



12.5.2017

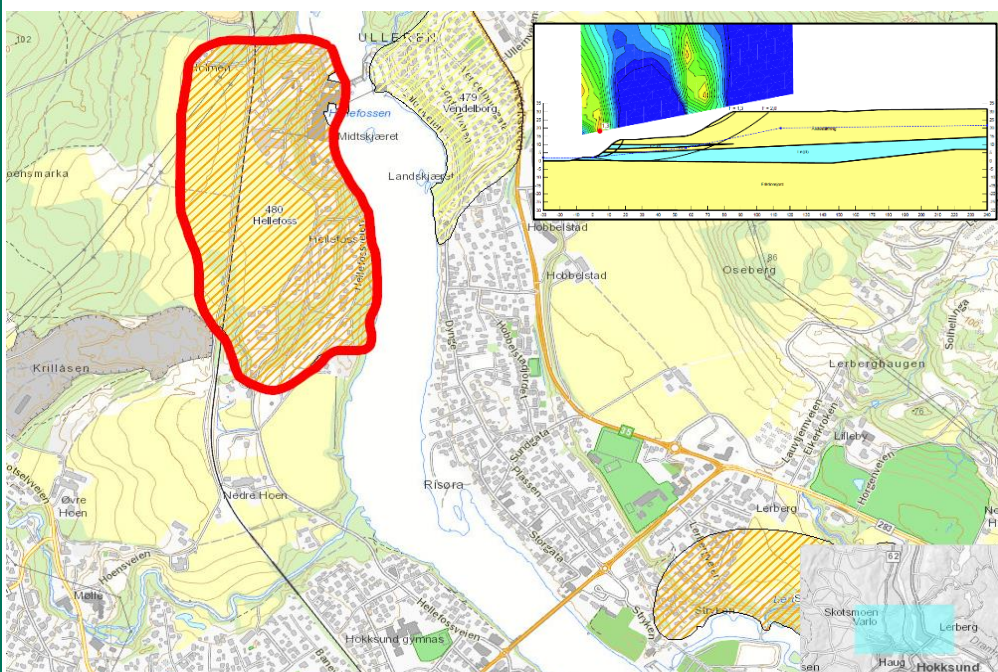
SLUTTRAPPORT

Kvikkleiresoner i Øvre Eiker kommune, sone 480 Hellefoss

Sendt til:

Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE)

RAPPORT



Rapportnummer 14509100140-33





Sammendrag

På oppdrag fra Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE) har Golder Associates AS (Golder) utført en utredning av områdestabiliteten i kvikkleiresone «480 – Hellefoss».

Sonen består stedvis av svært bratte skråninger (opp mot ca. 1:1,5) langs vestsiden av Drammenselva. I området er det villabebyggelse, veier, jernbane, inntaksdam samt en papirfabrikk (Hellefoss Paper AS). Høydeforskjellen innenfor området er totalt ca. 30 m, og skråningen mot Drammenselva er delt i to av et mellomplåtå med boligbebyggelse og veier.

Ved befaringen av området ble det ikke påvist spor eller indikasjon på skredaktivitet innenfor området. Nedre delen av skråningen mot Drammenselva, og den tilhørende strandsonen, har generelt en relativt slak helning langes størstedelen av den aktuelle kvikkleiresonen. Det er en bra eksisterende erosjonsbeskyttelse bestående av stein langs mesteparten av strekningen. Dette gjør at erosjonsaktiviteten er meget liten og vurderes til ikke å ha noen påvirkning på skråningsgeometrien.

I forbindelse med foreliggende utredning har geotekniske grunnundersøkelser i felt og laboratorium blitt utført i perioden november 2014 til januar 2016. Utførte undersøkelser innenfor sonen viser at løsmassene hovedsakelig består av mektige lag med elveavsetninger - i hovedsak bestående av sand, grus og silt. Undersøkelsene har også påvist at det finns et begrenset lag med leire (og kvikkleire) under elveavsetningene. Basert på utførte grunnundersøkelse og topografiske forhold, er det gjort en vurdering av utbredelsen av kvikkleire/sprøbruddmateriale.

Stabilitetsforholdene er analysert i utvalgte profiler innenfor kvikkleiresonen. Resultatet av analysene viser i det store hele at det er en tilfredsstillende sikkerhet mot utglidning i området. Områdestabiliteten for langstrakte glideflater som påvirkes av leirlag med kvikkleire oppfyller kriteriet til sikkerhetsfaktor iht. NVEs veileder, dvs. $F \geq 1,4$.

I stedvis svært bratte skråningspartier forekommer imidlertid lokale overflatenære glideflater med en beregningsmessig sikkerhet på ca. $F=1,3$ (dvs. 1,27-1,34). Disse glideflatene er helt drenerte og påvirkes hovedsakelig av de mektige lagene med elveavsetning, men i den nederste skråningen også til lag med mulig kvikkleire. Siden denne typen av glideflater potensielt kan føre til initialscred, må disse vurderes nærmere ved en eventuell utbygging i området. For dagens forhold anses det ikke å foreligge noen risiko for bakovergripende kvikkleirescred innenfor sonen.

OPPDRAGSINFORMASJON KVIKKLEIRESONE 480 HELLEFOSS

Hovedoppdrag	Utredning av stabilitetsforhold i tidligere kartlagte områder med risiko for skred i kvikkleire og andre sprøbruddmaterialer
Deloppdrag	Kvikkleiresoner i Øvre Eiker kommune i Buskerud
Lokalitet (sone)	480 Hellefoss
Oppdragsgiver	NVE, Norges vassdrags- og energidirektorat
Utførende firma	Golder Associates AS
Oppdragsnummer	1450910140
Oppdragsleder	Rolf E. Andersen
Ansvarlig geotekniker	Ola Skepp
Kvalitetssikring	Urban Högsta



Innholdsregister

1.0	INNLEDNING	1
2.0	GRUNNLAG	2
2.1	Kartlagt kvikkleiresone	2
2.2	Eksisterende geotekniske grunnundersøkelser	2
2.3	Utførte grunnundersøkelser i felt og laboratorium	2
2.4	Befaring	3
2.4.1	Vurdering av erosjon	3
2.4.2	Berg i dagen	3
2.5	Skredaktivitet	4
2.6	Kartgrunnlag	4
3.0	TERRENG OG GRUNNFORHOLD	5
3.1	Topografi og sonebeskrivning	5
3.2	Kvartærgeologisk kart og marin grense	5
3.3	Grunnforhold	5
4.0	SONEAVGRENSNING OG KLASSIFISERING	6
4.1	Avgrensning av faresonen	6
4.2	Faregradsklassifisering	7
5.0	SIKKERHETSKRAV FOR STABILITETSVURDERINGER	7
6.0	GRUNNLAG FOR STABILITETSVURDERINGER	8
6.1	Tolking av beregningsparametere	8
6.1.1	Kvalitet av undersøkelser	8
6.1.2	Tyngdetetthet og plastisitetsindeks	8
6.1.3	Grunnvannsnivå og poretrykksfordeling med dybden	8
6.1.4	Konsoliderings- og deformasjonsegenskaper	9
6.1.5	Udrenerte styrkeparametere	9
6.1.6	Anisotropi	11
6.1.7	Effektivspenningsparametere, friksjonsvinkel (ϕ_k) og attraksjon (a)	11
6.1.8	Materialparametere	12
6.2	Kritiske snitt/profiler og vurdering av mulige skredmekanismer	13
6.3	Tolking for kritiske profiler	14
6.3.1	Profil 4801	15
6.3.2	Profil 4802	16
6.3.3	Profil 4803	18
6.3.4	Profil 4804	20
7.0	STABILITETSVURDERINGER	21
7.1	Analysemetode	21
7.2	Stabilitetsberegninger	21
7.2.1	Profil 4802	21
7.2.2	Profil 4803	22
7.3	Vurdering av stabilitetsforholdene og sikringsbehov	23
7.3.1	Sammenstilling og vurdering av utførte stabilitetsanalyser	23
7.3.2	Mulige stabiliserende tiltak	23
8.0	AVGRENSNING AV LØSNE- OG UTLØPSOMRÅDE	24
9.0	KONKLUSJON	25
10.0	REFERANSER	26



Vedlegg

VEDLEGG A

Oversiktskart (kart.finn.no)

VEDLEGG B

Kvartærgeologisk kart (www.ngu.no)

VEDLEGG C

Situasjonsplan (sone, plassering grunnundersøkelser og kritiske profiler)

VEDLEGG D

Profiltegninger (tolket lagdeling og relevante grunnundersøkelser)

VEDLEGG E

Beregningsprofiler

VEDLEGG F

Kart med løsne- og utløpsområder

VEDLEGG G

Skjema for faregradsklassifisering

VEDLEGG H

Udrenert skjærfasthet, sammenstilling

VEDLEGG I

Tolking av CPTU

VEDLEGG J

Tolking av treaksforsøk

VEDLEGG K

Datarapport

VEDLEGG L

Eksisterende undersøkelser

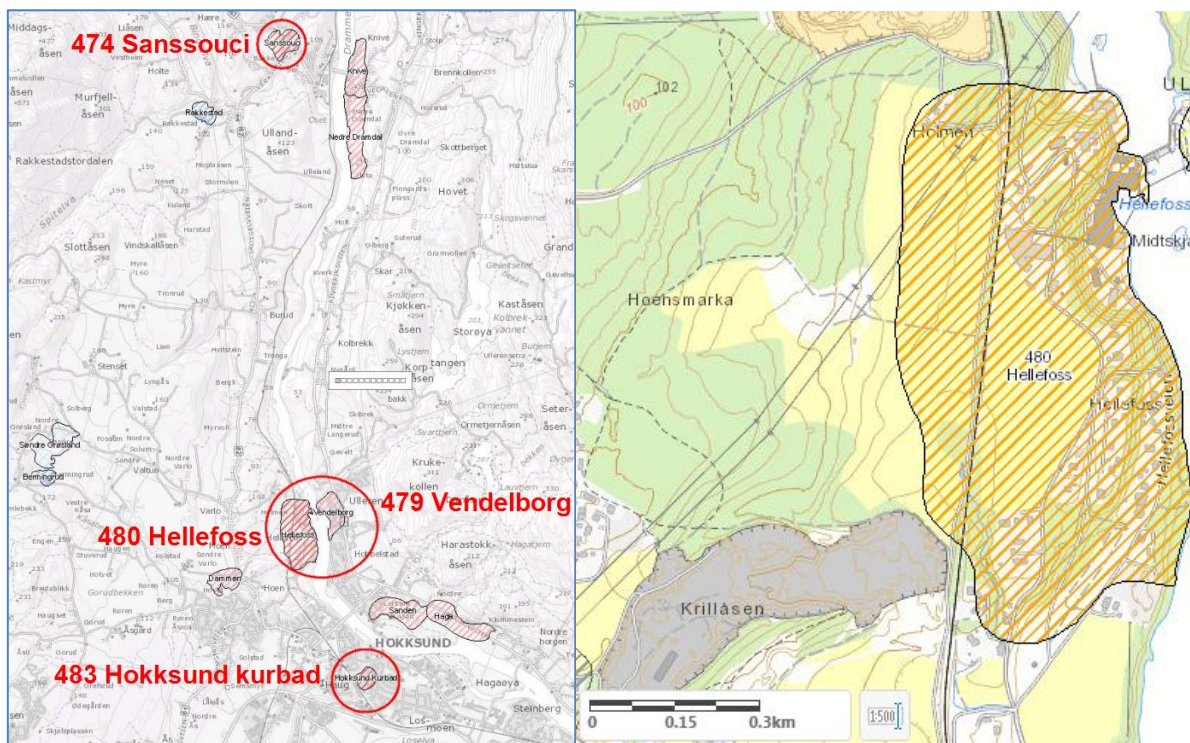


1.0 INNLEDNING

På oppdrag fra Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE), utfører Golder Associates AS (Golder) en utredning av stabilitetsforhold i tidligere kartlagte soner med risiko for skred i kvikkleire og andre sprøbruddmaterialer.

Det aktuelle oppdraget er utført parallelt for fire soner i Øvre Eiker kommune i Buskerud iht. oversiktskartet i Figur 1. Foreliggende vurderingsrapport gjelder for kvikkleiresone «480 Hellefoss» og presenterer resultatet av utredningen av stabilitetsforholdene.

Sonen var vurdert til å ha faregrad «Middels» og konsekvensklasse «Meget alvorlig», noe som resulterer i risikoklasse «4» (ref. /1/). Denne rapporten omfatter stabilitetsberegninger utført for utvalgte profiler innenfor kvikkleiresonen.



Figur 1: Oversiktskart over sonene utredes i Øvre Eiker kommune, samt aktuell sone «480 Hellefoss» (fra www.skrednett.no)

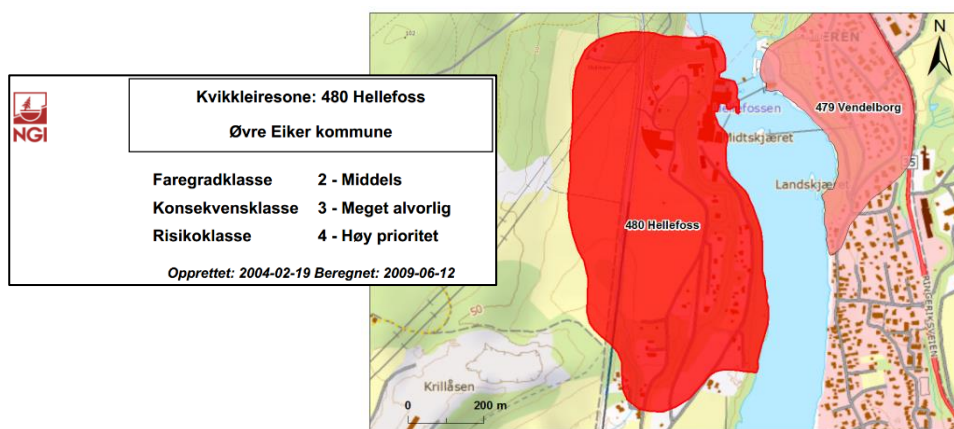


2.0 GRUNNLAG

2.1 Kartlagt kvikkleiresone

Det aktuelle utredningsområdet er lokalisert og vurdert ifb. en innledende utredning i NVEs program "Program for økt sikkerhet mot leirskred". Den innledende utredningen er utført iht. NVEs metodikk for håndtering av kvikkleireområder hvor faregrad, konsekvens og risiko vurderes og vektet som grunnlag for å vurdere/avgjøre et områdes behov av fortsatt utredning.

Resultatet av den innledende vurderingen av sone «480 Hellefoss» er presentert i NGI-rapport 20001008-19 (ref. /1/). Utbredelsen av sonen framgår av figuren under.



Figur 2: Kvikkleiresone «480 Hellefoss», iht. NGI-rapport 20001008-19.

2.2 Eksisterende geotekniske grunnundersøkelser

Innenfor og i tilknytning til/nær sonen finnes det rapporter fra eksisterende geotekniske grunnundersøkelser. Resultatet av de eksisterende (tidligere) undersøkelsene (ref. /3/ og /4/) er benyttet og innarbeidet ifb. tolking av løsmasser og forekomst av kvikkleire samt vurdering av grunnforhold og materialparametere. Plasseringen på tidligere geotekniske grunnundersøkelser er vist på borplan (VEDLEGG C) samt i sin helhet i VEDLEGG L.

Eksisterende undersøkelser som er benyttet:

- /3/ Grunnundersøkelser for kartlegging av grunnforhold på Hellefoss. Datarapport. Grunnundersøkelser. GeoStrøm AS, 4.8.2014, rapport nr. 1175/R1. (Borpunkter merket med ID «NVE15-xx» på borplan).
- /4/ Nor Engineering AS. Hellefoss. Geoteknisk rapport. Grunnundersøkelser. Multiconsultrapport 810490, datert 19.1.2007. (Borpunkter merket med ID «MC07-xx» på borplan).

2.3 Utførte grunnundersøkelser i felt og laboratorium

I forbindelse med foreliggende utredning har et program med geotekniske grunnundersøkelser i felt og laboratorium blitt utført av GeoStrøm AS. Innledende undersøkelser ble utført i perioden november 2014 til april 2015. Som ytterligere underlag for avgrensning av forekomsten/utbredelsen av kvikkleire samt bestemmelse av materialparametere ble det utført supplerende undersøkelser i perioden oktober 2015 til januar 2016.

Siden grunnforholdene innenfor området har vært utfordrende med et mektig lag med en fast elveavsetning over leirlaget, har foreslått borprogram blitt forandret ved utførelsen av borarbeidene både med hensyn til ønsket stoppdyp for sonderingene samt utstyr og prøvetakingsdyp for sylindrerprøvene.



Programmet for grunnundersøkelsene i felt og laboratorium er utarbeidet av Golder Associates. Feltarbeidet ble innledet med dreietrykksonderinger som et innledende grunnlag for tolking og vurdering av mulig forekomst av kvikkleire. Den innledende tolkingen har så blitt brukt som grunnlag for den videre utformingen av borprogrammet mht. valg og plassering av undersøkelsesmetode, prøvetakingsdyp og utstyr (Ø54 alt Ø75) for sylinderprøver samt plassering og dybde for poretrykksmålere.

Laboratorieundersøkelser ble innledningsvis utført som rutineundersøkelser på sylinderprøver. Avanserte laboratorieundersøkelser (udrenerte anisotrope treaksforsøk) har så blitt utført på prøver valgt ut/foreslått av Golder.

Plasseringen av utførte undersøkelser er målt inn med GPS og vist på borplan i VEDLEGG C. Resultater og omfang av de utførte undersøkelsene er presentert i en separat datarapport utarbeidet av GeoStrøm AS (ref. /2/, samt VEDLEGG K).

2.4 Befaring

Feltbefaring ble utført i juni 2014. Formålet med befaringene var å få mer inngående kjennskap til topografi og terreng i området, registrere erosjonsforhold langs Drammenselva samt overflateerosjon i de stedvis meget bratte skråningene innenfor sonen.

2.4.1 Vurdering av erosjon

Erosjonsforholdene innenfor området ble vurdert ifb. feltbefaringen i juni 2014. Det ble ikke påvist spor eller indikasjon på skredaktivitet innenfor området.

Nedre delen av skråningen mot Drammenselva, og den tilhørende strandsonen har generelt en relativt slak helning langes størstedelen av den aktuelle kvikkleiresonen. Det er en god, eksisterende erosjonsbeskyttelse bestående stein av ulik størrelse (Figur 3) langs mesteparten av strekningen. Dette gjør at erosjonsaktiviteten er meget liten. Drammenselva rett oppstrøms sonen (ved Hellefossen) regulert med en inntaksdam, og store deler av året er derfor vannføringen og strømningshastigheten nedenfor dammen liten. På deler av elvestrekningen innenfor sonen er det noe erosjon i strandkanten ovenfor erosjonsbeskyttelsen (Figur 3). Omfanget anses imidlertid som beskjedent, og det vurderes at dette ikke vil ha noen betydning for skråningsgeometrien.



Figur 3: Eksisterende erosjonsbeskyttelse langs Drammenselva, samt et eksempel på pågående, avgrenset erosjon.

2.4.2 Berg i dagen

Det ble ikke observert berg (fjell) i dagen på befaringen.



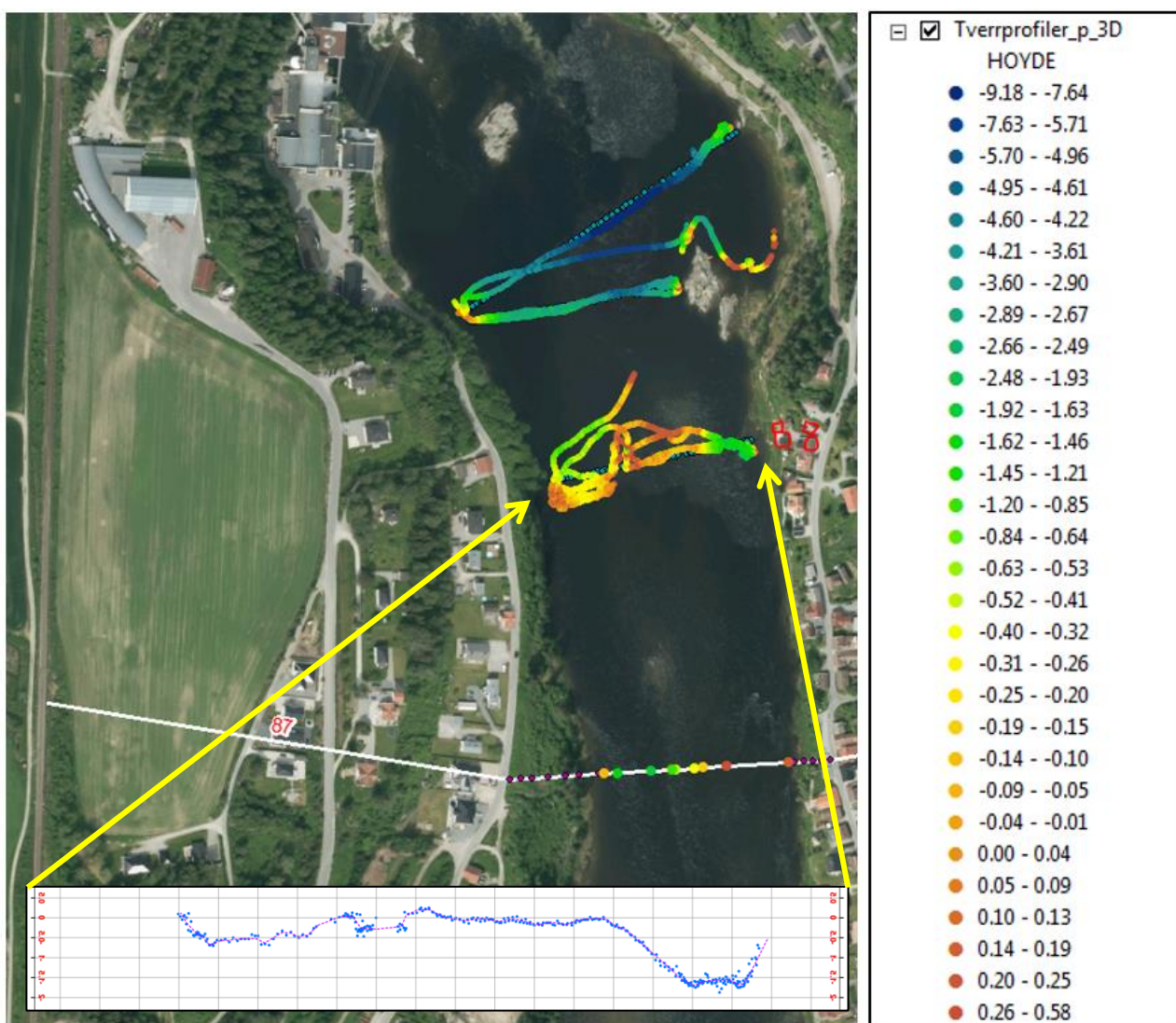
2.5 Skredaktivitet

I henhold til NVEs database for historiske skredhendelser har det tidligere ikke forekommet skred i direkte tilknytning til den aktuelle kvikkleiresonen. Det finns imidlertid et par dokumenterte historiske skredhendelser rett nedstrøms sonen samt i skråningene på østsiden av Drammenselva.

2.6 Kartgrunnlag

Digitale kart over området er mottatt fra NVE.

Bunntopografien i Drammenselva er oppmålt ifb. oppdatering av NVEs flomsonekart for Drammenselva (jf. Figur 4). Resultatet av oppmålingen er brukt som grunnlag for utførte stabilitetsvurderinger i foreliggende rapport.



Figur 4: Dybdeprofil i Drammenselva ved Hellefoss.



3.0 TERRENG OG GRUNNFORHOLD

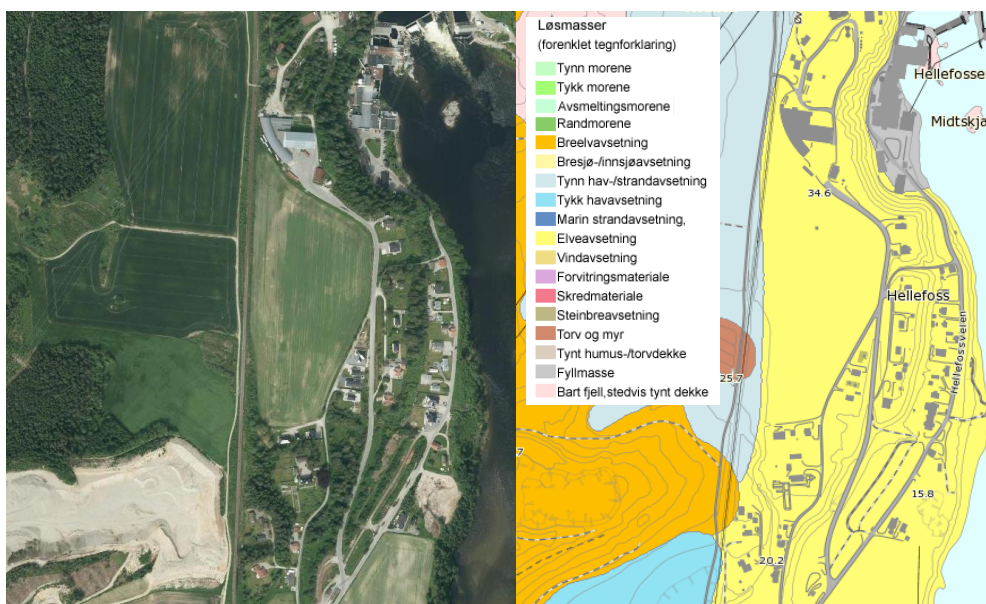
3.1 Topografi og sonebeskrivning

Sonen består stedvis av svært bratte skråninger (opp mot ca. 1:1,5) langs vestsiden av Drammenselva. I området er det villabebyggelse, veier, jernbane, inntaksdam samt en papirfabrikk (Hellefoss Paper AS). Vegetasjonen (markslag) består av dyrkamark, eng og beitemark; villahager og mindre områder med skog (jf. flyfoto i Figur 5).

Høydeforskjellen innenfor området er totalt ca. 30 m, og skråningen mot Drammenselva delt i to av et mellomplatå med boligbebyggelse og veier. Skråningstoppen ligger på ca. kote +30, mellomplatået på ca. kote +13 og skråningsfoten (nede ved Drammenselva) på ca. kote +2.

3.2 Kvartærgeologisk kart og marin grense

Kvartærgeologisk kart over beskriver at grunnen i området hovedsakelig består av tynne hav- og elveavsetninger. Se utsnitt fra kartet hentet fra www.ngu.no i Figur 5 under.



Figur 5: Flyfoto over sonen (fra kart.finn.no) samt utsnitt fra NGUs løsmassekart (fra www.ngu.no).

Marin grense i området (modellert) ligger på ca. kote +180 (www.ngu.no). Høyeste kotenivå i sonen ligger på ca. kote +30 til +35. Det vil si at området i sin helhet ligger langt under marin grense.

3.3 Grunnforhold

Utførte undersøkelser innenfor sonen viser at løsmassene hovedsakelig består av mektige lag med elveavsetninger - i hovedsak bestående av sand, grus og silt. Undersøkelsene har også påvist at det finns et begrenset lag med leire (og kvikkleire) under elveavsetningene.

Undersøkelsene (sylinderprøve samt CPTU- og dreietrykksonderinger) påviser forekomst av kvikkleire/sprøbruddmateriale innenfor selve sonen med en tolket utbredelse som vist i borplan i VEDLEGG C.

Utførte målinger av grunn- og poretrykksforhold viser en grunnvannstand beliggende ca. 7-10 m under overflaten.



4.0 SONEAVGRENSNING OG KLASSIFISERING

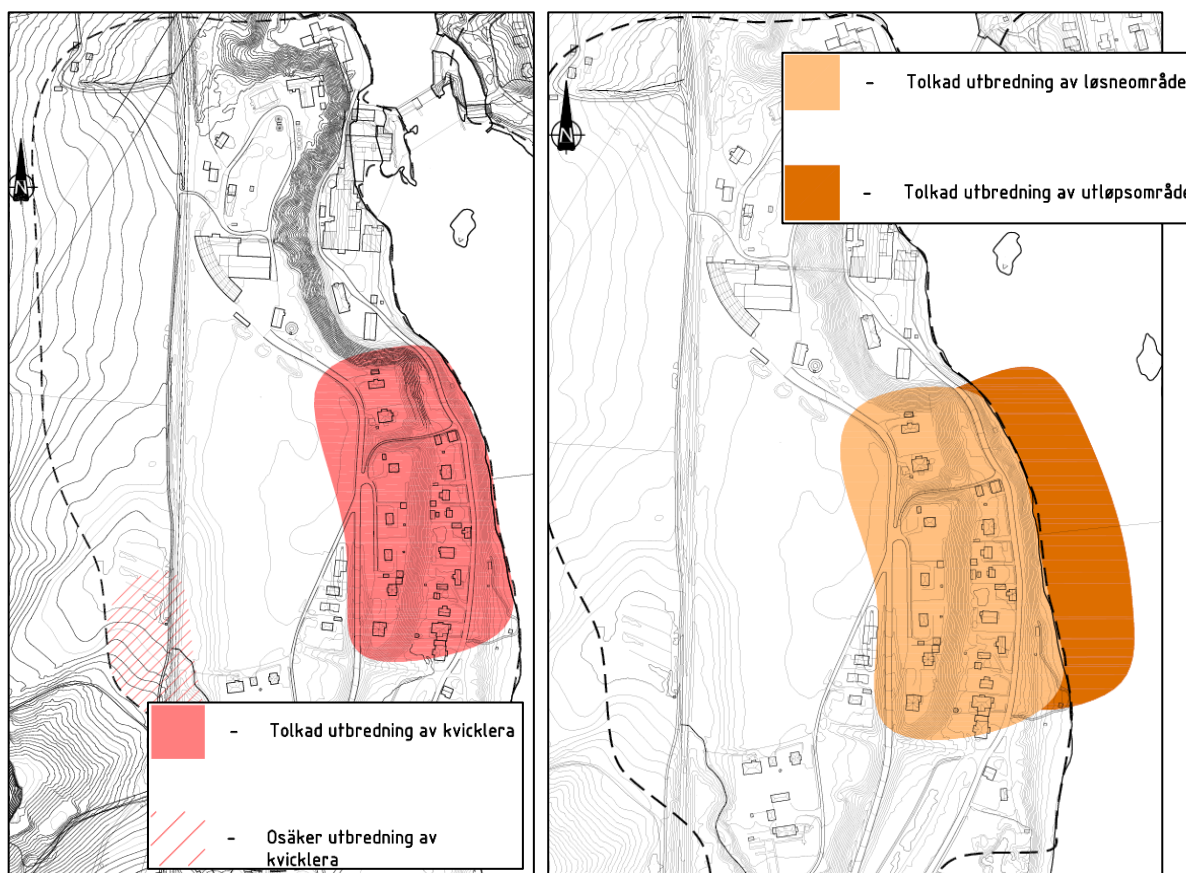
4.1 Avgrensning av faresonen

Med grunnlag i de utførte grunnundersøkelsene (dreietrykksonderinger, CPTU og sylinderprøver) er det gjort en vurdering/tolking av kvikkleirens utbredelse i området. Soneavgrensninger er basert på forekomster av kvikkleire/sprøbruddmateriale og naturlige avgrensninger i terrenget.

Den eneste sikre metoden for bestemmelse av kvikkleire er laboratorieundersøkelser på opptatte sylinderprøver. I Hellefoss-sonen har imidlertid muligheten til opptak av sylinderprøver vært vanskelig pga. de mektige overliggende lagene med fast lagrede elveavsetninger av sand, grus og silt. Utførte laboratorieundersøkelser på utførte sylinderprøver har dermed blitt brukt som underlag for å kalibrere utførte beregninger og tolking av kvikkleire fra dreietrykksonderinger og CPTU.

I henhold til de utførte undersøkelsene har forekomsten av kvikkleire kun blitt tolket til leirlaget som forekommer i tilknytning til skråninger i den midterste delen av sonen. En viss indikasjon eller forekomst av sprøbruddmateriale har i tillegg blitt påvist i enkelte nivåer i leire i den øvre/vestre delene av sonen.

Tolket utbredelse av kvikkleire samt indikasjon på forekomst (og usikker utbredelse) er vist i Figur 6, samt i VEDLEGG C. I Figur 6 vises også en tolking av faresonens løснеområde iht. kapittel 4.5 i NVEs «kvikkleireveileder» (rapport 7/2014, /9). Løśnieområdet avgrensnes av at sprøbruddmaterialet strekker seg til fastmarkspartier eller maksimal utstrekning som tilsvarende tolket utbredelse av kvikkleire eller lik 15 x skråningshøyden.



Figur 6: Tolket utbredelse/forekomst av kvikkleire samt løśnieområde og utløpsområde



4.2 Faregradsklassifisering

Det er utført en faregradsevaluering av faresonen. Faregradsevalueringen er utført iht. retningslinjer i NVE 7/2014 samt NGI 2001 (ref. /9/ og /11/). Evalueringen, se Tabell 1 (samt VEDLEGG G), er utført iht. grunnlag for evaluering av faregrad hentet fra /11/).

Tabell 1: Faregradsevaluering av definert faresone

Faktorer	Merknad/vurdering	Faregrad	Score	Vekttall	Produkt
Tidl. Skredaktivitet	Finner ikke skred på kvartærgeologisk kart nærmeste område, men kan oppstå.	Noe	2	1	2
Skråningshøyde	Ca. 25-30 meter	20-30	2	2	4
OCR	CPTU-undersøkelser viser OCR på ca. 1,5-2,0	1,5-2,0	1	2	2
Poretrykk	Poretrykksmålinger viser hydrostatisk poretrykk.	Hydrostatisk	0	3/-3	0
Kvikkleiremektighet	Generelt til store dyp.	H/2-H/4	2	2	4
Sensitivitet	Varierer innenfor området, stedvis svært høy.	>100	3	1	3
Erosjon	Mye stein langs elvebredden. Ingen tegn til erosjon.	Ingen.	0	3	0
Inngrep	Ingenting observert, men det er bebyggelse i området som kan ha medført mindre endringer.	Ingen	0	3/-3	0
Poengverdi	Lav faregrad (0-17)				15 (29 %)

Faregradsevalueringen for sonen gir en poengverdi på 15 for den antatte mest kritiske delen.

Dette medfører at sonen plasseres i faregradsklasse «lav», som omfatter soner med poengverdi fra 0 til 17 poeng (jf. /11/).

5.0 SIKKERHETSKRAV FOR STABILITETSVURDERINGER

Beregningsmetodikk samt vurdering av nødvendig sikkerhetsnivå for den aktuelle kvikkleiresonen er utført iht. NVEs retningslinjer (ref. /9/). Det pågår en gjennomgang av sikkerhetsfilosofien for vurdering av områdestabilitet i naturlige skrånninger i et NIFS-prosjekt (ref. /12/). For vurderingen av stabilitetsforholdene i sonen «480 Hellefoss» har imidlertid rapport 15/2016 («Sikkerhetsfilosofi for vurdering av områdestabilitet i naturlige skrånninger Naturfareprosjektet: Delprosjekt 6 Kvikkleire» /12/) ikke blitt benyttet.

Iht. NVEs kvikkleireveiledning er hovedregelen at laveste sikkerhetsfaktor mot brudd skal være større enn 1,4 ($F > 1,4$) dersom glideflatene med lavest sikkerhet mot brudd går gjennom "sprøbruddmateriale" eller kvikkleire (dvs. marin leire med en omrørt skjærfasthet $< 2\text{kPa}$ og en sensitivitet > 15).

I de deler der det er konstatert behov av stabiliserende tiltak har utgangspunktet vært å oppnå en "forbedring" av sikkerhetsfaktoren iht. kap 5.2 i NVEs retningslinjer. Dette kreves iht. NVEs retningslinjer for tiltak i tiltakskategori K4 (som bl.a. omfatter næringsbygg, boliger, skoler) når kvikkleiresonen er i faregradsklasse "Lav".



6.0 GRUNNLAG FOR STABILITETSVURDERINGER

6.1 Tolking av beregningsparametere

Tolking av parametere er utført på basis av utførte CPTU-sonderinger, treksforsøk og opptatte 54 mm prøveserier. Det er spesielt lagt vekt på spesialforsøkene samt tolking av skjærfasthet og stivhetsparametere fra CPTU-sonderingene

6.1.1 Kvalitet av undersøkelser

Flere av de utførte sonderingene og sylindertestene måtte avbrytes på grunnere nivå enn ønsket pga. for stor bormotstand. For boringer avsluttet på grunnere nivåer, kunne forboring ha vært mulig. Manglende CPTU-data i dybden medfører noe dårligere datagrunnlag for tolking av skjærfasthetsprofiler i leirlaget under elveavsetningene. Prøvetaking av leire med 54 mm sylindertest prøver vurderes å ligge kvalitetsklasse 2 siden de ble vesentlig påvirket av de faste lagene med elveavsetning. Det har ikke vært mulig å utføre prøvetaking med 75 mm sylindere uten å bruke foringsrør.

CPTU-sonderingene vurderes generelt å være av middels god kvalitet og til å ligge i anvendelsesklasse 1-2 (iht. spissmotstand, friksjon og poretrykk) hvis det ses bort fra helningsavviket (ref. tabell 5.2 i /13/). Samtlige sonderinger ligger basert på helningsavviket i anvendelsesklasse 3 eller 4. Dette vurderes imidlertid å ha liten innvirkning på tolking av forsøksresultatene, men kan gi noe unøyaktig dybdeangivelse.

Kvaliteten av treksforsøkene er vurdert ut fra figur 2.20 i Statens vegvesen håndbok V220 (ref. /10/) basert på endring av prøvens volum ved rekonsolidering til in situ-spenninger. Treksforsøkene fra punkt 48011 klassifiseres som henholdsvis et godt og et akseptabelt forsøk. Forsøkene fra punkt 48032 klassifiseres som «Dårlige» forsøk (se Tabell 2). Sylindertestene fra dette borpunktet anses å ha blitt påvirket (forstyrret) av det mektige laget med elveavsetning over leirlaget.

Tabell 2: Forsøkskvalitet udrenert anisotrope treksforsøk.

Borhull	Dyp [m]	Volumtøyning i konsolideringsfasen, ϵ_{vol} [%]	Forsøkskvalitet
48011	7,5	1,8	Bra forsøk
48011	11,5	3,2	Akseptabelt forsøk
48032	13,5	4,4	Dårlige forsøk
48032	15,5	4,6	Dårlige forsøk

6.1.2 Tyngdetetthet og plastisitetsindeks

Tyngdetetthet og plastisitetsindeks er beregnet fra laboratorieforsøk på sylindertest prøver. De gjennomsnittlige tyngdetetthetene som er beregnet for de ulike jordlagene er vist for hvert profil (se avsnitt 6.3.1-6.3.4). Siden det ikke er utført laboratorieundersøkelser på lag med friksjonsjord (sand, grus og silt) er tyngdetetthetene i disse lagene basert på erfaringsverdier og typeverdier fra bl.a. Statens vegvesen håndbok V220 (ref. /10/).

Plastisitetsindeks i leiren er beregnet til 10 % som et gjennomsnitt for hele utredningsområdet.

6.1.3 Grunnvannsnivå og poretrykksfordeling med dybden

Grunnvannsnivå og poretrykksfordeling er beregnet per profil, se avsnitt 6.3.1-6.3.4.



6.1.4 Konsoliderings- og deformasjonsegenskaper

Det er ikke utført CRS-forsøk på sylinderprøver innenfor sonen på grunn av noe usikre kvaliteten på sylinderprøvene.

Overkonsolideringsgraden (OCR) i leiren er beregnet fra utførte CPTU-sonderinger (se også VEDLEGG I) som følger:

$$S_t > 15 : OCR = \left(\frac{Q_t}{2}\right)^{1,11} = \left(\frac{q_t - \sigma_v}{\sigma'}\right)^{1,11}$$

$$S_t \leq 15 : OCR = \left(\frac{Q_t}{3}\right)^{1,2} = \left(\frac{q_t - \sigma_v}{3}\right)^{1,2}$$

På grunn av leirlagenes begrensede mektighet og de utfordrende løsmasseforholdene med overliggende meget faste lag med elveavsetninger, vurderer vi resultatene av beregningene som noe usikre.

Overkonsolideringsgraden (OCR) antas til ca. 1,5-2.

6.1.5 Udrenerte styrkeparametere

Den udrenert skjærfasthet er vurdert fra utførte undersøkelser i felt (CPTU-sonderinger) og i laboratorium (konusforsøk, enaksforsøk og treaksforsøk). Resultatet av utførte vurderinger og valg for de respektive beregningsprofilene er gitt i kapittel 6.3.1-6.3.4 samt i VEDLEGG H. Utførte bestemmelser/tolkinger av den udrenerte skjærfastheten er sammenstilt og evaluert med tanke på å undersøke hvordan skjærfastheten i leiren varierer innenfor området mht. til undersøkelsepunktets kotenivå samt plassering i forhold til skråningen (dvs. henholdsvis skråningstopp og skråningsfot).

Den udrenerte skjærfastheten har også blitt analysert og vurdert både mht. dyp under terreng og nivå (kote). Dette som underlag for å bestemme og vurdere hvordan skjærfasthetens variasjon i leiren best kan innarbeides i de respektive beregningsprofilene for å lage en geoteknisk modell som best gjenspeiler forholdene i grunnen.

I det følgende presenteres prinsippene for utførte vurderinger, det teoretiske grunnlaget og aktuelle referanser.

Enaksforsøk og konusforsøk

Ved rutineundersøkelser av sylinderprøver i laboratorium utføres bl.a. enaksiale trykkforsøk (enaksforsøk) og konusforsøk som underlag for vurdering av den udrenerte skjærfastheten (direkte skjærfasthet, s_{uD}). Ved sammenstilling av samtlige utførte skjærfasthetsbestemmelser har resultatet fra disse forsøkene blitt omregnet til aktiv, udrenert skjærfasthet (s_{uA}) basert på anisotropisammenhenger som vist under (avsnitt 6.1.6), dvs. multiplisert med 1,59 (1,0/0,63).

Rutineundersøkelsene viser en stor spredning av skjærfastheten innenfor området. Dette anses til en viss grad å ha sin årsak i de kvalitetsvariasjoner for sylinderprøvene som er beskrevet tidligere.

CPTU-sonderinger

Den aktive, udrenerte skjærfastheten (s_{uA}) er beregnet fra tolking av CPTU-sonderinger med to ulike metoder beskrevet av NGI. Tolkingsmetodene er basert på hhv. poreovertrykk (Δu) og korrigert spissmstand (qt).

Metode basert på poretrykk

- $s_{uA} = du/N_{du}$



der Δu = registrert poreovertrykk i CPTU
 $N_{\Delta u}$ = tolkingsfaktor på poretrykksbasis

Metode basert på spissmotstand

■ $s_{uA} = q_n/N_{kt}$

der q_n = korrigert spissmotstand
 N_{kt} = tolkingsfaktor på spissmotstand (bæreevnefaktor/konfaktor)

For bløt homogen leire antas korrelasjonene basert på poretrykk generelt å gi mest nøyaktige resultater, forutsatt at det er god poretrykksrespons.

Tolkingsammenhenger baseres på henholdsvis B_q -tolking og N-tolking iht. Tabell 3.

Tabell 3: Formler for beregning av aktiv, udrenert skjærfasthet (etter NGI).

	B_q-tolking	N-tolking
$B_q < 0,8$	$s_{uA} = \frac{(q_t - u_c)}{(13,8 - 12,5 * B_q)}$	$s_{uA} = \frac{(q_t - \sigma_v)}{N_{kt}}$
$B_q > 0,8$	$s_{uA} = \frac{u_c - u_0}{(1,8 + 7,25 * B_q)}$	$s_{uA} = \frac{(u_c - u_0)}{N_{du}}$

Tolkingsfaktorene N_{kt} og N_{du} bergenes avhengig av sensitivitet (se Tabell 4).

Tabell 4: Beregning av tolkingsfaktorer N_{kt} og N_{du}

	N_{kt}	N_{du}
$S_t < 15$	$N_{kt} = 7,8 + 2,5 * \log(OCR) + 0,082 * I_p$	$N_{du} = 6,9 - 4 * \log(OCR) + 0,07 * I_p$
$S_t > 15$	$N_{kt} = 8,5 + 2,5 * \log(OCR)$	$N_{du} = 9,8 - 4,5 * \log(OCR)$

Tolkede og beregnede CPTU-sonderinger er presentert i VEDLEGG I.

Beregninger er også gjort etter SHANSEP-prinsippet (iht. OCR og effektivspenning), men siden disse generelt viser sammenfallende resultater med B_q - og N-tolkingene er de ikke tatt med i sammenstillingen.

Tolking av CPTU har også blitt gjennomført med dataprogrammet CONRAD versjon 3.1.1 (som gir direkte udrenert skjærfasthet).

Udrenert skjærfasthet fra treksforsøk

Aktiv, udrenert skjærfasthet har beregnet/tolket fra utførte udrenerte anisotrope treksforsøk. Når det gjelder resultatene fra forsøkene for skjærfastheten er det tatt hensyn til forsøkskvaliteten iht. Tabell 2.



Treksforsøkene ble utført fra et spenningsnivå tilsvarende in-situspenningen (bestemt fra resultatene av utførte rutineundersøkelser på sylindrerprøver samt foreliggende informasjon om poretrykksforholdene) og ble anisotrop konsolidert for en effektiv hviletrykkskoeffisient (K_0') på 0,65.

Resultatene fra treksforsøkene samt konsolideringsspenningene er vist i VEDLEGG J.

6.1.6 Anisotropi

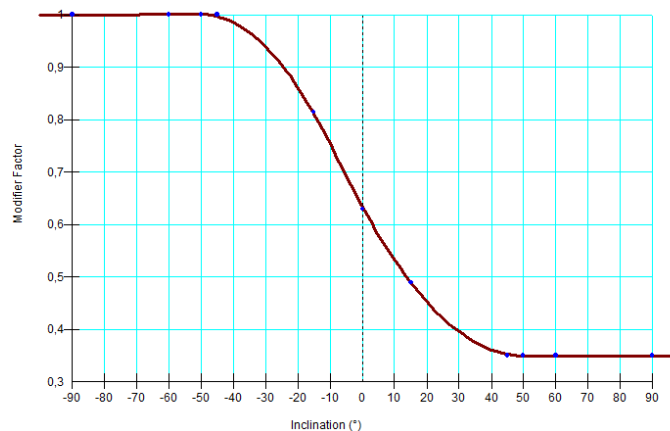
Følgende anisotropisammenhenger er brukt for den udrenerte skjærfastheten (jf. NVE Rapport nr. 14/2014 /14/).

Tabell 5: Anisotropifaktorer/-forhold

	$I_p < 10\%$ (normalt for kvikkleire og sprøbruddmateriale)	$I_p > 10\%$
Aktiv sone, S_{uA}/S_{uA}	1,0	1,0
Direkte sone, S_{uD}/S_{uA}	0,63	$0,63 + 0,00425 \cdot (I_p - 10)$
Passiv sone, S_{uP}/S_{uA}	0,35	$0,35 + 0,00375 \cdot (I_p - 10)$

Udrenert aktiv skjærfasthet, i lag med antatt kvikkleire eller sprøbruddmateriale, er iht. «kvikkleireveilederen» redusert med 15 % ved evalueringen av CPTU-sonderingene siden denne er basert på en korrelasjon mot blokkprøver.

For stabilitetsanalysene er ADP-funksjonen i Figur 7 benyttet.

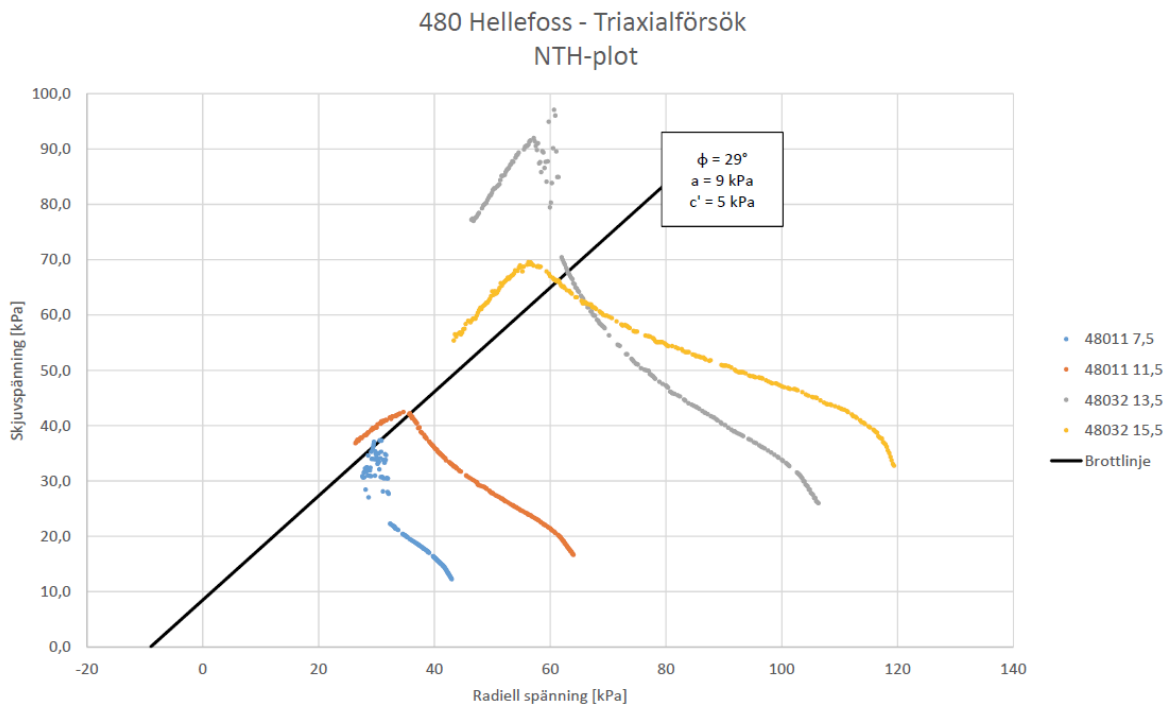


Figur 7: ADP-funksjon som er brukt for stabilitetsanalysene

6.1.7 Effektivspenningsparametere, friksjonsvinkel (ϕ_k) og attraksjon (a)

For effektivspenningsanalysene er det for leiren benyttet tolkede verdier fra utførte treksialforsøk. For sand og silt er tolkede CPTU-sonderinger (VEDLEGG I) og erfaringsparametere benyttet.

Tolking av friksjonsvinkel og attraksjon fra utførte treksforsøk er vist i Figur 8 og VEDLEGG J. Sammenlikning av utførte fasthetsbestemmelser påviser ingen entydige variasjoner innenfor området. Et konservativt valg av de drenerte parametere i leiren er dermed gjort for leiren innenfor hele sonen.



Figur 8: Effektivspenningsparameter beregnet fra treaksforsök og NTH-plot.

Friksjonsvinkelen er også beregnet fra CPTU-sonderinger ut i fra spissmotstandstall (N_m) og attraksjon (a) der:

$$N_m = \frac{(q_t - \sigma_v)}{(\sigma' - a)}$$

CPTU-sonderingene er presentert i VEDLEGG I.

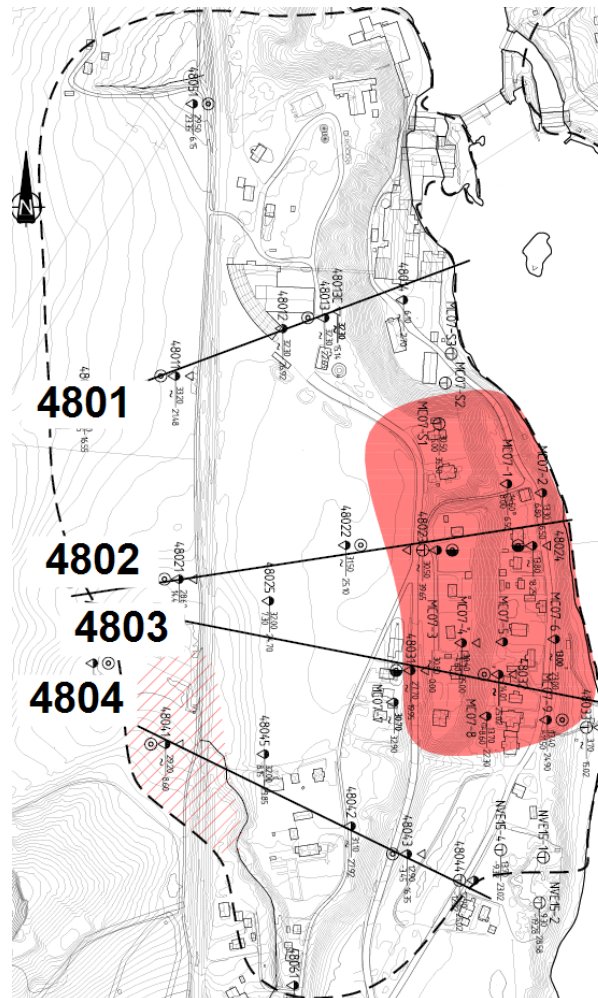
6.1.8 Materialparametere

Materialparameterne er sammenstilt og beregnet per profil (se avsnitt 6.3.1-6.3.4).



6.2 Kritiske snitt/profiler og vurdering av mulige skredmekanismer

Kvikkleiresonen er delt inn i 4 representative (kritiske) snitt/profiler for å beskrive de geotekniske forholdene og forutsetningene for bestemmelse av områdestabiliteten. Snittene er benevnt 4801 til 4804, og de er plassert som vist i Figur 9.



Figur 9: Representative (kritiske) snitt/profiler innfor sone «480 Hellefoss».

Tilstedeværelsen av kvikkleire i området betyr at det er en risiko for en progressiv bruddutvikling i leiren.

I henhold til aktuelle de grunnforholdene og topografiske forhold, er følgende skredmekanismer aktuelle i sonen:

- Bakoverrettet flakskred (profil 4802, 4803) – jf. Figur 10.



Figur 10: Illustrasjon bakoverrettet flakskred iht. NVE veileder 7/2014.



6.3 Tolkinger for kritiske profiler

Som underlag for tolking av området geometri og skråningshelninger for valg av kritiske profiler, er digitalt kartunderlag mottatt fra NVE blitt benyttet. Ved generering av kritiske profiler er det lagd en terrengmodell som er brukt i GeoSuite-databasen og i beregningsprogrammet GeoStudio.

Utførte geotekniske undersøkelser er tilsammen med beliggenheten av tidligere undersøkelser blitt lest inn i GeoSuite-databasen. Siden de tidligere undersøkelsene ikke foreligger i digitalt format, er de ikke presentert i sin helhet i de kritiske profilene. Resultatene fra tidligere undersøkelser har allikevel utgjort et viktig grunnlag for tolking av løsmasseforholdene og bestemmelse av utbredelsen av kvikkleire.

Opptegning av kritiske profiler, med nye og tidligere borer og tolking av lagdeling (med farge i henhold til NGUs løsmassekart), er presentert på situasjonsplan VEDLEGG C.

Tolking av materialparametere er basert på både utførte og tidligere grunnundersøkelser fra sonen, samt erfaringsverdier i henhold til Statens vegvesens Håndbok V220.

Grunnlaget for valgt udrenert skjærfasthet er som følger:

- Rutineundersøkelser på sylindrerprøver (enaks og konus). Disse representerer tilnærmet direkte skjærfasthet.
- Treksialforsøk (aktivt, udrenert)
- Representerer karakteristisk aktiv udrenert skjærfasthet
- CPTU-Tolking
Tolket iht. NGI-metoden. CPTU-korrelasjonene for NGI-metoden er empirisk bestemt ut fra data fra treksforsøk utført på blokkprøver av norske leirer (blokkprøvedatabasen) og gir aktiv udrenert skjærfasthet. Udrenert skjærfasthet er tolket både basert på spissmestand q_t og poretrykk Δu . Tolking har også blitt gjennomført med dataprogrammet CONRAD versjon 3.1.1 (som gir direkte udrenert skjærfasthet). CPTU-Tolking er presentert i VEDLEGG I.

I VEDLEGG H finns sammenstillinger av aktiv udrenert skjærfasthet (s_{uA}) fra tolking av CPTU-sonderinger og laboratorieanalyser av sylindrerprøver (treksforsøk, enaks og konus). Den direkte, udrenert skjærfastheten er multiplisert med anisotropifaktor for å få tilnærmet aktive styrker, da følgende anisotropiforhold anses for leiren i sonen (I_p er bestemt i laboratorium på utvalgte sylindrerprøver og er ved tolking valgt til <10 % for kvikkleire og 15 % for den siltige leiren i sonen).

Sammenstillingen viser visse variasjoner i prøve kvalitet og stedvis noe varierende (og usannsynlige) verdier av den udrenert skjærfastheten.

I de følgende avsnittene presenteres tolket lagdeling og materialparameterne i valgte kritiske profiler.



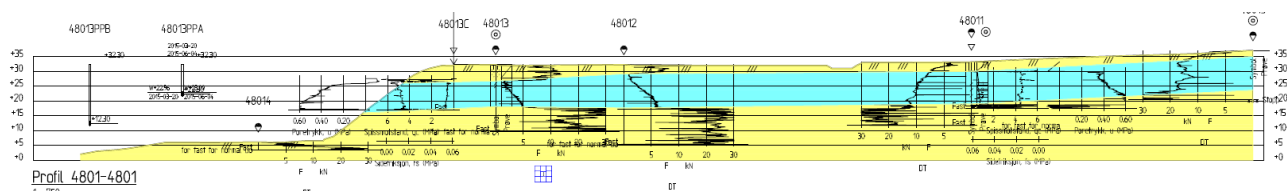
6.3.1 Profil 4801

Profil 4801 strekker seg fra dyrka mark i vest til Hellefoss Paper AS i øst, rett sør for Hellefoss kraftverksdam i Drammenselva. Terrengnivået i profilet varierer fra kote ca. +37 i vest til ca. +2 nede ved Drammenselva. Profilets vestre del er det dyrka mark og et område med rester av et industribygg.

Tolking av lagdeling

Løsmasseprofilen består øverst av sand/silt/fyllmateriale med en mektighet på 2-6 m. Under dette er det et lag med siltig leire med en mektighet på ca. 9-11,5 m. Under leiren finns et lag med fast friksjonsjord med ukjent mektighet. Berg har ikke blitt påvist ved sonderingene siden de generelt har blitt stoppet eller avbrutt (ved dyp $\geq 1,5 \times$ skråningshøyden) i den faste friksjonsjorden på dyp mellom ca. 25-30 m (se Figur 11 samt VEDLEGG C).

Nærliggende totalsonderinger utførte av Multiconsult 2007 viser imidlertid at dybden til berg overstiger 35 m ved skråningstopp, og at antatt berg påtreffes ved ca. 10 m dyp ved skråningsfot og ca. 7,5 m dyp ved Drammenselva.



Figur 11: Profil 4801. Friksjonsmateriale og kohesjonsmateriale er markert med gul hhv. blå markering. Ev. kvikkleire ville vært markert med rød skravur.

Tolkede dreietrykksonderinger (48011 og 48012) indikerer at det skal kunne forekomme tynne lag av sprøbruddsmateriale eller kvikkleire. Utførte laboratorieundersøkelser fra sylindreprøvene 48011, 48013 og 48015 påviser imidlertid ingen forekomst av kvikkleire, og det anses dermed ikke at det forekomme noen gjennomgående lag med kvikkleire i profilet.

Ved tolking av løsmassene (lagdelingen i profilene) har også jordartsklassifisering basert på spissmotstand q_t og poretrykkparameter B_q fra utførte CPT-sonderinger iht. Senneset, Sandven og Janbu (1989) blitt brukt. Disse viser generelt samme forhold som beskrevet over (se VEDLEGG I).

Grunnvannstand og poretrykksforhold

Poretrykksmåling er utført i ett punkt i profil 48013 som ligger ved skråningstopp. Målingene er utført på 10 m og 20 m dyp og viser at grunnvannsnivået befinner seg ca. 10 m under terrengoverflaten (tilsvarende nivå ca. +22) og at poretrykket øker hydrostatisk mot dybden.

Poretrykket ved skråningsfot er målt i punkt 48032 på 11 m og 18 m dyp. Målingene viser at grunnvannsnivået ligger på ca. 7 m under terrengoverflaten (tilsvarende nivå ca. +6,5) og at poretrykket øker hydrostatisk mot dybden.

Grunnvannsnivået i profilet vurderes å øke hydrostatisk mot dybden og å stå i forbindelse med vannoverflaten i Drammenselva.

Tolking av materialparametere

Siden det ikke er påvist kvikkleire i profilet, er det ikke gjort videre vurderinger av stabilitetsforholdene. Materialparametere har derfor heller ikke blitt beregnet.

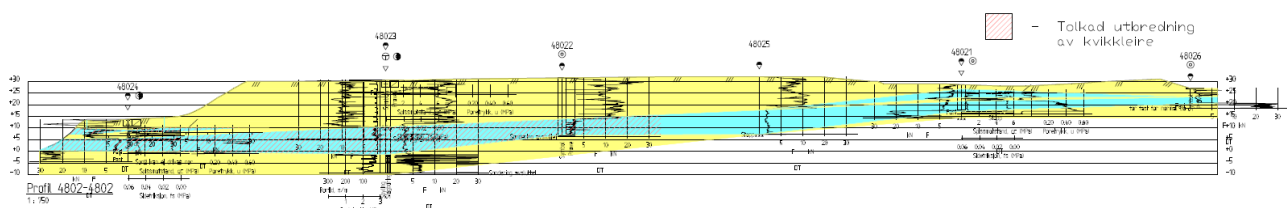


6.3.2 Profil 4802

Profil 4802 strekker seg fra dyrka mark i vest til Drammenselva i øst. Terrengnivået i profilet varierer mellom ca. +28 i vest til ca. +2 ved skråningsfot i øst. I profilets vestre er det dyrka mark, men fra Drammenselva og ca. 150 m inn er det bebyggelse i form av bolighus.

Tolking av lagdeling

Jordprofilet i profil 4802 består av elveavsetninger bestående av sand, grus og silt med en mektighet på ca. 20 m ved skråningstopp (punkt 48023) og ca. 2 m vest for jernbanen (punkt 48021). Ved skråningsfot er mektigheten ca. 3-5 m (se Figur 12 og VEDLEGG C). Innenfor deler av området er det øverst et lag med fyllmasser over elveavsetningen.



Figur 12: Profil 4802. Friksjonsmateriale og kohesjonsmateriale er markert med gul hhv. blå markering. Kvikkleire er markert med rød skraver.

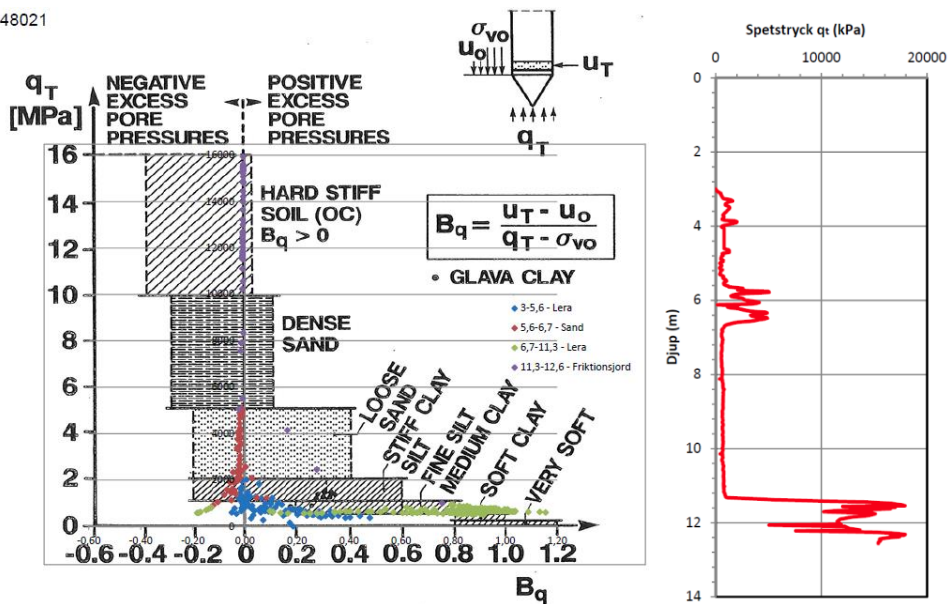
Under laget med elveavsetning følger et leirlag med en mektighet på mellom ca. 3-12 m. Leirlaget gjennomskjæres på to steder av et sand-/grussjikt, ved skråningsfot (punkt 48024) der mektigheten vurderes til ca. 2-3 m og vest for jernbanen (punkt 48021) der mektigheten vurderes til ca. 1-1,5 m. Under leirlaget følger et lag fast friksjonsjord hvor mektigheten ikke er fastslått siden sonderingene generelt stoppet etter noen meters sondering i friksjonsjorden. Siden dybden til berg har vært av liten betydning for stabilitetsforholdene innenfor sonen (mht. de mektige lagene med sand, grus og leire), er det for denne utredningen ikke funnet noen grunn til å utføre totalsonderinger med tanke på å bestemme dybden til fjell.

Tidligere undersøkelser utført av Multiconsult (2007) påviser forekomst av kvikkleire ved skråningsfot. Tilsammen med tolking av utførte dreietrykk- og CPT-sonderinger i punkt 48023 og 48024 som viser lignende sonderingsdiagram tolkes/vurderes kvikkleiresonen å strekke seg bakover forbi skråningstopp. Utførte laboratorieforsøk på sylindrerprøver i punkt 48022 påviser ingen forekomst av kvikkleire, og utbredelsen i profilet vurderes dermed til å kunne begrenses fra skråningsfot ved elvekanten, og bakover til et område mellom punkt 48023 og 48022.

Ved tolking av løsmassene (lagdelingen i profilene) har også jordartsklassifisering basert på spissmotstand q_t og poretrykkparameter B_q fra utførte CPT-sonderinger iht. Senneset, Sandven og Janbu (1989) blitt brukt. Disse viser i høy grad på samme forhold som beskrevet over (se Figur 13 samt VEDLEGG I).



48021



Figur 13: Tolking av jordprofil fra CPT-sondering i punkt 48021 og målt spissetstand fra samme sondering.

Grunnvannstand og poretrykksforhold

Det er ikke utført poretryksmålinger i profilet, men forholdene vurderes som tilsvarende i de omkringliggende profilene. Det vil si at grunnvannsnivået ved skråningstopp ligger ca. 10 m under terrengoverflaten, ved skråningsfot ca. 7 m under terrengoverflaten, og at poretrykket øker hydrostatisk mot dybden.

Grunnvannsnivået vurderes ved skråningsfot stå i forbindelse med Drammenselva.

Tolking av materialparametere

Tyngdetettheten for de ulike jordlagene er bestemt fra laboratorieundersøkelser på sylindrerprøver, og friksjonsvinkelen er basert på erfaringsverdier.

Skjærfastheten er bestemt basert på en sammenstilling av konusforsøk, enaksforsøk, treaksforsøk samt CPTU-sonderinger i utredningsområdet (se VEDLEGG H). Skjærfastheten er høyere i de høyreliggende, vestre delene av området enn i de østre delene av området ned mot Drammenselva (jf. Tabell 6).

Den udrenerte skjærfastheten i leiren har i tillegg blitt studert mht. variasjonen i utførte fasthetsbestemmelser ved skråningstopp sammenliknet med skråningsfot nede ved Drammenselva. Med hensyn til hvordan leiren ble dannet og rådende effektivspenningsforhold in situ, har dannelsen av Drammenselvas dalgang medført en viss avlastning av leiren. Dette innebærer en viss redusering av leirens udrenerte skjærfasthet pga. av at overkonsolideringsgraden (OCR) i leiren er høyere nede i dalbunnen enn oppe langs toppen av løsmasseskråningene i dalsiden (dvs. lavere in situ effektivspenning, men samme forkonsolideringsspenning), som empirisk bl.a. beskrives iht. SHANSEP-modellen.

Resultatene fra de utførte fasthetsbestemmelsene i undersøkelsespunktene påviser ved denne undersøkelsen imidlertid ingen tydelig tendens til lavere fasthet ved skråningsfot. Grunnen til dette er sannsynligvis forekomsten av leire er begrenset og at den har et relativt stort innslag av siltmateriale.

Valgt skjærfasthet i leiren er basert på de utførte beregninger/tolkinger. Det betyr at for det aktuelle profilet er skjærfastheten i leiren den samme ved skråningsfot som ved skråningstopp.

Tolkede materialparametere for løsmasselagene i profilet er presentert i Tabell 6.



Tabell 6: Kritisk profil 4802 - tolkede materialparametere

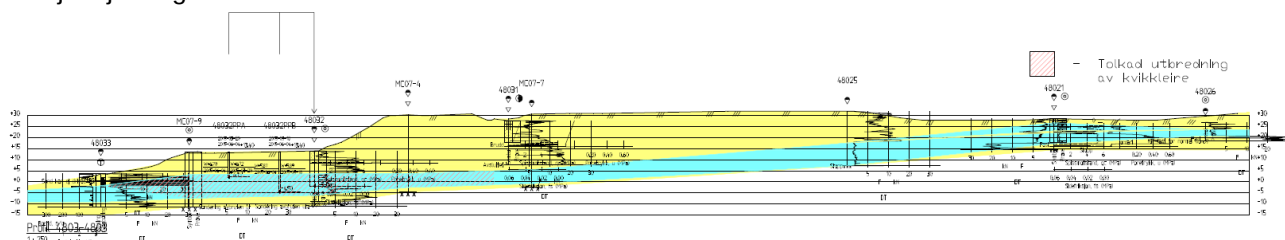
Jordlag	Materialparametere	Karakteristisk verdi
Sand/Grus/Silt	Tyngdetetthet Friksjonsvinkel	$\gamma_k = 18 \text{ kN/m}^3$ $\phi' = 35^\circ$
Kvikkleire, siltig	Tyngdetetthet Udrenert skjærfasthet, S_{uA} – vest (høyere delen av sonen) Udrenert skjærfasthet, S_{uA} – øst (lavere delen av sonen)	$\gamma_k = 20 \text{ kN/m}^3$ $S_{uA,V} = 40 \text{ kPa}$ $S_{uA, \phi} = 80 \text{ kPa}$
Sand/silt	Tyngdetetthet Friksjonsvinkel	$\gamma_k = 18 \text{ kN/m}^3$ $\phi' = 37^\circ$

6.3.3 Profil 4803

Profil 4803 starter omtrent på samme sted som profil 4802, på høyde med jernbanen, og går fram til Drammenselva i øst. Terrengnivået i profilet går fra ca. kote +27 ned til ca. +2 ved Drammenselva. Området i profilets vestre del består av dyrka mark uten bebyggelse, og øst for Øvre Hellefossvei er det et boligområde som strekker seg fram til Drammenselva.

Tolking av lagdeling

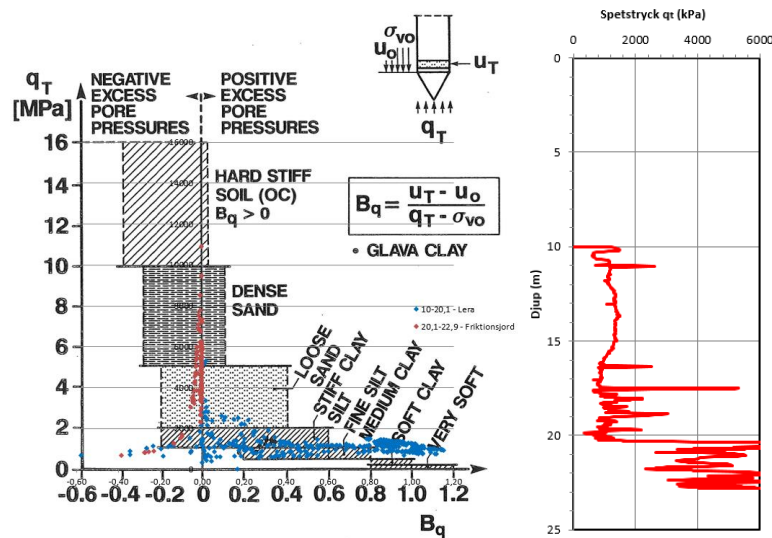
Jordprofilet består øverst av et ca. 5-26 m mektig lag med elveavsetninger, delvis overlappet av fyllmateriale, som er som mektigst ved skråningstopp og tynnes ut mot Drammenselva og vestover mot jernbanen. Under elveavsetningen er det et gjennomgående leirlag med en mektighet på ca. 6-10 m over et fast friksjonslag (mektheten er ikke bestemt). Et sand-/grussjikt går gjennom leirlaget vest for jernbanen i punkt 48021. Mektheten er anslått til ca. 1-1,5 m (se Figur 14). Utførte sonderinger ble stoppet eller avbrutt i det faste friksjonsjordlaget under leiren.



Figur 14: Profil 4803. Friksjonsmateriale og kohesjonsmateriale er markert med gul hhv. blå markering. Kvikkleire er markert med rød skravur.

I punkt, 48032 ble kvikkleire påvist gjennom laboratorieundersøkelser på sylindrerprøver. Tidligere utførte undersøkelser av Multiconsult (år 2007) indikerer også forekomst av kvikkleire ved skråningstopp og skråningsfot (jf. MC07-4 hhv. MC07-9). Utbredelsen begrenses imidlertid av at dreietrykkssondering i 48033 samt MC07-7 ikke indikerer på forekomst av kvikkleire. Dette gir en lignende utbredelse som i profil 4802.

Tolkingen av løsmassene (lagdelingen) er også basert på tolket jordartsklassifisering basert på spissmotstand q_t og poretrykkparameter B_q fra CPT-sonderinger, iht. Senneset, Sandven og Janbu (1989). Disse viser i høy grad på samme forhold som beskrevet over (se Figur 15 samt VEDLEGG I).



Figur 15: Tolket jordprofil fra CPT-sondering i punkt 48032 og målt spissmotstand fra samme sondering.

Grunnvannstand og poretrykksforhold

Poretrykksmålinger er utført i punkt 48032 ved skråningsfot. Målingene er utført på 11 m og 18 m dyp og viser at grunnvannsnivået ligger ca. 7 m under terrengoverflaten, og at poretrykket øker hydrostatisk mot dybden. Ved skråningstopp vurderes forholdene å være som i punkt 48013 (profil 4801), det vil si med grunnvannstand ca. 10 m under terrengoverflaten og et poretrykk som øker hydrostatisk mot dybden.

Grunnvannsnivået vurderes ved skråningsfot stå i forbindelse med Drammenselva.

Tolking av materialparametere

Tyngdetettheten for de ulike jordlagene er bestemt fra laboratorieforsøk fra sylindrerprøver og friksjonsvinkelen er basert på erfaringsverdier. Skjærfastheten er bestemt fra en sammenstilling av konusforsøk, enaks, treaks samt CPT-sonderinger i utredningsområdet (se VEDLEGG H).

I likhet med som for profil 4802 har de utførte undersøkelsene ikke påvist noen tydelig tendens til at leirens fasthet er lavere ved skråningsfot enn ved skråningstopp.

Valgt skjærfasthet i leiren er basert på de utførte beregninger/tolkinger. Det betyr at for det aktuelle profilet er skjærfastheten i leiren den samme ved skråningsfot som ved skråningstopp.

Tolkede materialparametere for løsmasselagene i profilet er presentert i Tabell 7.

Tabell 7: Kritisk profil 4803 - tolkede materialparametere

Jordlag	Materialparametere	Karakteristisk verdi
Sand/Grus/Silt	Tyngdetetthet Friksjonsvinkel	$\gamma_k = 18 \text{ kN/m}^3$ $\phi' = 35^\circ$
Kvikkleire, siltig	Tyngdetetthet Udrenert skjærfasthet, S_{uA} – vest (høyere delen av sonen) Udrenert skjærfasthet, S_{uA} – øst (lavere delen av sonen)	$\gamma_k = 20 \text{ kN/m}^3$ $S_{uA,V} = 40 \text{ kPa}$ $S_{uA,\phi} = 80 \text{ kPa}$
Sand/silt	Tyngdetetthet Friksjonsvinkel	$\gamma_k = 18 \text{ kN/m}^3$ $\phi' = 37^\circ$

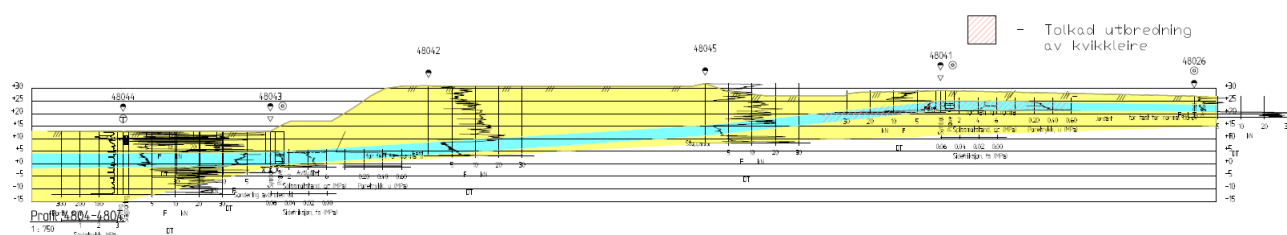


6.3.4 Profil 4804

Profil 4804 strekker seg fra dyrka mark i vest over Hellefossveien og ned til Drammenselva. Nivået varierer fra kote ca. +29 i vest og ned til ca. +13 ved Hellefossveien. Vest for jernbanen består området av dyrka mark og for øvrig av bebygde områder med bl.a. bolighus og en frisørsalong.

Tolking av lagdeling

Jordprofilet består øverst av et lag med elveavsetning bestående av siltig, grusig sand med en mektighet på mellom ca. 3-23 m og er som mektigst ved skråningstopp og tynnere ved skråningsfot og vester om jernbanen (se Figur 16 og VEDLEGG C). Deretter følger et tynt leirlag med en mektighet på ca. 3-6 m over et lag med fast friksjonsjord. Leirlaget vurderes gjennomgående i hele profilet. Dybde til fjell er ikke fastslått siden utførte sonderinger (dreietrykk og CPTU) generelt ble stoppet eller avbrutt i det faste laget med friksjonsjord.



Figur 16: Profil 4804. Friksjonsmateriale og kohesjonsmateriale er markert med gul hhv. blå markering. Ev. kvikkleire ville vært markert med rød, skravur.

Indikasjon på sprøbruddmateriale eller kvikkleire er kun påvist i en punkt, 48041, og utbredelsen i profilet vurderes å være begrenset til et område nærmest rundt punktet.

Tolkingen av løsmassene (lagdelingen) er også basert på tolket jordartsklassifisering basert på spissmotstand q_t og poretrykkparameter B_q fra utførte CPT-sonderinger, iht. Senneset, Sandven og Janbu (1989). Disse viser generelt samme forhold som beskrevet over, se VEDLEGG I.

Grunnvannstand og poretrykksforhold

Ingen poretrykksmålinger er utført, men forholdene vurderes å være lik som i de i omkringliggende profilene, dvs. at grunnvannsnivået ved skråningstopp ligger ca. 10 m under terrengoverflaten og ved skråningsfot ca. 7 m under terrengoverflaten og at poretrykken øker hydrostatisk mot dybden.

Grunnvannsnivået vurderes ved skråningsfot stå i forbindelse med Drammenselva.

Tolking av materialparametere

Siden gjennomgående forekomst av kvikkleire ikke har kunnet fastslås med sikkerhet i profilet er det ikke gjort noen videre vurdering av stabilitetsforholdene. Materialparametere har derfor heller ikke blitt beregnet.



7.0 STABILITETSVURDERINGER

7.1 Analysemetode

Stabilitetsanalysene er utført med beregningsprogrammet GeoStudio 2012 (Slope/W) versjon 8.15.15.11777. Beregningsmetoden er basert på grenselikevektsmetode, og anvender en versjon av lamellmetoden som tilfredsstillende både kraft- og momentlikevekt. Programmet søker selv etter kritisk sirkulærsylindrisk glideflate for definerte variasjonsområder av sirkelsentrum.

Stabilitetsanalyser er utført for de to kritiske profilene 4802 og 4803 med påvist av forekomst av kvikkleire/sprøbruddmateriale. Beregningsprofilene er vist i Figur 9 og situasjonsplan er gitt i VEDLEGG C.

Det er utført totalspenningsanalyse (c-analyse) for udrenert tilstand og effektivspenningsanalyse ($a\phi$ -analyse) for drenert tilstand. Totalspenningsanalysen tar hensyn til en potensiell situasjon med udrenerte spenningsendringer i grunnen, mens effektivspenningsanalysen er representativ for langtidssituasjon. De udrenerte analysene er utført som ADP-analyse, dvs. det er tatt hensyn til anisotropiforholdene i leiren.

Beregningene er utført for dagens situasjon. Stabiliteten er analysert for så vel sirkulærsylindriske og plane/sammensatte glideflater.

Det er ikke utført beregninger for tilfeller med retrogressiv skredutvikling, men lagt vekt på sikkerhet mot mulige initialskred som utløsende faktor for bakovergrepene områdeskred.

Utførte beregninger representerer stabilitetsforholdene som helhet innenfor den aktuelle sonen. Med hensyn til aktuell størrelse og utbredelse av sonen så representerer de valgte beregningsprofilene stabilitetsforholdene innenfor relativt store skråningsavsnitt (ca. 150-200 m). Det kan dermed ikke utelukkes at det forekommer lokale variasjoner (så vel mht. jordlag og materialegenskaper som skråningsgeometri) mellom de utførte undersøkelsespunktene og beregningsprofilene.

I forbindelse med all form av framtidig utbyggelse/anleggsvirksomhet eller endringer i terrengnivåer/belastninger innenfor sonen må dermed stabiliteten vurderes, og eventuelle nye/kompletterende undersøkelser gjennomføres.

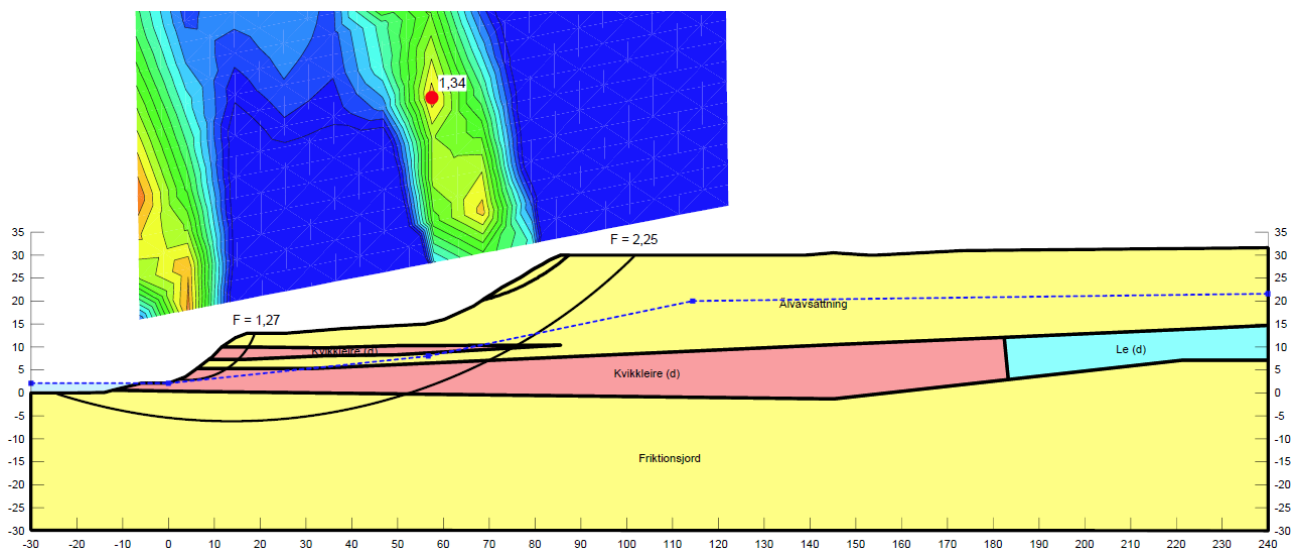
7.2 Stabilitetsberegninger

Samtlige utførte stabilitetsanalyser er presentert i sin helhet i VEDLEGG E.

7.2.1 Profil 4802

I profil 4802 har den kritiske glidflaten en beregnet laveste sikkerhetsfaktor mot et drenert brudd på $F_{a\phi}=1,27$ i den nedre skråningen og $F_{a\phi}=1,34$ i den øvre skråningen. Glideflatene med laveste sikkerhetsfaktor mot brudd er relativt grunne/overflatenære med begrenset utbredelse (ca. 15-20 m), og forekommer i den bratte delen av skråningen ned mot Drammenselva (se Figur 17), samt oppe i den øvre skråningen. Laveste sikkerhet mot drenerte brudd for glideflater med en utbredelse over hele skråningen (utbredelse ca. 120 m) har en sikkerhet $F_{a\phi}=2,25$.

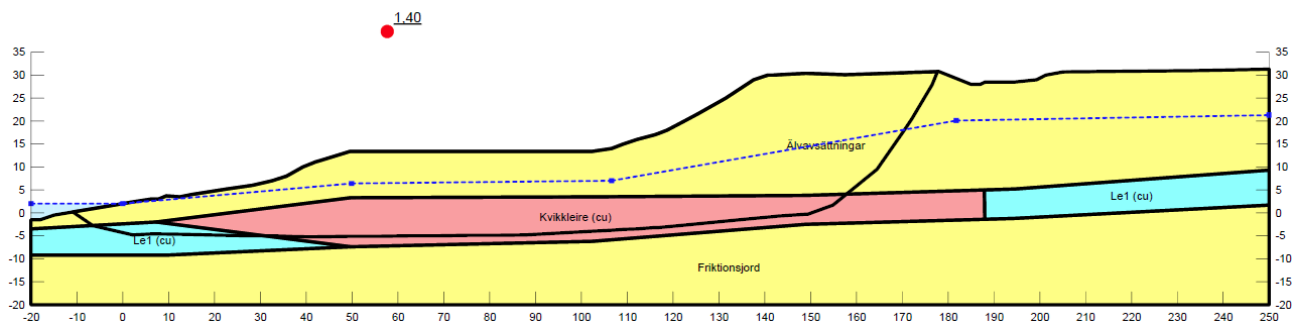
Laveste sikkerhet mot et udrenert brudd er ca. $F_c=1,38$ for glideflater med en utbredelse på opp mot ca. 90-120 m iht. VEDLEGG E. Disse glideflatene har en langstrakt utbredelse gjennom hele skråningen.



Figur 17: Profil 4802, drenert analyse.

7.2.2 Profil 4803

Laveste sikkerheten mot så vel drenert som udrenert brudd i profil 4803 er ca. $F_{a\phi}=F_c=1,40$. Glideflatene med laveste sikkerhet mot brudd forekommer dels som overflatenære, drenerte glideflater i den øvre skråningen (utbredelse ca. 30 m) og dels som langstrakte plane/sammensatte glideflater med en utbredelse på ca. 180 m (se Figur 18 samt VEDLEGG E).



Figur 18: Profil 4803, udrenert analyse.



7.3 Vurdering av stabilitetsforholdene og sikringsbehov

7.3.1 Sammenstilling og vurdering av utførte stabilitetsanalyser

Stabilitetsforholdene innenfor kvikkleiresonen oppfylder kriterier iht. NVEs veileder. Sikkerhetsfaktoren mot brudd er $F=1,4$ for glideflater som påvirkes av påviste leirlag med kvikkleire.

I de stedvis meget bratte skråningspartiene, forekommer imidlertid lokale overflatenære glideflater (jf. profil 4802) med en beregningsmessig sikkerhet på ca. $F=1,3$ (1,27-1,34). Disse glideflatene er helt drenerte og påvirkes hovedsakelig av de mektige lagene med elveavsetning, men i den nedre skråningen i noen grad av mulig utbredelse av kvikkleire. For dagens forhold anses det dermed ikke foreligge noen risiko for bakovergripende kvikkleireskred innenfor sonen.

Tabell 8 viser analysert sikkerhetsfaktor mot brudd for profil 4802 og 4803.

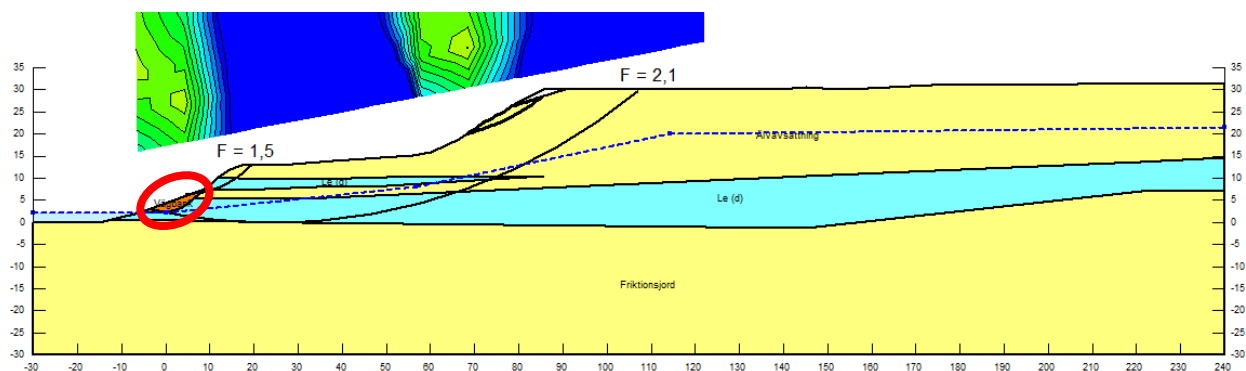
Tabell 8: Sammenstilling av laveste sikkerhetsfaktorer ved utførte stabilitetsanalyser

Profil	Udrenert, c-analyse F for kritisk skjærflate	Drenert, $\alpha\phi$ -analyse F for kritisk skjærflate
4802	1,77 (nedre skråning, utbredelse glideflate ca. 45 m)	1,27 (lokal glideflate nedre del av skråningen, ca. 15-20m)
	1,38 (øvre skråning, utbredelse glideflate ca. 90 m)	1,34 (lokal glideflate øvre del av skråningen, ca. 20m)
	1,45 (sammensatt/plan glideflate, ca. 120 m)	2,25 (langstrakt glideflate hela skråningen, ca. 120 m)
4803	1,72 (nedre skråningen, utbredelse glideflate ca. 80m)	2,18 (nedre skråningen, utbredelse glideflate ca. 60 m)
	1,40 (lokal glideflate i øvre del av skråningen, ca. 30 m)	1,40 (lokal glideflate øvre skråningen, ca. 30 m)
	1,40 (sammensatt/plan glideflate, ca. 180 m)	2,52 (Lang glideflate i øvre del av skråningen, ca. 60 m)

7.3.2 Mulige stabiliserende tiltak

Dersom det ønskes å oppnå en sikkerhet for samtlige teoretisk forekommende glideflater i skråningen (dvs. også de lokale overflatenære glideflatene i profil 4802) iht. kriteriene NVE rapport 7:2014, kan det med relativt enkle/begrensede metoder gjennomføres tiltak for at den beregningsmessige sikkerheten skal bli større enn 1,4, eller for å oppnå en tilstrekkelig prosentvis forbedring (i dette tilfelle ca. 1-2 %, jf. figur 5.1 i ref. /14/).

Vid en eventuell utbygging i området må sikkerheten for korte glideflater i den nedre skråningen vurderes nærmere med tanke på tiltak, siden de foreligger en mulighet for initialskred. Tiltak i form av en forsterket erosjonsbeskyttelse som også vil fungere som motfylling (Figur 19), vil gi en sikkerhetsfaktor mot brudd på ca. $F>1,4$.



Figur 19: Profil 4802, drenert analyse etter gjennomføring av tiltaksforslag (erosjonsbeskyttelse/motfylling)

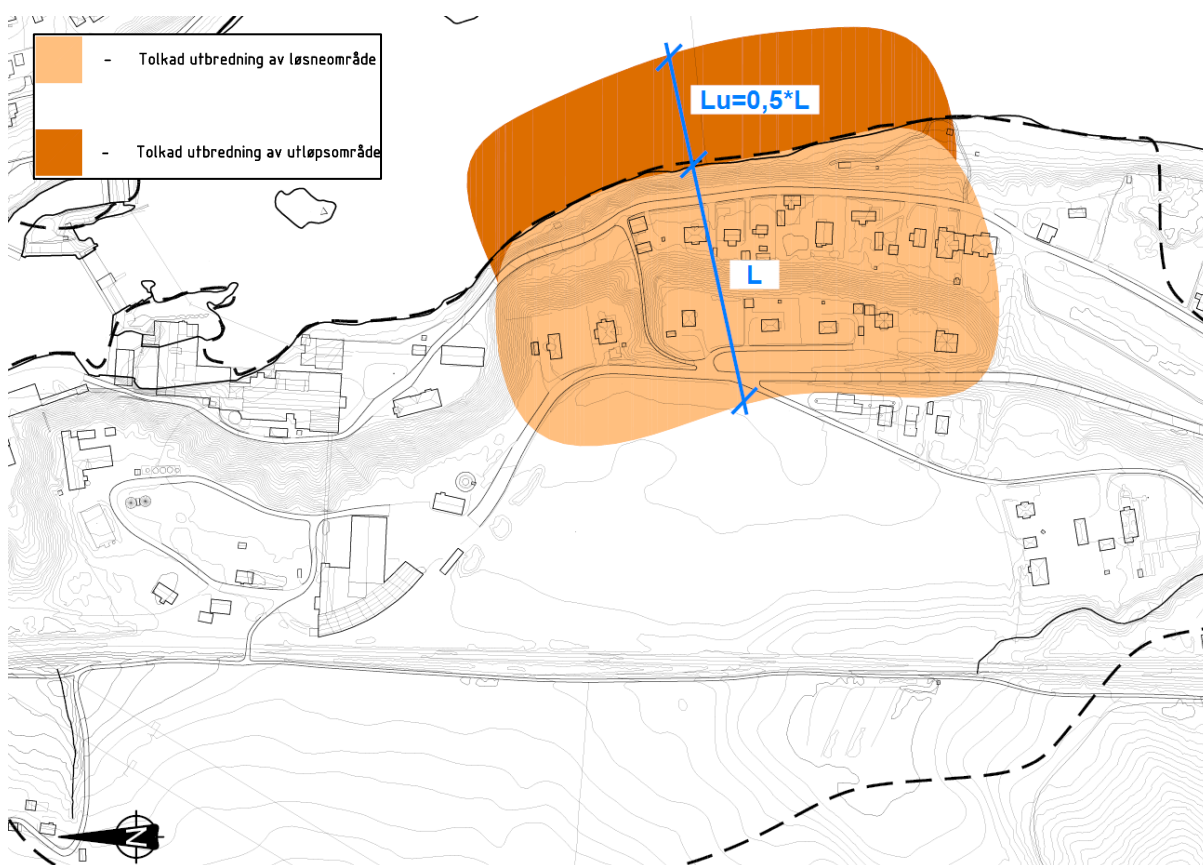


8.0 AVGRENSNING AV LØSNE- OG UTLØPSOMRÅDE

Løsneområdet strekker seg fra Drammenselva og opp til rett vest for Øvre Hellefossvei. Området avgrenses hovedsakelig av utbredelsen av kvikkleire. Utbredelse av løsneområdet for sonen er også beskrevet i kap 4.1. Utløpsområdet ligger i Drammenselva (se Figur 20).

Vurderingen av utløpsområdet er basert på topografien og rådende grunnforhold i området samt Drammenselvas bunnprofil. Begrunnelsen er også delvis basert på NVE-rapport 14/2016 /15/.

Forekomsten av kvikkleire er meget begrenset i forhold til den totala løsmassemengden (jordvolumet). Laget med kvikkleire antas ikke å gå under Drammenselva der det på mange steder er synlig berg i dagen, og et kvikkeireskred i området anses ikke å kunne føre til at elva i hele sin bredde vil kunne demmes opp av skredmassene. Utløpsområdets utbredelse (utløpsdistanse, L_u) anses til maksimalt ca. $0,5 \times$ løsnedistanse (L) som vist i Figur 20.



Figur 20: Utløpsområde markert med brun skravur (løsneområde markert med beige skravur).



9.0 KONKLUSJON

Stabilitetsvurderingen av sonen viser at det i det store og hele er en tilfredsstillende sikkerhet mot utglidning i området. Stabilitetsforholdene innenfor kvikkleiresonen oppfyller kriterier iht. NVEs veileder mht. områdestabilitet. Sikkerhetsfaktoren mot brudd er ca. $F=1,4$ for glideflater som i vesentlig grad påvirkes av leirlag med dokumentert kvikkleire.

I de stedvis svært bratte skråningspartiene forekommer imidlertid lokale overflatenære glideflater (jf. profil 4802) med en beregningsmessig sikkerhet på ca. $F=1,3$ (1,27-1,34). Disse glideflatene er helt drenerte og påvirkes hovedsakelig av de mektige lagene med elveavsetning, men i den nedre skråningen også i noen grad av mulig utbredelse av kvikkleire. Siden denne typen av glideflater potensielt kan føre til initialscred, må disse vurderes nærmere ved en eventuell utbygging i området. For dagens forhold anses det ikke å foreligge noen risiko for bakovergripende kvikkleirescred innenfor sonen.

Utførte beregninger representerer stabilitetsforholdene som helhet innenfor den aktuelle sonen. Med hensyn til aktuell størrelse og utbredelse av sonen så representerer de valgte beregningsprofilene stabilitetsforholdene innenfor relativt store skråningsavsnitt (ca. 150-200 m). Det kan dermed ikke utelukkes at det forekommer lokal variasjoner (både når det gjelder jordlag, materialegenskaper og skråningsgeometri) mellom de utførte undersøkelsespunktene og beregningsprofilene.

I forbindelse med all form av framtidig utbygging/anleggsvirksomhet eller endringer i terrengnivåer/ belastninger innenfor sonen, må dermed stabiliteten vurderes, og eventuelle nye/kompletterende undersøkelser gjennomføres.

Det skal også bemerkes at samtlige vurderinger som er utført og presentert i foreliggende rapport (slik som jordens materialparametere, poretrykksforhold etc.) har hatt til hensikt å gi et representativt grunnlag for vurderingen av områdestabiliteten i kvikkleiresonen for dagens forhold/situasjon.

Merknad:

Visse vurderinger/forutsetninger i foreliggende rapport, som ikke har blitt ansett å ha noen vesentlig innvirkning på stabilitetsforholdene og hensikten med rapporten, kan i noen tilfeller være på den konservativt/forsiktige siden, og i noen tilfeller også usikre. Dette må det tas hensyn til dersom foreliggende rapport skal brukes i andre sammenhenger (f.eks. for reguleringsplaner eller i konkrete byggesaker).



10.0 REFERANSER

- /1/ Program for økt sikkerhet mot leirskred. Evaluering av risiko for kvikkleireskred, Øvre Eiker kommune. NGI-rapport 20001008-19. Rapportdato: 30.10.2005.
- /2/ Grunnundersøkelse i kvikkleiresone 480 Hellefoss, Øvre Eiker kommune. Geoteknisk datarapport. GeoStrøm AS, rapport nr. 1239/R2, datert 4.4.2016.
- /3/ Grunnundersøkelser for kartlegging av grunnforhold på Hellefoss. Datarapport. Grunnundersøkelser. GeoStrøm AS, rapport nr. 1175/R1, datert 4.8.2014.
- /4/ Nor Engineering AS. Hellefoss. Geoteknisk rapport. Grunnundersøkelser. Multiconsultrapport 810490, datert 19.1.2007.
- /5/ Kvikkleiresoner i Øvre Eiker kommune, sone 480 Hellefoss. Fase 1 – Undersøkellesprogram. Golder Associates AS, rapport 14509100140-3, datert 8.8.2014.
- /6/ Kvikkleiresoner i Øvre Eiker kommune, sone 480 Hellefoss. Fase 2 – Beregningsgrunnlag. Golder Associates AS, rapport 14509100140-13, datert 22.4.2016.
- /7/ Kvalitetssikring av utredning av kvikkleiresone 480 Hellefoss. Fase 1 (Undersøkellesprogram) og Fase 2 (Beregningsgrunnlag). NGI, 20140429-03-R, datert 2015-08-07 (rev. 1 / 2016-05-02).
- /8/ NGU: Løsmassekart (<http://geo.ngu.no/kart/losmasse/>).
- /9/ NVE (2014), Veileder nr. 7/2014 «Sikkerhet mot kvikkleireskred».
- /10/ Statens vegvesen håndbok V220, Geoteknikk i vegbygging, 2010.
- /11/ NGI (2001): Program for økt sikkerhet mot leirskred - Metode for kartlegging og klassifisering av faresoner, kvikkleire. NGI-rapport 20001008-2 Rev. 3 (datert 8.10.2008).
- /12/ NVE (2016): Rapport 15/2016. Sikkerhetsfilosofi for vurdering av områdestabilitet i naturlige skrånninger Naturfareprosjektet: Delprosjekt 6 Kvikkleire.
- /13/ NGF melding 5, «Veiledning for utførelse av trykksondering» (Utgitt 1982, rev. 3 2010).
- /14/ NVE (2014): Rapport nr. 14/2014, En omforent anbefaling for bruk av anisotropifaktorer i prosjektering i norske leirer.
- /15/ NVE (2016): Rapport 14/2016. Metode for vurdering av løsne – og utløpsområder for områdeskred.



Rapportsignaturside

GOLDER ASSOCIATES AS
Drammen/Gøteborg 12.5.2017

Rolf E. Andersen
oppdragsleder

Ola Skepp
ansvarlig geotekniker

Urban Høgsta
kvalitetssikring



VEDLEGG A

Oversiktskart (kart.finn.no)



VEDLEGG A

Oversiktskart





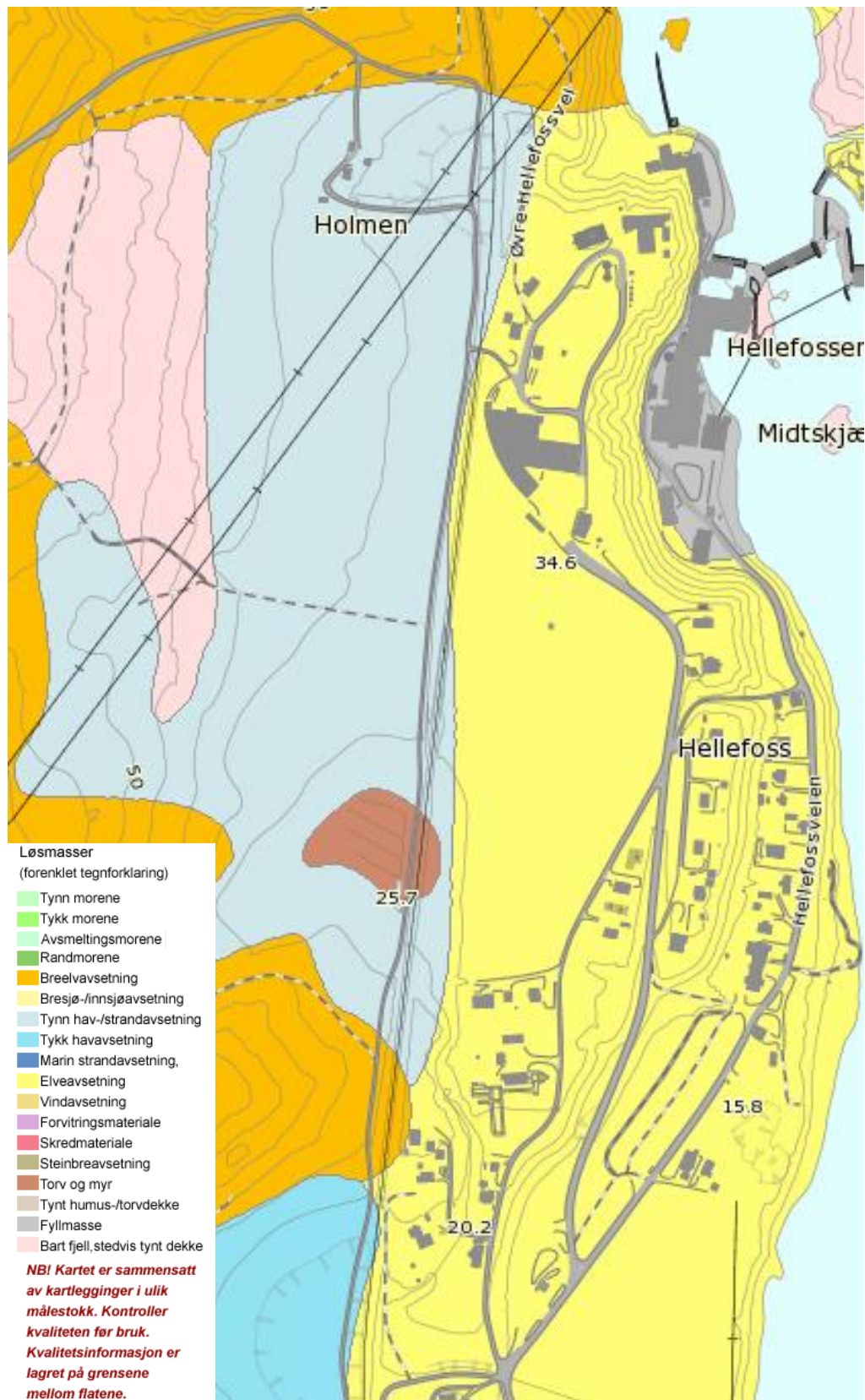
VEDLEGG B

Kvartærgeologisk kart (www.ngu.no)



VEDLEGG B

Løsmassekart (NGU)







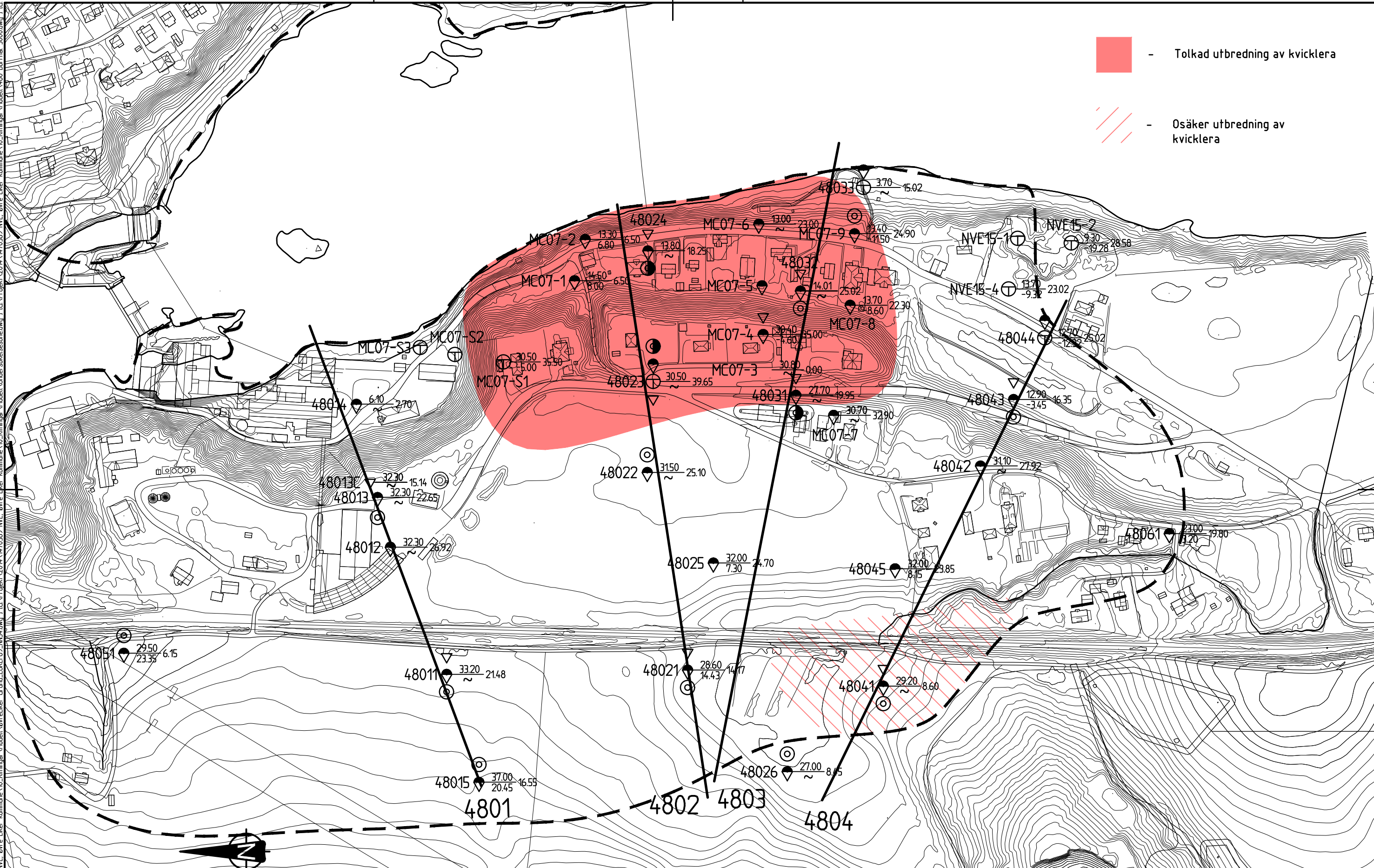
VEDLEGG C

Situasjonsplan (sone, plassering grunnundersøkelser og kritiske profiler)

XREF: I:\G:\Projekt\2014\1470369-NVE, Øvre Eker kommune\10_Rinninger\Modell\Undersøkelssesne.dwg I I:\G:\Projekt\2014\1470369-NVE, Øvre Eker kommune\10_Rinninger\Modell\480-Borrplan_3000.dwg I I:\G:\Projekt\2014\1470369-NVE, Øvre Eker kommune\10_Rinninger\Modell\480-Borrplan_3000.dwg I I:\G:\Projekt\2014\1470369-NVE, Øvre Eker kommune\10_Rinninger\Modell\480-Borrplan_3000.dwg I I:\G:\Projekt\2014\1470369-NVE, Øvre Eker kommune\10_Rinninger\Modell\480-Borrplan_3000.dwg I I:\G:\Projekt\2014\1470369-NVE, Øvre Eker kommune\10_Rinninger\Modell\480-Borrplan_3000.dwg

 - Tolkad utbredning av kvicklera

 - Osäker utbredning av kvicklera



 **Golder Associates**

Stockholm Tel: 08-50630600
 Göteborg Tel: 031-7008230
 Luleå Tel: 0920-73030

NVE
 Øvre Eker Kommune
 480 - Hellefoss

Granskare: Ola Skepp
 Oppdragsledare: Emil Johansson
 Ritad/konstr av: Emil Johansson

BORRPLAN
 SKALA 1:3000

Oppdragsnr: 1451220369
 Ritningsnummer: 4369PL480

Granskad/godkänd av: [Blank]
 Datum: 2016-07-08

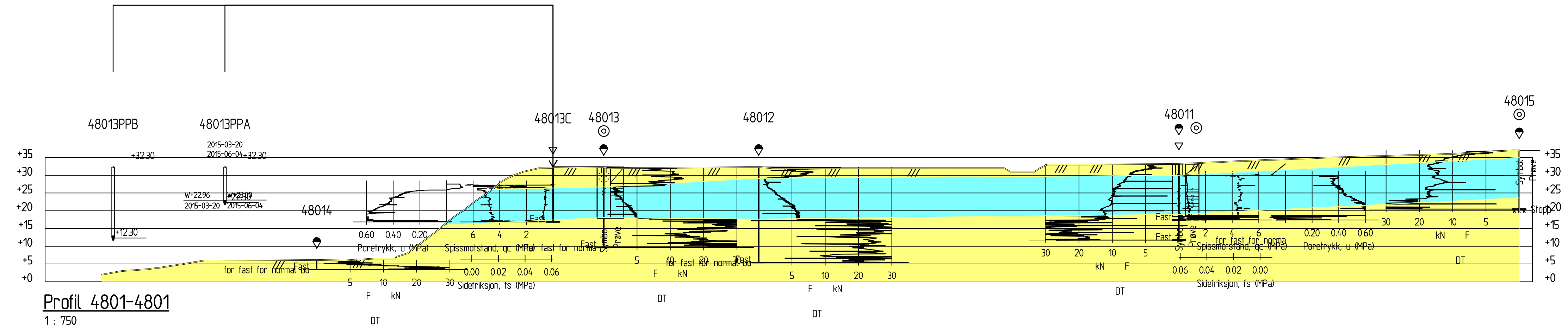
C:\Users\ejohansson\AppData\Local\Temp\AcPublish_92724369PL480.dwg



VEDLEGG D

Profiltegninger (tolket lagdeling og relevante grunnundersøkelser)

XREF: G:\Projekt\2014\1470369-NVE_Øvre Eiker kommune\10_Ritninger\Modell\4801_sak.dwg



Profil 4801-4801
1 : 750

Arbetsmaterial



NVE
Øvre Eiker kommune
Profil 4801

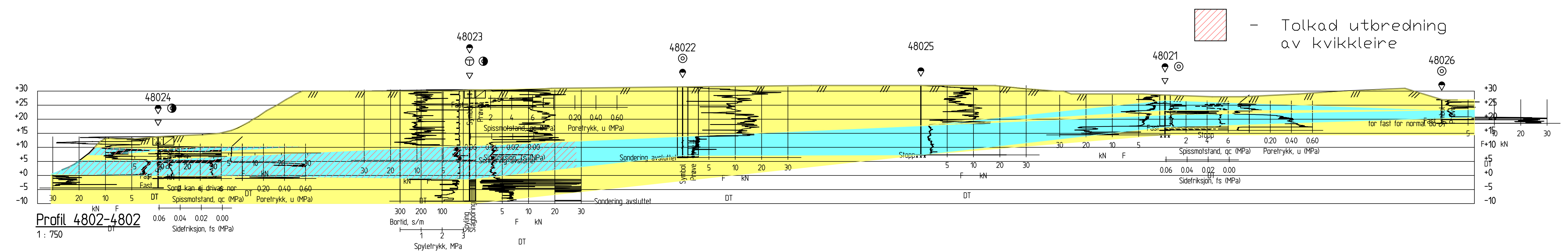
PROFIL
SKALA 1:750
Uppdragsnr 1451220369
Ritningsnummer 4369PR4801
Granskad/godkänd av
Datum 2016-07-08

Stockholm Tel: 08-50630600
Göteborg Tel: 031-7008230
Luleå Tel: 0920-73030

Granskare Uppdragsledare Ritad/konstr av
O. Skepp **Emil Johansson**

G:\Projekt\2014\1470369-NVE_Øvre Eiker kommune\10_Ritninger\Modell\4801.dwg

XREF: G:\Projekt\2014\170369-NVE_Øvre Eiker kommune\10_Ritmøter\Modell\4802_sak.dwg



Profil 4802-4802
1 : 750

Arbetsmaterial



NVE
Øvre Eiker kommune
Profil 4802

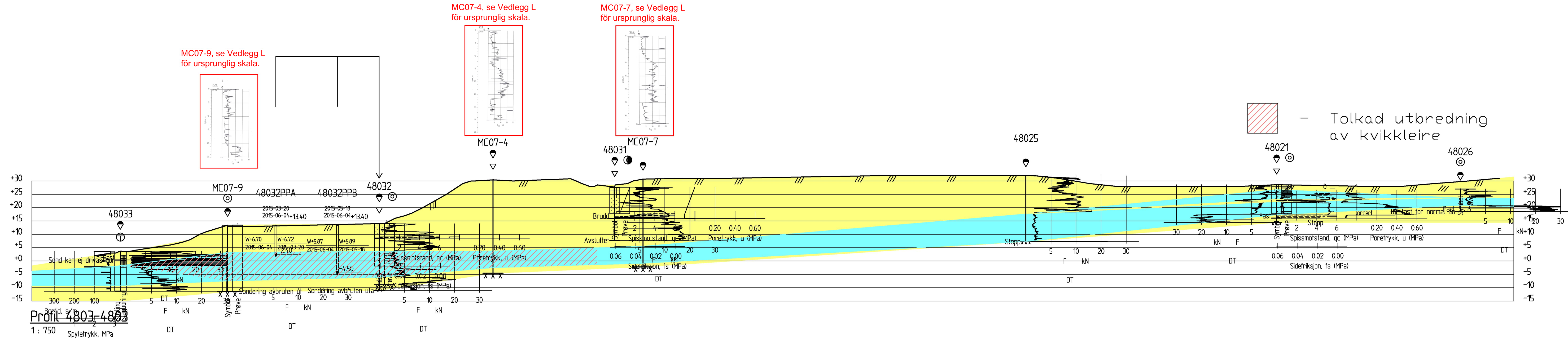
Granskare: **O. Skepp**
 Oppdragsledare: **E. Johansson**
 Ritad/konstr av: **E. Johansson**

PROFIL
SKALA 1:750

Uppdragsnr: 14512220369
 Ritningsnummer: 4369PR4802
 Granskad/godkänd av: [Signature]
 Datum: 2016-07-08

G:\Projekt\2014\170369-NVE_Øvre Eiker kommune\10_Ritmøter\Modell\4802_sak.dwg

X:\Proj\2014\14_70369-NVE_Øvre Eiker kommune\10_Ritminger\Modell\4803_sakt.dwg



Profil 4803-4802
1 : 750

Arbetsmaterial



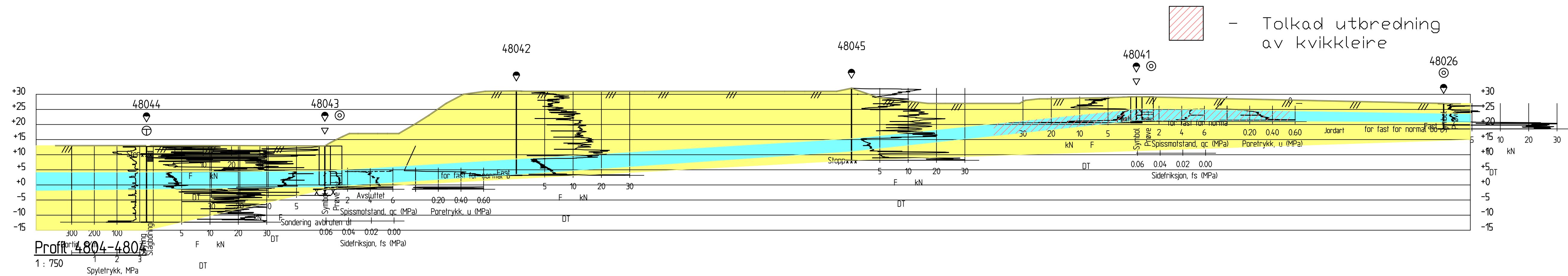
NVE
Øvre Eiker kommune
Profil 4803

PROFIL
SKALA 1:750
Uppdragsnr 14512220369
Ritningsnummer 4369PR4803
Granskad/godkänd av
Datum 2016-07-08

Stockholm Tel: 08-50630600
Göteborg Tel: 031-7008230
Luleå Tel: 0920-73030

Granskare Uppdragsledare Ritad/konstr av
O. Skepp E. Johansson

XREF: G:\Projekt\2014\170369-NVE_Øvre Eiker kommune\10_Ritminger\Modell\480_sak.dwg



Arbetsmaterial



NVE
Øvre Eiker kommune
Profil 4804

Granskare Uppdragsledare Ritad/konstr av
O. Skepp E. Johansson

PROFIL	SKALA 1:750
Uppdragsnr 1451220369	Ritningsnummer 4369PR4804
Granskad/godkänd av	Datum 2016-07-08

G:\Projekt\2014\170369-NVE_Øvre Eiker kommune\10_Ritminger\Modell\480_sak.dwg



VEDLEGG E

Beregningsprofiler

OBJEKT
480 - Hellefoss

SKEDE
Befintliga förhållanden

SEKTION
4802

ANALYS
Udrenert, Cu-analyse

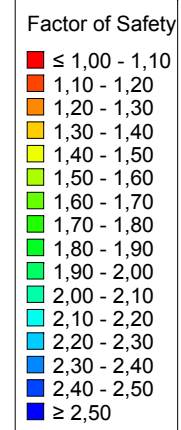
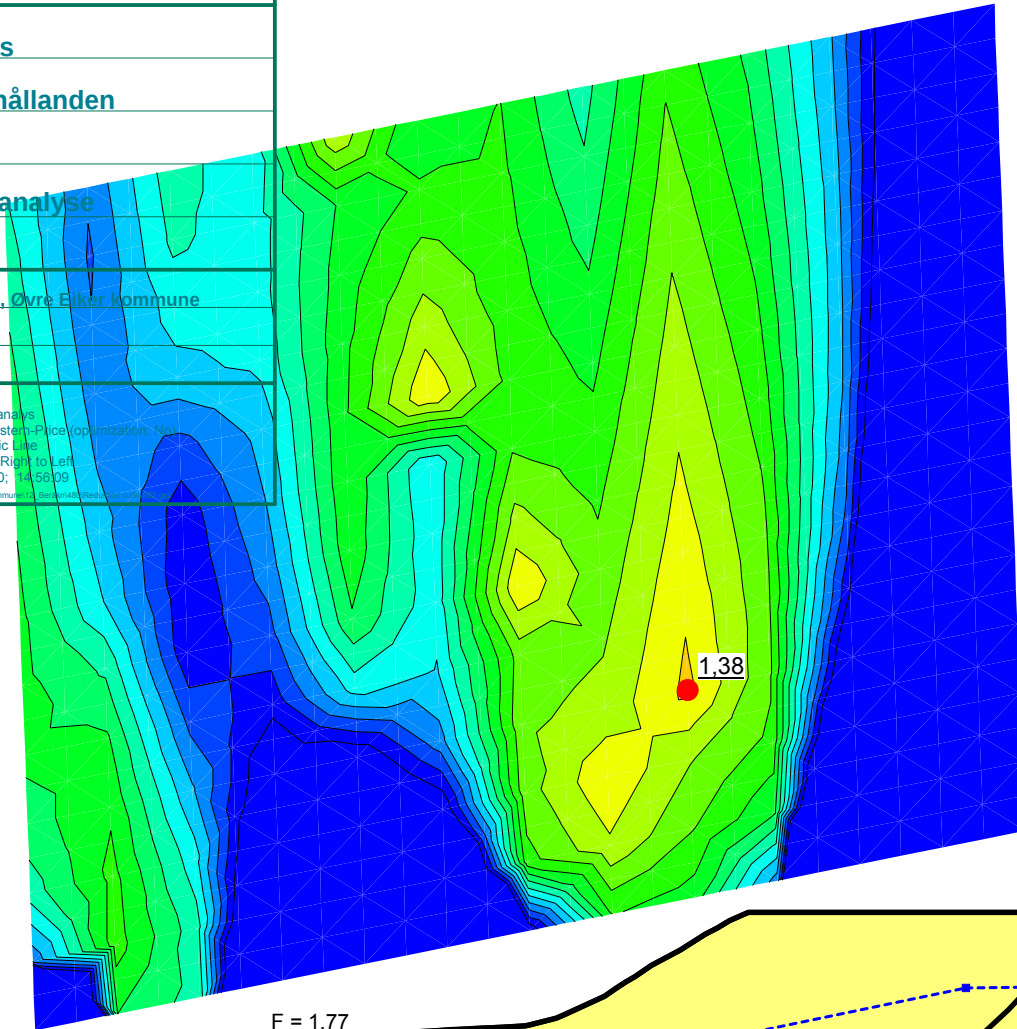
BESKRIVNING
ADP

UPPDRAG
Stabilitetskartering, Øvre Eiker kommune

UPPDRAGSNUMMER
1470369

BESTÄLLARE
NVE

ANALYSDATA
 Analystyp: Totalsäkerhetsanalys
 Beräkningsmetod: Morgenstern-Price (optimization: No)
 GW & portryck: Piezometric Line
 Gridtyor: Grid and Radius, Right to Left
 Senast sparad: 2017-03-20; 14:56:09
G:\P\projek\2014\1470369-NVE, Øvre Eiker kommune\1470369-1\Befintliga förhållanden\4802



BILAGA

SKALA
1:1000

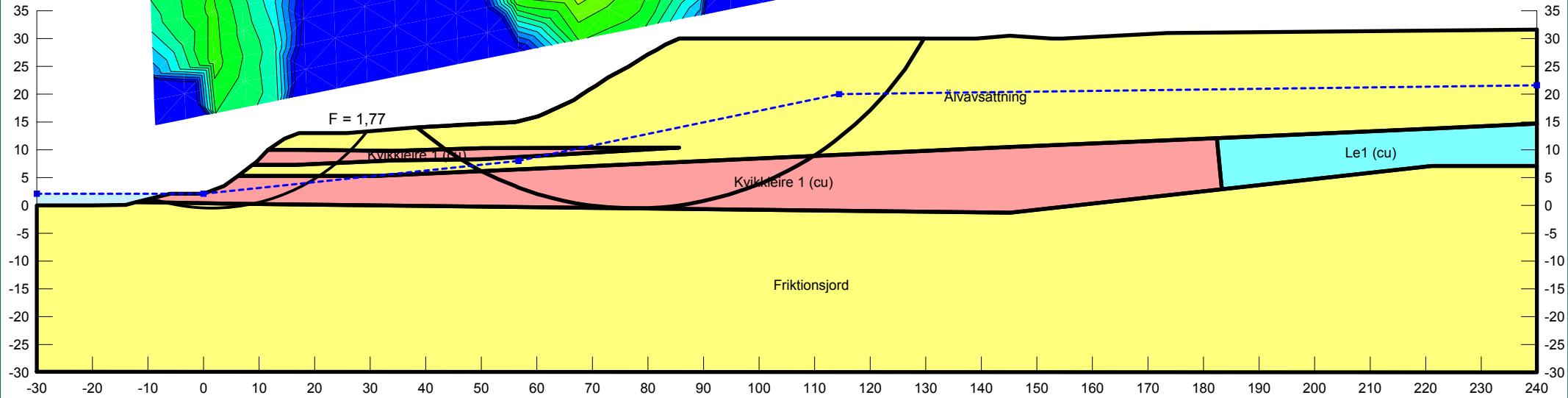
JORDLAGER OCH MATERIALPARAMETRAR

Name: Friktionsjord
 Model: Mohr-Coulomb
 Unit Weight: 18 kN/m³
 Cohesion: 0 kPa
 Phi: 37 °
 Constant Unit Wt. Above Water Table: 18 kN/m³

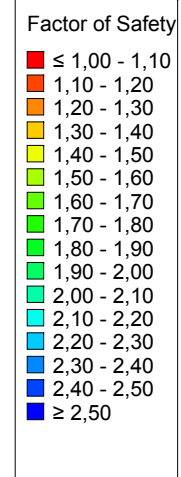
Name: Le1 (cu)
 Model: Undrained (Phi=0)
 Unit Weight: 20 kN/m³
 Cohesion: 80 kPa
 Anisotropic Strength Fn: ADP (Right to left)

Name: Älvavsättning
 Model: Mohr-Coulomb
 Unit Weight: 18 kN/m³
 Cohesion: 0 kPa
 Phi: 35 °

Name: Kvikkleire 1 (cu)
 Model: Undrained (Phi=0)
 Unit Weight: 20 kN/m³
 Cohesion: 80 kPa
 Anisotropic Strength Fn: ADP (Right to left)



OBJEKT
480 - Hellefoss
SKEDE
Befintliga förhållanden
SEKTION
4802
ANALYS
Udrenert, Cu-analyse (FS)
BESKRIVNING
ADP
UPPDRAG
Stabilitetskartering, Øvre Eiker kommune
UPPDRAGSNUMMER
1470369
BESTÄLLARE
NVE
ANALYSDATA
 Analystyp: Totalsäkerhetsanalys
 Beräkningsmetod: Morgenstern-Price (optimization: No)
 GW & portryck: Piezometric Line
 Gldytor: Fully-Specified, Right to Left
 Senast sparad: 2017-03-20; 14:56:09
G:\Projekter\2014\1470369-NVE, Øvre Eiker kommune\12_Beräkni\480\Reduktion cud\4802.gsz



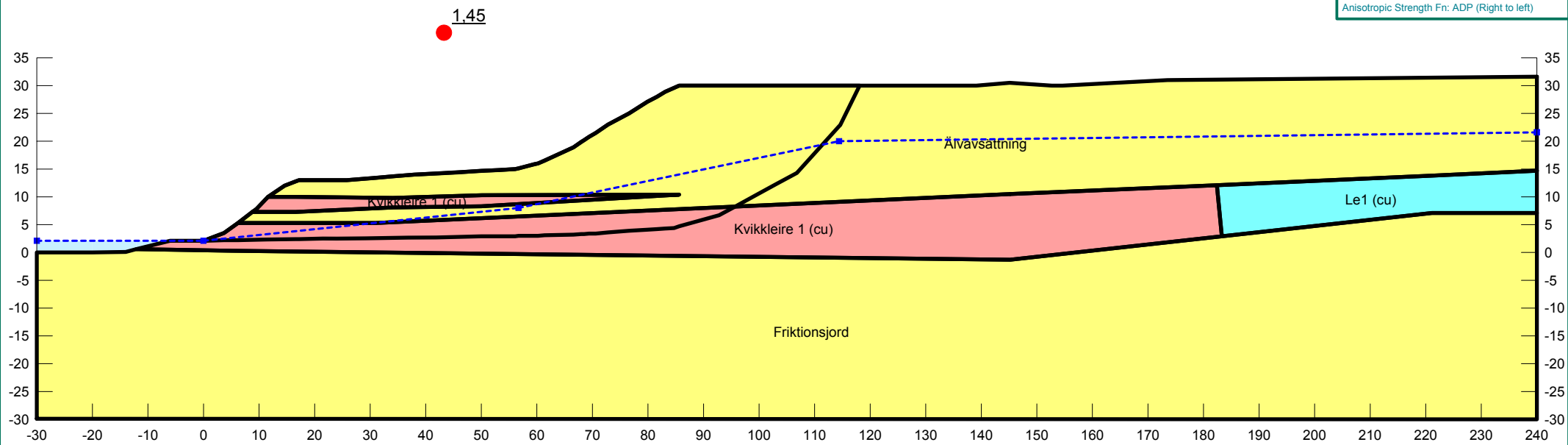
BILAGA
SKALA
1:1000
JORDLAGER OCH MATERIALPARAMETRAR

 Name: Friktionsjord
 Model: Mohr-Coulomb
 Unit Weight: 18 kN/m³
 Cohesion: 0 kPa
 Phi: 37 °
 Constant Unit Wt. Above Water Table: 18 kN/m³

 Name: Le1 (cu)
 Model: Undrained (Phi=0)
 Unit Weight: 20 kN/m³
 Cohesion: 80 kPa
 Anisotropic Strength Fn: ADP (Right to left)

 Name: Älvsättning
 Model: Mohr-Coulomb
 Unit Weight: 18 kN/m³
 Cohesion: 0 kPa
 Phi: 35 °

 Name: Kvikkleire 1 (cu)
 Model: Undrained (Phi=0)
 Unit Weight: 20 kN/m³
 Cohesion: 80 kPa
 Anisotropic Strength Fn: ADP (Right to left)



OBJEKT
480 - Hellefoss

SKEDE
Befintliga förhållanden

SEKTION
4802

ANALYS
Drenert, α/ϕ -analyse

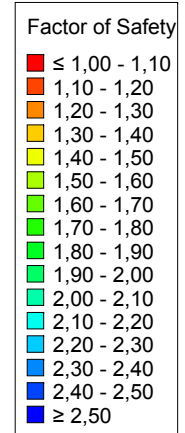
BESKRIVNING
ADP

UPPDRAG
Stabilitetskartering, Øvre Eiker kommune

UPPDRAGSNUMMER
1470369

BESTÄLLARE
NVE

ANALYSDATA
 Analystyp: Totalsäkerhetsanalys
 Beräkningsmetod: Morgenstern-Price (optimerad, 4/0)
 GW & portryck: Piezometric Line
 Gridtyor: Grid and Radius, Right to Left
 Senast sparad: 2017-03-20; 15:24:45
G:\Projek\2014\1470369-NVE, Øvre Eiker kommune\12_Beräkning\4802\Stabilitetskartering

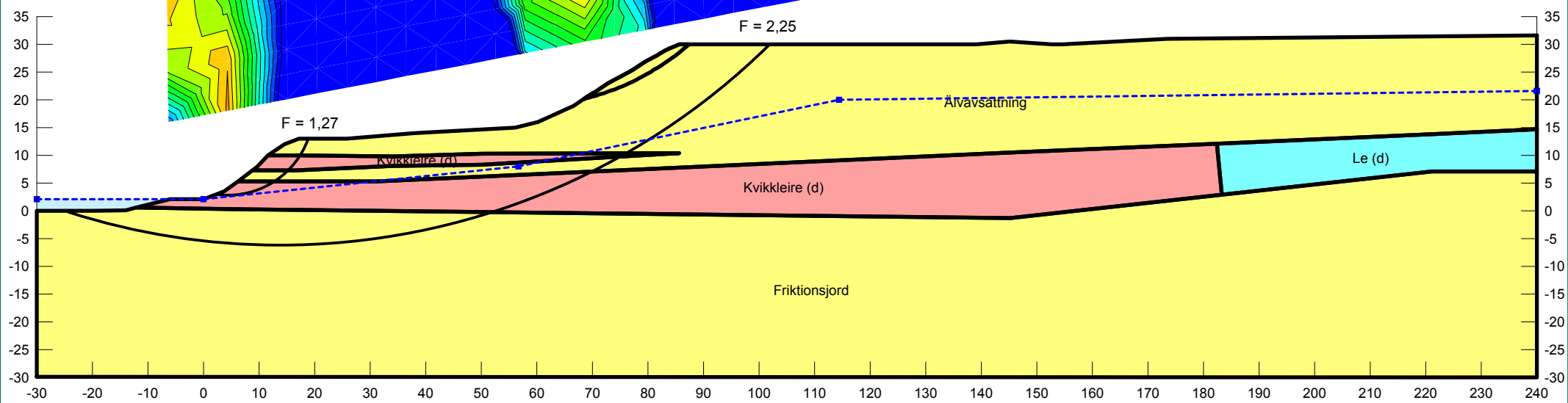
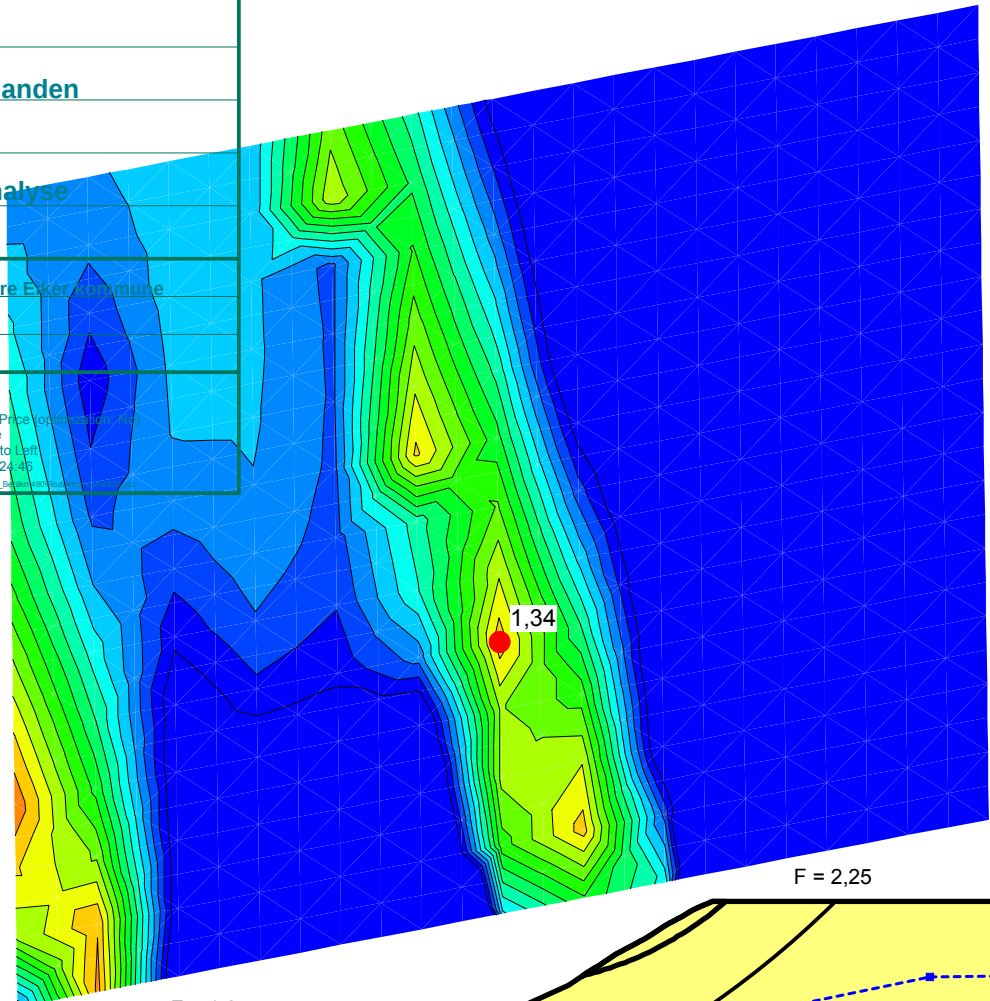


BILAGA

SKALA
1:1000

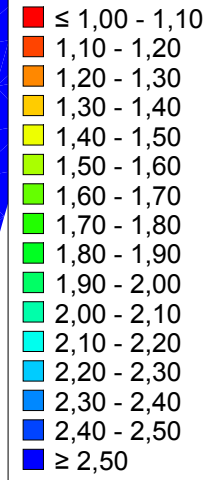
JORDLAGER OCH MATERIALPARAMETRAR

Name: Le (d)
Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 16 kN/m ³
Cohesion: 5 kPa
Phi: 29 °
Name: Friktionsjord
Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 18 kN/m ³
Cohesion: 0 kPa
Phi: 37 °
Constant Unit Wt. Above Water Table: 18 kN/m ³
Name: Älvavsättning
Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 18 kN/m ³
Cohesion: 0 kPa
Phi: 35 °
Name: Kvikkleire (d)
Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 16 kN/m ³
Cohesion: 5 kPa
Phi: 29 °



OBJEKT
480 - Hellefoss
 SKEDE
Befintliga förhållanden
 SEKTION
4803
 ANALYS
Udrenert, Cu-analyse
 BESKRIVNING
ADP
 UPPDRAG
Stabilitetskartering, Øvre Eiker kommune
 UPPDRAGSNUMMER
1470369
 BESTÄLLARE
NVE
 ANALYSDATA
 Analystyp: Totalsäkerhetsanalys
 Beräkningsmetod: Morgenstern-Price (optimization: No)
 GW & portryck: Piezometric Line
 Gridtyor: Grid and Radius, Right to Left
 Senast sparad: 2017-03-20; 15:26:56
 G:\Projekt\2014\1470369-NVE, Øvre Eiker kommune\12_Beräkn\480\Reduktion cud\4803.gsz

Factor of Safety



BILAGA

SKALA
1:1000

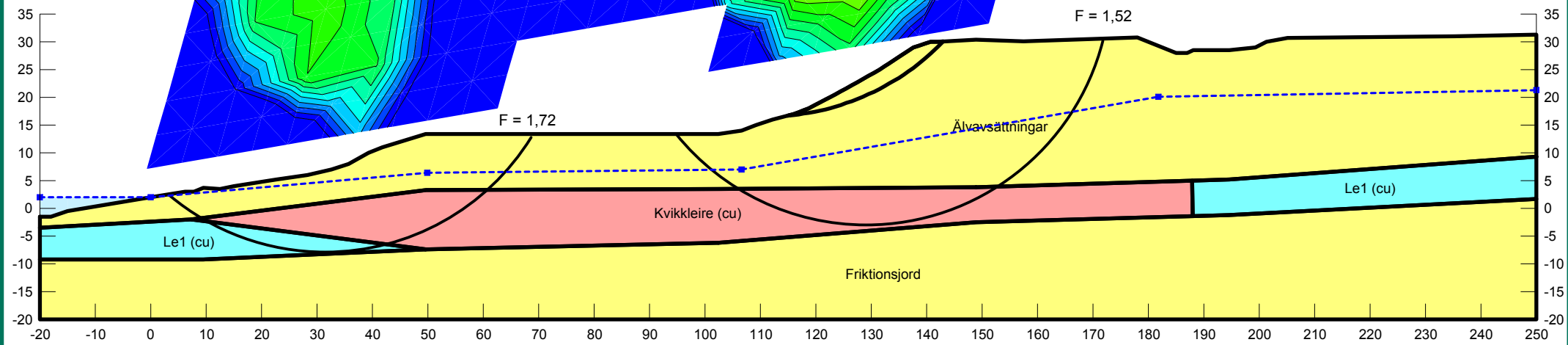
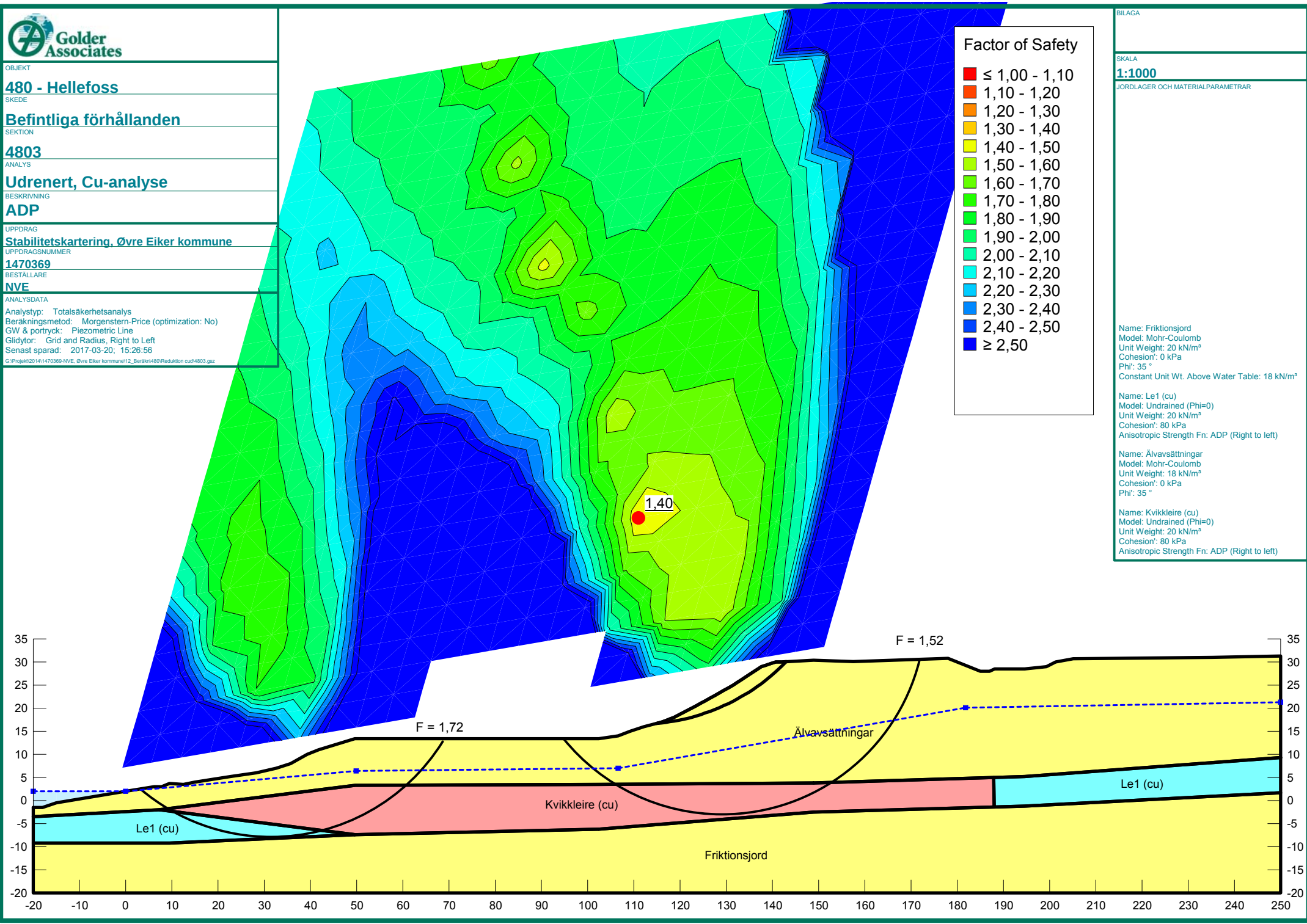
JORDLAGER OCH MATERIALPARAMETRAR

Name: Friktionsjord
 Model: Mohr-Coulomb
 Unit Weight: 20 kN/m³
 Cohesion: 0 kPa
 Phi: 35 °
 Constant Unit Wt. Above Water Table: 18 kN/m³

Name: Le1 (cu)
 Model: Undrained (Phi=0)
 Unit Weight: 20 kN/m³
 Cohesion: 80 kPa
 Anisotropic Strength Fn: ADP (Right to left)

Name: Älvsättningar
 Model: Mohr-Coulomb
 Unit Weight: 18 kN/m³
 Cohesion: 0 kPa
 Phi: 35 °

Name: Kvikleire (cu)
 Model: Undrained (Phi=0)
 Unit Weight: 20 kN/m³
 Cohesion: 80 kPa
 Anisotropic Strength Fn: ADP (Right to left)



OBJEKT

480 - Hellefoss

SKEDE

Befintliga förhållanden

SEKTION

4803

ANALYS

Udrenert, Cu-analyse (FS)

BESKRIVNING

ADP

UPPDRAG

Stabilitetskartering, Øvre Eiker kommune

UPPDRAGSNUMMER

1470369

BESTÄLLARE

NVE

ANALYSDATA

Analystyp: Totalsäkerhetsanalys
 Beräkningsmetod: Morgenstern-Price (optimization: No)
 GW & portryck: Piezometric Line
 Glijdyr: Fully-Specified, Right to Left
 Senast sparad: 2017-03-20; 15:26:56
 G:\Projekt\2014\1470369-NVE, Øvre Eiker kommune\12_Beräkni\480\Reduktion cud\4803.gsz

Factor of Safety

- ≤ 1,00 - 1,10
- 1,10 - 1,20
- 1,20 - 1,30
- 1,30 - 1,40
- 1,40 - 1,50
- 1,50 - 1,60
- 1,60 - 1,70
- 1,70 - 1,80
- 1,80 - 1,90
- 1,90 - 2,00
- 2,00 - 2,10
- 2,10 - 2,20
- 2,20 - 2,30
- 2,30 - 2,40
- 2,40 - 2,50
- ≥ 2,50

BILAGA

SKALA

1:1000

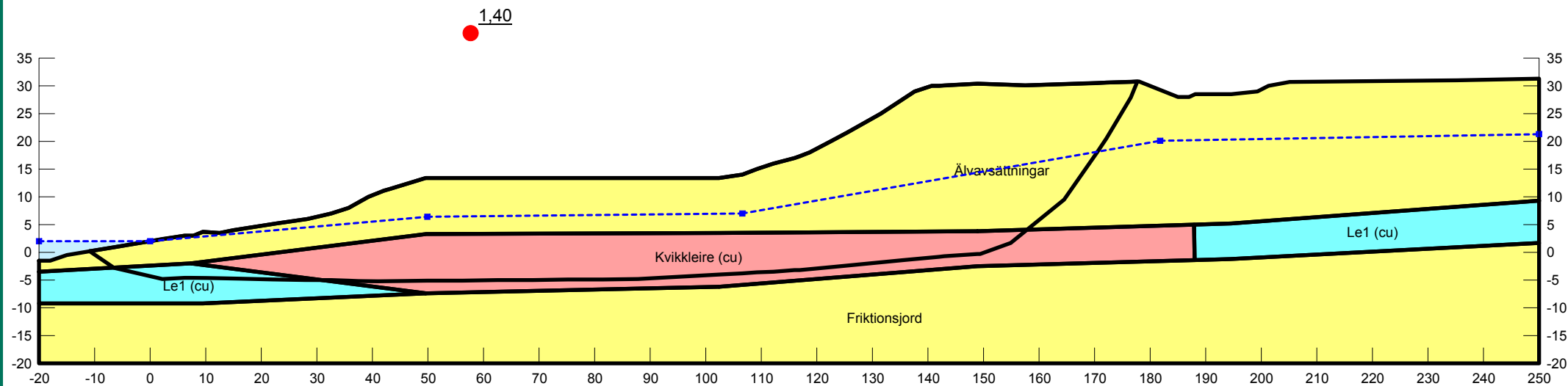
JORDLAGER OCH MATERIALPARAMETRAR

Name: Friktionsjord
 Model: Mohr-Coulomb
 Unit Weight: 20 kN/m³
 Cohesion: 0 kPa
 Phi: 35 °
 Constant Unit Wt. Above Water Table: 18 kN/m³

Name: Le1 (cu)
 Model: Undrained (Phi=0)
 Unit Weight: 20 kN/m³
 Cohesion: 80 kPa
 Anisotropic Strength Fn: ADP (Right to left)

Name: Älvsättningar
 Model: Mohr-Coulomb
 Unit Weight: 18 kN/m³
 Cohesion: 0 kPa
 Phi: 35 °

Name: Kvikkleire (cu)
 Model: Undrained (Phi=0)
 Unit Weight: 20 kN/m³
 Cohesion: 80 kPa
 Anisotropic Strength Fn: ADP (Right to left)



OBJEKT
480 - Hellefoss

SKEDE
Befintliga förhållanden

SEKTION
4803

ANALYS
Drenert, α/ϕ -analyse

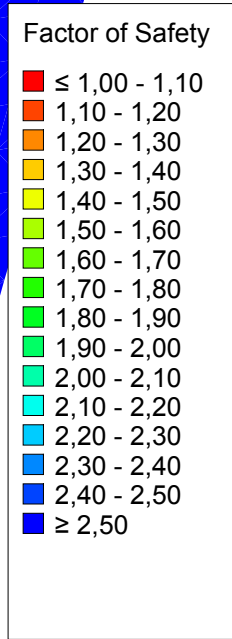
BESKRIVNING

UPPDRAG
Stabilitetskartering, Øvre Eiker kommune

UPPDRAGSNUMMER
1470369

BESTÄLLARE
NVE

ANALYSDATA
 Analystyp: Totalsäkerhetsanalys
 Beräkningsmetod: Morgenstern-Price (optimization: No)
 GW & portryck: Piezometric Line
 Glijdytor: Grid and Radius, Right to Left
 Senast sparad: 2017-03-20; 15:26:56
G:\Projekt\2014\1470369-NVE, Øvre Eiker kommune\12_Beräkn\480\Reduktion cut\4803.gzd

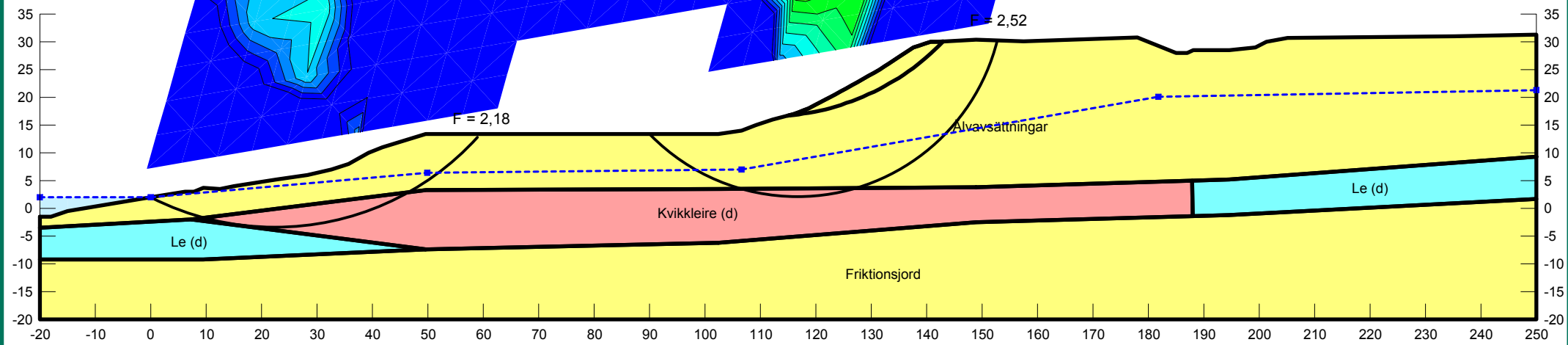


BILAGA

SKALA
1:1000

JÖRDLÄGER OCH MATERIALPARAMETRAR

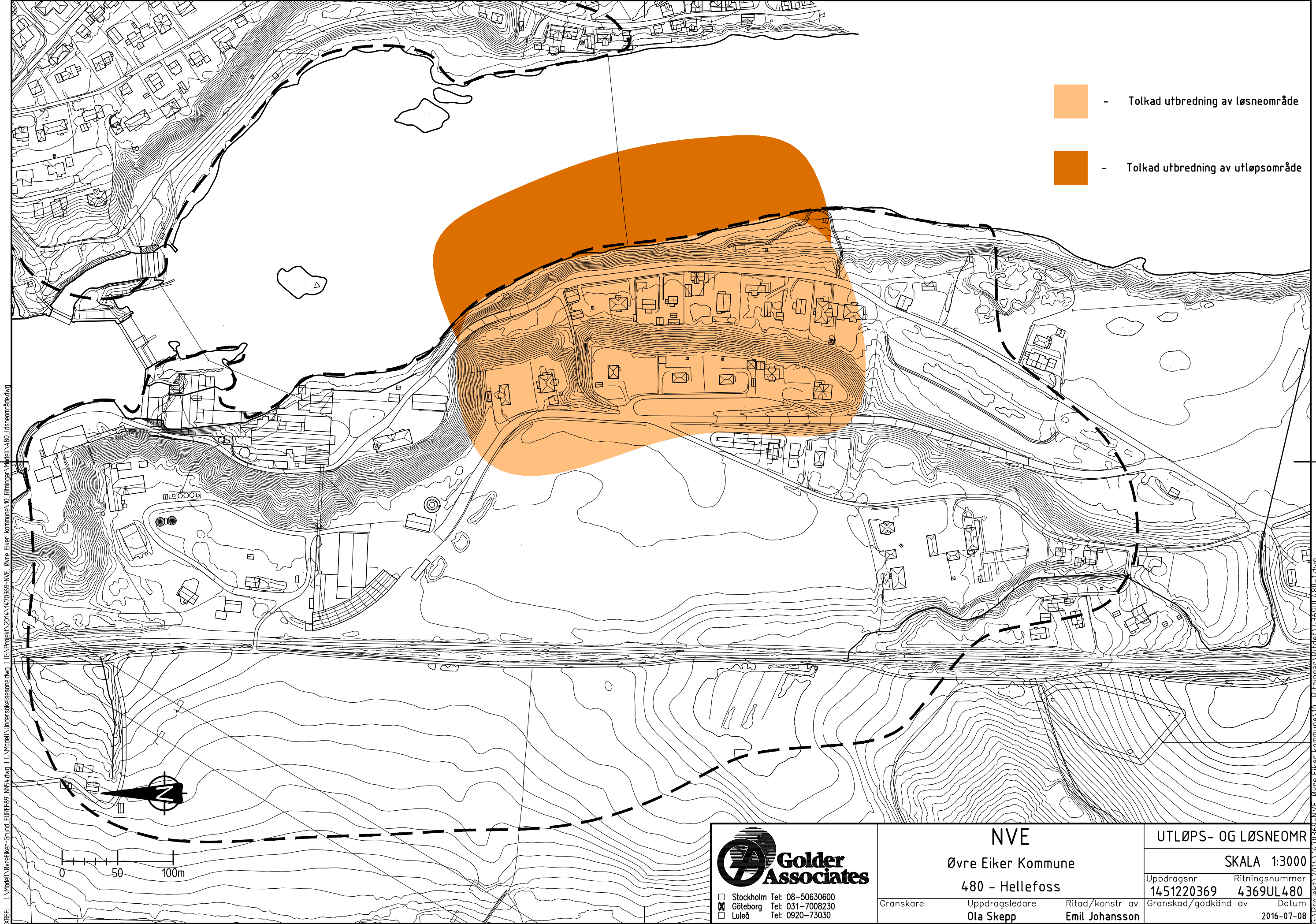
Name: Le (d)
Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 20 kN/m ³
Cohesion: 5 kPa
Phi: 29 °
Name: Friktionsjord
Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 20 kN/m ³
Cohesion: 0 kPa
Phi: 35 °
Constant Unit Wt. Above Water Table: 18 kN/m ³
Name: Älvavsättningar
Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 18 kN/m ³
Cohesion: 0 kPa
Phi: 35 °
Name: Kvikkleire (d)
Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 20 kN/m ³
Cohesion: 5 kPa
Phi: 29 °





VEDLEGG F

Kart med løsne- og utløpsområder



- Tolkad utbredning av løsnemråde
- Tolkad utbredning av utløpsområde

XREF: L:\Modell\Øvre Eiker\Grund_EURF89_INS4.dwg | L:\Modell\Undersøkelssesne.dwg | G:\Prosjekt\2014\1470369-NVE_Øvre Eiker kommune\10_Ritminger\Modell\480_løsnemråde.dwg

G:\Prosjekt\2014\1470369-NVE_Øvre Eiker kommune\10_Ritminger\Ritde\4369UL480-1.dwg



Golder Associates

Stockholm Tel: 08-50630600
 Göteborg Tel: 031-7008230
 Luleå Tel: 0920-73030

NVE

Øvre Eiker Kommune

480 - Hellefoss

Granskare	Oppdragsledare	Ritad/konstr av
Ola Skepp	Emil Johansson	

UTLØPS- OG LØSNEOMR

SKALA 1:3000

Oppdragsnr 1451220369	Ritningsnummer 4369UL480
Granskad/godkänd av	Datum
	2016-07-08



VEDLEGG G

Skjema for faregradsklassifisering



VEDLEGG G

Skjema for faregradsklassifisering

Tabell 1: Tabell for evaluering av faregrad fra NGI (2001)

Faktorer	Vekttall	Faregrad, score			
		3	2	1	0
Tidl. Skredaktivitet	1	Høy	Noe	Lav	Ingen
Skråningshøyde	2	>30	20-30	15-20	<15
OCR	2	1,0-1,2	1,2-1,5	1,5-2,0	>2,0
Poretrykk	3	> +30	10-30	0-10	Hydrostatisk
	-3	< -50	-(20-50)	-(0-20)	
Kvikkleiremektighet	2	>H/2	H/2-H/4	<H/4	Tynt lag
Sensitivitet	1	>100	30-100	20-30	<20
Erosjon	3	Aktiv/glidn.	Noe	Lite	Ingen
Inngrep: Forverring	3	Stor	Noe	Liten	Ingen
Forbedring	-3				
Sum		51	34	17	0
% av maksimal poengsum		100 %	67 %	33 %	0 %

Tabell 2: Faregradsevaluering av definert faresone «480 Hellefoss»

Faktorer	Merknad/vurdering	Faregrad	Score	Vekttall	Produkt
Tidl. Skredaktivitet	Finner ikke skred på kvartærgeologisk kart nærmeste område, men kan oppstå.	Noe	2	1	2
Skråningshøyde	Ca 25-30 meter	20-30	2	2	4
OCR	CPTU-undersøkingar visar OCR på ca 1,5-2,0	1,5-2,0	1	2	2
Poretrykk	Portrycksmåtingar visar hydrostatisk portryck.	Hydrostatisk	0	3/3	0
Kvikkleiremektighet	Generellt till stora djup.	H/2-H/4	2	2	4
Sensitivitet	Varierar inom området, ställvis mycket hög.	>100	3	1	3
Erosjon	Mye stein langs elvebredden. Ingen tegn til erosjon.	Ingen.	0	3	0
Inngrep	Ingenting observert, men det er bebyggelse i området som kan ha medført mindre endringer.	Ingen	0	3/3	0
Poengverdi	Lav faregrad (0-17)				15 (29%)



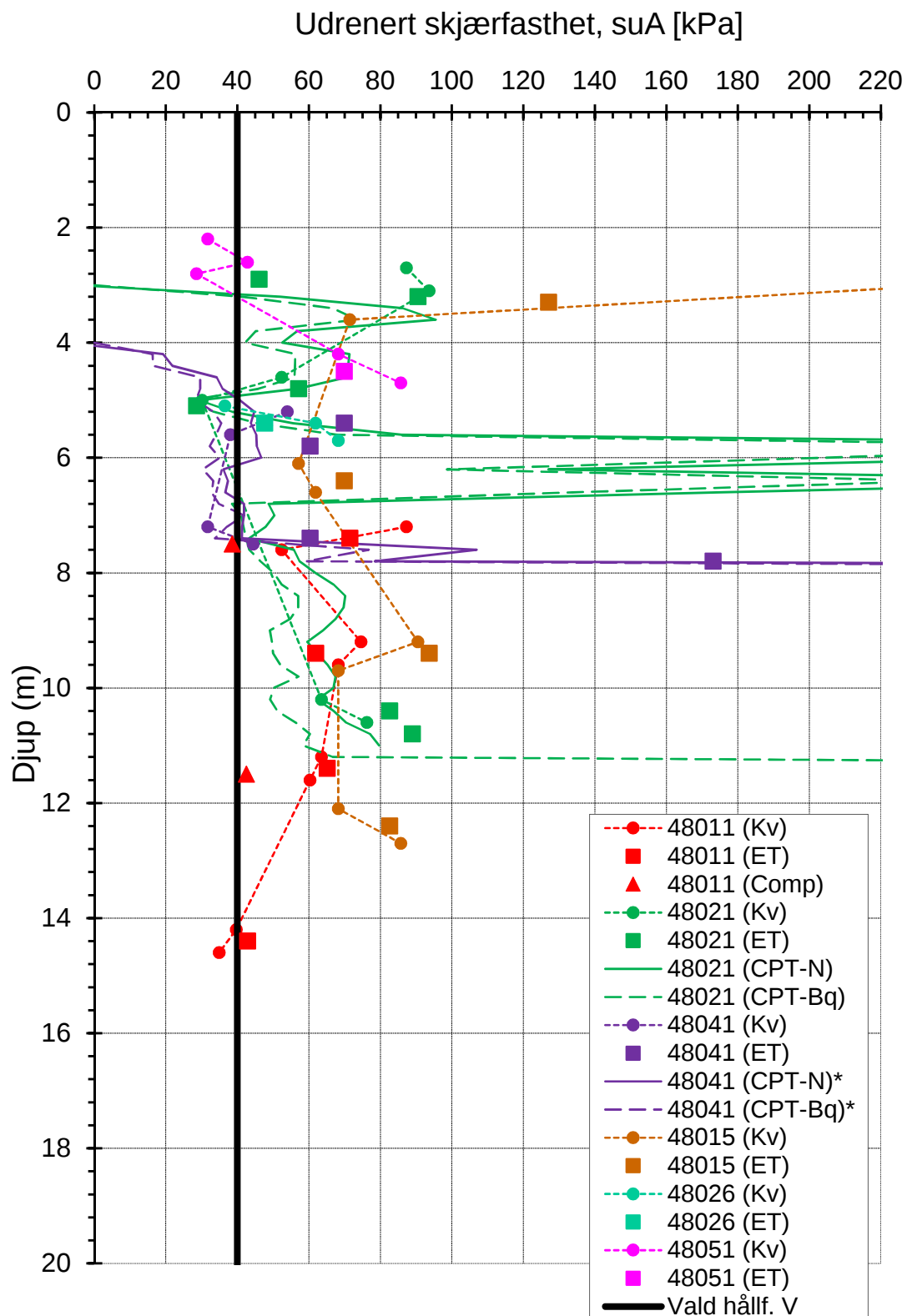
VEDLEGG H

Udrenert skjærfasthet, sammenstilling

NVE, Övre Eiker kommune

480-Hellefoss

Sammanställning och utvärdering av
odränerad skjærfasthet -Västra delen



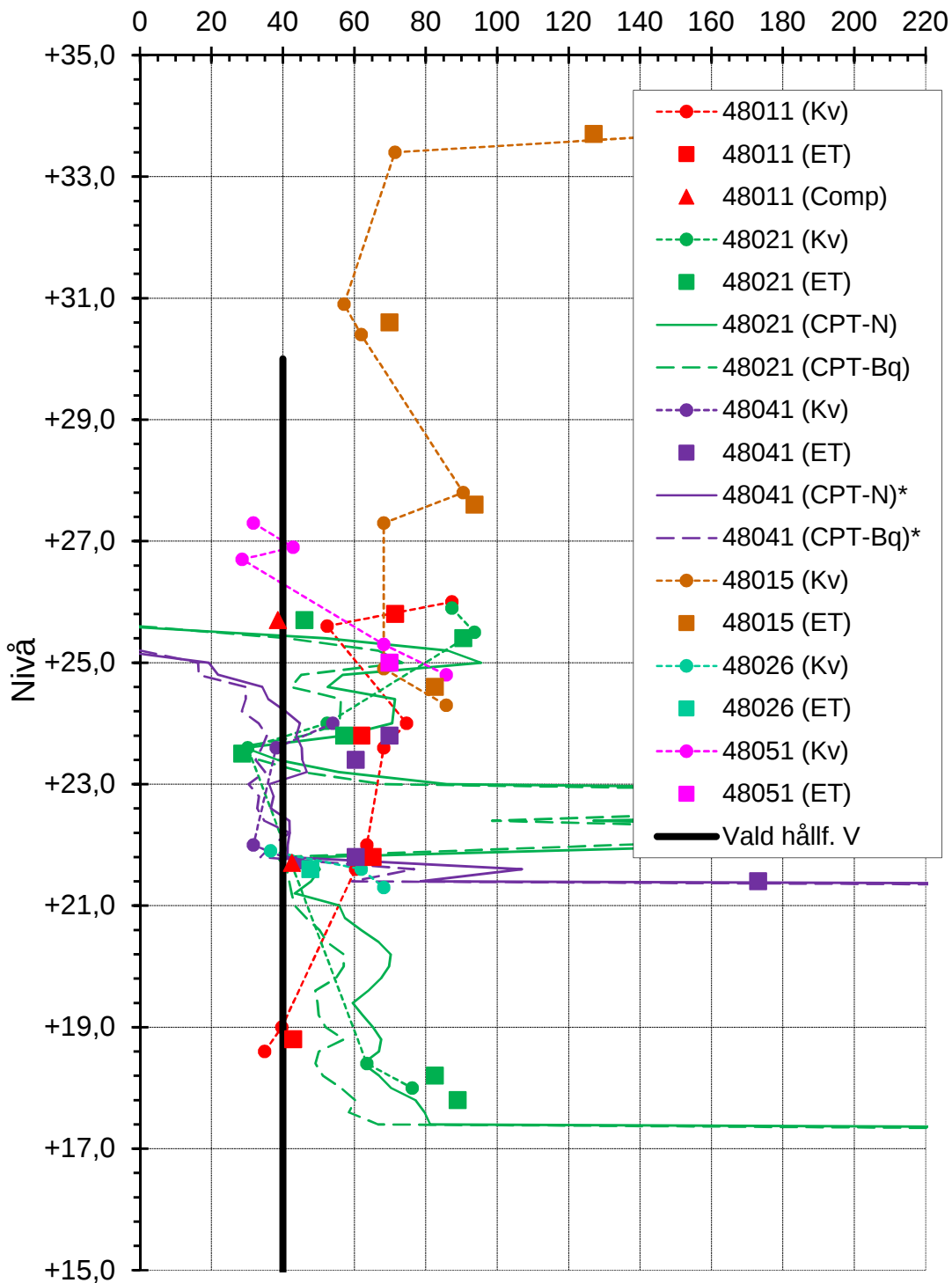
NVE, Övre Eiker kommune

480-Hellefoss

Sammanställning och utvärdering av
odrainerad skjvuhållfasthet -Västra delen



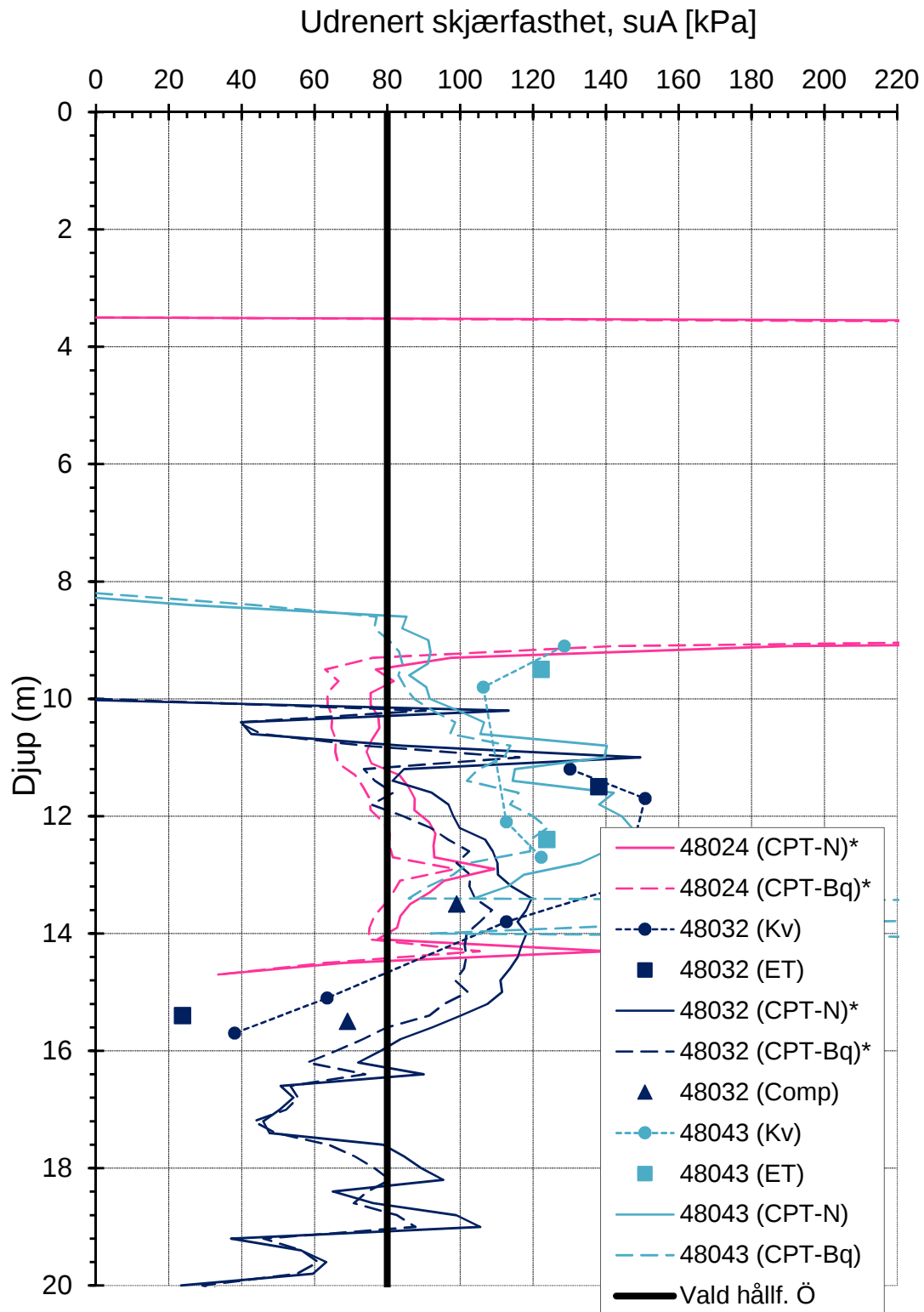
Udrenert skjærfasthet, s_{uA} [kPa]



NVE, Övre Eiker kommune

480-Hellefoss

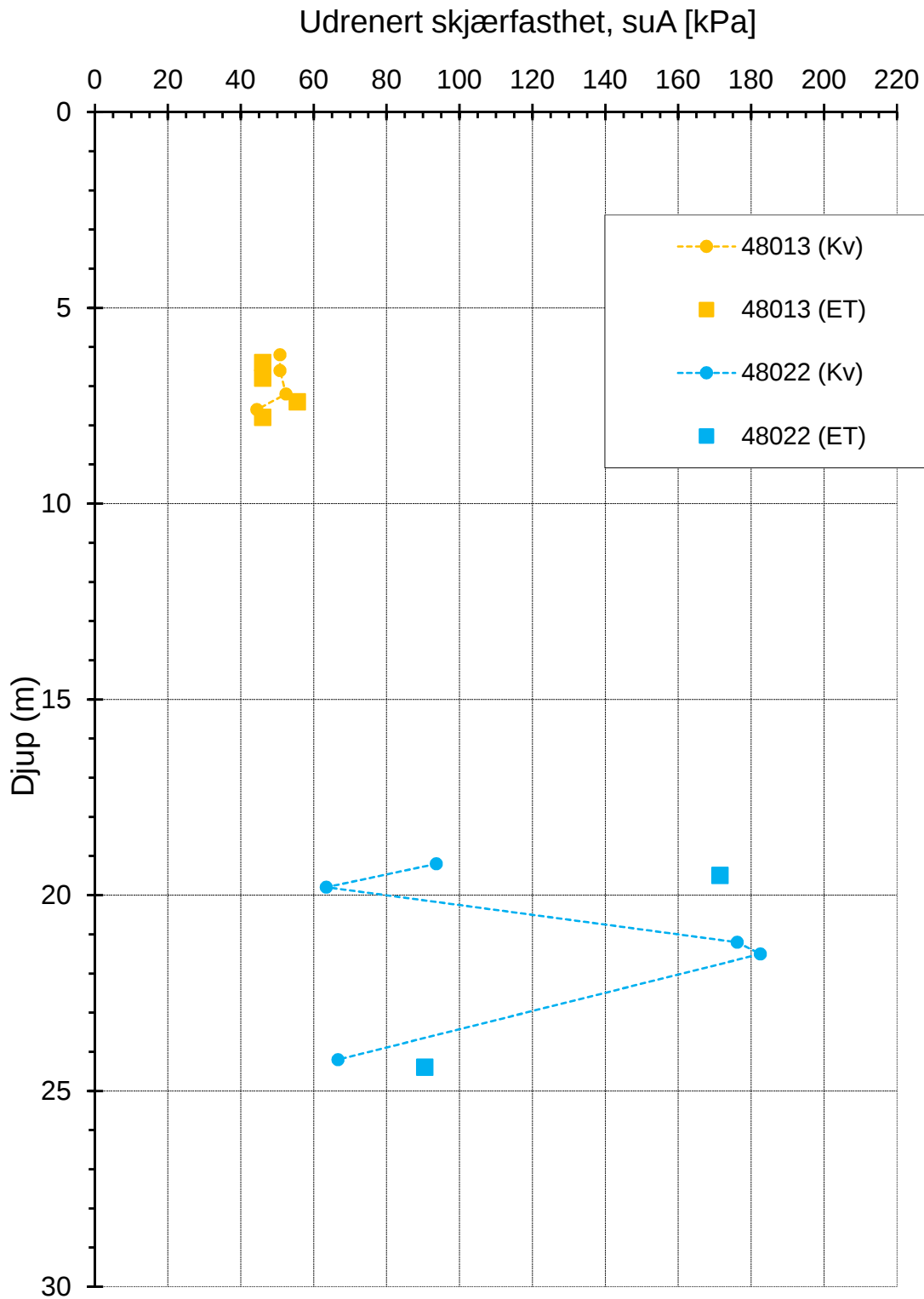
Sammanställning och utvärdering av
odränerad skjuvhållfasthet -Östra delen



NVE, Övre Eiker kommune

480-Hellefoss

Sammanställning och utvärdering av
odränerad skjävfasthet -Mellersta delen



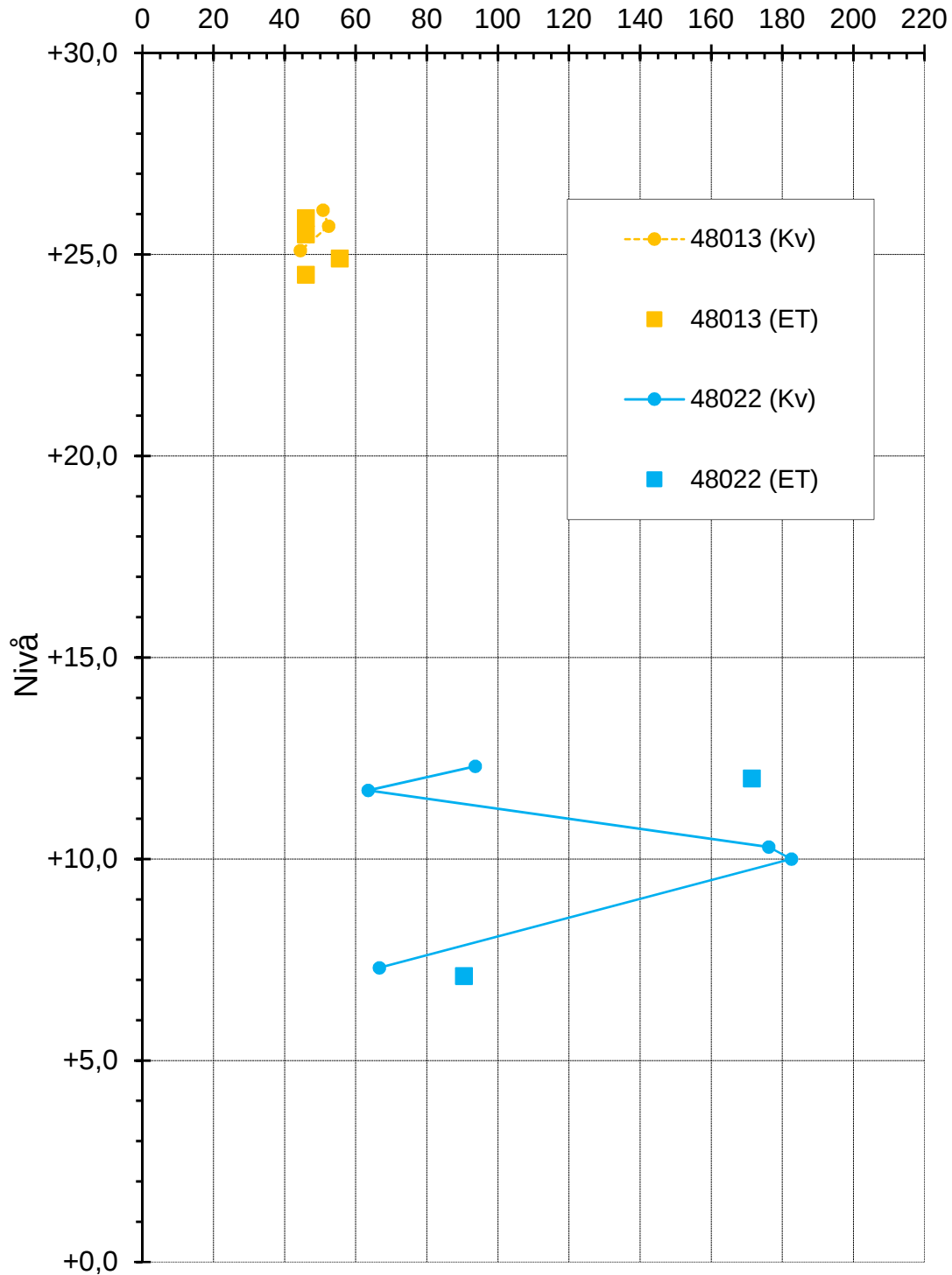
NVE, Övre Eiker kommune

480-Hellefoss

Sammanställning och utvärdering av
odränerad skjuvhållfasthet -Mellersta delen



Udrenert skjærfasthet, s_{uA} [kPa]





VEDLEGG I

Tolking av CPTU

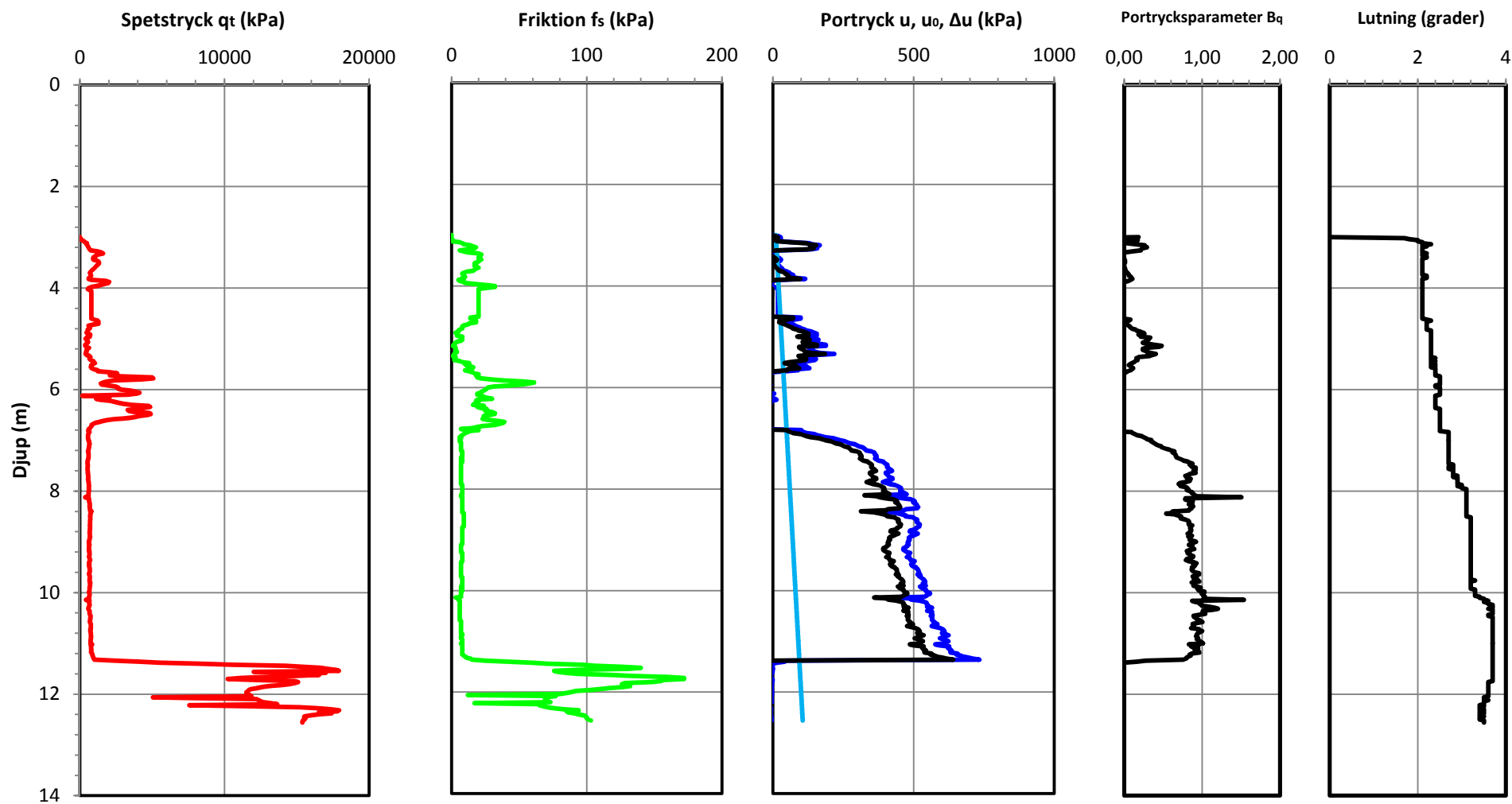


CPT-sondering

Uppdrag: NVE, Øvre Eiker kommune
Uppdragsnr: 14512220369
Delområde: 480 - Hellefoss
Beställare: NVE

Datum: 1/15/2015
Borrhål: 48021
Nivå markyta: +28,6
Grundvattenyta: 2 m.u.m.y

Förborrningsdjup: 3 m
Startdjup: 3 m
Stoppdjup: 12,56 m



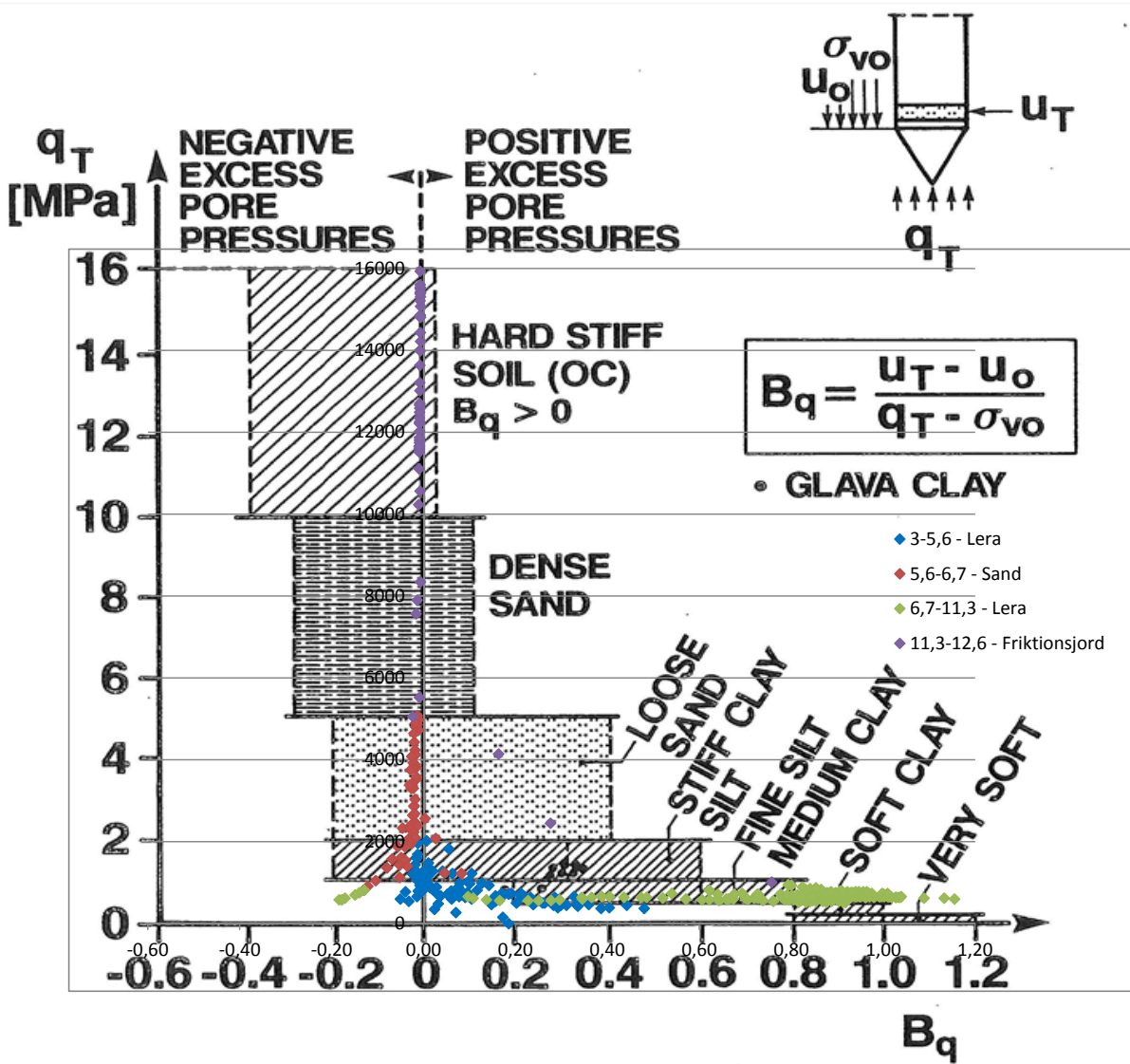
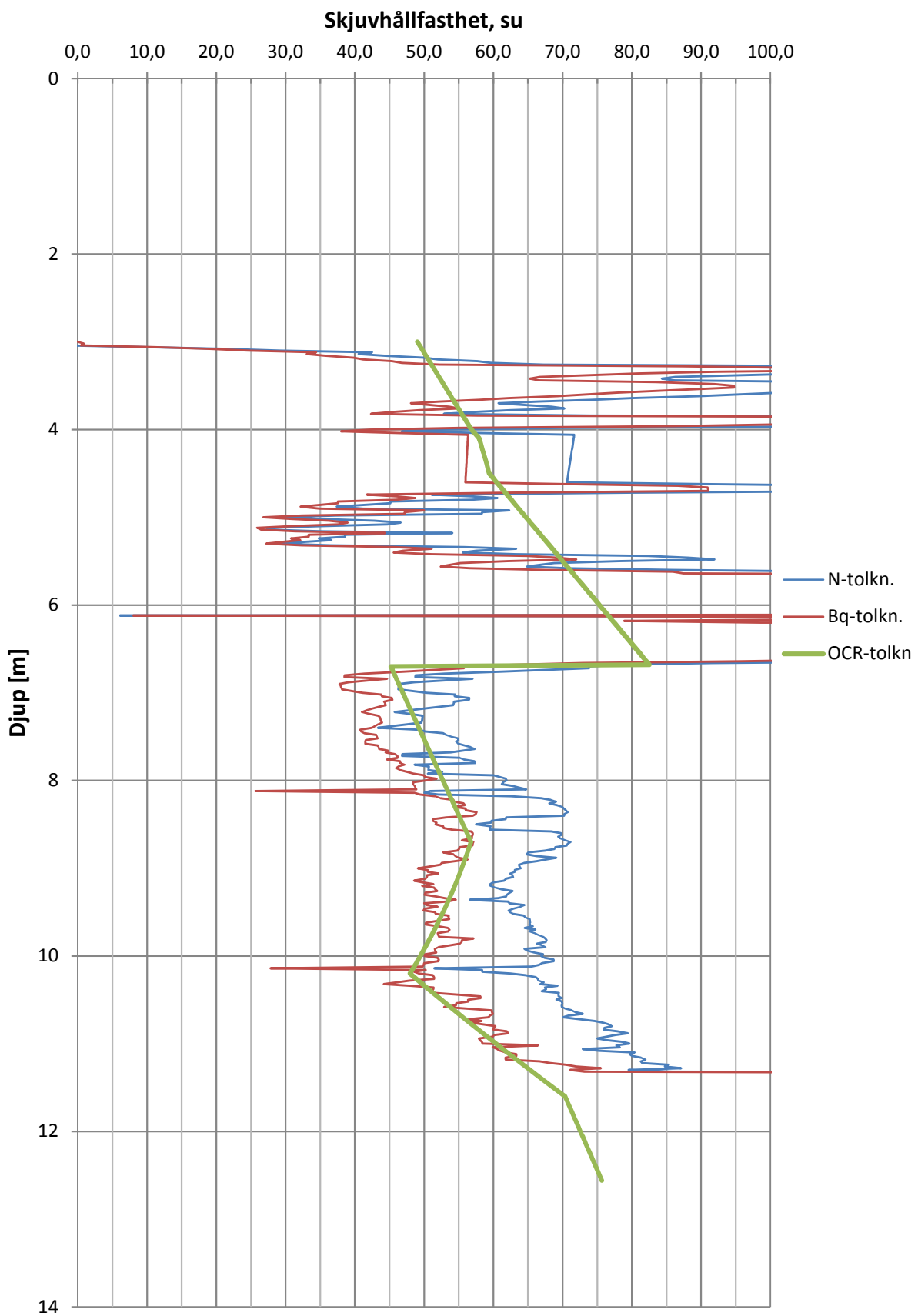


Figure 2.18. Classification chart based on q_T and B_q , modified version.
(after Senneset, Sandven and Janbu (1989)).

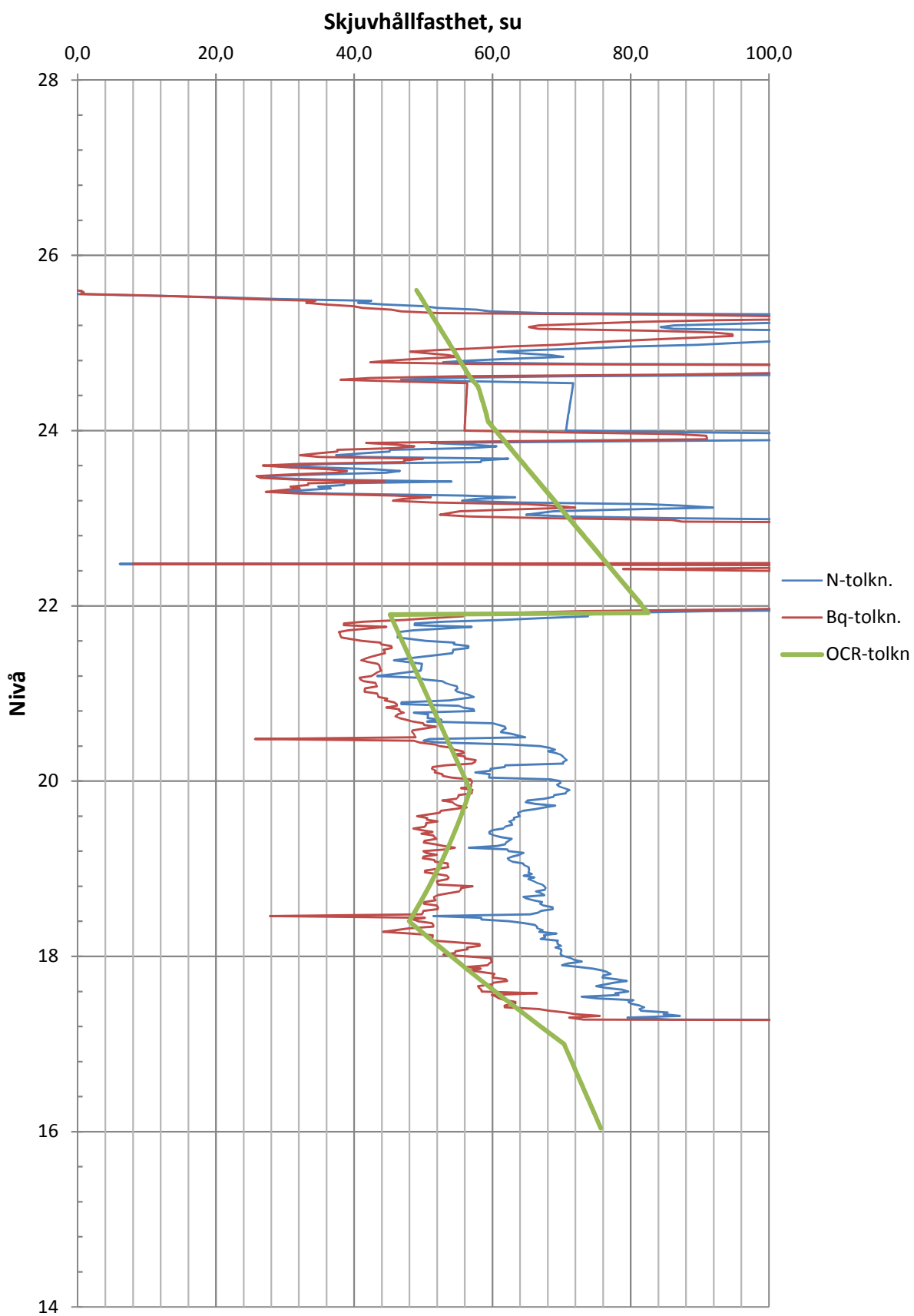
NVE, Övre Eiker kommune

CPT-utvärdering - Borrhål 48021



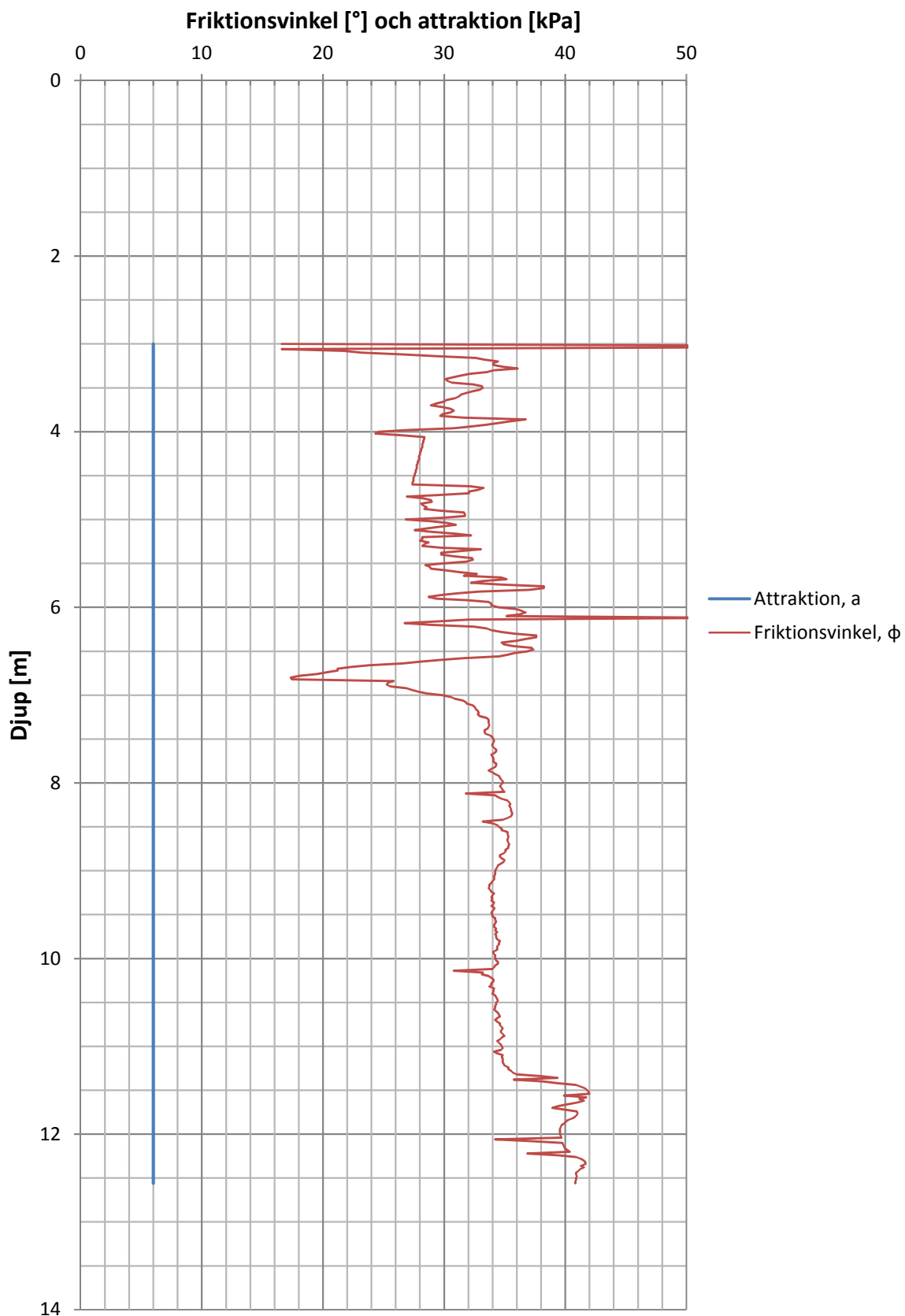
NVE, Övre Eiker kommune

CPT-utvärdering - Borrhål 48021



NVE, Övre Eiker kommune

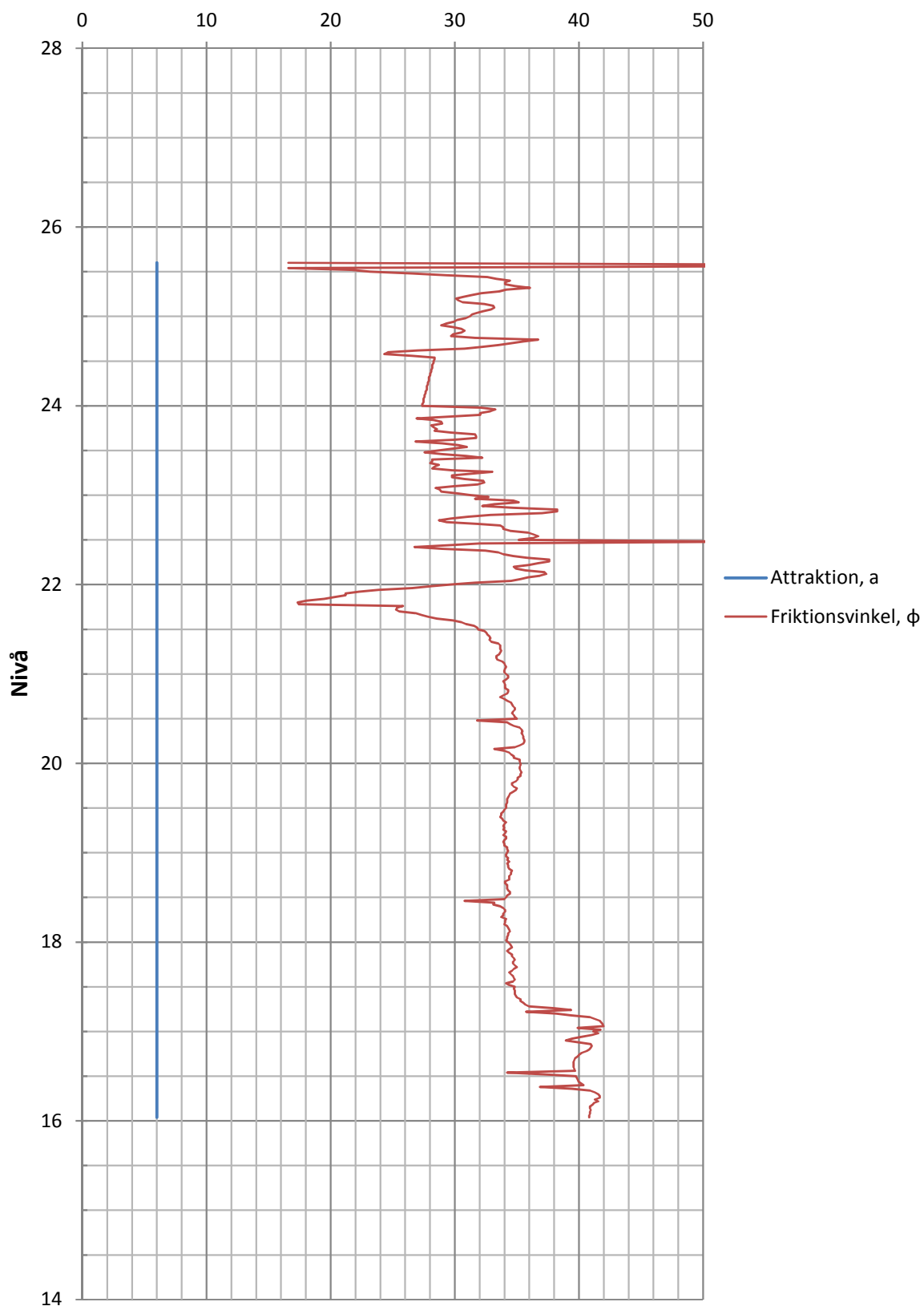
CPT-utvärdering - Borrhål 48021



NVE, Övre Eiker kommune

CPT-utvärdering - Borrhål 48021

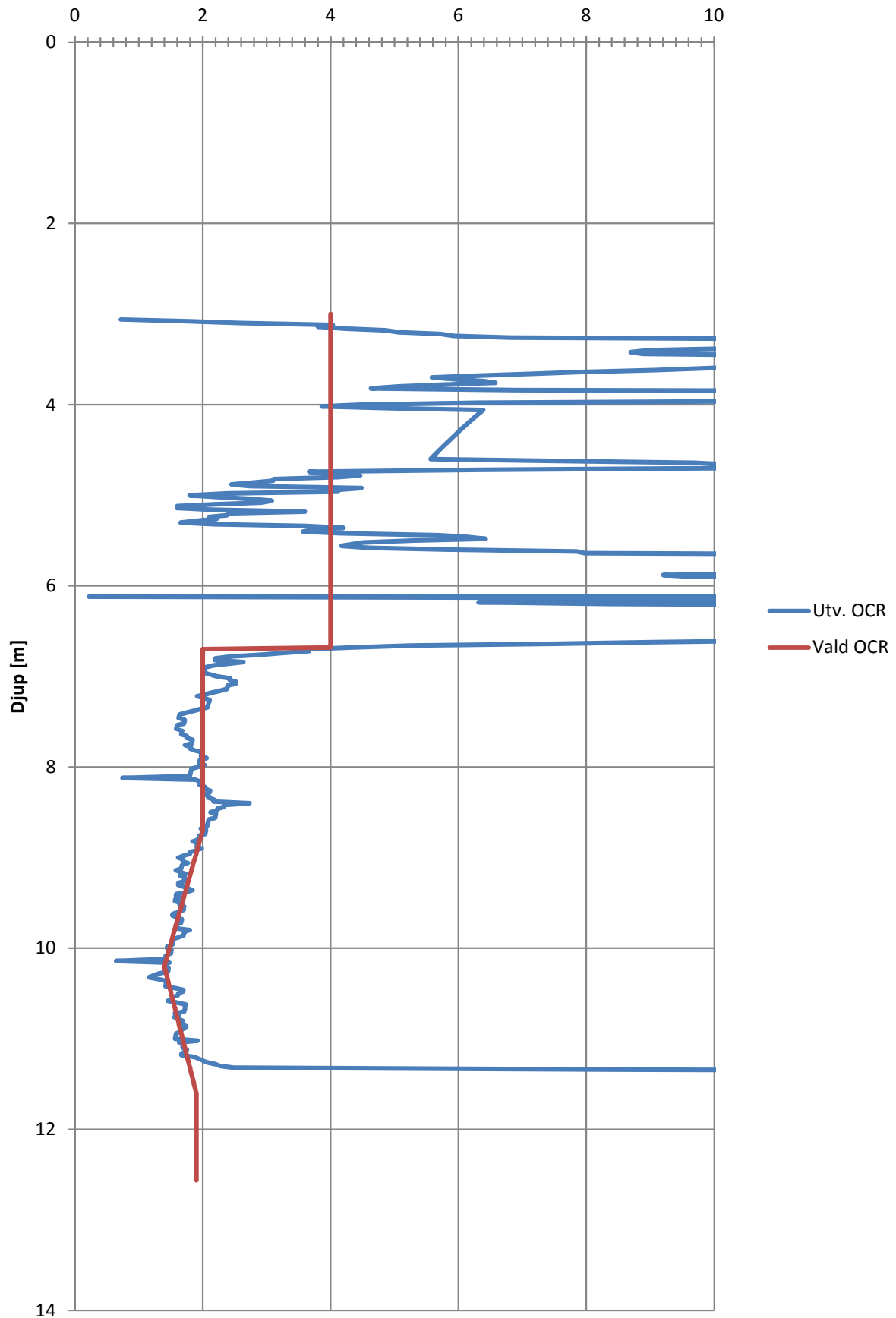
Friktionsvinkel [°] och attraktion [kPa]



Utvärdering av OCR

CPT-utvärdering - Borrhål 48021

Överkonsolideringsgrad, OCR [-]



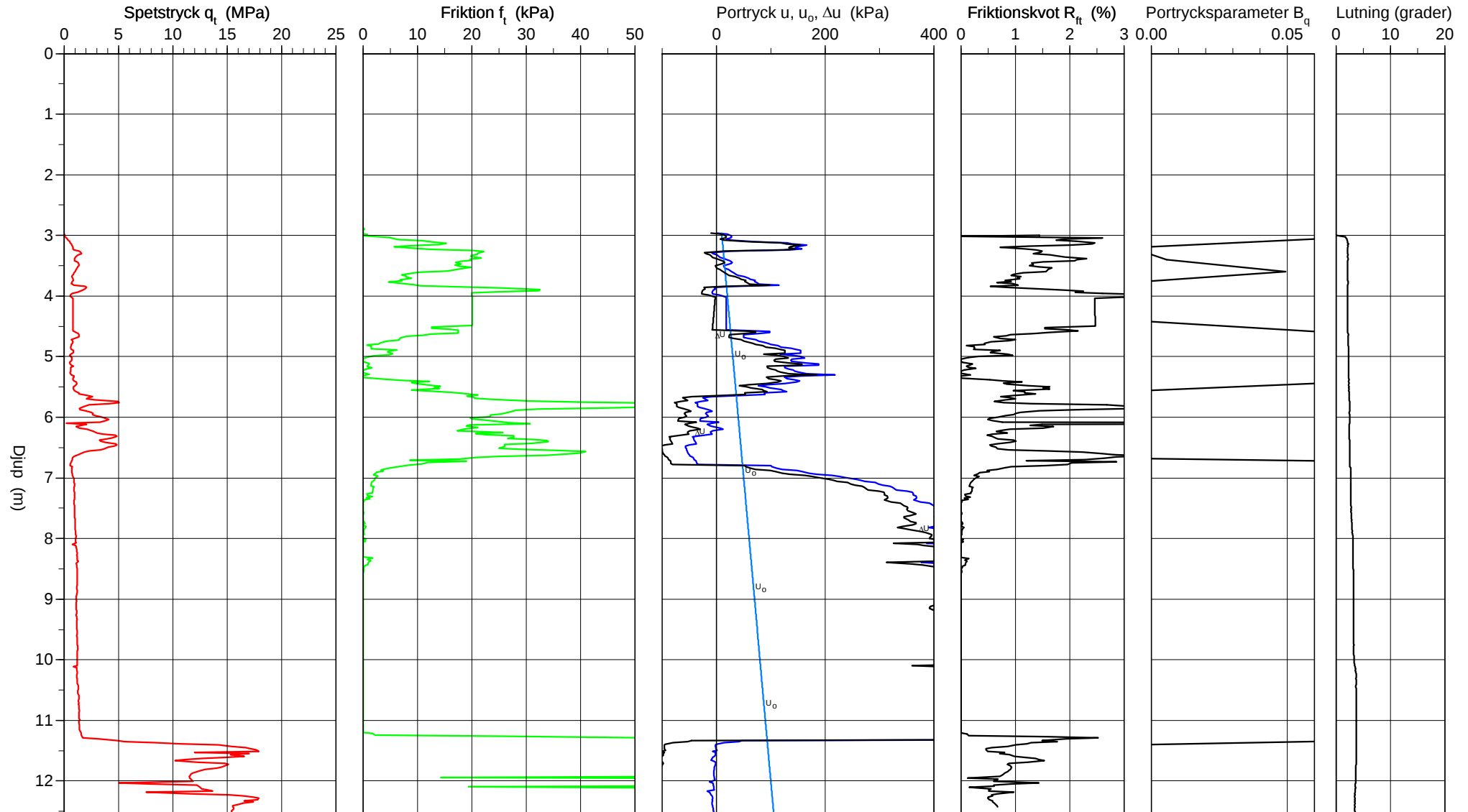
CPT-sondering utförd enligt EN ISO 22476-1

Förborrningsdjup 3.00 m
 Start djup 3.00 m
 Stopp djup 12.56 m
 Grundvattennivå 2.00 m

Referens
 Nivå vid referens
 Förborrat material
 Geometri Normal

Vätska i filter
 Borrpunktens koord.
 Utrustning
 Sond nr 3899

Projekt NVE - Övre Eiker Kommune
 Projekt nr 1451220369
 Plats 1239
 Borrhål 48021
 Datum 1/15/2015

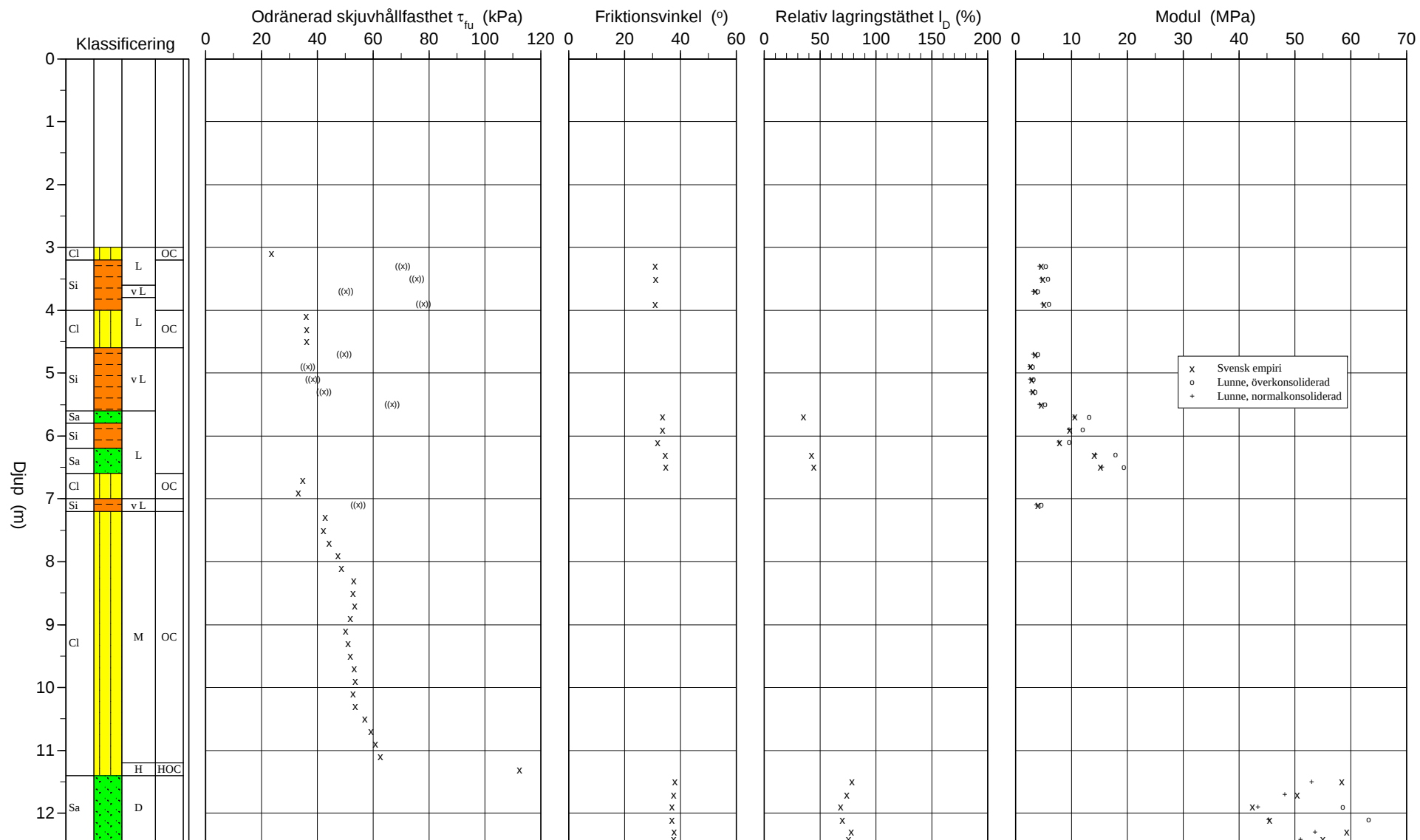


Referens
 Nivå vid referens
 Grundvattenyta 2.00 m
 Startdjup 3.00 m

Förbormningsdjup 3.00 m
 Förborrat material
 Utrustning
 Geometri Normal

Utvärderare
 Datum för utvärdering

Projekt NVE - Övre Eiker Kommune
 Projekt nr 1451220369
 Plats 1239
 Borrhål 48021
 Datum 1/15/2015

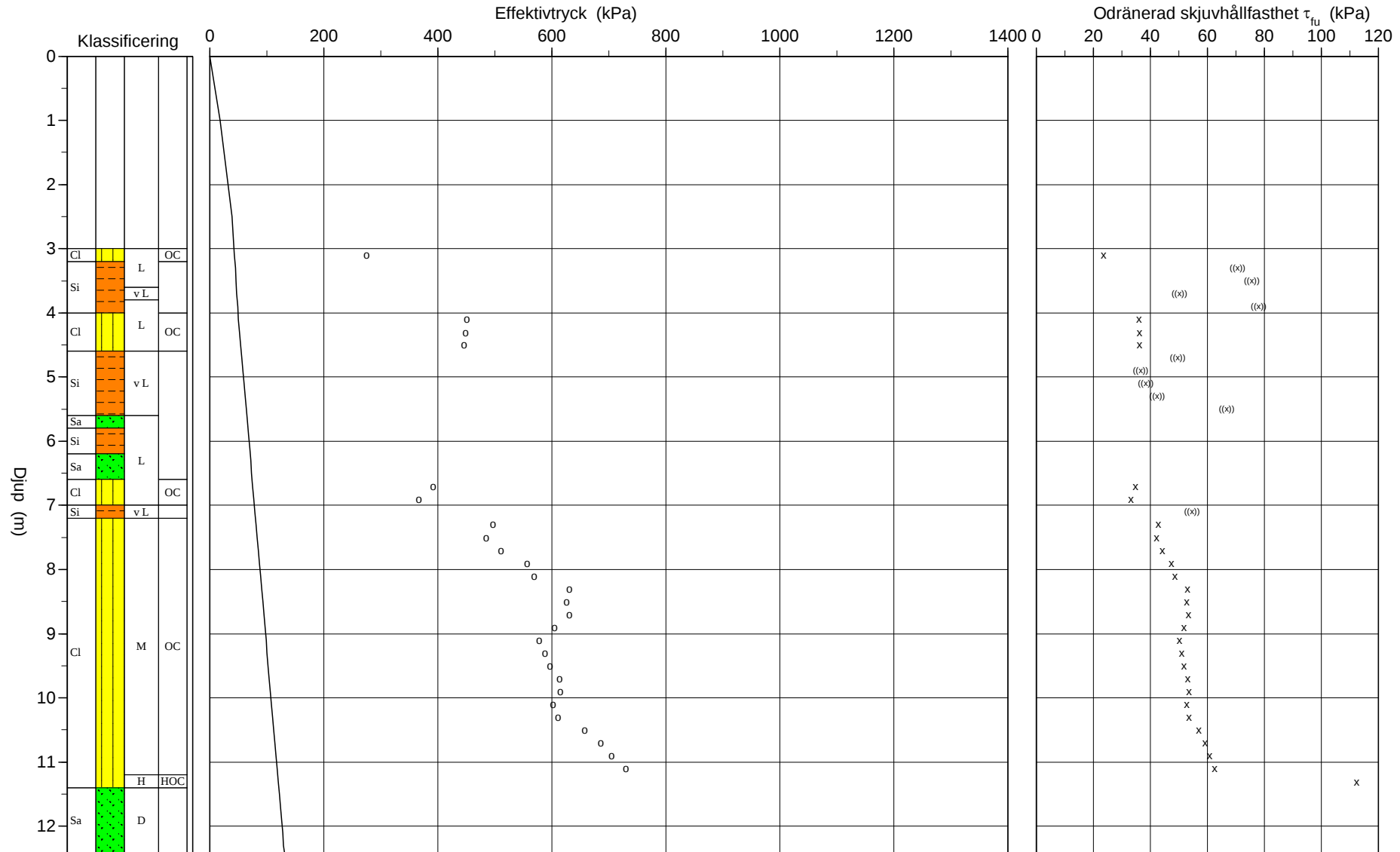


Referens
 Nivå vid referens
 Grundvattenyta 2.00 m
 Startdjup 3.00 m

Förbormningsdjup 3.00 m
 Förborrat material
 Utrustning
 Geometri Normal

Utvärderare
 Datum för utvärdering

Projekt NVE - Övre Eiker Kommune
 Projekt nr 1451220369
 Plats 1239
 Borrhål 48021
 Datum 1/15/2015

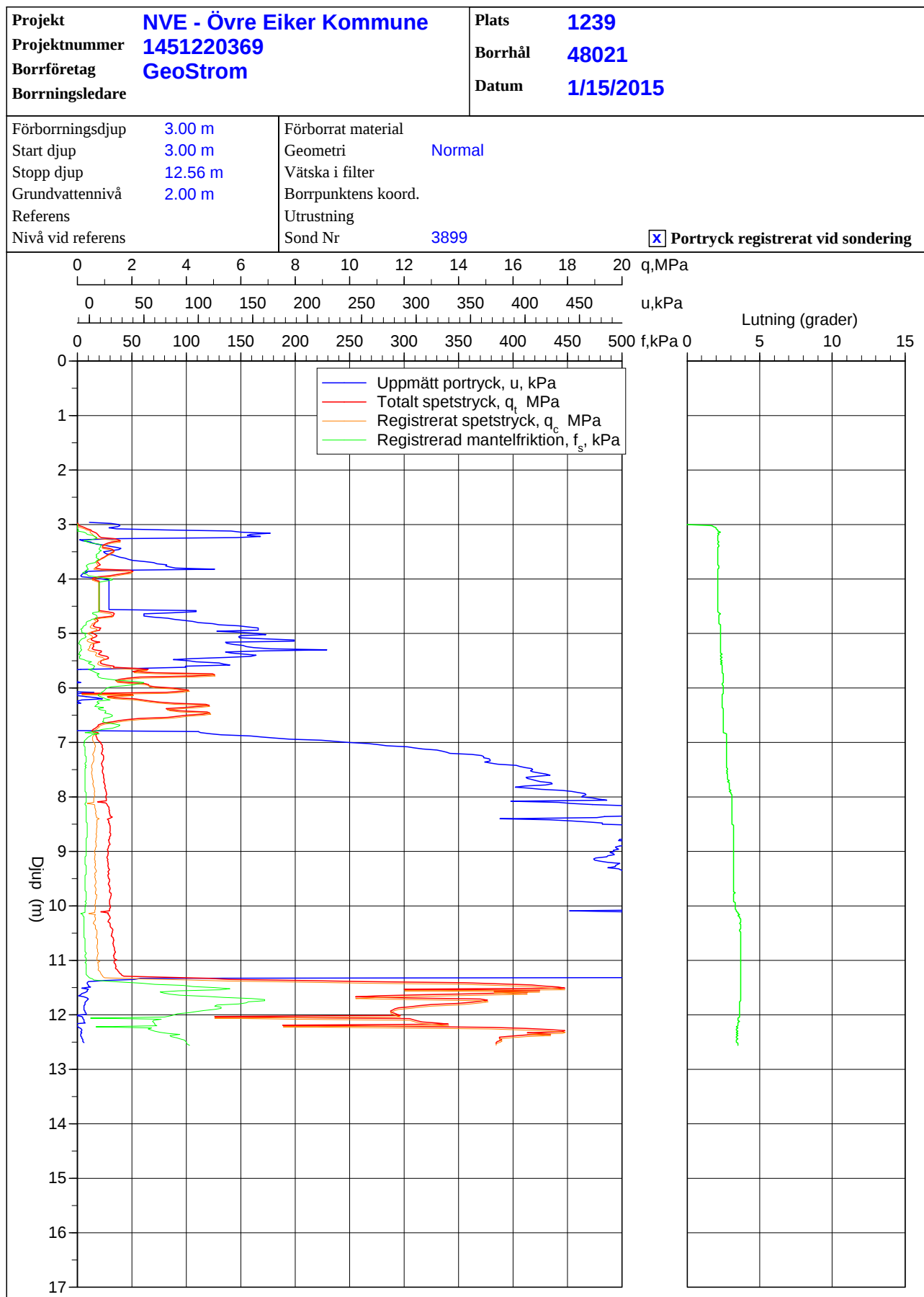


C P T - sondering

Sida 1 av 1

Projekt				Plats										
NVE - Øvre Eiker Kommune 1451220369				1239										
				Borrhål										
				48021										
				Datum										
				1/15/2015										
Djup (m)		Klassifisering	ρ t/m ³	I_p	τ_{fu} kPa	ϕ °	σ_{vo} kPa	σ'_{vo} kPa	σ'_c kPa	OCR	I_D %	E MPa	M_{OC} MPa	M_{NC} MPa
Från	Till													
0.00	2.00		1.80	0.10			17.7	17.7						
2.00	3.00		1.80	0.10			44.1	39.1						
3.00	3.20	Cl L	1.70	0.10	23.6		54.5	43.5	275.5	6.33				
3.20	3.40	Si L	1.70	0.10	((70.6))	(30.9)	58.0	45.0				4.6	5.4	4.3
3.40	3.60	Si L	1.70	0.10	((75.6))	(31.2)	61.3	46.3				4.9	5.8	4.6
3.60	3.80	Si v L	1.70	0.10	((50.2))		64.5	47.5				3.5	4.0	3.2
3.80	4.00	Si L	1.70	0.10	((77.9))	(31.0)	68.0	49.0				5.1	6.0	4.8
4.00	4.20	Cl L	2.00	0.10	36.0		71.5	50.5	451.2	8.94				
4.20	4.40	Cl L	2.00	0.10	36.1		75.4	52.4	448.9	8.57				
4.40	4.60	Cl L	2.00	0.10	36.2		79.3	54.3	446.5	8.22				
4.60	4.80	Si v L	2.00	0.10	((49.6))		83.0	56.0				3.5	4.0	3.2
4.80	5.00	Si v L	2.00	0.10	((36.6))		86.9	57.9				2.7	3.1	2.5
5.00	5.20	Si v L	2.00	0.10	((38.4))		90.8	59.8				2.9	3.2	2.6
5.20	5.40	Si v L	2.00	0.10	((42.4))		94.8	61.8				3.1	3.5	2.8
5.40	5.60	Si v L	2.00	0.10	((66.8))		98.7	63.7				4.6	5.3	4.3
5.60	5.80	Sa L	2.00	0.10		33.7	102.8	65.8			34.8	10.6	13.2	10.5
5.80	6.00	Si L	2.00	0.10	((158.0))	(33.7)	106.6	67.6				9.7	12.0	9.6
6.00	6.20	Si L	2.00	0.10	((124.5))	(31.9)	110.6	69.6				7.9	9.6	7.7
6.20	6.40	Sa L	2.00	0.10		34.6	114.6	71.6			42.4	14.1	17.9	14.3
6.40	6.60	Sa L	2.00	0.10		34.8	118.5	73.5			44.3	15.2	19.4	15.5
6.60	6.80	Cl L	2.00	0.10	34.8		122.2	75.2	391.9	5.21				
6.80	7.00	Cl L	2.00	0.10	33.2		126.2	77.2	366.7	4.75				
7.00	7.20	Si v L	2.00	0.10	((54.6))		130.1	79.1				4.0	4.6	3.7
7.20	7.40	Cl M	2.00	0.10	42.8		134.2	81.2	497.5	6.12				
7.40	7.60	Cl M	2.00	0.10	42.1		138.2	83.2	484.9	5.83				
7.60	7.80	Cl M	2.00	0.10	44.1		142.1	85.1	510.7	6.00				
7.80	8.00	Cl M	2.00	0.10	47.5		146.0	87.0	556.7	6.40				
8.00	8.20	Cl M	2.00	0.10	48.6		149.9	88.9	569.3	6.40				
8.20	8.40	Cl M	2.00	0.10	52.9		153.9	90.9	630.9	6.94				
8.40	8.60	Cl M	2.00	0.10	52.8		157.8	92.8	625.7	6.74				
8.60	8.80	Cl M	2.00	0.10	53.4		161.7	94.7	631.2	6.66				
8.80	9.00	Cl M	2.00	0.10	51.8		165.6	96.6	604.7	6.26				
9.00	9.20	Cl M	2.00	0.10	50.2		169.6	98.6	578.5	5.87				
9.20	9.40	Cl M	2.00	0.10	51.1		173.5	100.5	588.4	5.86				
9.40	9.60	Cl M	2.00	0.10	51.9		177.4	102.4	597.2	5.83				
9.60	9.80	Cl M	2.00	0.10	53.3		181.3	104.3	614.2	5.89				
9.80	10.00	Cl M	2.00	0.10	53.6		185.3	106.3	615.5	5.79				
10.00	10.20	Cl M	2.00	0.10	52.8		189.2	108.2	601.8	5.56				
10.20	10.40	Cl M	2.00	0.10	53.6		193.1	110.1	611.4	5.55				
10.40	10.60	Cl M	2.00	0.10	57.1		197.0	112.0	657.8	5.87				
10.60	10.80	Cl M	2.00	0.10	59.2		201.0	114.0	686.2	6.02				
10.80	11.00	Cl M	2.00	0.10	60.7		204.9	115.9	704.9	6.08				
11.00	11.20	Cl M	2.00	0.10	62.7		208.9	117.9	729.9	6.19				
11.20	11.40	Cl H	2.00	0.10	112.4		212.8	119.8	1509.7	12.60				
11.40	11.60	Sa D	2.00	0.10		38.0	216.8	121.8			78.6	58.4	82.6	53.1
11.60	11.80	Sa D	2.00			37.5	220.7	123.7			73.8	50.4	70.6	48.2
11.80	12.00	Sa D	2.00			36.9	224.6	125.6			68.3	42.4	58.6	43.4
12.00	12.20	Sa D	2.00			37.1	228.6	127.6			70.2	45.5	63.2	45.3
12.20	12.40	Sa D	2.00			37.9	232.5	129.5			78.1	59.3	84.0	53.6
12.40	12.44	Sa D	2.00			37.6	234.8	130.6			75.7	55.0	77.5	51.0

CPT-sondering utförd enligt EN ISO 22476-1



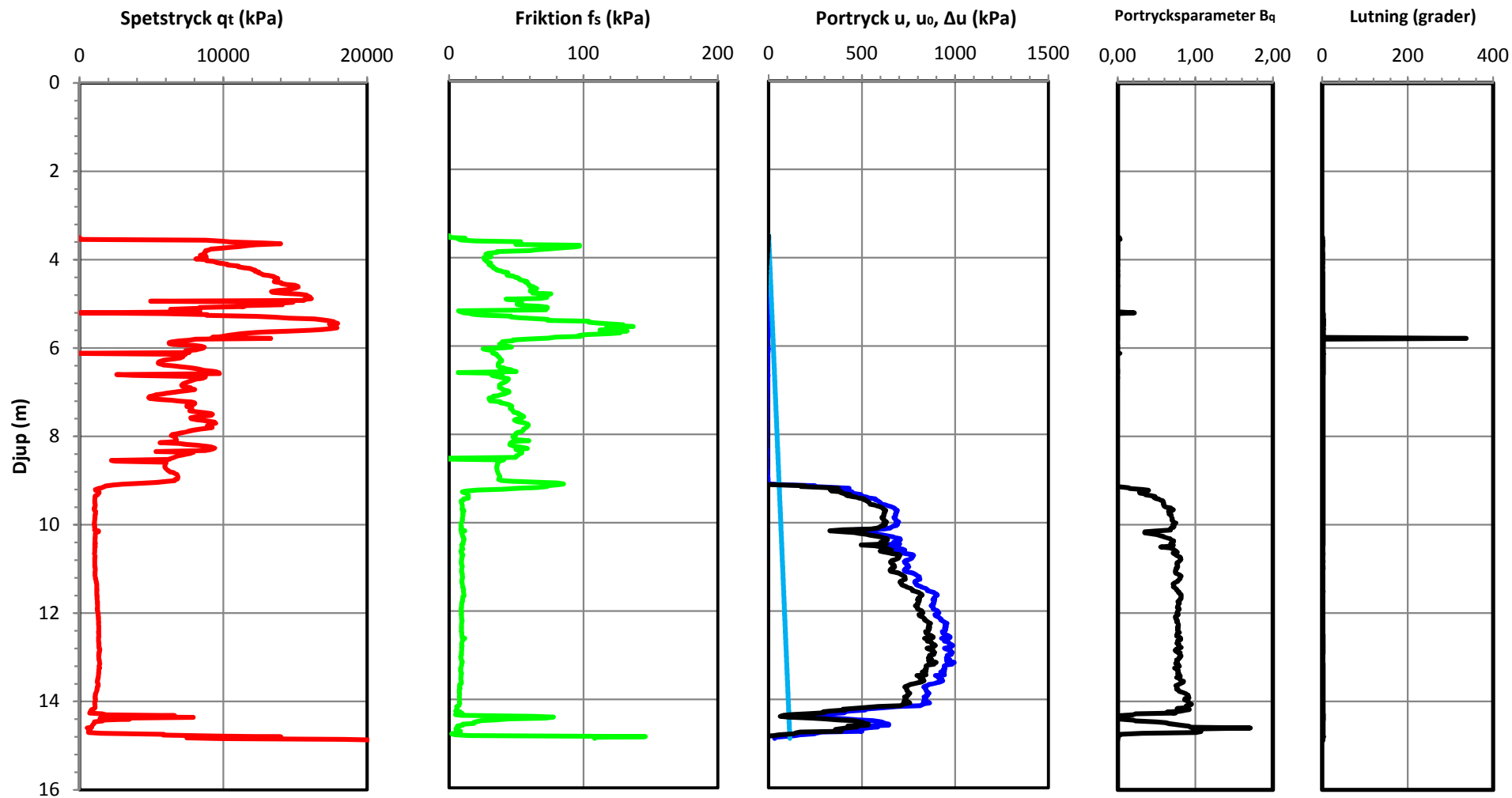


CPT-sondering

Uppdrag: NVE, Övre Eiker kommune
Uppdragsnr: 14512220369
Delområde: 480 - Hellefoss
Beställare: NVE

Datum: 2/13/2015
Borrhål: 48024
Nivå markyta: +13,8
Grundvattenyta: 3,5 m.u.m.y

Förborrningsdjup: 3,5 m
Startdjup: 3,5 m
Stoppdjup: 14,88 m



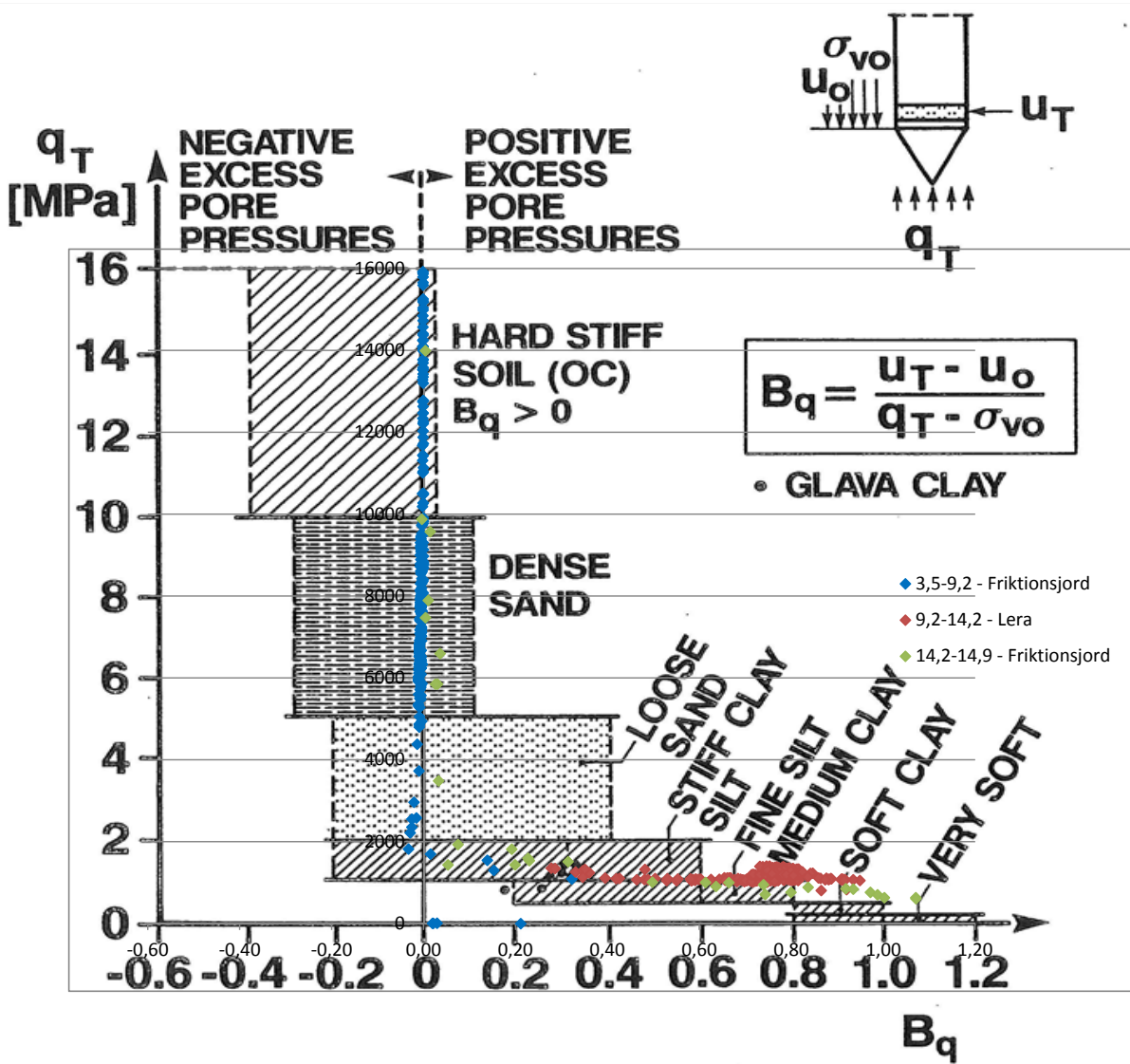
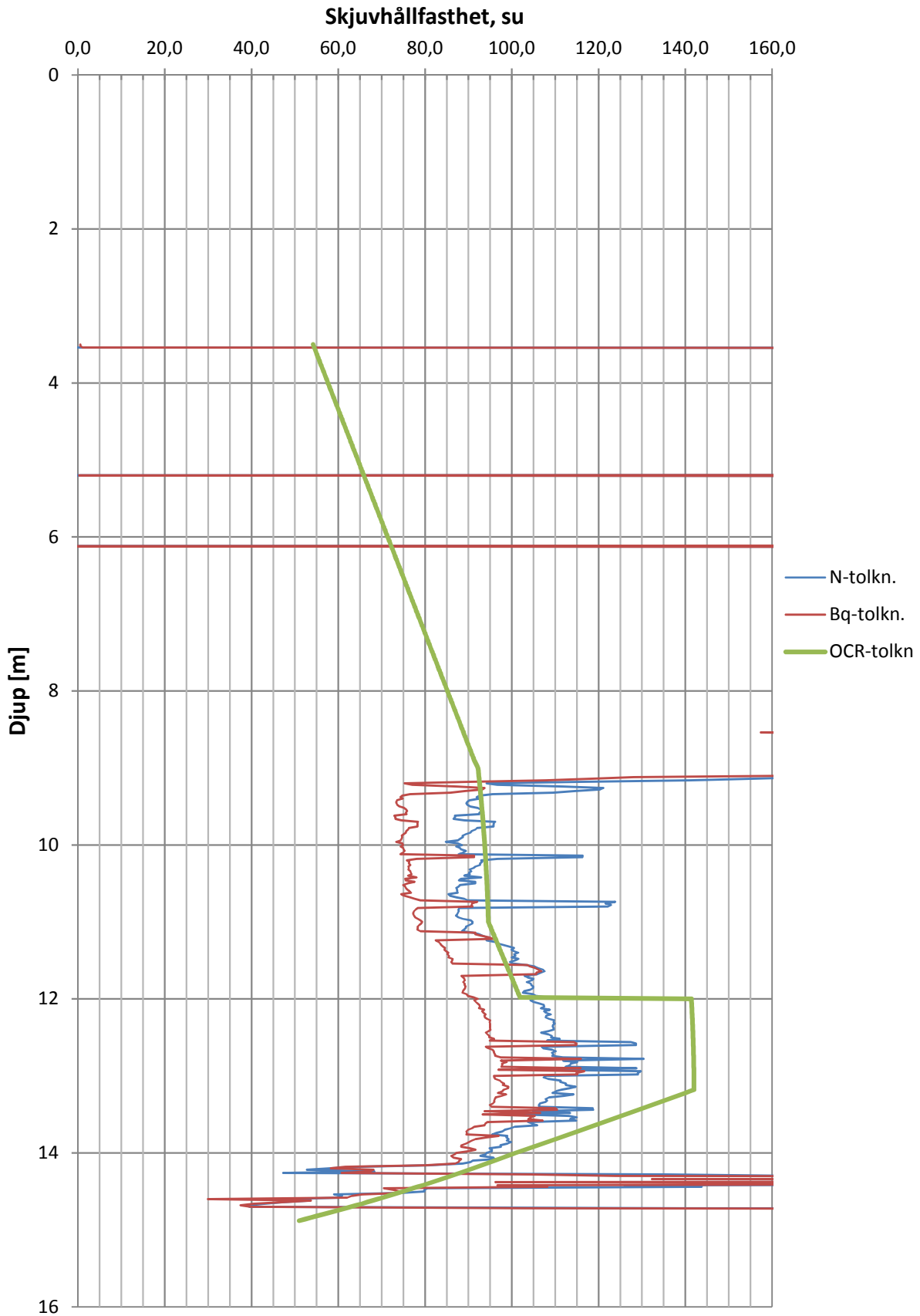


Figure 2.18. Classification chart based on q_T and B_q , modified version.
(after Senneset, Sandven and Janbu (1989)).

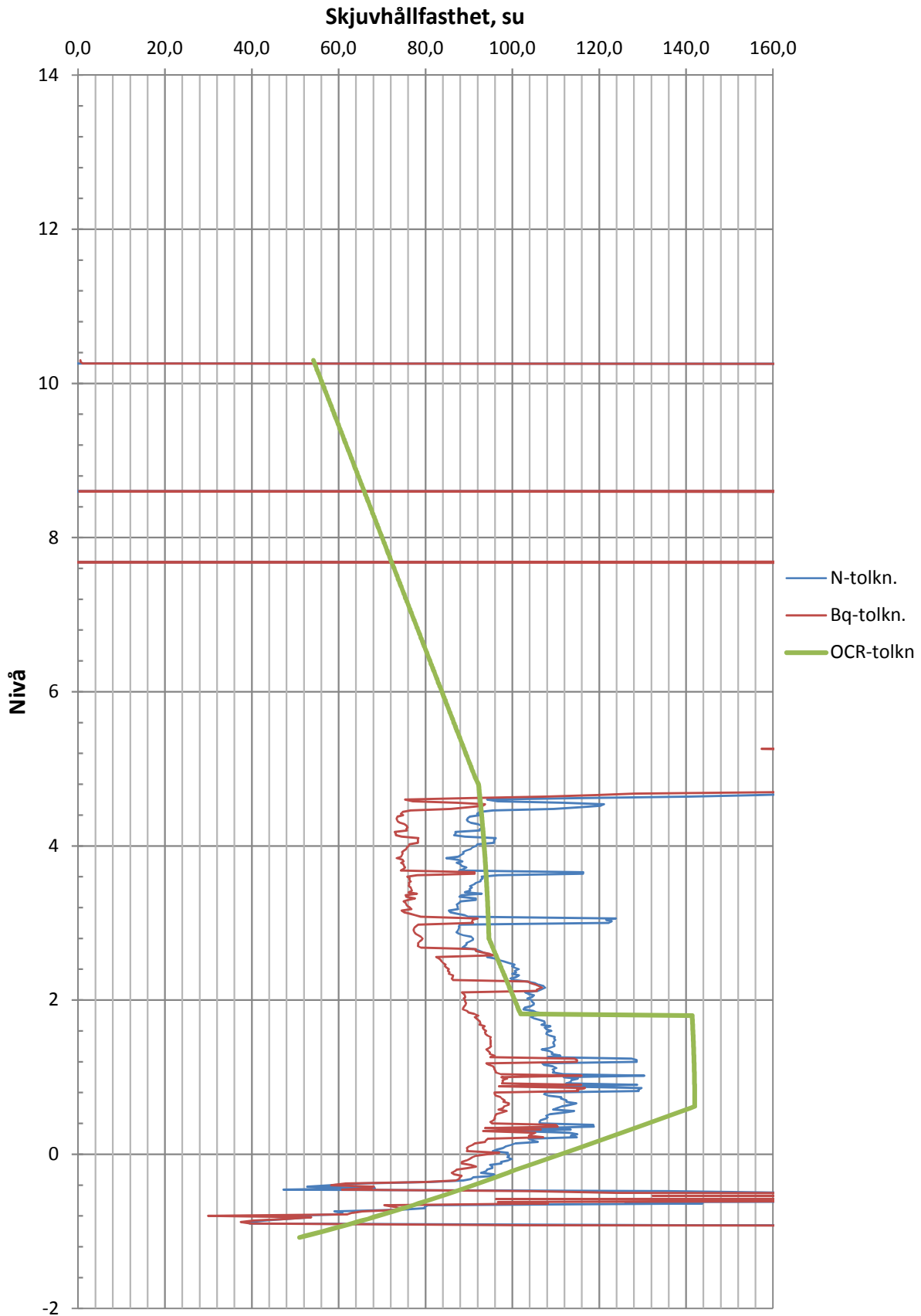
NVE, Övre Eiker kommune

CPT-utvärdering - Borrhål 48024



NVE, Övre Eiker kommune

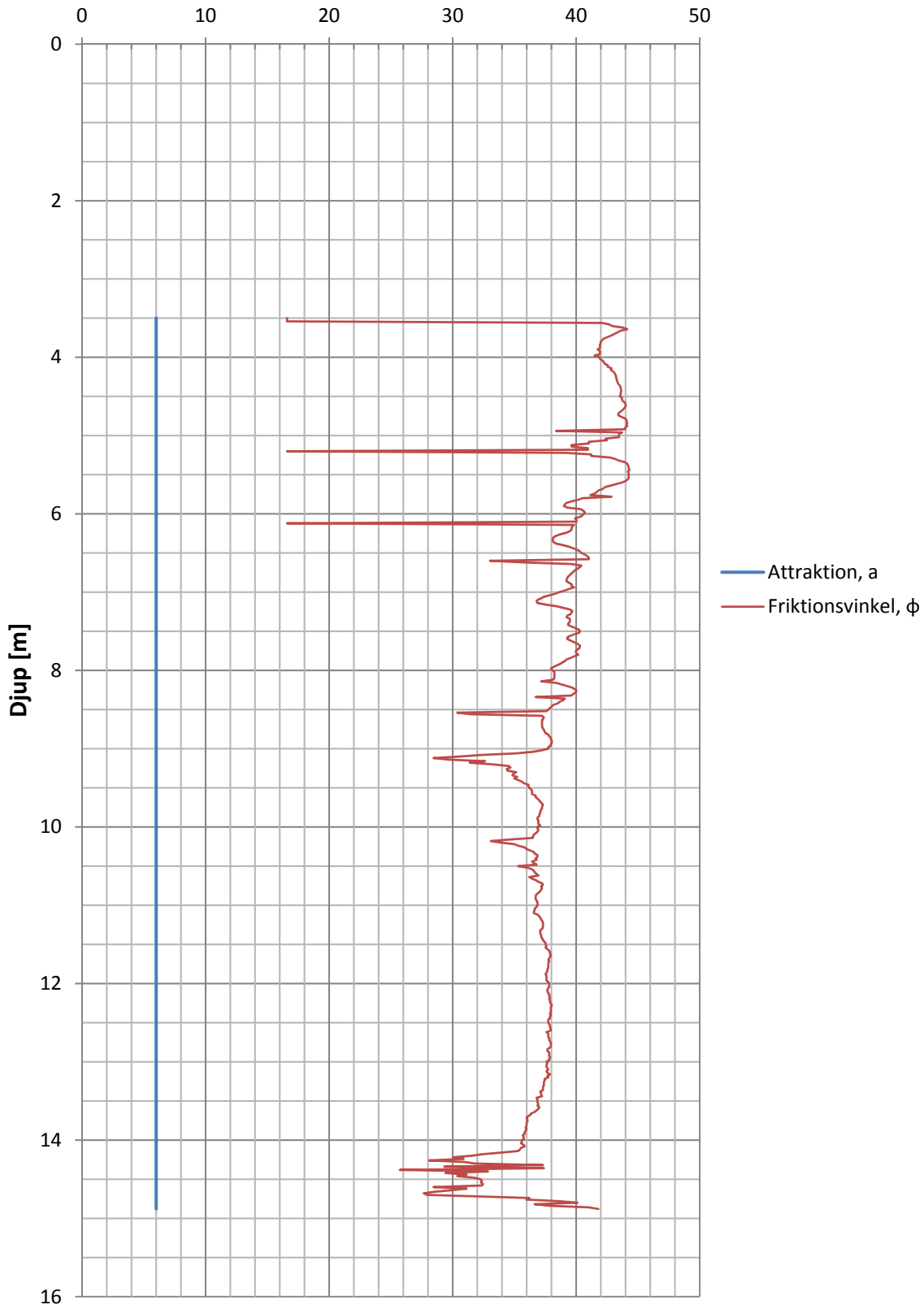
CPT-utvärdering - Borrhål 48024



NVE, Övre Eiker kommune

CPT-utvärdering - Borrhål 48024

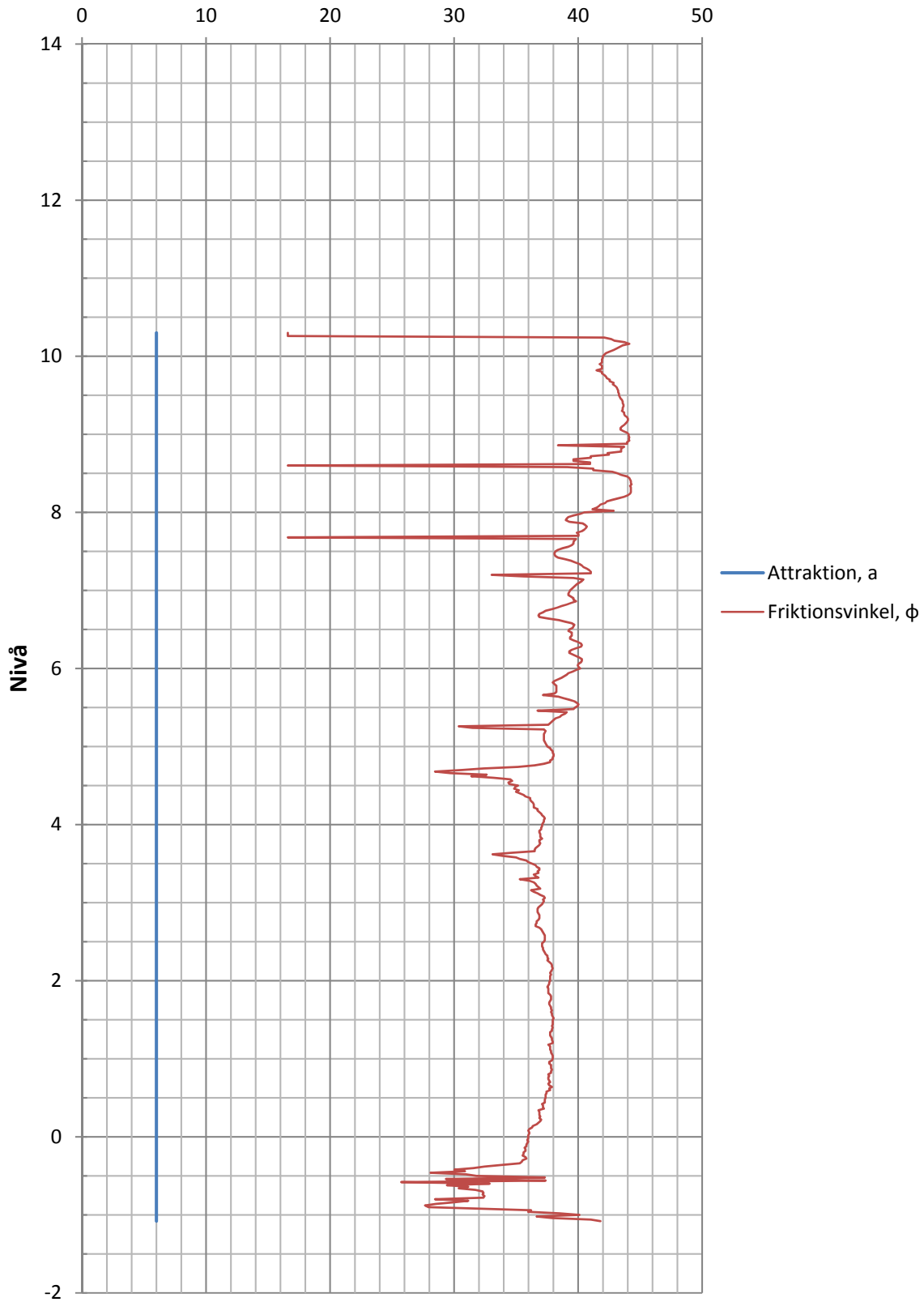
Friktionsvinkel [°] och attraktion [kPa]



NVE, Övre Eiker kommune

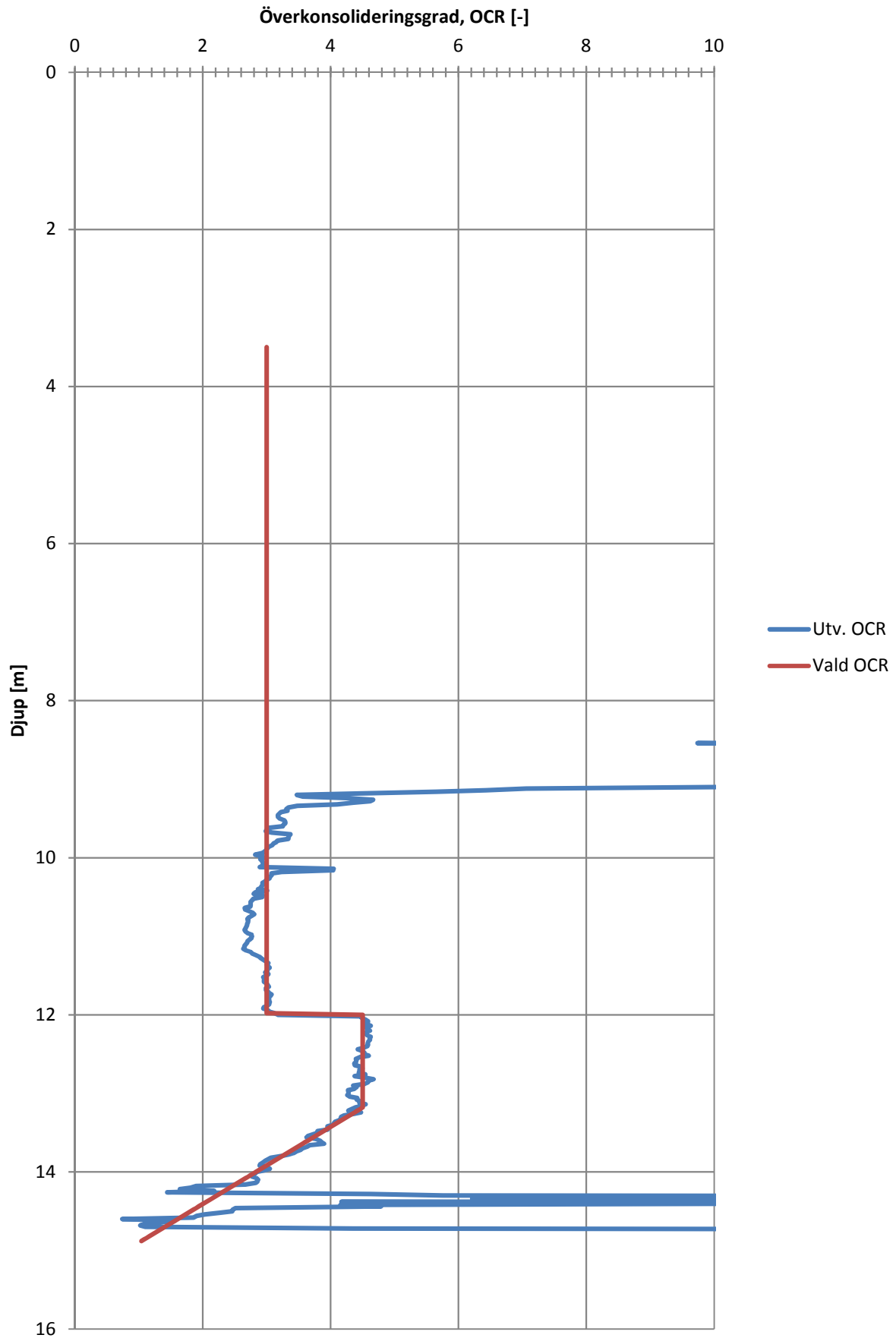
CPT-utvärdering - Borrhål 48024

Friktionsvinkel [°] och attraktion [kPa]



Utvärdering av OCR

CPT-utvärdering - Borrhål 48024



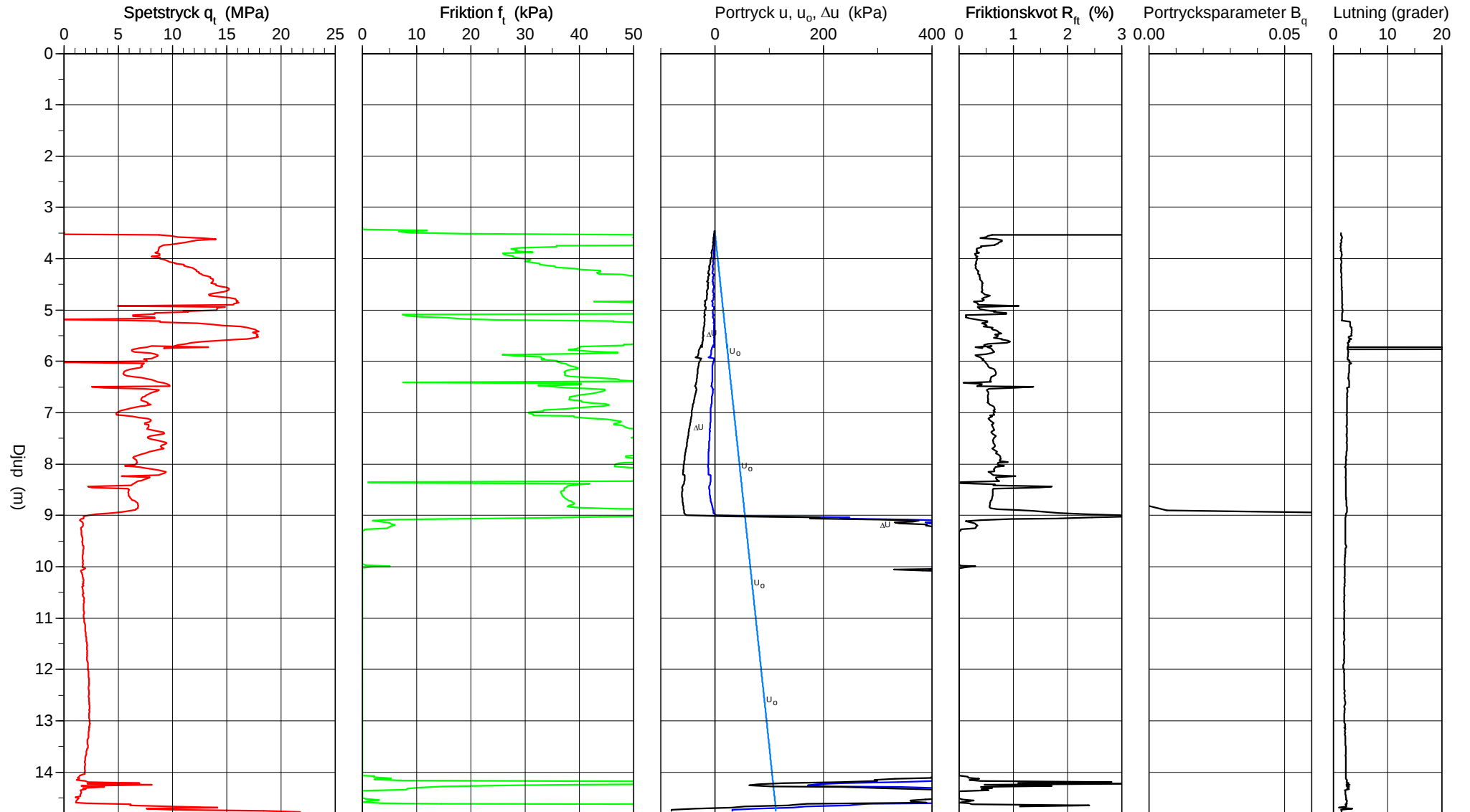
CPT-sondering utförd enligt EN ISO 22476-1

Förborrningsdjup 3.50 m
 Start djup 3.50 m
 Stopp djup 14.88 m
 Grundvattennivå 3.50 m

Referens
 Nivå vid referens
 Förborrat material
 Geometri Normal

Vätska i filter
 Borrpunktens koord.
 Utrustning
 Sond nr 4580

Projekt NVE - Övre Eiker Kommune
 Projekt nr 1451220369
 Plats 1239
 Borrhål 48024
 Datum 2/13/2015

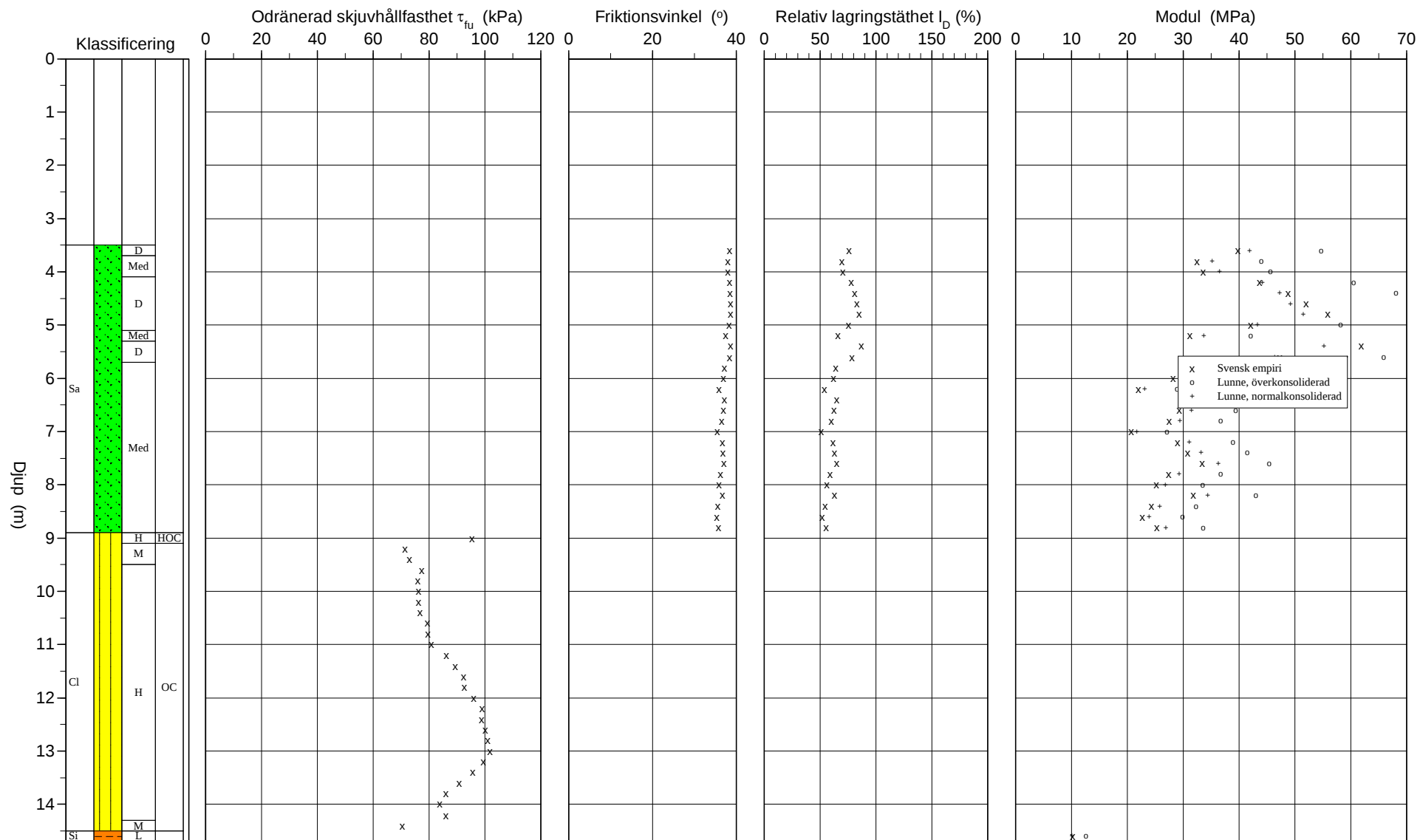


Referens
 Nivå vid referens
 Grundvattenyta 3.50 m
 Startdjup 3.50 m

Förbormningsdjup 3.50 m
 Förborrat material
 Utrustning
 Geometri Normal

Utvärderare
 Datum för utvärdering

Projekt NVE - Övre Eiker Kommune
 Projekt nr 1451220369
 Plats 1239
 Borrhål 48024
 Datum 2/13/2015

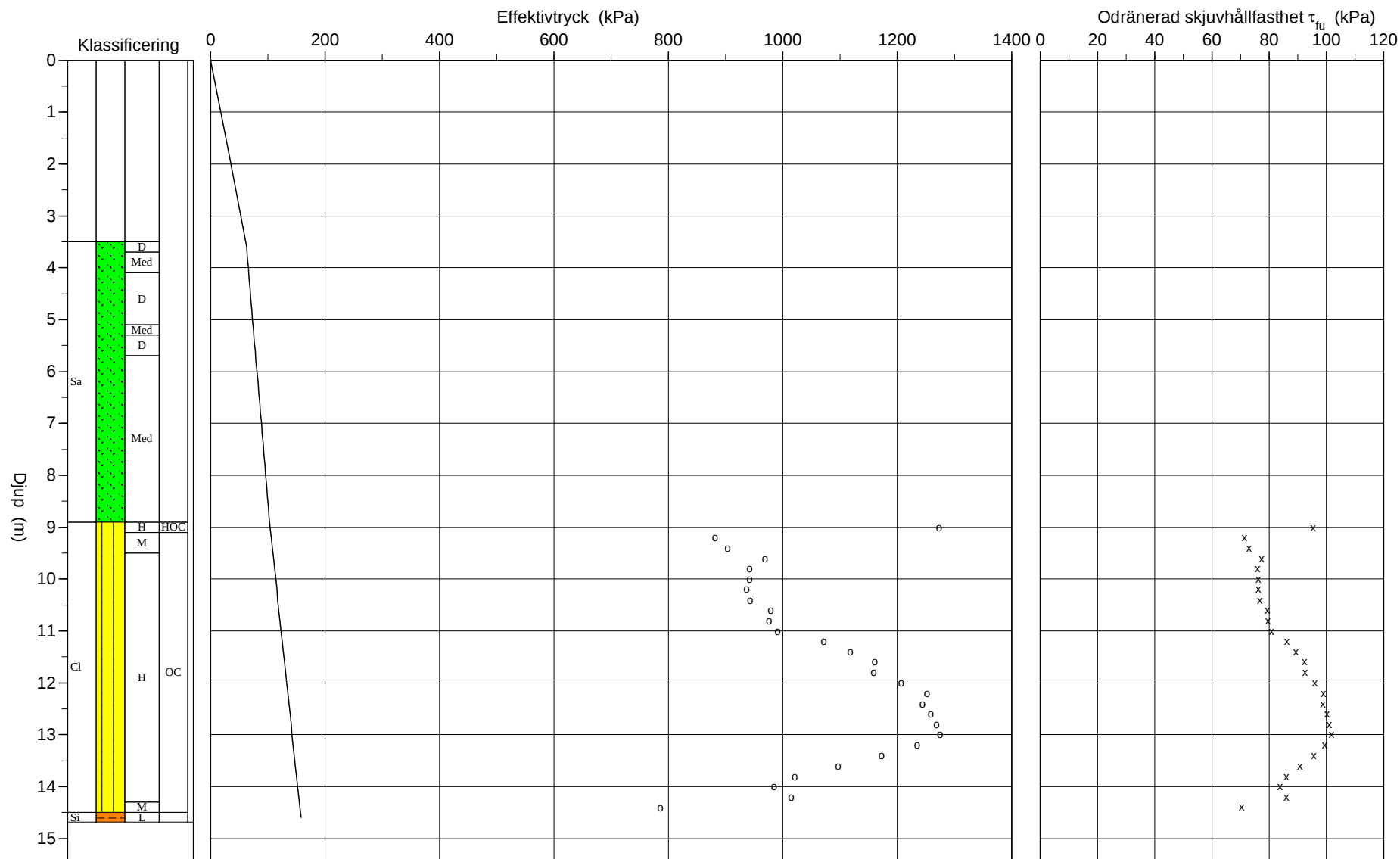


Referens
 Nivå vid referens
 Grundvattenyta 3.50 m
 Startdjup 3.50 m

Förbormningsdjup 3.50 m
 Förborrat material
 Utrustning
 Geometri Normal

Utvärderare
 Datum för utvärdering

Projekt NVE - Övre Eiker Kommune
 Projekt nr 1451220369
 Plats 1239
 Borrhål 48024
 Datum 2/13/2015



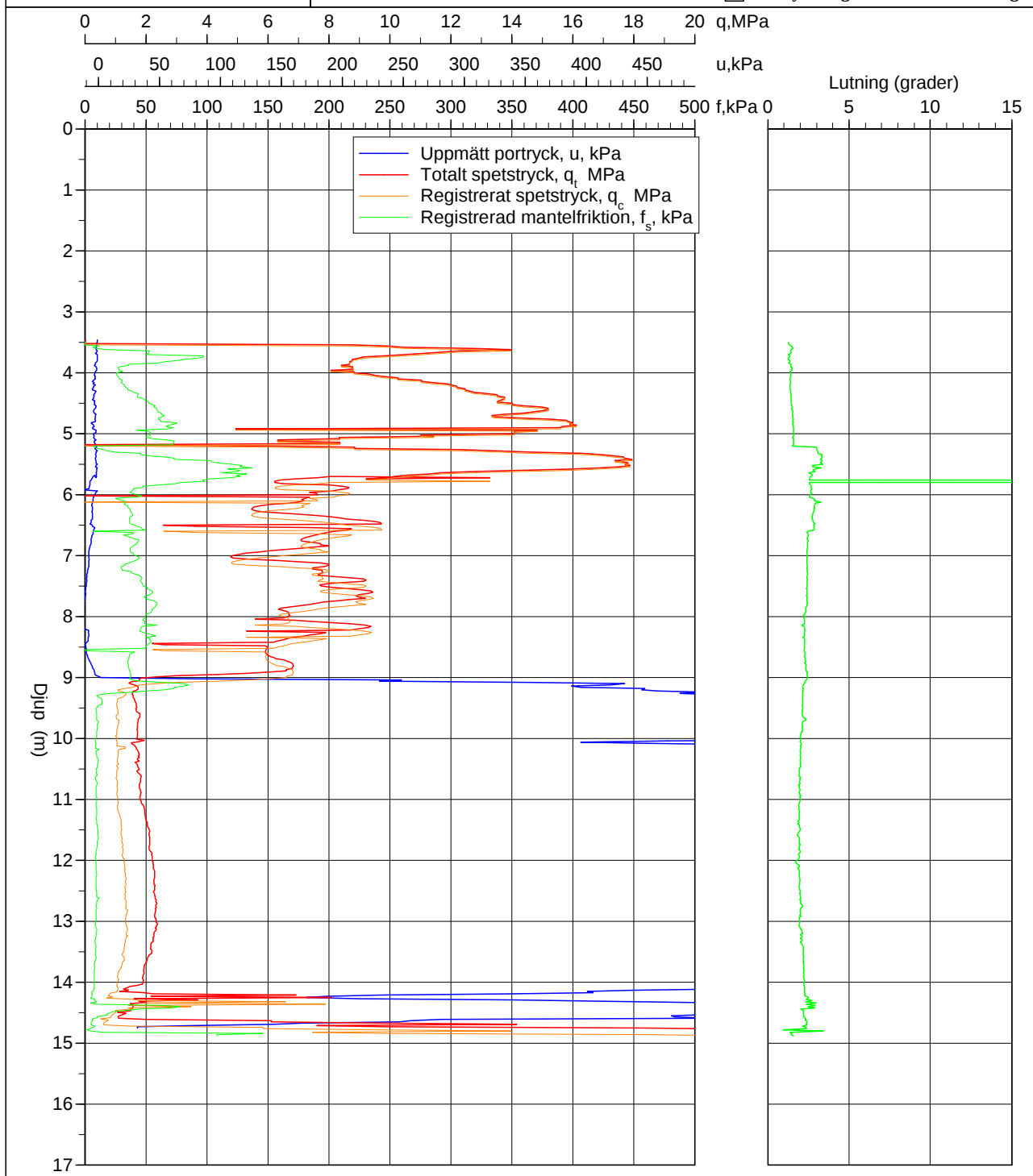
C P T - sondering

Projekt				Plats										
NVE - Øvre Eiker Kommune 1451220369				1239										
				Borrhåll										
				48024										
				Datum										
				2/13/2015										
Djup (m)		Klassificering	ρ t/m ³	I_p	τ_{fu} kPa	ϕ °	σ_{vo} kPa	σ'_{vo} kPa	σ'_c kPa	OCR	I_D %	E MPa	M_{OC} MPa	M_{NC} MPa
Från	Till													
0.00	3.50		1.80				30.9	30.9						
3.50	3.70	Sa D	1.80	0.10		38.4	63.8	62.8			76.3	39.8	54.7	41.9
3.70	3.90	Sa Med	1.80	0.10		38.0	67.2	64.2			69.7	32.5	44.1	35.2
3.90	4.10	Sa Med	1.80	0.10		38.0	70.7	65.7			70.4	33.6	45.6	36.5
4.10	4.30	Sa D	1.80	0.10		38.5	74.4	67.4			78.1	43.7	60.5	44.2
4.30	4.50	Sa D	1.80	0.10		38.6	77.9	68.9			81.2	48.8	68.1	47.3
4.50	4.70	Sa D	1.80	0.10		38.6	81.4	70.4			82.9	52.0	73.0	49.2
4.70	4.90	Sa D	1.80	0.10		38.7	85.0	72.0			84.8	55.9	78.9	51.5
4.90	5.10	Sa D	1.80	0.10		38.3	88.5	73.5			75.8	42.1	58.2	43.3
5.10	5.30	Sa Med	1.80	0.10		37.5	91.9	74.9			66.2	31.2	42.1	33.7
5.30	5.50	Sa D	1.80	0.10		38.7	95.5	76.5			87.0	61.9	88.0	55.2
5.50	5.70	Sa D	1.80	0.10		38.4	99.1	78.1			78.5	47.3	65.9	46.4
5.70	5.90	Sa Med	1.80	0.10		37.2	102.5	79.5			64.0	29.8	40.1	32.1
5.90	6.10	Sa Med	1.80	0.10		36.9	106.0	81.0			62.0	28.2	37.7	30.2
6.10	6.30	Sa Med	1.80	0.10		35.9	109.6	82.6			54.0	22.0	28.9	23.1
6.30	6.50	Sa Med	1.80	0.10		37.2	113.1	84.1			65.3	31.9	43.2	34.5
6.50	6.70	Sa Med	1.80	0.10		36.9	116.6	85.6			62.4	29.3	39.4	31.5
6.70	6.90	Sa Med	1.80	0.10		36.6	120.2	87.2			60.1	27.5	36.7	29.4
6.90	7.10	Sa Med	1.80	0.10		35.4	123.7	88.7			51.1	20.7	27.1	21.7
7.10	7.30	Sa Med	1.80	0.10		36.7	127.2	90.2			61.3	29.0	38.9	31.1
7.30	7.50	Sa Med	1.80	0.10		36.8	130.8	91.8			62.9	30.8	41.5	33.2
7.50	7.70	Sa Med	1.80	0.10		37.1	134.3	93.3			65.2	33.4	45.4	36.3
7.70	7.90	Sa Med	1.80	0.10		36.3	137.8	94.8			58.9	27.4	36.7	29.3
7.90	8.10	Sa Med	1.80	0.10		35.9	141.4	96.4			56.0	25.2	33.5	26.8
8.10	8.30	Sa Med	1.80	0.10		36.7	144.9	97.9			63.0	31.8	43.0	34.4
8.30	8.50	Sa Med	1.80	0.10		35.6	148.4	99.4			54.5	24.3	32.3	25.8
8.50	8.70	Sa Med	1.80	0.10		35.3	152.0	101.0			52.1	22.7	29.9	23.9
8.70	8.90	Sa Med	1.80	0.10		35.7	155.5	102.5			55.3	25.3	33.6	26.9
8.90	9.10	CI H	HOC	2.00	0.10	95.4	159.0	104.0	1273.2	12.24				
9.10	9.30	CI M	OC	2.00	0.10	71.4	162.9	105.9	881.8	8.32				
9.30	9.50	CI M	OC	2.00	0.10	73.1	166.9	107.9	904.5	8.39				
9.50	9.70	CI H	OC	2.00	0.10	77.5	170.8	109.8	969.1	8.83				
9.70	9.90	CI H	OC	2.00	0.10	76.0	174.7	111.7	941.7	8.43				
9.90	10.10	CI H	OC	2.00	0.10	76.3	178.6	113.6	941.6	8.29				
10.10	10.30	CI H	OC	2.00	0.10	76.2	182.6	115.6	937.2	8.11				
10.30	10.50	CI H	OC	2.00	0.10	76.9	186.5	117.5	942.8	8.02				
10.50	10.70	CI H	OC	2.00	0.10	79.5	190.4	119.4	979.2	8.20				
10.70	10.90	CI H	OC	2.00	0.10	79.5	194.3	121.3	976.3	8.05				
10.90	11.10	CI H	OC	2.00	0.10	80.7	198.3	123.3	990.8	8.04				
11.10	11.30	CI H	OC	2.00	0.10	86.3	202.2	125.2	1072.5	8.57				
11.30	11.50	CI H	OC	2.00	0.10	89.5	206.1	127.1	1118.3	8.80				
11.50	11.70	CI H	OC	2.00	0.10	92.5	210.0	129.0	1160.8	9.00				
11.70	11.90	CI H	OC	2.00	0.10	92.6	214.0	131.0	1159.0	8.85				
11.90	12.10	CI H	OC	2.00	0.10	96.0	217.9	132.9	1207.1	9.08				
12.10	12.30	CI H	OC	2.00	0.10	99.1	221.8	134.8	1251.8	9.29				
12.30	12.50	CI H	OC	2.00	0.10	98.9	225.7	136.7	1243.8	9.10				
12.50	12.70	CI H	OC	2.00	0.10	100.1	229.7	138.7	1259.1	9.08				
12.70	12.90	CI H	OC	2.00	0.10	101.0	233.6	140.6	1268.6	9.02				
12.90	13.10	CI H	OC	2.00	0.10	101.7	237.5	142.5	1275.3	8.95				
13.10	13.30	CI H	OC	2.00	0.10	99.4	241.4	144.4	1235.1	8.55				
13.30	13.50	CI H	OC	2.00	0.10	95.6	245.3	146.3	1172.7	8.01				
13.50	13.70	CI H	OC	2.00	0.10	90.9	249.3	148.3	1097.0	7.40				
13.70	13.90	CI H	OC	2.00	0.10	86.0	253.2	150.2	1021.1	6.80				
13.90	14.10	CI H	OC	2.00	0.10	83.8	257.1	152.1	985.4	6.48				
14.10	14.30	CI H	OC	2.00	0.10	86.1	261.0	154.0	1015.4	6.59				
14.30	14.50	CI M	OC	2.00	0.10	70.3	265.0	156.0	785.9	5.04				
14.50	14.68	Si L		1.70		((155.4))	268.5	157.6			10.2	12.6	10.1	

CPT-sondering utförd enligt EN ISO 22476-1

Projekt	NVE - Övre Eiker Kommune	Plats	1239
Projektnummer	1451220369	Borrhål	48024
Borrföretag	GeoStrom	Datum	2/13/2015
Borrningsledare			

Förborrningsdjup	3.50 m	Förborrat material	
Start djup	3.50 m	Geometri	Normal
Stopp djup	14.88 m	Vätska i filter	
Grundvattennivå	3.50 m	Borrpunktens koord.	
Referens		Utrustning	
Nivå vid referens		Sond Nr	4580

 Portryck registrerat vid sondering


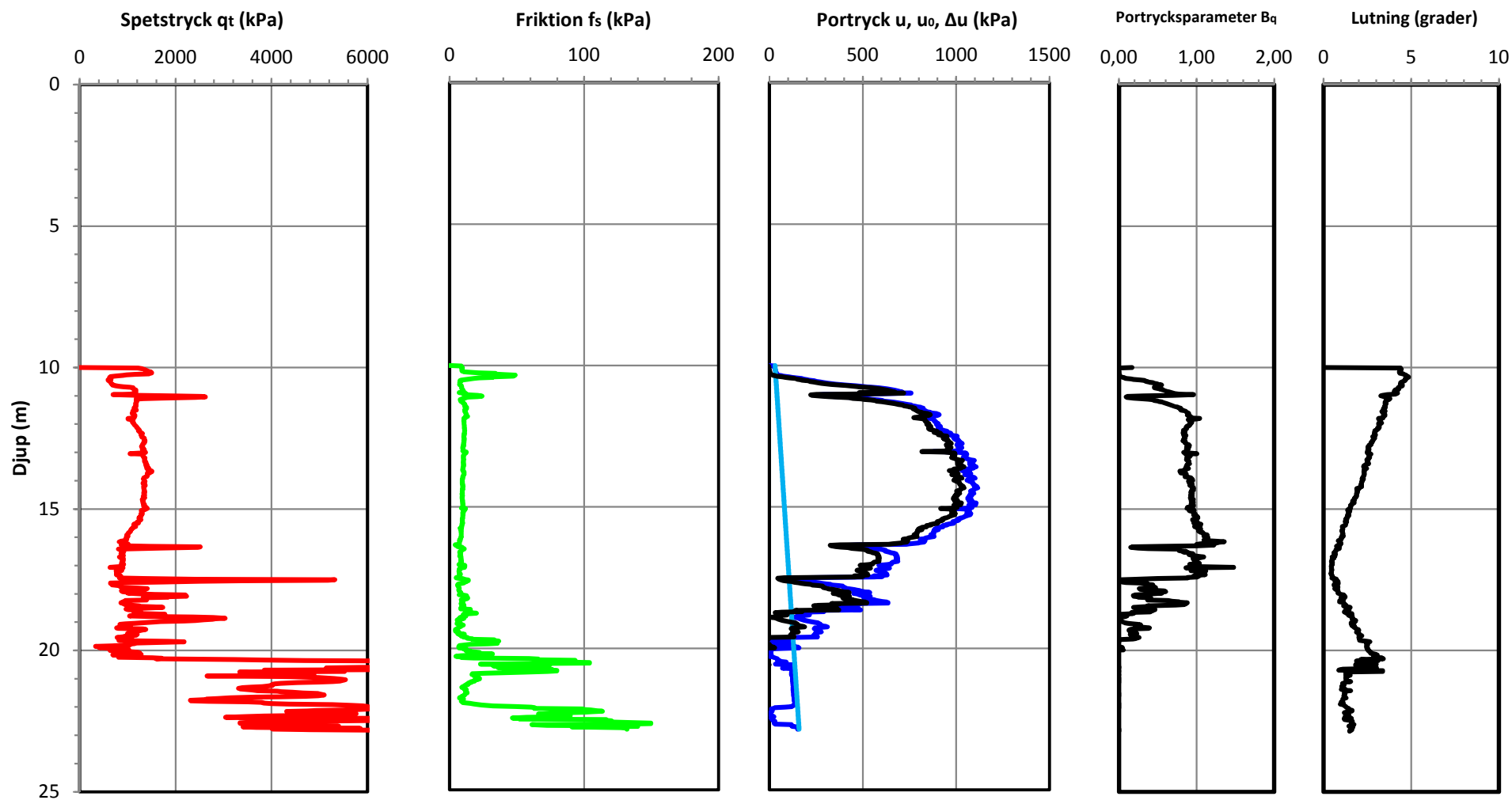


CPT-sondering

Uppdrag: NVE, Övre Eiker kommune
Uppdragsnr: 14512220369
Delområde: 480 - Hellefoss
Beställare: NVE

Datum: 1/13/2015
Borrhål: 48032
Nivå markyta: +14
Grundvattenyta: 7 m.u.m.y

Förborrningsdjup: brigitam
Startdjup: 10 m
Stoppdjup: 22,86 m



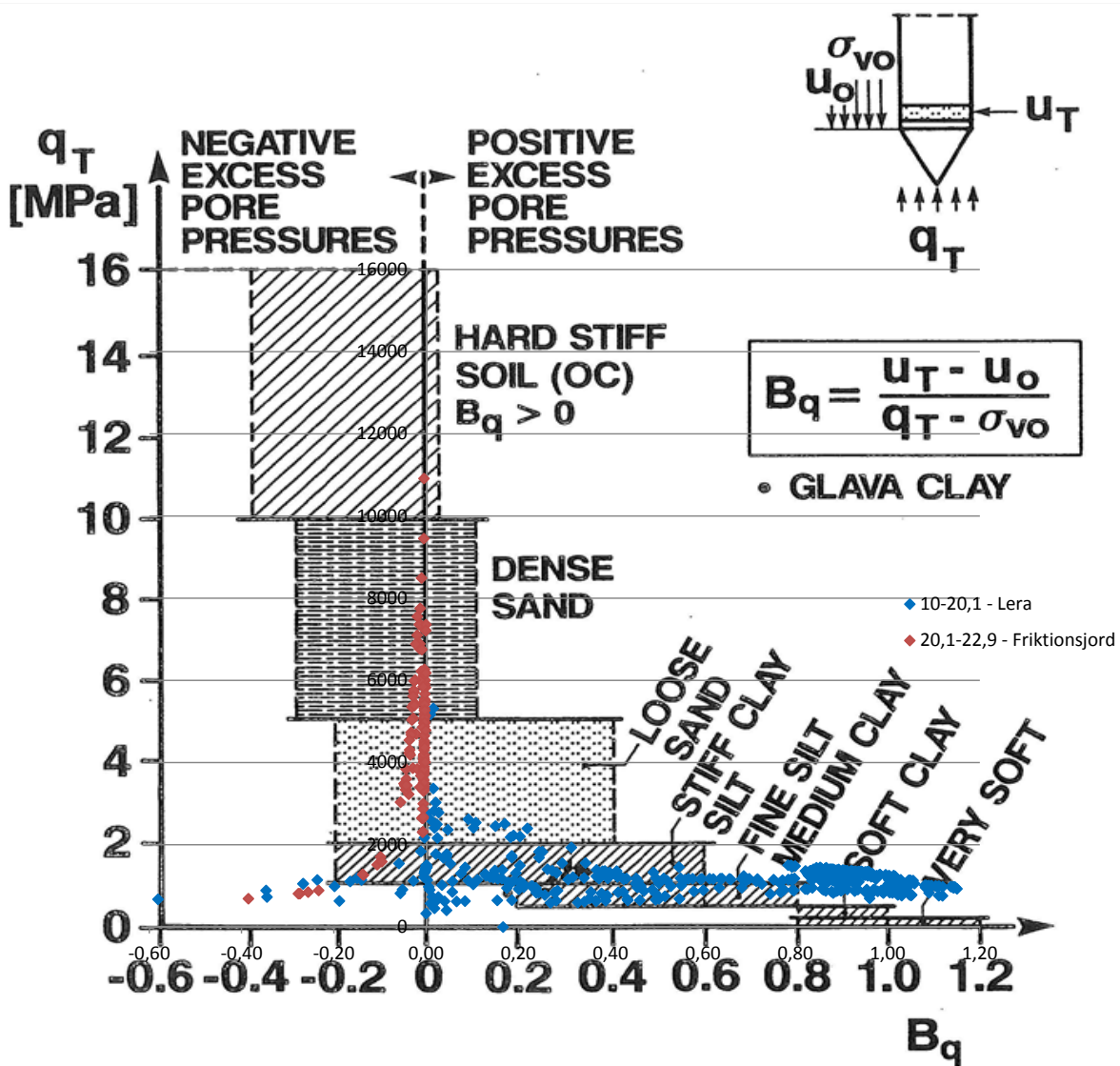
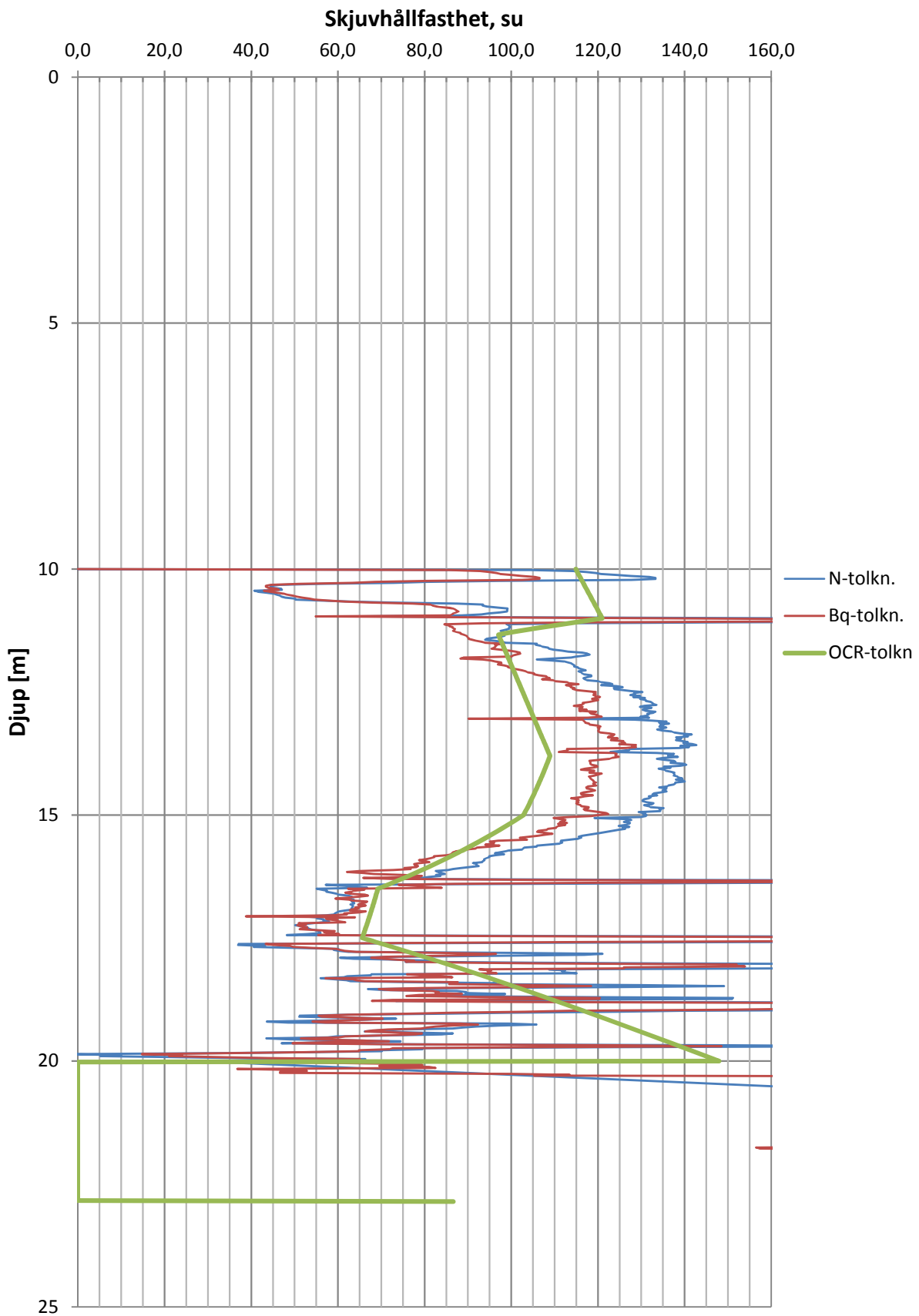


Figure 2.18. Classification chart based on q_T and B_q , modified version.
 (after Senneset, Sandven and Janbu (1989)).

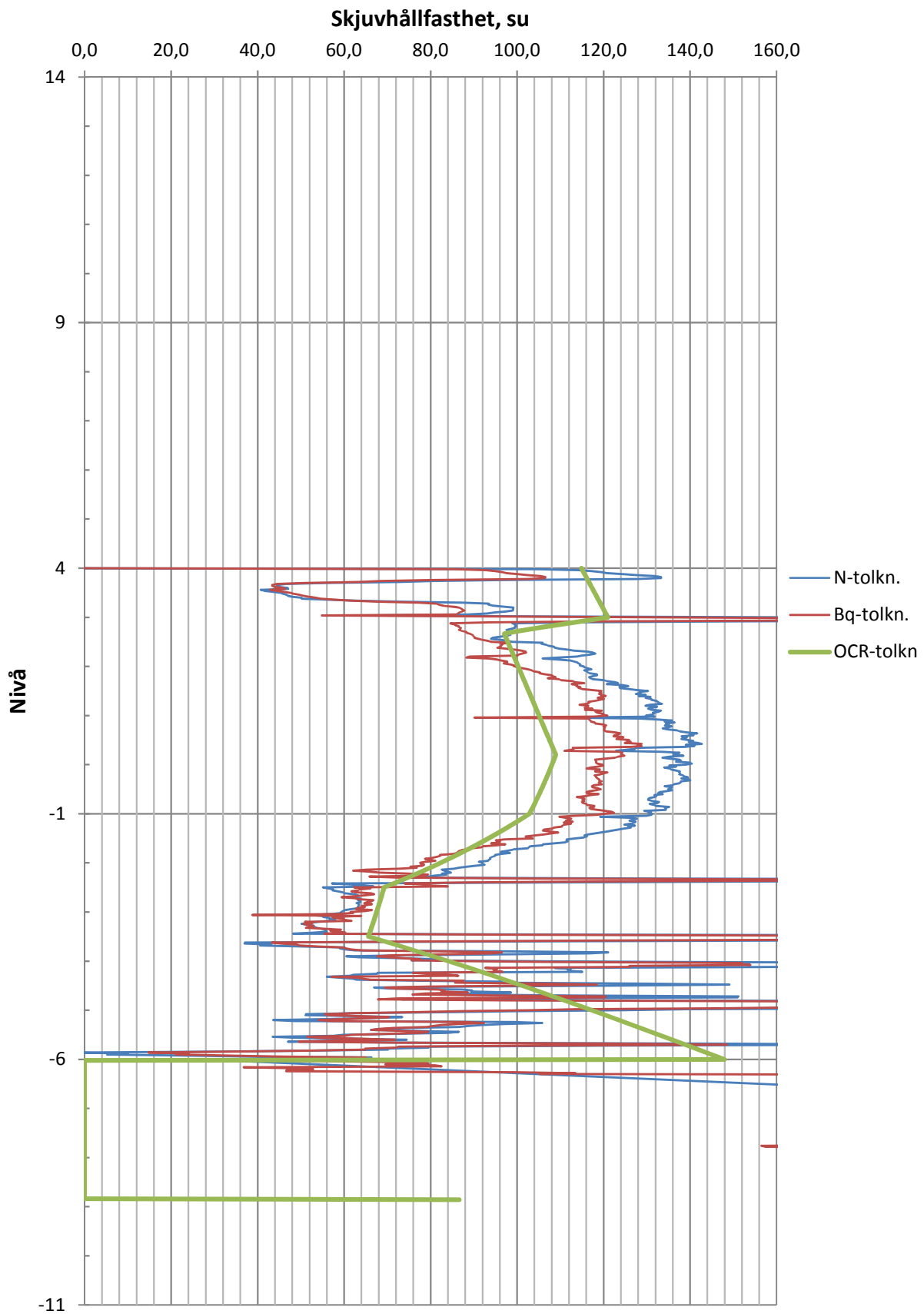
NVE, Övre Eiker kommune

CPT-utvärdering - Borrhål 48032



NVE, Övre Eiker kommune

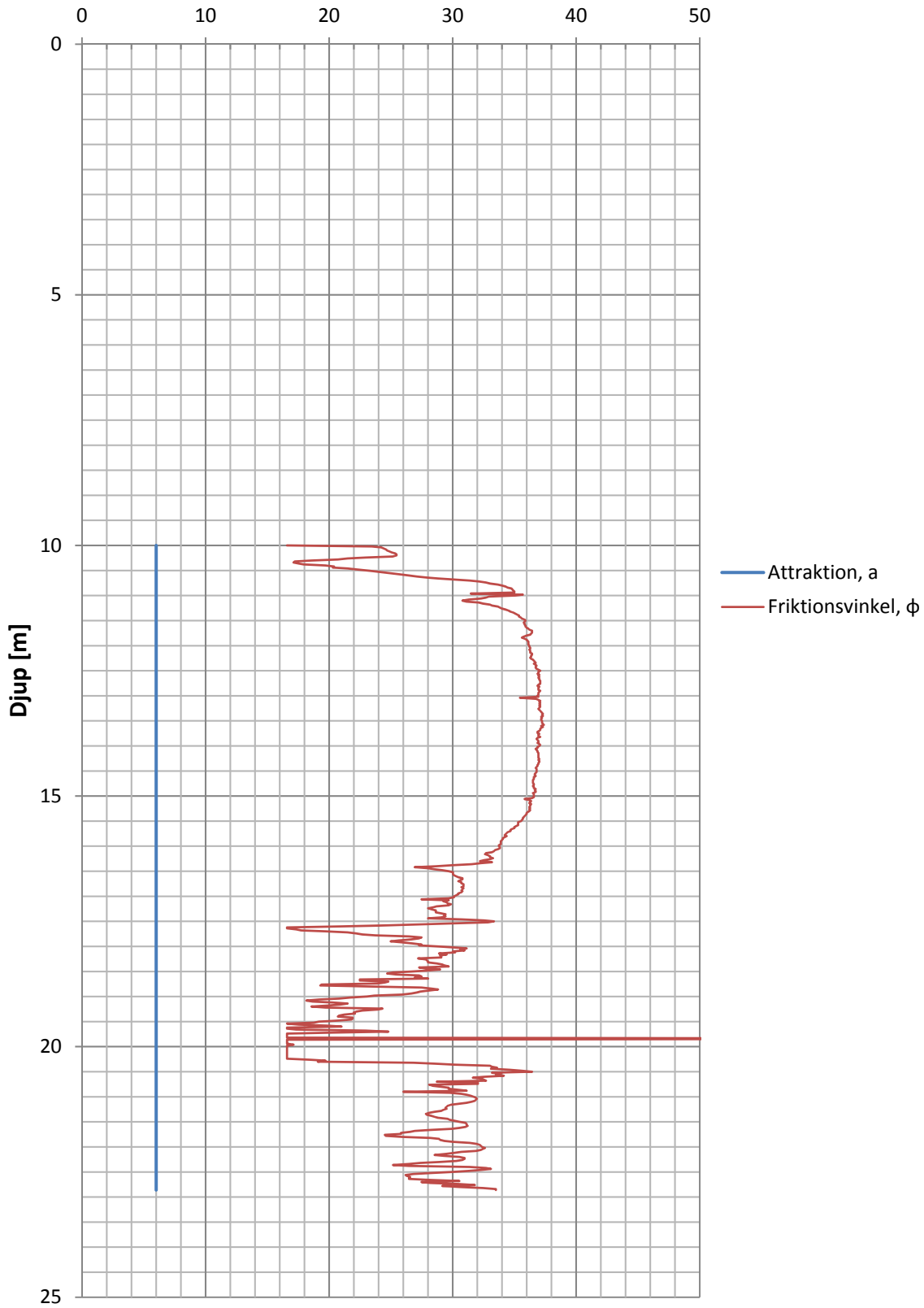
CPT-utvärdering - Borrhål 48032



NVE, Övre Eiker kommune

CPT-utvärdering - Borrhål 48032

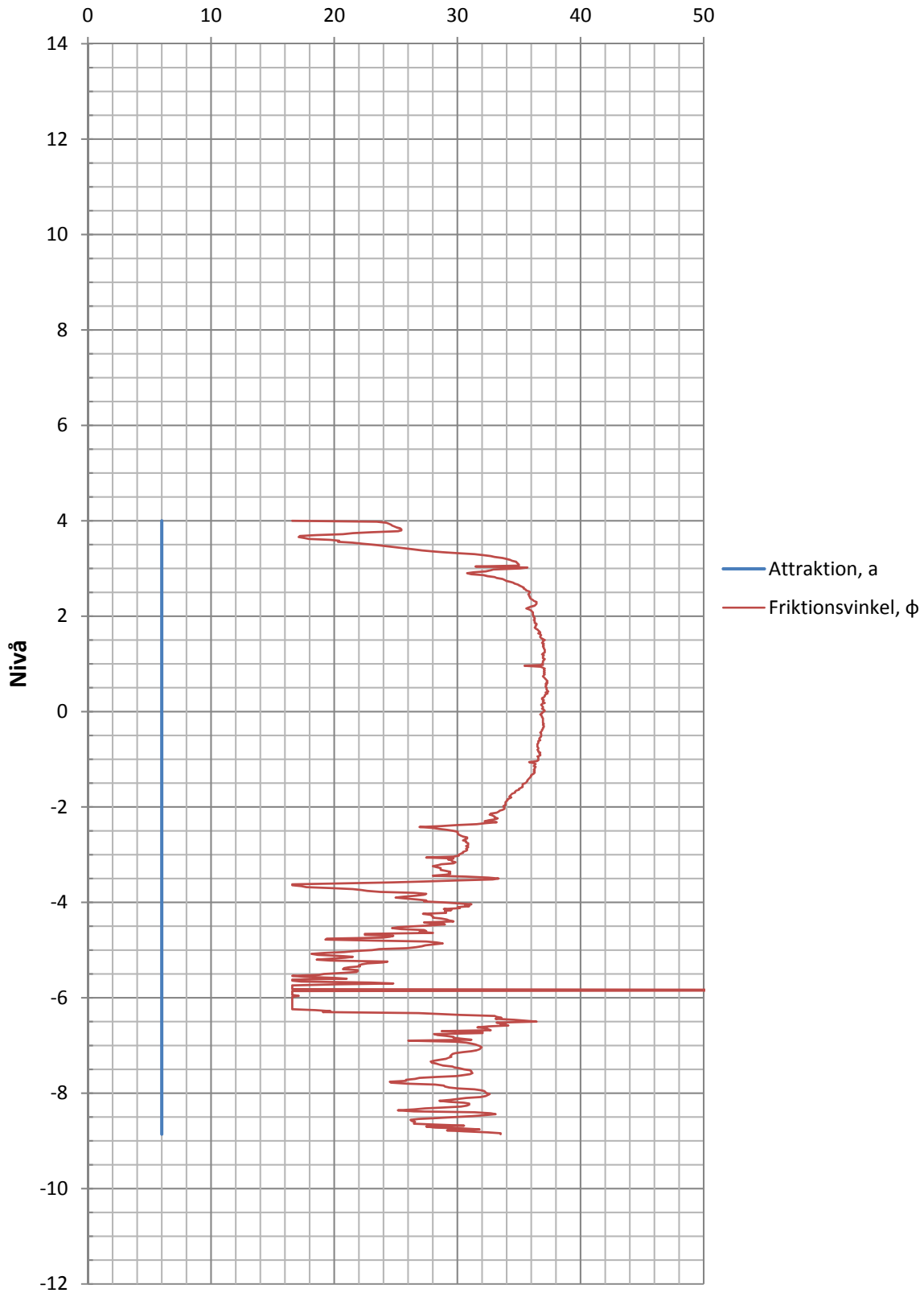
Friktionsvinkel [°] och attraktion [kPa]



NVE, Övre Eiker kommune

CPT-utvärdering - Borrhål 48032

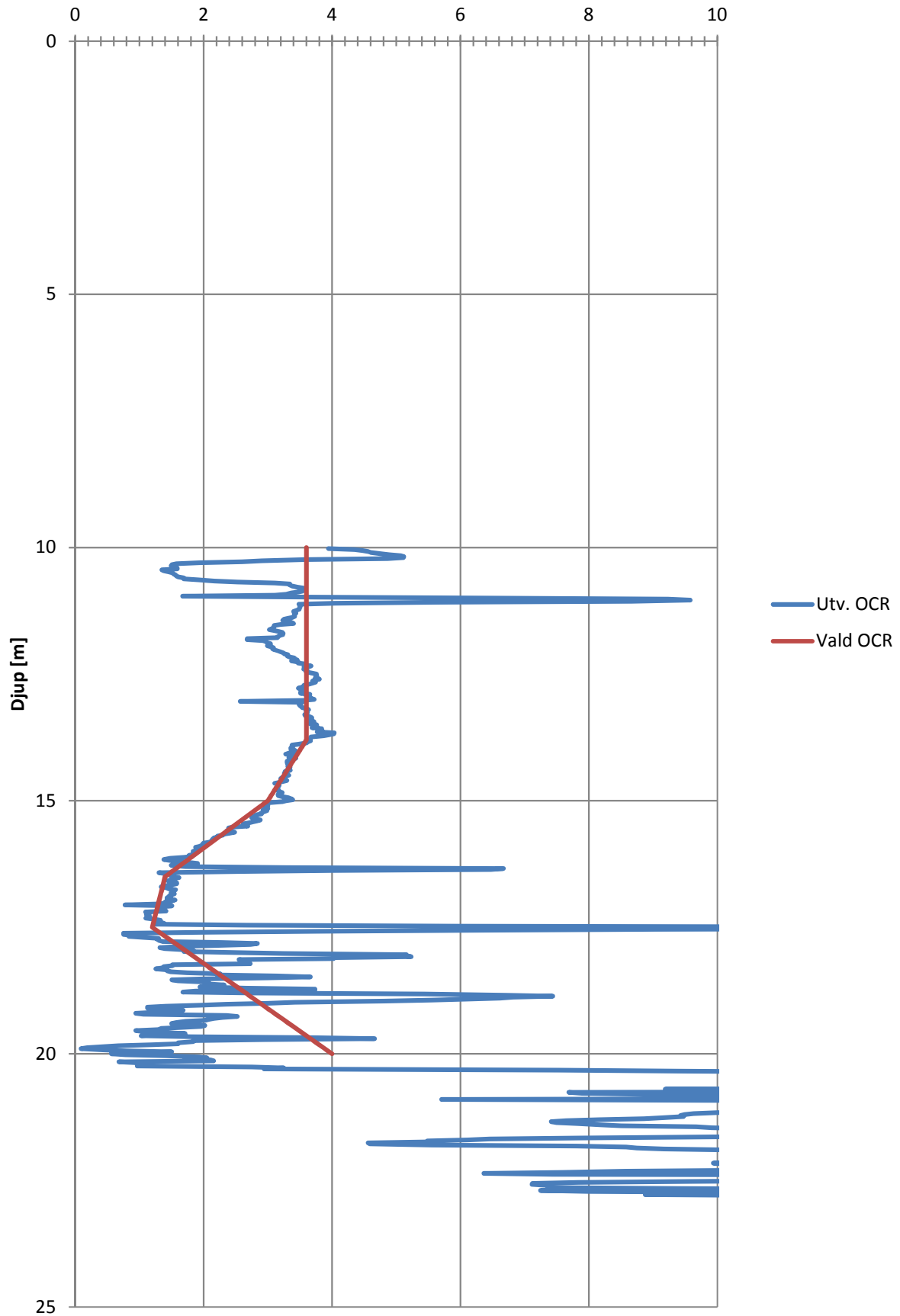
Friktionsvinkel [°] och attraktion [kPa]



Utvärdering av OCR

CPT-utvärdering - Borrhål 48032

Överkonsolideringsgrad, OCR [-]



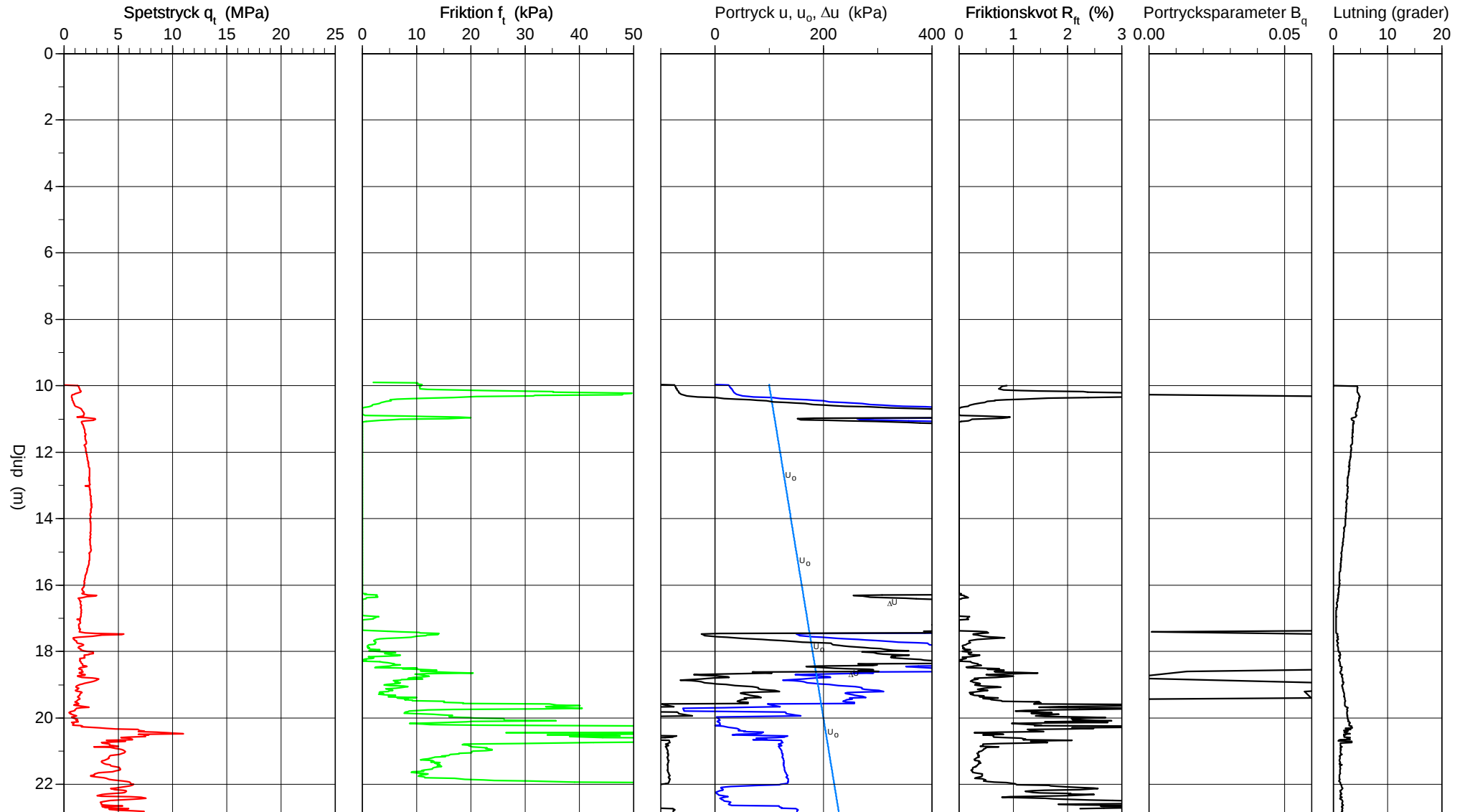
CPT-sondering utförd enligt EN ISO 22476-1

Förborrningsdjup 10.00 m
 Start djup 10.00 m
 Stopp djup 22.86 m
 Grundvattennivå 0.00 m

Referens
 Nivå vid referens
 Förborrat material
 Geometri Normal

Vätska i filter
 Borrpunktens koord.
 Utrustning
 Sond nr 4580

Projekt NVE - Övre Eiker Kommune
 Projekt nr 1451220369
 Plats 1239
 Borrhål 48032
 Datum 1/13/2015

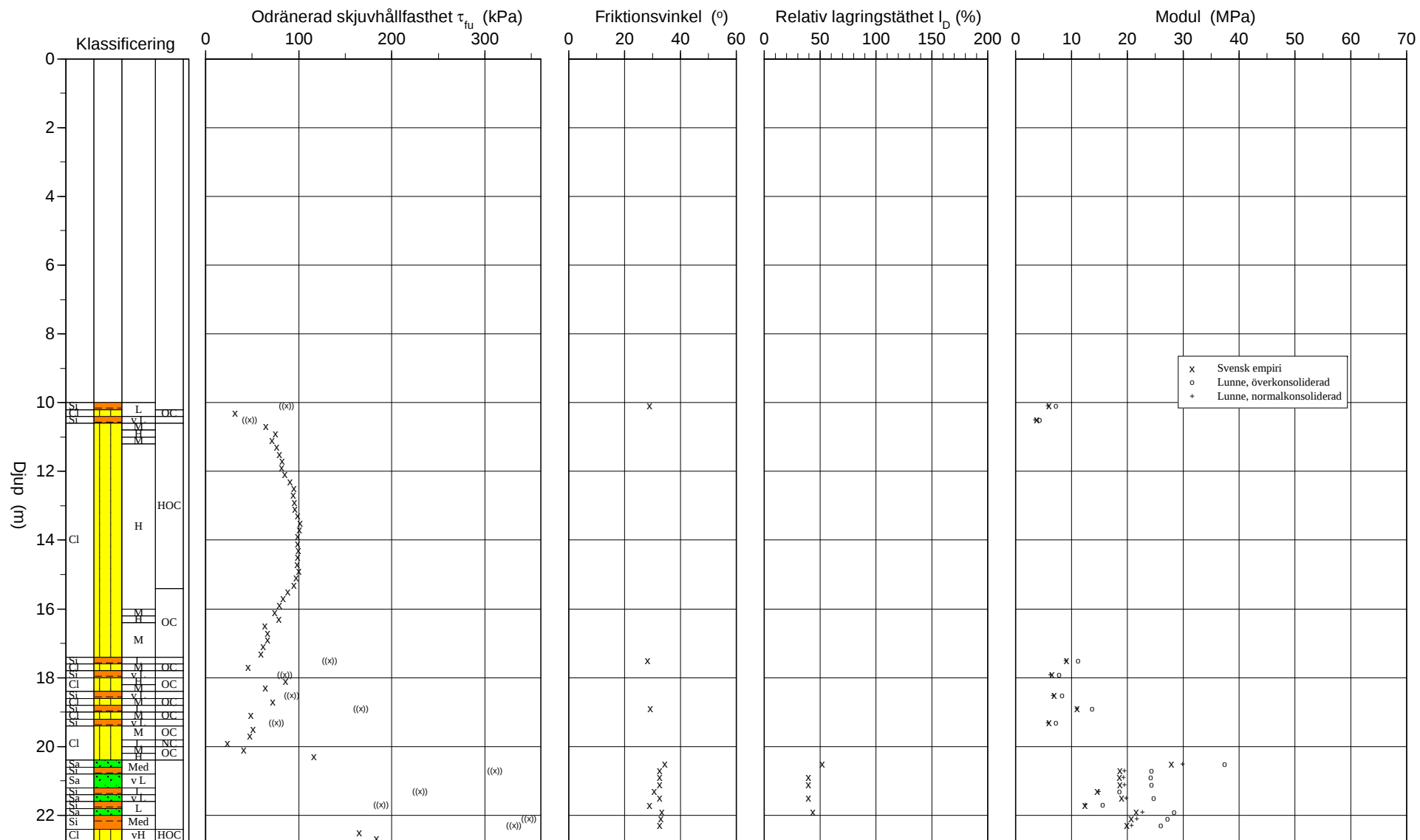


Referens
 Nivå vid referens
 Grundvattenyta 0.00 m
 Startdjup 10.00 m

Förbormningsdjup 10.00 m
 Förborrat material
 Utrustning
 Geometri Normal

Utvärderare
 Datum för utvärdering

Projekt NVE - Övre Eiker Kommune
 Projekt nr 1451220369
 Plats 1239
 Borrhål 48032
 Datum 1/13/2015

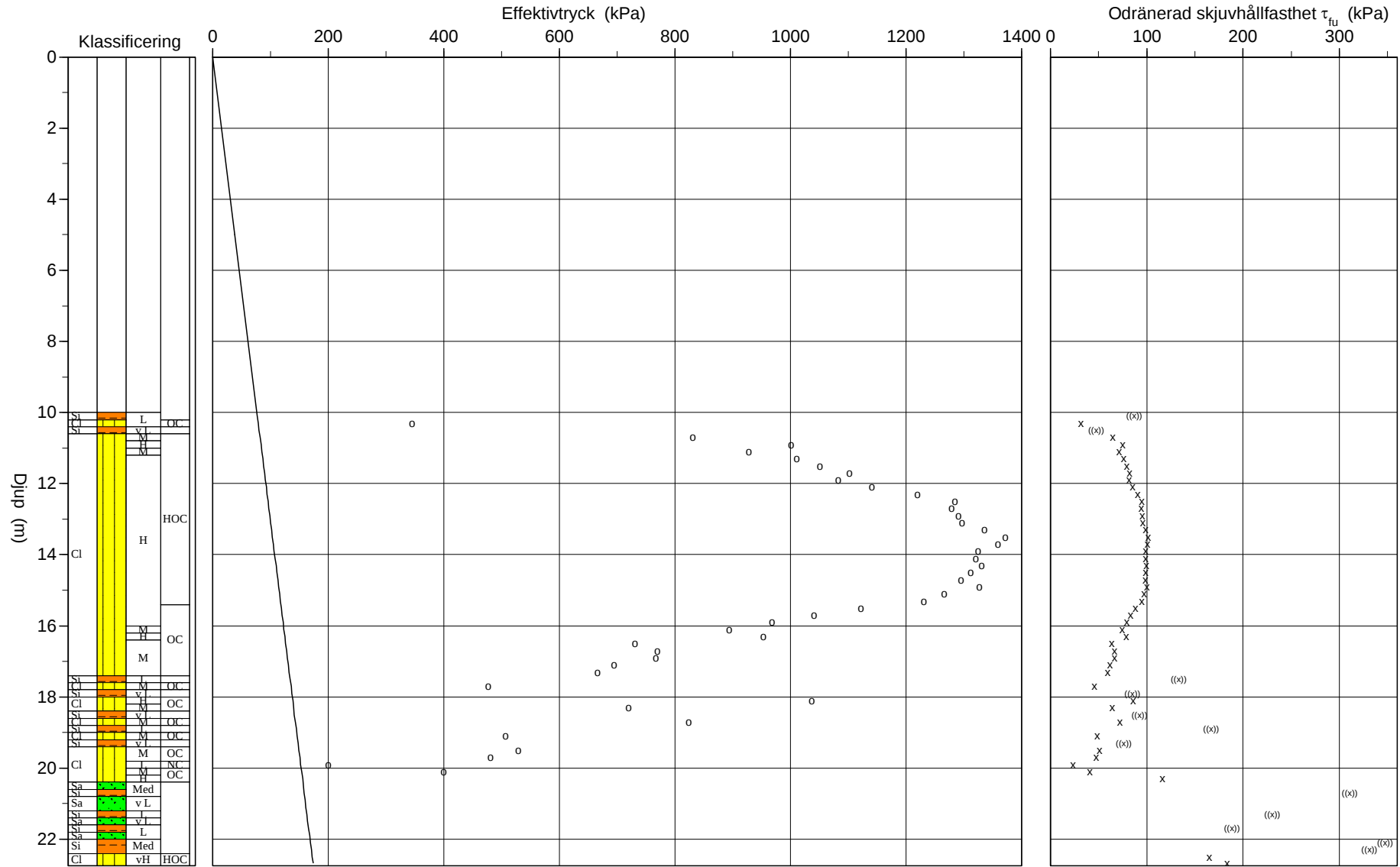


Referens
 Nivå vid referens
 Grundvattenyta 0.00 m
 Startdjup 10.00 m

Förbormningsdjup 10.00 m
 Förborrat material
 Utrustning
 Geometri Normal

Utvärderare
 Datum för utvärdering

Projekt NVE - Övre Eiker Kommune
 Projekt nr 1451220369
 Plats 1239
 Borrhål 48032
 Datum 1/13/2015

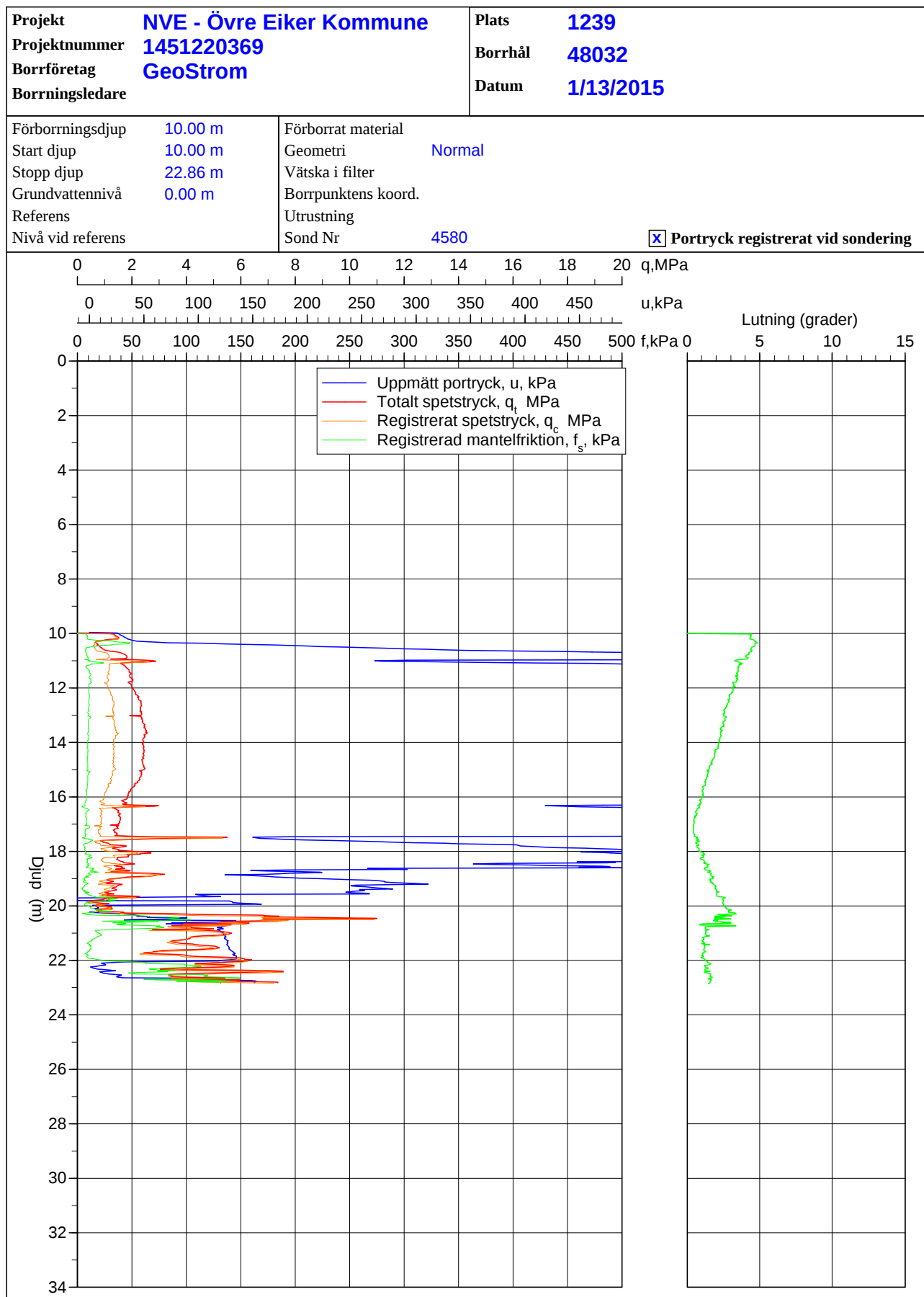


C P T - sondering

Sida 1 av 1

Projekt				Plats										
NVE - Øvre Eiker Kommune 1451220369				1239										
				Borrhål										
				48032										
				Datum										
				1/13/2015										
Djup (m)		Klassifisering	ρ t/m ³	I_p	τ_{fu} kPa	ϕ °	σ_{vo} kPa	σ'_{vo} kPa	σ'_c kPa	OCR	I_D %	E MPa	M_{OC} MPa	M_{NC} MPa
Från	Till													
0.00	10.00		1.80	0.10			88.3	38.3						
10.00	10.20	Si L	1.80	0.10	((86.9))	(29.0)	178.2	77.2				6.0	7.2	5.8
10.20	10.40	Cl L	1.80	0.10	31.7		181.7	78.7	345.0	4.39				
10.40	10.60	Si v L	1.80	0.10	((47.3))		185.2	80.2				3.8	4.4	3.5
10.60	10.80	Cl M	HOC 1.80	0.10	64.6		189.0	82.0	830.8	10.13				
10.80	11.00	Cl H	HOC 1.80	0.10	75.3		192.6	83.6	1001.1	11.98				
11.00	11.20	Cl M	HOC 1.80	0.10	71.2		196.1	85.1	928.4	10.91				
11.20	11.40	Cl H	HOC 1.80	0.10	76.5		199.6	86.6	1010.9	11.67				
11.40	11.60	Cl H	HOC 1.80	0.10	79.1		203.2	88.2	1050.6	11.92				
11.60	11.80	Cl H	HOC 1.80	0.10	82.5		206.7	89.7	1101.7	12.28				
11.80	12.00	Cl H	HOC 1.80	0.10	81.6		210.2	91.2	1082.9	11.87				
12.00	12.20	Cl H	HOC 1.80	0.10	85.4		213.8	92.8	1141.0	12.30				
12.20	12.40	Cl H	HOC 1.80	0.10	90.4		217.3	94.3	1220.4	12.94				
12.40	12.60	Cl H	HOC 1.80	0.10	94.5		220.8	95.8	1285.2	13.41				
12.60	12.80	Cl H	HOC 1.80	0.10	94.5		224.4	97.4	1278.9	13.14				
12.80	13.00	Cl H	HOC 1.80	0.10	95.5		227.9	98.9	1290.6	13.05				
13.00	13.20	Cl H	HOC 1.80	0.10	96.1		231.4	100.4	1297.0	12.92				
13.20	13.40	Cl H	HOC 1.80	0.10	98.8		234.9	101.9	1336.5	13.11				
13.40	13.60	Cl H	HOC 1.80	0.10	101.2		238.5	103.5	1372.2	13.26				
13.60	13.80	Cl H	HOC 1.80	0.10	100.7		242.0	105.0	1359.5	12.95				
13.80	14.00	Cl H	HOC 1.80	0.10	98.9		245.5	106.5	1324.9	12.44				
14.00	14.20	Cl H	HOC 1.80	0.10	99.0		249.1	108.1	1321.1	12.22				
14.20	14.40	Cl H	HOC 1.80	0.10	99.9		252.6	109.6	1331.2	12.15				
14.40	14.60	Cl H	HOC 1.80	0.10	99.0		256.1	111.1	1311.9	11.80				
14.60	14.80	Cl H	HOC 1.80	0.10	98.2		259.7	112.7	1294.6	11.49				
14.80	15.00	Cl H	HOC 1.80	0.10	100.4		263.2	114.2	1326.6	11.62				
15.00	15.20	Cl H	HOC 1.80	0.10	97.0		266.7	115.7	1266.0	10.94				
15.20	15.40	Cl H	HOC 1.80	0.10	95.1		270.3	117.3	1230.8	10.50				
15.40	15.60	Cl H	OC 1.80	0.10	88.5		273.8	118.8	1121.7	9.44				
15.60	15.80	Cl H	OC 1.80	0.10	83.6		277.3	120.3	1041.1	8.65				
15.80	16.00	Cl H	OC 1.80	0.10	79.1		280.9	121.9	968.3	7.95				
16.00	16.20	Cl M	OC 1.80	0.10	74.4		284.4	123.4	894.0	7.24				
16.20	16.40	Cl H	OC 1.80	0.10	78.4		287.9	124.9	952.6	7.63				
16.40	16.60	Cl M	OC 1.80	0.10	63.7		291.5	126.5	731.4	5.78				
16.60	16.80	Cl M	OC 1.80	0.10	66.5		295.0	128.0	770.5	6.02				
16.80	17.00	Cl M	OC 1.80	0.10	66.5		298.5	129.5	767.5	5.93				
17.00	17.20	Cl M	OC 1.80	0.10	61.5		302.0	131.0	695.0	5.31				
17.20	17.40	Cl M	OC 1.80	0.10	59.6		305.5	132.5	666.2	5.03				
17.40	17.60	Si L	1.80	0.10	((133.1))	(28.2)	308.9	133.9				9.1	11.2	9.0
17.60	17.80	Cl M	OC 1.80	0.10	45.8		312.6	135.6	476.9	3.52				
17.80	18.00	Si v L	1.80	0.10	((85.3))		315.9	136.9				6.5	7.8	6.2
18.00	18.20	Cl H	OC 1.80	0.10	85.7		319.7	138.7	1036.6	7.47				
18.20	18.40	Cl M	OC 1.80	0.10	64.2		323.2	140.2	720.0	5.14				
18.40	18.60	Si v L	1.80	0.10	((92.5))		326.5	141.5				6.9	8.3	6.7
18.60	18.80	Cl M	OC 1.80	0.10	71.8		330.3	143.3	824.0	5.75				
18.80	19.00	Si L	1.80	0.10	((166.7))	(29.2)	333.6	144.6				11.0	13.8	11.0
19.00	19.20	Cl M	OC 1.80	0.10	48.9		337.3	146.3	506.8	3.46				
19.20	19.40	Si v L	1.80	0.10	((76.0))		340.6	147.6				6.0	7.2	5.8
19.40	19.60	Cl M	OC 1.80	0.10	50.8		344.4	149.4	528.7	3.54				
19.60	19.80	Cl M	OC 1.80	0.10	47.2		347.7	150.7	481.4	3.20				
19.80	20.00	Cl L	NC 1.80	0.10	23.4		350.9	151.9	200.4	1.32				
20.00	20.20	Cl M	OC 1.80	0.10	40.8		354.7	153.7	399.9	2.60				
20.20	20.40	Cl H	OC 1.80	0.10	116.2		358.6	155.6	1473.8	9.47				
20.40	20.60	Sa Med	1.80	0.10		34.4	362.1	157.1			52.2	28.0	37.4	29.9
20.60	20.80	Si Med	1.80	0.10	((310.6))	(32.7)	365.5	158.5				18.7	24.3	19.5
20.80	21.00	Sa v L	1.80	0.10		32.6	369.0	160.0			39.4	18.6	24.2	19.3
21.00	21.20	Sa v L	1.80	0.10		32.5	372.5	161.5			39.5	18.7	24.3	19.5
21.20	21.40	Si L	1.80	0.10	((230.2))	(30.5)	376.0	163.0				14.6	18.6	14.9
21.40	21.60	Sa v L	1.80	0.10		32.5	379.5	164.5			39.7	19.0	24.7	19.8
21.60	21.80	Si L	1.80	0.10	((188.4))	(29.1)	383.1	166.1				12.4	15.6	12.5
21.80	22.00	Sa L	1.80	0.10		33.4	386.7	167.7			43.3	21.6	28.4	22.7
22.00	22.20	Si Med	1.80	0.10	((347.7))	(33.0)	390.2	169.2				20.7	27.2	21.7
22.20	22.40	Si Med	1.80	0.10	((331.2))	(32.6)	393.8	170.8				19.9	26.0	20.8
22.40	22.60	Cl vH	HOC 1.80	0.10	165.2		397.4	172.4	2229.2	12.93				
22.60	22.74	Cl vH	HOC 1.80	0.10	183.6		400.4	173.7	2539.4	14.62				

CPT-sondering utförd enligt EN ISO 22476-1



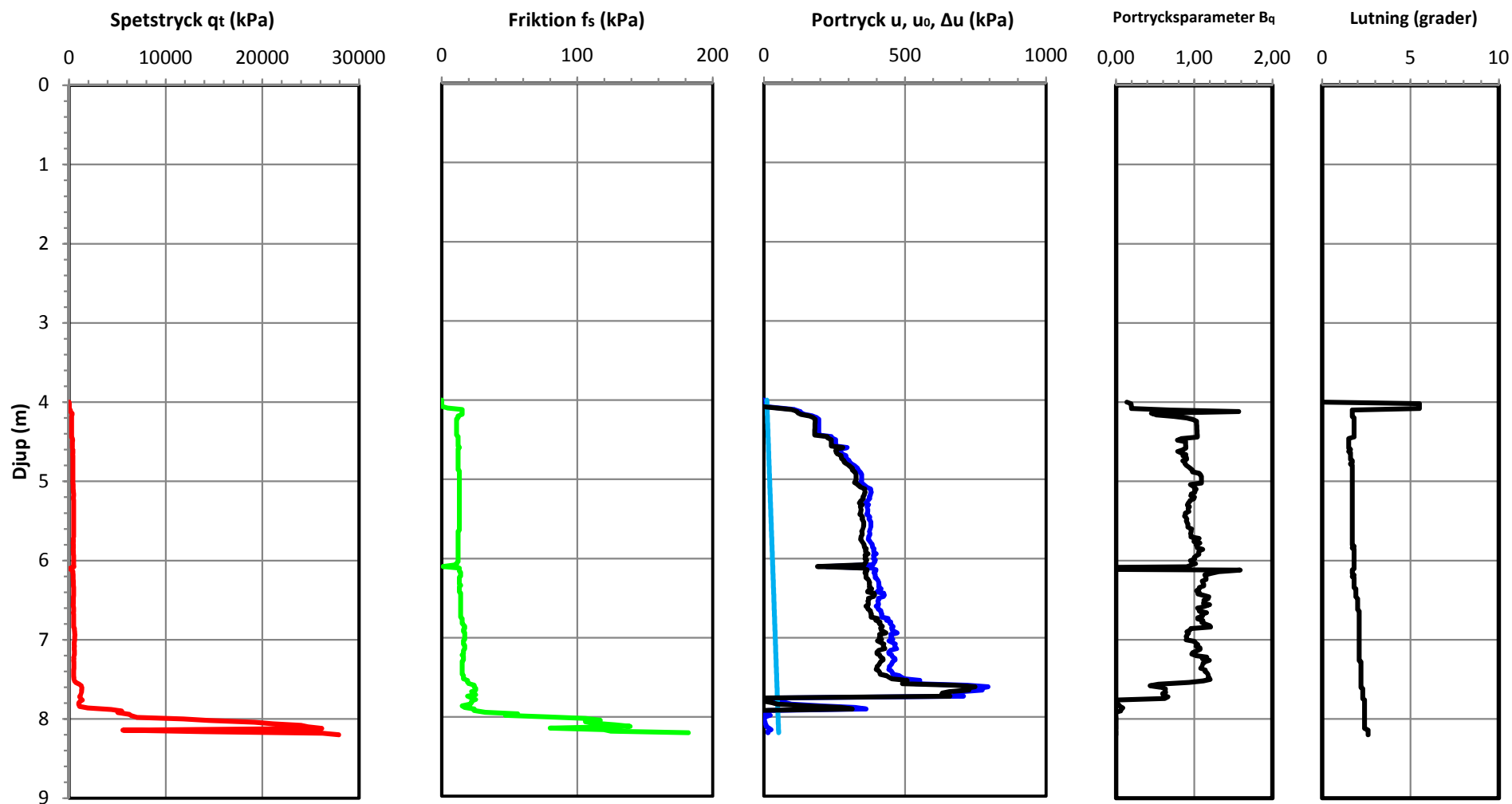


CPT-sondering

Uppdrag: NVE, Övre Eiker kommune
Uppdragsnr: 14512220369
Delområde: 480 - Hellefoss
Beställare: NVE

Datum: 1/15/2015
Borrhål: 48041
Nivå markyta: +29,2
Grundvattenyta: 3 m.u.m.y

Förborrningsdjup: 4 m
Startdjup: 4 m
Stoppdjup: 8,2 m



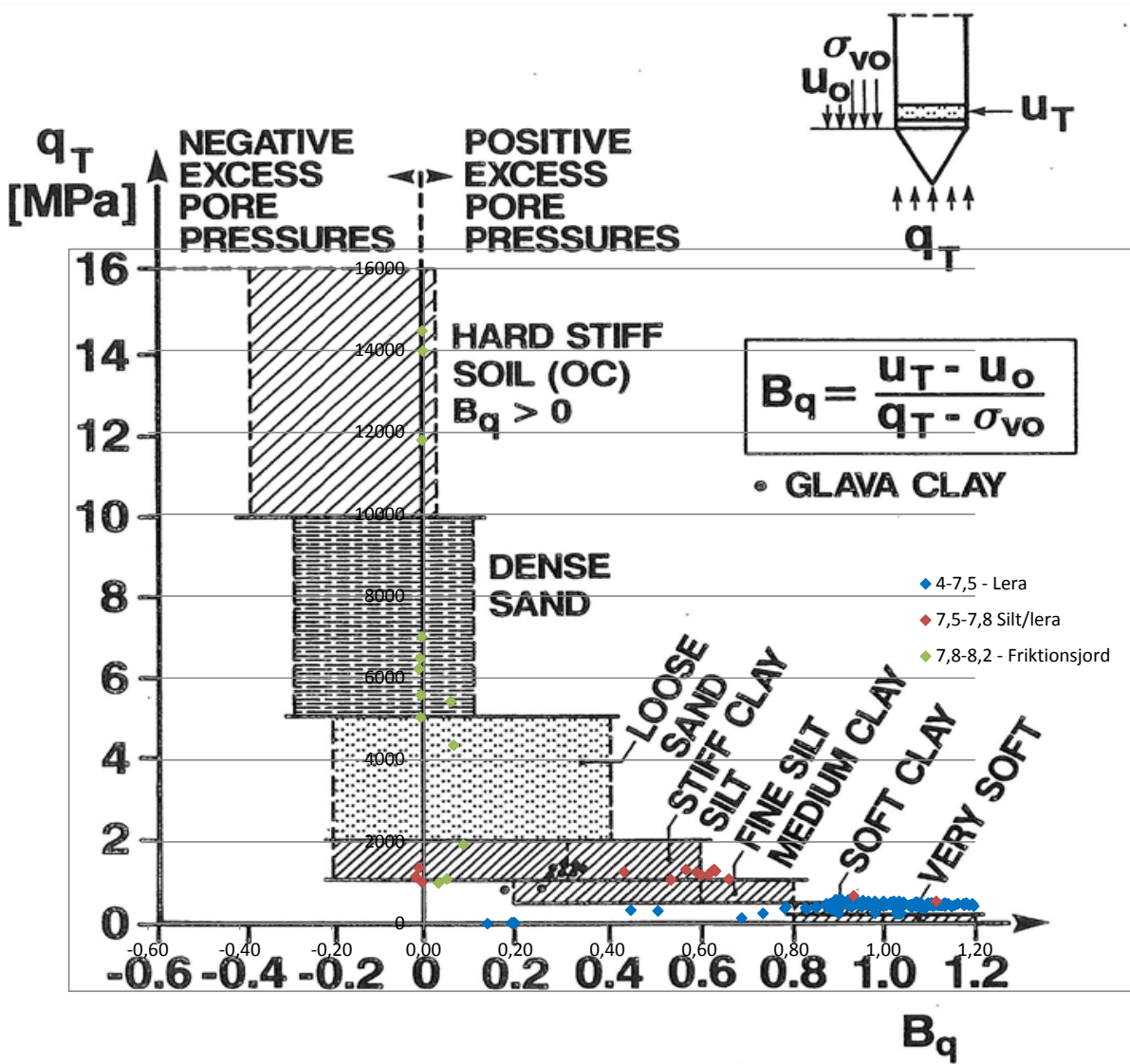
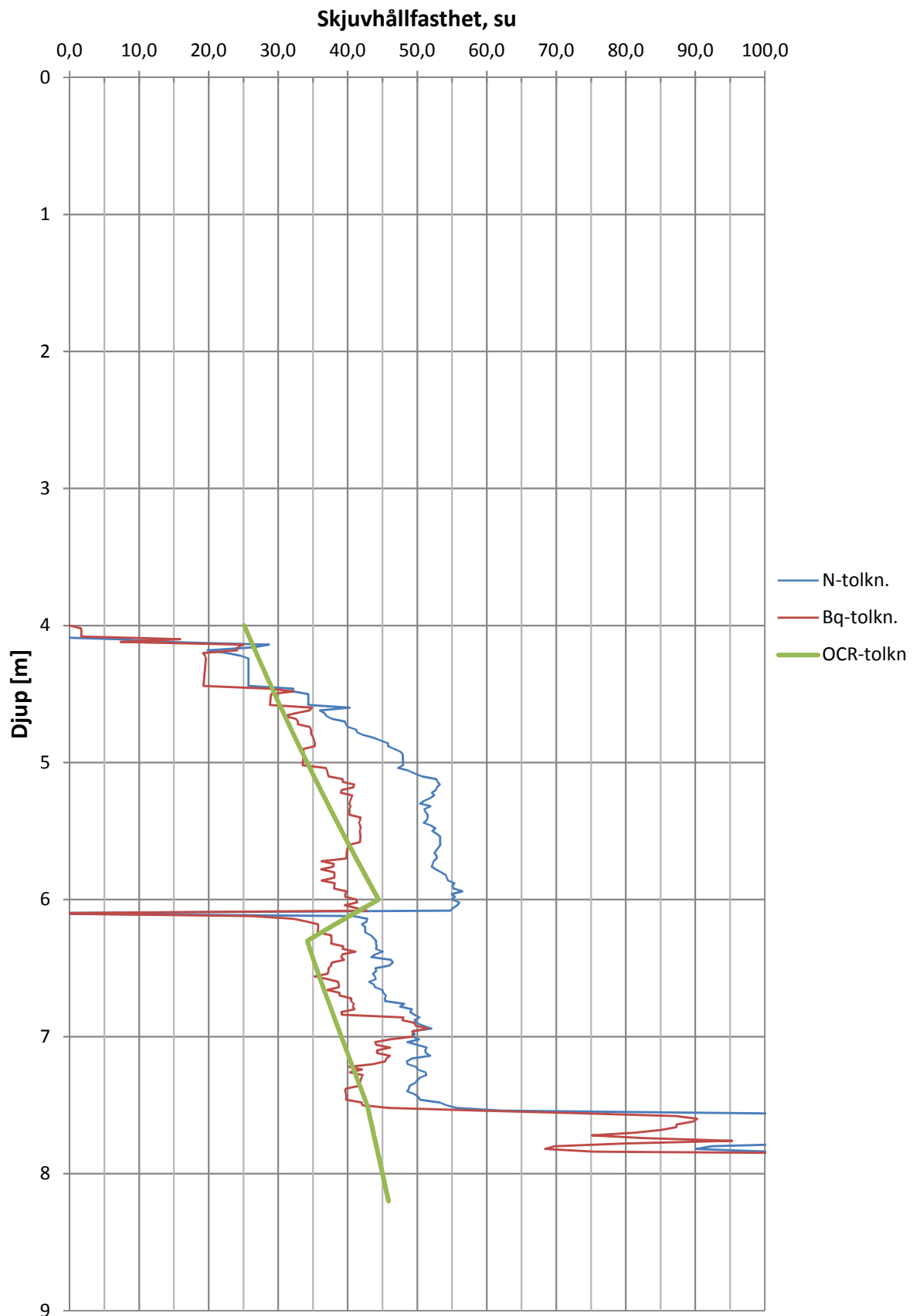


Figure 2.18. Classification chart based on q_T and B_q , modified version.
 (after Senneset, Sandven and Janbu (1989)).

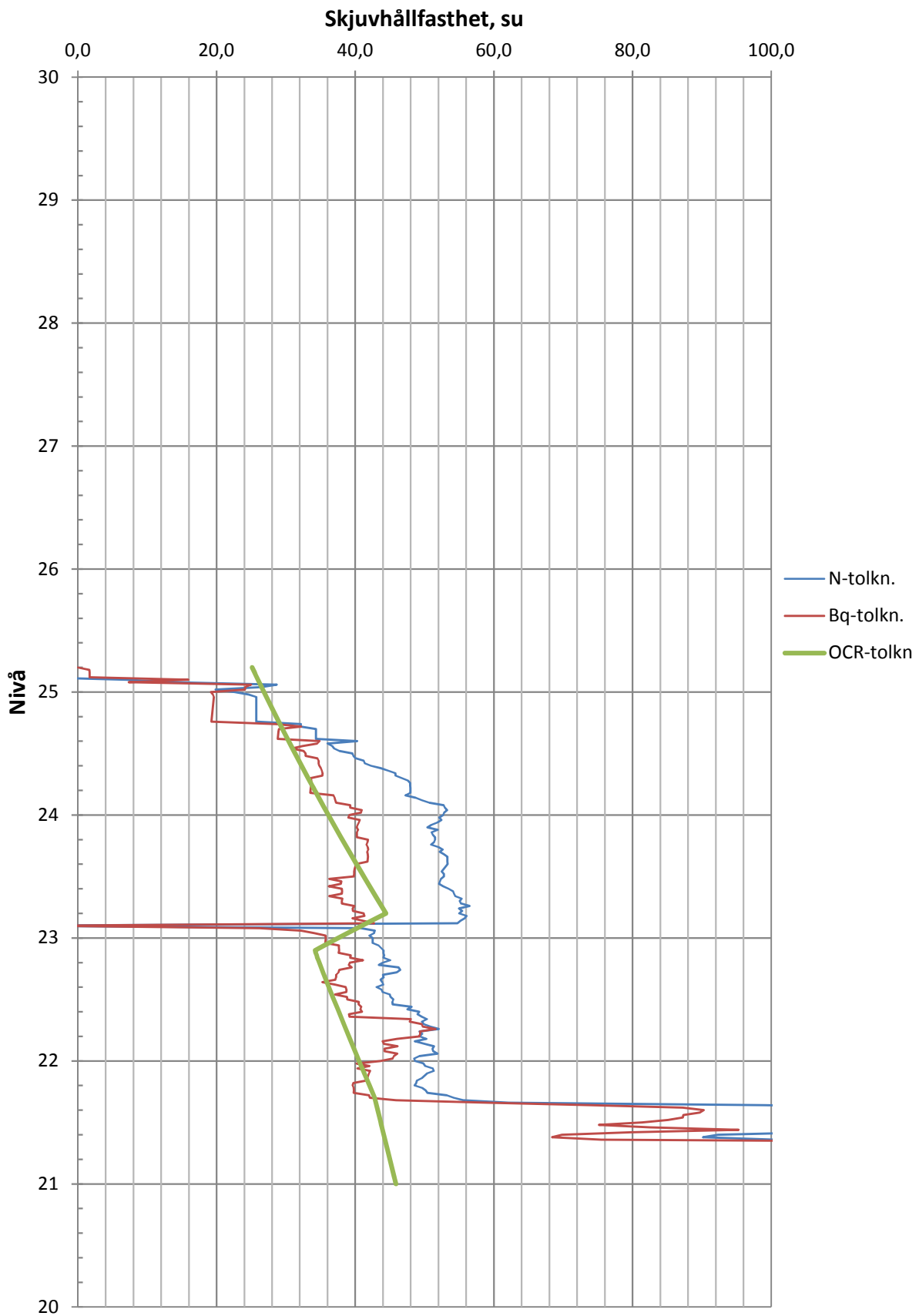
NVE, Övre Eiker kommune

CPT-utvärdering - Borrhål 48041



NVE, Övre Eiker kommune

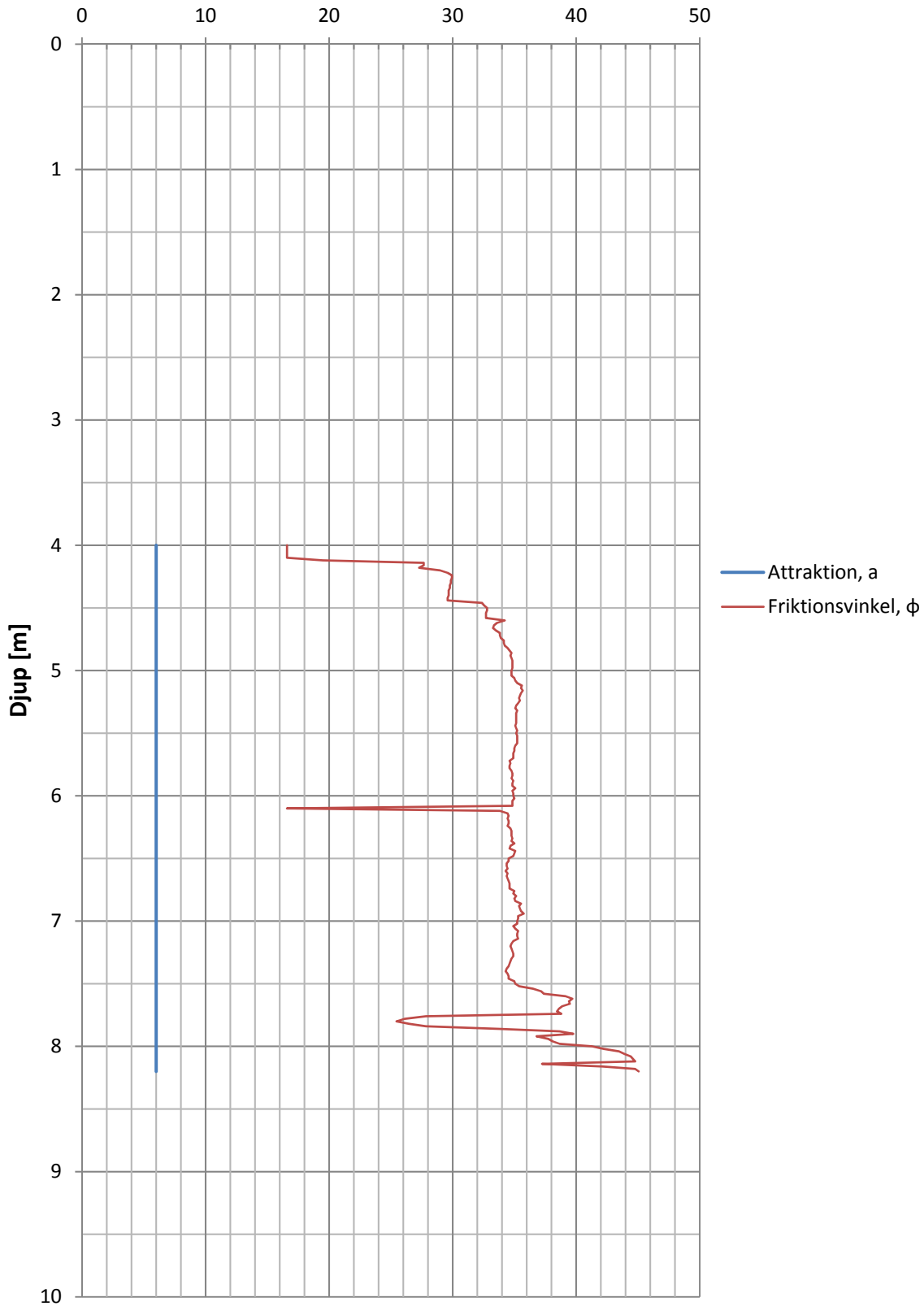
CPT-utvärdering - Borrhål 48041



NVE, Övre Eiker kommune

CPT-utvärdering - Borrhål 48041

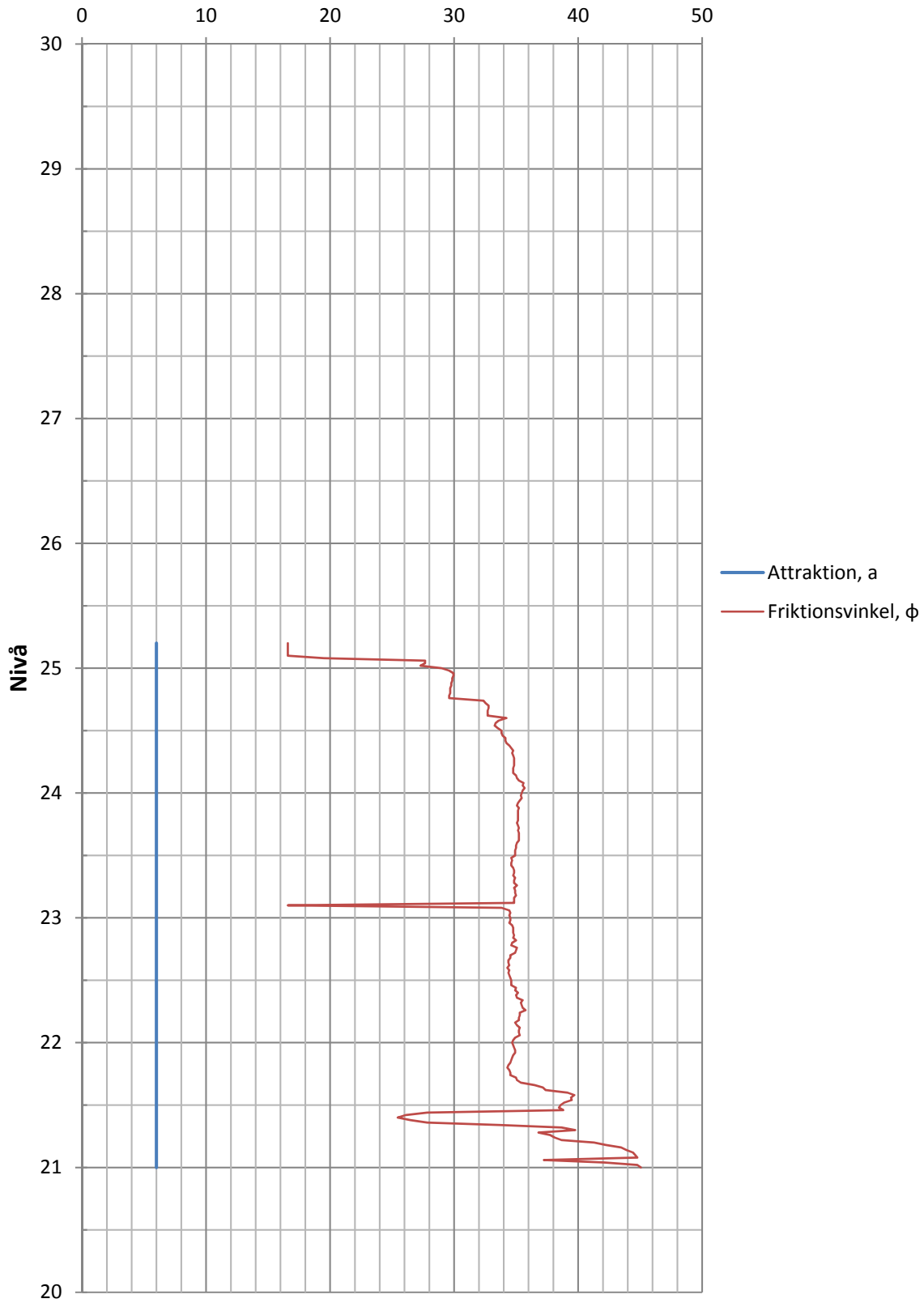
Friktionsvinkel [°] och attraktion [kPa]



NVE, Övre Eiker kommune

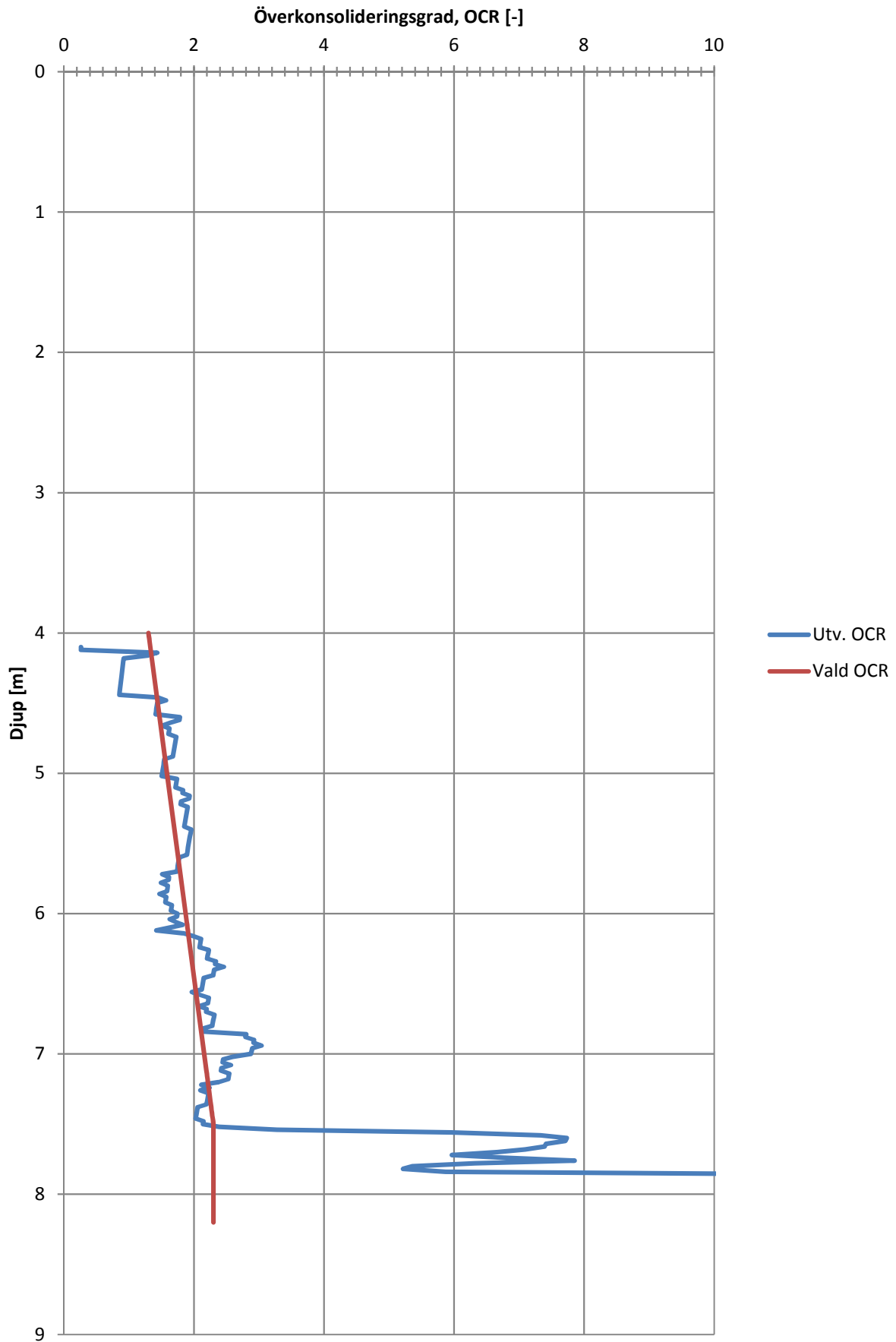
CPT-utvärdering - Borrhål 48041

Friktionsvinkel [°] och attraktion [kPa]



Utvärdering av OCR

CPT-utvärdering - Borrhål 48041



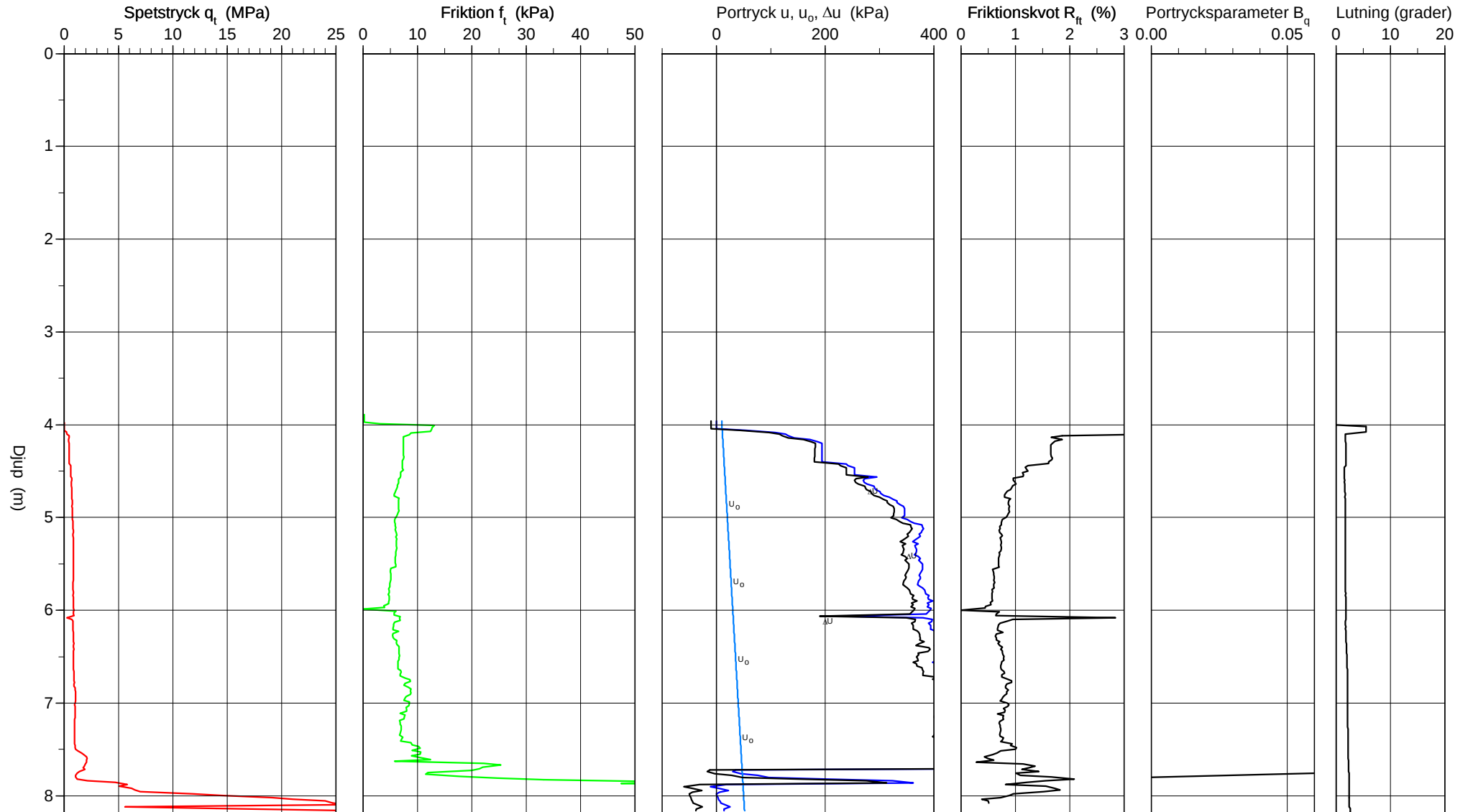
CPT-sondering utförd enligt EN ISO 22476-1

Förborrningsdjup 4.00 m
 Start djup 4.00 m
 Stopp djup 8.20 m
 Grundvattennivå 3.00 m

Referens
 Nivå vid referens
 Förborrat material
 Geometri Normal

Vätska i filter
 Borrpunktens koord.
 Utrustning
 Sond nr 3899

Projekt NVE - Övre Eiker Kommune
 Projekt nr 1451220369
 Plats 1239
 Borrhål 48041
 Datum 1/15/2015

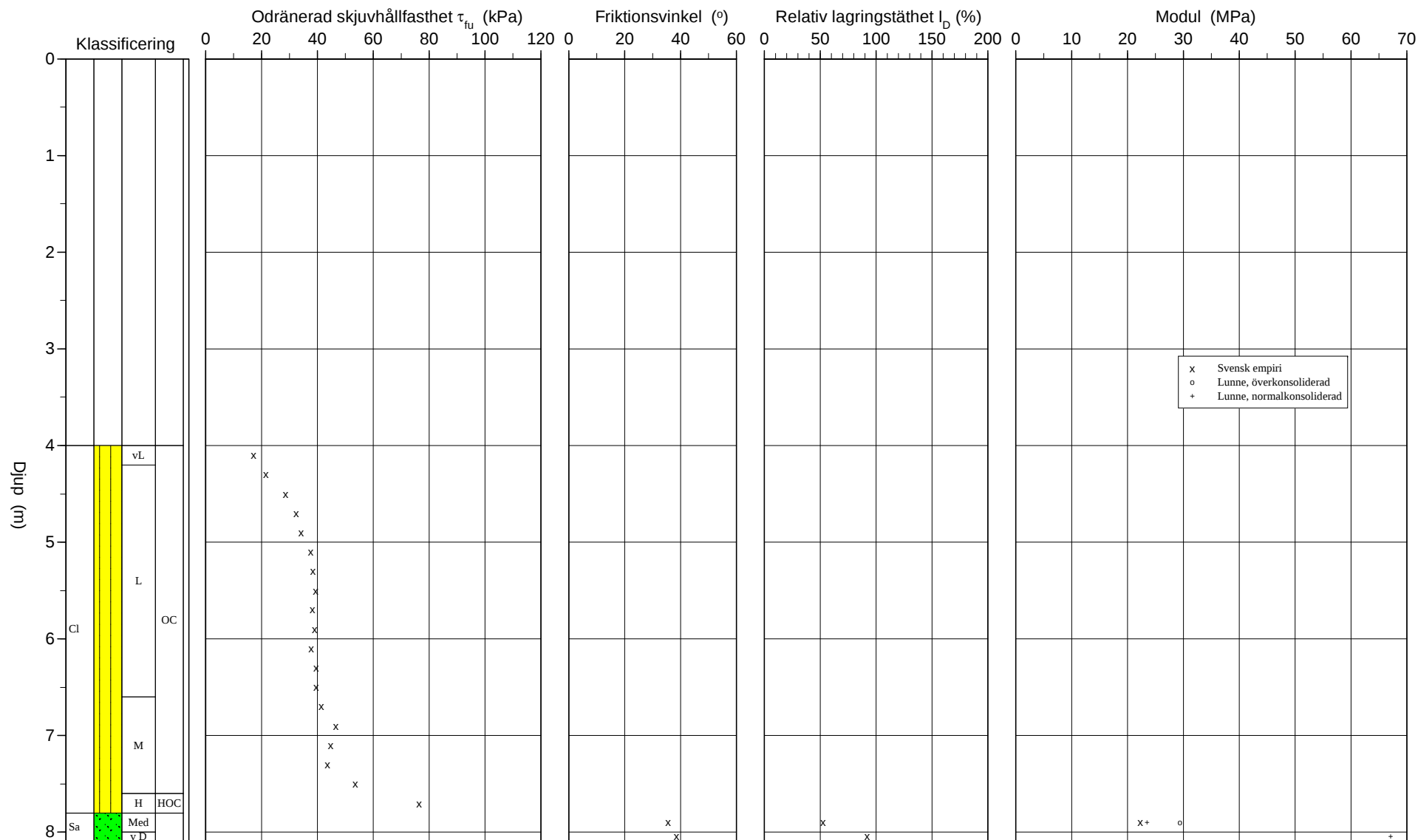


Referens
 Nivå vid referens
 Grundvattenyta 3.00 m
 Startdjup 4.00 m

Förbormningsdjup 4.00 m
 Förborrat material
 Utrustning
 Geometri Normal

Utvärderare
 Datum för utvärdering

Projekt NVE - Övre Eiker Kommune
 Projekt nr 1451220369
 Plats 1239
 Borrhål 48041
 Datum 1/15/2015

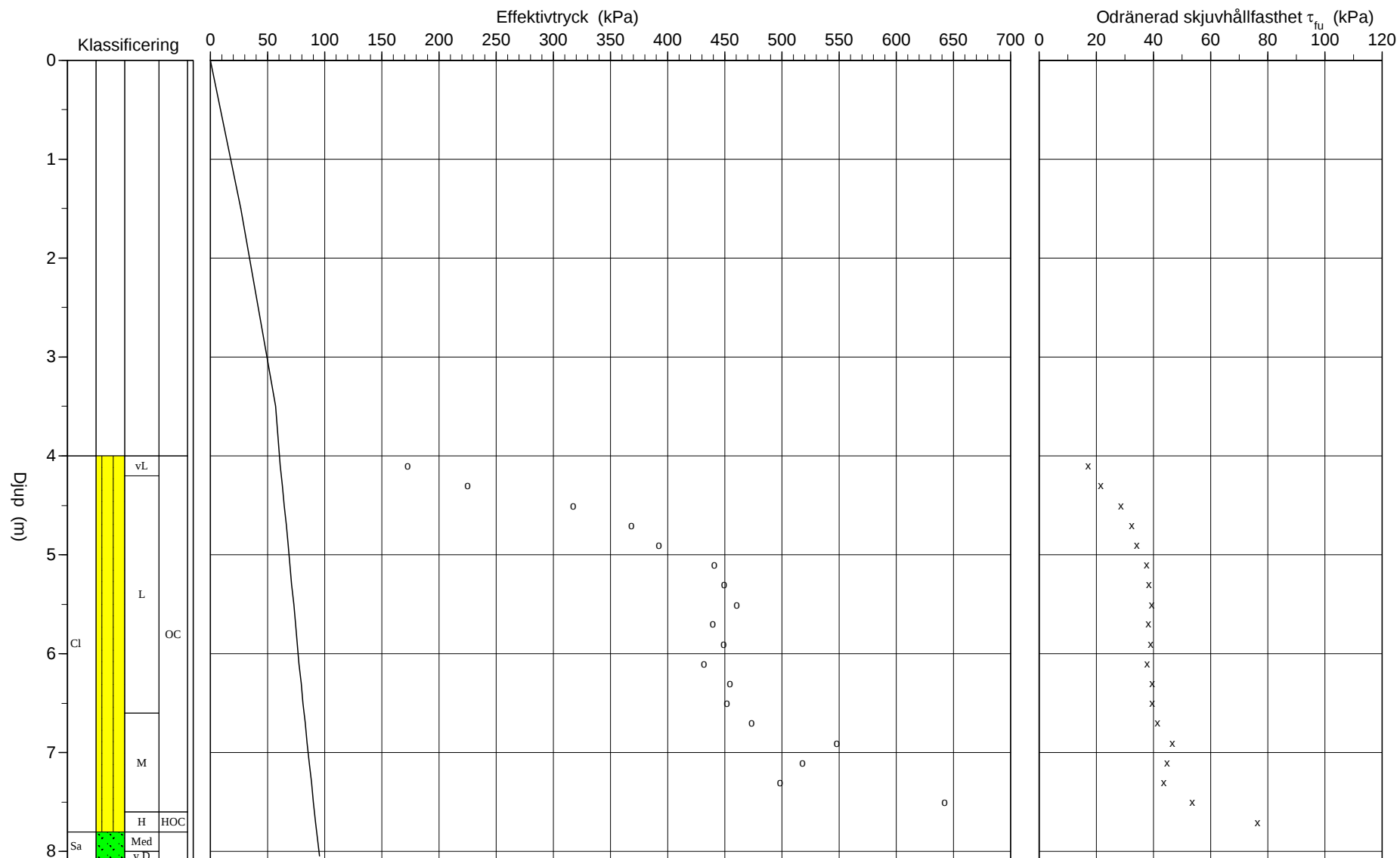


Referens
 Nivå vid referens
 Grundvattenyta 3.00 m
 Startdjup 4.00 m

Förbormningsdjup 4.00 m
 Förborrat material
 Utrustning
 Geometri Normal

Utvärderare
 Datum för utvärdering

Projekt NVE - Övre Eiker Kommune
 Projekt nr 1451220369
 Plats 1239
 Borrhål 48041
 Datum 1/15/2015

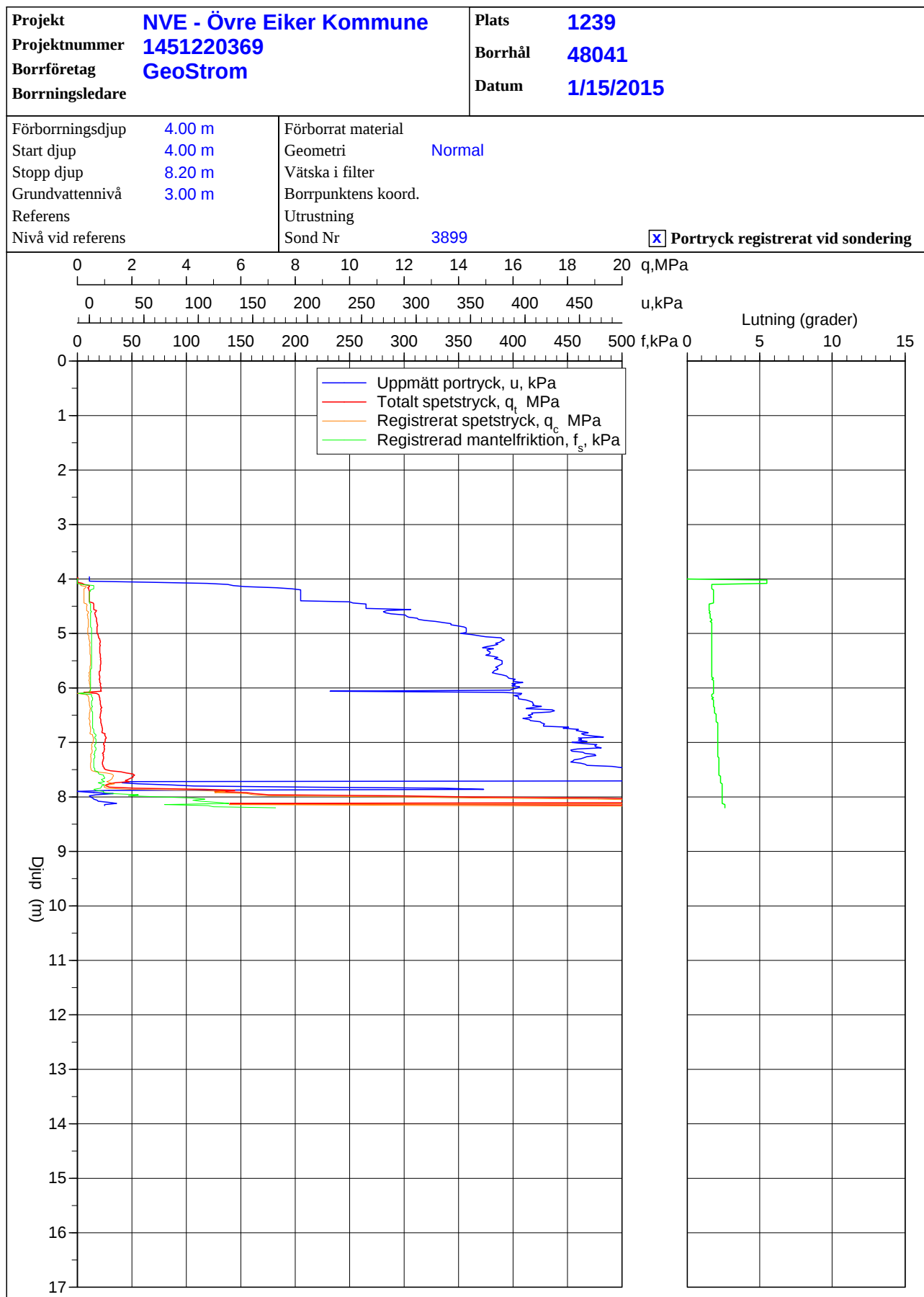


C P T - sondering

Sida 1 av 1

Projekt				Plats										
NVE - Øvre Eiker Kommune 1451220369				1239										
				Borrhål										
				48041										
				Datum										
				1/15/2015										
Djup (m)		Klassifisering	ρ t/m ³	I_p	τ_{fu} kPa	ϕ °	σ_{vo} kPa	σ'_{vo} kPa	σ'_c kPa	OCR	I_D %	E MPa	M_{OC} MPa	M_{NC} MPa
Från	Till													
0.00	3.00		1.80				26.5	26.5						
3.00	4.00		1.80				61.8	56.8						
4.00	4.20	Cl vL	OC 1.85	0.10	17.3		71.9	60.9	172.3	2.83				
4.20	4.40	Cl L	OC 1.85	0.10	21.5		75.8	62.8	225.0	3.58				
4.40	4.60	Cl L	OC 1.85	0.10	28.5		79.5	64.5	317.3	4.92				
4.60	4.80	Cl L	OC 1.85	0.10	32.3		83.3	66.3	368.5	5.55				
4.80	5.00	Cl L	OC 1.85	0.10	34.2		87.0	68.0	392.5	5.77				
5.00	5.20	Cl L	OC 1.85	0.10	37.7		90.6	69.6	441.0	6.34				
5.20	5.40	Cl L	OC 1.85	0.10	38.4		94.2	71.2	449.4	6.31				
5.40	5.60	Cl L	OC 1.85	0.10	39.4		97.9	72.9	460.5	6.32				
5.60	5.80	Cl L	OC 1.85	0.10	38.1		101.5	74.5	439.7	5.90				
5.80	6.00	Cl L	OC 1.85	0.10	38.9		105.1	76.1	449.2	5.90				
6.00	6.20	Cl L	OC 1.85	0.10	37.9		108.7	77.7	431.8	5.55				
6.20	6.40	Cl L	OC 1.85	0.10	39.7		112.4	79.4	454.7	5.73				
6.40	6.60	Cl L	OC 1.95	0.10	39.6		116.0	81.0	452.1	5.58				
6.60	6.80	Cl M	OC 1.95	0.10	41.3		119.8	82.8	473.6	5.72				
6.80	7.00	Cl M	OC 1.95	0.10	46.6		123.7	84.7	548.2	6.48				
7.00	7.20	Cl M	OC 1.95	0.10	44.8		127.5	86.5	517.9	5.99				
7.20	7.40	Cl M	OC 1.95	0.10	43.6		131.3	88.3	498.7	5.65				
7.40	7.60	Cl M	OC 1.95	0.10	53.6		135.1	90.1	642.4	7.13				
7.60	7.80	Cl H	HOC 1.95	0.10	76.3		139.0	92.0	993.4	10.80				
7.80	8.00	Sa Med	1.95	0.10		35.5	142.8	93.8			52.7	22.3	29.4	23.5
8.00	8.09	Sa v D	1.95	0.10		38.7	145.7	95.3			92.2	81.2	117.8	67.1

CPT-sondering utförd enligt EN ISO 22476-1



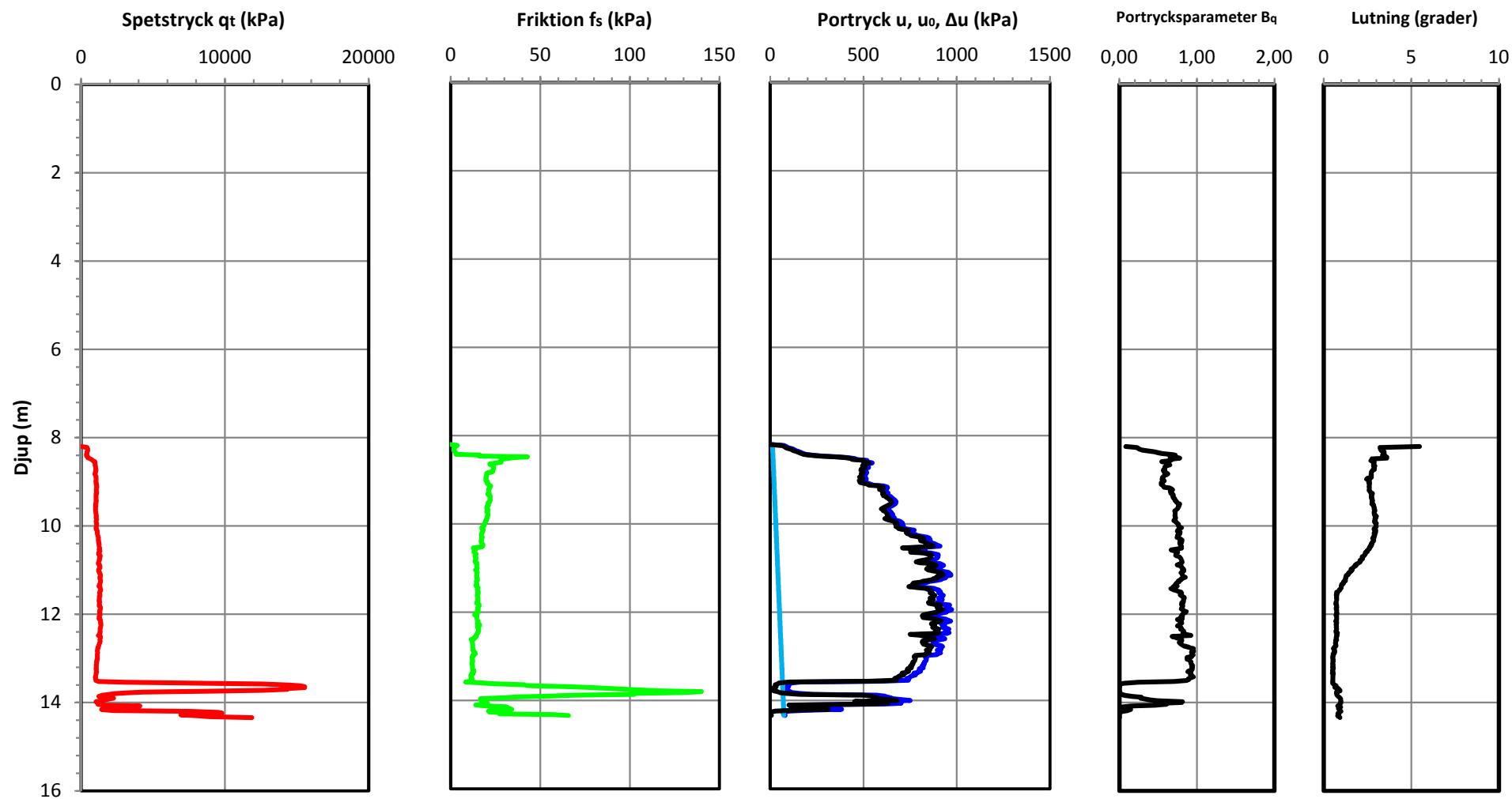


CPT-sondering

Uppdrag: NVE, Övre Eiker kommune
Uppdragsnr: 14512220369
Delområde: 480 - Hellefoss
Beställare: NVE

Datum: 1/14/2015
Borrhål: 48043
Nivå markyta: +12,9
Grundvattenyta: 7 m.u.m.y

Förborrningsdjup: 8,2 m
Startdjup: 8,2 m
Stoppdjup: 14,34 m



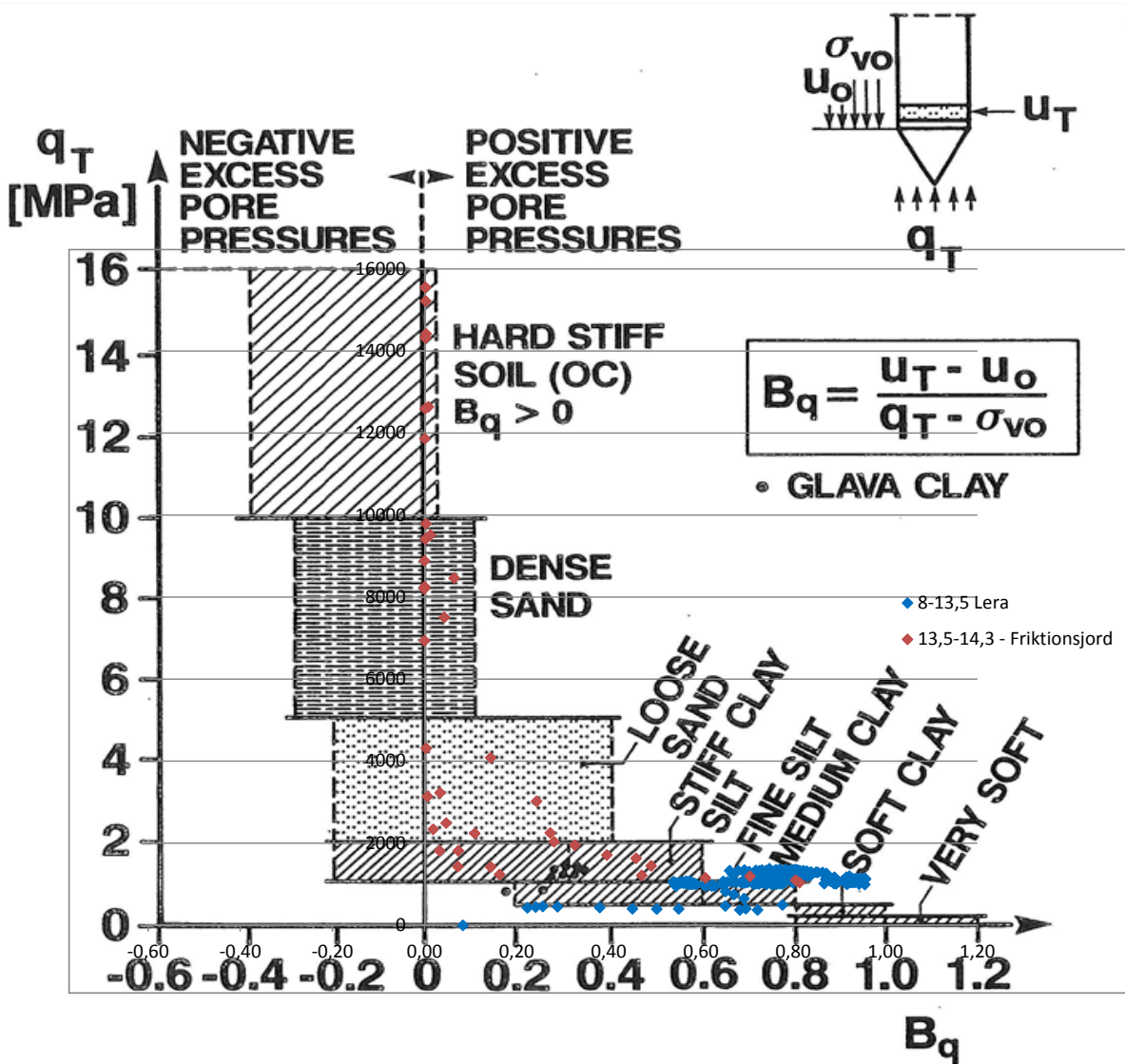
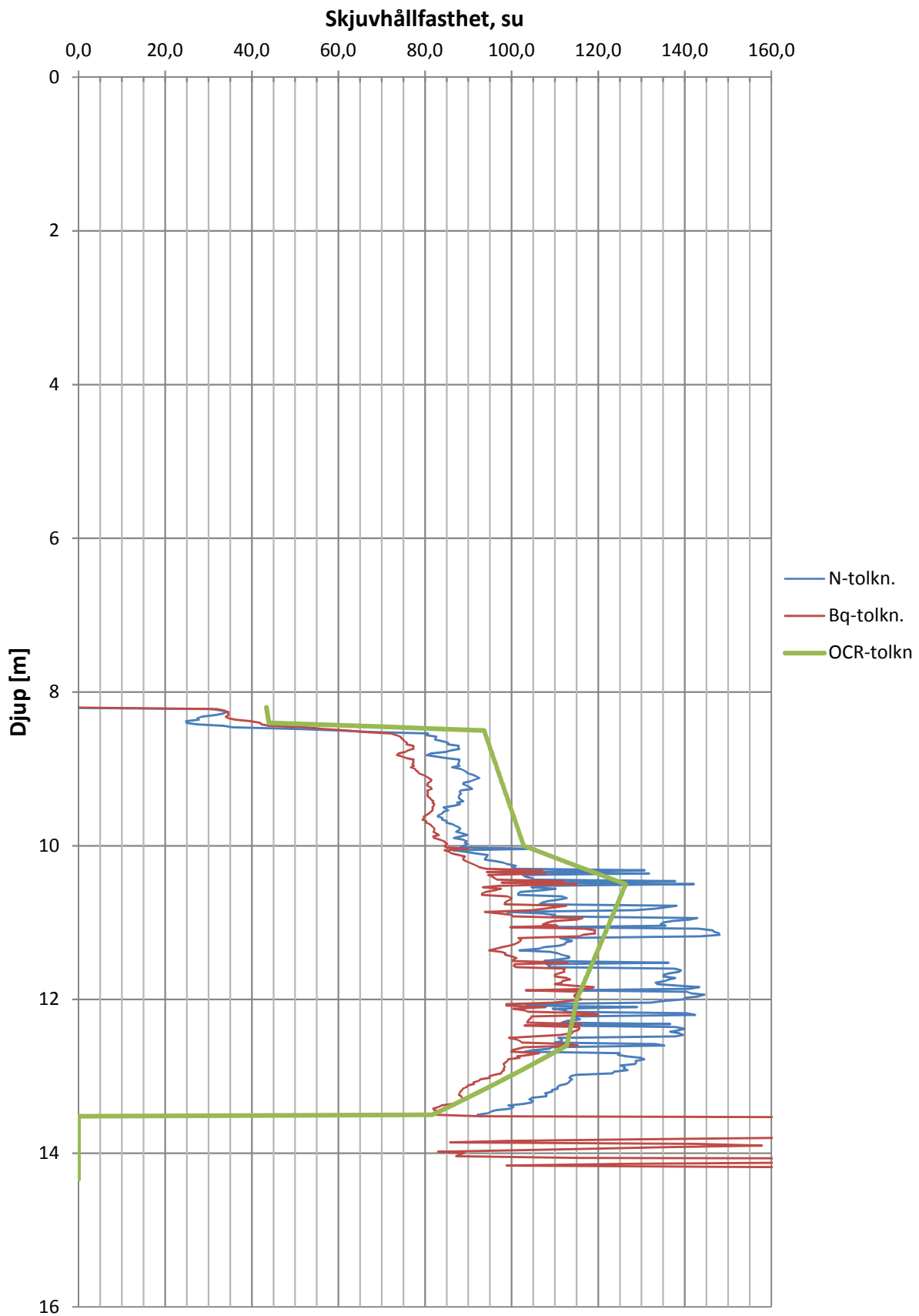


Figure 2.18. Classification chart based on q_T and B_q , modified version.
(after Senneset, Sandven and Janbu (1989)).

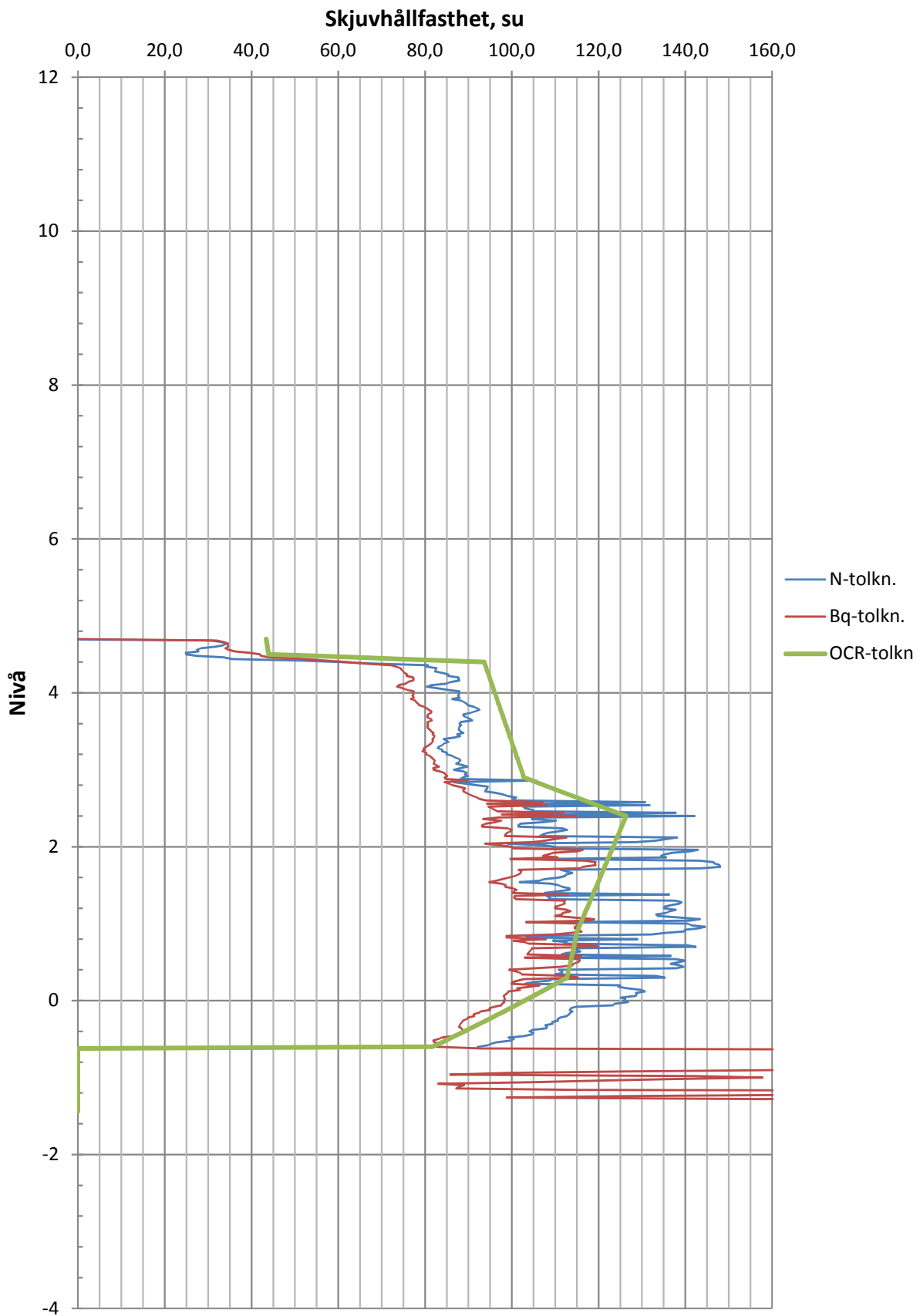
NVE, Övre Eiker kommune

CPT-utvärdering - Borrhål 48043



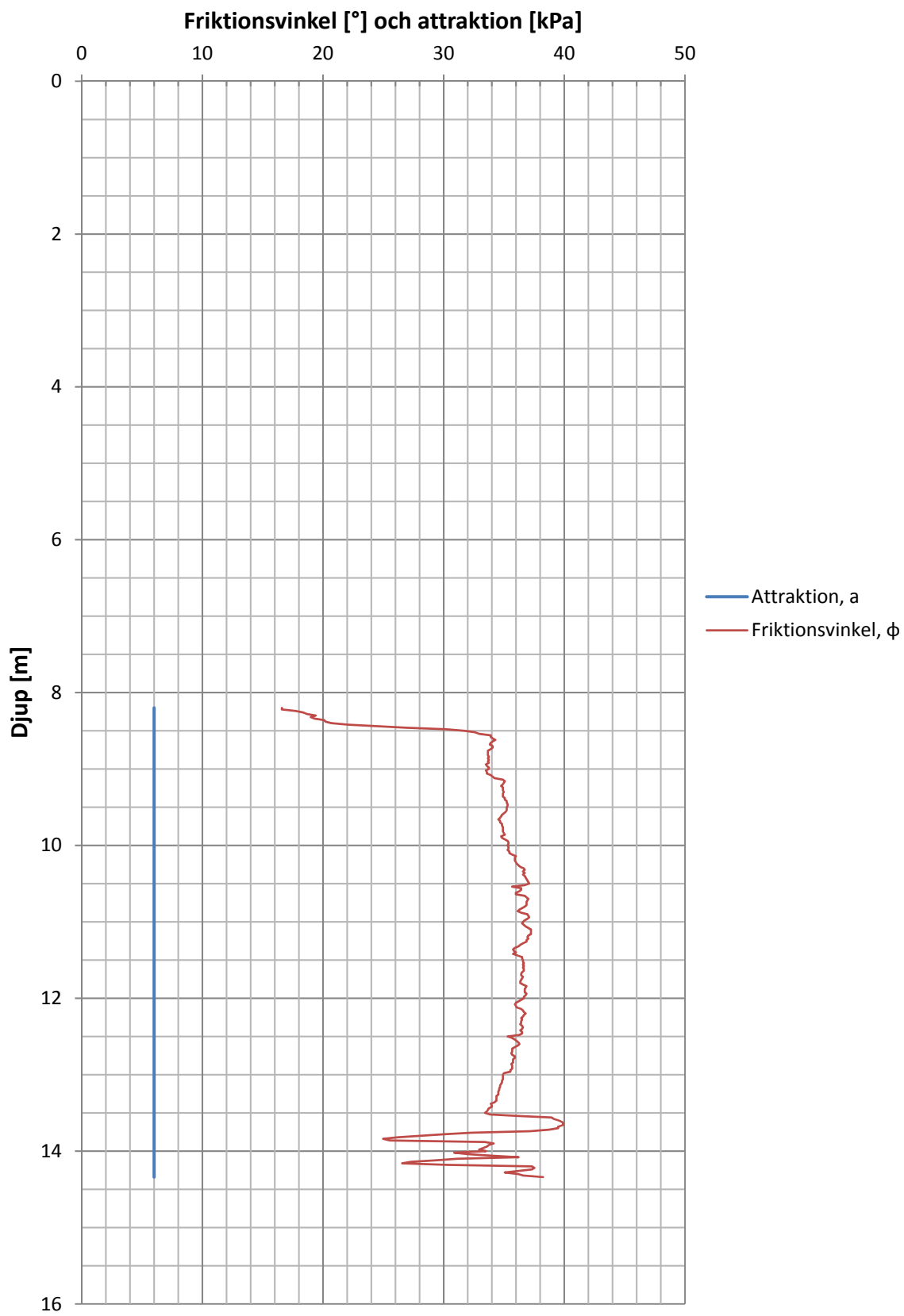
NVE, Övre Eiker kommune

CPT-utvärdering - Borrhål 48043



NVE, Övre Eiker kommune

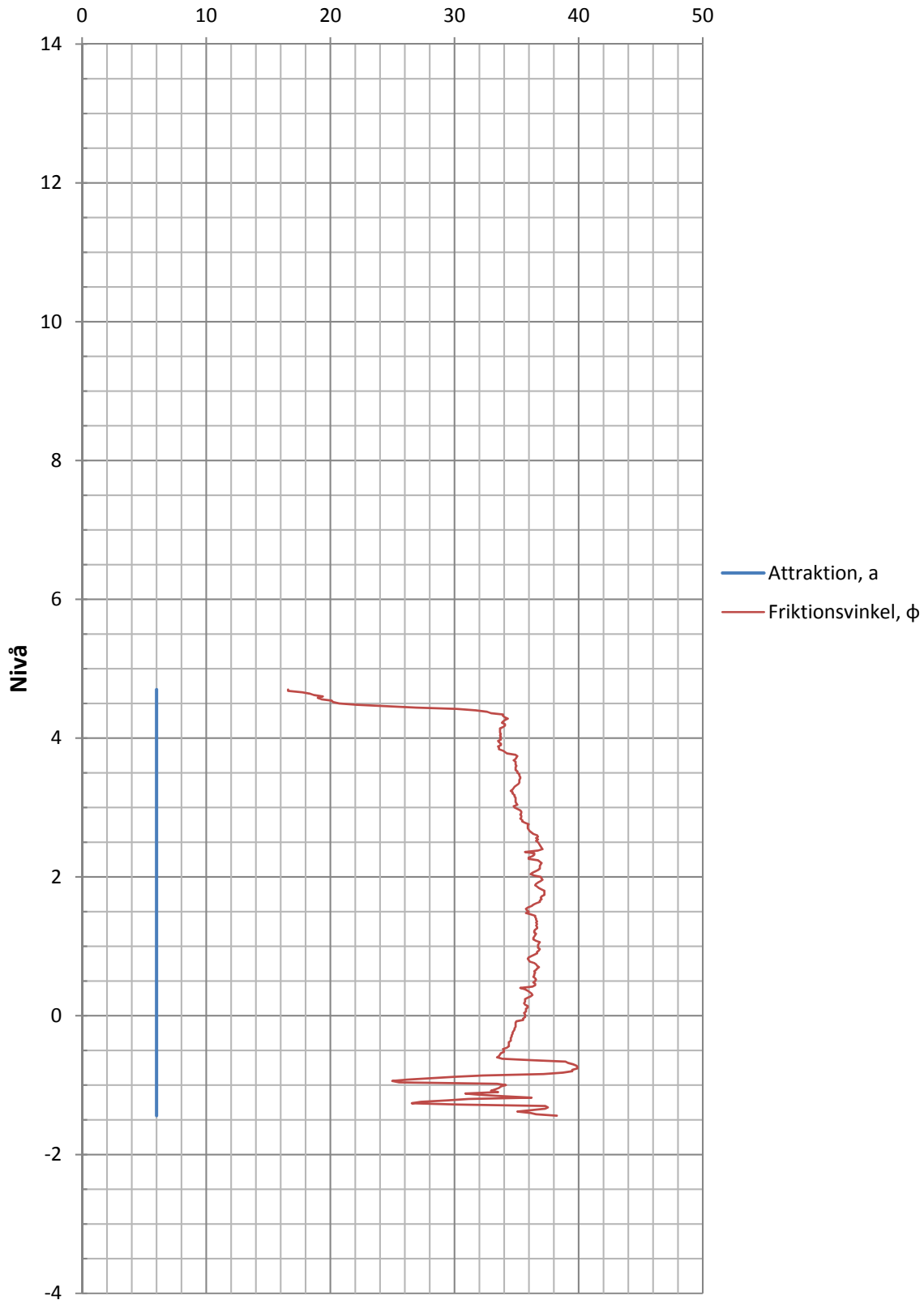
CPT-utvärdering - Borrhål 48043



NVE, Övre Eiker kommune

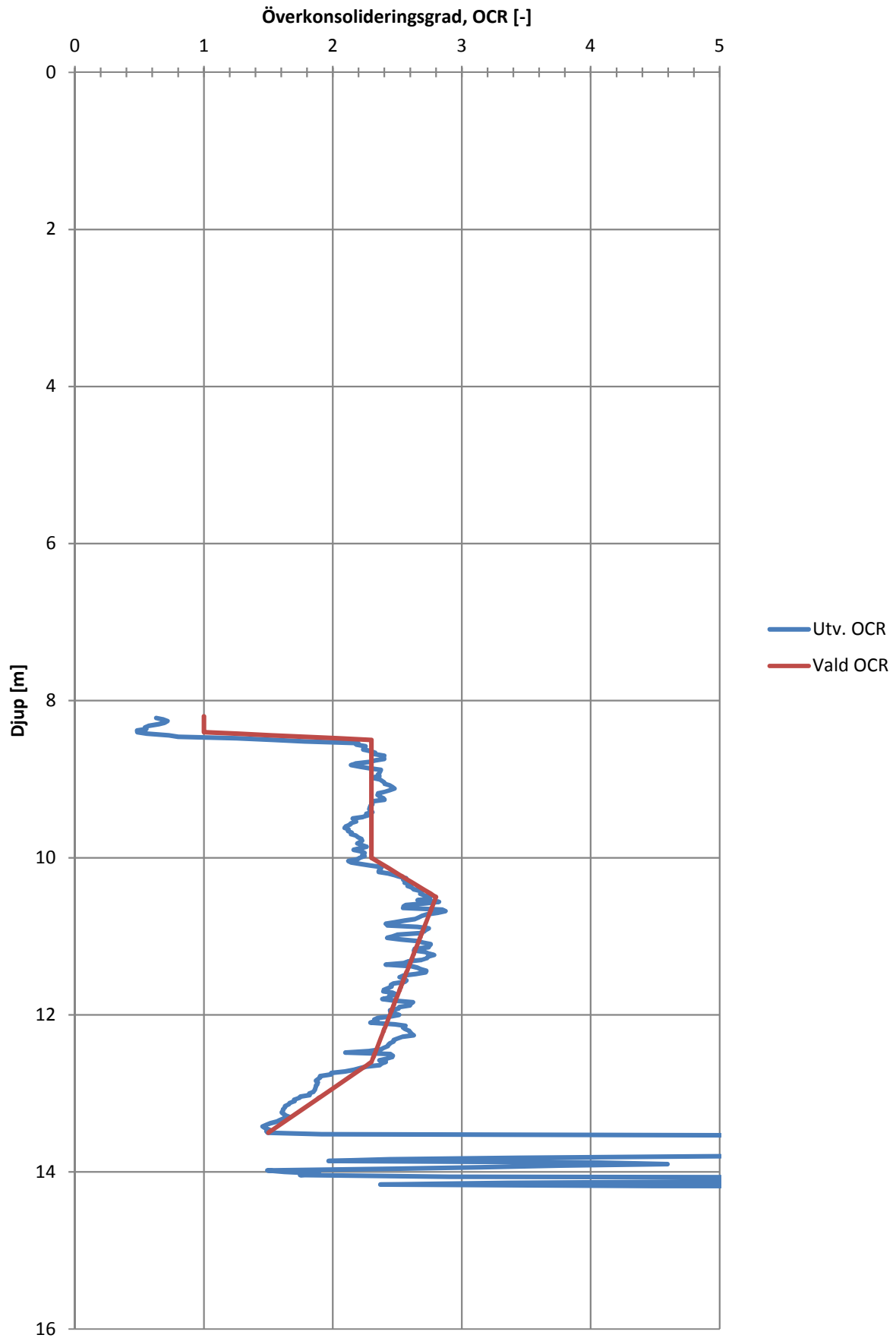
CPT-utvärdering - Borrhål 48043

Friktionsvinkel [°] och attraktion [kPa]



Utvärdering av OCR

CPT-utvärdering - Borrhål 48043



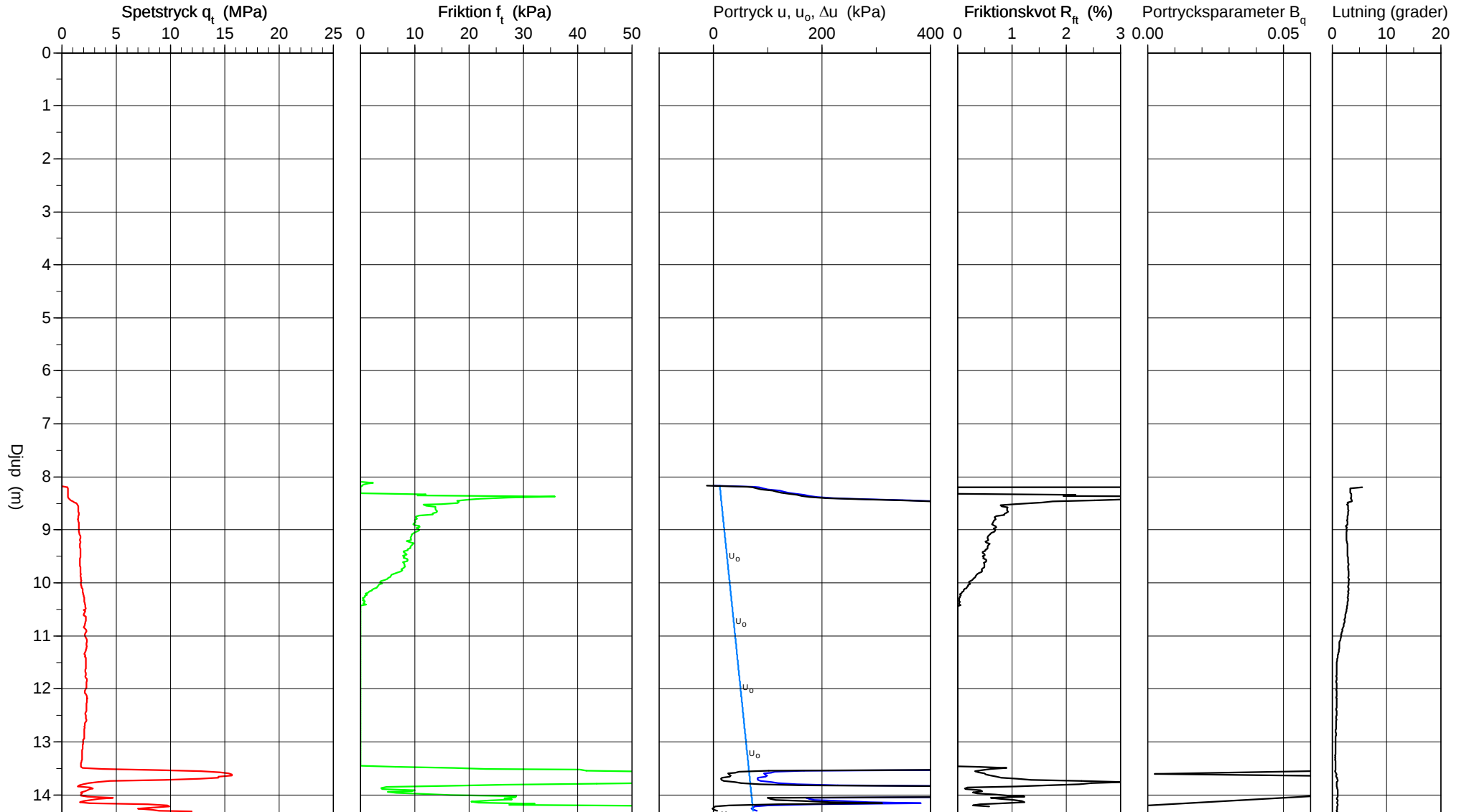
CPT-sondering utförd enligt EN ISO 22476-1

Förborrningsdjup 8.20 m
 Start djup 8.20 m
 Stopp djup 14.34 m
 Grundvattennivå 7.00 m

Referens
 Nivå vid referens
 Förborrat material
 Geometri Normal

Vätska i filter
 Borrpunktens koord.
 Utrustning
 Sond nr 4580

Projekt NVE - Övre Eiker Kommune
 Projekt nr 1451220369
 Plats 1239
 Borrhål 48043
 Datum 1/14/2015

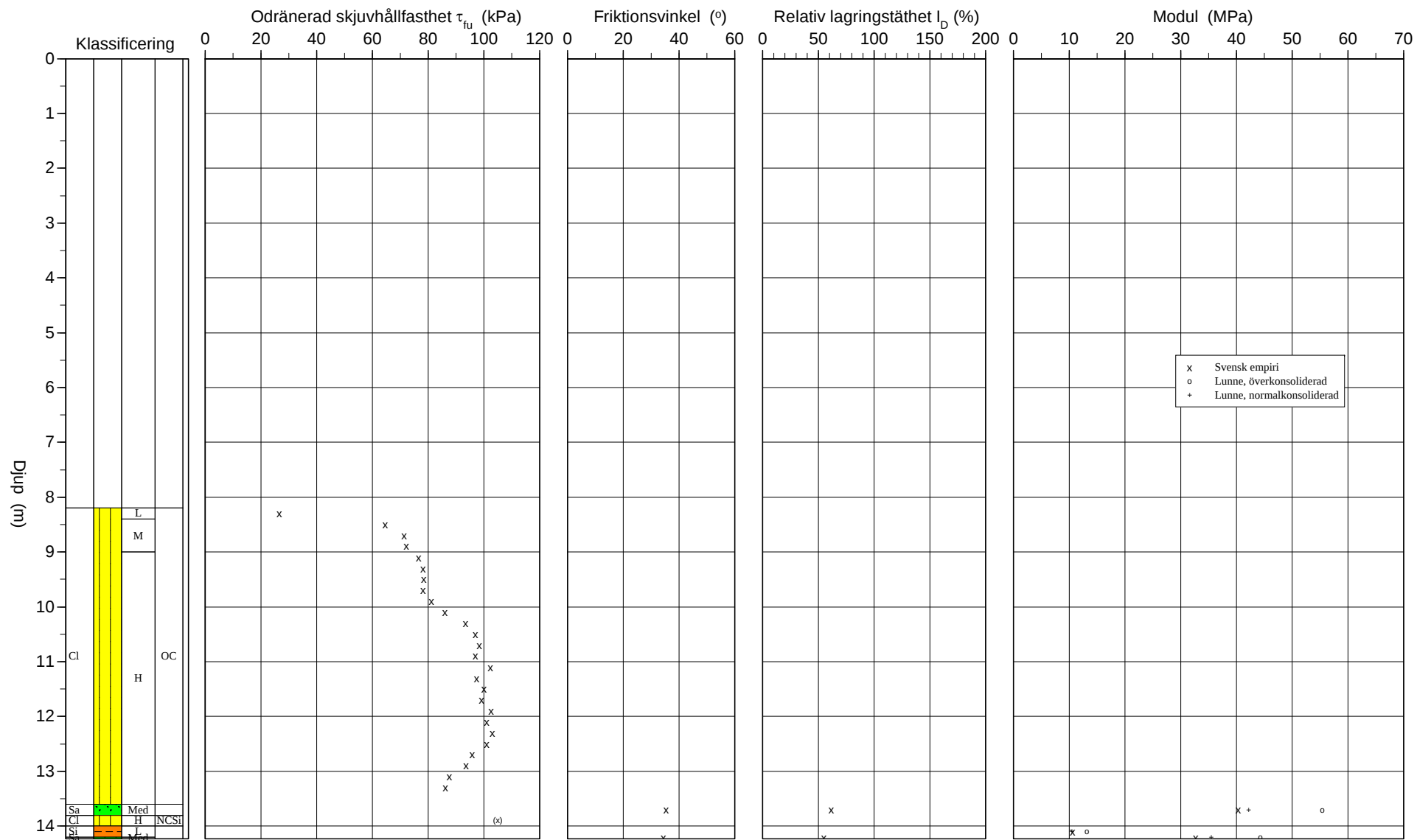


Referens
 Nivå vid referens
 Grundvattenyta 7.00 m
 Startdjup 8.20 m

Förbormningsdjup 8.20 m
 Förborrat material
 Utrustning
 Geometri Normal

Utvärderare
 Datum för utvärdering

Projekt NVE - Övre Eiker Kommune
 Projekt nr 1451220369
 Plats 1239
 Borrhål 48043
 Datum 1/14/2015

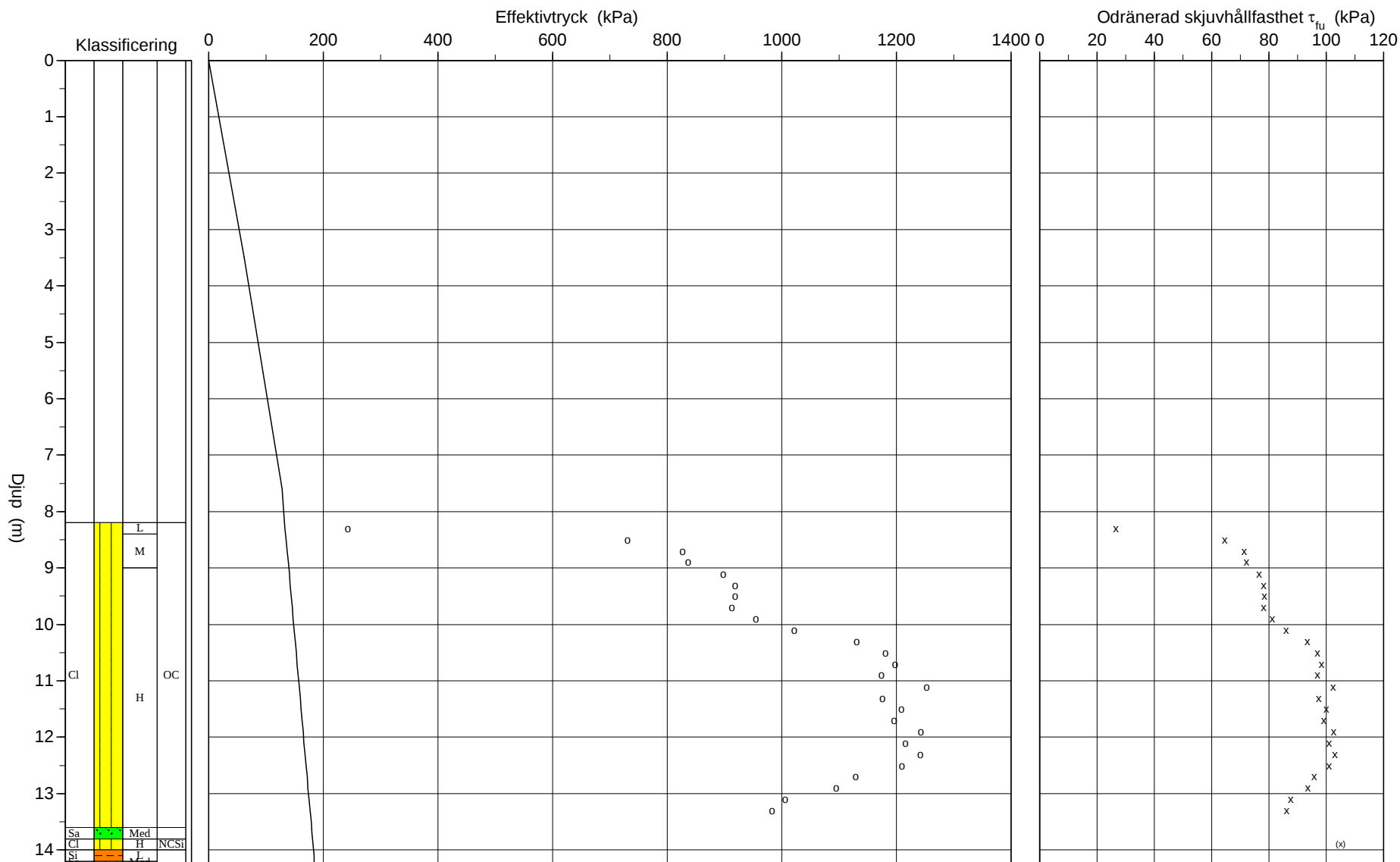


Referens
 Nivå vid referens
 Grundvattenyta 7.00 m
 Startdjup 8.20 m

Förbormningsdjup 8.20 m
 Förborrat material
 Utrustning
 Geometri Normal

Utvärderare
 Datum för utvärdering

Projekt NVE - Övre Eiker Kommune
 Projekt nr 1451220369
 Plats 1239
 Borrhål 48043
 Datum 1/14/2015

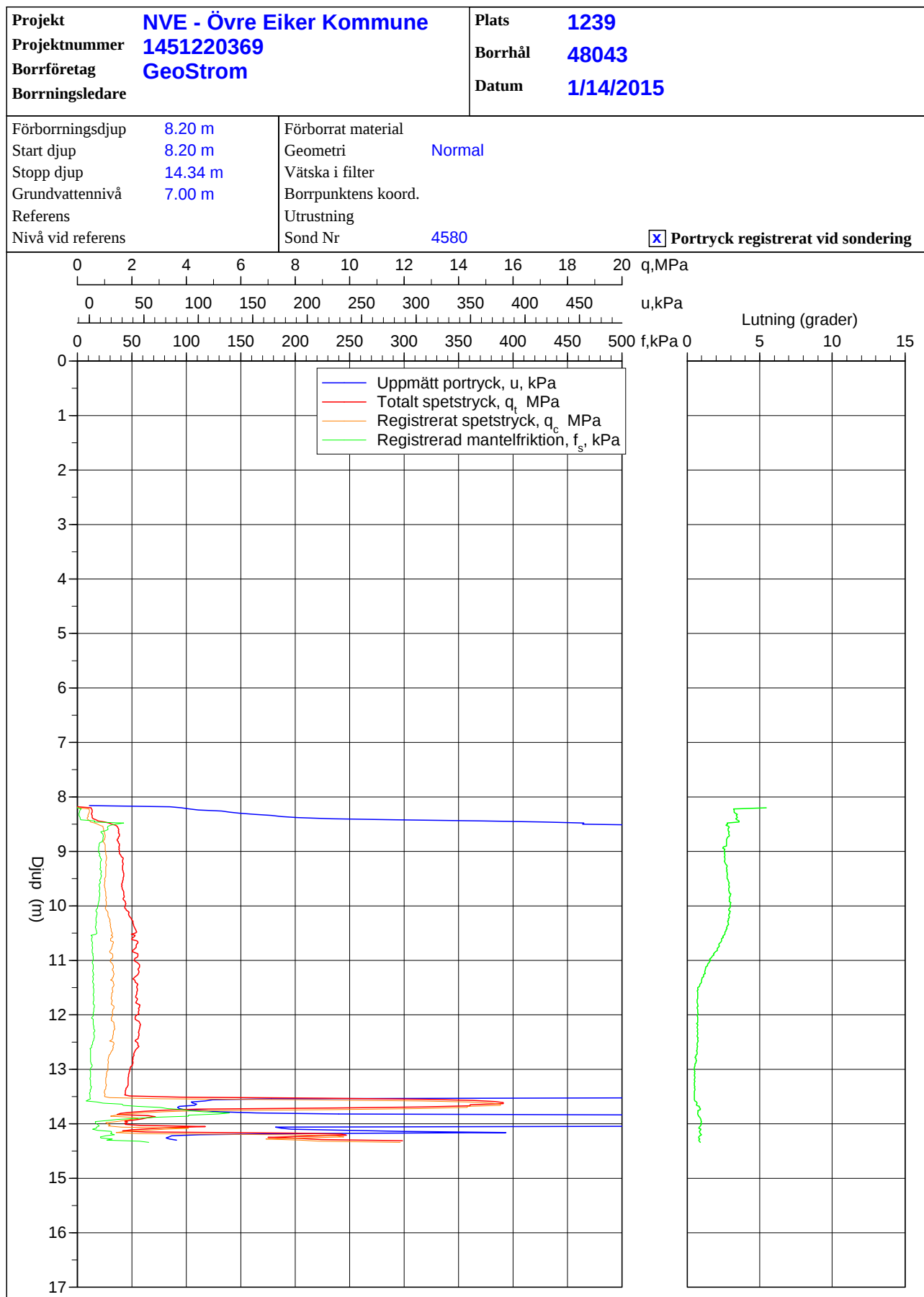


CPT - sondering

Sida 1 av 1

Projekt				Plats										
NVE - Øvre Eiker Kommune 1451220369				1239										
				Borrhål										
				48043										
				Datum										
				1/14/2015										
Djup (m)		Klassifisering	ρ t/m ³	I_p	τ_{fu} kPa	ϕ °	σ_{vo} kPa	σ'_{vo} kPa	σ'_c kPa	OCR	I_D %	E MPa	M_{OC} MPa	M_{NC} MPa
Från	Till													
0.00	7.00		1.80	0.10			61.8	61.8						
7.00	8.20		1.80	0.10			134.2	128.2						
8.20	8.40	CI L	OC	1.90	0.10	26.7	146.4	133.4	243.1	1.82				
8.40	8.60	CI M	OC	1.90	0.10	64.5	150.4	135.4	731.1	5.40				
8.60	8.80	CI M	OC	1.90	0.10	71.4	154.1	137.1	827.5	6.04				
8.80	9.00	CI M	OC	1.90	0.10	72.3	157.8	138.8	837.5	6.03				
9.00	9.20	CI H	OC	1.90	0.10	76.6	161.6	140.6	898.4	6.39				
9.20	9.40	CI H	OC	1.90	0.10	78.3	165.3	142.3	919.2	6.46				
9.40	9.60	CI H	OC	1.90	0.10	78.4	169.0	144.0	918.9	6.38				
9.60	9.80	CI H	OC	1.90	0.10	78.2	172.8	145.8	913.3	6.27				
9.80	10.00	CI H	OC	1.90	0.10	81.2	176.5	147.5	954.6	6.47				
10.00	10.20	CI H	OC	1.90	0.10	86.0	180.2	149.2	1021.6	6.85				
10.20	10.40	CI H	OC	1.90	0.10	93.5	183.9	150.9	1131.5	7.50				
10.40	10.60	CI H	OC	1.90	0.10	97.0	187.7	152.7	1180.9	7.74				
10.60	10.80	CI H	OC	1.90	0.10	98.3	191.4	154.4	1198.1	7.76				
10.80	11.00	CI H	OC	1.90	0.10	96.9	195.1	156.1	1173.7	7.52				
11.00	11.20	CI H	OC	1.90	0.10	102.4	198.8	157.8	1252.9	7.94				
11.20	11.40	CI H	OC	1.90	0.10	97.5	202.6	159.6	1175.6	7.37				
11.40	11.60	CI H	OC	1.90	0.10	99.9	206.3	161.3	1209.1	7.50				
11.60	11.80	CI H	OC	1.90	0.10	99.3	210.0	163.0	1196.5	7.34				
11.80	12.00	CI H	OC	1.90	0.10	102.6	213.8	164.8	1242.7	7.54				
12.00	12.20	CI H	OC	1.90	0.10	101.0	217.5	166.5	1215.6	7.30				
12.20	12.40	CI H	OC	1.90	0.10	102.9	221.2	168.2	1242.0	7.38				
12.40	12.60	CI H	OC	1.90	0.10	101.0	224.9	169.9	1209.6	7.12				
12.60	12.80	CI H	OC	1.90	0.10	95.8	228.7	171.7	1129.4	6.58				
12.80	13.00	CI H	OC	1.90	0.10	93.6	232.4	173.4	1095.1	6.32				
13.00	13.20	CI H	OC	1.90	0.10	87.7	236.1	175.1	1006.0	5.74				
13.20	13.40	CI H	OC	1.90	0.10	86.2	239.9	176.9	982.7	5.56				
13.40	13.60	CI H	OC	1.90	0.10	136.4	243.6	178.6	1739.8	9.74				
13.60	13.80	Sa Med		1.90			247.3	180.3			61.5	40.3	55.4	42.2
13.80	14.00	CI H	NCSi	1.90	(105.0)		251.0	182.0		1.00				
14.00	14.20	Si L		1.70	((164.2))		254.6	183.6			10.6	13.2	10.5	
14.20	14.23	Sa Med		1.90			256.5	184.4			54.8	32.7	44.3	35.5

CPT-sondering utförd enligt EN ISO 22476-1

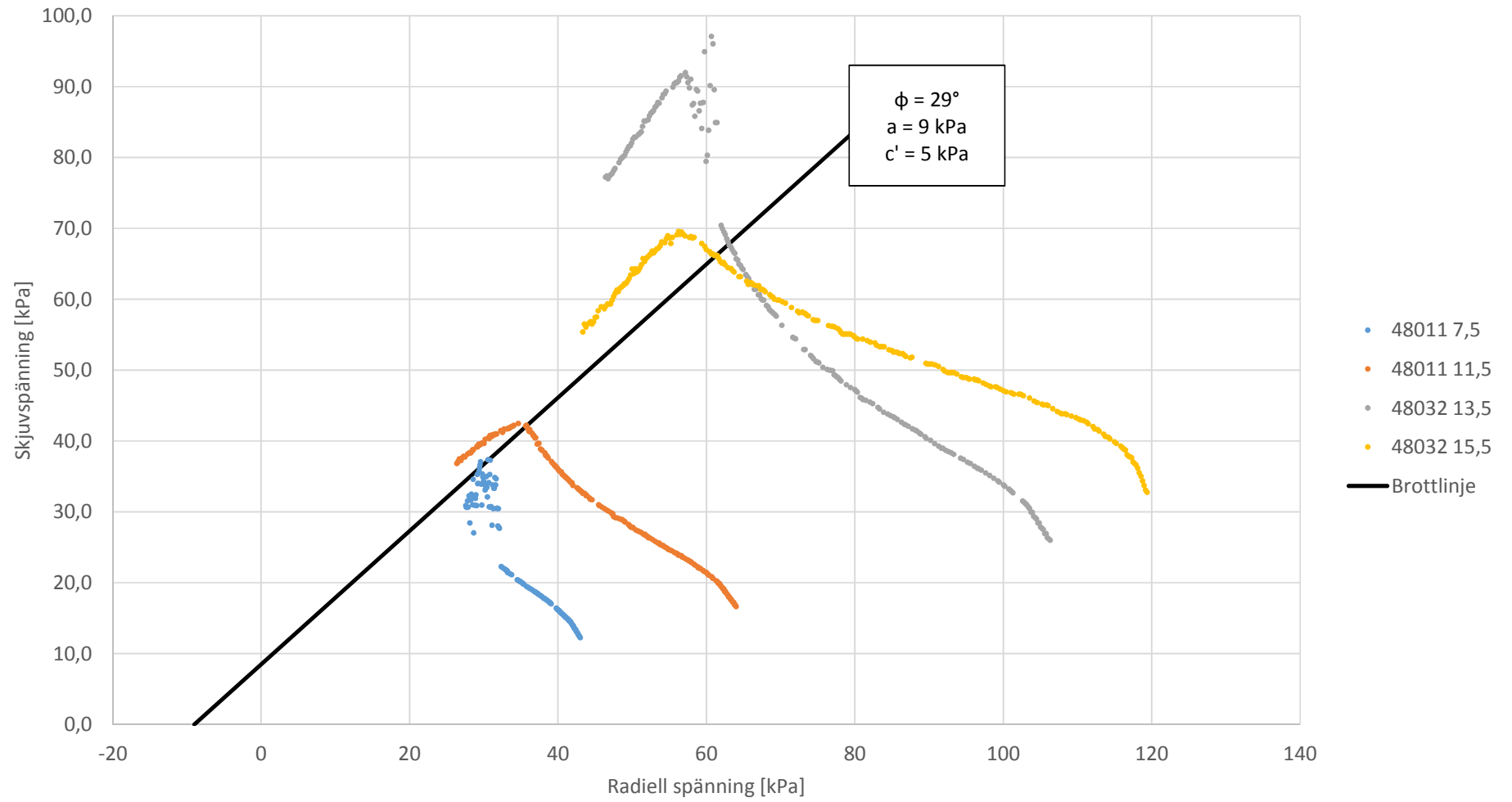


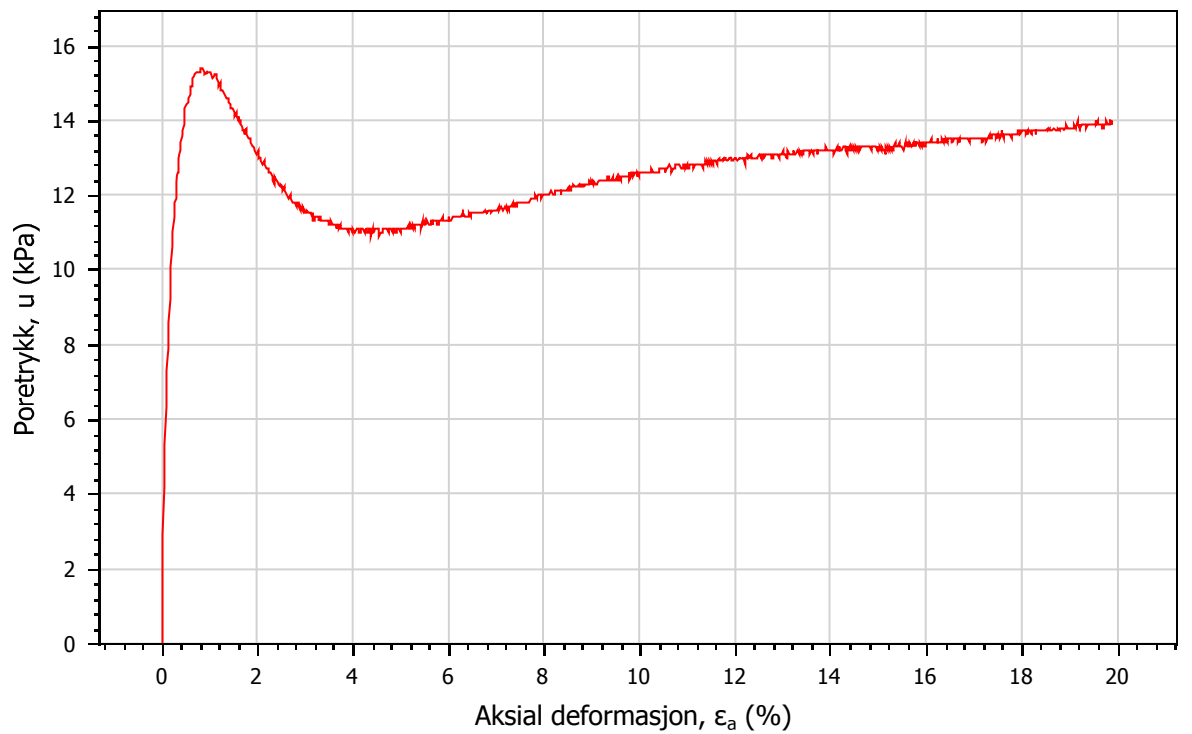
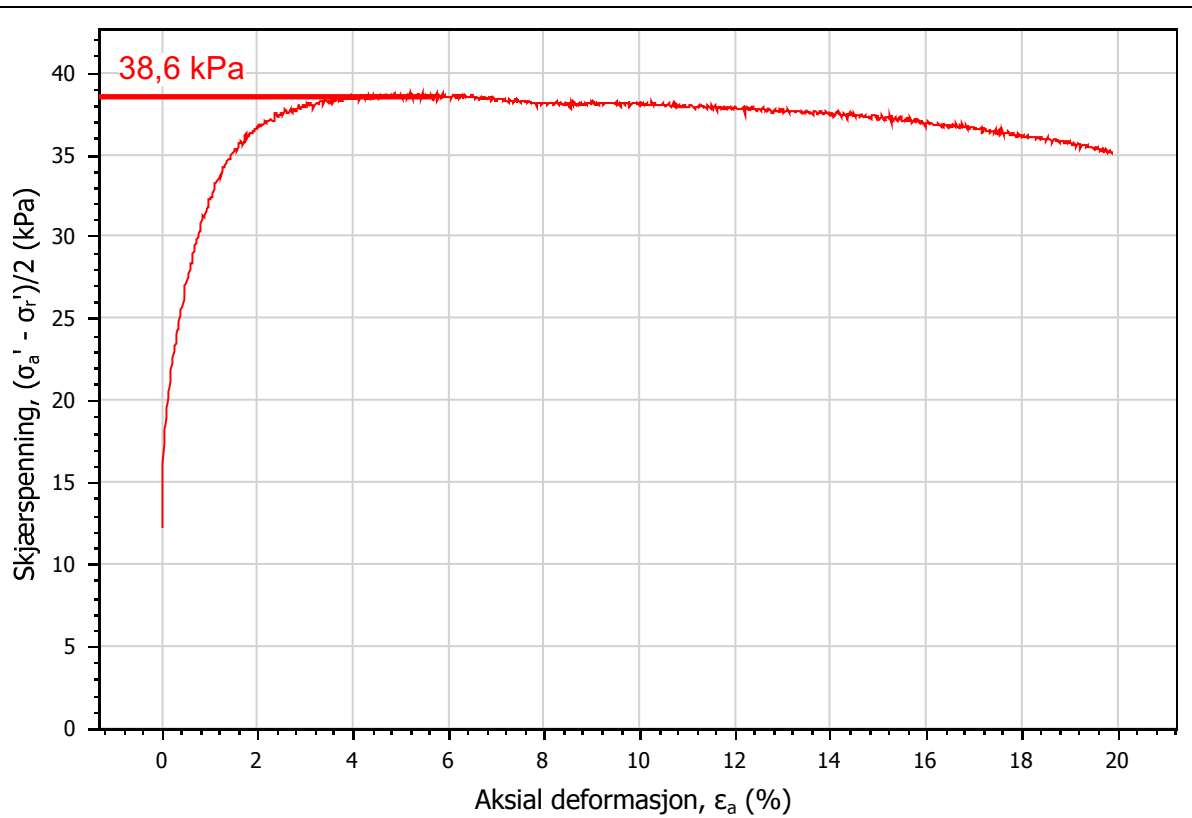


VEDLEGG J

Tolking av treaksforsøk

480 Hellefoss - Triaxialförsök NTH-plot





SONE 480 HELLEFOSS

Treaksialforsøk



GeoStrøm AS
Grunnundersøkelser

**Figur
16a**

Prøveserie

480-11

Dybde

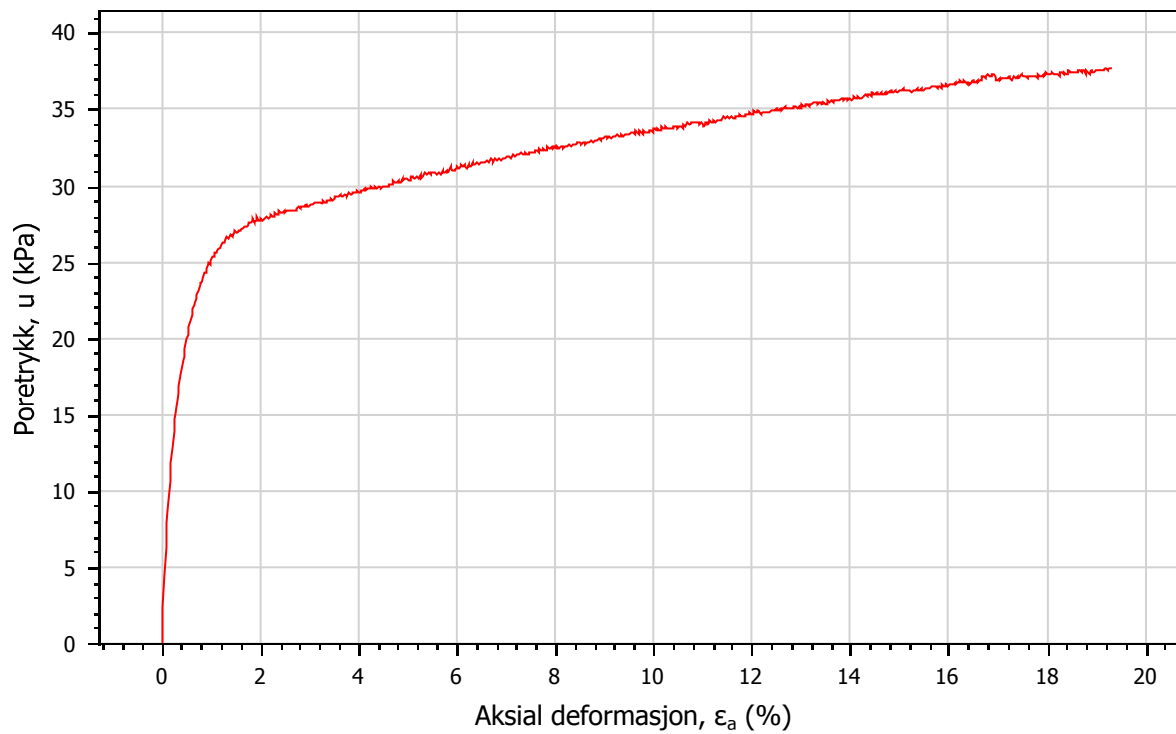
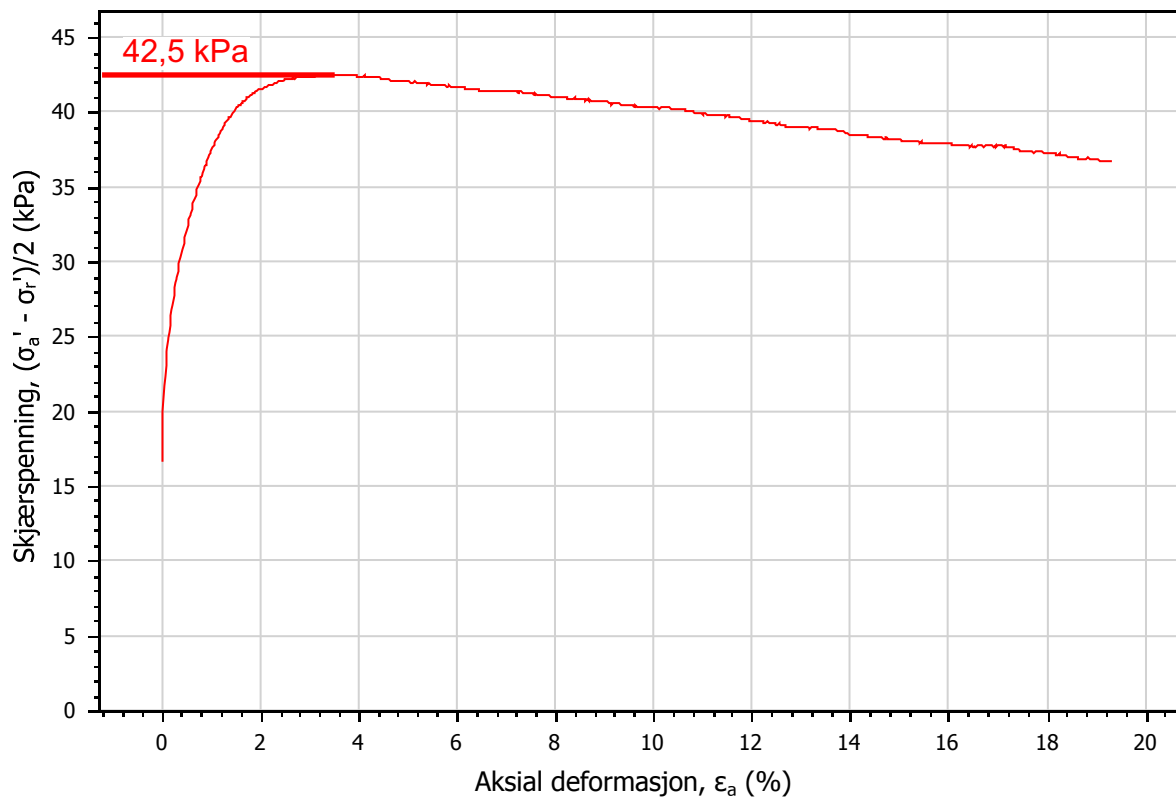
7,5

Oppdrag nr.

1239

Dato

29.04.2015



SONE 480 HELLEFOSS

Treaksialforsøk



GeoStrøm AS
Grunnundersøkelser

Figur
16d

Prøveserie

480-11

Dybde

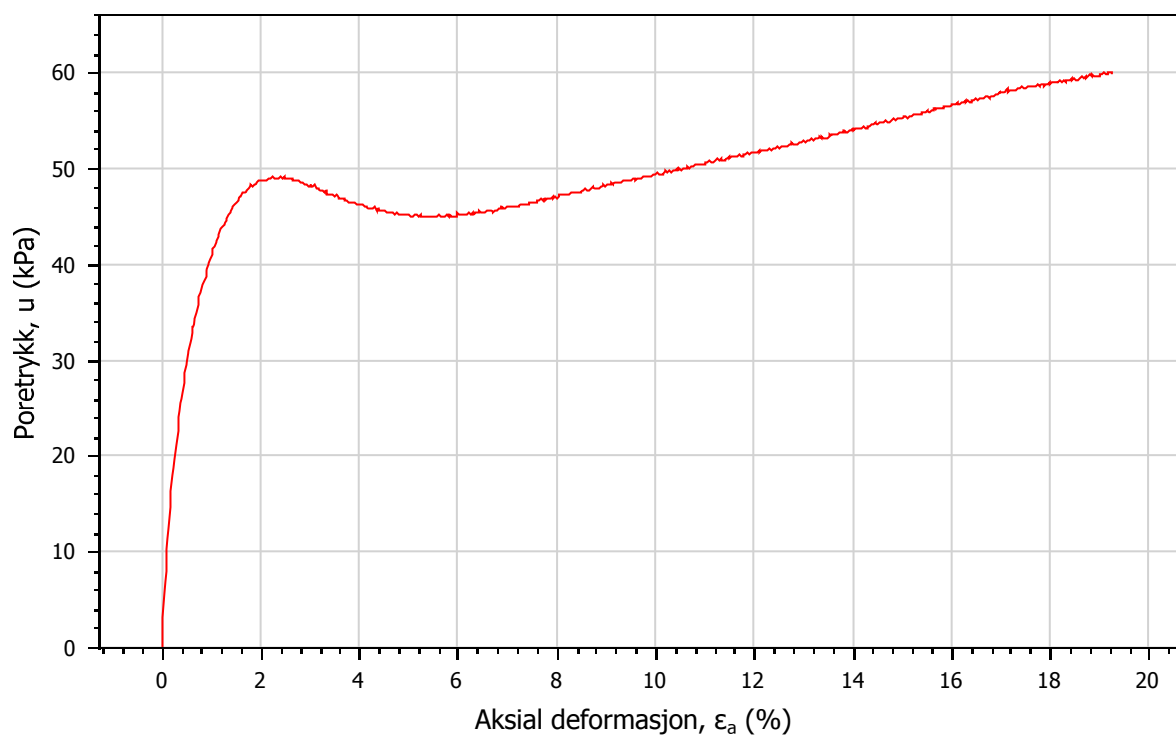
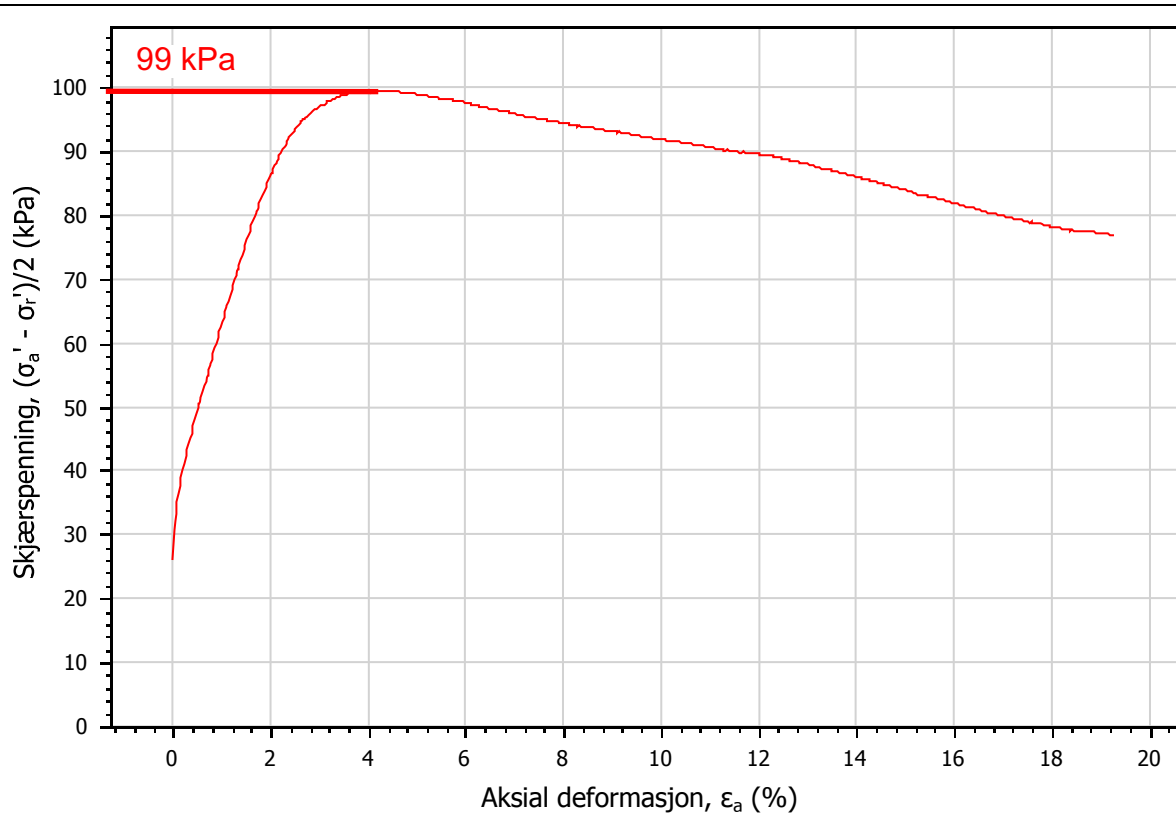
11,5

Oppdrag nr.

1239

Dato

01.05.2015

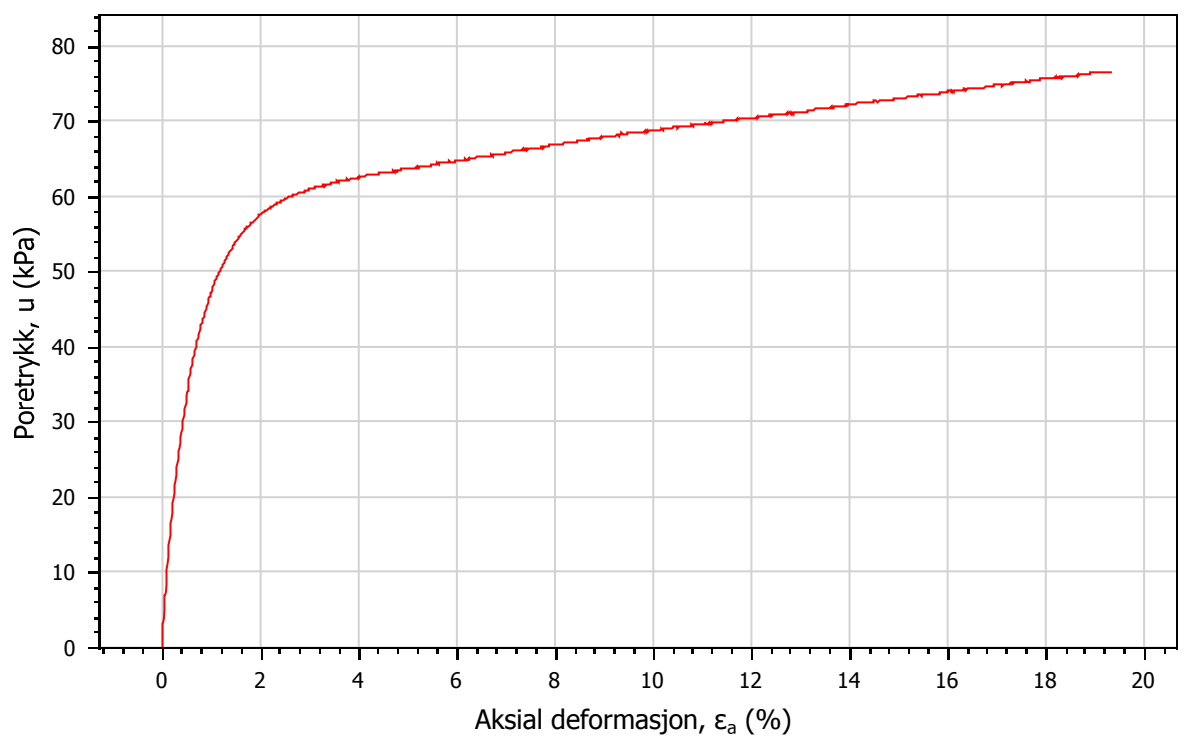
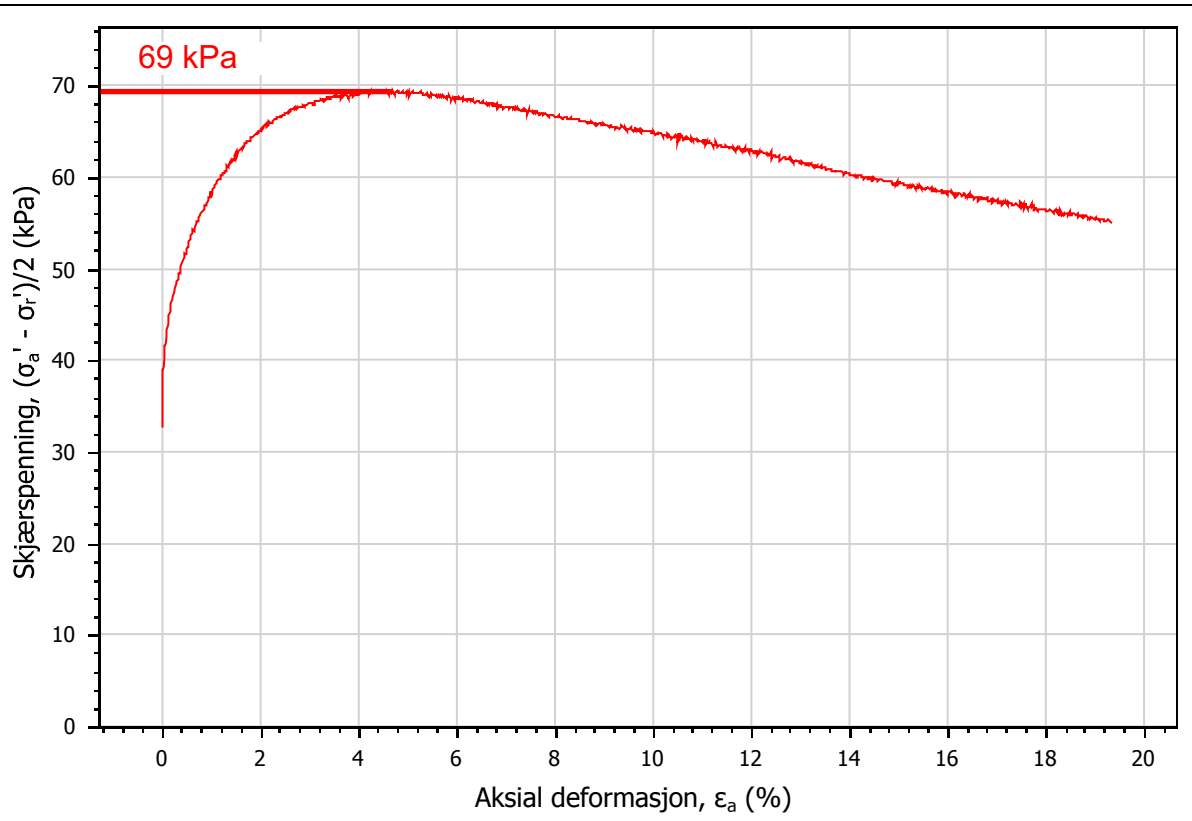


SONE 480 HELLEFOSS
Treaksialforsøk



**Figur
22a**

Prøveserie 480-32	Dybde 13,5	Oppdrag nr. 1239	Dato 29.04.2015
----------------------	---------------	---------------------	--------------------



SONE 480 HELLEFOSS
Treaksialforsøk



**Figur
22d**

Prøveserie 480-32	Dybde 15,5	Oppdrag nr. 1239	Dato 29.04.2015
----------------------	---------------	---------------------	--------------------



VEDLEGG K

Datarapport



GeoStrøm AS

Grunnundersøkelse Boring
Geoteknisk laboratorie

tlf 33 33 33 77

Hengsrudveien 855, 3176 Undrumsdal

firma@geostrom.no

Rapport

Oppdragsgiver: NVE Region Sør
Anton Jenssensgate 7
Pb. 2124
3103 Tønsberg

Rapport: Grunnundersøkelse i kvikkleiresone 480 Hellefoss

Dato: 4. april 2016

Oppdrag/Rapport nr. 1239/R2

Oppdragsansvarlig: Tor Strøm

Sign.:

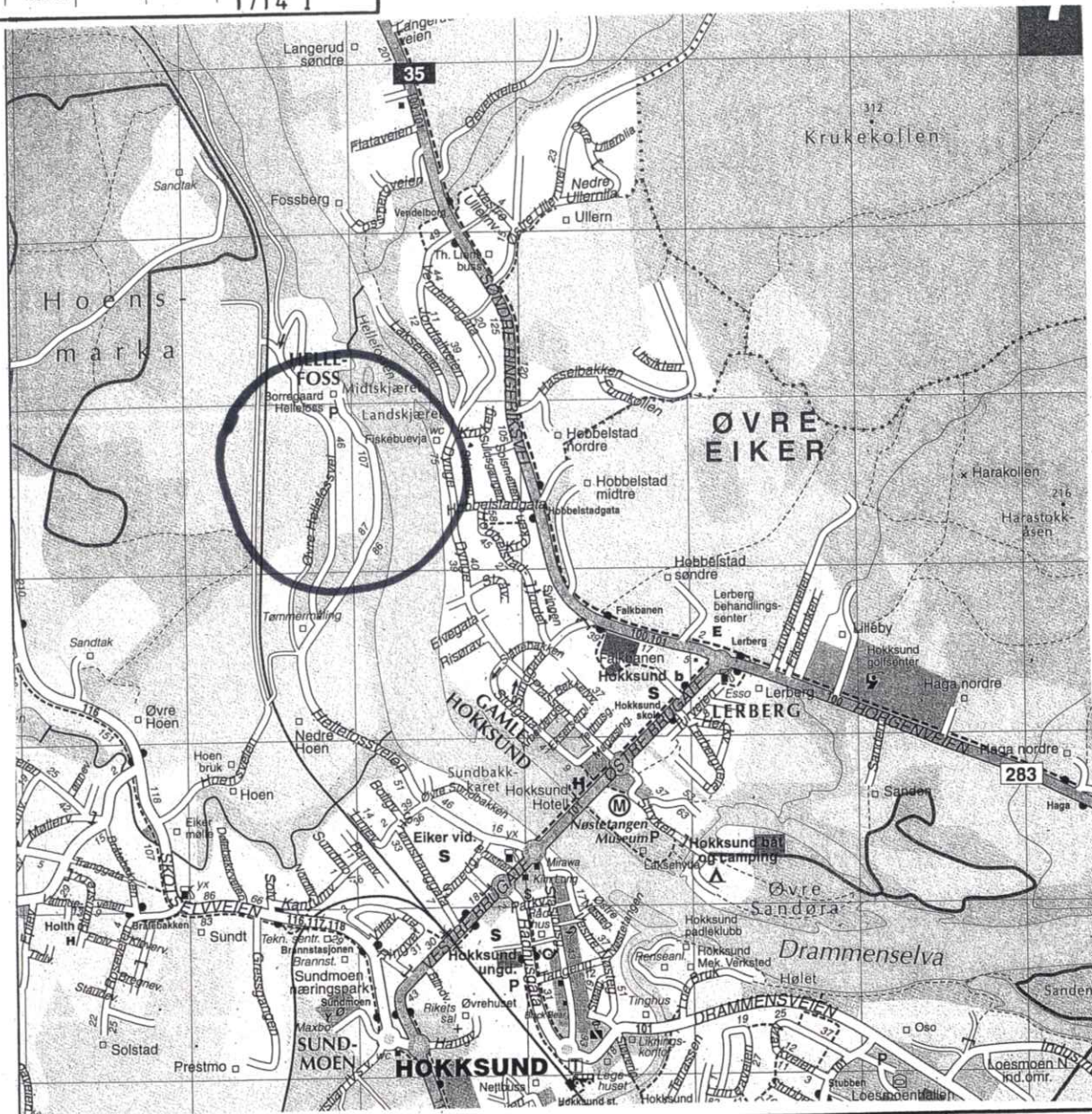
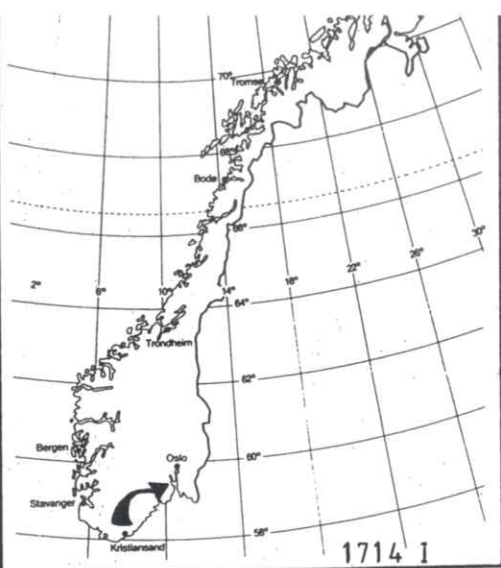
Saksbehandler: Thor Høiback

Sign.:



VEDLEGG L

Eksisterende undersøkelser



OVERSIKTSKART

NOR ENGINEERING AS
HELLEFOSS BOLIGOMRÅDE

Målestokk
1: 20 000

Borplan nr.

- 1

Rev. dato



MULTICONSULT AS
AVD. GEO

Hoffsveien 1 - Pb. 265 Skøyen - 0213 Oslo
Tlf. 22 51 50 00 - Fax 22 51 50 01

Dato 24.4.06.

Tegnet LEK

Kontrollert

Godkjent

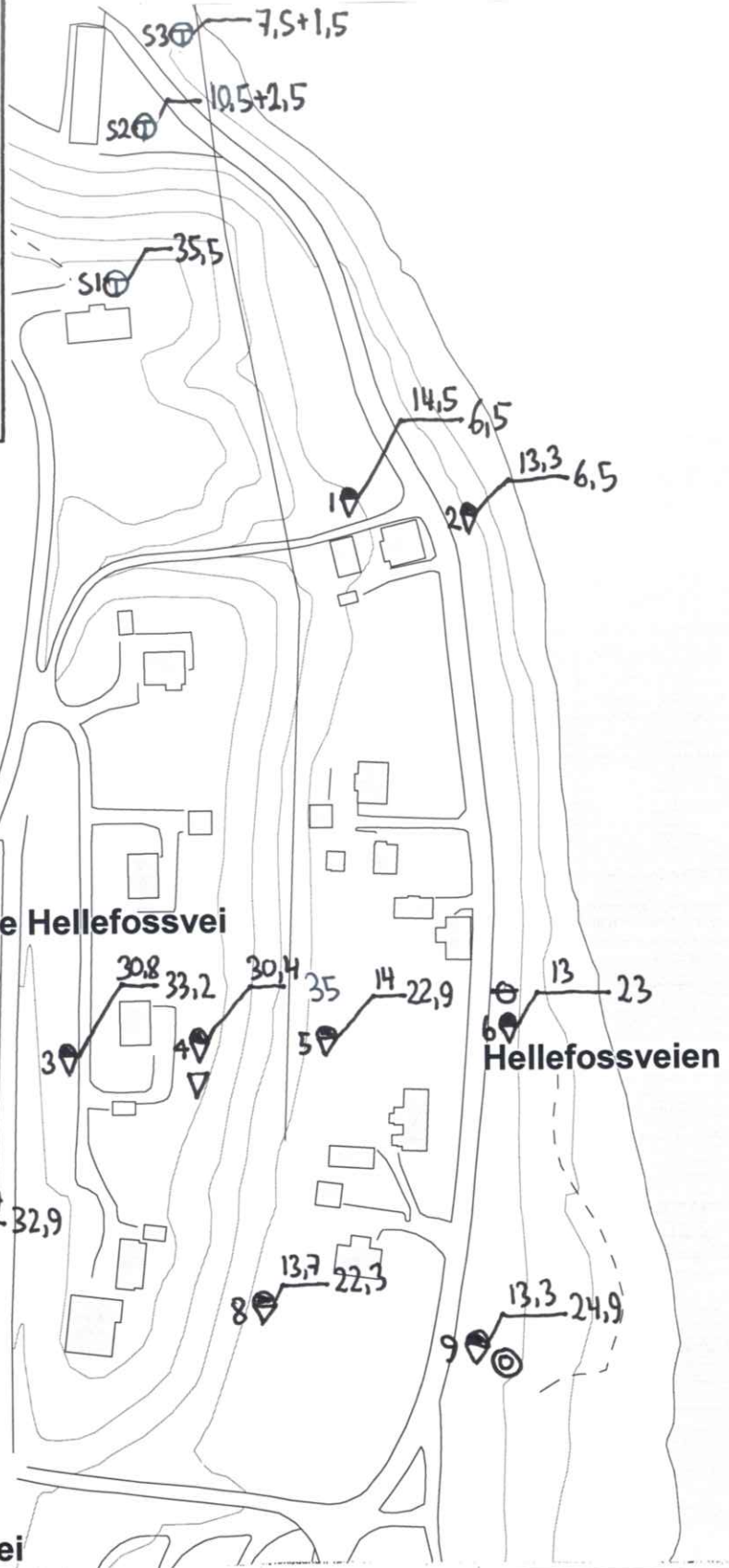
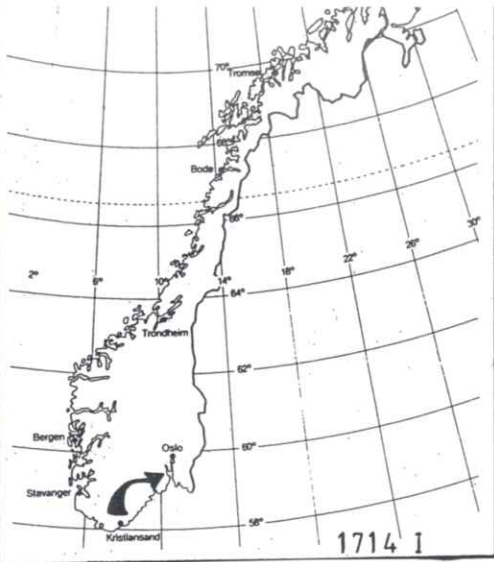
Oppdragsnr.

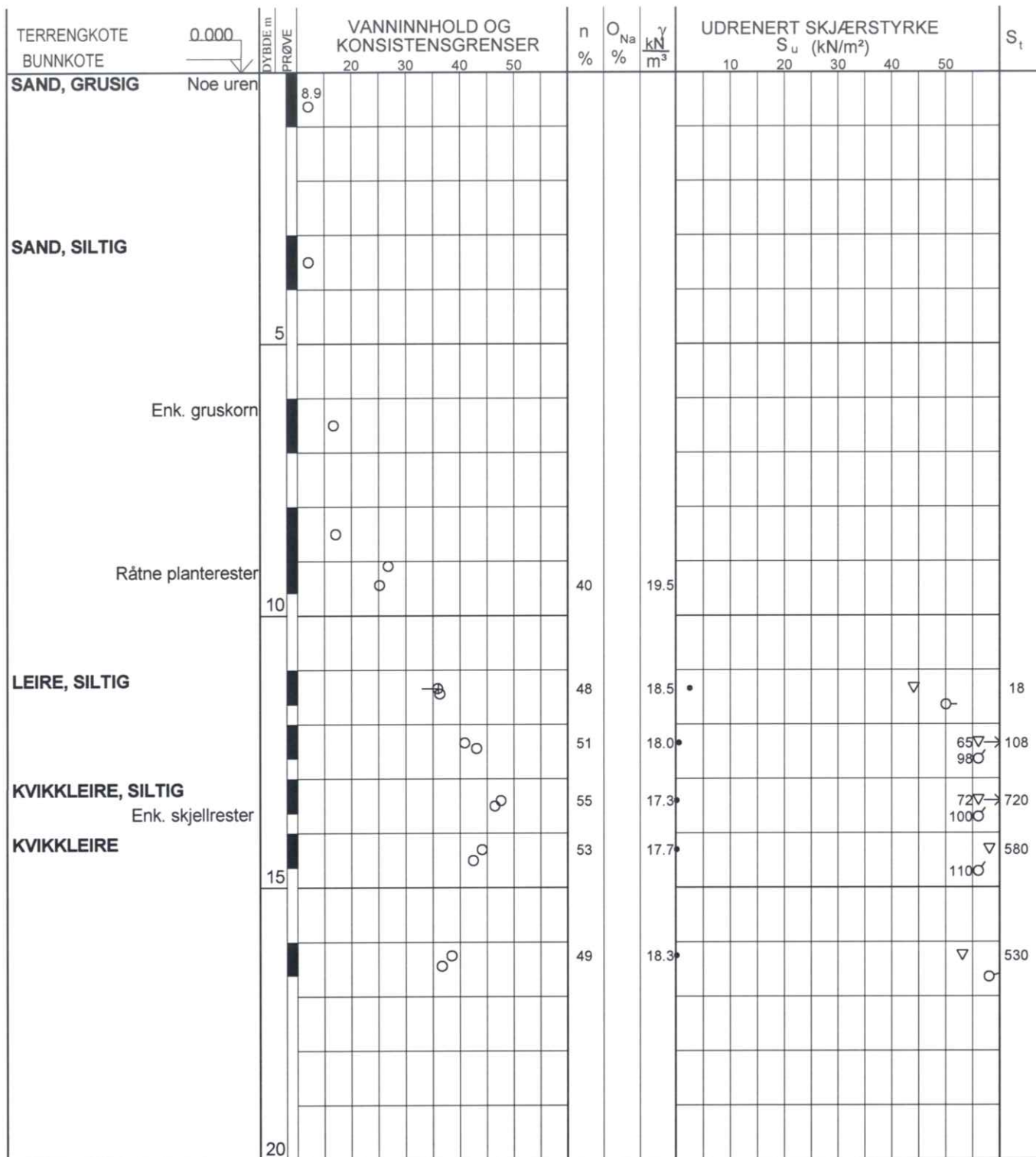
810490

Tegn. nr.

0

Rev.





PR= Ø 54 mm
SK=SKOVLBORING
PG=PRØVEGROP
LAB.BOK 1788
BORBOK 19385

○ VANNINNHold
— W_L FLYTEGRENSE
— W_P PLASTISITETSGRENSE

n = PORØSITET
O_{Na} = HUMUSINNHold
O_{gl} = GLØDETAP
γ = TYNGDETETHET

▽ KONUSFORSØK
○ TRYKKFORSØK
15-○-5 % DEFORMASJON VED BRUDD
○ OMRØRT SKJÆRSTYRKE
S_t SENSITIVITET

Ø-ØDOMETERFORSØK P=PERMEABILITET K=KORNGRADERING T=TREKSIALFORSØK

PRØVESERIE

Borpunkt nr.

PR.v9

Tegnet

SK

Side

1 av 1

HELLEFOSS

Borplan nr.

-1

Kontr.

Boret dato

08.05.2006

Dato

08.05.06



MULTICONSULT AS

Hoffsveien 1 - Pb. 265 Skøyen - 0213 OSLO
Tlf. 22 51 50 00 - Fax: 22 51 50 01

Oppdrag nr.

810490

Tegning nr.

10

Rev.

TERRENGKOTE BUNNKOTE	+13,4 ↓ DYBDE m PRØVE	VANNINNHOOLD OG KONSISTENSGRENSER				n %	O _{Na} %	γ kN m ³	UDRENERT SKJÆRSTYRKE S _u (kN/m ²)					S _t	
		20	30	40	50				10	20	30	40	50		
SAND, GRUSIG	Noe uren	8.9													
SAND, SILTIG															
	5														
	Enk. gruskorn														
	Råtne planterester														
	10					40		19.5							
LEIRE, SILTIG															
						48		18.5							18
						51		18.0						65	108
														98	
KVIKKLEIRE, SILTIG															
	Enk. skjellrester					55		17.3						72	720
														100	
KVIKKLEIRE															
	15					53		17.7						110	580
						49		18.3							530
	20														

PR= Ø 54 mm
SK=SKOVLBORING
PG=PRØVEGROP
LAB.BOK 1788
BORBOK 19385

○ VANNINNHOOLD
— W_L FLYTEGRENSE
— W_P PLASTISITETSGRENSE

n = PORØSITET
O_{Na} = HUMUSINNHOOLD
O_{gl} = GLØDETAP
γ = TYNGDETETHET

▽ KONUSFORSØK
○ TRYKKFORSØK
15-○-5 % DEFORMASJON VED BRUDD
s OMRØRT SKJÆRSTYRKE
S_t SENSITIVITET

Ø-ØDOMETERFORSØK P=PERMEABILITET K=KORNGRADERING T=TREKSIALFORSØK

PRØVESERIE

Borpunkt nr. PR.v9	Tegnet SK	Side 1 av 1
Borplan nr. -1	Kontr.	
Boret dato 08.05.2006	Dato 08.05.06	

MULTICONSULT AS

Hoffsveien 1 - Pb. 265 Skøyen - 0213 OSLO
Tlf. 22 51 50 00 - Fax: 22 51 50 01

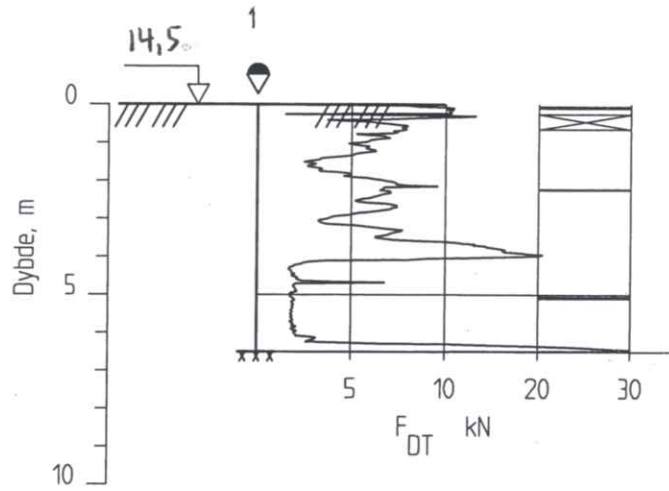
Oppdrag nr.

810490


Tegning nr.

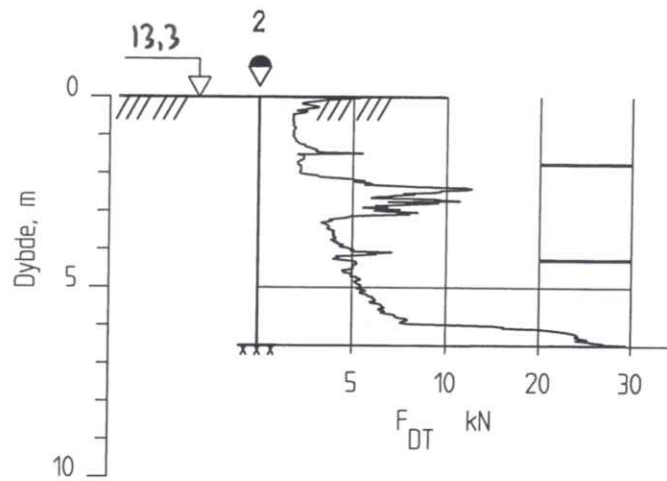
10

Rev.




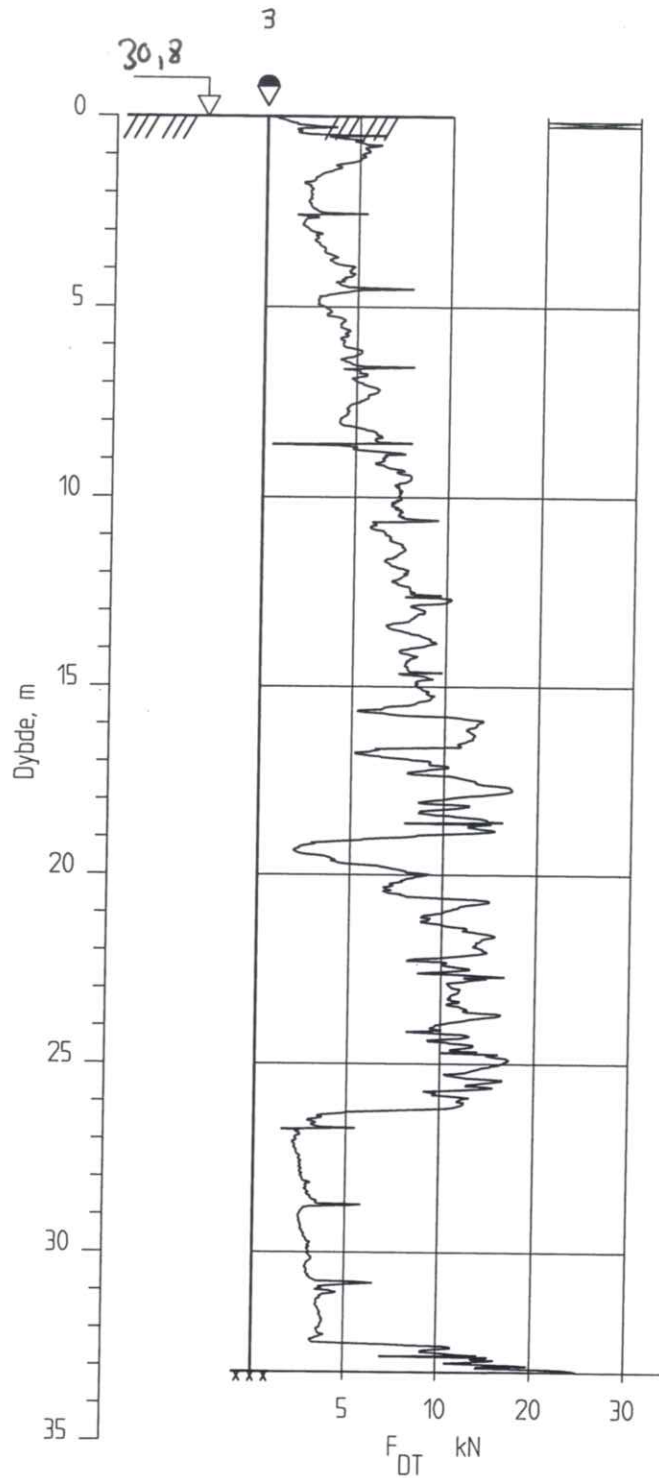
Borbok:19385

DREIETRYKKSONDERING		Boring nr. DRT 1	Side 1 AV 1	
NOR ENGINEERING AS HELLEFOSS BOLIGOMRÅDE		Borplan nr. -1		
		Boret dato 180406		
MULTICONSULT AS AVD. NOTEBY Hoffsveien 1 - Pb. 265 Skøyen - 0213 Oslo Tlf. 22 51 54 00 - Fax 22 51 54 01	Dato 240406	Konstr./Tegnet LEK	Kontrollert	Godkjent
	Oppdrag nr. 810490	Tegning nr. 20		Rev.



Borbok:19385

DREI TRYKKSONDERING		Boring nr. DRT	Side 1 AV. 1
NOR ENGINEERING AS HELLEFOSS BOLIGOMRÅDE		Borplan nr. -1	
		Boret dato 180406	
MULTICONSULT AS AVD. NOTEBY Hoffsvæien 1 - Pb. 265 Skøyen - 0213 Oslo Tlf. 22 51 54 00 - Fax 22 51 54 01	Dato 240406	Konstr./Tegnet LEK	Kontrollert Godkjent
	Oppdrag nr. 810490	Tegning nr. 21	Rev.



Borbok:19385

DREI TRYKKSONDERING

Boring nr. DRT 3 Side 1 AV. 1

NOR ENGINEERING AS
HELLEFOSS BOLIGOMRÅDE

Borplan nr. -1
Boret dato 180406



MULTICONSULT AS
AVD. NOTEBY
Hoffsveien 1 - Pb. 265 Skøyen - 0213 Oslo
Tlf. 22 51 54 00 - Fax 22 51 54 01

Dato 240406

Konstr./Tegnet LEK

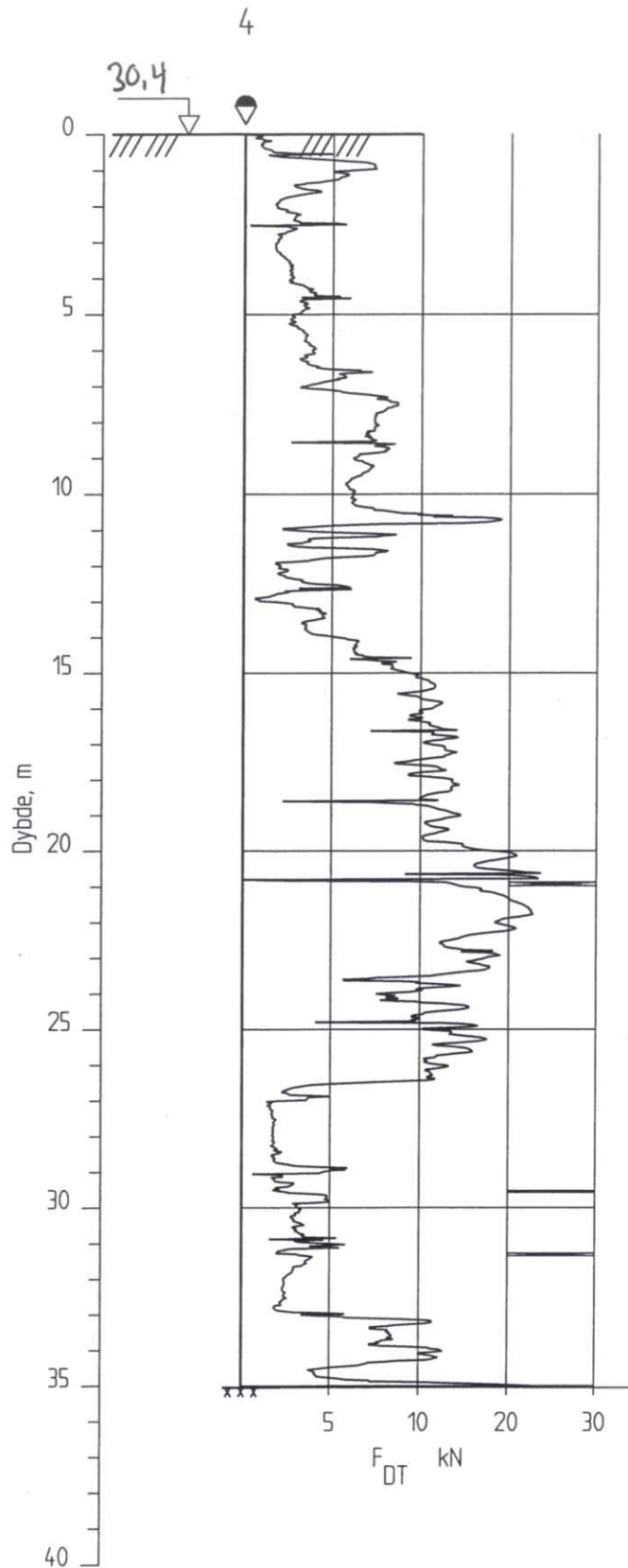
Kontrollert

Godkjent


Oppdrag nr. 810490

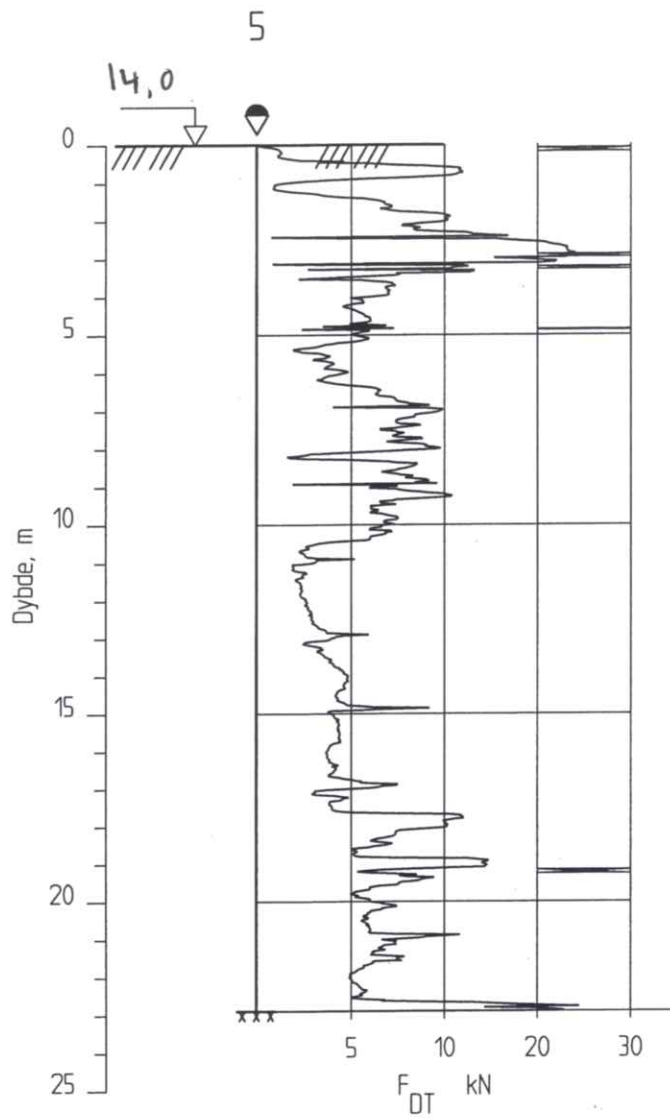
Tegning nr. 22

Rev.




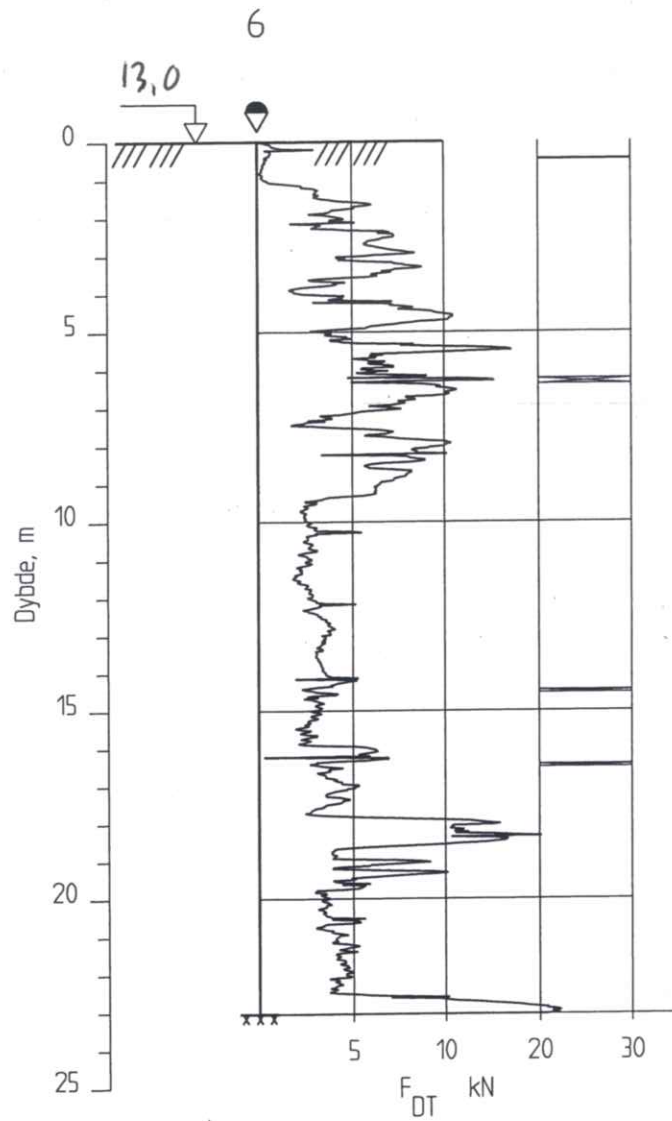
Borbok:19385

DREI TRYKKSONDERING		Boring nr. DRT 4	Side 1 AV. 1
NOR ENGINEERING AS HELLEFOSS BOLIGOMRÅDE		Borplan nr. -1	
		Boret dato 180406	
MULTICONSULT AS AVD. NOTEBY Hoffveien 1 - Pb. 265 Skøyen - 0213 Oslo Tlf. 22 51 54 00 - Fax 22 51 54 01	Dato 240406	Konstr./Tegnet LEK	Kontrollert
	Oppdrag nr. 810490	Tegning nr. 23	Godkjent Rev.




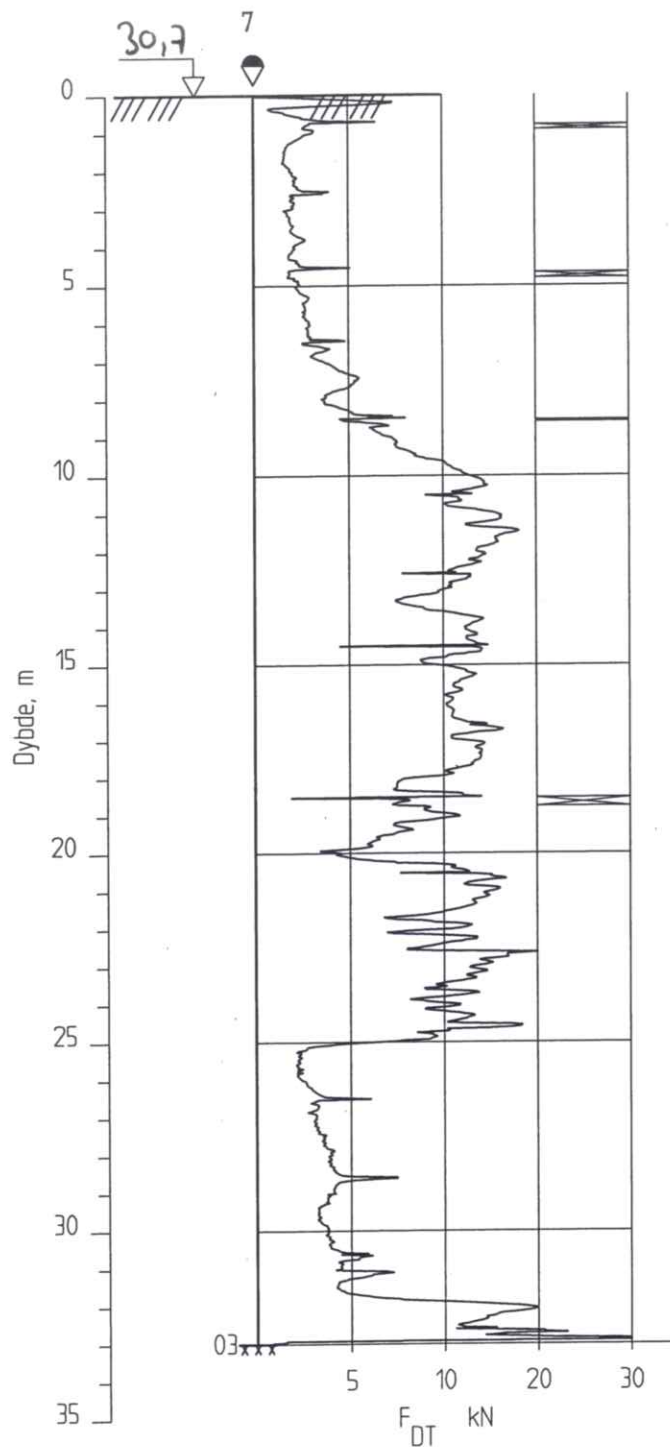
Borrok:19385

DREI TRYKKSONDERING		Boring nr. DRT 5	Side 1 AV 1	
NOR ENGINEERING AS HELLEFOSS BOLIGOMRÅDE		Borplan nr. -1		
		Boret dato 180406		
MULTICONSULT AS AVD. NOTEBY Hoffsvæien 1 - Pb. 265 Skøyen - 0213 Oslo Tlf. 22 51 54 00 - Fax 22 51 54 01	Dato 240406	Konstr./Tegnet LEK	Kontrollert	Godkjent
	Oppdrag nr. 810490	Tegning nr. 24		Rev.



Borbok:19385

DREI TRYKKSONDERING		Boring nr. DRT 6	Side 1 AV 1	
		Borplan nr. -1		
NOR ENGINEERING AS HELLEFOSS BOLIGOMRÅDE		Boret dato 180406		
		MULTICONSULT AS AVD. NOTEBY Hoffsvæien 1 - Pb. 265 Skøyen - 0213 Oslo Tlf. 22 51 54 00 - Fax 22 51 54 01	Dato 240406	Konstr./Tegnet LEK
	Oppdrag nr. 810490	Tegning nr. 25		Rev.



Borbok:19385

DREI TRYKKSONDERING

NOR ENGINEERING AS
HELLEFOSS BOLIGOMRÅDE

Boring nr.
DRT 7

Side
1 AV. 1

Borplan nr.
-1

Boret dato
180406



MULTICONSULT AS
AVD. NOTEBY

Hoffsveien 1 - Pb. 265 Skøyen - 0213 Oslo
Tlf. 22 51 54 00 - Fax 22 51 54 01

Dato
240406

Oppdrag nr.
810490

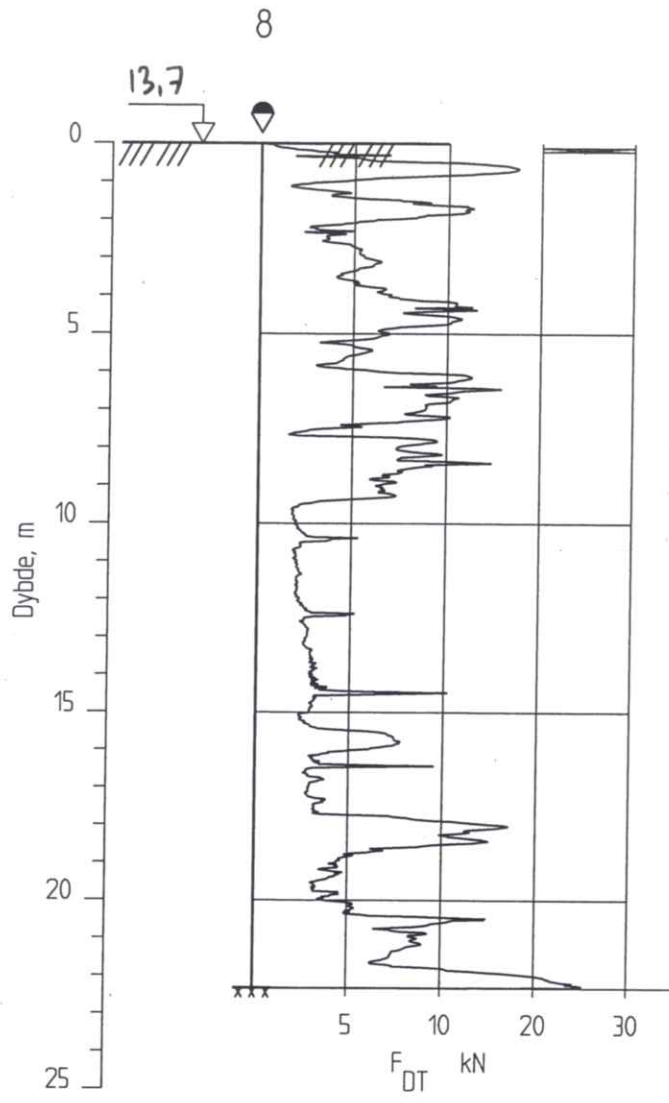
Konstr./Tegnet
LEK

Tegning nr.
26


Kontrollert

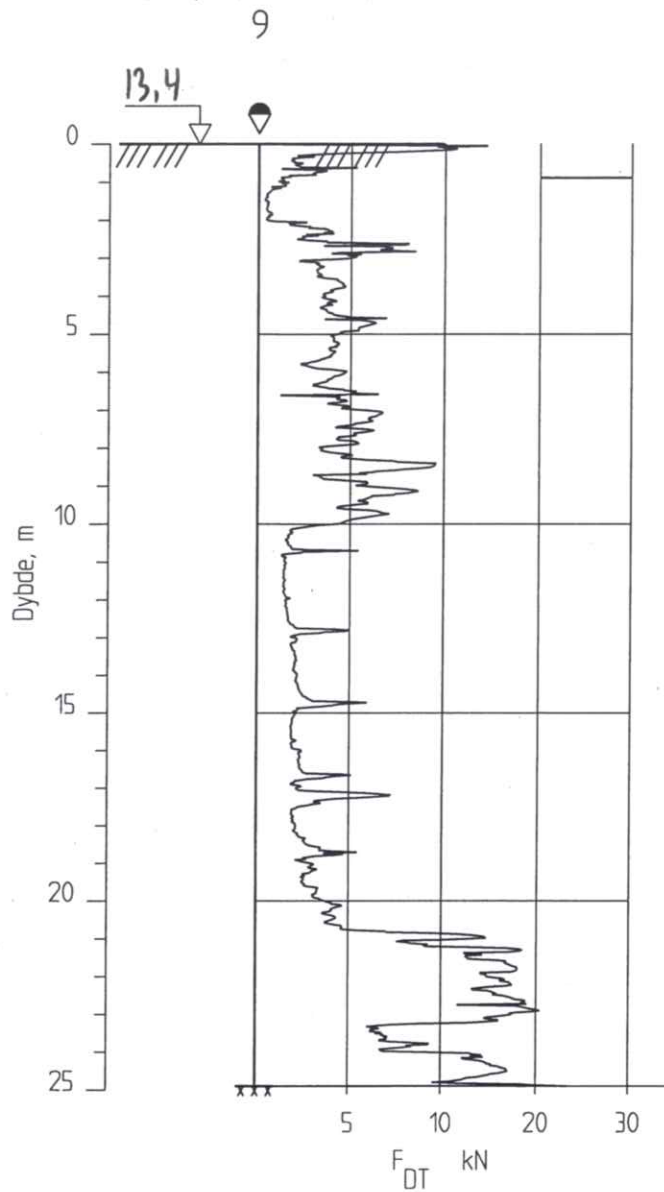
Godkjent

Rev.




Borbok:19385

DREIETRYKKSONDERING		Boring nr. DRT 8	Side 1 AV 1	
NOR ENGINEERING AS HELLEFOSS BOLIGOMRÅDE		Borplan nr. -1		
		Boret dato 180406		
MULTICONSULT AS AVD. NOTEBY Hoffsvelen 1 - Pb. 265 Skøyen - 0213 Oslo Tlf. 22 51 54 00 - Fax 22 51 54 01	Dato 240406	Konstr./Tegnet LEK	Kontrollert	Godkjent
	Oppdrag nr. 810490	Tegning nr. 27		Rev.



Borbok:19385

DREI TRYKKSONDERING		Boring nr. DRT 9	Side 1 AV. 1
NOR ENGINEERING AS HELLEFOSS BOLIGOMRÅDE		Borplan nr. -1	
		Boret dato 180406	
MULTICONSULT AS AVD. NOTEBY Hoffsvæien 1 - Pb. 265 Skøyen - 0213 Oslo Tlf. 22 51 54 00 - Fax 22 51 54 01	Dato 240406	Konstr./Tegnet LEK	Kontrollert
	Oppdrag nr. 810490	Tegning nr. 28	Godkjent Rev.

Golder har som et globalt, ansatt-eid konsern med over 50 års erfaring, som mål å bidra til jordens utvikling og samtidig bevare dens integritet. Vi leverer løsninger til våre kunder som hjelper dem med å oppnå sine bærekraftige utviklingsmål. Det gjør vi ved å tilby et bredt spekter av uavhengige rådgivningstjenester innenfor geo- og miljøfagene.

For mer informasjon, besøk golder.com

Afrika	+ 27 11 254 4800
Asia	+ 86 21 6258 5522
Australasia	+ 61 3 8862 3500
Europa	+ 44 1628 851851
Nord-Amerika	+ 1 800 275 3281
Sør-Amerika	+ 56 2 2616 2000

solutions@golder.com
www.golder.com

Golder Associates AS
Ilebergveien 3
3011 Drammen
Norway

T: +47 32 85 07 71
post@golder.no

