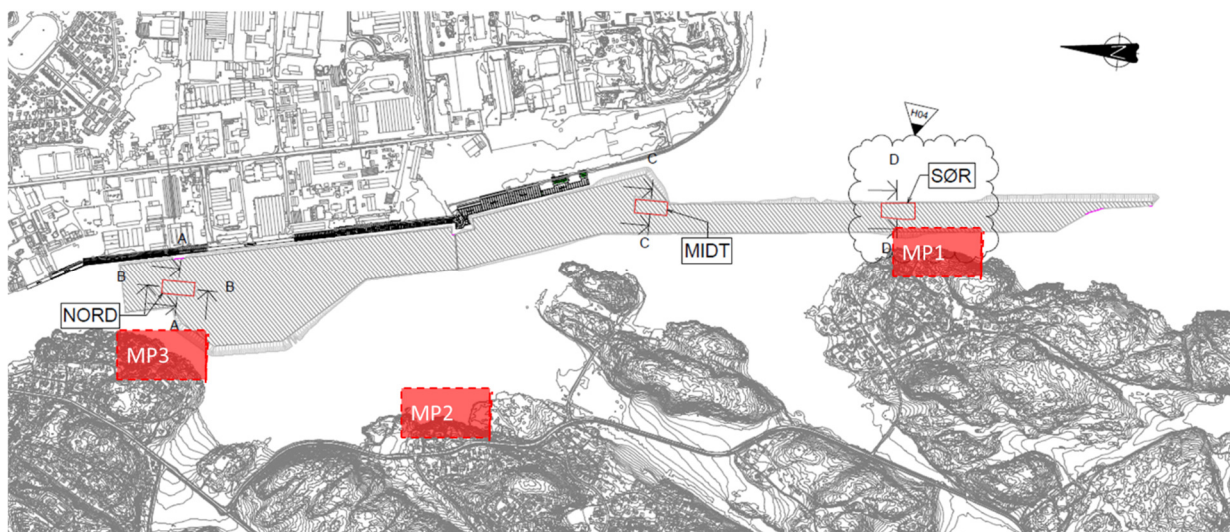
#	Målepunkt	klokkeslett	L <sub>Aeq</sub> (dB)	L <sub>A,50-perc</sub> (dB)	L <sub>A,90-perc</sub> (dB)	L <sub>A,95-perc</sub> (dB)
1	Fortveien 11	14:02:12 – 15:52:02	54	50	<b>46</b>	46
2	Barkedalen (korttidsmåling)	16:16:16 – 16:21:34	53	52	<b>49</b>	48
3	Mølleroddveien 13B (korttidsmåling)	16:31:18 – 16:37:12	47	45	<b>44</b>	44



## Målinger 17. november 2022

Den 17. november ble det utført lyd- og støymålinger fra målepunkt på land i Fortveien 11 (målepunkt 1 ved lokasjonen SØR på figuren nedenfor). Avstand til fra båtene til målepunktet anslås til 80-120 m. Målingene ble utført i en periode med og uten aktiv graving. Pumpebåt lå ved siden av graveflåten. Pumpebåt hadde hjelpemaskineri i drift og målt lydnivå må derfor ansees å være sum av både mudring og hjelpemaskineri til pumpebåt.

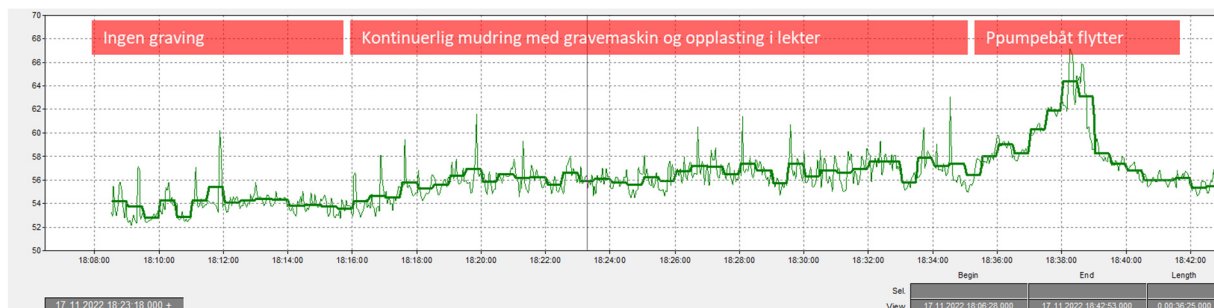
I tillegg til målingene i Fortveien ble det også gjort samme type målinger som den 14. november med orienterende målinger av bakgrunnsstøynivå ved de to måleposisjonene i Fuglevikbukta (målepunkt 2 og 3).



Figur 2 - Måleposisjoner målinger 17. november 2022

Tabell 2 – Måleresultater oppsummert målinger 17. november 2022. Mudringsarbeider utenfor målepunkt 1. Ingen mudringsarbeider i målepunkt 2 og 3.

#	Målepunkt	klokkeslett	L <sub>Aeq</sub> (dB)	L <sub>A,50-perc</sub> (dB)	L <sub>A,90-perc</sub> (dB)	L <sub>A,95-perc</sub> (dB)
1	Fortveien 11	18:08 – 18:16. Før graving. 18:16 – 18:35. Aktiv graving	54 57	-	-	-
2	Barkedalen	19:43:22 – 19:46:29	52	52	50	50
3	Mølleroddveien 13B	19:33:12 – 19:35:42	47	46	45	44



Figur 3 - Tidsforløp av målt lydnivå i målepunkt 1 (Fortveien 11) ca 100 m avstand fra mudringsflåte og pumpebåt (A-veid lydtryknivå med integrasjonstid tynn graf= 3 sekunder og tykk graf = 30 sekunder).

## Vurdering

Fra målingene den 17. november beregnes et lydeffektnivå  $L_{WA}$  105 dB, basert på en avstand på 100 m mellom målepunktet på land og støykilde. Lydeffektnivået er for støyende aktivitet med aktiv gravemudring og hjelpemaskineri til pumpebåt. Målt lydnivå stemmer godt overens med det som er lagt til grunn i beregningene som er gjort for prosjektet tidligere, se støypregoser for «normalt» støyende utstyr i tidligere utsendte rapporter fra Brekke & Strand akustikk as; rapport AKU01<sup>1</sup> og AKU02<sup>2</sup>.

## Vedlegg:

Bilder fra målingene

---

<sup>1</sup> Rapport AKU01 fra Brekke & Strand Akustikk as, datert 29. april 2022: *AKU01 R220429 Kystverket - Innseiling Borg, Støy fra mudringsarbeider til boliger og rekreasjonsområder*

<sup>2</sup> Rapport AKU02 fra Brekke & Strand Akustikk as, datert 29. april 2022: *AKU02 N220429 Kystverket - Innseiling Borg, Støy fra mudringsarbeider til naturmiljø*

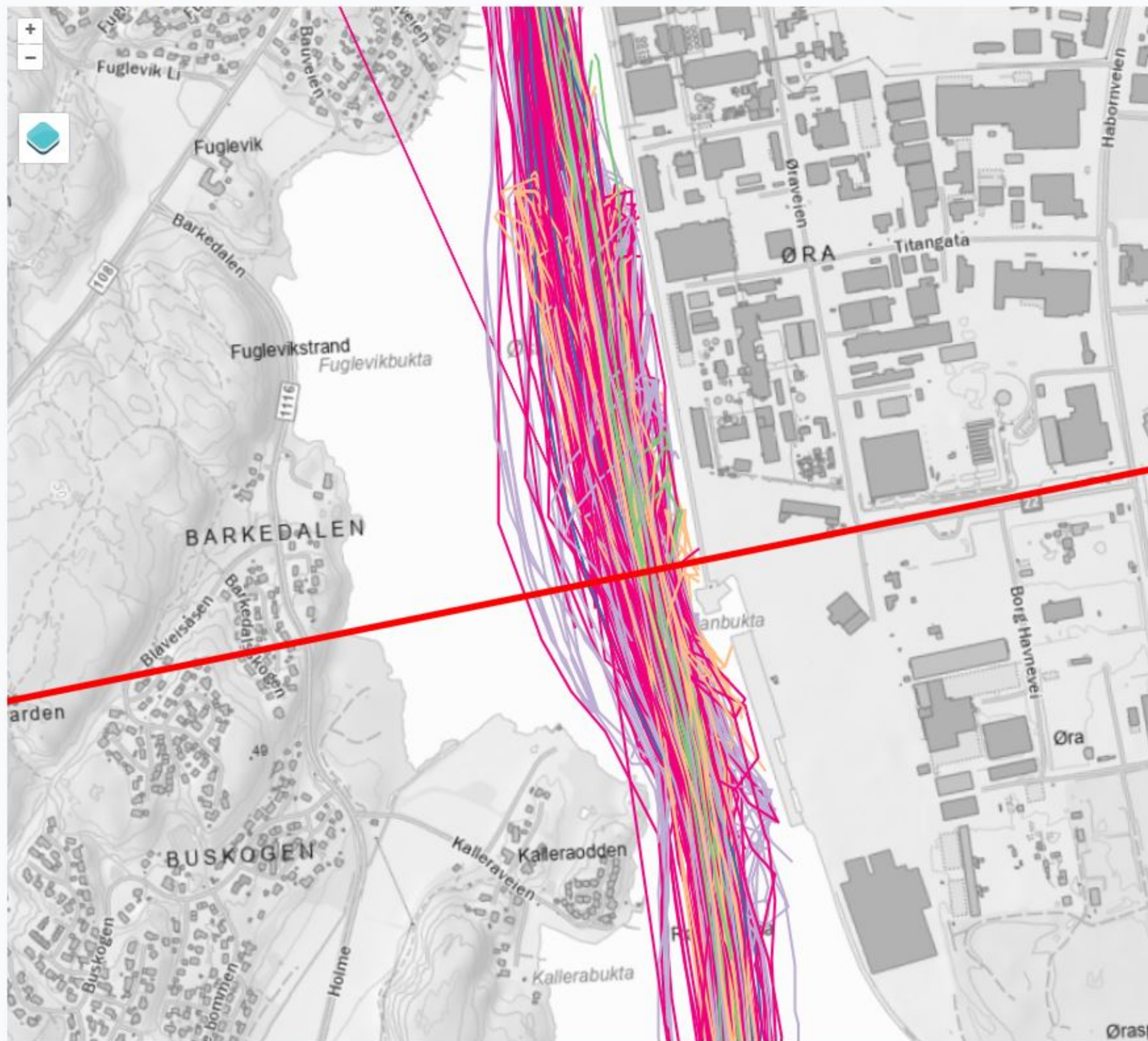
Bilder fra målinger



# Vedlegg D

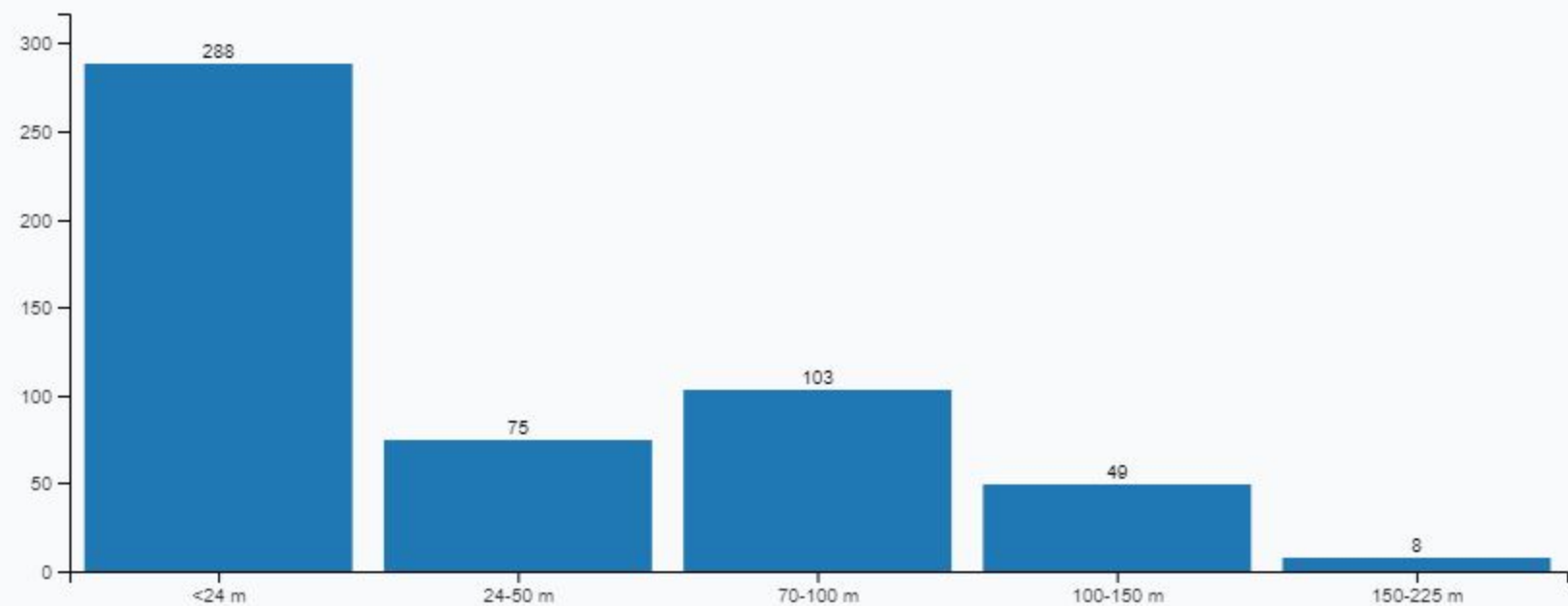
SKIPSANLØP

## Passeringer (viser inntil 5 000)



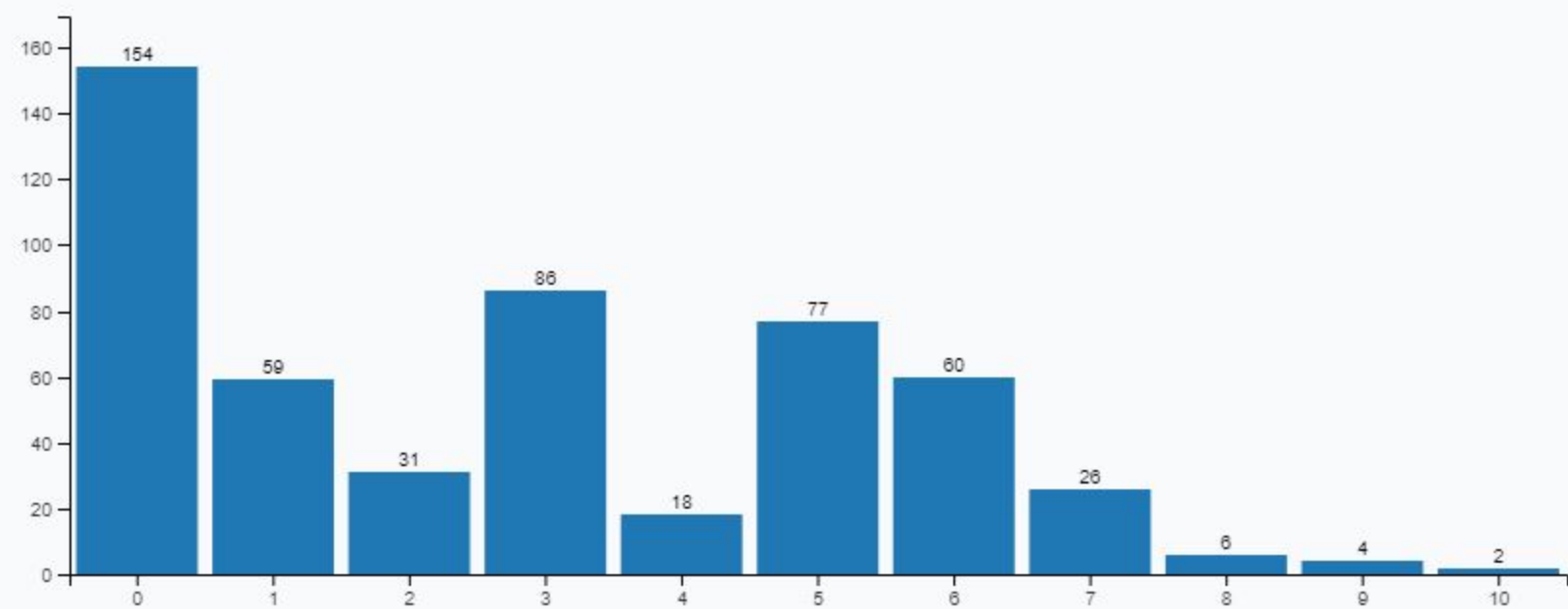
VISIGJEM RETNINGSPILER • LAST NED PASSERINGSLINJE (GEOJSON) • LAST NED DATA (GEOJSON) • FULLSKJERM • LAST NED PNG

## Passeringer etter lengdegruppe



TILBAKESTILL • LAST NED SVG • PNG • JPG • LAST NED DATA • TEGNFORKLARING

## Passeringer etter draft



TILBAKESTILL • LAST NED SVG • PNG • JPG • LAST NED DATA • TEGNFORKLARING

MMSI#	IMO#	Kallesignal	Skipsnavn	Passeringer	Tidspunkt (UTC)	Skipstype	BT	DWT	L	B	H	D	Land
230684000	8820858	OJCW	TRANSPORTER		1 07.11.2022 07:15	Ro-Ro Cargo Ship	6620	5387	122		19	32.4000015	6.36299992 FINLAND
230684000	8820858	OJCW	TRANSPORTER		1 07.11.2022 13:01	Ro-Ro Cargo Ship	6620	5387	122		19	32.4000015	6.36299992 FINLAND
231837000	8719114	OZ2147	HAV SKANDIC		1 07.11.2022 20:25	General Cargo Ship	2026	3090	74.6500015	12.6999998		26.5	6.0999999 FÆRØYENE
231837000	8719114	OZ2147	HAV SKANDIC		1 07.11.2022 20:40	General Cargo Ship	2026	3090	74.6500015	12.6999998		26.5	6.0999999 FÆRØYENE
246878000	9617698	PCQG	CORAL ENERGY		1 08.11.2022 05:19	LNG Tanker	13501	12344	155.639999	22.7000008	37.9099998		8.19999981 NEDERLAND
209210000	9174086	5BXU4	MOZART		1 08.11.2022 08:16	Chemical/Products Tanker	2195	3079	93.9899979		12.5	0	4.6500001 KYPROS
266472000	9310317	SGOX	LEXUS		1 08.11.2022 09:16	Chemical/Products Tanker	2947	4320	87.8199997	13.3500004	31.3999996		6.5999999 SVERIGE
246878000	9617698	PCQG	CORAL ENERGY		1 08.11.2022 15:16	LNG Tanker	13501	12344	155.639999	22.7000008	37.9099998		8.19999981 NEDERLAND
257374000	9186352	LALS5	LATANA		1 08.11.2022 16:15	Chemical/Products Tanker	9960	15990	140.199997		22	0	8.75 NORGE
244085000	9112870	TCA7363	DUTCH SPIRIT		1 08.11.2022 17:40	Chemical/Products Tanker	3419	4442	99.8700027		17	27.3999996	5.51399994 TYRKIA
259101000	8805602	LAPA8	LINK STAR		1 08.11.2022 18:44	Ro-Ro Cargo Ship	5627	4453	107.449997	17.2000008		0	6.05000019 NORGE
259101000	8805602	LAPA8	LINK STAR		1 09.11.2022 03:22	Ro-Ro Cargo Ship	5627	4453	107.449997	17.2000008		0	6.05000019 NORGE
209239000	9006277	5BYE4	RIX STAR		1 09.11.2022 05:31	General Cargo Ship	2450	3710	87.8590012	12.8000002		0	5.46799994 KYPROS
244085000	9112870	TCA7363	DUTCH SPIRIT		1 09.11.2022 07:20	Chemical/Products Tanker	3419	4442	99.8700027		17	27.3999996	5.51399994 TYRKIA
209210000	9174086	5BXU4	MOZART		1 09.11.2022 08:30	Chemical/Products Tanker	2195	3079	93.9899979		12.5	0	4.6500001 KYPROS
314019000	9222429	8PLQ	WILSON ALSTER		2 09.11.2022 08:43	General Cargo Ship	1550	2500	82.5	10.8999996		0	4.69999981 BARBADOS
257374000	9186352	LALS5	LATANA		1 09.11.2022 11:27	Chemical/Products Tanker	9960	15990	140.199997		22	0	8.75 NORGE
244859000	9817171	PCIT	THUN EQUALITY		1 09.11.2022 13:42	Chemical/Products Tanker	4923	7999	114.949997	15.8699999	29.3099995		6.94999981 NEDERLAND
566377000	9464027	9V9405	BENJAMAS NAREE		1 09.11.2022 14:31	Bulk Carrier	23670	33780	182.5		29	0	10.2299995 SINGAPORE
231123000	9433456	OZ2171	SELFOSS		1 09.11.2022 23:58	Container Ship (Fully Cellular)	7464	8166	129.600006	20.6000004		0	7.4000001 FÆRØYENE
231123000	9433456	OZ2171	SELFOSS		1 10.11.2022 00:16	Container Ship (Fully Cellular)	7464	8166	129.600006	20.6000004		0	7.4000001 FÆRØYENE
211839040	9120102	DGDZ2	PAULIN-B		1 10.11.2022 00:31	General Cargo Ship	1546	2335	84.9499969	10.6999998		0	4.13999987 TYSKLAND
244859000	9817171	PCIT	THUN EQUALITY		1 10.11.2022 02:00	Chemical/Products Tanker	4923	7999	114.949997	15.8699999	29.3099995		6.94999981 NEDERLAND
245029000	9201970	PBJC	WESTEWIND		1 10.11.2022 12:12	General Cargo Ship	2080	2815	88.9499969	12.3999996		0	4.3499999 NEDERLAND
266472000	9310317	SGOX	LEXUS		1 10.11.2022 16:30	Chemical/Products Tanker	2947	4320	87.8199997	13.3500004	31.3999996		6.5999999 SVERIGE
218816000	9333345	DFGL2	BEATE		1 10.11.2022 21:01	Container Ship (Fully Cellular)	9981	11269	134.440002		22.5	0	0 TYSKLAND
218816000	9333345	DFGL2	BEATE		1 10.11.2022 21:16	Container Ship (Fully Cellular)	9981	11269	134.440002		22.5	0	0 TYSKLAND
209239000	9006277	5BYE4	RIX STAR		1 11.11.2022 01:15	General Cargo Ship	2450	3710	87.8590012	12.8000002		0	5.46799994 KYPROS
209239000	9006277	5BYE4	RIX STAR		1 11.11.2022 01:46	General Cargo Ship	2450	3710	87.8590012	12.8000002		0	5.46799994 KYPROS
236342000	9297228	ZDHP4	KEY MARIN		1 11.11.2022 09:00	Chemical/Products Tanker	2262	3450	88.4199982		13	29	5.94999981 GIBRALTAR
259030000	9430997	LAMZ8	WILSON NORFOLK		1 11.11.2022 09:15	General Cargo Ship	6118	8313	123.040001		16.5	0	7.4000001 NORGE
209239000	9006277	5BYE4	RIX STAR		1 11.11.2022 19:23	General Cargo Ship	2450	3710	87.8590012	12.8000002		0	5.46799994 KYPROS
236342000	9297228	ZDHP4	KEY MARIN		1 12.11.2022 08:30	Chemical/Products Tanker	2262	3450	88.4199982		13	29	5.94999981 GIBRALTAR
258279000	8633152	LLMD	SAGASUND		1 12.11.2022 09:19	Passenger Ship	257	35.1599998		7.21999979		0	0 NORGE
259030000	9430997	LAMZ8	WILSON NORFOLK		1 12.11.2022 11:55	General Cargo Ship	6118	8313	123.040001		16.5	0	7.4000001 NORGE
258279000	8633152	LLMD	SAGASUND		1 12.11.2022 14:45	Passenger Ship	257	35.1599998		7.21999979		0	0 NORGE
258279000	8633152	LLMD	SAGASUND		1 12.11.2022 15:21	Passenger Ship	257	35.1599998		7.21999979		0	0 NORGE
245088000	9299501	PHAS	ENERGIZER		1 12.11.2022 16:05	Container Ship (Fully Cellular)	7642	9500	134.649994		21.5	7	0 NEDERLAND
245088000	9299501	PHAS	ENERGIZER		1 12.11.2022 16:20	Container Ship (Fully Cellular)	7642	9500	134.649994		21.5	7	0 NEDERLAND
255805881	8324737	CQYB	NAVITA		1 12.11.2022 19:00	General Cargo Ship	3329	5018	98.6500015	15.4499998		0	6.13399982 PORTUGAL
255806229	9392640	CQA03	ORAMALIA		1 13.11.2022 01:46	Chemical/Products Tanker	3933	6863	103		16	0	7.01000023 PORTUGAL
266436000	9769128	SCDL	CORALIUS		1 13.11.2022 08:38	LNG Tanker	5921	3077	99.5999985	17.8400002		35	5.71000004 SVERIGE
257230500	8416841	LNOW	HYDROGRAF		1 13.11.2022 10:16	Buoy & Lighthouse Tender	642	454	43.8199997	10.0100002		0	4.07999992 NORGE
255806229	9392640	CQA03	ORAMALIA		1 14.11.2022 02:37	Chemical/Products Tanker	3933	6863	103		16	0	7.01000023 PORTUGAL
566377000	9464027	9V9405	BENJAMAS NAREE		1 14.11.2022 07:03	Bulk Carrier	23670	33780	182.5		29	0	10.2299995 SINGAPORE
210445000	9200081	5BXX2	KAPRIFOL		1 14.11.2022 08:00	Chemical/Products Tanker	1845	2802	89.3700027	12.1999998		0	5.0999999 KYPROS
230684000	8820858	OJCW	TRANSPORTER		1 14.11.2022 09:01	Ro-Ro Cargo Ship	6620	5387	122		19	32.4000015	6.36299992 FINLAND
255805881	8324737	CQYB	NAVITA		1 14.11.2022 13:00	General Cargo Ship	3329	5018	98.6500015	15.4499998		0	6.13399982 PORTUGAL
230684000	8820858	OJCW	TRANSPORTER		1 14.11.2022 13:25	Ro-Ro Cargo Ship	6620	5387	122		19	32.4000015	6.36299992 FINLAND
231856000	9280706	OZ2196	HAV NORDLANDIA		1 14.11.2022 15:17	General Cargo Ship	2461	3710	87.8300018	12.8000002		24	5.48999977 FÆRØYENE
231856000	9280706	OZ2196	HAV NORDLANDIA		1 14.11.2022 15:32	General Cargo Ship	2461	3710	87.8300018	12.8000002		24	5.48999977 FÆRØYENE
266436000	9769128	SCDL	CORALIUS		1 14.11.2022 17:08	LNG Tanker	5921	3077	99.5999985	17.8400002		35	5.71000004 SVERIGE
305210000	9057226	V2PU4	FEED HALTEN		1 14.11.2022 18:31	General Cargo Ship	1999	3186	81.1999969	12.3000002		0	5.19999981 ANTIGUA OG BARBUDA
255806522	9301603	CQEY7	SEELAND		1 14.11.2022 19:45	General Cargo Ship	5257	7064	117.339996		16.5	0	6 PORTUGAL
218805000	9265665	DDHP2	MILLERNTOR		1 15.11.2022 05:15	General Cargo Ship	3152	4352	89.9800034	15.1999998		31.5	5.32000017 UKJENT LAND
210445000	9200081	5BXX2	KAPRIFOL		1 15.11.2022 08:15	Chemical/Products Tanker	1845	2802	89.3700027	12.1999998		0	5.0999999 KYPROS
259255000	9100188	LAZ57	TITRAN		1 15.11.2022 14:42	General Cargo Ship	2744	4775	89	13.1700001		27	6.09499979 NORGE
305210000	9057226	V2PU4	FEED HALTEN		1 15.11.2022 16:20	General Cargo Ship	1999	3186	81.1999969	12.3000002		0	5.19999981 ANTIGUA OG BARBUDA
229288000	8911736	9HA3206	SC AHTELA		1 15.11.2022 22:02	Ro-Ro Cargo Ship	8610	6700	139.5		19	32.4000015	6.5999999 MALTA
229288000	8911736	9HA3206	SC AHTELA		1 15.11.2022 22:17	Ro-Ro Cargo Ship	8610	6700	139.5		19	32.4000015	6.5999999 MALTA
259255000	9100188	LAZ57	TITRAN		1 16.11.2022 02:44	General Cargo Ship	2744	4775	89	13.1700001		27	6.09499979 NORGE
253743000	9507362	LXVY	WILSON ALMERIA		1 16.11.2022 06:31	General Cargo Ship	2451	3586	88.2300034	12.3999996		22.5	5.13899994 LUXEMBOURG
257035870	9291705	LAEF8	FEED RANA		1 16.11.2022 07:03	General Cargo Ship	2999	4933	89.9899979		14	26.7000008	6.0999999 NORGE
258279000	8633152	LLMD	SAGASUND		1 16.11.2022 07:28	Passenger Ship	257	35.1599998		7.21999979		0	0 NORGE
220284000	9153020	OVPB2	SUECIA SEAWAYS		1 16.11.2022 10:47	Ro-Ro Cargo Ship	24613	11089	197.020004	25.2000008	46.7000008		7.5 DANMARK
220284000	9153020	OVPB2	SUECIA SEAWAYS		1 16.11.2022 11:08	Ro-Ro Cargo Ship	24613	11089	197.020004	25.2000008	46.7000008		7.5 DANMARK
255806522	9301603	CQEY7	SEELAND		1 16.11.2022 12:58	General Cargo Ship	5257	7064	117.339996		16.5	0	6 PORTUGAL
257035870	9291705	LAEF8	FEED RANA		1 16.11.2022 13:28	General Cargo Ship	2999	4933	89.9899979		14	26.7000008	6.0999999 NORGE
218805000	9265665	DDHP2	MILLERNTOR		1 16.11.2022 14:15	General Cargo Ship	3152	4352	89.9800034	15.1999998		31.5	5.32000017 UKJENT LAND
220284000	9153020	OVPB2	SUECIA SEAWAYS		2 16.11.2022 22:54	Ro-Ro Cargo Ship	24613	11089	197.020004	25.2000008	46.7000008		7.5 DANMARK
266436000	9769128	SCDL	CORALIUS		1 17.11.2022 06:02	LNG Tanker	5921	3077	99.5999985	1			

<b>Dokumentinformasjon/Document information</b>		
<b>Dokumenttittel/Document title</b> Sluttrapport prøvemudring		<b>Dokumentnr./Document no.</b> 20210741-05-R
<b>Dokumenttype/Type of document</b> Rapport / Report	<b>Oppdragsgiver/Client</b> Kystverket	<b>Dato/Date</b> 2023-02-01
<b>Rettigheter til dokumentet iht kontrakt/ Proprietary rights to the document according to contract</b> NGI		<b>Rev.nr.&amp;dato/Rev.no.&amp;date</b> 0
<b>Distribusjon/Distribution</b> BEGRENSET: Distribueres til oppdragsgiver og er tilgjengelig for NGIs ansatte / LIMITED: Distributed to client and available for NGI employees		
<b>Emneord/Keywords</b> Mudring, farled, havn		

<b>Stedfesting/Geographical information</b>	
<b>Land, fylke/Country</b> Norge, Viken	<b>Havområde/Offshore area</b>
<b>Kommune/Municipality</b> Fredrikstad	<b>Felt navn/Field name</b>
<b>Sted/Location</b> Borg Havn, Røsvikrenna	<b>Sted/Location</b>
<b>Kartblad/Map</b>	<b>Felt, blokknr./Field, Block No.</b>
<b>UTM-koordinater/UTM-coordinates</b> Sone: 32 Øst: 611,457.97 Nord: 6,562,545.35	<b>Koordinater/Coordinates</b> Projeksjon, datum: Øst: Nord:

<b>Dokumentkontroll/Document control</b> Kvalitetssikring i henhold til/Quality assurance according to NS-EN ISO9001					
<b>Rev/Rev.</b>	<b>Revisjonsgrunnlag/Reason for revision</b>	<b>Egenkontroll av/ Self review by:</b>	<b>Sidemanns-kontroll av/ Colleague review by:</b>	<b>Uavhengig kontroll av/ Independent review by:</b>	<b>Tverrfaglig kontroll av/ Inter-disciplinary review by:</b>
0	Originaldokument	2023-02-01 Mari Moseid, Maren V. Tjønneland, Espen Eek	2023-02-01 Arne Pettersen		

<b>Dokument godkjent for utsendelse/ Document approved for release</b>	<b>Dato/Date</b> 1. februar 2023	<b>Prosjektleder/Project Manager</b> Mari Moseid
--	-------------------------------------	---

NGI (Norges Geotekniske Institutt) er et internasjonalt ledende senter for forskning og rådgivning innen ingeniørrelaterte geofag. Vi tilbyr ekspertise om jord, berg og snø og deres påvirkning på miljøet, konstruksjoner og anlegg, og hvordan jord og berg kan benyttes som byggegrunn og byggemateriale.

Vi arbeider i følgende markeder: GeoMiljø – Offshore energi – Naturfare – GeoData og teknologi

NGI er en privat næringsdrivende stiftelse med kontor og laboratorier i Oslo, avdelingskontor i Trondheim og datterselskaper i Houston, Texas, USA og i Perth, Western Australia.

[www.ngi.no](http://www.ngi.no)

NGI (Norwegian Geotechnical Institute) is a leading international centre for research and consulting within the geosciences. NGI develops optimum solutions for society and offers expertise on the behaviour of soil, rock and snow and their interaction with the natural and built environment.

NGI works within the following sectors: Geotechnics and Environment – Offshore energy – Natural Hazards – GeoData and Technology.

NGI is a private foundation with office and laboratories in Oslo, a branch office in Trondheim and daughter companies in Houston, Texas, USA and in Perth, Western Australia

[www.ngi.no](http://www.ngi.no)



