

NOTAT

Oppdrag **Hvittingfoss Kvikkleireutredning – Detaljprosjektering**
Kunde **NVE Region sør**
Notat nr. **G-not-005**
Dato **13.08.2018**
Til **Ellen Elizabeth Davis Haugen**
Fra **Jørn Hetland og Morten Tveit**

Sikringstiltak - Evju

1. Innledning

På oppdrag fra NVE har Rambøll tidligere utredet områdestabiliteten og avgrenset kvikkleiresonen ved Evju i Hvittingfoss, Kongsberg kommune. Det er i *G-rap-004 6120285-rev01* utført stabilitetsberegninger i 1 profil (profil 3A). Stabilitetsberegningene viser lav stabilitet ned mot Lågen, og det er foretatt en avgrensing og faregradsevaluering av *kvikkleiresone 1881 Evju* samt foreslått mulige sikringstiltak.

Dette notatet omhandler en detaljprosjektering av sikringstiltak foreslått i *G-rap-004 6120285-rev01*. Det er utført stabilitetsberegninger i profil 3O for avgrensing av sikringstiltak, i tillegg til at det er utført reviderte beregninger i profil 3A for å dokumentere forbedringen. Sikringstiltaket som anbefales i dette notatet er en nedplanering av dagens terreng langs Lågen samt utslaking av skråningen og erosjonssikring. Sikkerheten i ferdig situasjon økes med ca. 10 % fra dagens situasjon, noe som tilfredsstillende kravet om «*Forbedring*» iht. NVEs veileder 7/2014.

Dato 13.08.2018

Rambøll
Henrik Wergelandsgt. 29
Pb 116
N-4662 Kristiansand

T +47 99 42 81 00
F +47 38 12 81 01
www.ramboll.no

Ref. 6120285

2. Regelverk

Forskrifter:

- TEK 17 § 7 Sikkerhet mot naturpåkjenninger
- SAK 10 Byggesaksforskriften

Prosjekteringsstandard:

- NS-EN 1990:2002+A1:2005+NA:2016 (Eurokode 0 – Grunnlag for prosjektering av konstruksjoner)
- NS-EN 1997-1:2004 +A1:2013+NA:2014 (Eurokode 7 – Geoteknisk prosjektering)

Veiledninger:

- NVE Kvikkleireveilederen, rapport 7/2014.
- Statens vegvesen, Håndbok V220, juni 2014.
- Statens vegvesen, Håndbok V221, juni 2014.

2.1 TEK 17 §7 Sikkerhet mot naturpåkjenninger

2.1.1 § 7-1. Generelle krav om sikkerhet mot naturpåkjenninger
Potensielle naturpåkjenninger som konstruksjonene vurderes for er elveflom, i henhold til § 7-2 og sikkerhet mot skred, iht. § 7-3.

2.1.2 § 7-2. Sikkerhet mot flom og storm
Konstruksjonene er plassert i sikkerhetsklasse F2 for flom iht. TEK 17, som tilsvarer middels konsekvens. Årlig nominell sannsynlighet for overskridelse i klasse F2 er 1/200.

Dagens flomnivå eller vannføring er ikke kjent. Det vurderes å etablere en erosjonssikring og denne må prosjekteres av hydrolog slik at den dimensjoneres etter vannføringen i Lågen.

2.1.3 § 7-3. Sikkerhet mot skred
Området har i dag lav stabilitet. Det skal etableres sikringstiltak som hever sikkerhet med ca. 10 %. Forutsatt at prosjektert sikringstiltak utføres vurderes sikkerheten mot skred som tilfredsstillende.

2.2 SAK10

2.2.1 §9-2 til 9-4

Prosjektet plasseres i tiltaksklasse 2 i henhold til SAK 10 §9-4.

Rambøll er godkjent for ansvarsrett for tiltaksklasse 1,2 og 3 for fagområdet geoteknikk.

2.2.2 §10 Dokumentasjon for oppfyllelse av systemkrav
Rambøll sitt kvalitetssystem er sertifisert i henhold til NS-EN ISO 9001:2008 og NS-EN ISO 14001:2004 og tilfredsstillende alle krav i disse standardene som er relevante for virksomheten.

2.3 Prosjekteringskontroll iht. Eurokode 7

NS-EN 1997-1:2004+A1:2013+NA:2014 stiller krav til prosjektering ut fra geoteknisk kategori, konsekvens- og pålitelighetsklasse (CC/RC). Fastsettelse av geoteknisk kategori og pålitelighetsklasse gir krav om kontrollklasse for prosjektering.

- Geoteknisk kategori
- Konsekvens- og pålitelighetsklasse (CC/RC)
- Kontrollklasse

2.3.1 Geoteknisk kategori

NS-EN 1997 stiller krav til prosjektering ut fra tre ulike geotekniske kategorier. Valg av kategori gjøres ut fra standardens punkt 2.1 "Krav til prosjektering".

Det er gjort geotekniske grunnundersøkelser i området, og man har relativt omfattende erfaring fra tilsvarende grunnforhold.

Det skal utføres utgraving i siltmasser og det er dypt ned til kvikkleira.

Prosjektet plasseres i geoteknisk kategori 2.

2.3.2 Konsekvensklasse/pålitelighetsklasse (CC/RC)

NS-EN 1990:2002+A1:2005+NA:2016 definerer konstruksjonens plassering med hensyn til konsekvensklasse og pålitelighetsklasse (CC/RC). Konsekvensklasser er behandlet i standardens tillegg B (informativt), mens veiledende eksempler på klassifisering av byggverk i pålitelighetsklasser er vist i nasjonalt tillegg NA (informativt), tabell NA.A1 (901).

Arbeidene vurderes som middels vanskelige grunn- og fundamenteringsforhold og vurderes i henhold til tabell NA.A1 (901) til å ligge i pålitelighetsklasse 2.

2.3.3 Prosjekteringskontroll

NS-EN 1990:2002+A1:2005+NA:2016 gir videre føringer for krav til omfang av prosjekteringskontroll avhengig av pålitelighetsklasse.

I henhold til kapittel NA.A1.3.1(903), tabell NA.A1 (902) gir dette at prosjekteringskontrollklasse PKK2 for kontroll av geoteknisk prosjektering kan forutsettes.

2.3.4 Utførelseskontroll

I henhold til §14-2 i SAK10 skal det utføres kontroll av utførelse. Det påvises ved stikkprøver at forutsetninger i prosjekteringen er representative for forholdene på byggeplassen, samt at rapportering fra byggeplassen utføres slik som anvist i prosjekteringen. I henhold til NS-EN 1997-1 skal det utarbeides kontrollplaner for ulike grunnarbeider. Disse vil foreligge i geotekniske notat som omhandler prosjektering av fundamentering og utgraving.

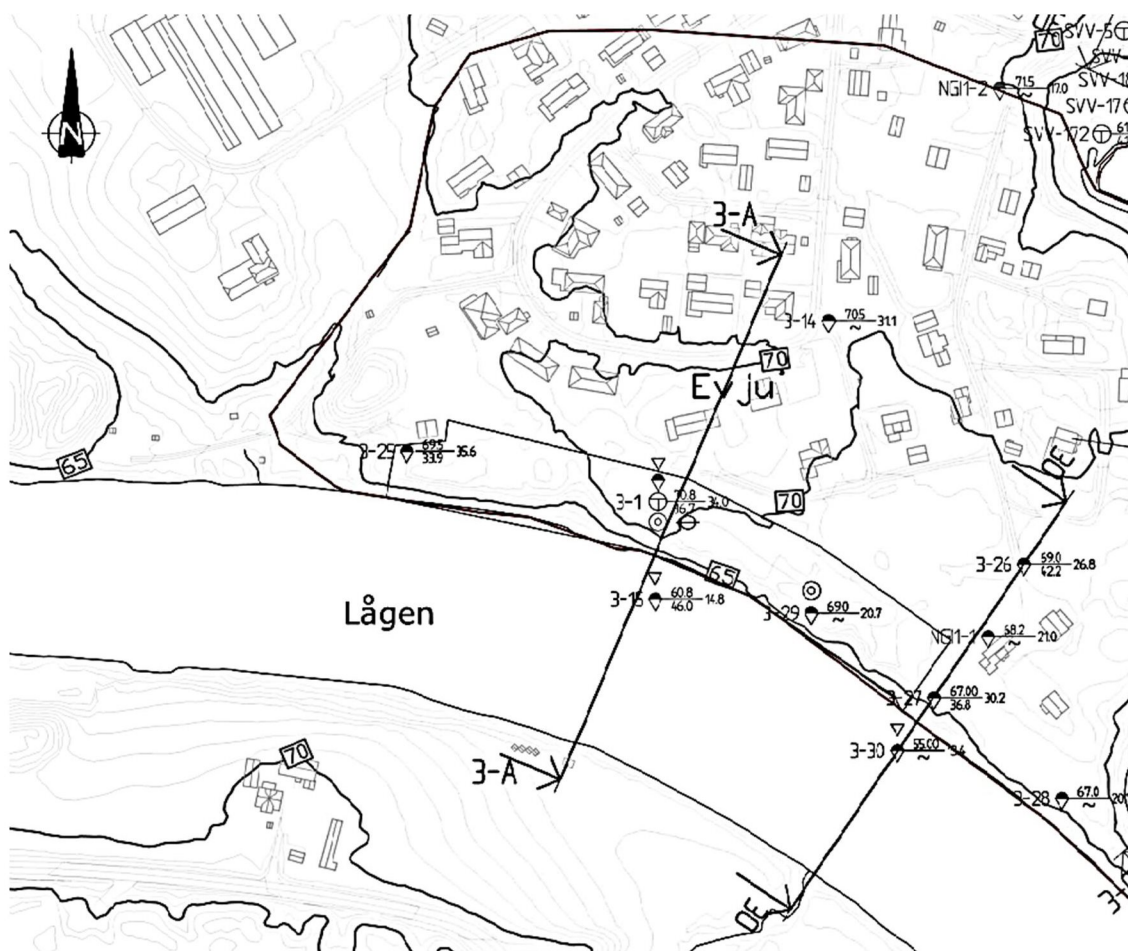
I henhold til kapittel NA.A1.3.1(904), tabell NA.A1 (903) gir dette at prosjekteringskontrollklasse UKK2 for kontroll av geoteknisk utførelse kan forutsettes.

Utførelseskontrollen anbefales utført av geoteknisk prosjekterende.

3. Stabilitetsberegninger

Det er utført reviderte stabilitetsberegninger i profil 3A. Beregningene er utført med prosjektert sikringstiltak, og det er ikke utført nye beregninger for dagens situasjon. Beregninger for dagens situasjon i profil A er utført i G-rap-004 6120285 og er vist på tegning 520 og 523. Det er også utført stabilitetsberegninger i profil 3O for avgrensning av omfang av sikringstiltak. Se figur 1 og tegning 5001 for beliggenhet av profilene.

For videre detaljer angående stabilitetsberegninger i profil 3A vises det til G-rap-004 6120285 rev01 og for parametertolkning vises det til G-rap-001 6120285 rev01. For profil 3O er det redegjort for parametervalg i dette notatet.



Figur 1 Beliggenhet av beregningsprofil

3.1 Profil 3A

Profil 3A strekker seg fra boligfeltet og ned mot Lågen og er representativt for stabiliteten ned mot Lågen for vestre del av kvikkleiresonen.

Utførte stabilitetsberegninger viser laveste sikkerhetsfaktor på 1,0 i profilet for dagens situasjon, med oppjusterte styrkeparametre. Det er i G-rap-004 6120285 rev01 utført beregninger med mulige sikringstiltak. Det er utført nye stabilitetsberegninger i dette

notatet med sikringstiltak som tilfredsstillt krav til «Forbedring» iht. NVEs veileder. Beregningene er vist på tegning 5002 og 5003. De geotekniske parametrene er ikke justert for de nye stabilitetsberegningene, men det er utført en tolkning av CPTU i pkt. 3-15 for å verifisere den udrenerte skjærfastheten som er benyttet i skråningsfoten. Tolkning av CPTU 3-15 er vist i vedlegg 1.

Anbefalt sikringstiltak er å nedplanere terrenget 2 meter langs Lågen i sørvestlige del av kvikkleiresonen samt slake ut skråningshelning til 1:2. Dermed oppnås det tilstrekkelig forbedring for utbygging i kvikkleiresonen opptil K4-tiltak både på total- og effektivspenningsbasis. Det påpekes likevel at utbygginger i sonen må vurderes av geotekniker.

3.2 Profil 30

Profil 30 strekker seg fra Eikefaret 21 og ned mot Lågen og er representativt for sørøstre del av kvikkleiresonen. Basert på prøvetakning og CPTU i pkt. 3-27 antas overkanten av kvikkleira å være på ca. kote +53 ved skråningskanten ned mot Lågen og ligger således betydelig dypere enn i profil 3A. Videre nordøstover i profilet er kvikkleira tolket å ligge grunnere og i pkt. NGI1-1 er det antatt kvikkleire fra ca. kote +64. I foten av skråningen (punkt 3-30) er det påtruffet kvikkleire fra ca. kote +53.

3.2.1 Geotekniske parametre

Udrenert skjærstyrke for leire og kvikkleire er tolket fra CPTU i pkt. 3-27 og 3-30. Tolkning av CPTU er vist i vedlegg 2 og 3.

Det er benyttet samme tyngdetetthet og anisotropifaktorer for kvikkleire som i G-rap-004 6120285 rev01, mens det for leire er benyttet anisotropifaktorer iht. NIFS rapport 14/2014 «Omforent anbefaling for bruk av anisotropifaktorer i prosjektering i norske leirer».

Effektiv skjærfasthet for leire er tolket basert på treaksialforsøk i pkt. 3-27.

Treaksialforsøket er vist i vedlegg 5. Det er i beregningene benyttet attraksjon $a=10$ kPa og friksjonsvinkel $\varphi=28,8^\circ$.

3.2.2 Beregningsresultater

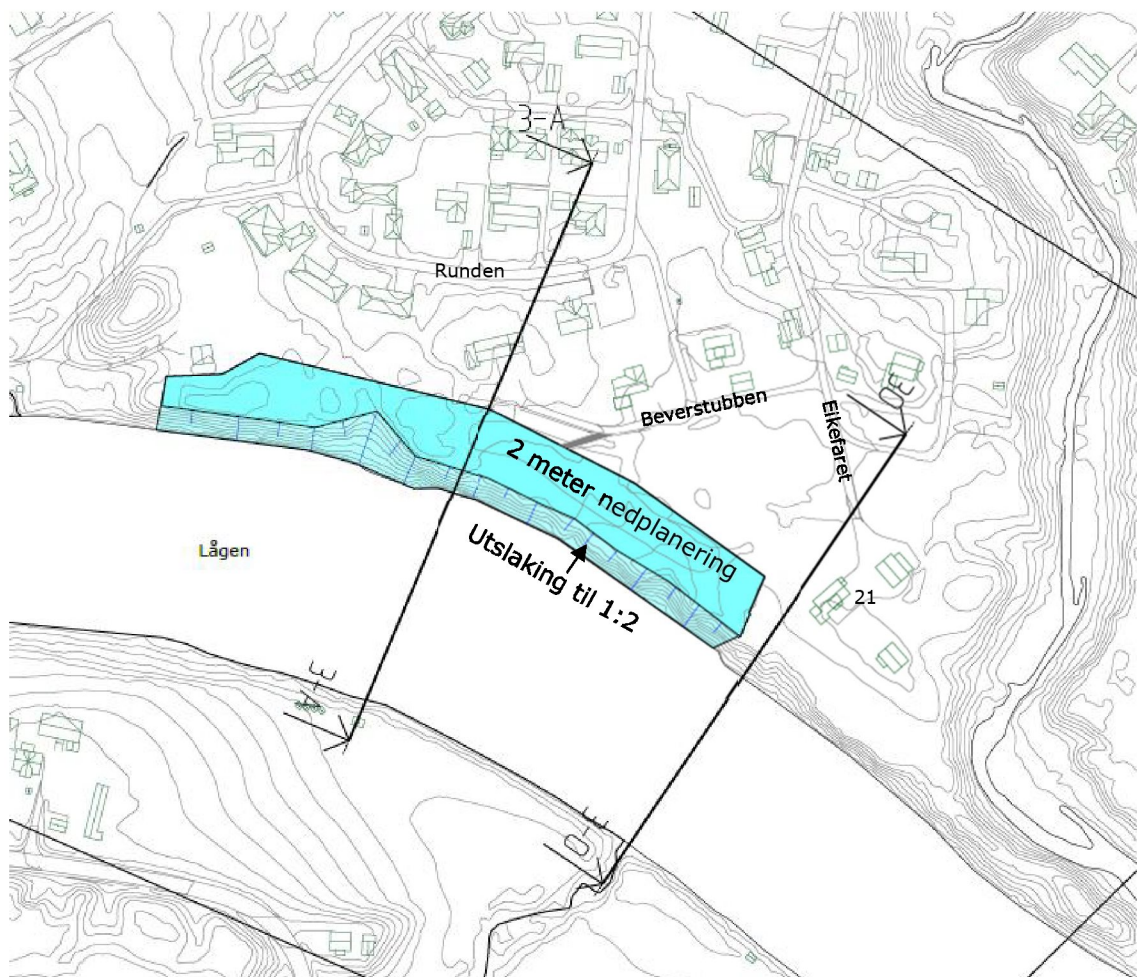
Stabiliteten til glideflater som går ned i kvikkleira er beregnet til $F_c > 1,4$ og det vil derfor ikke være behov for sikringstiltak for denne delen av kvikkleiresonen. Beregningene er vist på tegning 5004 og 5005.

4. Sikringstiltak

Ettersom dagens stabilitet i profil 3-A er lav, må stabiliteten forbedres dersom det skal kunne tillates videre utbygging i området. Prosjektert sikringstiltak er å slake ut skråningen ned mot Lågen til helning 1:2 samt nedplanere terrenget på toppen av skråningen.

På befaringen som ble utført 6.11.2017 ble det observert flere tidligere utglidninger ned mot Lågen. Det er derfor valgt å endre sikringstiltaket noe i forhold til det som er beskrevet i G-rap-004 6120285 rev01. Det er besluttet å slake ut skråningen til en helning på 1:2 for å få en skråning ned mot Lågen som er stabil på effektivspenningsbasis. I tillegg nedplaneres terrenget på plataået slik at de dypere skjærflatene får tilfredstillende forbedring.

Ved Eikefaret 21 er det beregnet tilstrekkelig stabilitet og det er derfor ikke nødvendig å sikre dette området. Det bemerkes at terrenget også her er stedvis meget bratt og mindre overflateglidninger kan forekomme.

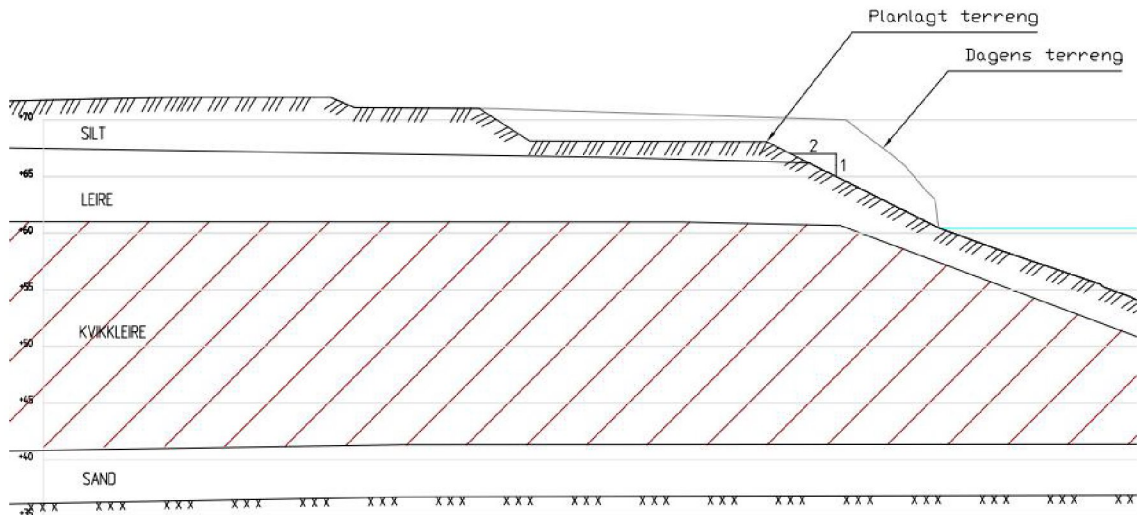


Figur 2 Prosjekterte sikringstiltak

Se arbeidstegning 5010 og 5011 for detaljer.

4.1 Utslaking og nedplanering

Terrenget nedplaneres omtrent 2 meter før man slaker ut helningen på skråningen ned mot Lågen til å bli ca. 1:2. Figur 3 viser dagens terreng og planlagt terreng i profil 3A.



Figur 3 Anbefalt utslaking og nedplanering av skråning i profil 3A.

Nedplanering av terrenget vil forbedre stabiliteten til samtlige skjærflater, mens utslaking av skråningen vil forverre stabiliteten til de dypeste skjærflatene. Nedplaneringen må derfor utføres først.

Gravemasser skal generelt ikke mellomlagres i området. Ved behov for mellomlagring skal geotekniker kontaktes for å vurdere stabilitetskonsekvens av eventuell mellomlagring.

Det forventes at gravingen skal utføres i tørre masser, over grunnvannsstand. Dersom det påtreffes bløte masser av silt under grunnvannsstand eller leire skal geotekniker kontaktes.

4.2 Erosjonssikring

Det kan også være behov for erosjonssikring i Lågen, siden kvikkleire er antatt rett under elvebunn. Effekten av denne på stabiliteten vil være positiv eller nøytral, avhengig av om den kan legges direkte på elvebunn eller om det må masseutskiftes for å unngå endring i vannføringen i Lågen. Erosjonssikringen er derfor ikke tatt med i stabilitetsberegningene.

Vanddypet i Lågen utenfor Evju er 8-9 m og steinsetting av elvebunnen opp mot elvekanten vil være meget omfattende. Det bør utføres en bunnkotekartlegging over tid for å kartlegge om det er pågående senking av elvebunnen som forverrer stabiliteten av skråningen. Dette vil gi grunnlag for å vurdere behovet for steinsetting. Sikringstiltaket på land (nedplaneringen) kan gjøres uavhengig av eventuell erosjonssikring av Lågen. Dersom det er vurdert behov for erosjonssikring må denne prosjekteres av hydrolog med hensyn på steinstørrelser og omfang. I tillegg må det vurderes hvorvidt å legge erosjonssikringen oppå dagens elvebunn vil føre til betydelig endring i vannføringen i Lågen i dette området.

Sikringen må forankres godt i begge ender og grunnes godt inn i skråningen og en bør tilstrebe en mest mulig jevn overgang mellom sikring og naturlig elvekant.

Dagens skråning har kun en naturlig erosjonssikring i form av vegetasjon. Skråningen er kun erosjonsutsatt ved flom, og den utslakede skråningen vil være tilsvarende. Dersom det er risiko for erosjon i skråningen etter utslakningen må det etableres en erosjonssikring. Risikoen for erosjon kan enten vurderes i samråd med hydrolog eller ved å observere/måle utviklingen på skråningen over tid.

4.3 Anleggsgjennomføring

Ettersom skråningen har lav stabilitet i dagens situasjon, må alle arbeidene utføres med varsomhet. I prosjekteringen er det lagt til grunn at ingen av arbeidene skal medføre en forverring av stabiliteten i forhold til dagens situasjon.

Følgende arbeidsrekkefølge er lagt til grunn for en sikker gjennomføring av prosjektet:

1. Vegetasjonsdekke på toppen av skråningen fjernes og deretter utføres nedplaneringen. Nedplaneringen startes i sørøst ettersom stabiliteten er bedre i dette området og man dermed unngår bruk av maskiner i området med lav stabilitet før det er gjort en forbedring
2. Etter at nedplaneringen er utført kan vegetasjonsdekke fjernes i skråningen og utslakingen kan tilta. I denne fasen av arbeidene kan det tillates mellomlagring av noe masser i det nedplanerte området. Mellomlagring av masser til en høyere kote enn opprinnelig terreng må godkjennes av geotekniker. Vegetasjonsdekke kan legges i ranker og mellomlagres langs Eikefaret. Se tegning 5010.
3. Vegetasjonsdekket og vegetasjon reetableres så raskt som mulig.
4. Eventuell erosjonssikringen i skråningen og Lågen etableres

Etablering av anleggsveger må gjøres i samråd med grunneier og på en slik måte at de ikke fører til økt belastning på skråninger. Anleggsveger skal fjernes og området skal tilbakeføres til dagens situasjon etter at sikringstiltakene er etablert.

Det bør være et oppstartsmøte med NVE, Rambøll og utførende entreprenør, samt oppfølging av NVE/Rambøll for å sikre en trygg gjennomføring av arbeidene. Se vedlagt kontrollplan for de geotekniske arbeidene.

Med vennlig hilsen

Rambøll, Geoteknikk Sør og Øst

Jørn Hetland

Geotekniker

Morten Tveit

Geotekniker

+47 95 88 69 75 morten.tveit@ramboll.no

Tegninger og vedlegg

STABILITETSBEREGNINGER

- 5001 – Stabilitetsberegning – Situasjonsplan
- 520 – Stabilitetsberegning – Profil 3A – Dagens situasjon – Udrenert analyse
- 523 – Stabilitetsberegning – Profil 3A – Dagens situasjon – Drenert analyse
- 5002 – Stabilitetsberegning – Profil 3A – Endelig situasjon – Udrenert analyse
- 5003 – Stabilitetsberegning – Profil 3A – Endelig situasjon – Drenert analyse
- 5004 – Stabilitetsberegning – Profil 3O – Dagens situasjon – Udrenert analyse
- 5005 – Stabilitetsberegning – Profil 3O – Dagens situasjon – Drenert analyse

ARBEIDSTEGNINGER

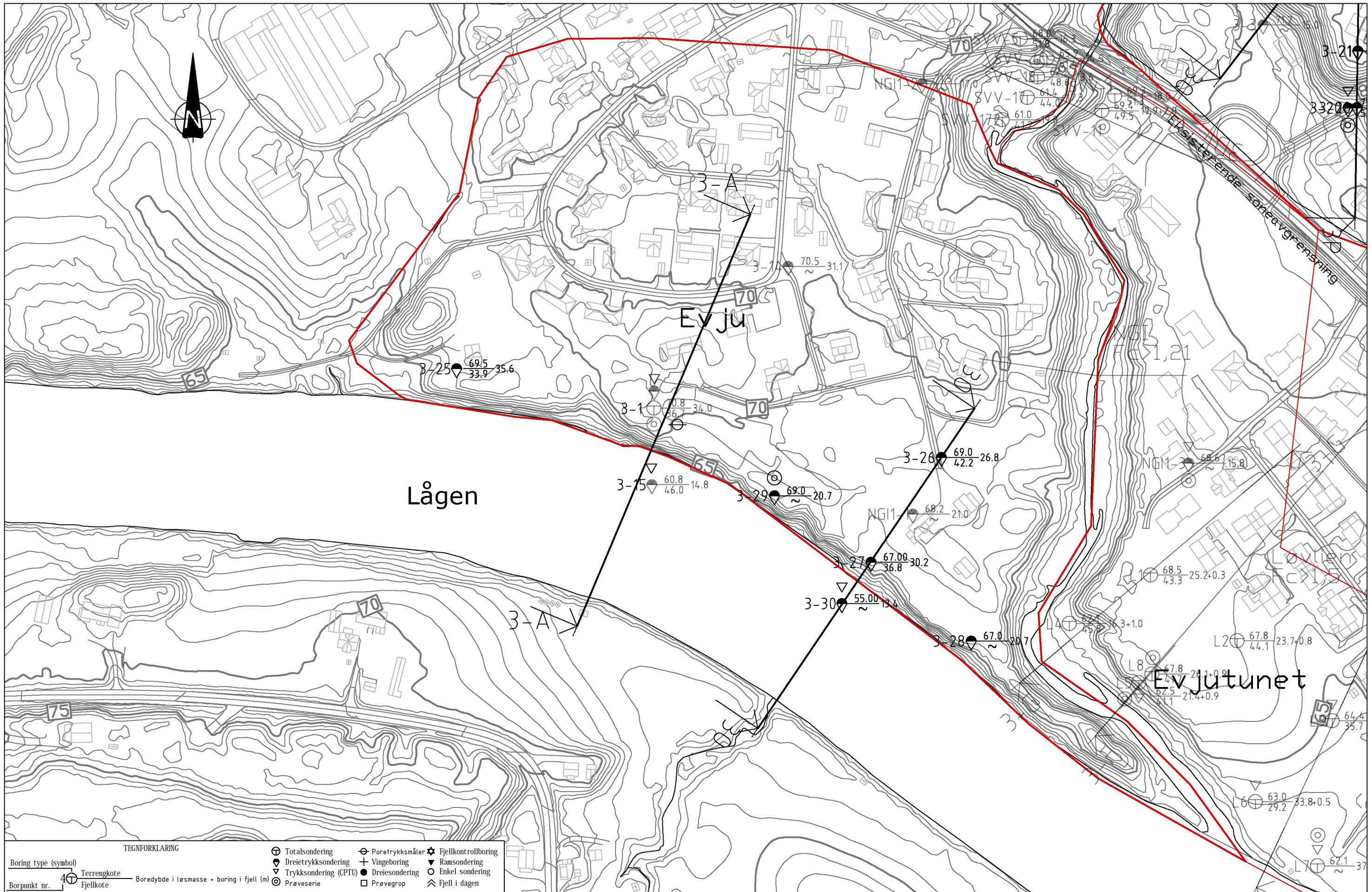
- 5010 – Arbeidstegning – Situasjonsplan
- 5011 – Arbeidstegning – Snitt

VEDLEGG

- 1 – CPTU pkt. 3-15
- 2 – CPTU pkt. 3-27
- 3 – CPTU pkt. 3-30
- 4 – Koordinatliste
- 5 – Treaksialforsøk pkt. 3-27

KONTROLLPLAN

Kontrollplan for geoteknisk oppfølging under utførelse



TEGNFORKLARING

⊕ Totalsondering	⊕ Poretrykksmåler	⊛ Fjellkontrollboring
⊖ Dreietrykksøndering	+ Vingeboring	⊖ Ramsondering
▽ Trykksøndering (CPTU)	● Dreiesøndering	○ Enkel søndering
⊙ Prøveserie	□ Prøvegrop	⊙ Fjell i dagen

Boring type (symbol) Terrengekote Boreddybde i løsmasse + boring i fjell (m)

Borpunkt nr. 4 Fjellkote

0	25.5.2018	JHET	MTV	MTV	
REV.	DATO	ENDRING	TEGN	KONTR	GODKJ
TEGNINGSSTATUS					

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

OPPDRAG
Hvittingfoss, kvikkleireutredning

OPPDRAGSGIVER
NVE, region sør

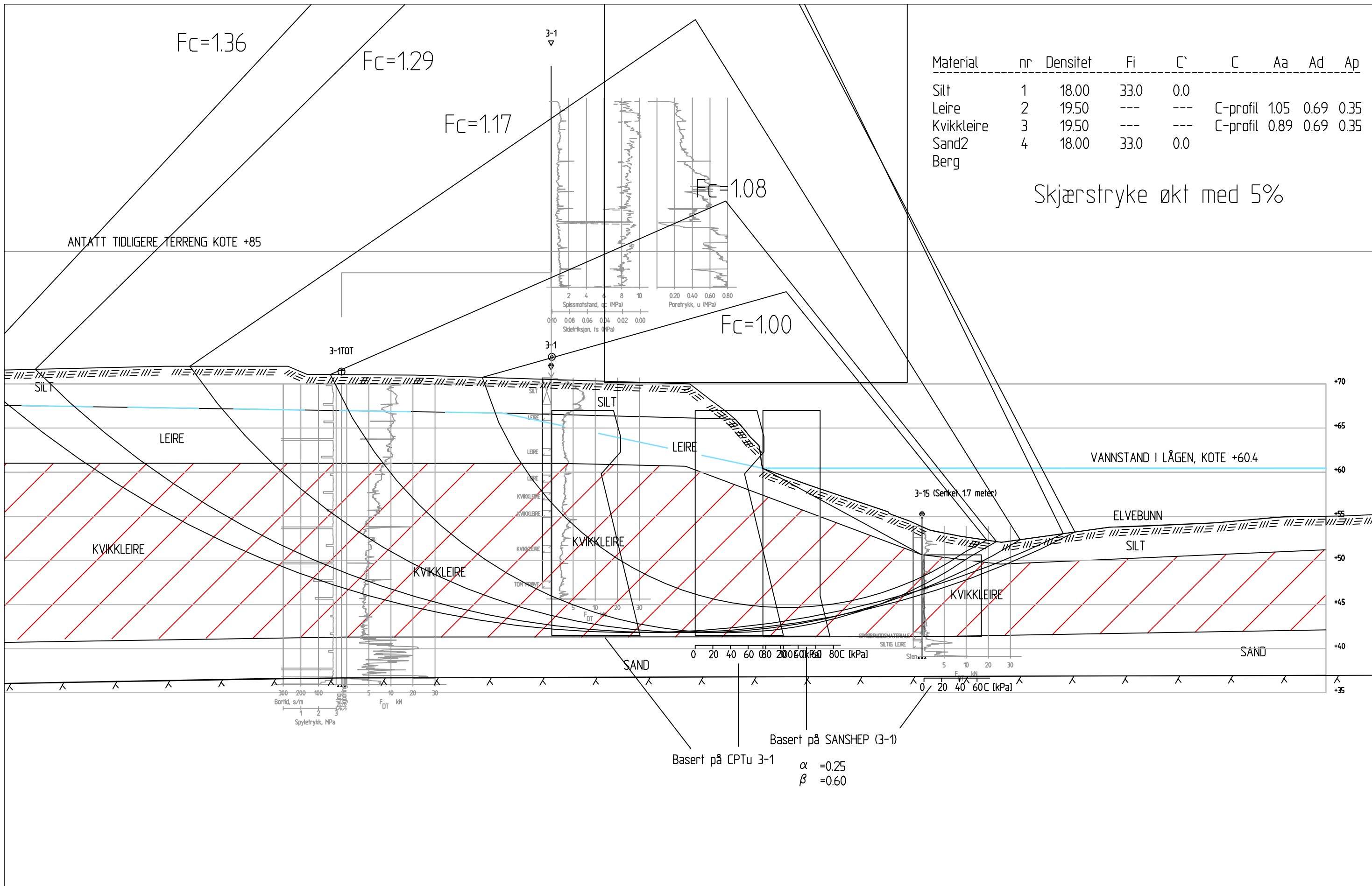
INNHOOLD
Situasjonsplan Evju

⊖ Dreietrykksøndering ⊕ Piezometer

⊙ Prøvetaking

▽ CPTU

OPPDRAG NR. 6120285	MÅLESTOKK 1:2000	BLAD NR. AV
TEGNING NR. 5001		REV. 0



00	17.10.2014		MTV	RAD	OBD
REV.	DATO	ENDRING	TEGN	KONTR	GODKJ
TEGNINGSSTATUS					

RAMBOLL

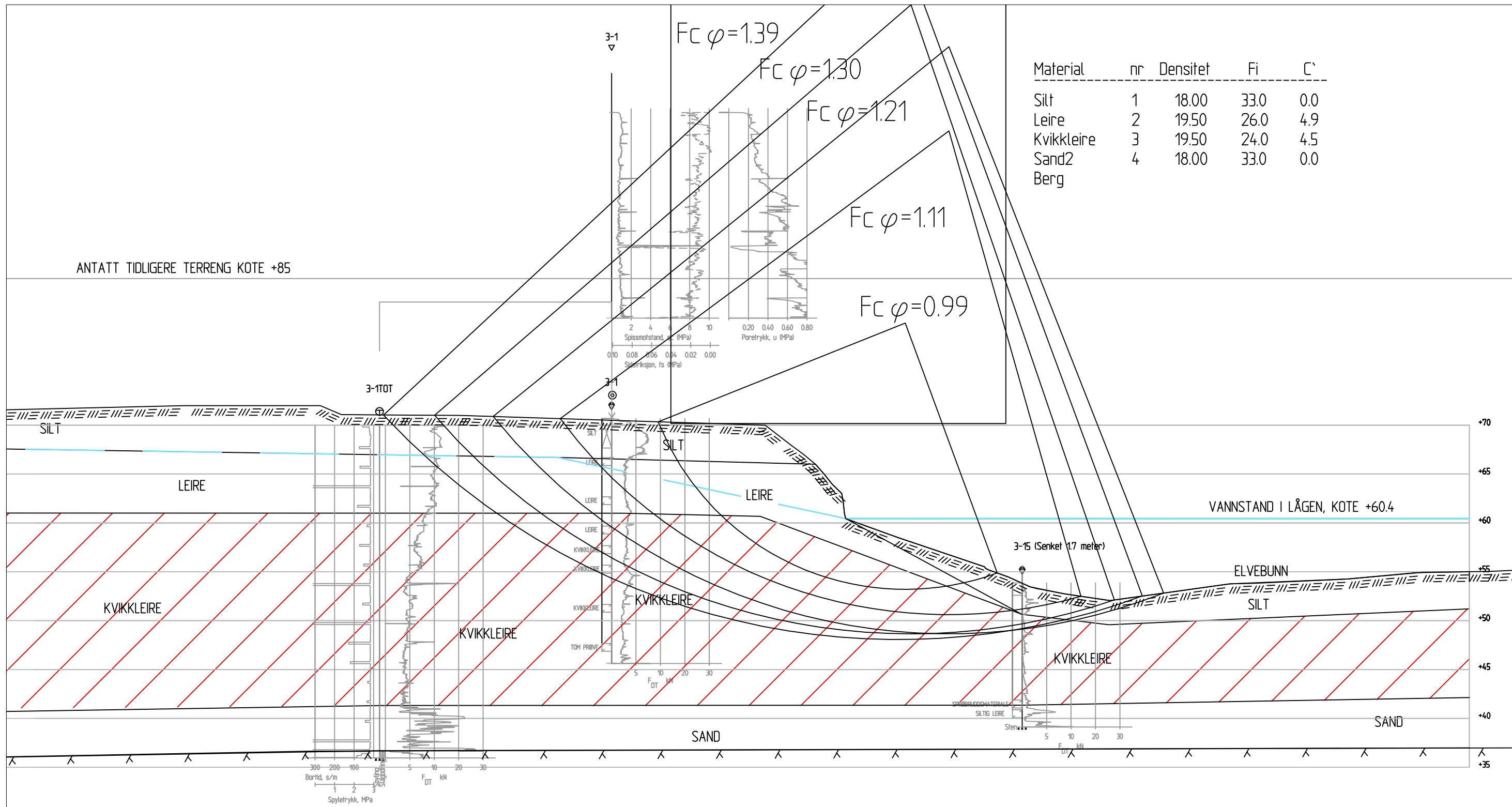
Rambøll AS - Region Midt-Norge
P.b. 9420 Sluppen
Mellomila 79, N-7493 Trondheim
TLF: 73 84 10 00 - FAX: 73 84 10 60
www.ramboll.no

OPPDRAG
Hvittingfoss, kvikkleireutredning

OPPDRAGSGIVER
NVE - Region Sør

INNHOOLD
Profil 3A - Rev01
Udrenert ADP-analyse
Dagens situasjon

OPPDRAG NR. 6120285	MÅLESTOKK 1:400	BLAD NR.	AV
TEGNING NR. 520			REV. 1



00	17.10.2014		MTV	RAD	OBD
REV.	DATO	ENDRING	TEGN	KONTR	GODKJ
TEGNINGSSTATUS					

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

OPPDRAG
Hvittingfoss, kvikkleireutredning

OPPDRAGSGIVER
NVE - Region Sør

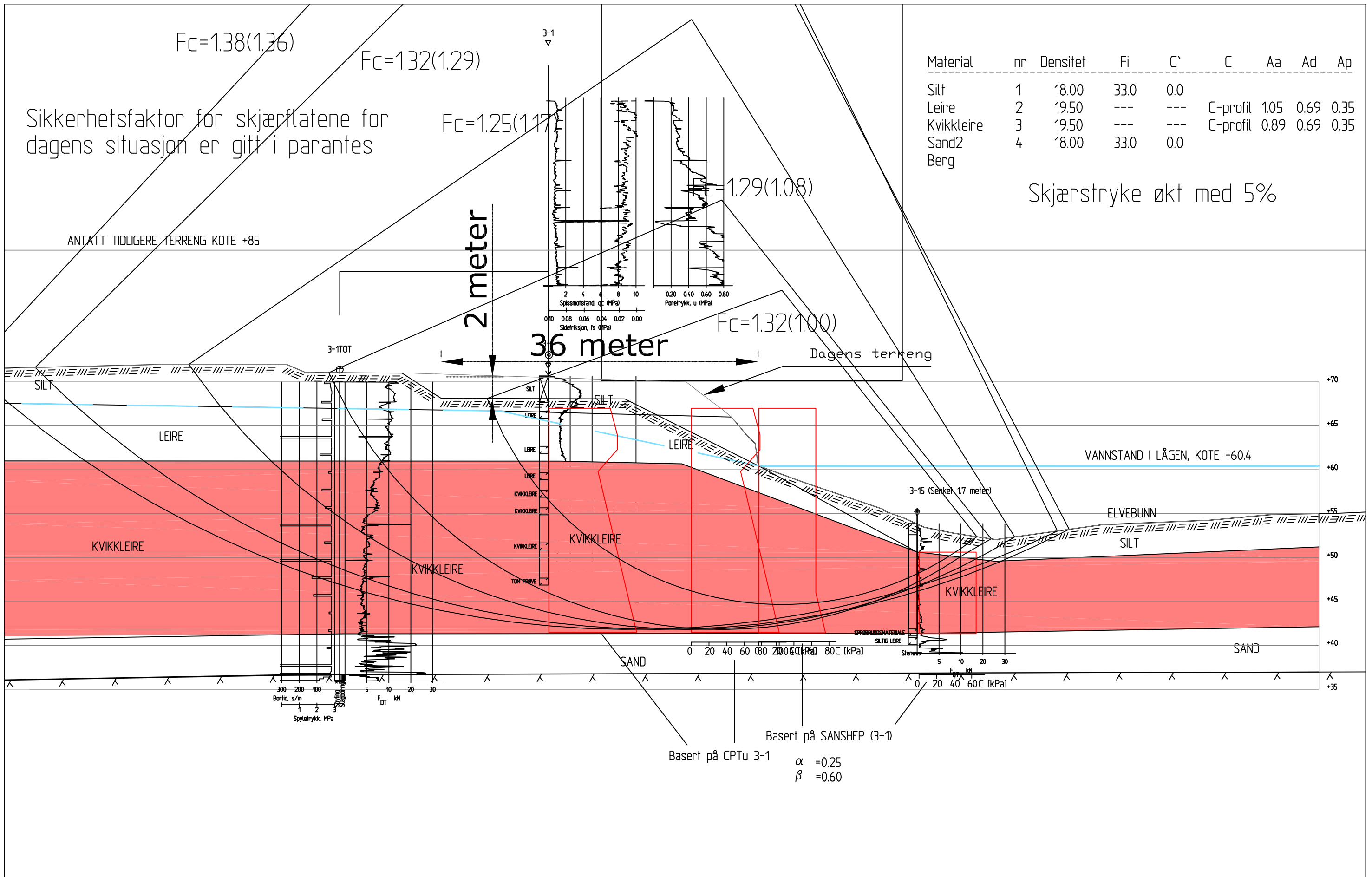
INNHold
Profil 3A - Rev01
 Drenert AFI-analyse
 Dagens situasjon

OPPDRAG NR. 6120285	MÅLESTOKK 1:400	BLAD NR.	AV
TEGNING NR. 523			REV. 1

$F_c=1.38(1.36)$
 $F_c=1.32(1.29)$
 Sikkerhetsfaktor for skjærflatene for dagens situasjon er gitt i parentes

Material	nr	Densitet	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Silt	1	18.00	33.0	0.0				
Leire	2	19.50	---	---	C-profil	1.05	0.69	0.35
Kvikkleire	3	19.50	---	---	C-profil	0.89	0.69	0.35
Sand2	4	18.00	33.0	0.0				
Berg								

Skjærstryke økt med 5%



0	24.5.2018		JHET	MTV	MTV
REV.	DATO	ENDRING	TEGN	KONTR	GODKJ
TEGNINGSSTATUS					

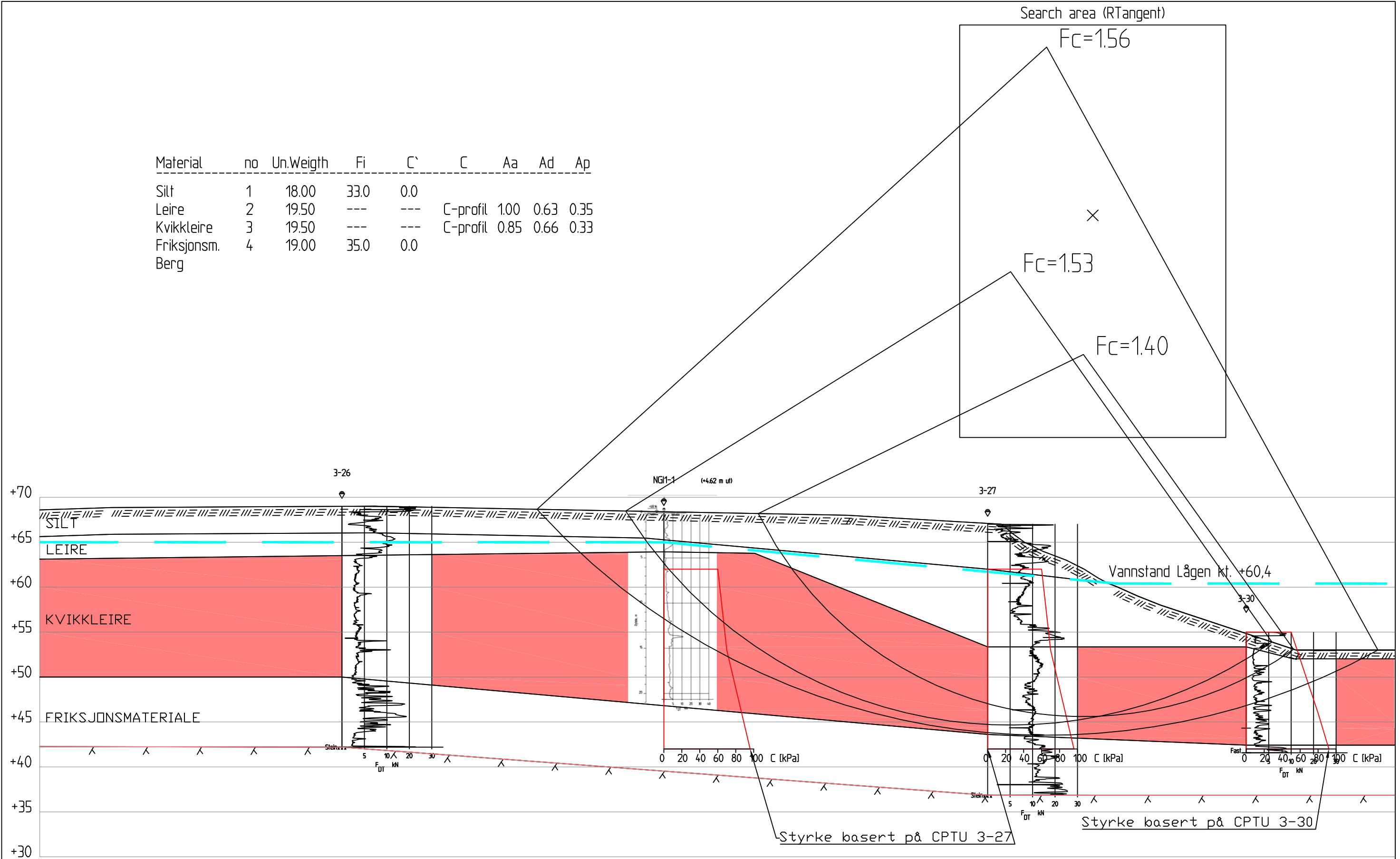
RAMBOLL
 Rambøll AS - Region Midt-Norge
 P.b. 9420 Sluppen
 Mellomila 79, N-7493 Trondheim
 TLF: 73 84 10 00 - FAX: 73 84 10 60
 www.ramboll.no

OPPDRAG
 Hvitvingfoss, kvikkleireutredning
 OPPDRAGSGIVER
 NVE - Region Sør

INNHOOLD
 Profil 3A
 Udrenert ADP-analyse
 Med tiltak

OPPDRAG NR. 6120285	MÅLESTOKK 1:400	BLAD NR.	AV
TEGNING NR. 5002			REV. 0

Material	no	Un.Weigth	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Silt	1	18.00	33.0	0.0				
Leire	2	19.50	---	---	C-profil	1.00	0.63	0.35
Kvikkleire	3	19.50	---	---	C-profil	0.85	0.66	0.33
Friksjonsm. Berg	4	19.00	35.0	0.0				

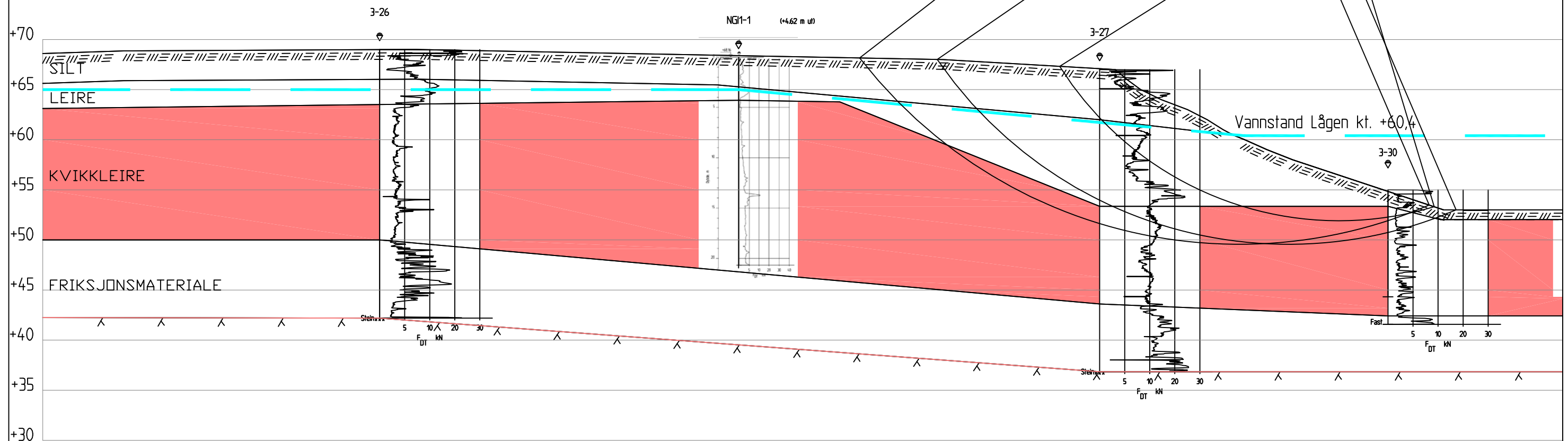


Profil 30
1 : 400

			OPPDRAG Hvittingfoss, kvikkleireutredning		INNHOLD PROFIL 30 Drenert AFI-analyse Dagens situasjon		OPPDRAG NR. 6120285	MÅLESTOKK 1:400	BLAD NR. 01	AV 01
0 REV.	10.5.2018 DATO	ENDRING	JHET TEGN	MTV KONTR	MTV GODKJ	OPPDRAGSGIVER NVE - Region Sør		TEGNING NR. 5004		REV. 0
TEGNINGSSTATUS										

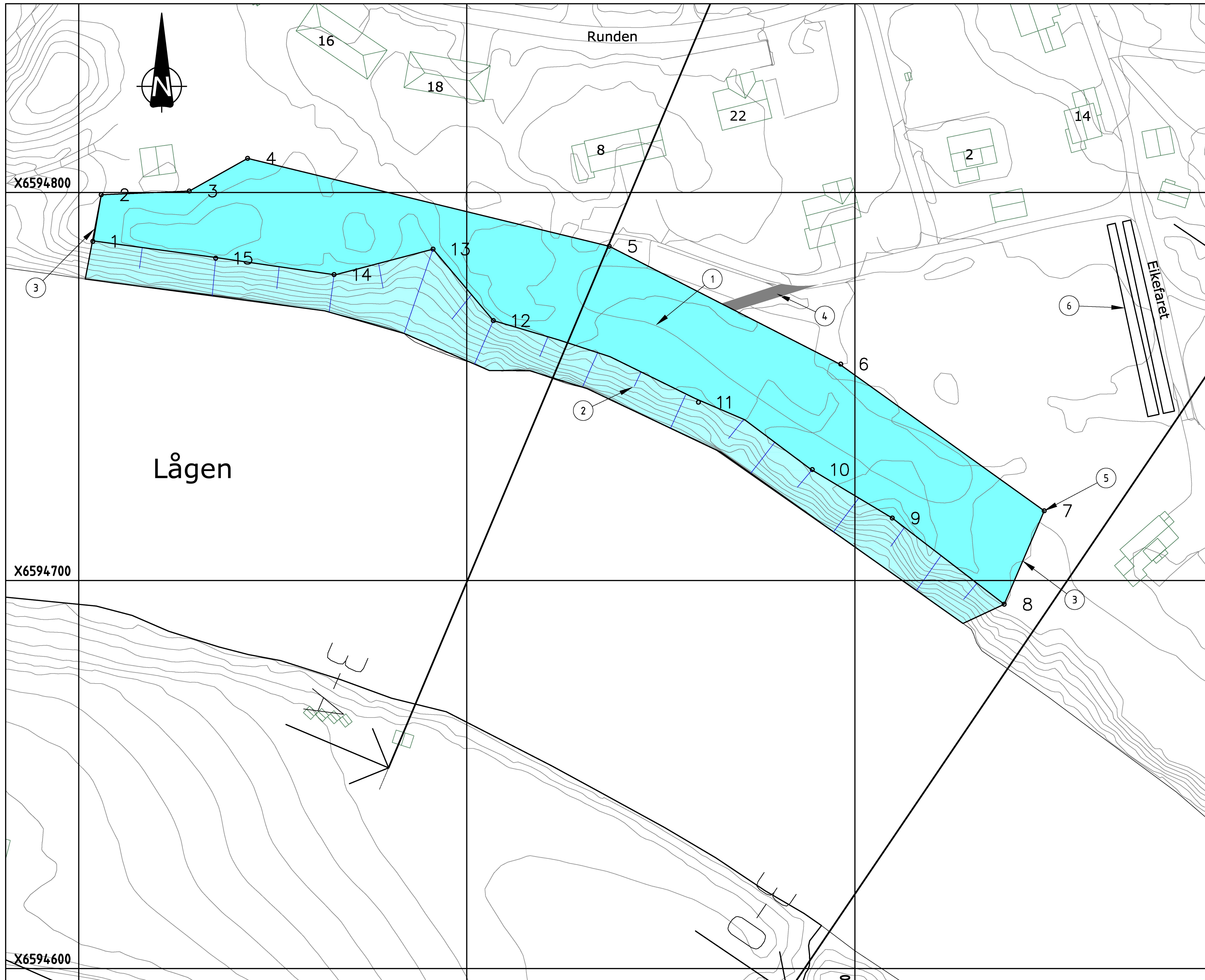
Material	no	Un.Weigth	Fi	C'
Silt	1	18.00	33.0	0.0
Leire	2	19.50	28.8	5.5
Kvikkleire	3	19.50	24.0	4.5
Friksjonsm.	4	19.00	35.0	0.0
Berg				

Search area (RTangent)
 $FC \varphi = 1.62$
 $FC \varphi = 1.53$
 $FC \varphi = 1.41$



Profil 30
1 : 400

			OPPDRAG Hvittingfoss, kvikkleireutredning		INNHOLD PROFIL 30 Drenert AFI-analyse Dagens situasjon		OPPDRAG NR. 6120285	MÅLESTOKK 1:400	BLAD NR. 01	AV 01
0 REV.	10.5.2018 DATO	ENDRING	JHET TEGN	MTV KONTR	MTV GODKJ	OPPDRAGSGIVER NVE - Region Sør		TEGNING NR. 5005		REV. 0
TEGNINGSSTATUS										



ANMERKNINGER:

PROSJEKTERINGSGRUNNLAG:
 - NS-EN 1990-1999 (EUROKODER)
 - NVE, 7/2014 SIKKERHET MOT KVIKKLEIRESKRED, APRIL 2014
 - NVE, 4/2009 EROSIJONSSIKRINGER AV STEIN, NOVEMBER 2009
 - NS 3420 BESKRIVELSESTEKSTER FOR BYGG, ANLEGG OG INSTALLASJONER, 2017
 - STATENS VEGVESEN HÅNDBOK V220, GEOTEKNIKK I VEGBYGGING, JUNI 2010
 - STATENS VEGVESEN HÅNDBOK V221, GRUNNFORSTERKNING, Fyllinger og skrånninger, JUNI 2014

- ① NEDPLANERING AV DAGENS TERRENG MED 2 METER
 MASSER FRA NEDPLANERINGEN FRAKTES BORT UTEN MELLOMLAGRING.
 OMRÅDET MÅ IKKE BELASTES MED MASSER ELLER TUNGE MASKINER FØR
 NEDPLANERINGEN ER STARTET.
 OMRÅDET KAN BENYTTES TIL MELLOMLAGRING AV MASSER, ETTER AT
 NEDPLANERING ER FERDIG UTFØRT. MAKSIMAL HØYDE TILSVARENDE
 OPPRINNELIG TERRENG.
- ② UTSLAKING AV SKRÅNING NED MOT LÅGEN TIL HELNING 1:2
- ③ UTSLAKING AV SKRÅNING OG NEDPLANERING SPLEISES MOT EKSISTERENDE
 TERRENG
- ④ MULIG TILKNYTTING FOR ANLEGGSVVEIER PÅ OMRÅDET. ANLEGGSVVEIER MÅ IKKE
 MEDFØRE ØKT BELASTNING PÅ SKRÅNINGER.
- ⑤ KOORDINATER FOR NEDPLANERING ER GITT I VEDLEGG 4
- ⑥ VEGETASJONSDÉKKE KAN LEGGES I RANKER OG MELLOMLAGRES LANGS
 EIKEFARET

NBI ARBEIDENE MÅ UTFØRES VARSOMT DA DAGENS STABILITET VURDERES
 SOM ANSTRENGT

SE TEGNING 5011 FOR ARBEIDSREKKEFØLGE

HENVISNINGER:

5011 - PROFIL 3A - SIKRINGSTILTAK
 G-NOT-005 - SIKRINGSTILTAK - EVJU

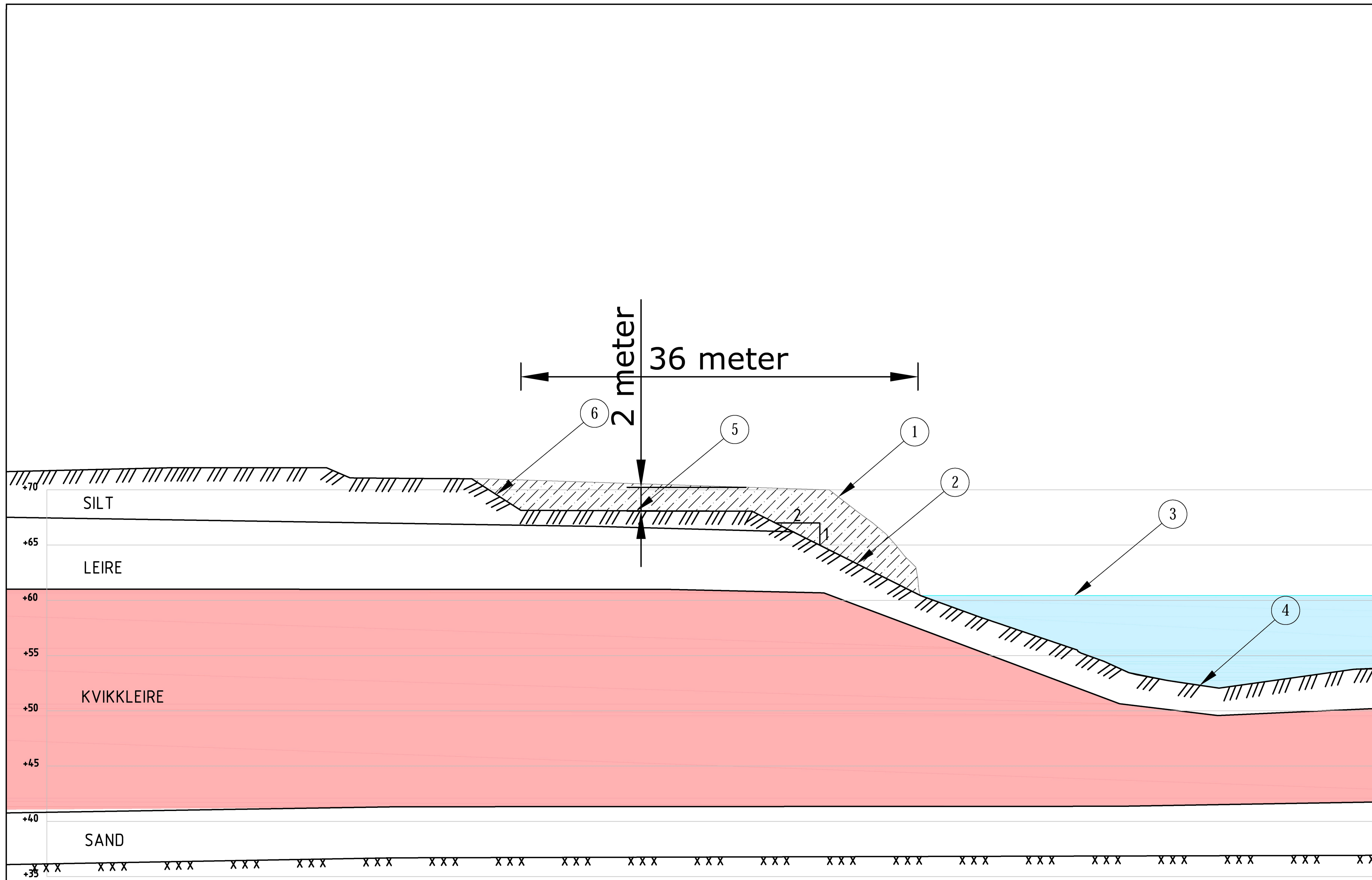
0	28.5.2018		JHET	MTV	MTV
REV.	DATO	ENDRING	TEGN	KONTR	GODKJ
TEGNINGSSTATUS ARBEIDSTEGNING					

RAMBOLL
 Rambøll Norge AS
 P.b. 9420 Torgarden
 7493 Trondheim
 TLF: 73 84 10 00
 www.ramboll.no

OPPDRAG
Hvittingfoss, kvikkleireutredning
 OPPDRAGSGIVER
NVE, region sør

INNHOOLD
SITUASJONSPLAN
 Utslaking av skrånning ned mot Lågen
 Nedplanering av terreng
 Omfang av utslaking og nedplanering er vist

OPPDRAG NR. 6120285	MÅLESTOKK 1:500 (A1)	BLAD NR. 01	AV 01
TEGNING NR. 5010			REV. 0



ANMERKNINGER:

- PROSJEKTERINGSGRUNNLAG:
 - NS-EN 1990-1999 (EUROKODER)
 - NVE, 7/2014 SIKKERHET MOT KVIKKLEIRESKRED, APRIL 2014
 - NVE, 4/2009 EROSJONSSIKRINGER AV STEIN, NOVEMBER 2009
 - NS 3420 BESKRIVELSESTEKSTER FOR BYGG, ANLEGG OG INSTALLASJONER, 2017
 - STATENS VEGVESEN HÅNDBOK V220, GEOTEKNIKK I VEGBYGGING, JUNI 2010
 - STATENS VEGVESEN HÅNDBOK V221, GRUNNFORSTERKNING, Fyllinger og skrånninger, JUNI 2014

- ① EKSISTERENDE TERRENG
- ② PLANLAGT TERRENG
- ③ VANNSTAND I LÅGEN
- ④ ELVEBUNN - EROSJONSSIKRING VURDERES SEPARAT
- ⑤ TERRENGET SKAL GENERELT NEDPLANERES 2 METER
NEDPLANERINGEN TRAPPESS NED OG AVSLUTTES I SØRØST MOT KOTE +68,0
SE TEGNING 5010 FOR OMFANG AV NEDPLANERINGEN
- ⑥ UTGRAVINGEN SPLEISES PÅ EN NATURLIG MÅTE MOT TERRENGET

NB! ARBEIDENE MÅ UTFØRES VARSOMT DA DAGENS STABILITET VURDERES SOM ANSTRENGT.

ARBEIDSREKKEFØLGE:

- 1) NEDPLANERINGEN TILTAR FØRST I SØRØSTLIG DEL AV OMRÅDET
- 2) ETTER NEDPLANERINGEN ER FULLFØRT TILTAR UTSLAKING AV SKRÅNINGEN
- 3) VEGETASJON OG ORGANISK MATERIALE FJERNES FRA SKRÅNINGEN HELT NED TIL ELVEKANTEN.
- 4) VEGETASJONSDÉKKE LEGGES TILBAKE OG VEGETASJON REETABLERES. ANLEGGSGVEGER FJERNES OG OMRÅDET REETABLERES.

HENVISNINGER:

- 5010 - SITUASJONSPLAN
- G-NOT-004 - SIKRINGSTILTAK - EVJU

00	03.08.2018		MTV	TFK	MTV
REV.	DATO	ENDRING	TEGN	KONTR	GODKJ
TEGNINGSSTATUS		Arbeidstegning			

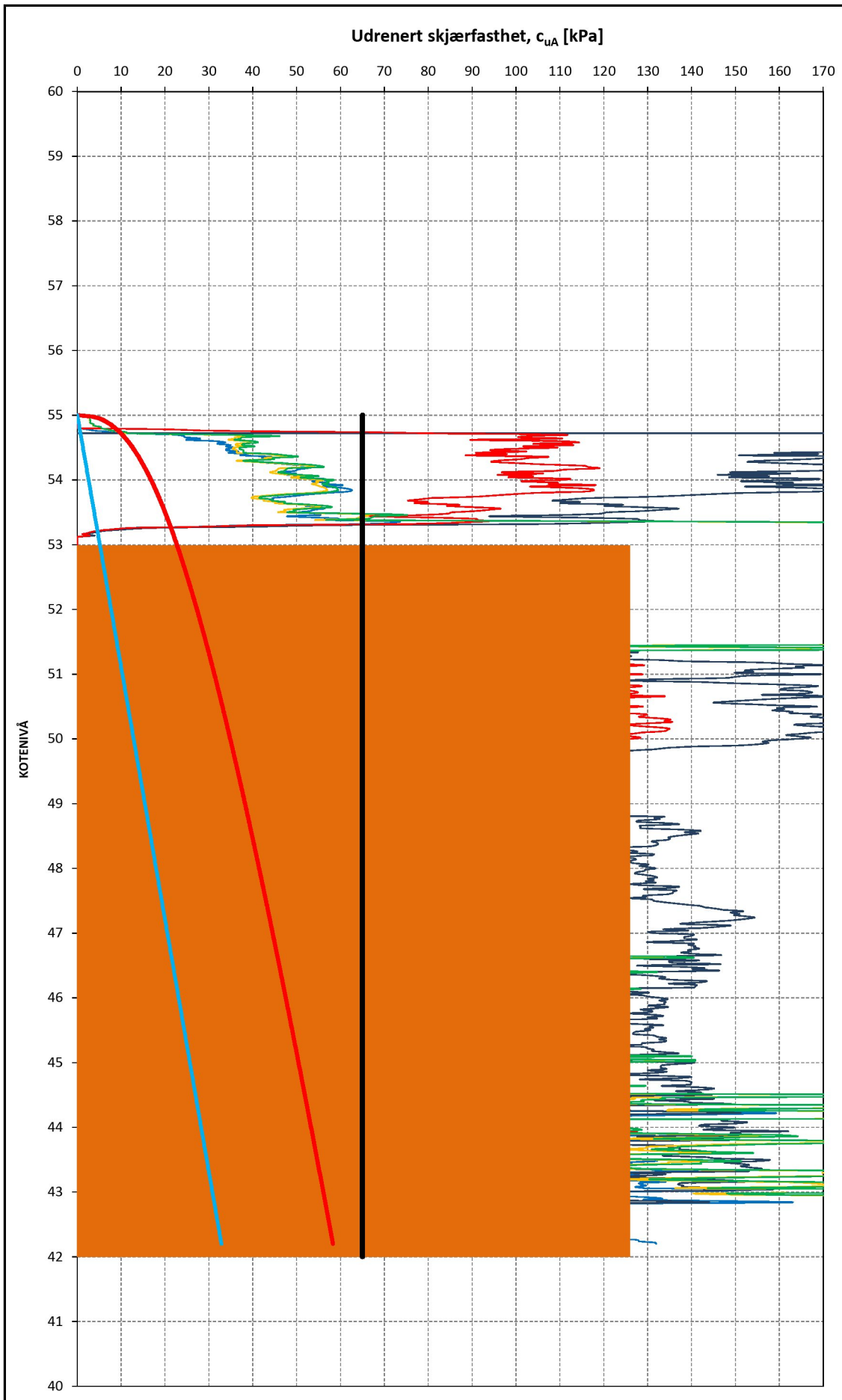
RAMBOLL
 Rambøll AS - Region Midt-Norge
 P.b. 9420 Sluppen
 Mellomila 79, N-7493 Trondheim
 TLF: 73 84 10 00 - FAX: 73 84 10 60
 www.ramboll.no

OPPDRAG
 Hvittingfoss, kvikkleireutredning

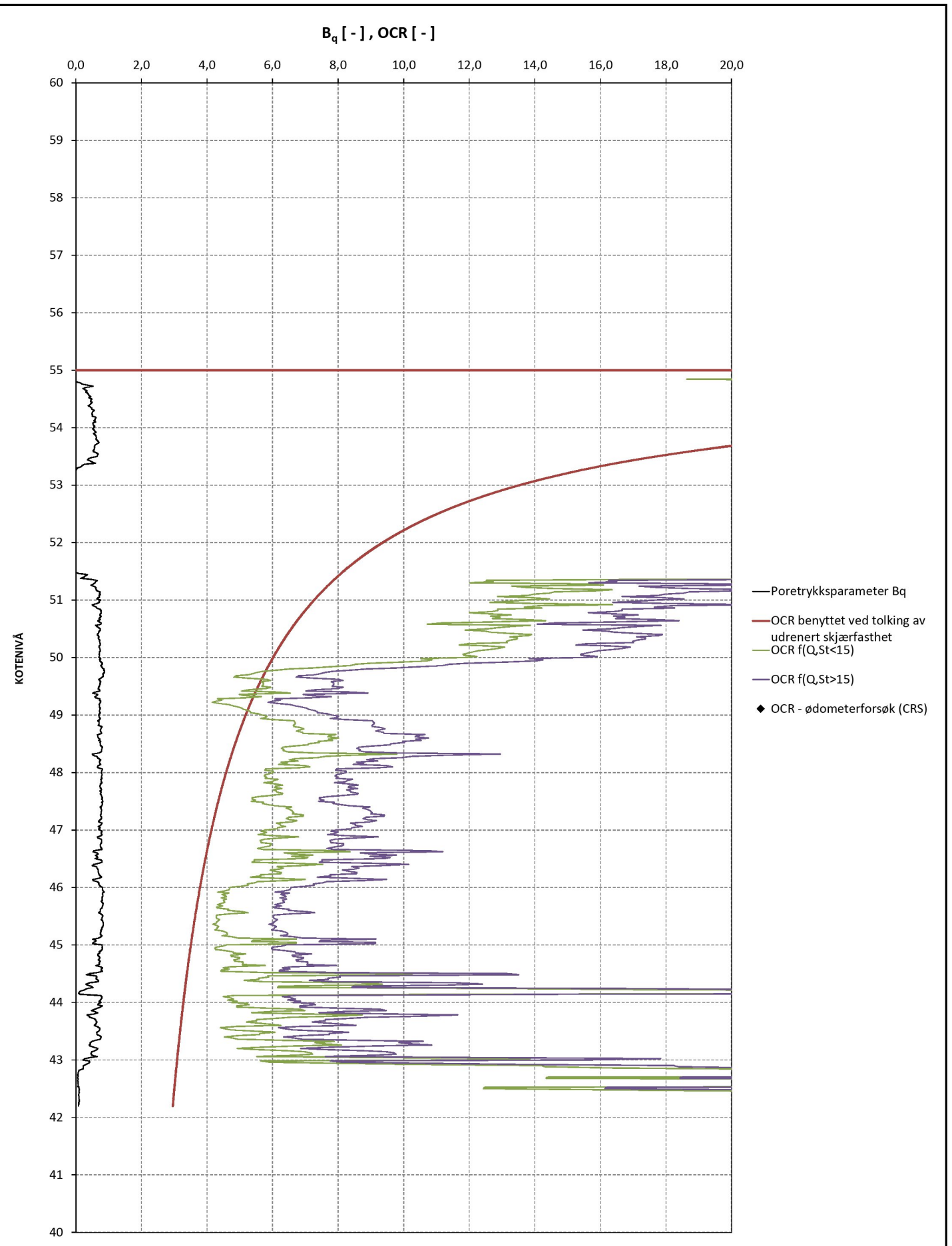
OPPDRAGSGIVER
 NVE, region sør

INNHOOLD
PROFIL 3A - SIKRINGSTILTAK
 Utslaking av skrånning ned mot Lågen
 Nedplanering av terreng

OPPDRAG NR. 6120285	MÅLESTOKK 1:200	BLAD NR. -	AV -
TEGNING NR. 5011		REV. 0	



- $N\Delta U = 4.5 + 4.0 * B_q$
- $Ndu = 6.9 - 4.0 * \log(OCR) + 0.07 * I_p - St < 15$
- $Nkt = 7.8 + 2.5 * \log(OCR) + 0.082 * I_p - St < 15$
- $Ndu = 9.8 - 4.5 * \log(OCR) - St > 15$
- $Nkt = 8.5 + 2.5 * \log(OCR) - St > 15$
- ▨ Kvikkleire/Sprøbruddmateriale
- CAUc - treaksialforsøk
- ◆ Konus * CuA / CuD
- Enaks * CuA / CuD
- SHANSEP
- $0,27 * p_0'$
- Designlinje



- Poretrykksparameter B_q
- OCR benyttet ved tolking av udrenert skjærfasthet
- OCR f(Q, St < 15)
- OCR f(Q, St > 15)
- ◆ OCR - ødometerforsøk (CRS)

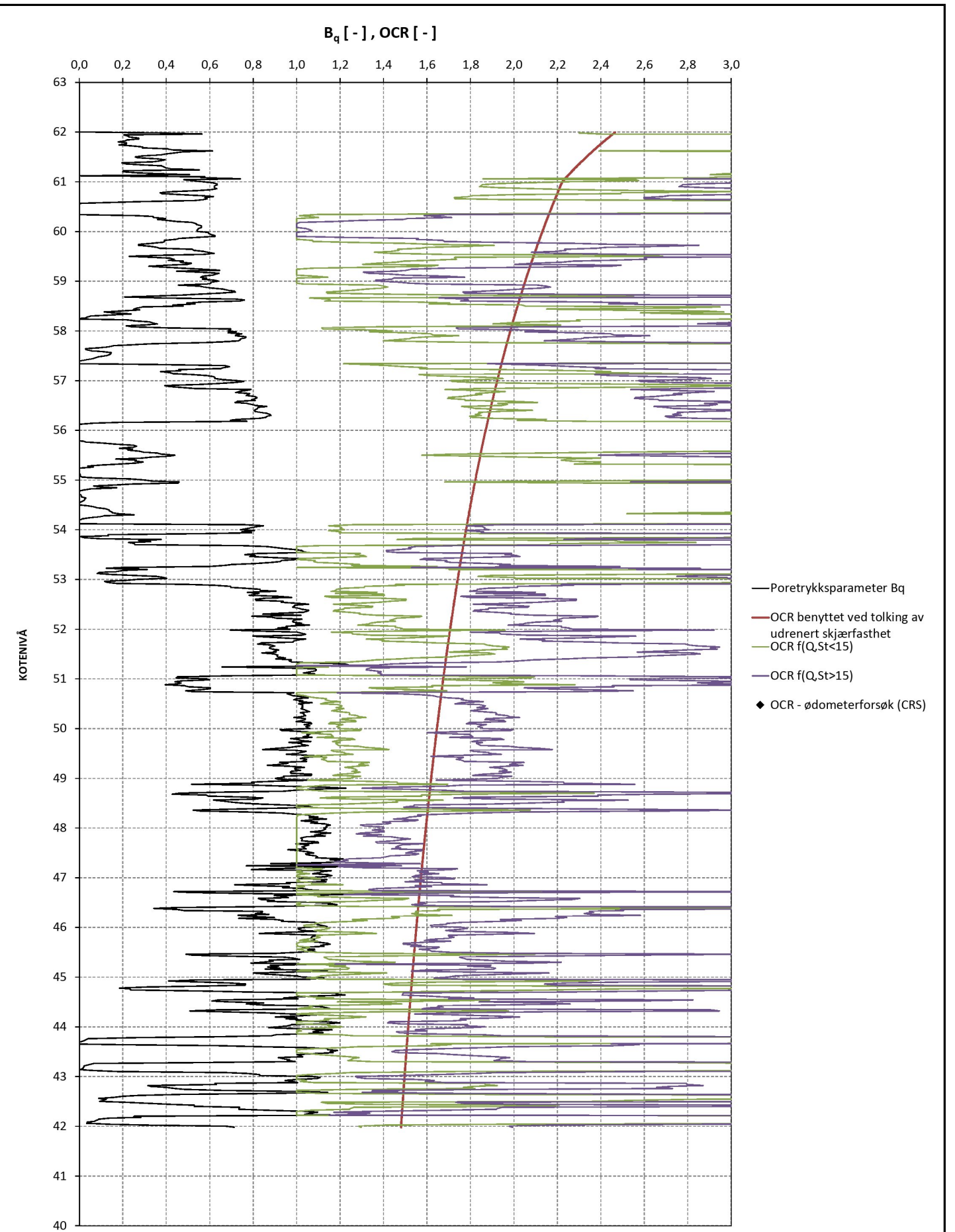
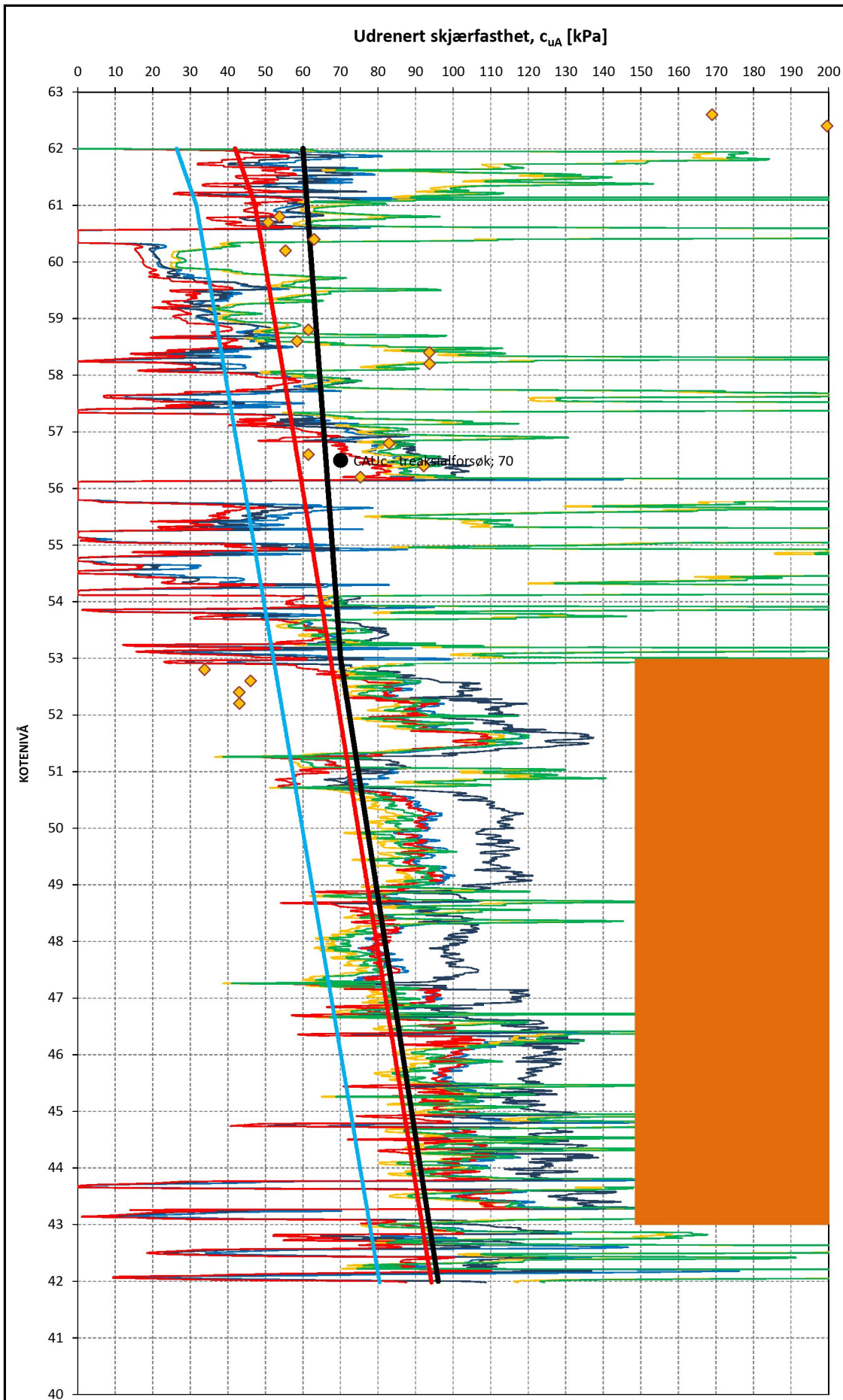
Tolkningsgrunnlag

In-situ poretrykk: Sjøboring, dybde Hw=6m Grunnvannstand [Z]: 0 m Overkonsolidering: Tidligere terreng kote +83, GV[z] = 0 m Plastisitetsindeks, I_p: Konstant, $I_p = 15$	Romvekt: Konstant, 19,5 kN/m ³ SHANSEP-normalisering: $\alpha = 0,25$ $\beta = 0,6$ Verdier for enaks/konus anses representative for direkte skjærfasthet og er derfor korrigert med anisotropiforholdet CuD/CuA = 0,65	
--	--	--

Designlinje, c_{uA}	
Kote	c_{uA}
55,0	65,0
42,0	65,0



NVE		Oppdrag 6120285
Hvittingfoss		Tegn./kontr. JHET/MTV
Borpunkt: 3-15-	Terrengekote: 55,0	Vedlegg 1
Tolking/presentasjon av CPTU		Dato
Udrenert skjærfasthet og OCR		10.05.2018
		Tegn. Nr. -



Tolkningsgrunnlag

In-situ poretrykk: Hydrostatisk
 Grunnvannstand [Z]: 6 m
 Overkonsolidering: $\Delta p' = 143$ kPa
 Plastisitetsindeks, I_p : Konstant, $I_p = 15$

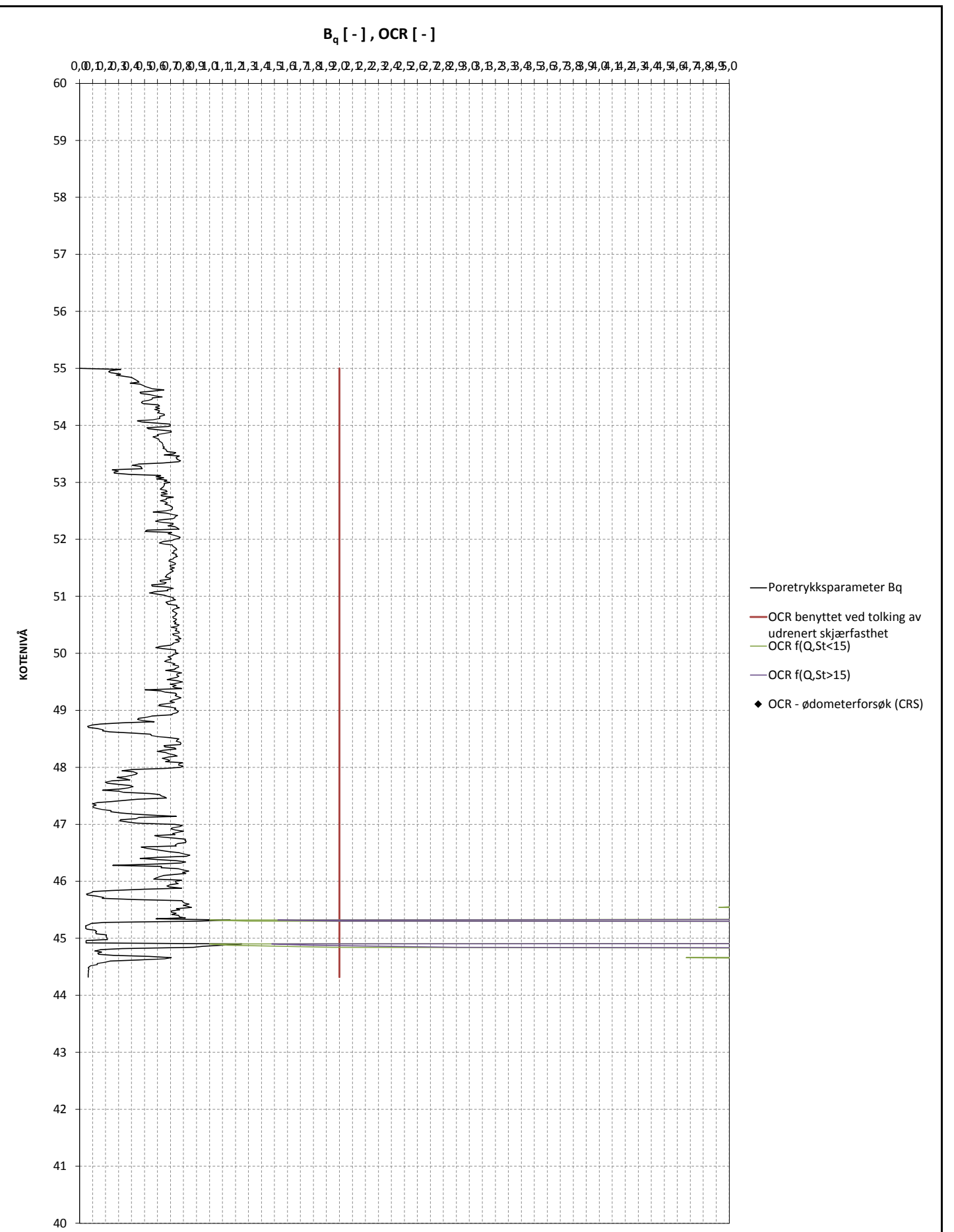
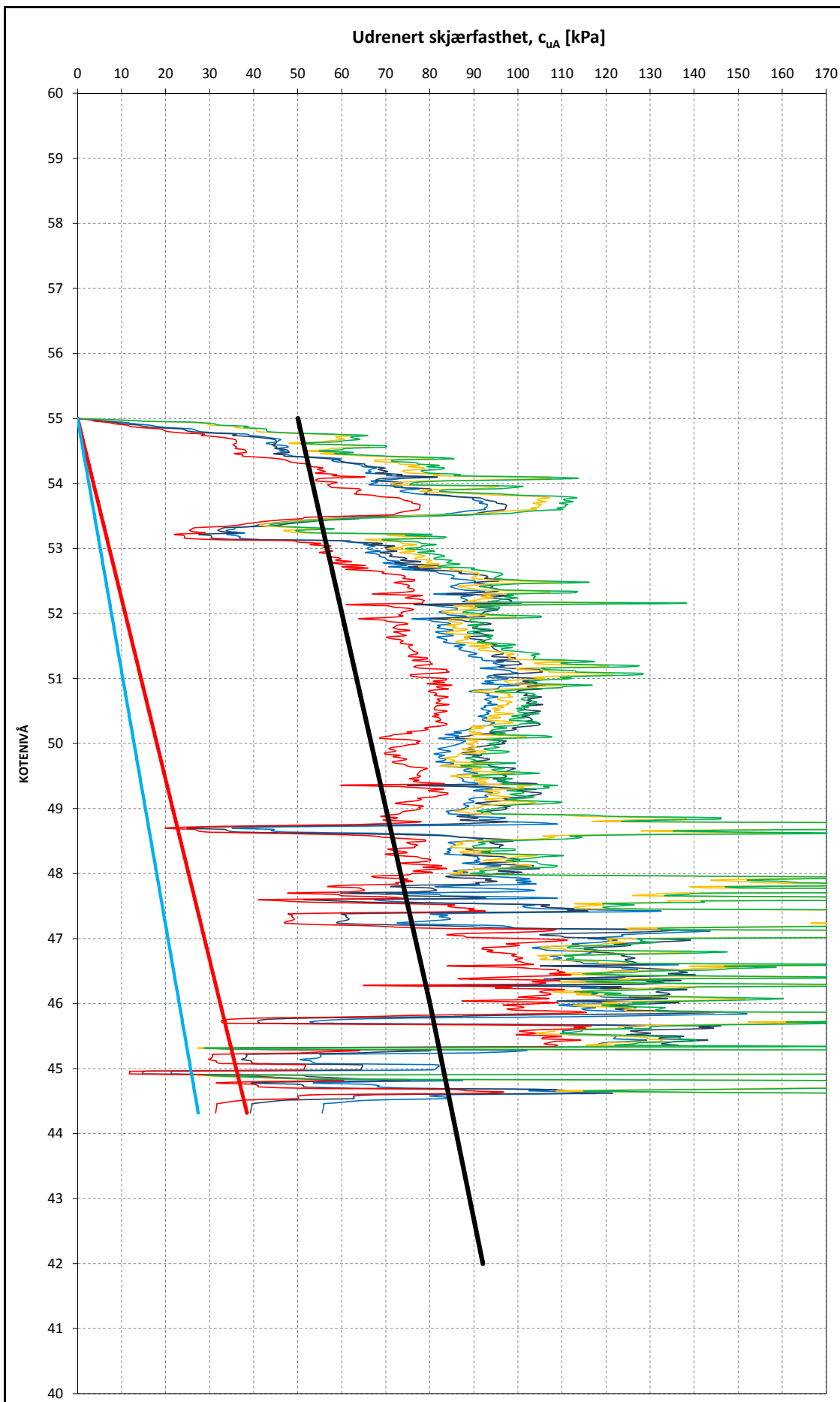
Romvekt: Konstant, 19,5 kN/m³
 SHANSEP-normalisering: $\alpha = 0,25$ $\beta = 0,6$
 Verdier for enaks/konus anses representative for direkte skjærfasthet og er derfor korrigert med anisotropiforholdet $CuD/CuA = 0,65$

Designlinje, c_{uA}	Kote	c_{uA}
	62,0	60,0
	53,0	70,0
	42,0	96,0



NVE
 Hvitvingfoss
 Borpunkt: 3-27- | Terrengekote: 67,0
 Tolking/presentasjon av CPTU
 Udrenert skjærfasthet og OCR

Oppdrag 6120285	Tegn./kontr. JHET/MTV	Vedlegg 2
Dato 10.05.2018	Tegn. Nr. -	



Tolkningsgrunnlag

In-situ poretrykk: Sjøboring, dybde Hw=5m
Grunnvannstand [Z]: 0 m
Overkonsolidering: Konstantverdi OCR = 2
Plastisitetsindeks, I_p : Konstant, $I_p = 15$

Romvekt: Konstant, 19,5 kN/m³
SHANSEP-normalisering: $\alpha = 0,25$ $\beta = 0,6$
 Verdier for enaks/konus anses representative for direkte skjærfasthet og er derfor korrigert med anisotropiforholdet CuD/CuA = 0,65

Designlinje, c_{uA}	
Kote	c_{uA}
55,0	50,0
46,0	80,0
42,0	92,0



NVE
Hvittingfoss
 Borpunkt: 3-30- Terrengekote: 55,0
 Tolking/presentasjon av CPTU
 Udrenert skjærfasthet og OCR

Oppdrag 6120285	Tegn./kontr. JHET/MTV	Vedlegg 3
Dato 10.05.2018	Tegn. Nr. -	

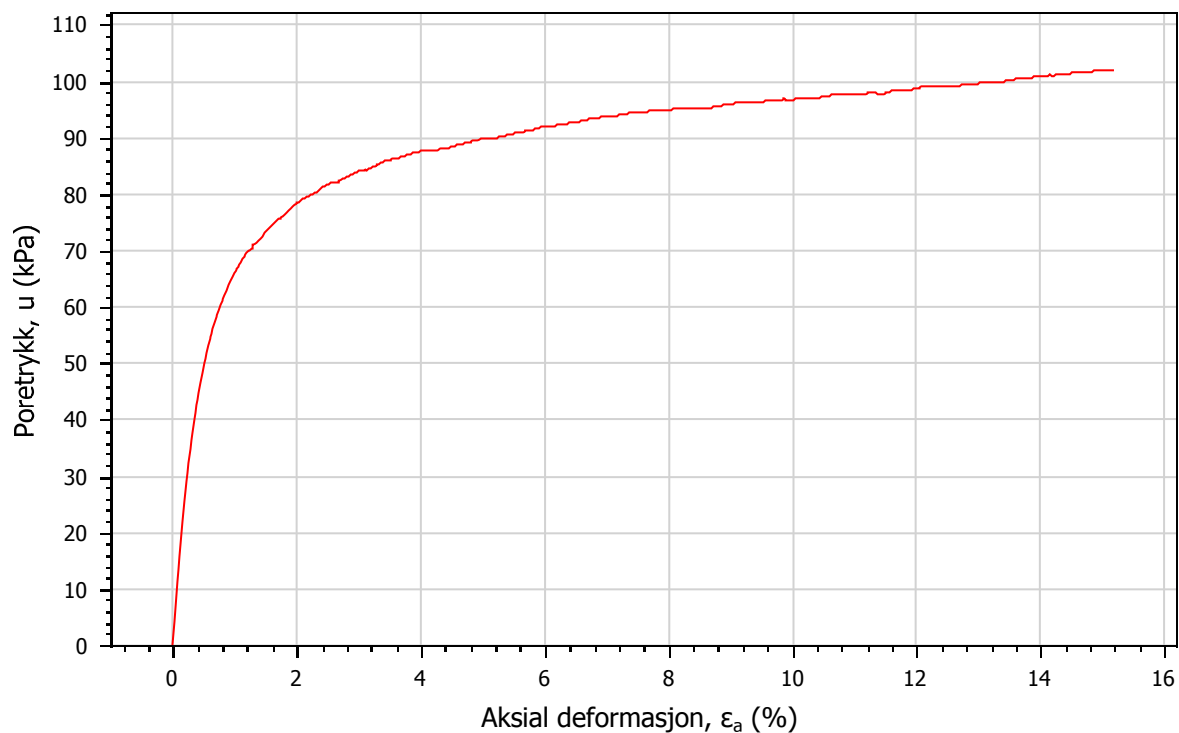
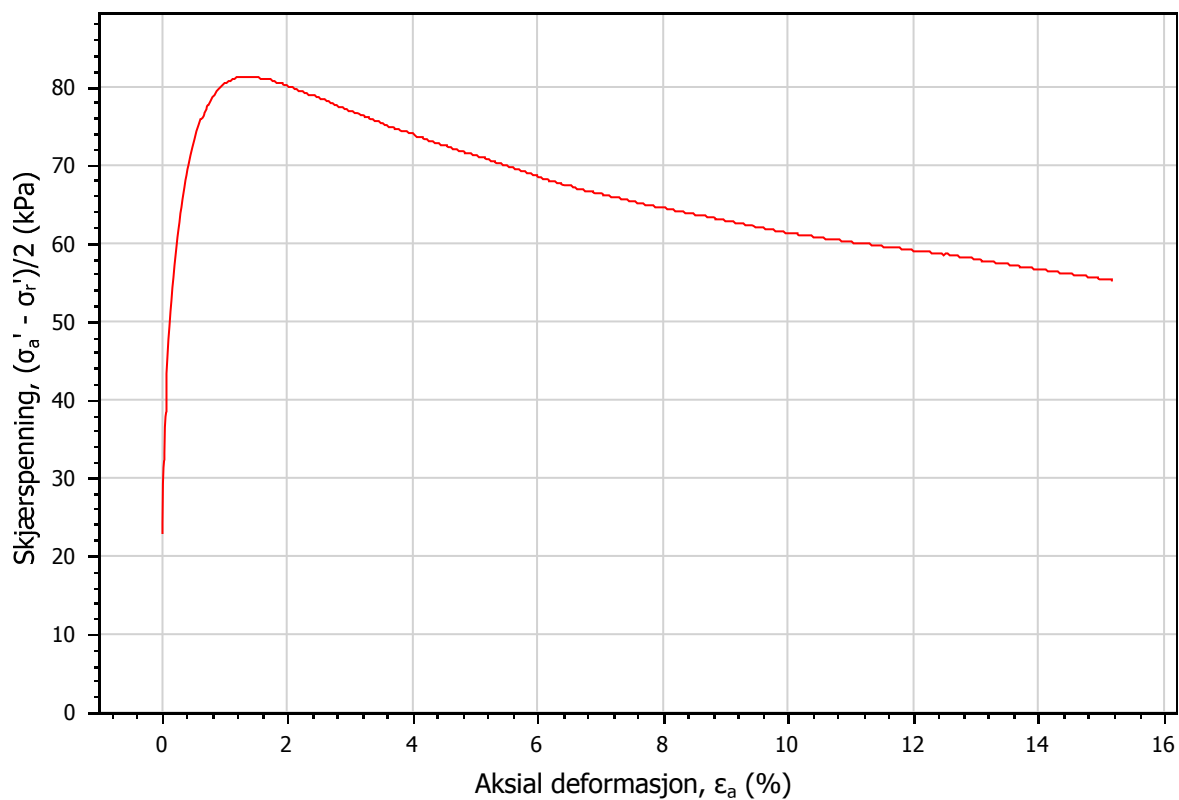


Vedlegg 4 - Koordinatliste for nedplanering

Objekt	Punktnr.	X	Y	Z
Nedplanering	1	6594787.4	556503.6	Eks.terreng senkes 2 meter (måles inn før og etter)
Nedplanering	2	6594799.4	556505.8	Eks.terreng senkes 2 meter (måles inn før og etter)
Nedplanering	3	6594800.4	556528.5	Eks.terreng senkes 2 meter (måles inn før og etter)
Nedplanering	4	6594808.8	556543.5	Eks.terreng senkes 2 meter (måles inn før og etter)
Nedplanering	5	6594786.1	556636.7	Eks.terreng senkes 2 meter (måles inn før og etter)
Nedplanering	6	6594755.8	556696.4	Eks.terreng senkes 2 meter (måles inn før og etter)
Nedplanering	7	6594718.0	556748.8	Eks.terreng senkes 2 meter (måles inn før og etter)
Nedplanering	8	6594693.9	556738.5	Eks.terreng senkes 2 meter (måles inn før og etter)
Nedplanering	9	6594716.1	556709.7	Eks.terreng senkes 2 meter (måles inn før og etter)
Nedplanering	10	6594728.6	556689.0	Eks.terreng senkes 2 meter (måles inn før og etter)
Nedplanering	11	6594745.9	556659.7	Eks.terreng senkes 2 meter (måles inn før og etter)
Nedplanering	12	6594767.0	556606.9	Eks.terreng senkes 2 meter (måles inn før og etter)
Nedplanering	13	6594785.4	556591.3	Eks.terreng senkes 2 meter (måles inn før og etter)
Nedplanering	14	6594778.8	556565.8	Eks.terreng senkes 2 meter (måles inn før og etter)
Nedplanering	15	6594783.0	556535.3	Eks.terreng senkes 2 meter (måles inn før og etter)

UTM Sone 32V

Vedlegg 5.1



NVE HVITTINGFOSS

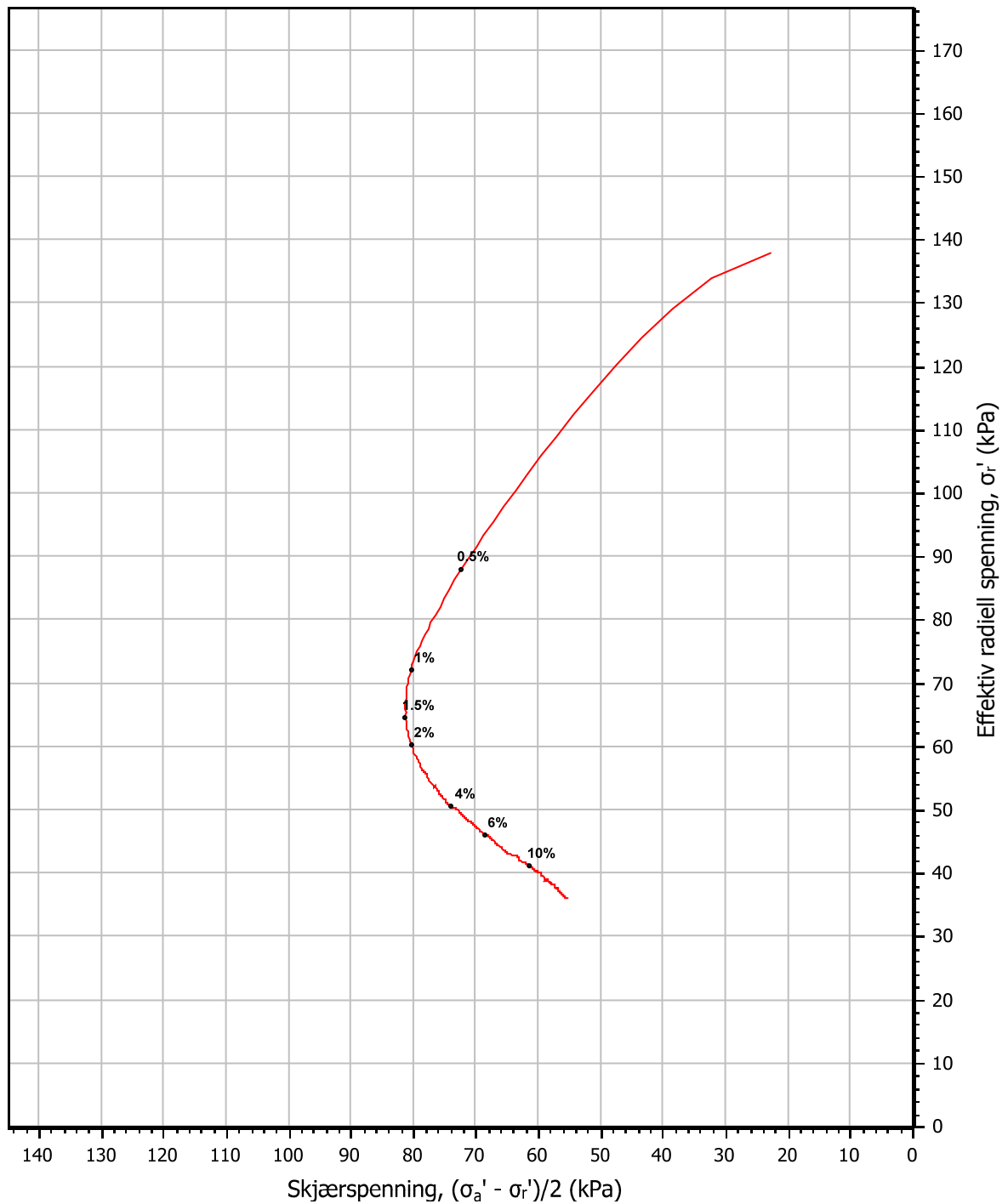
Treaksialforsøk

Prøveserie
3-27

Dybde
10,5

Oppdrag nr.
1718

Dato
20.11.2017



$$\sigma_{ac}' = 184 \text{ kN/m}^2$$

$$\sigma_{rc}' = 138 \text{ kN/m}^2$$

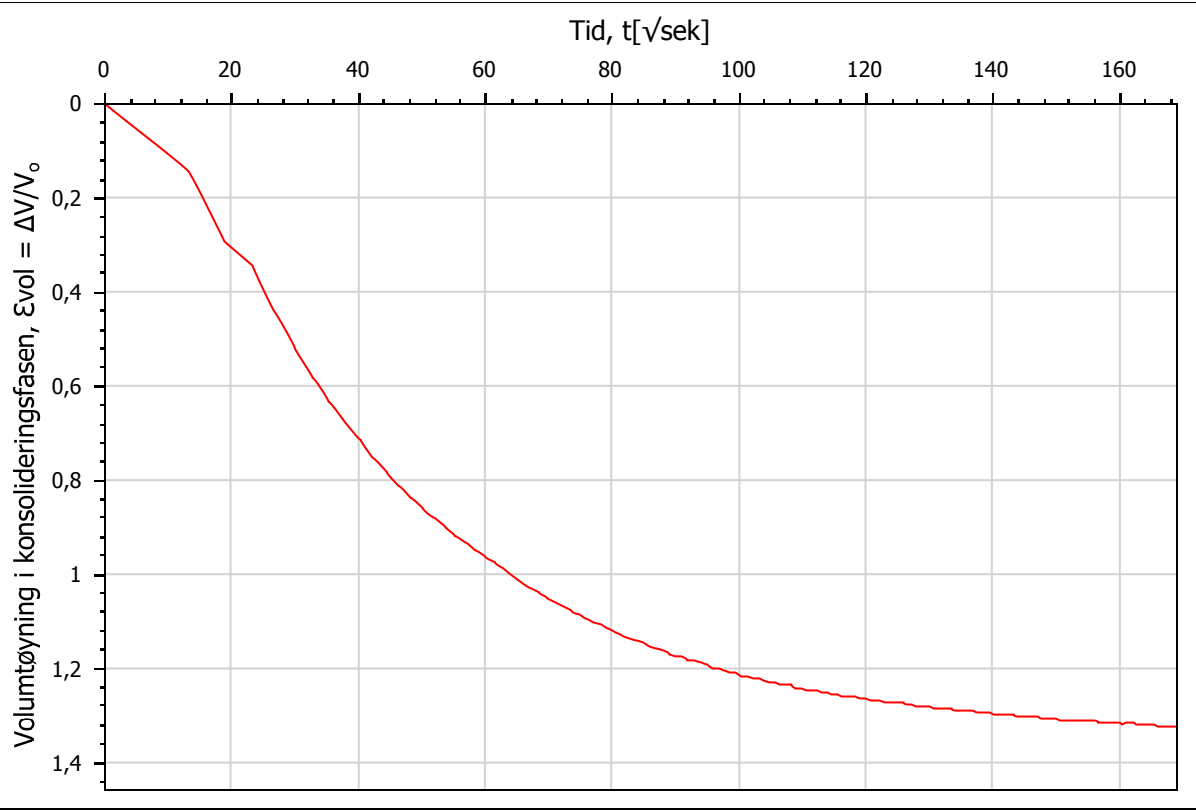
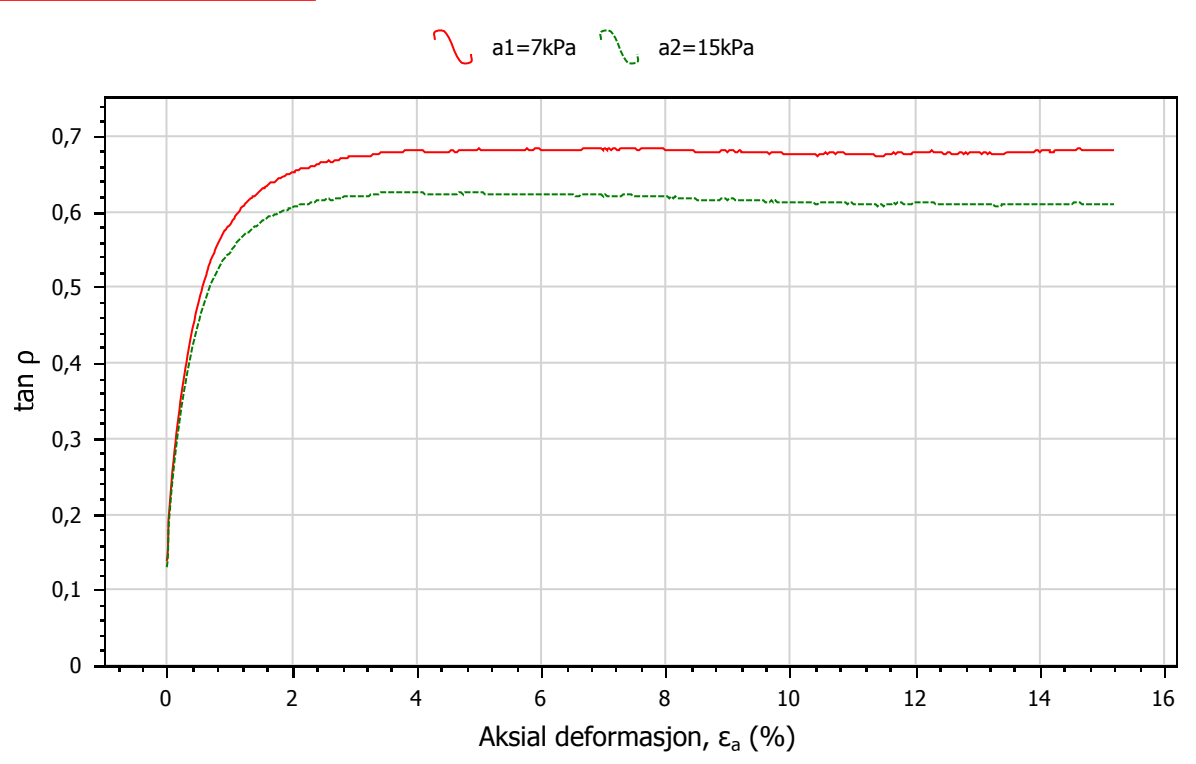
$$W_i = 28,5 \%$$

NVE HVITTINGFOSS

Treaksialforsøk

Prøveserie 3-27	Dybde 10,5	Oppdrag nr. 1718	Dato 20.11.2017
--------------------	---------------	---------------------	--------------------

Vedlegg 5.3



NVE HVITTINGFOSS			
Treaksialforsøk			
Prøveserie 3-27	Dybde 10,5	Oppdrag nr. 1718	Dato 20.11.2017

KONTROLLPLAN

Sikringstiltak Evju

GEOTEKNISK OPPFØLGING UNDER UTFØRELSE

6120285 nr. 02 dat. 06.06.2018

NØKKELINFORMASJON:

OPPDRAGET

OPPDRAKSGIVER:	NVE Region Sør
PROSJEKT NAVN/NR:	Hvittingfoss, kvikkleireutredning
PLANSTATUS:	Arbeidsgrunnlag
RAMBØLL OPPDRAGSNR.:	6120285
RAMBØLL OPPDRAGSLEDER:	Morten Tveit
OPPDRAKSGIVER REPRESENTANT:	
KONTROLLINGENIØR:	
DATO UTFØRT KONTROLL:	

DOKUMENT(ER) SOM GRUNNLAG FOR UTFØRT KONTROLL

DOKUMENT NR./DATO:	DOKUMENTTITTEL:	UTARBEIDET AV:
6120285/G-not-005	Sikringstiltak – Evju, datert 1.6.2018	Rambøll
6120285/G-rap-04-rev01	Hvittingfoss – Kvikkleireutredning Evju og Evjutunet, datert 06.07.2015	Rambøll
Teknisk notat 20120427-04	Gjennomgang av Geoteknisk rapport Evju, datert 27.05 2014.	NGI
784-211	Grunnundersøkelser kvikkleiresone 1330 Myrahaugen. Datert 20.09.2012	GeoStrøm
-Ikke rapportert-	Grunnundersøkelse i kvikkleiresone 1881 Evju. Supplerende grunnundersøkelser punkt 3-15, 3-25 til 3-30, 2017-2018	GeoStrøm

KORT BESKRIVELSE AV/BAKGRUNN FOR KONTROLLERT PROSJEKT

Rambøll har på oppdrag av NVE prosjektert sikringstiltak for kvikkleiresonen 1881 Evju. Oppdraget omfatter utslakning av skråning og nedplanering av terrenget på skråningstoppen. Følgende dokument angir en plan for kontroll og overvåkning ifm. geoteknisk oppfølging for utførelse for anleggsarbeidene ved Evju. Kontroll iht. SAK 10 er ikke beskrevet i dette dokumentet.

SJEKKLISTE FOR GEOTEKNISK UTFØRELSESKONTROLL**Sikringstiltak - Evju****Vedlegg nr. 01 til kontrollplan 6120285 nr. 02 dat. 06.06.2018**

Sjekklistens kontrollpunkter bygger på NS-EN 1997-1:2004 +A1:2013+NA:2014 punkt 2.8.

Oppstartsmøte				
ID nr	KONTROLLPUNKT	BESKRIVELSE	KOMMENTAR KONTROLL INKL. AVVIK	DATO & SIGN
1	Oppstartsmøte	Geotekniker og entreprenør skal ha oppstartsmøte før oppstart. Risikomomenter i prosjektet diskuteres. Entreprenør utfører sikker-jobb-analyse.		

Graving og mellomlagring av masser				
ID nr	KONTROLLPUNKT	BESKRIVELSE	KOMMENTAR KONTROLL INKL. AVVIK	DATO & SIGN
2	Graving og mellomlagring av masser	<p>Graving og mellomlagring av masser må avklares med geotekniker dersom de avviker prosjekteringen.</p> <p>Generelt skal det ikke graves i bløte masser. Geotekniker skal kontaktes dersom bløte masser oppdages.</p> <p>Mellomlagring på skråningstopp tillates ikke uten nærmere avtale med geotekniker.</p> <p>Entreprenør skal foreta inspeksjon av terrengoverflaten hver morgen før oppstart av anleggsarbeidene. Sprekker og terrengsetninger skal kartlegges og rapporteres. Ved evt. registreringer skal geotekniker kontaktes for vurdering før igangsetting av arbeidene.</p> <p>Anleggsveier skal etableres uten å føre til økt belastning på eksisterende skråninger.</p> <p>Geotekniker skal befare anlegget regelmessig mens gravearbeidene pågår samt lese av poretryksmålere (ukentlig, eller oftere ved behov).</p>		

Erosjonssikring				
ID nr	KONTROLLPUNKT	BESKRIVELSE	KOMMENTAR KONTROLL INKL. AVVIK	DATO & SIGN
3	Eventuell erosjonssikring	<p>Utlekking av erosjonssikring skal visuelt kontrolleres ved befaring.</p> <p>Tykkelse på og avslutninger av sikringslaget skal kontrolleres og dokumenteres med stikningsdata.</p> <p>Dokumentasjon av benyttet steinmasse skal oversendes byggherre.</p> <p>Geotekniker skal befare anlegget mens erosjonssikringsarbeidene pågår (én til to ganger).</p>		

Avviksbehandling				
ID nr	KONTROLLPUNKT	BESKRIVELSE	KOMMENTAR KONTROLL INKL. AVVIK	DATO & SIGN
4	Avviksbehandling	<p>Utførelse eller grunnforhold som avviker fra prosjekteringsgrunnlaget og forutsetninger skal varsles prosjekterende umiddelbart. Rambølls kontaktperson er:</p> <p>Morten Tveit (95 88 69 75).</p>		