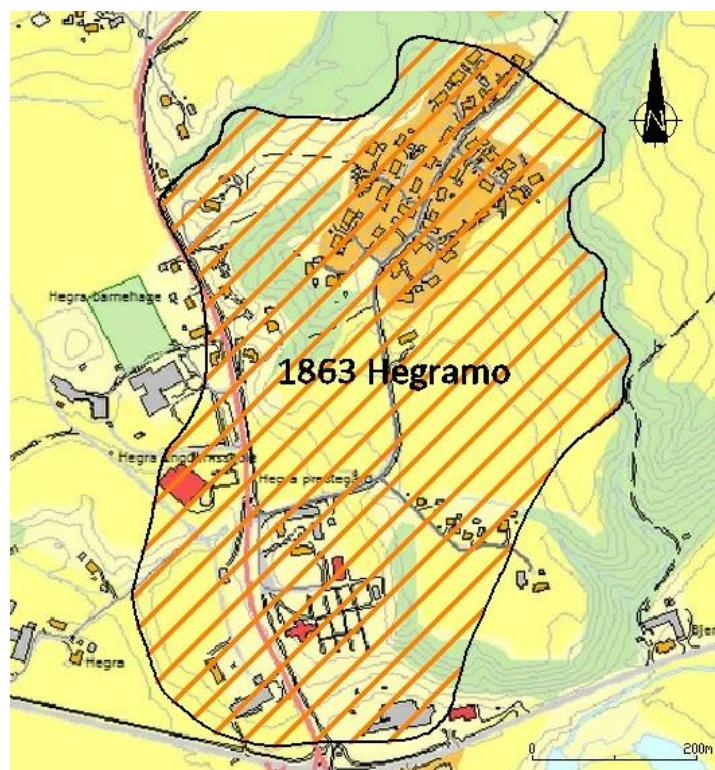


Oppdragsgiver
Norges vassdrags- og energidirektorat

Rapporttype
Geoteknisk vurderingsrapport

17.12.2014

KVIKKLEIRESONE HEGRAMO **GEOTEKNIK RAPPORT**



KVIKKLEIRESONE HEGRAMO

Oppdragsnr.: 1350002991
 Oppdragsnavn: Kvikkleiresone Hegramo
 Dokument nr.: G-rap-001 rev.01
 Filnavn: G-rap-001 rev01 1350002991.docx

Revisjon	00	01	
Dato	27.10.2014	17.12.2014	
Utarbeidet av	Helle Bråtteng Olsen	Helle Bråtteng Olsen	<i>Helle Bråtteng Olsen</i>
Kontrollert av	Per Arne Wangen	Per Arne Wangen	<i>Per Arne Wangen</i>
Godkjent av	Per Arne Wangen	Per Arne Wangen	<i>Per Arne Wangen</i>
Beskrivelse	Utredning av områdestabilitet		

Revisjonsoversikt

Revisjon	Dato	Revisjonen gjelder
01	17.12.2014	Endringer etter uavhengig kontroll og kontroll av NVE.

SAMMENDRAG

Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE) utfører utredning av kvikkleiresone 1863 Hegramo i Stjørdal kommune. Rambøll utfører på oppdrag fra NVE utredningsarbeidet. NGI utfører uavhengig kvalitetssikring. Sonen er klassifisert med faregrad middels, og risikoklasse 5.

Det er utført et betydelig omfang av grunnundersøkelser i og rundt kvikkleiresonen, og det er utført befaring i bekkedalene som naturlig avgrenser sonen i nord og øst. Ved befaringene ble det observert tegn på små utglidninger og noe erosjon i enkelte deler av bekkedalene.

Det er generelt mektig, meget sensitiv kvikkleire i området overdekket av tørrskorpeleire og leire i varierende mektighet. Terrenget er stedvis sterkt kupert og preget av terregngrygger og raviner, men stedvis er også slakere partier.

Det er utført stabilitetsberegninger i 4 profiler som vurderes som representative/kritiske for kvikkleiresonen.

Lagdeling i beregningsprofilene er tolket ut fra sonderinger og prøvetaking. Grunnvannslinje og poretrykksfordeling er tolket ut fra målinger fra poretrykksmålerne. Udrenert skjærfasthet er valgt på grunnlag av utførte trykksonderinger (CPTU) og undersøkelser fra laboratoriet. For effektivspenningsanalysene er det benyttet tolkede verdier fra utførte treaksialforsøk.

Stabilitetsberegningene er utført ved hjelp av dataprogrammet GeoSuite Stability. Det er utført total- og effektivspenningsanalyse med utgangspunkt i dagens terrenget, og det er sett på hvilke sikringstiltak som kreves for å tilfredsstille kravene i NVEs veileder 7/2014 (ref. /1/). Iht. ref. /1/ vil det for områder med lavere materialfaktor enn 1,4 være krav om prosentvis forbedring for sikringstiltak i kvikkleiresoner med middels faregrad.

I profil A oppnås det ikke tilfredsstillende stabilitet for dagens terrenget for totalspenningsanalysen. For effektivspenningsanalysen oppnås det imidlertid tilfredsstillende stabilitet. Sikringstiltak i form av nedplanering vurderes som mest hensiktsmessig i profil A. Beregningene viser at det er nødvendig med en nedplanering på ca. 4,5 meter, ned til kote +68,5. Nedplanert område vil kunne benyttes til oppføring av nybygg, og sikringen vil åpne for videre utnyttelse av områdene rundt profilet og i utløpsområdet.

For totalspenningsanslysen er det i profil F oppnådd tilfredsstillende stabilitet i de fleste glideflater utenom lange, dype flater og for en skråning ved borpunkt 5. Vi mener det er rimelig å anta at de lange glideflatene har en viss sideeffekt som gjør at de har tilfredsstillende sikkerhet, men har sett på sikringstiltak for å oppnå tilstrekkelig forbedring også på disse. Det er prosjektert nedplanering ved borpunkt 5. For effektivspenningsanalysen oppnås det tilfredsstillende stabilitet for alle glideflater.

I profil I oppnås det tilfredsstillende stabilitet for effektivspenningsanalysen, men ikke for totalspenningsanalysen. Det er utarbeidet forslag til sikringstiltak, ved oppfylling i bunn av skråningen ned mot Hegra barneskole.

I profil J oppnås det ikke tilfredsstillende stabilitet opp mot eksisterende bebyggelse fra bekkedalen (totalspenningsanalysen). Effektivspenningsanalysen viser imidlertid tilfredsstillende stabilitet. Det er foreslått sikringstiltak i form av heving av bekkeløpet ca. 1 meter. Bekken bør steinsettes for å hindre erosjon.

Det er utført beregninger for maksimalt utløpsområde for kvikkleiresone Hegramo. Disse dekker store deler av Hegra sentrum og går østover og vestover langs Stjørdalselva.

ROS-analyse etter sikringstiltak viser at kvikkleiresonens faregrad kan justeres ned til lav og risikoklasse kan justeres fra 5 til 4 dersom sikringstiltak utføres.

INNHOLD

1. INNLEDNING	6
2. GRUNNLAG	6
2.1 GRUNNUNDERSØKELSER	6
2.2 BEFARINGER	6
2.3 EROSJON	6
3. TERRENG OG GRUNNFORHOLD	7
3.1 KVARTÆRGEOLOGISK KART OG MARIN GRENSE	7
3.2 TOPOGRAFI	8
3.3 GRUNNFORHOLD	8
4. SONEAVGRENSNING OG KLASSIFISERING	8
4.1 SONEGRENSER	8
4.2 FAREGRAD, KONSEKVENSKLASSE, OG RISIKOKLASSEVURDERING.....	9
5. SIKKERHETSKRAV FOR PLANLAGTE TILTAK	9
6. GRUNNLAG FOR STABILITETSVURDERINGER	9
6.1 KRITISKE SNITT OG SKREDMEKANISMER	9
6.2 LAGDELING.....	10
6.3 GRUNNVANNSTAND OG PORETRYKKSFORHOLD	10
6.4 MATERIALPARAMETERE	10
7. STABILITETSVURDERINGER.....	12
7.1 PROFIL A	12
7.2 PROFIL F	13
7.3 PROFIL I.....	14
7.4 PROFIL J.....	15
7.5 REVIDERT ROS-ANALYSE ETTER SIKRINGSTILTAK	15
8. AVGRENSNING AV UTLØPSOMRÅDE	15
8.1 PROFIL A	15
8.2 PROFIL I.....	17
9. OPPSUMMERING	19
10. REFERANSER	19

FIGUROVERSIKT

Figur 1: Kvartærgeologisk kart (www.ngu.no)	7
Figur 2: Normalisert utløpsdistanse for kvikkleire profil A	17
Figur 3: Normalisert utløpsdistanse for kvikkleire profil I	18

TABELLOVERSIKT

Tabell 1: Utførte grunnundersøkelser i området	6
Tabell 2: Kvalitetsvurdering av utførte treksialforsøk	11
Tabell 3: Benyttede materialparametere i beregningene.	11

TEGNINGER

Tegn. nr.	Rev.	Tittel	Målestokk	Format
1001		Oversiktskart	1:50 000	A4
1002	01	Situasjonsplan (2 blad)	1:2500	A1
1003		Profil A - dagens terrenget - totalspenningsanalyse ADP	1:400	A2 (lang)
1004		Profil A - dagens terrenget - effektivspenningsanalyse	1:400	A2 (lang)
1005		Profil A - tiltak nedplanering - totalspenningsanalyse ADP	1:400	A2 (lang)
1006		Profil A - tiltak oppfylling - totalspenningsanalyse ADP	1:400	A2 (lang)
1007		Profil A - tiltak oppfylling og forskyvning skråning - totalspenningsanalyse ADP	1:400	A2 (lang)
1008		Profil F - dagens terrenget - totalspenningsanalyse ADP	1:400	A2 (lang)
1009		Profil F - dagens terrenget - effektivspenningsanalyse	1:400	A2 (lang)
1010		Profil F - tiltak nedplanering - totalspenningsanalyse ADP	1:400	A2 (lang)
1011		Profil I - dagens terrenget - totalspenningsanalyse ADP	1:400	A2 (lang)
1012		Profil I - dagens terrenget - effektivspenningsanalyse	1:400	A2 (lang)
1013		Profil I - tiltak nedplanering - totalspenningsanalyse ADP	1:400	A2 (lang)
1014		Profil I - tiltak oppfylling - totalspenningsanalyse ADP	1:400	A2 (lang)
1015		Profil J - dagens terrenget - totalspenningsanalyse ADP	1:400	A3 (lang)
1016		Profil J - dagens terrenget - effektivspenningsanalyse	1:400	A3 (lang)
1017		Profil J - tiltak oppfylling - totalspenningsanalyse ADP	1:400	A3 (lang)
1018		Situasjonsplan med tiltak	1:2000	A1
1019		Tiltak (nedplanering) i profil A, F og I	1:1000	A3
1020		Tiltak (oppfylling) i profil I	1:1000	A3
1021		Tiltak (oppfylling) i bekkelag	1:1000	A3
1022		Utløpsområde	1:3000	A1

VEDLEGG

Vedlegg nr.	Rev.	Tittel
1	01	Erosjon - bilder fra befaring i bekkelag øst for kvikkleiresone.
2	01	Erosjon - bilder fra befaring i bekkelag nord for kvikkleiresone.
3	01	Soneklassifiseringsark
4		Tolking av CPTU
5		Tolking av treaksialforsøk
6		Tolking av ødometerforsøk
7		Poretrykksmålinger
8		Kvalitetsskjema CPTU
9	01	ROS-analyse for profil I og J
10	01	ROS-analyse for profil A, I og J etter sikringstiltak
11	01	Oppnådd prosentvis forbedring for sikringstiltak

1. INNLEDNING

Norges vassdrags- og energidirektorat (heretter forkortet NVE) utfører utredning av kvikkleiresone 1863 Hegramo i Stjørdal kommune. Rambøll utfører på oppdrag fra NVE utredningsarbeidet. NGI utfører uavhengig kvalitetssikring.

Kvikkleiresonen er ikke tidligere registrert, og ble avdekket under arbeidet med utredning for ny barneskole i Hegra.

Kvikkleiresonen ligger nord for Hegra sentrum, og øst for Hegra ungdomsskole. Sonen er naturlig avgrenset av en bekkedal i nord og i øst.

Under arbeidet med utredning er det utført en soneklassifisering med tilhørende ROS-analyse. Soneklassifiseringsark og tilhørende ROS-analyse er presentert i vedlegg 3. Sonen er klassifisert med faregrad middels.

2. GRUNNLAG

2.1 Grunnundersøkelser

Det er gjennomført et betydelig omfang av geotekniske grunnundersøkelser i området. For utredningen ble det utført supplerende undersøkelser i juni 2014. Alle borpunktene er vist på situasjonsplanen på tegning 1002. Alle punkter hvor det er registrert kvikk/sensitiv leire er markert med oransje farge (tegning 1002 blad 2). Under (tabell 1) er det satt opp en oversikt over alle relevante grunnundersøkelser fra området.

Tabell 1: Utførte grunnundersøkelser i området

Rapportnr.:	Navn:	Utført av:	Dato:
G-rap-001 rev.01 1350004193	Grunnundersøkelser Hegramo	Rambøll	17.12.2014
G-rap-003 6130064	Hegra barneskole	Rambøll	18.12.2013
G-rap-002 rev.01 6130064	Hegra barneskole	Rambøll	18.12.2013
G-rap-001 6130064	Hegra barneskole	Rambøll	10.4.2013
415628-RIG-RAP-001	Skåråen boligfelt, etappe 2	Multiconsult	19.11.2012
412653-2	Skåråen boligfelt, byggetrinn 3	Multiconsult	8.6.2011
412653-1	Skåråen boligfelt Hegra	Multiconsult	15.2.2007
G-rap-001 640466A	Hegra idrettshall	Rambøll	1.10.2004
VD-1178 A	RV 752 Skåråen boligfelt, Hegra	Statens vegvesen	7.1.2000
O.8251	Adkomstveg til Hegra barnehage	Kummeneje	6.12.1990
O.2210	Hegramo skole	Kummeneje	11.12.1975
O.610-2	Hegramo skole, Stjørdal	Kummeneje	3.1.1973
O.610	Hegramo skole, Hegra	Kummeneje	9.2.1967

2.2 Befaringer

Det er utført befaring for de to bekkedalene øst og nord for kvikkleiresonen. Befaringene ble utført henholdsvis 13.9.2013 og 3.12.2013. Bilder fra befaringene er vist i vedlegg 1 og 2.

2.3 Erosjon

Bekkedal øst for kvikkleiresonen

Nedre del av bekkedalen er utenfor kvikkleiresonen. I dette området viser sonderingene faste masser/friksjonsmateriale. Bekkedalen er dyp, med relativt bratte skråninger opp på hver side (på det meste en høydeforskjell på ca. 40 meter). I bunn av bekken ligger det stein, mens det i sideterrenget/skråningene er tydelig sig i massene og stedvis utglidninger. Skråningene er vegetert.

Iht. til Program for økt sikkerhet for leirskred, ref. /7/, vurderes nedre del av bekkedalen til *ingen erosjon*. Dette på tross av stedvis utglidning da løsmassene er friksjonsmasser.

I øvre del av bekkedalen (langs kvikkleiresonens grense) har bekken gravd seg et smalt løp i leire i bunn av bekkedalen. Her er det ikke stein i bunnen av bekkeløpet. I øvre del er

høydeforskjellen noe mindre enn i nedre del (ca. 15 meter), og skråningshelningen noe slakere. Skråningene ned mot bekkedalen er også her vegetert, og det er noe sig i massene. Det ser ut som bekken graver seg ned i leiren, og det er små tegn på erosjon der bekkeløpet svinger. Dette vurderes som saktegående erosjon.

Iht. til Program for økt sikkerhet for leirskred, ref. /7/, vurderes øvre del av bekkedalen til *litt erosjon*.

Under befaringen var det lite vann i bekkeløpet, nedre del av bekken var så å si tørr.

Bekkedal nord for kvikkleiresonen

Vestre del av bekken går langs kvikkleiresonens grense. Det er påvist kvikkleire også på nordsiden av bekken helt i vest, (punktet er merket av på situasjonsplanen). Nordsiden av bekkedalen er ikke inkludert i kvikkleiresonen på grunn av naturlig avgrensning i topografi langs bekkedalen. Det er der bekkedalen går langs kvikkleiresonens grense høydeforskjellen i bekkedalen er størst, på ca. 10 meter. På befaring ble det registrert enkelte utglidninger i denne delen av bekkedalen. Bilder av dette er vist i vedlegg 2. Skråningene er vegeterte. Det ble registrert sig i skråningene. Bekken har gravd seg et smalt løp i bunn av bekkedalen, og går i svinger ned dalen. Bunn av bekken så ut til å bestå av leire, og vannet var misfarget grått. Ned mot og langs Fv. 752 er bekken lagt i rør. Bekken kommer ut i dagen igjen sør for Hegra idrettshall.

Iht. til Program for økt sikkerhet for leirskred, ref. /7/, vurderes vestre del av bekken til *noe erosjon*.

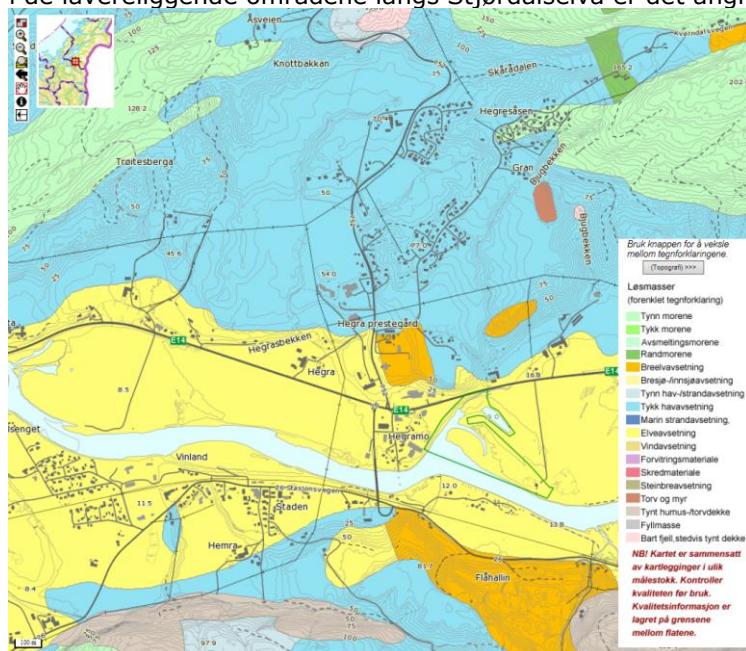
Østlige del av bekkedalen har lavere høydeforskjell enn den vestlig. Bekkeforløpet er tilnærmet likt her som i vestre del. I denne delen ble det ikke registrert utglidninger, men det er også her sig i skråningene. Skråningene er vegetert. Vannet var ikke klart, men misfarget grått.

Iht. til Program for økt sikkerhet for leirskred, ref. /7/, vurderes vestre del av bekken til *litt erosjon*.

3. TERRENG OG GRUNNFORHOLD

3.1 Kvartærgеologisk kart og marin grense

Kvantærgеologisk kart over området angir i all hovedsak en tykk havavsetning i det området som ligger innenfor Hegramo kvikkleiresone. Omkring Hegra kirke er det angitt en breelvavsetning og i de lavereliggende områdene langs Stjørdalselva er det angitt elveavsetninger. Se figur 1.



Figur 1: Kvartærgеologisk kart (www.ngu.no)

Marin grense i området ligger på ca. kote +177 i følge nettstedet www.ngu.no. Kvikkleiresone Hegramo ligger i sin helhet lavere en ca. kote +85.

3.2 Topografi

Terrenget i Hegramo kvikkleiresone, slik det framstår i dag, er preget av et ravinert terreng og bakenforliggende slake platåer. I nordvestre del av sonen har en spesielt uryddige terrenghold med små, forholdsvis grunne raviner oppover skrånningssiden. Mot sørvest er det et mer jevnt helende terreng ned mot Fv. 752, helning ca. 1:12. Mot øst grenser sonen mot en langstrakt ravinedal som ligger i retning nord-sør. I sør grenser sonen mot Hegra sentrum som ligger på elvebanken ut mot Stjørdalselva. Skråningen ned mot Hegra er på det høyeste ca. 30 meter høy.

Mellom ravinene er det gjenstående terrenghrygger, dels med bratte skråninger ut mot ravinene og gropene. Det er vanskelig å identifisere eldre skredgropes i terrenget. Det er ikke funnet noen nedtegnelser om skred her i følge skrednett.no, og evt. skredbevegelser her antas å ha foregått i førhistorisk tid.

Området er stedvis forholdsvis tett utbygd med villabebyggelse, hovedsakelig lagt på og ut i sidene på høydedragene, som er planert for å gi gode tomter. Området består også i stor grad av landbruksareal.

3.3 Grunnforhold

Det er gjennomført et betydelig omfang av geotekniske grunnundersøkelser i området, se situasjonsplanen på tegning 1002 (blad 1). Der er både nye og eldre undersøkelser fra området sammenstilt. I forbindelse med siste grunnundersøkelse (G-rap-001 rev.01 1350002991) ble det tatt opp 75 mm sylinderprøver i kvikkleire.

Nordvest i sonen er det registrert et ca. 5 meter tykt lag tørrskorpe over ca. 15 meter leire i skråninstopp. Derunder er det registrert mektig kvikk/sensitiv leire til stor dybde, ca. 60 meter under terreng. Nedover i skråningen avtar både mektigheten av tørrskorpe, leire og den kvikke/sensitive leira. Under den kvikke/sensitive leira er det en overgang til fastere masser. Mot foten av skråningen avtar mektigheten av de overliggende, faste massene og det fremtrer et leirlag under det kvikke/sensitive laget, over faste friksjonsmasser. Det kvikke/sensitive leirlaget kiler ut utover mot E14.

Nordøst i området er det registrert et tynt lag tørrskorpe over middels fast til fast leire av varierende mektighet over området. Derunder er det registrert kvikk/sensitiv leire i stor mektighet over et fastere lag med friksjonsmasser.

Sørvest i sonen er det registrert et lag tørrskorpe og leire over et ca. 5 meter tykt lag kvikk/sensitiv leire. Derunder er det vekselvis fast leire og grove friksjonsmasser til stor dybde.

Mot sør/sørøst er det ved skråninstoppen registrert ca. 5 meter tørrskorpeleire over et ca. 8- 9 meter tykt sandlag. Derunder er det et ca. 10 meter tykt lag middels fast til fast og middels sensitiv leire.

For en mer detaljert grunnforholdsbeskrivelse vise til datarapporter nevnt i avsnitt 2.1.

Alle punkter hvor det er registrert kvikk/sensitiv leire er markert med oransje farge på situasjonsplanen på tegning 1002 (blad 2).

4. SONEAVGRENSNING OG KLASIFISERING

4.1 Sonegrenser

Det er utført en vurdering av kvikkleiras maksimale utbredelse i området og angitt en ytre begrensning av kvikkleiresone Hegramo. Begrensningen er basert på forekomster av kvikkleire/sprøbruddmateriale og naturlige avgrensninger i terrenget som raviner etc. Sonegrensene er angitt på tegning 1002.

4.2 Faregrad, konsekvensklasse, og risikoklassevurdering

Det er utført vurdering av konsekvensklasse, faregradsklasse og risikoklassevurdering for kvikkleiresonen. Vurderingene er presentert på soneklassifiseringsark i vedlegg 3.

Det er utført en vurdering for profil A, I og J. Profil A gir høyest poengsum for konsekvensklasse, faregradsklasse og risikoklasse, og er dermed dimensjonerende for kvikkleiresonen. ROS-analyse for profil A er vist i vedlegg 3 sammen med soneklassifiseringsarket. ROS-analyse for profil I og J er vist i vedlegg 9.

Kvikkleiresone 1863 Hegramo har skadekonsekvens *meget alvorlig*, faregradsklasse *middels*, og ligger i risikoklasse 5 (høyeste risikoklasse).

5. SIKKERHETSKRAV FOR PLANLAGTE TILTAK

Med faregradsklasse middels må framtidige byggeprosjekter i området tilfredsstille følgende krav iht. NVEs retningslinjer 7/2014:

- **K2: Mindre tiltak som vil påvirke stabiliteten negativt**
Det må utføres stabilitetsanalyse som dokumenterer sikkerhetsfaktor for områdestabilitet $F \geq 1,4$ eller ikke forverring.
- **K3: Tiltak som medfører tilflytting av personer med inntil to boenheter**
Det må utføres stabilitetsanalyse som dokumenterer en av følgende: sikkerhetsfaktor $F \geq 1,4$, ikke forverring hvis $F \geq 1,2$, eller forbedring hvis $F < 1,2$. Det stilles krav om kvalitetssikring av uavhengig foretak.
- **K4: Tiltak som medfører større tilflytting/persononophold enn tiltak i K3 samt tiltak som gjelder viktige samfunnssfunksjoner**
Det må utføres stabilitetsanalyse som dokumenterer sikkerhetsfaktor for områdestabilitet $F \geq 1,4$ eller forbedring om $F < 1,4$. Det stilles krav om kvalitetssikring av uavhengig foretak.
- **Tiltakskategori K1 - K4:** Dersom det er aktiv erosjon som kan påvirke tiltaket skal det utføres sikringstiltak som forhindrer erosjonen.

For mindre tiltak (K0 og K1) kreves det at tiltaket ikke forverrer stabiliteten.

For nærmere beskrivelse av tiltakklassene K0 til K4 vises det til NVEs retningslinjer 7/2014, ref. /1/.

6. GRUNNLAG FOR STABILITETSVURDERINGER

6.1 Kritiske snitt og skredmekanismer

Det er utført stabilitetsberegninger i 4 profiler som vurderes som representative/kritiske for kvikkleiresonen. Profilenes beliggenhet er vist på situasjonsplan, tegning 1002 blad 1.

Profil A representerer kritisk snitt ned mot mulig tomt for ny barneskole, eksisterende ungdomsskole og idrettshall, Fv. 752 og bebyggelse i området.

Profil F representerer kritisk snitt/representativt snitt fra nordøst til sørvest i kvikkleiresonen.

Profil I representerer kritisk snitt ned mot eksisterende barneskole, E14 og Hegra sentrum.

Profil J representerer kritisk snitt fra bebyggelse på topp av bekkedalen ned mot bekkelal øst for kvikkleiresonen.

Det er beregnet både sirkulære og plane glideflater i alle profiler utenom profil J. I profil J er sirkulær glideflate vurdert som kritisk. Det er ikke utført beregninger for tilfeller med retrogressiv skredutvikling, men satt fokus på sikkerhet mot mulige initialsred.

6.2 Lagdeling

Tolket lagdeling i beregningsprofilene er vist på tegning 1003 – 1017. Lagdeling er tolket ut fra sonderinger og prøvetaking. Kvikkleirelag er framhevet med oransje skravur.

6.3 Grunnvannstand og poretrykksforhold

Det er utført poretrykksmålinger i 5 punkter. Grunnvannslinje og poretrykksfordeling er tolket ut fra målinger fra poretrykksmålerne. Det er benyttet poretrykksfordeling tolket fra poretrykksmålerne ned til dybdene det er installert målere. Nedenfor disse dybdene er poretrykksfordeling lagt hydrostatisk. I beregningene er grunnvannstand og poretrykk modellert med poretrykksprofil. Målinger og tolkning fra poretrykksmålerne er vist i vedlegg 7. Benyttede poretrykksprofil er også vist i beregningsprofilene (tegning 1003 – 1017).

Nede ved elva i profil I er poretrykksprofil lagt hydrostatisk fra kote +7,5. Kotenivå er hentet fra flomsonekart utarbeidet av NVE.

6.4 Materialparametere

Romvekt

Løsmassenes romvekt er i stabilitetsberegningene vurdert ut fra utførte laboratorieundersøkelser og erfarringsverdier. Benyttet romvekt er vist på tegning 1003 – 1017. Tabell 3 viser en sammenfatning av materialparameterne som er benyttet. Erfarringsverdier er benyttet for tørrskorpeleire og det faste laget.

Udrenert skjærfasthet

Udrenert skjærfasthet er valgt på grunnlag av utførte trykksonderinger (CPTU) og undersøkelser fra laboratoriet. Tolkede CPTU er vist i vedlegg 4. Benyttet skjærfasthet er vist i tolkingsdiagrammet som designlinje. I enkelte av tolkningene (CPTU pkt. 8, 9, 22 og 23) er designlinje justert opp for å oppnå materialfaktor 1,0 i totalspenningsanalysen. I de områder hvor det ikke er utført CPTU, men prøvetaking, er skjærfasthet bestemt ut fra direkte skjærfasthet fra laboratoriedata. Direkteverdiene er lagt inn som aktivverdier etter ADP-forhold beskrevet nedenfor.

Benyttede fasthetsprofil er vist i beregningene for totalspenningsanalyse, og tolkingen av CPTU er som nevnt vist i vedlegg 4. Konstant skjærfasthet i øverste leirelag er lagt inn på grunnlag av laboratorieresultater, og er også et bidrag for å oppnå materialfaktor 1,0 i totalspenningsanalysen. Benyttet konstantverdi er vist i tabell 3 og i presenterte beregningsprofiler av totalspenningsanalyse.

I beregningene tas det hensyn til leiras spenningsanisotropi (ADP-analyse). Utgangspunktet i beregningene er udrenert aktiv skjærfasthet c_{uD} for leire. Direkte og passiv skjærfasthet er beregnet ut fra følgende ADP-forhold:

- $c_{uD} = 0,63 \cdot c_{uA}$
- $c_{uP} = 0,35 \cdot c_{uA}$

Anisotropiforholdet er basert på anbefaling for bruk av anisotropifaktorer i prosjektering av norske leirer, ref. /3/. Det er ikke utført spesielle forsøk eller vurderinger for å kunne benytte andre verdier for dette prosjektet. For tolking av CPTU er direkte skjærfasthet c_{uD} fra konus- og enaksialforsøk lagt inn i tolkningsprofil for CPTU som aktiv skjærfasthet med ADP-forhold som vist over, ($c_{uA} = c_{uD}/0,63$).

Udrenert aktiv skjærfasthet i lag med antatt kvikkleire eller sprøbruddmateriale er redusert med 15 % sammenliknet med tolkede aktive verdier, iht. anbefalinger i ref. /1/. I beregningene er reduksjonen inkludert i ADP-forholdet, og ikke i skjærfasthetsprofilene. Følgende ADP-forhold er benyttet i kvikkleire eller sprøbruddmateriale:

- $c_{uA_KL} = 0,85 \cdot c_{uA}$
- $c_{uD_KL} = 0,63 \cdot c_{uA}$
- $c_{uP_KL} = 0,35 \cdot c_{uA}$

Vurdering av leiras sensitivitet er gjort på grunnlag av utførte laboratorieundersøkelser og tolking av totalsonderinger og CPTU.

SHANSEP er benyttet i profil I, F og J som grunnlag for skjærfasthet i borpunkt 5 og i bunn av bekkedal. For borpunkt 5 er det tatt utgangspunkt i CPTU fra punkt 18, og nede i bekkedalen er det tatt utgangspunkt i CPTU fra punkt 16. Tolkingsark av CPTU i punkt 16 lagt til bunnen av bekkedalen viser høy OCR sammenliknet med CPTU-korrelasjonene. Dette er fordi det er antatt samme tidligere terrenget for bekkedalen som for det opprinnelige punkt 16 på toppen av bekkedalen. Vi har ikke lyktes i å finne SHANSEP-parametere som kan gjelde for hele området, så vi har benyttet parametere fra utgangspunktene. Parameterne er presentert på tolkede CPTU i vedlegg 4.

Ved nedplanering i profil A er skjærfasthet under nedplaneringen redusert med 5 kPa. Reduksjonsdifferansen er beregnet ved hjelp av SHANSEP. I beregningene i profil I er ikke skjærfasthetsprofilen redusert for nedplanering pga. at vi har gått ut i fra at alternativ med nedplanering ikke er aktuelt her.

Effektiv skjærfasthet

For effektivspenningsanalysene er det benyttet tolkede verdier fra utførte treaksialforsøk. Tolkede treaksialforsøk er vist i bilag 2, og benyttede verdier er vist i tabell 3 og på beregningsprofilene for effektivspenningsanalyser.

Kvalitet av grunnundersøkelsene

54 mm og 75 mm sylinderprøver (stålsylindere) av sensitiv/kvikk leire vurderes å ligge i kvalitetsklasse 1-2, iht. NGFs veileddning for prøvetaking, ref. /4/.

Vurdering av kvaliteten av treaksialforsøkene er vist i tabell 2. Bestemmelse av prøvekvalitet er basert på overkonsolideringsgrad og volumtøyning (utpresset porevann under konsolidering til antatt in-situ spenningsnivå) iht. tabell 5.1 i ref. /2/.

Tabell 2: Kvalitetsvurdering av utførte treaksialforsøk

Punkt	Dybde [m]	Treaksialforsøk	dV [cm ³]	dV [%]	OCR [-]	Kvalitet
9	10,40	CAUc	5,6	2,5	1,0	1 - Perfekt
9	10,50	CAUc	6,5	2,8	1,0	1 - Perfekt
10	18,45	CAUc	5,7	2,5	2,3	1 - Akseptabel
10	18,55	CAUc	5,9	2,6	2,3	1 - Akseptabel
19	9,45	CAUc	6,9	3,0	1,7	1 - Akseptabel
19	9,55	CAUc	9,1	4,0	1,7	2 - Forstyrret
19	19,50	CAUc	11,4	5,5	1,7	2 - Forstyrret
22	8,55	CAUc	4,5	2,0	2,2	1 - Akseptabel
22	8,65	CAUc	4,8	2,1	2,2	1 - Akseptabel

Kvalitet på utførte trykksonderinger (CPTU) tilfredsstiller anvendelsesklasse 1 i alle sonderingene. Dokumentasjon for måledata er vist i vedlegg 8.

Oppsummering materialparametere

Tabell 3: Benyttede materialparametere i beregningene.

Profil A							
	γ [kN/m ³]	Φ [grader]	c' [kPa]	C_{uA} konstant [kPa]	A-verdi	D-verdi	P-verdi
Tørskorpeleire	19	31	0	-	-	-	-
Leire	20	24,2	6,8	20 + c-profil	1	0,63	0,35
Kvikkleire	20	24,2	6,8	-	0,85	0,63	0,35
Fast lag	19	35	0	-	-	-	-
Profil F							
	γ [kN/m ³]	Φ [grader]	c' [kPa]	C_{uA} konstant [kPa]	A-verdi	D-verdi	P-verdi

Tørrskorpeleire	19	31	0	-	-	-	-
Leire I	20,5	24,2	6,8	30 + c-profil	1	0,63	0,35
Kvikkleire	20,5	24,2	6,8	-	0,85	0,63	0,35
Leire II	20,5	24,2	6,8	-	1	0,63	0,35
Fast lag	20	35	0	-	-	-	-
Profil I							
	γ [kN/m ³]	Φ [grader]	c' [kPa]	C _{uA} konstant [kPa]	A-verdi	D-verdi	P-verdi
Tørrskorpeleire	19	31	0	-	-	-	-
Sand	18	33	0	-	-	-	-
Leire I	20,5	24,2	6,8	40 + c-profil	1	0,63	0,35
Kvikkleire	20,5	24,2	6,8	-	0,85	0,63	0,35
Silt	20	31	0	-	1	0,63	0,35
Leire II	20,5	24,2	6,8	-	1	0,63	0,35
Fast lag	20	35	0	-	-	-	-
Profil J							
	γ [kN/m ³]	Φ [grader]	c' [kPa]	C _{uA} konstant [kPa]	A-verdi	D-verdi	P-verdi
Tørrskorpeleire	19	31	0	-	-	-	-
Leire I	20,5	24,2	6,8	30 + c-profil	1	0,63	0,35
Kvikkleire	20,5	24,2	6,8	-	0,85	0,63	0,35
Leire II	20,5	24,2	6,8	-	1	0,63	0,35
Fast lag	18	35	0	-	-	-	-

7. STABILITETSVURDERINGER

Stabilitetsberegningene er utført ved hjelp av dataprogrammet GeoSuite Stability. Det er utført total- og effektivspenningsanalyse med utgangspunkt i dagens terren, og det er sett på hvilke sikringstiltak som kreves for å tilfredsstille kravene i NVEs veileder 7/2014 (ref. /1/) i de tilfeller der det ikke oppnås tilfredsstillende stabilitetsforhold. Totalspenningsanalysen tar hensyn til en potensiell situasjon med udrenerte spenningsendringer i grunnen, mens effektivspenningsanalysen er representativ for langtidssituasjon.

Iht. NVEs veileder 7/2014 (ref. /1) vil det for områder med lavere materialfaktor enn 1,4 være krav om prosentvis forbedring for sikringstiltak i kvikkleiresoner med middels faregrad. Oppnådd prosentvis forbedring for sikringstiltakene er vist i beregningene og oppsummert i tabell i vedlegg 11.

Det er utført stabilitetsberegninger i 4 profiler som vurderes som representative/kritiske for kvikkleiresonen. Profilenes beliggenhet er vist på situasjonsplanen, tegning 1002 blad 1.

Terrenget i profilene er generert fra digitalt kartgrunnlag mottatt fra oppdragsgiver, NVE. Høyderefaranse er i NN1954.

7.1 Profil A

7.1.1 Dagens terren

For dagens terren oppnås det ikke tilfredsstillende stabilitet iht. NVEs retningslinjer for totalspenningsanalysen. Tolkede skjærfasthetsprofiler fra CPTU i punkt 8 og 9 er blitt justert opp med det mål å oppnå materialfaktor tilnærmet lik 1,0 for dagens terren. Det er oppnådd materialfaktor rundt 0,9 etter oppjusteringer, og det er valgt å ta utgangspunkt i dette for dagens terren ved beregninger for forbedring. Beregningen er vist på tegning 1003.

For effektivspenningsanalysen oppnås det tilfredsstillende stabilitet i de lange glideflatene. For korte, grunne glideflater i skråningen oppnås det materialfaktor like under 1,4. Dette vurderes som tilstrekkelig. Beregningen er vist på tegning 1004.

7.1.2 Sikkerhetsbehov

Et eventuelt kvikkleireskred utløst i profil A vil ramme bebyggelse på toppen av skråningen, bygninger som ligger i skråningen, og bygg og infrastruktur i utløpsområdet til profilet. Sikkerhetsbehovet ligger dermed i sikring av eksisterende bebyggelse og samfunnsfunksjoner, samt sikring for å kunne utvikle området videre. Uten sikringstiltak vil det ikke kunne bygges nytt i området profilet berører. Dette inkluderer også utløpsområdet.

7.1.3 Sikringstiltak

Det er presentert tre forslag til sikringstiltak på tegning 1005 – 1007.

Tegning 1005 viser nødvendig nedplanering i topp av skråningen for å oppnå tilfredsstillende forbedring. Det må planeres ned til kote +68,5, omtrent 4,5 meter. Nedplaneringen vil trolig ramme to eiendommer på toppen av skråningen. Nedplanering vurderes som mest hensiktsmessig sikringstiltak i dette profilet, på grunn av et betydelig større omfang og inngrep for oppfylling. Omtrentlig/foreløpig omfang for nedplanering er presentert i plan på tegning 1018 og 1019. Endelig omfang vil bli kjent etter detaljprosjektering av tiltak, der stabiliteten vil bli kontrollert i flere retninger for å sikre at tiltaket gir tilfredsstillende forbedring. Etter nedplanering er det mulig å utnytte nytt nedplanert område på topp av skråningen til bebyggelse. Nedplanering åpner også for at ny barneskole kan oppføres som tidligere ønsket.

Sikringstiltak i form av oppfylling i bunn av skråningen er beregnet og vist på tegning 1006. Beregningene viser at ved oppfylling i bunn av skråningen vil kritiske sirkler flytte seg opp i skråningen, slik at fylling vil måtte fortsette videre opp i skråningen til materialfaktor lik 1,4 oppnås også for grunnere glideflater. Sikringstiltak i form av oppfylling i bunn vil også måtte strekkes over et relativt stort område parallelt med skråningen (langs Fv. 752), og dermed berøre et stort område med flere eiendommer. Tiltak i form av oppfylling vurderes av denne grunn som lite hensiktsmessig sammenliknet med nedplanering som presentert ovenfor.

Til slutt er det også presentert en løsning som kombinerer oppfylling i bunn av skråningen og nedplanering/parallelfforskyving av øvre del av skråningen. På lik linje med oppfyllingstiltaket beskrevet over vil dette omfanget strekke seg et lengre stykke ned langs Fv. 752, og berøre flere boliger. Alternativet er vist på tegning 1007. Nedplanering vurderes også her som et bedre alternativ.

7.1.4 Volumoverslag av sikringstiltak

Omtrentlig volum av nedplaneringstiltak vil være 30 000 m³.

7.2 Profil F

7.2.1 Dagens terrengh

For totalspenningsanalysen viser beregningene tilfredsstillende sikkerhet for skråningen ned mot E14. For lange glideflater lenger opp i profilet, i tillegg til en glideflate oppe ved borpunkt 5, er det ikke oppnådd tilfredsstillende stabilitet. I de lange glideflatene som går dypt er det oppnådd materialfaktor 1,34. På slike flater mener vi det er rimelig å anta en vis grad av sideeffekter. Dersom det legges til grunn en sidefriksjon beregnet ut fra en 50 meter bred lamell med utnyttelse av 2 % sidefriksjon oppnås det en materialfaktor på 1,45 for de samme glideflatene. På bakgrunn av dette vurderes de lange glideflatene å ha tilfredsstillende sikkerhet. For totalspenningsanalysen er det dermed kun sikring av skråningen ved borpunkt 5 som vurderes som nødvendig. Beregningen er vist på tegning 1008.

For effektivspenningsanalysen oppnås det tilfredsstillende sikkerhet for hele profilet. Beregningen er vist på tegning 1009.

7.2.2 Sikkerhetsbehov

Et eventuelt kvikkleireskred ved borpunkt 5 vil ramme bebyggelse bak og nedenfor skråningen. Infrastruktur i området vil bli rammet.

7.2.3 Sikringstiltak

Det er nødvendig med sikringstiltak for forbedring av stabiliteten i skråningen ved borpunkt 5. Det er beregnet sikring i form av nedplanering. Sikringstiltaket er planlagt slik at det ikke

rammer eksisterende bebyggelse. Beregningen for sikringstiltaket er vist på tegning 1010. Sikringstiltaket er vist i plan på tegning 1018 og 1019. Dersom det ønskes sikring av de lange glideflatene ved å se bort fra sideeffekter kan toppunktet i profilet nedplaneres ca. 1 meter, til kote +79. Nedplanering vil ikke påvirke eksisterende bebyggelse. Dette er også vist i plan på tegning 1018 og 1019.

7.2.4 Volumoverslag av sikringstiltak

Nedplanering ved borpunkt 5 gir et omtrentlig volum på 4 500 m³.

Eventuell nedplanering av toppunktet i profilet gir et omtrentlig volum på 700 m³.

7.3 Profil I

7.3.1 Dagens terren

For totalspenningsanalysen på dagens terren oppnås det ikke tilfredsstillende stabilitet i skråningen ned mot Hegra barneskole. Det er heller ikke oppnådd tilfredsstillende stabilitet for skråningen til venstre i profilet (tegning 1011). Sammensatte glideflater fra øverste skråning ned mot barneskolen viser tilfredsstillende stabilitet.

Effektivspenningsanalysen viser tilfredsstillende stabilitet for begge skråninger i profil I.

7.3.2 Sikkerhetsbehov

Et eventuelt kvikkleireskred i profil I vil ramme viktige samfunnsfunksjoner og infrastruktur (E14). Dersom området rundt profilet og i utløpsområdet skal kunne videreutvikles med nybygg i framtiden kreves det sikringstiltak som gir tilstrekkelig forbedring sammenliknet med dagens terren.

7.3.3 Sikringstiltak

Det er vurdert to alternativer for sikringstiltak for skråningen ned mot barneskolen, og det er vurdert tiltak i form av nedplanering for skråningen til venstre i profilet. Profil I og F krysser hverandre i skråningen til venstre i profil I, og sikringstiltakene her er samordnet for å sikre tilstrekkelig forbedring i begge profilene. Beregninger viser at det er skråningen i profil I som er styrende for omfanget av nedplaneringen.

Tiltak i form av nedplanering i topp av skråningen ned mot barneskole er vist på tegning 1013. Det oppnås tilstrekkelig forbedring dersom topp av skråningen planeres ned 5 meter, ned til kote +46. Geoteknisk er dette et godt alternativ for forbedring av stabiliteten, men på grunn av at det er registrert kulturminner i form av gravfelt fra jernalderen på toppen av skråningen vil en nedplanering føre med seg uhensiktsmessig store kostnader.

Nedplanering i skråningen til venstre i profilet er vist på tegning 1013. Sikringstiltaket er planlagt slik at det ikke rammer eksisterende bebyggelse. Tiltaket er vist i plan på tegning 1018 og 1019.

Tiltak i form av oppfylling i bunn av skråningen ned mot barneskolen er vist på tegning 1014. For å oppnå tilstrekkelig forbedring må det etableres en fylling på to nivåer inn mot skråningen. Første nivå er opp til kote +22,5 og andre nivå er opp til kote +25. I tillegg må det fylles opp et lag i skråningen opp mot kote +35. Omtrentlig omfang av oppfyllingen i plan er vist på tegning 1018 og 1020. Utstrekningen og omfang må detaljprosjetkeres og tegning 1018 og 1020 viser derfor kun antatt utstrekning basert på beregningen som er utført i profil I. Det er antatt at det er tilstrekkelig med oppfylling til kote +22,5 for skråningen fra kirkegården og ned mot barneskolen. Dette vil bli avklart av en detaljprosjetkering. Fyllmasser må bestå av kvalitetsmasser/sprengstein, som legges ut lagvis og komprimeres iht. gjeldende regelverk for slikt arbeid, for å senere kunne utnyttes til nybygg.

Oppfyllingen vil påvirke eksisterende bygg nedenfor skråningen. Barneskolen vil måtte rives. Det er usikkert om bygget Ljosheim øst for barneskolen må rives. Dette vil bli avklart av en detaljprosjetkering.

7.3.4 Volumoverslag av sikringstiltak

Oppfylling som beskrevet over vil gi et omtrentlig volum av masser på 19 000 m³.

Nedplanering i skråningen til venstre i profilet omfatter et volum på omtrent 4 500 m³.

7.4 Profil J

7.4.1 Dagens terregn

For dagens terregn oppnås det ikke tilfredsstillende sikkerhet ned mot bekkedalen for totalspenningsanalysen. I effektivspenningsanalysen oppnås det materialfaktor like under kravet på 1,4. Dette vurderes som tilstrekkelig. Beregningene er vist på tegning 1015 og 1016.

7.4.2 Sikkerhetsbehov

Et eventuelt skred vil ramme bebyggelsen på toppen av bekkedalen. Det vil ikke kunne bygges noe på toppen av bekkedalen uten sikring av bekkedalen. Det er også en mulighet, avhengig av hvor mye masse som vil komme ved et eventuelt skred, at masser fra et eventuelt skred vil følge bekkedalen og ramme eiendom i enden av bekkedalen og E14.

7.4.3 Sikringstiltak

Oppfylling av bekkedalen og steinsetting/plastring av bekken vurderes som hensiktsmessig sikringstiltak. Tegning 1017 viser heving av bekken på omtrent 1 meter. Dette gir tilfredsstillende forbedring av stabiliteten. Hvor mye bekken må heves lenger ned i bekkedalen må prosjekteres nærmere ved en eventuell detaljprosjektering. Oppfyllingen må utføres med kvalitetsmasser/sprengstein. Tegning 1018 og 1021 viser oppfylling av bekkedalen i plan.

7.4.4 Volumoverslag av sikringstiltak

Heving av bekken vil kreve omtrent 5 000 m³ spregstein.

7.5 Revidert ROS-analyse etter sikringstiltak

Det er utført en revidert ROS-analyse av profil A, I og J for situasjon etter tiltak. De reviderte ROS-analysene er vist i vedlegg 10. Dimensjonerende profil er også etter sikringstiltak profil A. Kvikkleiresonen vil etter utførte sikringstiltak få redusert faregraden til lav (17 poeng), og får redusert risikoklasse fra 5 til 4 (2519 poeng etter tiltak). Skadekonsekvensklasse er uendret.

8. AVGRENSNING AV UTLØPSOMRÅDE

8.1 Profil A

Med formål å etablere en oversikt over kvikkleiras utbredelse og volum i profil A og kvikkleiras beliggenhet og omfang i profilet. Borpunktene i profilet er tegnet inn med sitt virkelige terrengnivå, og borer som ikke er utført i profilet vil derfor vises med avvikende høyde i forhold til det opptegnede terrengprofilet.

Ut fra profilet er følgende hovedtrekk vurdert:

- Gjennomsnittlig terrengforløp
- Gjennomsnittlig overdekning over kvikkleira (overdekning med tørrskorpe og annen leire)
- Mektighet og kontinuitet av kvikkleirelaget

Mektigheten av kvikkleirelaget er generelt stor i hele profilet, men ut mot "sletta" kiler kvikkleirelaget ut et sted mellom borpunktene ute på "sletta" og FV 752. Det er til dels stor overdekning av tørrskorpe og vanlig leire i hele skråningen, men mektigheten er på det største mot toppen av skråningen, opp mot 20 meter.

Kvikkleira i området er definisjonsmessig bløt til middels fast og fast, men meget sensitiv. Sensitiviteten varierer fra 117 - 530 i de opptatte prøvene i og omkring profil A og omrørt skjærstyrke er i så og si alle kvikkleireprøvene registrert å være 0,1 kPa. Dette innebærer at leira vil være tilnærmet flyttende og ha svært lav viskositet i omrørt tilstand. Det kan her vises til litteratur utarbeidet av Vikas Thakur i Vegdirektoratet, ref. /5/ for en nærmere beskrivelse av leiras oppførsel i omrørt tilstand.

Ved en vurdering av topografi og kvikkleireutbredelse i plan og dybde for området omkring profil A, har vi kommet fram til en omtrentlig avgrensning av antatt største skredomfang i "en omgang", som vist inntegnet på tegning 1022. Det viste omfanget anses som et verst tenkte tilfelle.

Det viste omfanget er basert på at det inntreffer et initialskred i en av de bratteste skråningene ned mot FV 752, og at dette utløser en sirkulær glideflate som beregnet i profil A, se tegning 1003. Plane glideflater har i dettet tilfellet vist seg å være mindre kritiske i beregningene. Retrogressiviteten vurderes å være liten på grunn av den mektige leira og tørrskorpeleira som ligger over kvikkleira i dette tilfellet, og massene i skredgropa vurderes å kunne stabilisere de bakenforliggende løsmassene relativt raskt etter at et eventuelt skred inntreffer.

Tørrskorpelaget og de fastere leiravsetningene over kvikkleira, vil i en eventuell skredsammenheng utgjøre store "øyer" eller "flak". I en skredsituasjon antas at disse flakene stopper opp tidlig, mens den underliggende kvikkleira presses lengre fram. Vi har i denne sammenhengen vurdert at et skred som utvikler seg fra en sirkulær glideflate tilsvarende den kritiske glideflaten beregnet i profilet, se tegning 1003, vil gi størst andel skredmateriale i området nedstrøms skredet. I et slikt skred vil de ovenforliggende massene av leire og tørrskorpe gli ned i skredgropa og fortrenge kvikkleira som presses ut i foten av skråningen og strømmer videre utover utløpsområdet. På tegning 1022 er vist de potensielle retningene skredmaterialet vil følge og hvordan disse vil fordeles seg over området. Volumet av det potensielle skredmaterialet som består av lite viskøs kvikkleire, er beregnet ved at arealet av kvikkleire innenfor den kritiske glideflaten på tegning 1003 er multiplisert med en tenkt utstrekning av et skred i skråningen. Utstrekningen er vist på tegning 1022 og representerer en del av en sirkelsektor. Sektorens lengde er ca. 110 meter og arealet av kvikkleire innenfor den kritiske glideflaten er 2 400m². Dette gir et volum av kvikkleire på ca. 264 000 m³.

I rasvurderingen er det lagt til grunn at 50 % av kvikkleirevolumet vil strømme ut av skredgropa og at 50 % av disse massene vil ta veien i retning sør, ned mot E14, umiddelbart. De resterende massene vil fordeles seg ut over jordet nedstrøms skredet. Arealet av dette området er beregnet å være ca. 27 500 m². Dette gir en "dam" av kvikkleire fordelt utover området med dybde ca. 2,4 meter. Mye av denne massen vil i løpet av kort tid trolig forsvinne og ta minste motstandsvei mot vest og sør når de øvrige skredmassene fordeler seg utover utløpsområdet. Hvorvidt et eventuelt skred umiddelbart etter utløsning vil fortone seg som en "flodbølge" av omrørt kvikkleire er vanskelig å forutsi, men kan tenkes mulig. Skredmassen vil i så fall ha en viss hastighet på sin vei utover utløpsområdet og kan tenkes å medføre at skredmassen raskere fordeles seg over et større område og medfører mindre mektighet i utløpsområdet, samtidig som fronten av "flodbølgen" kan være en del høyere.

Mulig utstrømningslengde for skredet er vurdert med utgangspunkt i erfaringsdokumentasjon gjort i artikkelen "Can We Predict Landslide Hazards in Soft Sensitive Clays", ref. /6/.

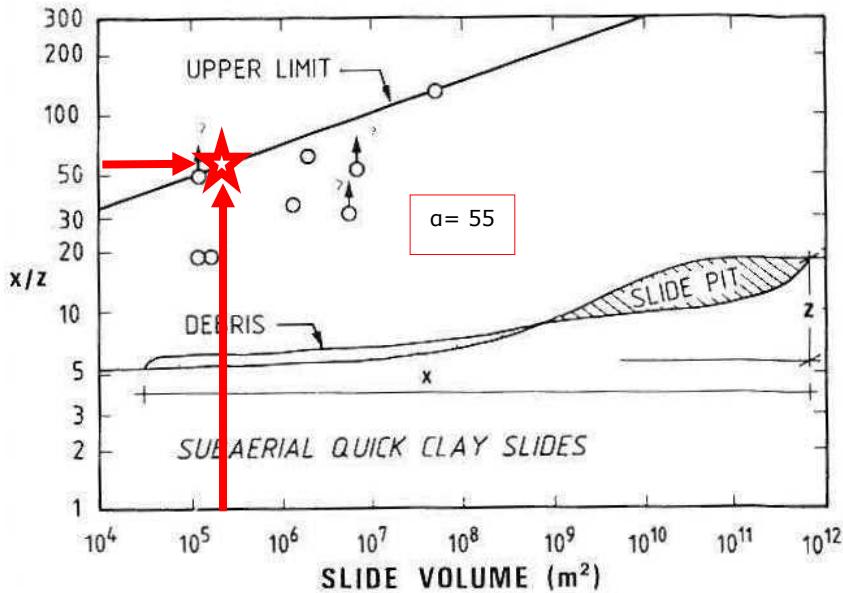
Her er det som gjengitt i fig. 2 nedenfor vist en sammenheng mellom utstrømningsdistanse og involvert skredvolum (kvikkleire), og som en funksjon av høydeforskjell mellom skredets bakkant og terrenghøyde foran skredmassene.

Parametere benyttet i beregning av utløpsdistanse:

- Overslagsmessig kvikkleirevolum i skredbevegelse ≈ ca 264 000 m³ = 2,64 x 10⁵ m³
- Mellom øvre skredkant og terrengnivå i utløpsområdet, ligger høydedifferansen Z = Δh på ca. 32 m.

Figur 2 viser grensen "upper limit", som ut fra forutsetningene gjelder for bløte og svært sensitive leirer. Den legges til grunn i dette tilfellet da kvikkleira har lav omrørt skjærstyrke og er meget sensitiv.

I figuren fremkommer en a-verdi (X/Z) på ca. 55.



Figur 2: Normalized run-out distance of Norwegian quick clay flows in relation to total slide volume (from Karlsrud and By, 1981).

Utløpsstrekningen X blir med dette utgangspunkt:

$$X = 32 (Z) \times 55 (a) = \text{ca. } 1760 \text{ m, regnet fra øvre skredkant.}$$

8.2 Profil I

Det er utført en tilsvarende vurdering for et skredscenario i profil I med utgangspunkt i kvikkleiras beliggenhet og omfang i profilet.

Ved en vurdering av topografi og kvikkleireutbredelse i plan og dybde for området omkring profil I, har vi kommet fram til en omtrentlig avgrensning av antatt største skredomfang i "en omgang", som vist inntegnet på tegning 1022. Det viste omfanget anses som et verst tenkte tilfelle.

Det viste omfanget er basert på at det inntreffer et initialskred i en av de bratteste skråningene ned mot Hegra barneskole, og at dette utløser en sirkulær glideflate som beregnet i profil I, se tegning 1011 ($F_c = 1,08$). Plane glideflater har i dets tilfellet vist seg å være mindre kritiske i beregningene. Retrogressiviteten vurderes å være liten på grunn av den mektige sanden, leira og tørrskorpeleira som ligger over kvikkleira i dette tilfellet, og massene i skredgropa vurderes å kunne stabilisere de bakenforliggende løsmassene relativt raskt etter at et eventuelt skred inntreffer.

Tørrskorpelaget og de fastere leiravsetningene over kvikkleira, vil i en eventuell skredsammenheng utgjøre store "øyer" eller "flak". I en skredsituasjon antas at disse flakene stopper opp tidlig, mens den underliggende kvikkleira presses lengre fram. Vi har i denne sammenhengen vurdert at et skred som utvikler seg fra en sirkulær glideflate tilsvarende den kritiske glideflaten beregnet i profilet, se tegning 1011, vil gi størst andel skredmateriale i området nedstrøms skredet. I et slikt skred vil de ovenforliggende massene av leire og tørrskorpe gli ned i skredgropa og fortrenge kvikkleira som presses ut i foten av skråningen og strømmer videre utover utløpsområdet. På tegning 1022 er vist hvordan skredmaterialet vil fordeles seg over området. Volumet av det potensielle skredmaterialet som består av lite viskøs kvikkleire, er beregnet ved at arealet av kvikkleire innenfor den kritiske glideflaten på tegning 1011 er multiplisert med en tenkt utstrekning av et skred i skråningen. Utstrekningen er vist på tegning 1022 og representerer en del av en sirkelsektor. Sektorens lengde er ca. 145 meter og arealet av kvikkleire innenfor den kritiske glideflaten er 1 220 m². Dette gir et volum av kvikkleire på ca. 176 900 m³.

I rasvurderingen er det lagt til grunn at 50 % av kvikkleirevolumet vil strømme ut av skredgropa i retning sør, ned mot E14. Store deler av massen vil i løpet av kort tid forsvinne og ta minste motstands vei videre sørover. Hvorvidt et eventuelt skred umiddelbart etter utløsning vil fortone seg som en "flodbølge" av omrørt kvikkleire er vanskelig å forutsi, men kan tenkes mulig. Skredmassen vil i så fall ha en viss hastighet på sin vei utover utløpsområdet og kan tenkes å medføre at skredmassen raskere fordeler seg over et større område og medfører mindre mektighet i utløpsområdet, samtidig som fronten av "flodbølgen" kan være en del høyere.

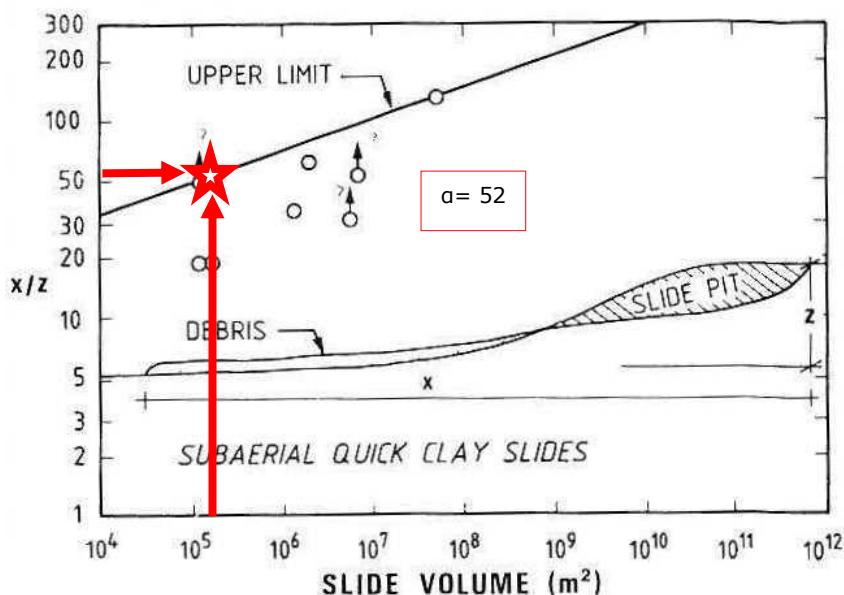
Mulig utstrømningslengde for skredet er vurdert med utgangspunkt i ref. /6/.

Parametere benyttet i beregning av utløpsdistanse:

- Overslagsmessig kvikkleirevolum i skredbevegelse \approx ca. $177\ 000\ m^3 = 1,77 \times 10^5\ m^3$
- Mellom øvre skredkant og terrengnivå i utløpsområdet, ligger høydedifferansen $Z = \Delta h$ på ca. 30 m.

Figur 3 viser grensen "upper limit", som ut fra forutsetningene gjelder for bløte og svært sensitive leirer. Den legges til grunn i dette tilfellet da kvikkleira har lav omrørt skjærstyrke og er meget sensitiv.

I figuren fremkommer en α -verdi (X/Z) på ca. 52.



Figur 3: Normalized run-out distance of Norwegian quick clay flows in relation to total slide volume (from Karlsrud and By, 1981).

Utløpsstrekningen X blir med dette utgangspunkt:

$$X = 30 (Z) \times 52 (\alpha) = \text{ca. } 1\ 560\ \text{m}, \text{ regnet fra øvre skredkant.}$$

9. OPPSUMMERING

Det er utført en utredning for kvikkleiresone 1863 Hegramo. Utførte beregninger viser at sikkerheten ikke er tilfredsstillende i samtlige beregningssnitt for totalspenningsanalysen, men i all hovedsak tilfredsstillende for effektivspenningsanalysen. Dette innebærer at sikkerheten i området er tilfredsstillende når terrenget ligger urørt som i dag, men at det gjelder visse begrensninger for planlegging og utførelse av nye tiltak i området iht. ref. /1/.

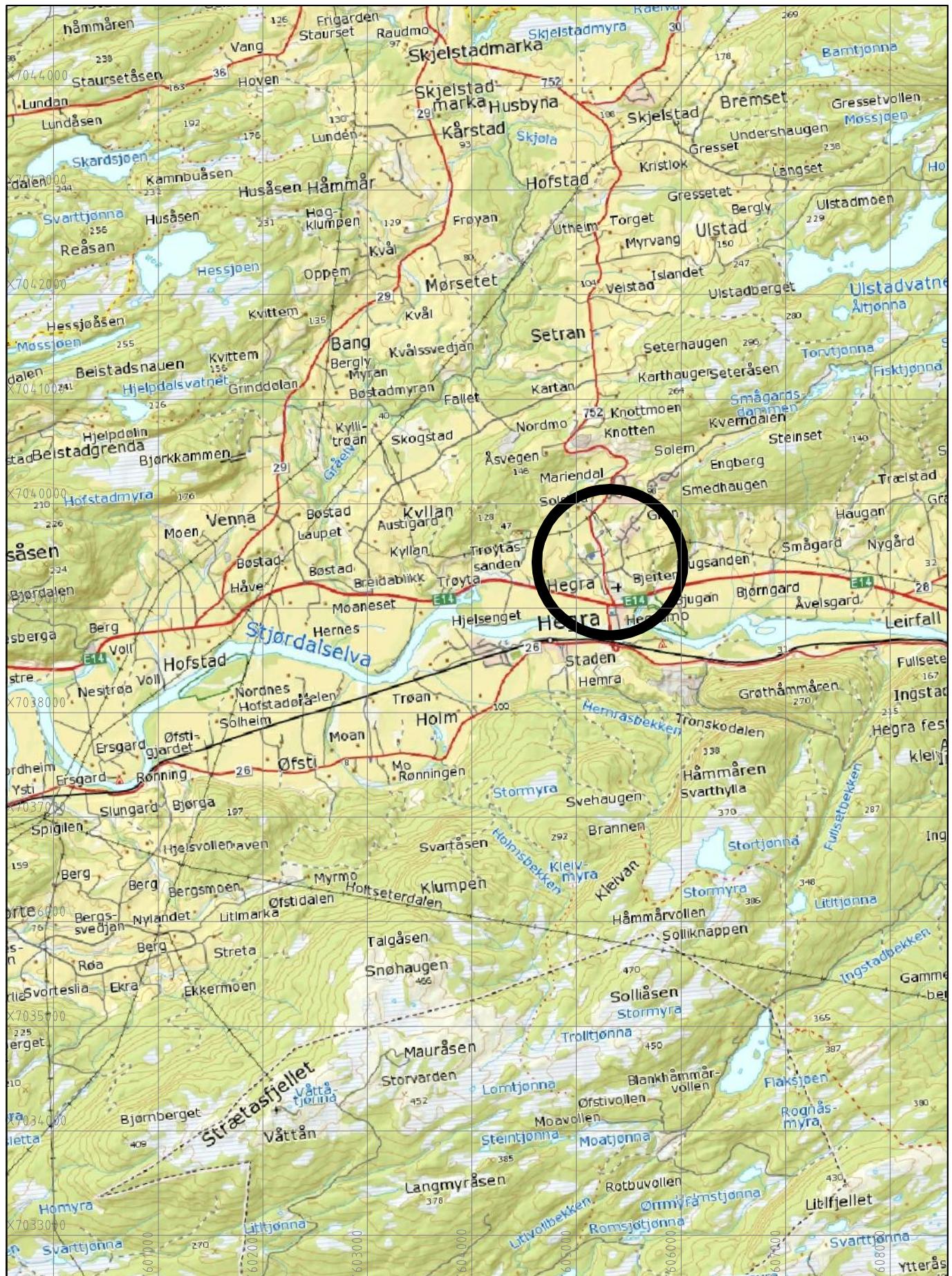
Det er identifisert behov for ulike sikringstiltak i sonen som reduserer begrensningene som følger av ref. /1/. Ved eventuell utførelse av sikringstiltak vil det imidlertid fortsatt være begrensninger knyttet til tiltak som potensielt kan forverre stabiliteten i området, men det kan utføres tiltak i utløpsområdet for de ulike løsneområder når disse sikres, og det kan utføres tiltak i og omkring sonen som forbedrer eller ikke påvirker stabilitetene i området.

De foreslårte sikringstiltak er ikke detaljprosjektert, men beregningene er utført for å anslå omfang og for å vurdere hvilke prinsipper som gir størst nytteeffekt. Det må påregnes noen supplerende undersøkelser, vurderinger og beregninger før tiltakene kan detaljprosjekteres. Landskaps- og miljøforhold må også vurderes i sammenheng med de foreslårte tiltak.

ROS-analyse etter sikringstiltak viser at kvikkleiresonens faregrad kan justeres ned til lav og risikoklasse kan justeres fra 5 til 4 etter dersom sikringstiltak utføres.

10. REFERANSER

1. NVE Veileder 7/2014. «Sikkerhet mot kvikkleireskred».
2. NVE Retningslinjer 2/2011. «Flaum- og skredfare i arealplanar».
3. NIFS-rapport 14/2014. «En omforent anbefaling for bruk av anisotropifaktorer i prosjektering i norske leirer».
4. NGF melding nr. 11/1997 rev. 2013. «Veiledning for prøvetaking».
5. Vikas Thakur, 2012 "Utbredelse av skred i sensitive leirer", Teknologidagene Statens vegvesen 2012.
6. NGI Publikasjon 158, Oslo 1985.
7. NGI rapport nr. 20001008-2, rev. 3 2008. «Program for økt sikkerhet mot leirskeid».



Oppdrag nr. 1350002991 Målestokk: 1:50000 Status:

RAMBOLL

P.B. 7493 Mellomila 79
N-7018 Trondheim
TLF: 73 84 10 00 - FAX: 73 84 10 60
www.ramboll.no

Norges vassdrags- og energidirektorat
Kvikkleiresone Hegramo

OVERSIKTSKART

UTM-ref(UTM32V) : 06053 70394

Tegning nr.

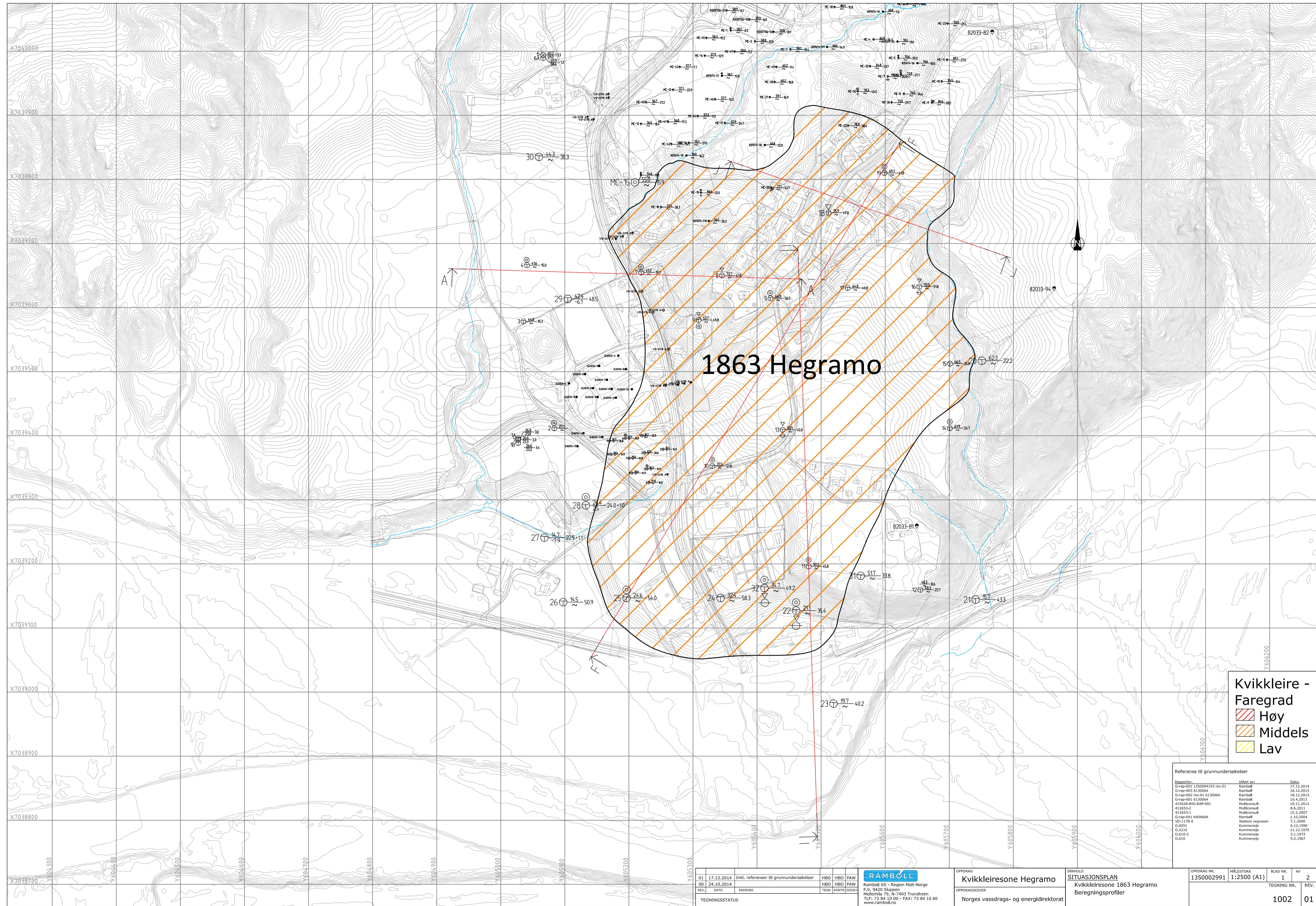
Rev.

00	24.10.2014	HBO	HBO	PAW
Rev.	Dato	Tekst	Utarb	Kontr

Godkj.

1001

00



**Kvikkleire -
Faregrad**

- Høy
- Middels
- Lav

1863 Hegramo

X7039000

Y606000

Z

Referanse til grunnundersokelser

Rapportnr.	Uført av:	Date:
G-raa-001 1300064 rev.01	Ramboll	17.12.2014
G-raa-001 1300064 rev.02	Ramboll	18.12.2013
G-raa-002 rev.01 6130064	Ramboll	10.4.2013
412628-RIG-RAA-001	Multiconsult	10.4.2012
412629-RIG-RAA-001	Multiconsult	5.8.2011
412653-1	Multiconsult	15.2.2007
G-raa-001 6404664	Ramboll	1.10.2004
O-001 rev. A	Basis vegvesen	7.1.2000
0.8251	Kommuneje	6.12.1975
0.2210	Kommuneje	11.12.1975
0.816-2	Kommuneje	3.1.1973
0.010	Kommuneje	3.2.1967

TEGNING NR. REV.

1002 01

RAMBOLL

Ramboll AS - Region Midt-Norge
P.b. 9420 Sluppen
Mellomila 79, N-7493 Trondheim
Tlf: 73 84 10 00 - FAX: 73 84 10 60
www.ramboll.no

OPPDRAAG

Kvikkleiresone Hegramo

OPPDRAAGSGIVER

Norges vassdrags- og energidirektorat

INNHOLD

SITUASJONSPLAN

Kvikkleiresone 1863 Hegramo

• Kvikkleirepunkter

OPPDRAAG NR.

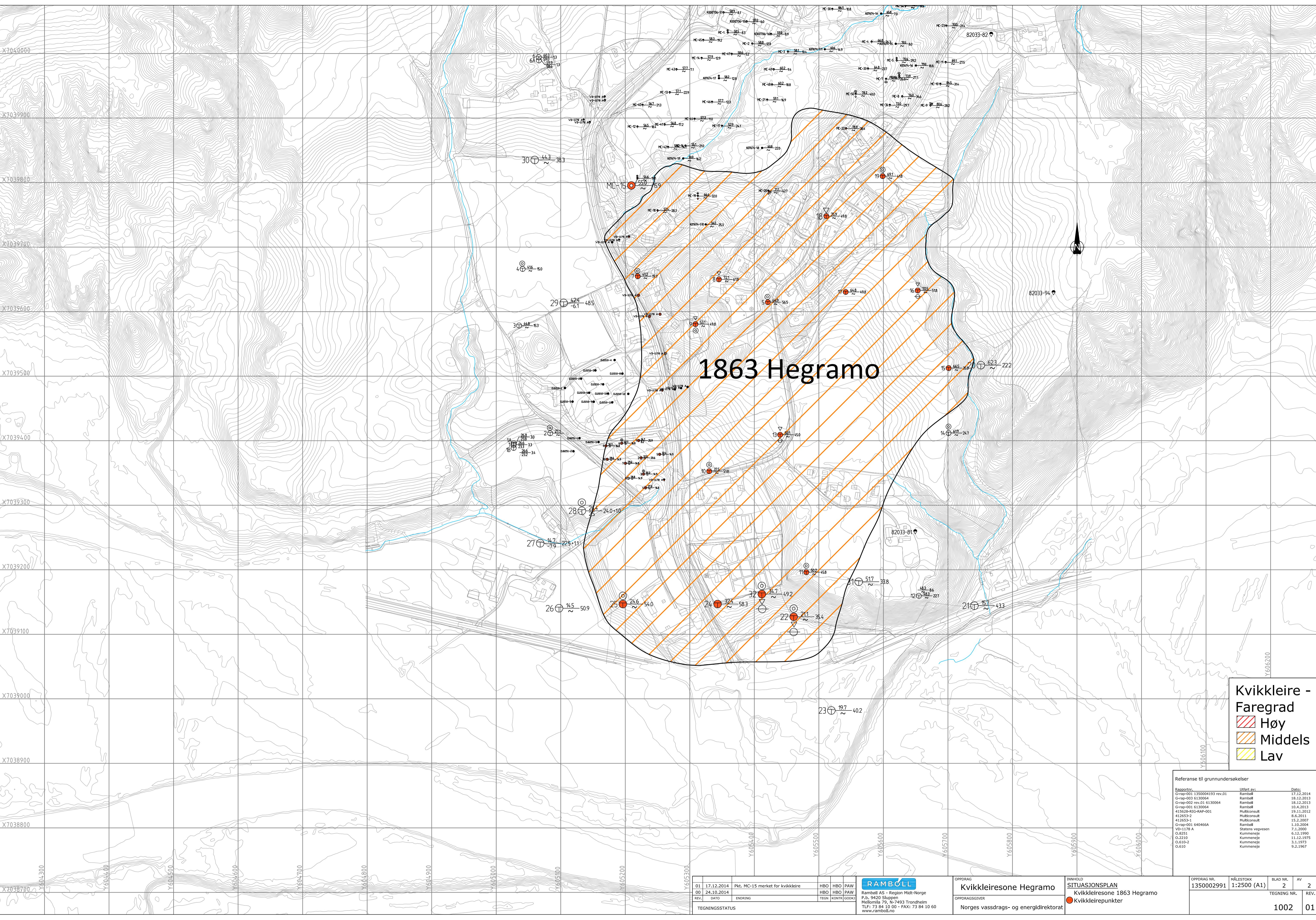
1350002991 1:2500 (A1)

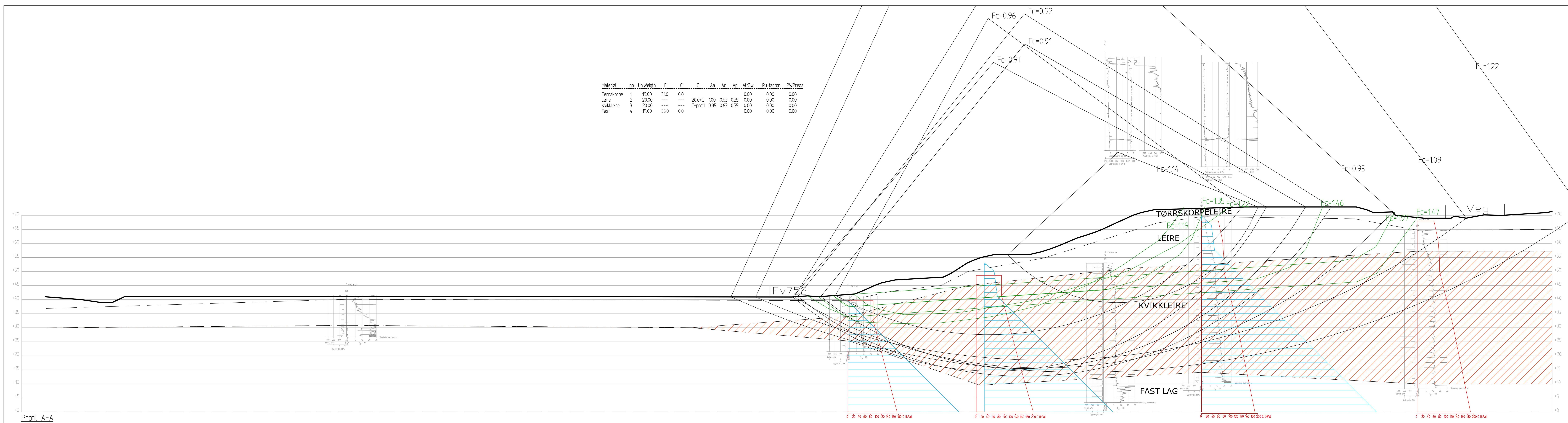
MÅlestokk 2

BLAD NR. 2

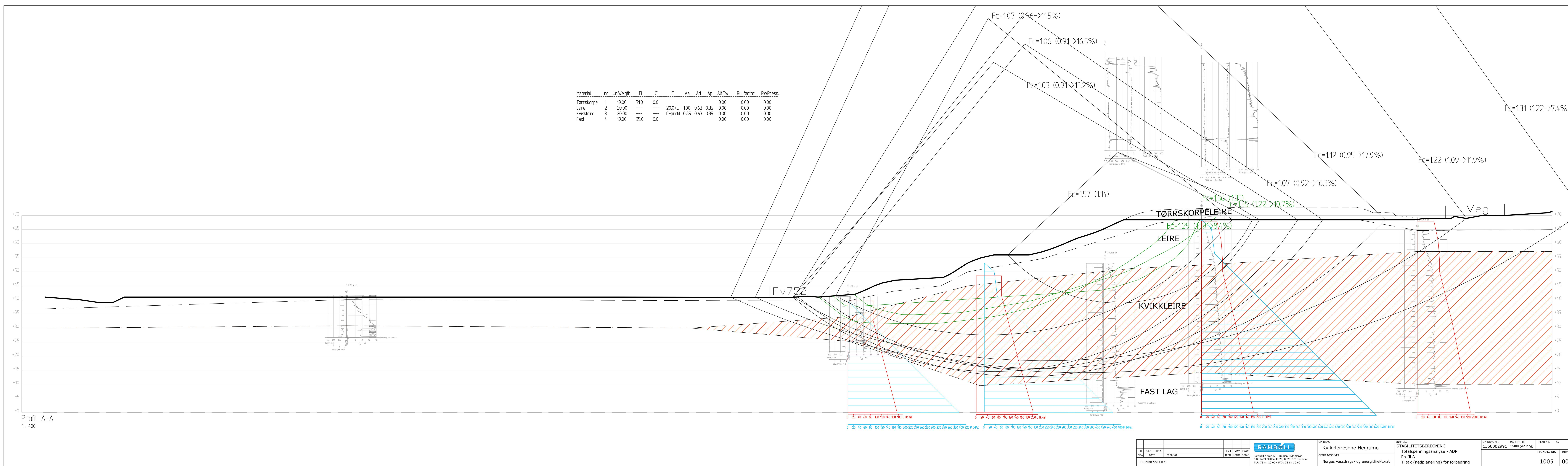
AV 2

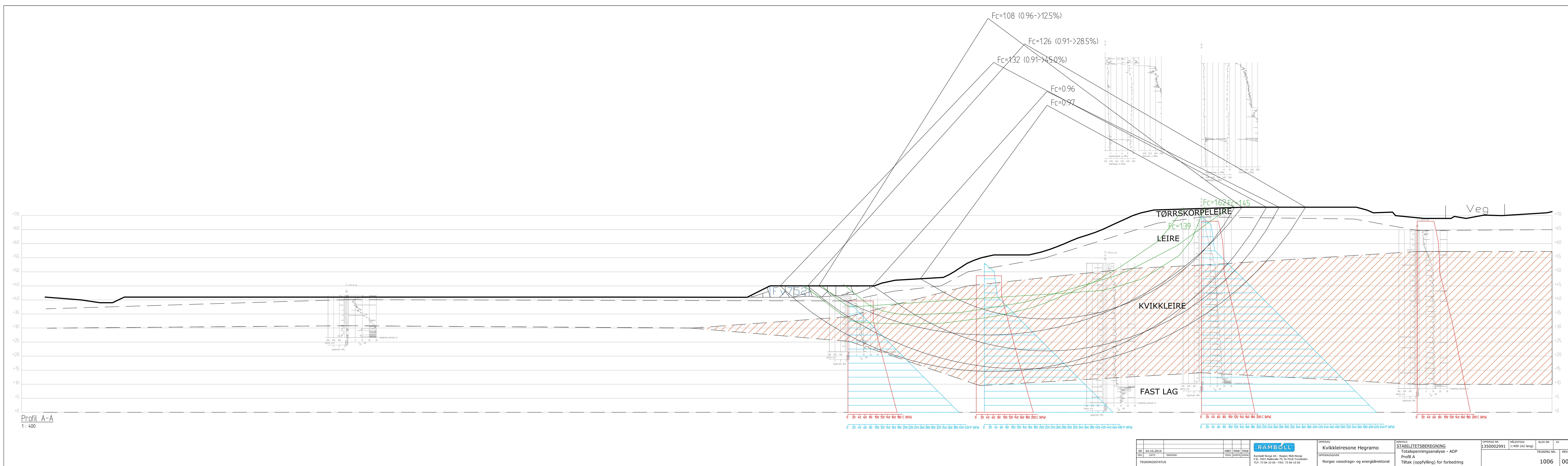
TEGNING NR. REV.

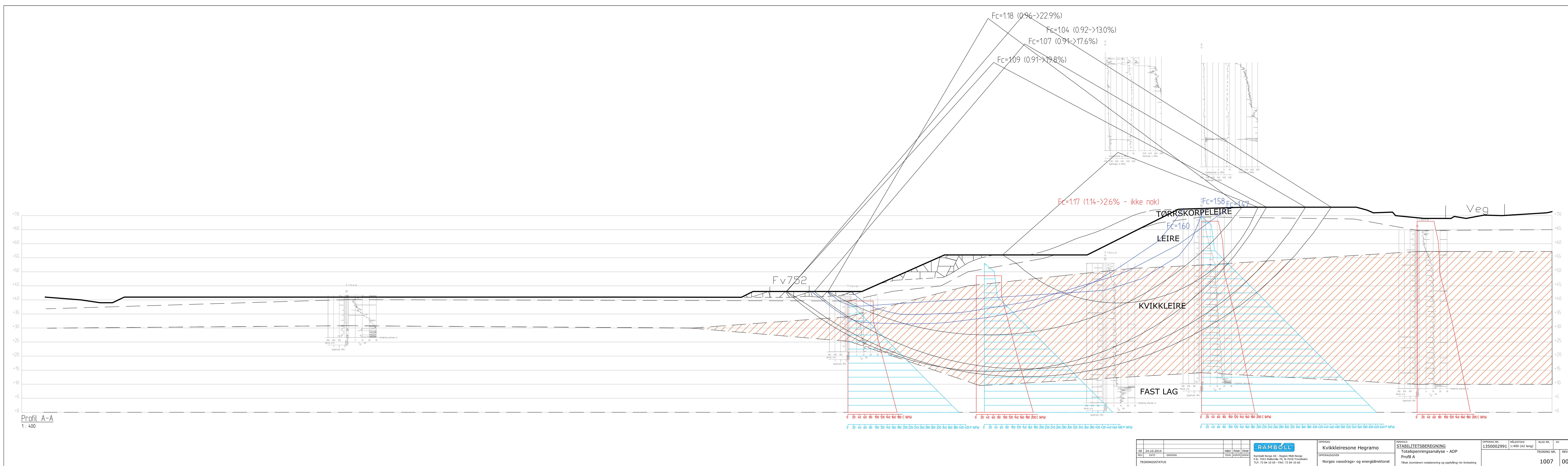


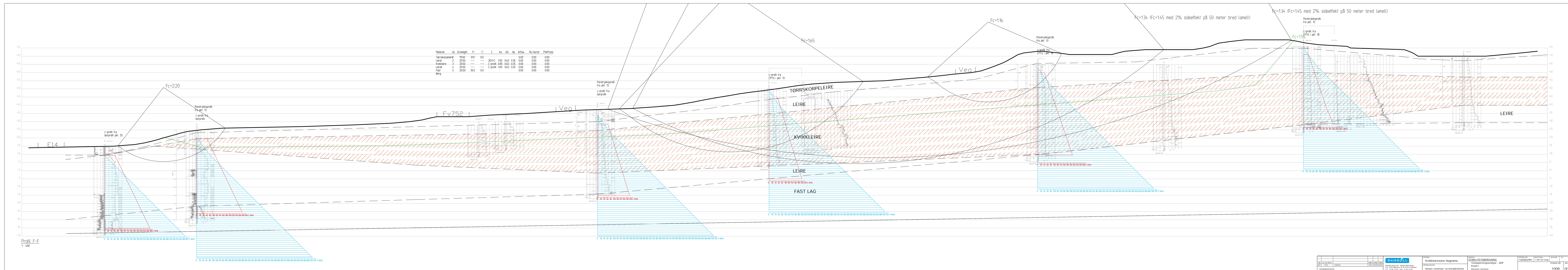


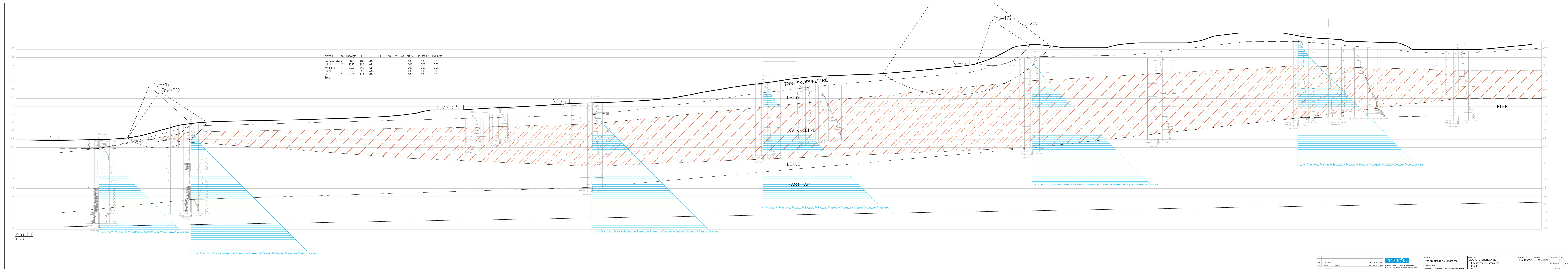
OPPDRAG NR.	MÅLESTOKK	BLAD NR.	AV
1350002991	1:400 (A2 lang)		
TEGNING NR.			
REV.	DATO	TEGN	KONT. (GOK)
00	24.10.2014	HBO	PAW PAW
TEGNINGSSTATUS			
RAMBOLL			
Oppdragsgiver	Kvikkleiresone Hegramo	Innhold	Stabilitetsberegning
Ramboll Norge AS - Region Midt-Norge	Totalspenningsanalyse - ADP		
P.B. 2495 Melholtvegen 79, 2118 Sandvika			
Tlf. 73 04 10 00 - FAX: 73 04 10 00			
Norges vassdrags- og energidirektorat	Dagens tereng		
1003	00		

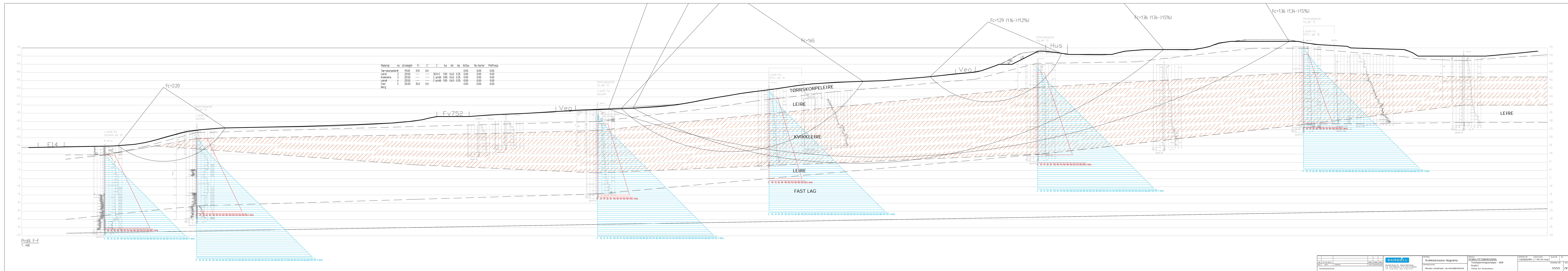


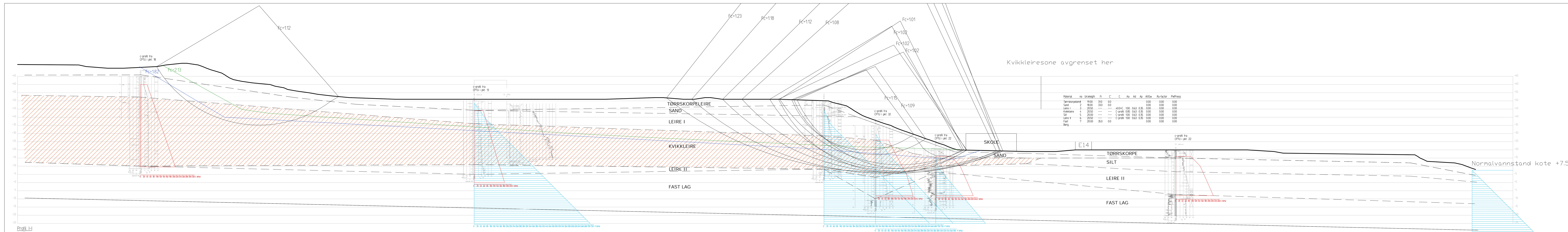








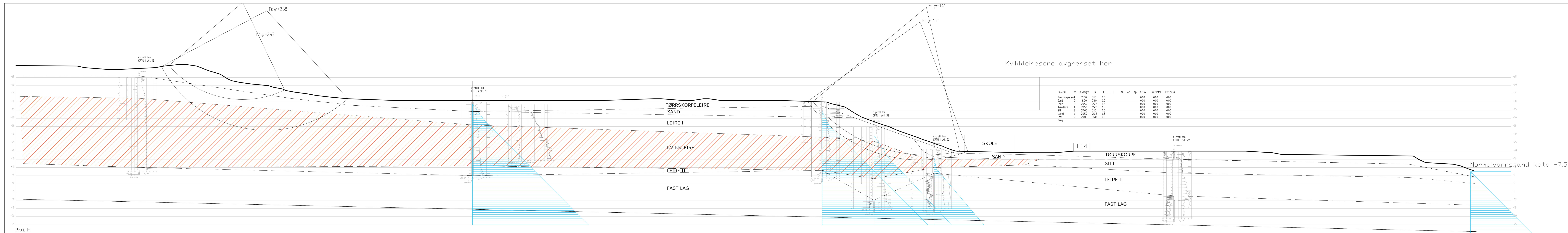


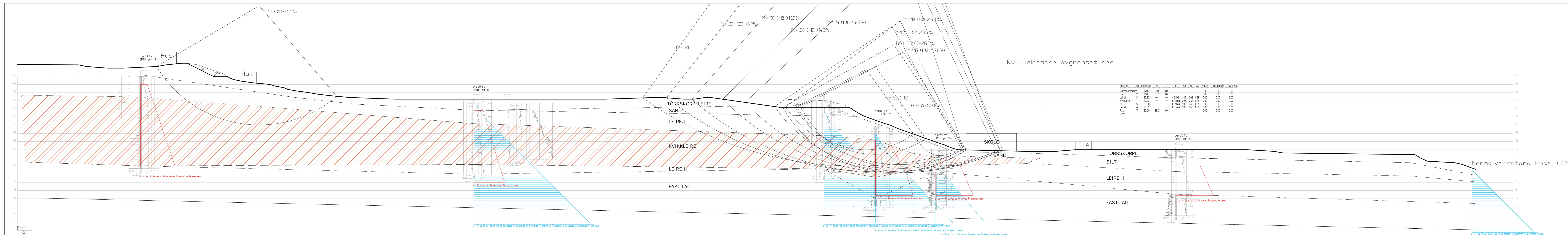


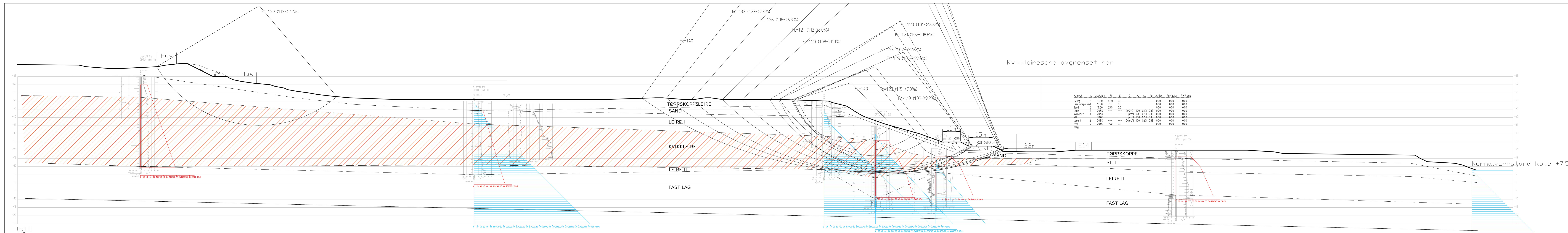
A line graph showing a downward trend from +30 to +15. The y-axis has horizontal grid lines at +15, +20, +25, and +30. The x-axis is unlabeled. The line starts at +30, remains flat for a short distance, then slopes down to +15.

A water level profile diagram. The horizontal axis represents time, and the vertical axis represents water level in meters. A solid black line shows the water level fluctuating between approximately +0.5m and +7.5m. A blue shaded triangular area represents the water level range, extending from about -5m to +5m. The text "Normalvannstand kote +7.5" is written above the profile.

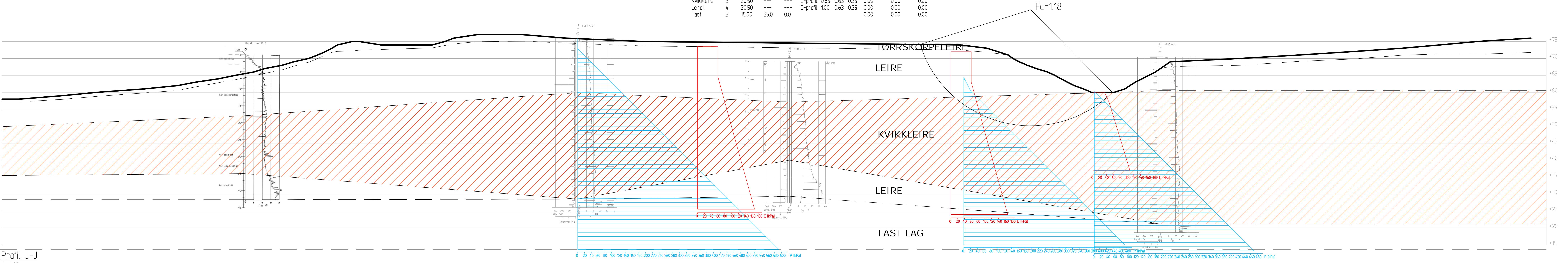
A graph showing a series of horizontal black lines representing pressure levels across a domain. The x-axis is labeled "20 240 260 C [kPa]" at the top left. The y-axis has labels -10, -15, -20, and -25 on the right side. A vertical blue line is positioned on the far right, intersecting all the horizontal lines.







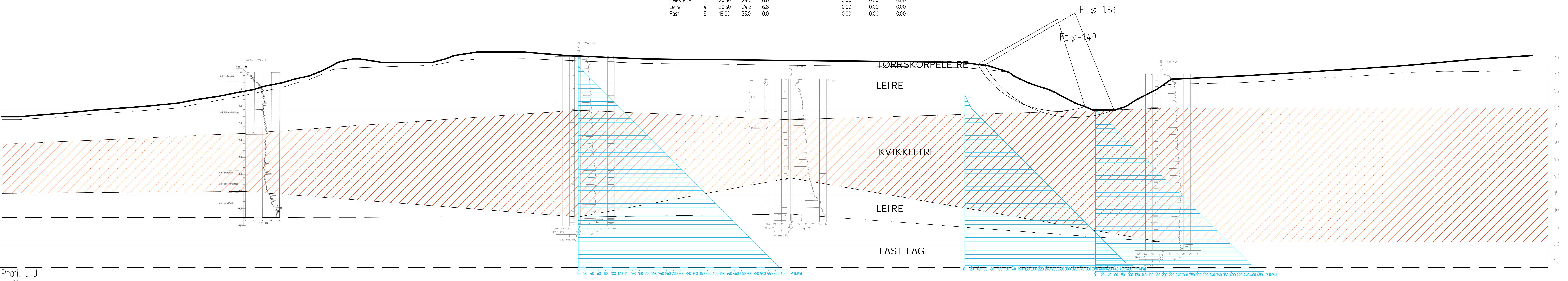
$F_c = 1.18$



Material	no	Un.Weight	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap	AltGw	Ru-factor	PWPress.
Tørrskorpeleire	19.00	310	0.0			0.00	0.00	0.00			
Leirel	2	20.50	24.2	6.8		0.00	0.00	0.00			
Kvikkleire	3	20.50	24.2	6.8		0.00	0.00	0.00			
Leirell	4	20.50	24.2	6.8		0.00	0.00	0.00			
Fast	5	18.00	35.0	0.0		0.00	0.00	0.00			

Fc $\varphi = 1.38$

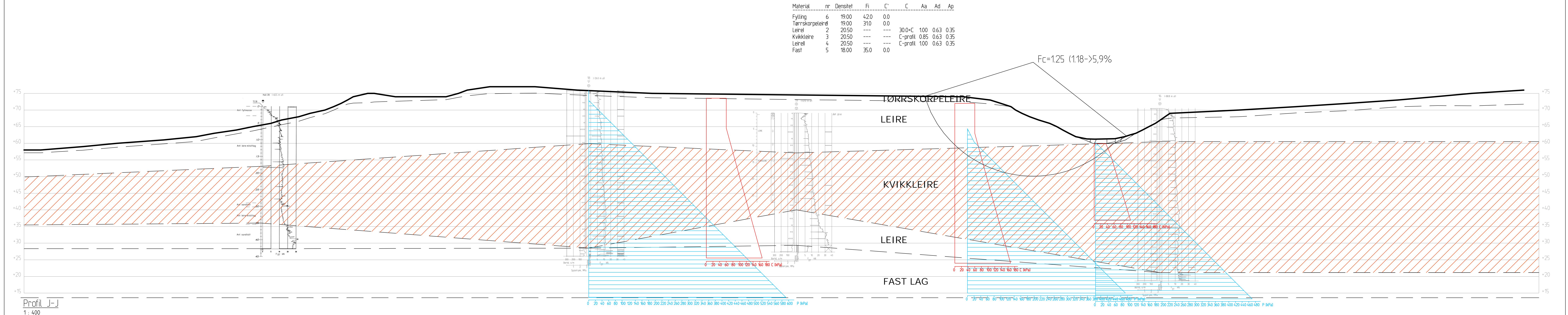
Fc $\varphi = 1.49$



Profil J-J

1 : 400

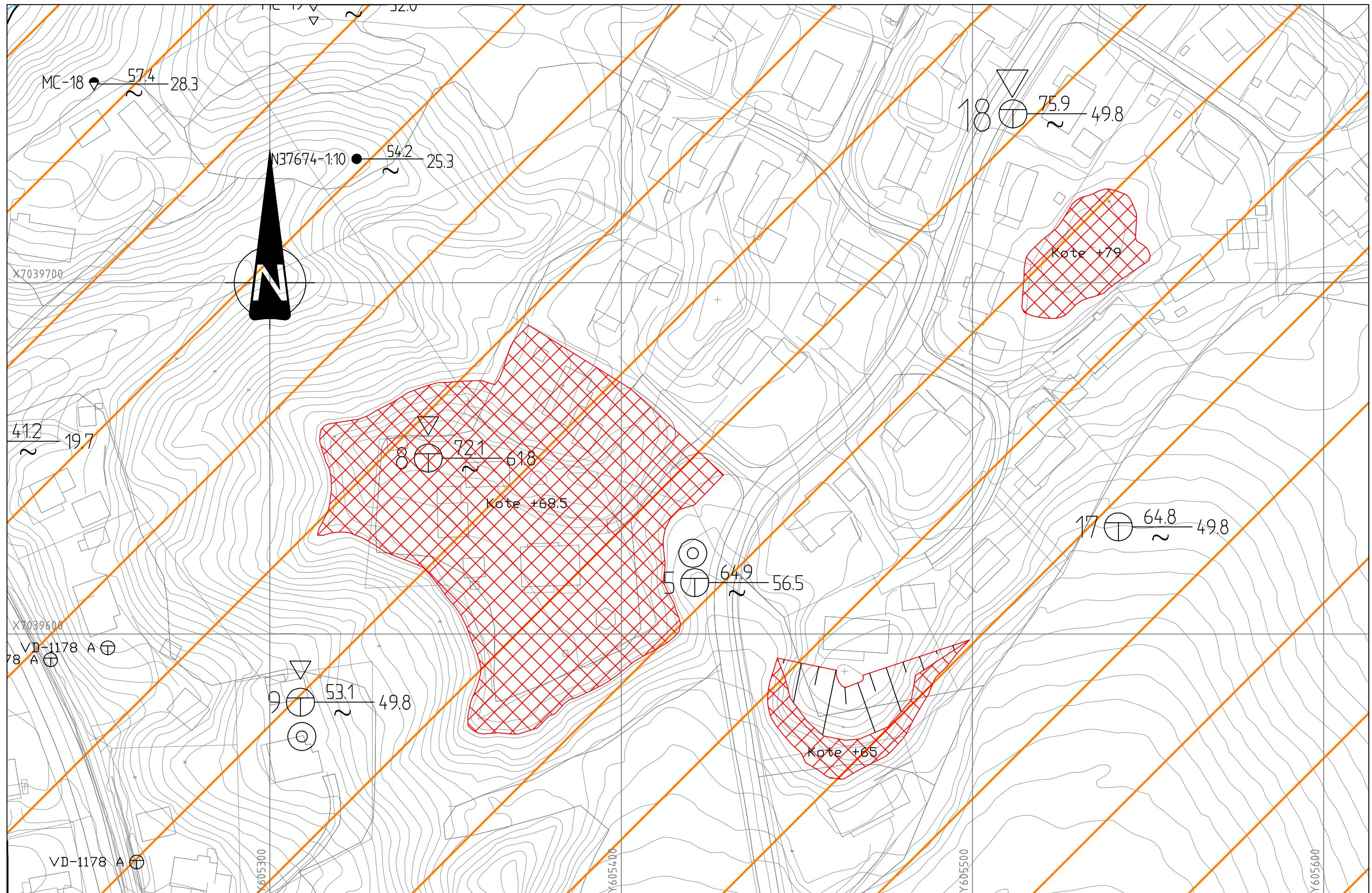
OPPDRAF NR.	MALESTOKK	BLAD NR.	AV
00 24.10.2014	PAW HBO PAW	TEGN KONTR GOKJ	
REV. DATO	ENDRING		
Ramboll			
Ramboll Norge AS - Region Midt-Norge P.B. 7493 Mellomilla 79, N-7018 Trondheim Tlf: 73 84 10 00 - FAX: 73 84 10 00			
OPPDRAFSGIVER		INNHOLD	
Kvikkleiresone Hegramo		STABILITETSBEREGRING	
Oppdragsgiver		Effektivspenningsanalyse	
Profil J		Norges vassdrags- og energidirektorat	
Tegning nr.		Rev.	
1350002991		1:400 (A3 lang)	
TEGNING NR.		REV.	
1016		0C	



OPPDRAF NR.	MÅLESTOKK	BLAD NR.	AV
1350002991	1: 400 (A3 lang)		
TEGNING NR.			
REV			
RAMBOLL	Kvikkleiresone Hegramo	INNHOLD	STABILITETSBEREGNING
00 24.10.2014	PAW HBO PAW	TOTALSPENNINGSSANALYSE ADP	
REV. DATO ENDRING	TEGN KONTR GOKKJ	PROFIL J	
Norges vassdrags- og energidirektorat	TILTAK (oppfylling) for farbedring	TEGNINGSSTATUS	
TILTAK (oppfylling)	1017	OC	

1863 Hegramo

Kvikkleire -
Faregrad
 Høy
 Middels
 Lav



TEGNINGSSSTATUS	REV.	DATO	ENDRING	HBO	PAW	PAW	TEGN	KONTR	GODKJ
00 24.10.2014									

RAMBOLL

Rambøll AS - Region Midt-Norge
P.b. 9420 Sluppen
Mellomila 79, N-7493 Trondheim
TLF: 73 84 10 00 - FAX: 73 84 10 60
www.ramboll.no

OPPDRA

Kvikkleiresone Hegramo

OPPDRA

Norges vassdrags- og energidirektorat

INNHOLD
TILTAK

Nedplanering profil A, F og I

OPPDRA NR.
1350002991
MÅLESTOKK
1:1000 (A3)

BLAD NR.
TEGNING NR.
1019

Y605600

Y605500

Y605400

Y605300

Y605200

Y605100

Y605000

Y604900

Y604800

Y604700

Y604600

Y604500

Y604400

Y604300

Y604200

Y604100

Y604000

Y603900

Y603800

Y603700

Y603600

Y603500

Y603400

Y603300

Y603200

Y603100

Y603000

Y602900

Y602800

Y602700

Y602600

Y602500

Y602400

Y602300

Y602200

Y602100

Y602000

Y601900

Y601800

Y601700

Y601600

Y601500

Y601400

Y601300

Y601200

Y601100

Y601000

Y600900

Y600800

Y600700

Y600600

Y600500

Y600400

Y600300

Y600200

Y600100

Y600000

Y600900

Y600800

Y600700

Y600600

Y600500

Y600400

Y600300

Y600200

Y600100

Y600000

Y600900

Y600800

Y600700

Y600600

Y600500

Y600400

Y600300

Y600200

Y600100

Y600000

Y600900

Y600800

Y600700

Y600600

Y600500

Y600400

Y600300

Y600200

Y600100

Y600000

Y600900

Y600800

Y600700

Y600600

Y600500

Y600400

Y600300

Y600200

Y600100

Y600000

Y600900

Y600800

Y600700

Y600600

Y600500

Y600400

Y600300

Y600200

Y600100

Y600000

Y600900

Y600800

Y600700

Y600600

Y600500

Y600400

Y600300

Y600200

Y600100

Y600000

Y600900

Y600800

Y600700

Y600600

Y600500

Y600400

Y600300

Y600200

Y600100

Y600000

Y600900

Y600800

Y600700

Y600600

Y600500

Y600400

Y600300

Y600200

Y600100

Y600000

Y600900

Y600800

Y600700

Y600600

Y600500

Y600400

Y600300

Y600200

Y600100

Y600000

Y600900

Y600800

Y600700

Y600600

Y600500

Y600400

Y600300

Y600200

Y600100

Y600000

Y600900

Y600800

Y600700

Y600600

Y600500

Y600400

Y600300</



00	24.10.2014		HBO	PAW	PAW
REV.	DATO	ENDRING	TEGN	KONTR	GODKJ
TEGNINGSSSTATUS					

RAMBOLL

Rambøll AS - Region Midt-Norge
P.b. 9420 Sluppen
Mellomila 79, N-7493 Trondheim
Tlf: 73 84 10 00 - Fax: 73 84 10 60
www.ramboll.no

OPPDRA

Kvikkleiresone Hegramo

OPPDRA

Norges vassdrags- og energidirektorat

INNHOLD

TILTAK

Oppfylling profil I

OPPDRA NR.

1350002991

MÅLESTOKK

1:1000 (A3)

BLAD NR.

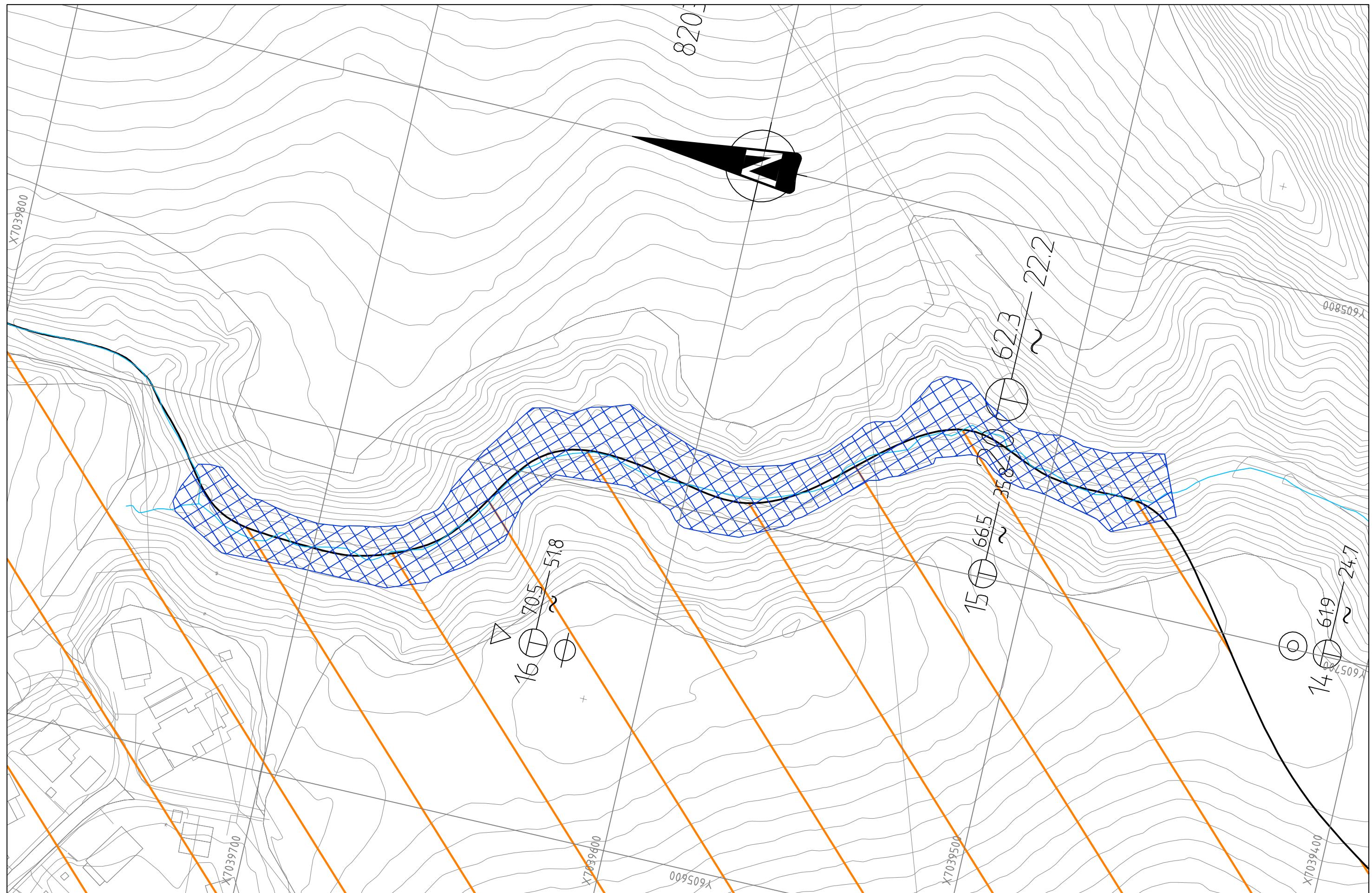
AV

TEGNING NR.

1020

REV.

00



00	24.10.2014	HBO	PAW	PAW
REV.	DATO	ENDRING	TEGN	KONTR GODKJ
TEGNINGSSSTATUS				



Rambøll AS - Region Midt-Norge
P.b. 9420 Sluppen
Mellomila 79, N-7493 Trondheim
TLF: 73 84 10 00 - FAX: 73 84 10 60
www.ramboll.no

OPPDRA�

Kvikkleiresone Hegramo

OPPDRA�SGIVER

Norges vassdrags- og energidirektorat

INNHOLD TILTAK

Oppfylling bekkelal i øst

OPPDRA� NR.
1350002991

MÅLESTOKK
1:1000 (A3)

BLAD NR.
TEGNING NR.
1021

AV
REV.
00

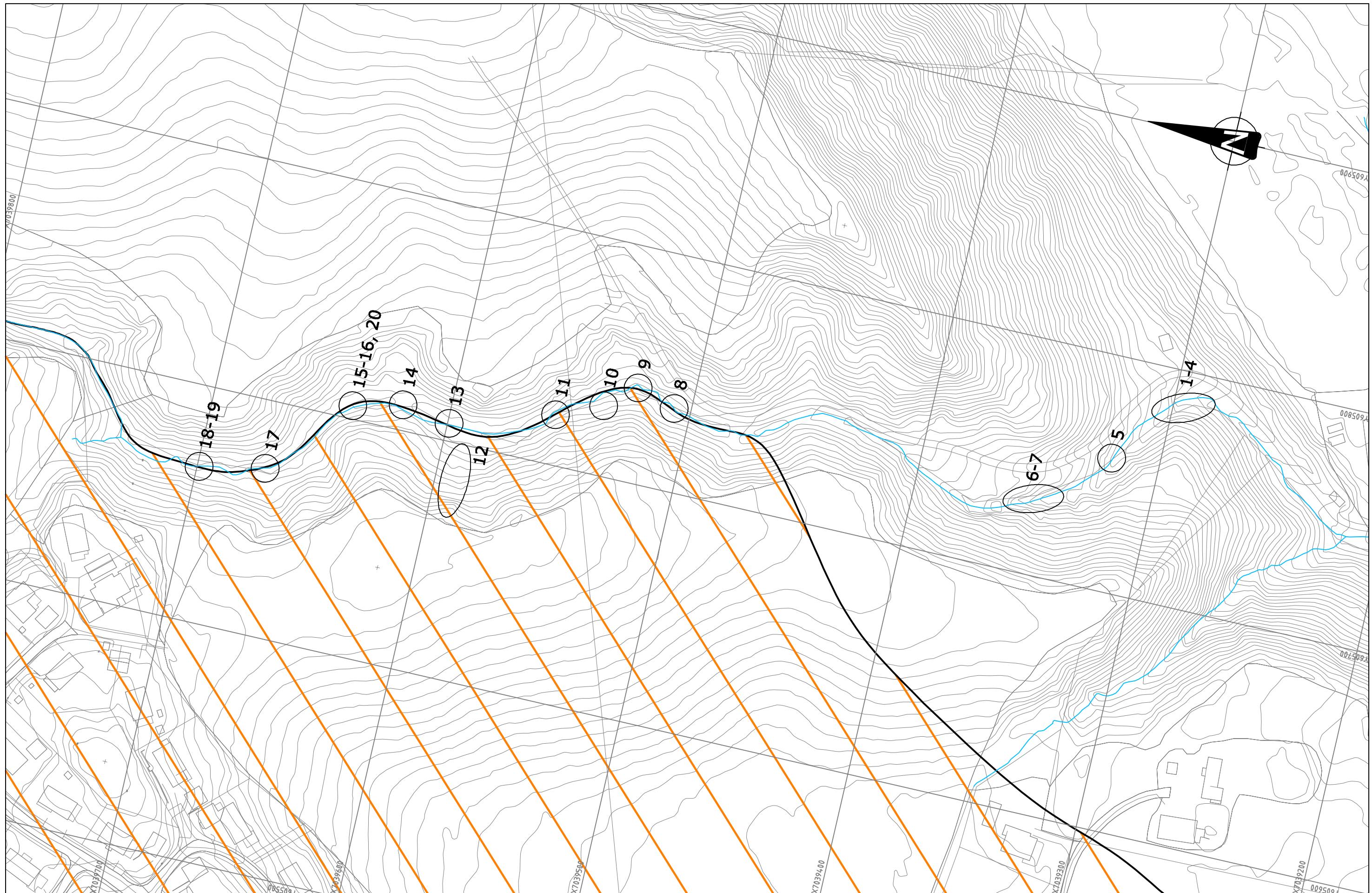
1863 Hegramo

OPPDAG	Kvikkleiresone Hegramo	INNHOLD	SITUASJONSPLAN	OPPDAG NR.	MÅLESTOKK	BLAD NR.	AV
REV 00 DATO 27.10.2014 ENDRING	TEGN HBO KONTR GOKK	RAMBØLL Rambøll AS - Region Midt-Norge P.b. 9420 Sluppen Mellomlia 79, N-7493 Trondheim (� 73 84 10 60 - FAX: 73 84 10 60 www.ramboll.no	Kvikkleiresone 1863 Hegramo Utløpsområde Norges vassdrags- og energidirektorat	1350002991	1:3000 (A1)		
TEGNING STATUS				1022		TEGNING NR.	REV. 00

1350002991 Kvikkleiresone Hegramo
Rapport nr. 1 – Geoteknisk vurderingsrapport

VEDLEGG 1

Bilder fra befaring i bekkedal øst for kvikkleiresone
Hegramo.
Befaring 13.9.2013.



00	12.12.2014		HBO	PAW	PAW
REV.	DATO	ENDRING	TEGN	KONTR	GODKJ
TEGNINGSSSTATUS					

RAMBOLL

Rambøll AS - Region Midt-Norge
P.b. 9420 Sluppen
Mellomila 79, N-7493 Trondheim
TLF: 73 84 10 00 - FAX: 73 84 10 60
www.ramboll.no

OPPDRA

Kvikkleiresone Hegramo

OPPDRA

Norges vassdrags- og energidirektorat

INNHOLD

Oversiktskart over bilder fra befaring

OPPDRA NR.

1350002991

MÅLESTOKK

1:1500 (A3)

BLAD NR.

AV

VEDLEGG NR.

REV.

1 00



Bilde nr. 1



Bilde nr. 2



Bilde nr. 3



Bilde nr. 4



Bilde nr. 5



Bilde nr. 6



Bilde nr. 7



Bilde nr. 8



Bilde nr. 9



Bilde nr. 10



Bilde nr. 11



Bilde nr. 12



Bilde nr. 13



Bilde nr. 14



Bilde nr. 15



Bilde nr. 16



Bilde nr. 17



Bilde nr. 18



Bilde nr. 19

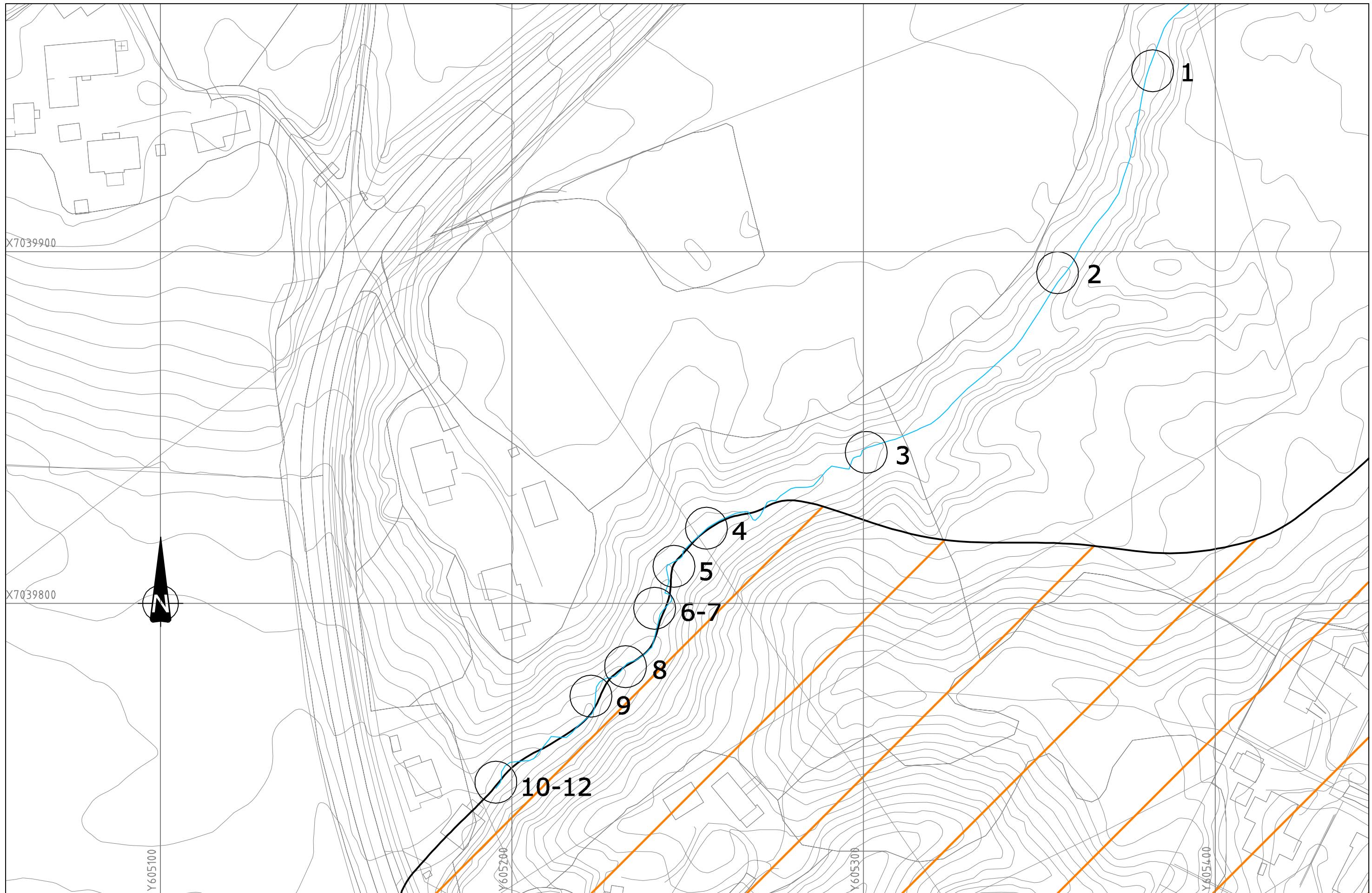


Bilde nr. 20

1350002991 Kvikkleiresone Hegramo
Rapport nr. 1 – Geoteknisk vurderingsrapport

VEDLEGG 2

Bilder fra befaring i bekkedal nord for kvikkleiresone
Hegramo.
Befaring 3.12.2013.



00	12.12.2014		HBO	PAW
REV.	DATO	ENDRING	TEGN	KONTR
TEGNINGSSSTATUS				

RAMBOLL

Rambøll AS - Region Midt-Norge
P.b. 9420 Sluppen
Mellomila 79, N-7493 Trondheim
TLF: 73 84 10 00 - FAX: 73 84 10 60
www.ramboll.no

OPPDRA

Kvikkleiresone Hegramo

OPPDRA

Norges vassdrags- og energidirektorat

INNHOLD

Oversiktskart bilder fra befaring

OPPDRA NR.

1350002991 MÅLESTOKK 1:1000 (A3)

BLAD NR.

AV

VEDLEGG NR.

REV.

2 00



Bilde nr. 1



Bilde nr. 2



Bilde nr. 3



Bilde nr. 4



Bilde nr. 5



Bilde nr. 6



Bilde nr. 7



Bilde nr. 8



Bilde nr. 9



Bilde nr. 10



Bilde nr. 11



Bilde nr. 12

1350002991 Kvikkleiresone Hegramo
Rapport nr. 1 – Geoteknisk vurderingsrapport

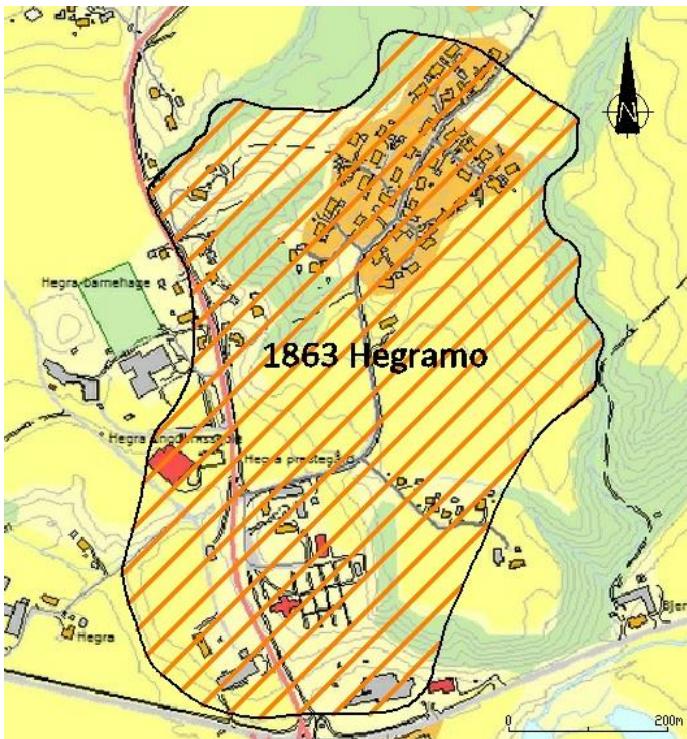
VEDLEGG 3

Soneklassifiseringsark

SONEKLASSIFISERINGSARK

**Kvikkleiresone 1863 Hegramo
Kommune Stjørdal**

Dato sone opprettet	Opprettet av
Rev. 00 29.8.2014	Rambøll, HBOTRH/PAWTRH
Rev. 01 9.10.2014	Rambøll, HBOTRH/PAWTRH
Rev. 02 17.12.2014	Rambøll, HBOTRH/PAWTRH



**Kvikkleire -
Faregrad**

	Høy
	Middels
	Lav

	Poengverdi
Skadekonsekvens	- Meget alvorlig
Faregradsklasse	- Middels
Risikoklasse	- 5 - Høyeste risikoklasse

Referanser

Rambøll, G-rap-001 rev.01 1350002991, 17.12.2014.	Utført
Rambøll, G-rap-001 rev.01 1350004193, 17.12.2014.	Utført
Rambøll, G-not-002 6130064, 13.1.2014.	Utført
Rambøll, G-rap-003 6130064, 18.12.2013.	Utført
Rambøll, G-rap-002 rev.01 6130064, 18.12.2013.	Utført
Rambøll, G-rap-001 6130064, 10.4.2013.	Utført
Multiconsult, 415628-RIG-RAP-001, 19.11.2012.	Utført
Multiconsult, 412653-2, 8.6.2011.	Utført
Multiconsult, 412653-1, 15.2.2007.	Utført
Rambøll, G-rap-001 640466A, 1.10.2004.	Utført
Statens vegvesen, VD-1178 A, 7.1.2000.	Utført
Kummeneje, O.8251, 6.12.1990.	Utført
Kummeneje, O.2210, 11.12.1975.	Utført
Kummeneje, O.610-2, 3.1.1973.	Utført
Kummeneje, O.610, 9.2.1967.	Utført

Merknader

Kvikkleiresonen er utredet, jf. G-rap-001 rev.01 1350002991.

Status: Hele sonen utredet Deler av sonen utredet
Kvalitetssikret av uavhengig foretak: Ikke utført Utført av NGI



ROS-ANALYSE

Ref.: "Program for økt sikkerhet mot leirskred, metode for kartlegging og klassifisering av faresone, kvikkleire".

20001008-2 datert 31. august 2001. Revisjon 3 datert 8. oktober 2008

Skadekonsekvens

Vurdering:			
Faktor	Vekttall	Analyse	Kommentar
Boligheter	4	3	Stedvis tett med boliger.
Næringsbygg, personer	3	3	Skoler, barnehage, butikk og kirke.
Annen Bebyggelse, verdi	1	1	
Vei	2	2	ÅDT på 1150 for Fv752
Toglinje	2	0	
Kraftnett	1	2	
Oppdemming/flom	2	3	

Poeng (score x vekttall): 34

Beregnet skadekonsekvensklasse:

Meget alvorlig

Skadekonsekven 0,76

Forklaring

Konsekvens, score					
Faktor	Vekttall	3	2	1	0
Boligheter, antall	4	Tett>5	Spredt >5	Spredt <5	Ingen
Næringsbygg, personer	3	>50	10-50	<10	Ingen
Annen Bebyggelse, verdi	1	Stor	Betydelig	Begrenset	Ingen
Vei, ÅDT	2	>5000	1001-5000	100-1000	<100
Toglinje, baneprioritet	2	1-2	3-4	5	Ingen
Kraftnett	1	Sentral	Regional	Distribusjon	Lokal
Oppdemming/flom	2	Alvorlig	Middels	Liten	Ingen

Grenseverdier for skadekonsekvensklasse

0 - 6: Mindre alvorlig

7 - 22: Alvorlig

23 - 45: Meget alvorlig

Faregradsklasser (sannsynlighet)

Forklaring

Vurdering:			
Faktor	Vekttall	Analyse	Kommentar
Tidligere skredaktivitet	1	1	Ingen historiske hendelser i eller i umiddelbar nærhet av sonen.
Skråningshøyde	2	3	
Tidligere/nåværende terrengnivå	2	3	Store deler av glidesirkel har OCR = 1.
Poretrykk, overtrykk	3	0	
Poretrykk, undertrykk	-3	1	Konservativt valgt lav. Basert på målinger i punkt 9.
Kvikkleiremektighet	2	3	
Sensitivitet	1	3	
Erosjon	3	1	"Usynlig" erosjon kan foregå i bekk lagt i rør. Konservativt.
Inngrep, forverring	3	1	Utarbeidelse gang- og sykkelveg langs Fv752.
Inngrep, forbedring	-3	0	

Poeng (score x vekttall): 25

Beregnet faregradsklasse:

Middels

Faregrad 0,49

Faregrad, score

Faktor	Vekttall	3	2	1	0
Tidligere skredaktivitet	1	Høy	Noe	Lav	Ingen
Skråningshøyde, m	2	>30	20-30	15-20	<15
Tidligere/nåværende terrengnivå (OCR)	2	1,0-1,2	1,2-1,5	1,5-2,0	>2,0
Poretrykk, overtrykk (kPa)	3	>+30	10-30	0-10	Hydrostatisk
Poretrykk, undertrykk (kPa)	-3	>50	(20-50)	(0-20)	Hydrostatisk
Kvikkleiremektighet	2	>H/2	H/2-H/4	<H/4	Tynt lag
Sensitivitet	1	>100	30-100	20-30	<20
Erosjon	3	Aktiv/Glidning	Noe	Lite	Ingen
Inngrep, forverring	3	Stor	Noe	Liten	Ingen
Inngrep, forbedring	-3	Stor	Noe	Liten	Ingen

Grenseverdier for faregradsklasse

0 - 17: Lav

18 - 25: Middels

26 - 51: Høy

Risiko (skadekonsekvens x faregrad)

3704

Risikoklasse: 5

Profil A

Grenseverdier for risikoklasse

0 - 170: 1

171 - 630: 2

631 - 1900: 3

1901 - 3200: 4

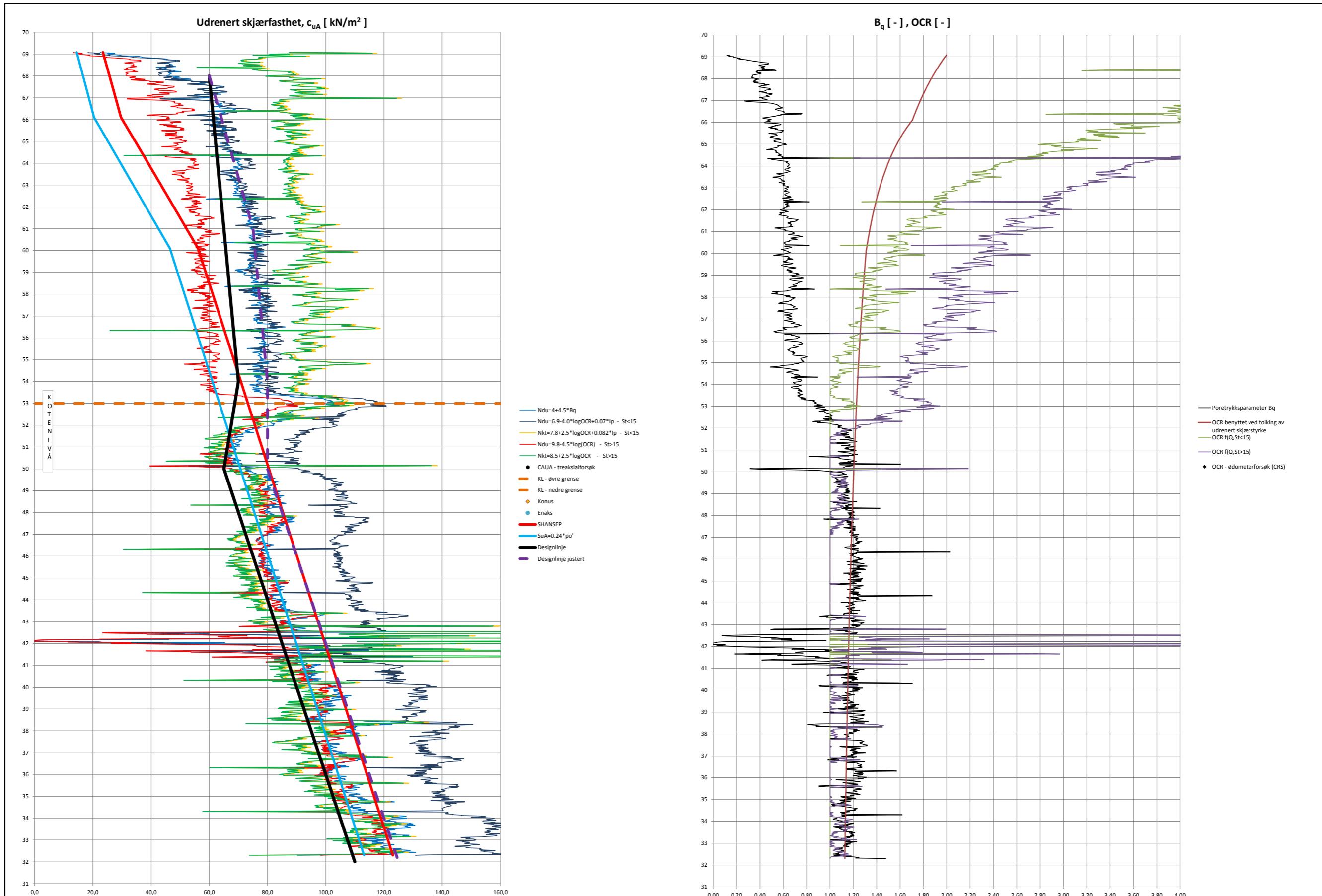
3201 - 10000: 5

Oppdrag: Kvikkleiresone Hegramo Oppdragnummer: 1350002991 Saksbehandler HBOTRH	Dato: 09.10.2014 Kontrollert: PAWTRH
<p>Ref.: "Program for økt sikkerhet mot leirskred, metode for kartlegging og klassifisering av faresone, kvikkleire". 20001008-2 datert 31. august 2001. Revisjon 3 datert 8. oktober 2008</p>	

1350002991 Kvikkleiresone Hegramo
Rapport nr. 1 – Geoteknisk vurderingsrapport

VEDLEGG 4

Tolking av CPTU



SHANSEP-linje er teanet med $\alpha=0.24$ og $\beta=0.70$
Tolkning er utført med grunnvannstand i 3 meters dybde og poretrykksfordeling som vist i poretrykksprofil fra pkt. 9.



Norges vassdrags- og energidirektorat

Kvikkleiresone Hegramo

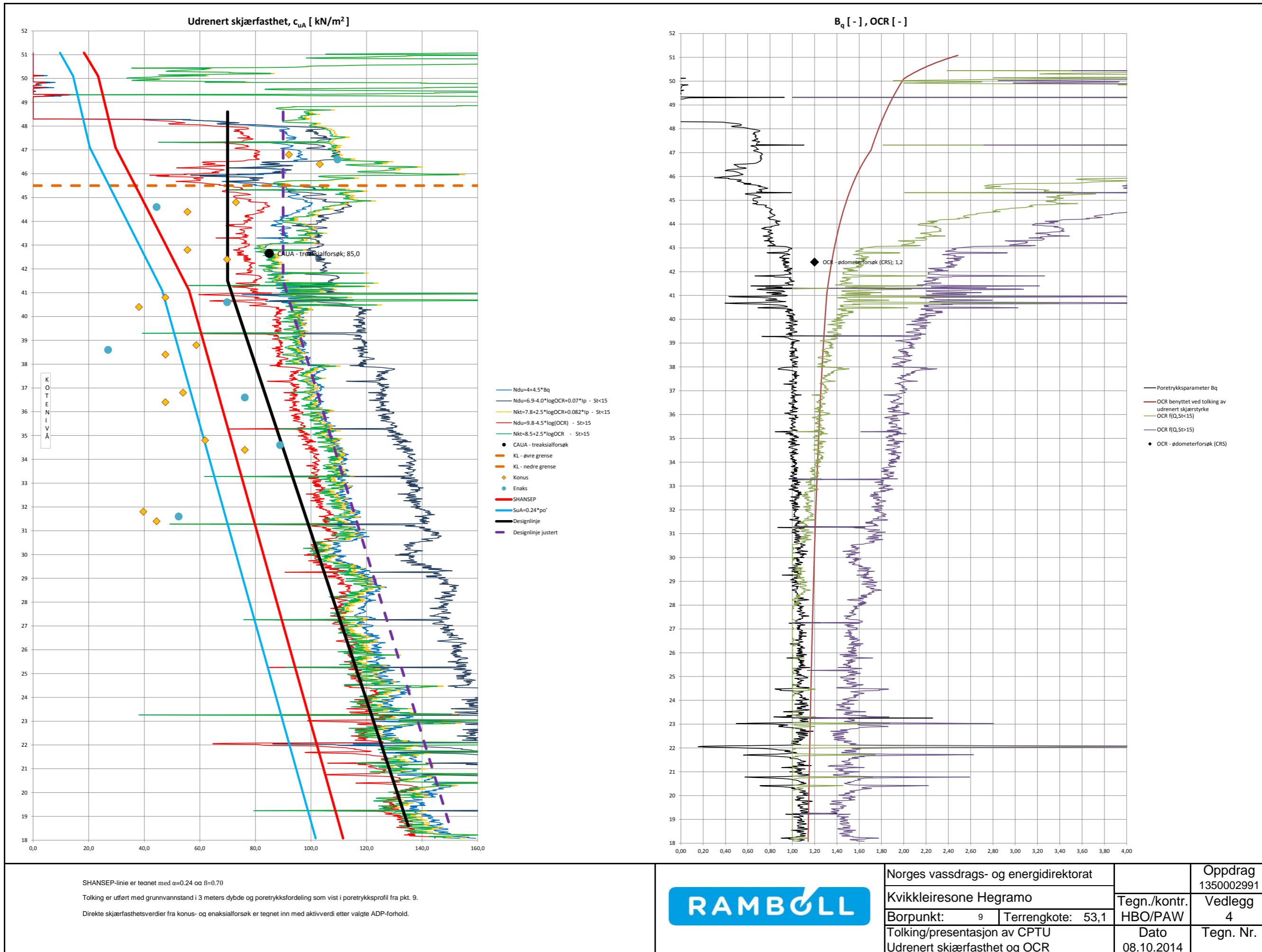
Borpunkt: 8 Terrengkote: 72,1

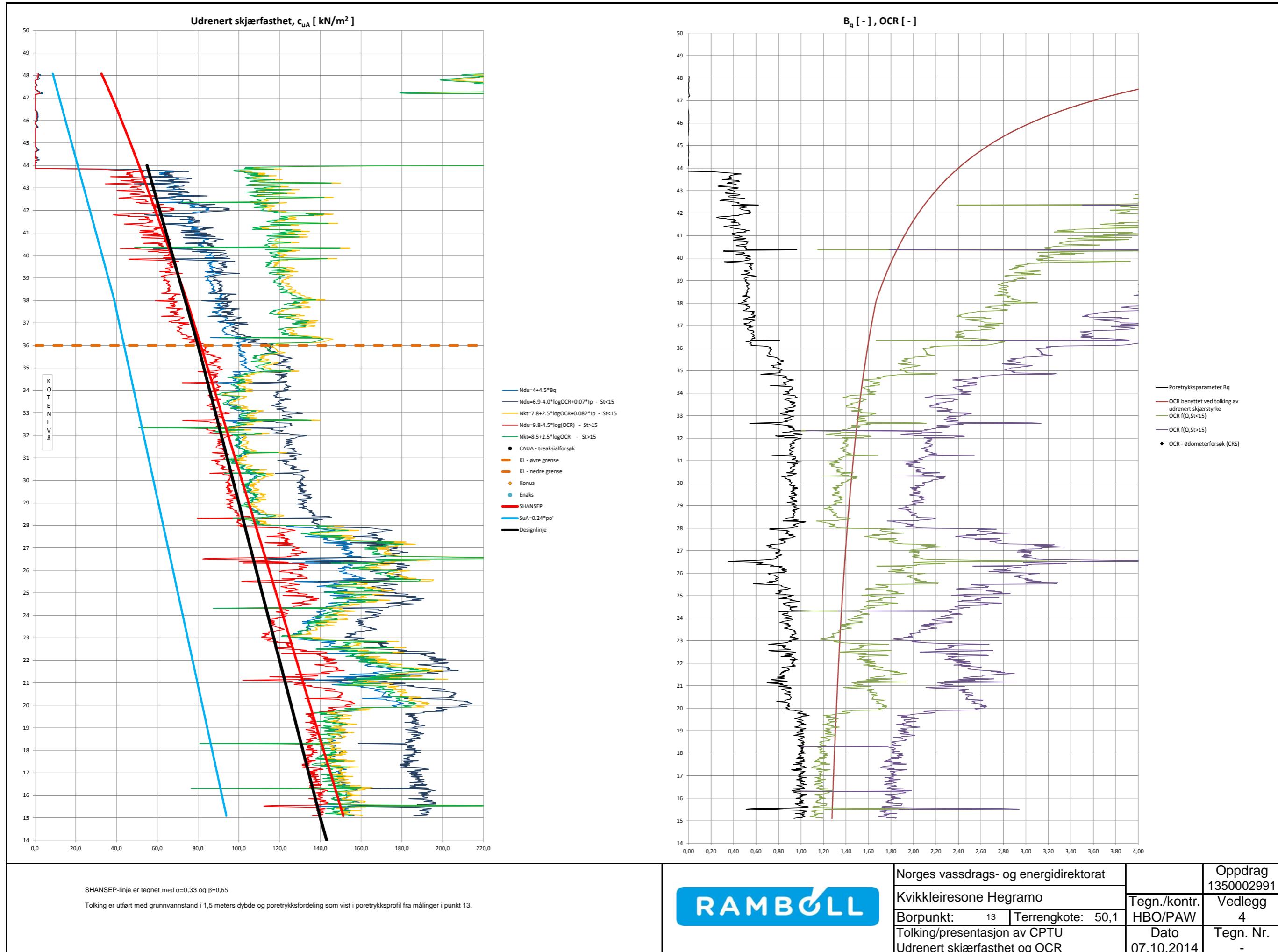
Tolkning/presentasjon av CPTU
Udrenert skjærfasthet og OCR

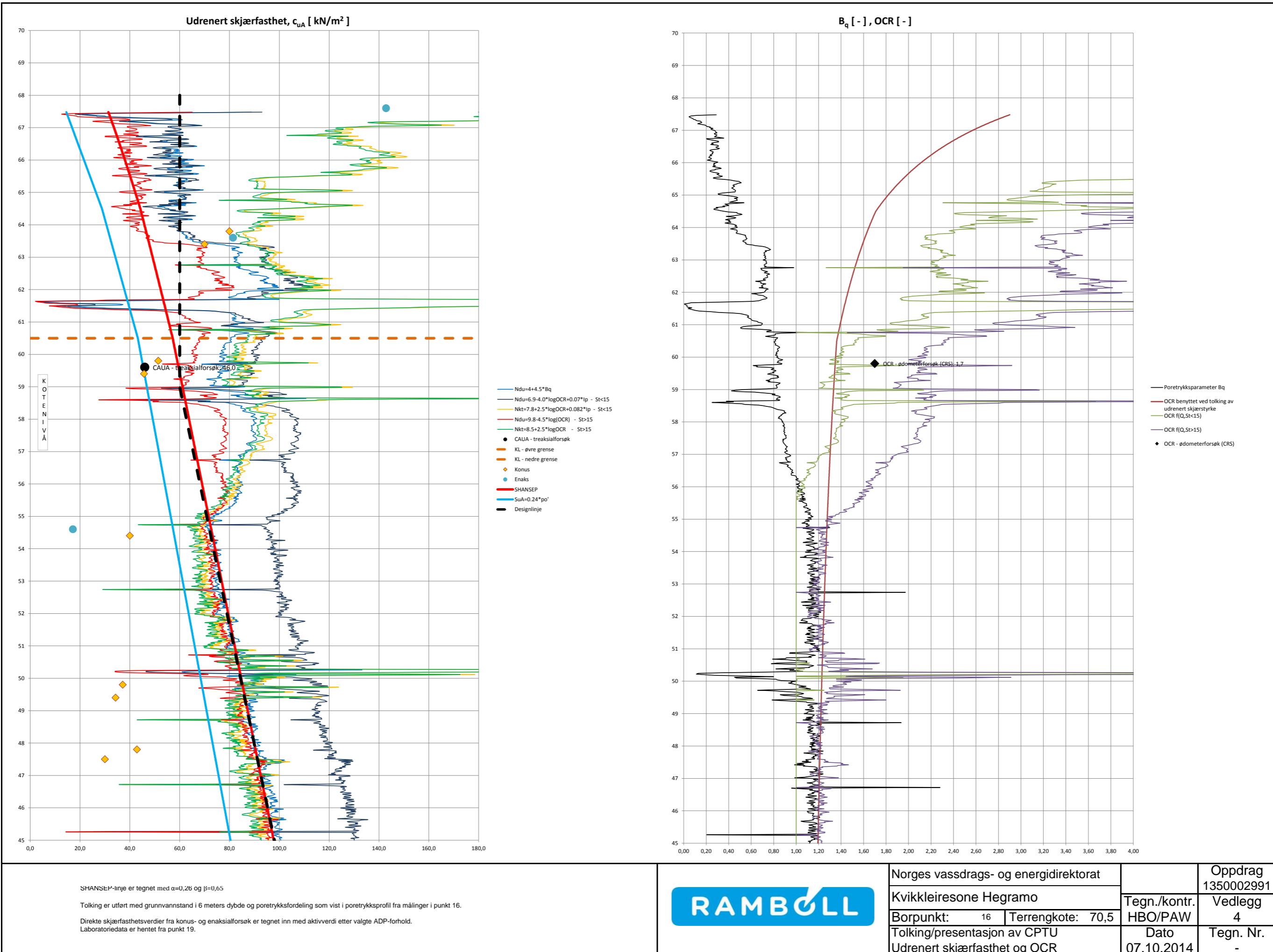
Oppdrag
1350002991

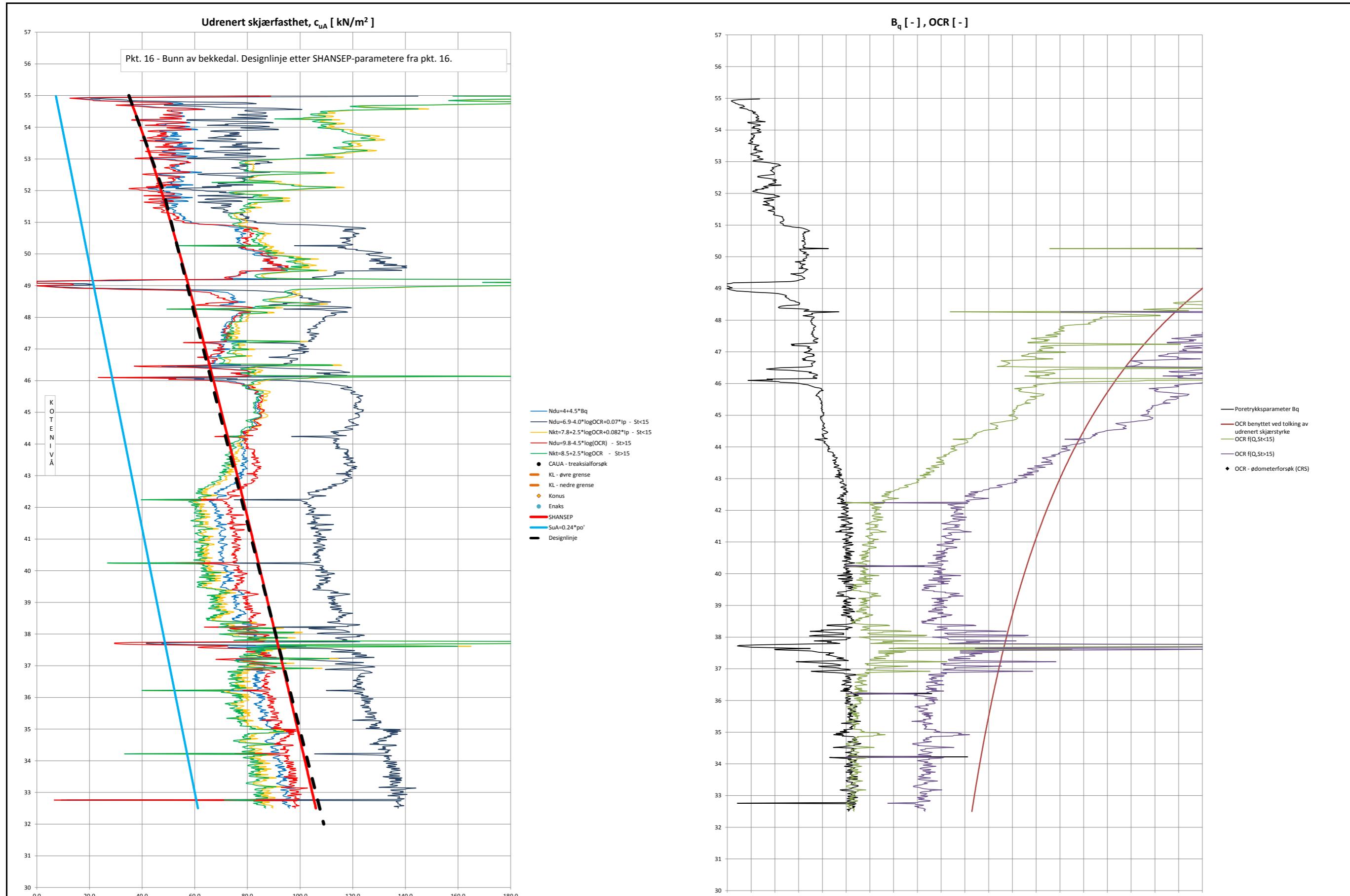
Tegn./kontr.
HBO/PAW

Vedlegg
4
Dato
08.10.2014
Tegn. Nr.









SHANSEP-linje er tegnet med $\alpha=0,26$ og $\beta=0,65$

Tolking er utført med grunnvannstand i 0 meters dybde og hydrostatisk poretrykksfordeling.



Norges vassdrags- og energidirektorat

Kvikkleiresone Hegramo

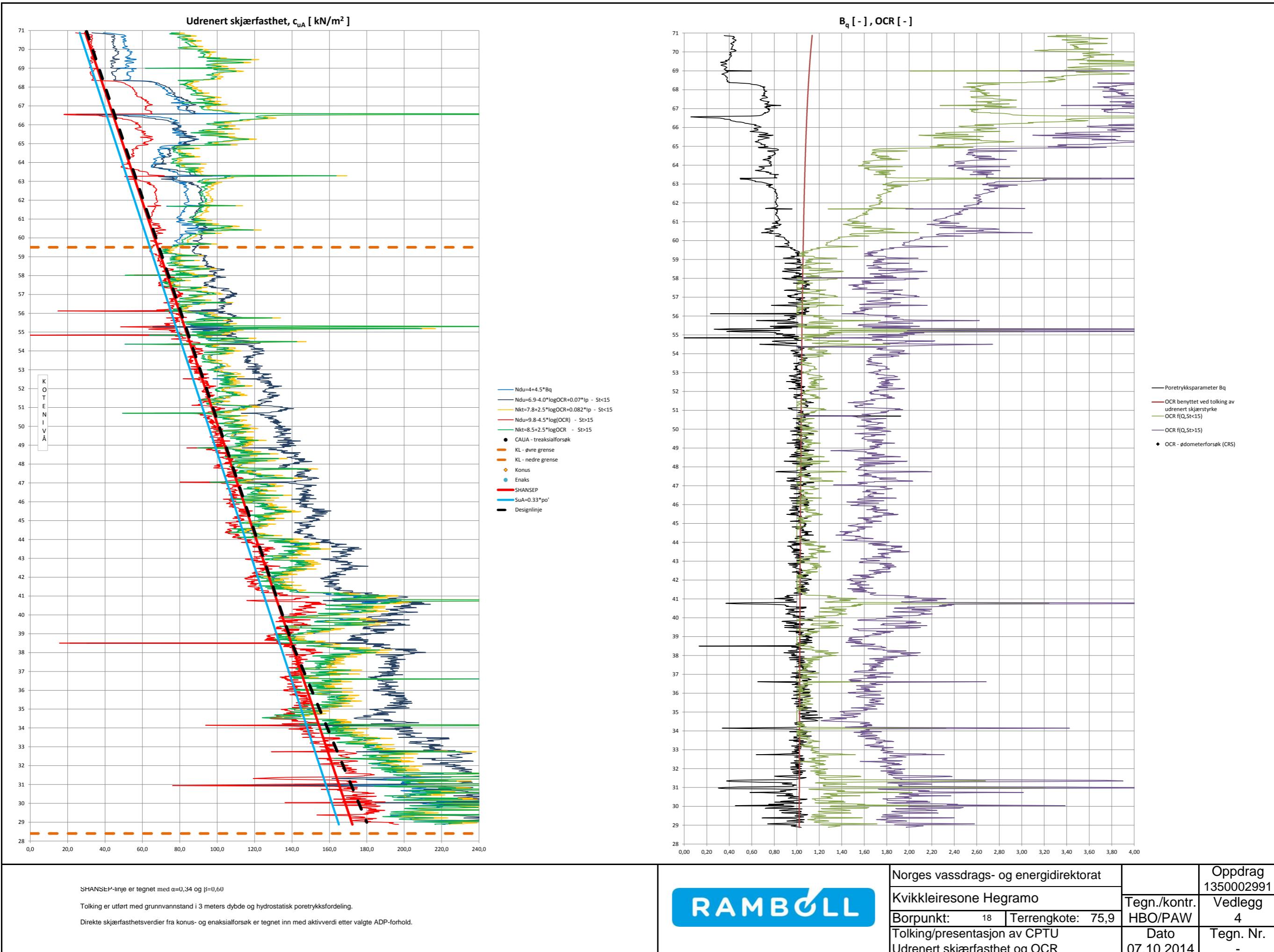
Borpunkt: 16 Terregnkote: 58

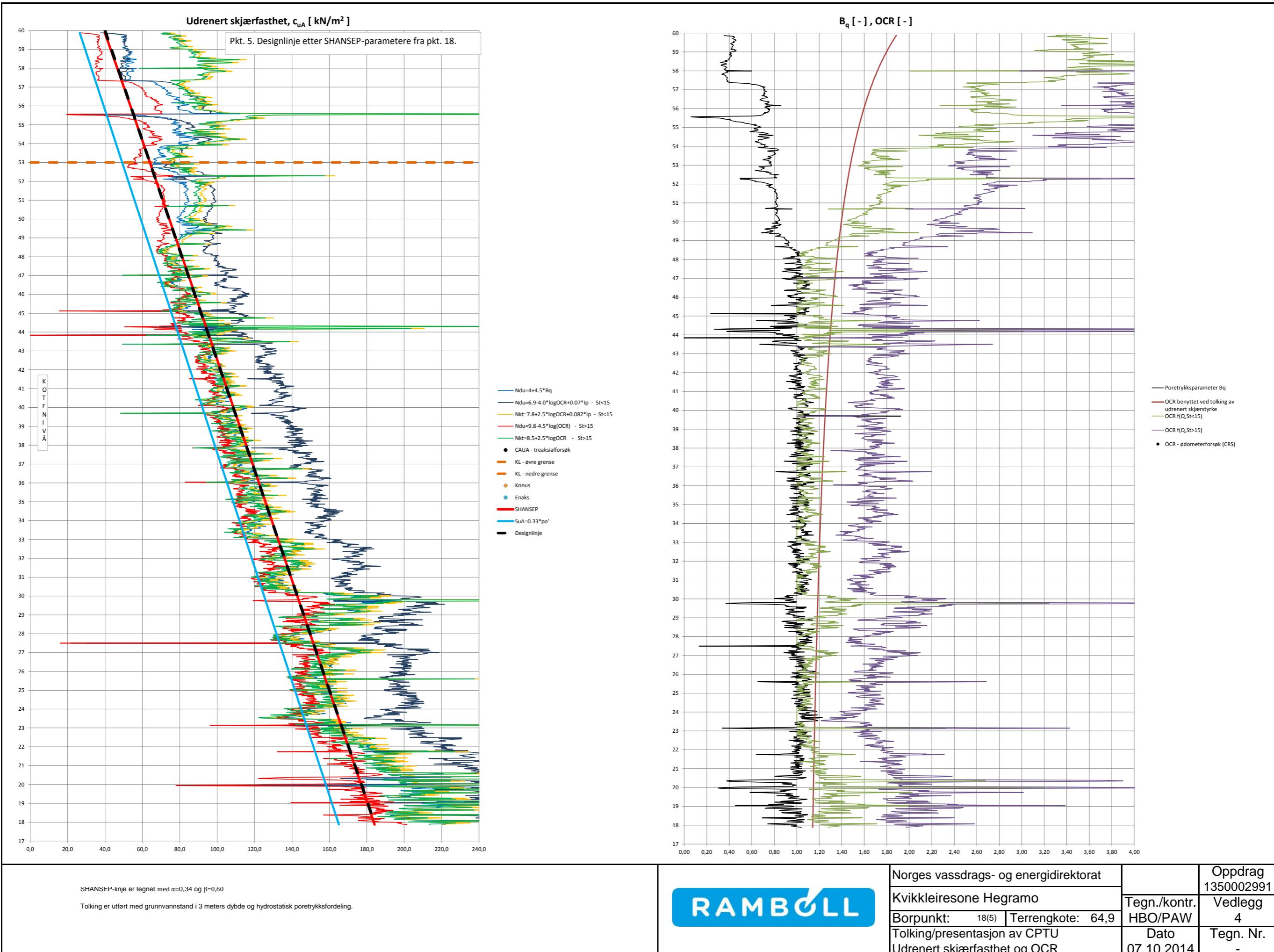
Tolking/presentasjon av CPTU
Udrenert skjærstyrke og OCR

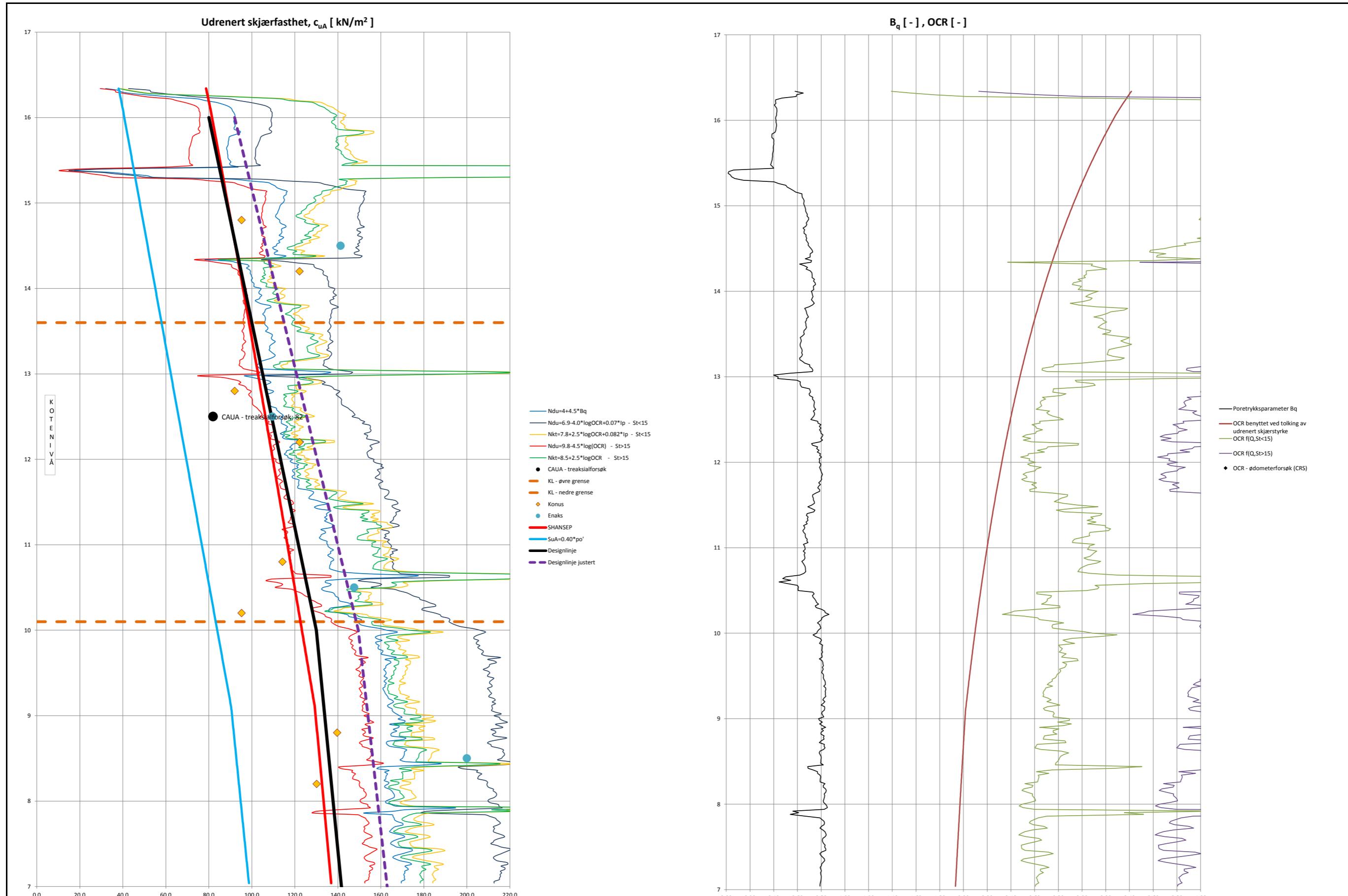
Oppdrag
1350002991

Tegn./kontr.
HBO/PAW
Vedlegg
4

Dato
07.10.2014
Tegn. Nr.
-







SHANSEP-linje er tegnet med $\alpha=0,35$ og $\beta=0,70$

Tolking er utført med grunnvannstand i 5 meters dybde og etter poretrykksfordeling som vist i poretrykksprofil fra pkt. 22.

Direkte skjærfasthetsverdier fra konus- og enaksialforsøk er tegnet inn med aktivverdi etter valgte ADP-forhold.

RAMBOLL

Norges vassdrags- og energidirektorat

Kvikkleiresone Hegramo

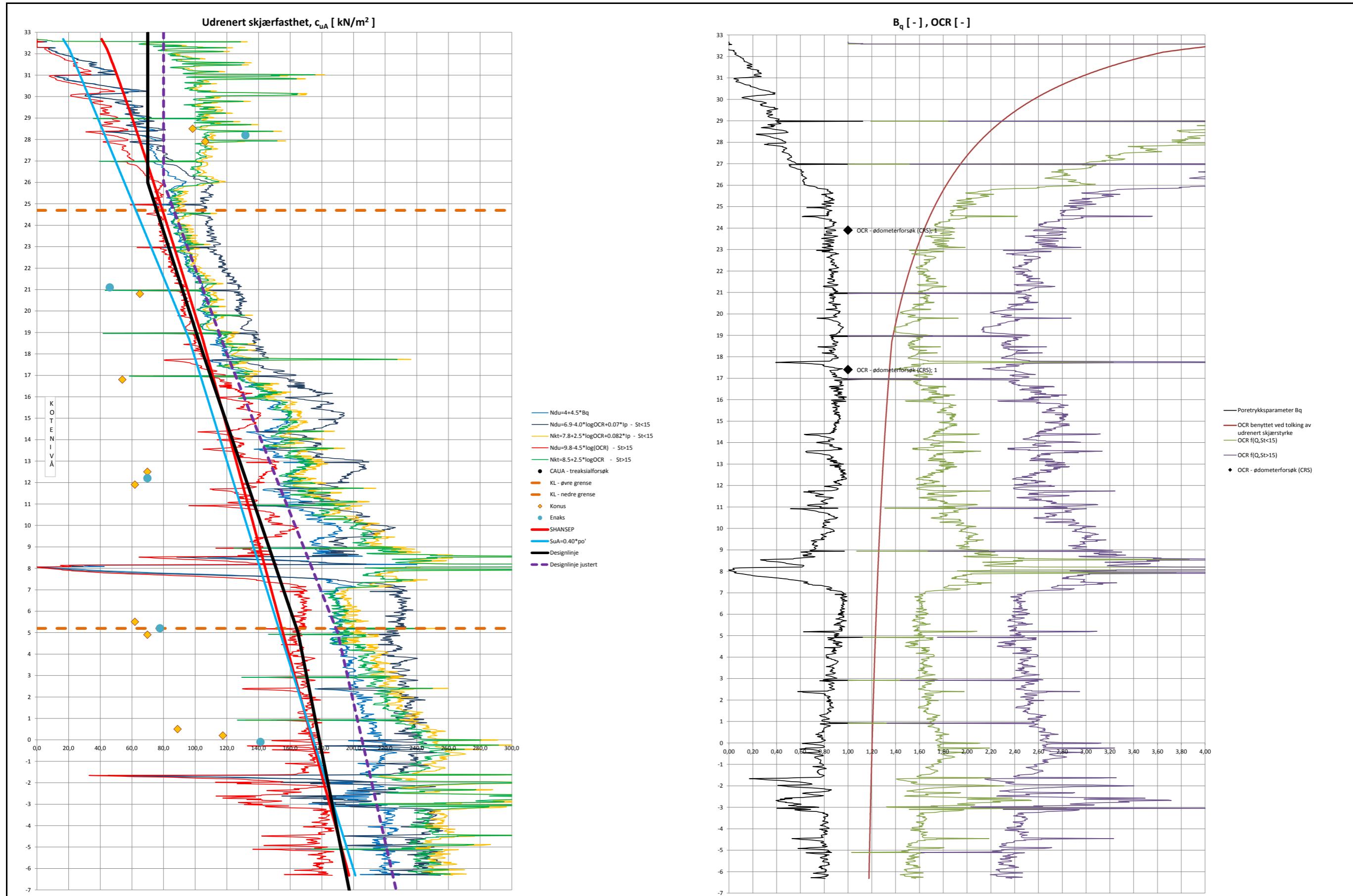
Borpunkt: 22 Terregnkote: 21,1

Tolking/presentasjon av CPTU
Udrenert skjærfasthet og OCR

Oppdrag
1350002991

Tegn./kontr.
Vedlegg
4

Dato
08.10.2014
Tegn. Nr.
-



SHANSEP-linje er tegnet med $\alpha=0,35$ og $\beta=0,70$

Tolking er utført med grunnvanndstand i 2,5 meters dybde og poretrykksfordeling som vist i poretrykksprofil fra pkt. 32.

Direkte skjærfasthetsverdier fra konus- og enaksialforsøk er tegnet inn med aktivverdi etter valgte ADP-forhold.



Norges vassdrags- og energidirektorat

Kvikkleiresone Hegramo

Borpunkt: 32 Terregnkote: 34,7

Tolking/presentasjon av CPTU
Udrenert skjærfasthet og OCR

Oppdrag
1350002991

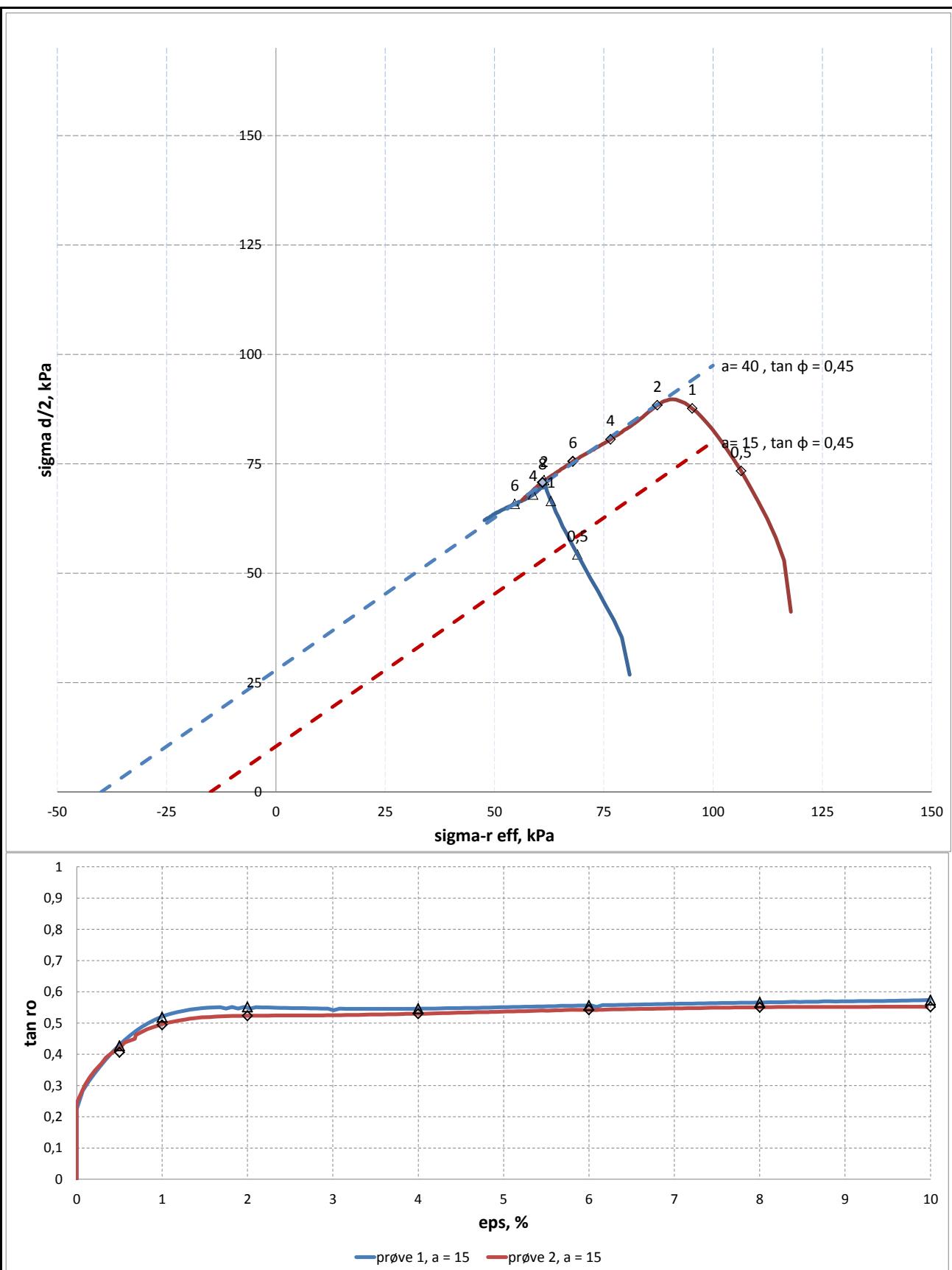
Tegn./kontr.
Vedlegg
4

Dato
07.10.2014
Tegn. Nr.
-

1350002991 Kvikkleiresone Hegramo
Rapport nr. 1 – Geoteknisk vurderingsrapport

VEDLEGG 5

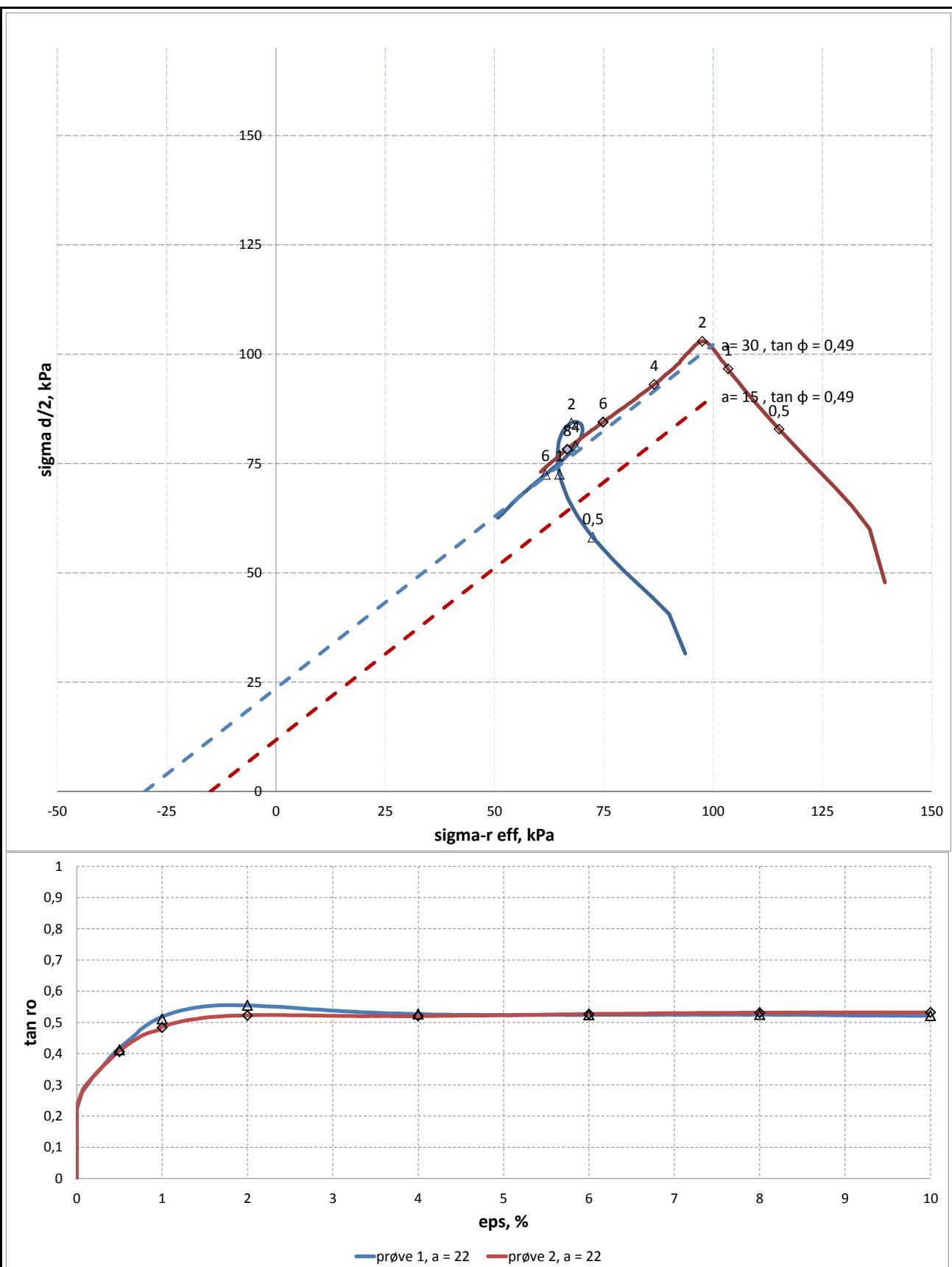
Tolking av treaksialforsøk



PRØVE	SYMBOL	PUNKT	LAB	DYBDE	TYPE	dV (cm ³)	dV (%)	KOMMEN
1	Δ	9	27	10,40m	CUIA	5,6	2,5	Kvikkleire
2	◊	9	27	10,50m	CUIA	6,5	2,8	Kvikkleire

RAMBOLL

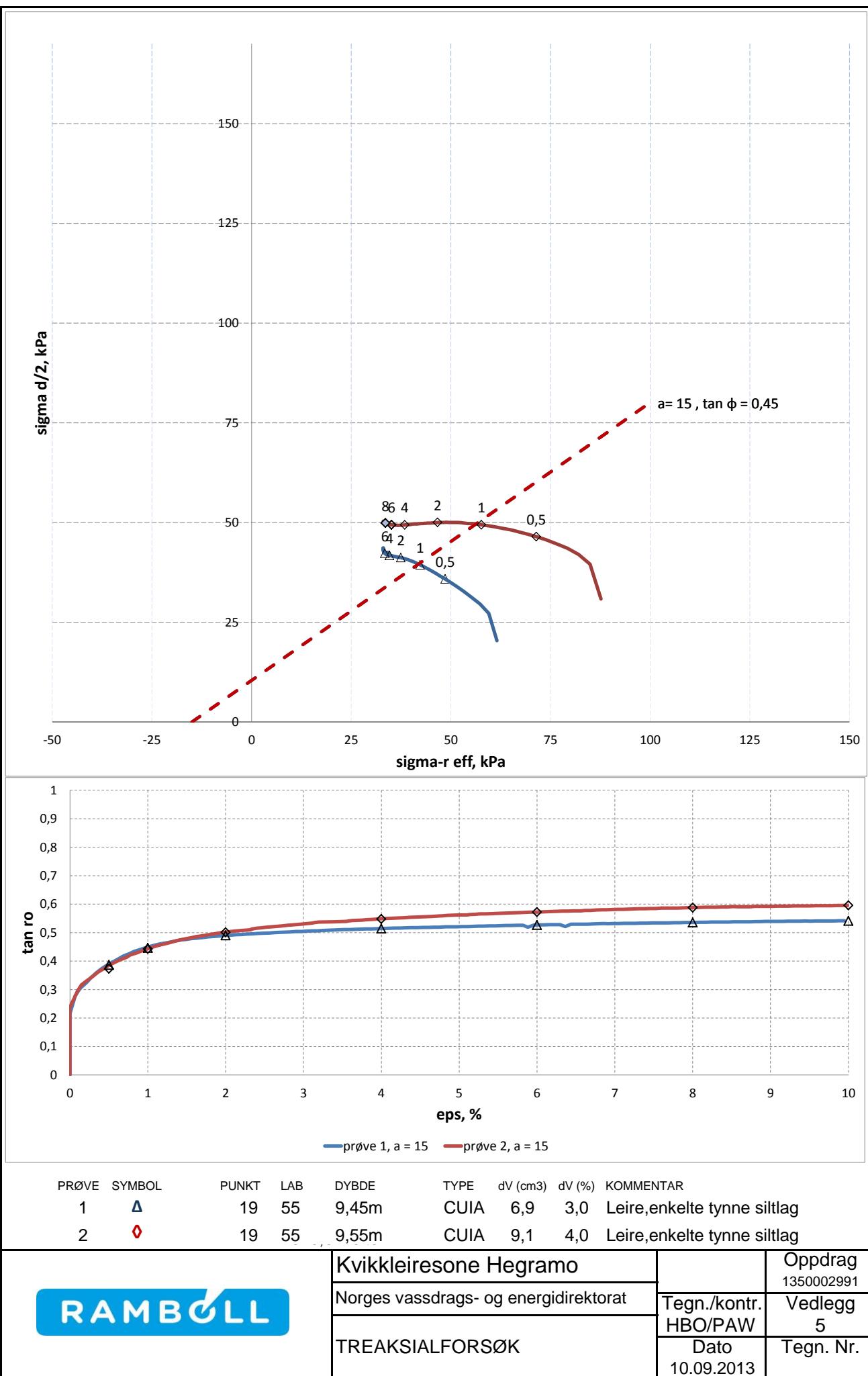
Kvikkleiresone Hegramo		Oppdrag 1350002991
Norges vassdrags- og energidirektorat		
TREAKSIALFORSØK		Tegn./kontr. HBO/PAW
	Dato 24.06.2013	Vedlegg 5
		Tegn. Nr.

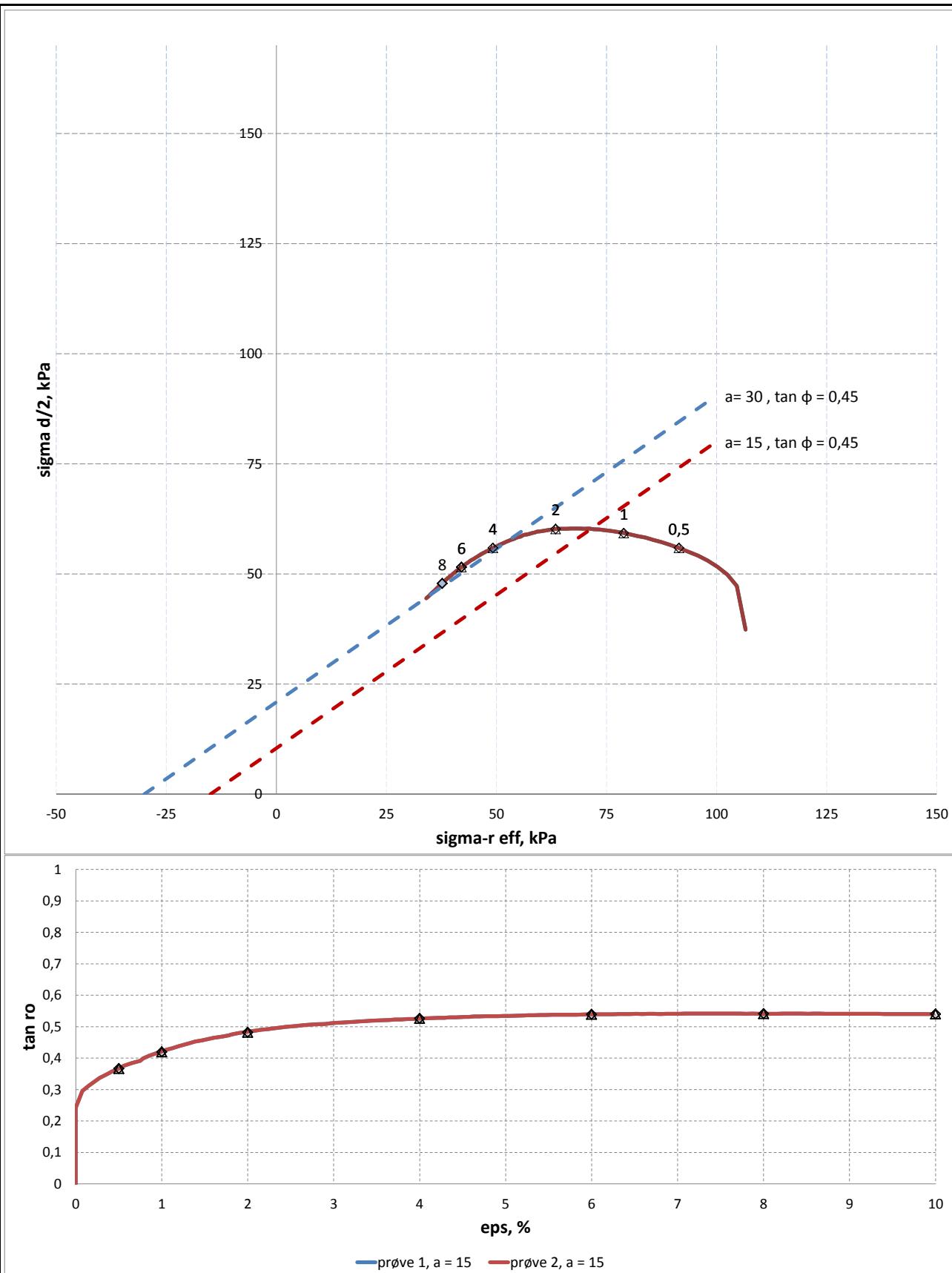


PRØVE	SYMBOL	PUNKT	LAB	DYBDE	TYPE	dV (cm ³)	dV (%)	KOMMENTAR
1	Δ	10	40	18,45m	CUIA	5,7	2,5	Kvikkleire, med tynne siltlag
2	◊	10	40	18,55m	CUIA	5,9	2,6	Kvikkleire, med tynne siltlag

RAMBOLL

Kvikkleiresone Hegramo		Oppdrag 1350002991
Norges vassdrags- og energidirektorat		
TREAKSIALFORSØK		Tegn./kontr. HBO/PAW
		Vedlegg 5
		Dato 24.09.2013
		Tegn. Nr.



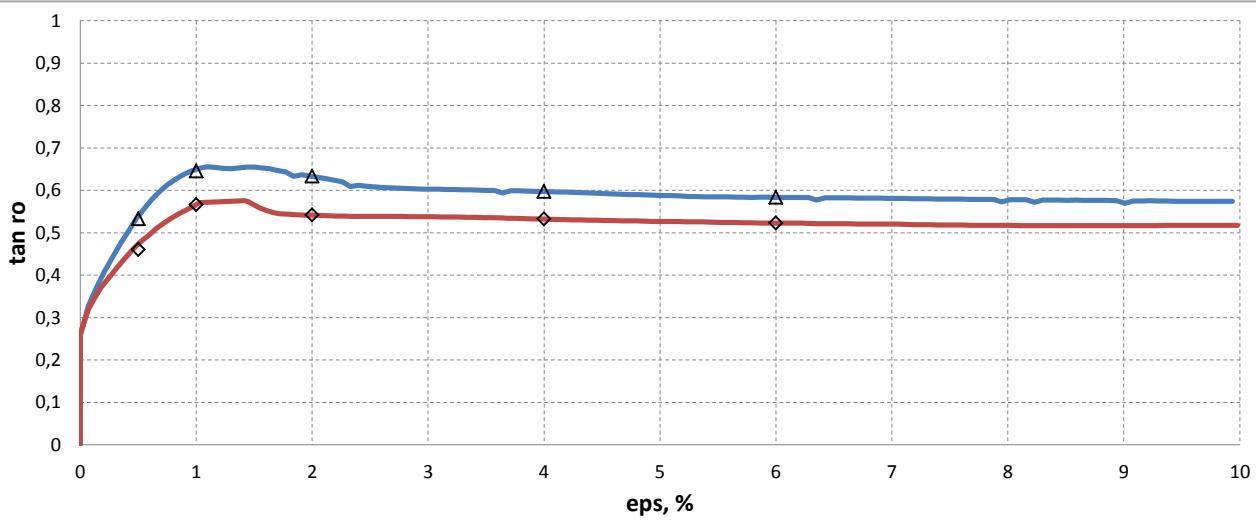
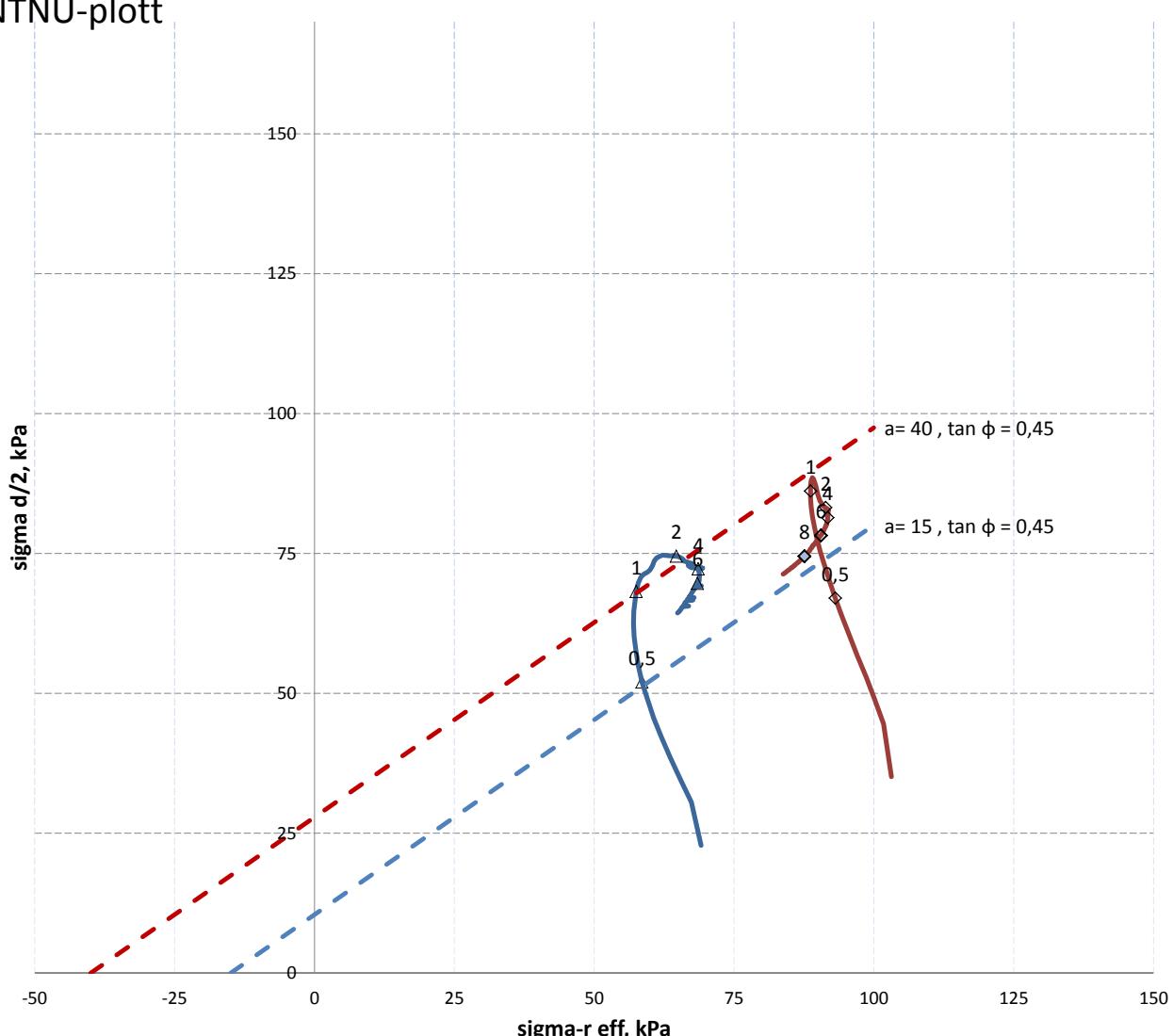


PRØVE	SYMBOL	PUNKT	LAB	DYBDE	TYPE	dV (cm ³)	dV (%)	KOMMEN
1	Δ	19	57	19,50m	CUIA	11,4	5,5	Kvikkleire
2	◊	19	57	19,50m	CUIA	11,4	5,5	Kvikkleire

RAMBOLL

Kvikkleiresone Hegramo		Oppdrag 1350002991	
Norges vassdrags- og energidirektorat			
TREAKSIALFORSØK		Tegn./kontr. HBO/PAW	Vedlegg 5
		Dato 11.09.2013	Tegn. Nr.

NTNU-plott



PRØVE SYMBOL

PUNKT

DYBDE

TYPE

dV (cm³)

dV (%)

KOMMENAR

1

Δ

22

14

8,55m

CAUc

4,5

2,0

Leire

2

\diamond

22

14

8,65m

CAUc

4,8

2,1

Leire

RAMBOLL

Kvikkleiresone Hegramo

Norges vassdrags- og energidirektorat

TREAKSIALFORSØK

Oppdrag
1350002991

Tegn./kontr.
HBO/PAW

Vedlegg
5

Dato
24.07.2014

Tegn. Nr.

1350002991 Kvikkleiresone Hegramo
Rapport nr. 1 – Geoteknisk vurderingsrapport

VEDLEGG 6

Tolking av ødometerforsøk

OVERSIKT ØDOMETERFORSØK

Punkt	Kote [moh]	Dybde prøve [m]	Kote prøve [moh]	GV [m]	Poretrykksfordeling [kPa]	γ [kN/m ³]	σ_{vo}' [kPa]	p_c' [kPa]	Δp [kPa]	OCR [-]	Tidligere terreg kote [moh]	OC/NC	Kommentar
7	41,2	9,70	31,50	1		10	20	107,0	220	113,0	2,1		52,5 OC
9	53,1	10,75	42,35	3		5	20	176,3	125	0,0	1,0		53,1 NC
10	37,5	11,55	25,95	1		10	20	125,5	294	168,5	2,3		54,4 OC
11	50,2	20,40	29,80	6		5	20,5	346,2	300	0,0	1,0		50,2 NC
19	69,1	9,35	59,75	3		10	19,5	118,8	200	81,2	1,7		77,2 OC
22	21,1	8,75	12,35	5		7	20	148,8	329	180,3	2,2		39,1 OC
32	34,7	10,80	23,90	2,5		6,5	20,5	167,5	84	0,0	1,0		34,7 NC
32	34,7	17,30	17,40	3,5		6,5	21	273,6	213	0,0	1,0		34,7 NC
													Forstyrret prøve. Antar OCR ≈ 1
													Prøve er trolig forstyrret. Antar OCR ≈ 1

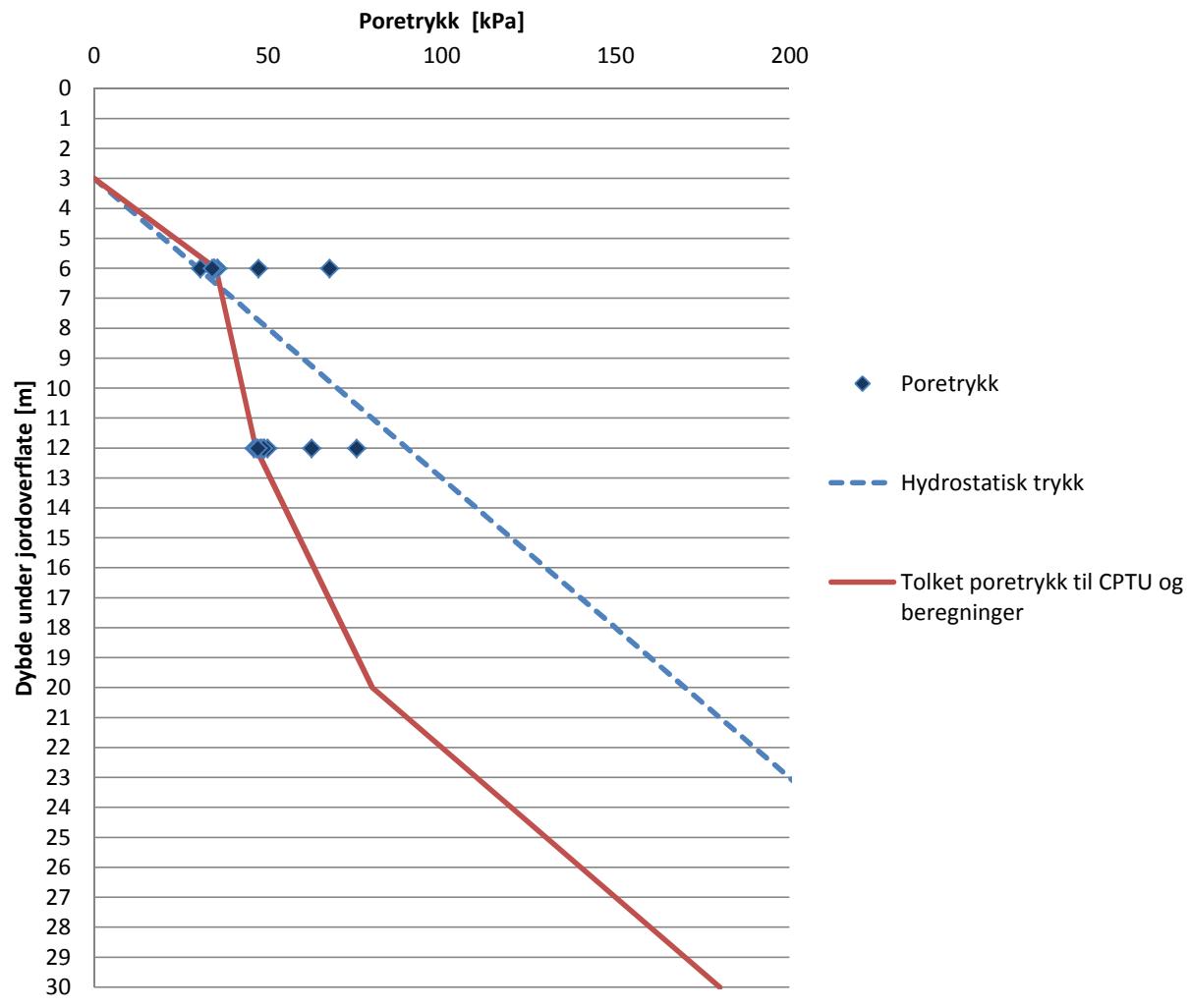
 Overkonsolidert
 Normalkonsolidert

1350002991 Kvikkleiresone Hegramo
Rapport nr. 1 – Geoteknisk vurderingsrapport

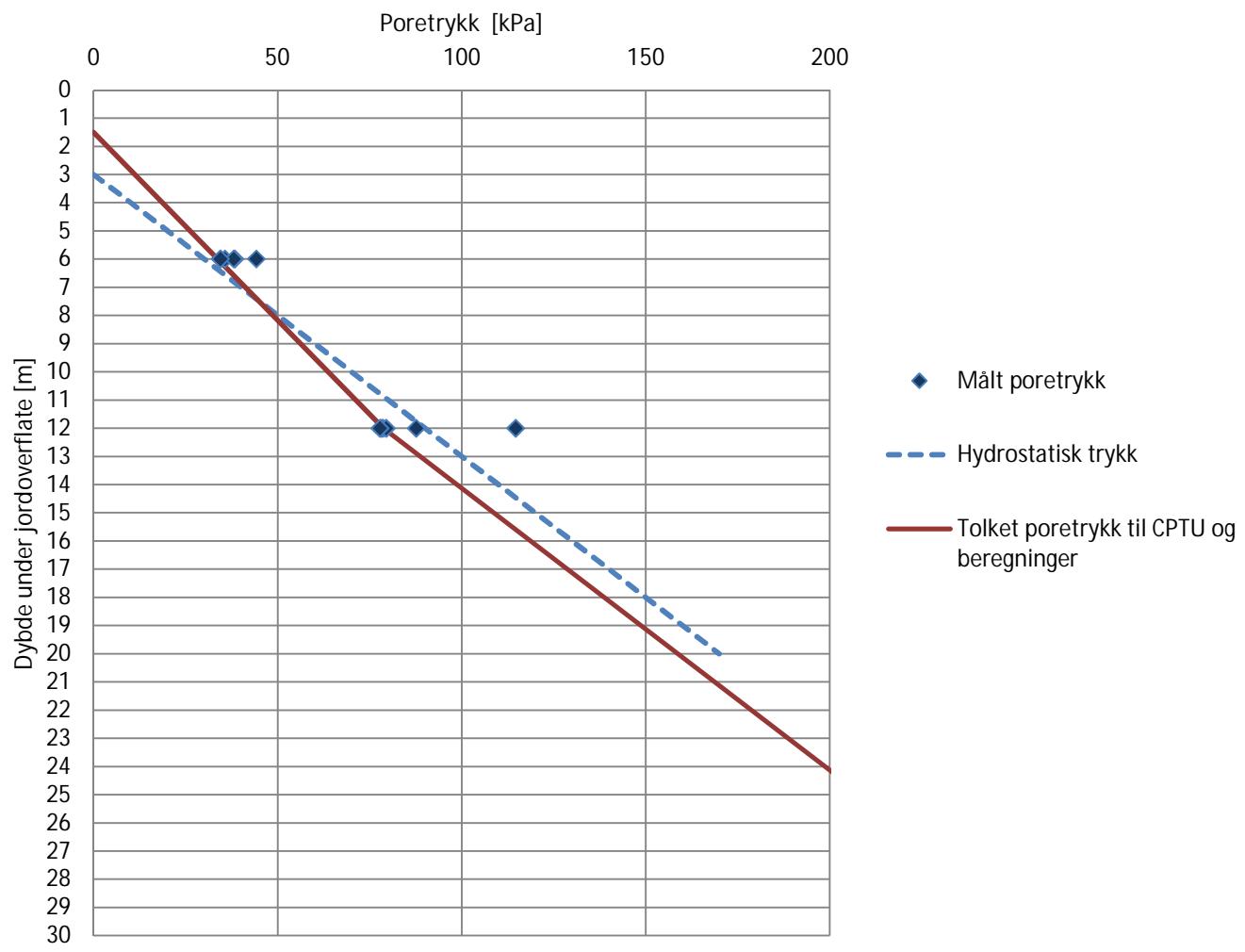
VEDLEGG 7

Poretrykksmålinger

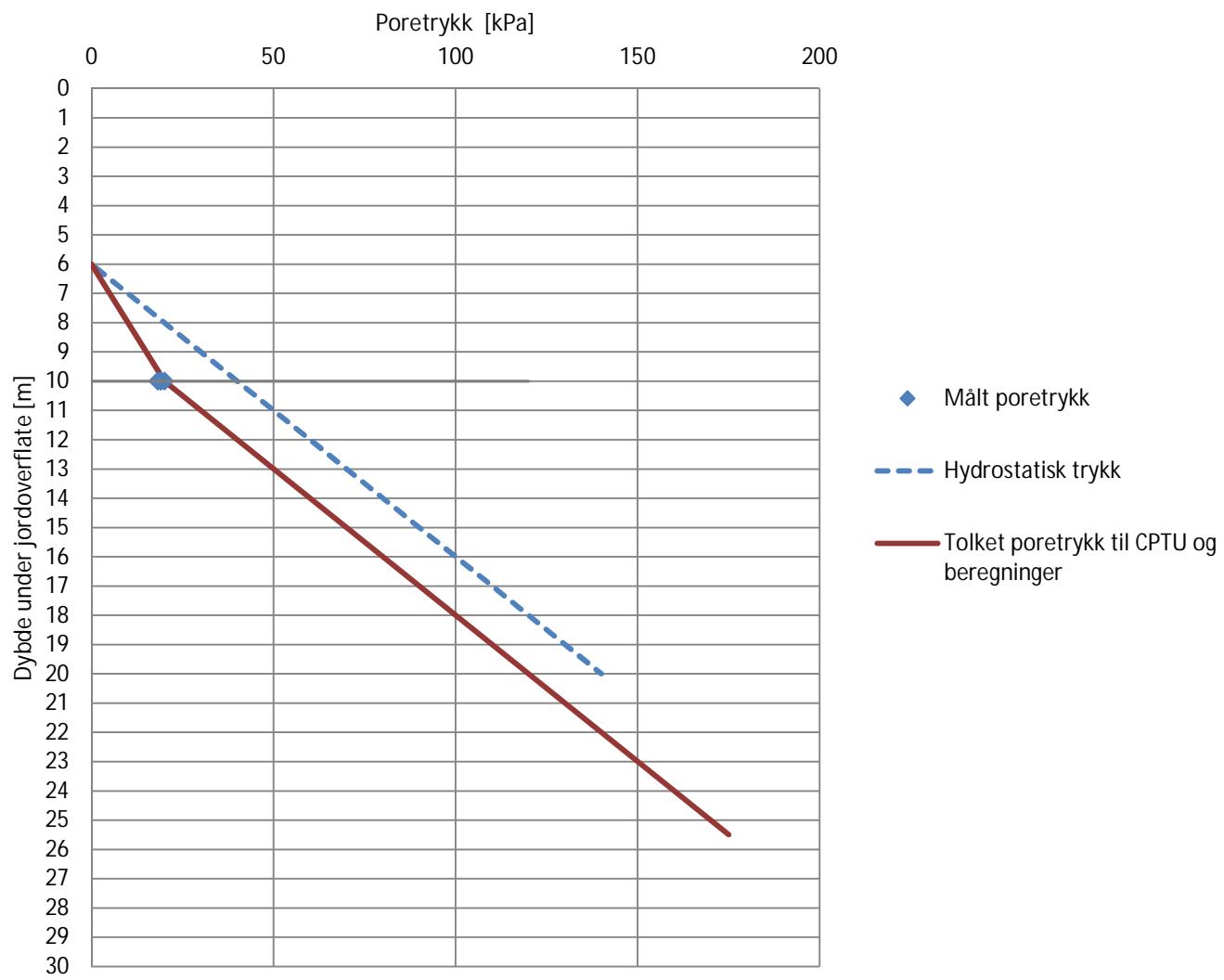
Poretrykksfordeling pkt. 9



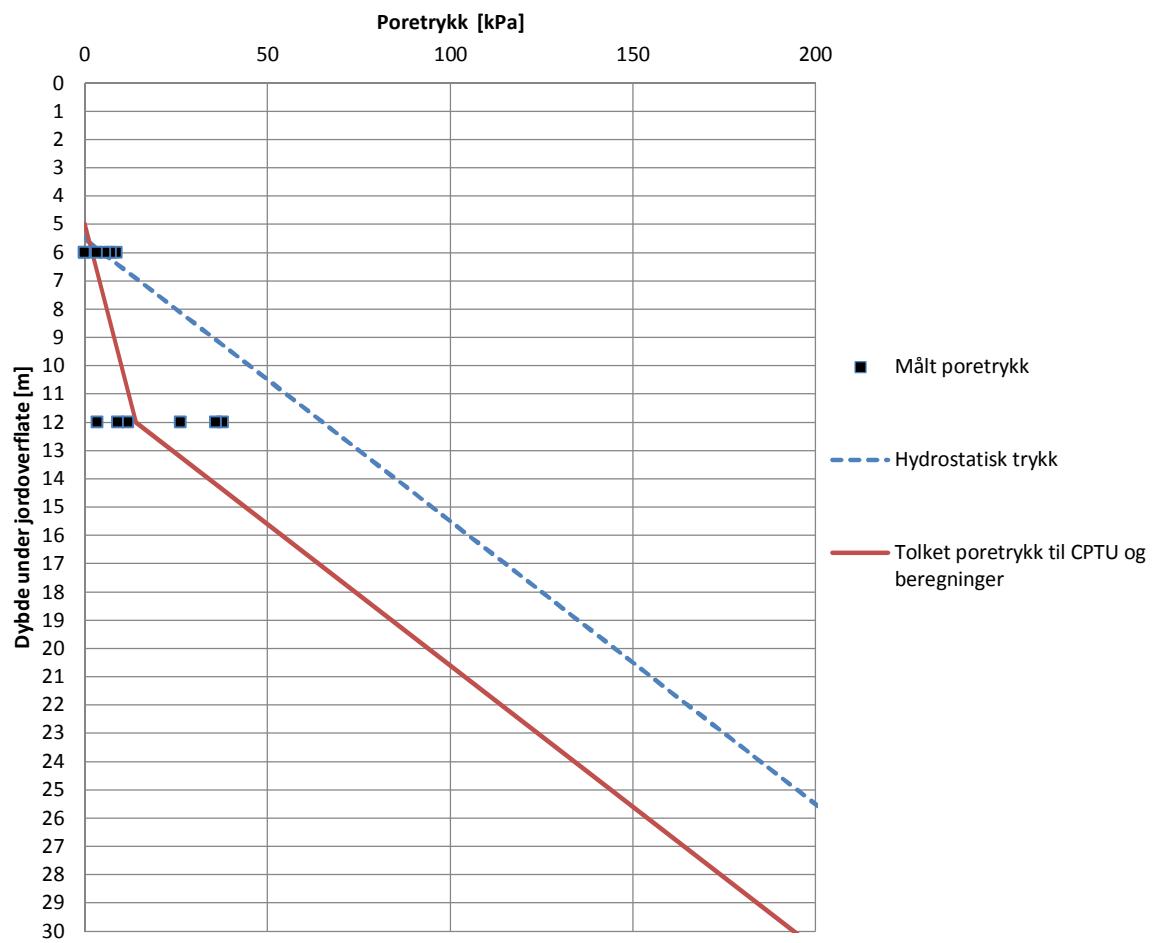
Poretrykksfordeling pkt. 13



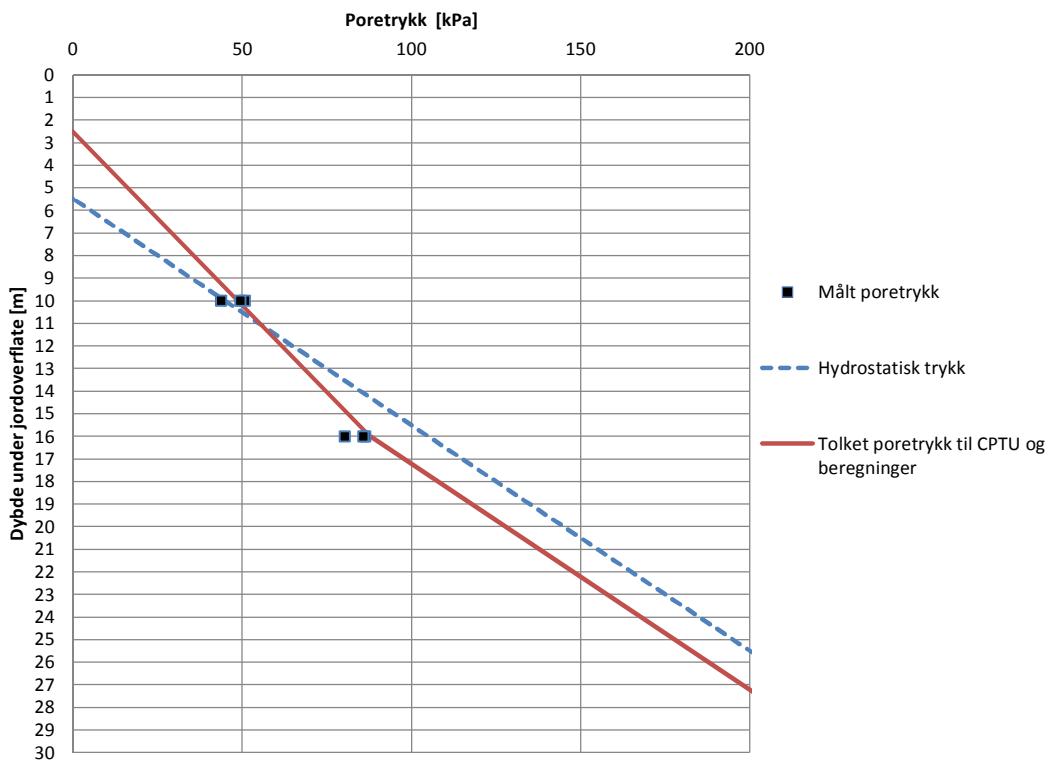
Poretrykksfordeling punkt 16



Poretrykksfordeling pkt. 22



Poretrykksfordeling pkt. 32



1350002991 Kvikkleiresone Hegramo
Rapport nr. 1 – Geoteknisk vurderingsrapport

VEDLEGG 8

Kvalitetsskjema CPTU

DOKUMENTASJON MÅLEDATA - GEOTECH SONDER

Sonde nr.:	4505	Opplosning:	18-bit
SONDEDATA			
Arealforhold, a:	0,851	Arealforhold, b:	0
Kalibreringsdato:	11.10.2012	Utførende:	Geotech AB
EGENSKAP (fra kaliberingsark)	SPISSMOTSTAND	SIDEFRIKSJON	PORETRYKK
Maksimum spenning [MPa]	50	0,5	2
Måleområde [MPa]:	50	0,5	2
Opplosning 12-bit [kPa]:	-	-	-
Opplosning 18-bit [kPa]:	0,5741	0,0104	0,0222
Max. temp.effekt, ubelastet [kPa]:	26,9827	0,6968	0,7104
Temperaturområde [°C]:	0-40	0-40	0-40
Merknad:			
UTFØRELSE			
Borpunkt nr.:	8	Dato:	04.06.2013
Borleder:	Foss, Johan	Assistent:	Innleid
Filtertype:	Ferdigmettet porøsfilter	Metningsmedium:	Frostvæske
Forankring:	Nei	Sondetemperatur start [°C]:	9,4
Forboring [m]:	3	Sondetemperatur slutt [°C]:	6,1
Sum boring [m]:	39,8	Kontroll skriver [m]:	39,8
Avstand mellom målinger [mm]:	20	Max. helning [°]:	5,9
Merknad:			
MÅLEVARIABLE			
EGENSKAP	SPISSMOTSTAND	SIDEFRIKSJON	PORETRYKK
Maksimal temperatureffekt [kPa]:	2,2261	0,0575	0,0586
NULLPUNKTKONTROLL			
FAKTOR	NA (q)	NB (f)	NC (u)
Før sondering:			
Etter sondering:			
Avvik [MPa/kPa/kPa]:	-0,0011	0,6	1,9
NØYAKTIGHETSVURDERING GEOTECH - VURDERING AV ANVENDELSESKLASSE			
MÅLESTØRRELSE	SPISSMOTSTAND	SIDEFRIKSJON	PORETRYKK
Samlet nøyaktiget, Δ_{tot} [kPa]:	3,9002	0,6679	1,9808
Tillatt nøyaktiget A1, Δ_k [kPa]:	35	5	10
Tillatt nøyaktiget A2, Δ_k [kPa]:	100	15	25
Tillatt nøyaktiget A3, Δ_k [kPa]:	200	25	50
ANVENDELSESKLASSE:	1	1	1
Vurdering profil:			
Oppdragsgiver:			
Stjørdal kommune			
Dokumentasjon av utstyr og målenøyaktighet			
Borpunkt nr.:	8	Sonde:	4505
	Dato: 05.06.2013	Tegnet: Foss, Johan	Kontrollert: HBO
	Oppdragsnr.: 6130064	Bilag nr.: 1	

DOKUMENTASJON MÅLEDATA - GEOTECH SONDER

Sonde nr.:	4505	Opplosning:	18-bit
SONDEDATA			
Arealforhold, a:	0,851	Arealforhold, b:	0
Kalibreringsdato:	11.10.2012	Utførende:	Geotech AB
EGENSKAP (fra kaliberingsark)	SPISSMOTSTAND	SIDEFRIKSJON	PORETRYKK
Maksimum spenning [MPa]	50	0,5	2
Måleområde [MPa]:	50	0,5	2
Opplosning 12-bit [kPa]:	-	-	-
Opplosning 18-bit [kPa]:	0,5741	0,0104	0,0222
Max. temp.effekt, ubelastet [kPa]:	26,9827	0,6968	0,7104
Temperaturområde [°C]:	0-40	0-40	0-40
Merknad:			
UTFØRELSE			
Borpunkt nr.:	9	Dato:	21.11.2012
Borleder:	Foss, Johan	Assistent:	Innleid
Filtertype:	Ferdigmettet porøsfilter	Metningsmedium:	Frostvæske
Forankring:	Nei	Sondetemperatur start [°C]:	9,5
Forboring [m]:	2	Sondetemperatur slutt [°C]:	6,5
Sum boring [m]:	35	Kontroll skriver [m]:	35,03
Avstand mellom målinger [mm]:	20	Max. helning [°]:	3,7
Merknad:			
MÅLEVARIABLE			
EGENSKAP	SPISSMOTSTAND	SIDEFRIKSJON	PORETRYKK
Maksimal temperatureffekt [kPa]:	2,0237	0,0523	0,0533
NULLPUNKTKONTROLL			
FAKTOR	NA (q)	NB (f)	NC (u)
Før sondering:			
Etter sondering:			
Avvik [MPa/kPa/kPa]:	0,0017	0	0,1
NØYAKTIGHETSVURDERING GEOTECH - VURDERING AV ANVENDELSESKLASSE			
MÅLESTØRRELSE	SPISSMOTSTAND	SIDEFRIKSJON	PORETRYKK
Samlet nøyaktiget, Δ_{tot} [kPa]:	4,2978	0,0627	0,1755
Tillatt nøyaktiget A1, Δ_k [kPa]:	35	5	10
Tillatt nøyaktiget A2, Δ_k [kPa]:	100	15	25
Tillatt nøyaktiget A3, Δ_k [kPa]:	200	25	50
ANVENDELSESKLASSE:	1	1	1
Vurdering profil:			
Oppdragsgiver:	Stjørdal kommune		
Dokumentasjon av utstyr og målenøyaktighet		Oppdrag:	Hegra barneskole
Borpunkt nr.:	9	Sonde:	4505
	Dato: 05.06.2013	Tegnet: Foss, Johan	Kontrollert: HBO
	Oppdragsnr.: 6130064	Bilag nr.: 2	

DOKUMENTASJON MÅLEDATA - GEOTECH SONDER

Sonde nr.:	4505	Opplosning:	18-bit
SONDEDATA			
Arealforhold, a:	0,851	Arealforhold, b:	0
Kalibreringsdato:	11.10.2012	Utførende:	Geotech AB
EGENSKAP (fra kaliberingsark)	SPISSMOTSTAND	SIDEFRIKSJON	PORETRYKK
Maksimum spenning [MPa]	50	0,5	2
Måleområde [MPa]:	50	0,5	2
Opplosning 12-bit [kPa]:	-	-	-
Opplosning 18-bit [kPa]:	0,5741	0,0104	0,0222
Max. temp.effekt, ubelastet [kPa]:	26,9827	0,6968	0,7104
Temperaturområde [°C]:	0-40	0-40	0-40
Merknad:			
UTFØRELSE			
Borpunkt nr.:	13	Dato:	21.08.2013
Borleder:	Foss, Johan	Assistent:	Krogstad, Jon Løvås
Filtertype:	Ferdigmettet porøsfilter	Metningsmedium:	Frostvæske
Forankring:	Ja	Sondetemperatur start [°C]:	14,1
Forboring [m]:	2	Sondetemperatur slutt [°C]:	6,6
Sum boring [m]:	35	Kontroll skriver [m]:	35,02
Avstand mellom målinger [mm]:	20	Max. helning [°]:	5,65
Merknad:			
MÅLEVARIABLE			
EGENSKAP	SPISSMOTSTAND	SIDEFRIKSJON	PORETRYKK
Maksimal temperatureffekt [kPa]:	5,0593	0,1307	0,1332
NULLPUNKTKONTROLL			
FAKTOR	NA (q)	NB (f)	NC (u)
Før sondering:			
Etter sondering:			
Avvik [MPa/kPa/kPa]:	0,0086	-0,2	-0,3
NØYAKTIGHETSVURDERING GEOTECH - VURDERING AV ANVENDELSESKLASSE			
MÅLESTØRRELSE	SPISSMOTSTAND	SIDEFRIKSJON	PORETRYKK
Samlet nøyaktiget, Δ_{TOT} [kPa]:	14,2334	0,3411	0,4554
Tillatt nøyaktiget A1, Δ_k [kPa]:	35	5	10
Tillatt nøyaktiget A2, Δ_k [kPa]:	100	15	25
Tillatt nøyaktiget A3, Δ_k [kPa]:	200	25	50
ANVENDELSESKLASSE:	1	1	1
Vurdering profil:			
Oppdragsgiver:	Stjørdal kommune Dokumentasjon av utstyr og målenøyaktighet		Oppdrag:
RAMBOLL		Hegra barneskole	
Borpunkt nr.:	13	Sonde:	4505
RAMBOLL	Dato: 21.08.2013	Tegnet: Foss, Johan	Kontrollert: EHU
	Oppdragsnr.: 6130064	Bilag nr.: 1	

DOKUMENTASJON MÅLEDATA - GEOTECH SONDER

Sonde nr.:	4505	Opplosning:	18-bit
SONDEDATA			
Arealforhold, a:	0,851	Arealforhold, b:	0
Kalibreringsdato:	11.10.2012	Utførende:	Geotech AB
EGENSKAP (fra kaliberingsark)	SPISSMOTSTAND	SIDEFRIKSJON	PORETRYKK
Maksimum spenning [MPa]	50	0,5	2
Måleområde [MPa]:	50	0,5	2
Opplosning 12-bit [kPa]:	-	-	-
Opplosning 18-bit [kPa]:	0,5741	0,0104	0,0222
Max. temp.effekt, ubelastet [kPa]:	26,9827	0,6968	0,7104
Temperaturområde [°C]:	0-40	0-40	0-40
Merknad:			
UTFØRELSE			
Borpunkt nr.:	16	Dato:	15.08.2013
Borleder:	Foss, Johan	Assistent:	Krogstad, Jon Løvås
Filtertype:	Ferdigmettet porøsfilter	Metningsmedium:	Frostvæske
Forankring:	Ja	Sondetemperatur start [°C]:	13,1
Forboring [m]:	3	Sondetemperatur slutt [°C]:	6
Sum boring [m]:	25,5	Kontroll skriver [m]:	25,5
Avstand mellom målinger [mm]:	20	Max. helning [°]:	4,7
Merknad:			
MÅLEVARIABLE			
EGENSKAP	SPISSMOTSTAND	SIDEFRIKSJON	PORETRYKK
Maksimal temperatureffekt [kPa]:	4,7894	0,1237	0,1261
NULLPUNKTKONTROLL			
FAKTOR	NA (q)	NB (f)	NC (u)
Før sondering:			
Etter sondering:			
Avvik [MPa/kPa/kPa]:	-0,0086	1,7	1,1
NØYAKTIGHETSVURDERING GEOTECH - VURDERING AV ANVENDELSESKLASSE			
MÅLESTØRRELSE	SPISSMOTSTAND	SIDEFRIKSJON	PORETRYKK
Samlet nøyaktiget, Δ_{TOT} [kPa]:	13,9635	1,8341	1,2483
Tillatt nøyaktiget A1, Δ_k [kPa]:	35	5	10
Tillatt nøyaktiget A2, Δ_k [kPa]:	100	15	25
Tillatt nøyaktiget A3, Δ_k [kPa]:	200	25	50
ANVENDELSESKLASSE:	1	1	1
Vurdering profil:			
Oppdragsgiver:	Stjørdal kommune Dokumentasjon av utstyr og målenøyaktighet		Oppdrag:
RAMBOLL		Hegra barneskole	
Borpunkt nr.:	16	Sonde:	4505
RAMBOLL	Dato: 15.08.2013	Tegnet: Foss, Johan	Kontrollert: EHU
	Oppdragsnr.: 6130064	Bilag nr.: 2	

DOKUMENTASJON MÅLEDATA - GEOTECH SONDER

Sonde nr.:	4353	Opplosning:	18-bit
SONDEDATA			
Arealforhold, a:	0,831	Arealforhold, b:	0
Kalibreringsdato:	03.04.2013	Utførende:	Geotech AB
EGENSKAP (fra kaliberingsark)	SPISSMOTSTAND	SIDEFRIKSJON	PORETRYKK
Maksimum spenning [MPa]	50	0,5	2
Måleområde [MPa]:	50	0,5	2
Opplosning 12-bit [kPa]:	-	-	-
Opplosning 18-bit [kPa]:	0,5723	0,0102	0,0194
Max. temp.effekt, ubelastet [kPa]:	21,1751	0,459	0,5044
Temperaturområde [°C]:	0-40	0-40	0-40
Merknad:			
UTFØRELSE			
Borpunkt nr.:	18	Dato:	24.04.2014
Borleder:	Husby, Allan	Assistent:	Ingen
Filtertype:	Spaltefilter	Metningsmedium:	Silikonfett/frostvæske
Forankring:	Ja	Sondetemperatur start [°C]:	12,7
Forboring [m]:	5	Sondetemperatur slutt [°C]:	6,9
Sum boring [m]:	47,02	Kontroll skriver [m]:	47,02
Avstand mellom målinger [mm]:	20	Max. helning [°]:	14,8
Merknad:			
MÅLEVARIABLE			
EGENSKAP	SPISSMOTSTAND	SIDEFRIKSJON	PORETRYKK
Maksimal temperatureffekt [kPa]:	3,0704	0,0666	0,0731
NULLPUNKTKONTROLL			
FAKTOR	NA (q)	NB (f)	NC (u)
Før sondering:			
Etter sondering:			
Avvik [MPa/kPa/kPa]:	0,0155	0,3	0,7
NØYAKTIGHETSVURDERING GEOTECH - VURDERING AV ANVENDELSESKLASSE			
MÅLESTØRRELSE	SPISSMOTSTAND	SIDEFRIKSJON	PORETRYKK
Samlet nøyaktiget, Δ_{TOT} [kPa]:	19,1427	0,3768	0,7925
Tillatt nøyaktiget A1, Δ_k [kPa]:	35	5	10
Tillatt nøyaktiget A2, Δ_k [kPa]:	100	15	25
Tillatt nøyaktiget A3, Δ_k [kPa]:	200	25	50
ANVENDELSESKLASSE:	1	1	1
Vurdering profil:			
Oppdragsgiver:	Oppdrag:		
Norges vassdrags- og energidirektorat	Grunnundersøkelser Hegramo		
Dokumentasjon av utstyr og målenøyaktighet			
Borpunkt nr.:	18	Sonde:	4353
	Dato:	Tegnet:	Kontrollert:
	04.06.2014	Husby, Allan	HBO
Oppdragsnr.:	1350004193	Bilag nr.:	1

DOKUMENTASJON MÅLEDATA - GEOTECH SONDER

Sonde nr.:	4353	Opplosning:	18-bit
SONDEDATA			
Arealforhold, a:	0,831	Arealforhold, b:	0
Kalibreringsdato:	03.04.2013	Utførende:	Geotech AB
EGENSKAP (fra kaliberingsark)	SPISSMOTSTAND	SIDEFRIKSJON	PORETRYKK
Maksimum spenning [MPa]	50	0,5	2
Måleområde [MPa]:	50	0,5	2
Opplosning 12-bit [kPa]:	-	-	-
Opplosning 18-bit [kPa]:	0,5723	0,0102	0,0194
Max. temp.effekt, ubelastet [kPa]:	21,1751	0,459	0,5044
Temperaturområde [°C]:	0-40	0-40	0-40
Merknad:			
UTFØRELSE			
Borpunkt nr.:	22	Dato:	25.06.2014
Borleder:	Husby, Allan	Assistent:	Innleid
Filtertype:	Spaltefilter	Metningsmedium:	Frostvæske
Forankring:	Ja	Sondetemperatur start [°C]:	11,3
Forboring [m]:	4,7	Sondetemperatur slutt [°C]:	7,3
Sum boring [m]:	14,1	Kontroll skriver [m]:	14,06
Avstand mellom målinger [mm]:	20	Max. helning [°]:	3,4
Merknad:			
MÅLEVARIABLE			
EGENSKAP	SPISSMOTSTAND	SIDEFRIKSJON	PORETRYKK
Maksimal temperatureffekt [kPa]:	2,1175	0,0459	0,0504
NULLPUNKTKONTROLL			
FAKTOR	NA (q)	NB (f)	NC (u)
Før sondering:			
Etter sondering:			
Avvik [MPa/kPa/kPa]:	0,0069	0,1	0,6
NØYAKTIGHETSVURDERING GEOTECH - VURDERING AV ANVENDELSESKLASSE			
MÅLESTØRRELSE	SPISSMOTSTAND	SIDEFRIKSJON	PORETRYKK
Samlet nøyaktiget, Δ_{TOT} [kPa]:	9,5898	0,1561	0,6698
Tillatt nøyaktiget A1, Δ_k [kPa]:	35	5	10
Tillatt nøyaktiget A2, Δ_k [kPa]:	100	15	25
Tillatt nøyaktiget A3, Δ_k [kPa]:	200	25	50
ANVENDELSESKLASSE:	1	1	1
Vurdering profil:			
Oppdragsgiver:	Oppdrag:		
Norges vassdrags- og energidirektorat	Grunnundersøkelser Hegramo		
Dokumentasjon av utstyr og målenøyaktighet			
Borpunkt nr.:	22	Sonde:	4353
	Dato:	Tegnet:	Kontrollert:
	25.06.2014	Husby, Allan	HBO
Oppdragsnr.:	1350004193	Bilag nr.:	2

DOKUMENTASJON MÅLEDATA - GEOTECH SONDER

Sonde nr.:	4505	Opplosning:	18-bit
SONDEDATA			
Arealforhold, a:	0,851	Arealforhold, b:	0
Kalibreringsdato:	11.10.2012	Utførende:	Geotech AB
EGENSKAP (fra kaliberingsark)	SPISSMOTSTAND	SIDEFRIKSJON	PORETRYKK
Maksimum spenning [MPa]	50	0,5	2
Måleområde [MPa]:	50	0,5	2
Opplosning 12-bit [kPa]:	-	-	-
Opplosning 18-bit [kPa]:	0,5741	0,0104	0,0222
Max. temp.effekt, ubelastet [kPa]:	26,9827	0,6968	0,7104
Temperaturområde [°C]:	0-40	0-40	0-40
Merknad:			
UTFØRELSE			
Borpunkt nr.:	32	Dato:	26.06.2014
Borleder:	Foss, Johan	Assistent:	Krokstad, Jon Løvås
Filtertype:	Ferdigmettet porøsfilter	Metningsmedium:	Frostvæske
Forankring:	Ja	Sondetemperatur start [°C]:	18,9
Forboring [m]:	2	Sondetemperatur slutt [°C]:	7,1
Sum boring [m]:	41	Kontroll skriver [m]:	41,02
Avstand mellom målinger [mm]:	20	Max. helning [°]:	5,1
Merknad:			
MÅLEVARIABLE			
EGENSKAP	SPISSMOTSTAND	SIDEFRIKSJON	PORETRYKK
Maksimal temperatureffekt [kPa]:	7,9599	0,2056	0,2096
NULLPUNKTKONTROLL			
FAKTOR	NA (q)	NB (f)	NC (u)
Før sondering:			
Etter sondering:			
Avvik [MPa/kPa/kPa]:	0,0046	0,1	0,8
NØYAKTIGHETSVURDERING GEOTECH - VURDERING AV ANVENDELSESKLASSE			
MÅLESTØRRELSE	SPISSMOTSTAND	SIDEFRIKSJON	PORETRYKK
Samlet nøyaktiget, Δ_{TOT} [kPa]:	13,1340	0,3160	1,0318
Tillatt nøyaktiget A1, Δ_k [kPa]:	35	5	10
Tillatt nøyaktiget A2, Δ_k [kPa]:	100	15	25
Tillatt nøyaktiget A3, Δ_k [kPa]:	200	25	50
ANVENDELSESKLASSE:	1	1	1
Vurdering profil:			
Oppdragsgiver:	Oppdrag:		
Norges vassdrags- og energidirektorat		Grunnundersøkelser Hegramo	
Dokumentasjon av utstyr og målenøyaktighet			
Borpunkt nr.:	32	Sonde:	4505
	Dato:	Tegnet:	Kontrollert:
	26.06.2014	Foss, Johan	HBO
	Oppdragsnr.:	Bilag nr.:	
	1350004193	3	

1350002991 Kvikkleiresone Hegramo
Rapport nr. 1 – Geoteknisk vurderingsrapport

VEDLEGG 9

ROS-analyse for profil I og J.



ROS-ANALYSE

Ref.: "Program for økt sikkerhet mot leirskred, metode for kartlegging og klassifisering av faresone, kvikkleire".

20001008-2 datert 31. august 2001. Revisjon 3 datert 8. oktober 2008

Oppdrag: Kvikkleiresone Hegramo
Oppdragnummer: 1350002991
Saksbehandler HBOTRH

Dato: 09.10.2014
Kontrollert: PAWTRH

Skadekonsekvens

Vurdering:			
Faktor	Vekttall	Analyse	Kommentar
Boligheter	4	3	Stedvis tett med boliger.
Næringsbygg, personer	3	3	Skoler, barnehage, butikk og kirke.
Annen Bebyggelse, verdi	1	1	
Vei	2	2	ÅDT på 3800 for E14 i profil I
Toglinje	2	0	
Kraftnett	1	2	
Oppdemming/flom	2	3	

Poeng (score x vekttall): 34

Beregnet skadekonsekvensklasse:

Meget alvorlig

Skadekonsekven 0,76

Forklaring

Konsekvens, score					
Faktor	Vekttall	3	2	1	0
Boligheter, antall	4	Tett>5	Spredt >5	Spredt <5	Ingen
Næringsbygg, personer	3	>50	10-50	<10	Ingen
Annen Bebyggelse, verdi	1	Stor	Betydelig	Begrenset	Ingen
Vei, ÅDT	2	>5000	1001-5000	100-1000	<100
Toglinje, baneprioritet	2	1-2	3-4	5	Ingen
Kraftnett	1	Sentral	Regional	Distribusjon	Lokal
Oppdemming/flom	2	Alvorlig	Middels	Liten	Ingen

Grenseverdier for skadekonsekvensklasse

0 - 6: Mindre alvorlig

7 - 22: Alvorlig

23 - 45: Meget alvorlig

Faregradsklasser (sannsynlighet)

Forklaring

Vurdering:			
Faktor	Vekttall	Analyse	Kommentar
Tidligere skredaktivitet	1	1	Ingen historiske hendelser i eller i umiddelbar nærhet av sonen.
Skråningshøyde	2	3	
Tidligere/nåværende terrengnivå	2	3	Store deler av glidesirkel har OCR ≈ 1.
Poretrykk, overtrykk	3	0	
Poretrykk, undertrykk	-3	1	Konservativt valgt lav. Basert på målinger i punkt 22 og 32.
Kvikkleiremektighet	2	3	
Sensitivitet	1	3	
Erosjon	3	0	
Inngrep, forverring	3	0	
Inngrep, forbedring	-3	0	

Poeng (score x vekttall): 19

Beregnet faregradsklasse:

Middels

Faregrad 0,37

Faregrad, score

Faktor	Vekttall	3	2	1	0
Tidligere skredaktivitet	1	Høy	Noe	Lav	Ingen
Skråningshøyde, m	2	>30	20-30	15-20	<15
Tidligere/nåværende terrengnivå (OCR)	2	1,0-1,2	1,2-1,5	1,5-2,0	>2,0
Poretrykk, overtrykk (kPa)	3	>+30	10-30	0-10	Hydrostatisk
Poretrykk, undertrykk (kPa)	-3	>50	(20-50)	(0-20)	Hydrostatisk
Kvikkleiremektighet	2	>H/2	H/2-H/4	<H/4	Tynt lag
Sensitivitet	1	>100	30-100	20-30	<20
Erosjon	3	Aktiv/Glidning	Noe	Lite	Ingen
Inngrep, forverring	3	Stor	Noe	Liten	Ingen
Inngrep, forbedring	-3	Stor	Noe	Liten	Ingen

Grenseverdier for faregradsklasse

0 - 17: Lav

18 - 25: Middels

26 - 51: Høy

Risiko (skadekonsekvens x faregrad)

2815

Risikoklasse: 4

Profil I

Grenseverdier for risikoklasse

0 - 170: 1

171 - 630: 2

631 - 1900: 3

1901 - 3200: 4

3201 - 10000: 5



ROS-ANALYSE

Ref.: "Program for økt sikkerhet mot leirskred, metode for kartlegging og klassifisering av faresone, kvikkleire".
20001008-2 datert 31. august 2001. Revisjon 3 datert 8. oktober 2008

Skadekonsekvens				Forklaring					
Vurdering:				Konsekvens, score					
Faktor	Vekttall	Analyse	Kommentar	Faktor	Vekttall	3	2	1	0
Boligheter	4	3	Stedvis tett med boliger.	Boligheter, antall	4	Tett>5	Spredt >5	Spredt <5	Ingen
Næringsbygg, personer	3	3	Skoler, barnehage, butikk og kirke.	Næringsbygg, personer	3	>50	10-50	<10	Ingen
Annen Bebyggelse, verdi	1	1		Annen Bebyggelse, verdi	1	Stor	Betydelig	Begrenset	Ingen
Vei	2	2	ÅDT på 3800 for E14	Vei, ÅDT	2	>5000	1001-5000	100-1000	<100
Toglinje	2	0		Toglinje, baneprioritet	2	1-2	3-4	5	Ingen
Kraftnett	1	2		Kraftnett	1	Sentral	Regional	Distribusjon	Lokal
Oppdemming/flom	2	3		Oppdemming/flom	2	Alvorlig	Middels	Liten	Ingen
Poeng (score x vekttall):									
34									
Beregnet skadekonsekvensklasse: Meget alvorlig				Grenseverdier for skadekonsekvensklasse					
Skadekonsekven 0,76				0 - 6: Mindre alvorlig 7 - 22: Alvorlig 23 - 45: Meget alvorlig					
Faregradsklasser (sannsynlighet)				Forklaring					
Vurdering:				Faregrad, score					
Faktor	Vekttall	Analyse	Kommentar	Faktor	Vekttall	3	2	1	0
Tidligere skredaktivitet	1	1	Ingen historiske hendelser i eller i umiddelbar nærhet av sonen.	Tidligere skredaktivitet	1	Høy	Noe	Lav	Ingen
Skråningshøyde	2	1		Skråningshøyde, m	2	>30	20-30	15-20	<15
Tidligere/nåværende terregnivå	2	1		Tidligere/nåværende terregnivå (OCR)	2	1,0-1,2	1,2-1,5	1,5-2,0	>2,0
Poretrykk, overtrykk	3	0		Poretrykk, overtrykk (kPa)	3	>+30	10-30	0-10	Hydrostatisk
Poretrykk, undertrykk	-3	1	Konservativt valgt lav. Basert på målinger i punkt 16.	Poretrykk, undertrykk (kPa)	-3	>50	(-20-50)	(-0-20)	Hydrostatisk
Kvikkleiremektighet	2	3		Kvikkleiremektighet	2	>H/2	H/2-H/4	<H/4	Tynt lag
Sensitivitet	1	3		Sensitivitet	1	>100	30-100	20-30	<20
Erosjon	3	1		Erosjon	3	Aktiv/Glidning	Noe	Lite	Ingen
Inngrep, forverring	3	0		Inngrep, forverring	3	Stor	Noe	Liten	Ingen
Inngrep, forbedring	-3	0		Inngrep, forbedring	-3	Stor	Noe	Liten	Ingen
Poeng (score x vekttall):									
14				Grenseverdier for faregradsklasse					
Beregnet faregradsklasse: Lav				0 - 17: Lav 18 - 25: Middels 26 - 51: Høy					
Faregrad 0,27									
Risiko (skadekonsekvens x faregrad)				Grenseverdier for risikoklasse					
2074				0 - 170: 1 171 - 630: 2 631 - 1900: 3 1901 - 3200: 4 3201 - 10000: 5					
Risikoklasse: 4									
Profil J									

Oppdrag: Kvikkleiresone Hegramo
Oppdragnummer: 1350002991
Saksbehandler HBOTRH

Dato: 09.10.2014
Kontrollert: PAWTRH

1350002991 Kvikkleiresone Hegramo
Rapport nr. 1 – Geoteknisk vurderingsrapport

VEDLEGG 10

ROS-analyse for profil A, I og J etter sikringstiltak



ROS-ANALYSE

Ref.: "Program for økt sikkerhet mot leirskred, metode for kartlegging og klassifisering av faresone, kvikkleire".

20001008-2 datert 31. august 2001. Revisjon 3 datert 8. oktober 2008.

Oppdrag: Kvikkliresone Hegramo

Oppdragnummer: 1350002991

Saksbehandler HBOTRH

Dato: 17.12.2014

Kontrollert: PAWTRH

Skadekonsekvens

Forklaring

Vurdering:				
Faktor	Vekttall	Analyse	Analyse ettet tiltak	Kommentar
Boligheter	4	3	3	Stedvis tett med boliger.
Næringsbygg, personer	3	3	3	Skoler, barnehage, butikk og kirke.
Annен Bebyggelse, verdi	1	1	1	
Vei	2	2	2	ÅDT på 1150 for Fv752
Toglinje	2	0	0	
Kraftnett	1	2	2	
Oppdemming/flom	2	3	3	

Poeng (score x vekttall): 34 34

Faktor	Vekttall	Konsekvens, score			
		3	2	1	0
Boligheter, antall	4	Tett>5	Spredt >5	Spredt <5	Ingen
Næringsbygg, personer	3	>50	10-50	<10	Ingen
Annен Bebyggelse, verdi	1	Stor	Betydelig	Begrenset	Ingen
Vei, ÅDT	2	>5000	1001-5000	100-1000	<100
Toglinje, baneprioritet	2	1-2	3-4	5	Ingen
Kraftnett	1	Sentral	Regional	Distribusjon	Lokal
Oppdemming/flom	2	Alvorlig	Middels	Liten	Ingen

Beregnet skadekonsekvenskasse:

Meget alvorlig Meget alvorlig

Skadekonsekvens

0,76

0,76

Grenseverdier for skadekonsekvenskasse

0 - 6: Mindre alvorlig

7 - 22: Alvorlig

23 - 45: Meget alvorlig

Faregradsklasser (sannsynlighet)

Forklaring

Vurdering:				
Faktor	Vekttall	Analyse	Analyse ettet tiltak	Kommentar
Tidligere skredaktivitet	1	1	1	Ingen historiske hendelser i eller i umiddelbar nærhet av sonen.
Skråningshøyde	2	3	2	
Tidligere/nåværende terrengnivå	2	3	3	Store deler av glidesirkel har OCR ≈ 1.
Poretrykk, overtrykk	3	0	0	
Poretrykk, undertrykk	-3	1	1	Konservativt valgt lav. Basert på målinger i punkt 9.
Kvikkleiremektighet	2	3	3	
Sensitivitet	1	3	3	
Erosjon	3	1	1	"Usynlig" erosjon kan foregå i bekk lagt i rør. Konservativt.
Inngrep, forverring	3	1	1	Utarbeidelse gang- og sykkelveg langs Fv752.
Inngrep, forbedring	-3	0	2	Nedplanering (prosentvis forbedring)

Poeng (score x vekttall): 25 17

Faktor	Vekttall	Faregrad, score			
		3	2	1	0
Tidligere skredaktivitet	1	Høy	Noe	Lav	Ingen
Skråningshøyde, m	2	>30	20-30	15-20	<15
Tidligere/nåværende terrengnivå (OCR)	2	1,0-1,2	1,2-1,5	1,5-2,0	>2,0
Poretrykk, overtrykk (kPa)	3	>+30	10-30	0-10	Hydrostatisk
Poretrykk, undertrykk (kPa)	-3	>-50	-(20-50)	-(0-20)	Hydrostatisk
Kvikkleiremektighet	2	>H/2	H/2-H/4	<H/4	Tynt lag
Sensitivitet	1	>100	30-100	20-30	<20
Erosjon	3	Aktiv/Glidning	Noe	Lite	Ingen
Inngrep, forverring	3	Stor	Noe	Liten	Ingen
Inngrep, forbedring	-3	Stor	Noe	Liten	Ingen

Beregnet faregradskasse:

Middels

Lav

Faregrad

0,49

0,33

Grenseverdier for faregradskasse

0 - 17: Lav

18 - 25: Middels

26 - 51: Høy

Risiko (skadekonsekvens x faregrad)

3704

2519

Risikoklasse:

5

4

Profil A

Grenseverdier for risikoklasse

0 - 170: 1

171 - 630: 2

631 - 1900: 3

1901 - 3200: 4

3201 - 10000: 5



ROS-ANALYSE

Ref.: "Program for økt sikkerhet mot leirskred, metode for kartlegging og klassifisering av faresone, kvikkleire".

20001008-2 datert 31. august 2001. Revisjon 3 datert 8. oktober 2008.

Oppdrag: Kvikklesone Hegramo

Oppdragnummer: 1350002991

Saksbehandler HBOTRH

Dato: 17.12.2014

Kontrollert: PAWTRH

Skadekonsekvens

Forklaring

Vurdering:				
Faktor	Vekttall	Analyse	Analyse etter tiltak	Kommentar
Boligenheter	4	3	3	Stedvis tett med boliger.
Næringsbygg, personer	3	3	3	Skoler, barnehage, butikk og kirke.
Annен Bebyggelse, verdi	1	1	1	
Vei	2	2	2	ÅDT på 3800 for E14 i profil I
Toglinje	2	0	0	
Kraftnett	1	2	2	
Oppdemming/flom	2	3	3	

Poeng (score x vekttall): 34 34

Grenseverdier for skadekonsekvensklasse

0 - 6: Mindre alvorlig

7 - 22: Alvorlig

23 - 45: Meget alvorlig

Beregnet skadekonsekvensklasse:

Meget alvorlig

Meget alvorlig

Skadekonsekvens

0,76

0,76

Faregradsklasser (sannsynlighet)

Forklaring

Vurdering:				
Faktor	Vekttall	Analyse	Analyse etter tiltak	Kommentar
Tidlige skredaktivitet	1	1	1	Ingen historiske hendelser i eller i umiddelbar nærhet av sonen.
Skråningshøyde	2	3	3	
Tidlige/nåværende terrengnivå	2	3	3	Store deler av glidesirkel har OCR ≈ 1.
Poretrykk, overtrykk	3	0	0	
Poretrykk, undertrykk	-3	1	1	Konservativt valgt lav. Basert på målinger i punkt 22 og 32.
Kvikkleiremektighet	2	3	3	
Sensitivitet	1	3	3	
Erosjon	3	0	0	
Inngrep, forverring	3	0	0	
Inngrep, forbedring	-3	0	2	Motfylling (prosentvis forbedring)

Poeng (score x vekttall): 19 13

Grenseverdier for faregradskasse

0 - 17: Lav

18 - 25: Middels

26 - 51: Høy

Beregnet faregradskasse:

Middels

Lav

Faregrad

0,37

0,25

Risiko (skadekonsekvens x faregrad)

2815

1926

Risikoklasse:

4

4

Profil I

Grenseverdier for risikoklasse

0 - 170: 1

171 - 630: 2

631 - 1900: 3

1901 - 3200: 4

3201 - 10000: 5



ROS-ANALYSE

Ref.: "Program for økt sikkerhet mot leirskred, metode for kartlegging og klassifisering av faresone, kvikkleire".

20001008-2 datert 31. august 2001. Revisjon 3 datert 8. oktober 2008.

Oppdrag: Kvikkleiresone Hegramo

Oppdragsnummer: 1350002991

Saksbehandler HBOTRH

Dato: 17.12.2014

Kontrollert: PAWTRH

Skadekonsekvens

Forklaring

Vurdering:				
Faktor	Vekttall	Analyse	Analyse etter tiltak	Kommentar
Boligheter	4	3	3	Stedvis tett med boliger.
Næringsbygg, personer	3	3	3	Skoler, barnehage, butikk og kirke.
Annен Bebyggelse, verdi	1	1	1	
Vei	2	2	2	ÅDT på 3800 for E14
Toglinje	2	0	0	
Kraftnett	1	2	2	
Oppdemming/flom	2	3	3	

Poeng (score x vekttall): 34 34

Faktor	Vekttall	3	2	1	0
Boligheter, antall	4	Tett>5	Spredt >5	Spredt <5	Ingen
Næringsbygg, personer	3	>50	10-50	<10	Ingen
Annен Bebyggelse, verdi	1	Stor	Betydelig	Begrenset	Ingen
Vei, ÅDT	2	>5000	1001-5000	100-1000	<100
Toglinje, baneprioritet	2	1-2	3-4	5	Ingen
Kraftnett	1	Sentral	Regional	Distribusjon	Lokal
Oppdemming/flom	2	Alvorlig	Middels	Liten	Ingen

Beregnet skadekonsekvensklasse:

Meget alvorlig

Meget alvorlig

Skadekonsekvens

0,76

0,76

Grenseverdier for skadekonsekvensklasse

0 - 6: Mindre alvorlig

7 - 22: Alvorlig

23 - 45: Meget alvorlig

Faregradsklasser (sannsynlighet)

Forklaring

Vurdering:				
Faktor	Vekttall	Analyse	Analyse etter tiltak	Kommentar
Tidligere skredaktivitet	1	1	1	Ingens historiske hendelser i eller i umiddelbar nærhet av sonen.
Skråningshøyde	2	1	0	
Tidligere/nåværende terrengnivå	2	1	1	
Poretrykk, overtrykk	3	0	0	
Poretrykk, undertrykk	-3	1	1	Konservativt valgt lav. Basert på målinger i punkt 16.
Kvikkleiremektighet	2	3	3	
Sensitivitet	1	3	3	
Erosjon	3	1	0	
Inngrep, forverring	3	0	0	
Inngrep, forbedring	-3	0	2	Liten motfylling (prosentvis forbedring)

Poeng (score x vekttall): 14 3

Faktor	Vekttall	3	2	1	0
Tidligere skredaktivitet	1	Høy	Noe	Lav	Ingen
Skråningshøyde, m	2	>30	20-30	15-20	<15
Tidligere/nåværende terrengnivå (OCR)	2	1,0-1,2	1,2-1,5	1,5-2,0	>2,0
Poretrykk, overtrykk (kPa)	3	>+30	10-30	0-10	Hydrostatisk
Poretrykk, undertrykk (kPa)	-3	>50	-(20-50)	-(0-20)	Hydrostatisk
Kvikkleiremektighet	2	>H/2	H/2-H/4	<H/4	Tynt lag
Sensitivitet	1	>100	30-100	20-30	<20
Erosjon	3	Aktiv/Glidning	Noe	Lite	Ingen
Inngrep, forverring	3	Stor	Noe	Liten	Ingen
Inngrep, forbedring	-3	Stor	Noe	Liten	Ingen

Beregnet faregradskasse:

Lav

Lav

Faregrad

0,27

0,06

Grenseverdier for faregradskasse

0 - 17: Lav

18 - 25: Middels

26 - 51: Høy

Risiko (skadekonsekvens x faregrad)

2074

444

Risikoklasse:

4

2

Profil J

Grenseverdier for risikoklasse

0 - 170: 1

171 - 630: 2

631 - 1900: 3

1901 - 3200: 4

3201 - 10000: 5

1350002991 Kvikkleiresone Hegramo
Rapport nr. 1 – Geoteknisk vurderingsrapport

VEDLEGG 11

Oppnådd prosentvis forbedring for sikringstiltak

Oppnådd prosentvis forbedring for sikringstiltak

- Profil A, totalspenningsanalyse

F_c dagens terrenge [-]	Krav for prosentvis forbedring [%]	F_c etter sikringstiltak [-]	Oppnådd forbedring [%]
0,91	12,3	1,03	13,2
0,91	12,3	1,06	16,5
0,92	12,0	1,07	16,3
0,96	11,0	1,07	11,5
1,14	6,5	1,57	-
0,95	11,3	1,12	17,9
1,09	7,8	1,22	11,9
1,22	4,5	1,31	7,4
1,19	5,3	1,29	8,4
1,35	1,3	1,56	-
1,22	4,5	1,35	10,7

- Profil F, totalspenningsanalyse

F_c dagens terrenge [-]	Krav for prosentvis forbedring [%]	F_c etter sikringstiltak [-]	Oppnådd forbedring [%]
1,16	6,0	1,29	11,2
1,34	1,5	1,36	1,5
1,34	1,5	1,36	1,5

- Profil I, totalspenningsanalyse

F_c dagens terrenge [-]	Krav for prosentvis forbedring [%]	F_c etter sikringstiltak [-]	Oppnådd forbedring [%]
1,01	9,8	1,20	18,8
1,02	9,5	1,21	18,6
1,02	9,5	1,25	22,6
1,02	9,5	1,25	22,6
1,09	7,8	1,19	9,2
1,15	6,3	1,23	7,0
1,08	8,0	1,20	11,1
1,12	7,0	1,21	8,0
1,18	5,5	1,26	6,8
1,23	4,3	1,32	7,3
1,29	2,8	1,40	8,5
1,12	7,0	1,20	7,1

- Profil J, totalspenningsanalyse

F_c dagens terrenge [-]	Krav for prosentvis forbedring [%]	F_c etter sikringstiltak [-]	Oppnådd forbedring [%]
1,18	5,5	1,25	5,9