



Fylkesmannen i Rogaland

Miljøvernavdelingen

SØKNAD OM TILTAK I SJØ

1. Generell informasjon:

- a) Tiltakshaver: Navn: Sandnes kommune
Adresse: Elvegata 25
E-post: amir.trtro@sandnes.kommune.no

- b) Søknaden gjelder
- | | |
|--------------------------|-------------------------------------|
| Mudring fra land | <input type="checkbox"/> |
| Mudring fra lekter/båt | <input type="checkbox"/> |
| Utfylling fra land | <input type="checkbox"/> |
| Utfylling fra lekter/båt | <input checked="" type="checkbox"/> |
| Peling i sjø | <input type="checkbox"/> |
| Sprenging i sjø | <input type="checkbox"/> |

Lokalitet:

Kommune: Sandnes	
Områdenavn: Luravika	
Gnr:69	Bnr:580
Reguleringsformål i reguleringsplan/kommuneplan (evt. dispensasjon): Reguleringsplan 2008123 (godkjent 22.11.2011) detaljreguleringsplan for Luravika.	

- c) Ansvarlig entreprenør: ennå **ikke valgt**

Søknaden skal vedlegges kart i målestokk 1:50.000 (oversikt) og 1:1000 med inntegnet areal (lengde og bredde) på området som skal mudres og/eller området der masser skal fylles ut, eventuelle prøvetakingspunkter skal avmerkes på 1:1000 kartet.

Legg også ved fotografier, dette gir en god beskrivelse av forholdene på stedet.

2. Beskrivelse av tiltaket ved mudring og/eller utfylling:

a) Angi dybde i tiltaksområdet: ___ inntil -1,00 _____ m.

b) Formål med tiltaket

Vedlikeholdsmudring (oppgi når det sist ble mudret)

1. gangsmudring

Egen brygge/båtplass

Brygge/småbåthavn for flere

Infrastruktur/kaier/havner

Legging av kabel

Annet

Utdyp/beskriv formålet med tiltaket:

Etablering av badeplass

c) Beregnet volum (med usikkerhet) av masser som skal

mudres: _____ m³ ± _____ m³

og/eller utfylles: ___360_____ m³ ± _____ m³

d) Beregnet areal som blir berørt: ___1100_____ m² ± _____ m²

e) Hvor dypt skal det mudres: _____ m

f) Angi mudrings-/utfyllingsmetode, kort beskrivelse og begrunnelse:
(f.eks. graving, gravemaskin, grabbmudring, sugemudring)

g) Planlagte avbøtende tiltak for å hindre/reducere partikkelspredning: (f.eks. bruk av siltgardin, turbiditetsmålinger med grenseverdier, fiberduk med overdekking etc.)

Siltduk

h)

Hvilken type masser skal benyttes til utfylling? (hvor stammer massene fra, hva består de av (bergart, kornfraksjon), evt. innhold av skyteledninger, etc.)

Morene masser

Antas at massene hentes fra lokale, men alt dette kan dokumenteres av
entreprenøren.

i)

Angi et tidsintervall for når tiltaket planlegges gjennomført og et estimat på varighet:

Mars-Mai

j)

Hvilke eiendommer kan bli berørt av tiltaket:

Eier:	Gnr.:	Bnr.:
Bane NOR SF	69	580

Dersom planlagt tiltak går inn på annen persons eiendom bør det vedlegges skriftlig godkjenning fra eieren om at arbeidet tillates utført.

Tilgrensende eiendommer regnes som berørte.

3. Lokale forhold:

Beskriv (gjerne på et eget ark) forholdene på lokaliteten og områdene i nærheten mht. følgende punkt. **Faglig dokumentasjon på naturtyper på land og i sjø for området kan kreves.**

a) Oseanografi: bunnforhold (kornstørrelser, innhold av organisk materiale, mv.) dybdeforhold, strøm og tidevann, etc.

b) Viktige områder for biologisk mangfold, naturtyper, rødlistearter, sjøfugl, tilknytning til verneområde etc. (søk i databasen Temakart-Rogaland)

- c) Områdets og tiltakets betydning for rekreasjon/friluftsjnteresser, kommersielt fiske, sportsfiske etc.
- d) Gyte- og oppvekstområder for fisk
- e) Eventuelle kjente kulturminner i området

f) Er du kjent med om det ligger kjente rør, kabler eller andre konstruksjoner på bunnen i området? (Merk evt. av på kartet som legges ved.)

Rør, kabler ol. ligger ikke.

4. Opplysninger om potensielle forurensningskilder:

- a) Beskriv lokaliteten/forholdene ved lokaliteten mht. forurensningstilstand samt aktive og/eller historiske forurensningskilder (f.eks. slipp, kommunalt avløp, småbåthavn, industrivirksomhet etc.).

b) Foreligger det analyser av miljøgifter i bunnsedimentene i nærområdet? (Legg ved eventuelle analyseresultater).

___det er vedlagt miljøprøvene

c)

5. Disponering av sedimentene/oppgravde masser:

Hvordan skal sedimentene/massene (inkl. stein) disponeres?

6. Behandling av andre myndigheter:

NB!

Vær oppmerksom på at denne typen saker er regulert av flere regelverk og myndigheter (se under). Disse må kontaktes på et tidlig tidspunkt for å avklare behov for eventuelle uttalelser eller tillatelser.

Kystverket, Postboks 1502, 6025 Ålesund
Til aktuell kommune v/plan- og bygningsmyndighet
Til aktuell kommune v/havnemyndighet

Fylkesmannen gir ikke tillatelser til arbeider i sjø før det avklart at tiltaket er innenfor rammen av gjeldende reguleringsbestemmelser.

Sandnes 24.11.2017

Sted og dato


Underskrift

Fra: amir.trto@sandnes.kommune.no[amir.trto@sandnes.kommune.no]

Dato: 3. nov 2017 11:59:23

Til: FM Rogaland, Postmottak

Kopi: margit.areskjold@sandnes.kommune.no

Tittel: Søknad om tiltak i sjø

Hei,

Etter en enkel opparbeidelse av nordre del av Luravika, Sandnes kommune ønsker å undersøke muligheter for å bygge/utvide badestrand i det sørlige område også. Nevnte område er tiltenkt familie og barn for vassing på grunna, bading, soling ol.

Det er ønskelig å få dette på plass til neste badesesongen. Utvidelse av det sørlige området blir lagt på en ny fylling ut mot sjøen. Tiltaket er vist på vedlagte skisseforslag og situasjonskart som viser utfyllingsområde. Det er vedlagt rapporter på strømningsanalyse, geologiske undersøkelser og miljøundersøkelser.

Området er regulert i reguleringsplan 2008123 og omsøkte tiltak er i tråd med planen. Tiltaket medfører betydelig redusert utfylling i sjø, sammenlignet med gjeldende reguleringsplanen.

I forbindelse med byggesøknad til opparbeidelse av badestrand må vi dokumentere bl.a. tillatelse fra fylkesmannen, noe som er krav stilt i reguleringsplanens § 7.1 og hvor det står følgende:

o Tillatelse fra fylkesmannen etter forurensningsforskriftens kap. 22 om mudring og dumping i sjø skal foreligge før igangsettingstillatelse kan gis.

Vi gjør oppmerksomt på at vi skal bruke eksisterende adkomsten og bygging av gang og sykkelveien er ikke aktuelt, samt at ovennevnte arbeidet skal skje fra sjøen med bruk av lekter/båt slik at Bane Nor blir ikke påvirket. Prosjektstyring, Sandnes kommune søker med bakgrunn i ovenstående om tillatelse til utfylling etter forurensningsforskriften i aktuelt område.

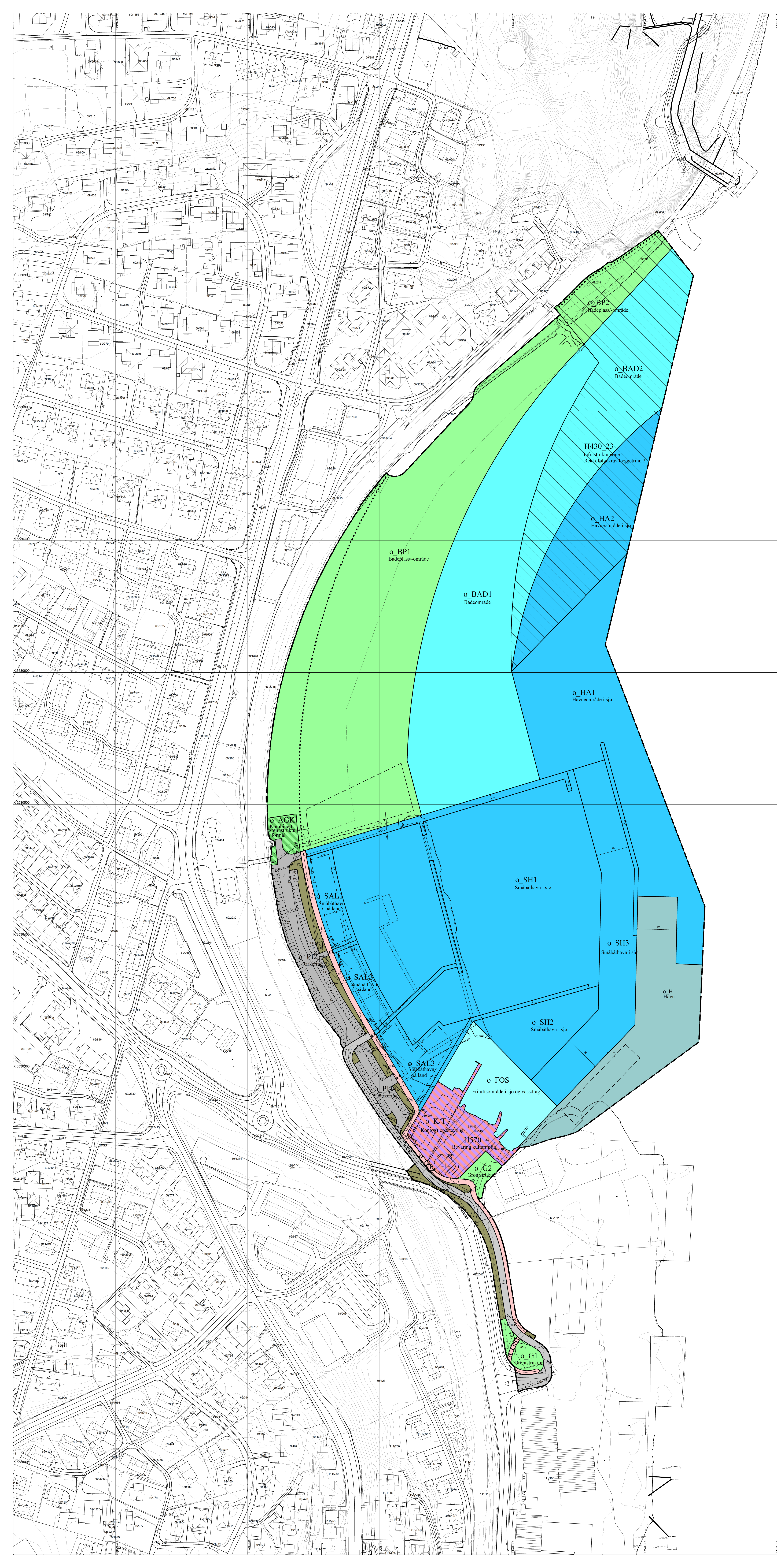
Med vennlig hilsen

Amir Trto

Ingeniør - Prosjektstyring

Teknisk, Sandnes kommune

Telefon direkte 51335249



Saksnr.: 2008 123

SANDNES KOMMUNE

Detailreguleringsplan for Luravika.

Endring til plan nr.:

Tegnforklaring:

- Reguleringsplan-Begyggelse og anlegg (PBL2008 §12-5 NR.1)
 - Kontor/tjenesteyting
- Reguleringsplan-Samferdselsanlegg og teknisk infrastruktur (PBL2008 §12-5 NR.2)
 - Veg
 - Fortau
 - Gang/sykkelveg
 - Annan veggrunn - grentareal
 - Havn
 - Parkeringsplasser
- Reguleringsplan-Grønnstruktur (PBL2008 §12-5 NR.3)
 - Grønnstruktur
 - Badeplass-område
 - Kombinerte grønstrukturformål
- Reguleringsplan-Bruk og vern av sjo og vassdrag (PBL2008 §12-5 NR.6)
 - Havneområde i sjo
 - Småbåthavn
 - Friluftsområde i sjo og vassdrag
 - Badsområde
- Reguleringsplan-Hensynsoner (PBL2008 §12-6)
 - Sikringsone - Friskt
 - Infrastruktursone - Rekkefølgekrav byggetrinn 2
 - Angitthensynsone - Bevaring kulturmiljø
- Reguleringsplan-Juridiske linjer og punkt PBL2008
 - Sikringsonegrense
 - Infrastrukturgrense
 - Angitthensynsgrense
- Reguleringsplan-Felles for PBL 1985 og 2008
 - Planens begrensning
 - Formålsbegrensning
 - Byggingsgrense
 - Frisksiltje
 - Regulert parkeringsfelt
 - Regulert fotgjengerfelt
 - Målelinje/Avstandslinje
 - Avkjørsel
- Reguleringsplan/Bebyggelsesplan
 - Tursti - plan

Plan 2008 123
Godkjent av Sandnes bystyre
i.h.t plan- og bygn. lovens § 12-12
Den: 22.11.2011
Ordføreren i Sandnes

Revisjoner før godkjenning: 14.09.2011

Saksbehandling:		Datum = EUREF89
Utvalg for byutvikling, 1. gang:	16.02.2011	Kartgrunnlag FKB fra Sandnes kommune
Uttag til offentlig ettersyn i tidsrommet:	01.03. - 15.04.2011	Ettermålestokk 1:1000 AD
Utvalg for byutvikling, 2. gang:	19.10.2011.	
Bystyrets vedtak:	22.11.2011	
Mindre vesentlig endring:		

Produkt / Planlegg / Konstruksjon: Innvendig plan 1.gang: 23.11.2010


ASPLAN VIAK

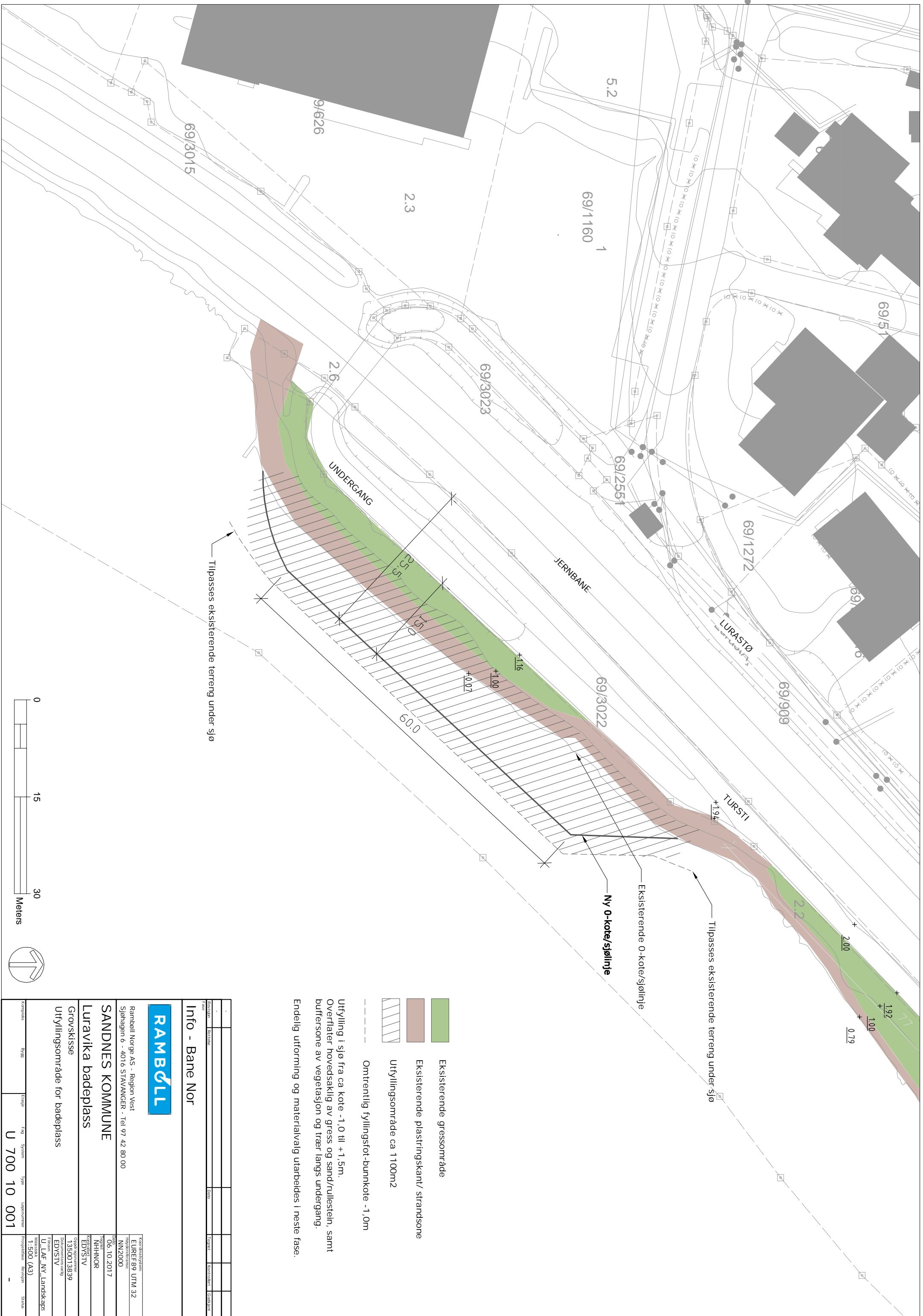
Byplansjefen i Sandnes
Saksbehandler i Sandnes kommune: OF



Sikre eiendomsgrenser - heltrukket
Usikre eiendomsgrenser - stipla
Oversiktskart
03.11.2017
Målestokk 1:50000
Sandnes kommune



	Sikre eiendomsgrenser - heltrukket
	Usikre eiendomsgrenser - stipla
	Oversiktskart
	03.11.2017
Målestokk 1:1000	
Sandnes kommune	



Tilpasses eksisterende terreng under sjø

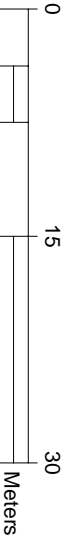
Tilpasses eksisterende terreng under sjø

Ny 0-kote/sjøløinje

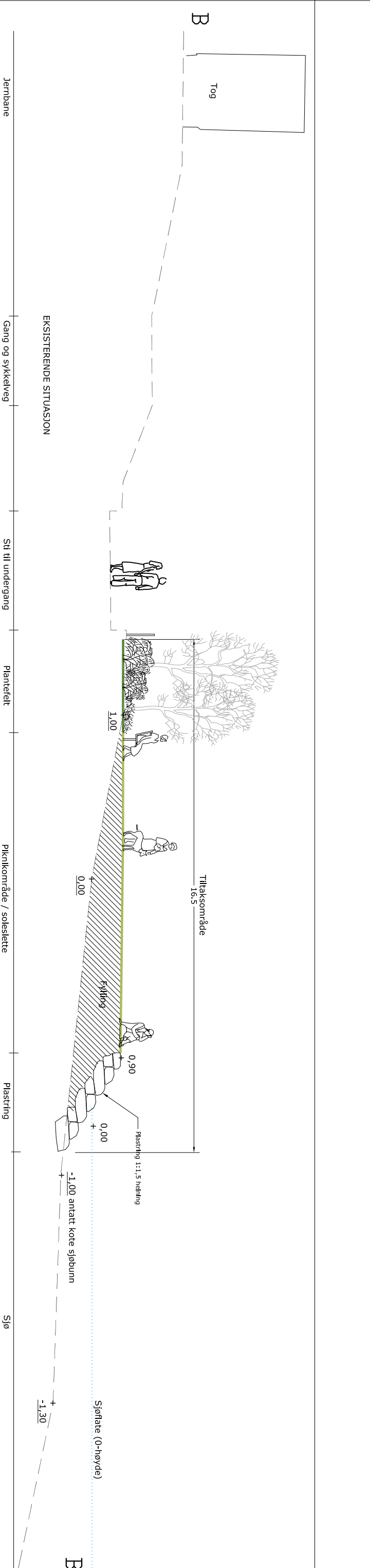
Eksisterende 0-kote/sjøløinje

- Eksisterende gressområde
- Eksisterende plastringskant/ strandsone
- Utfyllingsområde ca 1100m²
- Omtrentlig fyllingsfot-bunnkote -1,0m

Utfylling i sjø fra kote -1,0 til +1,5m.
 Overflater hovedsaklig av gress og sand/rullestein, samt
 bufferzone av vegetasjon og trær langs undergang.
 Endelig utforming og materialvalg utarbeides i neste fase.



Info - Bane Nor							
RAMBØLL							
Rambøll Norge AS - Region Vest Sjøhagen 6 - 4016 STAVANGER - Tel 97 42 80 00							
SANDNES KOMMUNE							
Luravika badeplass							
GROVSKISSE							
Utfyllingsområde for badeplass							
Kompleks	Bygd	Etløp	Fag	System	Type		
					U 700 10 001		
<table style="width: 100%; font-size: small;"> <tr> <td style="width: 50%;"> Prosjektleder: EDVSTV Tekniker: EDVSTV Tegning: EDVSTV Dato: 06.10.2017 Prosjekt: SANDNES Tegning: SANDNES </td> <td style="width: 50%;"> Prosjekt: SANDNES Tegning: SANDNES Dato: 06.10.2017 Prosjekt: SANDNES Tegning: SANDNES </td> </tr> </table>						Prosjektleder: EDVSTV Tekniker: EDVSTV Tegning: EDVSTV Dato: 06.10.2017 Prosjekt: SANDNES Tegning: SANDNES	Prosjekt: SANDNES Tegning: SANDNES Dato: 06.10.2017 Prosjekt: SANDNES Tegning: SANDNES
Prosjektleder: EDVSTV Tekniker: EDVSTV Tegning: EDVSTV Dato: 06.10.2017 Prosjekt: SANDNES Tegning: SANDNES	Prosjekt: SANDNES Tegning: SANDNES Dato: 06.10.2017 Prosjekt: SANDNES Tegning: SANDNES						



- - - Eksisterende terreng
 + Nytt terreng
 + 1.00 Eksisterende høyder
 + 0.90 Nye høyder

Se tegning U-700-10-002 for snlttanvisning.

NOTE: Prinsipsnitt er kun ment som illustrasjon - det skal ikke bygges ut i fra denne tegningen

Revusjon	Betegnelse	Dato	Tegnet	Kontrollert	Godkjent
ANBUD					



Ramboll Norge AS - Region Vest
 Sjøhøgen 6 - 4016 STAVANGER - Tel 97 42 80 00
 Orgnr. NN2000




















SANDNES KOMMUNE
 Luravika badeplass

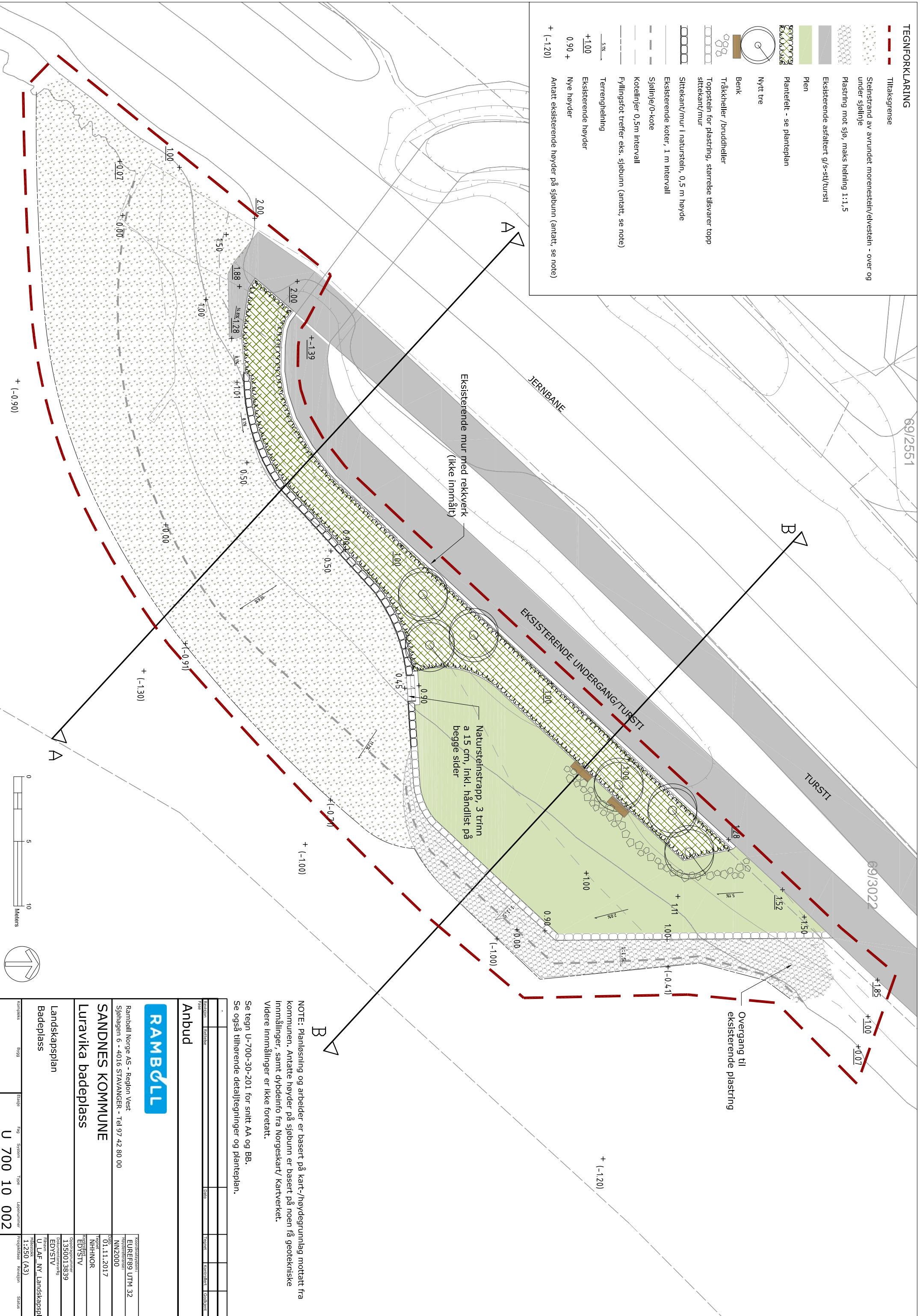
Prinsipsnitt AA & BB
 Badeplass

Kompleks	Bygg	Etasje	Fag	System	Type	Løpnummer	Status
			U 700	30	201		

Prosjektleder	Revisjon	Status

TEGNFORKLARING

-  Tiltaksgranse
-  Steinstrand av avrundet morenestein/elvestein - over og under sjølinje
-  Plastring mot sjø, maks helning 1:1,5
-  Eksisterende asfaltert g/s-sti/tursti
-  Plen
-  Planterfelt - se planteplan
-  Nytt tre
-  Benk
-  Tråkkheller / bruddheller
-  Toppstein for plastring, størrelse tilsvarende topp sittekan/mur
-  Sittekan/mur i naturstein, 0,5 m høyde
-  Eksisterende koter, 1 m intervall
-  Sjølinje/0-kote
-  Fyllingsfot treffer eks. sjøbunn (antatt, se note)
-  5‰
-  Terrenghelling
-  +1,00 Eksisterende høyder
-  0,90 + Nye høyder
-  + (-1,20) Antatt eksisterende høyder på sjøbunn (antatt, se note)



Eksisterende mur med rekkverk (ikke innmålt)

Natursteinstrapp, 3 trinn a 15 cm, inkl. håndlist på begge sider

Overgang til eksisterende plastring

NOTE: Planløsning og arbeider er basert på kart-/høydegrunnlag mottatt fra kommunen. Antatte høyder på sjøbunn er basert på noen få geotekniske innmålinger, samt dybdeinfo fra Norgeskart/ Kartverket. Videre innmålinger er ikke foretatt.

Se tegn U-700-30-201 for snitt AA og BB.
Se også tilhørende detaljtegninger og planteplan.

Prosjekt	Andud	Dato		Utgitt		Endring	
Revusjon							



Ramboll Norge AS - Region Vest
Sjøhagen 6 - 4016 STAVANGER - Tel 97 42 80 00

SANDNES KOMMUNE
Luravika badeplass

Landskapsplan
Badeplass

Kompleks	Bygg	Etasje	Fag	System	Type	Løpnummer																						
			U 700	10	002																							
<table border="1"> <tr> <td>Prosjektinformasjon</td> <td>EURFER9 UTM 32</td> </tr> <tr> <td>Prosjektinformasjon</td> <td>NN2000</td> </tr> <tr> <td>Dato</td> <td>01.11.2017</td> </tr> <tr> <td>Tegner</td> <td>NHHNOR</td> </tr> <tr> <td>Kontrollør</td> <td>EDYSTV</td> </tr> <tr> <td>Dokumentnummer</td> <td>1350013839</td> </tr> <tr> <td>Byggherrens referanse</td> <td>EDYSTV</td> </tr> <tr> <td>Plan</td> <td>U LAF NY Landskapsplan</td> </tr> <tr> <td>Tegningsk</td> <td>1:250 (A3)</td> </tr> <tr> <td>Produserte av</td> <td>Region</td> </tr> <tr> <td>Status</td> <td></td> </tr> </table>							Prosjektinformasjon	EURFER9 UTM 32	Prosjektinformasjon	NN2000	Dato	01.11.2017	Tegner	NHHNOR	Kontrollør	EDYSTV	Dokumentnummer	1350013839	Byggherrens referanse	EDYSTV	Plan	U LAF NY Landskapsplan	Tegningsk	1:250 (A3)	Produserte av	Region	Status	
Prosjektinformasjon	EURFER9 UTM 32																											
Prosjektinformasjon	NN2000																											
Dato	01.11.2017																											
Tegner	NHHNOR																											
Kontrollør	EDYSTV																											
Dokumentnummer	1350013839																											
Byggherrens referanse	EDYSTV																											
Plan	U LAF NY Landskapsplan																											
Tegningsk	1:250 (A3)																											
Produserte av	Region																											
Status																												

NOTAT

Oppdrag **Miljøteknisk vurdering av sedimentene på sjøbunnen ved Luravika badeplass**
Kunde **Sandnes kommune**
Notat nr. **1/EIDY**
Dato **14. juli 2017**
Til **Sandnes kommune**
Fra **Eivind Dypvik**
Kopi **Gregory James Sargeant, Charlotte S. Furst, Tom Ø. Jahren**

1. Bakgrunn

Sandnes kommune skal etablere en ny, bynær strand i Luravika (Figur 1). Tiltaket innebærer bl.a. utfylling i sjø for å lage større oppholdsplass på land. I den forbindelse har Rambøll blitt engasjert for å undersøke om sedimentene på sjøbunnen er forurenset. I dette notatet sammenstilles resultatene fra sedimentprøvetakingen, og vi gir en kort vurdering av resultatene i lys av det planlagte tiltaket. Notatet er tenkt som et vedlegg til eventuelle søknader om tillatelse til aktuelle myndigheter.

Dato 14. juli 2017

Rambøll
Hoffsveien 4
Postboks 427 Skøyen
0213 Oslo

T +47 22 51 80 00
F +47 22 51 80 01
www.ramboll.no



Figur 1. Område for etablering av ny bystrand (fra reguleringsplan 2008 123 godkjent av Sandnes bystyre 22. november 2011). Grønt område indikerer område for etablering av badeplassområde, lyseblått område indikerer badeområde i sjø og blått indikerer havneområde i sjø. Plankart er vedlagt notatet.

2. Innsamling av sedimentprøver

Sedimentprøver ble samlet inn 29. mai 2017 ved tre stasjoner i det planlagte tiltaksområdet (se Figur 2). På forhånd var det planlagt å gjennomføre prøvetaking av 10 cm sediment i tre stasjoner i det planlagte tiltaksområdet, i tråd med Miljødirektoratets veileder Håndtering av sediment (M-350/2015) for mindre eller mellomstore tiltak. Feltnotater som viser posisjon og visuelle beskrivelse av hvert grabbskudd finnes i vedlegg 4.

Ved hver av de tre stasjonene ble fire grabbprøver innsamlet. Blandprøvene ble lagt i en rilsanpose, som ble forseglet og umiddelbart plassert i en lystett kjølebag. Hver rilsanpose med blandprøve ble merket med prøvenavn og dato med en vannfast tusj. Prøvene ble deretter sendt ALS Laboratory Group Skøyen (se analyseresultater nedenfor og vedlegg 2) for analyse av kornfordeling, TOC, vanninnhold og tørrstoff, og innhold av metaller (herunder As, Cd, Cr, Cu, Pb, Hg, Ni og Zn), PAH-16, PCB-7 og tinnorganiske forbindelser. En oppsummering av analyseresultatene er presentert i kapittel 3. og 4., mens de komplette analyseresultatene finnes i vedlegg 2. og 3.

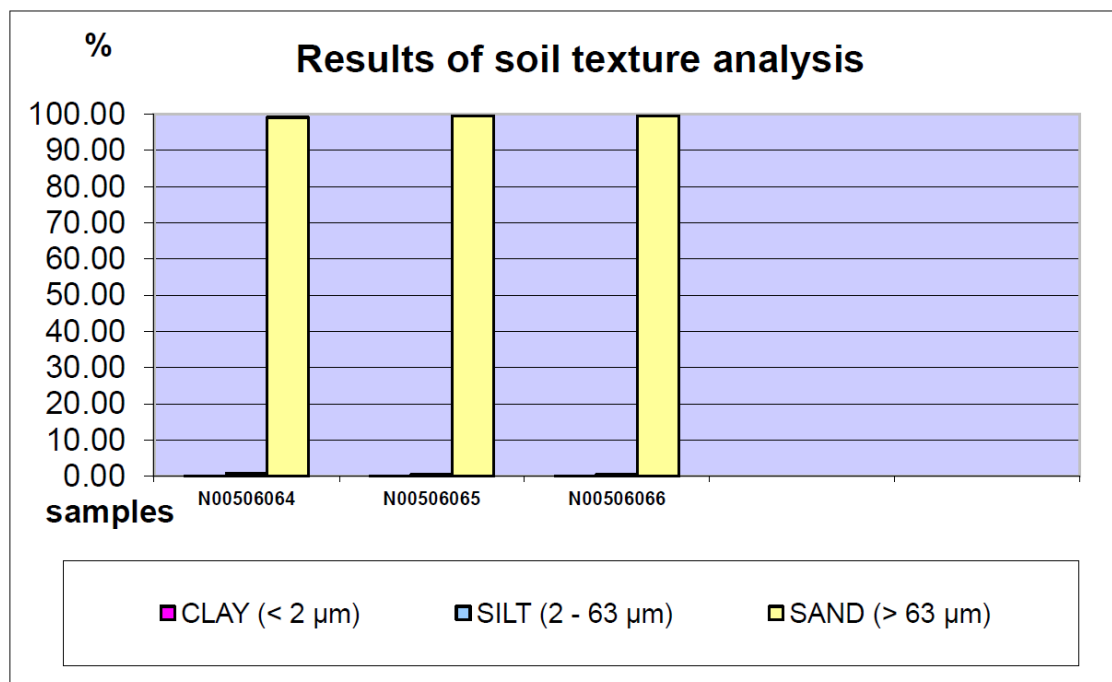


Figur 2. Prøvepunkter i det planlagte tiltaksområdet som ble prøvetatt med grabb. Fargekodingen indikerer hvilke prøver som ble blandet med hverandre. Røde sirkler indikerer prøver som inngår i blandprøven LV 1, mens blå sirkler indikerer prøver som inngår i blandprøven LV 2, og gule sirkler indikerer prøver som inngår i blandprøven LV 3.

3. Kornfordeling - sedimentsammensetning

Sedimentene i Luravika består i all hovedsak av sand ($>63 \mu\text{m}$) Figur 3. I blandprøvene fra de tre stasjonene som ble analysert (LV1, LV2 og LV3) tilsvarte innholdet av leire kun mel-

lom 0,01 og 0,02 %, mens innholdet av silt varierte fra 0,4 % i LV2 til 0,84 % i LV1 (Figur 3). De resterende delene av sedimentene inneholdt sand (Figur 3).



Figur 3. Kornfordeling av sedimentene på sjøbunnen i Luravika. Gule søyler er sand, blå søyler er silt og rosa søyler er leire. Rapport fra ALS ligger i vedlegg 3. N00506064 tilsvarer blandprøve LV 1, N00506065 tilsvarer blandprøve LV 2 og N00506066 tilsvarer blandprøve LV 3.

4. Analyseresultater

Sedimentblandprøver fra fire forskjellige grabbprøver på tre forskjellige stasjoner (LV 1, LV2, & LV3) ble analysert for metaller, PCB, PAH og TBT. Resultatene ble sammenlignet med tilstandsklassene som fremkommer i Miljødirektoratets veileder Grenseverdier for klassifisering av vann, sediment og biota (M-608/2016) (Tabell 1).

Metallene arsen, bly, kobber, krom og sink ble registrert over deteksjonsgrensen men i tilstandsklasse I, som tilsvarer ubetydelig forurenset eller bakgrunnsnivå (Tabell 2).

Ingen PAH'er (polyaromatiske hydrokarboner) ble registrert over deteksjonsgrensen (Tabell 2). Det vil si at for PAH var alle av de undersøkte enkeltkomponentene i tilstandsklasse II eller bedre (god tilstand eller bakgrunnsnivå), utenom for antracen. Deteksjonsgrensen for antracen ligger på 10 µg/kg, som er i tilstandsklasse III (moderat tilstand). Nedre grense for tilstandsklasse III for antracen er 4,6 µg/kg. Vi kan følgelig ikke utelukke at antracen finnes i konsentrasjoner tilsvarende tilstandsklasse III i området.

PCB-7 ble registrert i tilstandsklasse II (god tilstand) i stasjonen LV1, men ikke detektert i de øvrige stasjonene (Tabell 2). Konsentrasjonen av TBT var under deteksjonsgrensen (<1 µg/kg) hvilket innebærer tilstandsklasse I (bakgrunnsnivå) for den forvaltningsbaserte parameteren (Tabell 2).

Tabell 1. Tilstandsklasser iht. Miljødirektoratets veileder Grenseverdier for klassifisering av vann, sediment og biota (M-608/2016)

		Tilstandsklasser				
		I	II	III	IV	V
Parameter	Enhet	Ubetydelig forurenset / Bakgrunnsnivå	Moderat forurenset / God kvalitet	Markert forurenset / Moderat kvalitet	Sterkt forurenset / Dårlig kvalitet	Meget sterkt forurenset / Svært dårlig kvalitet
Tørrstoff	%					
Arsen	mg/kg	<15	15-18	18-71	71-580	>580
Bly	mg/kg	<25	25-150	150-1480	1480-2000	>2000
Kobber	mg/kg	<20	20-84	84-84	84-147	>147
Krom	mg/kg	<60	60-660	660-6000	6000-15500	>15500
Kadmium	mg/kg	<0,2	0,2-2,5	2,5-16	16-157	>157
Kvikksølv	mg/kg	<0,05	0,05-0,52	0,52-0,75	0,75-1,45	>1,45
Nikkel	mg/kg	<30	30-42	42-271	271-533	>533
Sink	mg/kg	<90	90-139	139-750	750-6690	>6690
Naftalen	µg/kg	<2	2-27	27-1754	1754-8769	>8769
Acenaftalen	µg/kg	<1,6	1,6-33	33-85	85-8500	>8500
Acenaften	µg/kg	<2,4	2,4-96	96-195	195-19500	>19500
Fluoren	µg/kg	<6,8	6,8-150	150-694	694-34700	>34700
Fenantren	µg/kg	<6,8	6,8-780	780-2500	2500-25000	>25000
Antracen	µg/kg	<1,2	1,2-4,6	4,6-30	30-295	>295
Fluoranthen	µg/kg	<8	8-400	400-400	400-2000	>2000
Pyren	µg/kg	<5,2	5,2-84	84-840	840-8400	>8400
Benzo[a]antracen	µg/kg	<3,6	3,6-60	60-501	501-50100	>50100
Chrysen	µg/kg	<4,4	4,4-280	280-280	280-2800	>2800
Benzo[b]fluoranten	µg/kg	<90	90-140	140-140	140-10600	>10600
Benzo[k]fluoranten	µg/kg	<90	90-135	135-135	135-7400	>7400
Benzo(a)pyren	µg/kg	<6	6-183	183-230	230-13100	>13100
Dibenzo[ah]antracen	µg/kg	<12	12-27	27-273	273-2730	>2730
Benzo[ghi]perylene	µg/kg	<18	18-84	84-84	84-1400	>1400
Indeno[123cd]pyren	µg/kg	<20	20-63	63-63	63-2300	>2300
PAH16	µg/kg	<300	300-2000	2000-6000	6000-20000	>20000
PCB7	µg/kg		<4,1	4,1-43	43-430	>430
TBT Effektbasert	µg/kg	<1	1-0,002	0,002-0,016	0,016-0,032	>0,032
TBT forvaltningsmessig	µg/kg	<1	1-5	5-20	20-100	>100

Tabell 2. Analyseresultater fra sedimentprøver i Luravika.

Parameter	Enhet	Tilstandsklasser		
		LV1	LV2	LV3
Tørrstoff E	%	82,7	83,1	82,2
Tørrstoff L	%	79,1	77,6	78,7
Arsen	mg/kg	1,27	1,07	<0,5
Bly	mg/kg	4,1	4,6	4,4
Kobber	mg/kg	1,84	5,18	3,11
Krom	mg/kg	3,22	3,71	3,49
Kadmium	mg/kg	<0,1	<0,1	<0,1
Kvikksølv	mg/kg	<0,2	<0,2	<0,2
Nikkel	mg/kg	<5	<5	<5
Sink	mg/kg	16,8	27,7	14,9
Naftalen	µg/kg	<10	<10	<10
Acenaftalen	µg/kg	<10	<10	<10
Acenaften	µg/kg	<10	<10	<10
Fluoren	µg/kg	<10	<10	<10
Fenantren	µg/kg	<10	<10	<10
Antracen	µg/kg	**<10	**<10	**<10
Fluoranten	µg/kg	<10	<10	<10
Pyren	µg/kg	<10	<10	<10
Benzo[a]antracen	µg/kg	<10	<10	<10
Chrysen	µg/kg	<10	<10	<10
Benzo[b]fluoranten	µg/kg	<10	<10	<10
Benzo[k]fluoranten	µg/kg	<10	<10	<10
Benzo(a)pyren	µg/kg	<10	<10	<10
Dibenzo[ah]antracen	µg/kg	<10	<10	<10
Benzo[ghi]perylene	µg/kg	<10	<10	<10
Indeno[123cd]pyren	µg/kg	<10	<10	<10
PAH16	µg/kg	*n.d.	*n.d.	*n.d.
PCB7	µg/kg	0,71	*n.d.	*n.d.
TBT forvaltningsmessig	µg/kg	<1	<1	<1

*not detected **under deteksjonsgrensen som er i tilstandsklasse III

5. Tiltak

Analysen av forurensningsinnholdet i sedimentene i det planlagte tiltaksområdet i Luravika indikerer at sedimentene i området er rene. Følgelig vil det ikke være knyttet nevneverdig spredning av forurensende metaller, PAH-komponenter, PCB eller TBT fra sjøbunnen ved en evt. utfylling i forbindelse med etablering av badeplass i Luravika.

Sjøbunnen består i all hovedsak av sandig sediment. Ved utfylling i området kan anleggsarbeidet medføre noe partikkelspredning i form av at sand virvles opp, spres i vannsøylen og sedimenterer utenfor tiltaksområdet. Sand vil sedimentere relativt fort og anses derfor ikke som noe problem. Selve utfyllingsmassene som ikke omhandles i dette notat kan inneholde finstoff eller plastpartikler som kan spres over større avstander. Spredning fra selve utfyllingsmassene må derfor vurderes. Finstoff kan medføre nedslamming av bunntilknyttet biota som befinner seg i området. Metodevalg og eventuelle avbøtende tiltak må derfor vurderes i lys av dette.

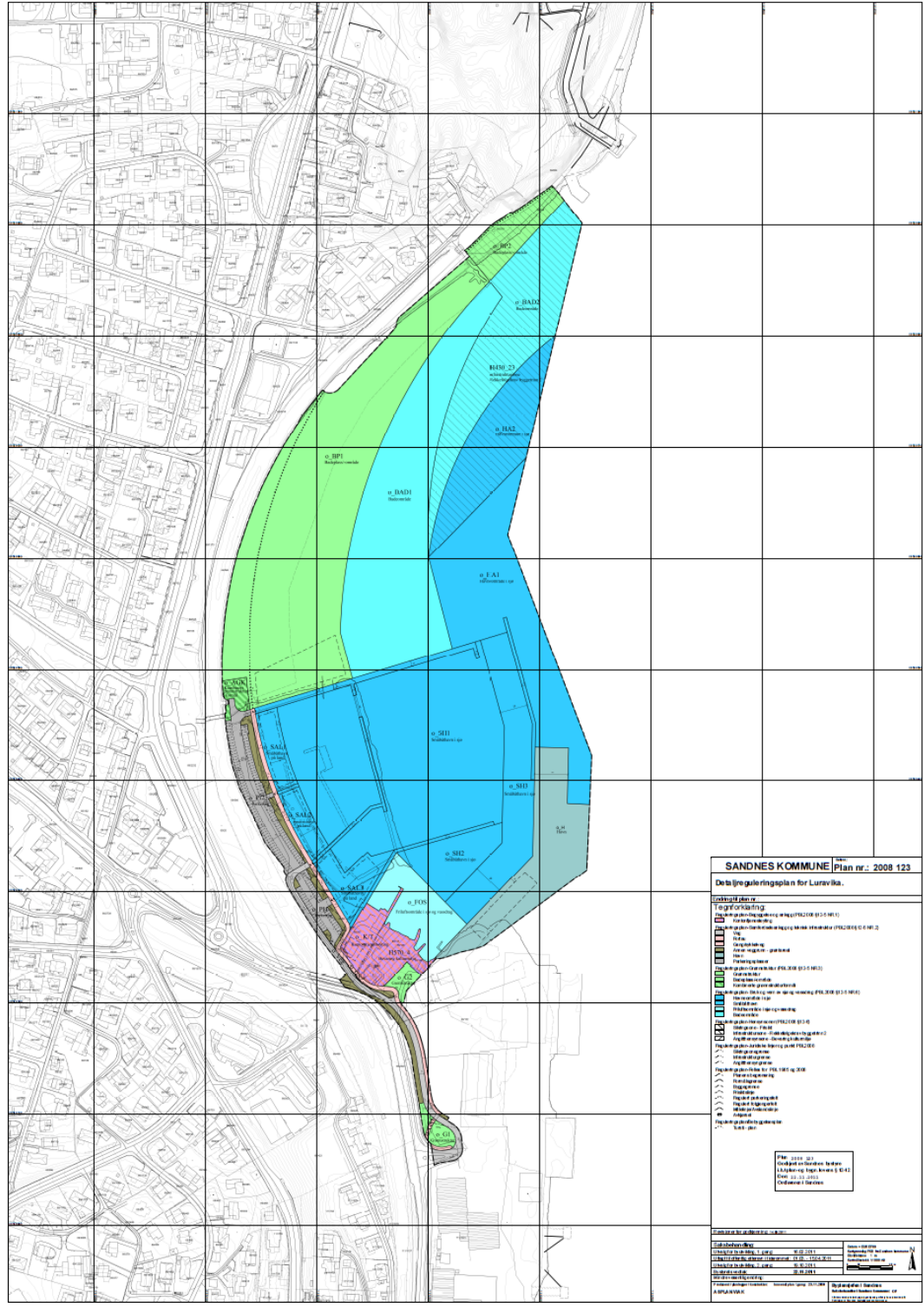
6. Konklusjon

Undersøkelsene som er gjort av sedimentene i Lurevika, hvor Sandes kommune ønsker å etablere en ny bystrand, viser at sedimentene er rene. Følgelig er det liten fare for spredning av miljøgifter knyttet til en eventuell etablering av en slik bystrand. Avbøtende tiltak for å minimere partikkel- og plastspredning fra tildekkingsmassene under anleggsfasen må imidlertid vurderes.

Vedlegg:

1. Plankart (reguleringsplan 2008123 godkjent av Sandnes bystyre 22. november 2011)
2. Analyseresultater fra ALS Laboratory Group
3. Kornfordelingsanalyse fra ALS Laboratory Group
4. Visuell beskrivelse av sedimentprøver

Vedlegg 1. Plankart



Vedlegg 2. Analyseresultater

Rapport

N1709144

Side 1 (9)

20N1PWK900



Mottatt dato 2017-06-07
Utstedt 2017-06-22

Rambøll Norge AS
Eivind Dypvik

Hoffsveien 4
N-0276 OSLO
Norway

Prosjekt Luravika
Bestnr 1350013839

Analyse av sediment

Deres prøvenavn	LV02 Sediment					
Labnummer	N00506064					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	Sign
Sedimentpakke-basis-IR	-----		Arbetsmoment	1	1	ELNO
Tørrestoff (E) ^{a ulev}	83.1	5.01	%	2	2	NADO
Vanninnhold ^{a ulev}	16.9	1.04	%	2	2	NADO
Kornstørrelse >63 µm ^{a ulev}	99.1	0.0	%	2	2	NADO
Kornstørrelse <2 µm ^{a ulev}	<0.1		%	2	2	NADO
Kornfordeling ^{a ulev}	-----		se vedl.	2	2	MAMU
TOC ^{a ulev}	0.594		% TS	2	2	MAMU
Naftalen ^{a ulev}	<10		µg/kg TS	2	2	NADO
Acenaftylene ^{a ulev}	<10		µg/kg TS	2	2	NADO
Acenaften ^{a ulev}	<10		µg/kg TS	2	2	NADO
Fluorene ^{a ulev}	<10		µg/kg TS	2	2	NADO
Fenantren ^{a ulev}	<10		µg/kg TS	2	2	NADO
Antracene ^{a ulev}	<10		µg/kg TS	2	2	NADO
Fluoranten ^{a ulev}	<10		µg/kg TS	2	2	NADO
Pyren ^{a ulev}	<10		µg/kg TS	2	2	NADO
Benso(a)antracene ^A ^{a ulev}	<10		µg/kg TS	2	2	NADO
Krysen ^A ^{a ulev}	<10		µg/kg TS	2	2	NADO
Benso(b)fluoranten ^A ^{a ulev}	<10		µg/kg TS	2	2	NADO
Benso(k)fluoranten ^A ^{a ulev}	<10		µg/kg TS	2	2	NADO
Benso(a)pyren ^A ^{a ulev}	<10		µg/kg TS	2	2	NADO
Dibenso(ah)antracene ^A ^{a ulev}	<10		µg/kg TS	2	2	NADO
Benso(ghi)perylene ^{a ulev}	<10		µg/kg TS	2	2	NADO
Indeno(123cd)pyren ^A ^{a ulev}	<10		µg/kg TS	2	2	NADO
Sum PAH-16	n.d.		µg/kg TS	2	2	NADO
Sum PAH carcinogene ^A	n.d.		µg/kg TS	2	2	NADO
PCB 28 ^{a ulev}	<0.70		µg/kg TS	2	2	NADO
PCB 52 ^{a ulev}	<0.70		µg/kg TS	2	2	NADO
PCB 101 ^{a ulev}	<0.70		µg/kg TS	2	2	NADO
PCB 118 ^{a ulev}	<0.70		µg/kg TS	2	2	NADO
PCB 138 ^{a ulev}	<0.70		µg/kg TS	2	2	NADO
PCB 153 ^{a ulev}	<0.70		µg/kg TS	2	2	NADO

ALS Laboratory Group Norway AS
PB 643 Skøyen, N-0214 Oslo

E-post: info.on@alsglobal.com
Tel: + 47 22 13 18 00

Dokumentet er godkjent
og digitalt undertegnet
av Rapportør

ALS avd. ØMM-Lab
Yvenveien 17, N-1715 Yven

Epost: info.srp@alsglobal.com
Tel: + 47 69 13 78 80

Web: www.alsglobal.no

Marte Muri

2017.06.22 19:02:43

Client Service
marte.muri@alsglobal.com

Rapport

Side 2 (9)

N1709144

20N1PWBK900



Deres prøvenavn	LV02 Sediment					
Labnummer	N00506064					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	Sign
PCB 180 ^{a ulev}	<0.70		µg/kg TS	2	2	NADO
Sum PCB-7	n.d.		µg/kg TS	2	2	NADO
As (Arsen) ^{a ulev}	1.07	0.21	mg/kg TS	2	2	NADO
Pb (Bly) ^{a ulev}	4.6	0.9	mg/kg TS	2	2	NADO
Cu (Kopper) ^{a ulev}	5.18	1.04	mg/kg TS	2	2	NADO
Cr (Krom) ^{a ulev}	3.71	0.74	mg/kg TS	2	2	NADO
Cd (Kadmium) ^{a ulev}	<0.10		mg/kg TS	2	2	NADO
Hg (Kvikksølv) ^{a ulev}	<0.20		mg/kg TS	2	2	NADO
Ni (Nikkel) ^{a ulev}	<5.0		mg/kg TS	2	2	NADO
Zn (Sink) ^{a ulev}	27.7	5.5	mg/kg TS	2	2	NADO
Tørstoff (L) ^{a ulev}	77.6	2	%	3	V	NADO
Monobutyltinnkation ^{a ulev}	1.23	0.50	µg/kg TS	3	T	NADO
Dibutyltinnkation ^{a ulev}	1.62	0.72	µg/kg TS	3	T	NADO
Tributyltinnkation ^{a ulev}	<1		µg/kg TS	3	T	NADO

ALS Laboratory Group Norway AS
PB 643 Skøyen, N-0214 Oslo

E-post: info.on@alsglobal.com
Tel: + 47 22 13 18 00

Dokumentet er godkjent
og digitalt undertegnet
av Rapportør

ALS avd. ØMM-Lab
Yvenveien 17, N-1715 Yven

Epost: info.srp@alsglobal.com
Tel: + 47 69 13 78 80

Web: www.alsglobal.no

Marte Muri

Client Service
marte.muri@alsglobal.com

2017.06.22 10:02:43

Rapport

N1709144

Side 3 (9)

20N1PWBK900



Deres prøvenavn	LV1 Sediment					
Labnummer	N00506065					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	Sign
Sedimentpakke-basis-IR	-----		Arbetsmoment	1	1	ELNO
Tørrestoff (E) ^{a ulev}	82.7	4.99	%	2	2	NADO
Vanninnhold ^{a ulev}	17.3	1.07	%	2	2	NADO
Kornstørrelse >63 µm ^{a ulev}	99.6	10.0	%	2	2	NADO
Kornstørrelse <2 µm ^{a ulev}	<0.1		%	2	2	NADO
Kornfordeling ^{a ulev}	-----		se vedl.	2	2	MAMU
TOC ^{a ulev}	0.298		% TS	2	2	MAMU
Naftalen ^{a ulev}	<10		µg/kg TS	2	2	NADO
Acenaftalen ^{a ulev}	<10		µg/kg TS	2	2	NADO
Acenaften ^{a ulev}	<10		µg/kg TS	2	2	NADO
Fluoren ^{a ulev}	<10		µg/kg TS	2	2	NADO
Fenantren ^{a ulev}	<10		µg/kg TS	2	2	NADO
Antracen ^{a ulev}	<10		µg/kg TS	2	2	NADO
Fluoranten ^{a ulev}	<10		µg/kg TS	2	2	NADO
Pyren ^{a ulev}	<10		µg/kg TS	2	2	NADO
Benso(a)antracen ^A ^{a ulev}	<10		µg/kg TS	2	2	NADO
Krysen ^A ^{a ulev}	<10		µg/kg TS	2	2	NADO
Benso(b)fluoranten ^A ^{a ulev}	<10		µg/kg TS	2	2	NADO
Benso(k)fluoranten ^A ^{a ulev}	<10		µg/kg TS	2	2	NADO
Benso(a)pyren ^A ^{a ulev}	<10		µg/kg TS	2	2	NADO
Dibenso(ah)antracen ^A ^{a ulev}	<10		µg/kg TS	2	2	NADO
Benso(ghi)perylene ^{a ulev}	<10		µg/kg TS	2	2	NADO
Indeno(123cd)pyren ^A ^{a ulev}	<10		µg/kg TS	2	2	NADO
Sum PAH-16	n.d.		µg/kg TS	2	2	NADO
Sum PAH carcinogene ^A	n.d.		µg/kg TS	2	2	NADO
PCB 28 ^{a ulev}	<0.70		µg/kg TS	2	2	NADO
PCB 52 ^{a ulev}	<0.70		µg/kg TS	2	2	NADO
PCB 101 ^{a ulev}	<0.70		µg/kg TS	2	2	NADO
PCB 118 ^{a ulev}	<0.70		µg/kg TS	2	2	NADO
PCB 138 ^{a ulev}	0.71	0.214	µg/kg TS	2	2	NADO
PCB 153 ^{a ulev}	<0.70		µg/kg TS	2	2	NADO
PCB 180 ^{a ulev}	<0.70		µg/kg TS	2	2	NADO
Sum PCB-7	0.71		µg/kg TS	2	2	NADO
As (Arsen) ^{a ulev}	1.27	0.25	mg/kg TS	2	2	NADO
Pb (Bly) ^{a ulev}	4.1	0.8	mg/kg TS	2	2	NADO
Cu (Kopper) ^{a ulev}	1.84	0.37	mg/kg TS	2	2	NADO
Cr (Krom) ^{a ulev}	3.22	0.64	mg/kg TS	2	2	NADO
Cd (Kadmium) ^{a ulev}	<0.10		mg/kg TS	2	2	NADO
Hg (Kvikksølv) ^{a ulev}	<0.20		mg/kg TS	2	2	NADO
Ni (Nikkel) ^{a ulev}	<5.0		mg/kg TS	2	2	NADO
Zn (Sink) ^{a ulev}	16.8	3.4	mg/kg TS	2	2	NADO

ALS Laboratory Group Norway AS
PB 643 Skøyen, N-0214 Oslo

E-post: info.on@alsglobal.com
Tel: + 47 22 13 18 00

Dokumentet er godkjent
og digitalt undertegnet
av Rapportør

Marte Muri

ALS avd. ØMM-Lab
Yvenveien 17, N-1715 Yven

Epost: info.sp@alsglobal.com
Tel: + 47 69 13 78 80

Client Service
marte.muri@alsglobal.com

2017.06.22 19:02:43

Web: www.alsglobal.no

Rapport

Side 4 (9)

N1709144

20N1PWBK900



Deres prøvenavn	LV1 Sediment					
Labnummer	N00506065					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	Sign
Tørrstoff (L) ^{a ulev}	79.1	2	%	3	V	NADO
Monobutyltinnkation ^{a ulev}	<1		µg/kg TS	3	T	NADO
Dibutyltinnkation ^{a ulev}	<1		µg/kg TS	3	T	NADO
Tributyltinnkation ^{a ulev}	<1		µg/kg TS	3	T	NADO

ALS Laboratory Group Norway AS
PB 643 Skøyen, N-0214 Oslo

ALS avd. ØMM-Lab
Yverveien 17, N-1715 Yven

E-post: info.on@alsglobal.com
Tel: + 47 22 13 18 00

Epost: info.sp@alsglobal.com
Tel: + 47 69 13 78 80

Web: www.alsglobal.no

Dokumentet er godkjent
og digitalt undertegnet
av Rapportør

Marte Muri

Client Service
marte.muri@alsglobal.com

2017.06.22 19:02:43

Rapport

Side 5 (9)

N1709144

20N1PWBK900



Deres prøvenavn	LV03 Sediment					
Labnummer	N00506066					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	Sign
Sedimentpakke-basis-IR	-----		Arbetsmoment	1	1	ELNO
Tørstoff (E) ^{a uløv}	82.2	4.96	%	2	2	NADO
Vanninnhold ^{a uløv}	17.8	1.10	%	2	2	NADO
Kornstørrelse >63 µm ^{a uløv}	99.4	9.9	%	2	2	NADO
Kornstørrelse <2 µm ^{a uløv}	<0.1		%	2	2	NADO
Kornfordeling ^{a uløv}	-----		se vedl.	2	2	MAMU
TOC ^{a uløv}	0.347		% TS	2	2	MAMU
Naftalen ^{a uløv}	<10		µg/kg TS	2	2	NADO
Acenaftylen ^{a uløv}	<10		µg/kg TS	2	2	NADO
Acenaften ^{a uløv}	<10		µg/kg TS	2	2	NADO
Fluoren ^{a uløv}	<10		µg/kg TS	2	2	NADO
Fenantren ^{a uløv}	<10		µg/kg TS	2	2	NADO
Antracen ^{a uløv}	<10		µg/kg TS	2	2	NADO
Fluoranten ^{a uløv}	<10		µg/kg TS	2	2	NADO
Pyren ^{a uløv}	<10		µg/kg TS	2	2	NADO
Benso(a)antracen ^A ^{a uløv}	<10		µg/kg TS	2	2	NADO
Krysen ^A ^{a uløv}	<10		µg/kg TS	2	2	NADO
Benso(b)fluoranten ^A ^{a uløv}	<10		µg/kg TS	2	2	NADO
Benso(k)fluoranten ^A ^{a uløv}	<10		µg/kg TS	2	2	NADO
Benso(a)pyren ^A ^{a uløv}	<10		µg/kg TS	2	2	NADO
Dibenso(ah)antracen ^A ^{a uløv}	<10		µg/kg TS	2	2	NADO
Benso(ghi)perylen ^{a uløv}	<10		µg/kg TS	2	2	NADO
Indeno(123cd)pyren ^A ^{a uløv}	<10		µg/kg TS	2	2	NADO
Sum PAH-16	n.d.		µg/kg TS	2	2	NADO
Sum PAH carcinogene ^A	n.d.		µg/kg TS	2	2	NADO
PCB 28 ^{a uløv}	<0.70		µg/kg TS	2	2	NADO
PCB 52 ^{a uløv}	<0.70		µg/kg TS	2	2	NADO
PCB 101 ^{a uløv}	<0.70		µg/kg TS	2	2	NADO
PCB 118 ^{a uløv}	<0.70		µg/kg TS	2	2	NADO
PCB 138 ^{a uløv}	<0.70		µg/kg TS	2	2	NADO
PCB 153 ^{a uløv}	<0.70		µg/kg TS	2	2	NADO
PCB 180 ^{a uløv}	<0.70		µg/kg TS	2	2	NADO
Sum PCB-7	n.d.		µg/kg TS	2	2	NADO
As (Arsen) ^{a uløv}	<0.50		mg/kg TS	2	2	NADO
Pb (Bly) ^{a uløv}	4.4	0.9	mg/kg TS	2	2	NADO
Cu (Kopper) ^{a uløv}	3.11	0.62	mg/kg TS	2	2	NADO
Cr (Krom) ^{a uløv}	3.49	0.70	mg/kg TS	2	2	NADO
Cd (Kadmium) ^{a uløv}	<0.10		mg/kg TS	2	2	NADO
Hg (Kvikksølv) ^{a uløv}	<0.20		mg/kg TS	2	2	NADO
Ni (Nikkel) ^{a uløv}	<5.0		mg/kg TS	2	2	NADO
Zn (Sink) ^{a uløv}	14.9	3.0	mg/kg TS	2	2	NADO

ALS Laboratory Group Norway AS
PB 643 Skøyen, N-0214 Oslo

E-post: info.on@alsglobal.com
Tel: + 47 22 13 18 00

Dokumentet er godkjent
og digitalt undertegnet
av Rapportør

Marte Muri

ALS avd. ØMM-Lab
Yvenveien 17, N-1715 Yven

Epost: info.srp@alsglobal.com
Tel: + 47 69 13 78 80

Client Service
marte.muri@alsglobal.com

2017.06.22 19:02:43

Web: www.alsglobal.no

Rapport

Side 6 (9)

N1709144

20N1PWBK900



Deres prøvenavn	LV03 Sediment					
Labnummer	N00506066					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	Sign
Tørrestoff (L) ^{a ulov}	78.7	2	%	3	V	NADO
Monobutyltinnkation ^{a ulov}	1.45	0.58	µg/kg TS	3	T	NADO
Dibutyltinnkation ^{a ulov}	<1		µg/kg TS	3	T	NADO
Tributyltinnkation ^{a ulov}	<1		µg/kg TS	3	T	NADO

ALS Laboratory Group Norway AS
PB 643 Skøyen, N-0214 Oslo

E-post: info.on@alsglobal.com
Tel: + 47 22 13 18 00

Dokumentet er godkjent
og digitalt undertegnet
av Rapportør

ALS avd. ØMM-Lab
Yvenveien 17, N-1715 Yven

Epost: info.srp@alsglobal.com
Tel: + 47 69 13 78 80

Web: www.alsglobal.no

Marte Muri

Client Service
marte.muri@alsglobal.com

2017.06.22 19:02:43

Rapport

N1709144

Side 7 (9)

20N1PWBK900



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

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

Utførende laboratorium er oppgitt i tabell kalt Utf.

n.d. betyr ikke påvist.

n/a betyr ikke analyserbart.

< betyr mindre enn.

> betyr større enn.

Metodespesifikasjon	
1	Pakkenavn «Sedimentpakke basis» Øvrig metodeinformasjon til de ulike analysene sees under
2	«Sediment basispakke» Risikovurdering av sediment Bestemmelse av vanninnhold og tørrstoff Metode: ISO 11465 Måleprinsipp: Tørrstoff bestemmes gravimetrisk og vanninnhold beregnes utfra målte verdier. Rapporteringsgrense: 0,10 % Måleusikkerhet: 5 % Bestemmelse av Kornfordeling (<63 µm, >63 µm og <2 µm) Metode: ISO 11277:2009 Måleprinsipp: Laserdiffraksjon Rapporteringsgrense: 0,10 % Bestemmelse av TOC Metode: EN 13137:2001 Måleprinsipp: IR Rapporteringsgrense: 0,1 % TS Måleusikkerhet: Relativ usikkerhet 15 % Bestemmelse av polysykliske aromatiske hydrokarboner, PAH-16 Metode: EPA 429, EPA 1668, EPA 3550 Måleprinsipp: GC/MSD Rapporteringsgrenser: 10 µg/kg TS Måleusikkerhet: 30 % Bestemmelse av polyklorerte bifenyler, PCB-7 Metode: EPA 429, EPA 1668, EPA 3550 Måleprinsipp: GC/MSD Rapporteringsgrenser: 0,7 µg/kg TS Måleusikkerhet: 30 % Bestemmelse av metaller, M-1C Metode: EPA 200.7, ISO 11885, EPA 6010, SM 3120

ALS Laboratory Group Norway AS
 PB 643 Skøyen, N-0214 Oslo

E-post: info.on@alsglobal.com
 Tel: + 47 22 13 18 00

Dokumentet er godkjent
 og digitalt undertegnet
 av Rapportør

Marte Muri

ALS avd. ØMM-Lab
 Yvenveien 17, N-1715 Yven

Epost: info.srp@alsglobal.com
 Tel: + 47 69 13 78 80

Client Service
marte.muri@alsglobal.com

2017.06.22 19:02:43

Web: www.alsglobal.no

Rapport

N1709144

Side 8 (9)

20N1PWBK900



Metodespesifikasjon	
Måleprinsipp:	ICP-AES
Rapporteringsgrenser:	As(0.50), Cd(0.10), Cr(0.25), Cu(0.10), Pb(1.0), Hg(0.20), Ni(5.0), Zn(1.0)
Måleusikkerhet:	alle enheter i mg/kg TS 20 %
3	«Sediment basispakke» Risikovurdering av sediment
Bestemmelse av tinnorganiske forbindelser	
Metode:	ISO 23181:2011
Deteksjon og kvantifisering:	GC-ICP-SFMS
Rapporteringsgrenser:	1 µg/kg TS

Godkjenner	
ELNO	Elin Noreen
MAMU	Marte Muri
NADO	Nadide Dönmez

Utf ¹	
T	GC-ICP-QMS
	Ansvarlig laboratorium: ALS Scandinavia AB, Aurorum 10, 977 75 Luleå, Sverige
V	Ansvarlig laboratorium: ALS Scandinavia AB, Aurorum 10, 977 75 Luleå, Sverige
1	Ansvarlig laboratorium: ALS Laboratory Group Norway AS, Postboks 643 Skøyen, 0214 Oslo, Norge Leveringsadresse: Drammensveien 173, 0277 Oslo, Norge
2	Ansvarlig laboratorium: ALS Laboratory Group, ALS Czech Republic s.r.o, Na Harfě 9/336, Praha, Tsjekia
	Lokalisering av andre ALS laboratorier:
	Ceska Lipa Bendlova 1687/7, 470 03 Ceska Lipa Pardubice V Raji 906, 530 02 Pardubice
	Kontakt ALS Laboratory Group Norge, for ytterligere informasjon

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

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

ALS Laboratory Group Norway AS
PB 643 Skøyen, N-0214 Oslo

E-post: info.on@alsglobal.com
Tel: + 47 22 13 18 00

Dokumentet er godkjent
og digitalt undertegnet
av Rapportør

Marte Muri

ALS avd. ØMM-Lab
Yvenveien 17, N-1715 Yven

Epost: info.srp@alsglobal.com
Tel: + 47 69 13 78 80

Web: www.alsglobal.no

Client Service
marte.muri@alsglobal.com

2017.06.22 19:02:43

Rapport

Side 9 (9)

N1709144

2ON1PWBK900



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

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

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

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

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

ALS Laboratory Group Norway AS
PB 643 Skøyen, N-0214 Oslo

E-post: info.on@alsglobal.com
Tel: + 47 22 13 18 00

Dokumentet er godkjent
og digitalt undertegnet
av Rapportør

ALS avd. ØMM-Lab
Yverveien 17, N-1715 Yven

Epost: info.srp@alsglobal.com
Tel: + 47 69 13 78 80

Web: www.alsglobal.no

Marte Muri

Client Service
marte.muri@alsglobal.com

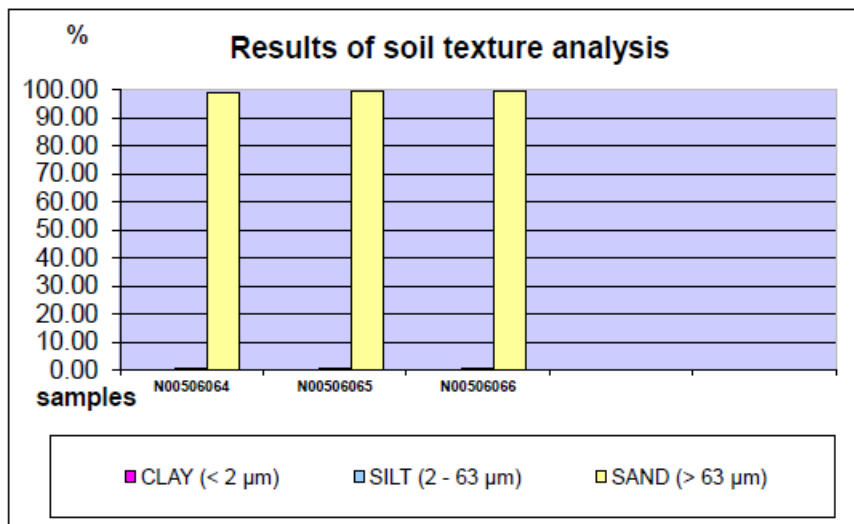
2017.06.22 19:02:43

Vedlegg 3. Kornfordelingsanalyse



RESULTS OF SOIL TEXTURE ANALYSIS

Sample label:	N00506064	N00506065	N00506066
Lab. ID:	001	002	003
Gross sample weight [g]	38.62	32.80	39.92
CLAY (< 2 µm) [%]	0.02	0.01	0.01
SILT (2 - 63 µm) [%]	0.84	0.40	0.55
SAND (> 63 µm) [%]	99.14	99.58	99.44



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

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

Vedlegg 4. Visuell beskrivelse av prøver fra prøvetakingen

RAMBOLL			Prøvetaking		
Sted.	Luravika badeplass		Prøvetaker.	miljø grab	
Oppdr.	1350013839		Nivå.		
Hull.	LV1		Grunnvannst.		
Dato.	29.05.2017		Sign.	FM	
Dybde	Skåret prøve	Prøve nr.	Anmerk.		
0-10 cm			P2 kordinater-0312127-6530505 vanndybde 50cm mulig olje, svart slam og fin sand sterk lukt mye farger mulig mikro plast eller bunstoff rester fra båt havn.		
0-10 cm			P3 kordinater-0312151-6530508.vanndybde 60cm olje svart slam og fin sand mye farger også her sterk lukt ingen tegn til mark lite tang og tare vekst		
0-10 cm			P6 kordinater0312138-6530555.vanndybde 60cm grå brun og svart fin sand mindre lukt.olje film og mye farger også her bunstoff eller micro plast		
0-10 cm			P7 kordinater-0312156-6505633.vanndybde 70cm grå brunn fin sand normal lukt mer liv mark og tang og tare.og l		

RAMBOLL			Prøvetaking		
Sted.	Luravika badeplass		Prøvetaker.	miljø grabb	
Oppdr.	1350013839		Nivå.		
Hull.	LV 02		Grunnvannst.		
Dato.	29.05.2017		Sign.	FM	
Dybde	Skåret prøve	Prøve nr.	Anmerk.		
0-10 cm			p14-kordinater 031222-6530740-vanndybde 1m grå brun fin sand normal sjøbunn lukt		
0-10 cm			p15kordinater-0312261-6530720-vanndybde 7m grå og brun fin sand normal sjøbunn lukt		
0-10 cm			P11 kordinater 031218333-6530648.vanndybde.0,9m grå brun find sand normal lukt		
0-10 cm			P10.kordinater-0312162-650645.vanndybde 0,8m grå fin sand og stein litt sterkere sjøbunn lukt		

RAMBOLL						Prøvetaking		
Sted.	Luravika badeplass			Prøvetaker.	miljø grab på sjø			
Oppdr.	1350013839			Nivå.				
Hull.	LV 03			Grunnvannst.				
Dato.	29.05.2017			Sign.	fm			
Dybde	Skåret prøve	Prøve nr.			Anmerk.			
0-10 cm					p 24 -kordinater-utm-32v-0322362-6530828			
					vanndybde 11,7m			
					grå find sand -normal sjø bunn lukt.mye børste mark			
0-10 cm					p21-kordinater-0312132-6530789-dybde 10m			
					grå og sort bunnslem sedimenter og sand silt litt kraftigere			
					sjøbunn lukt			
0-10 cm					p20-kordinater-0312309-6530809-vanndybde 1,2m			
					grå find sand.normal sjøbunn lukt.			
0-10 cm					p17kordinater-0312277-6530776- vanndybde 1,2m			
					grå og lyse brun find sand normal lukt.			

NOTAT

Oppdrag **1350013839 – Luravika badeplass**
Kunde **Sandnes kommune**
Notat nr. **G-not 001**
Til **Sandnes kommune v/Amir Trto**

Fra **Gregory Sargeant**
Kopi

Dato 2017/09/27

LURAVIKA BADEPLASS – STABILITETSVURDERING AV FYLLING I SJØ

Rambøll
Sjøhagen 6
Pb 4016
N-4095 Stavanger
T +47 97 42 80 00

www.ramboll.no

1. Bakgrunn

Sandnes kommune ønsker å utvide eksisterende fyllingsområde ved Luravika badeplass i Lura, Sandnes kommune.

Dette notatet inneholder geoteknisk vurdering av ønsket utfylling.

Vår ref. 1350013839/GRSA

2. Regelverk

For geoteknisk prosjektering gjelder følgende standarder:

- NS-EN 1990-1:2002+A1-2005+NA-2016 (Eurokode 0)
- NS-EN 1997-1:2004+A1-2013+NA-2016 (Eurokode 7)
- NVE sine retningslinjer 7/2014 – Sikkerhet not kvikkleireskred. Vurdering av områdestabilitet ved arealplanlegging og utbygging i områder med kvikkleire og andre jordarter med sprøbruddegenskaper.

Da planlagte tiltak ikke inneholder konstruksjoner er det ikke utført vurdering iht NS-EN 1998-1:NA2004/NA:2008 (Eurokode 8).

3. Geoteknisk kategori

Det stilles i Eurokode 7 krav til prosjektering ut fra 3 geotekniske kategorier. Standardens punkt 2.1 «krav til prosjektering» gir føringer for valg av kategori.

I dette prosjektet skal eksisterende fylling i sjø utvides, og på grunnlag av dette og grunnforholdene vurderer vi prosjektet til å ligge i **geoteknisk kategori 2**.

4. Pålitelighetsklasse (CC/CR)

Tabellen NA.A1(901) i nasjonalt tillegg til Eurokode 0 gir eksempler på plassering av byggverk, konstruksjoner og konstruksjonsdeler i Pålitelighetsklasser (CC/RC) fra 1-4. Kategorien «*Grunn- og fundamenteringsarbeider og undergrunnsanlegg ved enkle og oversiktlige grunnforhold*» faller inn under

pålitelighetsklasse 1 eller 2. Vi vurderer ut fra dette at planlagte tiltak til å være i **pålitelighetsklasse 2**.

5. Kontrollklasse

Eurokode 0 gir føringer for krav til omfang av prosjekteringskontroll og utførelseskontroll, som avhenger av pålitelighetsklasse. Pålitelighetsklasse 2 medfører PKK2 (tabell NA.A1 (902)) og UKK 2 (NA.A1 (903))

Ved PKK 2 og stilles det krav om at utvidet kontroll utføres for geoteknisk prosjektering. Anbefalte minste krav er at en kontroll er utført av en annen organisasjon enn den som har foretatt prosjekteringen.

6. Tiltaksklasse

I veiledning om byggesak kapittel 9 er det gitt kriterier for tiltaksklasseplassering for prosjektering. Der opplyses det om at «prosjektering av terrengutforming som krever middels krevende terrengtilpasninger og inngrep, ved kjente grunnforhold» faller inn under tiltaksklasse 2. Prosjekter i tiltaksklasse 2 medfører krav om uavhengig kontroll for geoteknisk prosjektering iht PBL/SAK10. Uavhengig kontroll iht. SAK10 og uavhengig kontroll iht. Eurokoden har samme kontrollomfang og kan utføres samlet.

7. NVEs veileder 7/2014

I områder hvor kvikkleire er registrert stiller NVE krav til identifisering, avgrensning og faregradsevaluering av faresoner ved prosjektering. I henhold til tabell 5.2 i NVEs veileder 7, er tiltakskategori satt til K2. Dette gjelder tiltak som vil påvirke stabiliteten negativt dersom det ikke gjennomføres stabilitetsende tiltak utenom selve tiltak. Stabilitetsanalyser må dokumentere en sikkerhetsfaktor basert på faregrad beregnet ut fra en ROS-analyse. Ref./1/. ROS-analyse må utføres på det mest kritiske profil i sonen. Utover dette er det krav at kvikkleiresonen avgrenses.

Det er for prosjekter i tiltakskategori K2 krav om at vurderingene kvalitetssikres av kollega.

8. Grunnforhold og terreng

Innmåling av borpunkter på land ved Luravika badebass viser at området ligger på ca. kote 2,5 -3 (NN2000). Området ligger like øst fra Gamleveien, Luravika.

Figur 1 viser ortofoto fra området. Den planlagte g/s veien og badebassutvidelsen er markert på bildet.



Figur 1 – Ortofoto fra Luravika – gislink.no

Sjøbunnen utenfor fyllingen faller det første partiet slakt mot øst. Sjøbunnen i det første parti har helning mellom 1:13 i nordenden av prosjektområdet og en helning på 1:50 i sør. Fra 15 til 20 meters avstand fra kystlinjen blir sjøbunnen forholdsvis brattere med helning på til 1:3 ved beregningsprofiler B og C (Beregningsprofiler A – C er markert på tegning situasjonsplan 201). Fra 50-60 meters avstand viser norgeskart at sjøbunnen blir igjen slankere med et maksimum dybde på ca. 50 meter i midten av fjorden.

Utførte undersøkelser utført fra flåte viser at originale løsmasser ved profil B og C består av leire/kvikkleire og silt ned til 10 – 15 meter under terrengnivå. Grunnundersøkelser indikerer at massene har mindre sondermotstand lengere ut i fjorden. Resultater fra laboratorieanalyse på opptatt prøver bekrefter dette.

Ved punkt 24, viser laboratorieresultater at leiren mellom 5,5 – 11 meter dybde er kvikkleire (omrørt skjærfasthet <0,5 kPa). Tolkningen av CPTU-sonderingen fra borepunkt 22 (på land) klassifiserer materialet i det øverste 10 meter av sonderingen som sensitivt.

I området ved gang og sykkelveien (profil A) viser resultatene fra grunnundersøkelser stort sett stor sondermotstand og at massene inneholder en større del friksjonsmasser. Resultater fra laboratorieanalyse på prøver opptatt fra dette området viser at massene hovedsaklig består av sand ned til ca. 8 meter. Sanden er middels fin og inneholder enkelte silt og leirelag.

Boringene utført i aktuelt område for utfylling viser > 31 m løsmassedybde over berg.

For detaljert beskrivelse av resultatene fra undersøkelsene vises det til datarapporter, ref. /2/.

9. Materialparametere

9.1 Tyngdetetthet

Tyngdetetthet er tolket ut fra rutineundersøkelser utført i laboratoriet. Parametervalg er presentert med stabilitetsanalysene på tegning. 202 – 211.

9.2 Udrenert skjærfasthet

Tolkning/grunnlag

Udrenert skjærstyrke i kvikk/sensitive leire som benyttes i stabilitetsberegningene er valgt på grunnlag av skjærstyrkemålinger utført på uforstyrrede 54 mm prøve i laboratoriet samt tolkede CPTU-sonderinger. Ved tolkning av CPTU er det benyttet en plastistetsindeks $I_p = 10 \%$

Tolkning av CPTU er utført på grunnlag av poretrykksfaktorene $N_{\Delta u}$ og spissmotstandsfaktoren N_{kt} , uttrykt på følgende måte:

$$SuA = \Delta u / N_{\Delta u}$$

$$SuA = q_n / N_{kt}$$

Generelt er $N_{\Delta u}$ benyttet ved B_q – verdi (poretrykksrespons) høyere enn 0,5 – 0,6, og N_{kt} er benyttet med B_q lavere enn 0,5 – 0,6.

For bestemmelse av faktorene N_{kt} og $N_{\Delta u}$ er korrelasjoner basert på CAUC – treaksialforsøk på blokkprøver av høy kvalitet benyttet, kfr Lunne et al, ref /3/ og Karlsrud, ref /4/ og /5/. For de valgte korrelasjonene for $N_{\Delta u}$ - og N_{kt} - faktorene er det skilt mellom leire med sensitivitet (S_t) lavere og høyere enn 15. Følgende faktorer er benyttet:

$$N_{kt} = 7,8 + 2,5 \cdot \log OCR + 0,082 \cdot I_p \quad N_{\Delta u} = 6,9 - 4,0 \cdot \log OCR + 0,07 \cdot I_p \quad \text{for } S_t < 15$$

$$N_{kt} = 8,5 + 2,5 \cdot \log OCR \quad N_{\Delta u} = 9,8 - 4,5 \cdot \log OCR \quad \text{for } S_t > 15$$

Det er i tillegg til de ovennevnte faktorene valgt å benytte korrelasjon mellom $N_{\Delta u}$ og B_q , $N_{\Delta u} = 4,0 + 4,5 B_q$ for sammenligning.

Poretrykk benyttet i tolkning av CPTU er antatt som hydrostatisk.

OCR (overkonsolideringsgrad) er tolket ut fra hver enkelt CPTU-sondering. Tolkede CPTU-sonderinger er presentert i vedlegg 1.

Tolkede ødometerforsøk er presentert i vedlegg 2.

Designverdi

I sprøbruddmateriale er udrenert skjærfasthet redusert med 15 %, for å ta hensyn til at tolkning av trykksønderinger er utført basert på korrelasjoner utarbeidet på blokkprøver:

- 1) S_{uA} (sprøbrudd/kvikk) = 0,85 S_{uA} (ikke sprøbrudd)
- 2) S_{uD} (sprøbrudd/kvikk) = S_{uD} (ikke sprøbrudd)
- 3) S_{uP} (sprøbrudd/kvikk) = S_{uP} (ikke sprøbrudd)

I beregningene er reduksjonene hensyntatt ved at A_a er redusert til 0,85 for sprøbruddmateriale, ref. kapittel 9.4.

9.3 Effektiv skjærfasthet

Det er utført treaksialforsøk på 4 av prøvene. Basert på tolkning av treaksialforsøk er det benyttet $\phi=28$ og $a=7$ for leire. Tolkede resultater fra treaksialforsøk er vist i vedlegg 3.

9.4 Anisotropi og tøyingskompatibilitet

I beregningene tas det hensyn til spenningsanisotropien i leira, dvs. at udrenert skjærstyrke varierer med hovedspenningsretningene (ADP-analyse). Utgangspunktet er udrenert aktiv skjærstyrke S_{uA} (styrke der glideflaten ligger i aktiv sone).

Direkte og passiv skjærstyrke er beregnet ut fra følgende sammenheng:

Tabell 9-1: Anisotropifaktorer, prinsipp

I_p (plastisitetsindeks, %)	$A_d = s_{uD}/s_{uC}$	$A_p = s_{uE}/s_{uC}$
$I_p \leq 10$ %	0,63	0,35
$I_p > 10$ %	$0,63+0,00425*(I_p-10)$	$0,35+0,00375*(I_p-10)$

Laboratorieundersøkelser viser generelt at leiren har plastisitet $I_p < 10$. Prøver av kvikkleire også viser at plastisiteten $I_p < 10$.

Tabell 9-2: Anisotropifaktorer benyttet i beregninger

	A_a	A_d	A_p
Leire ($I_p=10$)	1,0	0,63	0,35
Kvikkleire ($I_p < 10$)	0,85	0,63	0,35

Det er ikke utført passive eller direkte skjærforsøk i dette prosjektet.

Det er tatt hensyn til tøyingskompatibilitet ved at så vel effektive skjærstyrkeparametere som udrenert skjærstyrke tolket fra treaksialforsøk er tatt ut ved små og tilnærmet like deformasjoner (ca. 1 - 2 %).

10. Geoteknisk vurdering

10.1 Stabilitetsberegninger - generelt

Det er tegnet opp lagdeling for 3 kritiske profiler, profil A – C. Stabilitetsberegninger er utført i alle 3. Stabilitetsberegningene er utført med effektivspenningsanalyse og totalspenningsanalyse. Plassering av beregningsprofil fremkommer av tegning 201.

Beregningene er utført med beregningsprogrammet GeoSuite Stabilitet, som baserer seg på en likevektsbetraktning av potensielle bruddflater. Stabilitetsberegningene er utført for en plan tilstand i profilene.

Følgende forutsetninger er lagt til grunn for utførte beregninger:

- Maksimal fyllingshøyde på kote ca. 2,5 m
- Fyllingsfront anlegges med helning 1:1,5 eller slakere.
- Fyllingsfront skal erosjonssikres.
- Det benyttes fyllmasser av sprengstein.
- Trafikklast/nyttelast på fyllingen til **gang og sykkelveien** på $10 \text{ kPa} * 1,3 = 13 \text{ kPa}$
- Det forutsettes at der ikke skal utføres noen form for mudring utenfor fyllingen.
- Sjøbunnshelning og dybde iht mottatt kartgrunnlag fra Kartverket, samt innmåling utført i borpunktene under grunnundersøkelsene i 2017.
- Alle høyder er i NN2000.

Utførte stabilitetsberegninger viser tilfredsstillende stabilitet for en fylling som angitt på tegning 201-207.

Det kommenteres at det i denne omgang er ønskelig å fylle opp til kote +2,0. Dette ansees tilstrekkelig høyt for opprettelse av både badeplassen og gang og sykkelveien, og samsvarer med høyden rundt Sandnes havn og eksisterende badeplassen.

10.2 Resultater

Gang og sykkelveien

Profil A

Profil A er valgt for å kontrollere stabilitet til utfyllingen av den planlagte g/s-vei.

Resultatene fra stabilitetsberegninger til profil A er vist i tabell 10-1. Parameterne til siltlaget og fyllingsmaterialet er vist i tabellen på tegning 202 og 203. Skjærsterkhet mellom 25 og 50 ble brukt til leirelaget (økende med dybden).

Tabell 10-1: Resultater fra stabilitetsanalyse – Profil A

Situasjon	Analyse	Beregnet sikkerhet
Med fylling for badeplass	Tot. spenning	1,91 (Tegning 202)
	Eff. spenning	1,97 (Tegning 203)

Grunnforhold ved profil A er det mest ugunstige og den planlagte utfyllingen er bredest ved profil A. Derfor, siden en tilstrekkelig sikkerhetsfaktor ble oppnådd ved profil A ble det bestemt at det er ikke nødvendig med flere stabilitetsberegninger langs denne strekningen.

Stabilitetsanalysen viser en tilfredsstillende sikkerhetsfaktor mot utglidning på 1,9.

Utvidelsen av Luravika bade plass

Profil B

Profil B er valgt for å kontrollere stabilitet til utfyllingen i den midtre delen av bade plass.

Parameterne til siltlaget og fyllingsmaterialet er vist i tabell på tegning 204 - 207. En Skjærfasthet mellom 25 og 45 ble brukt til leirelaget (økende med dybden). Resultatene fra stabilitetsanalyse er vist i tabell 10-2.

Tabell 10-2: Resultater fra stabilitetsanalyse – Profil B

Situasjon	Analyse	Beregnet sikkerhet
Dagens situasjon	Tot. spenning	2,10 (Tegning 204)
	Eff. Spenning	2,52 (Tegning 205)
Med fylling for bade plass	Tot. spenning	1,46 (Tegning 206)
	Eff. spenning	1,98 (Tegning 207)

Stabilitetsberegningen fra profil B (med fylling for bade plass) viser en sikkerhetsfaktor mot utglidning på 1,46. Derfor viser stabilitetsanalyser tilfredsstillende stabilitet iht krav i NVE sine retningslinjer (beskrevet i veileder 7, ref. /6/). NVEs sine retningslinjer krever en sikkerhetsfaktor $\geq 1,4$.

Profil C

Profil C ble opprinnelig modellert med en utfylling som var 20 meter i bredde. Sikkerhetsfaktoren oppnådd var under minimums kravet. Derfor er resultatene fra en mindre utfylling presentert ved profil C.

Dette betyr at fyllingsfoten står i området hvor sjøbunnen har en helning på 1:3,5.

Parameterne til siltlaget og fyllingsmaterialet er vist i tabellen på tegning 208 - 211. Skjærfasthet mellom 25 og 45 ble brukt til leirelaget (økende med dybden). Resultatene fra stabilitetsanalyse er vist i tabell 10-3.

Tabell 10-3: Resultater fra stabilitetsanalyse – Profil C

Situasjon	Analyse	Beregnet sikkerhet
Dagens situasjon	Tot. spenning	1,50 (Tegning 208)
	Eff. Spenning	2,47 (Tegning 209)
Med fylling for bade plass	Tot. spenning	1,34 (Tegning 210)
	Eff. spenning	1,98 (Tegning 211)

Stabilitetsberegningen fra profil B viser ikke en tilfredsstillende sikkerhetsfaktor mot utglidning (krav: $\geq 1,4$ iht NVE leileder 7/2014).

10.3 Setninger

Tolkning av ødometerresultater viser at leiren i dette området er overkonsolidert (OCR mellom 2,2 og 4). Dette betyr at dagens in situ vertikal spenning er mindre enn prekonsolideringsspenningen, som forteller hvor mye materialet har vært belastet tidligere. Dette indikerer at leiren ikke er veldig setningsømfintlig.

Overslagsberegninger viser at en fylling på 3 m sprengstein gir en setning i størrelsesorden 10-15 cm dersom det regnes setningsgivende dybde 20 m ned i originale masser.

11. Konklusjon

Sandnes kommune ønsker å utvide eksisterende fylling ved Luravika badeplass.

Rambøll har utført grunnundersøkelser som grunnlag for geoteknisk vurdering av fyllingen.

Utførte stabilitetsanalyser viser tilfredsstillende stabilitet til gang og sykkelveien iht krav i Eurokode for en fylling utført iht beskrivelse og forutsetninger i kapittel 10.1, samt tegning 202-203.

Det er forutsatt at der ikke utføres noen form for mudring utenfor fyllingen.

Sandnes kommune hadde opprinnelige ønsket å fylle ut opptil ca. 20 meter fra dagens kystlinje ved Luravika badeplass. På grunn av en kombinasjon av bratt terreng og bløte masser var det ikke mulig å oppnå en tilstrekkelig sikkerhetsfaktor. En mindre utfylling (opptil ca. 10 meter fra kystlinjen) ble også modellert for å gi en alternativ til opprinnelig planen (profil C). Resultanten fra denne stabilitetsberegningen viste en sikkerhetsresultat som er på grensen til en akseptabelt sikkerhetsfaktor.

Sandnes kommune vurderer om det er faktisk ønskelig og økonomisk (i forhold til målet deres) å velge en mindre utfylling til badeplassen i nordre enden av prosjektområdet. Spesielt nå det er usikkerhet med hensyn til krav til sikkerhetsfaktoren og avgrensning av kvikkleire sonen.

Det er etterspurt en ny vurdering, hvor en badeplass og gang og sykkelvei kunne etableres i området sør for den opprinnelig planlagte badeplass. Etablering av en fylling her er enklere på grunn av;

- Fastere grunnforhold
- Slankere sjøbunn
- Ingen påvisning av kvikkleire

Videre vurdering av dette beskrives i notat «G-not 002 – 1350013839»

Med vennlig hilsen
Rambøll Norge AS

Dokumentet er utarbeidet av:



Gregory Sargeant
Sivilingeniør geoteknikk

M 97 48 96 69
Gregory.sargeant@ramboll.no

Dokumentet er kontrollert av:



Trine Flobak
Sivilingeniør geoteknikk

Vedlagte tegninger:

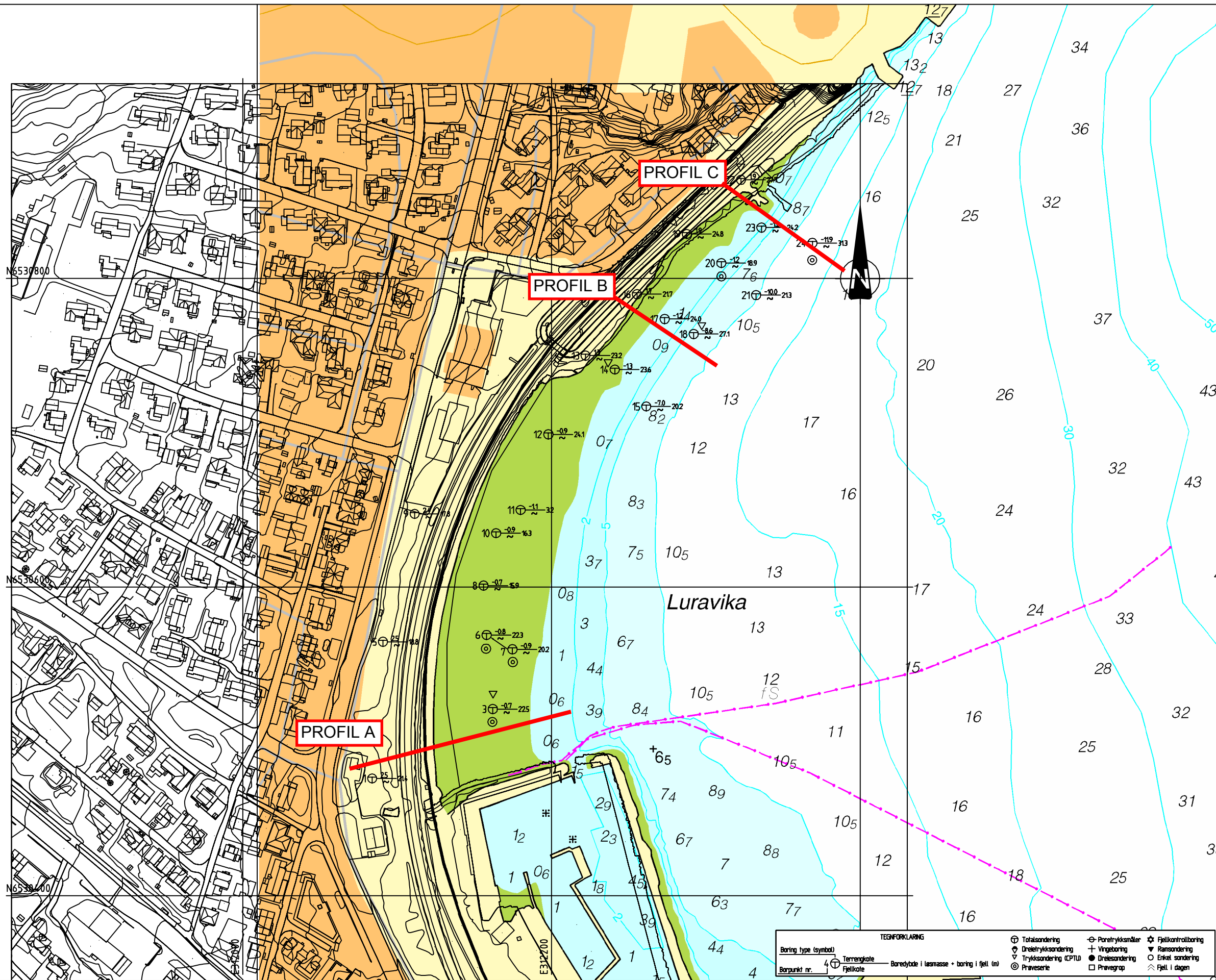
201	Situasjonsplan	1:1000 (A3)
202	Profil A, ADP-analyse	1:400 (A3)
203	Profil A, Effektivspenningsanalyse	1:400 (A3)
204	Profil B, Dagens situasjon - ADP-analyse	1:400 (A3)
205	Profil B, Dagens situasjon - Effektivspenningsanalyse	1:400 (A3)
206	Profil B, Med utfylling - ADP-analyse	1:400 (A3)
207	Profil B, Med utfylling - Effektivspenningsanalyse'	1:400 (A3)
208	Profil C, Dagens situasjon - ADP-analyse	1:400 (A3)
209	Profil C, Dagens situasjon - Effektivspenningsanalyse	1:400 (A3)
210	Profil C, Med utfylling - ADP-analyse	1:400 (A3)
211	Profil C, Med utfylling - Effektivspenningsanalyse	1:400 (A3)

Vedlegg

1. Tolkning av CPTU
2. Tolkning av ødometer
3. Tolkning av treksialforsøk

Referanser:

1. NVE sine retningslinjer 7/2014 - Sikkerhet not kvikkleireskred. Vurdering av områdetstabilitet ved arealplanlegging og utbygging i områder med kvikkleire og andre jordarter med sprøbruddegenskaper.
2. 1350013839. Datarapport fra grunnundersøkelser. Luravika badeplass. Rambøll Norge AS av 04.06.2017.
3. Lunne et al, 1997. «Cone penetration test in geotechnical practice»
4. Karlsrud et al, 2005. "CPTU correlations for clays". ICSMGE 2005, Osaka, Japan.
5. Karlsrud et al, 1996. «Improved CPTU correlations based on block samples». Nordisk geoteknikermøte, Reykjavik, Island.
6. NIFS publikasjon 14, En omforent anbefaling for bruk av anisotropifaktorer i prosjektering i norske leire, januar 2014.



Boring type (symbol)		TEGNFORKLARING	
⊕	Totalsondering	⊕	Poretrykksmåler
⊙	Prøveserie	+	Vingeboring
▽	Trykksondering (CPTU)	⊖	Dreiesonering
⊖	Prøveserie	⊙	Erkel sondering
⊖	Prøveserie	⊖	Prøvegrop
⊖	Prøveserie	⊖	Fjell i dagen
⊖	Prøveserie	⊖	Fjellkontrollboring
⊖	Prøveserie	⊖	Ransondering
⊖	Prøveserie	⊖	Erkel sondering
⊖	Prøveserie	⊖	Fjell i dagen

00	14.06.2017	GRSA	MTV	GRSA
REV.	DATO	ENDRING	TEGN	KONTR
TEGNINGSSTATUS				

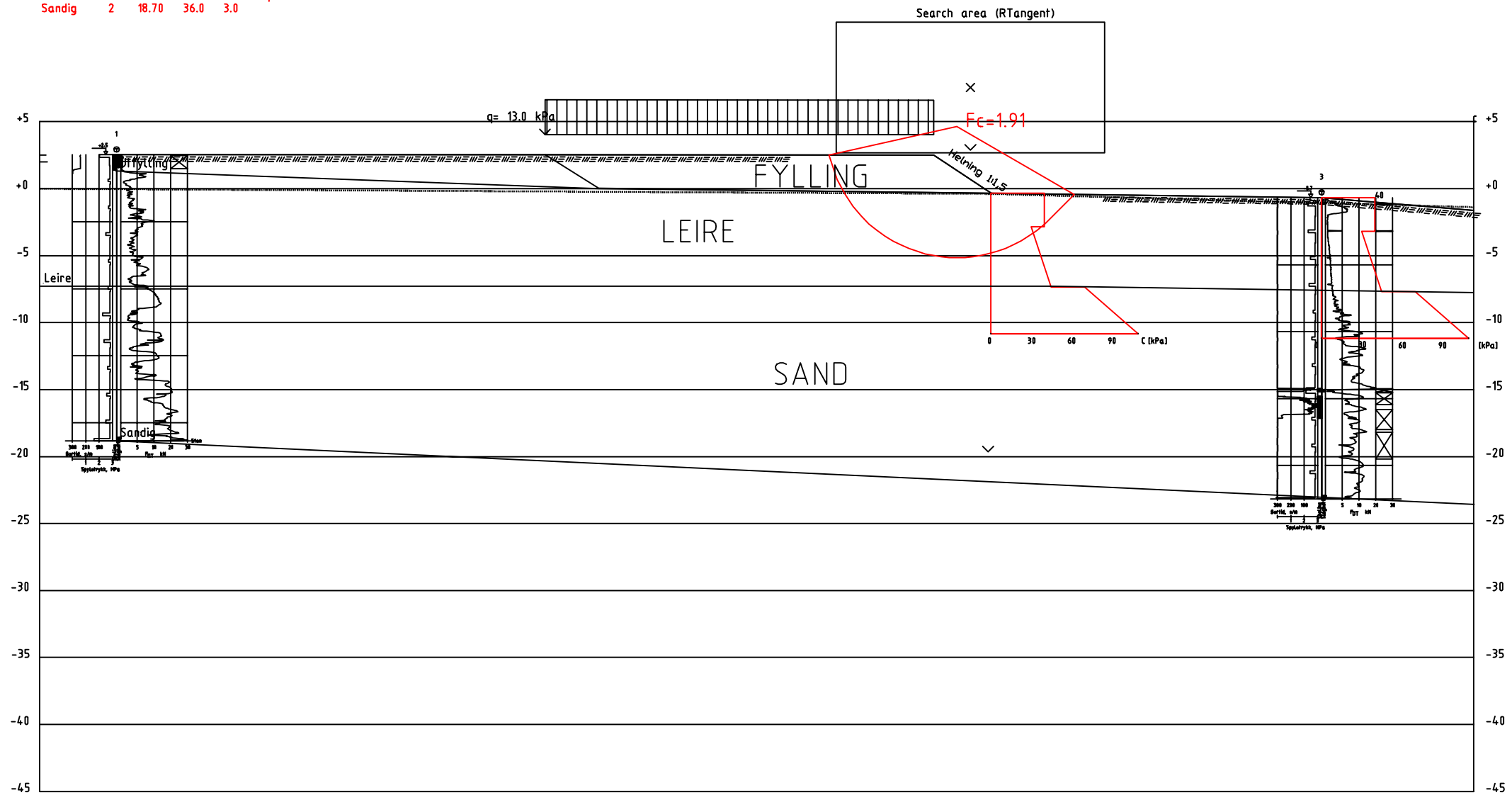
RAMBOLL
 Ramboll AS - Region Midt-Norge
 P.b. 9420 Sluppen
 Mellomila 79, N-7493 Trondheim
 TLF: 73 84 10 00 - FAX: 73 84 10 60
 www.ramboll.no

OPPDRAG
Luravika bade plass
 OPPDRAGSGIVER
Sandnes kommune

INNHOOLD
Situasjonsplan
 ⊕ Totalsondering
 ⊙ Prøveserie
 ▽ Trykksondering (CPTU)

OPPDRAG NR.
1350013839
 MÅLESTOKK OG FORMAT
1:2000
A3
 BLAD NR. AV
 TEGNING NR.
201
 REV.

Material	no	Un.	Weighth	Fi	C	C'	Aa	Ad	Ap
Utfylling	3	19.00	42.0	5.0					
Leire	1	18.00	---	---	C-profil	1.00	0.63	0.35	
Sandig	2	18.70	36.0	3.0					



REV.	DATO	ENDRING	TEGN	TFK	GODKJ
	07.07.2017		GRSA	TFK	GRSA
TEGNINGSSTATUS					



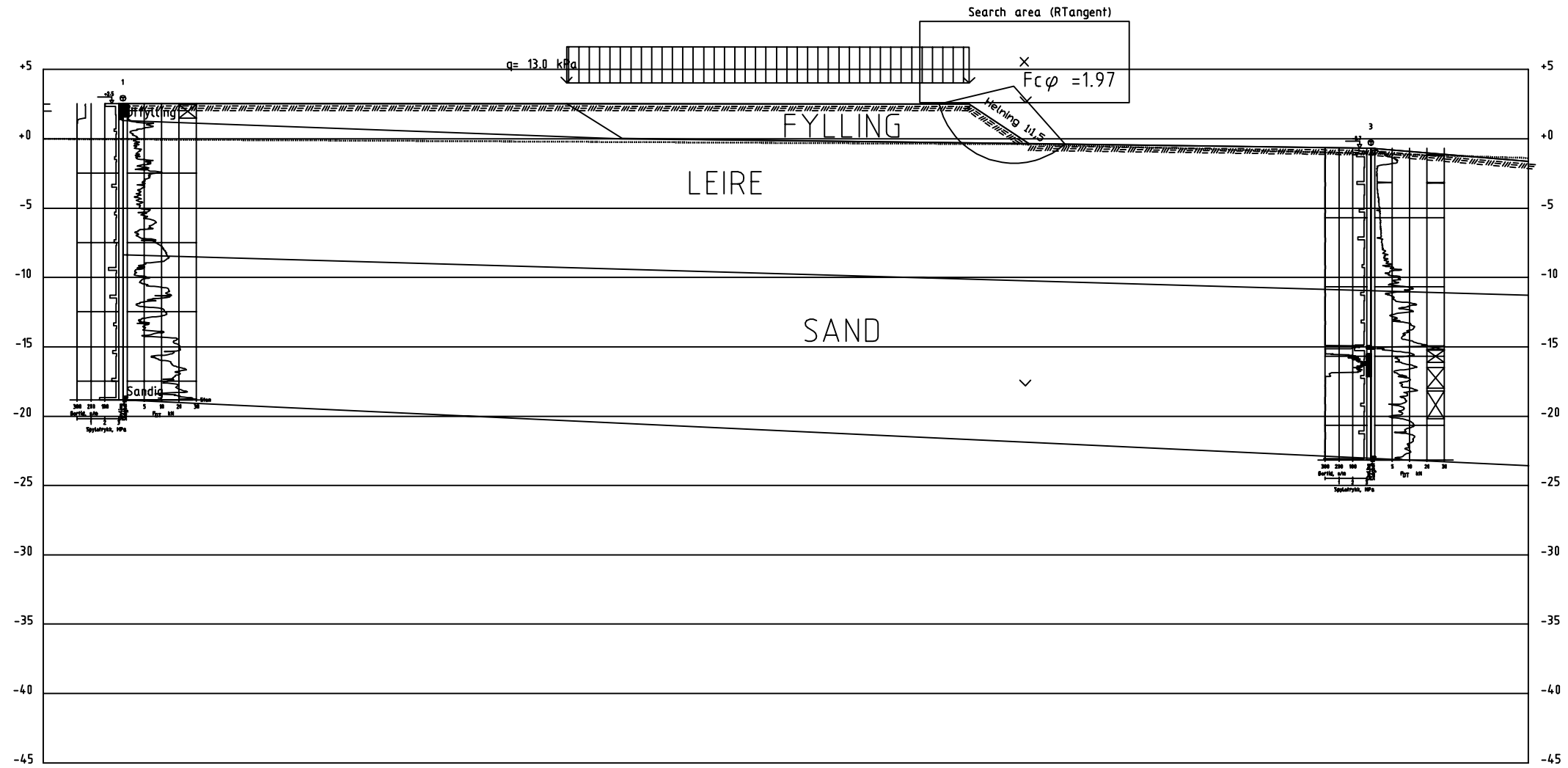
Rambøll AS - Region Midt-Norge
P.b. 9420 Sluppen
Mellomila 79, N-7493 Trondheim
TLF: 73 84 10 00 - FAX: 73 84 10 60
www.ramboll.no

OPPDRAG
Luravika bade plass (alternativ 2)
OPPDRAGSGIVER
Sandnes kommune

INNHOOLD
PROFIL A
ADP-analyse
Med fylling for g/s -vei

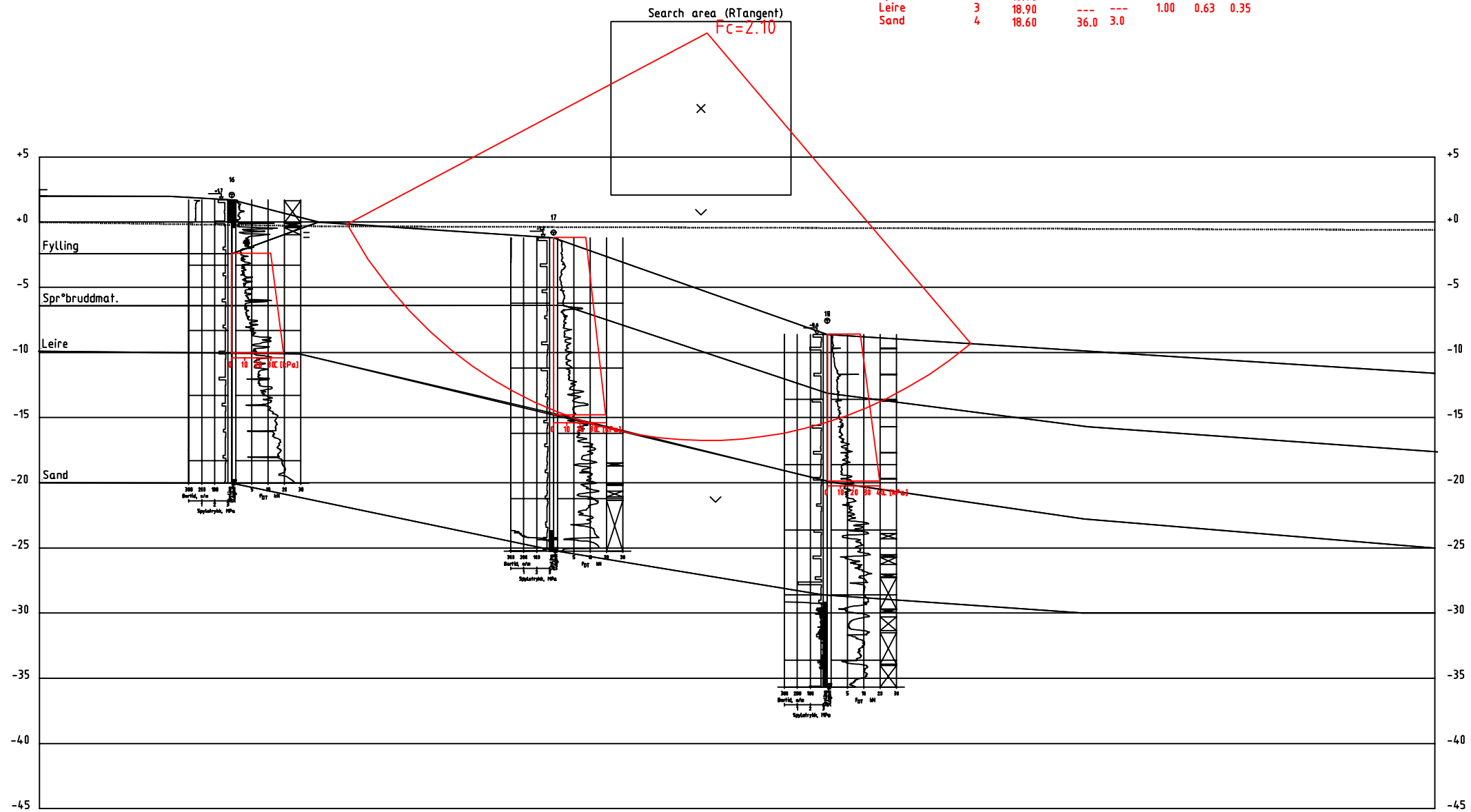
OPPDRAG NR.	MÅLESTOKK	BLAD NR.	AV
1350013839	1:400		
TEGNING NR.			REV.
202			

Material	no	Un.Weigth	Fi	C'
Utfylling	3	19.00	42.0	5.0
Leirelag	1	18.70	28.0	5.3
Sandig	2	18.70	36.0	3.0



			RAMBOLL			OPPDRAG		INNHOLD		OPPDRAG NR.	MÅLESTOKK	BLAD NR.	AV
07.07.2017			GRSA	TFK	GRSA	Luravika bade plass (Alternativ 2)		PROFIL A		1350013839	1:400		
REV.	DATO	ENDRING	TEGN	KONTR	GODKJ	OPPDRAGSGIVER		Effektivspenningsanalyse Med fylling for g/s -vei		TEGNING NR.			REV.
TEGNINGSSTATUS			Rambøll AS - Region Midt-Norge P.b. 9420 Sluppen Mellomila 79, N-7493 Trondheim TLF: 73 84 10 00 - FAX: 73 84 10 60 www.ramboll.no			Sandnes kommune					203		

Material	no	Un.Weighth	Fi	C	C'	Aa	Ad	Ap
Fylling	1	19.00	38.0	3.0				
Spr*bruddmat.	2	18.90	---	---	0.85	0.63	0.35	
Leire	3	18.90	---	---	1.00	0.63	0.35	
Sand	4	18.60	36.0	3.0				



REV.	DATO	ENDRING	GRSA	TFK	GRSA
	09.07.2017		TEGN	KONTR	GODKJ
TEGNINGSSTATUS					



Rambøll AS - Region Midt-Norge
P.b. 9420 Sluppen
Mellomila 79, N-7493 Trondheim
TLF: 73 84 10 00 - FAX: 73 84 10 60
www.ramboll.no

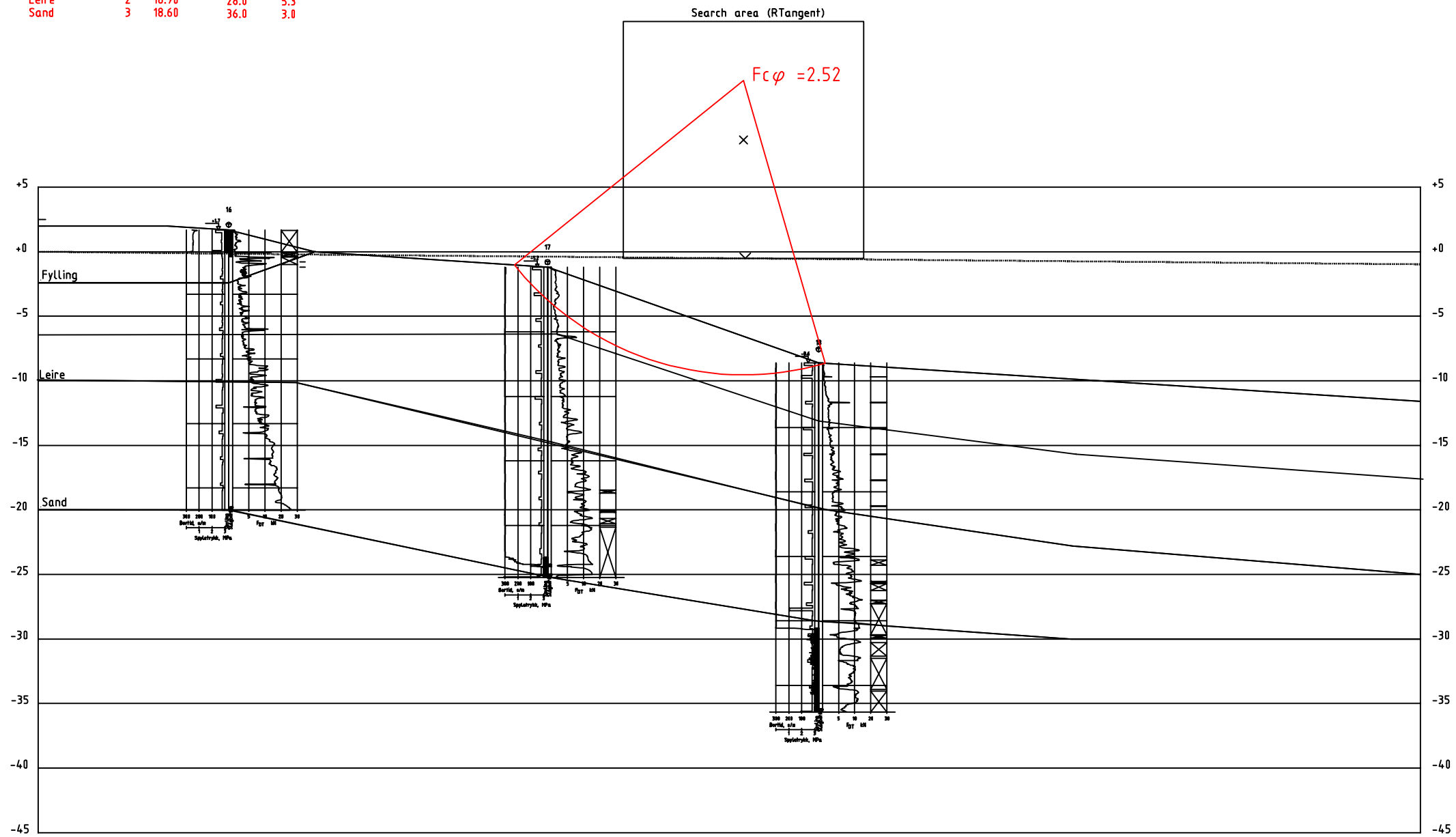
OPPDRAG
Luravika bade plass

OPPDRAGSGIVER
Sandnes kommune

INNHOOLD
PROFIL B
ADP-analyse
Dagens situasjon

OPPDRAG NR. 1350013839	MÅLESTOKK 1:400	BLAD NR.	AV
TEGNING NR. 204			REV.

Material	no	Un.Weigh	Fi	C'
Fylling	1	19.00	38.0	3.0
Leire	2	18.90	28.0	5.3
Sand	3	18.60	36.0	3.0



REV.	DATO	ENDRING	TEGN	KONTR	GODKJ
	09.07.2017		GRSA	TFK	GRSA
TEGNINGSSTATUS					



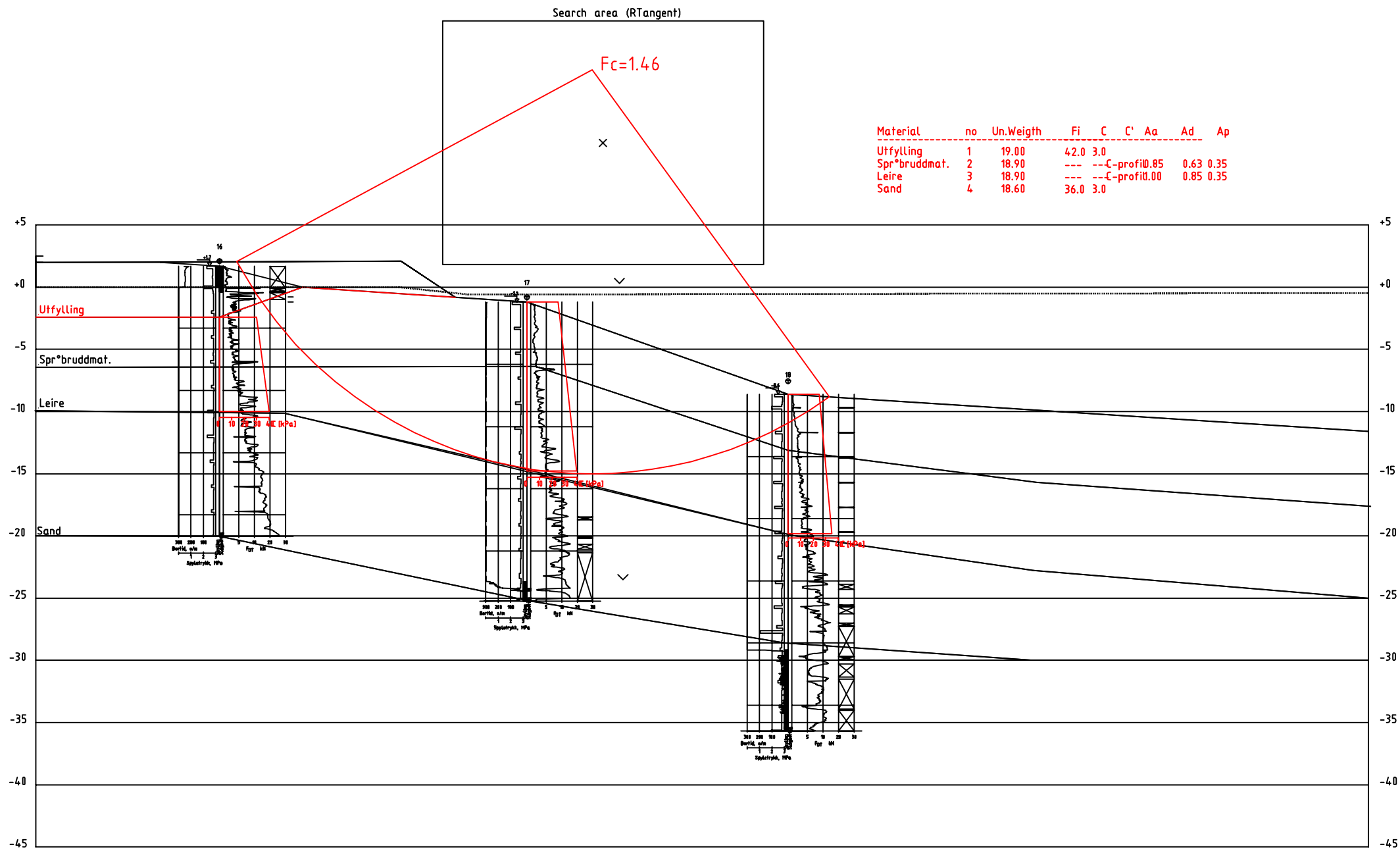
Rambøll AS - Region Midt-Norge
P.b. 9420 Sluppen
Mellomila 79, N-7493 Trondheim
TLF: 73 84 10 00 - FAX: 73 84 10 60
www.ramboll.no

OPPDRAG
Luravika bade plass

OPPDRAGSGIVER
Sandnes kommune

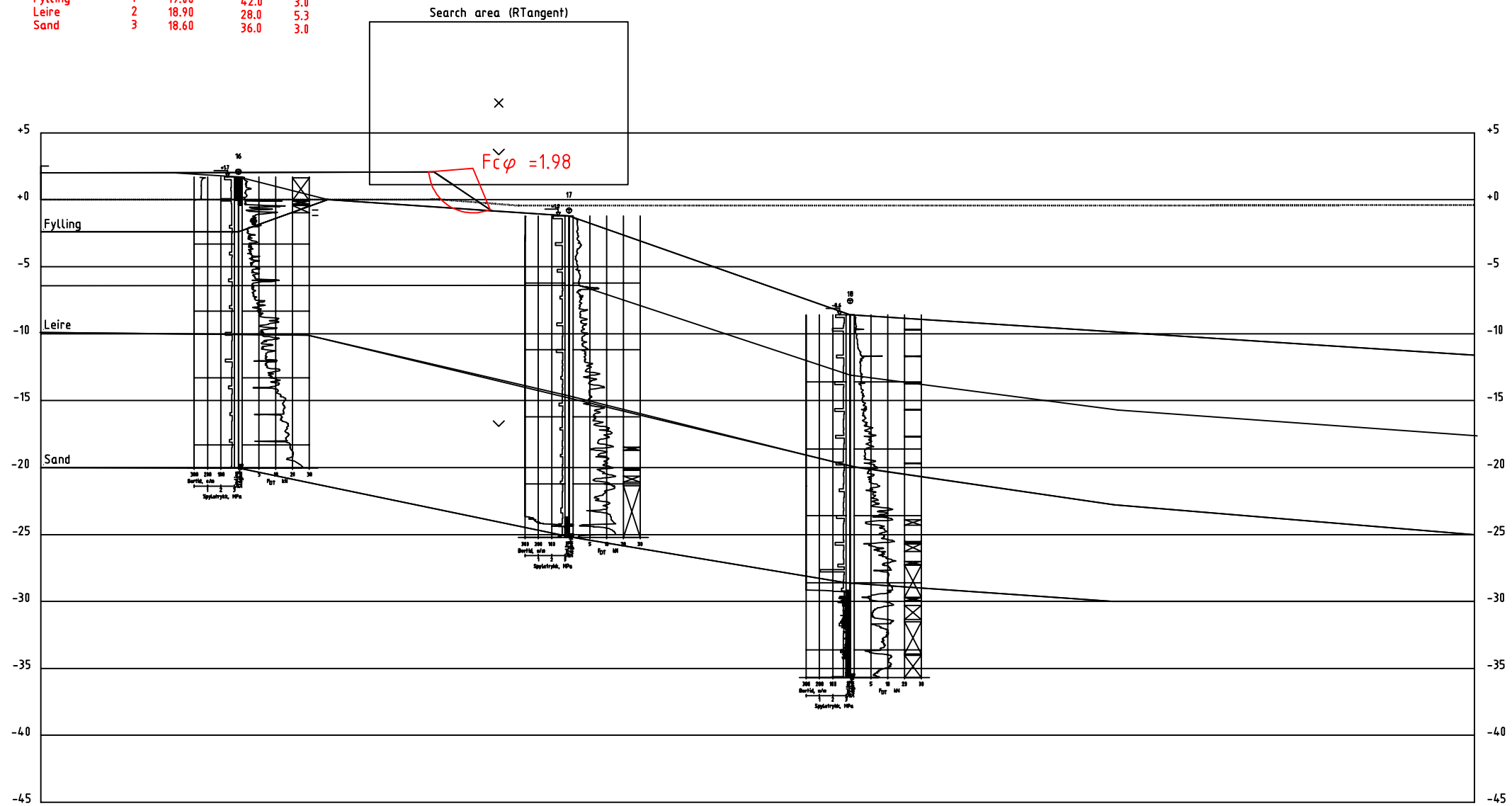
INNHOOLD
PROFIL B
Effektivspenningsanalyse
Dagens situasjon

OPPDRAG NR. 1350013839	MÅLESTOKK 1:400	BLAD NR.	AV
TEGNING NR. 205			REV.



<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 33%; text-align: center;"> </td> <td style="width: 33%;"> Rambøll AS - Region Midt-Norge P.b. 9420 Sluppen Mellomila 79, N-7493 Trondheim TLF: 73 84 10 00 - FAX: 73 84 10 60 www.ramboll.no </td> <td style="width: 33%; text-align: center;"> OPPDRAG Luravika bade plass OPPDRAGSGIVER Sandnes kommune </td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;"> INNHOLD PROFIL B ADP-analyse Med fylling for bade plass </td> <td style="text-align: center;"> OPPDRAG NR. 1350013839 </td> <td style="text-align: center;"> MÅLESTOKK 1: 400 </td> <td style="text-align: center;"> BLAD NR. AV </td> <td style="text-align: center;"> TEGNING NR. 206 </td> <td style="text-align: center;"> REV. </td> </tr> </table>				Rambøll AS - Region Midt-Norge P.b. 9420 Sluppen Mellomila 79, N-7493 Trondheim TLF: 73 84 10 00 - FAX: 73 84 10 60 www.ramboll.no	OPPDRAG Luravika bade plass OPPDRAGSGIVER Sandnes kommune	INNHOLD PROFIL B ADP-analyse Med fylling for bade plass	OPPDRAG NR. 1350013839	MÅLESTOKK 1: 400	BLAD NR. AV	TEGNING NR. 206	REV.	OPPDRAG NR. 1350013839	MÅLESTOKK 1: 400	BLAD NR. AV	TEGNING NR. 206	REV.
				Rambøll AS - Region Midt-Norge P.b. 9420 Sluppen Mellomila 79, N-7493 Trondheim TLF: 73 84 10 00 - FAX: 73 84 10 60 www.ramboll.no	OPPDRAG Luravika bade plass OPPDRAGSGIVER Sandnes kommune											
INNHOLD PROFIL B ADP-analyse Med fylling for bade plass	OPPDRAG NR. 1350013839	MÅLESTOKK 1: 400	BLAD NR. AV	TEGNING NR. 206	REV.											
REV.	DATO 10.07.2017	ENDRING	TEGN	KONTR	GODKJ	TEGNING NR. 206		REV.								

Material	no	Un.Weighth	Fi	C'
Fylling	1	19.00	42.0	3.0
Leire	2	18.90	28.0	5.3
Sand	3	18.60	36.0	3.0



REV.	DATO	ENDRING	TEGN	KONTR	GODKJ
	10.07.2017		GRSA	TFK	GRSA
TEGNINGSSTATUS					

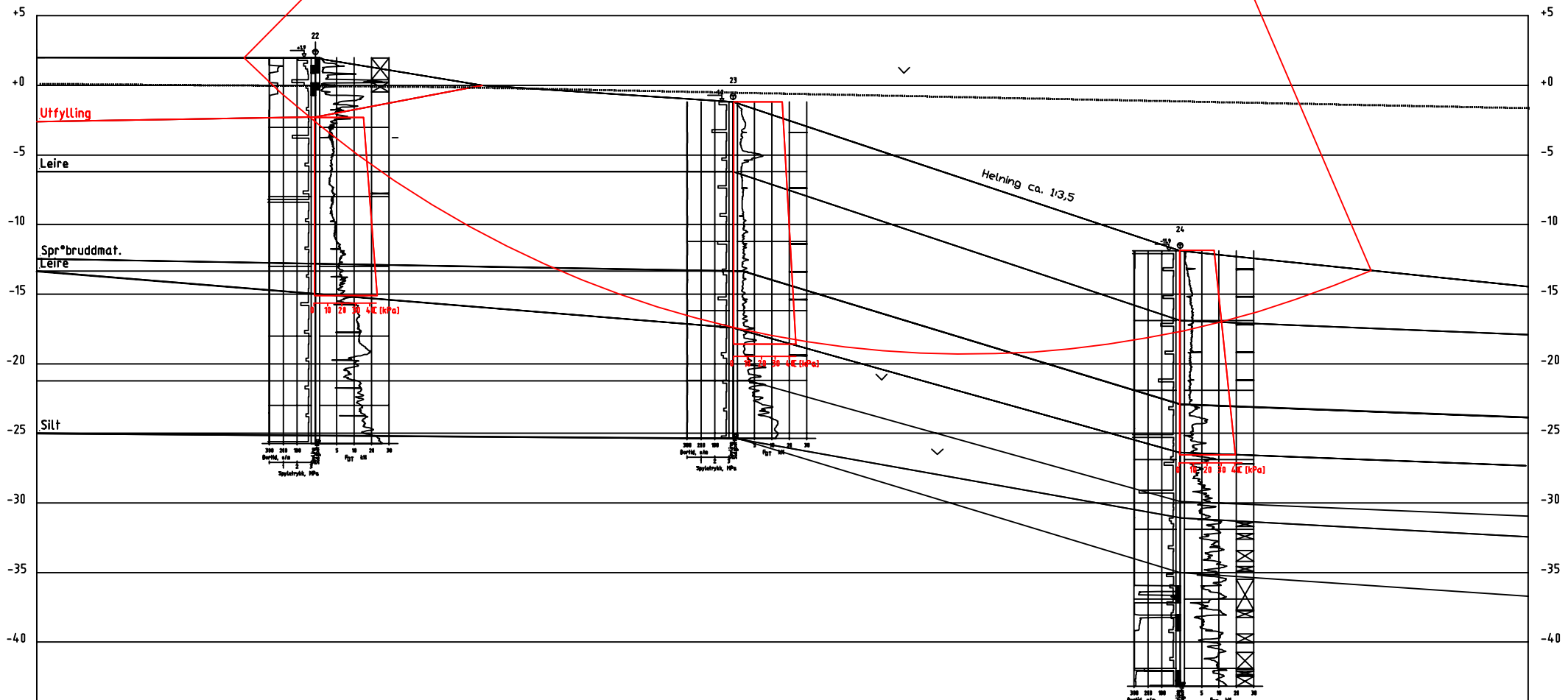
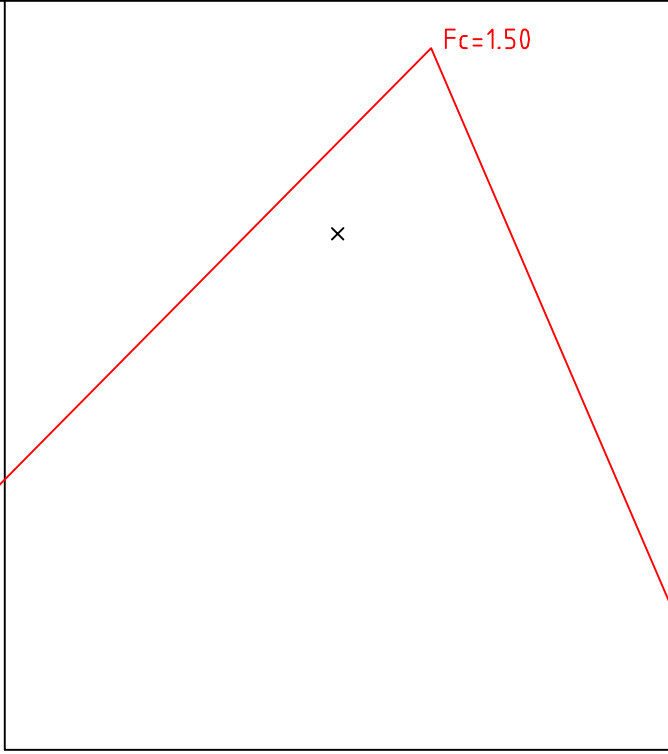
RAMBOLL
Rambøll AS - Region Midt-Norge
P.b. 9420 Sluppen
Mellomila 79, N-7493 Trondheim
TLF: 73 84 10 00 - FAX: 73 84 10 60
www.ramboll.no

OPPDRAG
Luravika badeplass
OPPDRAGSGIVER
Sandnes kommune

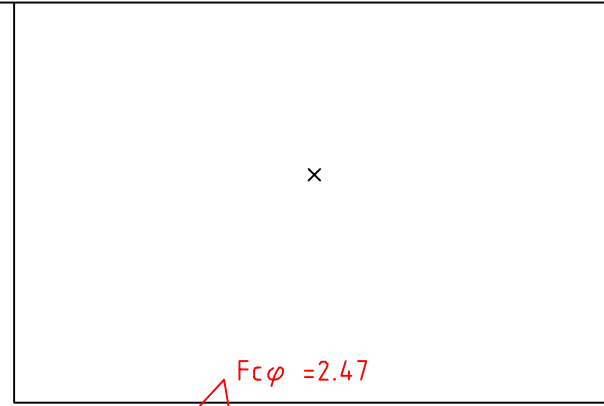
INNHold
PROFIL B
Effektivspenningsanalyse
Med fylling for badeplass

OPPDRAG NR. 1350013839	MÅLESTOKK 1:400	BLAD NR.	AV
TEGNING NR. 207			REV.

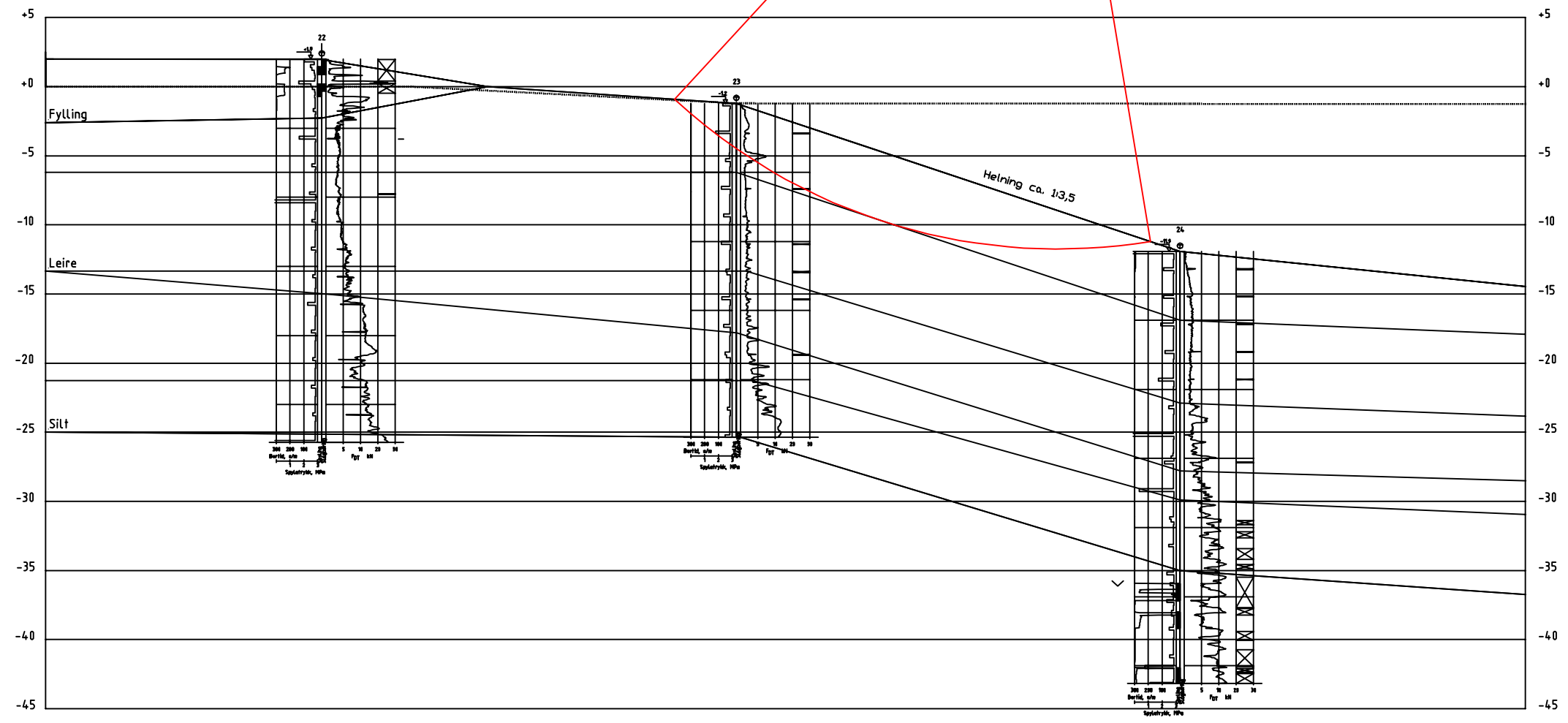
Material	no	Un.Weight	Fi	C	C'	Aa	Ad	Ap
Utfylling	1	19.00	38.0	3.0				
Leire	2	18.90	---	C-profil	1.00	0.63	0.35	
Spr*bruddmat.	3	18.90	---	C-profil	0.85	0.63	0.35	
Leire	4	18.90	---	C-profil	1.00	0.63	0.35	
Silt	5	18.60	31.0	5.0				



09.07.2017			GRSA	TFK	GRSA		OPPDRAG	INNHold	OPPDRAG NR.	MÅLESTOKK	BLAD NR.	AV
REV.	DATO	ENDRING	TEGN	KONTR	GODKJ		Luravika bade plass Sandnes kommune	PROFIL C ADP-analyse Dagens situasjon	1350013839	1:400		
TEGNINGSSTATUS						Rambøll AS - Region Midt-Norge P.b. 9420 Sluppen Mellomila 79, N-7493 Trondheim TLF: 73 84 10 00 - FAX: 73 84 10 60 www.ramboll.no	OPPDRAGSGIVER				TEGNING NR.	REV.
											208	



Material	no	Un.Weigth	Fi	C'
Fylling	1	19.00	38.0	3.0
Leire	2	18.90	28.0	5.3
Silt	3	18.60	31.0	5.0



REV.	DATO	ENDRING	GRSA	TFK	GRSA
	10.07.2017		TEGN	KONTR	GODKJ
TEGNINGSSTATUS					

RAMBOLL
 Rambøll AS - Region Midt-Norge
 P.b. 9420 Sluppen
 Mellomila 79, N-7493 Trondheim
 TLF: 73 84 10 00 - FAX: 73 84 10 60
 www.ramboll.no

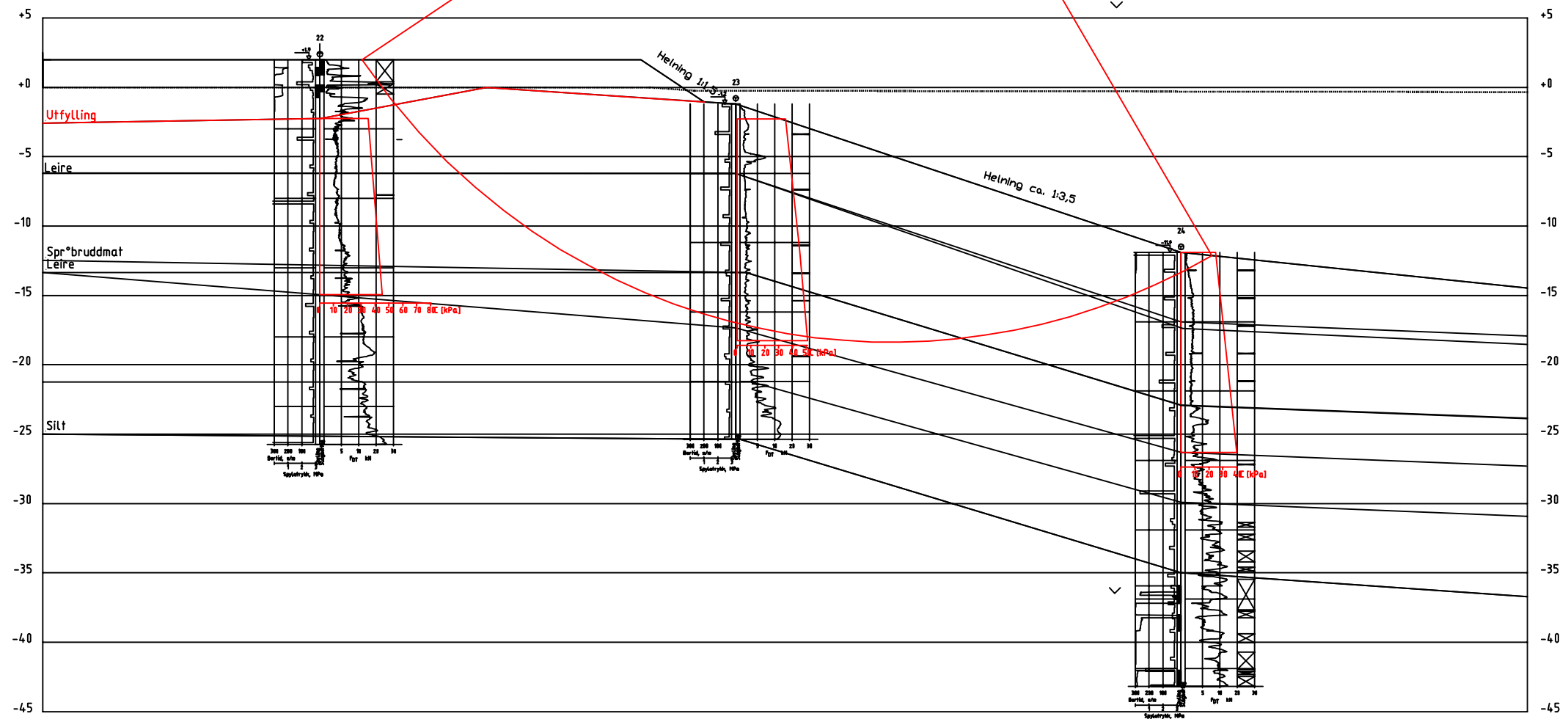
OPPDRAG
Luravika bade plass
 OPPDRAGSGIVER
Sandnes kommune

INNHOOLD
PROFIL C
 Effektivspenningsanalyse
 Dagens situasjon

OPPDRAG NR. 1350013839	MÅLESTOKK 1:400	BLAD NR.	AV
TEGNING NR. 209			REV.

Material	no	Un.Weigth	Fi	C	C'	Aa	Ad	Ap
Utfylling	1	19.00	42.0	5.0				
Leire	5	18.90	---	C-profil 1.00	0.63	0.35		
Spr ^o bruddmat	4	18.90	---	C-profil 0.85	0.63	0.35		
Leire	2	18.90	---	C-profil 1.00	0.63	0.35		
Silt	3	18.60	31.0	5.0				

Fc=1.34



00	10.07.2017		GRSA	TFK	GRSA
REV.	DATO	ENDRING	TEGN	KONTR	GODKJ
TEGNINGSSTATUS					



Ramboll AS - Region Midt-Norge
P.b. 9420 Sluppen
Mellomila 79, N-7493 Trondheim
TLF: 73 84 10 00 - FAX: 73 84 10 60
www.ramboll.no

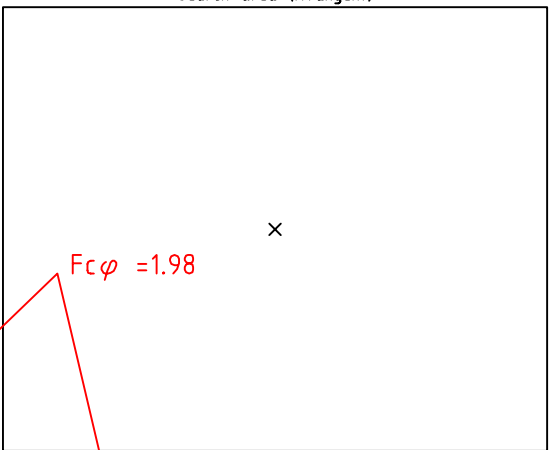
OPPDRAG
Luravika bade plass

OPPDRAGSGIVER
Sandnes kommune

INNHold
PROFIL C
ADP-analyse
Med fylling til bade plass

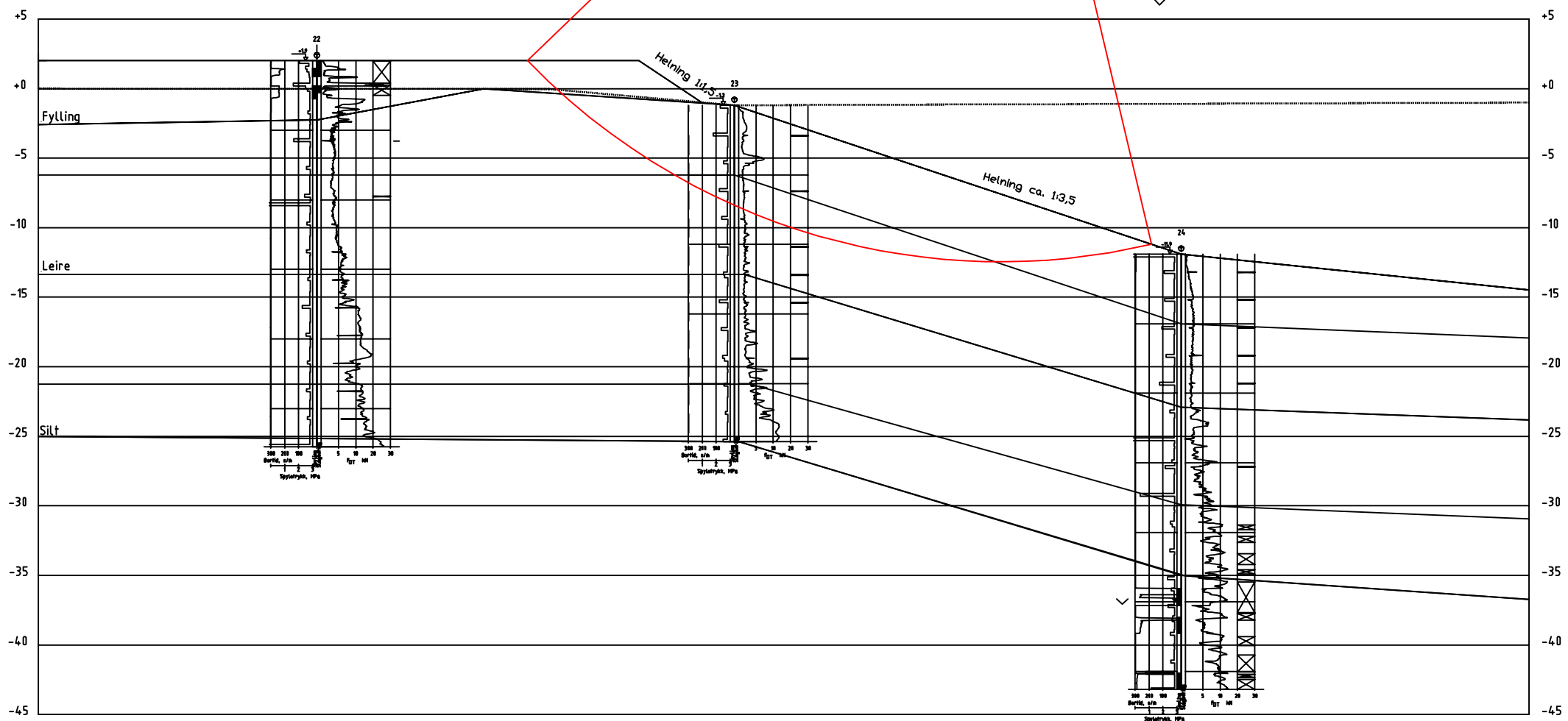
OPPDRAG NR. 1350013839	MÅLESTOKK 1:400	BLAD NR.	AV
TEGNING NR. 210			REV.

Search area (RTangent)



$F_c\phi = 1.98$

Material	no	Un.Weighth	Fi	C'
Fylling	1	19.00	42.0	3.0
Leire	2	18.90	28.0	5.3
Silt	3	18.60	31.0	5.0



REV.	DATO	ENDRING	TEGN	TFK	GODKJ
	10.07.2017		GRSA	TFK	GRSA
TEGNINGSSTATUS					

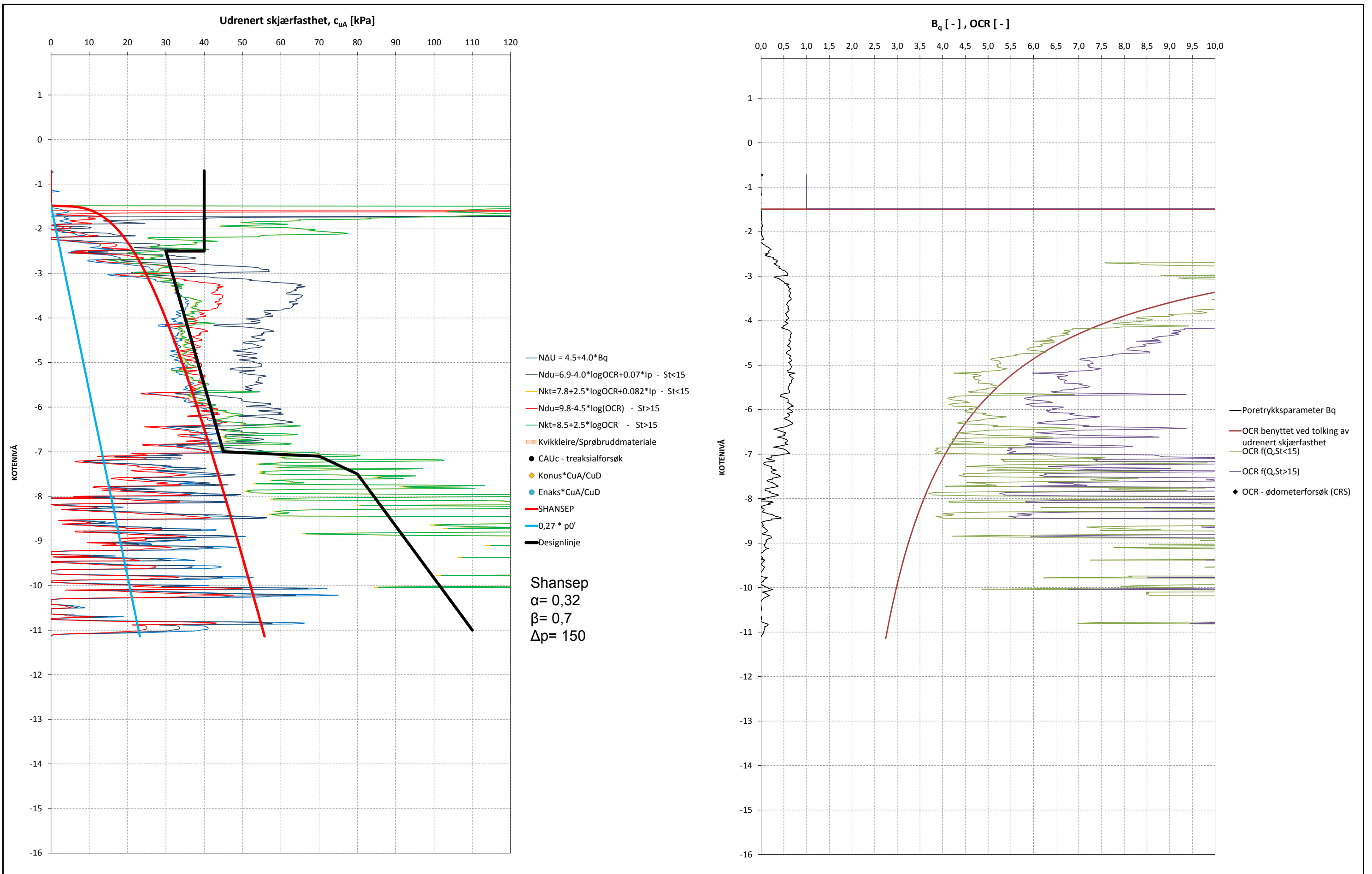
RAMBOLL
 Rambøll AS - Region Midt-Norge
 P.b. 9420 Sluppen
 Mellomila 79, N-7493 Trondheim
 TLF: 73 84 10 00 - FAX: 73 84 10 60
 www.ramboll.no

OPPDRAG
Luravika badeplass
 OPPDRAGSGIVER
Sandnes kommune

INNHOOLD
PROFIL C
 Effektivspenningsanalyse
 Med fylling for badeplass

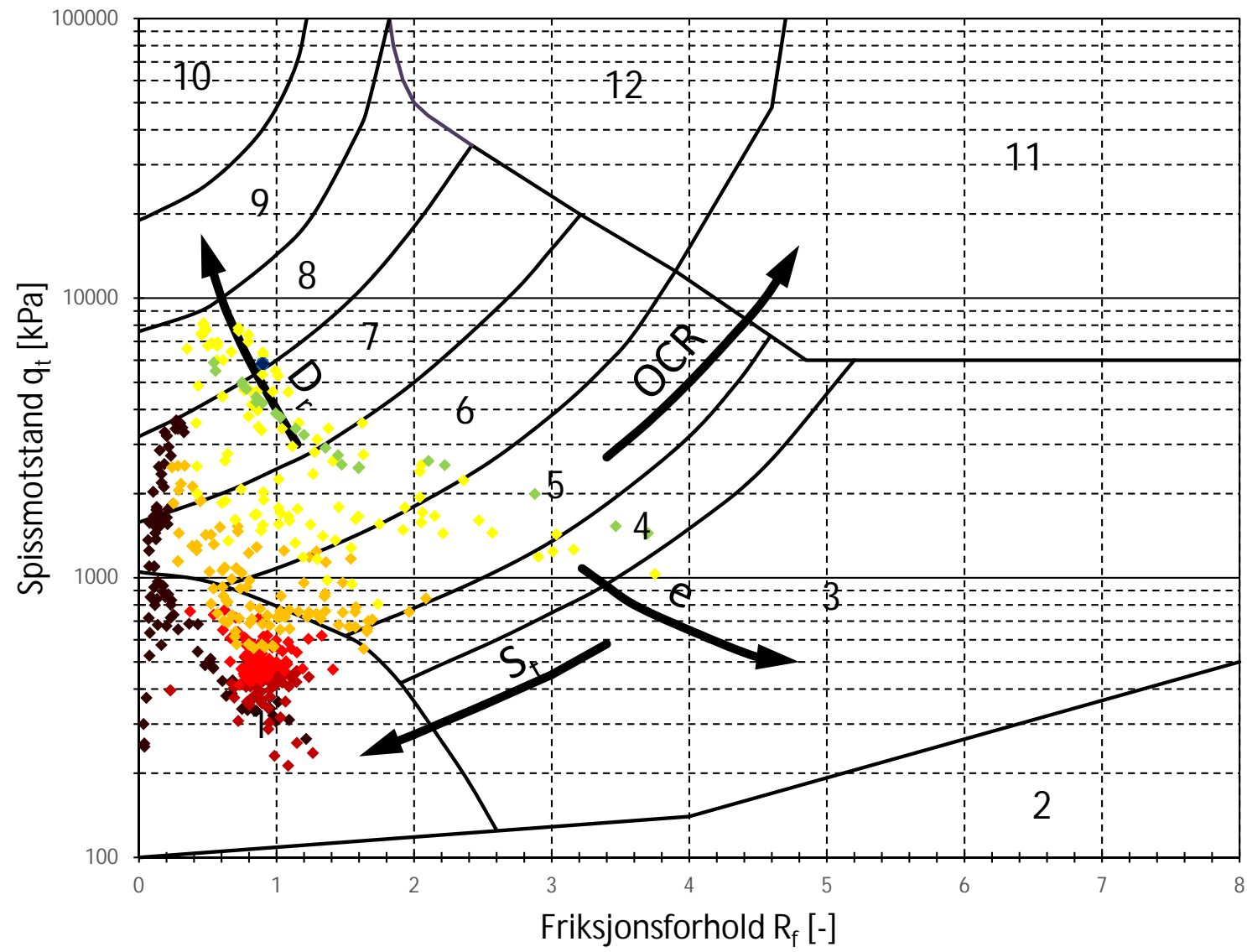
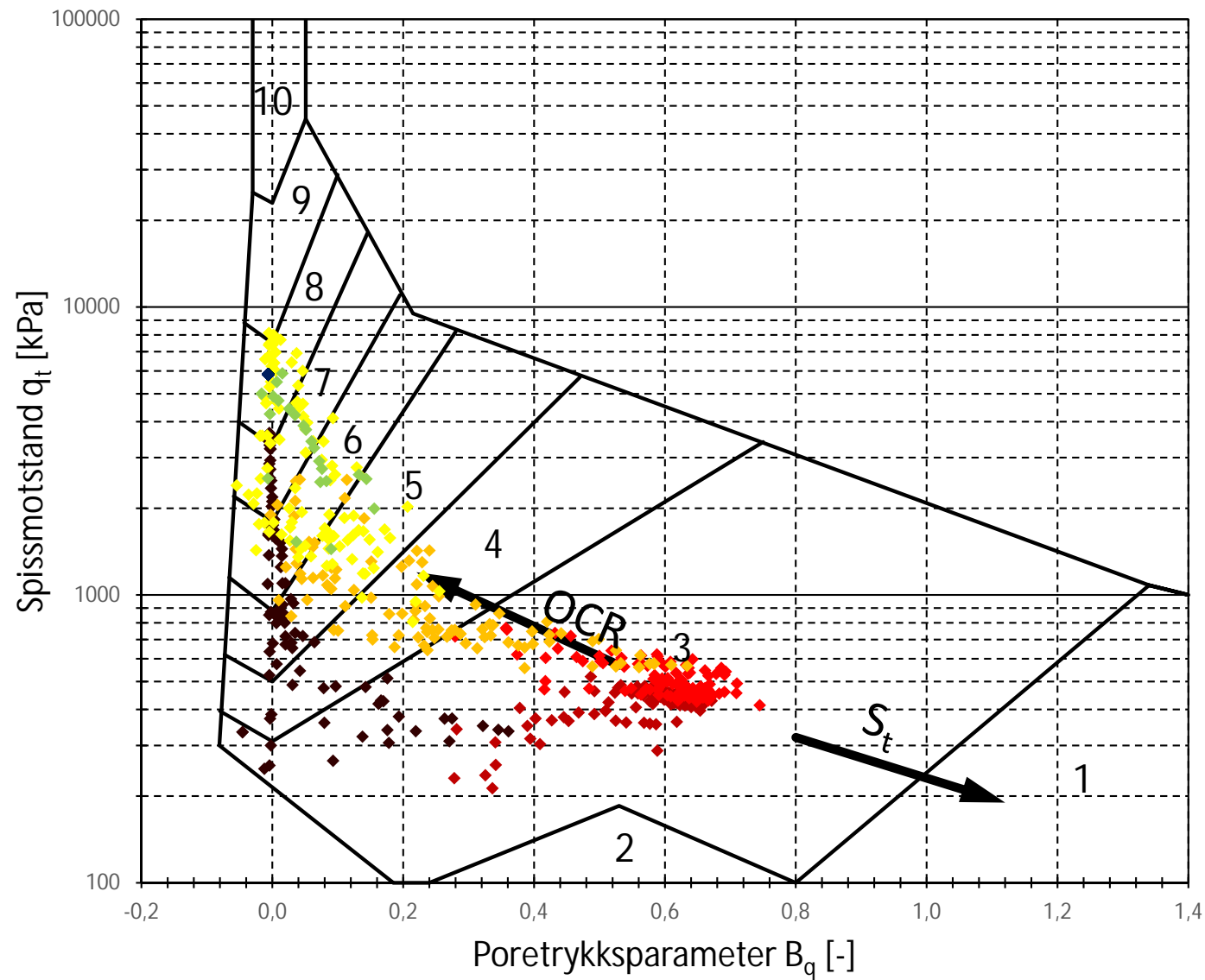
OPPDRAG NR. 1350013839	MÅLESTOKK 1:400	BLAD NR.	AV
		TEGNING NR.	REV.
		211	

Vedlegg 1 - CPTU resultater



Tolkningsgrunnlag In-situ poretrykk: Sjøboring, dybde Hw=0,7m Grunnvannstand [Z]: 0 m Overkonsolidering: $\Delta p' = 150$ kPa Plastisitetsindeks, I_p : Konstant, $I_p = 10$		Romvekt: Konstant, 18,9 kN/m ³ SHANSEP-normalisering: $\alpha = 0,32$ $\beta = 0,7$ Verdier for enaks/konus anses representative for direkte skjærfasthet og er derfor korrigert med anisotropiforholdet $CuD/CuA = 0,63$		Designlinje, c_{uA} : Kote: -0,7 40,0 -2,5 40,0 -2,5 30,0 -7,0 45,0 -7,0 45,0 -7,1 70,0 -7,5 80,0 -11,0 110,0		Sandnes kommune Luravika badeplass Borpunkt: 3 Terrengekote: -0,7 Tolking/presentasjon av CPTU Udrenert skjærfasthet og OCR	Oppdrag 1350013839 Tegning/kontr. Vedlegg 1 Dato 05.07.2017 Tegn. Nr. -
--	--	--	--	---	--	--	--

versjon: 5, rev. dato: 21.6.2017 S:\2016\1351583 - Architecture & Spatial Planning\1350013839 Luravika badeplass\7 - PRODUKSJON\RIG\CPTU\pkt 3_revidert.xsm

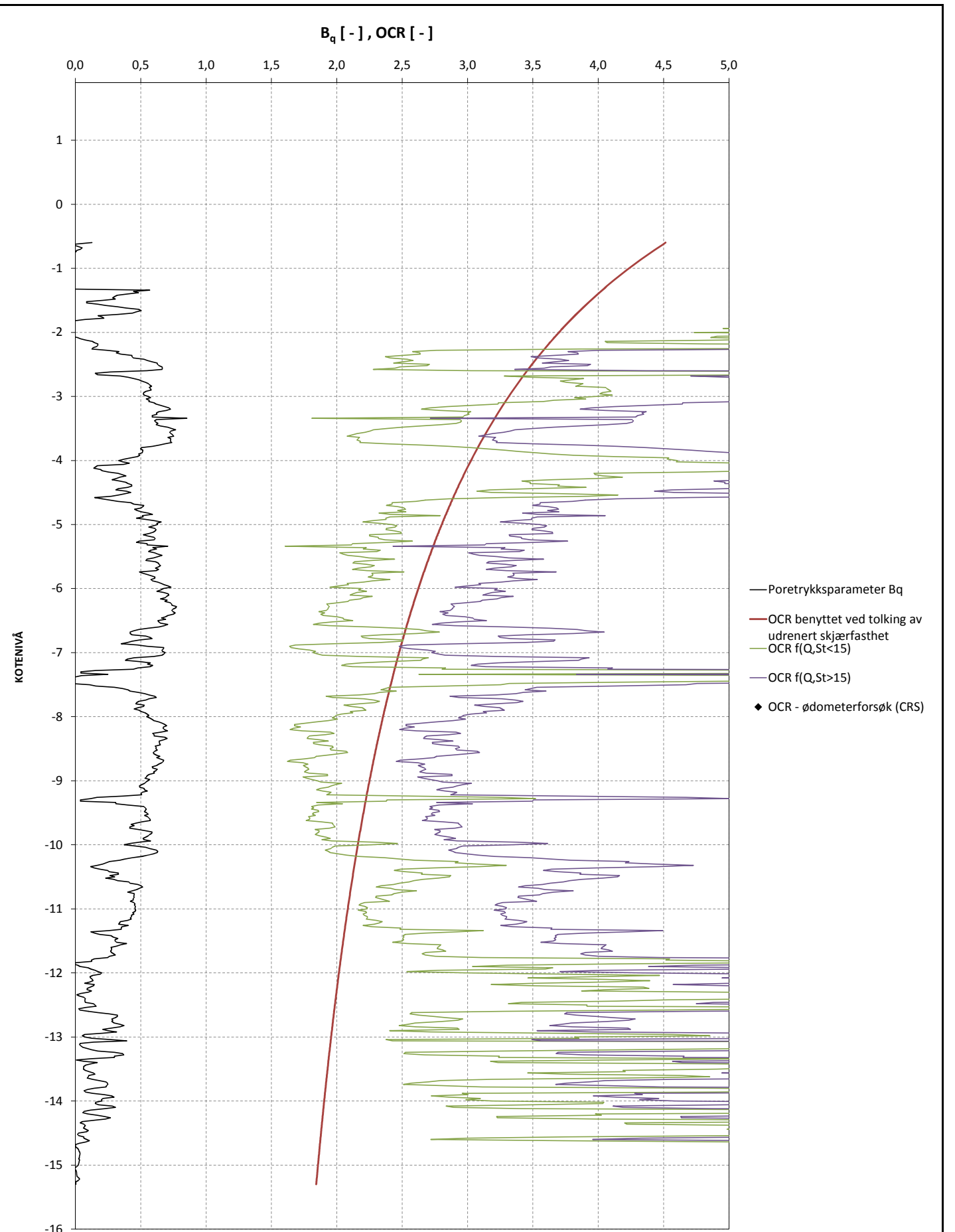
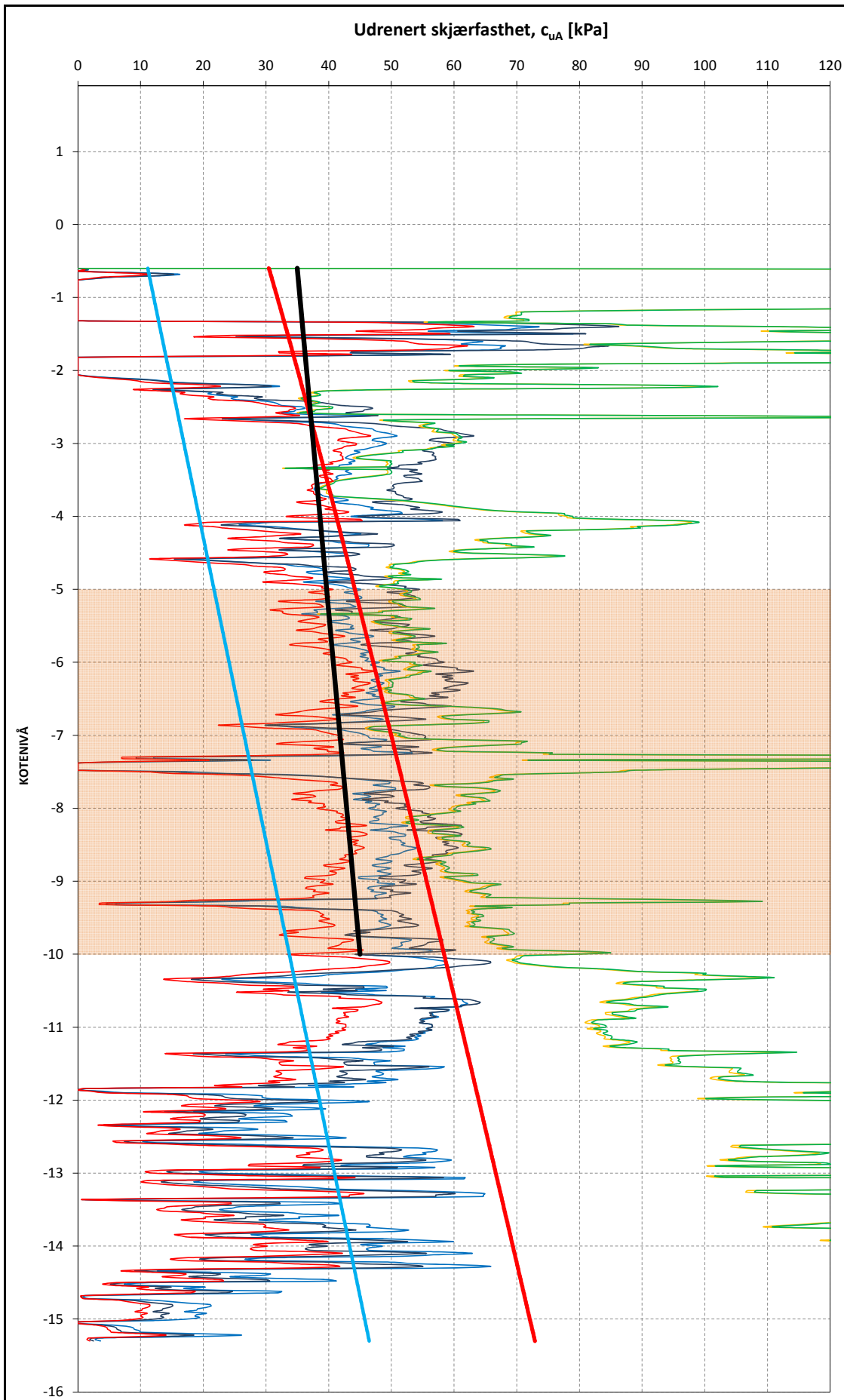


Zone:	Soil Behaviour Type:	q_t/N	$t_{50}(\text{min})$
1	Sensitive fine grained	2	10-500
2	Organic material	1	2-20
3	Clay	1	10-100
4	Silty clay to clay	1.5	5-10
5	Clayey silt to silty clay	2	2-5
6	Sandy silt to clayey silt	2.5	1-2
7	Silty sand to sandy silt	3	.5-1
8	sand to silty sand	4	0-.5
9	sand	5	drained
10	gravelly sand to sand	6	drained
11	very stiff fine grained (*)	1	unknown
12	sand to clayey sand (*)	2	unknown

(*) overconsolidated or cemented

Dybde [m]	Color
0 - 2	Dark Brown
2 - 4	Red
4 - 6	Red-Orange
6 - 8	Orange
8 - 10	Yellow
10 - 12	Light Green
12 - 14	Green
14 - 16	Light Blue
16 - 18	Blue
18 ->	Dark Blue

		Oppdrag 1350013839	
	Borpunkt: 3 Terrenkote: -0,7	Tegn/kontr. GRSA/TFK	Vedlegg 1
Tolkningsdiagram etter Robertson et. al (1990)		Dato 05.07.2017	Tegn. Nr. -



Tolkningsgrunnlag

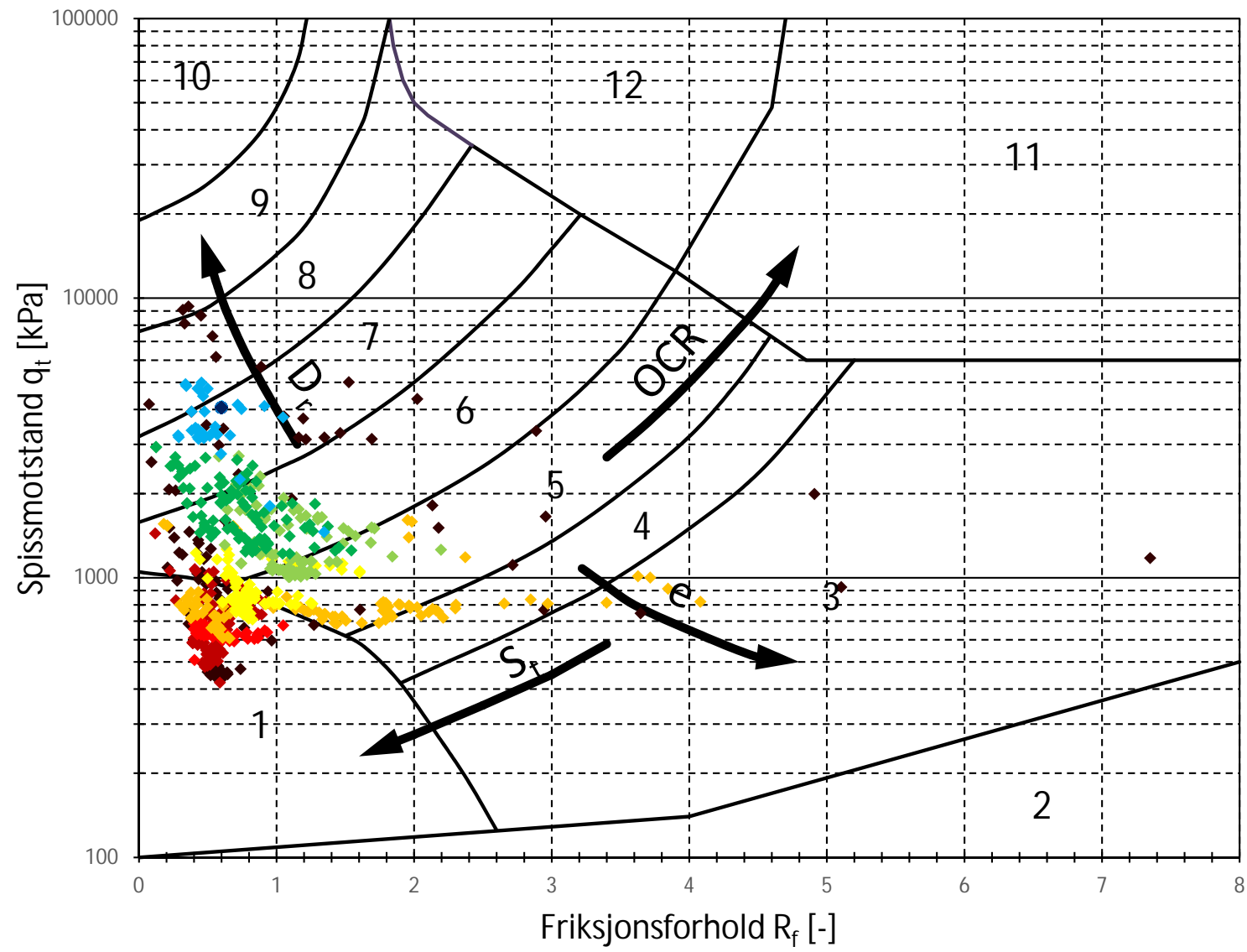
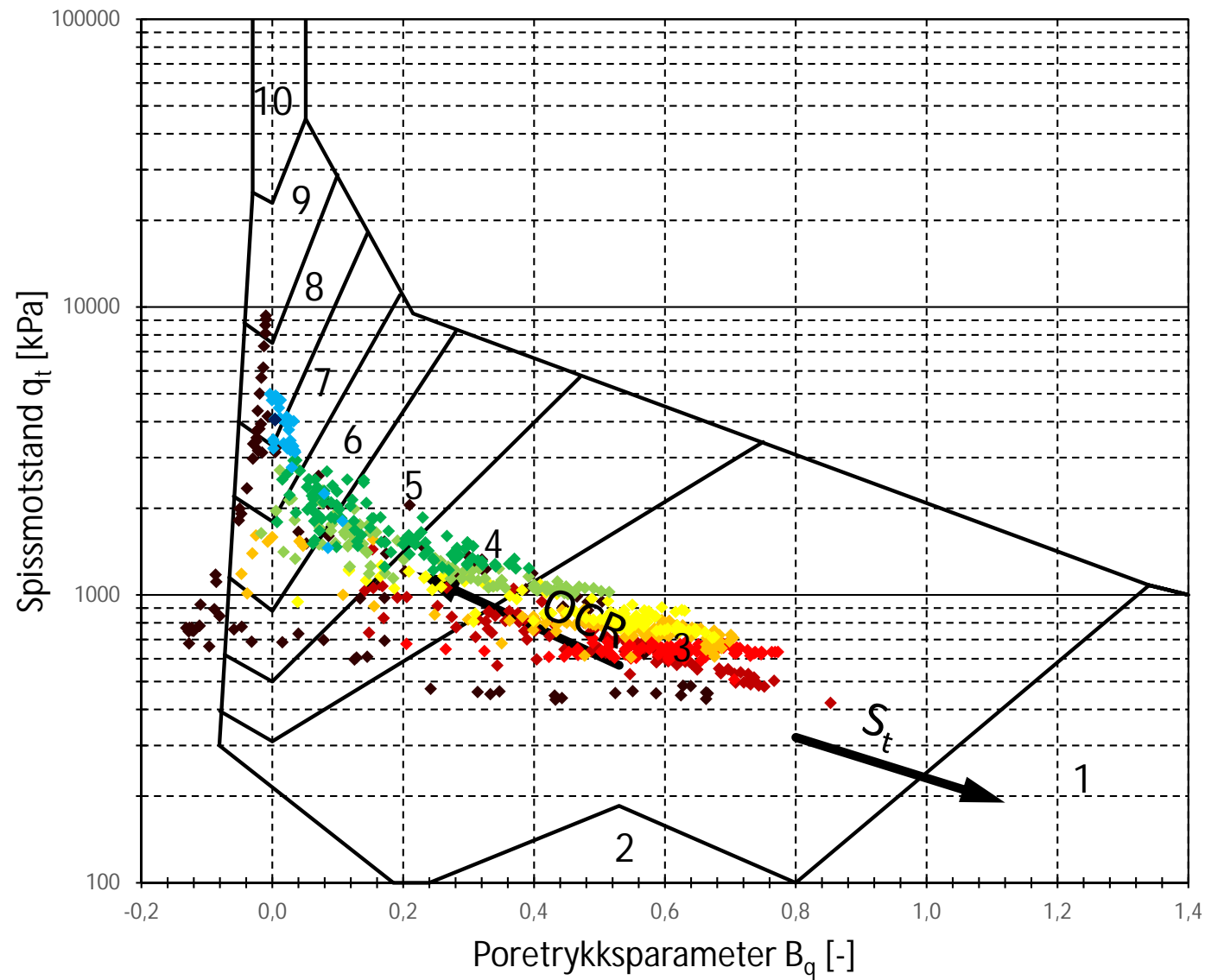
In-situ poretrykk: Hydrostatisk
Grunnvannstand [Z]: 1,9 m
Overkonsolidering: $\Delta p' = 145$ kPa
Plastisitetsindeks, I_p : Konstant, $I_p = 10$

Romvekt: Konstant, 18,9 kN/m³
SHANSEP-normalisering: $\alpha = 0,29$ $\beta = 0,62$
 Verdier for enaks/konus anses representative for direkte skjærfasthet og er derfor korrigert med anisotropiforholdet $CuD/CuA = 0,63$

Designlinje, c_{uA}	
Kote	c_{uA}
-0,6	35,0
-10,0	45,0

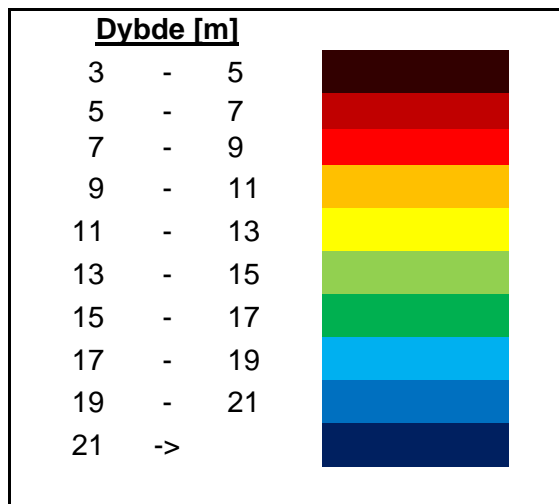


0	Oppdrag	1350013839
0	Tegn./kontr.	Vedlegg 1
Borpunkt: 22	Terrengekote: 1,9	GRSA/TFLO
Tolking/presentasjon av CPTU Udrenert skjærfasthet og OCR		Dato
		15.05.2017
		Tegn. Nr.
		-



Zone:	Soil Behaviour Type:	q_t/N	$t_{50}(\text{min})$
1	Sensitive fine grained	2	10-500
2	Organic material	1	2-20
3	Clay	1	10-100
4	Silty clay to clay	1.5	5-10
5	Clayey silt to silty clay	2	2-5
6	Sandy silt to clayey silt	2.5	1-2
7	Silty sand to sandy silt	3	.5-1
8	sand to silty sand	4	0-.5
9	sand	5	drained
10	gravelly sand to sand	6	drained
11	very stiff fine grained (*)	1	unknown
12	sand to clayey sand (*)	2	unknown

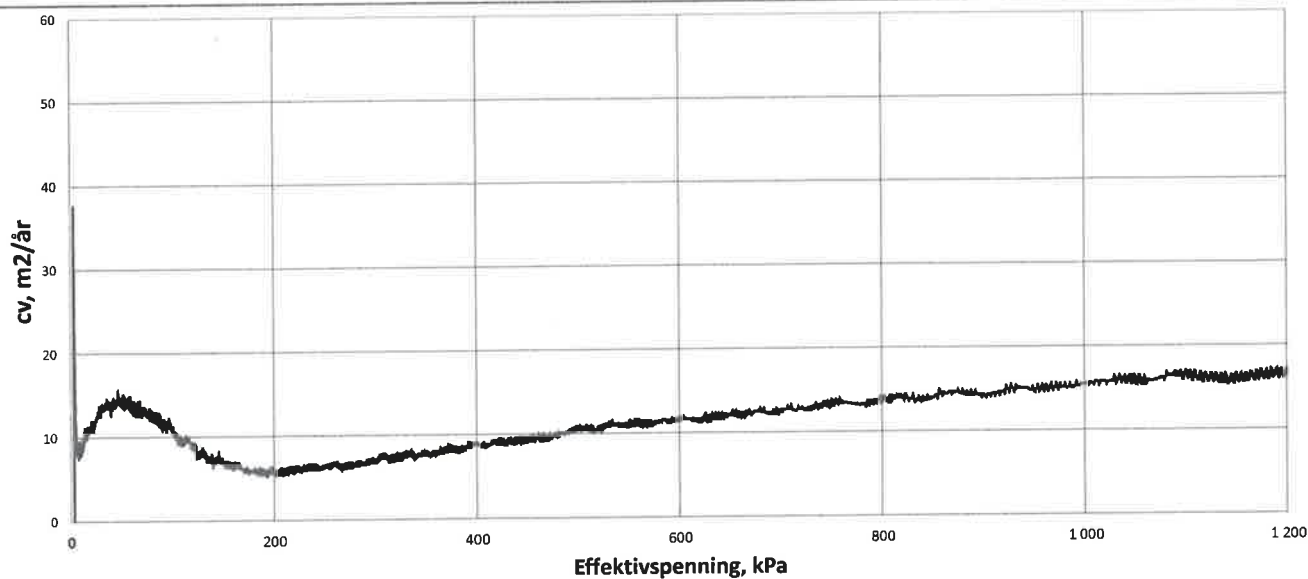
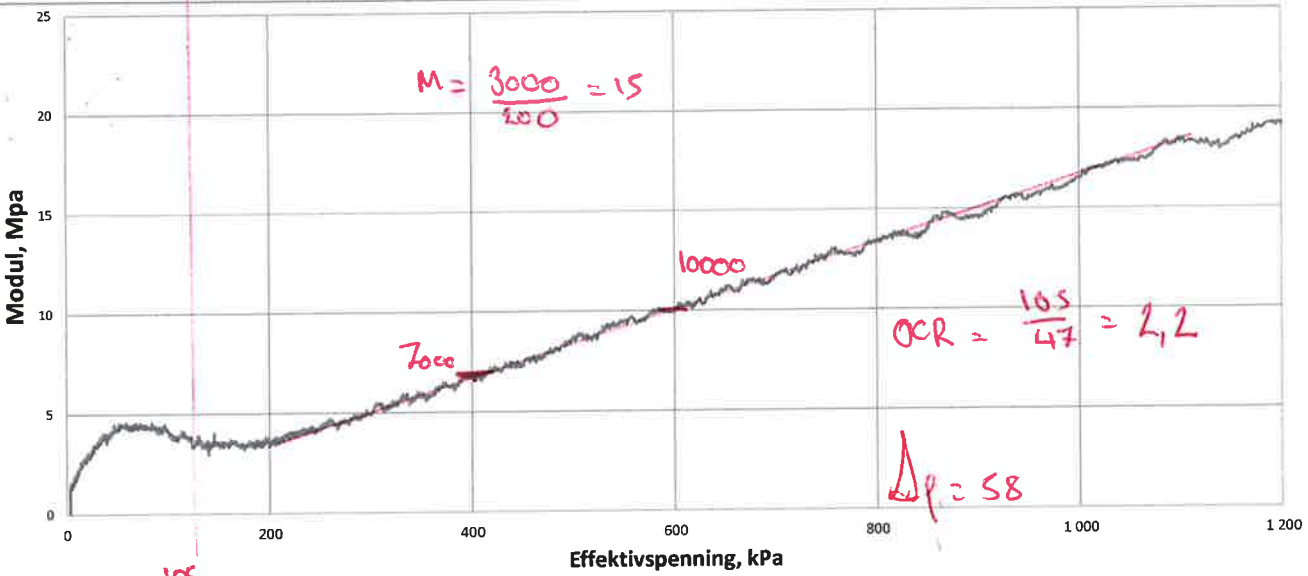
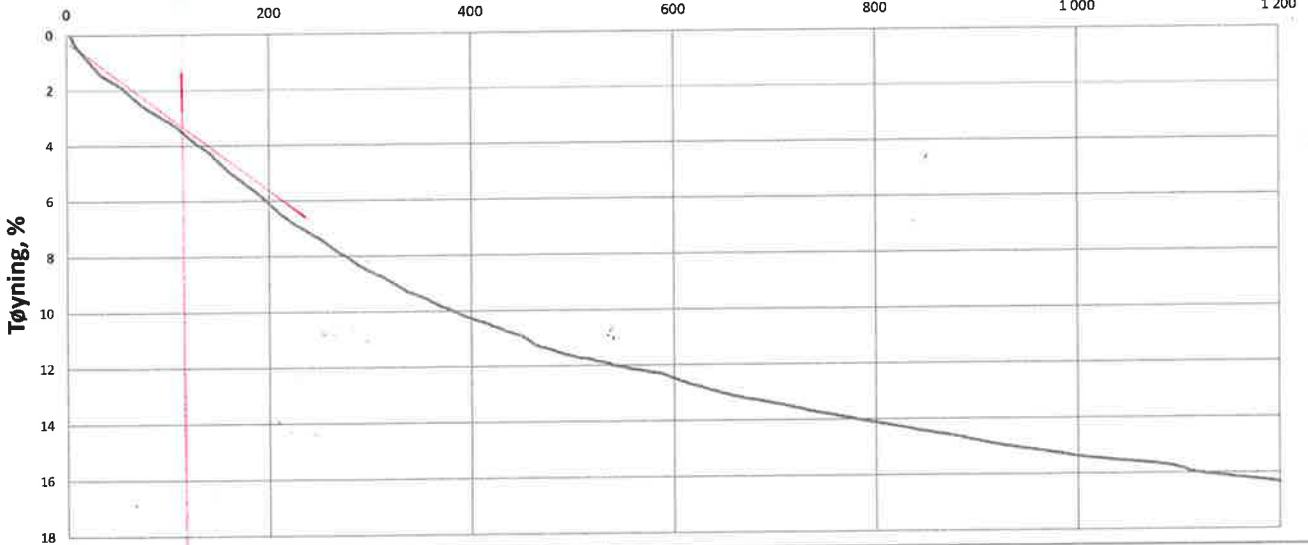
(*) overconsolidated or cemented



		Oppdrag 1350013839
		Tegn/kontr. GRSA/TFK
Borpunkt: 22 Terrenkote: 1,9	Dato 15.05.2017	Vedlegg 1 Tegn. Nr. -
Tolkningsdiagram etter Robertson et. al (1990)		

Vedlegg 2

Effektivspenning, kPa



pkt 3 lab 22 dybde 5,20m Leire



Luravika badeplass

Ødometerforsøk

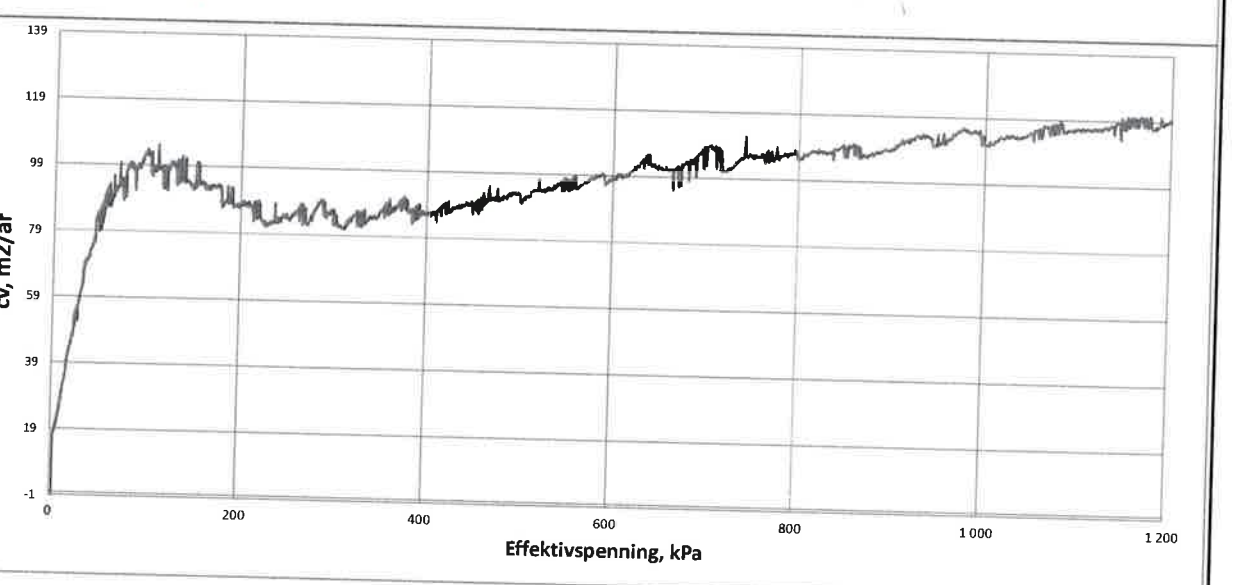
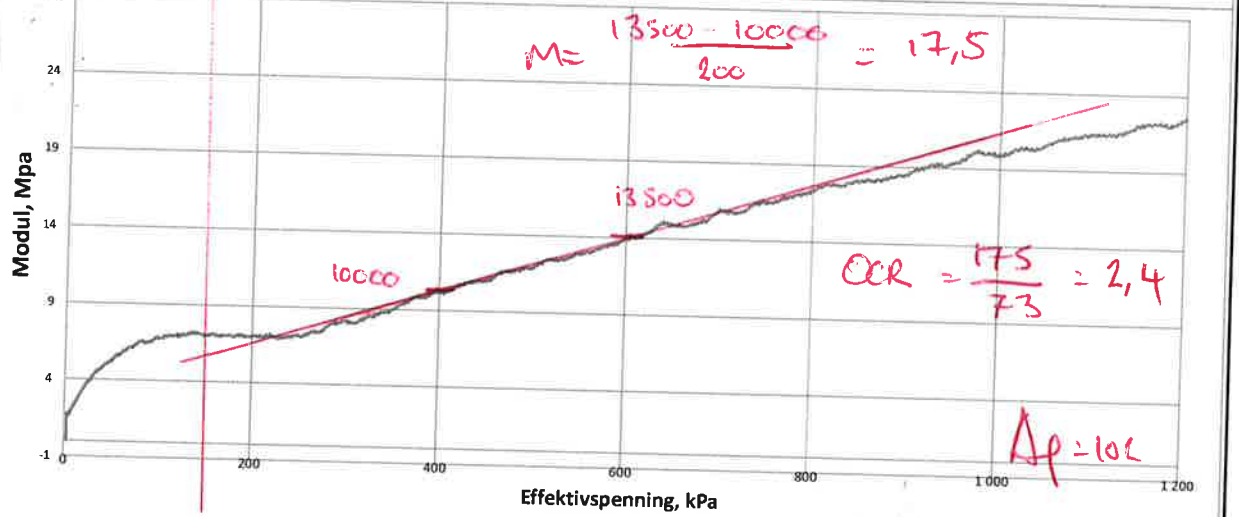
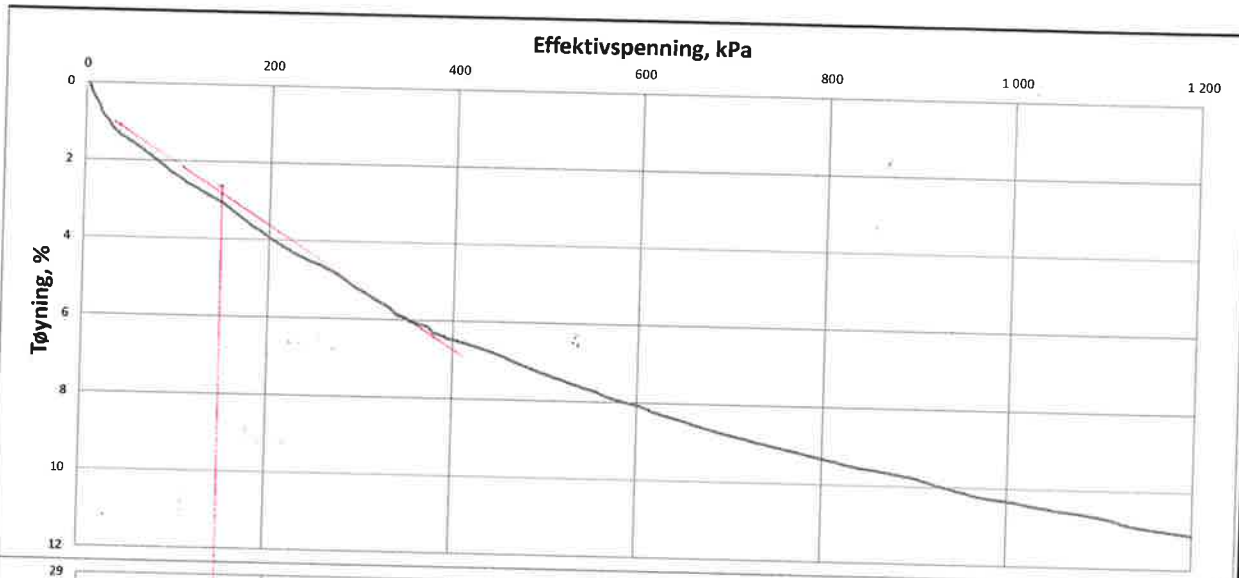
Oppdrag
1350013839

Tegn./kontr.

Bilag

Dato
14.06.2017

Tegn. Nr.

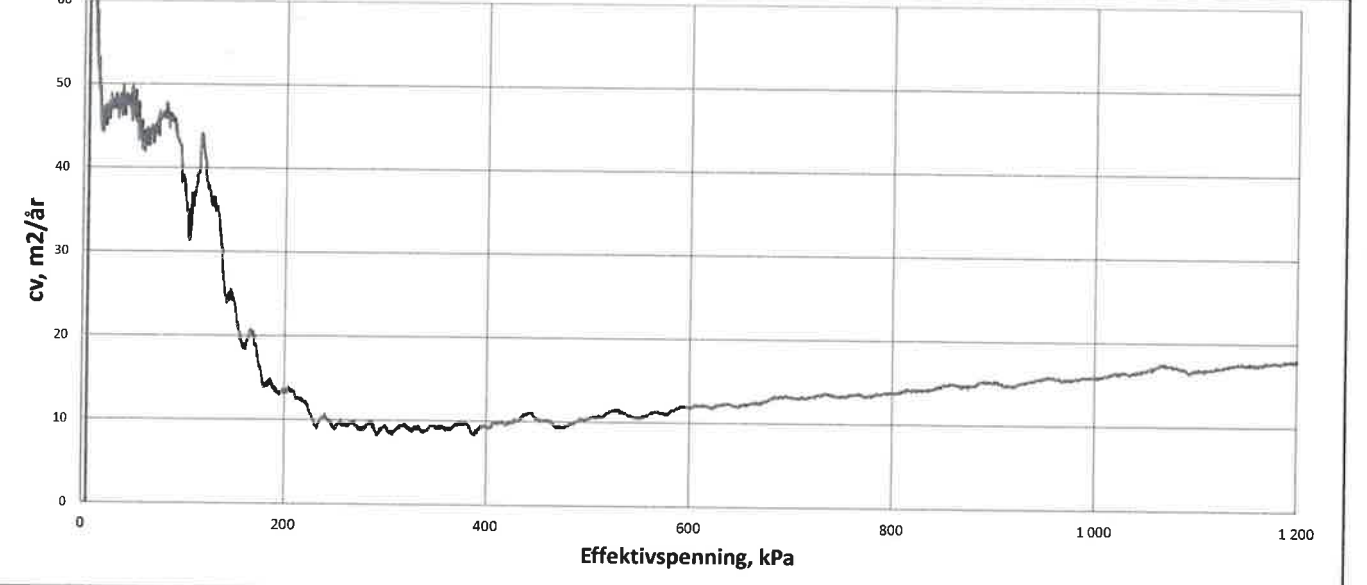
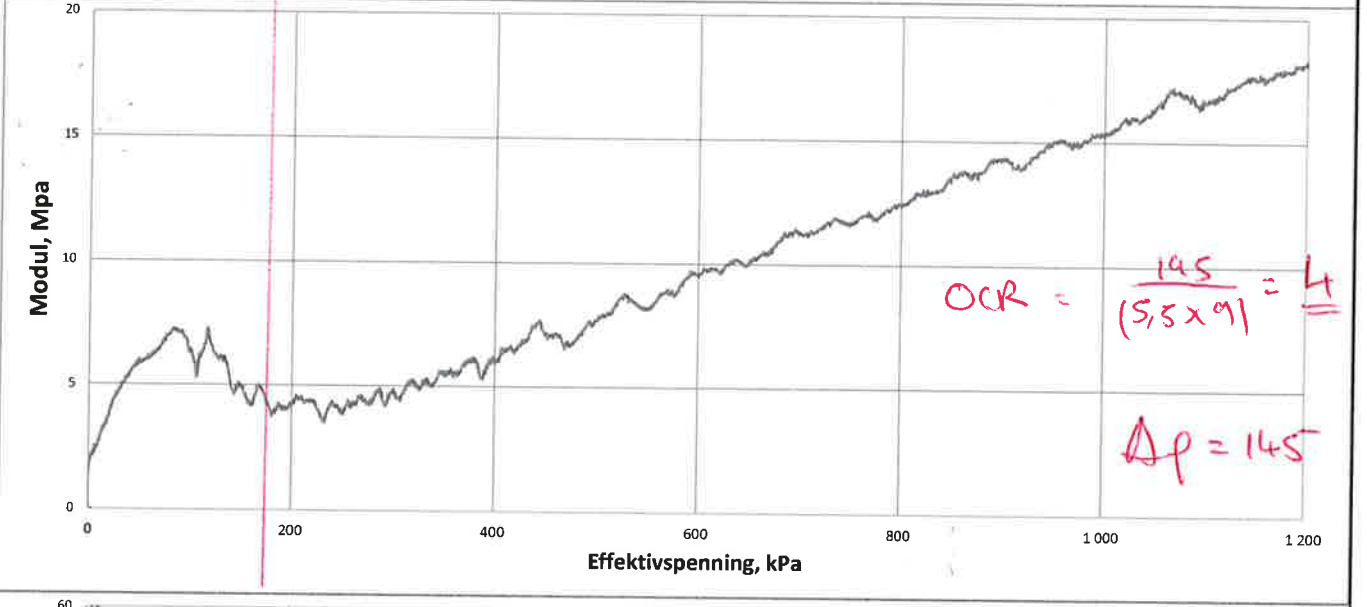
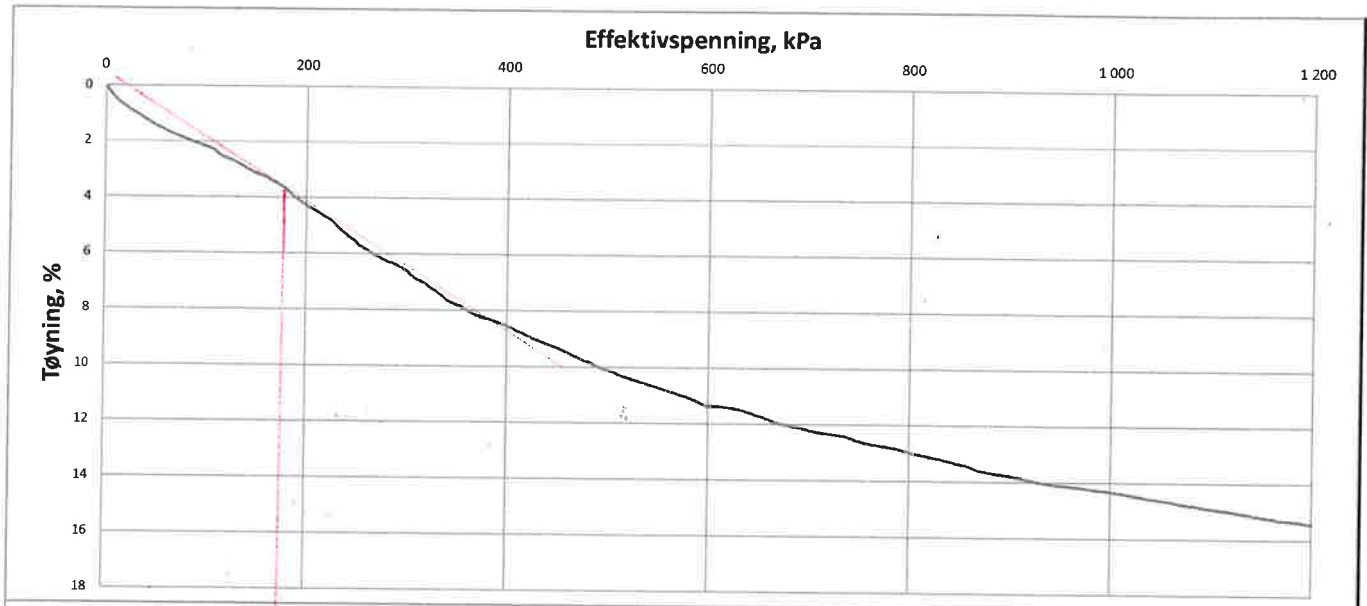


pkt 3 lab 23 dybde 8,20m Leire m/siltlag



Luravika badeplass
Ødometerforsøk

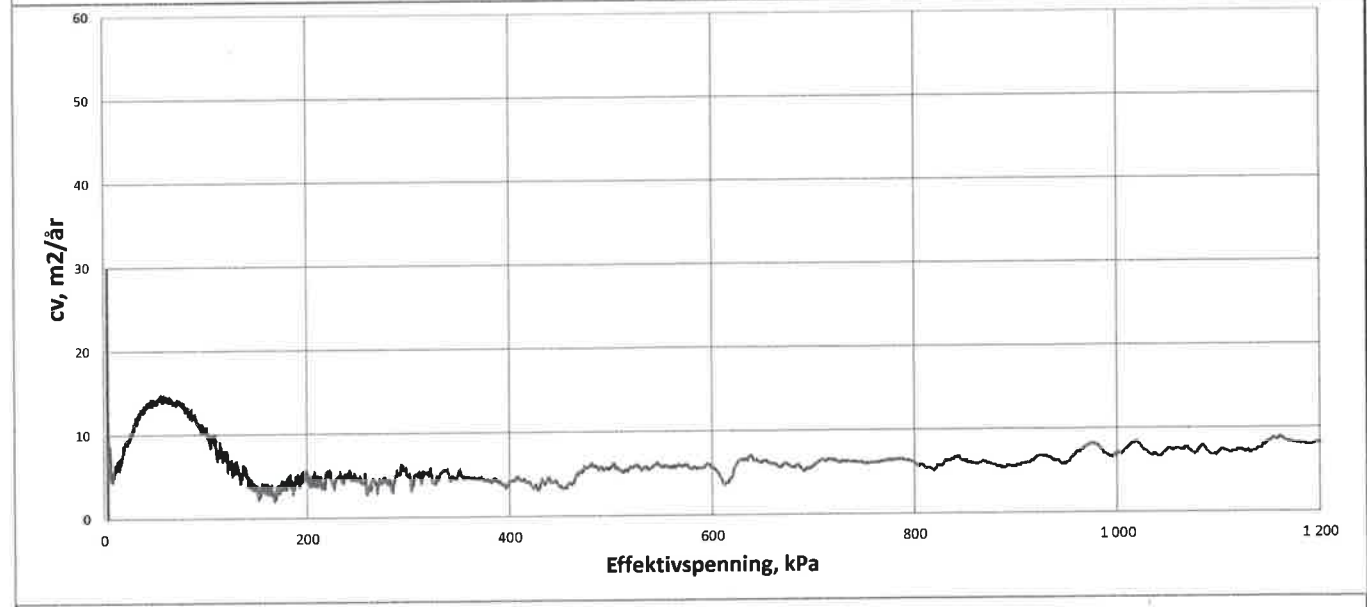
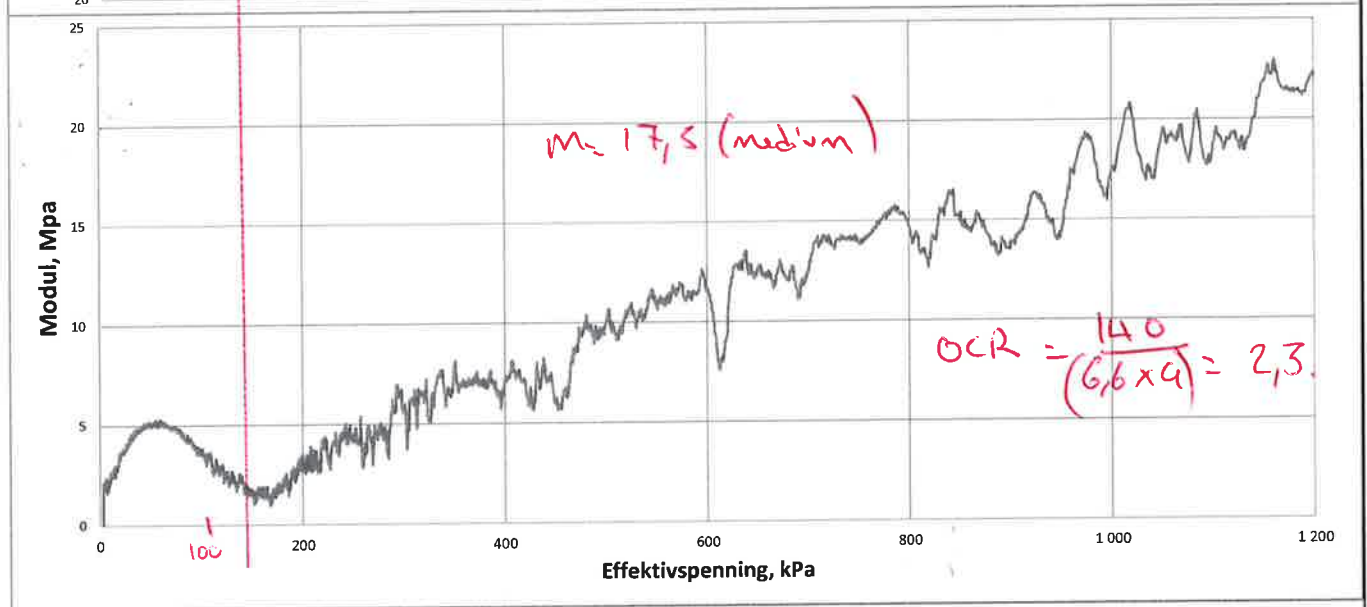
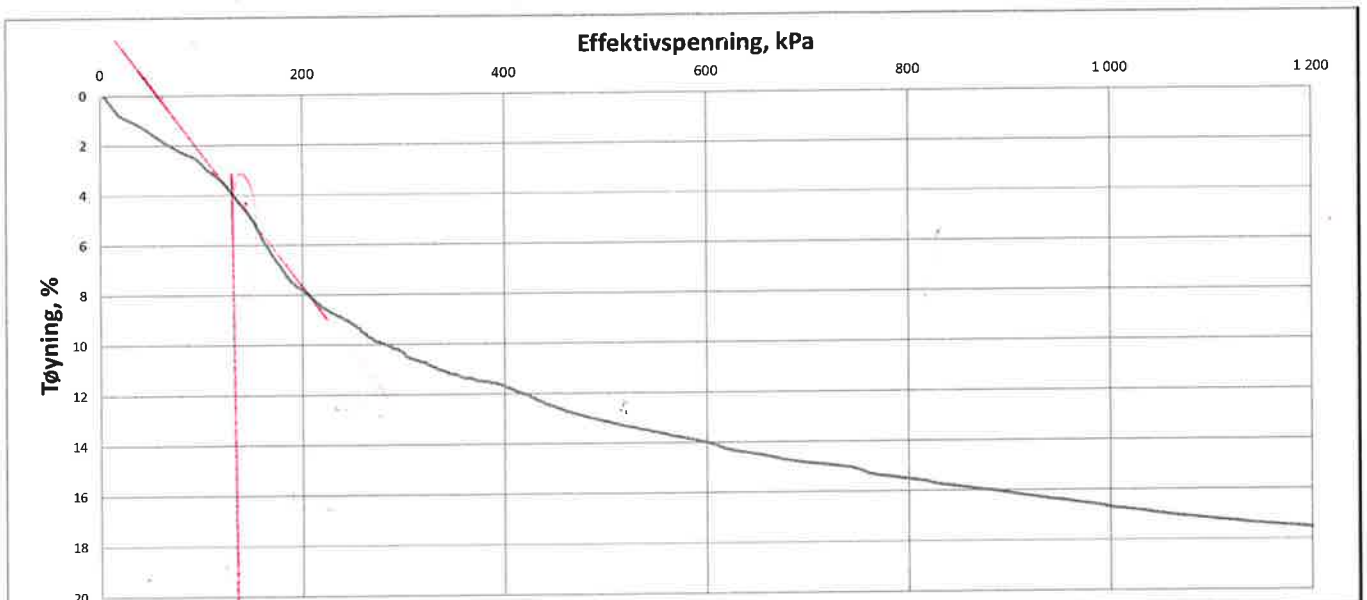
	Oppdrag 1350013839
Tegn./kontr. GBR/LETL	Bilag -
Dato 24.03.2017	Tegn. Nr. 125



pkt 20 lab 13 dybde 5,45m Leire



Luravika Bade plass	Oppdrag	1350013839
	Tegn./kontr.	Bilag
	Dato	13.06.2017
Ødometerforsøk	Tegn. Nr.	



pkt 24 lab 4 dybde 6,60m Leire



Luravika Bade plass

Ødometerforsøk

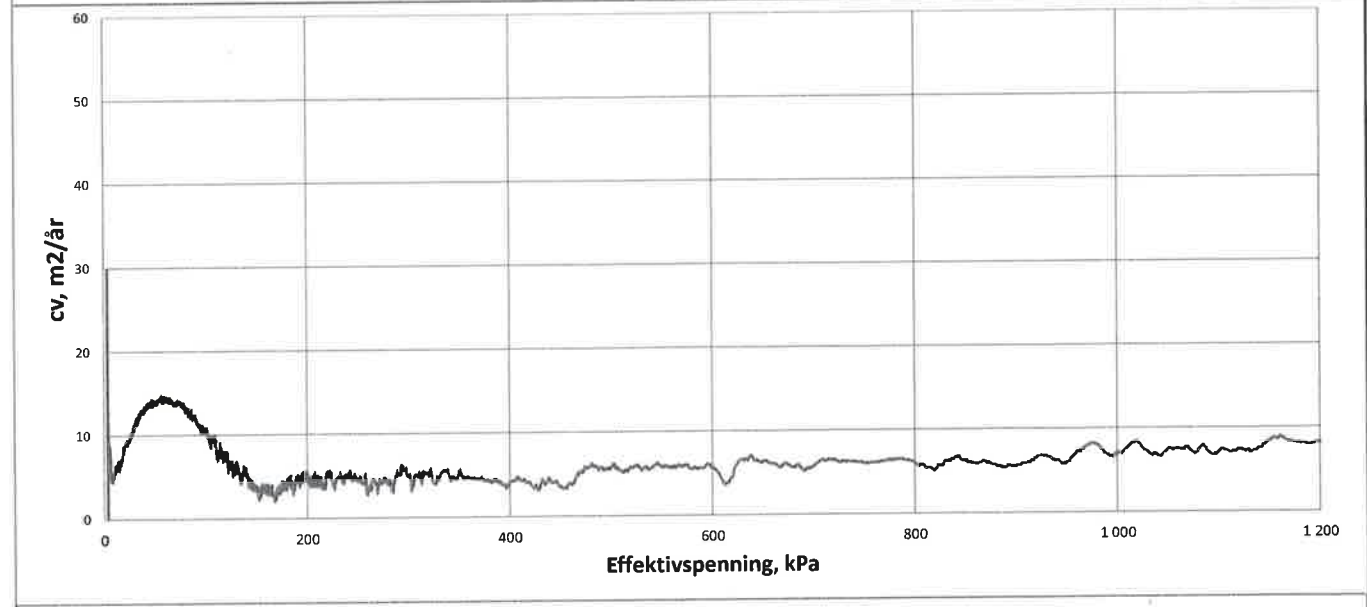
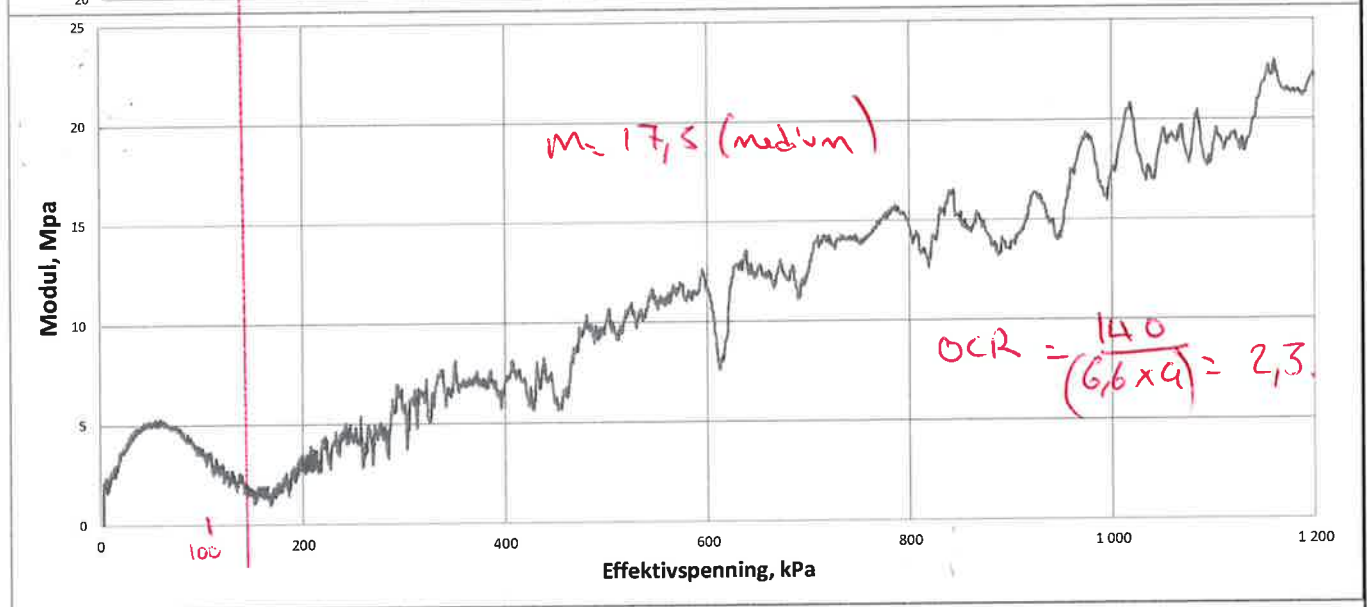
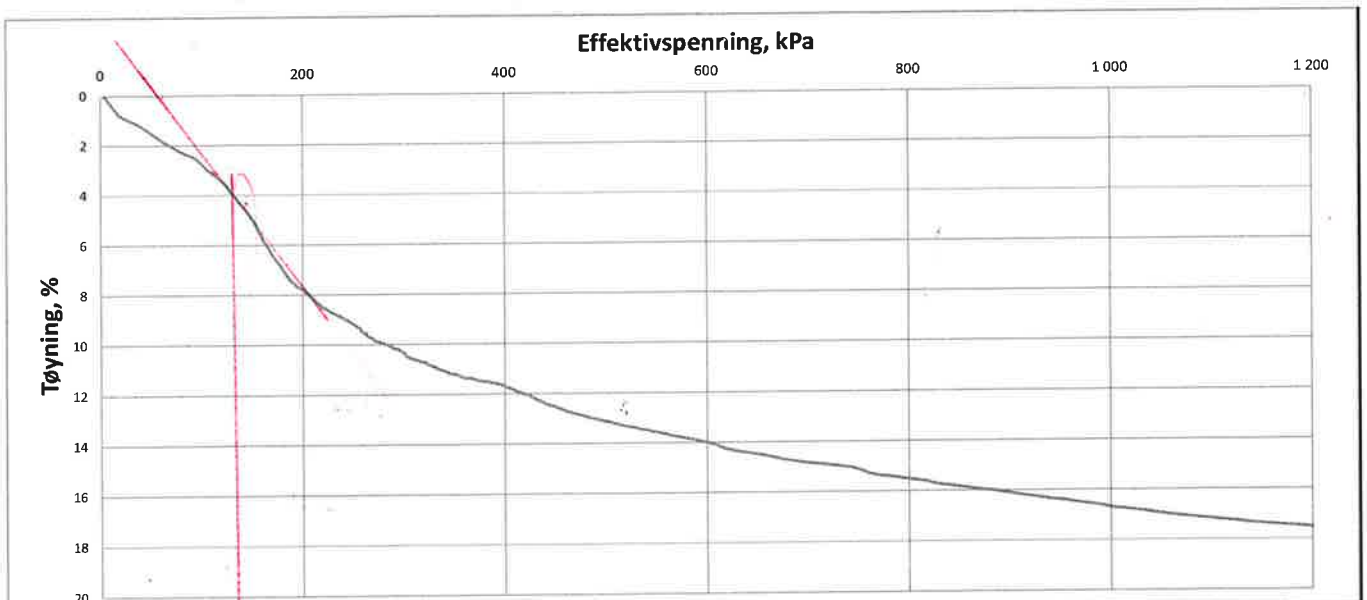
Tegn./kontr.

Dato
13.06.2017

Oppdrag
1350013839

Bilag

Tegn. Nr.



pkt 24 lab 4 dybde 6,60m Leire

RAMBOLL

Luravika Bade plass

Ødometerforsøk

Tegn./kontr.

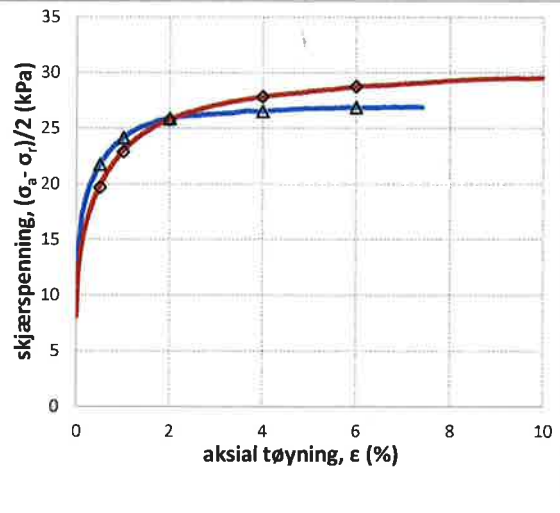
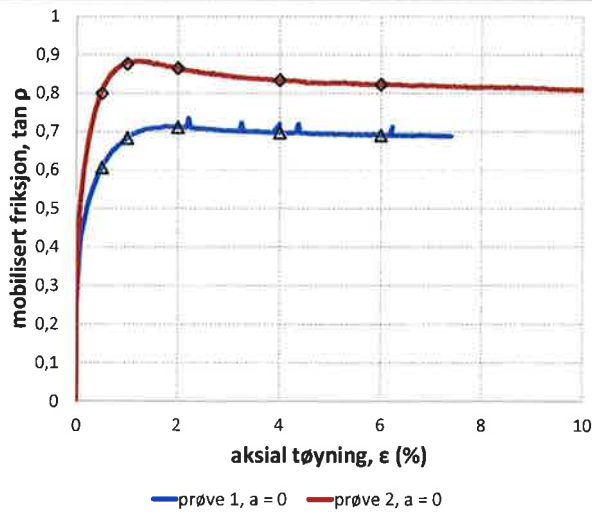
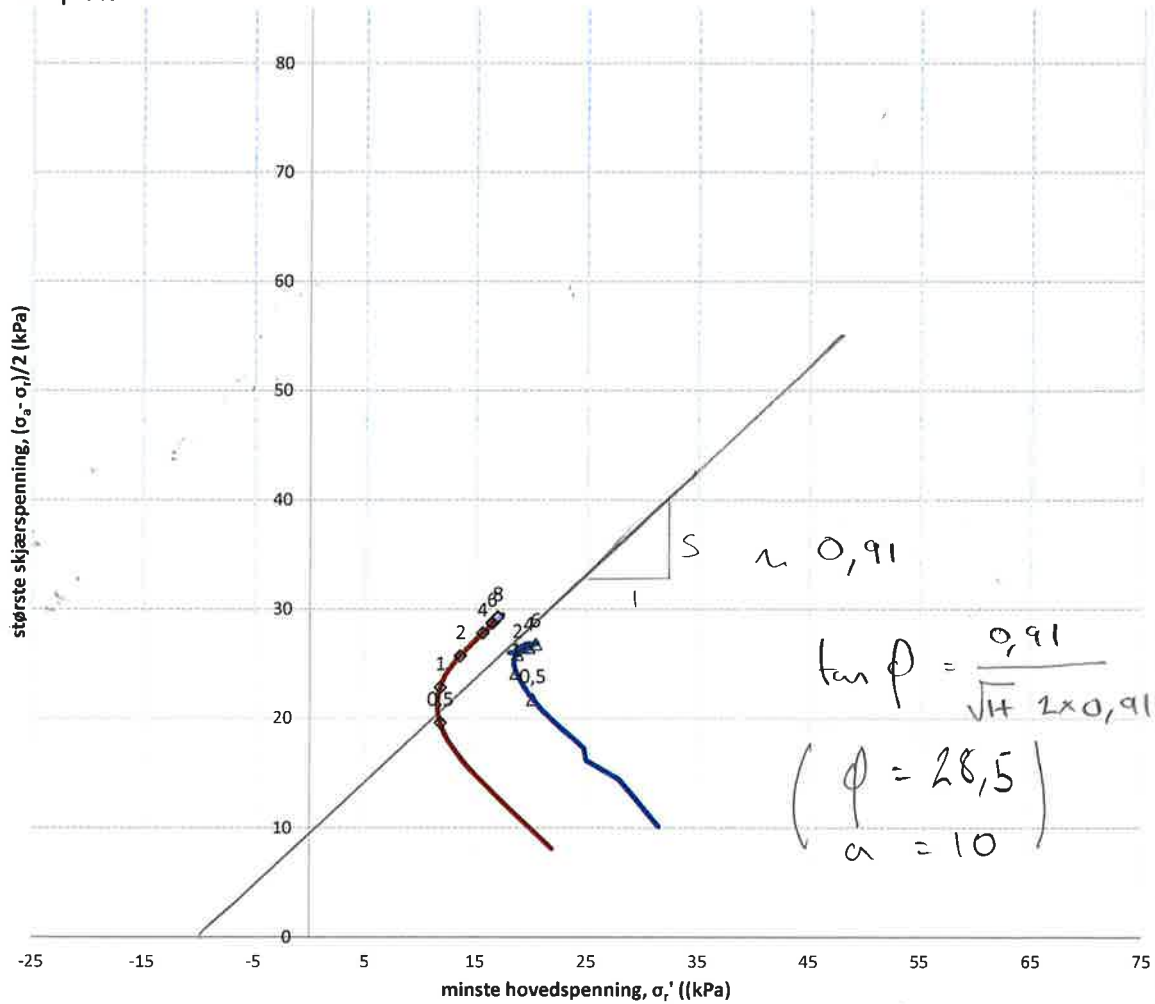
Dato
13.06.2017

Oppdrag
1350013839

Bilag

Tegn. Nr.

NTNU-plott



PRØVE	SYMBOL	PUNKT	LAB	DYBDE	TYPE	w(vekt%)	dV (%)	de/e ₀	Konsolideringsspenninger			KOMMENTAR
									p _{0'} (kPa)	p _{a'} (kPa)	p _{r'} (kPa)	
1	Δ	3	22	5,40m	CAUc	36,9	1,5	0,031	0	51	31	Leire
2	◊	3	22	5,50m	CAUc	38,7	1,3	0,024	0	38	22	Leire



Luravika bade plass

TREAKSIALFORSØK

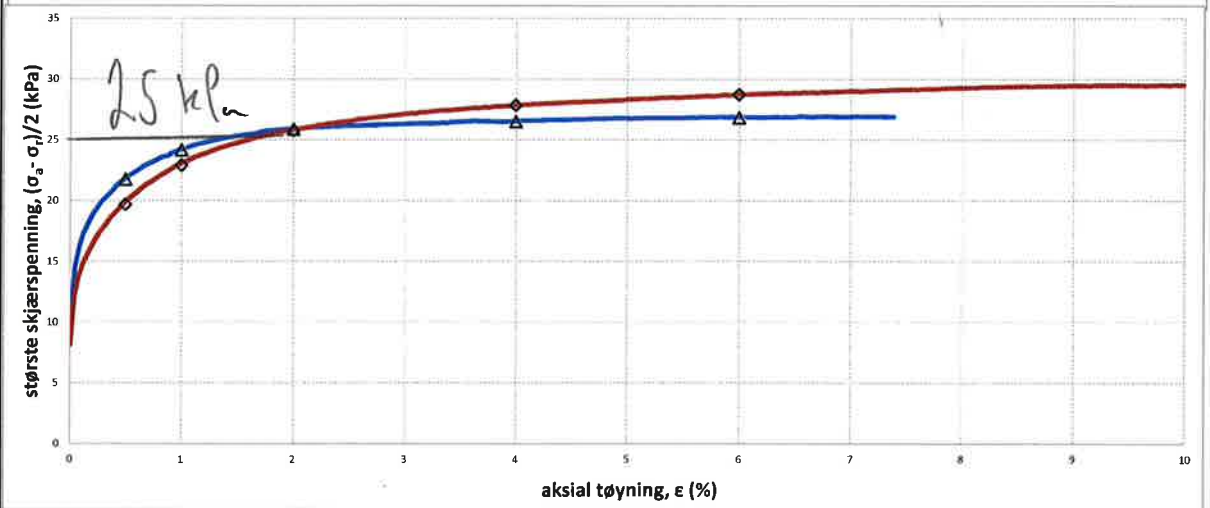
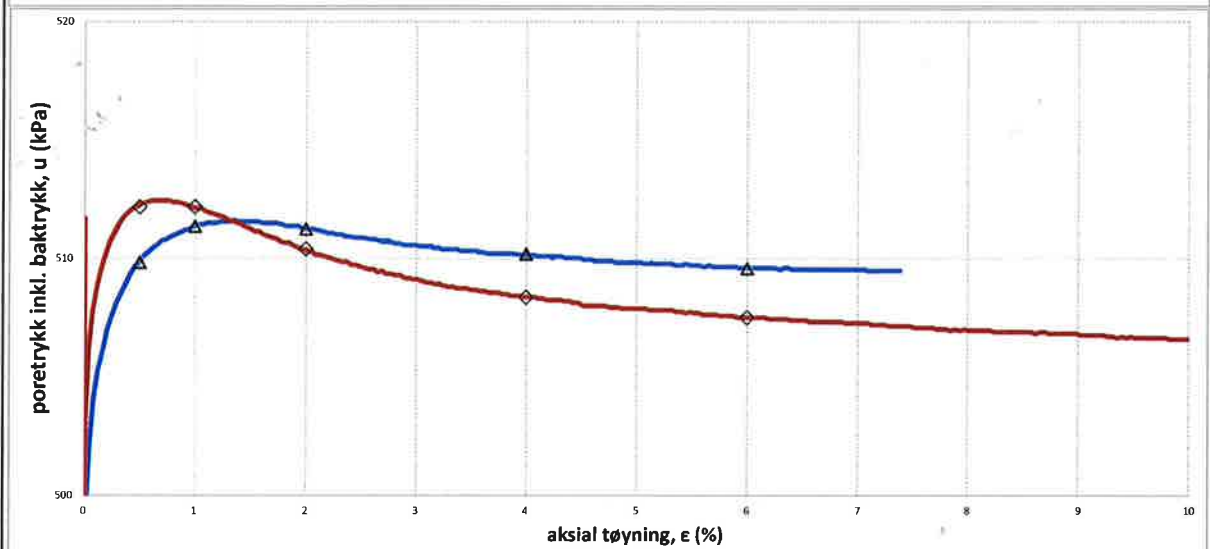
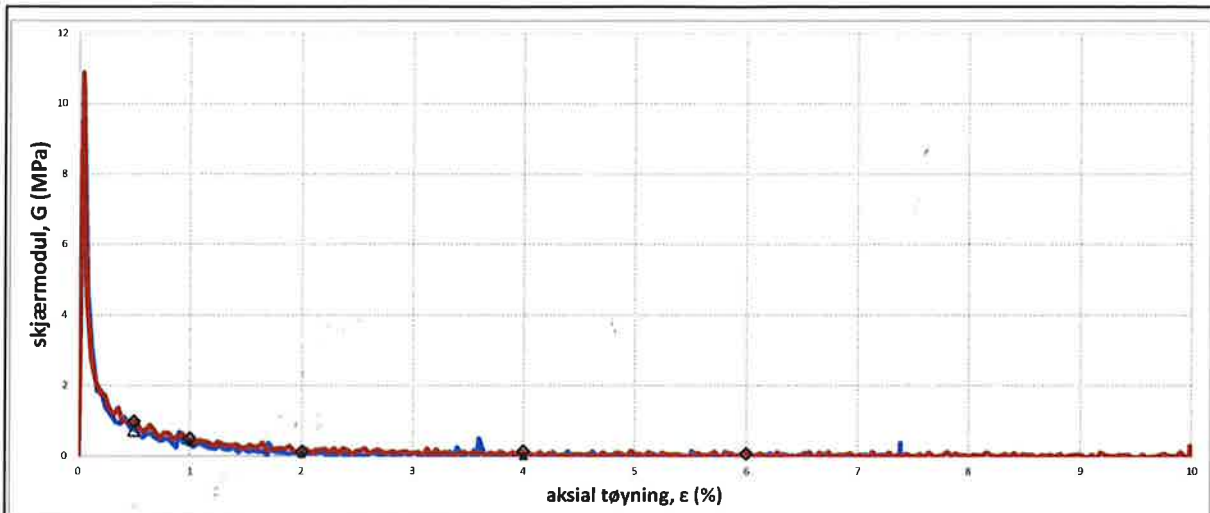
Tegn./kontr.
/

Dato
04.07.2017

Oppdrag
1350013839

Bilag
3

Tegn. Nr.



PRØVE	SYMBOL	PUNKT	LAB	DYBDE	TYPE	w(vekt%)	dV (%)	de/e₀	Konsolideringsspenninger			KOMMENTAR
									p₀ (kPa)	pₐ' (kPa)	p₃' (kPa)	
1	Δ	3	22	5,40m	CAUc	36,9	1,5	0,031	0	51	31	Leire
2	◊	3	22	5,50m	CAUc	38,7	1,3	0,024	0	38	22	Leire



Luravika badeplass

TREAKSIALFORSØK

Tegn./kontr.
/

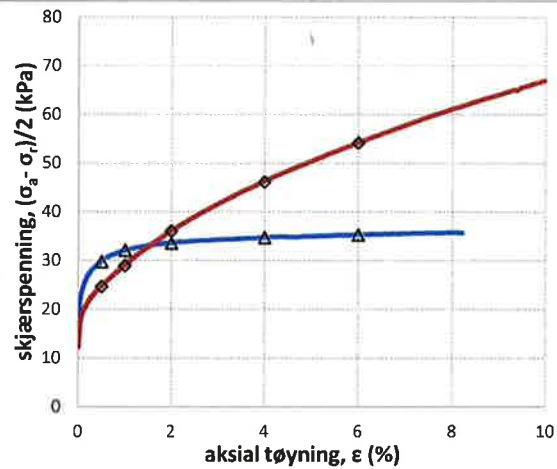
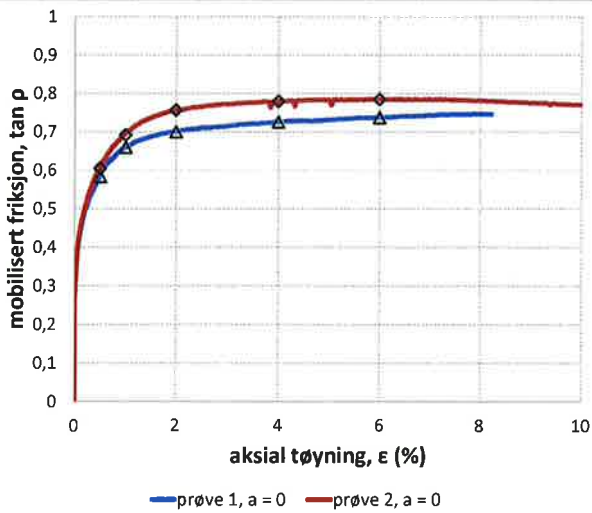
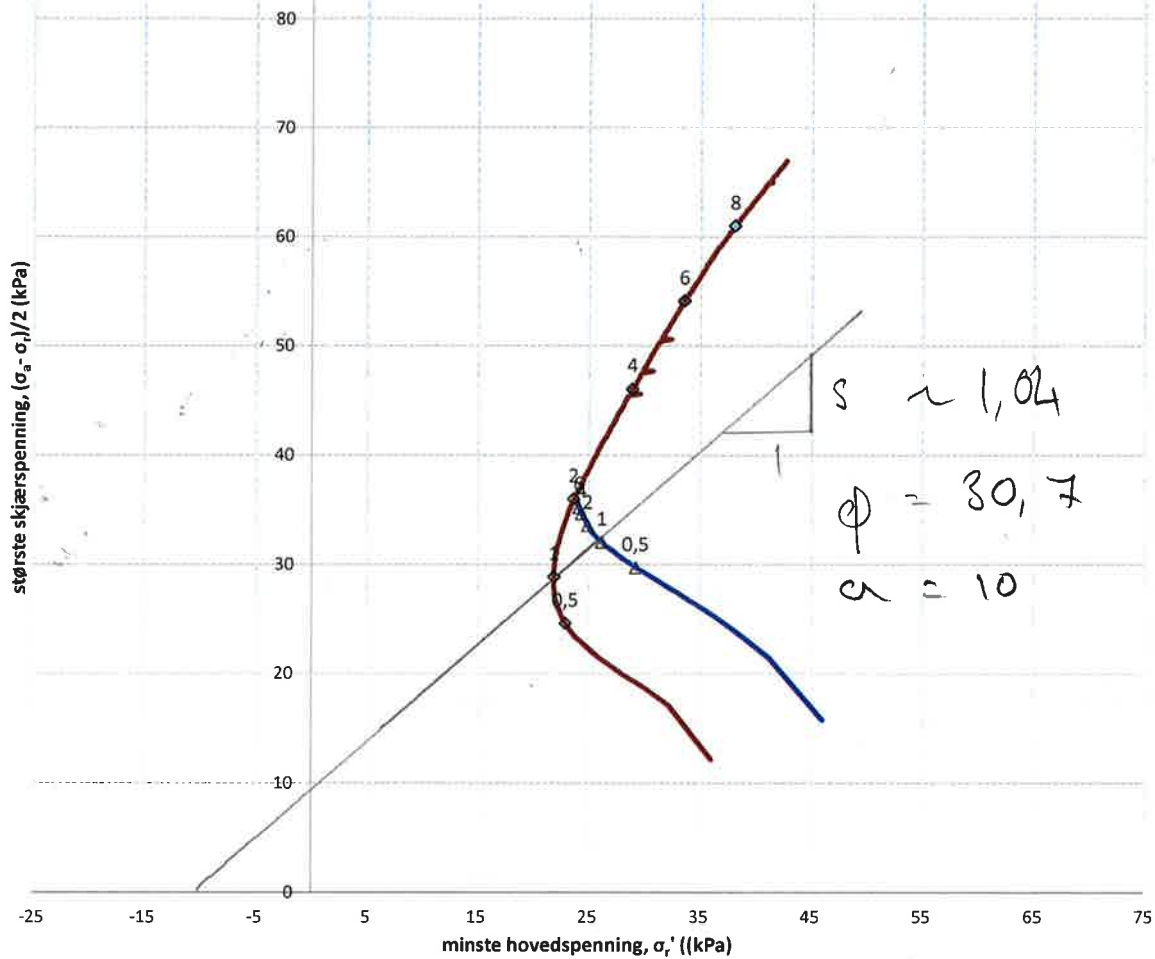
Dato
04.07.2017

Oppdrag
1350013839

Bilag
3

Tegn. Nr.
0

NTNU-plott



PRØVE	SYMBOL	PUNKT	LAB	DYBDE	TYPE	w(vekt%)	dV (%)	de/e ₀	Konsolideringsspenninger			KOMMENTAR
									p ₀ ' (kPa)	p _a ' (kPa)	p _r ' (kPa)	
1	Δ	3	23	8,30m	CAUc	35,6	2,8	0,055	0	77	46	Leire m/ siltlag
2	◇	3	23	8,65m	CAUc	30,8	2,9	0,065	0	60	36	Leire m/siltlag



Luravika badeplass

TREKSIALFORSØK

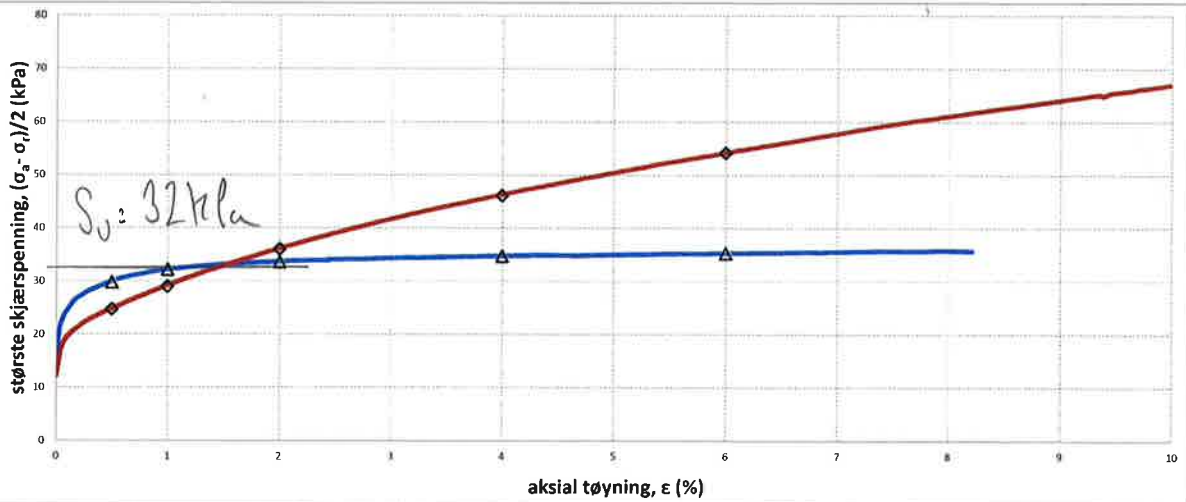
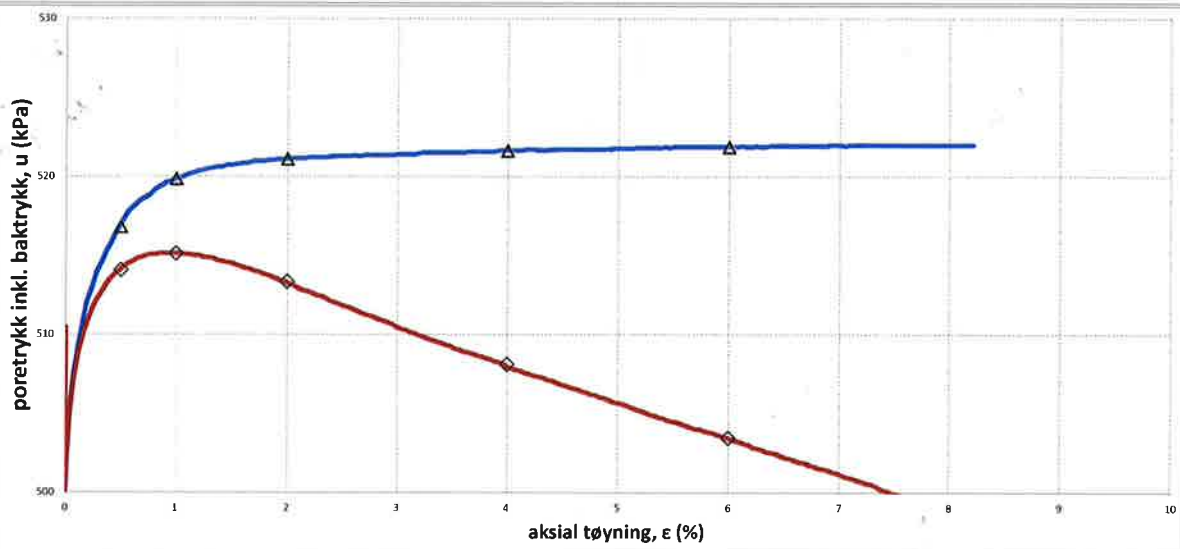
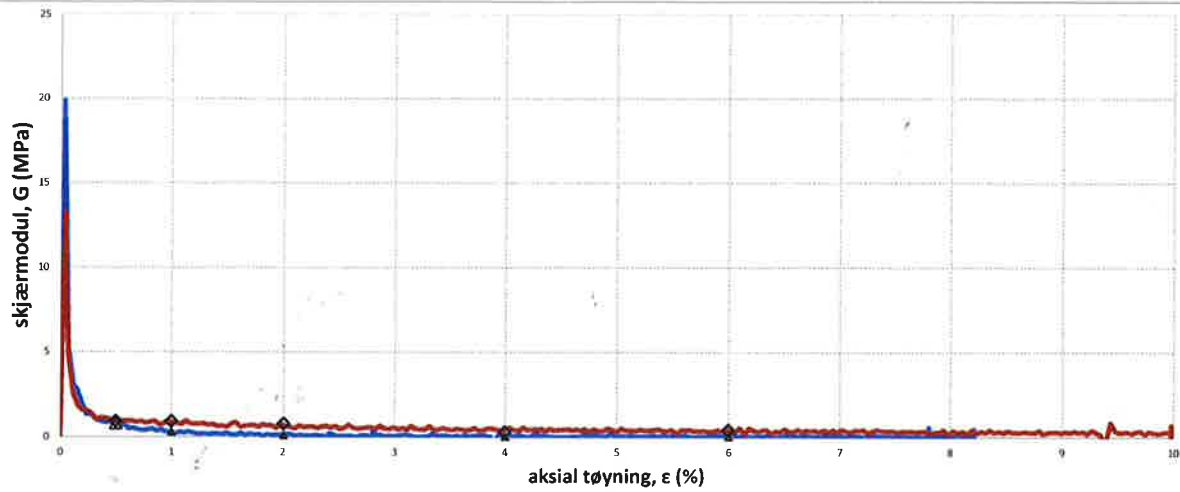
Tegn./kontr.

Dato
05.07.2017

Oppdrag
1350013839

Bilag
3

Tegn. Nr.



PRØVE	SYMBOL	PUNKT	LAB	DYBDE	TYPE	w(vekt%)	dV (%)	de/e ₀	Konsolideringsspenninger			KOMMENTAR
									p ₀ ' (kPa)	p _a ' (kPa)	p _v ' (kPa)	
1	Δ	3	23	8,30m	CAUc	35,6	2,8	0,055	0	77	46	Leire m/siltlag
2	◇	3	23	8,65m	CAUc	30,8	2,9	0,065	0	60	36	Leire m/siltlag

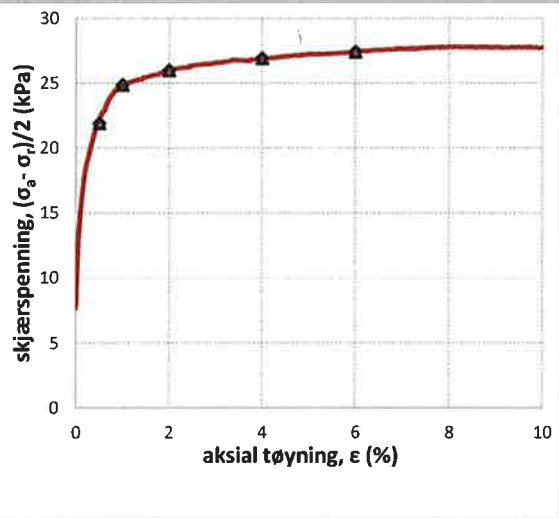
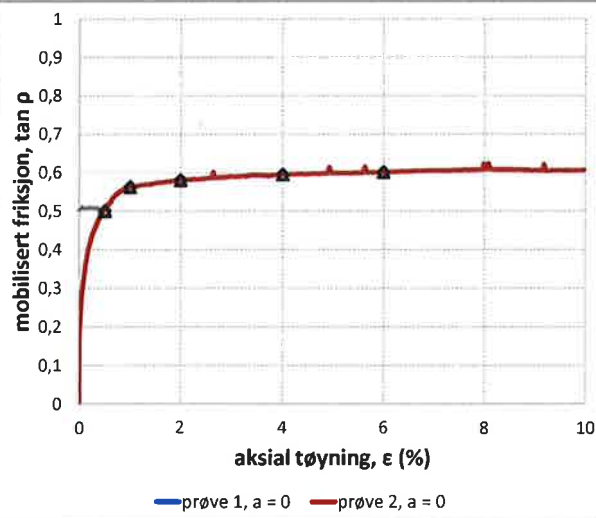
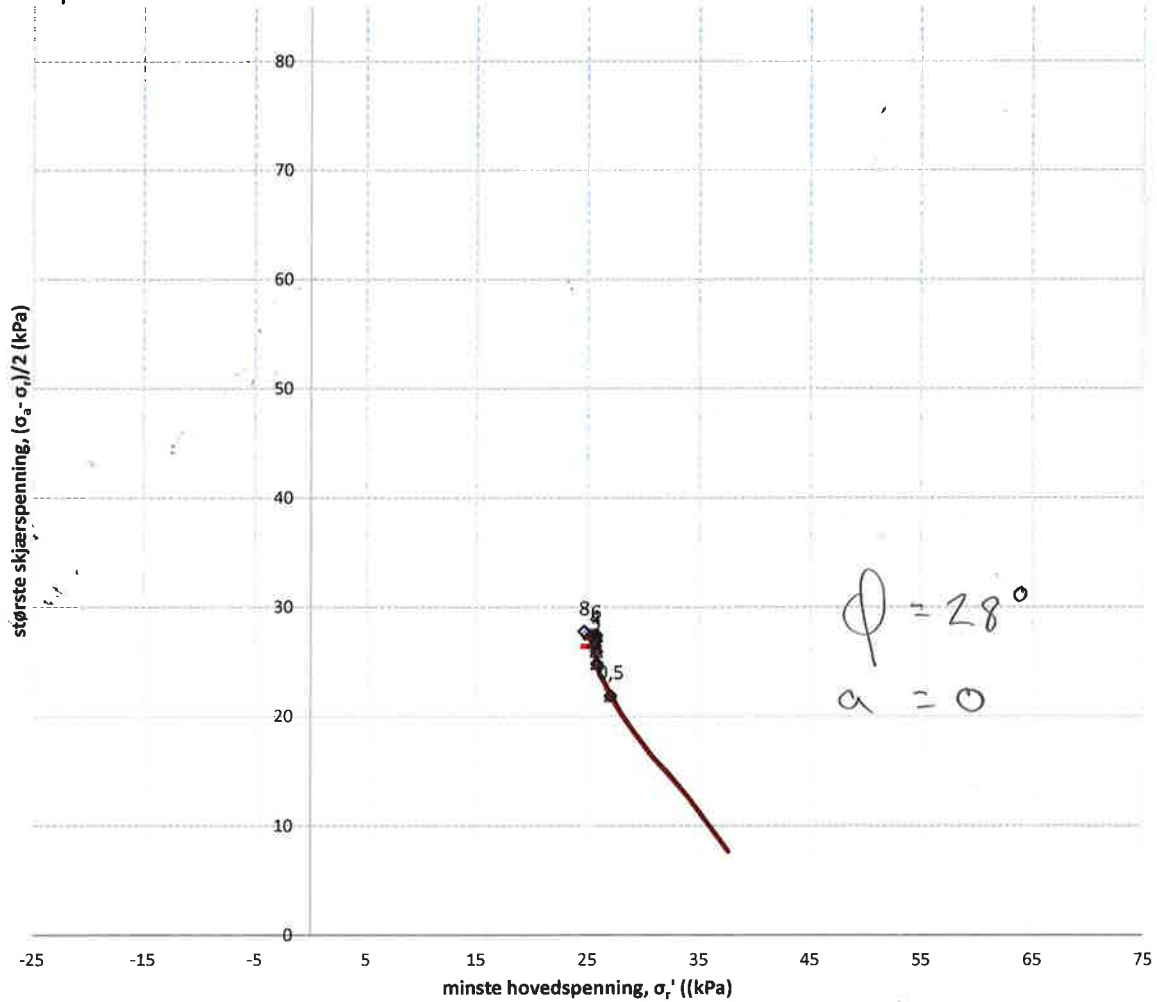


Luravika badeplass

TREAKSIALFORSØK

	Oppdrag 1350013839
Tegn./kontr. /	Bilag - 3
Dato 05.07.2017	Tegn. Nr. 0

NTNU-plott



PRØVE	SYMBOL	PUNKT	LAB	DYBDE	TYPE	w(vekt%)	dV (%)	de/e₀	Konsolideringsspenninger			KOMMENTAR
									p₀' (kPa)	pₐ' (kPa)	p₃' (kPa)	
1	▲	24	4	6,20m	CAUc	33,8	3,0	0,061	0	53	38	Kvikkleire



Luravika bade plass

TREAKSIALFORSØK

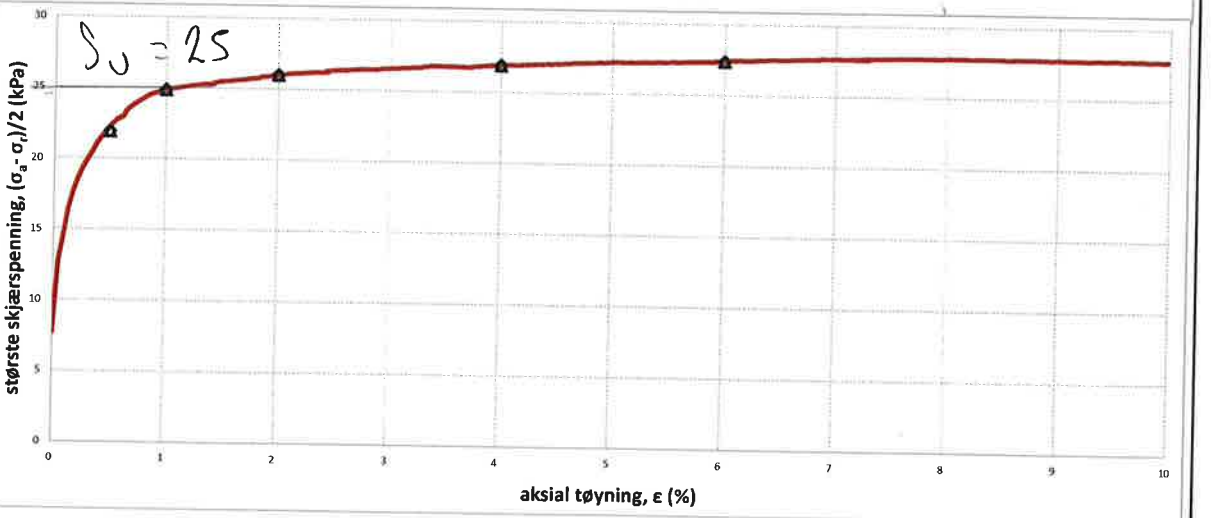
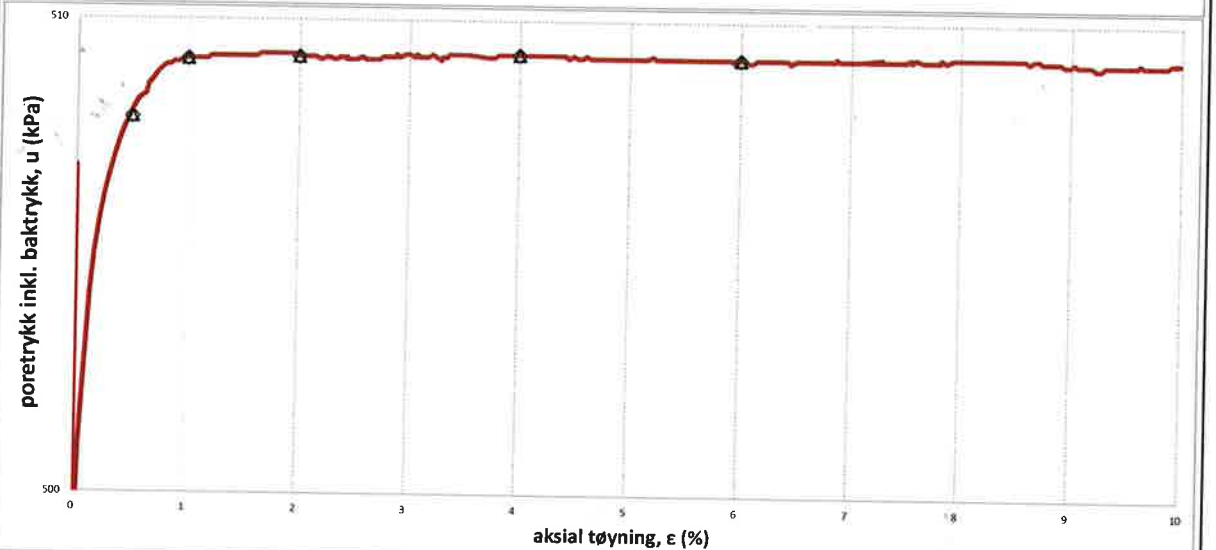
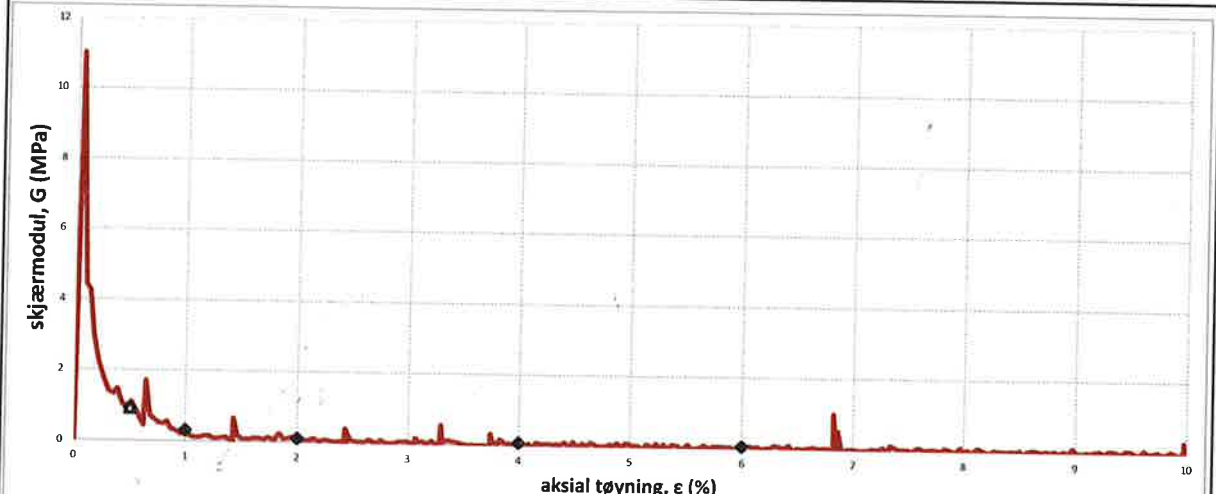
Oppdrag
1350013839

Tegn./kontr.
/

Dato
29.06.2017

Bilag
3

Tegn. Nr.



PRØVE	SYMBOL	PUNKT	LAB	DYBDE	TYPE	w(vekt%)	dV (%)	de/e ₀	Konsolideringsspenninger			KOMMENTAR
									p ₀ ' (kPa)	p _a ' (kPa)	p _r ' (kPa)	
1	Δ	24	4	6,20m	CAUc	33,8	3,0	0,061	0	53	38	Kvikkleire



Luravika badeplass

TREAKSIALFORSØK

	Oppdrag 1350013839
Tegn./kontr. /	Bilag - 3
Dato 29.06.2017	Tegn. Nr. 0

SINTEF F27585 - Fortrolig

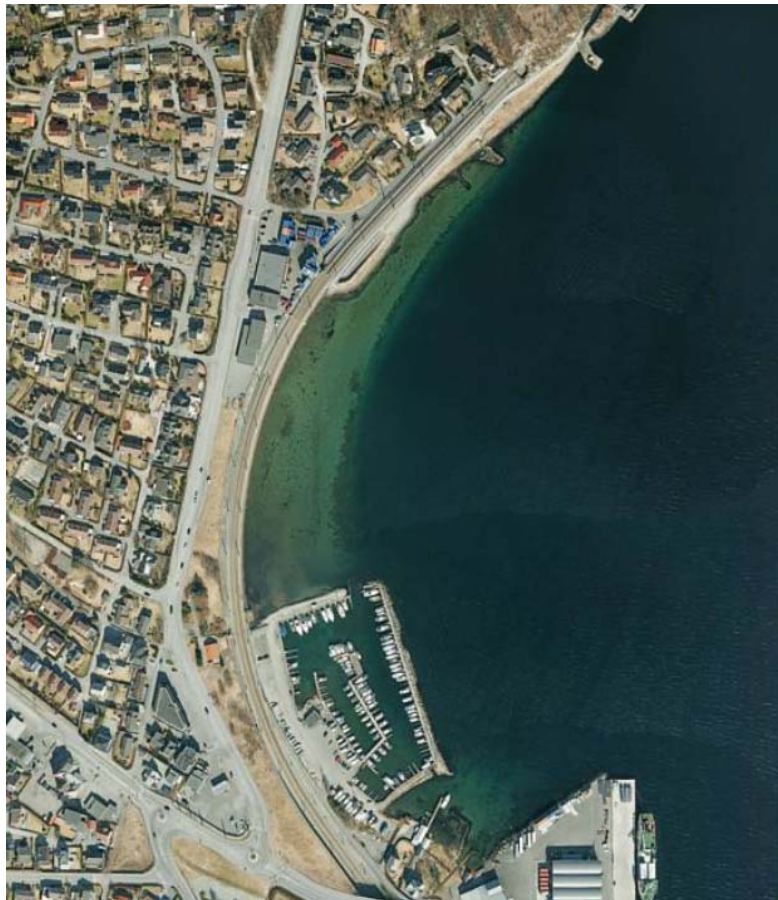
Rapport

Badeplass i Luravika

Strømningsanalyse

Forfatter(e)

Grim Eidnes



SINTEF Materialer og kjemi

Miljøteknologi

2016-03-02

Rapport

Badeplass i Luravika

Strømningsanalyse

EMNEORD:
Oseanografi
Strøm
Vannutskifting
Luravika

VERSJON
1.0

DATO
2016-03-02

FORFATTER(E)
Grim Eidnes

OPPDRAGSGIVER(E)
Sandnes kommune, Bymiljø

OPPDRAGSGIVERS REF.
Amir Trto

PROSJEKTNR
102012644

ANTALL SIDER OG VEDLEGG:
17

SAMMENDRAG

Sandnes kommune ønsker å legge til rette for en badeplass i Luravika i Gandsfjorden. Lurabekken, som munner ut i Luravika, kan til tider være forurenset og det er ønskelig å unngå at forurenset elvevann trekkes mot badeplassen. Strømforholdene i området er analysert ut fra eksisterende data over strøm, vind, tidevann og topografi. Effekten av å legge Lurabekken i rør og lede den ut på dypere vann, er modellert for flere aktuelle løsninger. Til slutt er det gitt en vurdering av muligheten og virkningen av å etablere ei boblegardin på stedet.

UTARBEIDET AV
Grim Eidnes

SIGNATUR



KONTROLLERT AV
Ragnhild L. Daae

SIGNATUR



GODKJENT AV
Atle Kleven

SIGNATUR



RAPPORTNR
SINTEF F27585

ISBN

GRADERING
Fortrolig

GRADERING DENNE SIDE
Fortrolig

Historikk

VERSJON	DATO	VERSJONSBEKRIVELSE
1.0	2016-03-02	Rapport

Innholdsfortegnelse

Konklusjoner	4
1 Bakgrunn	5
2 Områdebeskrivelse	5
3 Tidligere undersøkelser	6
4 Hydrofysiske og meteorologiske forhold i Gandsfjorden	6
4.1 Målt strøm i fjorden	6
4.1.1 Esutuarin sirkulasjon	7
4.1.2 Tidevannsstrøm	7
4.1.3 Vindstrøm	8
4.1.4 Trykkdrevet strøm	10
4.2 Strømforholdene i Luravika	10
4.3 Diffusjon	11
4.4 Lagdeling	12
5 Lurabekken i rør	13
5.1 Inndata	13
5.2 Beregningsresultater	14
6 Boblegardin	16
7 Referanser	17

Konklusjoner

Sandnes kommune planlegger tilrettelegging av en offentlig badeplass i Luravika og ønsker en utredning om de strømningsmessige forholdene i området og hvilken effekt disse kan ha på spredning av eventuell forurensning fra Lurabekken. I vurderingen skal også inngå en mulig forlengelse av Lurabekkens utløp i rør.

Strømforhold

Dagens strømningsmessige forhold i Luravika ble oppsummert slik:

- Den estuarine sirkulasjonen er svært beskjedne fordi elvetilrenningen er liten
- Tidevannsstrømmene er neglisjerbare
- Perioder med vedvarende sterk vind i fjordens lengderetning gir vindstrøm, men hyppigheten er lav og varigheten er begrenset
- Strømmen i overflatelaget er tilfeldig og forholdsvis svak og skiftende
- Strømmen under dette laget drives mer av tetthetsforskjeller innenfor og utenfor indre Gandsfjorden. Den synes å være mer retningsstabil enn i overflatelaget.
- Utstrømning i overflata og innstrømning under denne utgjør en skjærstrøm som trolig er det viktigste elementet til vannskiftningen i indre Gandsfjorden.
- Strømhastighetene avtar innover i Gandsfjorden. Utenfor Luravika antas midlere strømfart å være av om lag 3-4 cm/s i de øverste 20 m. Det er en forholdsvis beskjedne strøm.

En spredningsundersøkelse fra 1976 indikerte at Lurabekken som følge av ren diffusjon ville ha spredt seg til den planlagte badeplassen i løpet av ca 4 timer og med en fortykning på beskjedne 20 %.

Lurabekken i rør

Basert på observert lagdeling ved Luravika i 1977 ble det definert to typiske lagdelinger, en svak lagdeling (liten sjiktning) og en sterk. Disse ble benyttet i beregningene av utløpet av Lurabekken. Den svake lagdelingen, som ble registret 13. mai, viste at Lurabekken vil stige opp i overflata uavhengig av utløpsdyp og utløpsmengde.

Ved sterk lagdeling, med tetthetsdata fra 7. juni, var det mulig å oppnå innlagring under overflata for moderate utløpsmengder ($\sim 1 \text{ m}^3/\text{s}$) dersom elvevannet ledes ned på 20 m dyp, og for litt større vannvolum ($\sim 2 \text{ m}^3/\text{s}$) dersom vannet ledes ned på 30 m dyp. 2-års regnet med 60 min varighet ($4,6 \text{ m}^3/\text{s}$) vil imidlertid stige til overflata også ved utløp på 30 m dyp. Skal 2-års regnet innlagre seg under overflata, må utløpet splittes i en Y, der halvparten av vannvolumet ledes gjennom hver sin forgreining.

Boblegardin

Når komprimert luft ledes ut gjennom ett eller flere neddykkede, perforerte rør, skapes det en vertikal vannstrøm oppover og en utstrømning i overflata. Utstrømningen vil være rettet bort fra boblesonen i begge retninger. Etableres det en slik boblegardin vinkelrett på land mellom Lurabekken og den planlagte badeplassen, vil overflatestrømmen som skapes, kunne fungere som en effektiv sperre for blanding mellom de to vannmassene og forhindre at elvevann kommer inn mot badeplassen.

1 Bakgrunn

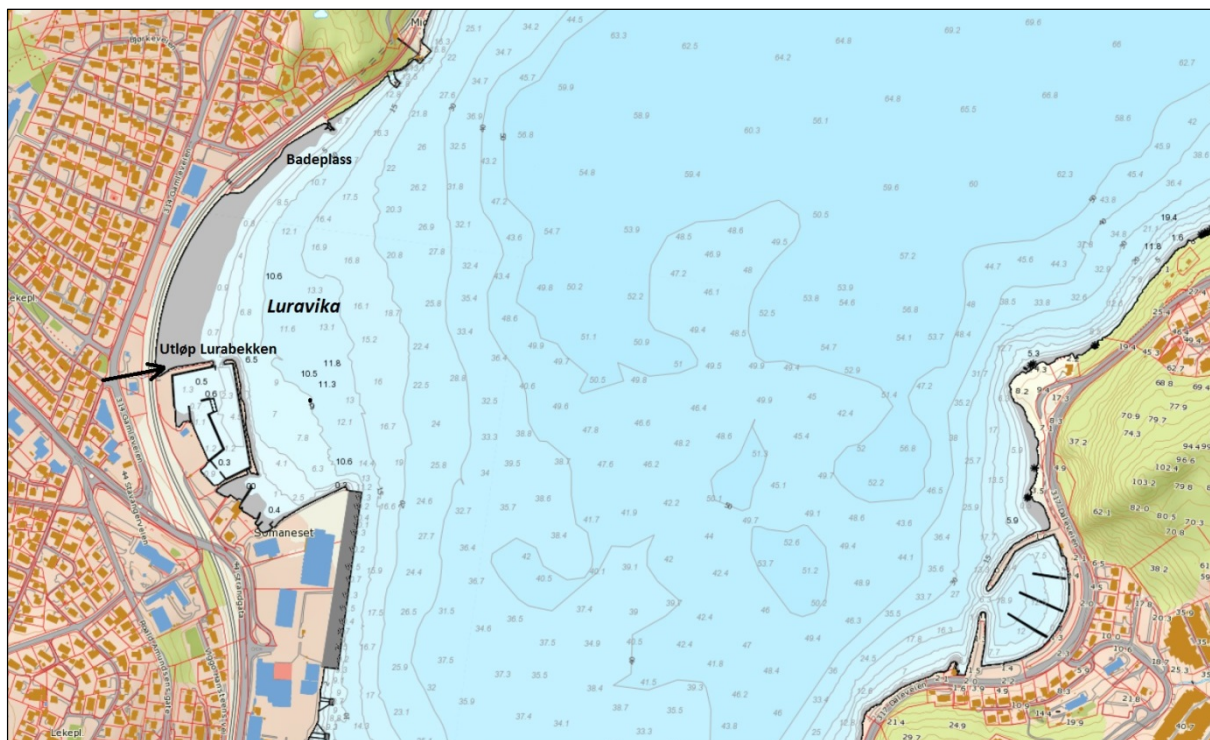
Sandnes kommune planlegger tilrettelegging av en offentlig badeplass i Luravika og ønsker en utredning om de strømningsmessige forholdene i området og hvilken effekt disse kan ha på spredning av eventuell forurensning fra Lurabekken. Vurderingen skal inkludere en mulig forlengelse av Lurabekkens utløp i rør. Sandnes kommune, Bymiljø har gitt SINTEF i oppdrag å foreta en slik utredning, og foreliggende rapport presenterer resultatene av denne.

2 Områdebeskrivelse

Gandsfjorden er en fjordarm av Boknafjorden som forbinder Sandnes med havet. Innenfor snittet Hillevåg – Håtangen (indre Gandsfjorden, se figur 2.1) er fjorden 10 km lang; bredden avtar innover fra ca. 1,7 km til 2-300 m og dypet minker jevnt fra om lag 240 m til ca. 20 m. Gandsfjorden er med andre ord ingen terskelfjord. I nordøst munner Gandsfjorden ut i Høgsfjorden. Det dypeste partiet her er 104 m på det grunneste. I nordvest grenser Gandsfjorden opp mot Byfjorden ved Stavanger. Terskeldypet her er 14 m og ligger under Bybrua.



Figur 2.1. Gandsfjorden i Rogaland utgjør sjøvegen mellom Sandnes og Stavanger. Den aktuelle badeplassen i Luravika (figur 2.2) er avmerket med blå firkant.



Figur 2.2. Luravika i Gandsfjorden. Beliggenheten til den planlagte badeplassen og utløpet av Lurabekken er avmerket.

3 Tidligere undersøkelser

I perioden februar – september 1977 ble det i regi av det tidligere Vassdrags- og havnelaboratoriet (VHL) ved SINTEF gjennomført en resipientundersøkelse i Byfjorden og Gandsfjorden på oppdrag fra det som da het Regionplankontoret for Jæren. Undersøkelsen bestod av hydrofysiske målinger (strøm og lagdeling) for planlagte kommunale avløp til de to fjordene. Resultatet av undersøkelsen er rapportert i Mathisen m.fl. (1978). Dataene er også benyttet i en senere rapport om resipientforhold som også inkluderer fjordområdene Hafrsfjord/Vistevika og Riskafjorden (McClimans og Berge, 1983). Oppdragsgiver den gang var IVAR, som velvilligst har stilt dataene til rådighet også for dette prosjektet.

4 Hydrofysiske og meteorologiske forhold i Gandsfjorden

4.1 Målt strøm i fjorden

Under resipientundersøkelsen i Gandsfjorden i 1977 ble det målt strøm i 5 og 15 m dyp ved en stasjon midtfjords ved innløpet til indre Gandsfjorden (snittet Hillevåg – Håtangen) over en periode av vel to måneder. En oversikt over de viktigste resultatene av disse målingene er gitt i tabell 4.1.

Den sterkeste strømmen som ble registret, var 44 cm/s i 5 m dyp og 31 cm/s i 15 m dyp. Den var rettet ut fjorden (mot 15°) i 5 m dyp, men inn fjorden (mot 225°) i 15 m dyp. Midlere strømfart i 5 og 15 m dyp var hhv. 15 og 11 cm/s. Det var en svak overvekt av strøm ut fjorden i 5 m dyp, mens det i 15 m dyp var omtrent like mye strøm inn og ut av fjorden. Strømstabiliteten er jevnt over lav i begge dyp.

Tabell 4.1 De viktigste resultatene av strømmålingene ved innløpet til indre Gandsfjord i perioden 14. april – 17. juni 1977.

Måle- dyp	Maksimums strøm		Midlere strømfart	Dominerende strømretning	Andel strøm med retning	
	Fart	Retning			Innover	Utover
5 m	44 cm/s	15°	15 cm/s	20-30°	45 %	55 %
15 m	31 cm/s	225°	11 cm/s	30-40°	50 %	50 %

Dette er verdier målt ved innløpet til indre Gandsfjorden (snittet Hillevåg – Håtangen). Siden fjorden avtar jevnt både i bredde og dybde herfra og inn til Sandnes, er det rimelig å anta at strømhastighetene også avtar jevnt innover fjorden. Denne antakelsen ble underbygget ved drivmarkørmålinger med såkalte strømkors utenfor Forus i 1982 (McClimans og Berge, 1983).

Den samtidige strømretningen i de to måledypene kan gi ytterligere informasjon. I 43 % av tiden var det ens strømretning i begge måledyp, mens det var skjærstrøm (motsatt strømretning) i 57 % av tiden. Av disse skjærstrømmene var det en liten overvekt (32 av de 57 %) med strøm ut fjorden i 5 m dyp og inn fjorden i 15 m dyp.

Eksistensen av skjærstrømmer dokumenterer at det er lagdeling i fjorden. I den grad man kan snakke om et dominerende strømmønster i Gandsfjorden, består den altså av en strøm ut i overflatelaget (5 m dyp), og en strøm inn under dette (15 m dyp). Det er den typiske dynamikken i norske fjorder, også kalt estuarin sirkulasjon. Medrivning mellom de to lagene gjør at begge strømmene er sterkere ytterst i fjorden og avtar gradvis innover. Det innebærer at strømhastighetene på høyde med Luravika antas å være av størrelsesorden $\frac{1}{4}$ av de målte verdiene ytterst (snittet Hillevåg – Håtangen).

4.1.1 Estuarin sirkulasjon

Estuarin sirkulasjon oppstår ved at elvetilrenning til fjorden skaper et utstrømmende overflatelag. På veien ut fjorden river elvevannet med seg omkringliggende fjordvann og blir gradvis saltere. Elvevannet blir til brakkvann. Vannet som rives med, erstattes av en underliggende innstrømning, også kalt kompensasjonsstrøm. På grunn av jordrotasjonen (Corioliseffekten) dreies både ut- og innstrømningen over til høyre side. I breie fjorder med moderat elvetilrenning, kan den underliggende kompensasjonsstrømmen komme helt opp i overflata.

Ferskvannstilrenningen til Gandsfjorden er svært beskjeden og ligger totalt sett på 2 – 5 m³/s (Mathisen m.fl, 1978). Storåna er trolig blant de største med en middelvannføring på 1,1 m³/s. Ferskvannstilførselen er motoren i den estuarine sirkulasjonen. Den svært begrensede ferskvannstilførselen gir tilsvarende begrenset estuarin sirkulasjon i fjorden, men ikke mindre enn at den kan spores i de målte strømdataene fra fjorden.

4.1.2 Tidevannsstrøm

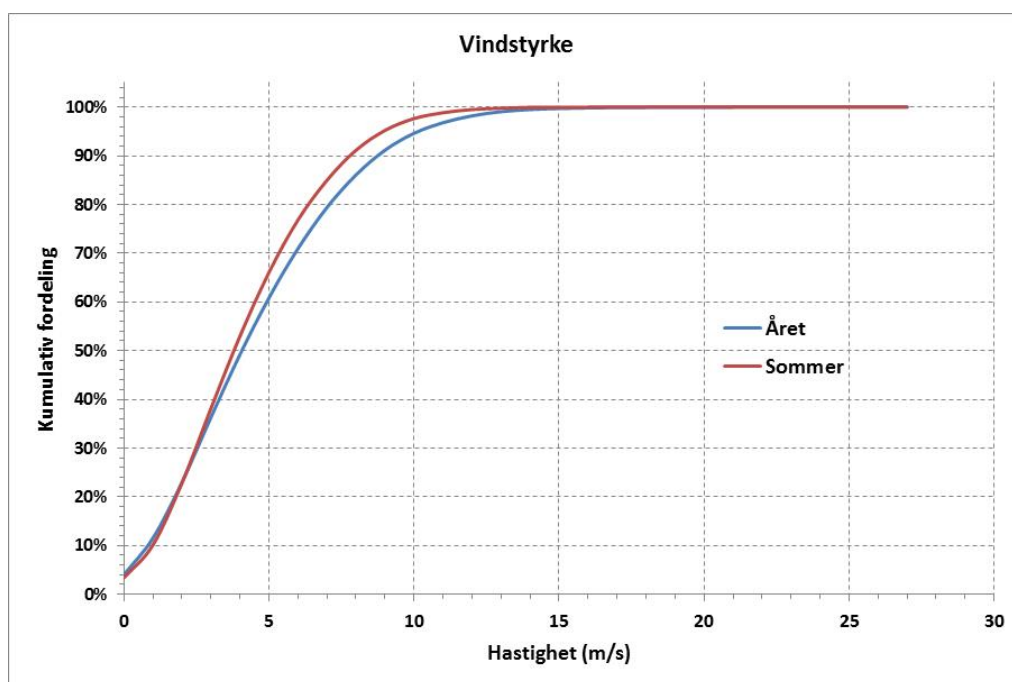
Tidevannet forårsaker en periodisk og alltid eksisterende tidevannsstrøm. Den fyller opp fjorder på fløende sjø og tapper dem igjen på fallende. Tidevannet er imidlertid beskjeden i Gandsfjorden, midlere tidevannshøyde $h = 32$ cm. Arealet av indre Gandsfjorden har vi beregnet med planimeter til

$A = 14,5 \text{ km}^2$. Tilsvarende er innløpet beregnet å ha et tverrsnittsareal på $T = 0,275 \text{ km}^2$. I løpet av en halv tidevannsperiode ($t = 6 \text{ h } 12 \frac{1}{2} \text{ min}$) skal vannstanden i Gandsfjorden stige fra lavvann til høyvann. Det gir en midlere tidevannsstrøm ved innløpet til indre Gandsfjorden på $u = \frac{A h}{T t} = 0,08 \text{ cm/s}$. Tilsvarende kan vi beregne en midlere tidevannsstrøm ved Luravika på $0,05 \text{ cm/s}$. Dette er strømhastigheter ned mot og jamvel under deteksjonsgrensa til gode strømmålere. Tidevannsstrømmen i Luravika er med andre ord neglisjerbar.

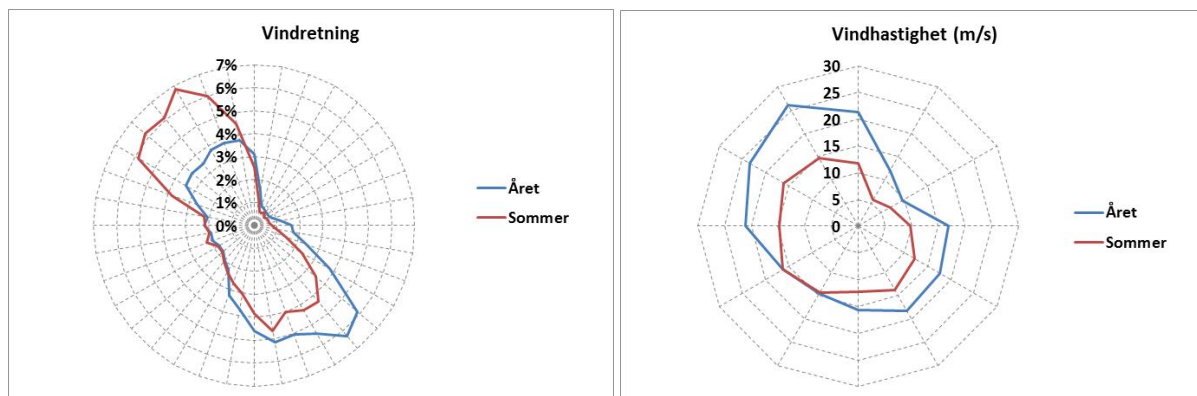
4.1.3 Vindstrøm

Vind som blåser over havet overfører energi til havoverflata. Deler av denne energien brukes til blanding, resten bygger opp bølger og strøm. Ved svak lagdeling går størstedelen av energien til blanding; overflatelaget homogeniseres og vokser i tykkelse. Ved sterk lagdeling reduseres blandingen og en større del av energien brukes til å bygge opp vindstrøm.

Vindstatistikk for Stavanger lufthavn, Sola for de 10 siste årene (2006 – 2015) er vist i figur 4.1 – 4.2, og oppsummert i tabell 4.2. Sola flyplass er den nærmeste meteorologiske målestasjonen i området som måler vind. Sola er en del av det flate slettelandskapet Jæren og vindmålingene bør derfor forventes å fange inn alle vindretninger på en representativ måte uten at lokale knauser og fjell påvirker registreringene nevneverdig. Gandsfjorden derimot, har kuperte heier mot øst med fjelltopper på over 300 m. Vind fra øst kan derfor være noe overrepresentert på dataene fra Sola i forhold til reelle vindretninger i Gandsfjorden.



Figur 4.1. Kumulativ vindfordeling ved Stavanger lufthavn, Sola for 10-års perioden 2006 – 2015. Blå kurve: Alle data. Rød kurve: sommermånedene juni, juli og august.



Figur 4.2. Retningsfordelt vind på Stavanger lufthavn, Sola 2006 - 2015. Vindens retning fordelt på 10°-sektorer (til venstre) og vindens maksimale hastighet innenfor 30°-sektorer (til høyre). Blå kurve: Alle data. Rød kurve: sommermånedene juni, juli og august.

Tabell 4.1 De viktigste vinddataene fra Stavanger lufthavn, Sola i perioden 2006- 2015.

Sesong	Midlere vind		Maksimal vind		Andel vind med hastighet		
	Fart (m/s)	Dominerende retning fra	Fart (m/s)	Retning fra	= 0 vindstille	< 4,0 m/s lett bris	< 8,0 m/s frisk bris
Hele året	4,6 lett bris	140° (SØ)	26,1 m/s full storm	330° (NNV)	4 %	49 %	86 %
Sommer	4,2 lett bris	330° (NNV)	16,2 m/s stiv kuling	254° (VSV)	3 %	53 %	91 %

Middelvinden på Sola det siste ti-året var 4,6 m/s (lett bris), mens den høyeste registreringen vinden var 26,1 m/s (full storm). Den hadde retning fra NNV (330°). I løpet av sommermånedene juni, juli og august var middelvinden 4,2 m/s (lett bris) mens høyeste registrering var redusert til 16,2 m/s (stiv kuling) fra VSV (254°). Hele 86 % av alle observasjonene var mindre enn 8,0 m/s, det vil si laber bris eller lavere. I de tre sommermånedene var denne andelen økt til 91 %.

Over året er den dominerende vindretningen fra SØ (140°), jf. figur 4.2. Den sterkeste vinden kommer imidlertid fra motsatt kant, fra NNV. Merk at vindretning er den retning vinden kommer *fra*, mens strømretning er den retning det strømmer *mot*.

I sommermånedene juni – august er dominerende vindretning fra NNV (330°), mens de sterkeste vindene har vestlig komponent (SSV – NNV).

Kartprojeksjonen i figur 1.1 er noe skeiv med hensyn på himmelretningen. Indre Gandsfjorden er rettet tilnærmet nord-sør. Grovt sett vil vind mellom 350° og 20° bygge opp sjø inn Gandsfjorden, mens vind i området 170-200° blåser ut fjorden. Basert på retningsstatistikken i figur 4.2 er vindens strøklengde sammenfallende med fjordens lengderetning i bare 19 % av tiden. I tillegg skal vindens styrke og varighet også være av en viss størrelse for at det oppstår vindstrøm av betydning i fjorden.

Vinden gir også opphav til en annen type, indirekte vindstrøm. Den oppstår når sterk, vedvarende vind blåser innover fjorden og stuver opp vannet innerst (ved Sandnes). Dersom vinden plutselig løyer eller

skifter retning, løsner oppstuvningen og en kraftig utoverrettet strøm oppstår. De sterkeste strømmene i mange fjorder er gjerne slik oppstuvningsstrøm. De er sterke, men kortvarige og de er relativt sjeldne. Antar vi for Gandsfjordens vedkommende at det som et minimum må blåse frisk bris over en periode av 6 timer innenfor sektoren 350-20° for at en slik oppstuvningsstrøm skal kunne oppstå, viser dataene at det i så fall bare har funnet sted ca. 20 ganger i løpet av 10-års perioden 2006-2015, eller to ganger i året i snitt.

4.1.4 Trykkdrevet strøm

På samme måte som høytrykk og lavtrykk skaper vind i atmosfæren, vil trykkforskjeller i havet skape strøm. Utenforliggende strømmer, elvetilrenning og tetthetsforskjeller er alle eksempler på slik strøm. De er stokastiske og ofte tilfeldige og uforutsigbare.

Det generelle strømmønsteret som framkom ved målingene i 1977 midtfjords ved innløpet til indre Gandsfjorden var "at strømmene i 5 m er dominert av vekslende forhold med få lengre perioder med samme strømretning. I 15 m dyp er forholdene noe "renere" med fremfor alt en lang innstrømningsperiode og en lang utstrømningsperiode, men også her er det lange perioder med vekslende strøm." (Mathisen m.fl., 1978.) Dette indikerer at strømmen i overflatelaget i stor grad er tilfeldig og lite retningsstabil. I laget under (15 m dyp) er det en mer ensrettet strøm inn og ut av Gandsfjorden over flere dager.

Den mer stabile strømmen i 15 m dyp kan bare tilskrives trykkforskjeller, og det er rimelig å anta at den er koblet til tetthetsflatene (sjiktningen) på ustiden av indre Gandsfjorden. Er vannet i 15 m dyp på utsiden tyngre enn vannet i 15 m dyp på innsiden, strømmer det vann inn fjorden. Og når vannet på utsiden er lettere enn vannet innenfor, strømmer det ut fjorden. Disse forskjellene er mer framtreddende der sjiktningen er sterkest, det vil si der tetthetsforskjellen er størst, som regel i 10-15 m dyp (se kap. 4.3).

Når det strømmer inn Gandsfjorden i 15 m dyp over flere dager, skapes det trykkforskjeller som setter opp en motsatt rettet strøm i et annet dyp, hvis ikke vil vannstanden i fjorden stige bekymringsfullt. Vannutskiftningen i Gandsfjorden er i stor grad knyttet til slike motsatt rettede strømmer i forskjellige dyp. Situasjonene med skjærstrøm som ble registrert under strømmålingene i 1977 med innstrømning i 15 m dyp og utstrømning i 5 m dyp (jf. kap. 4.1), er en del av dette bildet. Det innstrømmende vannet rives gradvis med av utstrømningen i laget over, blandingen avtar og strømhastighetene reduseres innover i fjorden.

4.2 Strømforholdene i Luravika

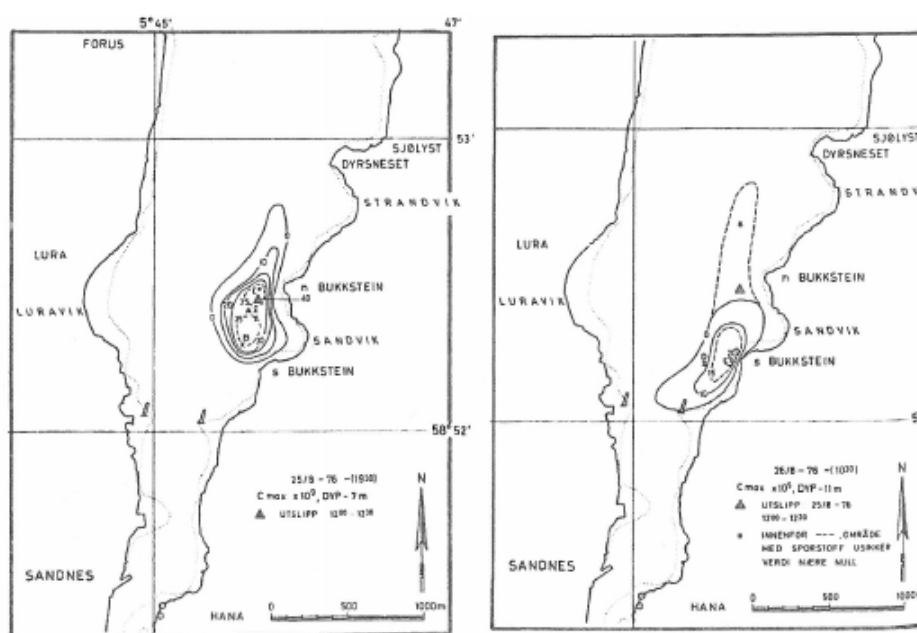
Den overordnede strømvurderingen som ble gjort i kap. 4.1, vil også være gyldig mer lokalt som for eksempel i Luravika. Det betyr:

- Den estuarine sirkulasjonen er svært beskjeden fordi elvetilrenningen er liten
- Tidevannsstrømmene er neglisjerbare
- Perioder med vedvarende sterk vind i fjordens lengderetning gir vindstrøm, men hyppigheten er lav og varigheten er begrenset
- Strømmen i overflatelaget (5 m dyp) er tilfeldig og forholdsvis svak og skiftende
- Strømmen i 15 m dyp drives mer av tetthetsforskjeller innenfor og utenfor indre Gandsfjorden. Den synes å være mer retningsstabil enn i 5 m dyp.

- Utstrømning i overflata og innstrømning under denne utgjør en skjærstrøm som trolig er det viktigste elementet til vannutskiftningen i indre Gandsfjorden.
- Strømhastighetene avtar innover fjorden i forhold til målingene ute ved Hillevåg – Håtangen. Utenfor Luravika antas de å være $\frac{1}{4}$ av den målte strømmen, dvs. en midlere strømfart lik 4 og 3 cm/s i hhv. 5 og 15 m dyp.

4.3 Diffusjon

Under målingene sommeren 1976 ble det også gjennomført en sporstoffundersøkelse. Et fluoriserende fargestoff ble sluppet ut i Gandsfjorden på motsatt side av Luravika. Det innlagret seg i 7 m dyp med en utbredelse på 100 m i diameter og med en konsentrasjon på opp mot 65 ppb (ppb = 10^{-9}). Den horisontale utbredelsen etter 7 og 12 timer var som vist i figur 4.5.



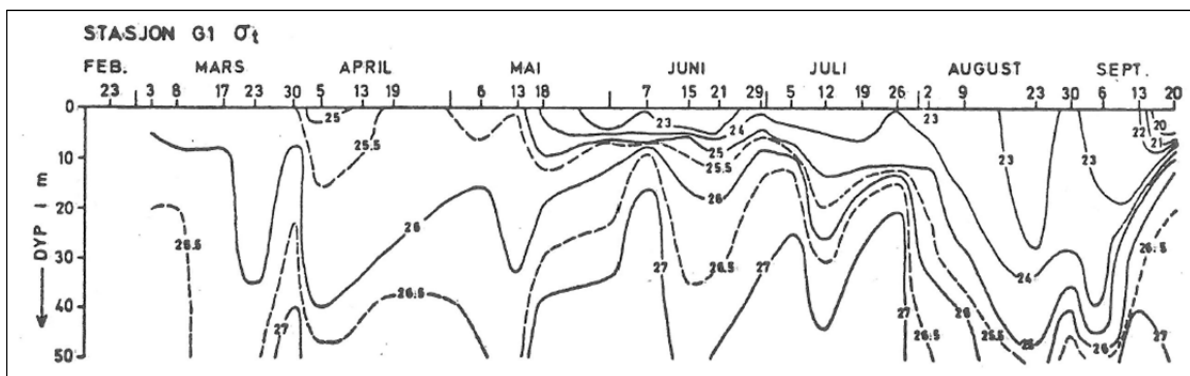
Figur 4.5. Horisontal utbredelse av tilsatt sporstoff i Gandsfjorden 26. august 1976. 7 timer etter dosering (til venstre) og 22 timer etter dosering (til høyre). (Fra Mathisen m.fl., 1977)

Etter 7 timer kunne utslippet registeres opp til 600 m unna utslippspunktet og med en maksimal konsentrasjon på 40 ppb. 22 timer etter utslippet var skyen opp til 900 m unna utslippspunktet, og den høyeste konsentrasjonen var da 20 ppb. Det gir en halveringstid på 13 timer og en spredningshastighet av størrelsesorden 1 cm/s. Det er en forholdsvis svak diffusjon, men til sammenlikning er det bare ca. 350 m fra Lurabekken utløp til den planlagte badeplassen.

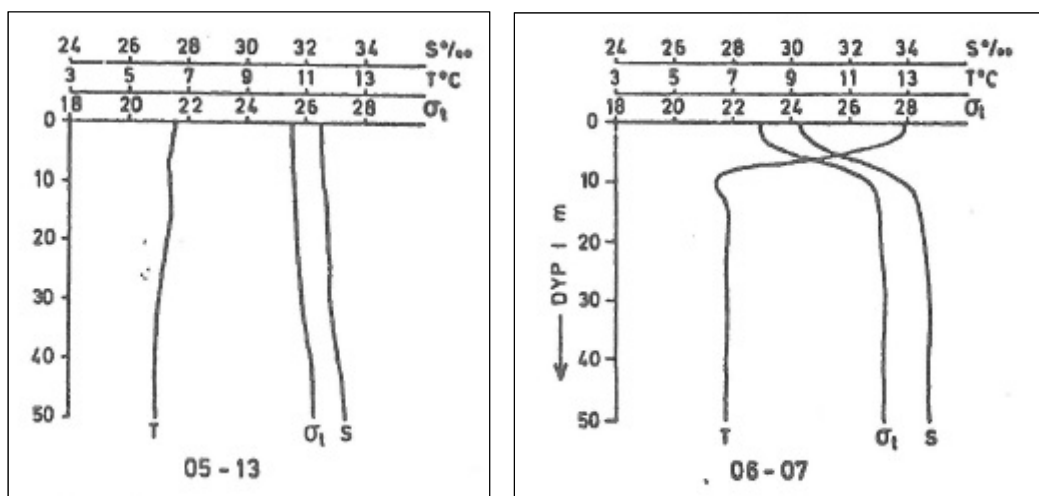
Sporstoffundersøkelsen i 1976 var en enkeltstående full-skala spredningsundersøkelse og gir en god indikasjon på reell diffusjon i 7 m dyp, som den dagen var del av et svakt sjiktet overflatelag. Lurabekken ville da som følge av ren diffusjon ha spredt seg til badeplassen i løpet av ca 4 timer og med en fortykning på beskjedne 20 %.

4.4 Lagdeling

Lagdelingen er bestemt av temperatur og saltholdighet. Disse ble målt med ca. en ukes mellomrom i perioden 3. mars – 20. september 1977 ved en stasjon (St. G1) rett utenfor Luravika. Tidsserien for tetthet i denne perioden er gjengitt i figur 4.3. Tidsserien viser til tider betydelige svingninger, noe som indikerer god utskiftning. Blant annet ser vi en dypere innstrømning av tungt vann f.eks. 30. mars og 7. juni (tethetslinjene heves). En av de svakeste sjiktningene ble registrert 13. mai, mens en av de sterkeste ble målt 7. juni. Hydrografiprofilene for disse to dagene er vist i figur 4.4, og disse er brukt som representative ytterpunkter for lagdelingen i utslippsberegningene.



Figur 4.3 Målt tetthet (σ_t^1) midtfjords utenfor Luravika i perioden 3. mars – 20. september 1977. (Fra Mathisen m.fl., 1977.)



Figur 4.4 Vertikalprofiler av temperatur (T), saltholdighet (S) og tetthet (σ_t) ved Luravika 13. mai og 7. juni 1977. (Fra Mathisen m.fl., 1977.)

¹ $\sigma_t = \rho - 1000$, der ρ er tettheten målt i kg/m^3 . Dersom $\rho = 1027 \text{ kg/m}^3$, er altså $\sigma_t = 27$ (uten benevning).

5 Lurabekken i rør

5.1 Inndata

For å vurdere effekten av å legge Lurabekken i rør, har vi gjennomført utslippsberegninger. Vi har valgt å kjøre beregningene for et sett med alternative utslippstekniske løsninger som vist i tabell 5.1. Beregningene er utført med SINTEF-modellen BJET. Den brukes til å beregne fortykning, spredning og innlaging av alle typer dykkede utslipp som kjølevann, kommunale avløp og neddykkede elveløp.

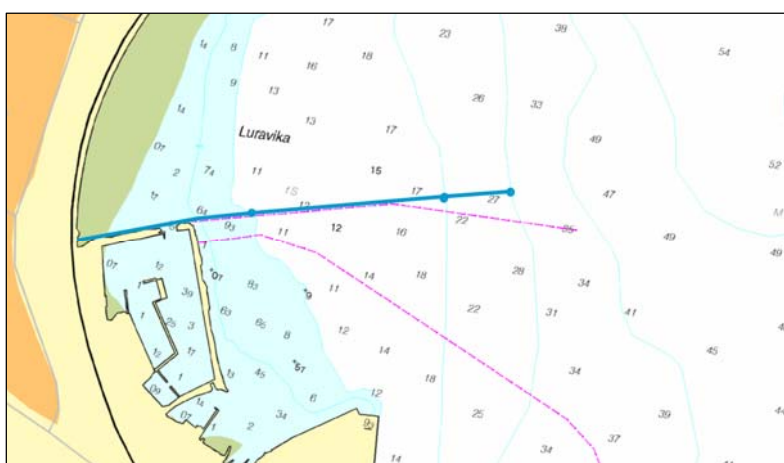
Valg av inndata er basert på følgende antakelser:

- 1) Q_{\max} for et 2-års regn av 60 min varighet er av Sandnes kommune beregnet til 4,3 m³/s.
- 2) Rørdiameter er basert på ønsket om å unngå utløp på over 50 cm/s for å begrense bunnerosjon.
- 3) For å redusere nødvendig rørdimensjone, er det alternativt lagt inn rørdiameterer som gir utløpshastigheter på opp til 1 m/s.
- 4) Utløpets retning følger det som på sjøkartet er merket som undervanns rørledning.
- 5) Utløpets helning settes lik bunnskråningen i angjeldende dyp.
- 6) Strømmen antas lineært minkende mellom 0 og 30 m og farten settes til ¼ av målt verdi ved innløpet til indre Gandsfjorden.
- 7) Strømmens retning følger kaikanten på Somaneset, det vil si rett nord.

Tabell 5.1. Inndata for utslippsberegningene

Maks. utløpshastighet	0.5 m/s			1.0 m/s		
Utløpsmengde (m ³ /s)	1,0	2,15	4,3	1,0	2,15	4,3
Indre rørdiameter (mm)	1765	2427	3530	1235	1765	2427
Ytre rørdiameter (mm)	2000	2750	4000	1400	2000	2750
Utløpshastighet (m/s)	0,41	0,46	0,44	0,83	0,88	0,93

Utløpsdyp	10, 20 og 30 m	Strøm i 5 m dyp	4 cm/s mot N
Utløpets helning	4, 7 og 9° hhv.	Strøm i 30 m dyp	3 cm/s mot N
Lagdeling	13. mai og 7. juni	Utløpets retning	77°



Figur 5.1 Valgt plassering dersom Lurabekken legges i rør (blå linje). Alternative utløpsdyp på 10, 20 og 30 m er markert med blå sirkel.

5.2 Beregningsresultater

Resultatet av utslippsberegningene er gitt i tabell 5.2.a og b. Som de to tabellene viser, er det ingen kvalitativ forskjell mellom en utløpshastighet på opp til 0,5 m/s (gjennom store rør) og en utløpshastighet på opp til 1,0 m/s (gjennom mindre rør). Vi har derfor i det etterfølgende bare brukt den miste utløpshastigheten. Utløpets bane for de forskjellige utløpsmengder og –dyp er vist i figur 5.2.

Tabell 5.2.a. Beregningsresultater med en utløpshastighet på opp til 0,5 m/s.

Utløpsdyp	Svak lagdeling			Sterk lagdeling		
	Fortynning etter 100 m	Stigehøyde	Innlagring	Fortynning etter 100 m	Stigehøyde	Innlagring
10 m	6*	Overflata	Overflata	6*	Overflata	Overflata
20 m	16*	Overflata	Overflata	60	2 m	6 m
30 m	30*	Overflata	Overflata	79	5 m	8 m

Q = 2,15 m³/s

10 m	4*	Overflata	Overflata	4*	Overflata	Overflata
20 m	10*	Overflata	Overflata	10*	Overflata	Overflata
30 m	18*	Overflata	Overflata	59	2 m	7 m

Q = 4,3 m³/s

10 m	3*	Overflata	Overflata	3*	Overflata	Overflata
20 m	7*	Overflata	Overflata	6*	Overflata	Overflata
30 m	11*	Overflata	Overflata	12*	Overflata	Overflata

*) Fortynning ved gjennombrudd til overflata

Tabell 5.2.b. Beregningsresultater med en utløpshastighet på opp til 1,0 m/s.

Utløpsdyp	Svak lagdeling			Sterk lagdeling		
	Fortynning etter 100 m	Stigehøyde	Innlagring	Fortynning etter 100 m	Stigehøyde	Innlagring
10 m	7*	Overflata	Overflata	6*	Overflata	Overflata
20 m	17*	Overflata	Overflata	71	2 m	7 m
30 m	31*	Overflata	Overflata	84	5 m	8 m

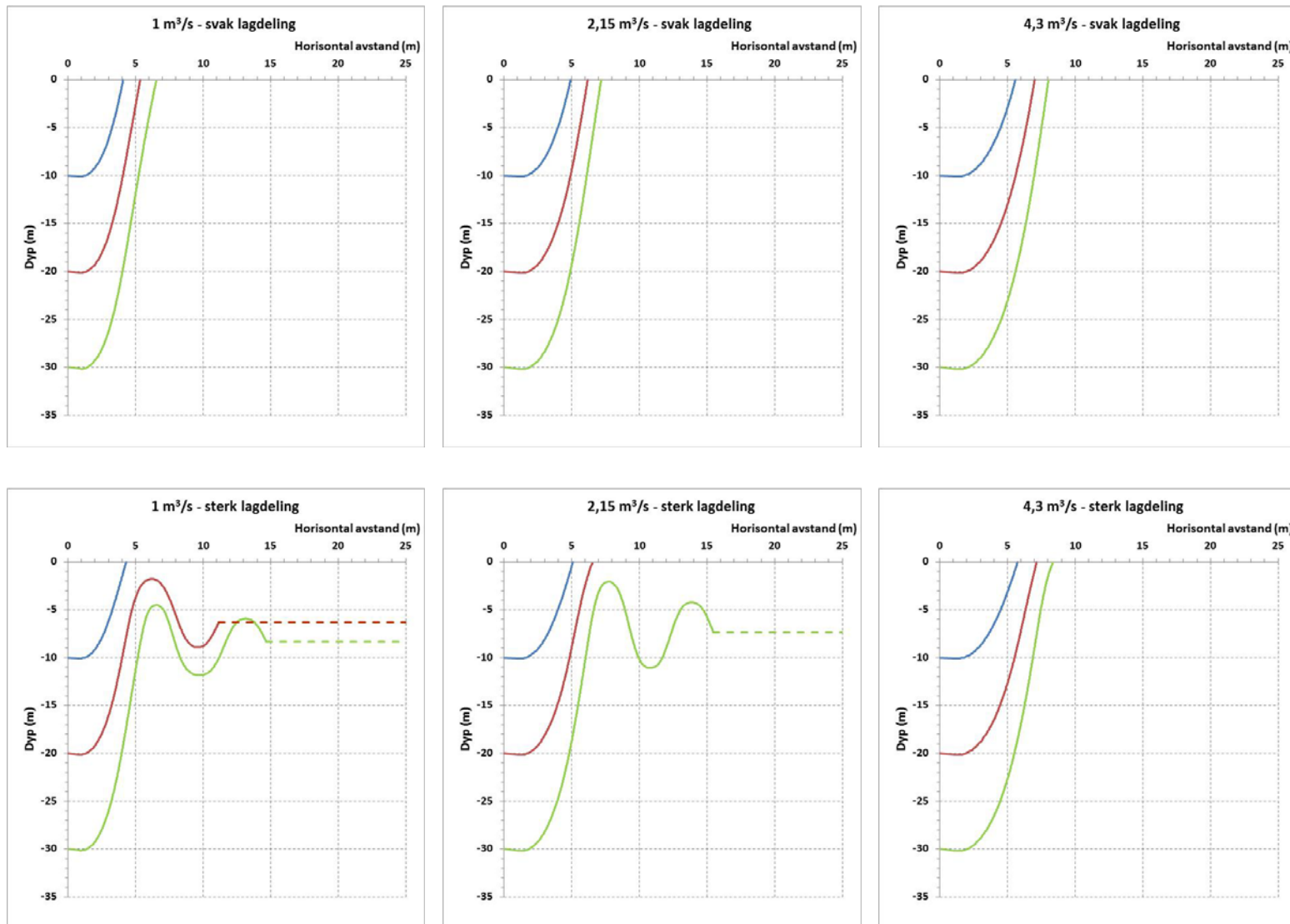
Q = 2,15 m³/s

10 m	4*	Overflata	Overflata	4*	Overflata	Overflata
20 m	10*	Overflata	Overflata	10*	Overflata	Overflata
30 m	19*	Overflata	Overflata	55	2 m	7 m

Q = 4,3 m³/s

10 m	3*	Overflata	Overflata	3*	Overflata	Overflata
20 m	7*	Overflata	Overflata	6*	Overflata	Overflata
30 m	12*	Overflata	Overflata	12*	Overflata	Overflata

*) Fortynning ved gjennombrudd til overflata



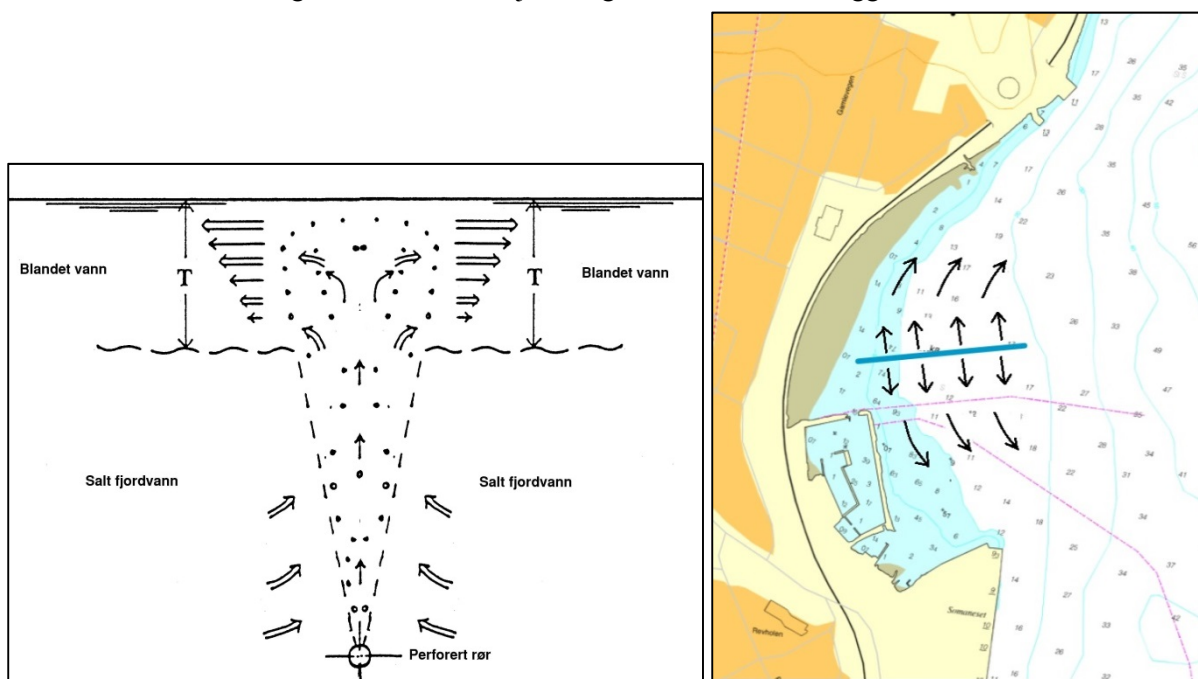
Figur 5.2. Utløpets bane ved svak lagdeling (øverst) og sterk lagdeling (nederst). Utløpsdyp: 10, 20 og 30 m; utslippsmengde: 1, 2,15 og 4,3 m³/s.

Den svake lagdelingen som ble registret 13. mai, og som er brukt i utslippsberegningene, gir altså gjennomslag til overflata uavhengig av utløpsdyp og utløpsmengde. Noen ekstra kjøring med utløp helt ned til 50 m (og en utløpsmengde på $1,0 \text{ m}^3/\text{s}$) gav samme svar. Utløpet bryter uansett gjennom overflata.

Ved sterk lagdeling – eksemplifisert med tetthetsprofilen 7. juni – er det mulig å oppnå innlagring under overflata for moderate utløpsmengder ($\sim 1 \text{ m}^3/\text{s}$) dersom elvevannet ledes ned på 20 m dyp, og for litt større vannvolum ($\sim 2 \text{ m}^3/\text{s}$) dersom vannet ledes ned på 30 m dyp. 2-års regnet med 60 min varighet ($4,6 \text{ m}^3/\text{s}$) vil komme opp i overflata også ved utløp på 30 m dyp. Skal 2-års regnet innlagre seg under overflata, må utløpet splittes i en Y, der halvparten av vannvolumet ledes gjennom hver sin forgreining. Da får vi eksempelet med $2,15 \text{ m}^3/\text{s}$ i 30 m dyp, som innlagrer seg i ca. 7 m dyp (jf. figur 5.2).

6 Boblegardin

Når komprimert luft ledes ut gjennom ett eller flere neddykkede, perforerte rør, vil luftboblene rive med seg vann på sin veg opp mot overflata. Dermed skapes det en vertikal strøm og en utstrømning i overflata. Utstrømningen vil være rettet bort fra boblesonen i begge retninger. En slik boblegardin kan legges ut neddykket vinkelrett på land mellom Lurabekken og badeplassen. Overflatestrømmen som skapes, vil kunne fungere som en effektiv sperre for blanding mellom de to vannmassene og vil forhindre at elvevann kommer inn mot badeplassen. Situasjonen er forsøkt illustrert i figur 6.1. SINTEF kan om ønskelig bistå med dimensjonering av et slik bobleanlegg.



Figur 6.1. Prinsippet bak ei boblegardin; vertikalsnitt til venstre, overflatestrøm til høyre. Den vertikale boblestrømmen river med seg omkringliggende saltvann på vegen oppover. I overflata skapes det en strøm bort fra boblesonen i begge retninger. Strømmen sørover vil blande opp i seg elvevannet fra Lurabekken. Strømmen nordover vil bringe friskt, underliggende fjordvann forbi badeplassen.

7 Referanser

Mathisen, J.P. m.fl. (1978): *Resipientundersøkelse ved Stavangerhalvøya. Marinfysiske vurderinger av utslipp i Byfjorden og Gandsfjorden*. SINTEF-rapport nr. STF60 F78004

McClimans, T.A. og Berge, F.S. (1983): *Fysiske vurderinger av resipientforhold i Hafrsfjorden/Vistevika, Riskafjorden og Gandsfjorden*. SINTEF-rapport nr. STF60 F83032



Teknologi for et bedre samfunn

www.sintef.no