

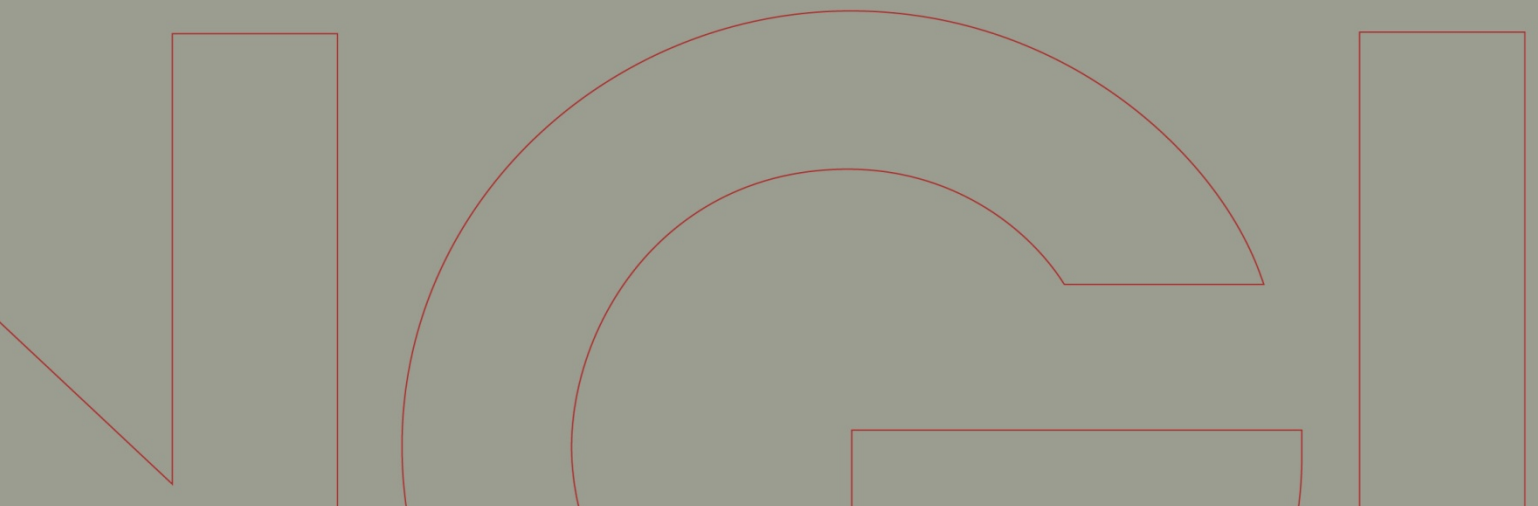


# Rapport / Report

## NVE- Program for økt sikkerhet mot leirskred

### Vurdering av skredfare langs Nitelva, Slattum, Nittedal

20091692-00-2-R  
25. november 2009



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: NVE- Program for økt sikkerhet mot leirskred  
Dokumentnr.: 20091692-00-2-R  
Dokumenttittel: Vurdering av skredfare langs Nitelva, Slattum, Nittedal  
Dato: 25. november 2009

Hovedkontor:  
Pb. 3930 Ullevål Stadion  
0806 Oslo

Avd Trondheim:  
Pb. 1230 Pirsenteret  
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: NVE Region Øst  
Oppdragsgivers  
kontaktperson: Roar Øvre  
Kontraktreferanse: Bestillingsnr. 011794

## For NGI

Prosjektleder: Trond Vernang  
Utarbeidet av: Trond Vernang  
Kontrollert av: Odd Gregersen

## Sammendrag

Rapporten presenterer resultater fra utførte grunnundersøkelser i kvikkleiresonen 1356-Nitelva i Nittedal kommune. Hensikten med undersøkelsene har vært å undersøke utbredelsen av kvikkleire i sonen og eventuelt gjøre avgrensning.

Rapporten omhandler den undersøkte sonen samt to områder nord for 1356-Nitelva. Dette er områdene Smedstuveien og gnr./bnr. 7/55, begge beliggende på vestsiden av Nitelva. Hensikten har vært å avklare grunnens beskaffenhet og identifisere sensitive leirer.

Løsmassene innenfor 1356-Nitelva består generelt av mektige leiravsetninger. Berggrunnen er sterkt undulerende (ujevn) og berg ligger blottet i NV-SØ gående fjellrygger i terrenget. Flere steder langs Nitelva stikker fjell opp i dagen. I utførte grunnundersøkelser varierer dybden til faste masser/fjell i borpunktene mellom 9-35 m.

BS EN ISO 9001  
Sertifisert av BSI  
Reg. No. FS 32989

# Sammendrag (forts.)



Dokumentnr.: 20091692-00-2-R  
Dato: 2009-11-25  
Side: 4

Leira i nordre del av sonen er tildels siltig og generelt lagdelt med tynne silt- og sandlag. Denne lagdelingen gir gunstige drenasjebetingelser på grunn av høyere permeabilitet (gjennomstrømming) enn i mer homogene leiravsetninger. Samtidig kan lagdelingen ha gitt bidrag til økt utvasking av saltet i leiras porevann, med påfølgende kvikkleiredannelse. Leira er mer homogen i søndre del av sonen.

Det er ikke påtruffet sensitive leirer utenfor den opprinnelige sonen i utførte grunnundersøkelser. Utførte grunnundersøkelsene ved den gamle barnehagen (gnr./bnr. 7/55) indikerer grove masser like under terreng og leire med økende fasthet i økende dybde. Ved Smedstuveien, hvor det ble meldt om bevegelse i grunnen pga. sprengning ved Bjønndalen Bruk, er det påtruffet fast leire. I begge områdene er det lokalt liten løsmassemekthet og fjell er i dagen flere steder langs elva.

På Dalhaug gård er det i de nylig utførte grunnundersøkelsene påtruffet fast leire med siltig/sandige lag. Leira har økende fasthet på økende dyp, fra terreng ned til antatt fjell på ca 30 m dybde.

Ved Høghaugen og Dalstua må elvebredden og skråningene ned mot Nitelva holdes under oppsikt. Nordre del av området ligger i Nitelvas yttersving og kan være utsatt for erosjon i flomperioder. Den nordre delen av området har høy gradient samt høyde på opptil 25 m. Sensitive leirer er påtruffet flere steder innenfor området.

På elvestrekningen fra bru over Nitelva nedstrøms til renseanlegget gjør elven to yttersvinger og lokalt er skråningene brattere enn 1:2. I flomperioder antas elven å erodere i yttersvingene, og det er viktig å holde oppsikt med anlagt sikring, da det er påtruffet kvikkleire grunt flere steder langs elven. Tidligere analyser viser imidlertid god tilfredsstillende sikkerhet mot dyperegående glidninger, men viser liten beregningsmessig sikkerhet for mindre utglidninger ved plutselige endringer i spenningstilstanden i grunnen (udrenerte forhold).

Områdene Skyset og Nitelva er delvis bakkeplanert og det opprinnelig ravinerte leirterrenget er slaket ut. Skyset avgrenses i vest av fjell og tynt løsmassedekke. Grunnundersøkelser indikerer kvikkleire fra 7-12 m under terreng. Nitelva avgrenses i øst og nord av NV-SØ gående fjellrygg. Grunnundersøkelser indikerer kvikkleire fra 9-15 m under terreng.

Generelt for leirområdene langs Nitelva er det fare for overflateutglidninger ved ekstreme nedbørmengder. Utglidninger skjer erfaringsmessig der hvor det har vært menneskelige inngrep som for eksempel; fylling på bakketopp samt graving i foten av skråninger.



# Innhold

<b>1</b>	<b>Innledning</b>	<b>6</b>
<b>2</b>	<b>Bakgrunn</b>	<b>6</b>
<b>3</b>	<b>Feltundersøkelser</b>	<b>7</b>
3.1	Generelt	7
3.2	Dreietrykksonderinger	7
3.3	Totalsondering	8
3.4	Trykksonderinger (CPTU)	8
3.5	Laboratorieundersøkelser	8
3.6	Øvrige grunnundersøkelser	8
<b>4</b>	<b>Generell beskrivelse av grunnforhold</b>	<b>9</b>
4.1	Kvartærgeologi	9
4.2	Topografi og løsmassenes beskaffenhet	10
<b>5</b>	<b>Vurdering av utførte grunnundersøkelser</b>	<b>11</b>
5.1	Vurdering av delområder	11
<b>6</b>	<b>Utstrekning og klassifisering av sonen</b>	<b>14</b>
<b>7</b>	<b>Lokalisering av potensielle kvikkleirefaresoner og tiltak i disse</b>	<b>15</b>
<b>8</b>	<b>Referanser</b>	<b>15</b>

## Standard bilag

Bilag 1	Tegnforklaring plan- og profiltegninger
Bilag 2	Feltundersøkelser - Boremetoder
Bilag 3	Laboratoriemetoder
Bilag 4	Jordartsklassifisering

## Kartbilag

Kartbilag 1	Borplan, grunnundersøkelser, soneutstrekning
-------------	--

## Vedlegg

Vedlegg A	Dreietrykksonderinger
Vedlegg B	Totalsonderinger
Vedlegg C	CPTU-sonderinger

## Kontroll- og referanseside

## 1 Innledning

På oppdrag for Norges vassdrags- og energidirektorat er NGI engasjert for å gjøre grunnundersøkelser og geoteknisk vurdering innenfor kvikkleiresonen 1356-Nitelva, samt Smedstuveien i Nittedal kommune. Hensikten med undersøkelsene har vært å undersøke utbredelsen av kvikkleire i sonen og eventuelt gjøre avgrensning av sonen. Borplanen er utarbeidet av NGI.

NGI har også fått i oppdrag av Nittedal kommune å gjøre grunnundersøkelser ved gammel nedbrent barnehage på tomten som nå eies av Werner anlegg. Hensikten har vært å avklare grunnens beskaffenhet og identifisere sensitive leirer.

Fra tidligere er det utført en god del grunnundersøkelser langs Nitelva og det foreligger flere rapporter med vurderinger, grunnundersøkelser og stabilitetsvurderinger for området ned mot Nitelva, se ref. /1/-/16/.

Av disse rapportene fremgår det at sonen avgrenses mot nord og vest ved Smedstuveien, Kirkeveien, Li skole og Nedre Skyset gård. Det er tynt løsmassedekke og fjell i dagen i nordre, østre og vestre del av sonen. I sonen er det svært varierende mektighet av løsmassedekke, og lokalt er leirmektigheten over 40 m.

## 2 Bakgrunn

Bakgrunnen for prosjektet er en bekymringsmelding fra beboer i Smedstuveien, nordvest for kvikkleiresonen Nitelva, etter rapporterte rystelser på grunn av sprengningsarbeid ved Bjønndalen bruk. NGI ble opprinnelig kontaktet av Nittedal kommune for geoteknisk vurdering av dette området. NVE ble imidlertid NGIs oppdragsgiver da det ble vedtatt at hele sonen skulle vurderes.

Sprengstedet ved Bjønndalen Bruk har vært innerst i bruddet, ca 3 km fra Smedstuveien/Nitelva. Bjønndalens rystelsesmåler ved Markerudlia 7 (ligger omtrent midt mellom beboer og Bjønndalen bruk) har ved flere sprengninger, hvor beboere har følt rystelser, ikke hatt registreringer.

SBV-consult har utført rystelsesmålinger på eiendommen til beboer og rystelsene er målt til 0,2 mm/s (5. juni 2009). Rystelsene var noe under triggernivået for denne måleren, slik at det ikke foreligger noen kurver eller mer data for denne rystelsen.

### 3 Feltundersøkelser

#### 3.1 Generelt

Feltundersøkelsene ble utført i perioden juni og november 2009. Grunnundersøkelser ble utført med rigg fra både NGI og Brødrene Myhre. Boreledere var Erlend Edvardsen og Bjørn Thune fra NGI og Magnar Skogheim fra Brødrene Myhre. Boringene har blitt utført med beltegående borerigger av typen Geotech. Riggene er utstyrt med digitalt feltminne for registrering av boredata.

Borpunktene ble stukket ut i terreng fra kart og befarng. Etter boring ble punktene innmålt med X, Y og Z koordinater av Scan Survey AS.

Det er utført boringer i til sammen 10 punkter. Tabell 3.1 viser oversikt over utførte boringer i hvert punkt. Plassering av borepunkt er vist på borplan m/grunnundersøkelser, kartblad 1.

Borpunkt- nummer	Nord, y	Øst, x	Moh., z	Boremetode		
				Dreietrykk	CPTU	Prøver skovl
1	6654293.98	607615.283	112.763	X		
2	6654241.56	607580.957	129.357	X		
3	6653797.59	607648.344	107.294	X	X	
4	6653257.95	607737.064	124.342	X	X	
5	6652982	607928.921	115.4	X	X	
6	6652907.47	608119.726	111.503	X	X	
7	6653768.65	607796.458	107.579	X	X	
8	6654145.37	607897.03	128.962	X	X	
9	6654343.35	607535.656	129.979	X		X
10	6654400.29	607538.885	130.054	X		

Tabell 3.1

#### 3.2 Dreietrykksonderinger

Det ble boret 10 dreietrykksonderinger for å kartlegge dybden til faste masser/fjell og eventuell mektighet av kvikkleire.

Metoden benyttes for å bestemme lagdeling i løsmasser, identifisere jordarter og vurdere relativ fasthet i grunnen. Metoden gir ikke sikker fjellpåvisning.

Resultatene er vist som enkeltboringer i vedlegg A. Plassering av dreietrykksonderinger utført i kvikkleirekartleggingen i 1980-årene er vist på kartbilag 1. Dreietrykksonderingene er vist på figur A11-A12.

### 3.3 Totalsondering

Det ble boret 1 totalsondering for å kontrollere dybden til fjell ved borhull 1 på grunn av usikkerhet om påtruffede masser var fyllmasser eller berg.

Metoden benyttes for å bestemme lagdeling i løsmasser og dybder til fast grunn eller fjell. Metoden gir sikker fjellpåvisning ved boring 3 meter inn i fjell.

Resultatene gir grunnlag for å identifisere jordarter og vurdere relativ fasthet i grunnen.

Resultatene er vist som enkeltboringer i vedlegg B.

### 3.4 Trykksonderinger (CPTU)

Det ble utført 6 CPTU sonderinger i et utvalg av borhullene. Disse ble sondert ned til en dybde varierende mellom ca 15 og 25 meter under terreng avhengig av lokal topografi. Før alle disse sonderingene ble utført ble det boret med dreietrykksondering ned til faste masser eller fjell for å kontrollere at massene var egnet til CPTU sondering.

Resultatene er vist som enkeltboringer i vedlegg C.

### 3.5 Laboratorieundersøkelser

I borehull nr 9 ble det tatt opp 5 stk. skovlprøver. Prøvene ble tatt fra terreng til 5 meters dybde. I intervallet 3-5 m under terreng viste dreietrykksonderingen lavere fasthet enn forventet.

Opptatte prøver ble analysert ved NGIs laboratorium i Oslo. Laboratorieundersøkelser fra dette intervallet viser grove avsetninger og fast leire samt avkreftet sensitive leirer med stor utbredelse.

### 3.6 Øvrige grunnundersøkelser

Andre undersøkelser som inngår i grunnlagsmaterialet for vurderingene i denne rapporten framgår av ref. /1/-/16/. Disse gir et vesentlig supplement til de undersøkelser som nå er utført.

For detaljerte opplysninger knyttet til dette grunnlagsmaterialet henvises det til den aktuelle rapport.

Vi viser for øvrig til de vedlagte bilag 1-4 for forklaringer og beskrivelser knyttet til grunnundersøkelser.

## 4 Generell beskrivelse av grunnforhold

### 4.1 Kwartærgeologi

#### 4.1.1 Generelt

For ca 10.000 år siden startet avsmeltningen av iskappen, som dekket landet under siste istid. På slutten av isavsmeltningen lå det en isrest igjen langs dalbunnen. Smeltevann fraktet og avsatte breelvmaterialer langs sidene av denne. Da den siste isrest forsvant, trengte havet inn, og Nittedalsfjorden ble dannet. Det var en smal nesten 20 km lang fjord som strakte seg inn mot Harestuvannet. Havet stod da ca 205 - 220 m høyere enn i dag. Etter hvert som iskappen smeltet og trakk seg innover i landet, fulgte havet etter.

I denne fjorden ble det avsatt leir- og siltpartikler samt sand og grus, på grunn av isens skuring over fjellgrunnen på land. De fineste partiklene holdt seg svevende lengst, og ble derfor avsatt på hav/fjordbunnen et stykke utenfor isfronten. Grovere partikler sedimenterte nærmere smeltevannets utløp i fjorden.

På denne måten ble mektige silt- og leirlag avsatt i fjordene og i havet. De store løsmasseavsetningene under det tidligere havnivået (øvre marine grense – ØMG) i Nittedalen er dannet slik, men opprinnelig som nokså flat fjordbunn.

Etter hvert, i takt med landhevingen, har Hakadalselva/Nitelva og sidebekkene erodert ned gjennom de løse leiravsetningene, og ved erosjon og påfølgende skredaktivitet formet landskapet slik vi ser det i dag.

Mer sand- og grusholdige materialer (elveavsetninger) er avsatt i randsonen til elva, over de marine avsetningene. Ytterligere har skredaktivitet i øvre deler av dalføret, ført til sekundær avsetning av vekslende rasmasser (hovedsakelig leire) over de opprinnelige avsetningene.

Langs Nitelva er det fjell i dagen flere steder og dette tyder på at elva lokalt har nådd sitt vertikale erosjonspotensiale. Sideveis erosjon vil fortsatt være en aktiv prosess.

#### 4.1.2 Kvikkleire - generelt

Når finkornige leirmineraler av fraksjonene silt og leire avsettes i saltvannsmiljø, dannes en korthusstruktur hvor elektrostatiske bindingskrefter holder det ellers ustabile kornskjelettet sammen. Bindingskreftene er betinget av porevannets saltinnhold (som elektrolytt).

Silt- og leiravsetninger, som opprinnelig ble avsatt i salt havvann, er under og etter landhevingen utsatt for varierende utvasking av saltinnholdet i porevannet. Dette på grunn av gradvis gjennomstrømning av ferskt grunnvann.

Når det ustabile kornskjelettet på denne måten taper sine stabiliserende bindingskrefter, kan selv små påkjenninger føre til styrketap og brudd i korthusstrukturen, slik at mineralkornene blir flytende i sitt eget porevann.

Leire (og silt) som har utviklet slike egenskaper, kalles kvikkleire.

## 4.2 Topografi og løsmassenes beskaffenhet

### 4.2.1 Topografi

Sone 1356-Nitelva gjennomskjæres av elven Nitelva, og leirterrenget øker mot øst og vest fra kote + 101-102 (Nitelva-nivå) opp mot ca kote + 125-130, hvor sonen avsluttes mot stigende åsrygger samt avgrensede raviner og fjell. Sone Nitelva preges av delvis planert og dels ravinert leirterreng på begge sider av elva. I nordre del av sonen er det noe spredt gårdsbebyggelse, kommunale og private veier samt kommunalt renseanlegg. I søndre del er det hovedsakelig planert jordbruksareal, naturlige ravineskråninger samt en golfbane.

Sonen avgrenses i nord av Nitelva og fjell ved sørøstre del av Brenningshaugen. Der Smedstuveien går over Nitelva (bro) er det fjell i dagen på østsiden av elven. Mot øst avgrenses sonen av fjellrygg mellom Nitelva og Nordre Holm gård.

I vest avgrenses sonen mot Heggeveien og Nedre Skysset gjennom et vekslende ravinert og planert leirterreng. Ved Nedre Skysset gård og sørover er det fremstikkende fjell i dagen. Mot sør avgrenses sonen mot sterkt ravinert terreng (Korperud).

### 4.2.2 Løsmassenes beskaffenhet

Løsmassene innenfor 1356-Nitelva består generelt av mektige leiravsetninger. Berggrunnen er sterkt undulerende (ujevn) og berg ligger blottet i NV-SØ gående fjellrygger i terrenget.

Leira i nordre del av sonen er tildels siltig og generelt lagdelt med tynne silt- og sandlag. Denne lagdelingen gir gunstige drenasjebetingelser på grunn av høyere permeabilitet (gjennomstrømming) enn i mer homogene leiravsetninger. Samtidig kan lagdelingen ha gitt bidrag til økt utvasking av saltet i leiras porevann, med påfølgende kvikkleiredannelse. Leira er mer homogen i søndre del av sonen.

## 5 Vurdering av utførte grunnundersøkelser

Generelt for leirområdene langs Nitelva er det fare for overflateutglidninger ved ekstreme nedbørmengder. Utglidninger skjer erfaringsmessig der hvor det har vært menneskelige inngrep som for eksempel; fylling på bakketopp, graving i foten av skråninger og generelle tiltak som påfører skråninger mer drivende krefter. Denne type inngrep må unngås.

Erosjon fra Nitelva er lokalt en aktiv prosess, men flere steder langs elva er det erosjonssikkert med stein, noe som lokalt har bedret sikkerheten mot undergraving og utglidninger.

Det er ikke utført stabilitetsanalyser i dette prosjektet. Det er tidligere utført stabilitetsanalyser for de bebygde områdene ved Brenningshaugen og Birkelundveien/Heggeveien samt på vestsiden av Høgghaugen.

### 5.1 Vurdering av delområder

#### 5.1.1 Gnr./bnr. - 7/55

NGI er blitt gjort kjent med at det tidligere har gått mindre overflateglidninger samt vært sig i skråninger rundt den tidligere barnehagen. Ved befaringen ble det observert sig i flere av de lokalt bratte skråningene mot Nitelva og tilstøtende raviner. Store trær i skråningene som utøver stress og belastning på grunnen anbefales felt og fjernet. Mindre trær og øvrig vegetasjon som binder jorden beholdes.

Nylig utførte grunnundersøkelsene ved den gamle barnehagen (gnr./bnr. 7/55) indikerer grove masser like under terreng og leire med økende fasthet i økende dybde. Dreietrykksondering som ble tatt her indikerte noe lavere fasthet i intervallet 3-5 m under terreng, enn ønskelig, og det ble derfor supplert med skovlprøver. Laboratorieundersøkelser fra dette intervallet viser grove avsetninger og fast leire samt avkrefte sensitive leirer med stor utbredelse.

Ned mot elva er det fjell i dagen og eventuell erosjon og utglidninger langs Nitelva vil således være lokale. Under ekstreme vær- og nedbørforhold vil overflateglidninger, som omfatter skråningsoverflatene, kunne inntreffe. NGI presiserer viktigheten av at det ikke fylles masser ut på toppen av de bratte skråningene. Det er ikke utført stabilitetsanalyser for skråningene.

#### 5.1.2 Smedstuveien

I forbindelse med byggingen av boligområde i Smedstuveien på vestsiden av Nitelva, ble det satt som en grunnleggende forutsetning at stabilitetsforholdene både lokalt og for den tilstøtende bebyggelse skulle forbedres ved utbyggingen av området. De opprinnelig bratte ravineskråningene er slaket ut og området er således avlastet. I tillegg er husplasseringen og sokkelhøyder i størst mulig grad tilpasset terrengforholdene. Se ref. /15/.

Boringene i dette prosjektet (2 stk.) i Smedstuveien, tatt i området hvor det ble meldt om rystelser, indikerer faste masser fra terreng til antatt fjell på henholdsvis 9 og 15 m dybde. Fjell er i nivå med elven og øker på både på øst- og vest-siden av elva. Det ble i de utførte boringene verken påtruffet sensitiv leire eller grunnforhold som indikerer lav områdestabilitet.

Der Smedstuveien går over Nitelva er det fjell i dagen på østsiden av elven. På vestsiden av elven er fjell påtruffet på omkring 3,5 m dybde under terreng. Mindre overflateglidninger under ekstreme vær- og nedbørsforhold kan ikke utelukkes i bratte skråninger.

Rapport 11992 fra Noteby konkluderer for øvrig for området Brenninghaugen med følgende:

- Grunnen består av middels fast til fast leire med mektighet opptil 20-25 m, dvs. ”gode masser” i faglig sammenheng.
- Stabilitetsberegninger av skråningene mot øst (mot Nitelva) viser tilfredsstillende sikkerhet for rekkehusene på Brenninghaugen.
- Fylling og graving i området bør vurderes av geoteknisk sakkyndig før arbeider settes i gang.

### 5.1.3 Dalhaug

På Dalhaug gård er det i de nylig utførte grunnundersøkelsene påtruffet fast leire med siltig/sandige lag. Leira har økende fasthet på økende dyp, fra terreng ned til antatt fjell på ca 30 m dybde. Det pågår noe erosjon nede langs bredden (yttersving) av Nitelva. Eventuelle utglidninger antas å være begrenset i utstrekning.

### 5.1.4 Høghaugen og Dalstua

Ved Høghaugen og Dalstua må bredden langs- og skråningene ned mot Nitelva holdes under oppsikt. Nordre del av området ligger i Nitelvas yttersving og kan være utsatt for erosjon i flomperioder. Den nordre delen av området har høy gradient samt høyde på opptil 25 m. Sensitive leirer er påtruffet flere steder innenfor området.

Tidligere utførte grunnundersøkelser sørvest for bebyggelsen på Høghaugen indikerer kvikkleire ned mot elvebredden. Se ref. /6/, /7/ og /9/. Utførte poretrykkmålinger har vist poreovertrykk nede ved elvekanten. Tykkelsen av tørrskorpen øker med avstanden fra elven. Stabilitetsanalyser like nord for bru indikerer at sikkerheten mot dyperegående glidninger er tilfredsstillende, men at sikkerheten mot overflateglidninger kan være lav i tider med høyt grunnvannsporetrykk.

Utførte grunnundersøkelse på østsiden av bru indikerer kvikkleire i en dybde fra 13-23 m under terreng. Kvikkleiren ligger dermed noe dypere enn elvenivå.



Planlagte tiltak i området som for eksempel fylling i nærheten av bekkedaler eller innskjæringer i skråningene bør forelegges geoteknisk vurdering før gjennomføring. Deler av området er trolig eksponert for oversvømmelse i flomperioder.

I området mellom Dalstua og Nordre Holm gård er det hovedsak fjell i dagen og tynt løsmassedekke. Langs Nitelva er det imidlertid tykkere løsmasseavsetninger, men høydeforskjellene er beskjedne. Flomproblematikk er trolig en hyppig opptredende hendelse i de slake områdene langs Nitelva.

#### 5.1.5 *Heggeveien/Kirkeveien*

På elvestrekningen fra bru over Nitelva nedstrøms til renseanlegget gjør elven to yttersvinger og lokalt er skråningene brattere enn 1:2. I flomperioder antas elven å erodere i yttersvingene, og det er viktig å holde oppsikt med anlagt sikring, da det er påtruffet kvikkleire grunt flere steder langs elven.

Nylig utførte grunnundersøkelser indikerer kvikkleire på vestsiden av Nitelva i en dybde fra ca 9 m under terreng til en dybde på 20 m. Morene er påtruffet i 22,5 m dybde og boringen er avsluttet i faste masser på 26 m under terreng. Boringer i søndre del av området indikerer kvikkleire i en dybde fra 19 m under terreng til en dybde på 31 m.

Rapport 11992 fra Noteby konkluderer for øvrig for området Birkelundveien/Heggelundveien med følgende:

- Stabilitetsberegninger av skråningene mot øst (mot Nitelva) viser tilfredsstillende sikkerhet for dyperegående utglidninger.
- Analyse av lokalt bratt skråning ned mot Nitelva, ved krysset Heggeveien/Birkelundveien viser liten beregningsmessig sikkerhet på korttidsbasis. Dvs. for plutselige endringer i spenningstilstanden i grunnen.
- Det er viktig at foten av skråningene er sikret mot erosjon, da dette vil forhindre at det oppstår lokale glidninger som medfører en omrøring av kvikkleiren på partiet nederst mot Nitelva, og som igjen kan medføre ugunstigere stabilitetsforhold lenger inn i skråningen.
- Fylling og graving i området bør vurderes av geoteknisk sakkyndig før arbeider settes i gang.

Deler av området er trolig eksponert for oversvømmelse i flomperioder.

#### 5.1.6 *Skyset*

På 60-70 tallet ble deler av området bakkeplanert og det opprinnelig ravinerte leirterrenget er slaket ut og fylt igjen. Store deler av dette området brukes i dag til golfområde.

Fjell kommer opp i dagen flere steder langs vestsiden av området. Nedre Skysset gård ligger på fjell og fjellet stupet bratt mot øst og nord. Området avgrensnes i nord av øst-vest-gående ravine. I sør avgrensnes sonen ved ravineterreng ved Korperud.

Grunnundersøkelser indikerer kvikkleire fra 7-12 m under terreng. På økende dyp er det fast homogen leire. Ca 28 m under terreng går boringen over i morene og avsluttes i faste masser/fjell på 30 m dybde.

#### 5.1.7 Nitelva

På 60-70 tallet ble deler av området bakkeplanert og det opprinnelig ravinerte leirterrenget er slaket ut og fylt igjen. Området blir benyttet til jordbruksareal.

Området avgrensnes i nord og øst av tynt løsmassedekke og fjell i dagen.

Grunnundersøkelser indikerer kvikkleire fra 9-15 m under terreng. Avsetningen består av homogen leire. Faste masser, trolig fjell, er påtruffet i 18 m dybde

Deler av området er trolig eksponert for oversvømmelse i flomperioder.

## 6 Utstrekning og klassifisering av sonen

Grunnundersøkelser som tidligere er gjort i dette området samt utførte grunnundersøkelsene og topografiske kriterier gir grunnlag for oppdeling av sonen. Den nye inndelingen består av 4 soner (Høgghaugen, Heggeveien, Skysset og Nitelva).

Sonens opprinnelige utstrekning reduseres på grunn av utførte grunnundersøkelser. På Dalhaug gård er det påtruffet faste leirmasser, foruten fjell nede ved Nitelva. Mellom Nitelva og Nordre Holm gård strekker en lang fjellrygg seg i nord-sør retning langs store deler av den opprinnelige antatte kvikkleirefaresonen.

De utførte grunnundersøkelser gir ikke grunnlag for endring av sonens klassifisering. Faregraden for de reviderte sonene er lav. Det gjøres oppmerksom på at det kan finnes mindre kvikkleirelommer utenfor tidligere undersøkte områder og utenfor sonene.

Det kan ikke igangsettes nye inngrep/endringer i sonen, uten at det er foretatt vurdering av de stabilitetsmessige konsekvensene for det aktuelle utbygningsprosjektet.

De reviderte sonene vil bli oversendt NVE i neste SOSI-leveranse for reviderte kvikkleiresoner.

## 7 Lokalisering av potensielle kvikkleirefaresoner og tiltak i disse

Lokalisering av faresonene bygger på studie av geologiske og topografiske forhold samt vurdering av resultatene av grunnundersøkelsene.

Faren for kvikkleireskred er begrenset til områder med marine avsetninger, det vil si avsetninger der det kan dannes kvikkleire. For at skred skal kunne inntreffe, må leira stå med skjærspenninger nær bruddtilstand. Det vil si at det må være en viss minimum høgdeforskjell innen området for at skred skal kunne inntreffe. Nedre grense for denne skråningshøyden er satt til 10 m i dette studiet. Dette er i overensstemmelse med tidligere utførte analyser som viser at større skred i ravineområder stort sett skjer der skråningshøyden er større enn 10 m.

Det skal påpekes at det også utenfor de påviste sonene kan inntreffe kvikkleireskred i marine avsetninger. Det vil alltid være planlegger/tiltakshavers ansvar å framskaffe relevant informasjon om forholdene, og bringe på det rene hvorvidt et område kan være utsatt for skredfare, PBL, § 68.

Alle tiltak i kvikkleiresoner må utføres med stor aktsomhet for å unngå stabilitetsvekkelse.

De foreliggende data om grunnforholdene, som danner basis for områdemessig stabilitets- og risikovurdering, er normalt ikke omfattende nok som grunnlag for vurdering av evt. mer konkrete tiltak i sonen. Både behov for evt. supplerende undersøkelser og stabilitetsmessige konsekvenser må derfor vurderes av geoteknisk fagkyndig i hvert enkelt tilfelle.

## 8 Referanser

- /1/ Noteby. Slattum renseanlegg, Nittedal. Grunnundersøkelser og geoteknisk utredning. Rapport 5342, nr. 1, datert 1. desember 1964 og nr. 2, datert 8. mai 1969.
- /2/ A/S Geoteam. Oppmåling og fundamentering for boligfelt på Ås gård i Nittedal. Rapport 1138, datert 6. desember 1965.
- /3/ A/S Geoteam. Grunnundersøkelser for Ås gård i Nittedal. Stabilitet av leirrygg ved feltets nordøstre del. Rapport G 1138, datert 31. januar 1966.
- /4/ Noteby. Slattum Ungdomsskole (nåværende Li ungdomsskole, Nittedal). Grunnundersøkelser og geoteknisk vurdering. Rapport 6571, nr. 1 datert 6. september 1968, nr. 2 datert 3. desember 1969 og nr. 3 datert 16. november 1971.
- /5/ Veglaboratoriet. Redegjørelse om stabilitetsundersøkelse ved nåværende Slattum bru. Rapport C 390 A, datert 9. september 1969.

- /6/ Veglaboratoriet. Redegjørelse om fundamenteringsforholdene for prosjektert ny vei ved Slattum i Nittedal. Linje av november 1968. Rapport C 390 B, datert 18. februar 1970.
- /7/ Norges Geotekniske Institutt. Grunnundersøkelse av tomt ved Slattum bru, Nittedal. Rapport 70063, datert 4. november 1970.
- /8/ Veglaboratoriet. Redegjørelse om grunn- og fundamenteringsforholdene for Slattum bru med tilstøtende vei, alternativ 1970. Rapport 47- C 390 C, datert 14. september 1971.
- /9/ Norges Geotekniske Institutt. Stabilitetsvurdering for aktuell byggetomt på Høgshaugen i Nittedal. Rapport 72020, datert 29. mai 1972.
- /10/ Veglaboratoriet. Redegjørelse om grunn- og fundamenteringsforholdene for Slattum bru, alternativ 1970. Rapport C 390 C, datert 26. september 1972.
- /11/ Veglaboratoriet. Ny plassering av bolighus på eiendom gnr./bnr. 7/6 ved Slattum bru. Rapport nr. 353-C datert 21. august 1975.
- /12/ Noteby. Nittedal kommune, Slattum. Rapport 11992 nr. 2: Grunnundersøkelser, geoteknisk vurdering. Vurdering av stabilitetsforholdene. Datert 17. september 1976.
- /13/ Norges Geotekniske Institutt. Kartlegging av områder med potensiell fare for kvikkleireskred. Kartblad Nannestad. M = 1:50.000. Rapport 81071-1, datert 9. mai 1984.
- /14/ Norges Geotekniske Institutt. Kartlegging av områder med potensiell fare for kvikkleireskred. Kartblad Nannestad. M = 1:50.000. Borerresultater. Rapport 81071-2, datert 18. mars 1994.
- /15/ Noteby. Brev til Nittedal kommune. Smedstuveien Etappe 1 og 2. Geoteknisk vurdering av byggeplan. Brev datert 23. januar 1998.
- /16/ Norges Geotekniske Institutt. Program for økt sikkerhet mot leirskred, Nittedal kommune. Rapport 20001008-50, datert 15.mai 2006.



Dokumentnr.: 20091692-00-2-R

Dato: 2009-11-25

Side: 1

Vedlegg: Bilag

# Vedlegg - Standardbilag

## Innhold

### **Grunnundersøkelser**

Bilag 1- Tegnforklaring plan- og profiltegninger

Bilag 2- Feltundersøkelser – boremetoder

Bilag 3- Laboratorieundersøkelser

Bilag 4- Jordartsklassifisering

### Plantegninger

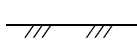
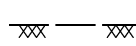
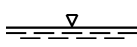
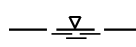
Symbol	Metode	Symbol	Metode
○	Enkel sondering	▽	Trykksondering (CPTU)
●	Dreiesondering	⊕	Poretrykksmåling
◊	Dreietrykksondering	■	Setningsmåling
▼	Ramsondering	▣	Helningsmåling
☆	Fjellkontrollboring	⊗	In situ permeabilitetsmåling
⊕	Totalsondering	⊙	Prøveserie
+	Vingeboring	□	Prøvegrop

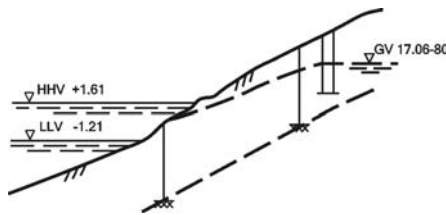
#### Nivåer og dybder (m)

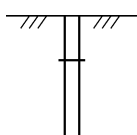
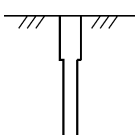
118 ☆  $\frac{12,8}{-5,7}$  18,5+3,0

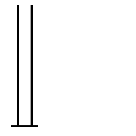
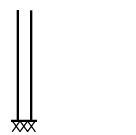
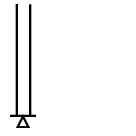
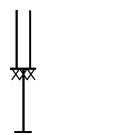
Foran symbol: Punkt nr. (118)  
 Over linjen: Kote terreng (12,8) eller elvebunn, sjøbunn ved boring i vann  
 Ut for linjen: Boret dybde i løsmasser (18,5) + boret dybde i fjell (+3,0).  
 Under linjen: Kote antatt fjell (-5, 7). Antas at fjell ikke er påtruffet angis ~.

### Profiltegninger

Konturlinjer	
	Terreng
	Berg
	Vannstand
	Grunnvannsspeil



Forboring	
	Forboret
	Forboret med grovere utstyr

Avslutning av boring	
	Boring avsluttet (årsak ikke angitt)
	Antatt berg
	Antatt stein, blokk eller fast grunn
	Boret i berg

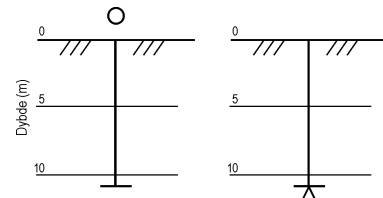
### Sonderinger

Gir oversikt over grunnens relative lagringsfasthet, grov identifisering av jordart og dybder til antatt berg eller fast grunn. Benyttes ofte som innledende undersøkelse.

#### Enkel sondering

Boringer uten registrering av motstand, for eksempel slagboring (håndholdt maskin eller borerigg) eller spyleboring, som bare har til hensikt å registrere dybder til fast grunn eller antatt berg.

Avslutning av boring markeres på diagrammet.

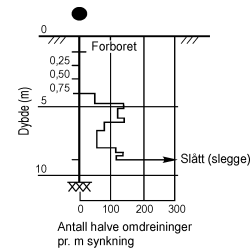


#### Dreiesondering

Utføres med Ø 22 mm skjøtbare borstenger med Ø 25 mm 200 mm lang pyramideformet skruespiss.

Boret belastes trinnvis opptil 1 kN. Nedsynkning registreres. Synker ikke boret ved 1 kN belastning, dreies med hånd- eller motorkraft. Antall halve omdreininger pr. 0,2 m synkning registreres.

Diagrammet viser antall halve omdreininger pr. meter synkning. Belastningen på utstyret angis i kN til venstre



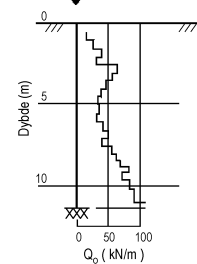
#### Ramsondering

Utføres med Ø 32 mm skjøtbare borstenger med Ø 38 mm spiss (6-kantet).

Boret rammes ned i grunnen med et 0,635 kN fallodd og fallhøyde 0,6 m. Antall slag pr. 0,5 m synkning registreres.

Bormotstanden illustreres ved angivelse av rammearbeidet ( $Q_0$ ) pr. m neddriving.

$$Q_0 = (\text{Loddets tyngde} \times \text{fallhøyde}) / (\text{Synk pr. slag}) \text{ [kNm/m]}$$



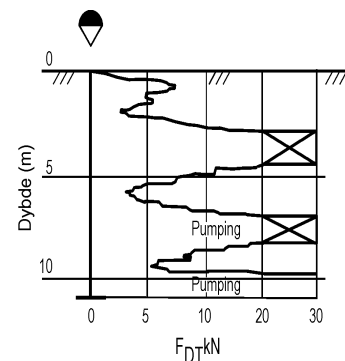
#### Dreietrykksondering

Utføres med Ø 36 mm skjøtbare borstenger med en Ø 40 mm 225 mm lang spiss påsveiset en 5 mm høye skruformet sveiselarve. Det benyttes hydraulisk borerigg med minimum 30 kN mothold.

Borstangen presses ned med konstant hastighet 3 m/min. og konstant rotasjonshastighet 25 omdr./min. Nedpressingskraften registreres kontinuerlig med en elektronisk datalogger og angis i kN. Når motstanden øker slik at normert nedtrengningshastighet ikke kan opprettholdes, økes rotasjonshastigheten.

Bormotstanden illustreres ved angivelse av nødvendig nedpressingskraft (kN) for å opprettholde normert nedtrengningshastighet. Økt rotasjon markeres med kryss i diagrammet.

Metoden gir ikke sikker påvisning av berg.



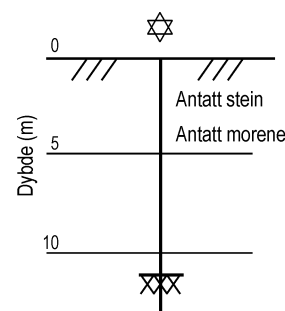
#### Fjellkontrollboring

Utføres med Ø 45 mm skjøtbare borstenger med en Ø 57 mm hardmetall borkrone. Det benyttes hydraulisk slagborhammer med vannspyling.

Boring gjennom ulike lag (leire, grus) kan registreres, likeså gjennom større steiner.

Når bergoverflaten er nådd, bores noe ned i berg, vanligvis 3 m, med registrering av borsynk (cm/min) for sikker påvisning.

Boret dybde og registreringer markeres i diagrammet.

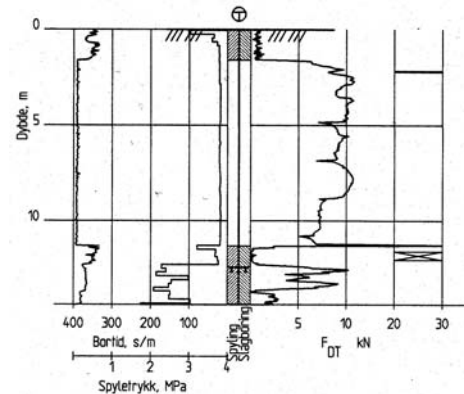


### Totalsondering

Kombinerer dreietrykkssondering og fjellkontrollboring. Utføres med  $\varnothing$  45 mm skjøtbare borstenger med en  $\varnothing$  57 mm hardmetall borkrone. Det benyttes hydraulisk drevet borerigg.

Ved boring gjennom bløte lag følges prosedyre for dreietrykkssondering og borstangen trykkes ned i bakken med konstant hastighet 3 m/min, og konstant rotasjonshastighet 25 omdr./min. Når faste lag påtreffes, økes først rotasjonshastigheten. Gir ikke dette borsynk, går en over til fjellkontrollboring ved at spyling og slag kobles inn. Når bergoverflaten er nådd, bores noe ned i berg, vanligvis 3 m, for sikker påvisning.

Boredata (nedpressingskraft, synkhastighet, rotasjonshastighet, spyletrykk) registreres elektronisk datalogger. Nedpressingskraft vises på diagrammets høyre side, mens bortid og evt spyletrykk vises på venstre side.



### Feltmålinger

Benyttes enten for direkte måling av jordartsegenskaper i felten; skjærstyrke av leire, grunnvannstand- og poretrykk eller indirekte måling av parametere for videre bearbeiding og tolking.

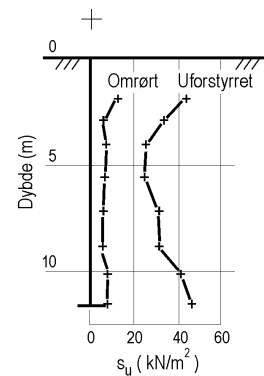
#### Vingeboring

Brukes for å bestemme in-situ skjærstyrke ( $s_u$ ) av leire

Utstyret består av et vingekors (55 x 110 mm eller 65 x 130 mm) som presses ned i grunnen. I ønsket dybde måles det maksimale torsjonsmomentet ved omdreining til brudd. Måling gjøres to ganger i hver dybde, annen gang etter omrøring. Målt torsjonsmoment gir grunnlag for beregning av skjærstyrke i uforstyrret ( $s_{u0}$ ) og omrørt ( $s_{ur}$ ) tilstand. Forholdet mellom disse kalles sensitiviteten ( $S_t$ ).

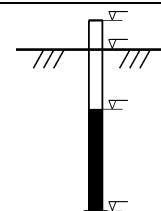
Inspeksjonsvingebor (Lommevingebor) er et forenklet utstyr for måling av skjærstyrke i grøfter og mindre utgravinger. Måledybde er begrenset til 3 m.

Målte verdier av skjærstyrke i uforstyrret ( $s_{u0}$ ) og omrørt ( $s_{ur}$ ) tilstand samt sensitivitet, fremstilles i diagram.



#### Grunnvannstand-/poretrykksmålinger

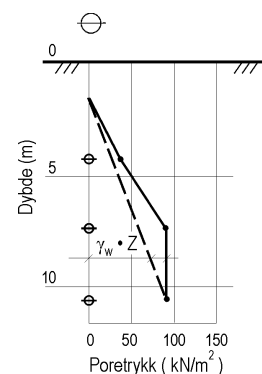
Grunnvannstand (GV) kan måles i hull fra prøvetaking eller med vannstandsør med filtespiss. Det siste er mest brukt i grove jordarter. Utstyret består av en 8 - kantet spiss med et  $\varnothing$ 43,5 mm 740 mm langt perforert rør med filter som trykkes ned til ønsket dybde ved hjelp av forlengelsesrør (5/4" vannrør), etter eventuell forboring. GV måles direkte i røret og fremstilles som vannstandsør med angivelse av kotehøyder.



Poretrykket i ulike dybde i bakken måles med en poretrykksmåler (pietzometer). Utstyret består av et  $\varnothing$  32 mm 300 mm langt porøst filter (bronse eller epoxy) som trykkes ned til ønsket dybde ved hjelp av forlengelsesrør, etter eventuell forboring. Fra filteret føres en plastslange opp til over terreng. Poretrykket måles som vannstand (stighøyde) i plastslangen eller ved hjelp av manometer tilkopleet systemet ved overtrykk.

Alternativt måles poretrykket ved hjelp av elektrisk registrering av trykket mot en fleksibel membran via kabler opp til terreng.

Målte verdier fremstilles i diagram. Til sammenligning vises ofte hydrostatisk trykkfordeling fra GV-stand.





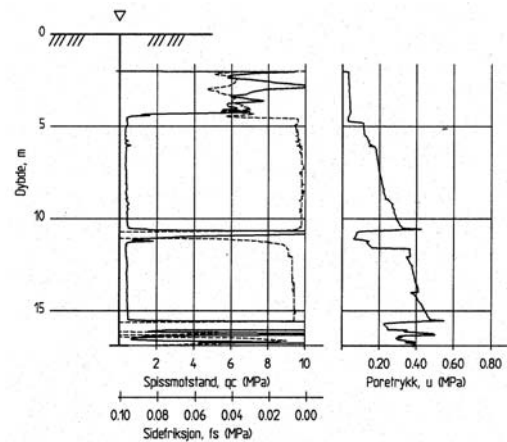
### Trykksondering (CPTU)

Utføres ved at en Ø36 mm og 200 mm lang sylindrisk sonde med konspiss presses ned i grunnen med konstant hastighet 20 mm/s. Det benyttes hydraulisk borerigg.

Under nedpressingen måles trykket ( $q_c$ ) mot den koniske spissen og sidefriksjonen ( $f_s$ ) mot friksjonshylsen på den sylindriske delen. I tillegg måles poretrykket ( $u$ ) måles på en eller flere steder langs sondens overflate (CPTU).

Målingene registreres kontinuerlig med en elektronisk datalogger og gir detaljert informasjon om grunnforholdene. Resultatene over målte verdier med dybden fremstilles i diagram.

Resultatene kan benyttes til å bedømme lagdelinger, jordart, lagringsbetingelser og jordartens mekaniske egenskaper (styrkeegenskaper og deformasjons- og konsolideringsegenskaper).



### Prøvetaking

Utføres for nærmere undersøkelser av grunnens geotekniske egenskaper i laboratoriet. Det skilles mellom representative prøver (omrørte prøver) og uforstyrrede prøver (inntakt struktur).

### Uforstyrrede prøver

#### Sylinderprøver

Den mest brukte prøvetaker er en tynnvegget Ø54 mm stål- eller plast sylinder (80 cm lang) med innvendig stempel.

I ønsket dybde blir sylindren presset ned uten at stampelet følger med. Jordprøven som dermed skjæres ut heises opp med borstrengen til overflaten hvor den forsegles for forsendelse til laboratoriet.

Ved spesielle forhold, for eksempel bløt siltig leire og ekstra krav til prøve kvalitet, benyttes Ø75 mm stempelprøvetaker med tynnveggede stålsylindrer.

Resultatene fra prøvetakingen vises som signaturstolpe i profilene.

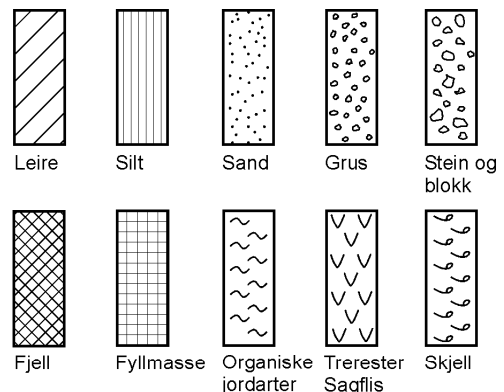
Resultater fra eventuelle laboratorieundersøkelser vises på egne skjema.

#### Blokkprøver

I helt spesielle tilfeller med ekstraordinære krav til prøve kvalitet benyttes Ø250 mm blokkprøvetaker ("Sherbrooke block sampler").

Det forbores med Ø500 mm naver ned til overkant av nivå for prøvetaking med etterfølgende rensing og stabilisering av borhullet med vann.

Detter foretas utskjæring av en sylindrisk Ø250 mm "blokkprøve", prøve høyde ca 300 – 350 mm. Prøvene merkes, vokses og pakkes inn før transport til laboratoriet.



#### Anmerkning

- Leire
  - Ved blandingsjordarter kombineres signaturene.
  - Morene vises med skyggelegging.
- T = tørrskorpe  
R = resedimenterte masser  
K = kvikkleire

### Representative prøver

#### Naverprøvetaking

Utføres med hul borstang påsveiset en spiral (auger), vanligvis  $\varnothing 76$  –  $203$  mm ( $3''$  –  $8''$ ). Naveren skrues ned i massene med maskinelt utstyr til ønsket dybde. Rotasjonen stoppes og boret trekkes opp til overflaten. Prøver tas fra mellomrommet mellom skrueflatene og samles i poser.

Resultatene fra prøvetakingen vises som signaturstolpe i profilene.

Resultater fra laboratorieundersøkelser vises på egne skjema.

Med hydraulisk borrhjelp kan det bores til  $5$  –  $15$  m avhengig av massens art og fasthet og av grunnvannstanden.

Skovling kan også utføres med enklere håndholdt utstyr (skovlbor), vanligvis  $\varnothing 102$  –  $152$  mm ( $4''$  –  $6''$ ).

#### Ramprøvetaking

Utføres ved prøvetaking i fast lagrede masser. Det finnes både stempelprøvetakere, vanligvis  $\varnothing 30$  mm og åpne prøvetakere,  $\varnothing 54$  og  $\varnothing 97$  mm som benyttes sammen med Odexutstyr.

Prøvetakeren rammes ned i massene slik av prøvemateriale blir presset inn i sylindere. Maksimal prøvelengde er normalt  $60$  cm.

Resultatene fra prøvetakingen vises som signaturstolpe i profilene.

Resultater fra laboratorieundersøkelser vises på egne skjema.

#### Sjaktning (Prøvegrop)

Utføres med gravemaskin. Dybde normalt begrenset til  $3$  –  $4$  m avhengig av massens art og fasthet og av grunnvannstanden.

Lagdeling beskrives i sjaktveggen. Det kan tas representative prøver fra forskjellige dyp.

Resultater fra laboratorieundersøkelser vises på egne skjema.

### Klassifiseringsforsøk (indeksforsøk)

Utføres for å kunne klassifisere og identifisere jordarten. I tillegg utføres enkle forsøk for bestemmelse av jordartens mekaniske egenskaper. Resultatene fremstilles i borprofil.

#### Prøveåpning og materialbeskrivelse

Ved åpning av prøvene beskrives og klassifiseres jordarten, lagdeling osv. Sylinderprøver deles opp i 10 cm lange deler som betegnes, A, B, C ... Det besluttes hvilke undersøkelser som skal utføres på de ulike bitene.

#### Romvekt ( $\gamma$ )

Romvekt (kN/m<sup>3</sup>) er forholdet mellom total tyngde og totalt volum av prøven. Bestemmes både på hel prøve og utskåret del iht. NS.

#### Vanninnhold ( $w$ )

Angir i prosent (%) forholdet mellom masse av porevann og masse korn etter uttørking ved 110°C iht. NS.

#### Plastisitet

##### Flytegrense ( $w_L$ )

Angir i prosent (%) vanninnhold av omrørt jord på grensen mellom flytende og plastisk tilstand.

##### Plastisitetsgrense ( $w_p$ )

Angir i prosent (%) vanninnhold av omrørt jord på grensen mellom plastisk og halvstiv tilstand.

##### Plastisitetsindeksen ( $I_p$ i %)

Er differansen mellom flyte- og utrullingsgrense.  $I_p = w_L - w_p$ .

#### Udrenert skjærstyrke ( $s_u$ i kN/m<sup>2</sup>)

Av leire bestemmes ved hurtige enaksiale trykkforsøk på uforstyrrede prøver med Ø 54 mm og høyde 10 cm. Skjærstyrken settes lik halve trykkfastheten.

Skjærstyrken måles også i uforstyrret og omrørt tilstand ved konusforsøk hvor nedsynkningen av en normert konus registreres og skjærstyrken tas ut av en kalibreringstabell.

#### Sensitiviteten ( $S_t$ )

Er forholdet mellom udrenert skjærstyrke av uforstyrret og omrørt materiale, bestemt på grunnlag av konusforsøk i laboratoriet. Med kvikkleire forstås en leire som i omrørt tilstand er flytende, omrørt skjærstyrke < 0,5 kN/m<sup>2</sup>.

#### Humusinnhold (%)

Bestemmes ved en kolorimetrisk naturlutmetode og angir innholdet av humufiserte organiske bestanddeler i en relativ skala. Gløding og andre metoder kan også brukes.

#### Saltinnhold (i g/l)

Bestemmes ved å måle elektrisk ledningsevne i en liten mengde utpresset porevann. Saltinnholdet angis ekvivalent med en natriumkloridkonsentrasjon med samme ledningsevne.

Profil nr. 270 €		Prøvetaker		Ø 54 mm									
Dybde i m.	Materiale	kote +11,5	Symb.	Vanninnhold %			n	$\gamma$ kN/m <sup>3</sup>	S <sub>t</sub>	Skjærstyrke kN/m <sup>2</sup>			
				20	40	60				20	40	60	
1	SAND	Trerot GV 17.06-80	[Symbol]	01	•	•	•	44	18.6				
2				02	•	•	•	47	17.9				
3	SILTIG LEIRE	Skjellrest.	[Symbol]	03	•	•	•		18.3	5	▽	▽	▽
4				04	•	•	•		17.7	5	▽	▽	▽
5				05	•	•	•		17.6	7	▽	▽	▽
6	Stein	Gruslag	[Symbol]	06	•	•	•		18.2	6	▽	▽	▽
7				07	•	•	•		17.1	17	▽	▽	▽
8	KVIKKLEIRE	Siltlag	[Symbol]	08	•	•	•		17.9	2.9	▽	▽	▽
9				09	•	•	•		17.1	41	▽	▽	▽
10				10	•	•	•		17.6	39	▽	▽	▽

① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦ ⑧ ⑨

- ① Dybden fra terreng. Ved boring i vann, fra elvebunn, eller sjøbunn.
- ② Jordartsbeskrivelse. Grunnvannstanden kan angis.
- ③ Materialsymboler.
- ④ Prøvens beliggenhet angis ved skråstrek, eventuelt påføres prøvenummer.
- ⑤ Verdier som faller utenfor diagrammet angis med tall og markeres med pil. I sand kan angis både feltverdier og beregnede verdier tilsvarende vannmettet materiale.
- ⑥ I sand og grovsilt bør porøsiteten n bestemmes.
- ⑦ Tyngdetetthet  $\gamma$  i kN/m<sup>3</sup>, alternativt densitet  $\rho$  i t/m<sup>3</sup>. Eventuelt kan i sand også angis beregnet verdi tilsvarende vannmettet materiale.
- ⑧ Sensitivitet angis i hele tall.
- ⑨ Verdier som faller utenfor diagrammet angis med tall og markeres med pil.

Kolonner for andre materialegenskaper kan inngå.

### Korngradering

#### Kornfordelingsanalyse

Kornfordelingen i jord bestemmes ved sikting og dråpeforsøk. For fraksjoner større enn 0,074 mm utføres kornfordelingsanalysen ved hjelp av en siktesats. For finere fraksjoner (silt og leire) bestemmes kornfordelingen ved hjelp av dråpeforsøk. Analysen bygger på Stokes lov. En viss mengde tørket materiale slennes opp med vann til en jevn suspensjon som settes til sedimentasjon. Etter bestemte tidsintervaller tas det ut prøvedråper fra en gitt dybde i oppløsningene med mikropipette. Dråpene slippes i en anisopolpløsning, og falltiden over en gitt høyde bestemmer mengden. Kornstørrelsen bestemmes fra sedimentasjonstiden.

### Skjærstyrkeegenskaper

#### Treksialforsøk

##### Skjærstyrke

Skjærstyrken på et plan gjennom jord avhenger av effektiv normalspenning på planet (totalspenning – poretrykk) og av jordens skjærstyrkeparametre ( $a$ ,  $\Phi$  og  $D$  eller  $S_{ua}$ ,  $S_{up}$ )

##### Effektiv spenningsanalyse: Skjærstyrkeparametre ( $a$ , $\Phi$ og $D$ )

Disse bestemmes ved treksiale trykkforsøk på representative prøver. Forsøksresultatene fremstilles som "spenningstier", dvs. diagrammer som viser utviklingen av ho-

vedspenningene eller av spenningene på et bestemt plan (f.eks. bruddplanet) med prosentvis aksiell tøyning avmerket på spenningsstien. På dette og annet grunnlag fastsettes karakteristiske parametre for det aktuelle problem.

### **Totalspenningsanalyse: Udrenert skjærstyrke ( $S_u$ [kN/m<sup>2</sup>])**

Gjelder ved raske spenningsendringer uten drenering av poretrykk og bestemmes i laboratoriet ved enkle trykkforsøk ( $S_{uk}$ ), udrenerte treaksialforsøk ( $S_{ua}$ ,  $S_{up}$ ), direkte skjærforsøk ( $S_{ua}$ ) eller ved in-situ målinger (vingeboringer, trykksonderinger (CPTU)).

### **Direkte skjærforsøk**

## **Setningsegenskaper**

### **Ødometerforsøk**

Relasjonen spenning/deformasjon måles ved ødometerforsøk eller ødotreaksialforsøk i laboratoriet. Motstanden mot sammenpressing defineres ved modulen  $M$  = spenningsendring/deformasjonsendring. Måleresultatene uttrykkes ved en regnemodell med en parameter  $m$  (modultallet). 3 regnemodeller er tilstrekkelig for å representere normalt forekommende jordarter.

For overkonsolidert leire (OC) kan setningsmodulen uttrykkes enten som konstant verdi ( $M$ ), eller som spenningsavhengig med modultall,  $m_{OC}$  ( $M = m_{OC} \cdot \sigma'$ ).

For normalkonsolidert leire (NC) er modulen spenningsavhengig med modultall,  $m_{NC}$  ( $M = m_{NC} \cdot \sigma'$ ).

For friksjonsmasser uttrykkes spenningsmodulen ved hjelp av modultall  $m_S$  ( $M = \rho_a \cdot m_S \cdot \sqrt{\sigma' \rho_a}$ ), hvor  $\rho_a$  er atmosfærisk trykk ( $\rho_a = 100$  kN/m<sup>2</sup>).

## **Strømningsegenskaper**

### **Permeabilitetsforsøk**

#### **Permeabiliteten (k cm/s eller m/år)**

Bestemmer den vannmengde  $q$  som vil strømme gjennom jordart pr. tidsenhet under gitte betingelser (Betegnelsen "hydraulisk konduktivitet" benyttes også)  $q = k \cdot A \cdot i$

hvor  $A$  = bruttoareal normal strømretning  
 $i$  = gradient i strømretningen

#### **Permeabilitetskoeffisienten (k i mm/s)**

Er et uttrykk for materialets evne til å slippe væske gjennom porene definert som strømningshastighet for en hydraulisk gradient lik 1. I laboratoriet måles permeabiliteten

ved direkte vanngjennomgangsforsøk.

I finkornig jord kan permeabiliteten bestemmes på grunnlag av konsolideringsforsøk i ødometer.

### **Komprimeringsegenskaper**

En jordart undersøkes ved at prøver med forskjellig vanninnhold komprimeres med et bestemt komprimeringsarbeid (Proctor-forsøk). Resultatene fremstilles i et diagram som viser tørr densitet som funksjon av vanninnhold. Den maksimale tørre densitet som oppnås benyttes ved spesifisering av krav til utførelsen av komprimeringsarbeider.

#### ***Komprimeringsforsøk (Proctor-forsøk)***

Utføres for bestemmelse av jordens komprimeringsegenskaper. Forsøket utføres ved innstamping av materiale i en stålsylinder ved varierende vanninnhold. Stempelets tyngde, fallhøyde og antall slag holdes konstant. Den maksimale tørrdensitet  $\rho_{dopt}$  og tilsvarende vanninnhold  $w_{opt}$  bestemmes.

### Fraksjonsinndeling

Fraksjon		Kornstørrelse (mm)
Grovinnndeling	Fininnndeling	
Blokk	-	> 600
Stein	-	600 – 60
Grus	Grov	60 – 20
	Middels	20 – 6
	Fin	6 – 2
Sand	Grov	2 – 0,6
	Middels	0,6 – 0,2
	Fin	0,2 – 0,06
Silt	Grov	0,06 – 0,02
	Middels	0,02 – 0,006
	Fin	0,006 – 0,002
Leire	-	< 0,002

#### JORDARTEN

Benevnes i henhold til korngraderingen med substantiv for den dominerende, og adjektiv for medvirkende fraksjon. Jordarten angis som leire når leirinnholdet er over 15 %. Morene er en usortert breavsetning som kan inneholde alle kornstørrelser fra leire til blokk.

### Gradering

$C_u = d_{60}/d_{10}$	Betegnelse
< 5	Ensgradert
5 – 15	Middels gradert
> 15	Velgradert

### Lagringstetthet

$$D_m = \frac{n_{maks} - n}{n_{maks} - n_{min}} \quad \text{Porøsitet } n = \frac{\text{Volum av porer}}{\text{Totalt volum}}$$

Lagringstetthet	$D_m$ og $D_{re}$
Løs	< 0,3
Middels	0,3 – 0,8
Fast	> 0,8

### Plastisitet

Betegnelse av leire	Betegnelse av plastisitet	Plastisitet $I_p$ (%)
Litt plastisk	Lav	< 10
Middels plastisk	Middels høy	8 – 30
Meget plastisk	Høy	> 30

### Sensitivitet

Betegnelse av leire	Betegnelse av sensitivitet	Sensitivitet, $S_t$
Litt sensitiv	Lav	< 8
Middels sensitiv	Middels høy	8 – 30
Meget sensitiv	Høy	> 30

### Udrenert skjærstyrke

Betegnelse av leire	Skjærstyrke	$S_u$ kN/m <sup>2</sup>
Bløt	Lav	< 25
Middels bløt	Middels	25 – 50
Fast	Høy	> 50

Med kvikkleire forstås en leir som i omrørt tilstand er flytende, d.v.s. omrørt skjærstyrke < 0,5 kN/m<sup>2</sup>.

### Telefarlighet

Benevnelse	Telegrupper	Masseproducent (av matr. < 19,0 mm) < 0,02 mm 0,02 mm		Eksempler på jordart
Ikke telefarlig	T 1	< 3%		Sand, Grus, Torv, Myrjord
Litt telefarlig	T 2	3 -12%		Sand, Grus Morene (sandig, grusig)
Middels telefarlig	T 3	> 12%	< 50%	Sand, Morene (leirig) Leire med mer enn 40% < 0,002 mm
Meget telefarlig	T 4	> 12%	50%	Leire med mindre enn 40% < 0,002 mm Silt Morene (siltig)

### Organiske jordarter

<b>Torv</b>	Myrplanter, mindre eller mere omdannet (fibertorv, mellomtorv, svarttorv).
<b>Gytje, dy</b>	Omdannede, vannavsatte plante- og dyrerester.
<b>Mold</b>	Organisk materiale med løs struktur.
<b>Matjord</b>	Det øvre, moldholdige jordlag.





Dokumentnr.: 20091692-00-2-R

Dato: 2009-11-25

Side: 1

Vedlegg: Kartbilag

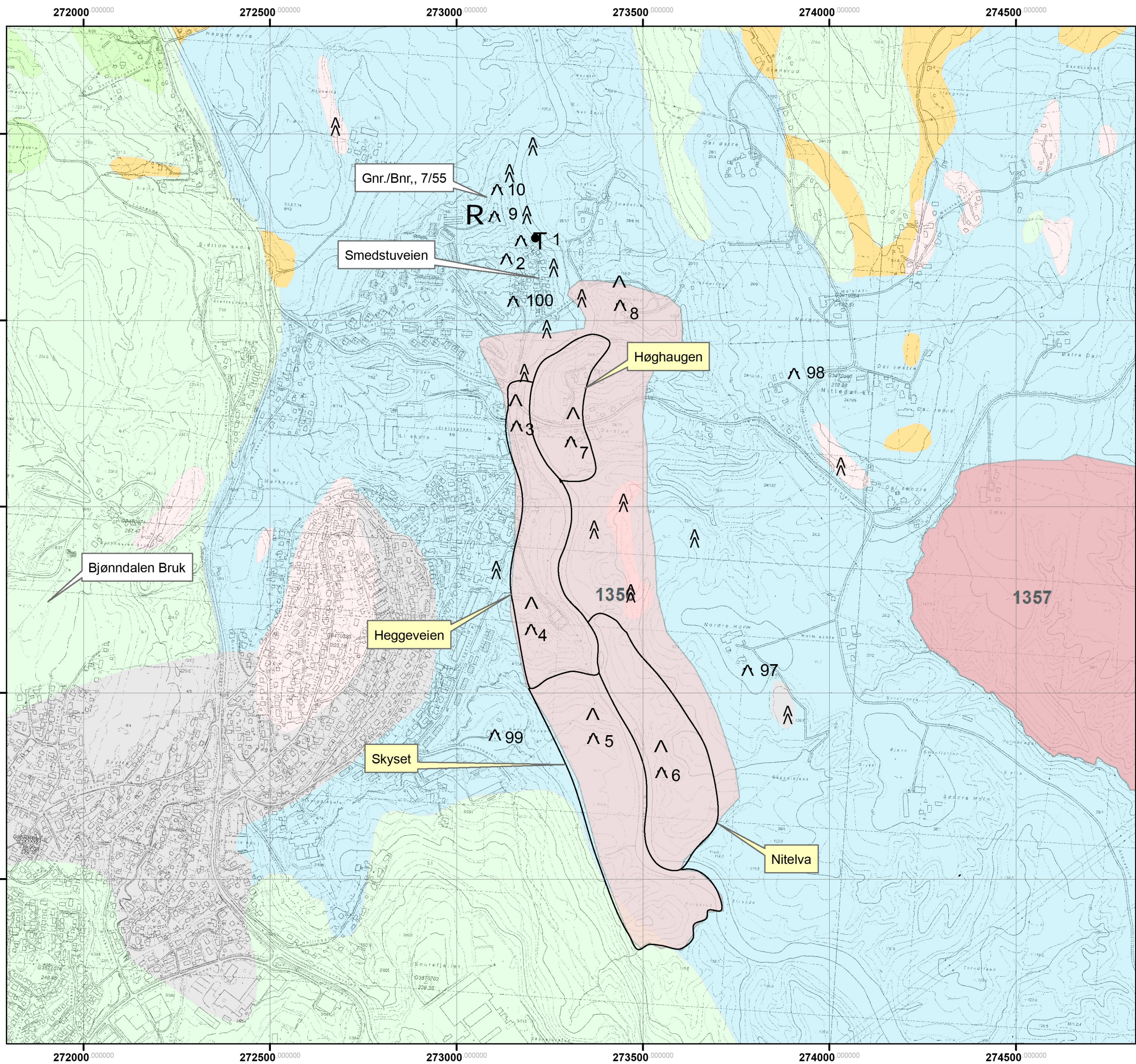
# Kartbilag -

## Innhold

### Figurer

Kartbilag 1 Borplan, grunnundersøkelser.

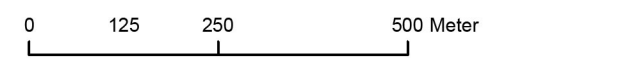




- TEGNFORKLARING**
- Tynn morene
  - Tykk morene
  - Breelavsetning
  - Hav- og fjordavsetning, strandavsetning, tynt dekke
  - Hav- og fjordavsetning, tykt dekke
  - Fyllmasse
  - Bart fjell, stedvis tynt løsmassedecke

- Fjell i dagen/tynt løsmassedecke
- Dreietrykksondring
- Totalsondring
- Trykksondring (CPTU)
- R Prøveserie/skovloring

- Kartlagt for skredfare**
- Kvikkleiresone Nitelva, opprinnelig sone
  - Ny inndeling av Nitelva-sone (4 soner)
  - Nye kvikkleiresoner



B					
A					
Rev.	Endring - endring	Uttatt	Kontrollert	Godkjent	Dato

<b>Vurdering av skredfare langs Nitelva, Slattum, Nittedal</b>		
Borplan, grunnundersøkelser	Rapportnr. 20091692-1	Kartbilag nr. 1
Faresonekart Målestokk hovedkart 1 : 10 000 Målestokk oversiktskart 1 : 100 000	Uttatt	Dato 2009-11-25
	Kontrollert	
Godkjent	Trv	
Datum: EUREF89, Kartprojeksjon: UTM, Sone: 33		



# Vedlegg A - Dreietrykkssonderinger

## Innhold

<b>1</b>	<b>Metode</b>	<b>2</b>
<b>2</b>	<b>Resultater</b>	<b>2</b>
<b>3</b>	<b>Referanser</b>	<b>2</b>

## Figurer

Figur A1-A10	Dreietrykkssonderinger, hull 1-10
Figur A11-A12	Dreietrykkssondering, hull 97, 98, 99 og 100, NGI-rapport 810071-2
Figur A13	Borplan, NGI-rapport 810071-2

## **1 Metode**

Metoden benyttes for å bestemme lagdeling i løsmasser og dybder til fast grunn eller antatt fjell. Metoden gir ikke sikker påvisning av fjell.

Resultatene gir grunnlag for å identifisere jordarter og vurdere relativ fasthet i grunnen.

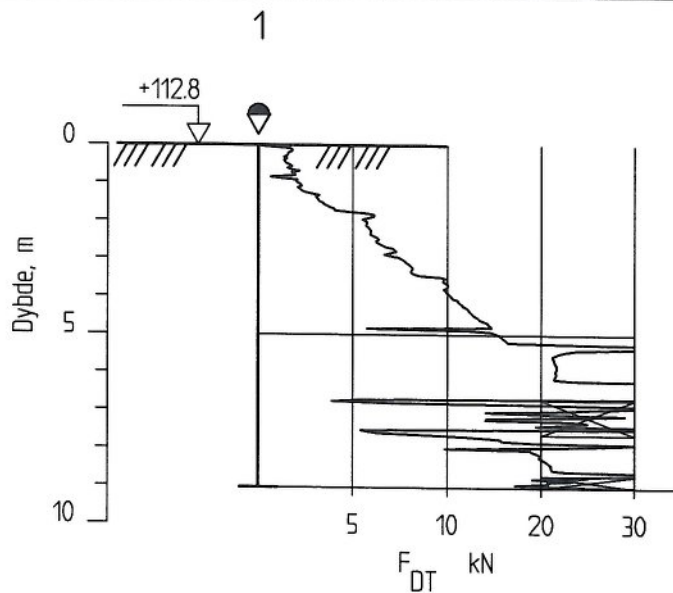
Metoden er velegnet for å bestemme sensitivitet i bløt leire.

## **2 Resultater**

Resultatene er vist som enkeltboringer på figur A1-A10. Resultater fra kvikkleirekartleggingen utført i 1983 (NGI-rapport 810071) er vist som enkeltboringer på figur A11-A12.

## **3 Referanser**

- /A1/ Veiledning for utførelse av dreietrykksondering. Melding nr. 7, Norsk Geoteknisk Forening, 1982. Rev. nr. 1, 1989
- /A2/ Håndbok 015. Feltundersøkelser Statens vegvesen, august 1997.



SKREDFAREVURDERING, NITELVA

Rapport nr.  
20091692

Figur nr.  
A1

Dreietrykksøndering  
M = 1 : 200

Tegner

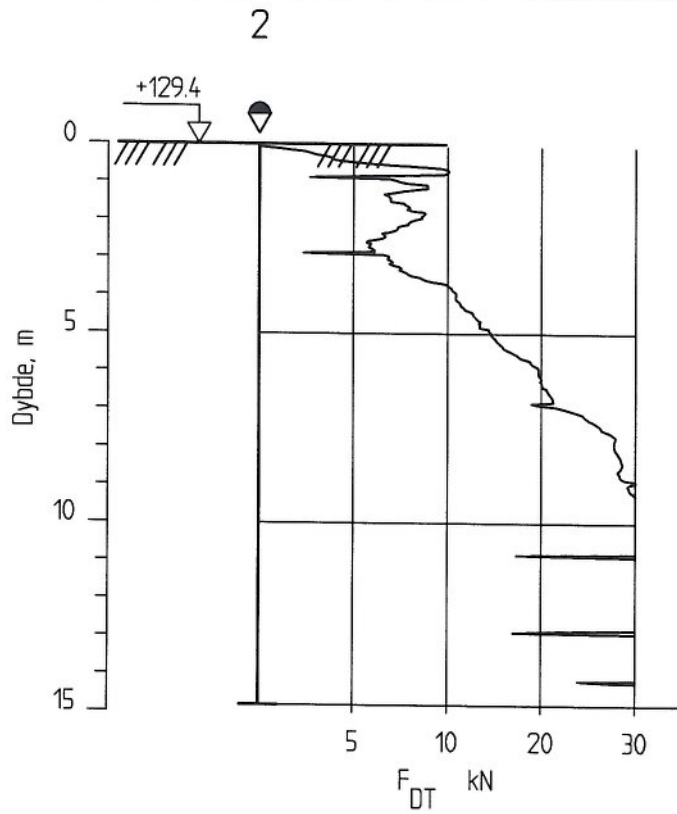
Dato:  
25.11.09

Borhull 1  
Posisjon: X 6654293.98 Y 607615.28      Dato boret :17.06.2009

Kontrollert

Godkjent





SKREDFAREVURDERING, NITELVA

Rapport nr.  
20091692

Figur nr.  
A2

Dreietrykksondering

Tegner  
*[Signature]*

Dato:  
25.11.09

Borhull 2

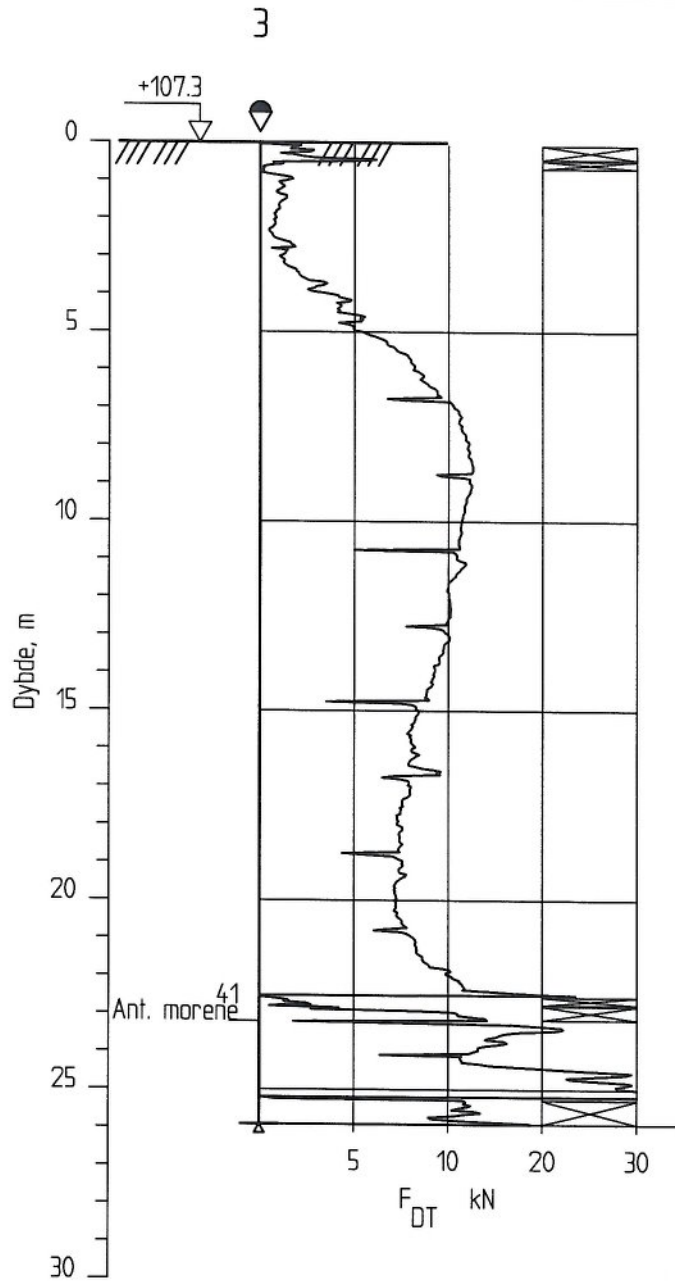
Posisjon: X 665424.156 Y 607580.96

Dato boret :18.06.2009

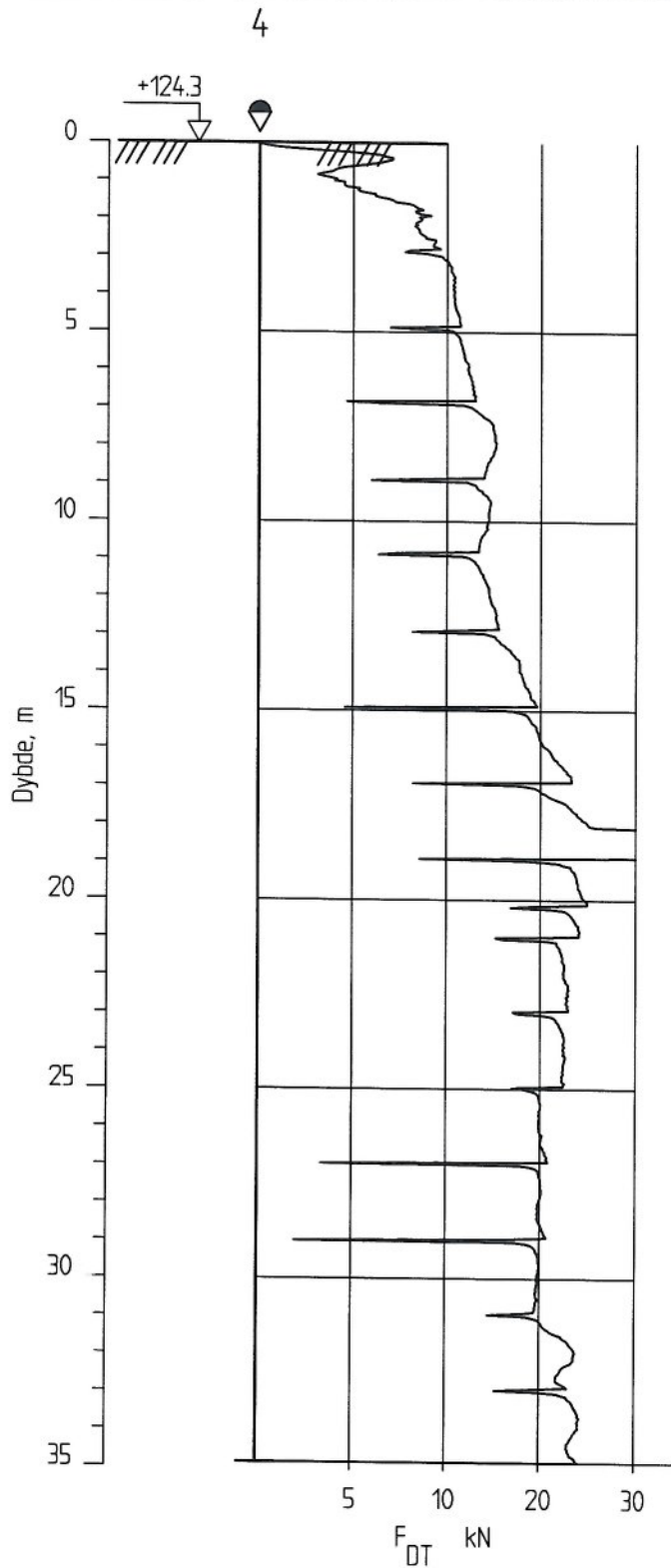
Kontrollert  
*[Signature]*

Godkjent  
*[Signature]*





<p>SKREDFAREVURDERING, NITELVA</p>	<p>Rapport nr. 20091692</p>	<p>Figur nr. A3</p>
<p>Dreietrykksondering M = 1 : 200</p>	<p>Tegner <i>[Signature]</i></p>	<p>Dato: 25.11.09</p>
<p>Borhull 3 Posisjon: X 6653797.59 Y 607648.34</p>	<p>Kontrollert <i>[Signature]</i></p>	
<p>Dato boret :17.06.2009</p>	<p>Godkjent <i>[Signature]</i></p>	



SKREDFAREVURDERING, NITELVA

Rapport nr.  
20091692

Figur nr.  
A4

Dreietrykksondring  
M = 1 : 200

Tegner  
*[Signature]*

Dato:  
25.11.09

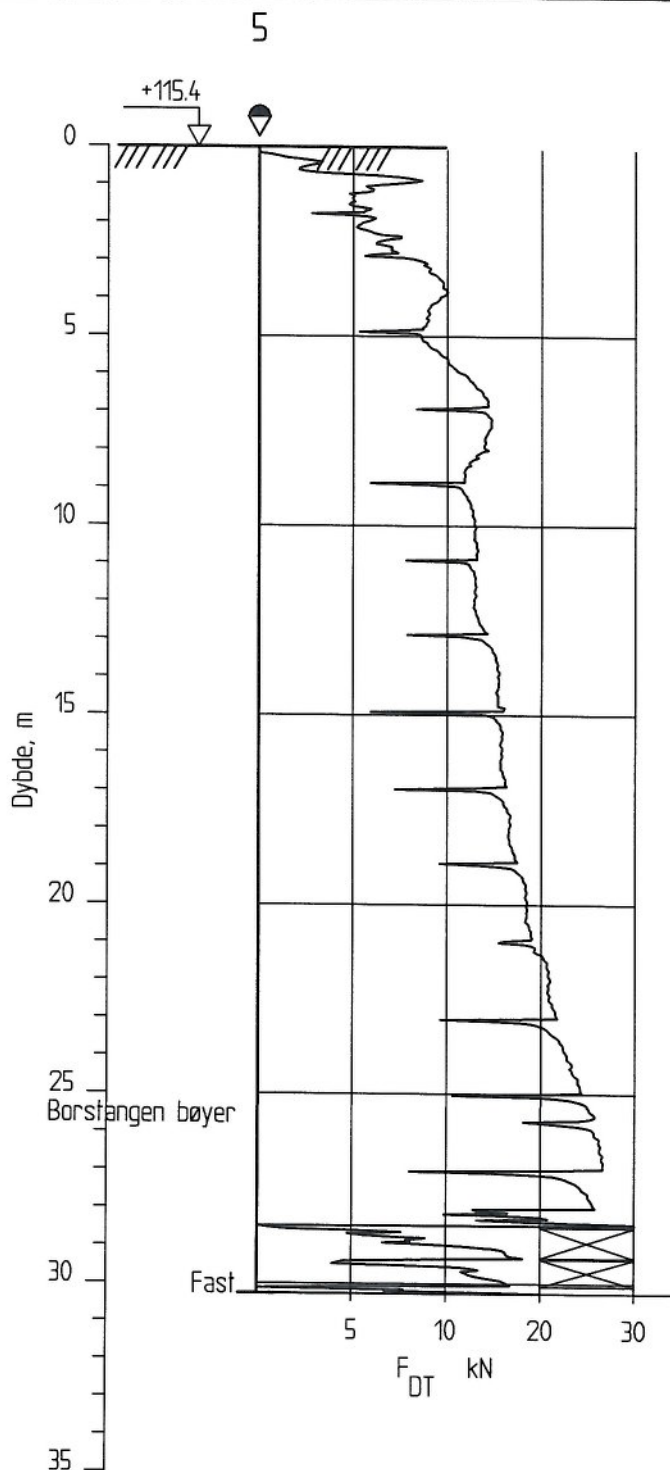
Borhull 4  
Posisjon: X 6653257.95 Y 607737.06 Dato boret :18.06.2009

Kontrollert  
*[Signature]*

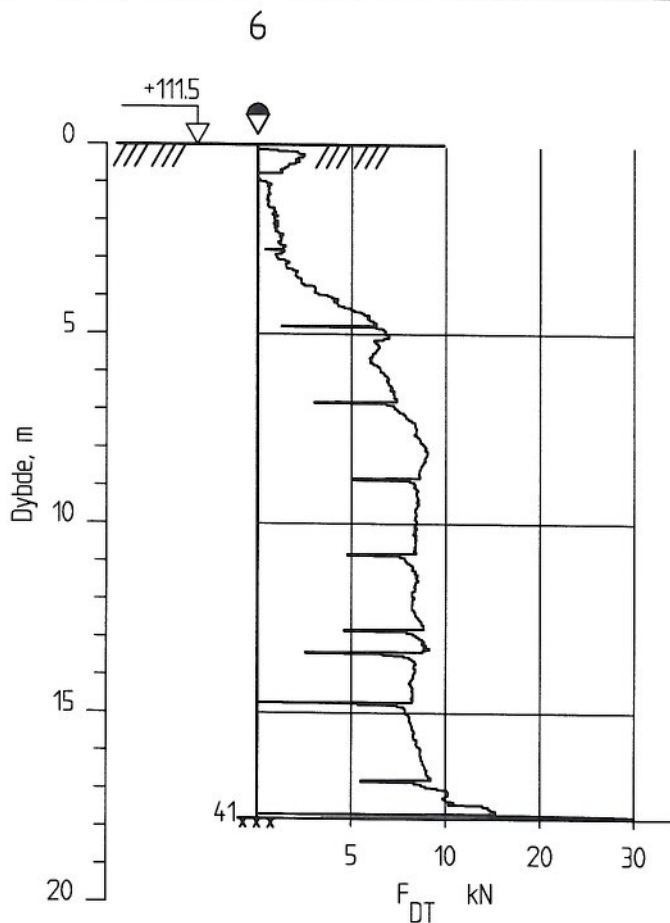
Godkjent  
*[Signature]*







<p>SKREDFAREVURDERING, NITELVA</p>	<p>Rapport nr. 20091692</p>	<p>Figur nr. A5</p>
<p>Dreietrykksondering M = 1 : 200</p>	<p>Tegner <i>[Signature]</i></p>	<p>Dato: 25.11.09</p>
<p>Borhull 5 Posisjon: X 6652982.00 Y 607928.92</p>	<p>Kontroller-t <i>[Signature]</i></p>	
<p>Dato boreet :18.06.2009</p>	<p>Godkjent <i>[Signature]</i></p>	



SKREDFAREVURDERING, NITELVA

Rapport nr.  
20091692

Figur nr.  
A6

Dreietrykksondering  
M = 1 : 200

Tegner  
*[Signature]*

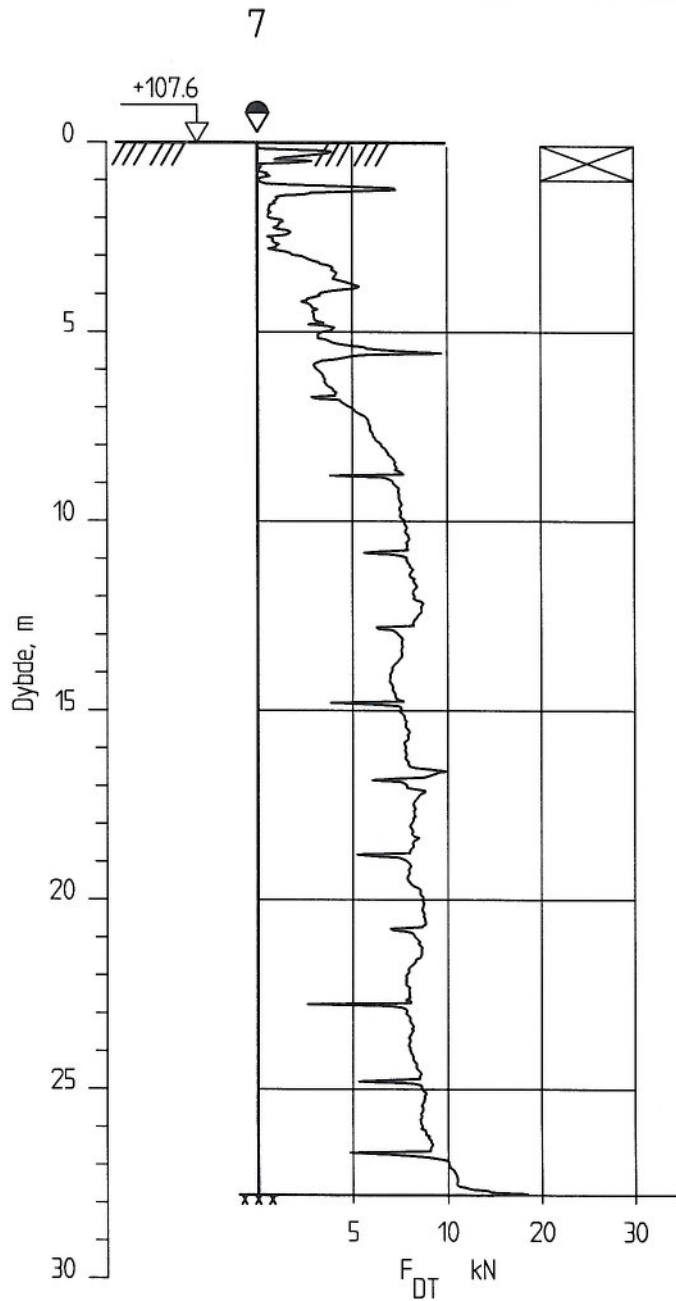
Dato:  
25.11.09

Borhull 6  
Posisjon: X 6652907.47 Y 608119.73      Dato boret :30.06.2009

Kontrollert  
*[Signature]*

Godkjent  
*[Signature]*





SKREDFAREVURDERING, NITELVA

Rapport nr.  
20091692

Figur nr.  
A7

Dreietrykksondering  
M = 1 : 200

Tegner  
*[Signature]*

Dato:  
25.11.09

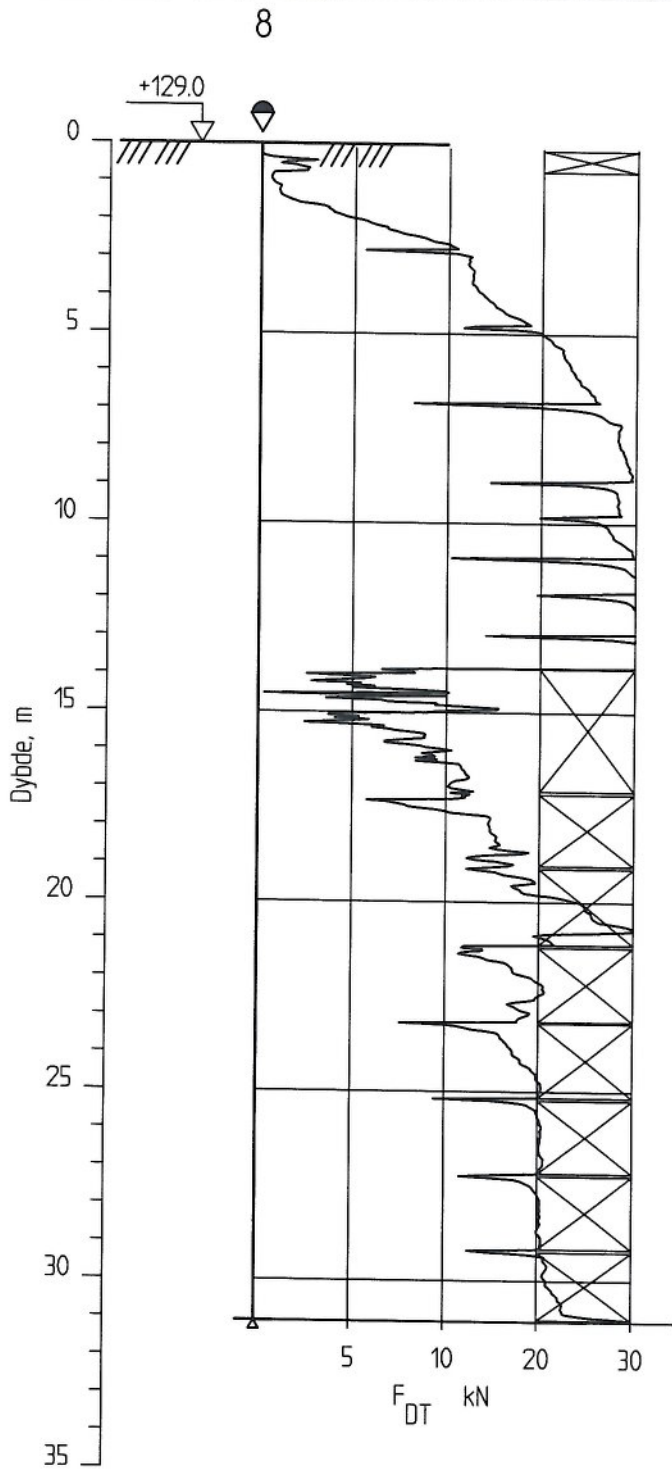
Borhull 7  
Posisjon: X 6653768.65 Y 607796.46

Dato boret :09.07.2009

Kontrollert

Godkjent





SKREDFAREVURDERING, NITELVA

Rapport nr.  
20091692

Figur nr.  
A8

Dreietrykkssondering  
M = 1 : 200

Tegner  
*[Signature]*

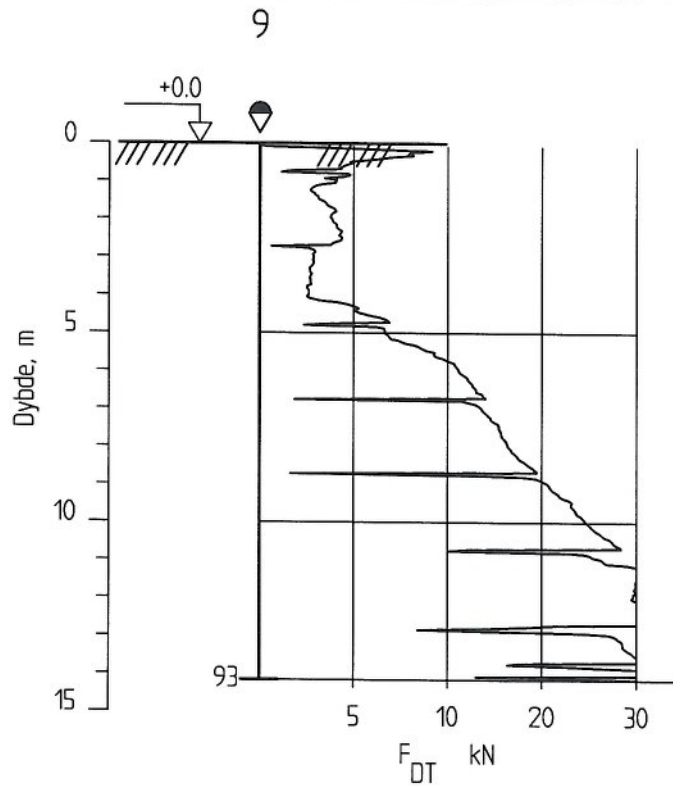
Dato:  
25.11.09

Borhull 8  
Posisjon: X 6654145.37 Y 607897.03      Dato boret :30.06.2009

Kontrollert  
*[Signature]*

Godkjent  
*[Signature]*





## SKREDFAREVURDERING, NITELVA

Rapport nr.  
20091692Figur nr.  
A9Dreietrykksondering  
M = 1 : 200

Tegner

Dato:  
25.11.09

Borhull 9

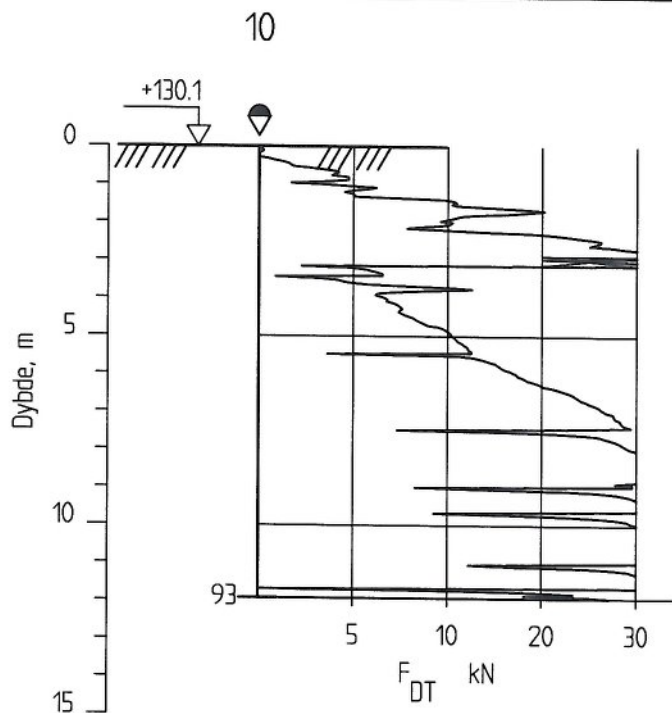
Posisjon: X 6654343.35 Y 607535.66

Dato boret :02.11.2009

Kontrollert

Godkjent





SKREDFAREVURDERING, NITELVA

Dreietrykksøndering  
M = 1 : 200

Borhull 10  
Posisjon: X 6654400.29 Y 607538.89 Dato boret :02.11.2009

Rapport nr.  
20091692

Figur nr.  
A10

Tegner  
*[Signature]*

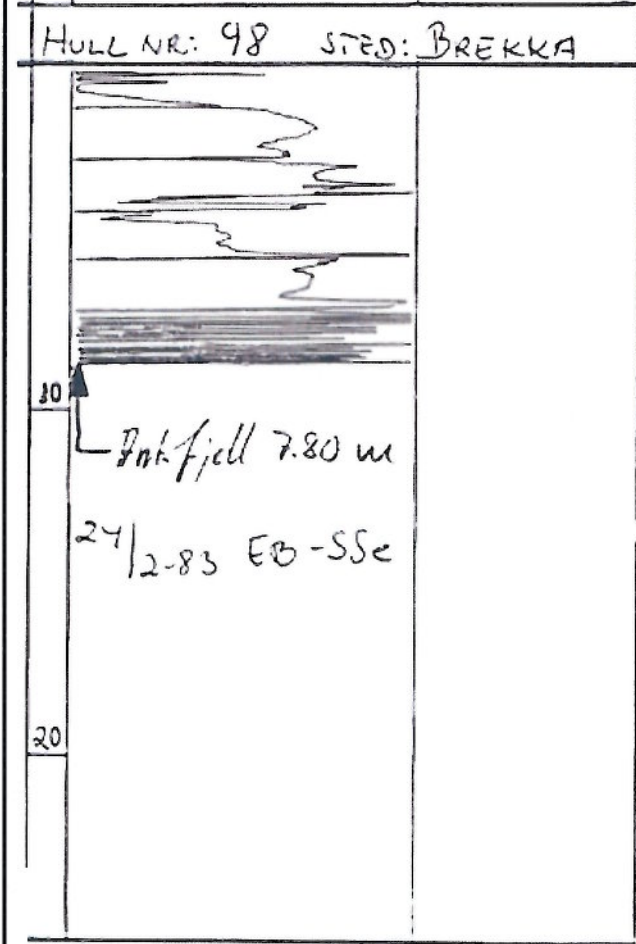
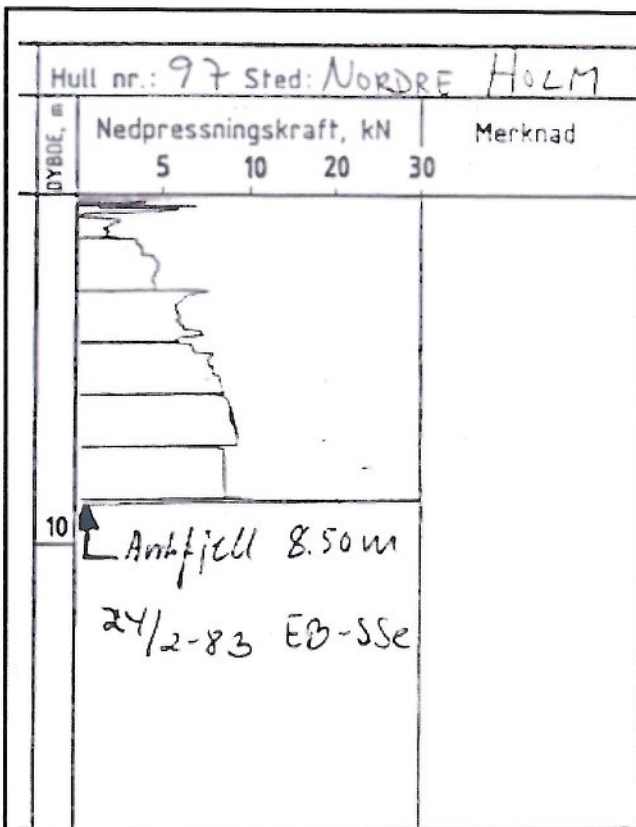
Dato:  
25.11.09

Kontrollert

Godkjent  
*[Signature]*



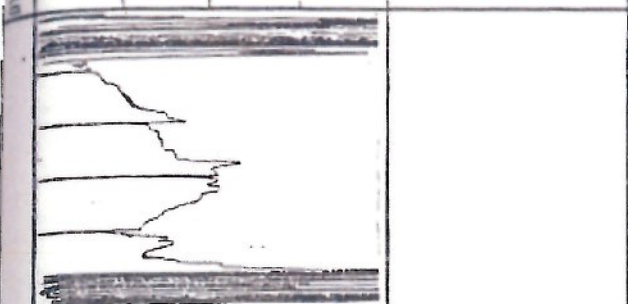




NVE- PROGRAM FOR ØKT SIKKERHET MOT LEIRSKRED	Dokumentnr. 20091692-00-2-R
	Dato 2009-11-25
Dreietrykk 97 og 98 fra NGI-rapport 810071-2.	Figurnr. A11
	Tegnet av TrV

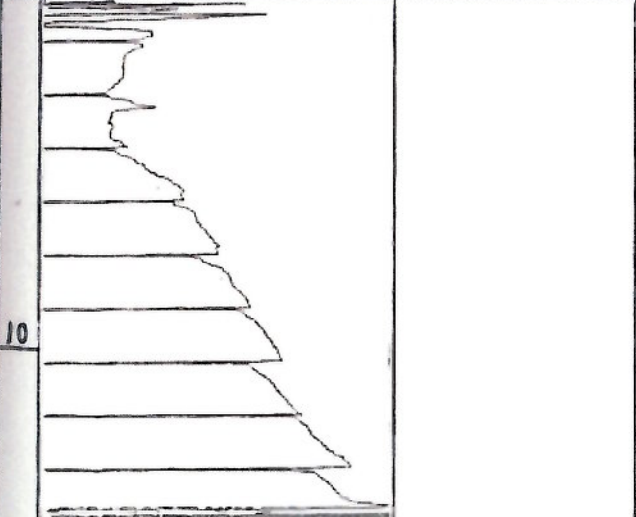
Hull nr.: 99 Sted: SKYSET

Nedpressningskraft, kN      Merknad  
5    10    20    30



20  
Ant. fill 7.0 m  
25/2-83 EB-SSE

Hull nr.: 100 Sted: SLATTUM



10  
20  
Ant. fill 14.20 m  
25/2-83 EB-SSE


**NVE- PROGRAM FOR ØKT SIKKERHET MOT LEIRSKRED**

Dreietrykk 99 og 100 fra NGI-rapport 810071-2.

Dokumentnr.  
20091692-00-2-R

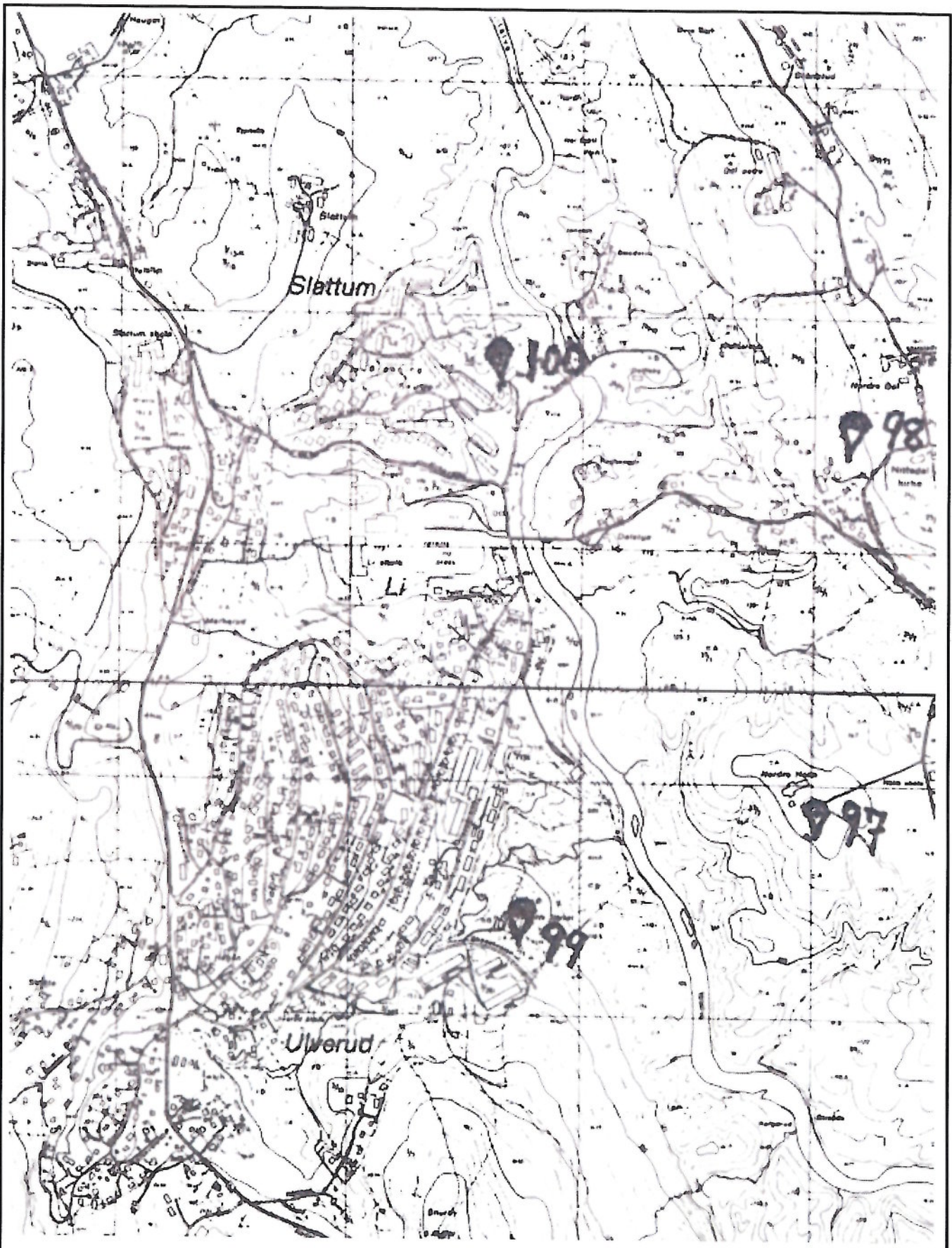
Dato  
2009-11-25

Figurnr.  
A12

Tegnet av  
TrV 







**NVE- PROGRAM FOR ØKT SIKKERHET MOT LEIRSKRED**

Utsnitt av borplan fra NGI-rapport 810071-2, med aktuelle dreietrykkssonderinger.

Dokumentnr.  
20091692-00-2-R

Dato  
2009-11-25

Figurnr.  
A13

Tegnet av  
TrV



## Vedlegg B - Totalsonderinger

### Innhold

<b>1</b>	<b>Metode</b>	<b>2</b>
<b>2</b>	<b>Resultater</b>	<b>2</b>
<b>3</b>	<b>Referanser</b>	<b>2</b>

### Figurer

Figur B1                      Totalsondering, hull 1

## **1 Metode**

Metoden benyttes for å bestemme lagdeling i løsmasser og dybder til fast grunn eller fjell.

Metoden gir sikker fjellpåvisning ved boring 3 m inn i fjell.

Resultatene gir grunnlag for å identifisere jordarter og vurdere relativ fasthet i grunnen.

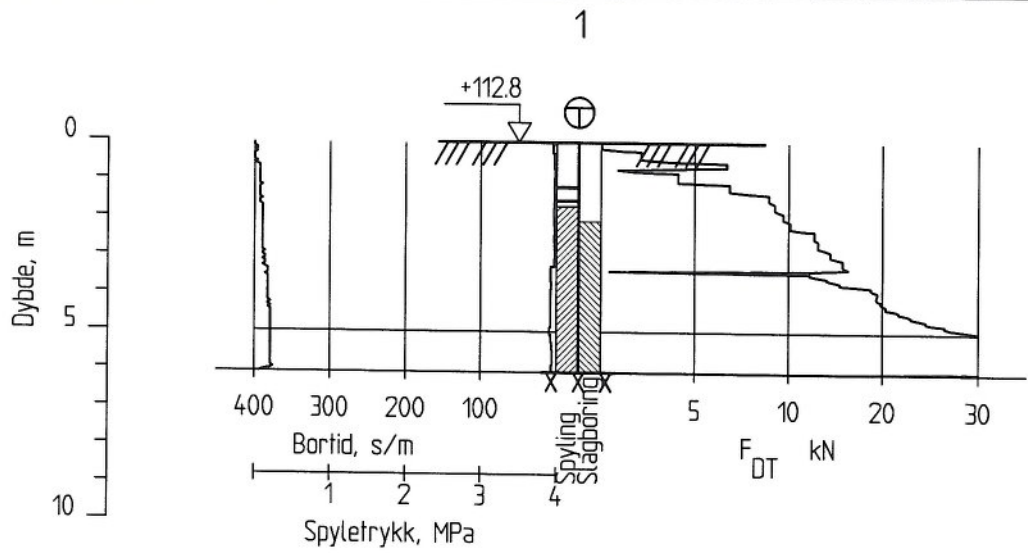
Metoden er egnet for å bestemme sensitivitet i bløt leire.

## **2 Resultater**

Resultatene er vist som enkeltboring på figur B1.

## **3 Referanser**

- /1/ Veiledning for utførelse av totalsondering.  
Melding nr. 9, Norsk geoteknisk forening, 1994
- /2/ Håndbok 015. Feltundersøkelser  
Statens vegvesen, august 1997



SKREDFAREVURDERING, NITELVA

Rapport nr.  
20091692

Figur nr.  
B1

Totalsondering  
M = 1 : 200

Tegner  
*[Signature]*

Dato:  
25.11.09

Borhull 1  
Posisjon: X 6654293.98 Y 607615.28      Dato boret :17.06.2009

Kontrollert  
*[Signature]*

Godkjent  
*[Signature]*



## Vedlegg C - CPTU-sonderinger

### Innhold

<b>1</b>	<b>Metode</b>	<b>2</b>
<b>2</b>	<b>Utstyr</b>	<b>2</b>
<b>3</b>	<b>Resultater</b>	<b>2</b>
<b>4</b>	<b>Referanser</b>	<b>2</b>

### Figurer

Figur C1 – C6                      CPTU-sonderinger hull, 3, 4, 5, 6, 7 og 8.



## **1 Metode**

Trykksondering med poretrykksmåling (CPTU) benyttes for å tolke lagdelinger, jordart, lagringsbetingelser og jordartens mekaniske egenskaper (styrkeegenskaper og deformasjons- og konsolideringsegenskaper).

Under nedpressingen måles trykket ( $q_c$ ) mot den koniske spissen og sidefriksjonen ( $f_s$ ) mot friksjonshylsen på den sylindriske delen.

I tillegg måles poretrykket ( $u$ ) på en eller flere steder langs sondens overflate (CPTU).

## **2 Utstyr**

CPT-sonderingene er utført med Envi Memocone (50 kN).

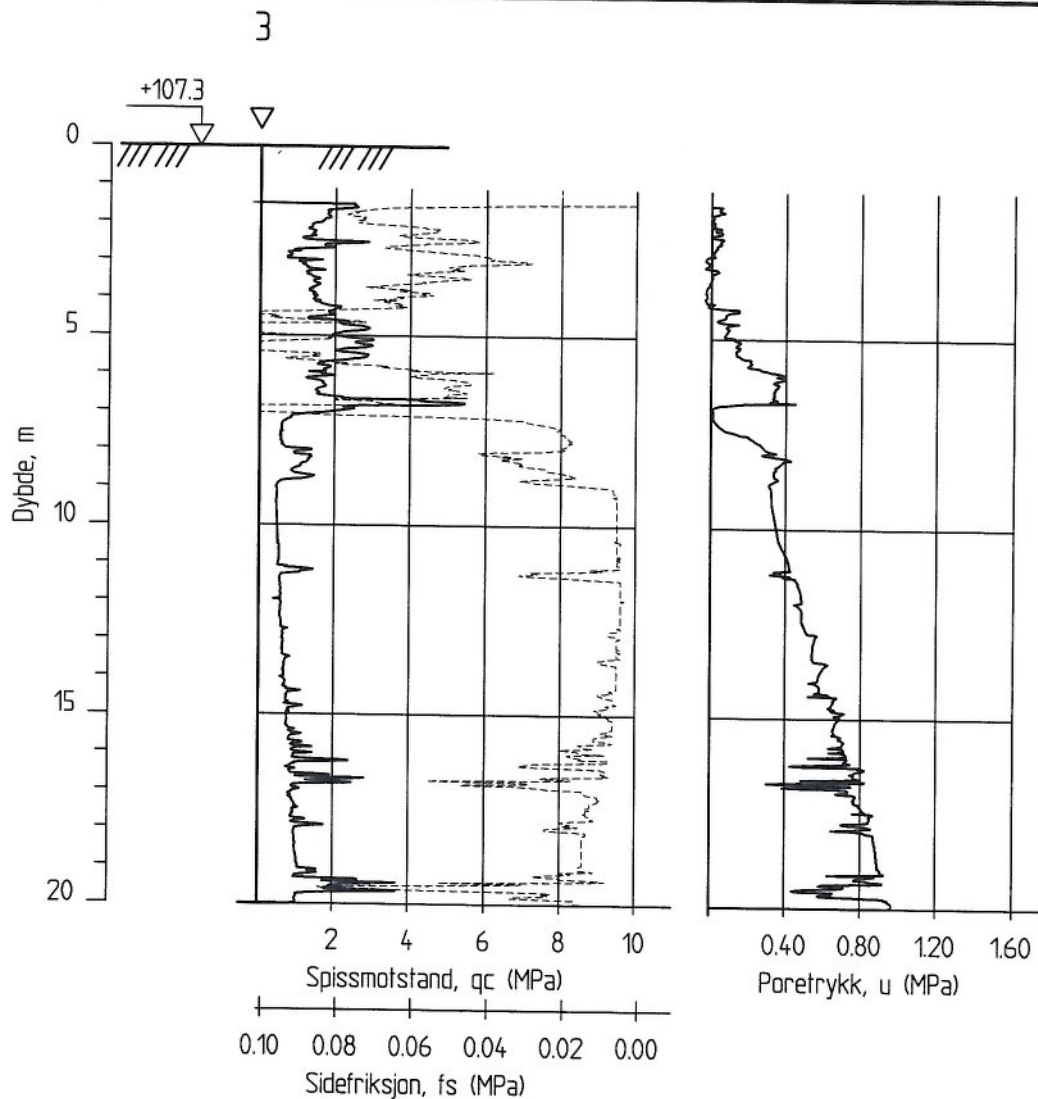
## **3 Resultater**

Resultatene er vist som enkeltboringer på figur C1-C6.

## **4 Referanser**

/C1/ Veiledning for utførelse av trykksondering. Melding nr. 5, Norsk Geoteknisk Forening, 1982. Rev. Nr. 1, 1994.

/C2/ Håndbok 015. Feltundersøkelser. Statens vegvesen, august 1997.



SKREDFAREVURDERING, NITELVA

CPT-sondering  
M = 1 : 200

Borhull 3  
Posisjon: X 6653797.59 Y 607648.34      Dato boret :17.06.2009

Rapport nr.  
20091692

Figur nr.  
C1

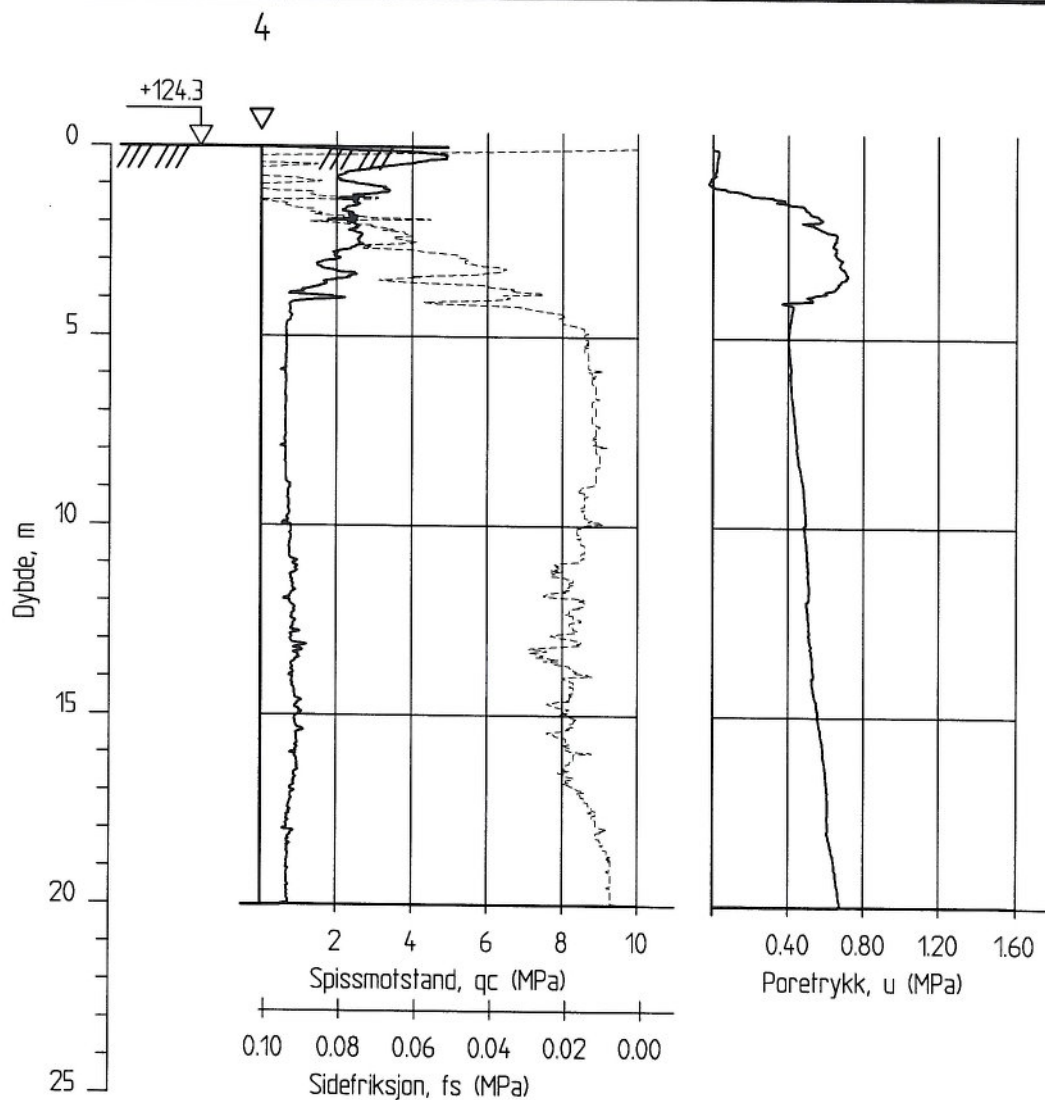
Tegner  
*[Signature]*

Dato:  
25.11.09

Kontrollert

Godkjent  
*[Signature]*





SKREDFAREVURDERING, NITELVA

Rapport nr.  
20091692

Figur nr.  
C2

CPT-sondering  
M = 1 : 200

Tegner  
*LS*

Dato:  
25.11.09

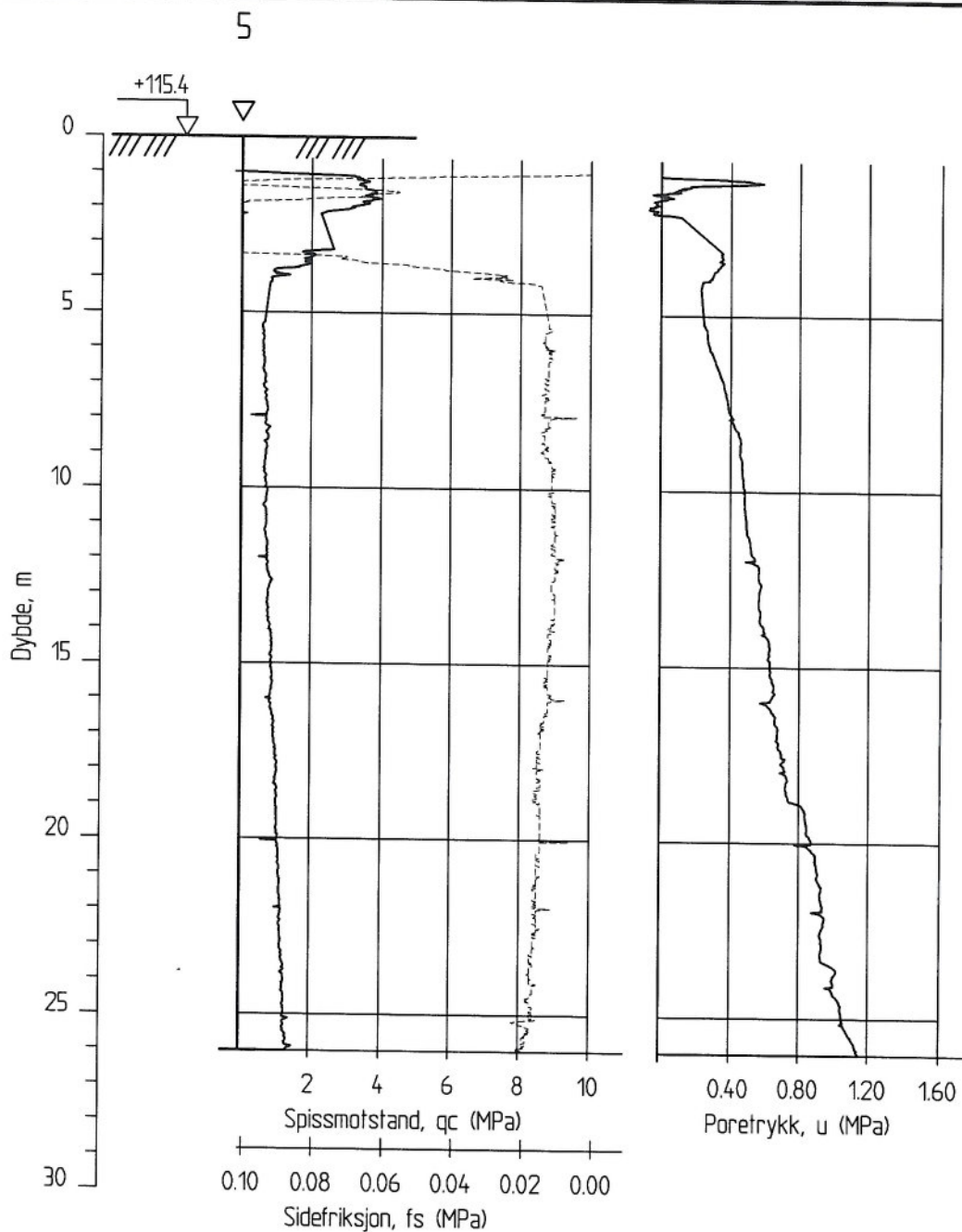
Kontrollert

Godkjent

Borhull 4  
Posisjon: X 6653257.95 Y 607737.06      Dato boret :18.06.2009







SKREDFAREVURDERING, NITELVA

CPT-sondering  
M = 1 : 200

Borhull 5  
Posisjon: X 6652982.00 Y 607928.92    Dato boret :18.06.2009

Rapport nr.  
20091692

Figur nr.  
C3

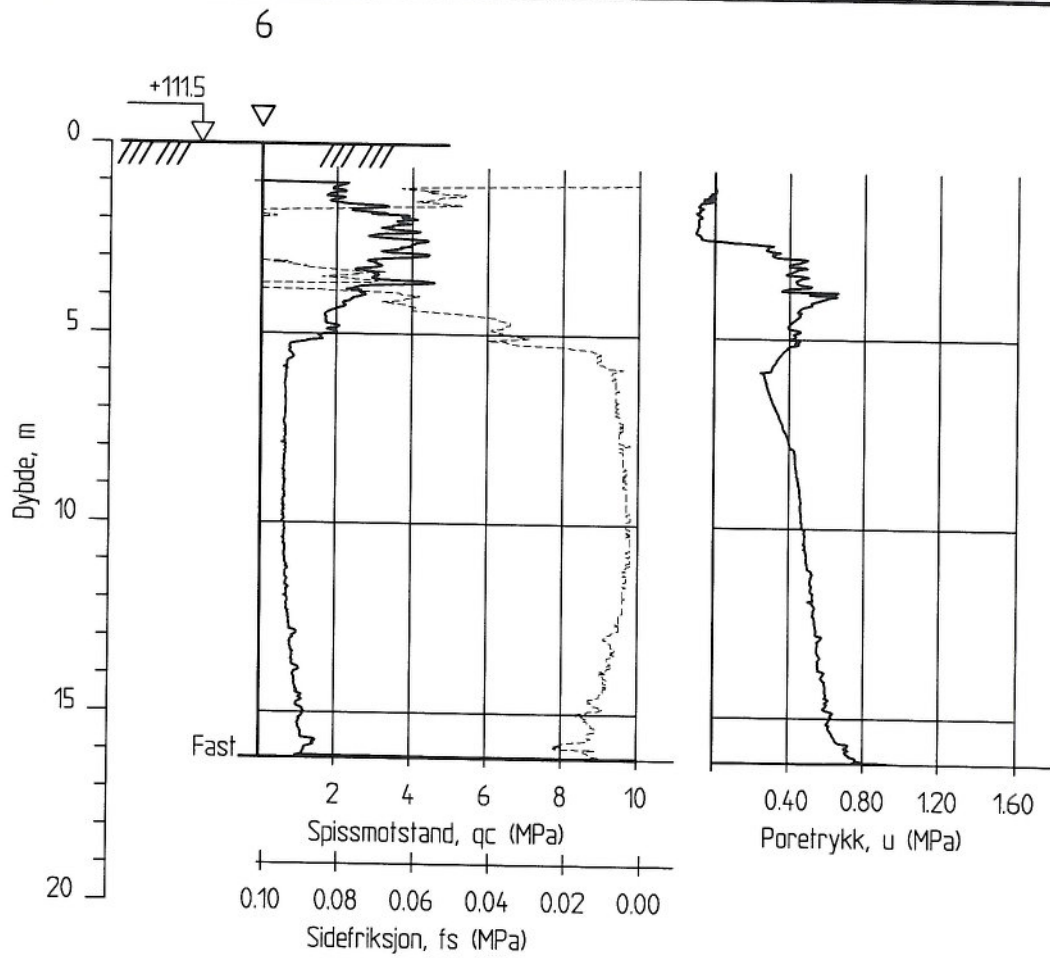
Tegner  
*[Signature]*

Dato:  
25.11.09

Kontrollert  
*[Signature]*

Godkjent  
*[Signature]*





SKREDFAREVURDERING, NITELVA

Rapport nr.  
20091692

Figur nr.  
C4

CPT-sondering  
M = 1 : 200

Tegner  
*[Signature]*

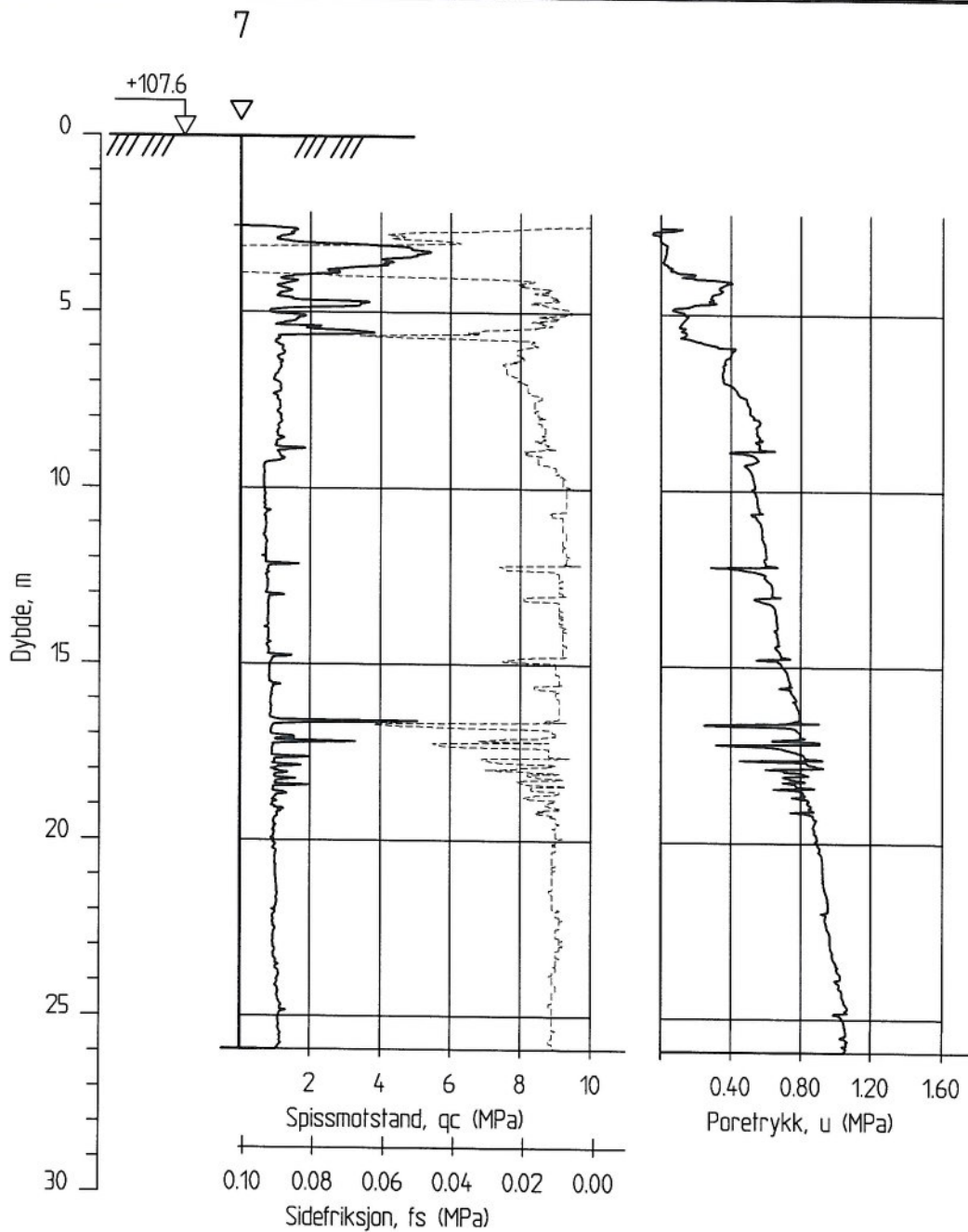
Dato:  
25.11.09

Borhull 6  
Posisjon: X 6652907.47 Y 608119.73      Dato boret :30.06.2009

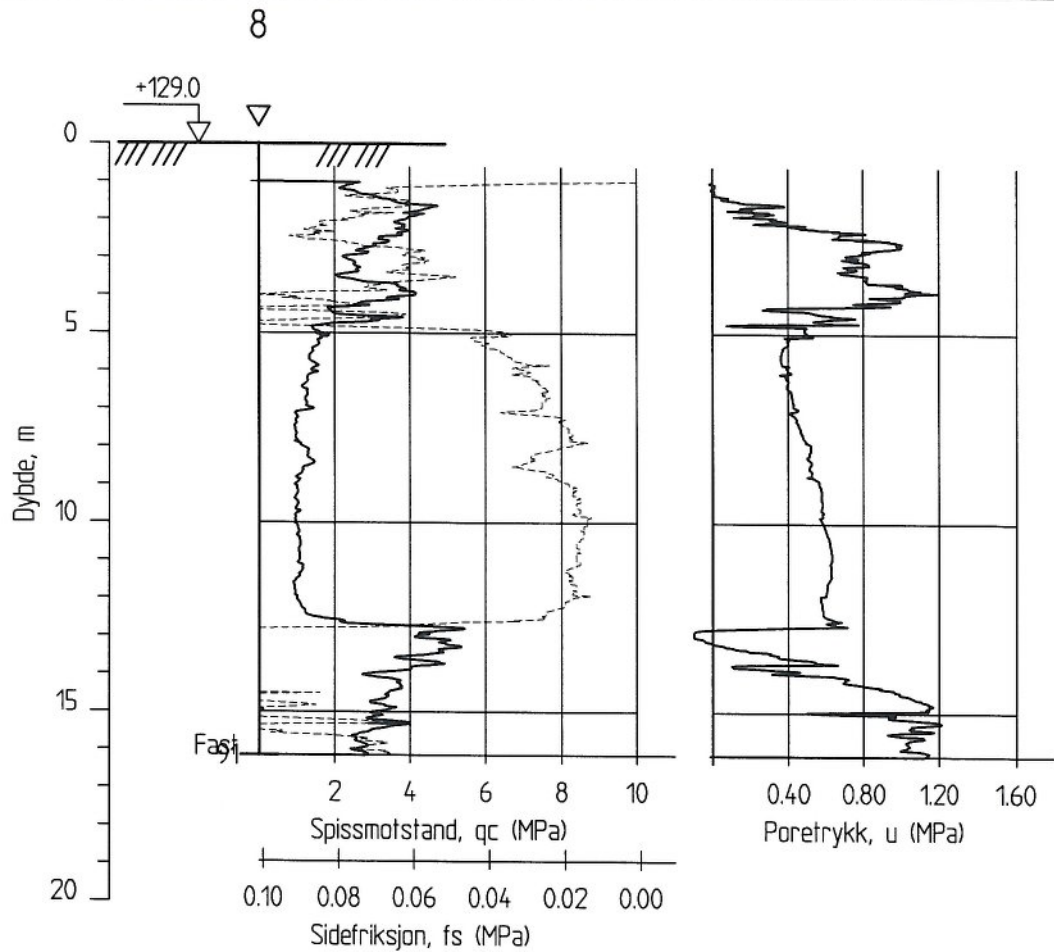
Kontrollert  
*[Signature]*


Godkjent  
*[Signature]*





SKREDFAREVURDERING, NITELVA  CPT-sondering M = 1 : 200  Borhull 7 Posisjon: X 6653768.65 Y 607796.46    Dato boref :09.07.2009	Rapport nr. 20091692	Figur nr. C5
	Tegner <i>[Signature]</i>	Dato: 25.11.09
	Kontrollert <i>[Signature]</i>	
	Godkjent <i>[Signature]</i>	



SKREDFAREVURDERING, NITELVA  CPT-sondering M = 1 : 200  Borhull 8 Posisjon: X 6654145.37 Y 607897.03      Dato boret :01.07.2009	Rapport nr. 20091692	Figur nr. C6
	Tegner <i>[Signature]</i>	Dato 25.11.09
	Kontrollert <i>[Signature]</i>	
	Godkjent <i>[Signature]</i>	

# Kontroll- og referanseside/ Review and reference page



<b>Dokumentinformasjon/Document information</b>					
<b>Dokumenttittel/Document title</b> Vurdering av skredfare langs Nitelva, Slattum, Nittedal			<b>Dokument nr/Document No.</b> 20091692-00-2-R		
<b>Dokumenttype/Type of document</b>		<b>Distribusjon/Distribution</b>		<b>Dato/Date</b> 2009-11-25	
<input checked="" type="checkbox"/> Rapport/Report		<input type="checkbox"/> Fri/Unlimited		<b>Rev.nr./Rev.No.</b> 0	
<input type="checkbox"/> Teknisk notat/Technical Note		<input checked="" type="checkbox"/> Begrenset/Limited		<b>0</b>	
		<input type="checkbox"/> Ingen/None			
<b>Oppdragsgiver/Client</b> NVE					
<b>Emneord/Keywords</b> Kvikkleiresone, grunnundersøkelse, kvikkleire, faresone					
<b>Stedfesting/Geographical information</b>					
<b>Land, fylke/Country, County</b> Norge, Akershus			<b>Havområde/Offshore area</b>		
<b>Kommune/Municipality</b> Nittedal			<b>Feltnavn/Field name</b>		
<b>Sted/Location</b> Slattum			<b>Sted/Location</b>		
<b>Kartblad/Map</b> 1915 III- Nannestad			<b>Felt, blokknr./Field, Block No.</b>		
<b>UTM-koordinater/UTM-coordinates</b> N6645277 E597623					
<b>Dokumentkontroll/Document control</b>					
<b>Kvalitetssikring i henhold til/Quality assurance according to NS-EN ISO9001</b>					
Rev./ Rev.	Revisjonsgrunnlag/Reason for revision	Egen- kontroll/ Self review av/by:	Sidemanns- kontroll/ Colleague review av/by:	Uavhengig kontroll/ Independent review av/by:	Tverrfaglig kontroll/ Inter- disciplinary review av/by:
0	Originaldokument	TrV	OG		
<b>Dokument godkjent for utsendelse/ Document approved for release</b>		<b>Dato/Date</b>		<b>Sign. Prosjektleder/Project Manager</b>	
				Trond Vernang	

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

