
RAPPORT

Sørholmen Kristiansund

OPPDRAGSGIVER

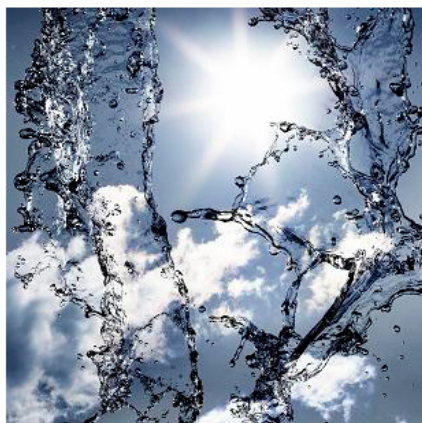
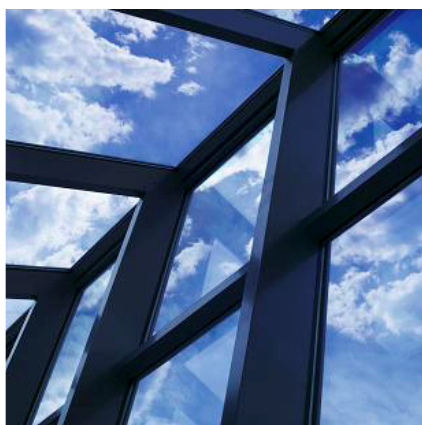
Jemar Utvikling AS

EMNE

Grunnundersøkelse - Datarapport

DATO / REVISJON: 20. mai 2014 / 00

DOKUMENTKODE: 416249-RIG-RAP-001



Multiconsult

Denne rapporten er utarbeidet av Multiconsult i egen regi eller på oppdrag fra kunde. Kundens rettigheter til rapporten er regulert i oppdragsavtalen. Tredjepart har ikke rett til å anvende rapporten eller deler av denne uten Multiconsults skriftlige samtykke.

Multiconsult har intet ansvar dersom rapporten eller deler av denne brukes til andre formål, på annen måte eller av andre enn det Multiconsult skriftlig har avtalt eller samtykket til. Deler av rapportens innhold er i tillegg beskyttet av opphavsrett. Kopiering, distribusjon, endring, bearbeidelse eller annen bruk av rapporten kan ikke skje uten avtale med Multiconsult eller eventuell annen opphavsrettshaver.

RAPPORT

| | | | | | |
|----------------|--------------------------|-----------|-------------|-----------------|------------------------------|
| OPPDRAG | Sørholmen Kristiansund | | | DOKUMENTKODE | 416249-RIG-RAP-001 |
| EMNE | Geoteknikk | | | TILGJENGELIGHET | Åpen |
| OPPDRAGSGIVER | Jemar Utvikling AS | | | OPPDRAGSLEDER | Christian Rekdal Havnegjerde |
| KONTAKTPERSON | Erik Rolfsen | | | UTARBEIDET AV | Amund Quitzau Growen |
| KOORDINATER | SONE: 32 | ØST: 4355 | NORD: 69981 | ANSVARLIG ENHET | 3012 Midt Geoteknikk |
| GNR./BNR./SNR. | - / - / - / Kristiansund | | | | |

SAMMENDRAG

I forbindelse med reguleringsplan for fyllingsarbeider i sjøen ved Sørholmen i Kristiansund, har Jemar Utvikling AS engasjert Multiconsult for grunnundersøkelser og geoteknisk bistand.

Grunnundersøkelser har blitt gjort både i sjø og på land i området rundt Sørholmen.

Feltundersøkelsene i sjø omfattet:

- Totalsondering i 9 borpunkter.
- Opptak av 54mm sylindrerprøver ett borpunkt.



Feltundersøkelsene på land omfattet:

- Totalsondering i 3 borpunkter.

Alle sonderingene er avsluttet i berg og viser generelt grove masser. Vest for Sørholmen er det på vist et bløtere lag av leire under de grove massene.

Det ble tatt opp en prøveserie i ett punkt. Laboratorieundersøkelsene fra disse viser et øvre lag av sand over leire med lav skjærfasthet og høyt vanninnhold. Prøvene inneholdt også mye skjellrester.

Grunnforholdene som er rapportert i denne rapporten er vurdert til å falle inn under grunntype B i de forhåndsdefinerte kategoriene i tabell NA.3.1 i [1] for begge områdene. Ved en utfylling vil egenskapene til jorden endre seg og en ny vurdering av grunntype må gjennomføres.

| | | | | | |
|------|------------|------------------------|--|-----------------------|--|
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| 00 | 16.05.2014 | Geoteknisk datarapport |  | Christian Havnegjerde | Arne Vik  |
| REV. | DATO | BESKRIVELSE | UTARBEIDET AV | KONTROLLERT AV | GODKJENT AV |

INNHOLDSFORTEGNELSE

| | | |
|----------|---|-----------|
| 1 | Innledning | 5 |
| 1.1 | Bakgrunn..... | 5 |
| 1.2 | Myndighetskrav | 5 |
| 2 | Feltundersøkelser | 6 |
| 2.1 | Bunnkotekartlegging og lettseismikk..... | 6 |
| 2.2 | Grunnundersøkelser | 7 |
| 2.2.1 | Feltundersøkelser på sjø | 7 |
| 2.2.2 | Feltundersøkelser på land..... | 7 |
| 2.2.3 | Laboratorieundersøkelser..... | 8 |
| 3 | Grunnforhold..... | 8 |
| 3.1 | Område..... | 8 |
| 3.2 | Løsmasser | 8 |
| 3.3 | Grunnforhold | 9 |
| 3.3.1 | Grunnforhold i sjø..... | 9 |
| 3.3.2 | Grunnforhold på land..... | 9 |
| 4 | Klassifisering av seismisk grunntype | 9 |
| 5 | Sluttbemærkning | 9 |
| 6 | Referanser | 10 |

TEGNINGER

| | | |
|----------------|------|----------------------------|
| 416249-RIG-TEG | -000 | Oversiktskart |
| | -001 | Borplan |
| | -010 | Geotekniske data PR. 3 |
| | -060 | Kornfordelingsanalyse PR.3 |
| | -100 | Profil A-A |
| | -101 | Profil B-B |
| | -102 | Profil C-C |
| | -103 | Profil D-D |
| | -150 | Borutskrift, bp.2L |
| | -151 | Borutskrift, bp.2LA |
| | -152 | Borutskrift, bp. 7 |

VEDLEGG

- I. Koordinatliste borpunkter
- II. Kartleggingsrapport, GeoSubSea AS

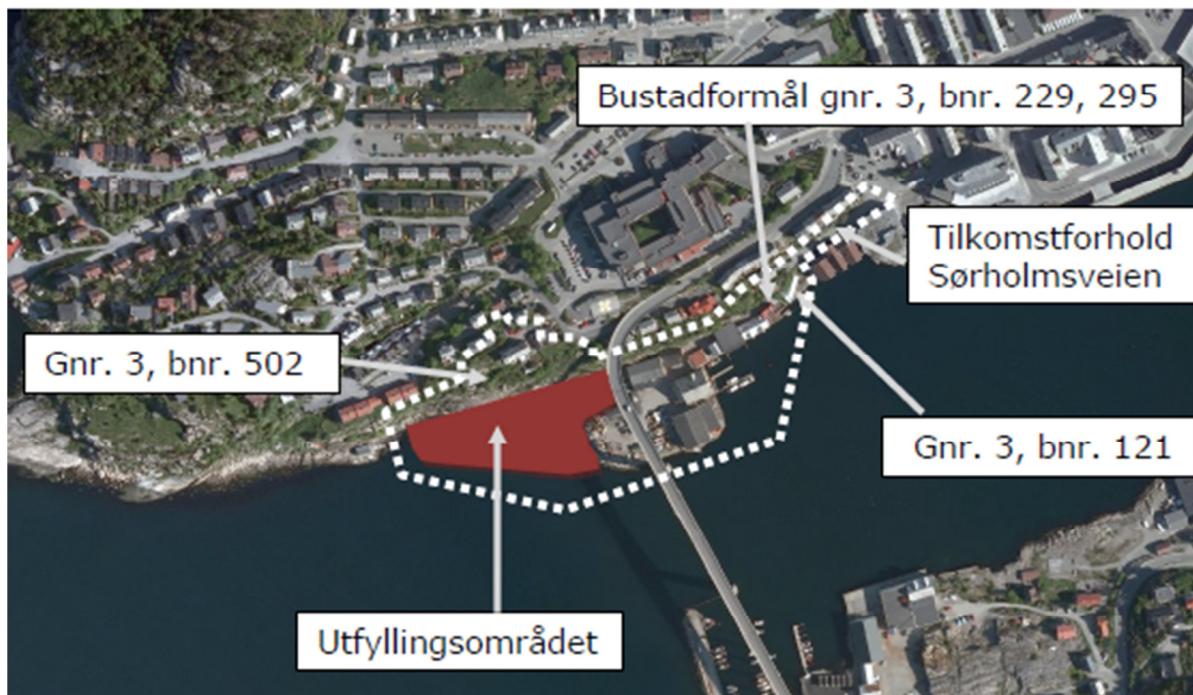
BILAG

1. Geotekniske bilag - feltundersøkelser
2. Geotekniske bilag - laboratorieundersøkelser
3. Metodestandarder og retningslinjer – feltundersøkelser
4. Metodestandarder og retningslinjer – laboratorieundersøkelser

1 Innledning

1.1 Bakgrunn

I forbindelse med reguleringsplan for fyllingsarbeider i sjøen ved Sørholmen i Kristiansund, har Jemar Utvikling AS engasjert Multiconsult for grunnundersøkelser og geoteknisk bistand. Det planlegges en utvidelse av industriområdet vest for Sørholmen og oppføring av en boligblokk på GNR/BNR 3/121. Det ønskes også en vurdering av eksisterende adkomstveg. Figur 1-1 viser en oversikt over planlagte tiltak.



Figur 1-1: Situasjonsplan fra planprogrammet [2]

Denne rapporten gir en presentasjon over utførte grunnundersøkelser i tekst og på tegninger i plan og profil.

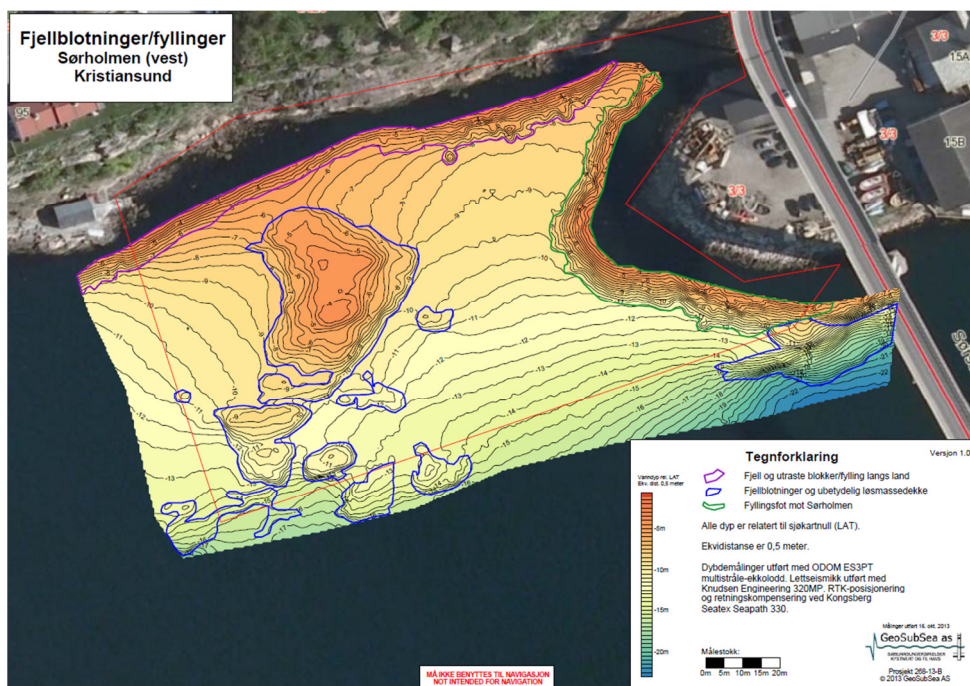
1.2 Myndighetskrav

Oppdraget er kvalitetssikret i henhold til Multiconsults styringssystem. Systemet er bygget opp med prosedyrer og beskrivelser som er dekkende for kvalitetsstandard NS-EN ISO 9001:2008 [3]. Oppdraget er også gjennomført i henhold til Eurokode EN-1997, del 2 Geoteknisk prosjektering – Del 2: Regler basert på grunnundersøkelser og laboratorieprøver [4] og tilhørende tilgjengelige metodestandarder. I tillegg benyttes NS 8000-serien ved utførelse av laboratorieundersøkelser, mens feltundersøkelser er utført i henhold til Norsk Geoteknisk Forenings meldinger. Se for øvrig bilag nr. 3 for samlet oversikt over utvalgte metodestandarder. Klassifisering av seismisk grunntype er i henhold til Eurokode 8 [1]

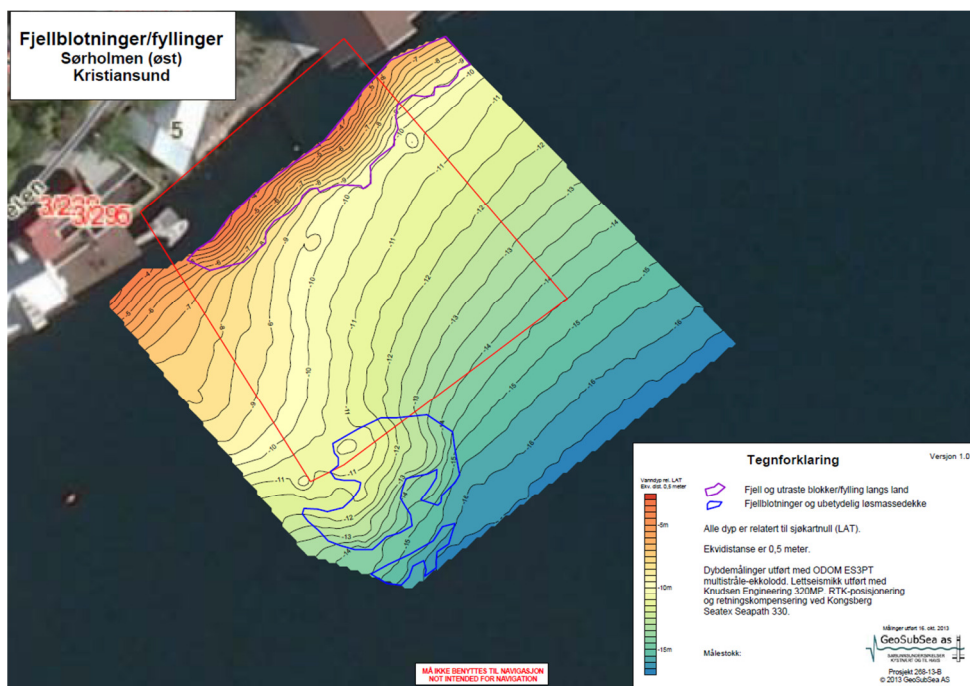
2 Feltundersøkelser

2.1 Bunnkotekartlegging og lettseismikk

I forkant av geotekniske grunnundersøkelser på sjø ble det gjennomført en bunnkotekartlegging og lettseismikk på de aktuelle områdene. Kartleggingen ble utført av GeoSubSea AS. Bunnkotekartet gir informasjon om terrengforholdene på sjøbunnen, mens lettseismikken gir tolket informasjon om områder med ubetydelig løsmassedekke, fylling eller bart berg. Rapport fra GeoSubSea finnes vedlagt i vedlegg II. Figur 2-1 og Figur 2-2 viser fjellblotninger/fyllinger i områdene som er undersøkt.



Figur 2-1: Fjellblotninger/fyllinger i område planlagt utfyllt vest for Sørholmen [5]



Figur 2-2: Fjellblotninger/fyllinger utenfor Gnr/Bnr 3/121 [5]

2.2 Grunnundersøkelser

2.2.1 Feltundersøkelser på sjø

Feltarbeidet ble utført fra den 29/10 til og med den 31/10-13 av bormannskap Jan Petter Ågotnes og Frank Dyrkolbotn. Boringene er utført med vår borebåt M/B Frøy.

Feltundersøkelsene omfattet:

- Totalsondering i 9 borpunkter med kontrollboring i berg.
- Opptak av 54mm sylindrerprøver ett borpunkt.

Totalsonderinger gir informasjon om løsmassenes beskaffenhet og lagringsforhold samtidig som metoden har god nedtrengningsevne og kan benyttes til bergpåvisning.

Kotehøyden ved borpunktene varierer mellom kt -8,2 og -13,1. Det er boret mellom 4,8 og 8,4 m i løsmasse.

Det er utført kontrollboring i berg i samtlige borpunkter, kontrollboret dybde i berg varierer mellom 0,5 og 2,7 meter. Boringer som ikke har nådd ca 1,5 meters kontrolldybde i berg er avbrutt pga skrens eller stangbrudd.

Borpunktene er satt ut, og senere innmålt, av borleder med Trimble GPS med CPOS.

Plassering av borpunkt er vist på borplan, tegning nr. 416249-RIG-TEG-001.

Sonderingsresultatene er opptegnet i profiler på tegning nr. 416249-RIG-TEG-100 tom. -103, samt i tegning -152 for borpunkt 7.

Boringenes utførelse og tilhørende resultater er generelt beskrevet i geoteknisk bilag 1.

2.2.2 Feltundersøkelser på land

Feltarbeidet ble utført den 18/2-14 av bormannskap Olav Bakken og Bjørn Inge Solem. Boringene er utført med Geotech 605 beltegående borerigg.

Feltundersøkelsene omfattet:

- Totalsondering i 3 borpunkter med kontrollboring i berg.

Totalsonderinger gir informasjon om løsmassenes beskaffenhet og lagringsforhold samtidig som metoden har god nedtrengningsevne og kan benyttes til bergpåvisning.

Kotehøyden ved borpunktene varierer mellom kt +2,4 og +2,6. Det er boret mellom 2,1 og 5,6 m i løsmasse.

Det er utført kontrollboring i berg i samtlige borpunkter, kontrollboret dybde i berg varierer mellom 2,3 og 3,0 meter. Boringer som ikke har nådd ca 1,5 meters kontrolldybde i berg er avbrutt pga skrens eller stangbrudd.

Borpunktene er satt ut, og senere innmålt, av borleder med Trimble GPS med CPOS.

Plassering av borpunkt er vist på borplan, tegning nr. 416249-RIG-TEG-001.

Sonderingsresultatene er opptegnet i profil på tegning nr. 416249-RIG-TEG-103, samt i tegning -150 og -151 for henholdsvis borpunkt 2L og 2LA.

2.2.3 Laboratorieundersøkelser

De opptatte prøvene er undersøkt i vårt geotekniske laboratorium i Trondheim med tanke på klassifisering og identifisering av jordartene, samt bestemmelse av prøvenes mekaniske egenskaper. Ved denne undersøkelsen er prøvene geoteknisk klassifisert og beskrevet med måling av vanninnhold og tyngdetetthet. Der det lar seg gjøre er det også målt udrenert og omrørt skjærfasthet i massene.

Resultater fra rutineundersøkelsene er presentert som geotekniske data i tegning nr. 416249-RIG-TEG-010.

Resultat fra kornfordelingsanalyse er vist på tegning 416249-RIG-TEG-060.

Utførelsen av laboratorieundersøkelsene er generelt beskrevet i geoteknisk bilag 2.

3 Grunnforhold

3.1 Område

De aktuelle områdene ligger i Kristiansund i sjøen like vest for Sørholmen og i sjøen og på fylling like øst for Sørholmen.

3.2 Løsmasser

Havavsetninger består vanligvis av grus, sand og leire samt biologisk materiale som skjellet- og skallrester. Kvartærgeologisk kart viser at området rundt sonderingene består av bart fjell og fyllmasser.



Figur 3-1: Utsnitt fra kvartærgeologisk kart. Sørholmen ligger omtrent midt i kartet (kilde: www.ngu.no).

3.3 Grunnforhold

3.3.1 Grunnforhold i sjø

Totalsonderingene viser at løsmassene stort sett består av noe grove lag i toppen over bløte masser ned til en dybde mellom 2-5 meter. I borhull 4 og 7 indikerer sonderingene bare grove masser over berg.

Alle sonderingene er avsluttet etter boring i berg. Dybde til berg er cirka 4-5 meter i borhull 1-3 samt i borhull 7-8. I borhull 4-6 og 9 er boringene avsluttet mellom 7 og drøyt 8 meters dybde under terreng.

Det er blitt tatt opp prøveserier i borhull 3. Laboratorieundersøkelsene fra disse viser et øvre lag av sand over leire med lav skjærfasthet og høyt vanninnhold. Prøvene inneholdt også mye skjellrester.

3.3.2 Grunnforhold på land

Er utført på utfylt område på eiendom Gnr/Bnr 3/121. Totalsonderingene indikerer grove masser over berg. Det er ikke mulig å ta ut noen overgang mellom fyllmassene og eventuelt stedlige masser over berg.

Sonderingene på land er alle avsluttet etter 2-3 meter boring i berg. Dybde til berg er på 5,2 meter for borhull 1L og 2,6 og 2,1 meter for henholdsvis borhull 2L og 2LA.

4 Klassifisering av seismisk grunntype

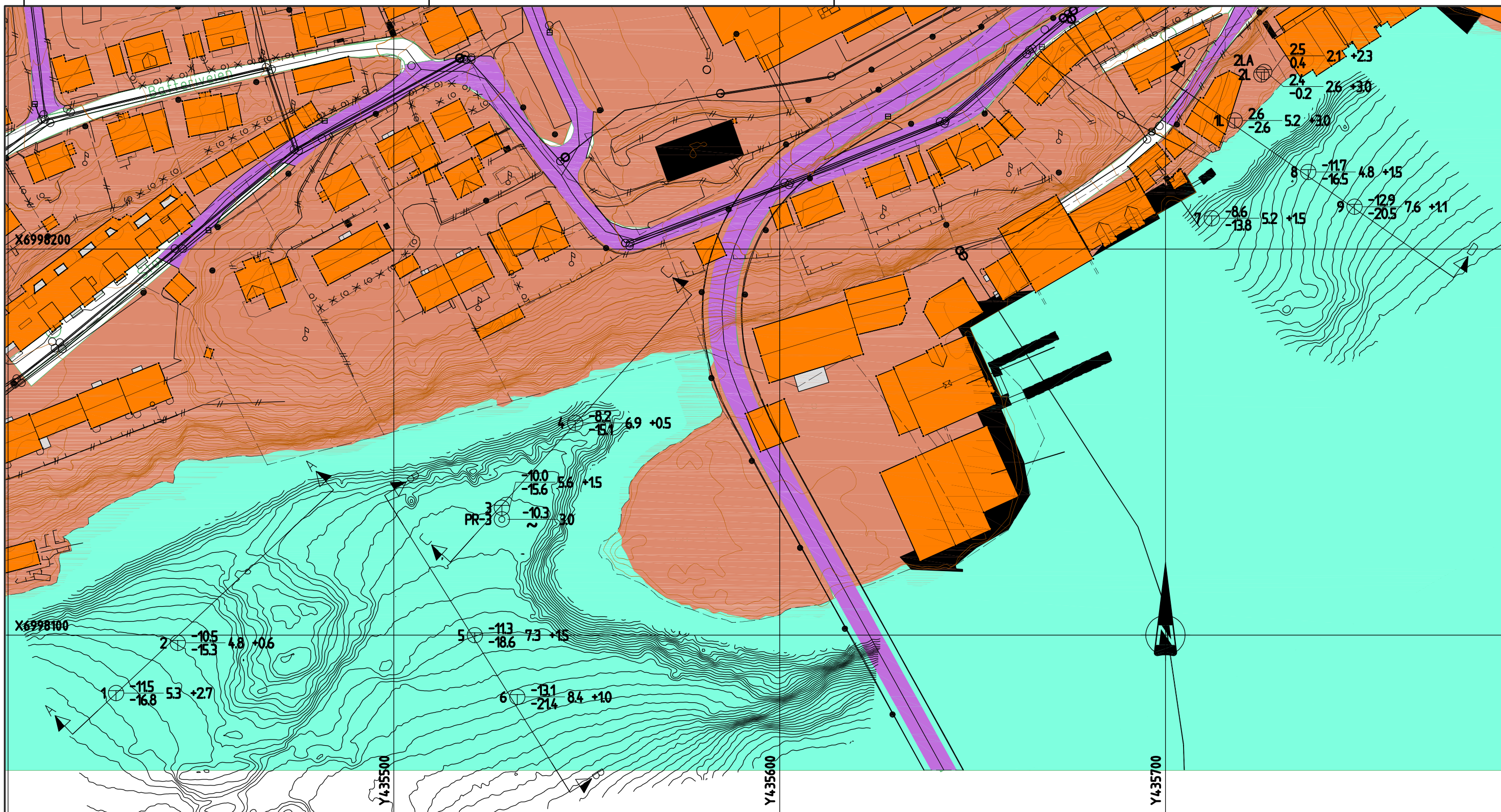
I henhold til Eurokode 8 [1] er grunnen klassifisert i seismisk grunntype. Grunnforholdene som er rapportert i denne rapporten er vurdert til å falle inn under grunntype B i de forhåndsdefinerte kategoriene i tabell NA.3.1 i [1] for begge områdene. Ved en utfylling vil egenskapene til jorden endre seg og en ny vurdering av grunntype må gjennomføres.

5 Sluttbemerkning

Det påpekes at grunnundersøkelsene avdekker lokale forhold i de respektive borhullene/sonderingspunktene. Disse er å betrakte som "nålestikk" og grunnforholdene mellom de aktuelle punktene kan variere mer enn påvist ved grunnundersøkelsene.

6 Referanser

- [1] Standard Norge, «Eurokode 8: Prosjektering av konstruksjoner for seismisk påvirkning. Del 1: Almenne regler, seismiske laster og regler for bygninger», Standard Norge, Norsk standard (Eurokode) NS-EN 1998-1:2004+NA:2008, nov. 2004.
- [2] Solem Arkitektur, «Detaljregulering av Sørholmen, Kristiansund kommune. Forslag til Planprogram». 18-okt-2012.
- [3] Standard Norge, «Systemer for kvalitetsstyring. Krav (ISO 9001:2008)», Standard Norge, Norsk standard (Eurokode) NS-EN ISO 9001:2008.
- [4] Standard Norge, «Eurokode 7: Geoteknisk prosjektering. Del 2: Regler basert på grunnundersøkelser og laboratorieprøver», Standard Norge, Norsk standard (Eurokode) NS-EN 1997-2:2007/AC:2010+NA:2008, mar. 2007.
- [5] GeoSubSea AS, «Kartlegging, Sørholmen, Kristiansund», Kartleggingsrapport 268-13-B, okt. 2013.



TEGNFORKLARING:

- | | | |
|-------------------|-----------------------|-----------------------|
| ● DRIESONDERING | ⊙ PRØVESERIE | ⊖ PORETRYKKMÅLING |
| ○ ENKEL SONDERING | □ PRØVEGROP | ⊕ KJERNEBORING |
| ▼ RAMSONDERING | ⚡ DREIETRYKKSONDERING | ⊛ FJELLKONTROLLBORING |
| ▽ TRYKKSONDERING | ⊠ SKRUPLATEFORSØK | ⊞ BERG I DAGEN |
| ⊕ TOTALSONDERING | + VINGEBORING | |

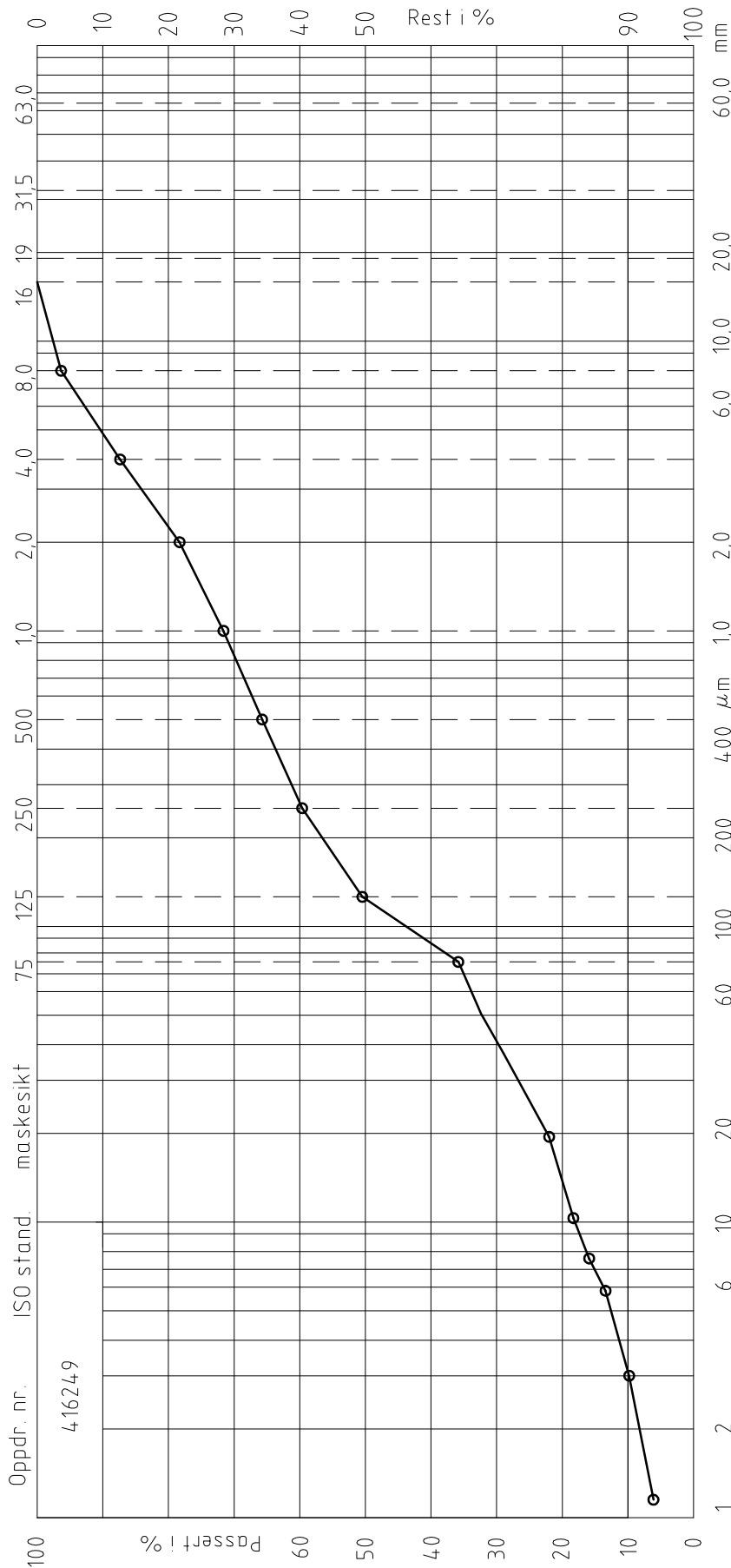
KARTGRUNNLAG:
 KOORDINATSYSTEM:
 HØYDEREFERANSE:
 UTGANGSPUNKT FOR NIVELLEMENT:
 BORBOK NR:
 LAB.BOK NR:

Digitalt kart fra GeoSubSea AS
 UTM Sone 32
 NN 1954
 GPS GLONAS CPOS
 Digitalt
 2205

EKSEMPEL
 BP 1 ⊕ $\frac{430}{28.2}$ — 14.8 +2.4 — BORET DYBDE + BORET I BERG
 ANTATT BERGKOTE

| Rev. | Beskrivelse | Dato | Tegn. | Kontr. | Godkj. |
|---------------------|------------------------|-------------|-------------------|-------------|------------|
| | Jemar Utvikling AS | | Fag | | Format |
| | Sørholmen Kristiansund | | Geoteknikk | | A3 |
| | Borplan | | Dato | | 05.05.2014 |
| | | | Format/Målestokk: | | 1:1000 |
| Multiconsult | | Status | Konstr./Tegnet | Kontrollert | Godkjent |
| www.multiconsult.no | | Utsendt | AMG | CRH | ARV |
| | | Oppdragsnr. | Tegningsnr. | | Rev. |
| | | 416249 | RIG-TEG-001 | | 00 |

| | | | | | | | | | | | | | | | |
|------------|---------|------|-----------|------|---------|------|------|---------|------|-------|-----|----|----|------|------|
| LEIR | | SILT | | SAND | | | GRUS | | | STEIN | | | | | |
| FIN | MIDDELS | GROV | maskesikt | FIN | MIDDELS | GROV | FIN | MIDDELS | GROV | STEN | | | | | |
| ISO stand. | | | | 75 | 125 | 250 | 500 | 1,0 | 2,0 | 4,0 | 8,0 | 16 | 19 | 31,5 | 63,0 |



| | | | | | |
|-------|-------------|-------|--|------------|-----------------|
| Symb. | PR.serienr. | Dybde | Jordartsbetegnelse | Anmerkning | Metode |
| ● | 3 | 1,25 | Sandig, leirig, siltig, grusig materiale | | Tørresikt |
| ○ | | | | | Hydr. F.Drop |
| ○ | | | | | Våt + Tørr Sikt |

KORNGRADERING

Jemar Utvikling AS
Sørholmen Kristiansund

Boring nr.
3

Borplan nr.
-001

Boret dato:
31.10.2013



Multiconsult

7486 TRONDHEIM
Tlf.: 73 10 62 00 - Fax: 73 10 62 30/70

Dato 25.04.2014

Oppdragsnr.
416249

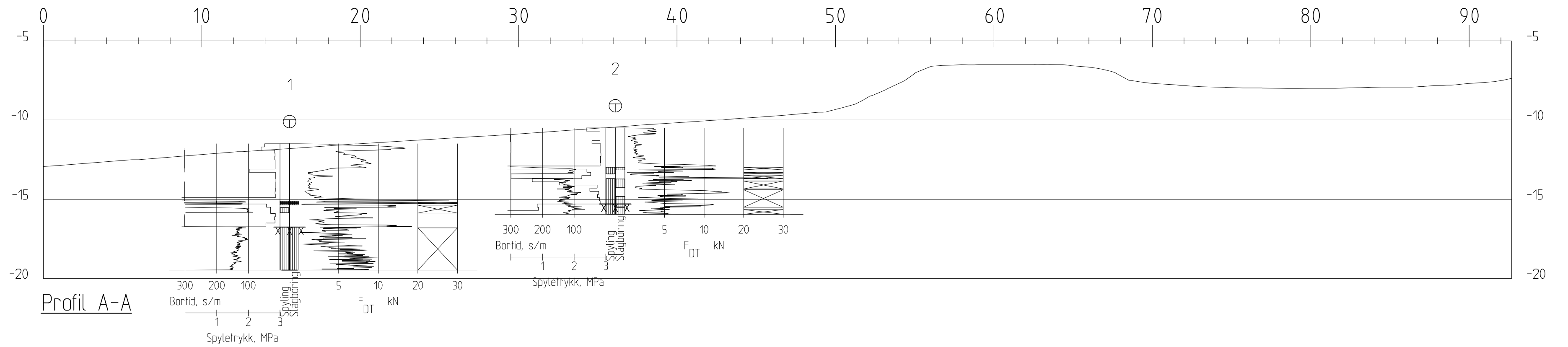
Konstr./Tegnet
truk

Tegningsnr.
RIG-TEG-060

Kontrollert
CRH

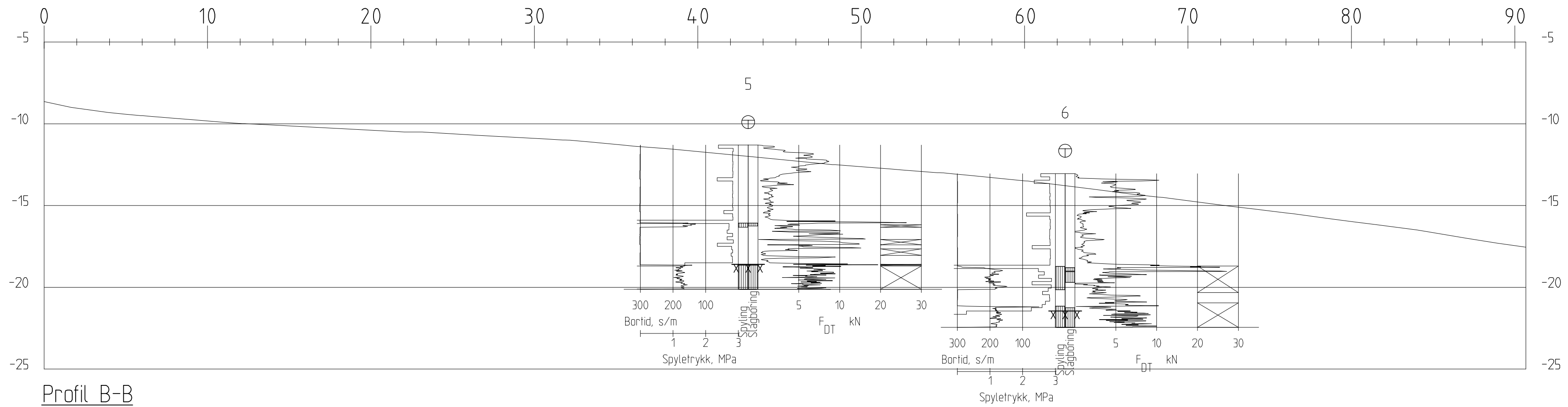
Godkjent
ARV

Rev.



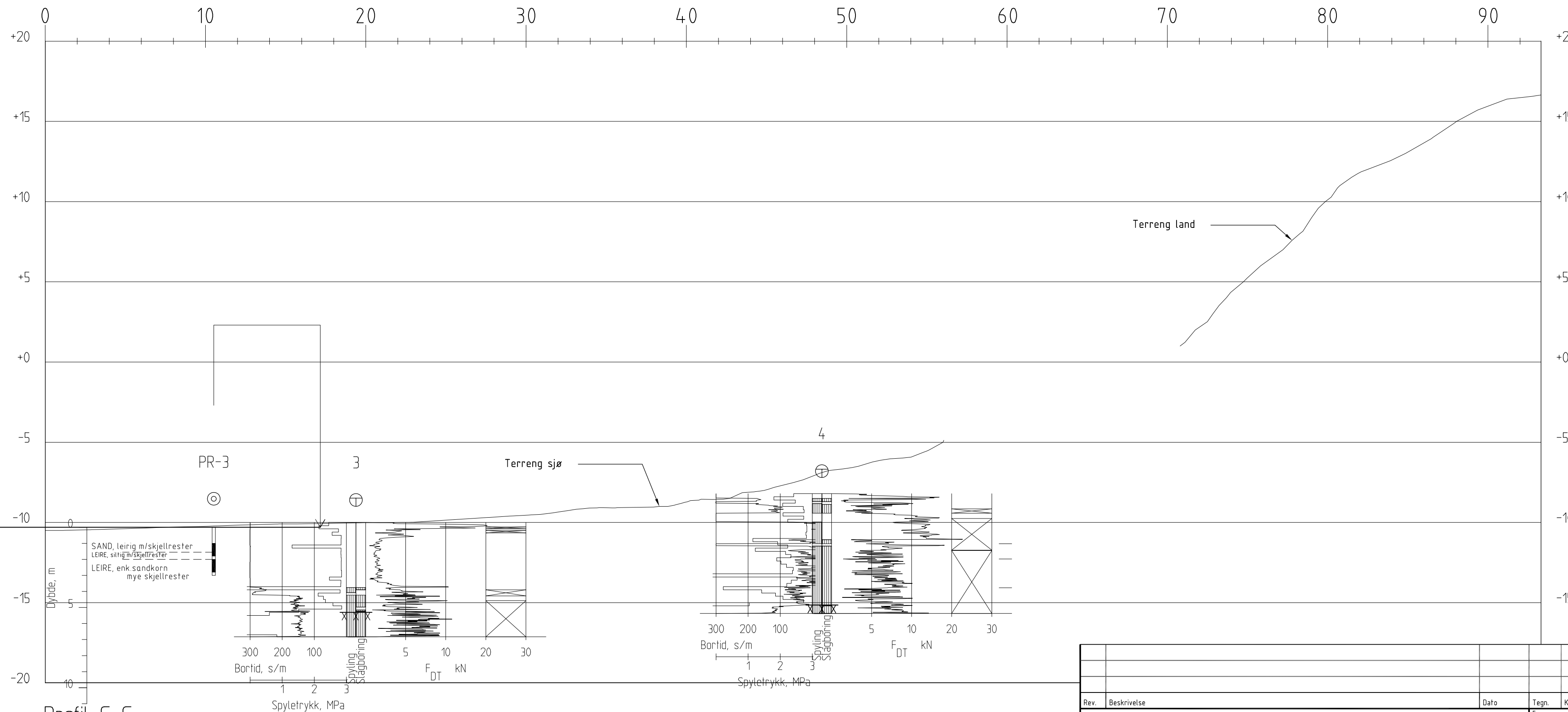
Profil A-A

| | | | | | |
|--|--|--|----------------------------|--------------------|----------------------|
| Rev. | Beskrivelse | Dato | Tegn. | Kontr. | Godkj. |
| | Jemar Utvikling AS Sørholmen Kristiansund | | Fag Geoteknikk | Kontr. A3L | Godkj. 05.05.2014 |
| | Profil A-A | | Format/Målestokk: 1:200 | | |
| Multiconsult www.multiconsult.no | | Status Utsendt Oppdragsnr. 416249 | Konstr./Tegnet AMG | Kontrollert CRH | Godkjent ARV |
| | | | Tegningsnr. RIG-TEG-100 | Rev. 00 | |



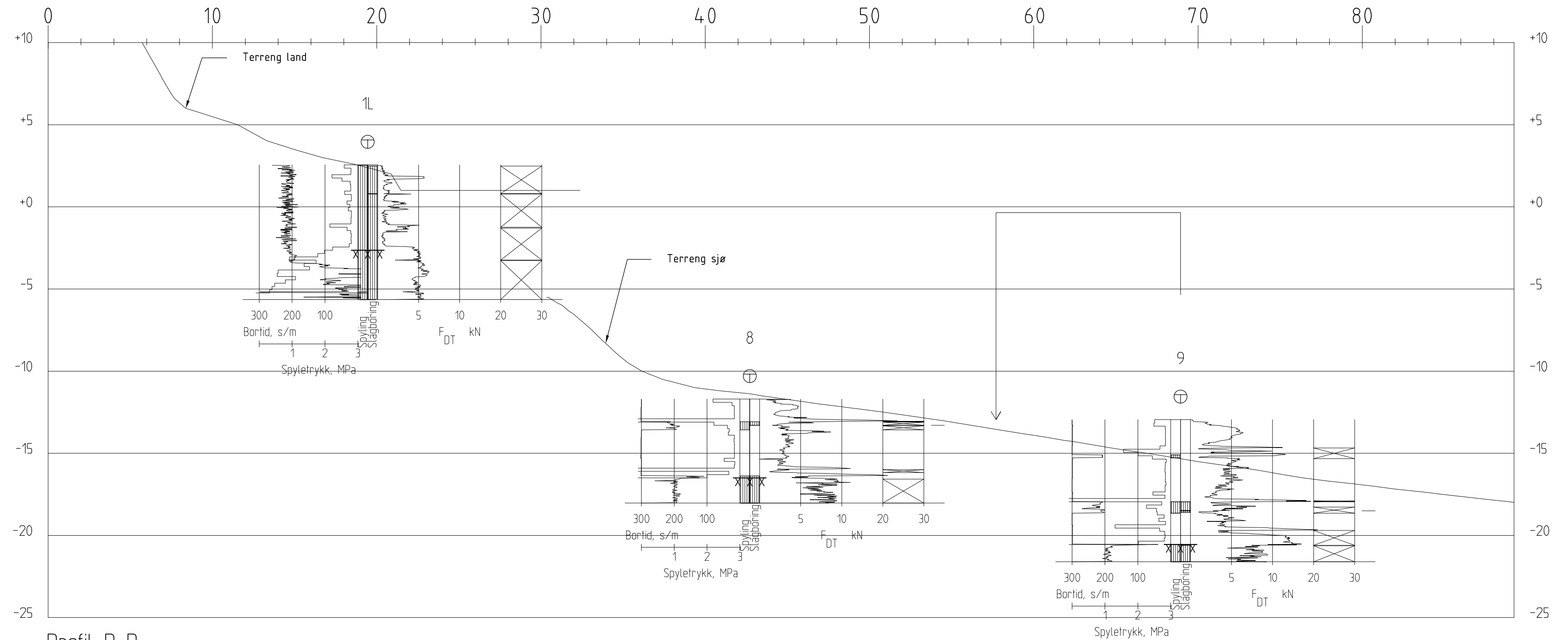
Profil B-B

| | | | | | |
|--|--|--|---|--------------------|-------------------------------|
| Rev. | Beskrivelse | Dato | Tegn. | Kontr. | Godkj. |
| | Jemar Utvikling AS Sørholmen Kristiansund | | Fag Geoteknikk | Kontr. A3L | Godkj. 05.05.2014 |
| | Profil B-B | | Format/Målestokk: 1:200 | | |
| Multiconsult www.multiconsult.no | | Status Utsendt Oppdragsnr. 416249 | Konstr./Tegnet AMG Tegningsnr. RIG-TEG-101 | Kontrollert CRH | Godkjent ARV Rev. 00 |



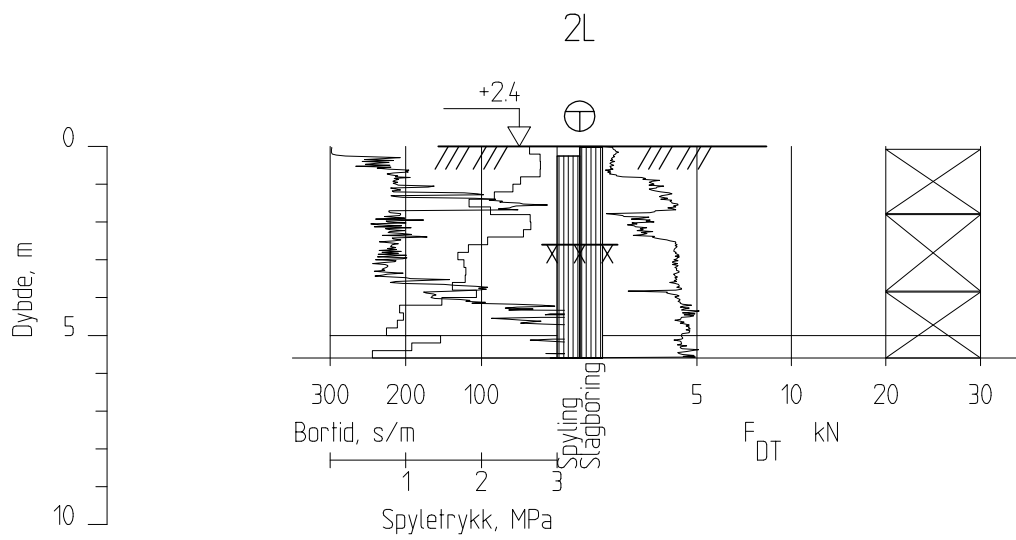
Profil C-C

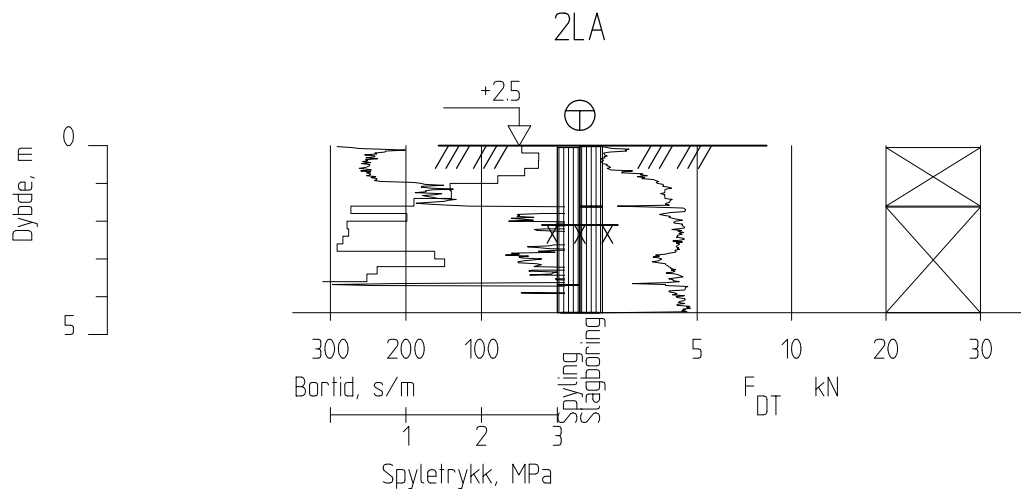
| | | | | | |
|--|--|--|----------------------------|--------------------|----------------------|
| Rev. | Beskrivelse | Dato | Tegn. | Kontr. | Godkj. |
| | Jemar Utvikling AS Sørholmen Kristiansund | | Fag Geoteknikk | Kontr. A3L | Godkj. 05.05.2014 |
| | Profil C-C | | Format/Målestokk: 1:200 | | |
| Multiconsult www.multiconsult.no | | Status Utsendt Oppdragsnr. 416249 | Konstr./Tegnet AMG | Kontrollert CRH | Godkjent ARV |
| | | | Tegningsnr. RIG-TEG-102 | Rev. 00 | |

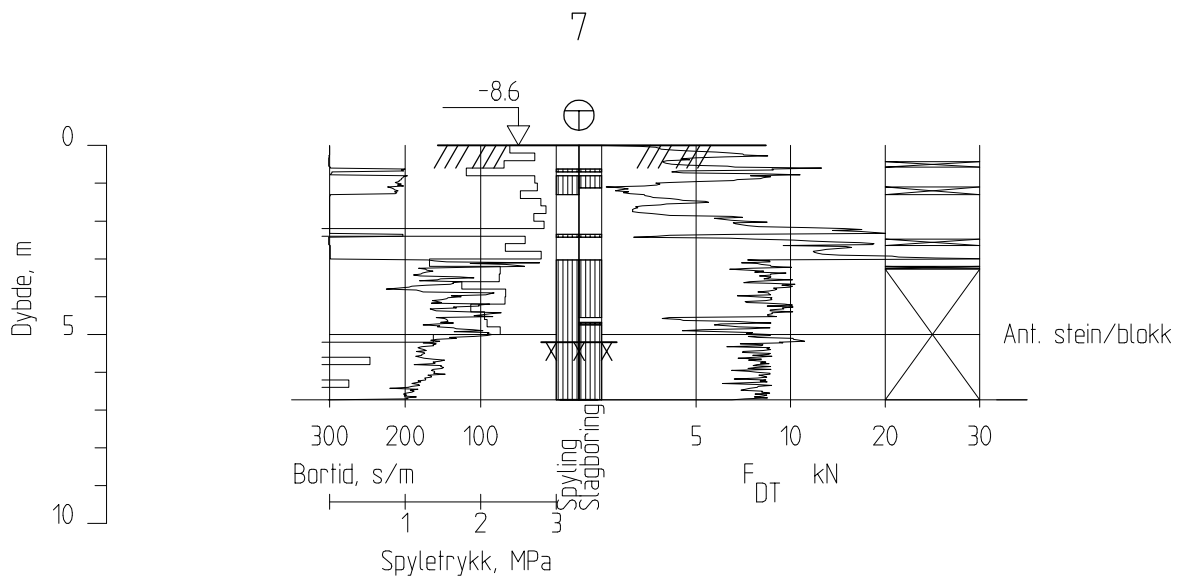


Profil D-D

| | | | | | | | | | | | |
|------------------------|--|-------------|--|----------------|--|-------------------|--|------------|--|--------|--|
| Rev. | | Beskrivelse | | Dato | | Tegn. | | Kontr. | | Godkj. | |
| Jemar Utvikling AS | | | | | | Fag | | Format | | | |
| Sørholmen Kristiansund | | | | | | Geoteknikk | | A3L | | | |
| Profil D-D | | | | | | Dato | | 29.04.2014 | | | |
| | | | | | | Format/Målestokk: | | 1:200 | | | |
| Status | | Oppdragsnr. | | Konstr./Tegnet | | Kontrollert | | Godkjent | | | |
| Utsendt | | 416249 | | AMG | | CRH | | ARV | | | |
| www.multiconsult.no | | Tegningsnr. | | RIG-TEG-103 | | | | Rev. | | 00 | |







Vedlegg I

Vedlegg 1 – Koordinatliste borpunkter*Tabell 1. Innmålte koordinater for nye borpunkter (Euref 89 sone 32, NN1954)*

| Borpunkt | Boremetode | Terrengkote | Fjellkote | Boret i løsmasse | Nord | Øst |
|----------|------------|-------------|-----------|------------------|-----------|----------|
| [-] | [-] | [m.o.h.] | [m.o.h] | [m] | [m] | [m] |
| 1 | TOT | -11.5 | -16.8 | 2.7 | 6998085.0 | 435428.0 |
| 1L | TOT | +2.6 | -2.6 | 3.0 | 6998233.3 | 435717.9 |
| 2 | TOT | -10.5 | -15.3 | 0.6 | 6998098.0 | 435444.0 |
| 2L | TOT | +2.5 | -0.2 | 3.0 | 6998245.3 | 435724.9 |
| 2LA | TOT | +2.5 | +0.4 | 2.3 | 6998245.9 | 435725.6 |
| 3 | TOT | -10.0 | -15.6 | 1.5 | 6998133.0 | 435528.0 |
| 4 | TOT | -8.2 | -15.1 | 0.5 | 6998155.0 | 435547.0 |
| 5 | TOT | -11.3 | -18.6 | 1.5 | 6998100.0 | 435521.0 |
| 6 | TOT | -13.1 | -21.4 | 1.0 | 6998084.0 | 435532.0 |
| 7 | TOT | -8.6 | -13.8 | 1.5 | 6998208.0 | 435712.0 |
| 8 | TOT | -11.7 | -16.5 | 1.5 | 6998220.0 | 435737.0 |
| 9 | TOT | -13.0 | -20.5 | 1.1 | 6998211.0 | 435749.0 |

TOT: Totalsondering

Vedlegg II

Sak: **Kartlegging, Sørholmen, Kristiansund**

Oppdragsgiver: Multiconsult AS

Kontaktperson: Christian R. Havnegjerde

Dato: 2013-10-23



Nøkkelkart for prosjekt Kartlegging, Sørholmen, Kristiansund

Kvalitetssikring: Kristian Bjerkli

Prosjektleder: Håvard Midtkil

Kristian Bjerkli
Håvard Midtkil

Innhold

| | | |
|---|--------------------------------|---|
| 1 | Innledning | 2 |
| 2 | Feltarbeid | 2 |
| 3 | Prosessering av måledata | 2 |

Vedlegg:

I rapport, for hhv. vestlig og østlig område:

- Dybdekart referert til LAT (sjøkartnull)
- Dybdekart referert til NN1954 (landkartnull)
- 3D-modell
- Punktobservasjoner av minimums sedimentmektigheter
- Oversikt over fjellblotninger og fyllinger

Datafiler:

- 268-13-B_Sorholmen_Vest_EU89UTM(Sone-32)_LAT.dwg
- 268-13-B_Sorholmen_Vest_EU89UTM(Sone-32)_NN1954.dwg
- 268-13-B_Sorholmen_Ost_EU89UTM(Sone-32)_LAT.dwg
- 268-13-B_Sorholmen_Ost_EU89UTM(Sone-32)_NN1954.dwg

1 Innledning

GeoSubSea AS har utført vanddypskartlegging (topografi og lettseismikk) ved Sørholmen, Kristiansund kommune, for Multiconsult AS. Topografimålingene er presentert som 2D dybdekart og 3D-modell, samt digitale AutoCAD .dxf-filer. I tillegg er registreringer fra lettseismisk kartlegging presentert i egne dybdekart.

2 Feltarbeid

Feltarbeidet ble utført i 16. oktober 2013. Dybdemålingene ble utført fra vårt sjømålings- og prøvetakingsfartøy MB Ping (overbygget båt på 20 fot).

Det ble foretatt akustiske målinger med Teledyne Odom Hydrographic ODOM ES3PT multistråle-ekkolodd og Knudsen Engineering 320MP digitalt tokanals ekkolodd (enstråle og lett-seismikk). Multistrålemålingene ble korrigert for aktuelle lydshastigheter i vannmassene (SAIV AS SD204 CTD-sonde) og båtbevegelse (Kongsberg Seatex Seapath 330). Posisjonering av akustiske målinger er utført med Seapath 330, med RTK-korreksjoner.

Måleområdet har blitt dekket så langt inn det har vært forsvarlig å navigere uten grunnstøting og uten å komme i konflikt med blåser/tau i måleområdet. Det var i begge måleområder flere blåser med drivende tau, antatt å være fiskeredskaper.

3 Prosessering av måledata

De innsamlede måledata fra dybdemålingene er prosessert med Hypack 2013 for korrigeringer og rensking. Kartet er deretter korrigert til LAT (sjøkartnull) og NN1954 (landkartnull). Dette er presentert i vedlegget merket "Dybdekart". Dybdekortene er vedlagt i AutoCAD-fil. Posisjoner er angitt i Euref89 UTM (Sone-32), og alle dyp er relatert til hhv. LAT og NN1954.

Det er samtidig laget 3D-modell (perspektiv) som illustrerer dybdeforholdene i måleområdet, merket "3D-modell".

Lettseismiske data er sammenstilt med enstråledata og multistråledata for å framskaffe en oversikt over områder med fjellblotninger, fyllinger m.m. Det er også gjort analyser av registreringene presentert som punktobservasjoner av minimumsmektighet av sedimenter over fjell og/eller underliggende reflektorer. Dette forteller hvor store mektigheter av sedimenter man minimum må regne med å finne på de gitte punktene. Punktobservasjoner er presentert i ett kart, mens fjellblotninger og fyllinger m.m. er presentert i et annet. Begge kart har LAT som dybdereferanse. Mektighet for punktobservasjonene er gitt i antall meter ved plassering i kart, samt i egen tabell med tilhørende posisjon.

Dybdekart LAT/Sjøkartnull Sørholmen (vest) Kristiansund

6998160
6998140
6998120
6998100
6998080
6998060
6998040
6998020
6998000

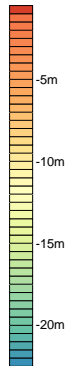
435400 435420 435440 435460 435480 435500 435520 435540 435560 435580 435600 435620 435640

EU89 UTM (Sone-32) Easting

Tegnforklaring

Version 1.0

Vanndyb rel. LAT
Ekv. dist. 0,5 meter



Alle dyp er relatert til sjøkartnull (LAT).
Ekvidistanse er 0,5 meter.

Dybdemålinger utført med ODOM ES3PT multistråle-ekkolodd. Lettseismikk utført med Knudsen Engineering 320MP. RTK-posisjonering og retningskompensering ved Kongsberg Seatex Seapath 330.

Målestokk:
0m 5m 10m 15m 20m

Målinger utført 16. okt. 2013
GeoSubSea as
SARUNNSUNDERSKELSER
KYSTNERT OG TIL HAVS
Prosjekt 268-13-B
© 2013 GeoSubSea AS

**MÅ IKKE BENYTTES TIL NAVIGASJON
NOT INTENDED FOR NAVIGATION**

**Dybdekart
NN1954/Landkartnull
Sørholmen (vest)
Kristiansund**

6998160
6998140
6998120
6998100
6998080
6998060
6998040
6998020
6998000

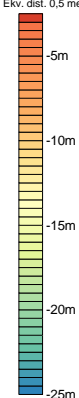
435400 435420 435440 435460 435480 435500 435520 435540 435560 435580 435600 435620 435640

EU89 UTM (Sone-32) Easting

**MÅ IKKE BENYTTES TIL NAVIGASJON
NOT INTENDED FOR NAVIGATION**

Tegnforklaring Versjon 1.0

Vanndyb rel. NN1954
Ekv. dist. 0,5 meter



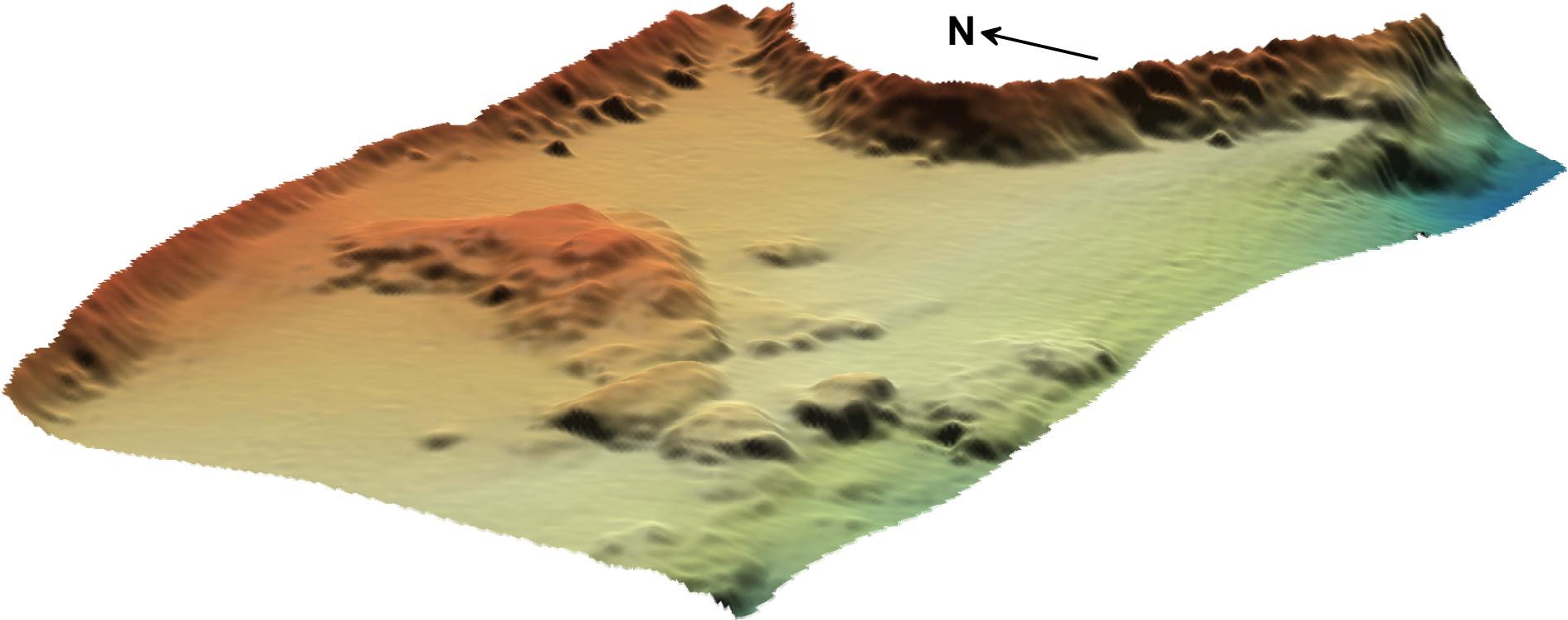
Alle dyp er relatert til landkartnull (NN1954).
Ekvidistanse er 0,5 meter.

Dybde målinger utført med ODOM ES3PT multistråle-ekkolodd. Lettseismikk utført med Knudsen Engineering 320MP. RTK-posisjonering og retningskompensering ved Kongsberg Seatex Seapath 330.

Målestokk:
0m 5m 10m 15m 20m

Målinger utført 16. okt. 2013
GeoSubSea as
Sjøsunnundersøkelser
KYSTNERT OG TIL HAVS
Prosjekt 268-13-B
© 2013 GeoSubSea AS

**3D-modell
Sørholmen (vest)
Kristiansund**



Dybde målinger utført med ODOM ES3PT
multistråle-ekkolodd. Lettseismikk utført med
Knudsen Engineering 320MP. RTK-posisjonering
og retningskompensering ved Kongsberg
Seatech Seapath 330.

Punktobservasjoner for minimums sedimentmektigheter Sørholmen (vest) Kristiansund

Punktobservasjoner

| Easting | Northing | Mektighet (meter) |
|----------|-----------|-------------------|
| 435425.5 | 6998102.2 | 0.5 |
| 435520.6 | 6998104.4 | 0.5 |
| 435520.3 | 6998124.4 | 1.5 |
| 435528.3 | 6998084.1 | 1.5 |
| 435431.1 | 6998076.1 | 1.5 |
| 435546.2 | 6998084.8 | 1.5 |
| 435492.0 | 6998121.7 | 1.0 |
| 435520.9 | 6998091.8 | 1.0 |
| 435495.3 | 6998117.3 | 1.0 |
| 435440.6 | 6998084.4 | 1.0 |
| 435511.8 | 6998113.3 | 1.0 |
| 435515.8 | 6998099.1 | 1.0 |
| 435487.1 | 6998123.4 | 1.0 |
| 435441.2 | 6998095.4 | 2.0 |
| 435504.8 | 6998078.5 | 2.0 |
| 435435.7 | 6998095.6 | 2.0 |
| 435442.8 | 6998098.9 | 2.0 |
| 435491.6 | 6998083.9 | 2.0 |

EU89 UTM (Sone-32) Northing

6998160

6998140

6998120

6998100

6998080

6998060

6998040

6998020

6998000

435400

435420

435440

435460

435480

435500

435520

435540

435560

435580

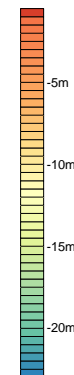
435600

435620

435640

EU89 UTM (Sone-32) Easting

Vanndyb rel. LAT
Ekv. dist. 0,5 meter



Tegnforklaring

Versjon 1.0

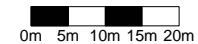
X 1.5m Punktobservasjon av minimums sedimentmektighet i meter

Alle dyp er relatert til sjøkartnull (LAT).

Ekvidistanse er 0,5 meter.

Dybdemålinger utført med ODOM ES3PT multistråle-ekkolodd. Lettseismikk utført med Knudsen Engineering 320MP. RTK-posisjonering og retningskompensering ved Kongsberg Seatex Seapath 330.

Målestokk:



Målinger utført 16. okt. 2013



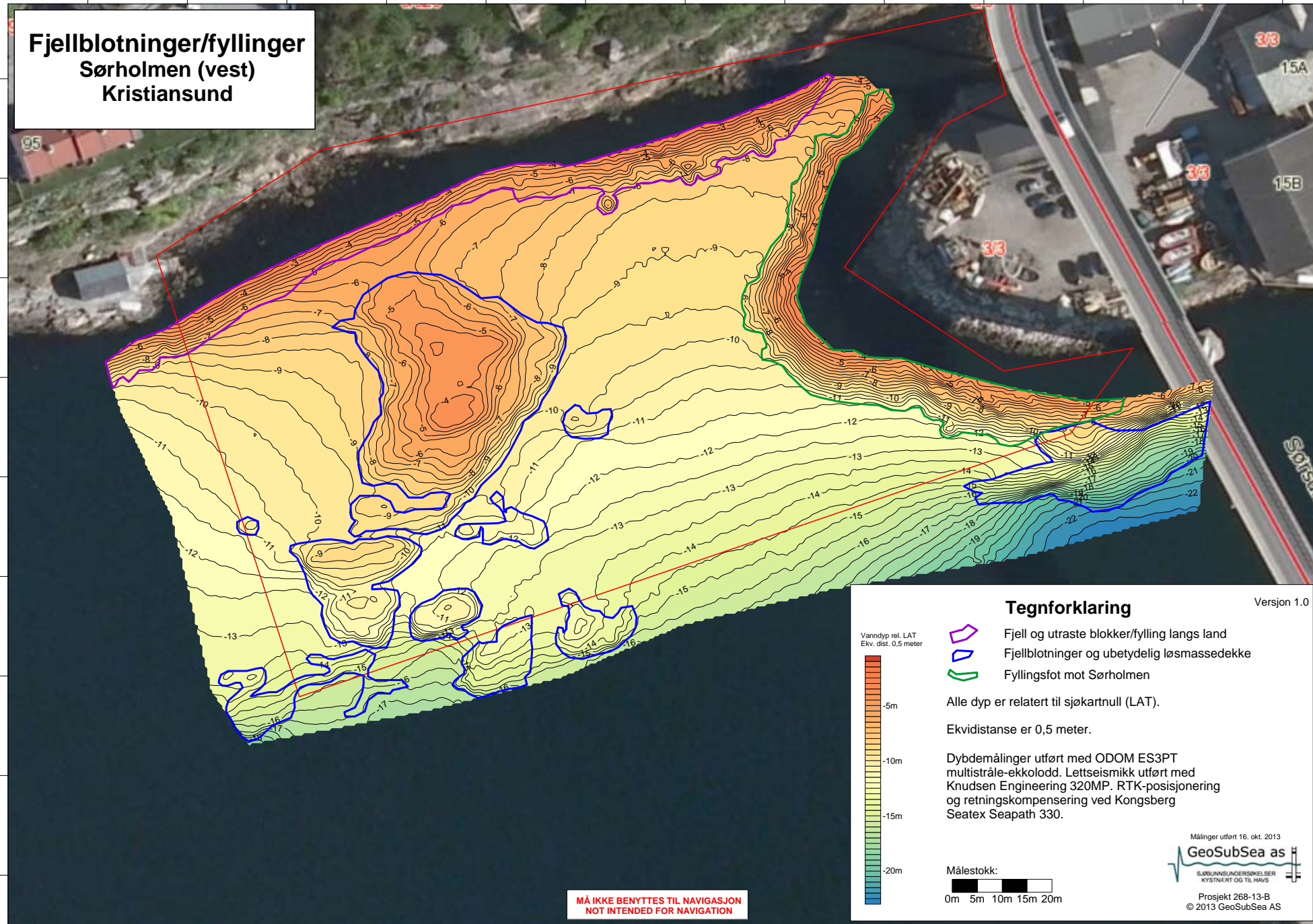
Prosjekt 268-13-B
© 2013 GeoSubSea AS

**MÅ IKKE BENYTTES TIL NAVIGASJON
NOT INTENDED FOR NAVIGATION**

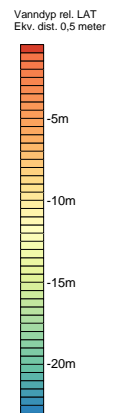
Fjellblotninger/fyllinger Sørholmen (vest) Kristiansund

6998160
6998140
6998120
6998100
6998080
6998060
6998040
6998020
6998000

EU89 UTM (Sone-32) Northing



MÅ IKKE BENYTTES TIL NAVIGASJON
NOT INTENDED FOR NAVIGATION



Tegnforklaring

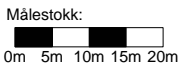
Version 1.0

- Fjell og utraste blokker/fylling langs land
- Fjellblotninger og ubetydelig løsmassedecke
- Fyllingsfot mot Sørholmen

Alle dyp er relatert til sjøkartnull (LAT).

Ekvidistanse er 0,5 meter.

Dybdemålinger utført med ODOM ES3PT multistråle-ekkolodd. Lettseismikk utført med Knudsen Engineering 320MP. RTK-posisjonering og retningskompensering ved Kongsberg Seatex Seapath 330.



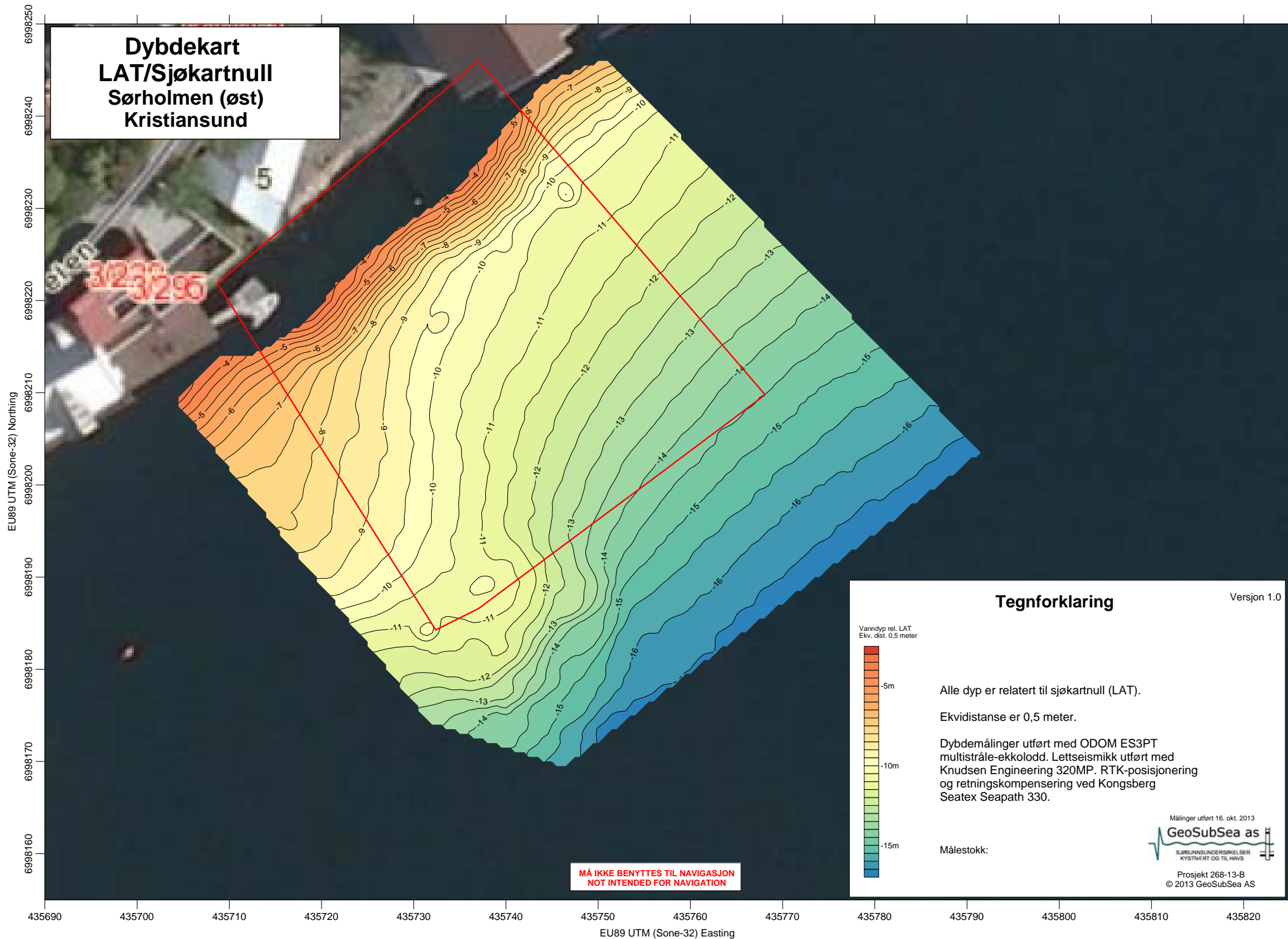
Målinger utført 16. okt. 2013

GeoSubSea as

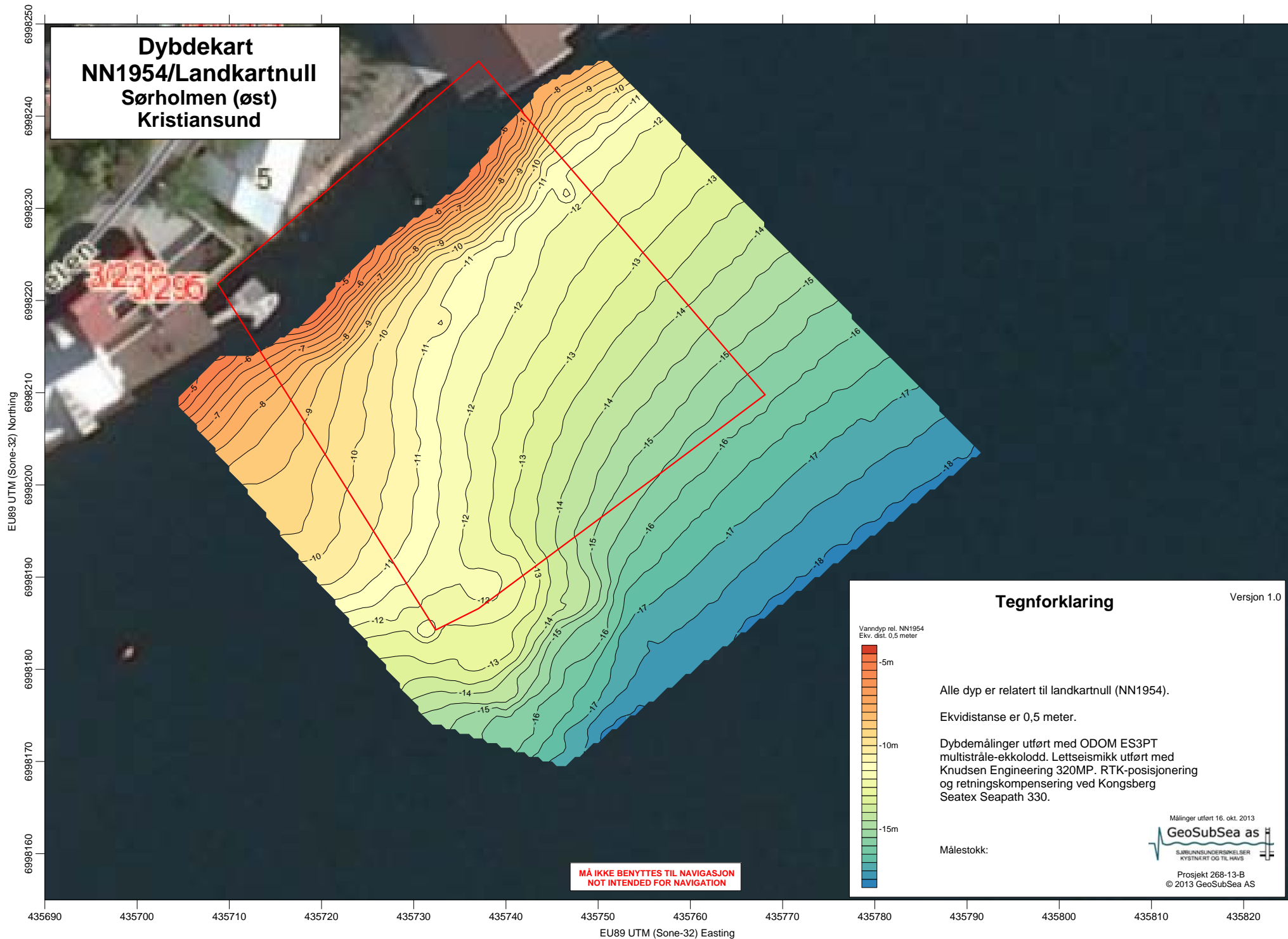
SARUNNSUNDERSØKELSER
KYSTNERT OG TIL HAVS

Prosjekt 268-13-B
© 2013 GeoSubSea AS

**Dybdekart
LAT/Sjøkartnull
Sørholmen (øst)
Kristiansund**



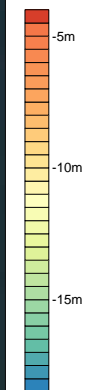
**Dybdekart
NN1954/Landkartnull
Sørholmen (øst)
Kristiansund**



Tegnforklaring

Versjon 1.0

Vanddyb rel. NN1954
Ekv. dist. 0,5 meter



Alle dyp er relatert til landkartnull (NN1954).

Ekvidistanse er 0,5 meter.

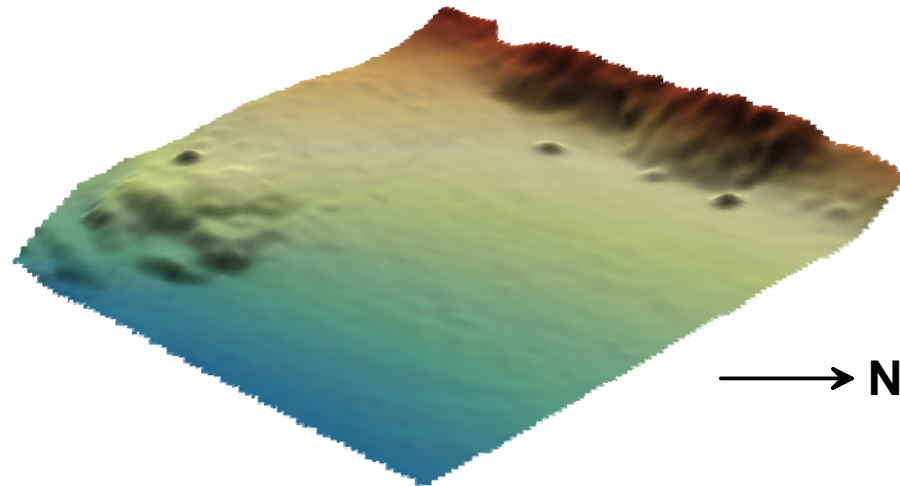
Dybde målinger utført med ODOM ES3PT
multistråle-ekkolodd. Lettseismikk utført med
Knudsen Engineering 320MP. RTK-posisjonering
og retningskompensering ved Kongsberg
Seatex Seapath 330.

Målestokk:

Målinger utført 16. okt. 2013
GeoSubSea as
SARJUNNSUNDERSEKKELSER
KYSTNERT OG TIL HAVS
Prosjekt 268-13-B
© 2013 GeoSubSea AS

**MÅ IKKE BENYTTES TIL NAVIGASJON
NOT INTENDED FOR NAVIGATION**

**3D-modell
Sørholmen (øst)
Kristiansund**

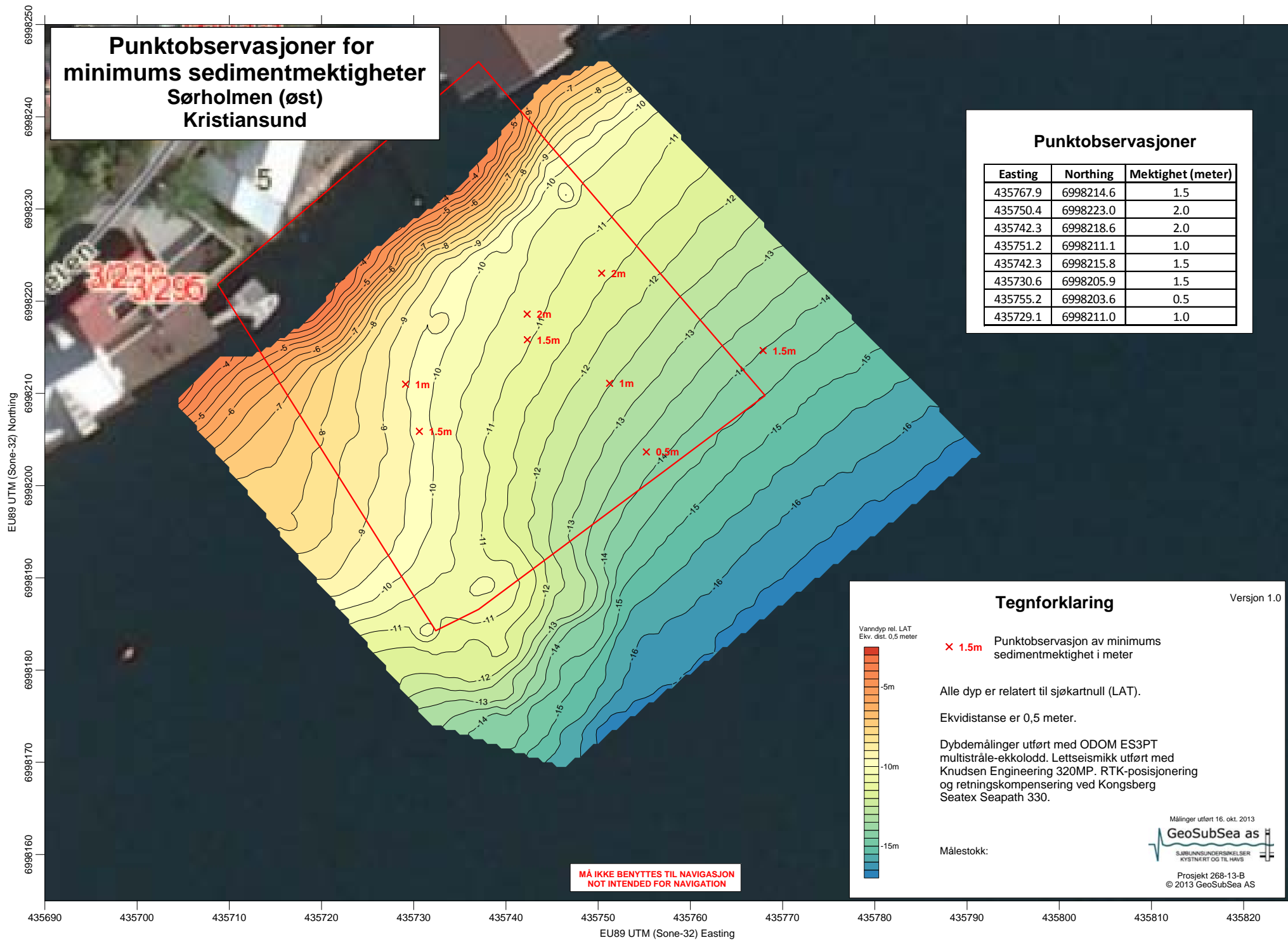


Dybdemålinger utført med ODOM ES3PT
multistråle-ekkolodd. Lettseismikk utført med
Knudsen Engineering 320MP. RTK-posisjonering
og retningskompensering ved Kongsberg
Seatex Seapath 330.

**Punktobservasjoner for
minimums sedimentmektigheter
Sørholmen (øst)
Kristiansund**

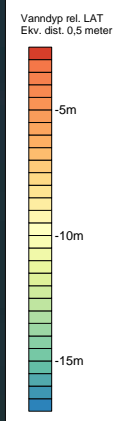
Punktobservasjoner

| Easting | Northing | Mektighet (meter) |
|----------|-----------|-------------------|
| 435767.9 | 6998214.6 | 1.5 |
| 435750.4 | 6998223.0 | 2.0 |
| 435742.3 | 6998218.6 | 2.0 |
| 435751.2 | 6998211.1 | 1.0 |
| 435742.3 | 6998215.8 | 1.5 |
| 435730.6 | 6998205.9 | 1.5 |
| 435755.2 | 6998203.6 | 0.5 |
| 435729.1 | 6998211.0 | 1.0 |



Tegnforklaring

Versjon 1.0



X 1.5m Punktobservasjon av minimums sedimentmektighet i meter

Alle dyp er relatert til sjøkartnull (LAT).
Ekvidistanse er 0,5 meter.

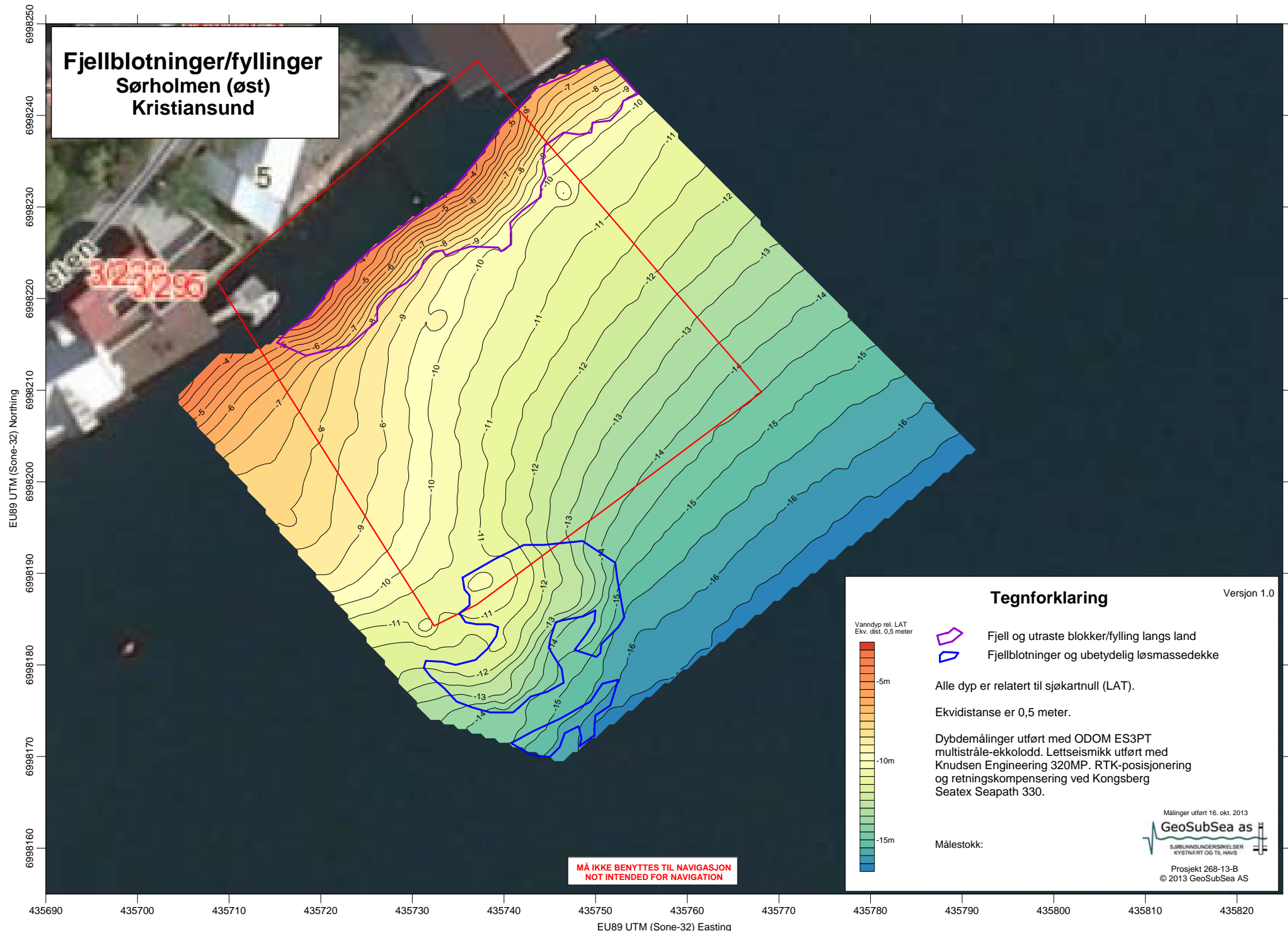
Dybde målinger utført med ODOM ES3PT multistråle-ekkolodd. Lettseismikk utført med Knudsen Engineering 320MP. RTK-posisjonering og retningskompensering ved Kongsberg Seatex Seapath 330.

Målestokk:

Målinger utført 16. okt. 2013
GeoSubSea as
SJØUNNSØKERSKIPER
 KYSTNERT OG TIL HAVS
 Prosjekt 268-13-B
 © 2013 GeoSubSea AS

**MÅ IKKE BENYTTES TIL NAVIGASJON
 NOT INTENDED FOR NAVIGATION**

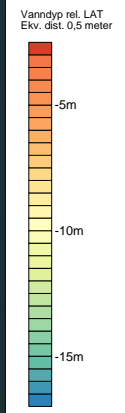
Fjellblotninger/fyllinger Sørholmen (øst) Kristiansund



**MÅ IKKE BENYTTES TIL NAVIGASJON
NOT INTENDED FOR NAVIGATION**

Tegnforklaring

Versjon 1.0



- Fjell og utraste blokker/fylling langs land
- Fjellblotninger og ubetydelig løsmassedecke

Alle dyp er relatert til sjøkartnull (LAT).

Ekvidistanse er 0,5 meter.

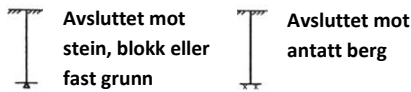
Dybde målinger utført med ODOM ES3PT multistråle-ekkolodd. Lettseismikk utført med Knudsen Engineering 320MP. RTK-posisjonering og retningskompensering ved Kongsberg Seatex Seapath 330.

Målestokk:

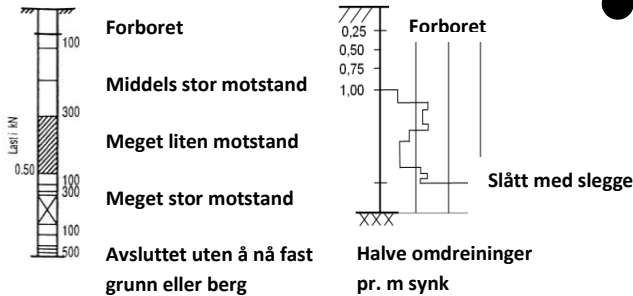
Målinger utført 16. okt. 2013

SARJUNNSUNDERSEKKELSER
KYSTNERT OG TIL HAVS

Prosjekt 268-13-B
© 2013 GeoSubSea AS

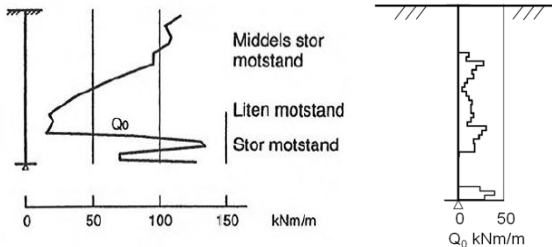


Sonderinger utføres for å få en indikasjon på grunnens relative fasthet, lagdeling og dybder til antatt berg eller fast grunn.

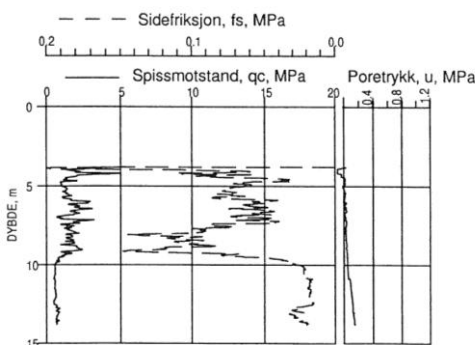


DREIESONDERING (NGF MELDING 3)
Utføres med skjøtbare $\phi 22$ mm borstenger med 200 mm vridd spiss. Boret dreies manuelt eller maskinelt ned i grunnen med inntil 1 kN (100 kg) vertikalbelastning på stengene. Hvis det ikke synker for denne lasten, dreies boret maskinelt eller manuelt. Antall $\frac{1}{2}$ -omdreininger pr. 0,2 m synk registreres.

Boremotstanden presenteres i diagram med vertikal dybdeskala og tverrstrek for hver 100 $\frac{1}{2}$ -omdreininger. Skravur angir synk uten dreining, med påført vertikalast under synk angitt på venstre side. Kryss angir at borstengene er rammet ned i grunnen.

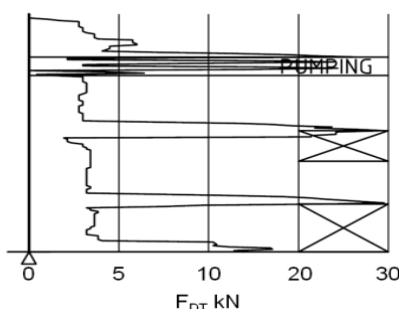


RAMSONDERING (NS-EN ISO 22476-2)
Boringen utføres med skjøtbare $\phi 32$ mm borstenger og spiss med normert geometri. Boret rammes med en rammeenergi på 0,38 kNm. Antall slag pr. 0,2 m synk registreres. Boremotstanden illustreres ved angivelse av rammemotstanden Q_0 pr. m nedramming.
 $Q_0 = \text{loddets tyngde} \cdot \text{fallhøyde/synk pr. slag (kNm/m)}$

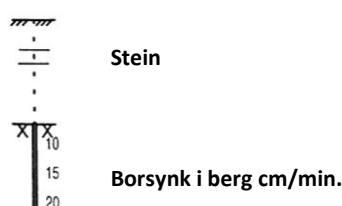


TRYKKSONDERING (CPT - CPTU) (NGF MELDING 5)
Utføres ved at en sylindrisk, instrumentert sonde med konisk spiss presses ned i grunnen med konstant penetrasjonshastighet 20 mm/s. Under nedpressingen måles kraften mot konisk spiss og friksjonshylse, slik at spissmotstand q_c og sidefriksjon f_s kan bestemmes (CPT). I tillegg kan poretrykket u måles like bak den koniske spissen (CPTU). Målingene utføres kontinuerlig for hver 0,02 m, og metoden gir derfor detaljert informasjon om grunnforholdene.

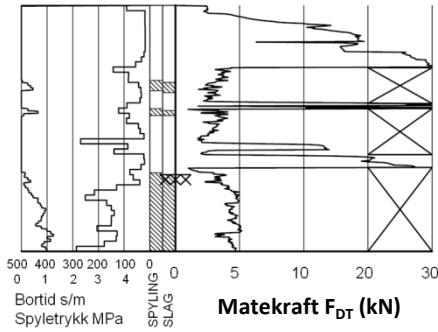
Resultatene kan benyttes til å bestemme lagdeling, jordart, lagringsbetingelser og mekaniske egenskaper (skjærfasthet, deformasjons- og konsolideringsparametre).



DREIETRYKKSONDERING (NGF MELDING 7)
Utføres med glatte skjøtbare $\phi 36$ mm borstenger med en normert spiss med hardmetallsveis. Borstengene presses ned i grunnen med konstant hastighet 3 m/min og konstant rotasjonshastighet 25 omdreininger/min. Rotasjonshastigheten kan økes hvis nødvendig. Nedpressingskraften F_{DT} (kN) registreres automatisk under disse betingelsene, og gir grunnlag for å bedømme grunnforholdene. Metoden er spesielt hensiktsmessig ved påvisning av kvikkleire i grunnen, men den gir ikke sikker dybde til bergoverflaten.



BERGKONTROLLBORING
Utføres med skjøtbare $\phi 45$ mm stenger og hardmetall borkrone med tilbakeslagsventil. Det benyttes tung slagborhammer og vannspyling med høyt trykk. Boring gjennom lag med ulike egenskaper, for eksempel grus og leire, kan registreres, likedan penetrasjon av blokker og større steiner. For verifisering av berginntrengning bores 3 m ned i berget, eventuelt med registrering av borsynk for sikker påvisning.



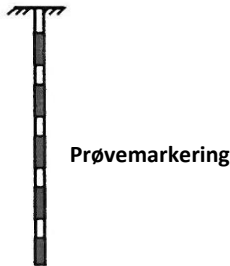
T TOTALSONDERING (NGF MELDING 9)

Kombinerer metodene dreietrykkssondering og bergkontrollboring. Det benyttes $\phi 45$ mm skjøtbare borstenger og $\phi 57$ mm stiftborkrone med tilbakeslagsventil. Under nedboring i bløte lag benyttes dreietrykkmodus, og boret presses ned i bakken med konstant hastighet 3 m/min og konstant rotasjonshastighet 25 omdreininger/min. Når faste lag påtreffes økes først rotasjonshastigheten. Gir ikke dette lag påtreffes økes først rotasjonshastigheten. Gir ikke dette lag påtreffes økes først rotasjonshastigheten. Nedpressingskraften F_{DT} (kN) registreres kontinuerlig og vises på diagrammets høyre side, mens markering av spyletrykk, slag og bortid vises til venstre.



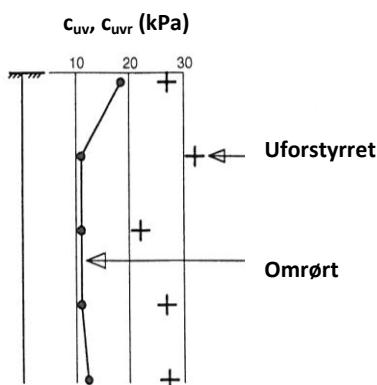
⊙ MASKINELL NAVERBORING

Utføres med hul borstang påsveiset en metallspiral med fast stige høyde (auger). Med borrhigg kan det bores til 5-20 m dybde, avhengig av jordart, lagringsfasthet og beliggenhet av grunnvannstanden. Med denne metoden kan det tas forstyrrede poseprøver ved å samle materialet mellom spiralskivene. Det er også mulig å benytte enklere håndholdt utstyr som for eksempel skovlprøvetaking.



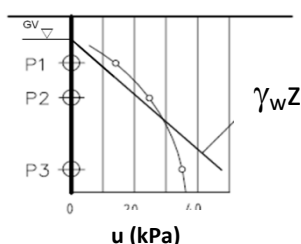
⊙ PRØVETAKING (NGF MELDING 11)

Utføres for undersøkelse av jordlagenes geotekniske egenskaper i laboratoriet. Vanligvis benyttes stempelprøvetaking med innvendig stempel for opptak av 60-100 cm lange sylinderprøver. Prøvesylinderen kan være av plast eller stål, og det kan benyttes utstyr både med og uten innvendig prøvesylinder. På ønsket dybde blir prøvesylinderen presset ned mens innerstangen med stempelet holdes i ro. Det skjæres derved ut en jordprøve som trekkes opp til overflaten, der den blir forseglet for transport til laboratoriet. Prøvediameteren kan variere mellom $\phi 54$ mm (vanligst) og $\phi 95$ mm. Det er også mulig å benytte andre typer prøvetakere, som for eksempel ramprøvetakere og blokkprøvetakere. Prøvekvaliteten inndeles i Kvalitetsklasse 1-3, der 1 er høyeste kvalitet. Stempelprøvetaking gir vanligvis prøver i Kvalitetsklasse 1-2 for leire.



+ VINGEBORING (NGF MELDING 4)

Utføres ved at et vingekorset med dimensjoner $b \times h = 55 \times 110$ mm eller 65×130 mm presses ned i grunnen til ønsket målenivå. Her blir vingekorset påført et økende dreiemoment til jorden rundt vingen når brudd. Det tilhørende dreiemomentet blir registrert. Dette utføres med jorden i uforstyrret ved første gangs brudd og omrørt tilstand etter 25 gjentatte omdreininger av vingekorset. Udrenert skjærfasthet c_{uv} og c_{ur} beregnes ut fra henholdsvis dreiemomentet ved brudd og etter omrøring. Fra dette kan også sensitiviteten $S_t = c_{uv}/c_{ur}$ bestemmes. Tolkede verdier må vanligvis korrigeres empirisk for opptredende effektivt overlagingstrykk i måledybden, samt for jordartens plastisitet.



⊖ PORETRYKSMÅLING (NGF MELDING 6)

Målingene utføres med et standrør med filterspiss eller med hydraulisk (åpent)/elektrisk piezometer (poretrykksmåler). Filteret eller piezometerspissen påmontert piezometerrør presses ned i grunnen til ønsket dybde. Stabilt poretrykk registreres fra vannets stige høyde i røret, eller ved avlesning av en elektrisk trykkmåler i spissen. Valg av utstyr vurderes på bakgrunn av grunnforhold og hensikten med målingene. Grunnvannstand observeres eller peiles direkte i borhullet.

MINERALSKE JORDARTER (NS-EN ISO 14688-1 & 2)

Ved prøveåpning klassifiseres og identifiseres jordarten. Mineralske jordarter klassifiseres vanligvis på grunnlag av korngraderingen. Betegnelse og kornstørrelser for de enkelte fraksjoner er:

| Fraksjon | Leire | Silt | Sand | Grus | Stein | Blokk |
|--------------------|--------|-------------|---------|------|--------|-------|
| Kornstørrelse (mm) | <0,002 | 0,002-0,063 | 0,063-2 | 2-63 | 63-630 | >630 |

En jordart kan inneholde en eller flere av fraksjonene over. Jordarten benevnes i henhold til korngraderingen med substantiv for den fraksjon som har dominerende betydning for jordartens egenskaper og adjektiv for medvirkende fraksjoner (for eksempel siltig sand). Leirinnholdet har størst betydning for benevnelse av jordarten. Morene er en usortert breavsetning som kan inneholde alle fraksjoner fra leire til blokk. Den største fraksjonen angis først i beskrivelsen etter egne benevningsregler, for eksempel grusig morene.

ORGANISKE JORDARTER (NS-EN ISO 14688-1 & 2)

Organiske jordarter klassifiseres på grunnlag av jordartens opprinnelse og omdanningsgrad. De viktigste typer er:

| Benevnelse | Beskrivelse |
|---|--|
| Torv | Myrplanter, mer eller mindre omdannet. |
| • <i>Fibrig torv</i> | Fibrig med lett gjenkjennelig plantestruktur. Viser noe styrke. |
| • <i>Delvis fibrig torv, mellomtorv</i> | Gjenkjennelig plantestruktur, ingen styrke i planterestene. |
| • <i>Amorf torv, svarttorv</i> | Ingen synlig plantestruktur, svampig konsistens. |
| Gytje og dy | Nedbrutt struktur av organisk materiale, kan inneholde mineralske bestanddeler. |
| Humus | Planterester, levende organismer sammen med ikke-organisk innhold. |
| Mold og matjord | Sterkt omvandlet organisk materiale med løs struktur, utgjør vanligvis det øvre jordlaget. |

SKJÆRFASTHET

Skjærfastheten uttrykkes ved jordens skjærfasthetsparametre a , c , ϕ ($\tan\phi$) (effektivspenningsanalyse) eller c_u (c_{uA} , c_{uD} , c_{uP}) (totalspenningsanalyse).

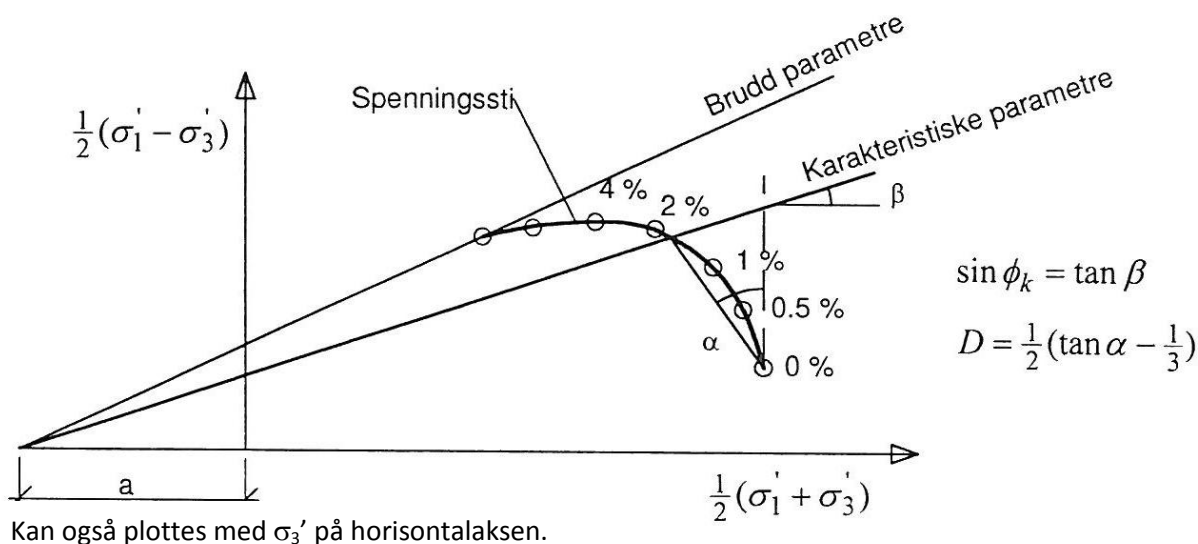
Effektivspenningsanalyse: Effektive skjærfasthetsparametre a , c , ϕ ($\tan\phi$) (kPa, kPa, °, (-))

Effektive skjærfasthetsparametre a (attraksjon), $\tan\phi$ (friksjon) og eventuelt $c = a \tan\phi$ (kohesjon) bestemmes ved treaksiale belastningsforsøk på uforstyrrede (leire) eller innbyggede prøver (sand). Skjærfastheten er avhengig av effektiv normalspenning (totalspenning – poretrykk) på kritisk plan. Forsøksresultatene fremstilles som spenningsstier som viser spenningsutvikling og tilhørende tøyingsutvikling i prøven frem mot brudd. Fra disse, samt fra annen informasjon, bestemmes karakteristiske verdier for skjærfasthetsparametre for det aktuelle problemet.

For korttids effektivspenningsanalyse kan også poretrykkparametrene A , B og D bestemmes fra forsøksresultatene.

Totalspenningsanalyse: Udrenert skjærfasthet, c_u (kPa)

Udrenert skjærfasthet bestemmes som den maksimale skjærspenning et materiale kan påføres før det bryter sammen. Denne skjærfastheten representerer en situasjon med raske spenningsendringer uten drenering av poretrykk. I laboratoriet bestemmes denne egenskapen ved enaksiale trykkforsøk (c_{ut}) (NS8016), konusforsøk (c_{uk} , c_{ukr}) (NS8015), udrenerte treaksialforsøk (c_{uA} , c_{uP}) og direkte skjærforsøk (c_{uD}). Udrenert skjærfasthet kan også bestemmes i felt ved for eksempel trykksondering med poretrykkmåling (CPTU) (c_{ucptu}) eller vingebor (c_{uv} , c_{ur}).



SENSITIVITET S_t (-)

Sensitiviteten $S_t = c_u/c_r$ uttrykker forholdet mellom en leires udrenerte skjærfasthet i uforstyrret og omrørt tilstand. Denne størrelsen kan bestemmes fra konusforsøk i laboratoriet (NS 8015) eller ved vingeborforsøk i felt. Kvikkleire har for eksempel meget lav omrørt skjærfasthet c_r ($s_r < 0,5$ kPa), og viser derfor som regel meget høye sensitivitetsverdier.

VANNINNHOLD (w %) (NS 8013)

Vanninnholdet angir masse av vann i % av masse tørt (fast) stoff i massen og bestemmes fra tørking av en jordprøve ved 110°C i 24 timer.

KONSISTENSGRENSER – FLYTEGRENSE (w_l %) OG PLASTISITETSGRENSE (w_p %) (NS 8002 & 8003)

Konsistensgrensene (Atterbergs grenser) for en jordart angir vanninnholdsområdet der materialet er plastisk (formbart). Flytegrensen angir vanninnholdet der materialet går fra plastisk til flytende tilstand. Plastisitetsgrensen (utrullingsgrensen) angir vanninnholdet der materialet ikke lenger kan formes uten at det sprekker opp. Plastisiteten $I_p = w_l - w_p$ (%) angir det plastiske området for jordarten og benyttes til klassifisering av plastisiteten. Er det naturlige vanninnholdet høyere enn flytegrensen blir materialet flytende ved omrøring (vanlig for kvikkleire).

DENSITETER (NS 8011 & 8012)

Densitet (ρ , g/cm³) Masse av prøve pr. volumenhet. Bestemmes for hel sylinder og utskåret del.
Korndensitet (ρ_s , g/cm³) Masse av fast stoff pr. volumenhet fast stoff
Tørr densitet (ρ_d , g/cm³) Masse av tørt stoff pr. volumenhet

TYNGDETETTHETER

Tyngdetetthet (γ , kN/m³) Tyngde av prøve pr. volumenhet ($\gamma = \rho g = \gamma_s(1+w/100)(1-n/100)$, der $g = 10 \text{ m/s}^2$)
Spesifikk tyngdetetthet (γ_s , kN/m³) Tyngde av fast stoff pr. volumenhet fast stoff ($\gamma_s = \rho_s g$)
Tørr tyngdetetthet (γ_d , kN/m³) Tyngde av tørt stoff pr. volumenhet ($\gamma_d = \rho_d g = \gamma_s(1-n/100)$)

PORETALL OG PORØSITET (NS 8014)

Poretall e (-) Volum av porer dividert med volum fast stoff ($e = n/(100-n)$) der n er porøsitet (%)
Porøsitet n (%) Volum av porer i % av totalt volum av prøven

KORNFORDDELINGSANALYSER (NS 8005)

En kornfordelingsanalyse utføres ved våt eller tørr sikting av fraksjonene med diameter $d > 0,063 \text{ mm}$. For mindre partikler bestemmes den ekvivalente korndiameteren ved slemmeanalyse og bruk av hydrometer. I slemmeanalysen slemmes materialet opp i vann og densiteten av suspensjonen måles ved bestemte tidsintervaller. Kornfordelingen kan da bestemmes fra Stokes lov om sedimentering av kuleformede partikler i vann. Det vil ofte være nødvendig med en kombinasjon av metodene.

DEFORMASJONS- OG KONSOLIDERINGSEGENSKAPER (NS 8017 & 8018)

Jordartens deformasjons- og konsolideringsegenskaper benyttes ved setningsberegning og bestemmes ved hjelp av belastningsforsøk i ødometer. Jordprøven bygges inn i en stiv ring som forhindrer sideveis deformasjon og belastes vertikalt med trinnvis eller kontinuerlig økende last. Sammenhengende verdier for last og deformasjon (tøyning ϵ) registreres, og materialets deformasjonsmodul (stivhet) kan beregnes som $M = \Delta\sigma'/\Delta\epsilon$. Denne presenteres som funksjon av vertikalspenningen σ' . Deformasjonsmodulen viser en systematisk oppførsel for ulike jordarter og spenningstilstander, og oppførselen kan hensiktsmessig beskrives med modulfunksjoner og inndeles i tre modeller:

| Modell | Moduluttrykk | Jordart - spenningsområde |
|-------------------------|--------------------------------|--|
| Konstant modul | $M = m_{oc}\sigma_a$ | OC leire, $\sigma' < \sigma'_c$ (σ'_c = prekonsolideringsspenningen) |
| Lineært økende modul | $M = m(\sigma'(\pm \sigma_r))$ | Leire, fin silt, $\sigma' > \sigma'_c$ |
| Parabolisk økende modul | $M = m\sqrt{\sigma'\sigma_a}$ | Sand, grov silt, $\sigma' > \sigma'_c$ |

PERMEABILITET (k cm/sek eller m/år)

Permeabiliteten defineres som den vannmengden q som under gitte betingelser vil strømme gjennom et jordvolum pr. tidsenhet. Generelt bestemmes permeabiliteten fra følgende sammenheng: $q = kiA$, der A er bruttoareal av tverrsnittet normalt på vannets strømningsretning og i = hydraulisk gradient i strømningsretningen (= potensialforskjell pr. lengdeenhet). Permeabiliteten kan bestemmes ved strømningsforsøk i laboratoriet ved konstant eller fallende potensial, eventuelt ved pumpe- eller strømningsforsøk i felt.

KOMPRIMERINGSEGENSKAPER

Ved komprimering av en jordart oppnås tettere lagring av mineralkornene. Komprimeringsegenskapene for en jordart bestemmes ved at prøver med forskjellig vanninnhold komprimeres med et bestemt komprimeringsarbeid (Standard eller Modifisert Proctor). Resultatene fremstilles i et diagram som viser tørr densitet ρ_r som funksjon av innbyggingsvanninnhold w_i . Den maksimale tørrdensiteten som oppnås (ρ_{dmax}) benyttes ved spesifikasjon av krav til utførelsen av komprimeringsarbeider. Det tilhørende vanninnhold benevnes optimalt vanninnhold (w_{opt}).

TELEFARLIGHET

En jordarts telefarlighet bestemmes ut i fra kornfordelingskurven eller ved å måle den kapillære stighøyde for materialet. Telefarligheten klassifiseres i gruppene T1 (Ikke telefarlig), T2 (Litt telefarlig), T3 (Middels telefarlig) og T4 (Meget telefarlig).

HUMUSINNHOLD

Humusinnholdet bestemmes ved kolorimetri og bruk av natronlut (NaOH-forbindelse). Metoden angir innholdet av humufiserte organiske bestanddeler i en relativ skala. Andre metoder, som glødning av jordprøve i varmeovn og våt-oksidasjon med hydrogenperoksyd, kan også benyttes.

METODESTANDARDER OG RETNINGSLINJER – FELTUNDERSØKELSER

Feltundersøkelsesmetoder beskrevet i geotekniske bilag, samt terminologi og klassifisering benyttet i rapportering, baserer seg på følgende norske veiledninger fra NGF (Norsk Geoteknisk Forening), norske standarder (NS) og andre referansedokumenter:

| NGF Veiledninger Norske standarder NS | Tema |
|--|--|
| NGF 1 (1982) | SI Enheter |
| NGF 2, rev.1 (2012) | Symboler og terminologi |
| NGF 3, rev. 1 (1989) | Dreiesondering |
| NGF 4 (1981) | Vingeboring |
| NGF 5, rev.3 (2010) | Trykksondering med poretrykksmåling (CPTU) |
| NGF 6 (1989) | Grunnvanns- og poretrykksmåling |
| NGF 7, rev. 1 (1989) | Dreietrykksondering |
| NGF 8 (1992) | Kommentarkoder for feltundersøkelser |
| NGF 9 (1994) | Totalsondering |
| NGF 10, rev.1 (2009) | Beskrivelsestekster for grunnundersøkelser |
| NGF 11 rev.1 (2012) NS-EN ISO 22475-1 (2006) | Prøvetaking |
| Statens vegvesen Geoteknisk felthåndbok 280 (2010) | Feltundersøkelser |

METODESTANDARDER OG RETNINGSLINJER – LABORATORIEUNDERSØKELSER

Laboratorieundersøkelser beskrevet i geotekniske bilag, samt terminologi og klassifisering benyttet i rapportering, baserer seg på følgende norske standarder (NS) og referansedokumenter:

| Norske standarder NS | Tema |
|-------------------------------------|--|
| NS8000 (1982) | Konsistensgrenser – terminologi |
| NS8001 (1982) | Støtflytegrense |
| NS8002 (1982) | Konusflytegrense |
| NS8003 (1982) | Plastisitetsgrense (utrullingsgrense) |
| NS8004 (1982) | Svinngrense |
| NS8005 (1990) | Kornfordelingsanalyse |
| NS8010 (1982) | Jord – bestanddeler og struktur |
| NS8011 (1982) | Densitet |
| NS8012 (1982) | Korndensitet |
| NS8013 (1982) | Vanninnhold |
| NS8014 (1982) | Poretall, porøsitet og metningsgrad |
| NS8015 (1987) | Skjærfasthet ved konusforsøk |
| NS8016 (1987) | Skjærfasthet ved enaksialt trykkforsøk |
| NS8017 (1991) | Ødometerforsøk, trinnvis belastning |
| NS8018 (1993) | Ødometerforsøk, kontinuerlig belastning |
| NS14688-1 og -2 (2009) | Klassifisering og identifisering av jord |
| NS-EN ISO/TS 17892-8 + -9 (2005) | Treaksialforsøk (UU, CU) |
| Statens vegvesen Håndbok 015 (2005) | Laboratorieundersøkelser |