



# Rapport / Report

## Utredning av kvikkleiresoner i Larvik kommune

### Stabilitet av sonene 1259 Tagtvedt, 1261 Fritzøehus Nordre og 1266 Jordet

20110548-01-R  
1. oktober 2013  
Rev. nr.: 0

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

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

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

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



## Prosjekt

Prosjekt: Kvikkleiresoner i Larvik kommune  
Dokumenttittel: Stabilitet av sonene 1259 Tagtvedt, 1261  
Fritzøehus Nordre og 1266 Jordet  
Dokumentnr.: 20110548-01-R  
Dato: 1. oktober 2013  
Rev. nr./rev. dato: 0

Hovedkontor:  
Pb. 3930 Ullevål Stadion  
0806 Oslo

Avd Trondheim:  
Pb. 1230 Sluppen  
7462 Trondheim

T 22 02 30 00  
F 22 23 04 48

Kontonr 5096 05 01281  
Org. nr 958 254 318 MVA

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

## Oppdragsgiver

Oppdragsgiver: Norges vassdrags- og energidirektorat  
(NVE), Region Sør  
Kontaktperson: Jan Eirik Hønsi  
Kontraktreferanse: Bestillingsbrev og oppdragsbekreftelse av  
10.08.2011. NVE bestillingsref. 33807

## For NGI

Prosjektleder: Øyvind A. Høydal  
Utarbeidet av: Heidi Hefre  
Kontrollert av: Bjørn Kalsnes

## Sammendrag

NVE har igangsatt geoteknisk utredning av kvikkleiresonene 1259 Tagtvedt, 1261 Fritzøehus Nordre og 1266 Jordet i Larvik kommune. NGI har i første fase av prosjektet utarbeidet grunnundersøkellesprogram for utredning av sonene (ref. 1). Grunnundersøkelsene er utført av GeoStrøm AS (ref. 2A). I fase to har NGI beregnet skråningsstabilitet for utvalgte profiler i de tre sonene. For å få klarhet i et par usikre punkter etter innledende runde med stabilitetsberegninger ble det foretatt noen supplerende undersøkelser av GeoStrøm AS (ref. 2B). Resultatet av stabilitetsberegningene og våre vurderinger er gitt i denne rapporten.

I sone 1259 Tagtvedt antyder samtlige boreringer forekomst av leire med sprøbruddsegenskaper, men prøveseriene som er tatt opp indikerer ikke at det finnes et sammenhengende eller mektig kvikkleirelag i sonen. Det er i beregningene

# Sammendrag (forts.)



Dokumentnr.: 20110548-01-R  
Dato: 2013-10-01  
Rev. nr.: 0  
Side: 4

konservativt lagt inn sprøbruddleire hvor dreietrykksonderingene viser konstant/synkende bormotstand med dybden og hvor dette ikke kan avkreftes ut fra opptatte prøver. Laget med sprøbruddsmateriale er antatt å være tynt i skråningen, og gir beregnet materialfaktor for kritisk glideflate i profil 1 lik 1,42 (udrenert analyse). Denne glideflaten berører kun den bratte skråningskanten og ikke bebyggelsen lenger bak i sonen. I profil 2 i sonen er det fjell i den bratte delen, og stabiliteten kommer derfor godt ut med en materialfaktor på 3,38 (udrenert analyse).

Det er noe usikkert hvorvidt et eventuelt kvikkleireskred i skråningen i profil 1 kan berøre bebyggelsen. I revidert utbredelse av kvikkleiresonen Tagtvedt er deler av bebyggelsen fortsatt inkludert i faresonen. Noen ytterligere undersøkelser av massene under bebyggelsen vil muligens kunne utelukke dette. Faregrad er også oppdatert på bakgrunn av de nye dataene, og sonen forblir i fareklassen lav.

I sone 1261 Fritzøehus Nordre har de supplerende undersøkelsene påvist at det er grunt til fjell i øvre del av sonen ved boligfelt, slik at kvikkleiresonens utberedelse kan avgrenses mot vest. Stabilitet er beregnet i profil 3 hvor kirke og kirkegård er lokalisert i øvre del av profilet. Beregnet stabilitet er lav, med materialfaktor rundt 1,00 for ytre brattkant i profilet. Det er ikke beregnet stabilitet for profil 4 og 5 i sonen ettersom et eventuelt kvikkleireskred ikke vil berøre bebyggelse. Etter ny evaluering av faregraden går sonen fra fareklasse høy til fareklasse middels.

I sone 1266 Jordet er det utført stabilitetsberegninger for tre profiler. Profil 6 går ned gjennom hele sonen hvor det er mye bebyggelse. Beregnet materialfaktor for kritisk glideflate i dette profilet er 1,27. Dette er en plan glideflate som er ca. 200 m lang og går ned til bunn av kvikkleirelaget på ca. 20 m dybde. Videre for sone 1266 Jordet er materialfaktor for kritisk glidesirkel i profil 7 beregnet til 1,34, i profil 8 er den 1,76 og i strandsonen i profil 9 kommer kritisk glidesirkel ut med en materialfaktor på 1,55.

Det er begrensede muligheter for stabilitetsforbedrende tiltak i sone 1266 Jordet. Vi vil foreslå å erosjonssikre bekken som går langs sørsiden av sonen for å redusere muligheten for utløsning av et skred i sonen. Verken sonens utbredelse eller faregrad er endret i nevneverdig grad etter resultatene av grunnundersøkelsene fremkommet i dette prosjektet.

# Innhold

<b>1</b>	<b>Innledning</b>	<b>7</b>
<b>2</b>	<b>Datagrunnlag</b>	<b>7</b>
<b>3</b>	<b>Beregningsforutsetninger og materialparametere</b>	<b>8</b>
3.1	Laggrenser	8
3.2	Udrenerte styrkeparametre	9
3.3	Drenerte styrkeparametre	10
3.4	Poretrykk	10
<b>4</b>	<b>Sone 1259 Tagtvedt</b>	<b>14</b>
4.1	Profil 1	14
4.2	Profil 2	16
4.3	Revisjon av soneutbredelse og faregrad	17
<b>5</b>	<b>Sone 1261 Fritzøehus Nordre</b>	<b>18</b>
5.1	Profil 3	18
5.2	Profil 4 og 5	19
5.3	Revisjon av soneutbredelse og faregrad	21
<b>6</b>	<b>Sone 1266 Jordet</b>	<b>21</b>
6.1	Profil 6	21
6.2	Profil 7	23
6.3	Profil 8	24
6.4	Profil 9	25
6.5	Forslag til stabiliserende tiltak	25
6.6	Revisjon av soneutbredelse og faregrad	26
<b>7</b>	<b>Referanser</b>	<b>27</b>

## Tegningsvedlegg

### Vedlegg A

- A1: Borplan sone 1259 Tagtvedt
- A2: Borplan sone 1261 Fritzøehus Nordre
- A3: Borplan sone 1266 Jordet

### Vedlegg B

- B1: Beregningsprofiler sone 1259 Tagtvedt
- B2: Beregningsprofiler sone 1261 Fritzøehus Nordre
- B3: Beregningsprofiler sone 1266 Jordet

## Innhold forts.

### **Vedlegg C**

- C1: Resultater fra stabilitetsberegninger, Profil 1 sone 1259 Tagtvedt
- C2: Resultater fra stabilitetsberegninger, Profil 2 sone 1259 Tagtvedt
- C3: Resultater fra stabilitetsberegninger, Profil 3 sone 1261 Fritzøehus N.
- C4: Resultater fra stabilitetsberegninger, Profil 6 sone 1266 Jordet
- C5: Resultater fra stabilitetsberegninger, Profil 7 sone 1266 Jordet
- C6: Resultater fra stabilitetsberegninger, Profil 8 sone 1266 Jordet
- C7: Resultater fra stabilitetsberegninger, Profil 9 sone 1266 Jordet

### **Vedlegg D**

- D1: Udrenert skjærstyrke tolket fra CPTU-sondering, Borhull 3, Tagtvedt
- D2: Udrenert skjærstyrke tolket fra CPTU-sondering, Borhull 3, Tagtvedt
- D3: Udrenert skjærstyrke tolket fra CPTU-sondering, Borhull 6, Tagtvedt
- D4: Udrenert skjærstyrke tolket fra CPTU-sond., Borhull 8, Fritzøehus N.
- D5: Udrenert skjærstyrke tolket fra CPTU-sond., Borhull 9, Fritzøehus N.
- D6: Udrenert skjærstyrke tolket fra CPTU-sondering, Borhull 15, Jordet
- D7: Udrenert skjærstyrke tolket fra CPTU-sondering, Borhull 18, Jordet
- D8: Udrenert skjærstyrke tolket fra CPTU-sondering, Borhull 20, Jordet

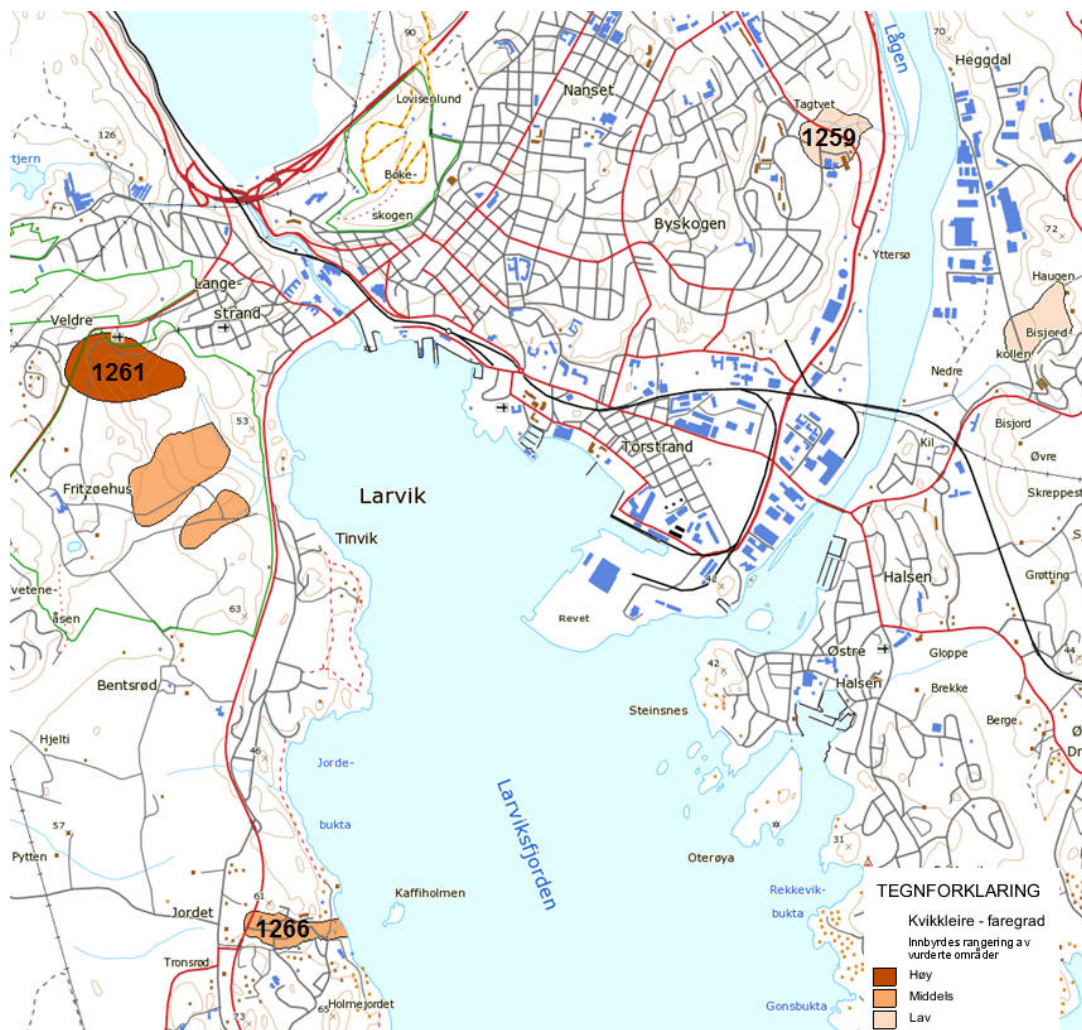
### **Vedlegg E**

- E1: Forslag til revidert soneutbredelse for sone 1259 Tagtvedt
- E2: Forslag til revidert soneutbredelse for sone 1261 Fritzøehus N.
- E3: Forslag til revidert soneutbredelse for sone 1266 Jordet

## **Kontroll- og referanseside**

## 1 Innledning

På oppdrag fra NVE har NGI utført geoteknisk utredning av kvikkleiresonene 1259 Tagtvedt, 1261 Fritzøehus Nordre og 1266 Jordet i Larvik kommune (se figur 1). Borplan med utførte grunnundersøkelser er vist i tegningene A1 (sone 1259 Tagtvedt), A2 (sone 1261 Fritzøehus Nordre) og A3 (sone 1266 Jordet). Stabilitetsberegninger er utført i utvalgte profiler i de tre sonene, se tegning B1-B3.



Figur 1. Plassering av kvikkleiresonene 1259 Tagtvedt, 1261 Fritzøehus Nordre og 1266 Jordet i Larvik kommune.

## 2 Datagrunnlag

Geoteknisk datagrunnlag for beregningene består i hovedsak av grunnundersøkelser som er utført i to runder i forbindelse med utredningen av de tre sonene i Larvik kommune. Grunnundersøkelsene er utført av GeoStrøm AS i henhold til grunnundersøkellesprogrammet utarbeidet av NGI. Hoveddelen av undersøkelses-



programmet er beskrevet av NGI i ref. 1 og datarapport fra GeoStrøm av grunnundersøkelsene er gitt i ref. 2A og 2B.

NGI har fulgt opp grunnboringene og anbefalt posisjon og dybder for prøvetaking, poretrykksmålere og CPTU-sonderinger ut fra dreietrykksonderingene. Laboratorieprogrammet er bestemt av NGI, ut fra en vurdering av dreietrykksonderingene, og utført av GeoStrøm AS.

Det er i løpet av 2013 supplert med noen ytterligere grunnundersøkelser i sonene Tagtvedt og Jordet, se datarapport fra GeoStrøm i ref. 2B. Det er utført en dreietrykksondering (borhull 1A) i utkant av bebyggelsen i profil 1 på Tagtvedt, med tanke på soneavgrensning. På Jordet er det utført fire totalsonderinger langs profil 6 (19B, 19C, 21 og 22), samt tatt opp prøveserier i hull 21 og 22. Det ble også bestilt prøveserie fra hull 19B, men GeoStrøm klarte ikke ta opp prøver i dette punktet. De supplerende undersøkelsene på Jordet ble primært utført for å undersøke dybde til fjell og laggrenser.

Resultater fra andre tilgjengelige grunnundersøkelser har også vært benyttet i vurderingene. Det er utført én dreietrykksondering i hver av de tre kvikkleiresonene ifm. NGIs kartlegging i 1988 (ref. 3). Innen sone 1266 Jordet er det utført grunnundersøkelser etter en utglidning på Holmejordet ned mot en bekkeravine (ref. 4).

### **3 Beregningsforutsetninger og materialparametere**

#### **3.1 Laggrenser**

Grunnundersøkelsene har blant annet vært rettet inn mot å gi grunnlag for å tolke laggrenser og lagmektheter, ikke minst med henblikk på tilstedeværelse av leire med sprøbruddsegenskaper, samt fordeling av de enkelte materialtyper over de kartlagte områder. Vurderingene er gjort ved en kombinert vurdering av data fra dreietrykksonderinger, CPTU-sonderinger samt resultater fra laboratorieanalyse av opphentedede jordprøver. Alle dreietrykksondering skal være ført ned til faste masser, og denne dybden er brukt som avgrensning av jordmodellen i beregningene. Der hvor dreietrykksonderingene har vært grunne og det har vært mistanke om leire i dybden har det blitt bestilt totalsonderinger og i flere tilfeller fjellkontroll for å undersøke laggrensene og dybde til fjell/faste masser nærmere.

En viss usikkerhet gjenstår alltid i tolkningen. Ofte kan prøvetaking vise at antakelser om sprøbruddsmateriale basert på dreietrykksondering er noe konservativ. I tilfeller hvor for eksempel dreietrykksondering ikke gir økende boremotstand i dybden, og hvor det ikke er opptatt jordprøver som kan verifisere materialtypen, vil en konservativ vurdering som regel tilsi at det må antas sprøbruddsmateriale.



Dette er særlig tilfellet for sonen Tagtvedt, hvor man ikke har sikre holdepunkter for å anta kvikk/sensitiv leire, men dette likevel er antatt i visse dybder grunnet resultat fra dreietrykksondering.

## 3.2 *Udrenerte styrkeparametre*

### 3.2.1 *CPTU-sonderinger*

Udrenerte styrkeparametre er tolket ut fra samlet bruk av informasjon fra CPTU-sonderinger, målte poretrykk i felten, laboratorieresultater og dreietrykksonderinger. I tillegg er topografiske forhold benyttet for vurdering av overkonsolidering. Tolkning av udrenert skjærfasthet fra CPTU-sonderinger er vist i vedlegg D.

Følgende anisotropiforhold er benyttet:

#### ”Ikke-sprøbruddmateriale” (St < 15):

- Direkte skjærfasthet:  $SuD = 0,7 SuA$
- Passiv skjærfasthet:  $SuP = 0,4 SuA$

$SuA$ ,  $SuD$  og  $SuP$  er hhv. aktiv, direkte og passiv karakteristisk udrenert skjærfasthet.

#### ”Sprøbruddmateriale” (St > 15):

- Direkte skjærfasthet:  $SuD = 0,65 SuA$
- Passiv skjærfasthet:  $SuP = 0,35 SuA$

I tillegg er det i hht. NVEs retningslinjer (ref. 5) gjort en reduksjon med 15 % av karakteristisk aktiv skjærfasthet når det karakteristiske aktive styrkeprofilen i sprøbruddmateriale er tolket ut fra korrelasjon med CPTU-sonderinger, dvs.:

$$SuA_{dim} = 0,85 SuA,$$

der  $SuA_{dim}$  er udrenert aktiv skjærfasthet for sprøbruddmateriale.

Fasthetsprofil i de udrenerte beregningene er lagt inn som karakteristisk aktiv udrenert skjærfasthet, dvs. uten reduksjon som nevnt over. Anisotropifaktorene er deretter lagt inn i beregningsprogrammet for hvert materiale ut fra beskrivelsen gitt over.

### 3.2.2 *Skjærfasthet i overkonsolidert leire*

Leire kan være overkonsolidert, som resultat av at tidligere overliggende sedimenter er blitt fjernet gjennom prosesser som skred og erosjon. Masser som tidligere har hatt større overlagering er derfor konsolidert til et høyere spenningsnivå enn dagens. Udrenert skjærstyrke i overkonsoliderte finkornige sedimenter kan beregnes dersom en kjenner forkonsolideringsnivået.

Forkonsolideringsnivået er estimert basert på en tolkning av CPTU-sonderingene, der hvor det er grunnlag for det. Hvor overkonsolideringsforholdene er usikre, er det gjort mer forsiktige antakelser om tidligere terrengoverflate.

Ut fra overkonsolideringsnivået beregnes udrenert skjærfasthet ved anvendelse av den såkalte SHANSEP-metoden (ref. 6). Aktiv skjærfasthet,  $Su_{OCR}$ , i overkonsolidert leire er således beskrevet ved følgende sammenheng:

$$Su_{OCR} = 0,3 p_0' \times OCR^{0,85}$$

hvor  $OCR = p_c'/p_0'$

$p_0'$  = effektivt overlagingstrykk in situ (dvs. totalvekt minus poretrykk)

$p_c'$  = forkonsolideringstrykk ut fra antatt tidligere terrengnivå (ev. inkludert "aging"-effekt; her er benyttet en aging-faktor på 1,2)

### 3.2.3 Skjærfasthet i normalkonsolidert leire

Normalkonsolidert leire, dvs. i områder uten større tidligere overlaging av masser enn dagens terrengnivå, vil erfaringsmessig ha følgende minimumsskjærfasthet,  $Su_{NC}$ :

$$Su_{NC} = 0,3 p_0'$$

### 3.3 Drenerte styrkeparametre

Følgende effektive friksjonsparametre er benyttet ved drenerte stabilitetsberegninger:

Tørrskorpe:  $a = 0$  kPa  $\varphi' = 32^\circ$

Sand:  $a = 0$  kPa  $\varphi' = 32^\circ$

Grus/morene:  $a = 0$  kPa  $\varphi' = 40^\circ$

Valgte parametre er basert på erfaringsverdier.

Romvekt av sand, tørrskorpe eller leire er valgt ut fra prøver der hvor dette finnes. Dersom laboratorieresultater ikke finnes er total romvekt for tørrskorpeleire og sand generelt satt til  $18 \text{ kN/m}^3$ .

### 3.4 Poretrykk

Én poretrykksstasjon er installert i hver av sonene 1259 Tagtvedt og 1261 Fritzøehus Nordre, og tre poretrykksstasjoner er satt ned i sone 1266 Jordet. Det er to poretrykksmålere på forskjellige dybder i hver poretrykksstasjon. Målte poretrykk er benyttet ved tolkning av skjærfasthet fra CPTU-sonderingene. Mengden poretrykksdata er relativt begrenset, og det har derfor vært nødvendig å gjøre antakelser om poretrykksfordelingen i hvert enkelt beregningsprofil bl.a. ut fra topografiske forhold.

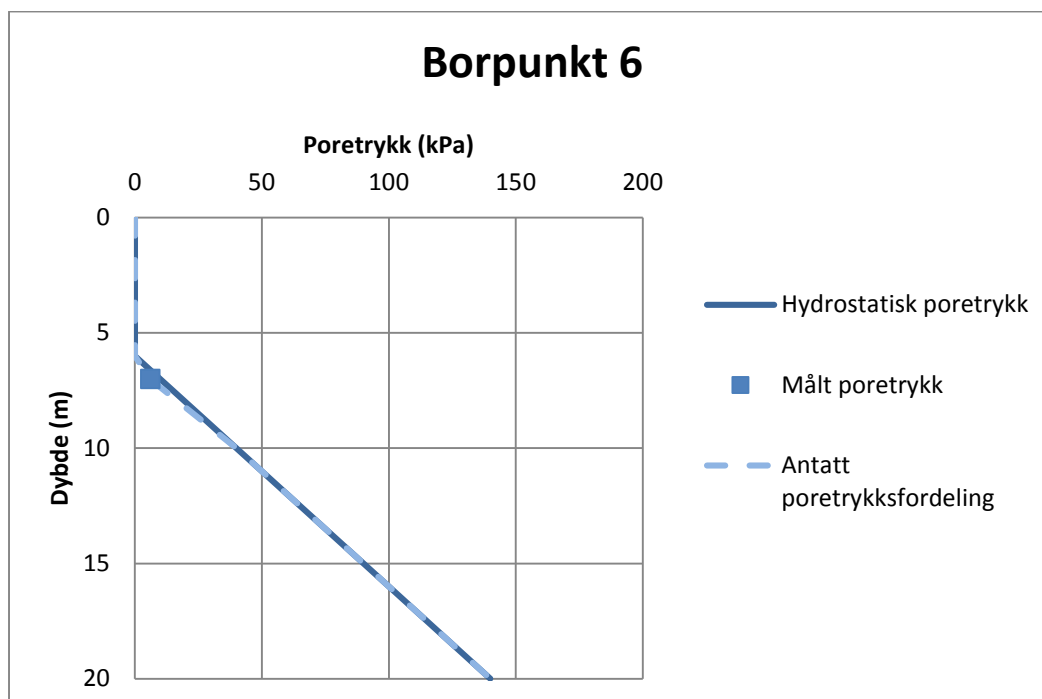
Poretrykksmålinger utført i feltperioden er mottatt fra GeoStrøm AS og er vist i tabell 1 (ref. 2). Et gjennomsnitt av målingene er brukt i beregningene og plottet i grafene vist i figur 2 – 6 sammen med antatt poretrykksfordeling i de aktuelle profilene basert på målingene. Det er antatt at poretrykket øker hydrostatisk med dybden hvor ikke annen informasjon er tilgjengelig (under dypeste måling).

Målingene på 4 m dyp i borhull 6 er ikke benyttet i beregningene da disse målingene må være feil (viser over 100 kPa). En ny måling ble utført den 11. september 2012 og målte poretrykket til 32 kPa på 4 m dyp i hull 6. Ettersom alle tre målingene på 7 m dyp viser omtrent samme resultat er disse resultatene vektlagt fremfor siste måling på 4 m, og grunnvannstand er derfor antatt på 6 m dyp, med hydrostatisk trykk økende med dybden.

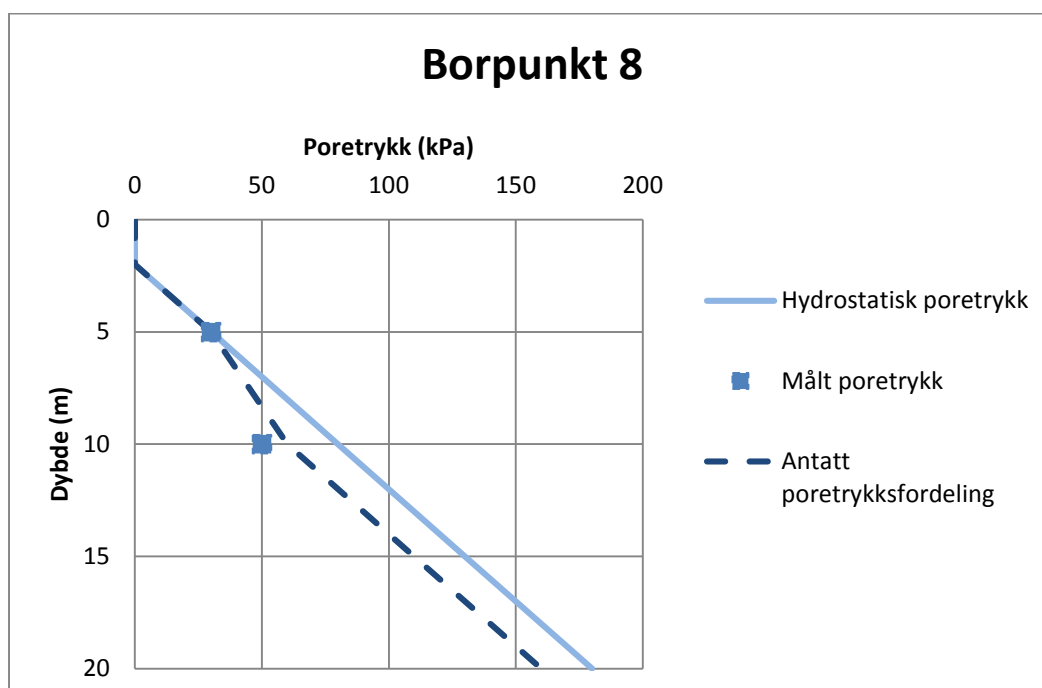
Tabell 1. Poretrykksmålinger utført av GeoStrøm AS

Borhull		6 (Tagtvedt)		8 (Fritzøehus N.)	
Dybde		4 m	7 m	5 m	10 m
Poretrykk målt dato (kPa)	18.05.2012	108	6	33	50
	22.06.2012	112	5	-	-
	08.08.2012	105 (32)	7	28	48

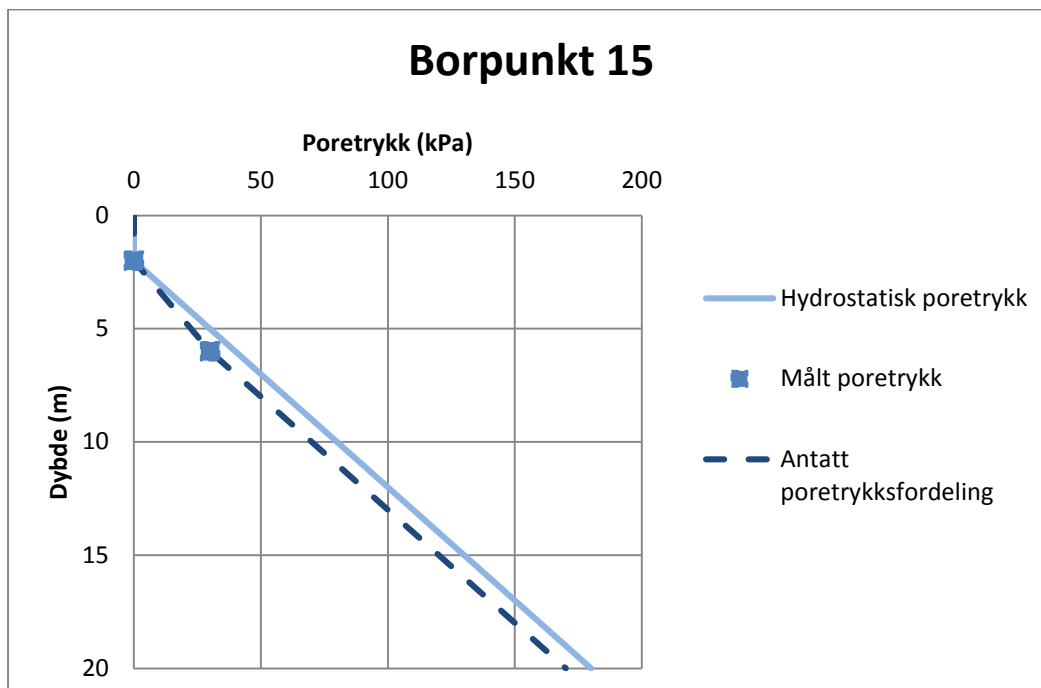
Borhull		15 (Jordet)		18 (Jordet)		20 (Jordet)	
Dybde		2 m	6 m	5 m	10 m	5 m	10 m
Poretrykk målt dato (kPa)	18.05.2012	0	30	43	82	96	42
	22.06.2012	-	-	-	-	-	-
	08.08.2012	-1	28	28	80	94	39



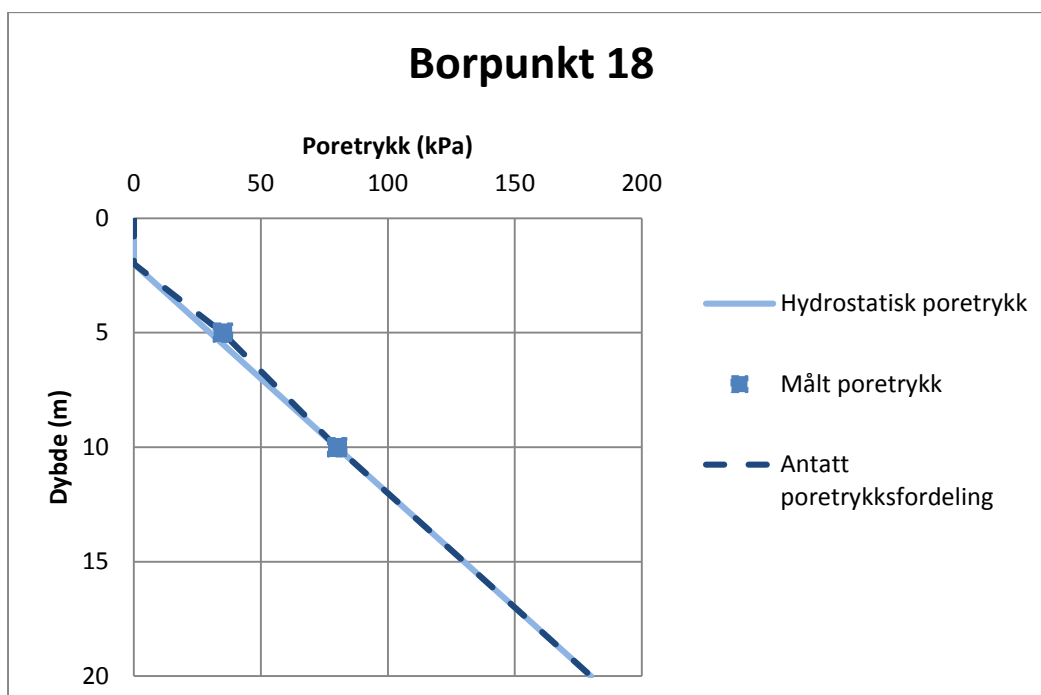
Figur 2. Graf viser målt poretrykk i borpunkt 6 sammen med antatt poretrykksfordeling basert på målingene. For sammenligning vises også hydrostatisk poretrykksfordeling fra en gitt dybde.



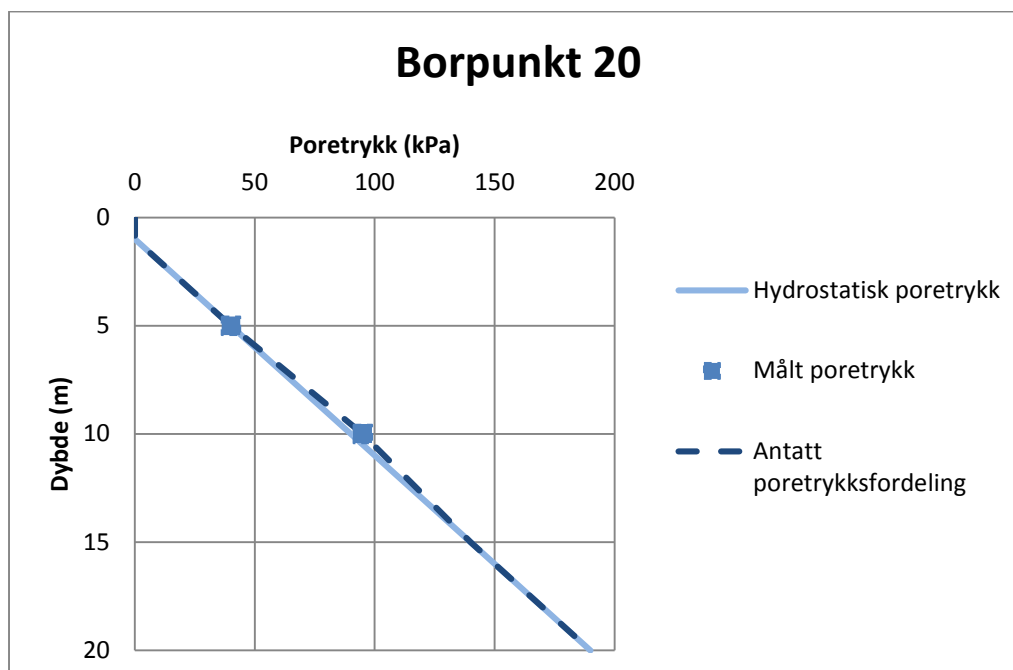
Figur 3. Graf viser målt poretrykk i borpunkt 8 sammen med antatt poretrykksfordeling basert på målingene. For sammenligning vises også hydrostatisk poretrykksfordeling fra en gitt dybde.



Figur 4. Graf viser målt poretrykk i borpunkt 15 sammen med antatt poretrykksfordeling basert på målingene. For sammenligning vises også hydrostatisk poretrykksfordeling fra en gitt dybde.



Figur 5. Graf viser målt poretrykk i borpunkt 18 sammen med antatt poretrykksfordeling basert på målingene. For sammenligning vises også hydrostatisk poretrykksfordeling fra en gitt dybde.



Figur 6. Graf viser målt poretrykk i borpunkt 20 sammen med antatt poretrykksfordeling basert på målingene. For sammenligning vises også hydrostatisk poretrykksfordeling fra en gitt dybde.

#### 4 Sone 1259 Tagtvedt

Sonen består av et slakt skrånende platå som ligger på ca. kote 40 hvor det er mye bebyggelse. Fra platået heller terrenget bratt ned til fylkesveien under, som ligger på kote 6. Skråningen er ca. 25 m høy og har en helning på ca. 1:3. Det er utført grunnundersøkelser i sju borpunkter i sonen, se borplan i vedlegg A1.

##### 4.1 Profil 1

Profil 1 går fra borpunkt 3 oppe ved bebyggelsen på platået (kote 41), ned gjennom borpunkt 1, ut på en rygg og deretter ned skråningen til fylkesveien. Gammel NGI-sondering (ref. 3) ligger også ut på denne ryggen. Se profil 1 i tegning B1 og resultat av utførte beregninger i tegning C1.

##### 4.1.1 Lagdeling og parametervalg

Dreietrykkssondering i punkt 3 indikerer sand de øverste to meterne, deretter siltig leire ned til 11 m under terreng og deretter sand/grus/morene. Sonderingen viser synkende bormotstand gjennom leirlaget mellom 3 og 7 m, og det ble derfor tatt opp prøver fra 5 – 7 m. Lab resultatene viser omrørt skjærstyrke på 4 – 8 kPa, og leiren kan følgelig ikke karakteriseres som sprøbuddsmateriale.

I borpunkt 1 viser dreietrykkssonderingen lav, tilnærmet konstant, bormotstand med dybden mellom ca. 1 og 6 m. Prøver tatt opp fra 4 til 6 m viser kun et tynt sjikt med

sprøbruddleire, hvor sensitivitet er målt til 24. Dreietrykkssondering i borpunkt 4, som ligger utfor ryggen noe sør for profilet, indikerer ikke sensitiv leire. Dreietrykks-sonderingene stopper i faste masser etter henholdsvis 13, 9 og 6 m fra vest (øverst) til øst (nederst).

Det er lagt inn et sandlag de øverste 1-2 m over et lag tørrskorpeleire. Dette er indikert av prøveserier i hull 1 og 3. I nedre del av skråningen er det antatt tørrskorpe ned til 2 m under terreng. Ryggen i profil 1 er antatt drenert ned til 4 m, og her er det lagt inn tørrskorpeleire ned til denne dybden. Grunnvannsstand er antatt i underkant av tørrskorpelaget, og det er antatt hydrostatisk poretrykksfordeling med dybden.

#### 4.1.2 *Totalspenningsanalyse*

Styrkeprofiler anvendt i beregningene er basert på CPTU- sondering i borhull 3, som ligger i den øvre slakere delen av sonen. Det er antatt overkonsolideringsforhold svarende til tidligere terrengnivå på kote 50, ca. 10 m høyere enn dagens terreng i øvre del av sonen (på slakt plata). I nedre del av skråning er det antatt tidligere terrengoverflate 20 m over dagens, og dette OCR-forholdet er anvendt for de to nederste styrkeprofilene.

Dybden i modellen er valgt til bunn av sonderingene (den dypeste om det er flere nær hverandre). Gammel dreietrykkssondering fra undersøkelser utført i 1988 (ref. 3) er boret til 24 m dyp og resultatet av denne boringen er også inkludert i vurderingen.

Mange dreietrykkssonderinger utført i sonen viser synkende/konstant bormotstand med dybden over flere meter, noe som normalt er forbundet med forekomst av kvikkleire/sprøbruddsleire. Til tross for dette tyder ikke lab resultatene fra de opptatte prøvene på at det finnes mektige lag av kvikkleire i sonen. I beregningene er det valgt å legge inn leire med sprøbuddsegenskaper i modellen der hvor dreietrykkssondering antyder kvikkleire og det ikke finnes prøver som avkrefter dette. Det er antatt et tynt lag sprøbruddsleire i skråningen som blir tykkere innenfor skråningskanten ved boring 1 og 1A. Dette tykkere kvikkleirelaget kunne i beregningsmodellen vært avbrutt av et 2 m tykt lag leire uten sprøbuddsegenskaper da sistnevnte boringer gir indikasjoner på dette 4 – 6 m under terreng. Dette er ikke gjort i modellen da det ikke har betydning for glideflaten i skråningen.

Beregnet materialfaktor for kritisk glideflate for dagens situasjon er 1,42 for sirkulær glideflate. Glideflaten er ca. 90 m lang og begynner ytterst på skråningskanten på ryggen øst for borhull 1. Glideflaten er ca. 10 m dyp, og går ned i morenelaget.

For plan utglidning langsetter bunn av antatt lag med sprøbruddsleire er beregnet materialfaktor 1.55, se beregningsresultat i tegning C1.

#### 4.1.3 *Effektivspenningsanalyse*

Effektive friksjonsparametere for leiren er valgt ut fra erfaringsverdier, da det ikke er utført triaksialforsøk i dette prosjektet.



Leire:  $c' = 3 \text{ kPa}$   $\varphi' = 27^\circ$   
Kvikkleire:  $c' = 2 \text{ kPa}$   $\varphi' = 27^\circ$

Beregnet materialfaktor for kritisk glideflate i drenert analyse er 1,57. Se resultatet av stabilitetsberegning for profil 1 i tegning C1.

## 4.2 Profil 2

Profil 2 ligger like sør for profil 1 og terrenget her er tilsvarende som i profil 1. Borhull 5 og 6 ligger oppå plataået, hull 6 nærmest skråningskanten. Skråningen nedenfor hull 6 er ca. 25 m høy, men det er fjell i dagen i den nedre bratte delen. Se profil 2 i tegning B1.

### 4.2.1 Lagdeling og parametervalg

Dreietrykkssondering i borhull 5 stopper i faste masser ca. 19 m under terreng, dvs. ca. kote 21. Sonderingen indikerer leire/silt fra 1 – 14 m under terreng. Fra 10 – 14 m under terreng (ca. kote 30 – 26) er det ingen økning i bormotstand med dybden, noe som kan indikere sprøbruddsmateriale. Dreietrykkssondering i borpunkt 6 stopper i faste masser ca. 13 m under terreng, tilsvarende kote 23. Det er liten økning i bormotstand mellom ca. kote 33 og 28. Dette laget er prøvetatt i hull 6 i den øvre og den nedre meteren. Laboratorieresultatene viser lite sensitiv siltig, sandig leire med omrørt skjærstyrke på 10, 11 og 19 kPa.

Skråningskanten er antatt drenert ned til 6 m under terreng, basert på poretrykksmåling 7 m under terreng i borhull 6.

### 4.2.2 Totalspenningsanalyse

Styrkeprofiler anvendt i beregningene er basert på CPTU-sondering i borhull 6, som ligger i den øvre slakere delen av sonen. Det er antatt overkonsolideringsforhold ca. 10 m høyere enn dagens på plataået i øvre del av sonen, med tidligere terrengnivå på kote 46. Det er lagt inn fjell i nedre del av profilet i modellen.

Beregnet materialfaktor for kritisk glideflate for dagens situasjon er 3,38. Glidesirkelen går ned til bunn av leirelaget, og er ca. 7 m dyp og 67 m lang. Den starter oppe ved bebyggelsen, bakenfor borhull 6, og går litt nedover den slake skråningen. Beregnet stabilitet i dette profilet er dermed god. Se resultat av utførte beregning i tegning C2.

### 4.2.3 Effektivspenningsanalyse

Effektive friksjonsparametere for leiren er valgt ut fra erfaringsverdier, da det ikke er utført triaksialforsøk i dette prosjektet.

Leire:  $c' = 3 \text{ kPa}$   $\varphi' = 27^\circ$

Beregnet materialfaktor for kritisk glideflate i drenert analyse er 4,34. Se resultatet av stabilitetsberegning for profil 2 i tegning C2.

#### **4.3 Revisjon av soneutbredelse og faregrad**

Beregningene viser at profil 2 har tilfredsstillende stabilitet og prøveresultater fra borhull 6 tyder på at det ikke finnes et sammenhengende kvikkleirelag i dette området.

Den bratte skråningen i profil 1 kommer ut med en beregnet materialfaktor for kritisk glideflate på 1,42. Dette betyr at området har høyere sikkerhet enn minstekravet for ny bebyggelse. Utbygging kan dermed skje så lenge det ikke forverrer stabiliteten i sonen.

Selv om ingen av prøveseriene som er tatt opp tyder på at det finnes et sammenhengende kvikkleirelag i grunnen, er det likevel antatt et slikt lag i beregningsmodellen på bakgrunn av sonderingsresultatene. Vi mener at de utførte grunnundersøkelsene ikke gir tilstrekkelig dokumentasjon av grunnforholdene til at kvikkleiresonen kan fjernes. Ved et større omfang av grunnundersøkelser er det mulig at sonen kan fjernes eller reduseres ytterligere.

I denne omgang er sonen foreslått redusert som vist i revidert soneutbredelse i kart i vedlegg E1. Faresonen er nå foreslått avsluttet mot bekken i nord, på bakgrunn av at det er fjell i dagen flere steder i øvre del, og at dreietrykksonderingen (borpkt. 2) i nedre del indikerer faste masser. Videre er sonen redusert mot sør, da dreietrykksonderingen sammen med prøveserien i punkt 6 indikerer at det ikke finnes sprøbruddsmateriale her. Det kan skje utglidning i skråningen i profil 1, og da vil et skred teoretisk kunne spre seg bakover som utstrekningen av faresonen antyder, forutsatt at det finnes et sammenhengende kvikkleirelag i grunnen slik det er antatt i beregningsmodellen. Ettersom sprøbruddsmateriale ikke kan utelukkes i punkt 3 eller 5, er disse områdene fortsatt inkludert i faresonen.

Det er gjort en ny evaluering av faregrad for kvikkleiresonen på bakgrunn av de nye opplysningene som har kommet fram fra grunnundersøkelsene som er utført i dette prosjektet. Etter ny evaluering går sonen Tagtvedt fra faregradscore 17 ned til 12 og beholder faregrad lav, se fullstendig vurdering i tabell 2.

Tabell 2 Evaluering av faregrad for sone 1259 Tagtvedt

<b>Faktorer</b>	<b>Eksisterende</b>	<b>Revidert</b>
<b>Tidligere skredaktivitet</b>	Lav	Lav
<b>Skråningshøyde (m)</b>	20 – 30	20 – 30
<b>Tidligere/nåværende terrengnivå (OCR)</b>	1,0 – 1,2	1,2 – 1,5
<b>Poretrykk</b>	Hydrostatisk	Hydrostatisk
<b>Kvikkleiremektighet</b>	H/2 – H/4	< H/4
<b>Sensitivitet</b>	30 – 100	20 – 30
<b>Erosjon</b>	Lite	Lite
<b>Inngrep</b>	Liten forbedring	Liten forbedring
<b>Score</b>	17	12
<b>Prosent</b>	33,3 %	23,5 %
<b>Faregrad</b>	Lav	Lav

## 5 Sone 1261 Fritzøehus Nordre

Hoveddelen av sonen ligger inne i Fritzøehus park, en privat park tilhørende Fritzøehus gård. I øvre del av sonen, på et slakt skrånende platå, ligger det flere boliger i vest, og nord i sonen ligger en kirke og kirkegård. Forøvrig er det ingen bebyggelse innenfor sonen. Boligfeltet ligger på ca. kote 110 og kirkegården på ca. kote 85 – 100. Herfra er det en bratt ravineskråning, hvor ravinebunnen ligger på kote 70 i vest, og kote 40 i øst. Skråningshøyden varierer mellom ca. 50 og 35 m i sonen. Det er utført grunnundersøkelser i åtte borpunkter i sonen i dette prosjektet, se borplan i vedlegg A2.

### 5.1 Profil 3

Skråningen fra kirkegården og ned i ravinen er ca. 50 m høy og har en helning på ca. 1:3,6. Det er totalt fem borpunkt i nærheten av profilet hvor det er utført tre totalsonderinger i øvre del, en dreietrykksondering og en CPTU i skråningen, og en dreietrykksondering og CPTU i bunn av profilet. Borede dybder ned til faste masser er 4 m under terreng i toppen av profilet, 20 m på skråningskanten, 15 m litt nede i skråningen og 9 m i bunnen av ravinen. Se profil 3 i tegning B2.

#### 5.1.1 Lagdeling og parametervalg

Opptatte prøver i borpunkt 8 viser meget sensitiv leire mellom 10 og 11 m. Ut fra dette, samt tolkning av dreietrykksondering, er det lagt inn et lag med sprøbuddsmateriale fra 8 – 14 m i modellen. Totalsondering i hull 7A viser ingen økning i motstand 12 – 19 m under terreng og det er derfor også antatt sensitiv leire i denne dybden. På toppen av profilet er det ikke antatt leire, da totalsondering i punkt 10 stopper i faste masser 4 m under terreng. Laget med sprøbruddmateriale er antatt å fortsette ned skråningen med en tykkelse på 4 – 5 m, og er ca. 3 m tykt i bunn av

skråningen. Gammel NGI sondering som er tatt lenger ned i skråningen er benyttet i tolkning av laggrenser og dybde til faste masser (ref. 3).

Grunnvannstand er antatt 2 m under terreng i punkt 8, i underkant av antatt tørrskorpelag, basert på poretrykksmålinger og dreietrykksondering i samme punkt.

### 5.1.2 Totalspenningsanalyse

Massene i øvre del av profilet har trolig vært overlagret av is under istiden, og det er antatt ca. 30 m tidligere overlaging ved borpunkt 8. Ved borpunkt 9, i bunn av ravinen, er det antatt ca. 35 m tidligere overlaging. Opprinnelig terrengnivå er derfor satt til kote +110 i øvre del av profilet, og +75 i nedre del. Styrkeprofil i øvre del av skråning er tolket ut fra CPTU i punkt 8 og styrkeprofil anvendt i bunn av ravinen er tolket ut fra CPTU i punkt 9.

Kritisk glideflate ligger i den øvre, bratteste delen av skråningen, fra skråningskanten ovenfor borpunkt 7A til like nedenfor borpunkt 8. Denne glideflaten går ned i sprøbruddsmateriale og har en beregnet materialfaktor på 0,91. Glideflaten er ca. 35 m lang og ca. 10 m dyp. En noe større glideflate som går fra skråningstoppen og ned til bunn av det sensitive laget har en beregnet materialfaktor på 1,05. Flaten er ca. 80 m lang og ca. 15 m dyp.

En plan utglidning langs kvikkleirelaget gjennom hele skråningen, fra skråningskanten ved boring 7A til bunn av skråningen ved boring 9, har en beregnet materialfaktor på 1,49. Det er således kun den øvre brattkanten som har marginal stabilitet. Se resultat av utførte beregning i tegning C3.

### 5.1.3 Effektivspenningsanalyse

Effektive friksjonsparametere for leiren er valgt ut fra erfaringsverdier, da det ikke er utført triaksialforsøk i dette prosjektet.

Leire:  $c' = 3 \text{ kPa}$       $\varphi' = 27^\circ$   
Kvikkleire:  $c' = 2 \text{ kPa}$       $\varphi' = 27^\circ$

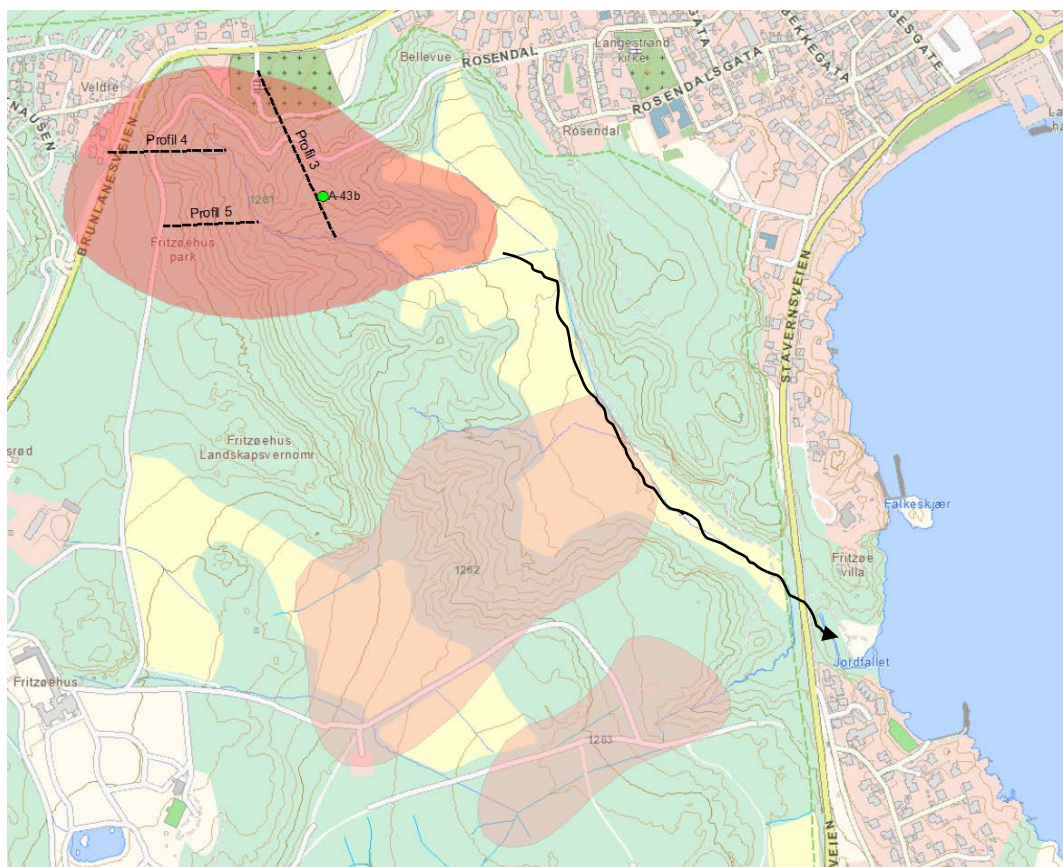
Beregnet materialfaktor for kritisk glidesirkel i drenert analyse er 0,94. Glidesirkelen ca. 60 m lang og ca. 10 m dyp, og befinner seg i øvre del av brattkanten. Se resultatet av stabilitetsberegning for profil 3 i tegning C3.

## 5.2 Profil 4 og 5

Skråningshøyden for den bratte delen av skråningen er ca. 35 m i profil 4 og ca. 45 m i profil 5. Helningen er ca. 1:3,5 og 1:2,5 for henholdsvis profil 4 og 5. Se tegning B2. Det er observert fjell i dagen flere steder rundt bebyggelsen vest for sonen, og det ble derfor utført totalsonderinger med fjellkontrollboringer nord i sonen for eventuelt å kunne avgrense sonen mot bebyggelsen.

Totalsonderingene viser faste masser, sannsynligvis morene, og stopper etter mellom 2 og 4 m i borhullene 10 – 14 i øvre vestlig del av sonen. Ettersom sonderingene ikke kom dypere ned ble det bestilt fjellkontrollboringer for å forsikre seg om at det ikke finnes sensitive lag under morenemassene. Fjellkontrollboringene antyder fjell etter 6,5 m under terreng i punkt 11 og etter 3,4 m under terreng i punkt 13. Dette tilsvarer fjellpåvisning ved henholdsvis kote ca. 102 og 104. Det er derfor liten fare for kvikkleireskred som påvirker boligfeltet vest i sonen, og det er ikke utført stabilitetsberegninger i profil 4 og 5.

Det kan finnes sensitiv leire lenger ned i ravineskråningen, og et kvikkleireskred her kan derfor ikke utelukkes. Et eventuelt kvikkleireskred (utenfor kirkegården) vil ha begrenset konsekvens da det ikke er noe bebyggelse for øvrig i sonen og heller ingen i utløpssonen til et eventuelt skred (se figur 7). Stavernveien ligger i potensiell utløpssone.



*Figur 7. Et kvikkleireskred i sonen Fritzøehus nordre vil potensielt kunne flyte ut i fjorden, men vil da følge terrenget og komme ut ved Jordfallet (se pil). I potensiell utløpssone er det ingen boliger, kun Stavernveien, og hendelsen vurderes derfor å ha begrenset konsekvens.*

### 5.3 Revisjon av soneutbredelse og faregrad

Det er den bratte øvre del av skråningen i profil 3 som har marginal stabilitet med materialfaktor rundt 1.00. Kirke og kirkegård vil således bli berørt av et kvikkleireskred i sonen. Øvrig bebyggelse på toppen av skråningen ligger på fjell. Soneutbredelse er derfor revidert og redusert mot vest, slik at boligfeltet i sin helhet nå ligger utenfor faresonen for kvikkleireskred. Se revidert soneutbredelse i kartvedlegg E2.

På bakgrunn av resultatene fra grunnundersøkelsene som er utført i dette prosjektet er det gjort en ny evaluering av faregrad for kvikkleiresonen. I den reviderte evalueringen havner sonen i fareklasse middels med faregradscore 19, se fullstendig vurdering i tabell 3.

Tabell 3 Evaluering av faregrad for sone 1261 Fritzøehus Park

<b>Faktorer</b>	<b>Eksisterende</b>	<b>Revidert</b>
<b>Tidligere skredaktivitet</b>	Lav	Lav
<b>Skråningshøyde (m)</b>	> 30	> 30
<b>Tidligere/nåværende terrengnivå (OCR)</b>	1,0 – 1,2	1,5 – 2,0
<b>Poretrykk</b>	Noe overtrykk, 0 – 10	Hydrostatisk
<b>Kvikkleiremektighet</b>	< H/4	< H/4
<b>Sensitivitet</b>	30 – 100	30 – 100
<b>Erosjon</b>	Noe	Noe
<b>Inngrep</b>	Ingen	Ingen
<b>Score</b>	26	19
<b>Prosent</b>	51,0	37,2
<b>Faregrad</b>	Høy	Middels

## 6 Sone 1266 Jordet

Kvikkleiresonen Jordet ligger ned mot Jordebukta i Larviksfjorden, og er avgrenset av fjell på begge sider (i nord og sør), hvor bergknatter stikker opp. Det ble utført sju dreietrykksonderinger i sonen i første runde, men da områdestabiliteten ble beregnet å være lav ( $F_c = 1,15$ ) ble det gjort ytterligere fire totalsonderinger i sonen for å undersøke om det var grunn til å fjerne noen konservative antakelser i beregningsmodellen. Borplan i vedlegg A3 viser alle utførte borer.

### 6.1 Profil 6

Profilen går fra vest mot øst, ned gjennom hele kvikkleiresonen på Jordestranda. Det er ca. 40 m høydeforskjell i profilen med en gjennomsnittlig skråningshelning på 1:12, se profil 6 i tegning B3. Alle sju dreietrykksonderinger i sonen skal være ført



ned til faste masser. Dybden til faste masser varierer fra ca. 5 til ca. 25 m i de utførte boringene.

I nedre del av sonen, mellom boring 19 og 20, ligger det fjell på begge sider som delvis avgrensar sonen i nedkant. Da dreietrykksonderingen i borhull 19 viste seg å være grunn, ble det bestilt totalsonderinger for å undersøke dybde til fjell. En grunn fjellterskel ved borpunkt 19 vil forbedre sonestabiliteten vesentlig, og målet var derfor å avdekke eventuell tilstedeværelse av en slik fjellterskel.

Totalsonderingen utført ved borpunkt 19 viste at det ikke er grunt til fjell her, men antyder sensitive masser 5 – 13 m under terreng, før den stopper på ca. 16 m dybde mot fjell/blokk. Totalsonderingen litt lenger ned i sonen, ved punkt 19C, viser seg derimot å være grunn og antyder mulig kvikkleirelag med tykkelse ca. 1,5 ned til 3 m under terreng, over meget faste masser.

#### *6.1.1 Lagdeling og parametervalg*

Opptatte prøver fra borhull 15, 18, 20, 21 og 22 viser leire med sprøbruddsegenskaper. Sonderingene i hull 17 og 22 antyder sensitiv leire 3 – 22 m under terreng. Det er i beregningene antatt sprøbruddleire i et lag som er ca. 4 m tykt i øvre del av sonen ved punkt 15, ca. 19 m tykt i midtre del ved punkt 17 og 22, og som så kiler ut til ca. 1,5 m tykkelse i nedre del, ved punkt 19C. Vurderingene er basert på resultater fra sonderinger samt prøveserier og valgt konservativt ut fra disse.

Det er satt ned poretrykksmålere i to dybder ved tre lokasjoner; øverst i sonen ved borhull 15, midt i sonen ved borhull 18 og nederst i sonen ved borhull 20. I beregningsmodellen er grunnvannsnivå satt til 3 m, 2 m og 1 m under terreng ved borpunkt 15, 18 og 20, altså i øvre, midtre og nedre del av sonen. Disse antagelsene er i basert på utførte poretrykksmålinger i hvert av borhullene, som er vist i figur 4 – 6.

#### *6.1.2 Totalspenningsanalyse*

For beregning av udrenert styrke er det antatt overkonsolideringsforhold med tidligere terrengnivå ca. 8-10 m høyere enn dagens i øvre del av profilet, på kote 45 ved borpunkt 15 og kote 30 ved borpunkt 18. I nedre del av profilet, ved borpunkt 20, er det antatt kun 2 m tidligere overlaging, med noe høyere styrke de øverste 5 meterne. Styrkeprofiler er basert på CPTU- sonderinger i punkt 15, 18 og 20. For vurdering av skjærstyrke i borpunkt 18 er også triaksialforsøk benyttet, utført av Noteby i 1994 (ref. 4).

Beregnet materialfaktor for kritisk glideflate for dagens situasjon er 1,27. Dette er en plan glideflaten som går langs bunnen av kvikkleirelaget. Den er ca. 200 m lang og ca. 20 m dyp i toppen (ved borpunkt 17) og ca. 5 m dyp i bunnen (ved borpunkt 19C). Sirkulær glideflate har beregnet materialfaktor på 1,28 og ha omtrent samme utstrekning som den plane, og går ned til bunn av leirelaget. Glidesirkelen er også ca. 200 m lang og 20 m dyp. Se resultat av utførte beregninger i tegning C4.



### 6.1.3 Effektivspenningsanalyse

Effektive friksjonsparametere for leiren er valgt ut fra resultat av fire triaksialforsøk utført av Noteby i 1994, se ref. /4/.

Leire:  $c' = 5 \text{ kPa}$   $\varphi' = 28^\circ$   
Kvikkleire:  $c' = 5 \text{ kPa}$   $\varphi' = 28^\circ$

Beregnet materialfaktor for kritisk glidesirkel i drenert analyse er 2,54. Glidesirkelen er ca. 140 m lang og går ned til bunn av kvikkleirelaget på ca. 12 m dyp. Se resultat av utførte beregninger i tegning C4.

## 6.2 Profil 7

Profilen går nord – sør, fra øvre del av sonen og ned i en bekkeravine som avgrensner sonen i sør. Total høydeforskjell er 8 m og gjennomsnittshelningen er 1:3. Det er fjell i dagen på toppen av den sørlige skråningen (ved bebyggelsen), og derfor er kun nordlig skråning beregnet mhp. skråningsstabilitet. Se profil 7 i tegning B3.

### 6.2.1 Lagdeling og parametervalg

Valgte styrkeprofiler baserer seg på grunnundersøkelser utført i borpunkt 15, i toppen av skråningsprofilen, hvor det foreligger dreietrykkssondering, CPTU, en prøveserie og poretrykksmålinger. Dataene er tolket på samme måte som for borehull 15 i profil 6, og de samme parameterverdier er anvendt i analysen.

### 6.2.2 Totalspenningsanalyse

Opprinnelig terreng er tolket å ha ligget 10 m høyere enn dagens i toppen av skråningen (ved borpunkt 15). Det samme styrkeprofilen er brukt alle steder langs profilen, da det ikke er grunn til å anta høyere styrke i bunn av ravinen, basert på triaksialforsøk utført av Noteby i samme skråning litt lenger ned i sonen (ref. /4/). Styrkeprofiler er basert på CPTU- sonderinger i borehull 15.

Beregnet materialfaktor for kritisk glideflate for dagens situasjon er 1,34. Glideflaten er 20 m lang og går ned til bunn av antatt kvikkleirelag, ca. 2 m under terreng i bunn av bekkeravinen. Kritisk glideflate strekker seg nesten bak til borpunkt 15, omtrentlig på linje med garasjen som ligger her. Det er antatt forholdsvis grunt til fjell i bunn av bekkeravinen, da det er observert fjell i dagen i sørøstlig del av ravinen 15 – 20 m nedenfor profilen. Dybde til fjell i skråningen og bunn av bekkeravinen er uvisst, og kan derfor skille seg fra dybden antatt i beregningene. Se resultat av utførte beregning i tegning C5.

### 6.2.3 Effektivspenningsanalyse

Effektive friksjonsparametere for leiren er valgt ut fra resultat av fire triaksialforsøk utført av Noteby i 1994, se ref. /4/.

Leire:  $c' = 5 \text{ kPa}$   $\varphi' = 28^\circ$   
Kvikkleire:  $c' = 5 \text{ kPa}$   $\varphi' = 28^\circ$

Beregnet materialfaktor for kritisk glidesirkel i drenert analyse er 1,64. Se resultat av utførte beregninger i tegning C5.

### 6.3 Profil 8

Profil 8 ligger noe lenger øst (nærmere stranden) enn profil 7. Profilet går ned skråningen til den samme bekken som i profil 7. Høydeforskjell er ca. 6 m og skråningshelning er i gjennomsnitt ca. 1:3. Se profil 8 i tegning B3.

Det var en utglidning her i 1994, og i etterkant av skredet ble det utført grunnundersøkelser, stabilitetsberegninger og tiltaksvurderinger av Noteby (ref. 4). Sonderinger, prøveserie og triaksialforsøk er benyttet som grunnlagsdata i disse beregningene. Det er fjell i dagen ved hus på sørsiden av profil 8.

#### 6.3.1 Lagdeling og parametervalg

Valgte styrkeprofiler baserer seg på grunnundersøkelser utført i borpunkt 18, i toppen av skråningsprofilet, hvor det foreligger dreietrykksondering, CPTU-sondering og poretrykkmålinger. Dataene er tolket på samme måte som for borehull 18 i profil 6, og de samme parameterverdier er anvendt i analysen. Triaksialforsøk utført av Noteby i 1994 er anvendt for vurdering av styrkeprofil (ref. 4). Samme styrkeprofilet er brukt for hele skråningen, da utførte triaksialforsøk viser at det ikke er grunn til å anta høyere styrke i bunn av ravinen.

#### 6.3.2 Totalspenningsanalyse

I toppen av skråning (ved borpunkt 18) er opprinnelig terreng tolket å ha ligget på kote 30, nesten 10 m høyere enn dagens terreng.

Beregnet materialfaktor for kritisk glideflate for dagens situasjon er 1,76, og stabiliteten er dermed tilfredsstillende. Se resultat av utførte beregning i tegning C6.

#### 6.3.3 Effektivspenningsanalyse

Effektive friksjonsparametere for leiren er valgt ut fra resultat av fire triaksialforsøk utført av Noteby i 1994, se ref. /4/.

Leire:  $c' = 5 \text{ kPa}$   $\varphi' = 28^\circ$   
Kvikkleire:  $c' = 5 \text{ kPa}$   $\varphi' = 28^\circ$

Beregnet materialfaktor for kritisk glidesirkel i drenert analyse er 1,80. Se resultat av utførte beregninger i tegning C6.

## 6.4 Profil 9

Profil 9 ligger i strandsonen, fra borpunkt 19 og ut i Larviksfjorden til Kaffiholmen. Sjøbunnskoter er mottatt fra NVE. Det er langgrunt utenfor kvikkleiresonen Jordet og totalhelningen for profil 9 er 1:18. Fra toppen av profilet og ned til strandkanten er høydeforskjellen 13 m og helningen 1:10,5. Se profil 9 i tegning B3.

### 6.4.1 Lagdeling og parametervalg

Sonderinger i hull 19 og 20 antyder sensitive masser ned til ca. 12 m under terreng, mens sondering i hull 19 C, som ligger midt mellom de to sistnevnte borpunkt, viser faste masser 3 m under terreng. I beregningsmodellen er det derfor lagt inn et tynt lag kvikkleire midt i profilet, og et tykkere lag i øvre og nedre del.

Valgte styrkeprofil baserer seg på grunnundersøkelser utført i borpunkt 18 og 20, hvor det foreligger dreietrykkssondering, CPTU, prøveserie og poretrykksmåliger i hvert av punktene. CPTU-ene er tolket på samme måte som i profil 6, og de samme parameterverdier er anvendt i analysen.

### 6.4.2 Totalspenningsanalyse

Opprinnelig terreng er tolket å ha ligget 2 m høyere enn dagens i strandsonen ved borhull 20. Styrkeprofil i punkt 20 er basert på CPTU-sonderinger i borhull 20. Det er antatt noe høyere overlaging i punkt 19, og derfor noe høyere styrke. Strykeprofil i punkt 19 er basert på CPTU-sonderinger i borhull 18 og 20.

Ettersom det er faste masser på 3 m dyp midt i profilet er stabiliteten av øvre og nedre del av skråningsprofilet beregnet hver for seg. Resultatet viser at kritisk glideflate ned i kvikkleire i øvre del av skråningen har en materialfaktor på 1,55, og at nedre del av skråningen har en materialfaktor på 2,22. Strandsonestabiliteten viser deg derfor å være god. Se resultat av utførte beregning i tegning C7.

### 6.4.3 Effektivspenningsanalyse

Effektive friksjonsparametere for leiren er valgt ut fra resultat av fire triaksialforsøk utført av Noteby i 1994, se ref. /4/.

Leire:  $c' = 5 \text{ kPa}$   $\varphi' = 28^\circ$   
Kvikkleire:  $c' = 5 \text{ kPa}$   $\varphi' = 28^\circ$

Beregnet materialfaktor for kritisk glidesirkel ned i kvikkleire for øvre del av skråningen er 2,78, og for nedre del av skråningen er materialfaktor 5,16. Se resultat av utførte beregninger i tegning C7.

## 6.5 Forslag til stabiliserende tiltak

Det er begrensede muligheter for stabilitetsforbedrende tiltak i denne sonen. Det vil være mulig å stabilisere grunnen ved bruk av kalk-sement peler, men dette er et

omfattende, dyrt og vanskelig tiltak. Totalsonderingen i punkt 19C antyder morenemasser 3 m under terreng, og dette gjorde at kritisk glidesirkel ble noe kortere og beregnet områdestabilitet øket dermed fra 1,15 til 1,27. For å redusere muligheten for utløsning av et skred i sonen foreslår vi å erosjonssikre bekken som går gjennom sonen i sør. Steinsetting av bekkeløpet er et forholdsvis enkelt tiltak som vil virke gunstig inn på skråningsstabiliteten i bekkeravina.

## 6.6 Revisjon av soneutbredelse og faregrad

Foreslått ny soneutbredelse er vist på kart i vedlegg E3. Det er kun gjort en liten endring i utstrekningen av kvikkleiresonen på bakgrunn av observert fjell i dagen i nord og sør i nedre del av sonen, ved boring 19C.

Det er gjort en ny evaluering av faregrad for kvikkleiresonen på bakgrunn av de nye opplysningene som har kommet fram fra grunnundersøkelsene som er utført i dette prosjektet. Den nye evalueringen viser at sonen Jordet oppnår tilnærmet lik faregradscore som tidligere og beholder beholderfaregrad middels, se fullstendig vurdering i tabell 4.

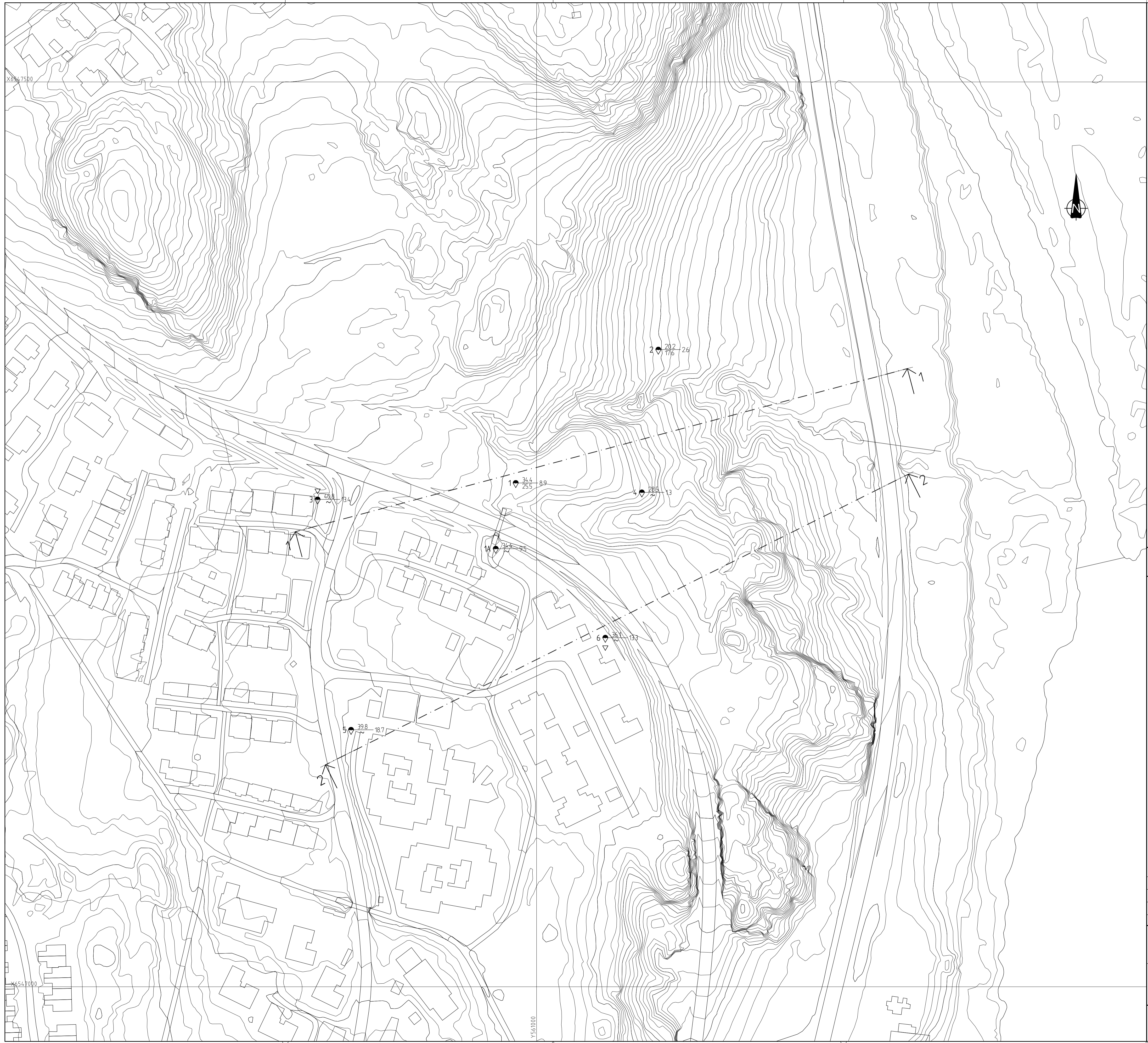
Tabell 4 Evaluering av faregrad for sone 1266 Jordet

<b>Faktorer</b>	<b>Eksisterende</b>	<b>Revidert</b>
<b>Tidligere skredaktivitet</b>	Lav	Lav
<b>Skråningshøyde (m)</b>	> 30	> 30
<b>Tidligere/nåværende terrengnivå (OCR)</b>	1,0 – 1,2	1,2 – 1,5
<b>Poretrykk</b>	Hydrostatisk	Hydrostatisk
<b>Kvikkleiremektighet</b>	H/2 – H/4	H/2 – H/4
<b>Sensitivitet</b>	30 – 100	> 100
<b>Erosjon</b>	Lite	Lite
<b>Inngrep</b>	Ingen	Ingen
<b>Score</b>	22	21
<b>Prosent</b>	43,1	41,2
<b>Faregrad</b>	Middels	Middels

## 7 Referanser

- 1 NGI, 2011. *Geoteknisk utredning av kvikkleiresonene 1259 Tagtvedt, 1261 Fritzøehus Nordre og 1266 Jordet i Larvik kommune*. Rapport 20110548-00-3-TN. Rev. 01 av 19. september 2011
- 2A GeoStrøm AS, 2012. *Grunnundersøkelser i kvikkleiresonene 1259 Tagtvedt, 1261 Fritzøehus Nordre og 1266 Jordet. Supplerende grunnundersøkelser og geoteknisk rapport*. Rapport 667/1 av 22. mai 2012.
- 2B GeoStrøm AS, 2013. *Supplerende grunnundersøkelser i kvikkleiresonene 1259 Tagtvedt og 1266 Jordet*. Rapport 667/R4 av 27. september 2013.
- 3 NGI, 1988. *Kartlegging av områder med potensiell fare for kvikkleireskred. Rapporten omfatter kartbladet Sandefjord, M = 1:50 000*. Rapport 83073-1 av 1. juli 1988.
- 4 Noteby, 1994. *Ras på Holmejordet, Brunlanes. Grunnundersøkelser. Stabilitetsberegninger. Tiltaksvurderinger*. Rapport 33566-1 av 7. november 1994.
- 5 NVE, 2011. *Retningslinjer nr. 2-2011. Flaum- og skredfare i arealplanar*. Revidert 15. april 2011. ISSN: 1501-9810
- 6 Ladd, C. C. and R. Foott, 1974. *New design procedure for stability of soft clays*. *Journal of the geotechnical engineering division, ASCE*, Vol. 100, No. GT7, July, pp. 763-786.





**FORKLARINGER:**

- Dreiesondring
- Enkel sondering
- ▽ Trykksondring
- ☆ Fjellkontrollboring
- ⬇ Dreietrykksondring
- ⊕ Totalsondring
- ⊙ Prøveserie
- Prøvegrøp
- +
- ⊖ Poretrykksmåling
- ⚡ Fjell i dagen

Borhull nr.  $\frac{\text{Terreng (bunn) kote}}{\text{Antall fjellkote}}$  Boret dybde + (boret i fjell)

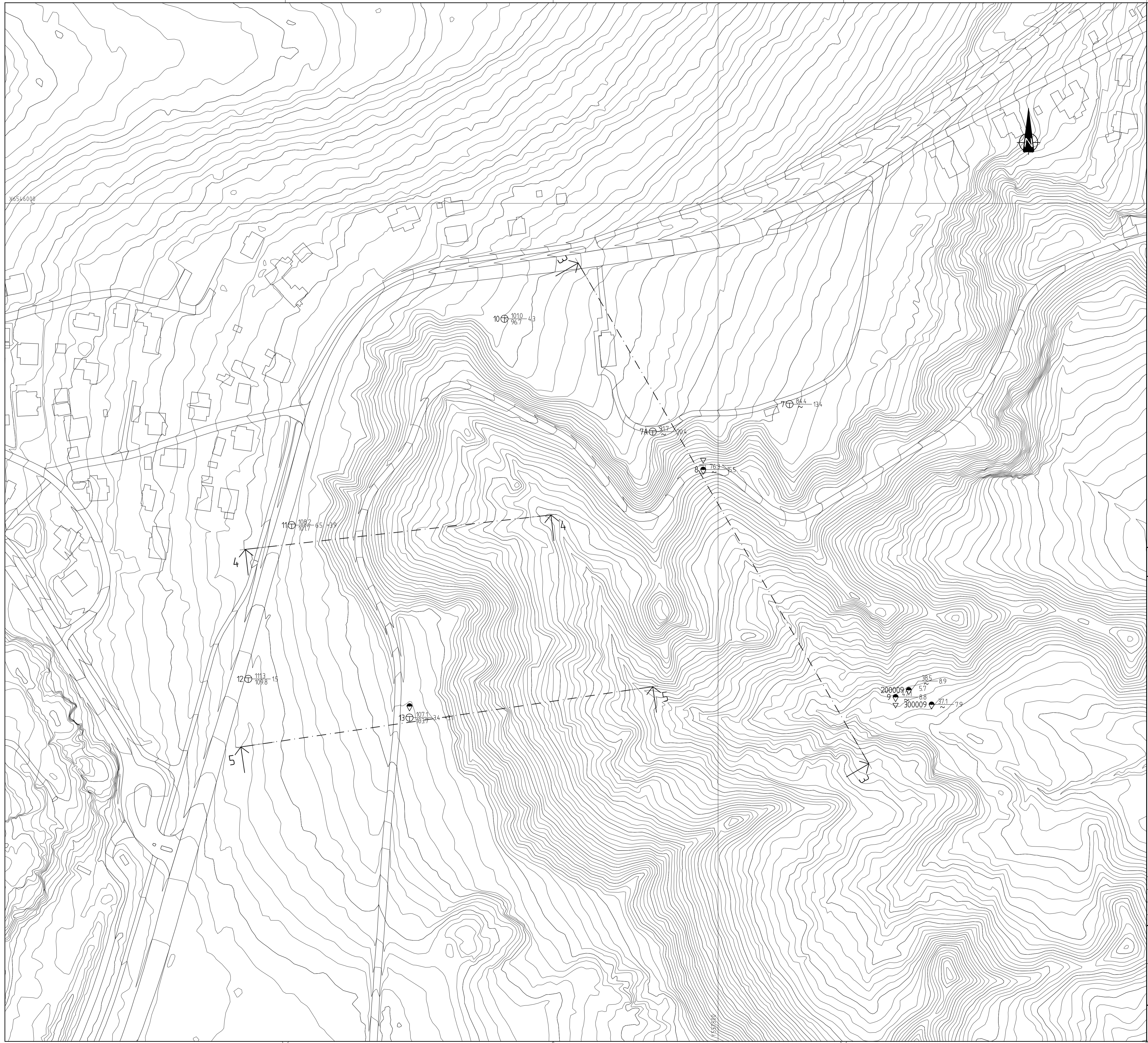
Tegningstittel:	Tegningnr.:	Rev.:
Borplan	A1	

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontroll.	Godkjent
	Borplan og beregningsprofiler Sone 1259 Tagtvedt	19.09.2012	K JA	HHH	OAH

Borplan	11000	
NGI Sognsveien 72 - PO Box 3930 Ullevål Stadion NO-0806 Oslo, Norway T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48 www.ngi.no	Dato: 19.09.2012 Oppdragsnr: 20110548	Konstr./Tegnet: K JA Tegningnr: A1





**FORKLARINGER:**

- Dreiesondring
- Enkel sondring
- ▽ Trykksondring
- ☆ Fjellkontrollboring
- ⬇ Dreietrykksondring
- ⊕ Totalsondring
- ⊙ Prøveserie
- Prøvegrøp
- +
- ⊖ Poretrykksmåling
- ⚡ Fjell i dagen

Borhull nr.  $\frac{\text{Terreng (bunn) kote}}{\text{Antall fjellkote}}$  Boret dybde + (boret i fjell)

Tegningstittel: <b>Borplan</b>	Tegningsnr.: <b>A2</b>	Rev.
-----------------------------------	---------------------------	------

Rev. Beskrivelse	Dato	Tegn. Kontr. Godk.
<b>Borplan og beregningsprofiler</b> <b>Sone 1261 Fritzøehus Nordre</b>		
Status Original format A-1 Tegningens tittel 010_011_012 Borplaner.dwg NB: Bestikk		
Borplan	11000	
NGI Sognsveien 72 - PO Box 3830 Ullevål Stadion NO-0806 Oslo, Norway T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48 www.ngi.no	Dato 19.09.2012 Oppdragsnr. <b>20110548</b>	Karakt. / Tegnet K J A Tegningens <b>A2</b>
	Kontrollert HHH	Godkjent OAH





**FORKLARINGER:**

- Dreiesondring
- Enkel sondring
- ▽ Trykksondring
- ☆ Fjellkontrollboring
- ⬇ Dreietrykksondring
- ⊕ Totalsondring
- ⊙ Prøveserie
- Prøvegrøp
- +
- ⊖ Poretrykksmåling
- ⚡ Fjell i dagen

$\frac{\text{Terreng (bunn) kote}}{\text{Antall fjellkote}}$  Boret dybde + (boret i fjell)



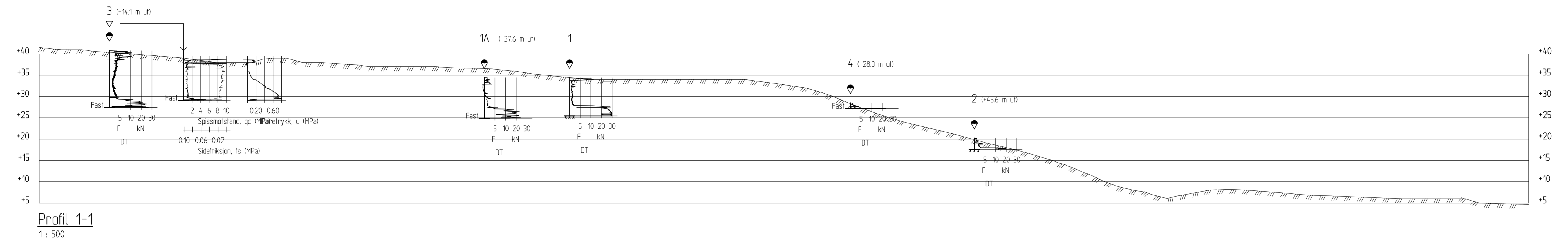
Tegningstittel: <b>Borplan</b>	Tegningsnr.: <b>A3</b>	Rev.
-----------------------------------	---------------------------	------

--	--	--

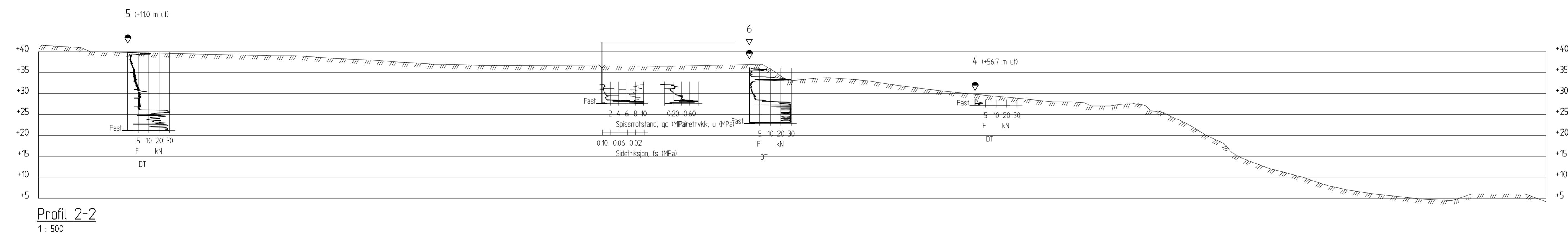
Rev. Beskrivelse <b>Borplan og beregningsprofiler</b> <b>Sone 1266 Jordet</b>	Status Original format A-1 Tegningens linenum 010_011_012 Borplaner.dwg NBesctak	Dato 19.09.2012 Tegningsnr. <b>20110548</b>
Borplan	Skala <b>1:1000</b>	
NGI Sognsveien 72 - PO Box 3830 Ullevål Stadion NO-0806 Oslo, Norway T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48 www.ngi.no	Dato 19.09.2012 Oppdragsnr. <b>20110548</b>	Karakt. / Tegnet K JA Tegningens <b>A3</b>
Godkjent OAH	Godkjent HHH	Godkjent Rev.

- FORKLARINGER:**
- Dreiesonering
  - Enkel sonering
  - ▽ Trykksonering
  - ⊛ Fjellkontrollboring
  - Dreielektrisksonering
  - ⊕ Totalsonering
  - ⊙ Prøveserie
  - Prøvegrop
  - + Vingeboring
  - ⊖ Poretrykksmåling
  - ⋈ Fjell i dagen

Borhull nr.  $\frac{\text{Terreng (bunn) kote}}{\text{Antall fjellkote}}$  Boret dybde + (boret i fjell)




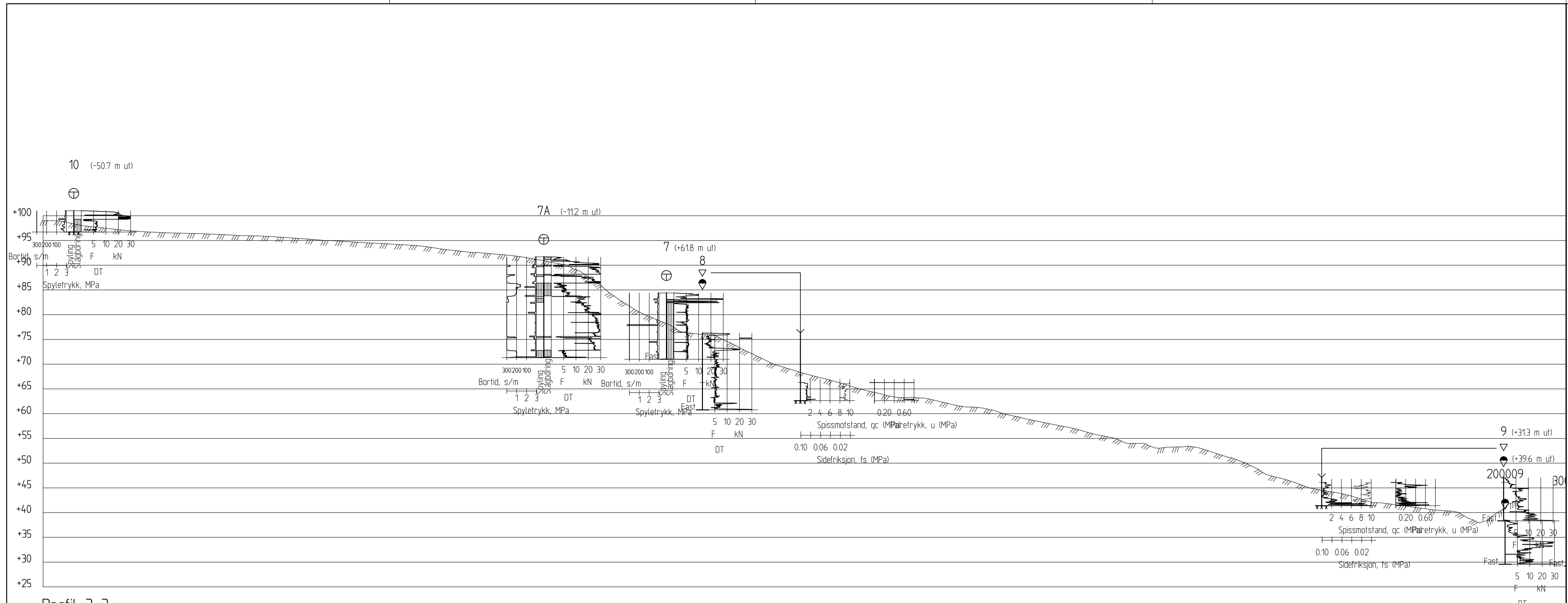
Profil 1-1  
1: 500



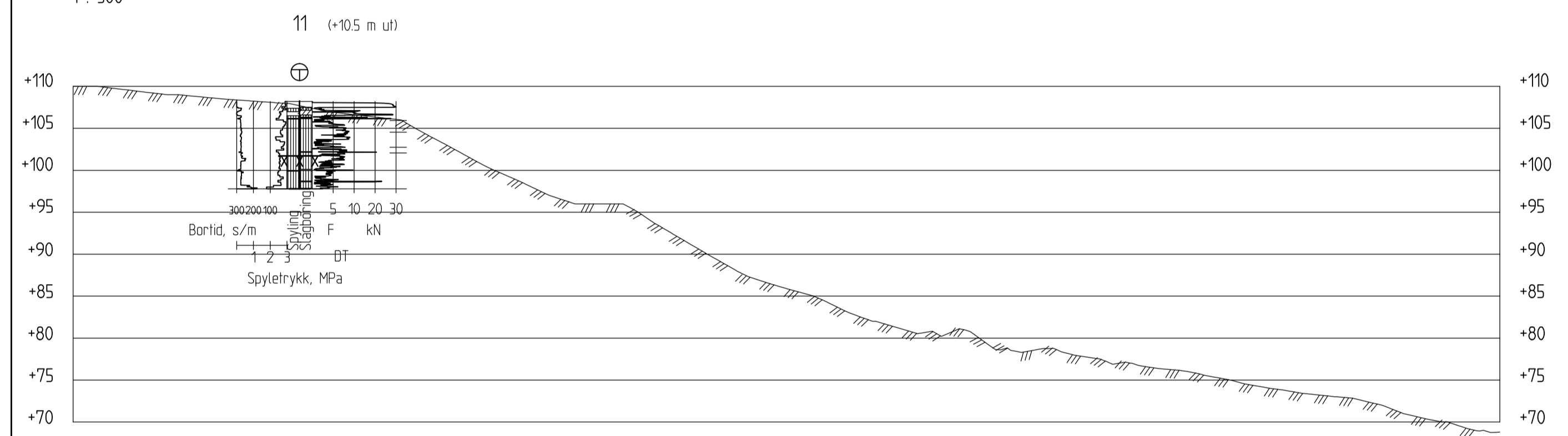
Profil 2-2  
1: 500

Figurstatus:	Figurtype:	Rev:
Profil 1 og 2	B1	

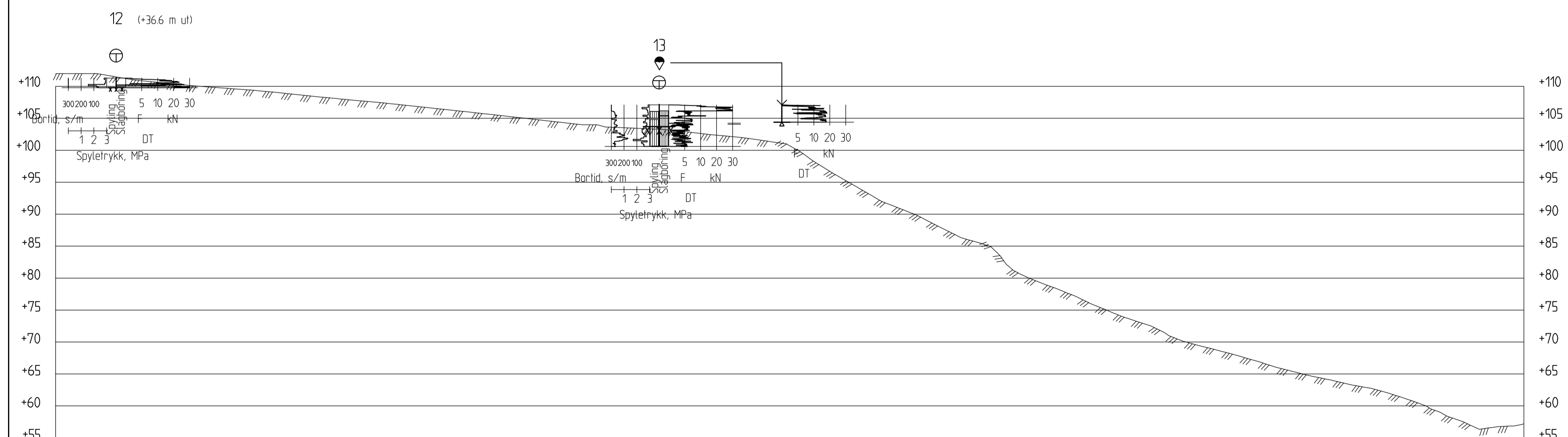
Rev:	Bekr. dato:	Dato:	Tagg:	Kontroll:	Godek:
<b>Beregningsprofiler og sonderinger</b> <b>Sone 1259 Tagtvedt</b>					Status: Original format A-1 Tegningsnivå: 100 - 101 - 102 Profiler 1-5 Målestokk: 1500 
Profil 1 og 2					NGI Sognsveien 72 - PO Box 3830 Ullevål Stadion NO-0806 Oslo, Norway T: (+47) 22 02 20 00 F: (+47) 22 23 04 48 www.ngi.no
Dato: 19.09.2012 Oppravn:		Kontroll/tegner: KJA Tegning: HHH		Godek: DAH Rev:	
20110548		B1			



Profil 3-3  
1 : 500



Profil 4-4  
1 : 500




Profil 5-5  
1 : 500

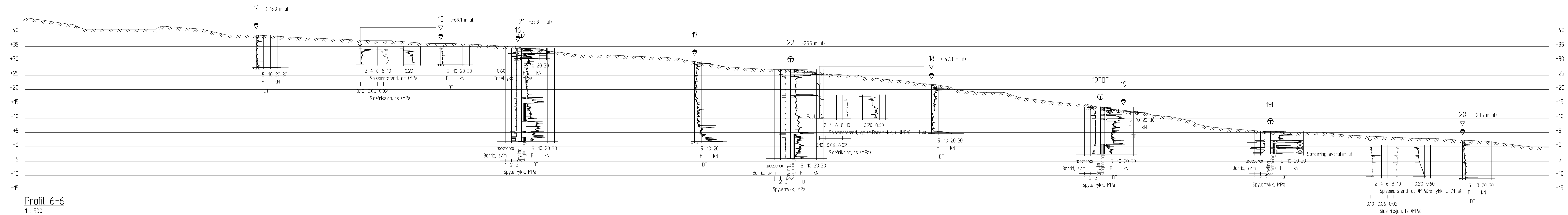
- FORKLARINGER:**
- Dreiesonering
  - Enkelt sonering
  - ▽ Trykksonering
  - ☆ Fjellkontrollboring
  - ⬇ Dreietrykksonering
  - ⊕ Totalsonering
  - ⊙ Prøveserie
  - Prøvegrøp
  - ⊕ Vingeboring
  - ⊖ Poretrykksmåling
  - ⚡ Fjell i dagen

Borhull nr.  $\frac{\text{Terreng (bunn) kote}}{\text{Antall fjellkote}}$  Boret dybde + (boret i fjell)

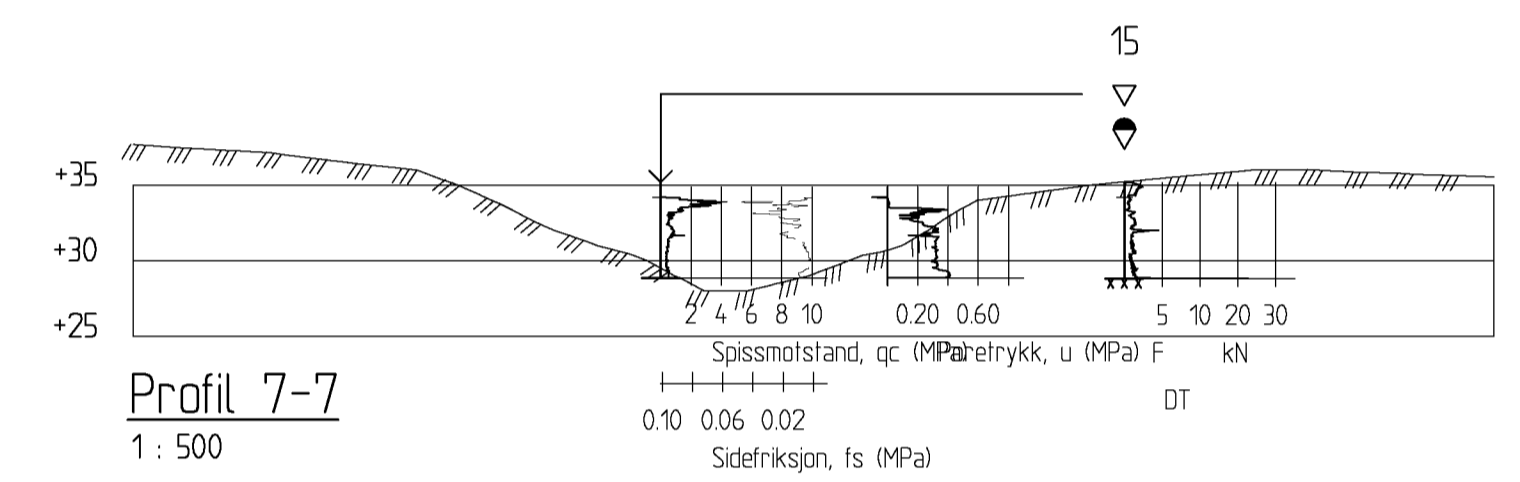
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegningsnr.	Rev.
	Profiler 3, 4, og 5		101	

<b>Borplan og beregningsprofiler</b> <b>Sone 1261 Fritzøehus Nordre</b>		Status Original format A-1 Tegningens linenum 100_101_102 Profiler 1-9 NB: Bestikk	
Profil 3, 4 og 5		1500 	
NGI Sognsveien 72 - PO Box 3830 Ullevål Stadion NO-0806 Oslo, Norway T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48 www.ngi.no	Dato 19.09.2012 Oppdragsnr. 20110548	Karakt. / Tegnet K J A Tegningsnr. B2	Kontrollert HHH Godkjent OAH Rev.

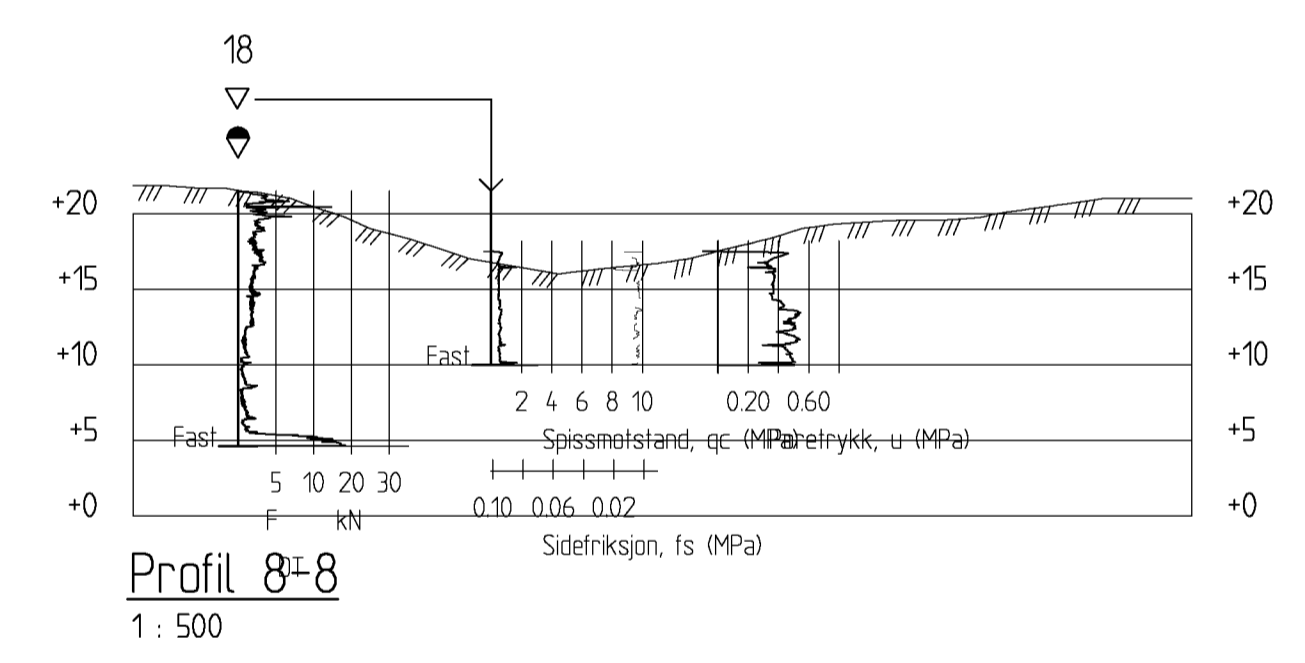




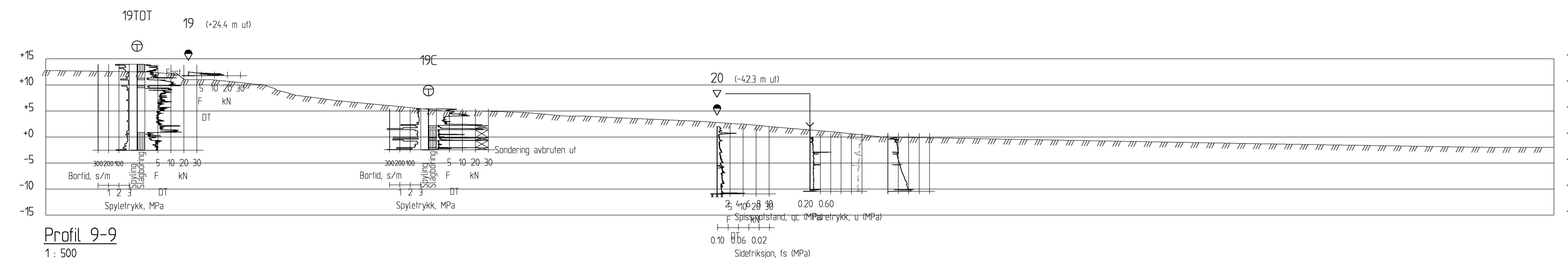
Profil 6-6  
1: 500



Profil 7-7  
1: 500



Profil 8-8  
1: 500



Profil 9-9  
1: 500

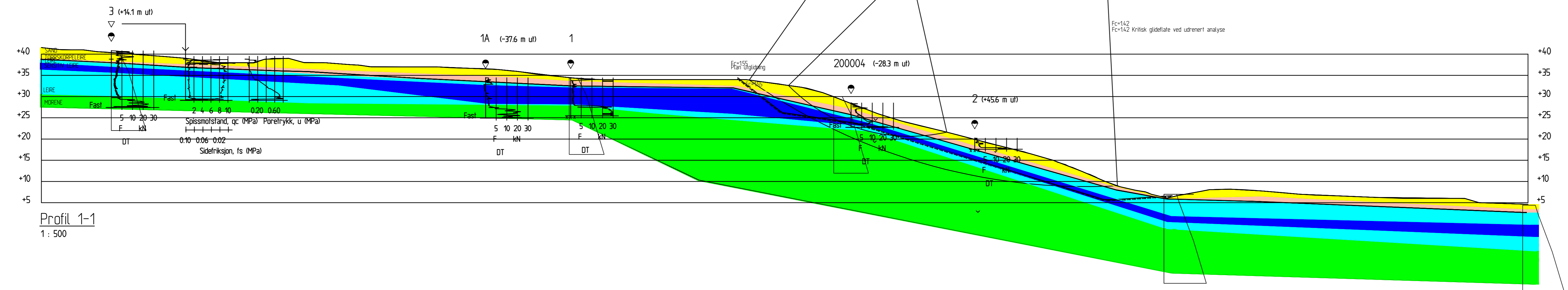
- FORKLARINGER:**
- Dreiesondering
  - Enkelt sondering
  - ▽ Trykksondering
  - ☆ Fjellkontrollboring
  - ⊕ Dreielektrisksondering
  - ⊕ Totalsondering
  - ⊕ Prøveserie
  - Prøvegrop
  - + Vingeboring
  - ⊕ Poretrykksmåling
  - ⊕ Fjell i dagen

Borhull nr.: Terreng (bunn) kote  
Aniatt fjellkote Boret dybde • (boret i fjell)

Profil 6, 7, 8, og 9	B3	
----------------------	----	--

Beregningsprofiler og sonderinger  
Sone 1266 Jordet

Profil 6, 7, 8 og 9



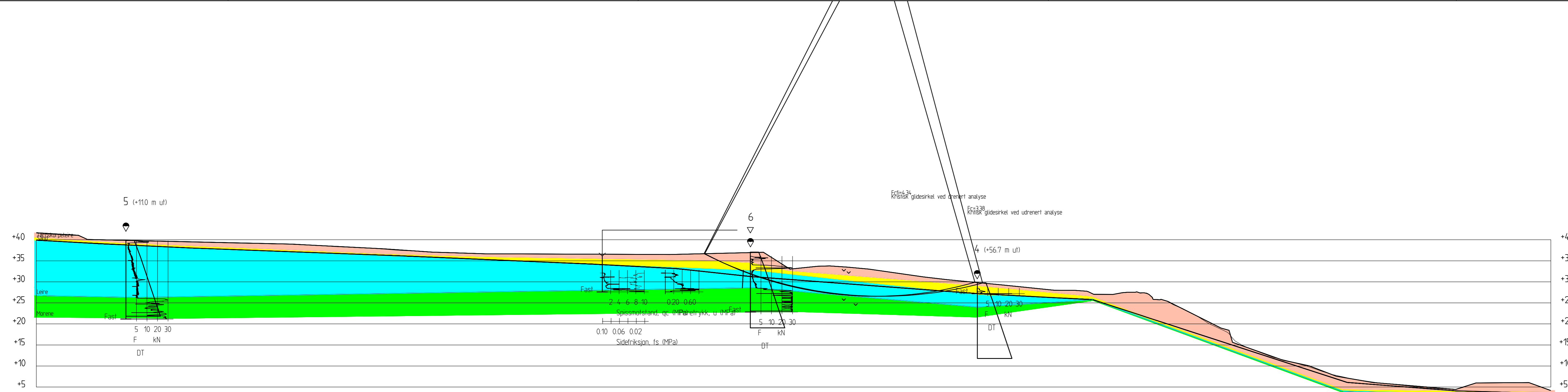
Profil 1-1  
1 : 500

- FORKLARINGER:**
- Dreiesonering
  - Enkel sonering
  - ▽ Trykksonering
  - ☆ Fjellkontrollboring
  - ◆ Dreietrykksonering
  - ⊕ Totalsonering
  - ⊙ Prøveserie
  - Prøvegrop
  - + Vingeboring
  - ⊖ Poretrykksmåling
  - ⌘ Fjell i dagen

Borhull nr.          Terreng (bunn) kote          Boret dybde + (boret i fjell)           
 Antatt fjellkote         

**HENVISNINGER:**  
 Tegning A1 Borplan sone 1259, Tagtvedt

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
<b>NVE, REGION SØR</b> Geoteknisk utredning av kvikkleiresone 1259 Tagtvedt		Status Original format A-3.0 Tegningens filnavn TAGTVEDT_PROFIL-1.dwg Målestokk 1500			
Stabilitetsberegninger Profil 1					
NGI Sognsveien 72 - PO Box 3930 Ullevål Stadion NO-0806 Oslo, Norway T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48 www.ngi.no		Dato 30.09.2013 Oppdragsnr. 20110548	Konstr./Tegnet HHH Tegningsnr. C1	Kontrollert BGK	Godkjent OAH



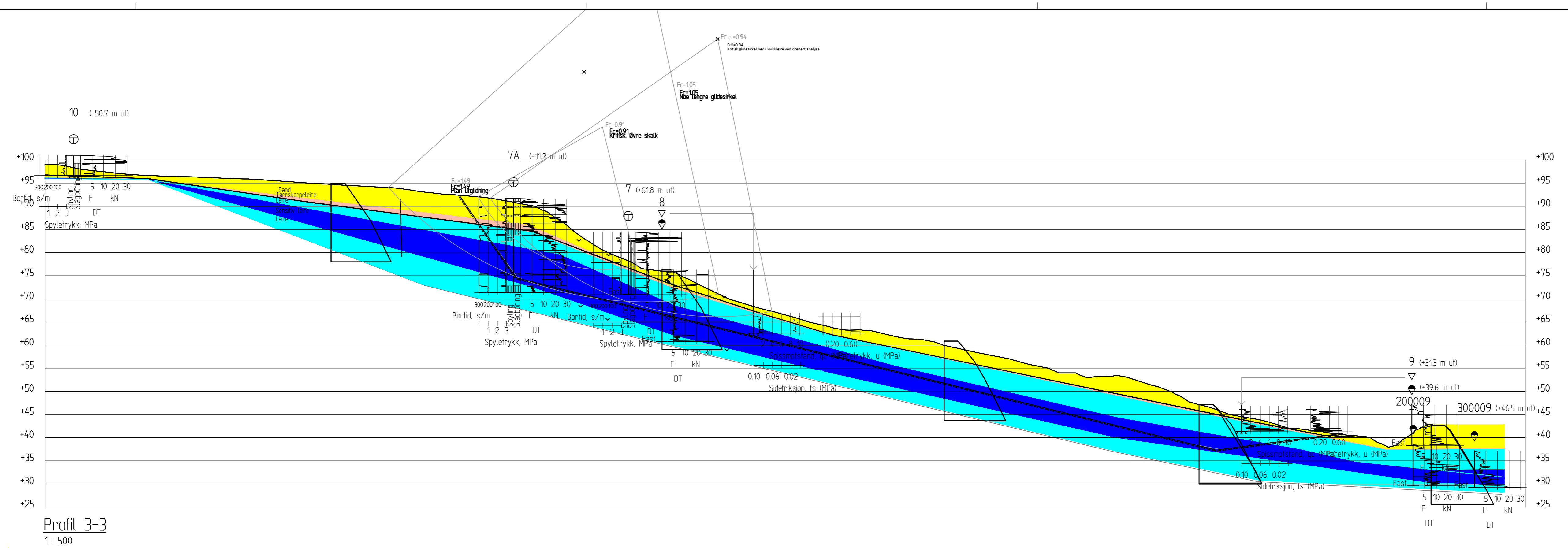
Profil 2-2  
1 : 500

- FORKLARINGER:**
- Dreiesondring
  - Enkel sondring
  - ▽ Trykksondring
  - ☆ Fjellkontrollboring
  - ◆ Dreielekksondring
  - ⊕ Totalsondring
  - ⊙ Prøveserie
  - Prøvegrop
  - + Vingeboring
  - ⊖ Poretrykksmåling
  - ⋈ Fjell i dagen

Borhull nr.  $\frac{\text{Terreng (bunn) kote}}{\text{Antatt fjellkote}}$  Boret dybde + (boret i fjell)

**HENVISNINGER:**  
Tegning A1 Borplan sone 1259, Tagtvedt

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
<b>NVE, REGION SØR</b> Geoteknisk utredning av kvikkleiresone 1259 Tagtvedt		Status Original format A-3.0 Tegningens filnavn TAGTVEDT_PROFIL-2.dwg Målestokk			
Stabilitetsberegninger Profil 2		1500			
NGI Sognsveien 72 - PO Box 3930 Ullevål Stadion NO-0806 Oslo, Norway T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48 www.ngi.no		Dato 30.09.2013 Oppdragsnr. 20110548	Konstr./Tegnet HHH Tegningsnr. C2	Kontrollert BGK	Godkjent OAH



Profil 3-3  
1: 500

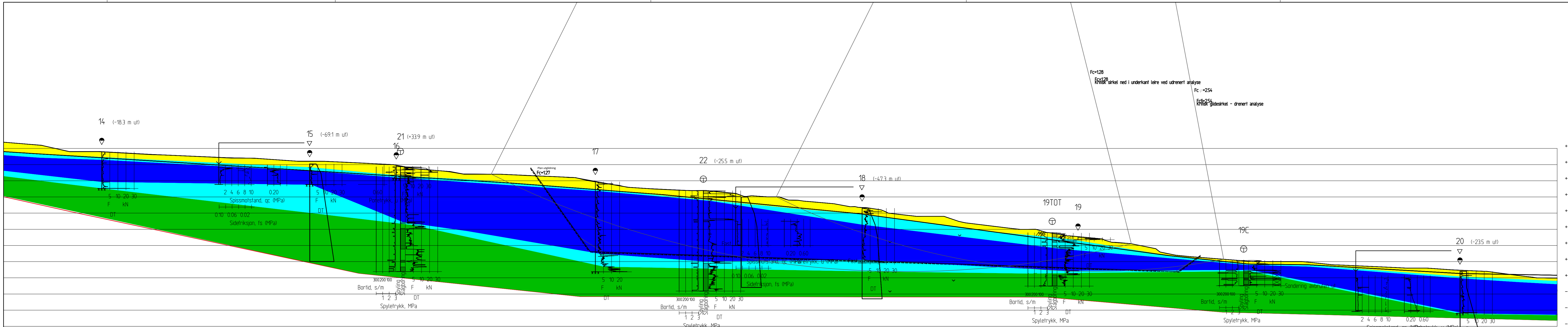
- FORKLARINGER:**
- Dreiesondring
  - Enkel sondring
  - ▽ Trykksondring
  - ☆ Fjellkontrollboring
  - ◆ Dreieltrykksondring
  - ⊕ Totalsondring
  - ⊙ Prøveserie
  - Prøvegrop
  - + Vingeboring
  - ⊖ Poretrykksmåling
  - ⚡ Fjell i dagen

Borhull nr. \_\_\_\_\_ Terrang (bunn) kote \_\_\_\_\_ Boret dybde + (boret i fjell) \_\_\_\_\_  
Antatt fjellkote \_\_\_\_\_

**HENVISNINGER:**  
Tegning A2 Borplan sone 1261, Fritzøehus nordre

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
<b>NVE, REGION SØR</b> Geoteknisk utredning av kvikkleiresone 1261 Fritzøehus nordre		Status Original format A-3.0 Tegningens filnavn fritzøehus-profil-3.dwg Målestokk 1500			
Stabilitetsberegninger Profil 3					
NGI Sognsveien 72 - PO Box 3930 Ullevål Stadion NO-0806 Oslo, Norway T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48 www.ngi.no		Dato 30.09.2013 Oppdragsnr. 20110548	Konstr./Tegnet HHH Tegningsnr. C3	Kontrollert BGK	Godkjent OAH





Profil 6-6  
1 : 500

- FORKLARINGER:**
- Dreiesonering
  - Enkel sonering
  - ▽ Trykksonering
  - ☆ Fjellkontrollboring
  - ◆ Dreietrykksonering
  - ⊕ Totalsonering
  - ⊙ Prøveserie
  - Prøvegrop
  - + Vingeboring
  - ⊖ Poretrykksmåling
  - ⚡ Fjell i dagen

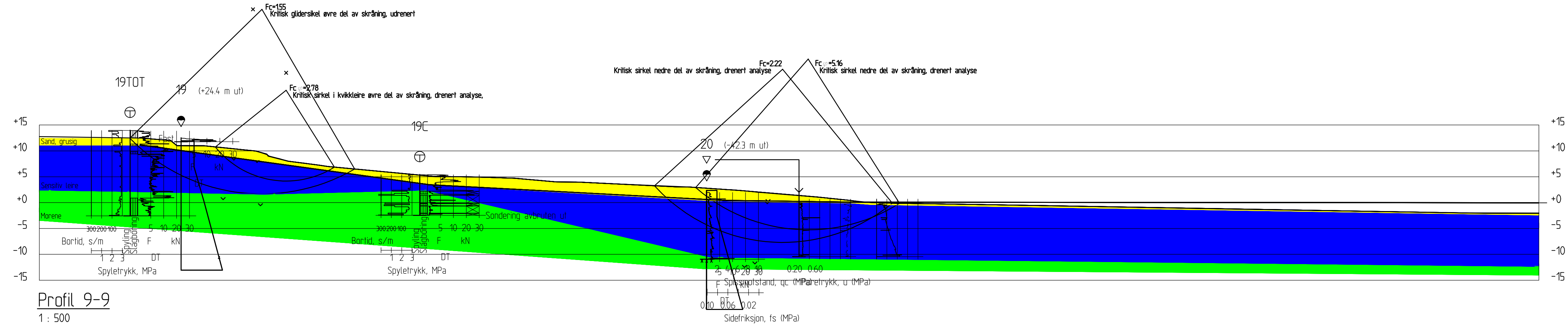
Borhull nr.            Terrang (bunn) kote            Boret dybde + (boret i fjell)             
 Antatt fjellkote           

**HENVISNINGER:**  
 Tegning A3 Borplan sone 1266, Jordet

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
<b>NVE, REGION SØR</b> <b>Geoteknisk utredning av kvikkleiresone 1266 Jordet, Larvik kommune</b>		Status Original format A-3.0 Tegningens filnavn JORDET-PROFIL-6-REV.dwg Målestokk			
<b>Stabilitetsberegninger</b> <b>Profil 6</b>		<b>1500</b>			
NGI Sognsveien 72 - PO Box 3930 Ullevål Stadion NO-0806 Oslo, Norway T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48 www.ngi.no		Dato 30.09.2013 Oppdragsnr. <b>20110548</b>	Konstr./Tegnet HHH Tegningsnr. <b>C4</b>	Kontrollert BGK	Godkjent OAH







### FORKLARINGER:

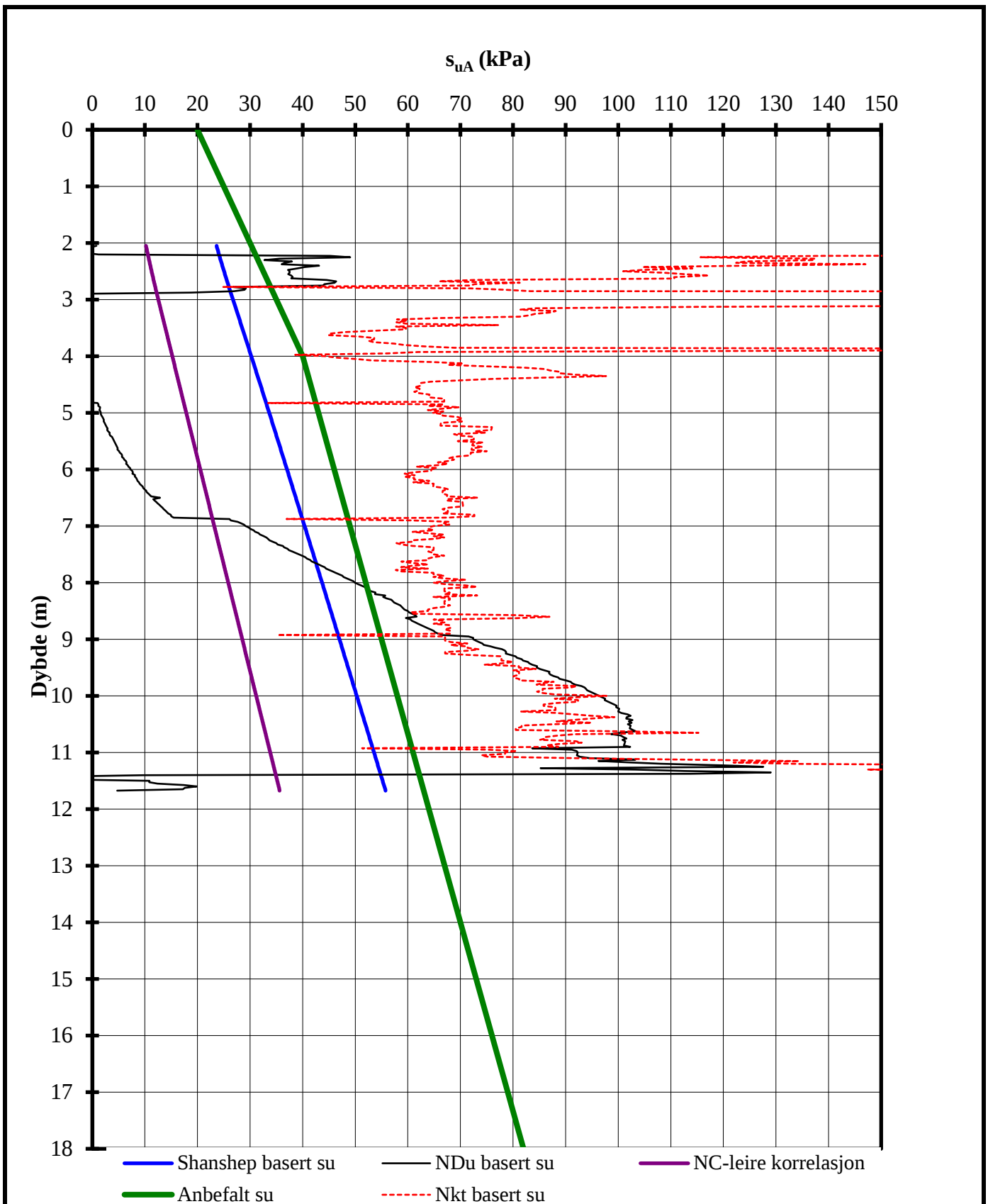
- Dreiesondering      ⚠ Fjellkontrollboring      ⊙ Prøveserie      ⊕ Poretrykksmåling
- Enkel sondering      ⚡ Dreietrykksondering      □ Prøvegrop      ⚒ Fjell i dagen
- ▽ Trykksondering      ⊕ Totalsondering      + Vingeboring

Borhull nr.  $\frac{\text{Terreng (bunn) kote}}{\text{Antall fjellkote}}$  Boret dybde + (boret i fjell)

### HENVISNINGER:


Tegning A3 Borplan sone 1266, Jordet

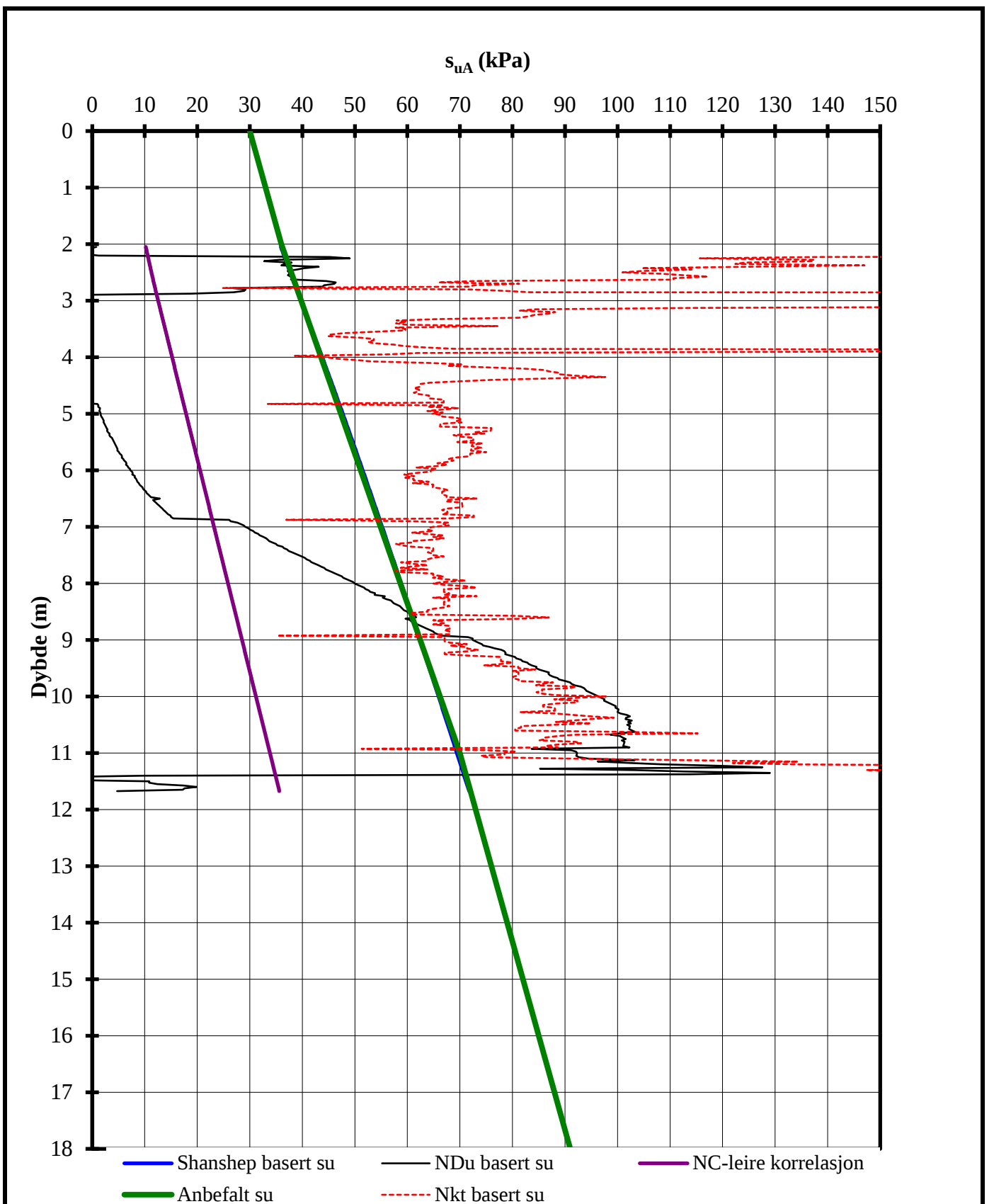
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
<b>NVE, REGION SØR</b> <b>Geoteknisk utredning av kvikkleiresone 1266 Jordet, Larvik kommune</b>		Dato 30.09.2013		Tegn./Tegnet HHH	
Stabilitetsberegninger Profil 9		Kontr./Tegnet BGK		Godkjent OAH	
NGI Sognsveien 72 - PO Box 3930 Ullevål Stadion NO-0806 Oslo, Norway T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48 www.ngi.no		Oppdragsnr. <b>20110548</b>		Tegningsnr. <b>C7</b>	
		Original format A-3.0		Tegningens filnavn JORDET-PROFIL-6-REV.dwg	
		Målestokk 1:500			



Terrengkote : 40.8 m  
 OCR kote: 50 m

P:\2011\05\20110548\Beregninger\CPTU-tolk\Tagtvedt\CPTU-tolk2006-Hull\_3.xls\Inngangsdata


<b>Kvikkleiresoner Larvik</b>	Rapport nr. 20110548	Figur nr. D01
	Tegner HHH	Dato 14.08.2013
Aktiv skjærstyrke basert på CPTU-sondering og shanshep.  Borhull3	Kontrollert BGK	
	Godkjent OAH	

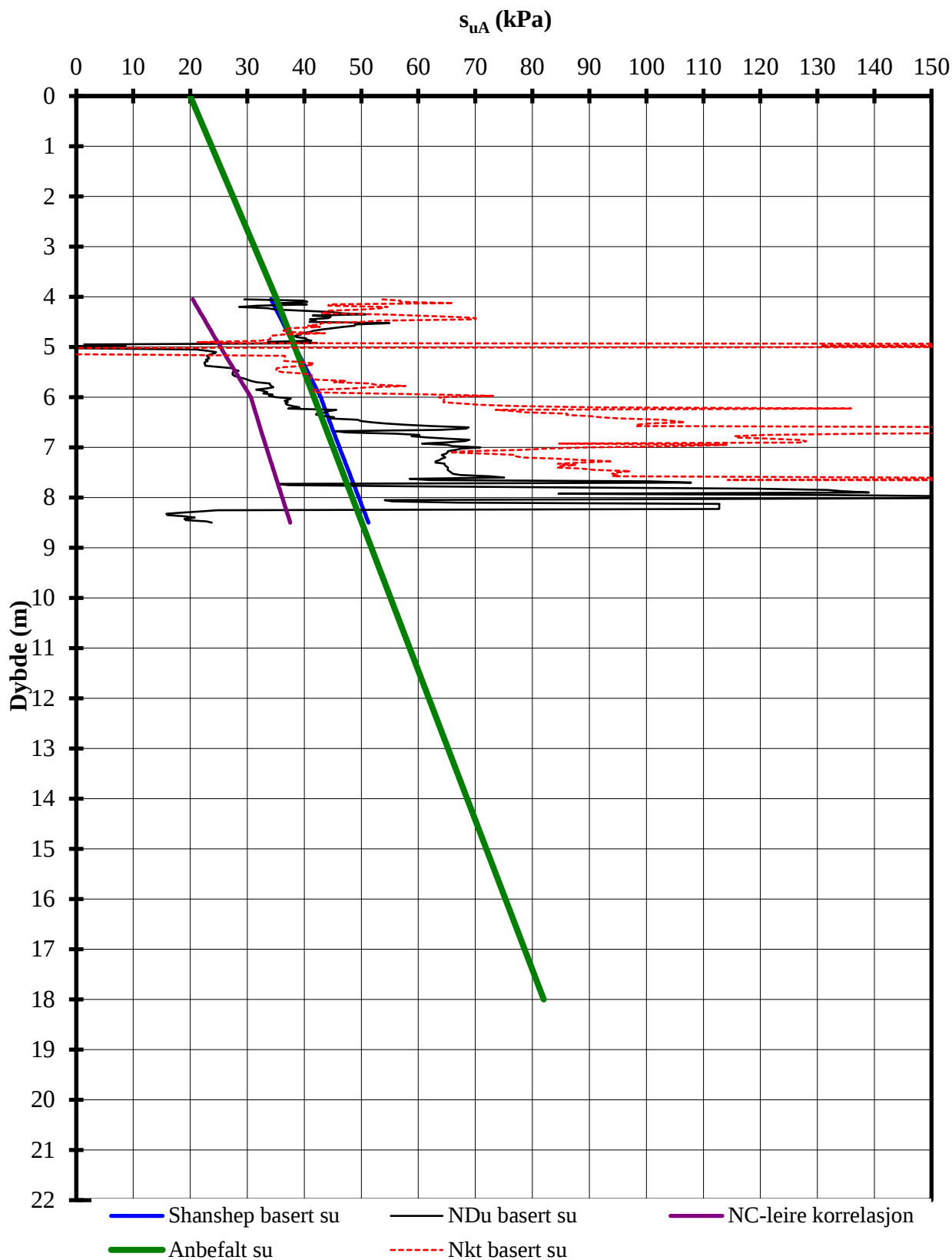


— Shanshep basert su      — NDu basert su      — NC-leire korrelasjon  
— Anbefalt su      - - - Nkt basert su

Terrengekote      16 m  
 OCR kote:      36 m


P:\2011\05\20110548\Beregninger\CPTU-tolk\Tagtvedt\CPTU-tolk2006-Hull\_3 -Kopi for bunn skråning.xls\sua profil

<b>Kvikkleiresoner Larvik</b>	Rapport nr.	Figur nr.
	20110548	D02
Aktiv skjærstyrke basert på CPTU-sondering og shanshep.  Borhull3    Tolket for bunn av skråning	Tegner	Dato
	HHH	09.09.2013
	Kontrollert	
Godkjent		
	OAH	

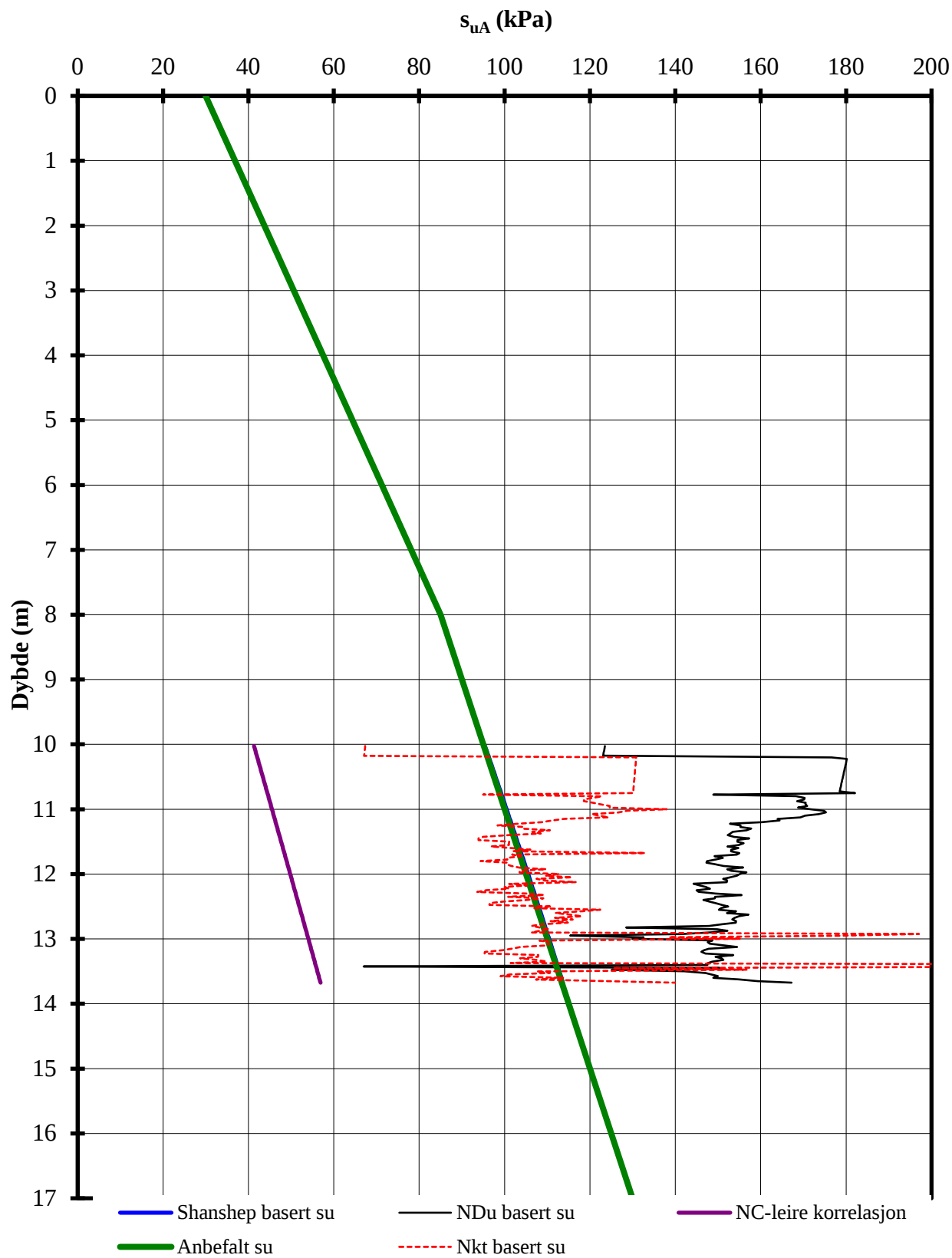


Terrengkote : 36.1 m  
 OCR nivå: 46 m

P:\2011\05\20110548\Beregninger\CPTU-tolk\Tagtvedt\CPTU-tolk2006-Hull\_6.xls\sua profil


<b>Kvikkleiresoner Larvik</b>	Rapport nr. 20110548	Figur nr. D03
	Tegner HHH	Dato 11.06.2012
Aktiv skjærstyrke basert på CPTU-sondering og shanshep.  Borhull6	Kontrollert BGK	
	Godkjent OAH	

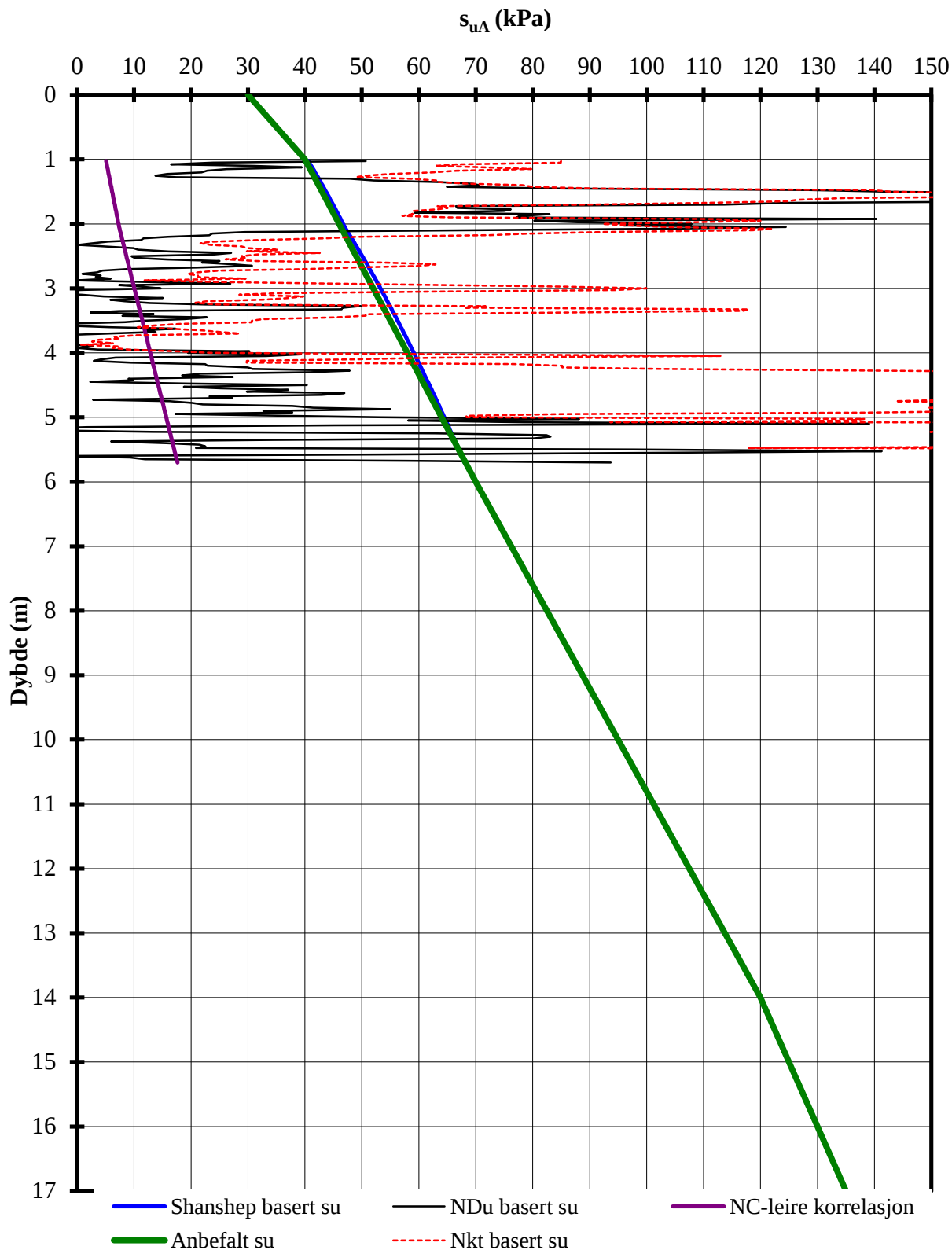




Terrengkote : 76.3 m  
 OCR nivå: 110 m


P:\2011\05\20110548\Beregninger\CPTU-tolk\Fritzøehus N\CPTU-tolk2006-Hull\_8.xls]sua profil

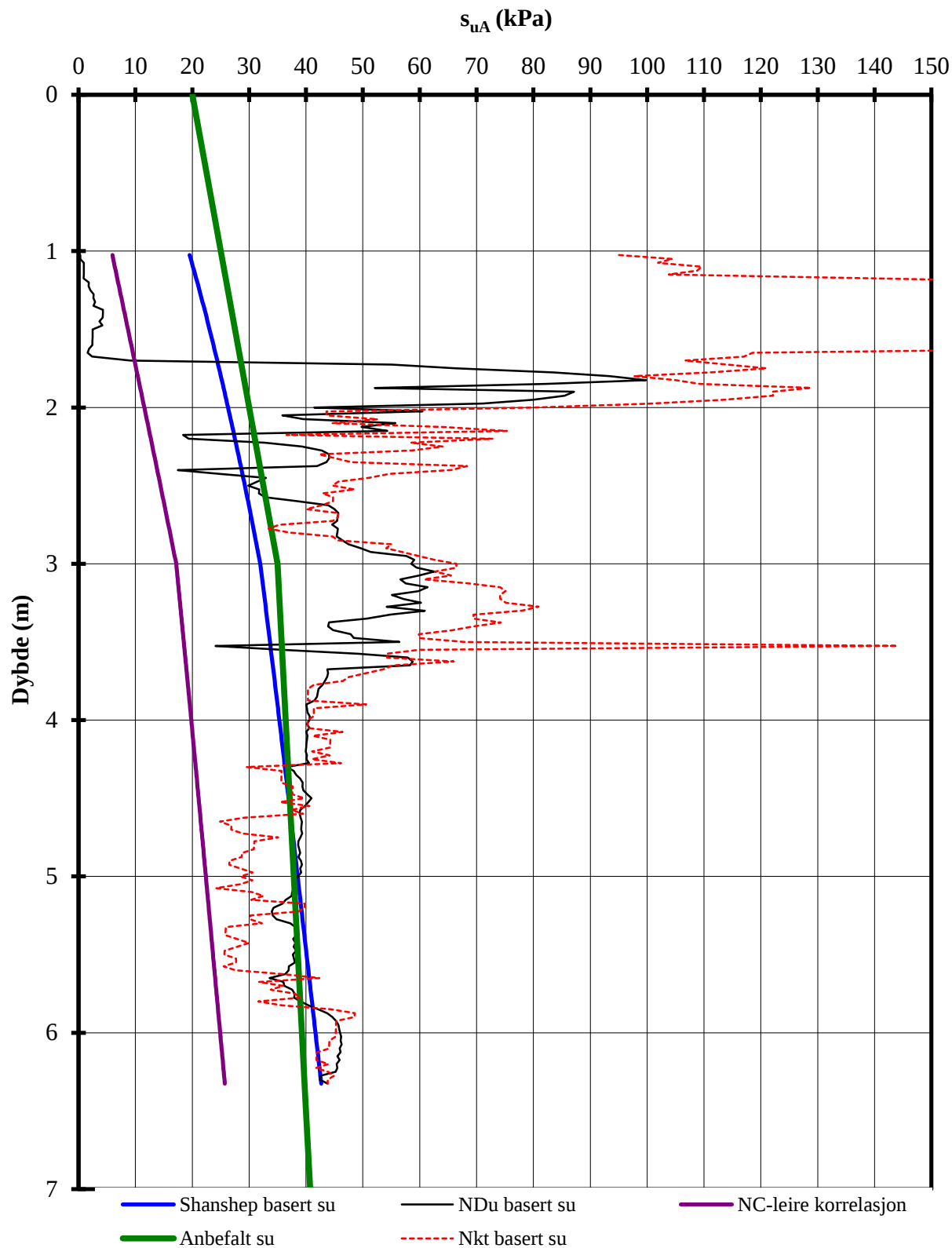
<b>Kvikkleiresoner Larvik</b>	Rapport nr. 20110548	Figur nr. D04
	Tegner HHH	Dato 03.09.2013
Aktiv skjærstyrke basert på CPTU-sondering og shanshep.  Borhull8	Kontrollert BGK	
	Godkjent OAH	



Terrengkote : 39 m  
OCR nivå: 75 m


P:\2011\05\20110548\Beregninger\CPTU-tolk\Fritzøehus N\CPTU-tolk2006-Hull\_9.xls\sua profil

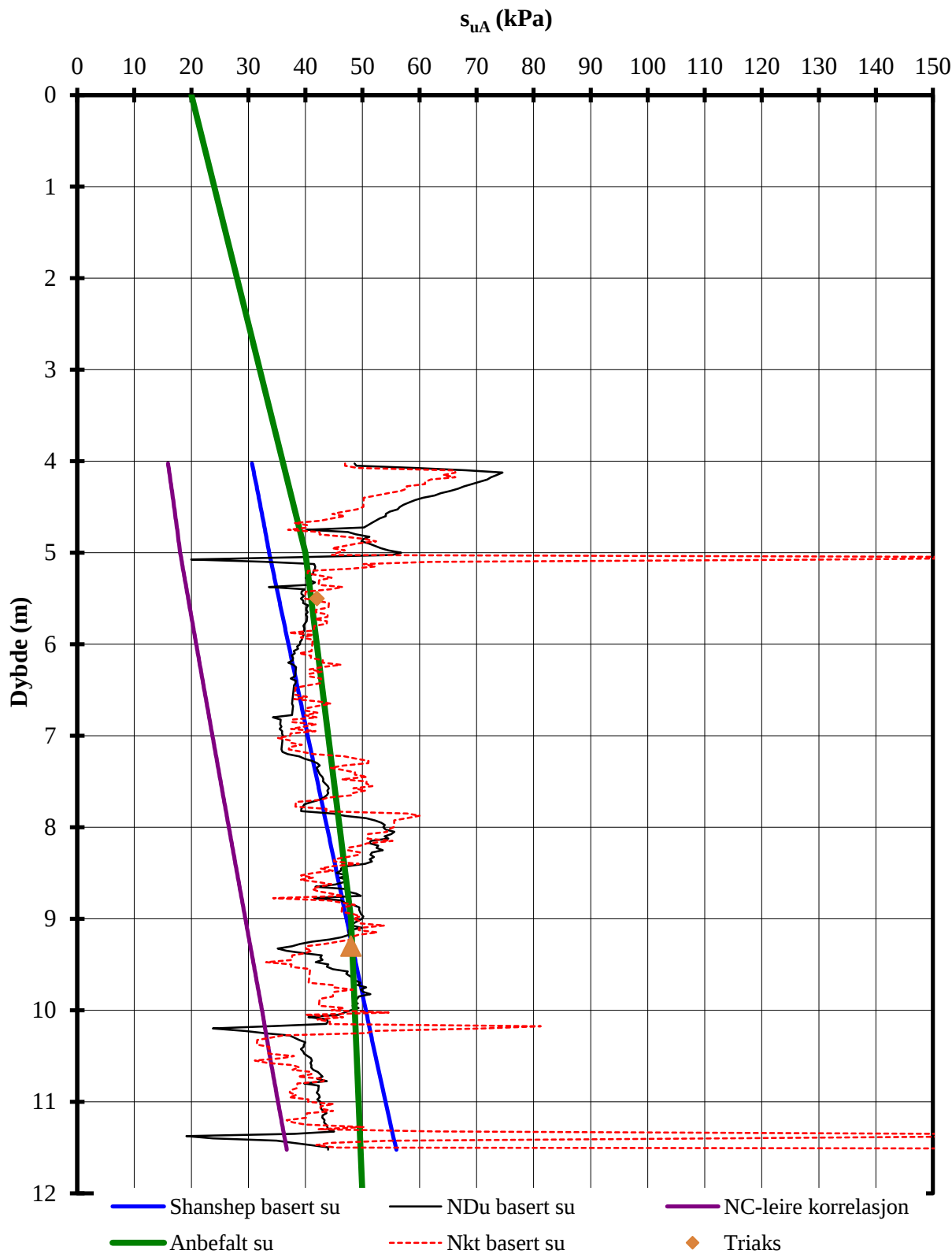
<b>Kvikkleiresoner Larvik</b>	Rapport nr. 20110548	Figur nr. D05
	Tegner HHH	Dato 10.09.2013
Aktiv skjærstyrke basert på CPTU-sondering og shanshep.  Borhull9	Kontrollert BGK	
	Godkjent OAH	



**Terrengkote : 35.2 m**  
**OCR kote: 45 m**


P:\2011\05\20110548\Beregninger\CPTU-tolk\Jordet\CPTU-tolk2006-Hull\_15.xls\Inngangsdata

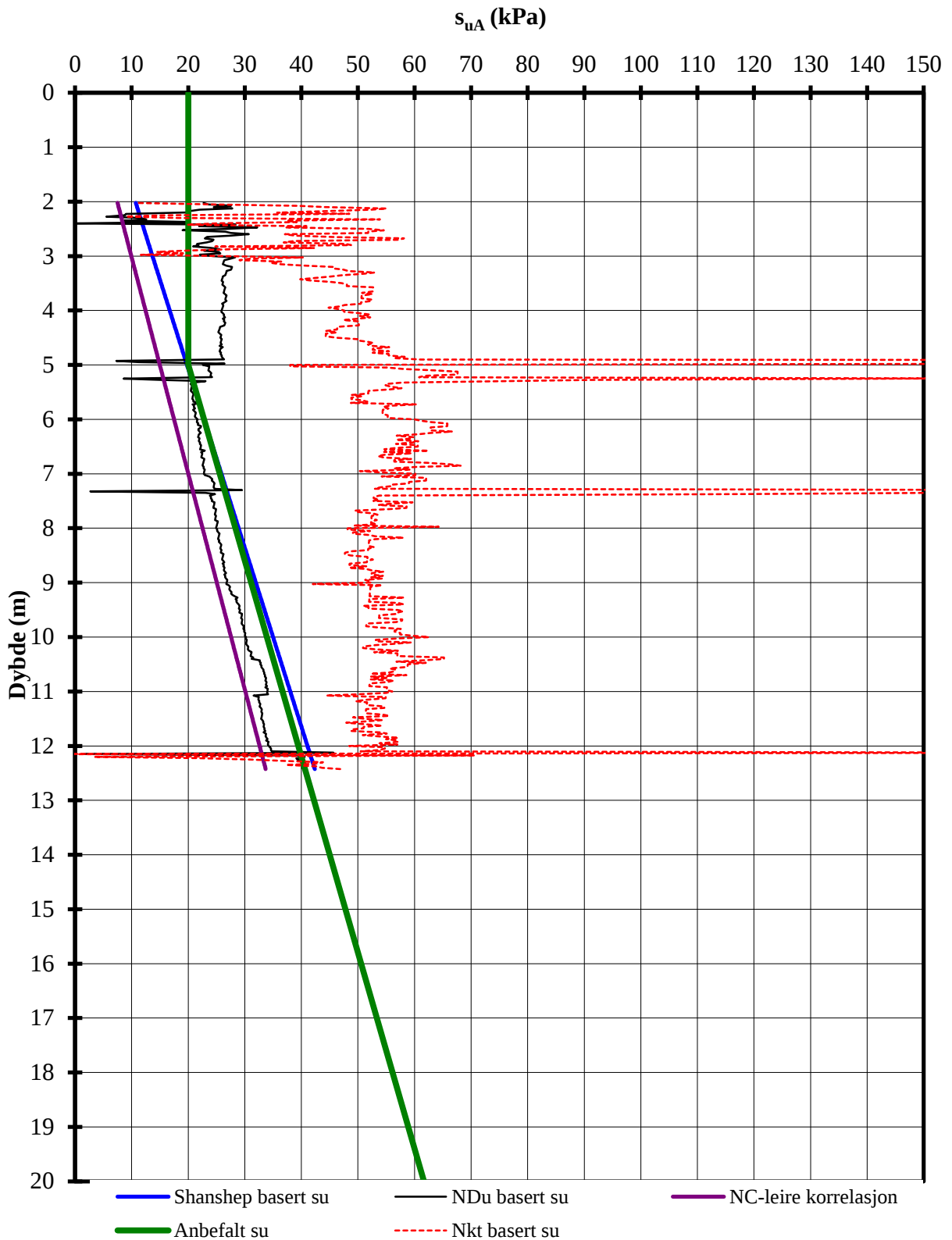
<b>Kvikkleiresoner Larvik</b>	Rapport nr. 20110548	Figur nr. D06
	Tegner HHH	Dato 06.08.2013
Aktiv skjærstyrke basert på CPTU-sondering og shanshep. Borhull15	Kontrollert BGK	
	Godkient OAH	



**Terrengkote : 21.5 m**  
**OCR kote: 30 m**

P:\2011\05\20110548\Beregninger\CPTU-tolk\Jordet\CPTU-tolk2006-Hull\_18.xls\sua profil


<b>Kvikkleiresoner Larvik</b>	Rapport nr. <b>20110548</b>	Figur nr. <b>D07</b>
	Tegner <b>HHH</b>	Dato <b>06.08.2013</b>
Aktiv skjærstyrke basert på CPTU-sondering og shanshep.  Borhull18	Kontrollert <b>BGK</b>	
	Godkjent <b>OAH</b>	



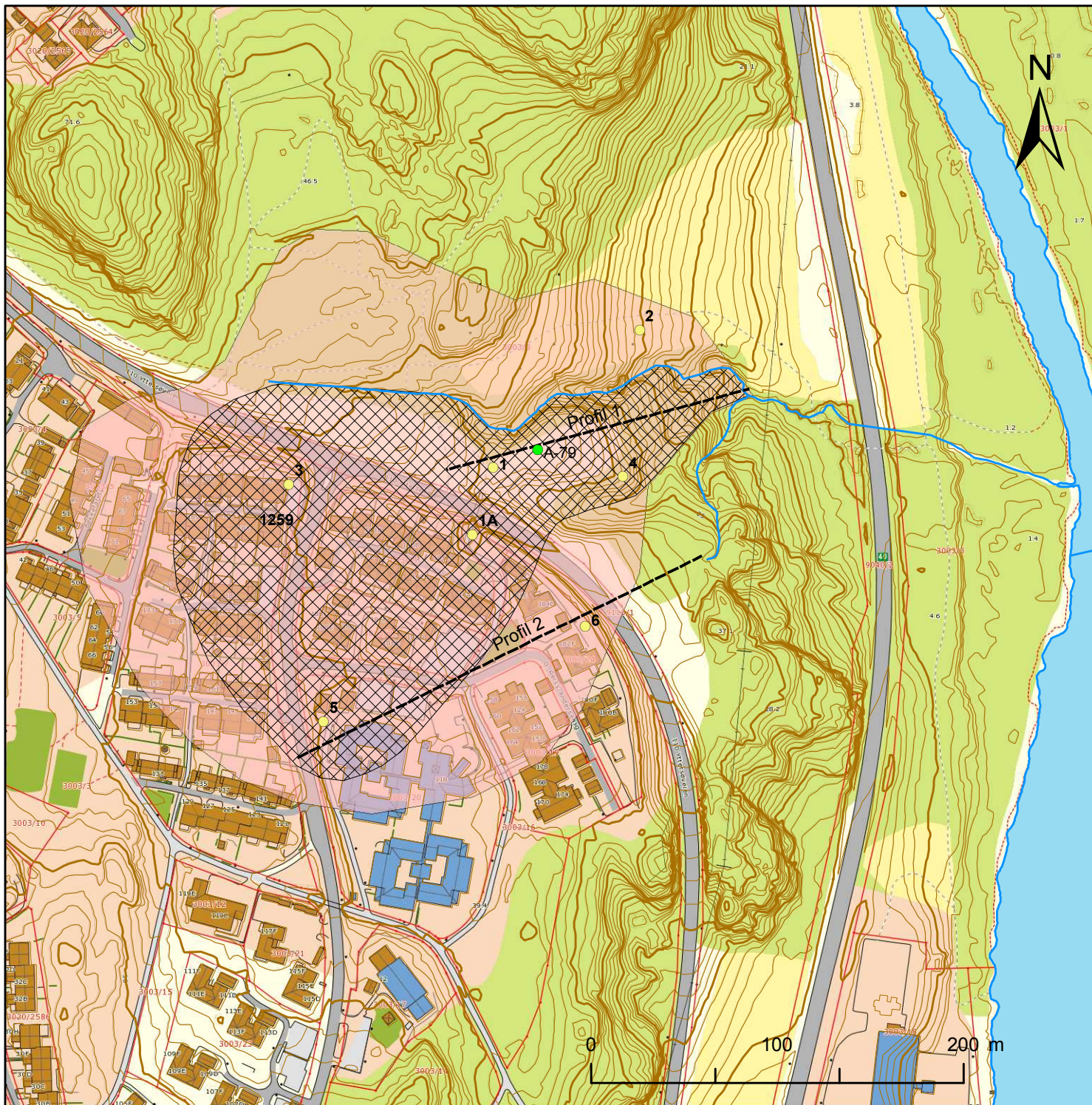
Terrengkote : 2 m

OCR kote: 4 m

P:\2011\05\20110548\Beregninger\CPTU-tolk\Jordet\CPTU-tolk2006-Hull\_20.xls]sua profil

<b>Kvikkleiresoner Larvik</b>	Rapport nr.	Figur nr.
	20110548	D08
Aktiv skjærstyrke basert på CPTU-sondering og shanshep. Borhull20	Tegner	Dato
	HHH	13.08.2013
	Kontrollert	
Godkient		
	OAH	





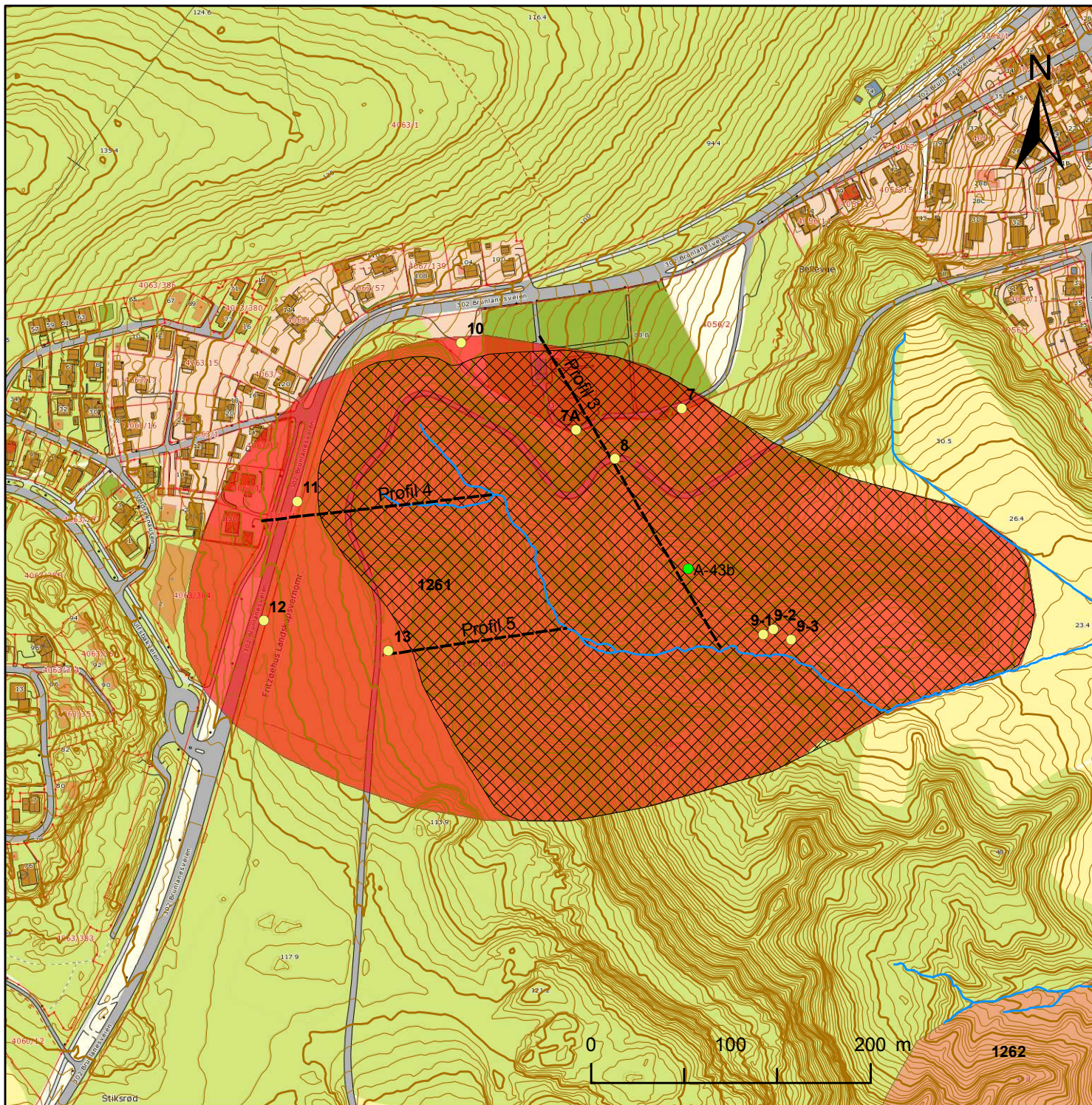
## Tegnforklaring

- Forslag til revidert kvikkleiresone
- Eksisterende kvikkleiresone**
- 
- 
- 
- Borpunkter
- Gamle boreriger
- Beregningsprofiler







Målestokk (A4): 1:3 000

NVE		
<b>Geoteknisk utredning</b>	Dokumentnr. <b>20110548-01-R</b>	Kart nr. <b>E1</b>
Kvikkleiresone Tagtvedt Larvik kommune  Revidert soneutbredelse	Utført <b>HHH</b>	Dato <b>2013-09-26</b>
	Kontrollert <b>BGK</b>	
	Godkjent <b>OAH</b>	





### Tegnforklaring

-  Forslag til revidert kvikkleiresone
-  Eksisterende kvikkleiresone
- 
-  Borpunkter
-  Gamle boreriger
-  Beregningsprofiler






Målestokk (A4): 1:4 000

NVE		
<b>Geoteknisk utredning</b>	Dokumentnr. 20110548-01-R	Kart nr. E2
Kvikkleiresone Fritzøehus N. Larvik kommune	Utført HHH	Dato 2013-09-26
Revidert soneutbredelse	Kontrollert BGK	
	Godkjent OAH	





### Tegnforklaring

-  Forslag til revidert kvikkleiresone
-  Eksisterende kvikkleiresone
-  Borpunkter
-  Gamle boreriger
-  Beregningsprofiler

Målestokk (A4): 1:3 000

NVE		
<b>Geoteknisk utredning</b>	Dokumentnr. 20110548-01-R	Kart nr. E3
Kvikkleiresone Jordet Larvik kommune  Revidert soneutbredelse	Utført HHH	Dato 2013-09-26
	Kontrollert BGK	
	Godkjent OAH	



# Kontroll- og referanseside/ Review and reference page



<b>Dokumentinformasjon/Document information</b>													
<b>Dokumenttittel/Document title</b> Kvikkleiresoner i Larvik kommune. Stabilitet av sonene 1259 Tagtvedt, 1261 Fritzøehus Nordre og 1266 Jordet						<b>Dokumentnr./Document No.</b> 20110548-01-R							
<b>Dokumenttype/Type of document</b> Rapport/Report		<b>Distribusjon/Distribution</b> Begrenset/Limited				<b>Dato/Date</b> 1. oktober 2013		<b>Rev.nr.&amp;dato/Rev.No.&amp;date</b> 0					
<b>Oppdragsgiver/Client</b> NVE Region Sør													
<b>Emneord/Keywords</b> Kvikkleiresoner, geoteknisk utredning, stabilitetsberegninger, faresone, sikkerhet													
<b>Stedfesting/Geographical information</b>													
<b>Land, fylke/Country, County</b> Norge, Vestfold						<b>Havområde/Offshore area</b>							
<b>Kommune/Municipality</b> Larvik						<b>Feltnavn/Field name</b>							
<b>Sted/Location</b> Tagtvedt, Fritzøehus, Jordet						<b>Sted/Location</b>							
<b>Kartblad/Map</b> 1813 III Sandefjord						<b>Felt, blokknr./Field, Block No.</b>							
<b>UTM-koordinater/UTM-coordinates</b> Sone 32 N6543945 E558486													
<b>Dokumentkontroll/Document control</b>													
<b>Kvalitetssikring i henhold til/Quality assurance according to NS-EN ISO9001</b>													
<b>Rev./ Rev.</b>	<b>Revisjonsgrunnlag/Reason for revision</b>					<b>Egen-kontroll/ Self review av/by:</b>		<b>Sidemanns-kontroll/ Colleague review av/by:</b>		<b>Uavhengig kontroll/ Independent review av/by:</b>		<b>Tverrfaglig kontroll/ Inter-disciplinary review av/by:</b>	
0	Originaldokument					HHH		BGK					
<b>Dokument godkjent for utsendelse/ Document approved for release</b>						<b>Dato/Date</b> 1. oktober 2013		<b>Sign. Prosjektleder/Project Manager</b> Øyvind A. Høydal					

NGI (Norges Geotekniske Institutt) er et internasjonalt ledende senter for forskning og rådgivning innen geofagene. Vi utvikler optimale løsninger for samfunnet, og tilbyr ekspertise om jord, berg og snø og deres påvirkning på miljøet, konstruksjoner og anlegg.

Vi arbeider i følgende markeder: olje, gass og energi, bygg, anlegg og samferdsel, naturskade og miljøteknologi. NGI er en privat stiftelse med kontor og laboratorier i Oslo, avdelingskontor i Trondheim og datterselskap i Houston, Texas, USA.

NGI ble utnevnt til "Senter for fremragende forskning" (SFF) i 2002 og leder "International Centre for Geohazards" (ICG).

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

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

NGI works within the oil, gas and energy, building and construction, transportation, natural hazards and environment sectors. NGI is a private foundation with office and laboratory in Oslo, branch office in Trondheim and daughter company in Houston, Texas, USA.

NGI was awarded Centre of Excellence status in 2002 and leads the International Centre for Geohazards (ICG).

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



Hovedkontor/Main office:  
PO Box 3930 Ullevål Stadion  
NO-0806 Oslo  
Norway

Besøksadresse/Street address:  
Sognsveien 72, NO-0855 Oslo

Avd Trondheim/Trondheim office:  
PO Box 1230 Pirsenteret  
NO-7462 Trondheim  
Norway

Besøksadresse/Street address:  
Pirsenteret, Havnegata 9, NO-7010 Trondheim

T: (+47) 22 02 30 00  
F: (+47) 22 23 04 48

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

Kontonr 5096 05 01281/IBAN NO26 5096 0501 281  
Org. nr./Company No.: 958 254 318 MVA

BSI EN ISO 9001  
Sertifisert av/Certified by BSI, Reg. No. FS 32989

