

# Teknisk notat



Til: Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE), Region Øst  
v/: Jaran Wasrud  
Kopi til:  
Dato: 8. mars 2013  
Rev. nr./ Rev. dato: 0  
Dokumentnr.: 20071294-02-TN  
Prosjekt: Risiko for kvikkleireskred, Eidsberg kommune  
Utarbeidet av: Arne Kleven  
Prosjektleder: Arne Kleven  
Kontrollert av: Trond Vernang

Hovedkontor:  
Pb. 3930 Ullevål Stadion  
0806 Oslo

Avd Trondheim:  
Pb. 1230 Sluppen  
7462 Trondheim

T 22 02 30 00  
F 22 23 04 48

Kontonr 5096 05 01281  
Org. nr 958 254 318 MVA

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

## Stabilitetsvurderinger Søreng, Salmonrud og Lekum

### Innhold

<b>1</b>	<b>Bakgrunn</b>	<b>2</b>
<b>2</b>	<b>Felt- og laboratorieundersøkelser</b>	<b>2</b>
<b>3</b>	<b>Generell beskrivelse av grunnforholdene</b>	<b>3</b>
	3.1 Kwartærgeologi	3
	3.2 Løsmassenes beskaffenhet	4
	3.3 Leiras styrkeegenskaper	6
<b>4</b>	<b>Stabilitetsanalyser</b>	<b>7</b>
	4.1 Analyseverktøy	7
	4.2 Søreng	7
	4.3 Salmonrud	8
	4.4 Lekum	8
<b>5</b>	<b>Revidert Faregradsevaluering</b>	<b>8</b>
	5.1 Sone Søreng	9
	5.2 Sone Salmonrud	9
<b>6</b>	<b>Videre arbeid/tiltak</b>	<b>10</b>
<b>7</b>	<b>Referanser</b>	<b>11</b>

### Tegninger

010	Borplan – Eidsberg kommune Søreng, Salmonrud og Lekum
101	Stabilitetsvurdering Søreng
102	Stabilitetsvurdering Salmonrud
103	Stabilitetsvurdering Buskelsrud
104	Stabilitetsvurdering Lekum

**Vedlegg A** Poretrykksmålinger  
**Vedlegg B** Evaluering av skjærstyrkeprofil fra CPTU-sondering

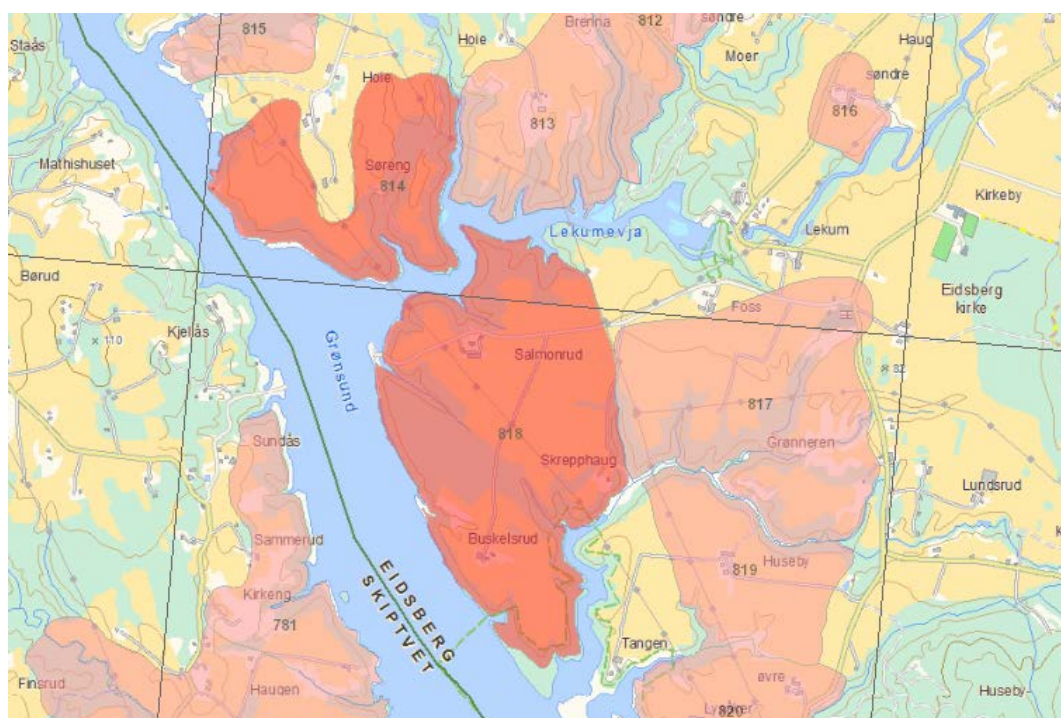
### Kontroll- og referanseside

BS EN ISO 9001  
Certified by BSI  
Reg. No. FS 32985

## 1 Bakgrunn

På oppdrag for NVE Region Øst er det utført supplerende grunnundersøkelser innenfor de to kvikkleiresonene Søreng og Salmonrud i Eidsberg kommune. I tillegg er det utført grunnundersøkelser i et punkt innerst i Lekumevja, ved Lekum kraftverk. Dette ligger utenfor kvikkleiresonene.

De to kvikkleiresonene er klassifisert med faregrad Høy, jf figur 1. Høy faregrad er et av kriteriene for vurdering av supplerende undersøkelser samt revurdering av klassifikasjon av soner.



Figur 1: Farekart for området med kvikkleiresonene 814-Søreng og 818-Salmonrud ([www.skrednett.no](http://www.skrednett.no)).

Undersøkelsen ved Lekum er initiert etter forslag fra NGI i forbindelse med en erosjonsutsatt skråning ved eiendommen Rakkestadveien 787. Dette området ligger utenfor klassifiserte kvikkleiresoner.

## 2 Felt- og laboratorieundersøkelser

I forbindelse med den nasjonale kvikkleirekartleggingen er det tidligere utført undersøkelser (/1/ og /3/) som danner del av grunnlaget for gjeldende faregradsklassifikasjon. På basis av disse undersøkelsene, samt den tidligere evalueringsrapporten (/6/) og innenfor rammer fra NVE er det gjennomført supplerende undersøkelser av Løvlien Georåd. De supplerende undersøkelsene inkludert punkt på Lekum omfatter 4 dreietrykkssonderinger, 4 trykksonderinger, 1

prøveserie og 8 hydrauliske poretrykksmålere i 4 punkter. Feltresultatene foreligger i egen rapport (/7/) og er ikke gjengitt her.

Tabell 2.1 viser type og borpunkt plassering av de supplerende undersøkelsene.. Borpunktene plassering er vist på borplan, tegning 101, sammen med tidligere undersøkelser i området. Feltresultater fra tidligere undersøkelser er ikke inkludert her, men finnes i egne NGI-rapporter, /2/ og /4/.

Tabell 2.1 – Oversikt over supplerende grunnundersøkelser, /7/.

Sonenavn	Borpunkt-nummer	Koordinater			Grunnundersøkelser			
		X	Y	Moh., Z	DRT	CPTU	PR	PZ
Søreng	225	6600251.9	625130.6	54.2	X	X		X
	20	6600261.0	625749.9	57.1	X			
Salmonrud	208	6599833.3	625824.6	44.6		X		X
	30	6598696.6	626198.6	48.0	X	X		X
Lekum	10	6600370.5	627404.9	65.9	X	X	X	X
DRT	- Dreietrykksondering							
CPTU	- Trykksondering							
PR	- Prøvetaking							
PZ	- Poretrykksmålere							

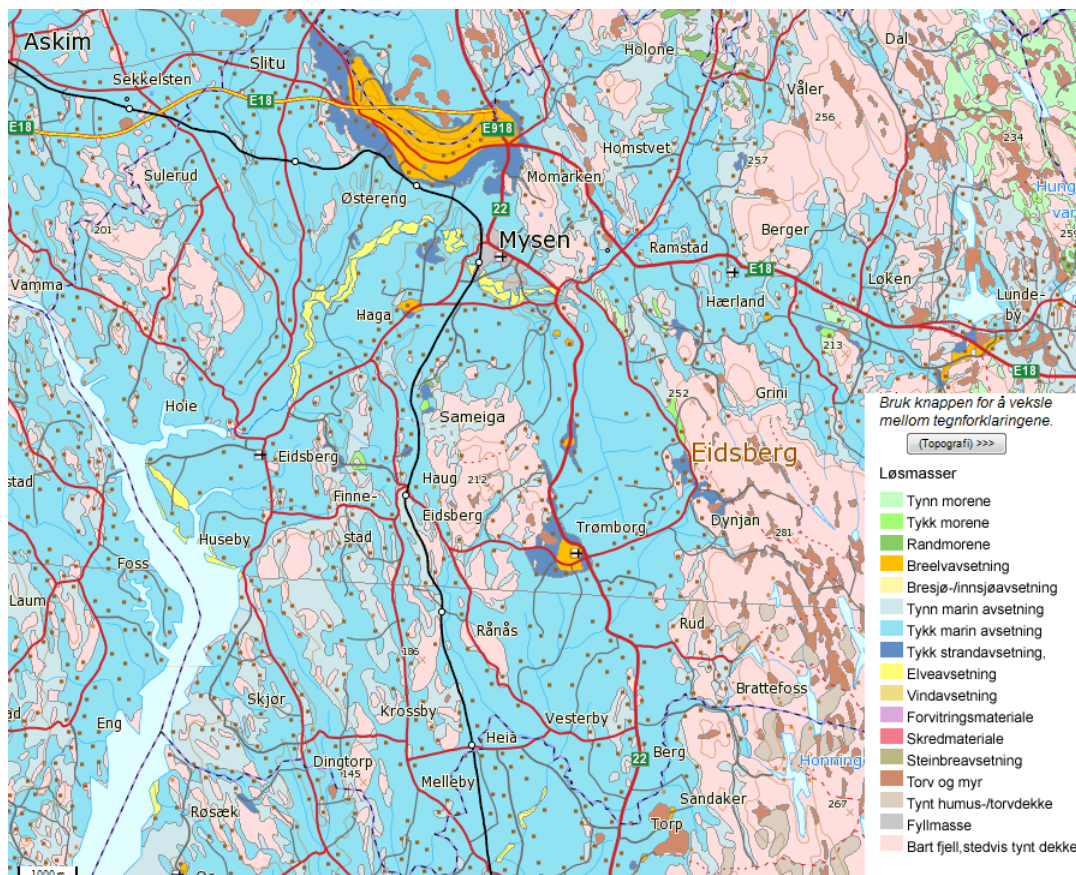
### 3 Generell beskrivelse av grunnforholdene

#### 3.1 Kvartærgeologi

Løsmassene i Eidsberg kommune er dominert av hav – og fjordavsetninger (marin leire) som ligger øst for Glomma og sør for Mona-ryggen, jf figur 2. Mona-ryggen består av glasifluviale sand og grusavsetninger og flere grustak drives her. Lokalt stikker enkelte fjellblotninger opp fra de marine avsetningene. Langs Glomma og Lekumåa er det noe fluviale avsetninger. Terrenget langs Glomma er preget av bratte skråninger opp fra elva med høydeforskjeller på opptil 30 m.

Flere bekker og elver går gjennom sonene og danner raviner og bekkedaler. Landskapet i Eidsberg er betydelig ravinert, men bakkeplanering utført i 1960- 70-årene i forbindelse med jordbruket flatet ut landskapet noe. Langs enkelte vassdrag foregår det aktiv erosjon.

Tidligere har det gått flere mindre skred i de aktuelle sonene. Sørvest for gården Salmonrud gikk det en utglidning mot Glomma rundt 2000. Nordvest for Buskelsrud gård er det enkelte utglidninger. Sørøst mot evja Djupingen er det sig i terrenget og leire i dagen. Generelt er det flere utglidninger og mye sig i skråningen mot Glomma i store deler av sonene Søreng og Salmonrud. Det er leire og gråfarget vann i de fleste av småbekkene.



Figur 2: Kvartærgeologisk kart over Eidsberg kommune ([www.ngu.no](http://www.ngu.no)).

## 3.2 Løsmassenes beskaffenhet

### 3.2.1 Søreng

Sonen grenser mot Glomma i vest og mot Lekumevja i sør. Soneområdet utgjør rester av et større platå og er sterkt innskåret av raviner. Langs nordsiden er det en del fjellblotninger. Skråningene er opptil 30 m høye og boringene antyder fjelldybder på 30-45 m. Det forekommer kvikkleire i alle borpunkter i sonen.

De supplerende borpunktene ligger på platåkant ut mot Glomma (225) og på platåunge mot Lekumevja øst for ravinen som ligger øst for Søreng gård (20). Sondringene i de to punktene viser sammenfallende resultater. Det er leire fra noen meters dybde. Leira er indikert kvikk i to soner, fra 14-15 m til 17 m og fra ca 21 m til fastere masser på 29-30 m dybde. Det er permeable lag på 17-18 m dybde og under 29-30 m dybde i begge punkter.

Poretrykksmålinger utført ved punkt 225 på 15 og 25 m dybde, tilsvarende kote 39,2 og 29,2, er vist i Vedlegg A1. Målingene viser potensialnivåer på henholdsvis +40,2 til +41,1 og +30,8 i de to målerne. Dette viser at drenering ut mot skråningen styrer styrkeforholdene i løsmassene innenfor skråningen. Høye udrenerte



skjærstyrkeverdier påvist i trykksonderingen er hovedsakelig en følge av høye effektivspenninger. I tillegg kan tidligere høyere terrengnivåer ha bidratt noe, avhengig av drenasjeforhold den gang terrenget lå høyere.

### 3.2.2 *Salmonrud*

Salmonrud er naboområdet til Søreng beliggende mot Glomma sør for Lekumevja. Området er i sør og øst begrenset av evja, Djupingen, og nedre del av Husebybekken.

Terrenget i dette platåområdet ligger noe lavere enn ved Søreng og skråningshøydene når typisk opp i 25-27 m. Sonderingene antyder fastere masser/fjell på dybder 28-40 m. Det er klar indikasjon på kvikkleire i alle undersøkte punkter. Kvikkleira starter fra 15 til 24 m dybde i punktene. De supplerende borpunktene ligger ved de 2 gårdene i området, Salmonrud (208) og Buskelsrud (30).

Ved Salmonrud er det indikert lagdelte materialer i de øvre 10 m. Fra 8,5 m dybde er det et markert sandig lag på 0,7-0,8 m tykkelse. Under sandlaget er det et homogent leirlag til permeable sandige lag påtreffes ved ca 21 m dybde. Dette leirlaget er kvikt fra 12-13 m dybde.

Poretrykksmålinger utført ved punkt 228 i 15 og 20 m dybde, tilsvarende kote 29,6 og 24,6 er vist i Vedlegg A2. Målingene viser potensialnivå på henholdsvis +29,8 til +30,5 og +26,0 til +26,3 i de to målerne. Disse lave poretrykkene viser at det er drenasje ut av skråningen og høye effektivspenninger.

Ved Buskelsrud er det siltig leire under topplag på 2,5 m. Til et markert 1 m tykt sandig lag på 16,5 m dybde er det indikasjon på lagdeling i leira med varierende siltinnhold. Fra ca 14 m synes leira å være kvikk helt ned til ca 31- 32 m dybde. Fra 28,5 m dybde er det innslag av siltige sandige lag.

Poretrykksmålinger utført ved punkt 30 i 9,8 og 18 m dybde, tilsvarende kote 38,3 og 30,0 er vist i Vedlegg A3. Begge målerne er tørre noe som viser at det er drenasje ut av skråningen og høye effektivspenninger.

### 3.2.3 *Lekum*

Borpunktet er utført for vurdering av elveskråning i yttersving av Lekumelva ved Rakkestadveien 787. Skråningen utenfor borpunktet ligger med helning 1:1 i nedre halvdel og med noe brattere i øvre del. Skråningshøyden er ca 9 m. Sonderinger er stoppet i løsmasser på 20 m dybde. Under et sandig topplag på 2 – 3 m viser trykksonderingen sterk lagdeling av sand og silt til ca 12,5 m dybde. Noen av lagene under 6,5 m kan være leirige. Fra 12,5 m er det leire med silt/sandlag mellom 15 og 17 m dybde. Dreietrykksonderingen indikerer at leirlaget kan være kvikt under 18-19 m dybde. Det er ikke poretrykksrespons på sonden før ca 12 m dybde, som indikerer

at skråningen er drenert. Det kan antas at skråningen står på negative poretrykk og at den er klart erosjonsutsatt. Resultater fra poretrykksmålinger ved punkt 10 i 8 og 15 m dybde, tilsvarende kote 57,9 og 50,9 er vist i Vedlegg A4. Målingene viser et potensialnivå på henholdsvis +59,3 og +57,2 i de to målerne. Dette viser at skråningen mot elva i hovedsak er drenert.

Vi har gjort et grovt estimat av friksjonsvinkel for avsetningen innenfor elvebredden basert på spissmotstanden,  $q_c$ , fra trykksonderingen og spenningsparametre i grunnen. Basert på typisk variasjonsområde for  $q_c$  i sandlagene på 4 til 6 MPa og vertikal effektivspenning i området 0 til 170 kPa vil vi anslå at relativ lagringsfasthet kan ligge på typisk 20-40 %, jf figur 5.47 i /9/. Denne lagringsfastheten vil tilsvare friksjonsvinkler på typisk 32-34°, jf figur 5.53, 5.54 i /9/. Skråningen vil også ha noe kohesjon pga finstoffinnhold. Vi har antatt friksjonsvinkel 32° og kohesjon på 5 kPa som et forsiktig nedre estimat.

### 3.3 Leiras styrkeegenskaper

Stabilitetsforholdene er bestemt på basis av den udrenerte skjærstyrke,  $s_{uA}$ . Skjærstyrken er tolket ut fra en kombinasjon av resultatene fra CPTU sonderingene og styrke beregnet ved hjelp av SHANSEP.

Skjærstyrken bestemt ved tolkningen av CPTU-forsøkene er kalibrert mot laboratorieforsøk på blokkprøver, og er tolket basert på målt poretrykk ( $N_{\Delta u}$ ) og spissmotstand ( $N_{kt}$ ). Det er gjort enkelte antagelser når det kommer til jordarttparametrene.

SHANSEP skjærstyrkeprofilene er beregnet fra følgende formel:

$$s_{uA} = 0,3 p_0' \times OCR^{0,6}$$

hvor:  $OCR = p_0'/p_c'$

$p_0'$  = effektivt overlagingstrykk

$p_c'$  = forkonsolideringstrykk ut fra antatt tidligere terrengnivå

For godt drenerte forhold, så kan denne formelen gi for lavt styrkeanslag fordi dagens  $p_0'$  er høyere enn  $p_c'$ . OCR er aldri lavere enn 1,0 slik at  $s_{uA}$  aldri er satt lavere enn  $s_{uA} = 0,30 p_0'$

Antatt tidligere terrengnivå er vurdert for hver enkelt borpunkt. Dette er gjort ved å se på de høyeste terrengformasjonene i det tilgrensende området til boringene.

For flere av profilene var det avvik mellom skjærstyrke tolket fra trykksonderinger og skjærstyrke utledet fra OCR. Dette kan skyldes forsøktekniske forhold eller at massene har andre egenskaper enn korrelasjoner tilsier. Det er derfor gjort en vurdering i hvert enkelt tilfelle på hvilket skjærstyrkeprofil som skal benyttes.

I etterkant av undersøkelsene går det klart fram at det er behov for undersøkelsespunkter i nedre del/fot av skråningene. På grunn av de drenerende lagene vil styrkeforholdene i foten av skråningene være en funksjon av lagdeling og tidligere erosjons/skredprosesser. Dette er videre kommentert under avsnittet stabilitetsanalyser.

## 4 Stabilitetsanalyser

### 4.1 Analyseverktøy

Stabilitetsberegningene er utført med programmet GeoSuite Stability, versjon 4.1.0.13. Programmet baserer seg på en likevektsbetraktning i bruddgrensetilstanden, "Limit equilibrium method" (LEM) og beregningene er med BEAST 2003 udrenert ADP analyse.

Beregningene er utført med sirkulære glideflater. Terrenglast er ikke medregnet i beregningene. I beregningene er det tatt hensyn til at leire er et anisotrop materiale, det vil si at skjærstyrken varierer med glideflatens helning. På grunnlag av erfaringstall fra forsøk på en rekke norske leirer er forholdet mellom styrkeverdiene for de ulike sonene satt til:

$$s_{uD} = 0,7 s_{uA} \text{ og } s_{uP} = 0,4 s_{uA}$$

Siden beliggenheten/mektigheten av tørrskorpen er ukjent langs med profilene, er det primært brukt profiler med kun leire som materiale. Unntaket er i de tilfellene hvor mektigheten av friksjonsmaterialene er betydelig. Beregningsmessig vil betydningen av denne forenklingen av profilene ha minimalt å si på den beregnede sikkerhetsfaktoren.

Vi har utført beregninger med en antatt batymetri i elva. De opptredende glidesirkler går i begrenset grad ut elva og effekten av helning på bunnen på beregnet sikkerhetsfaktor er liten.

### 4.2 Søreng

Det er utført stabilitetsanalyse med udrenert ADP metode med styrkeprofil basert på undersøkelser i punkt 225. Målingene i punkt 225 er ikke representative for styrkeforholdene i nedre deler av skråningene ut mot Glomma med evjene. Styrkeforholdene her vil i første rekke avhenge av hvilken overkonsolidering leira har vært utsatt for. Det foreligger ikke undersøkelser som kan brukes til dette formålet. I beregningen vist på tegning 101 er det antatt at leira ved foten av skråningen en gang lå under platåkanten og ble konsolidert under en godt drenert skråning tilsvarende dagens skråning påvist ved undersøkelsene i punkt 225. Den beregnede sikkerhetsfaktor på 1,06, viser at sikkerheten er lav og at skråningene i

området står som en følge av forkonsolidering av jordmasser som helt eller delvis har vært drenert.

### 4.3 *Salmonrud*

Det er utført stabilitetsberegninger med udrenert ADP metode for et profil ut mot Lekumevja ved gården Salmonrud og for et profil ut mot Glomma ved gården Buskelsrud. Beregningen ved Salmonrud er basert på undersøkelsene i punkt 228 og ved Buskelsrud undersøkelsene i punkt 30. I mangel av målinger på styrkeforholdene i leira i skråningsområdet/fot skråning er det også her, som for Søreng, antatt at leira under skråningspartiet har vært forkonsolidert under høye overlagingsspenninger på grunn av helt eller delvis drenerte jordmasser.

Beregningene for Salmonrud og Buskelsrud er vist på tegningene 102 og 103. Beregnede kritiske sikkerhetsfaktor er lave, henholdsvis 0,96 og 0,98. De utførte beregningene viser at stabiliteten av skråningene er lav og at faregraden for utglidninger i området er høy.

### 4.4 *Lekum*

Stabilitetsberegninger viser at sikkerhetsnivået på elveskråningen i første rekke er styrt av den lagdelte elveavsetningen som er drenert. Sikkerhetsnivået er styrt av effektivspenningsparametre i den lagdelte avsetningen. Sikkerheten er bedre for brudd som går ned i leirlaget på ca 12 m dybde. Resultatet av stabilitetsanalysen med forsiktig antatte jordparametre er vist på tegning 104. Med de forsiktige antagelser av styrkeparametre synes sikkerheten mot utglidninger som går ned i leirlaget å være rimelig god.

Som forventet for en sandig siltig avsetning med bratt skråning vil den være utsatt for overflateglidninger. Faktorer som kan utløse slike glidninger er i første rekke assosiert med vann. Det anbefales at det sikres mot utslipp av overflatevann fra taknedløp, drenasjesystemer og lignende i grunnen nær skråningsområdet. Vegetasjon i skråningen bør bevares og vi anbefaler at elvebredden erosjonsbeskyttes.

## 5 **Revidert Faregradsevaluering**

Den gjeldende risikovurdering for sonene er vist i tabell 2.1.

*Tabell 2.1 – Gjeldende risikovurdering for Søreng og Salmonrud, /6/.*

SoneID	Soner i Eidsberg kommune	Faregrad-klasse	Konsekvens-klasse	Risiko-klasse
814	Søreng	<b>Høy</b>	Mindre alvorlig	3
818	Salmonrud	<b>Høy</b>	Alvorlig	3



Det er foretatt en revidert vurdering av Faregrad og faregradklasse med bakgrunn i at de supplerende grunnundersøkelsene gir tilleggsinformasjon omkring følgende faktorer som inngår i evalueringen:

- OCR/Forkonsolidering
- Poretrykksforhold i skråningene
- Kvikkleiremektighet

I tillegg er det gjennomført stabilitetsvurderinger med basis i den informasjon som foreligger for skråninger i området hvor de supplerende undersøkelsene ble gjennomført.

### **5.1 Sone Søreng**

Sonen har i dag en poengsum på 26 ifølge gjeldende anbefalte evalueringsprinsipp, /5/. Dette er laveste poengscore innen faregradsklasse høy. Poengbidraget fra faktoren poretrykk er 0 ut i fra antagelse om hydrostatisk poretrykk langs kritisk glideflate. Poretrykksmålingene viser at store deler av den kritiske glideflaten har poreundertrykk høyere enn 50 kPa mens en liten del av glideflaten ut mot Glomma antagelig har hydrostatisk poretrykk. Ifølge faregradskriteriene betyr dette en score på -3 til -2 og en reduksjon i poengtall på -6 til -9. Med hensyn til forkonsolidering og til kvikkleiremektighet synes det ikke å være grunnlag for forandring. Dette bringer ifølge de gjeldende kriteriene sonen fra faregradsklasse Høy til Middels.

De supplerende grunnundersøkelsene gir imidlertid ikke grunnlag for endring av sonens klassifisering. Antagelse om at tidligere terrengnivå trolig ikke har ligget vesentlig høyere enn dagens terrengnivå synes å kunne være korrekt i borpunktposisjon 225. Det som imidlertid er vesentlig for sikkerhetsnivået av skråninger i sonen er drenasjeforholdene i de massene som en gang lå over området ved foten av skråningene. Poretrykket i disse massene styrte det effektive overlagingstrykket i dagens terrengnivå og derved også i stor grad styrken i underliggende leire. Overslagsberegningene som er utført indikerer lave beregnede sikkerhetsfaktorer i området. Dette underbygger at faregraden Høy er berettiget. I tillegg er det grunn til å påpeke at de supplerende undersøkelsene ikke dekker alle elve- og ravineskråninger i sonen.

### **5.2 Sone Salmonrud**

Sonen har i dag en poengsum på 27 ifølge gjeldende anbefalte evalueringsprinsipp, /5/. Dette er laveste poengscore innen faregradsklasse høy. Poengbidraget fra faktoren poretrykk er 0 ut i fra antagelse om hydrostatisk poretrykk langs kritisk glideflate. Poretrykksmålingene viser at store deler av den kritiske glideflaten har poreundertrykk høyere enn 50 kPa mens en liten del av glideflaten ut mot Glomma antagelig har hydrostatisk poretrykk. Ifølge faregradskriteriene betyr dette en score på -3 til -2 og en reduksjon i poengtall på -6 til -9. Med hensyn til forkonsolidering

og til kvikkleiremektighet synes det ikke å være grunnlag for forandring. Dette bringer ifølge de gjeldende kriteriene sonen fra faregradsklasse Høy til Middels.

De supplerende grunnundersøkelsene gir ikke imidlertid ikke grunnlag for endring av sonens klassifisering. Antagelse om at tidligere terrengnivå trolig ikke har ligget vesentlig høyere enn dagens terrengnivå synes å kunne være korrekt i borpunktposisjon 225. Det som imidlertid er vesentlig for sikkerhetsnivået av skråninger i sonen er drenasjeforholdene i de massene som engang lå over området ved foten av skråningene. Poretrykket i disse massene styrte det effektive overlagingstrykket i dagens terrengnivå og derved også i stor grad styrken i underliggende leire. Overslagsberegningene som er utført indikerer lave beregnede sikkerhetsfaktorer i området. Dette underbygger at faregraden Høy er berettiget. I tillegg er det grunn til å påpeke at de supplerende undersøkelsene ikke dekker alle elve- og ravineskråninger i sonen.

## 6 Videre arbeid/tiltak

Primære utløsende faktorer for skred antas å kunne være:

- Erosjon fra Glomma med evjer og bekkedrag.
- Bakkeplanering, vegetasjonsfjerning.
- Ekstreme nedbørshendelser eventuelt i kombinasjon med utilstrekkelige drencsystemer.

Det vil være omfattende og kostnadskrevende å øke sikkerheten av skråningene mot Glomma og evjene ved generelle tiltak i foten av skråningene. Omfanget av grunnundersøkelser er heller ikke tilstrekkelig som grunnlag for vurdering av konkrete tiltak i sonene.

Som påpekt under punkt 4 er beregningsmessig sikkerhet for større dypere gående utglidninger for skråningene i stor grad styrt av styrkeforholdene under nedre del av skråningene. Disse styrkeforholdene er ikke dokumentert i de foreliggende undersøkelsene. Det kan derfor vurderes om det er mulig å komme til med supplerende undersøkelser i foten av skråningene.

Eventuelle tiltak bør i første rekke fokuseres mot å sikre skråningene i sonene mot forverring av dagen situasjon. Dette innebærer detaljbefaring for identifisering av aktiv erosjon og sig i skråningene og vurdering av mulighet for erosjonsbeskyttelse/bekkelukking, eller eventuelt avlastning på skråningstopp.

Det må sikres at ingen terrengtiltak utføres uten forutgående geoteknisk vurdering, jf /6/.

Elveskråning ved Lekum ligger utenfor kvikkleiresonene og vi viser til vurdering i punkt 4.4 ovenfor.

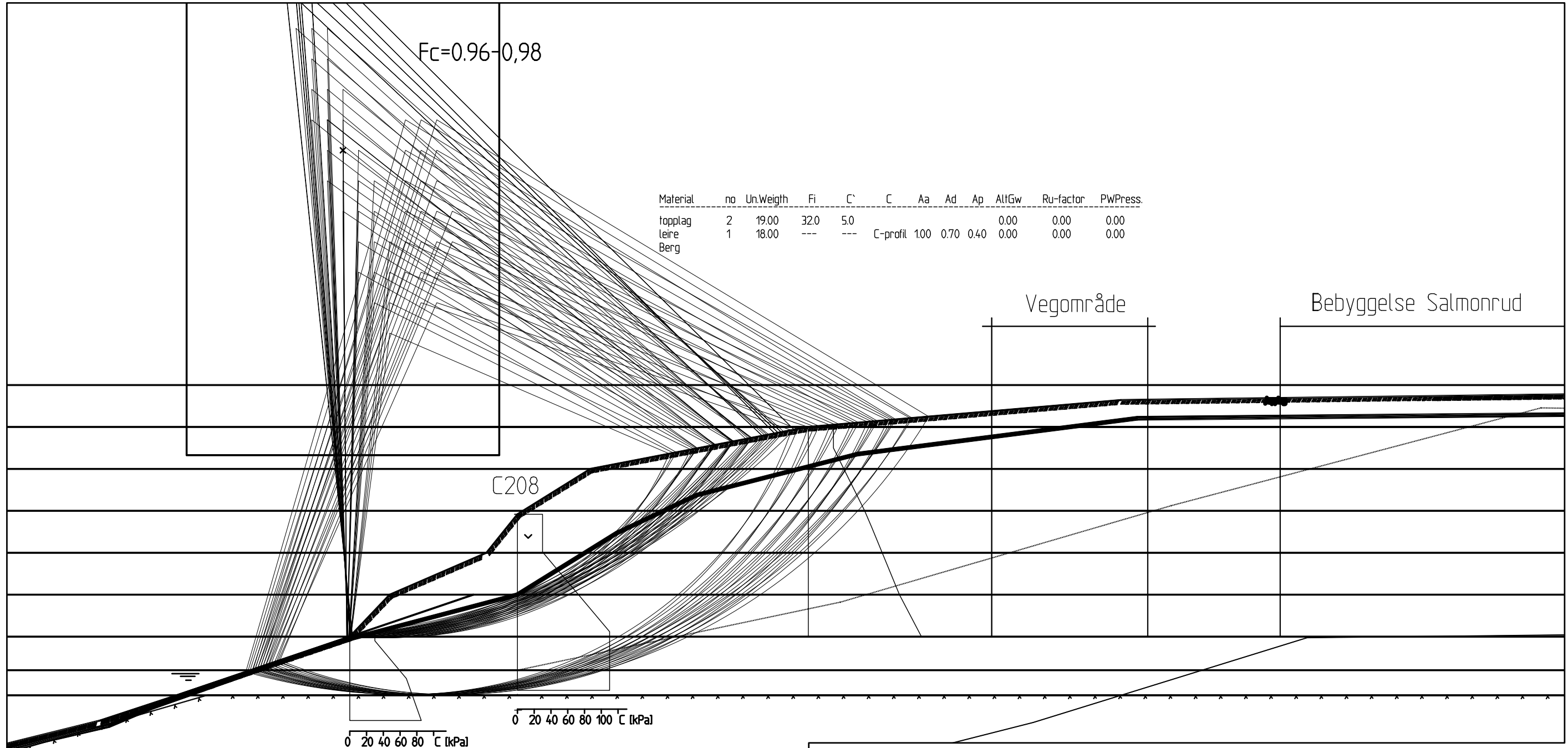
## 7 Referanser

- /1/ Norges Geotekniske Institutt. Kartlegging av områder med potensiell fare for kvikkleireskred. Kartblad Askim M=1:50 000. Rapport 840068-1, datert oktober 1988.
- /2/ Norges Geotekniske Institutt. Kartlegging av områder med potensiell fare for kvikkleireskred. Kartblad Askim M=1:50 000. Borerresultater. Rapport 840068-2, datert mars 1992.
- /3/ Norges Geotekniske Institutt. Kartlegging av områder med potensiell fare for kvikkleireskred. Kartblad Sarpsborg M=1:50 000. Rapport 830063-1, datert september 1988.
- /4/ Norges Geotekniske Institutt. Kartlegging av områder med potensiell fare for kvikkleireskred. Kartblad Sarpsborg M=1:50 000. Borerresultater. Rapport 830063-2, datert februar 1992.
- /5/ Norges Geotekniske Institutt. Vurdering av risiko for skred. Metode for klassifisering av faresoner, kvikkleire. Rapport 20001008-2, rev.2, datert 16.desember 2002.
- /6/ Norges Geotekniske Institutt. Program for økt sikkerhet i vassdrag  
Evaluering av risiko for kvikkleireskred, Eidsberg kommune  
Rapport 20001008-41, datert 9. februar 2006.
- /7/ Løvlien Georåd, 2008. ”Grunnundersøkelse – Geoteknisk datarapport 08-65 nr. 2”. Kvikkleiresoner Eidsberg kommune. Datert 2008-07-09 .
- /8/ Karlsrud K., Lunne T., Kort D.A., Strandvik S, 2005. CPTU Correlations for Clays. International conference on soil mechanics and foundation engineering (ISMGE).
- /9/ Lunne Tom, Robertson P.K., Powell J.J.M., 1997. - Cone Penetration Testing in Geotechnical Practice. Blackie Academic & Professional, -XXIII, 312 s. : ill



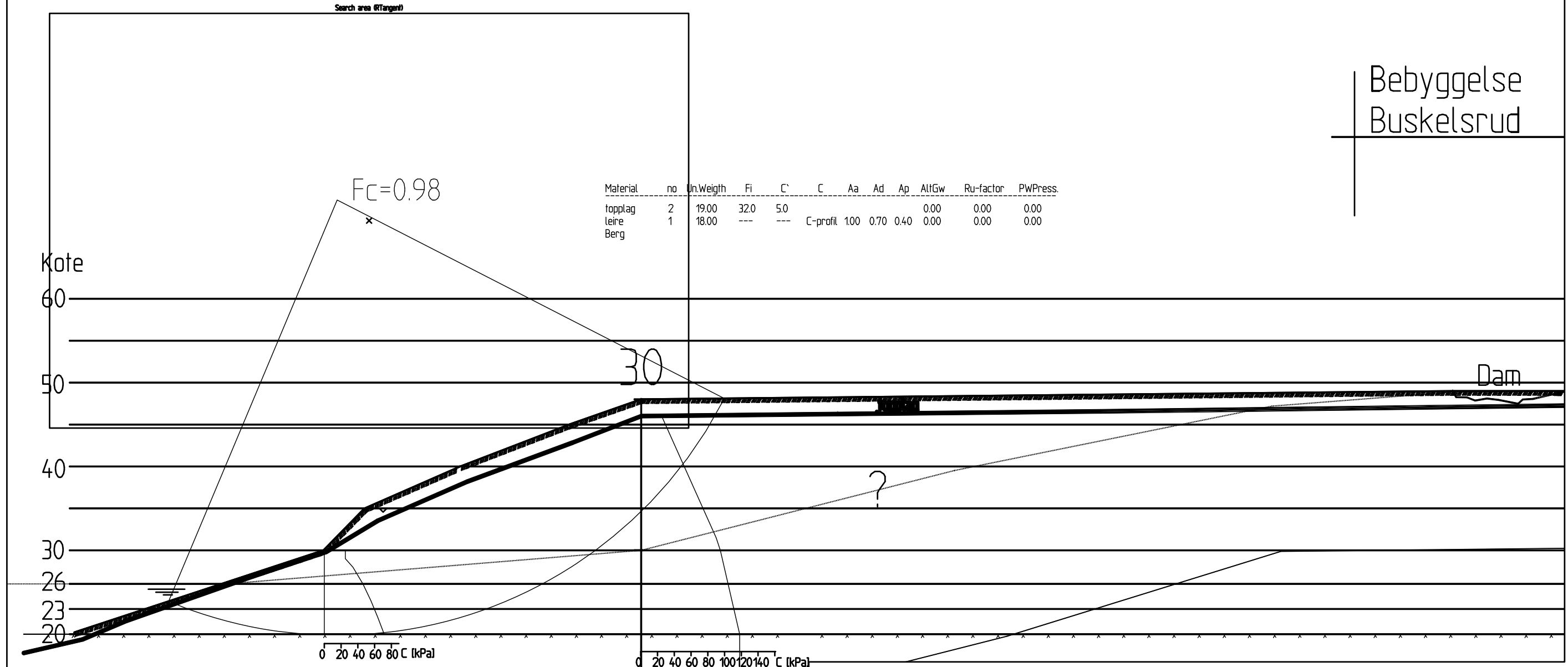





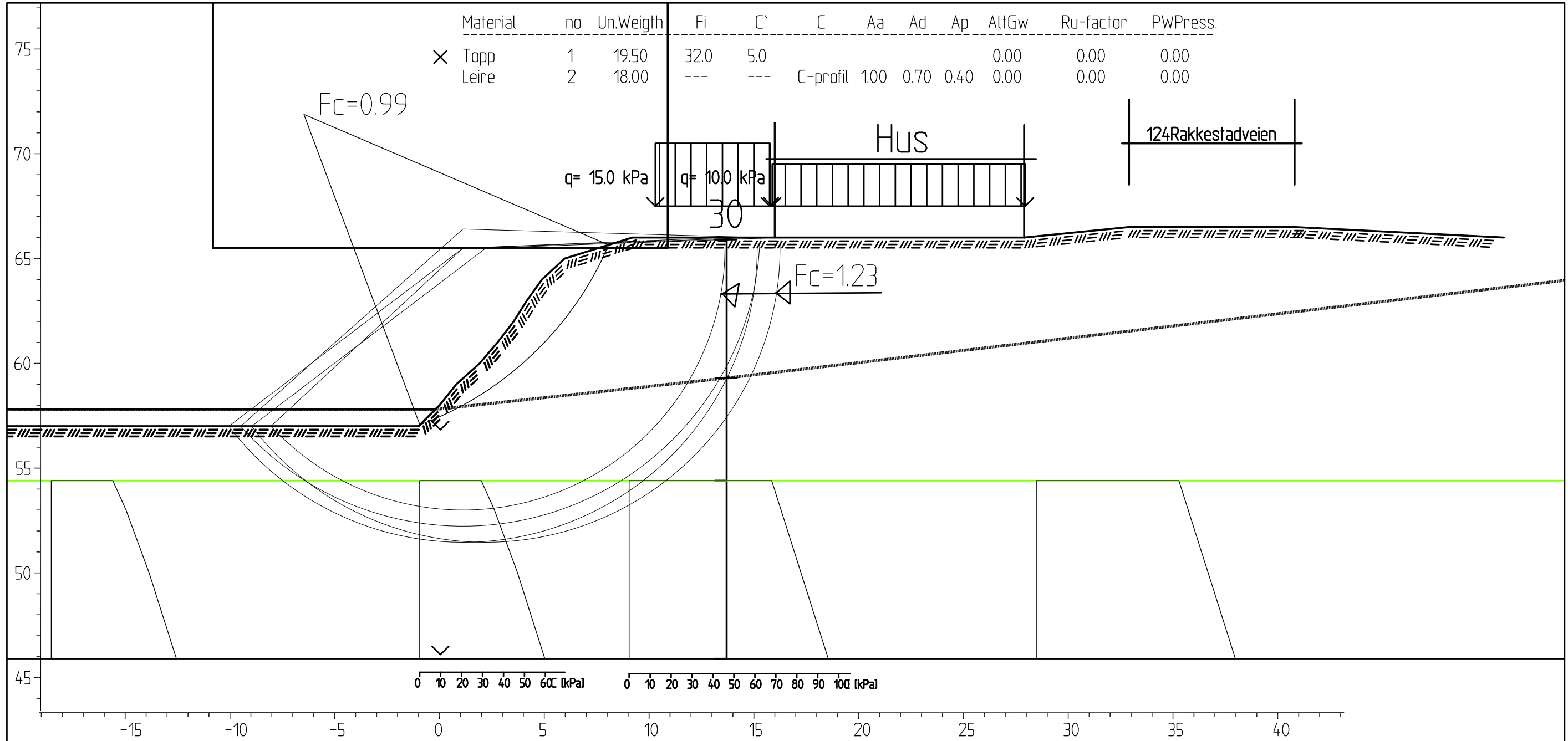


Rev.	Beskrivelse								Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.				
									-	-	-	-				
<b>NVE</b> <b>Risiko for kvikkleireskred</b>  Eidsberg kommune Stabilitetsvurdering, sone Salmonrud									Status							
									-							
									Original format							
									A-3							
									Tegningens filnavn							
									\\Prof. Eidsberg Salmonrud-age fact .1 3							
									Målestokk		 <b>NGI</b>					
									1:500							
NGI Sognsveien 72 - PO Box 3930 Ullevål Stadion NO-0806 Oslo, Norway T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48 www.ngi.no									Dato		Konstr./Tegnet		Kontrollert		Godkjent	
									18.12.2012		AK		TrV		AK	
									Oppdragsnr.		Tegningsnr.		Rev.			
									20071294		102		-			

# Bebyggelse Buskelsrud



Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
-	-	-	-	-	-
<b>NVE</b> <b>Risiko for kvikkleireskred</b>		Status — Original format A-3 Tegningens filnavn \Profiler Eidsberg Buskelsrud Lavt estimat			
Eidsberg kommune Stabilitetsvurdering , Buskelsrud i sone Salmonrud		Målestokk	 <b>NGI</b>		
NGI Sognsveien 72 - PO Box 3930 Ullevål Stadion NO-0806 Oslo, Norway T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48 www.ngi.no		Dato	Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent
		18.12.2012	AK	TrV	AK
		Oppdragsnr.	Tegningsnr.	Rev.	
		20071294	103	-	



Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
-	-	-	-	-	-
<b>NVE</b> <b>Risiko for kvikkleireskred</b>		Status Original format A-3 Tegningens filnavn \Profil Lekum erodert skråning Målestokk 1:200			
Eidsberg kommune Stabilitetsvurdering, Lekum					
NGI Sognsveien 72 - PO Box 3930 Ullevål Stadion NO-0806 Oslo, Norway T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48 www.ngi.no		Dato 19.12.2012	Konstr./Tegnet AK	Kontrollert TrV	Godkjent AK
		Oppdragsnr. 20071294	Tegningsnr. 104		Rev. -



Dokumentnr.: 20071294-02-TN  
Dato: 2013-03-08  
Rev.nr.:  
Vedlegg A, Side 1

## Vedlegg A - Poretrykksmålinger







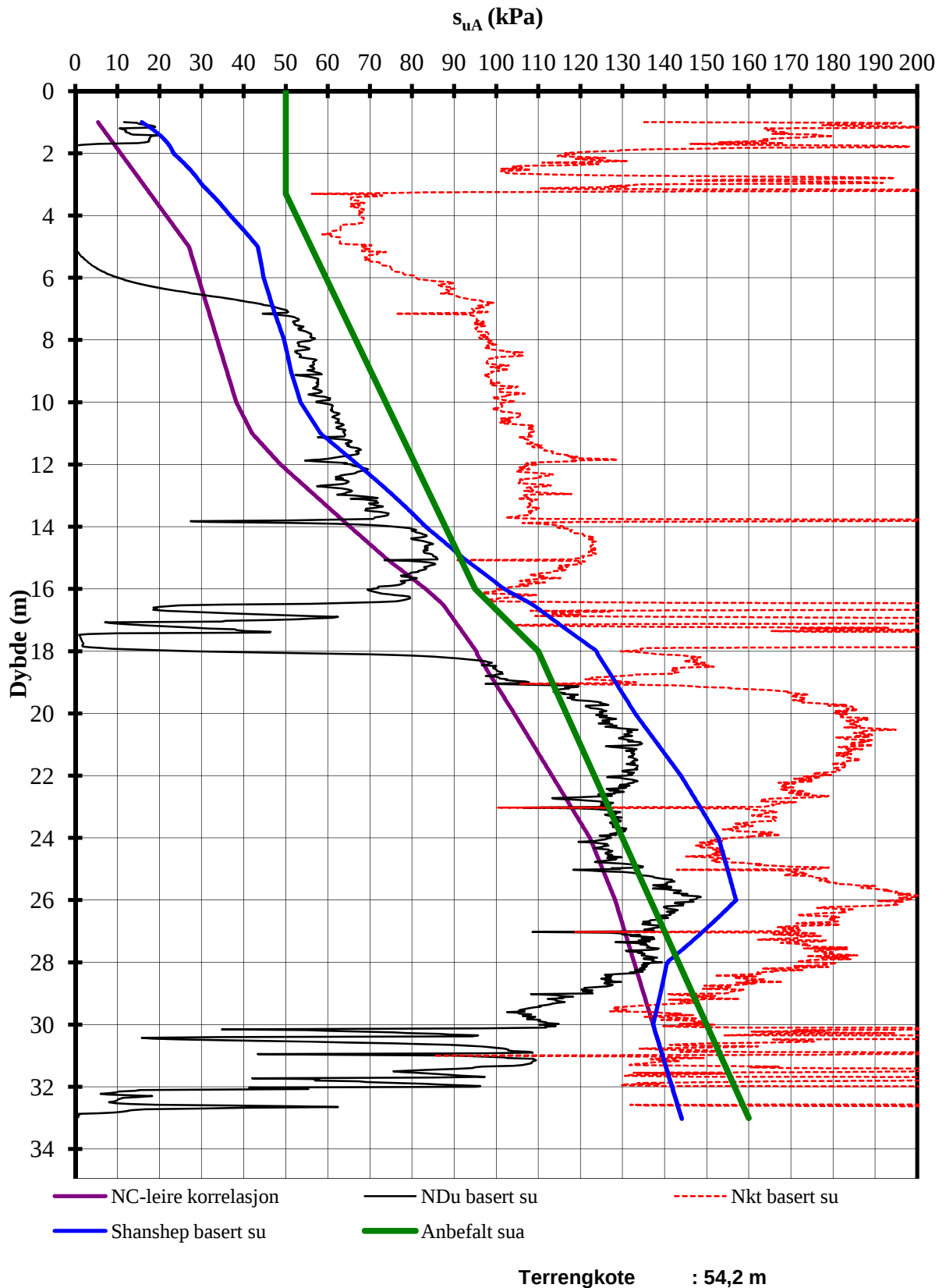







Dokumentnr.: 20071294-02-TN  
Dato: 2013-03-08  
Rev.nr.: 0  
Vedlegg B Side 1

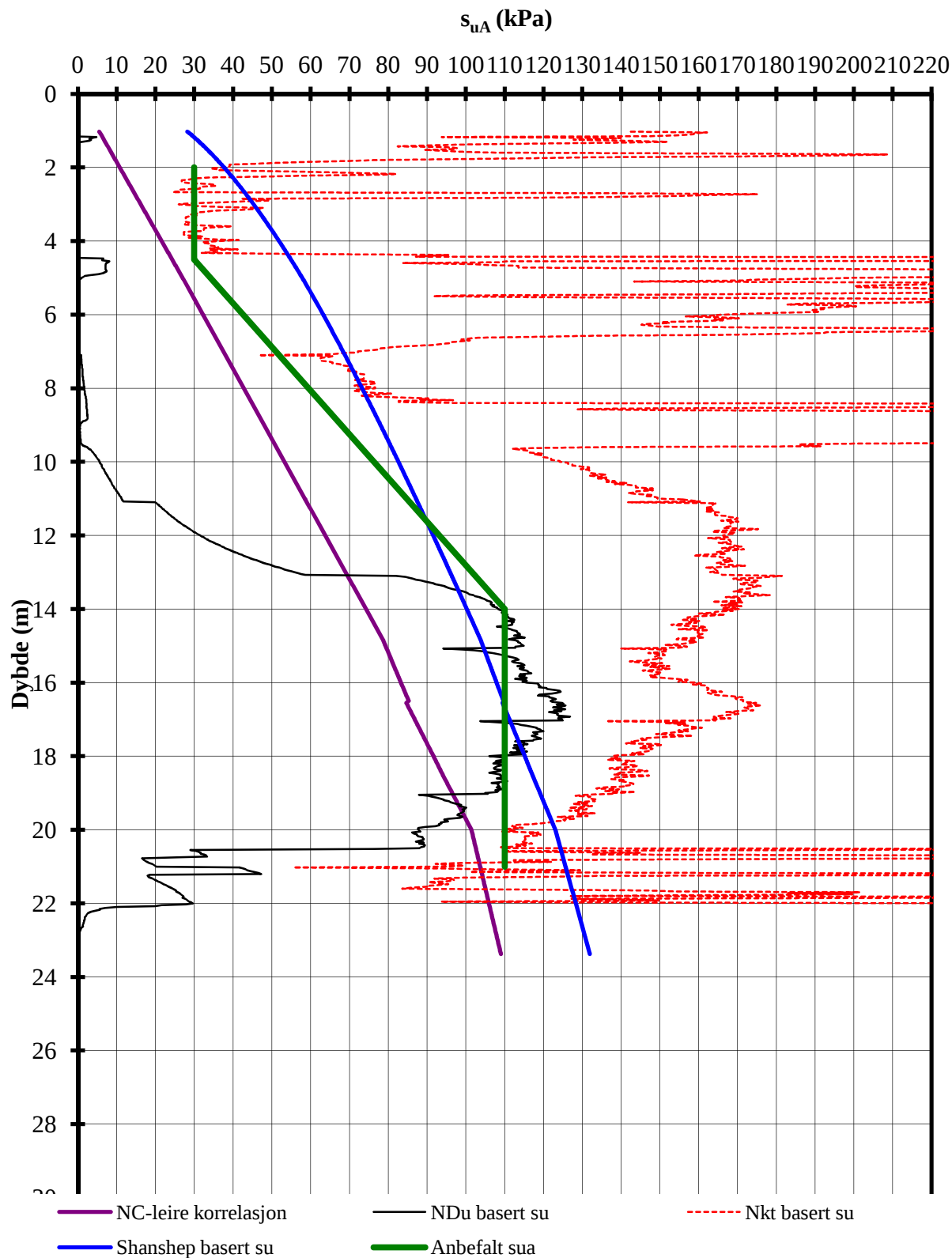
## Vedlegg B - Evaluering av skjærstyrkeprofiler fra CPTU-sonderinger



P:\2007\12\20071294\CPT-tolk\NGI C225 2008.xls\sua profil


<b>Søreng</b>	Rapport nr.	Figur nr.
	20071294	B1
Aktiv skjærstyrke basert på CPTU-sondering og shanshep.  Borhull C225-2008	Tegner	Dato
	AK	2012-12-18
	Kontrollert	
Godkjent		
	AK	

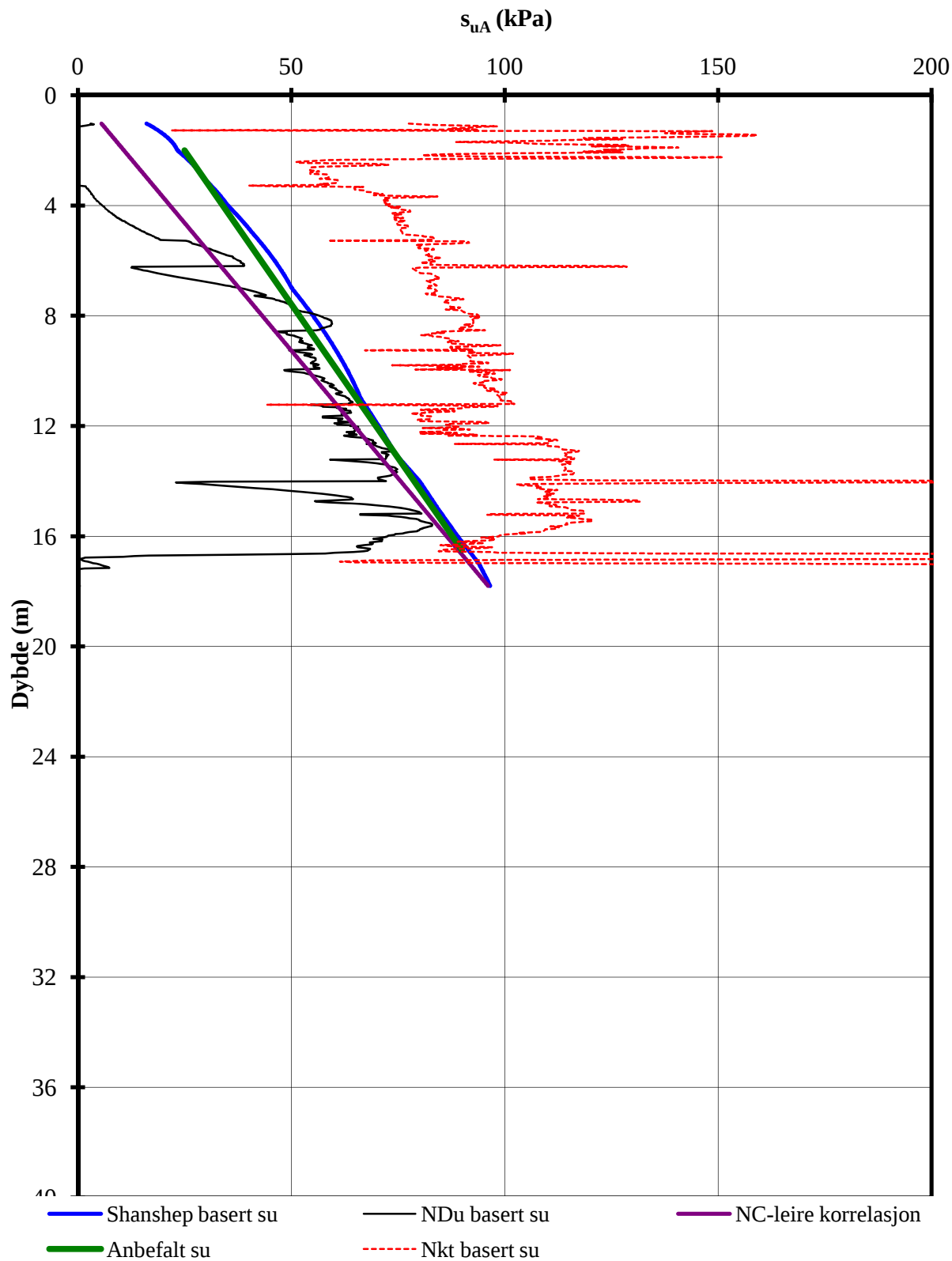





Terrengkote : 44,6 m

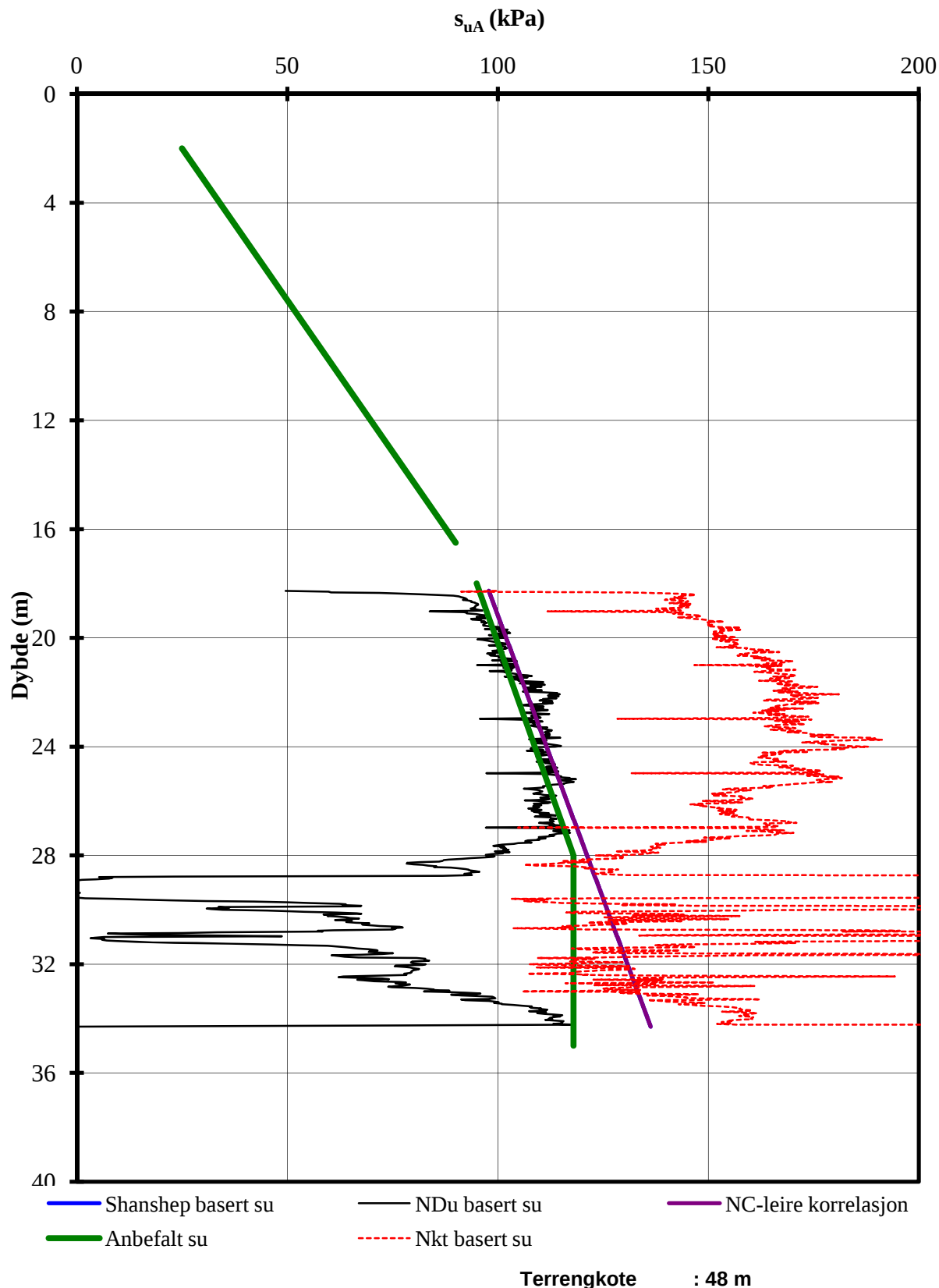
P:\2007\12\20071294\CPT-tolk\NGI C208 2008.xls\sua profil

<b>Salmonrud</b>	Rapport nr.	Figur nr.
	20071294	B2
Aktiv skjærstyrke basert på CPTU-sondering og shanshep. Borhull C208-2008	Tegner	Dato
	AK	2012-12-18
	Kontrollert	
TrV		
	Godkjent	
	AK	




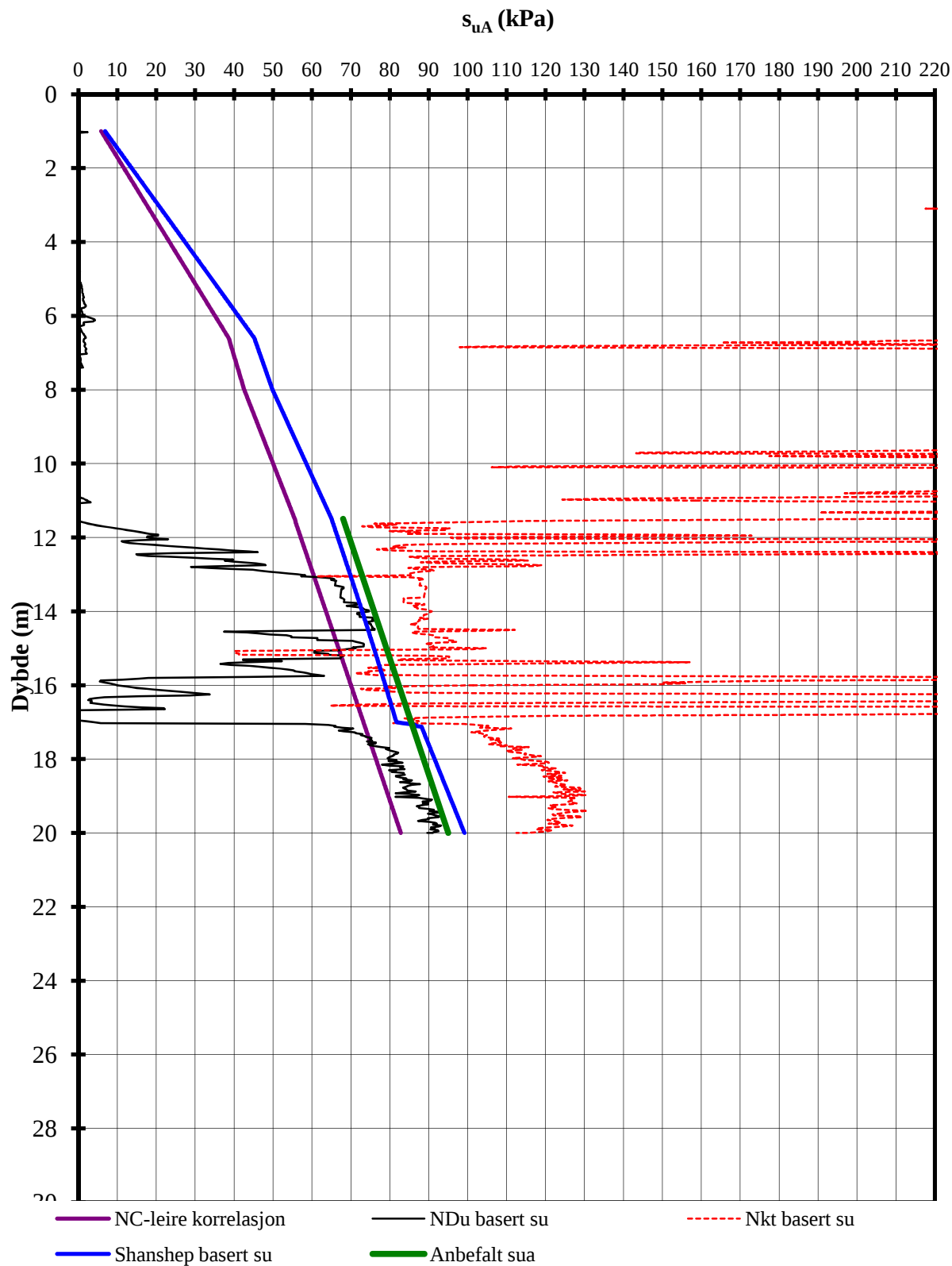
P:\2007\12\20071294\CPT-tolk\NGI C30a 2008.xls\sua profil

<b>Salmonrud (Buskelsrud)</b>	Rapport nr. 20071294	Figur nr. B3
	Tegner AK	Dato 2012-12-17
Aktiv skjærstyrke basert på CPTU-sondering og shanshep.  Borhull30a	Kontrollert TrV	
	Godkjent AK	




P:\2007\12\20071294\CPT-tolk\NGI C30b 2008.xls\sua profil

<b>Salmonrud (Buskelsrud)</b>	Rapport nr.	Figur nr.
	20071294	B4
Aktiv skjærstyrke basert på CPTU-sondering og shanshep. Borhull30b	Tegner	Dato
	AK	2012-12-17
	Kontrollert	
TrV		
	Godkjent	
	AK	



P:\2007\12\20071294\CPT-tolk\NGI C10b 2008.xls\sua profil

<b>Lekum</b>	Rapport nr.	Figur nr.
	20071294	B5
Aktiv skjærstyrke basert på CPTU-sondering og shanshep. Borhull C10-2008	Tegner	Dato
	AK	2012-12-17
	Kontrollert	
TrV		
	Godkjent	
	AK	

# Kontroll- og referanseside/ Review and reference page



<b>Dokumentinformasjon/Document information</b>									
<b>Dokumenttittel/Document title</b> Stabilitetsvurdering Søreng, Salmonrud og Lekum						<b>Dokumentnr./Document No.</b> 20071294-02-TN			
<b>Dokumenttype/Type of document</b> Teknisk notat		<b>Distribusjon/Distribution</b> Begrenset/Limited				<b>Dato/Date</b> 2013-03-08		<b>Rev.nr.&amp;dato/Rev.No.&amp;date</b> 0	
<b>Oppdragsgiver/Client</b> Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE), Region Øst									
<b>Emneord/Keywords</b> Kvikkleire, grunnundersøkelser, risiko, fare									
<b>Stedfesting/Geographical information</b>									
<b>Land, fylke/Country, County</b> Norge, Østfold						<b>Havområde/Offshore area</b>			
<b>Kommune/Municipality</b> Eidsberg						<b>Felt navn/Field name</b>			
<b>Sted/Location</b> Lekumevja						<b>Sted/Location</b>			
<b>Kartblad/Map</b>						<b>Felt, blokknr./Field, Block No.</b>			
<b>UTM-koordinater/UTM-coordinates</b>									
<b>Dokumentkontroll/Document control</b>									
<b>Kvalitetssikring i henhold til/Quality assurance according to NS-EN ISO9001</b>									
<b>Rev./Rev.</b>	<b>Revisjonsgrunnlag/Reason for revision</b>	<b>Egenkontroll/Self review av/by:</b>		<b>Sidemanns-kontroll/Colleague review av/by:</b>		<b>Uavhengig kontroll/Independent review av/by:</b>		<b>Tverrfaglig kontroll/Inter-disciplinary review av/by:</b>	
0	Originaldokument	AK		TrV					
<b>Dokument godkjent for utsendelse/Document approved for release</b>				<b>Dato/Date</b> 8. mars 2013		<b>Sign. Prosjektleder/Project Manager</b> Arne Kleven			



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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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



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

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

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

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

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

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

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

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

