

RAPPORT

E6 Røskaft-Skjerdingstad

OPPDRAAGSGIVER

Statens vegvesen Region midt

EMNE

Vurdering områdestabilitet kvikkleiresone
Forset

DATO / REVISJON: 06. november 2015 / 01

DOKUMENTKODE: 416746-RIG-RAP-009



Multiconsult

Denne rapporten er utarbeidet av Multiconsult i egen regi eller på oppdrag fra kunde. Kundens rettigheter til rapporten er regulert i oppdragsavtalen. Tredjepart har ikke rett til å anvende rapporten eller deler av denne uten Multiconsults skriftlige samtykke.

Multiconsult har intet ansvar dersom rapporten eller deler av denne brukes til andre formål, på annen måte eller av andre enn det Multiconsult skriftlig har avtalt eller samtykket til. Deler av rapportens innhold er i tillegg beskyttet av opphavsrett. Kopiering, distribusjon, endring, bearbeidelse eller annen bruk av rapporten kan ikke skje uten avtale med Multiconsult eller eventuell annen opphavsrettshaver.

RAPPORT

OPPDRAG	E6 Røskaft-Skjerdingstad	DOKUMENTKODE	416746-RIG-RAP-009
EMNE	Vurdering områdestabilitet kvikkleiresone Forset	TILGJENGELIGHET	Åpen
OPPDRAGSGIVER	Statens vegvesen Region midt	OPPDRAGSLEDER	Roar Skulbørstad
KONTAKTPERSON	Magnhild Rømyhr	UTARBEIDET AV	Audun E. Sanda/ Roar Skulbørstad
KOORDINATER	SONE: 32V ØST: 5641 NORD: 70102	ANSVARLIG ENHET	3012 Midt Geoteknikk
GNR./BNR./SNR.	65 / 1 / / Melhus		

SAMMENDRAG

Statens vegvesen Region midt (SVV) planlegger ny E6 fra Røskaft til Skjerdingstad. Det skal bygges ca. 16 km ny veg som 4-felts motorveg med midtdeler. I forbindelse med den nye vegen planlegges det bru over Gaula ved Røskaft fram til Sandbrauta, tunnel med to separate tunnellop på ca. 5 km fra Evjen / Grinni til Losen, to-plankryss med forbindelse over Gaula til eksisterende E6 ved Ler og bru over Gaula fram til et to-plankryss ved Skjerdingstad. Prosjektet omfatter også arbeid med omlegging av fylkesveg 672 og flere lokalveger / gårdsveger.

Multiconsult AS er engasjert av SVV for utføring av supplerende grunnundersøkelser på strekningen, rapportering av disse i tillegg til grunnundersøkelser utført av SVV og å gi en geoteknisk vurdering av planlagt veg.

Foreliggende rapport omhandler geoteknisk vurdering av områdestabilitet av kvikkleiresonen ved Forset og utløpsvurdering av denne i forhold til planlagt veglinje.

Den planlagte veglinjen, 18000, for ny E6 ligger i utløpssonen for tre mulige skredhendelser i kvikkleiresone 449 Forset. Utbyggingen av vegen vil ikke forverre stabiliteten for noen av profilene verken i anleggs- eller driftsfasen, men det må gjennomføres tiltak for å sikre stabiliteten så vegen ikke er i fare for å bli truffet av et skred.

Beregningene viser at stabiliteten er for lav i alle beregningsprofilene utenom profil G-G. Det må følgende gjennomføres stabiliserende terrengtiltak før en utbygging kan starte. Terrengtiltakene vil i hovedsak gjelde terrengavlastninger og motfyllinger i tre av beregningsprofiler. Tiltakene er i følgende størrelsesorden:

- Avlastning ≈ 54 000 m³
- Motfylling ≈ 88 200 m³

I tillegg er det observert flombekker med tegn på aktiv erosjon i ravedalene ved profil 1. Flombekkerne må, i tillegg til terrengtiltakene, erosjonssikres evt. legges i rør.

Basert på utførte grunnundersøkelser og topografiske forhold, er det gjort en vurdering av kvikkleiresonen. Faregrad, konsekvensklasse og risikoklasse har blitt vurdert for dagens situasjon og etter gjennomføring av stabiliserende tiltak. Videre er det utarbeidet et forslag om å redusere kvikkleiresone noe i østre del og utvide den mot sør.

	Før utbygging – uten tiltak	Etter utbygging – med tiltak
Skadekonsekvensklasse	Alvorlig	Meget alvorlig
Faregrad	Middels	Lav
Risikoklasse	3	3

			ACS	RDS	QW
01	06.11.2015	Supplerende grunnundersøkelser ved Flaten. Endring av utløpsvurdering. Reduksjon av terrengtiltak. To ny beregningsprofil ved Flaten	Audun E. Sanda/ Roar Skulbørstad	Roar Skulbørstad	Arne Vik
00	31.08.2015	Rapport områdestabilitet kvikkleiresone Forset	Audun E. Sanda/ Roar Skulbørstad	Roar Skulbørstad	Arne Vik
REV.	DATO	BESKRIVELSE	UTARBEIDET AV	KONTROLLERT AV	GODKJENT AV

INNHOLDSFORTEGNELSE

1	Innledning	6
2	Grunnlag	7
3	Topografi og grunnforhold	8
3.1	Generelt	8
3.2	Grunnvann og poretrykk	9
3.3	Kvikkleiresone Forset	9
4	Sikkerhetsprinsipper	11
4.1	Geotekniske problemstillinger	11
4.2	Geoteknisk prosjektering	11
5	Faregradsevaluering av kvikkleiresone	13
5.1	Generelt	13
5.2	Utbredelse av kvikkleire	13
5.3	Skadekonsekvensevaluering	13
5.4	Faregradsevaluering	13
5.5	Risikoklasseevaluering	14
6	Vurdering av skredtyper og skredutløp	15
6.1	Generelt	15
6.2	Skredtyper	15
6.3	Skredutløp	16
7	Stabilitetsberegninger	21
7.1	Beregningsverktøy	21
7.2	Beregningsprofiler	21
7.3	Materialparametere	21
7.4	Grunnvannstand og poretrykk	21
7.5	Sidefriksjon	21
7.6	Tidligere stabilitetsberegninger	22
7.7	Resultat	23
8	Geoteknisk vurdering	27
8.1	Generelt	27
8.2	Områdestabilitet/Terrengtiltak	27
9	Referanser	28

Tegninger

416746-RIG-TEG	-000	Oversiktskart
	-001.7	Borplan, Profil 11200 – 12450
	-001.8	rev01 Borplan, Profil 12300 – 13400
	-002.1	rev01 Borplan, Profil 11200 – 13000, med klassifisering av borer
	-003.1	rev01 Borplan, Profil 11200 – 13000, med tiltak
	-048.6	CPTU BP. 1081, udrenert skjærfasthet, s_{uA} , korrelert mot S_t , OCR og I_p
	-048.7	CPTU BP. 1081, udrenert skjærfasthet, s_{uA} , verdier fra SHANSEP-analyse
	-048.8	CPTU BP. 1081, prekonsolideringsspenning, p_c'
	-048.9	CPTU BP. 1081, overkonsolideringsforhold, $OCR = \sigma_c' / \sigma_{v0}'$
	-049.6	CPTU BP. 1086, udrenert skjærfasthet, s_{uA} , korrelert mot S_t , OCR og I_p
	-049.7	CPTU BP. 1086, udrenert skjærfasthet, s_{uA} , verdier fra SHANSEP-analyse
	-049.8	CPTU BP. 1086, prekonsolideringsspenning, p_c'
	-049.9	CPTU BP. 1086, overkonsolideringsforhold, $OCR = \sigma_c' / \sigma_{v0}'$
	-050.6	CPTU BP. 1091, udrenert skjærfasthet, s_{uA} , korrelert mot S_t , OCR og I_p
	-050.7	CPTU BP. 1091, udrenert skjærfasthet, s_{uA} , verdier fra SHANSEP-analyse
	-050.8	CPTU BP. 1091, prekonsolideringsspenning, p_c'
	-050.9	CPTU BP. 1091, overkonsolideringsforhold, $OCR = \sigma_c' / \sigma_{v0}'$
	-051.6	CPTU BP. 1092, udrenert skjærfasthet, s_{uA} , korrelert mot S_t , OCR og I_p
	-051.7	CPTU BP. 1092, udrenert skjærfasthet, s_{uA} , verdier fra SHANSEP-analyse
	-051.8	CPTU BP. 1092, prekonsolideringsspenning, p_c'
	-051.9	CPTU BP. 1092, overkonsolideringsforhold, $OCR = \sigma_c' / \sigma_{v0}'$
	-081.1	Kontinuerlig ødometerforsøk PR.1086, d=7,35 m, CRS-rutine. Plott A: σ_{av}' - Z_a , M og C_v .
	-081.2	Kontinuerlig ødometerforsøk PR.1086, d=7,35 m, CRS-rutine. Plott B: σ_{av}' - ϵ_a , k og u_b/σ .
	-095.1	Treaksialforsøk PR. 1086, d=7,25 m. Deviatorspenningsti. NTNU-plott.
	-095.2	Treaksialforsøk PR. 1086, d=7,25 m. Poretrykks- og mobiliseringsforløp.
	-095.3	Treaksialforsøk PR. 1086, d=7,25 m. Vannutpressing – tid, konsolideringsfase.
	-095.4	Treaksialforsøk PR. 1086, d=7,25 m. Tolkning av parametere. NTNU-plott.
	-096.1	Treaksialforsøk PR. 1086, d=7,50 m. Deviatorspenningsti. NTNU-plott.
	-096.2	Treaksialforsøk PR. 1086, d=7,50 m. Poretrykks- og mobiliseringsforløp.
	-096.3	Treaksialforsøk PR. 1086, d=7,50 m. Vannutpressing – tid, konsolideringsfase.
	-096.4	Treaksialforsøk PR. 1086, d=7,50 m. Tolkning av parametere. NTNU-plott.
	-254	rev01 Poretrykksmåling, BP. 1091
	-255	rev01 Poretrykksmåling, BP. 1092
	-256	rev01 Poretrykksmåling, BP. MC1-26
	-259	rev01 Poretrykksmåling, BP. S4-25
	-350.1	Veglinje 18000, Profil 1, stabilitetsberegning dagens situasjon, ADP-analyse
	-350.2	Veglinje 18000, Profil 1, stabilitetsberegning dagens situasjon, AFI-analyse
	-350.3	Veglinje 18000, Profil 1, stabilitetsberegning med tiltak, ADP-analyse
	-350.4	Veglinje 18000, Profil 1, stabilitetsberegning med tiltak, AFI-analyse
	-351.1	Veglinje 18000, Profil 2, stabilitetsberegning dagens situasjon, ADP-analyse
	-351.2	Veglinje 18000, Profil 2, stabilitetsberegning dagens situasjon, AFI-analyse
	-351.3	Veglinje 18000, Profil 2, stabilitetsberegning med tiltak, ADP-analyse
	-351.4	Veglinje 18000, Profil 2, stabilitetsberegning med tiltak, AFI-analyse
	-352.1	Veglinje 18000, Profil D-D, stabilitetsberegning dagens situasjon, ADP-analyse
	-352.2	Veglinje 18000, Profil D-D, stabilitetsberegning dagens situasjon, AFI-analyse
	-352.3	Veglinje 18000, Profil D-D, stabilitetsberegning med tiltak, ADP-analyse
	-352.4	Veglinje 18000, Profil D-D, stabilitetsberegning med tiltak, AFI-analyse
	-353.1	Veglinje 18000, Profil G-G, stabilitetsberegning dagens situasjon, ADP-analyse
	-353.2	Veglinje 18000, Profil G-G, stabilitetsberegning dagens situasjon, AFI-analyse

Vedlegg

- Sikkerhetsprinsipper
- Materialparametere
- Skadekonsekvens-, faregrads- og risikoklassevurdering
- Beregningssnitt P6 og P7 fra NGI (2012), 20101052-00-4-R, E6 Håggåttunnelen-Skjæringstad: Vurdering av skråningsstabilitet ved kvikkleiresonene Kvål og Forset, revisjon 1, juli 2012.

1 Innledning

Statens vegvesen Region midt (SVV) planlegger ny E6 fra Røskaft til Skjerdingstad. Det skal bygges ca. 16 km ny veg som 4-felts motorveg med midtdeler. I forbindelse med den nye vegen planlegges det bru over Gaula ved Røskaft fram til Sandbrauta, tunnel med to separate tunnellop på ca. 5 km fra Evjeøyen til Losen, to-plankryss med forbindelse over Gaula til eksisterende E6 ved Ler og bru over Gaula fram til et to-plankryss ved Skjerdingstad. Prosjektet omfatter også arbeid med omlegging av fylkesveg 672 og flere lokalveger / gårdsveger.

Multiconsult ASA er engasjert av SVV for å utføre av supplerende grunnundersøkelser på strekningen, rapportering av disse i tillegg til grunnundersøkelser utført av SVV og å gi en geoteknisk vurdering av planlagt veg.

Foreliggende rapport omhandler geoteknisk vurdering av områdestabilitet av kvikkleiresonen ved Forset og utløpsvurdering av denne i forhold til planlagt veglinje.

Kvikkleiresonen ved Forset ligger omtrent 1,5 km sør for Kvål sentrum. Utstrekning av sonen er vist på tegning nr. 416746-RIG-TEG-002.1.

Rev 01:

I revisjon 01 er det utført supplerende grunnundersøkelser ved Flaten. Det er boret 2 totalsonderinger samt tatt opp prøveserier i et punkt. Hensikten med de supplerende grunnundersøkelsene er å kartlegge kvikkleireforekomstene rundt Flaten. Videre er det utført beregninger av to profiler (D-D og G-G) fra Flaten og mot planlagt veg. Basert på resultatene av grunnundersøkelsene og beregningene er omfanget av terrengtiltakene ved flaten redusert noe.

For utløpsvurderingene er utløpsdistanse og utløpsform endret noe.

Revidert tekst i rapporten er vist med kursiv.

2 Grunnlag

Multiconsult ASA utførte sommeren og høsten 2014 supplerende grunnundersøkelser for reguleringsplan. *Videre har Statens vegvesen utført supplerende grunnundersøkelser ved Flaten høsten 2015. Resultatene fra grunnundersøkelsene ved Forset er presentert i rapport nr. 416746-RIG-RAP-005.*

Området rundt Forset har blitt undersøkt tidligere av Statens vegvesen, NGI, Rambøll (Kummeneje og Scandiaconsult) og NOTEBY AS (nå en del av Multiconsult ASA). Tidligere geotekniske grunnundersøkelser i området framgår av tabell 1.

Tabell 1 Oversikt over tidligere grunnundersøkelser ved Forset

Rapport nr.	Utførende	Oppdragsnavn	Datert	Indeks på borplan
630353A-01	Scandiaconsult (Rambøll)	Kommunedelplan Ler og Kvål. Grunnundersøkelse. Generell geoteknisk vurdering	12.01.2004	K
411760-1	Multiconsult AS	Kvikkleirekartlegging Melhus	03.07.2006	MC1
37778-1 (Ud585C-01)	NOTEBY AS (Multiconsult ASA)	Fv. 695 Kvålsbrua-Hårråbakken. Forsterkning av eksisterende veg. Grunnundersøkelser. Stabilitetsvurdering	30.04.1992	N1
20101052-00-3-R	NGI	E6 Håggåtunnelen-Skjæringstad	01.06.2011	NGI1
81075-2	NGI	Kartlegging av områder med potensiell fare for kvikkleireskred. Rapporten omfatter kartblad 1621 III Støren.	30.11.1990	NGI2
O.7921	Kummeneje (Rambøll)	Hokseggen, Kvål	1990	R4
O.8482	Kummeneje (Rambøll)	Enebolig Nordang, Kvål	1991	R5
10743-1	Kummeneje (Rambøll)	Sikring/utbedring av adkomstveg til «Haugastølen» - 65/25, Kvål	31.08.1995	R6
2013067522-003 (Ud1000C-01)	Statens vegvesen	Datarapport E6 Haga-Skjæringsstad - Fra tunnel til Kvål	23.12.2013	S2
2013067522-005 (Ud1000D-01)	Statens vegvesen	Datarapport E6 Kvål	23.05.2014	S3
2009067606-006 (Ud906A-006)	Statens vegvesen	E6 Lundamo-Skjæringstad	2009	S4
2013067522-009 (Ud1000C-03)	Statens vegvesen	E6 Melhus riggplass Eidsmo. Data og prosjekteringsrapport.	19.06.2015	S18

Videre er plantegning samt lengde- og tverrprofiler for planlagte veglinjer benyttet som grunnlag. Veglinjer og fyllingsutslag er utarbeidet av Statens vegvesen. Som høydereferanse i beregninger og på tegninger benyttes NGOs høydesystem (NN1954).

3 Topografi og grunnforhold

3.1 Generelt

Følgende kapitler omhandler topografi og grunnforhold i området rundt kvikkleiresone Forset.

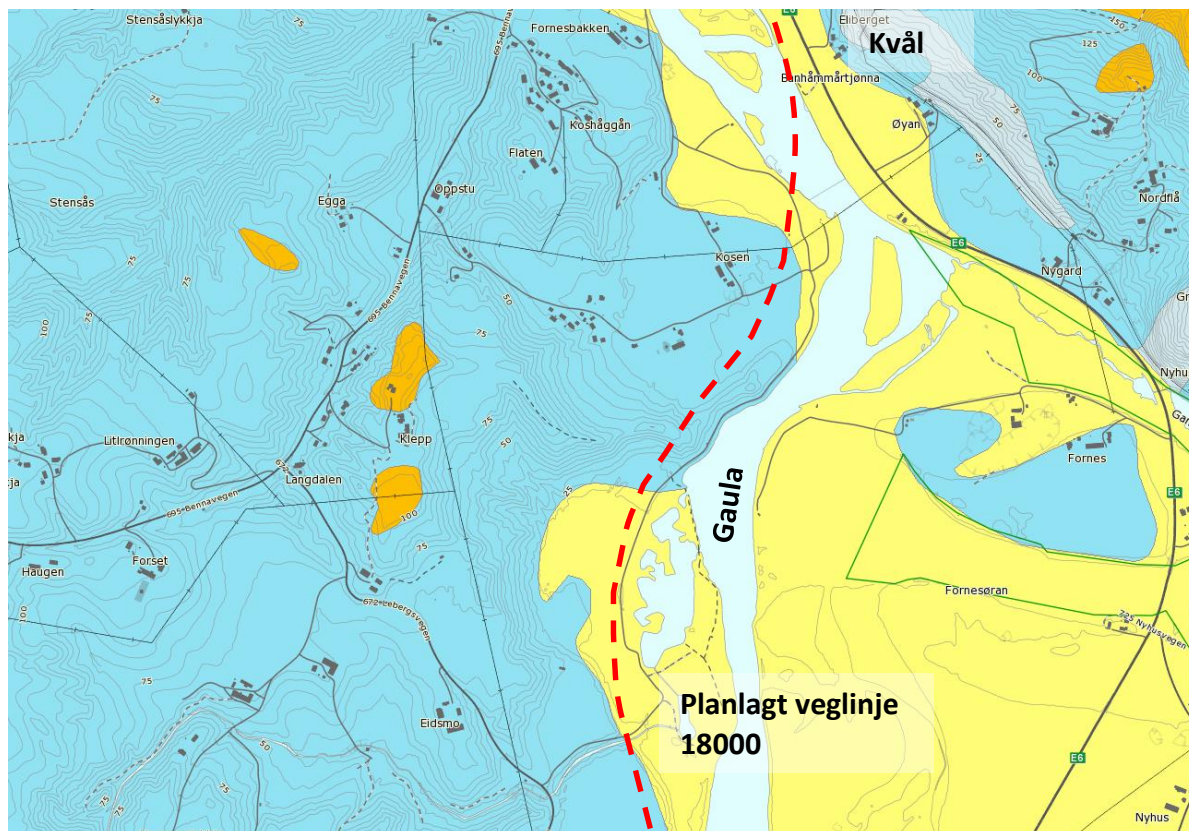
Kvikkleiresone Forset er et område ca. 1,5 km sør for Kvål sentrum og på vestsiden av Gaula. Området består av to isolerte høydedrag hvor gårdene Flaten og Klepp ligger, omgitt av et ravinert terreng rundt. På flaten mellom høydedragene ligger gården Kosen. Eksisterende E6 går på andre siden av Gaula i forhold til Forset, mens den nye veglinjen planlegges langs Gaula forbi Forset. Skålformet terreng og ravinerte skråninger tyder på at det har gått skred her tidligere, og at de to høydedragene som gårdene Flaten og Klepp ligger på sannsynligvis var sammenhengende.

Terrenget hvor veglinjen er planlagt består av flate elvesletter på begge sider av Gaula. Terrenget på elveslettene ligger mellom kote + 19 til +25. Vest for planlagt veglinje stiger terrenget opp mot høydedragene ved gårdene Flaten og Klepp, som ligger på hhv. kote +69 og +105. Skråningene står med helning mellom 1:2,5 til 1:3,5. Største skråningshøyde er ca. 85 m.

I følge kvartærgeologisk kart består området ved Forset av tykk hav- og elveavsetning. Den planlagte veglinjen er lagt i området med elveavsetninger, mens det hovedsakelig er havavsetninger i sideterrenget.

Sammenstilling av sonderinger og prøvetakninger tyder på at løsmassene på Forset er avsatt lagvis, på ca. samme kotenivåer. Grunnundersøkelsene viser at løsmassene langs veglinjen hovedsakelig består av et lag av sand/grus på mellom 3-6 m over ikke-sensitiv leire til stor dybde. Høydedragene ved Flaten og Klepp består av et lag av leire på ca. 10 m i toppen over to lag av kvikkleire/sprøbruddsmateriale som er avskilt av et lag av lagdelt sand/leire. Lagene med kvikkleire/sprøbruddsmateriale har mektighet på hhv. 25 – 30 m og 5 – 20 m. Laget med lagdelt sand/leire er mektigst sør i området med ca. 30 m mektighet, før det kiler ut mot nord med mektighet på ca. 5 m. Videre i dybden er det antatt lag av leire og sand/grus som også forekommer på elvesletten hvor nye E6 er planlagt.

Områdene på elveslettene hvor ny E6 er planlagt og toppen av høydedragene blir i dag benyttet til jordbruksformål.



Figur 1 Kvartærgeologisk kart fra NGU, gult er elveavsetninger og blått er havavsetninger

3.2 Grunnvann og poretrykk

I forbindelse med de supplerende grunnundersøkelser er det satt ned to hydrauliske piezometer i borpunktene 1091 og 1092. Begge er plassert i skråningen mellom høydedraget fra Klepp ned mot planlagt E6. Disse viser grunnvannstand mellom 6 – 9 m under terreng. I tillegg har det blitt forsøkt avlesning av piezometer ved borpunkt MC1-26 som står på høydedraget nordøst for Klepp. Denne ble målt til å være tørr ved dybde 10 m under terreng. På elvesletten er det antatt at grunnvann ligger i nivå med Gaular.

Tegning nr. 416746-RIG-TEG-254, -255 og -256 viser målte poretrykk og valgt designlinje for poretrykk.

For nærmere detaljer, se Vedlegg B Materialparametere.

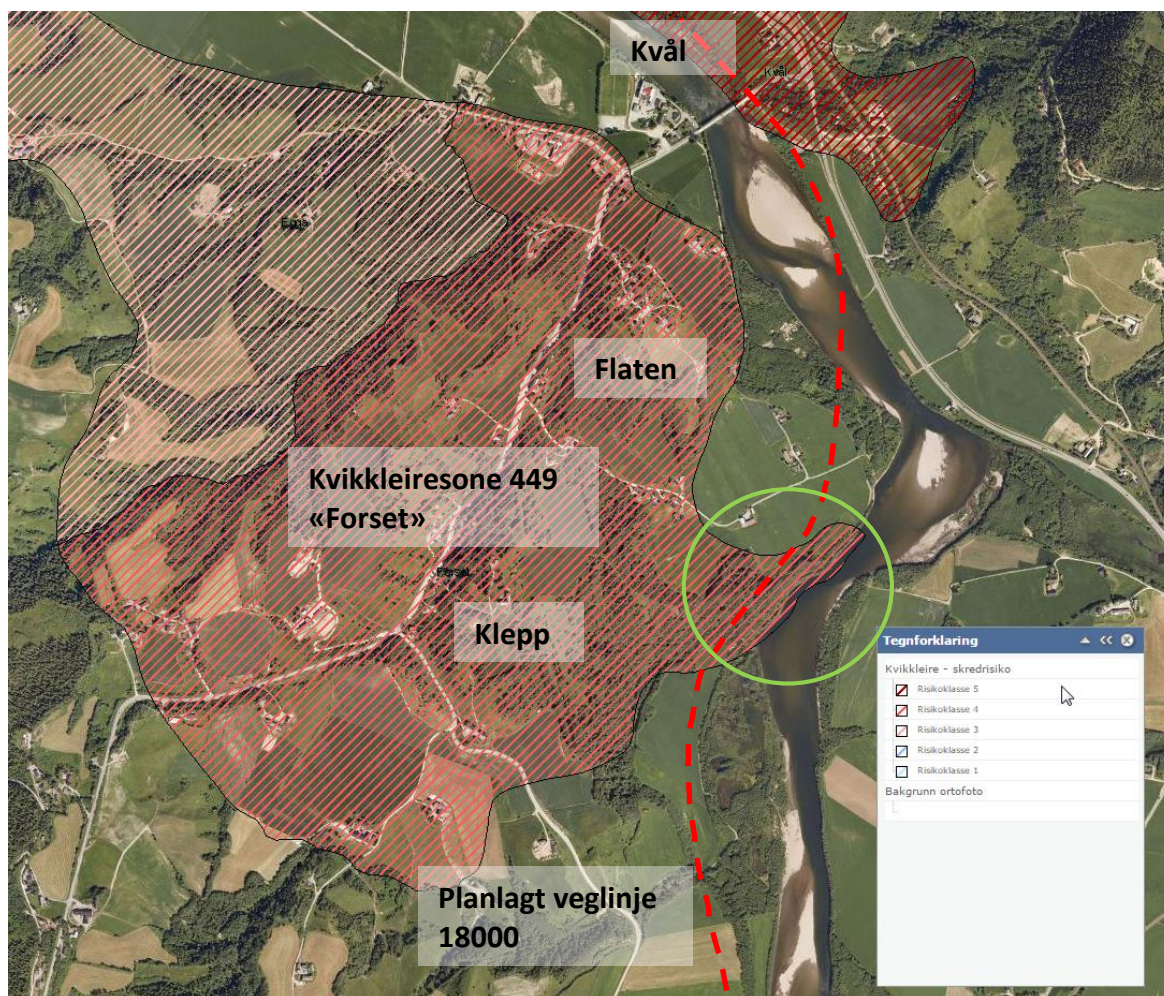
3.3 Kvikkleiresone Forset

Kvikkleiresone 449 «Forset» er klassifisert med middels faregrad, meget alvorlig konsekvensklasse og risikoklasse 4. Den planlagte veglinjen til E6 passerer delvis gjennom ytterkant av sonen. I tillegg ligger store deler av planlagte veglinjen i utløpsområdet for eventuelle skred i kvikkleiresonen. Skålformet terreng og ravinerte skråninger tyder på at det har gått ras her tidligere, og at de to høydedragene som gårdene Flaten og Klepp ligger på sannsynligvis var sammenhengende.

Alle kjente grunnundersøkelser i området er tatt med i vår vurdering av utbredelsen av kvikkleire/sprøbruddsmateriale på Forset. Plassering av borpunkt er vist på situasjonsplanen, tegning nr. -002.1. Boringer der det er påvist kvikkleire er vist med rød farge, mens boringer med

sprøbruddmateriale (usikre boringer) er vist med oransje farge. Boringer med grønn farge angir borpunkt hvor det ikke er antatt kvikkleire/sprøbruddmateriale.

Grunnundersøkelsene viser at kvikkleire-/sprøbruddmateriale forekomstene på Forset består av to lag med sensitivt materiale mellom lag av ikke-sensitiv leire og sand/grus. Overgangen til lag med kvikkleire er ved ca. 10 meters dybde ved begge høydedragene, Flaten og Klepp. Sonderinger viser at det er kvikkleire/sprøbruddmateriale ned til kote + 15, altså samme kote nivå som elvesletten ved Gaula.



Figur 2 Kvikkleiresone 449 «Forset» fra skrednett.no

4 Sikkerhetsprinsipper

4.1 Geotekniske problemstillinger

Geotekniske problemstillinger for utbyggingen er hovedsakelig relatert til:

- Stabilitet av skråning på vestsiden av vegen
- Utløpsproblematikk ved skred

4.2 Geoteknisk prosjektering

Generelt

I Tabell 2 er valgt geoteknisk kategori som gjelder generelt for ny E6 forbi kvikkleiresone Forset oppsummert. Nærmere begrunnelse for valg er gitt i Vedlegg A.

Tabell 2 Oppsummering sikkerhetsprinsipper delområder

Delområde	Forset	
Profil nr. ny E6, veglinje 18000	11600-12650	
	E6	Lokalveger
Konsekvens- og pålitelighetsklasse	CC/RC 3	CC/RC 3
Bruddmekanisme	Sprøbrudd	Sprøbrudd
Krav til sikkerhetsnivå (γ_M)	1,6	1,5
Geoteknisk kategori	3	2
Seismisk grunntype	S ₂	S ₂
Kontrollklasse og utførelseskontroll	U	N

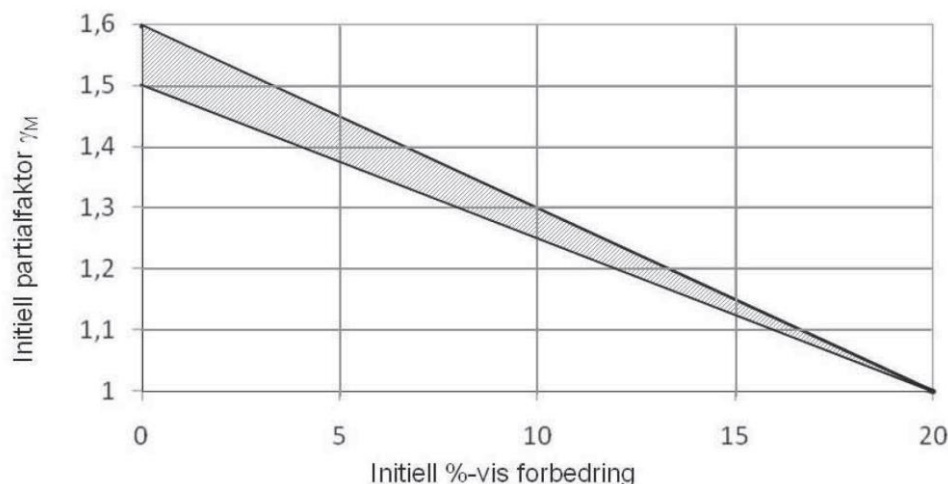
Områdestabilitet

For glideflater som berører vegen:

For glideflater og kvikkleiresoner som berører vegen direkte er det regelverket til SVV som gjelder, og da er kravet til partialfaktor i utgangspunktet $\gamma_M \geq 1,6$ for områdestabilitet. Håndbok V220 åpner for at kravet til partialfaktor kan reduseres til $\gamma_M > 1,4$ dersom kravet til partialfaktor $\gamma_M \geq 1,6$ ikke kan oppnås. Videre åpnes det for bruk av prosentvis forbedring der det ikke er teknisk mulig å oppnå $\gamma_M \geq 1,4$.

Beregnet sikkerhet for utglidning for naturlige skråninger er stedvis labil ($\gamma_M \approx 1,0$) for udrenerte analyser. Krav til partialfaktor $\gamma_M \geq 1,6$ vurderes derfor av teknisk og økonomiske årsaker ikke gjennomførbart.

For områdestabilitet legges det derfor til grunn at prinsippet om prosentvis forbedring av beregningsmessig partialfaktor iht. figur 0.4 i håndbok V220 benyttes der partialfaktoren $\gamma_M < 1,4$. Videre skal mulige utløsende skredmekanismer vurderes og eventuelle nødvendige sikringstiltak iverksettes når prinsippet om prosentvis forbedring benyttes.



Figur 3 Krav til %-vis forbedring av stabilitetsforhold, hentet fra SVV håndbok V220, ref. /1/

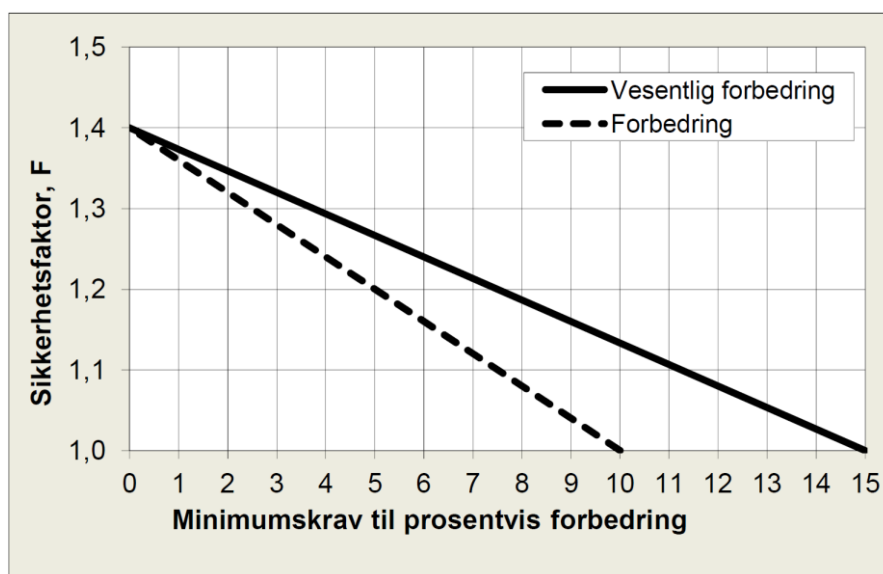
For glideflater som ikke berører vegen:

For glideflater og kvikkleiresoner som ikke berører vegen er det NVEs regelverk som gjelder for bestemmelse av krav til beregningsmessig sikkerhet.

Tiltaket plasseres i en tiltakskategori, i dette tilfellet velges K4 – «Tiltak som medfører større tilflytting/personopphold enn tiltak i K3 samt tiltak som gjelder viktige samfunnsfunksjoner». Krav til tilfredsstillende sikkerhet bestemmes deretter ut ifra tiltakskategori og faregrad før utbygning. For sone 449 Forset er faregraden bestemt til middels (se vedlegg C).

Dette gir krav til at følgende må oppfylles:

- Sikkerhetsfaktor for områdestabilitet $F \geq 1,4$ eller
- Forbedring hvis $F < 1,4$, se Figur 4 Krav til %-vis forbedring av stabilitetsforhold, hentet fra NVEs veileder 7/2014



Figur 4 Krav til %-vis forbedring av stabilitetsforhold, hentet fra NVEs veileder 7/2014, ref. /8/

5 Faregradsevaluering av kvikkleiresone

5.1 Generelt

Den planlagte veglinjen til ny E6 passerer delvis gjennom kvikkleiresonen, og siden det også er vurdert at vegen ligger i utløpssonen for et eventuelt skred, kreves det i henhold til NVEs retningslinjer nr. 2/2011, ref. /7/, at det bl.a. skal foretas en evaluering av skadekonsekvensklasse og faregradsevaluering.

5.2 Utbredelse av kvikkleire

Basert på utførte grunnundersøkelser og topografiske forhold, er det gjort en vurdering av kvikkleiresonen. Videre er det utarbeidet et forslag om å redusere kvikkleiresonen noe i østre del og utvide den mot sør. Forslag til ny kvikkleireavgrensning er vist på tegning nr. 416746-RIG-TEG-002.7. Følgende vurderinger ligger til grunn for grenselinjene:

- Alle kjente grunnundersøkelser i området er tatt med i vurderingen. Plassering av borpunkter vist på tegning nr. 416746-RIG-TEG-002.7. Boringer hvor det er påvist kvikkleire eller sprøbruddmateriale er markert med rød farge, boringer hvor det kan antas at det er kvikkleire eller sprøbruddmateriale er markert med gul farge og boringer uten kvikkleire eller sprøbruddmateriale er markert med grønn farge.
- Sonene er trukket ut i fra de registrerte boringene med kvikkleire/sprøbruddmateriale.

5.3 Skadekonsekvensevaluering

Det er utført en evaluering av sonens skadekonsekvensklasse for den antatt mest ugunstige delen av sonen både før og etter gjennomføring av planlagt utbygging.

Skadekonsekvensevalueringen er utført i henhold til retningslinjer i NGI-rapport 20001008-2, rev. 3 datert 08.10.2008 «Metode for kartlegging og klassifisering av faresoner, kvikkleire», tabell 1 ref. /9/.

Evalueringen av kvikkleiresone nr. 449 Forset er gitt tabell C.2 og C.3 i Vedlegg C.

Skadekonsekvensevalueringa for sone 449 Forset før og etter utbygging gir poengverdier på henholdsvis 18 og 24. Dette gir skadekonsekvensklasser før utbygging «Alvorlig» og «Meget alvorlig» etter utbygging. Sonens skadekonsekvensklasse forverres dermed som følge av utbyggingen.

5.4 Faregradsevaluering

Det er utført faregradsevaluering for den antatt mest ugunstige delen av sonen med den planlagte veglinjen før og etter gjennomføring av stabiliserendetiltak.

Faregradsevalueringa er utført i henhold til retningslinjer i NGI-rapport 20001008-2, rev. 3 datert 08.10.2008 «Metode for kartlegging og klassifisering av faresoner, kvikkleire», ref. /9/.

Evalueringen av kvikkleiresone nr. 449 Forset, med og uten terrengtiltak, er gitt i hhv. tabell C.5 og C.6 i Vedlegg C.

Faregradsevalueringen av sonen uten terrengtiltak gir poengverdi på 24 og medfører at sone plasseres i faregradsklasse «Middels», som omfatter soner med poengverdi fra 18 til 25 poeng jfr. ref. /9/. På grunnlag av de oppsatte kriteriene vil dermed sone, relativt sett, ha høy sannsynlighet for at skred skal inntreffe.

Ved gjennomføring av terrengtiltak (som blir beskrevet i kapittel 8) senkes poengverdien til 15 for sonen ved Forset. Dette medfører at faregradsklassen senkes til «lav», som omfatter soner med poengverdi fra 0 til 17 poeng.

5.5 Risikoklasseevaluering

Skadekonsekvens og faregradsevaluering er grunnlaget for bestemmelse av risikoklasse: risiko = skadekonsekvens x faregrad. Risiko er delt inn i fem klasser, hvor 5 er høyeste risikoklasse.

Risikoklassene er inndelt i 5 klasser iht. ref. /9/:

- Risikoklasse 1: Tallverdi fra 0 til 170
- Risikoklasse 2: Tallverdi fra 171 til 630
- Risikoklasse 3: Tallverdi fra 631 til 1900
- Risikoklasse 4: Tallverdi fra 1901 til 3200
- Risikoklasse 5: Tallverdi fra 3201 til 10000

Hvilken risikoklasse en sone kommer i vil være bestemmende for prioriteringen av denne sonen i det videre arbeidet med sikring mot skred.

For sone 449 Forset får vi følgende risikovurdering:

- For dagens situasjon uten utbygd E6 og uten stabiliserende tiltak klassifiseres sona i Risikoklasse 3 (tallverdi 1884)
- Etter utbygging av E6 og med gjennomførte stabiliserende tiltak klassifiseres sona i Risikoklasse 3 (tallverdi 1558)

Tabell 3 Sammenstilling av faregrad, skadekonsekvens og risikoklassevurdering av kvikkleiresone ved Forset

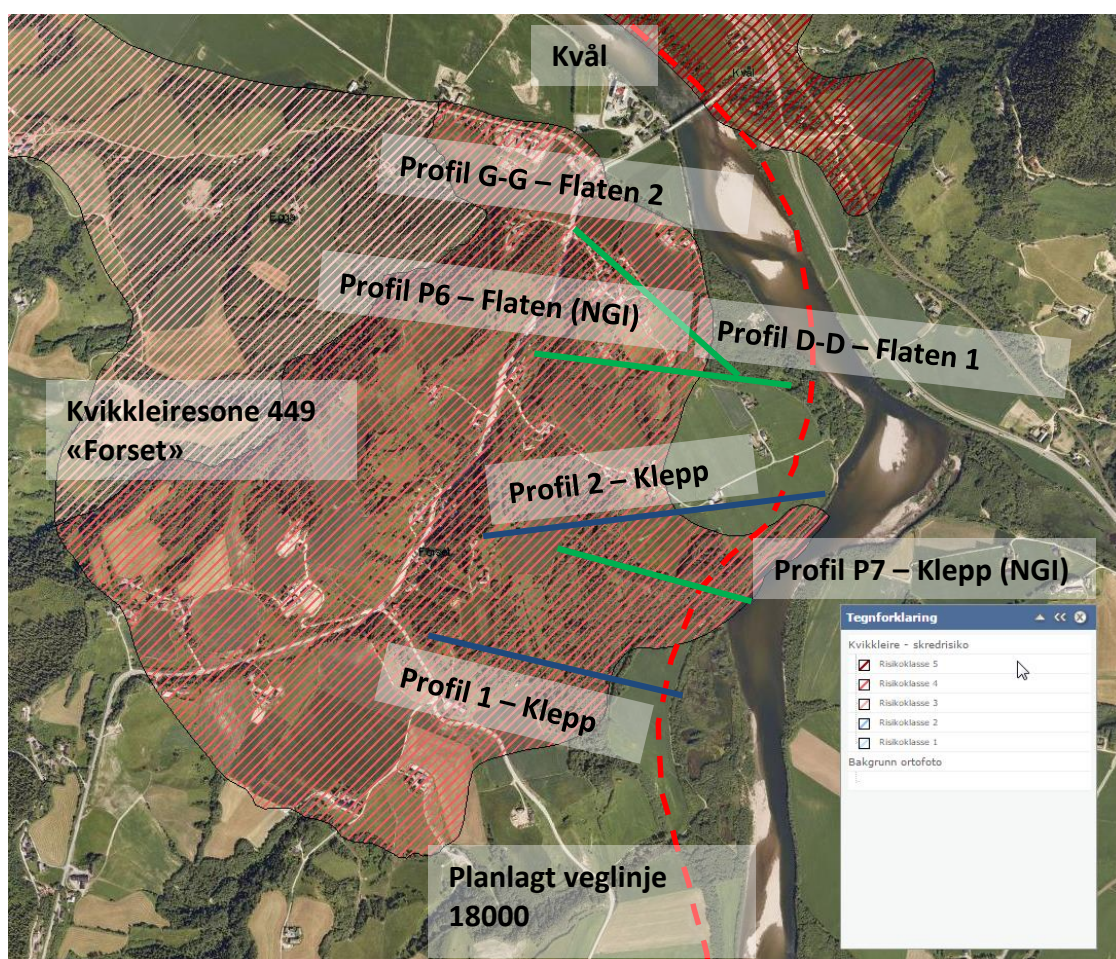
Sone		Tidligere vurdering (NGI 2005)	Vurdering 2015	
			Før utbygging	Etter utbygging
Forset	Skadekonsekvens	Meget alvorlig	Alvorlig	Meget alvorlig
	Faregrad	Middels	Middels	Lav
	Risikoklasse	4	3	3

6 Vurdering av skredtyper og skredutløp

6.1 Generelt

Formålet med å vurdere skredtype og utbredelse av skred er å belyse hvilken utstrekning et eventuelt skred utløst i sonen kan få, og hvilke følgerisiko for skader på bebyggelse nedstrøms sonen et skred kan medføre.

Ved Forset er det fire potensielle skredprofiler som kan ramme planlagt E6. To av disse er vurdert av Multiconsult i denne rapporten (blå snitt) og to er tidligere blitt vurdert av NGI ref./13/, (grønne linjer). Plassering av disse er vist i Figur 5 og i tegning nr. 416746-RIG-TEG-001.7.



Figur 5 Plassering av beregningsprofil ved Forset

Av de fire profilene er det tre av de som vurderes å kunne utgjøre en fare for å ramme nye E6 ved en skredhendelse (profil 1, profil 2 og profil P6). Det er følgende utført en vurdering av skredtype og skredutløp på disse tre profilene.

6.2 Skredtyper

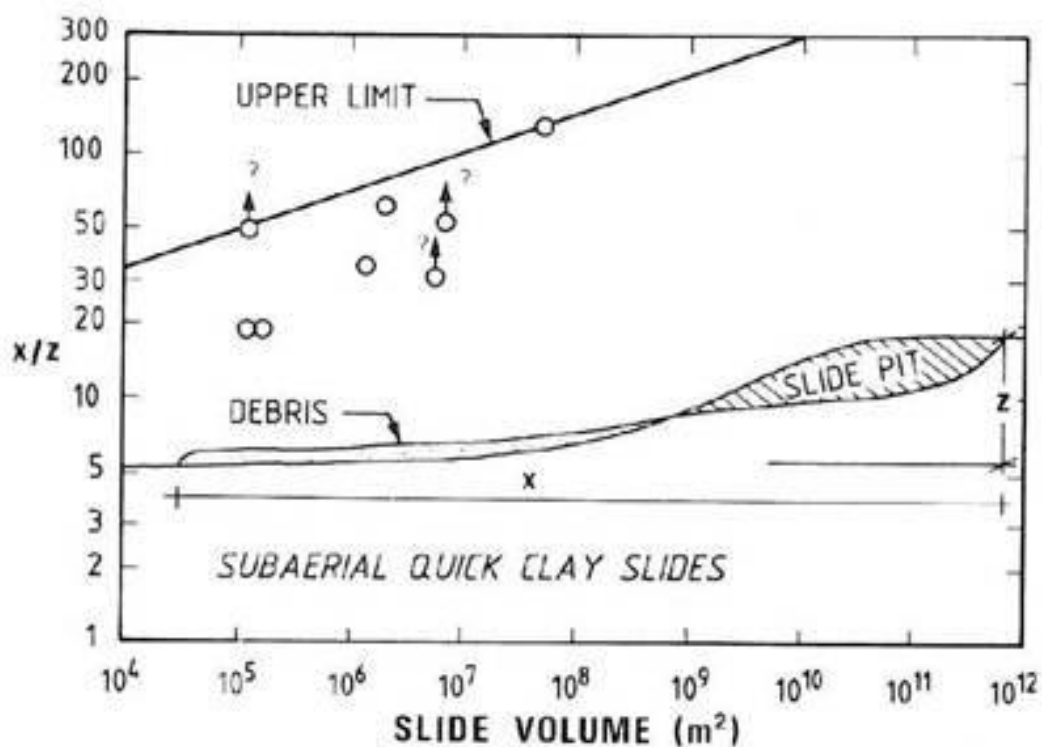
Basert på topografi og grunnforhold vurderer vi at mest sannsynlig skredtype for området Forset er et retrogressivt skred. Et retrogressivt skred karakteriseres ved serie av hurtig bakovergripende skred. Det vil si at raset forplanter seg bakover gradvis med påfølgende delras. Retrogressivt skred blir ofte utløst ved et monolittisk initialskred (rotasjonsskred). Skred blir enten forårsaket av byggetekniske inngrep eller utløst av naturkrefter.

6.3 Skredutløp

Det foreligger lite erfaringsmateriale og beregningsmodeller for å vurdere utløpsdistansen av et skred. Det avhenger svært mye av lokale forhold og leiren sine egenskaper.

Vurderingen av utløpsdistanser for Forset kvikkleiresone er basert på to metoder.

Den første metoden er gitt i NGI publikasjon nr. 158 (1985). Denne metoden estimerer utløpsdistansen basert på skredvolum og skråningshøyde. Disse parameterene blir sammenstilt i en graf som er gjengitt i Figur 6.



Figur 6 Normalisert utløpsdistanse fra norske kvikkleireskred i forhold til total skredvolum (fra NGI publikasjon nr. 158, 1985).

Den andre metoden er fra NIFS rapport nr. 38 (2013), ref. /11/, og gir en estimering av utløpsdistanse basert på mobilisert volum av kollapset sediment pr. breddeenhet. Figuren er gjengitt i Figur 7. Ved siden av Figur 7, gir også NIFS rapporten muligheten til å beregne utløpsdistansen med følgende kurvetilpasningsformel (også vist i Figur 7):

$$D = K \cdot \left(\frac{Vol}{W_{avg}} \right)^{0,73}$$

K = Konstant

Vol = volum skredmasse

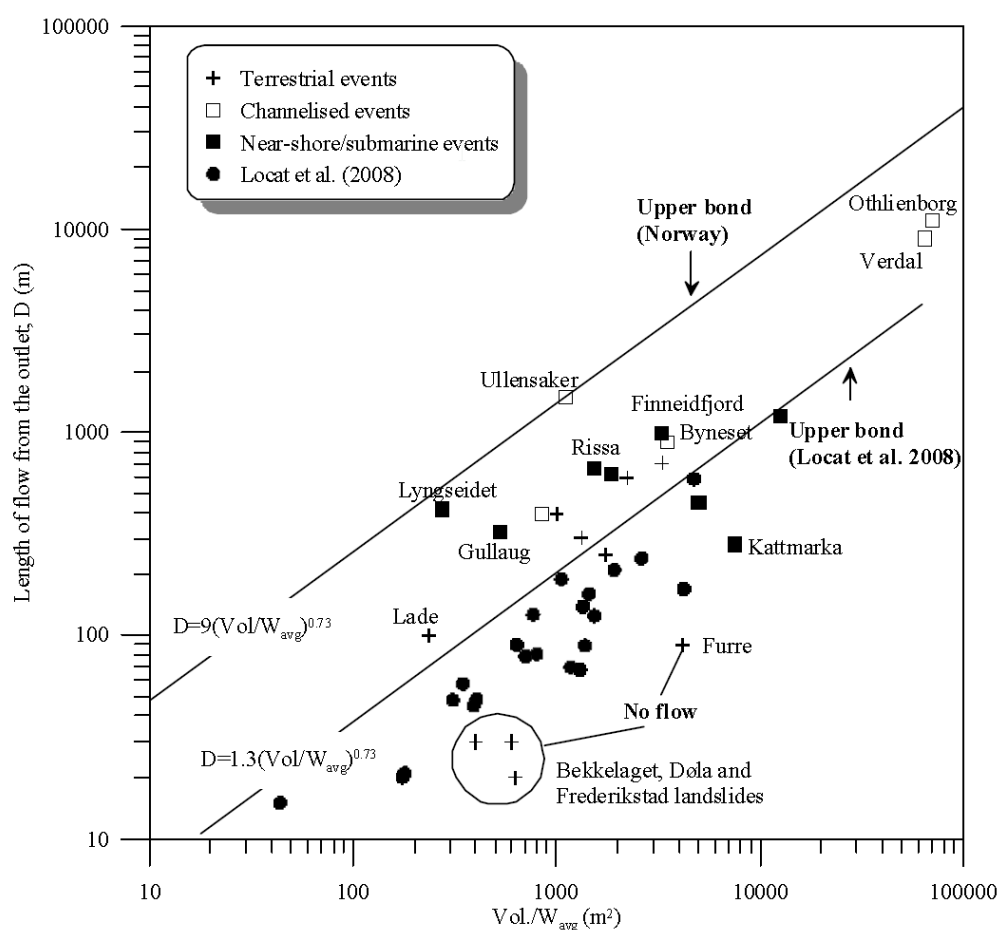
W_{avg} = breddeenhet

Konstanten foran formelen er, ifølge NGI, ref. /12/, avhengig av kanaliseringspotensialet i utløpet. Ved høyt kanaliseringspotensial, langs bekker, elver og raver, anbefales en verdi på 9. For åpne områder

med lite kanaliseringspotensial er det derfor mer korrekt å benytte en faktor i størrelsesorden 1 – 4. Det vil også være andre faktorer som spiller inn i utløpsdistansen, som f.eks. leirens mekaniske egenskaper (omrørt skjærstyrke, sensitivitet og OCR).

For tilfellet ved Forset vurderer vi kanaliseringspotensialet til å være lavt. *Vi vurderer det derfor som akseptabelt å benytte lavest verdi (1) for denne konstanten.*

Volumet av skredmassene er vurdert ved å se på mektigheten av kvikkleire i profilet og bredden av et evt. skred. Det er antatt en bakovergrepande rasvinkel i kvikkleire på 1:20 og 1:1.73 i sand (tilsvarer 30° rasvinkel).



Figur 7 Utløpsdistanse estimert for skred i norske leirer som funksjon av mobilisert volum av kollapset sediment pr. breddeenheter (fra ref. /11/).

Disse erfaringsdataene er benyttet for å estimere utløpsdistanse av et eventuelt skred ved de tre profilene i kvikkleiresone Forset:

Profil 1 – Klepp

- **Skredvolum**
Maksimalt skredvolum er estimert til ca. 4 millioner m³. Det stipulerte volumet er basert på mektighet av kvikkleire og antatt utbredelse, og kan betegnes som «verst tilfelle».
- **Skredvolum pr. breddeenhhet**
Maksimalt volum pr. breddeenhhet er estimert til å være ca. 11 500 m³.
- **Skråningshøyde**
Total høydeforskjell fra Leirbakken/ Nygård øverst i sonen og ned til flatt terreng på kote + 20 er ca. 85 m.
- **Utløpsdistanse mhp. volum**
Skredvolum på ca. 4 millioner m³ og skråningshøyde, z, på 85 m gir et forholdstall på utbredelse av skred (x) på skråningshøyde (z) på ca. 84. Utløpsstrekningen av et skred er blir da 7140 m regnet fra bakre skredkant.
- **Utløpsdistanse mhp. volum pr. breddeenhhet**
Skredvolum pr. lengdeenhhet er estimert til ca. 11 500 m³. Det vil si at utløpsdistansen fra et skred kan være i størrelsesorden 925 m (konstant = 1).

Profil 2 – Klepp

- **Skredvolum**
Maksimalt skredvolum er estimert til ca. 2,2 millioner m³. Det stipulerte volumet er basert på mektighet av kvikkleire og antatt utbredelse, og kan betegnes som «verst tilfelle».
- **Skredvolum pr. breddeenhhet**
Maksimalt volum pr. breddeenhhet er estimert til å være ca. 11 000 m³.
- **Skråningshøyde**
Total høydeforskjell fra Leirbakken/ Nygård øverst i sonen og ned til flatt terreng på kote + 20 er ca. 65 m.
- **Utløpsdistanse mhp. volum**
Skredvolum på ca. 2,2 millioner m³ og skråningshøyde, z, på 65 m gir et forholdstall på utbredelse av skred (x) på skråningshøyde (z) på ca. 76. Det vil si at utløpsstrekningen av et skred er i størrelsesorden 4940 m regnet fra bakre skredkant.
- **Utløpsdistanse mhp. volum pr. breddeenhhet**
Skredvolum pr. lengdeenhhet er estimert til ca. 11 000 m³. Det vil si at utløpsdistansen fra et skred kan være i størrelsesorden 890 m (konstant = 1).

Profil 3 – Flaten

- **Skredvolum**
Maksimalt skredvolum er estimert til ca. 3,6 millioner m³. Det stipulerte volumet er basert på mektighet av kvikkleire og antatt utbredelse, og kan betegnes som «verst tilfelle» tilfelle.
- **Skredvolum pr. breddeenhhet**
Maksimalt volum pr. breddeenhhet er estimert til å være ca. 20 000 m³.
- **Skråningshøyde**
Total høydeforskjell fra Leirbakken/ Nygård øverst i sonen og ned til flatt terreng på kote + 21 er ca. 50 m.
- **Utløpsdistanse mhp. volum**
Skredvolum på ca. 3,6 millioner m³ og skråningshøyde, z, på 50 m gir et forholdstall på utbredelse

av skred (x) på skråningshøyde (z) på ca. 81. Det vil si at utløpsstrekningen av et skred er i størrelsesorden 4050 m regnet fra bakre skredkant.

- **Utløpsdistanse mhp. volum pr. breddeenhhet**

Skredvolum pr. lengdeenhet er estimert til ca. 20 000 m³. Det vil si at utløpsdistansen fra et skred kan være i størrelsesorden 1380 m (konstant = 1).

Vurdering

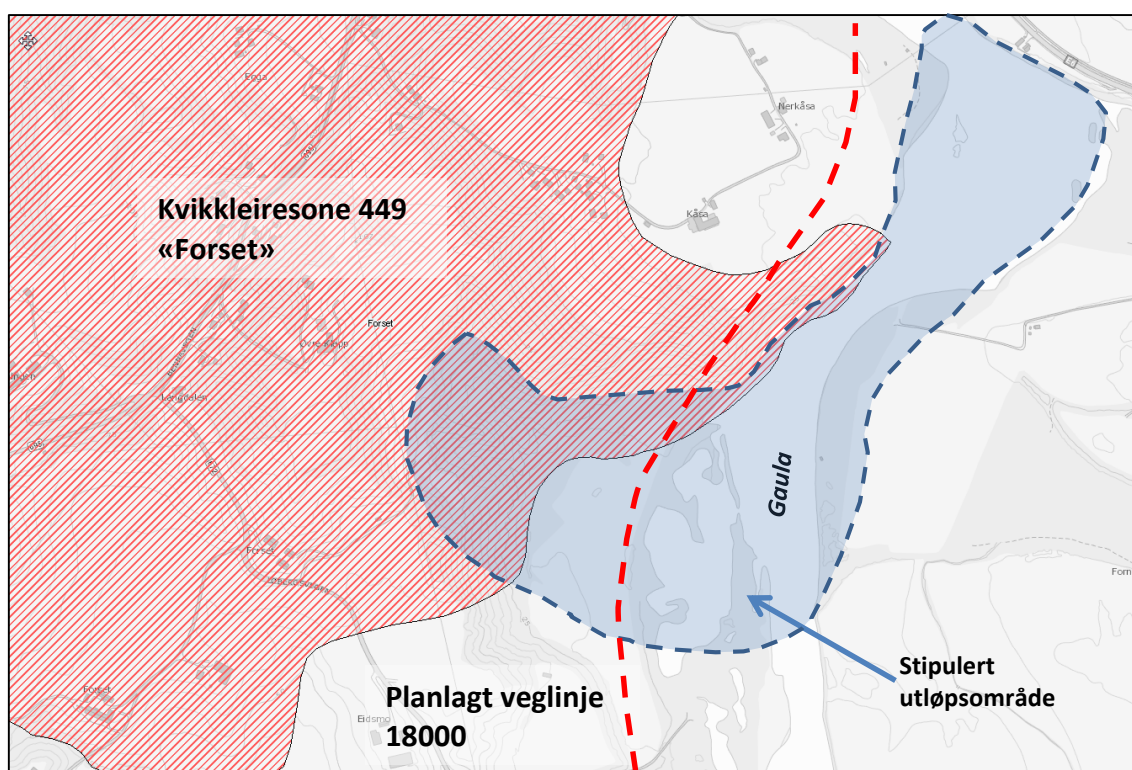
De to metodene for vurdering av utløpsdistanse gir noe forskjellige svar. Metoden som benytter volum per. breddeenhhet er basert på empiri fra tidligere skredhendelser i Norge og Canada. Metoden tar ikke direkte hensyn til materialet sine mekaniske egenskaper (omrørt skjærestyrke, sensitivitet, etc.). Det er knyttet stor usikkerhet i forhold til anslaget av utløpsdistansen. Skredvolumet er beregnet meget konservativt.

Begge metodene viser at den planlagte vegen ligger i utløpssonen for alle tre profiler.

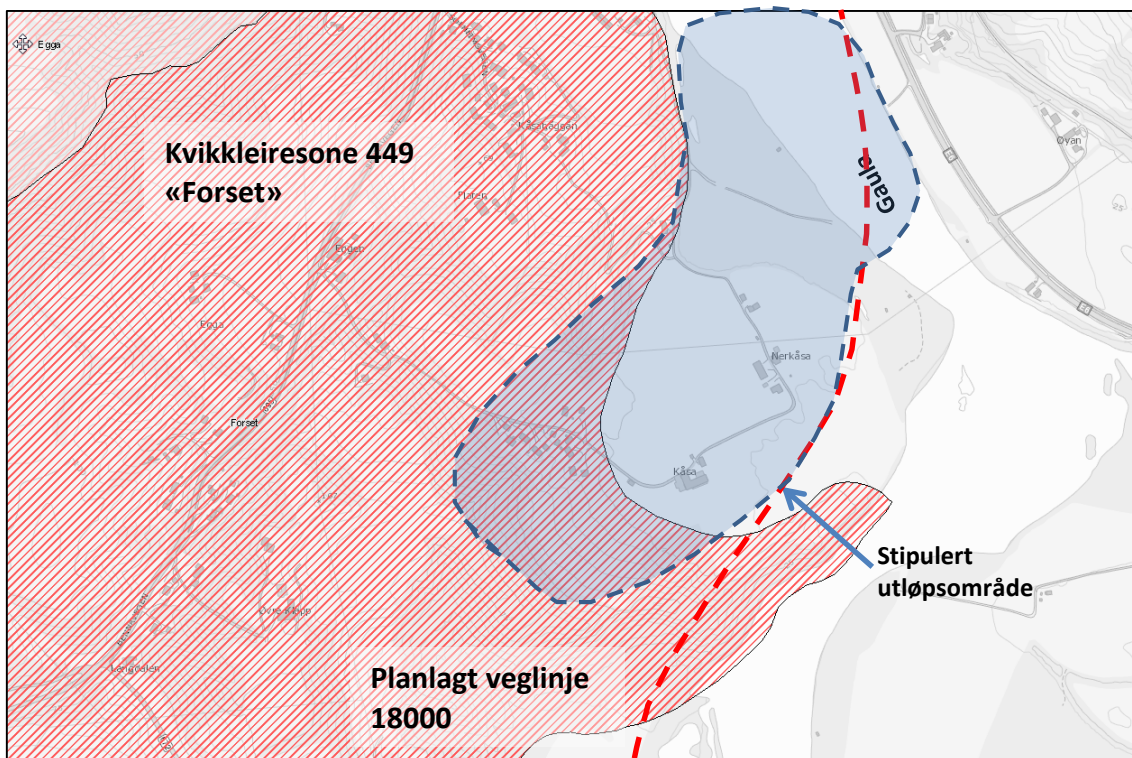
Et skred ved samtlige profiler vil sannsynligvis også kunne nå Gaula og gir dermed også en fare for oppdemning.

Det understrekes at vurderingene gitt i dette kapittelet er basert på «verste tilfelle» og viser potensiell skredfare.

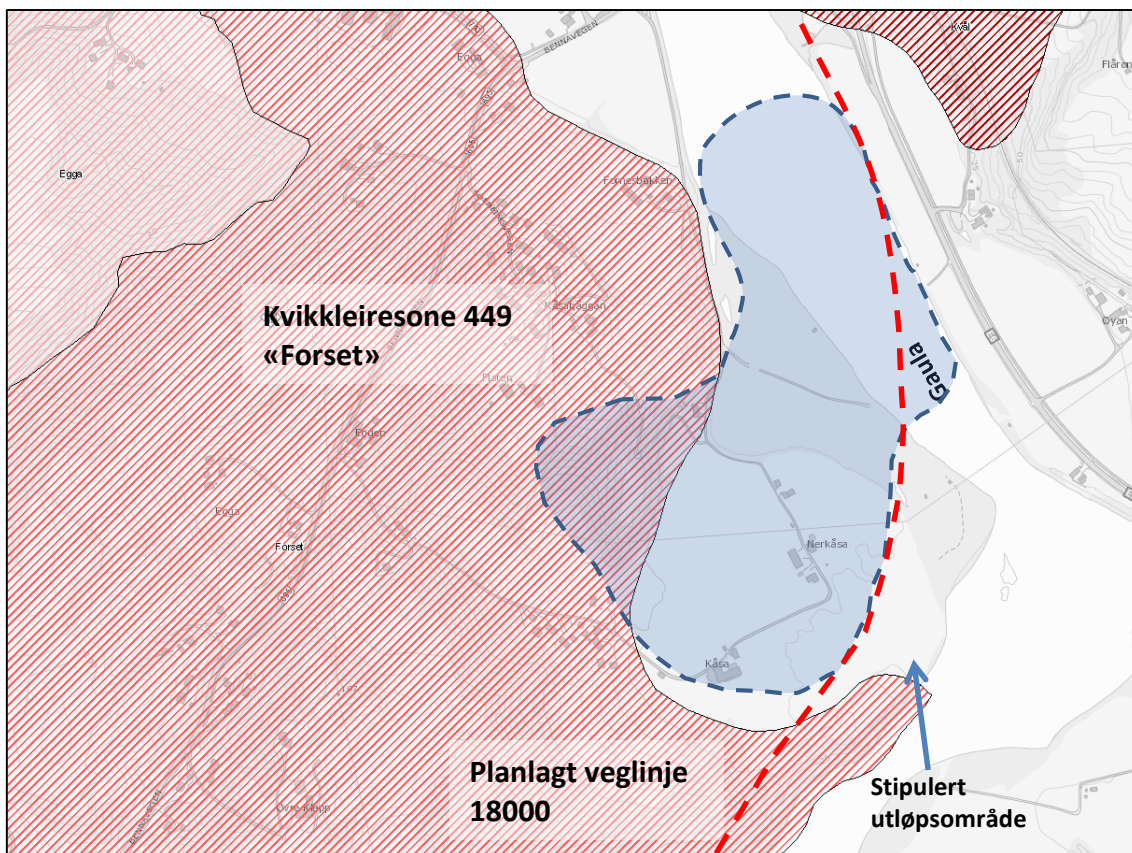
I figurene under har vi skissert utløpsområde for de tre profilene.



Figur 8 Omtrentlig utforming av utløpsområde fra profil 1



Figur 9 Omtrentlig utforming av utløpsområde fra profil 2



Figur 10 Omtrentlig utforming av utløpsområde fra profil 3

7 Stabilitetsberegninger

7.1 Beregningsverktøy

Stabilitetsberegningene er utført med beregningsprogrammet «GeoSuite Stability» versjon 14.0.5 med beregningsmetode Beast 2003. Beregningsmetoden er basert på grenselikevektsmetode, og anvender en versjon av lamellmetoden som tilfredsstiller både kraft- og momentlikevekt. Programmet søker selv etter kritisk sirkulærsylindrisk glideflate for definerte variasjonsområder av sirkelsentrum. Det er også mulig å definere egne glideflater i programmet.

7.2 Beregningsprofiler

Det er i denne fasen av oppdraget utført beregninger for *fire* utvalgte profiler av skråningen ned mot planlagt E6 (veglinje 18000). I revisjon 01 *har det blitt utført beregninger av to nye profiler (D-D og G-G). D-D tilsvarer tidligere beregningsprofil fra NGI (P6), men med ny tolkning av lagdeling og NVEs krav til prosentvis forbedring (mindre strenge krav).* I tillegg benyttes resultatene fra stabilitetsberegninger utført av NGI, ref. /13/ på ytterligere *ett* profil. Det er altså vurdert totalt 5 profiler. De valgte profilene er antatt å være mest kritiske på bakgrunn av grunnforhold og topografi. Profilene er vist i Figur 5 og i tegning 416746-RIG-TEG-002.1.

Det er utført beregninger ved totalspenningsanalyse, ADP-analyse, samt effektivspenningsanalyse, α -analyse.

For beregninger på totalspenningsbasis (ADP-analyser) er det benyttet anisotropisk jordmodell. Anisotropifaktorer er gitt i Vedlegg B - Materialparameter.

I beregningene er det forutsatt at vegfyllingene legges ut med sprengstein og at motfyllinger etableres med bruk av leire.

7.3 Materialparametere

Materialparametere benyttet i geotekniske vurderinger er tatt fra utførte laboratorieforsøk på opptatte prøver. For jordmaterialer som det ikke er tatt prøver av er det benyttet erfaringsverdier iht. Håndbok V220, ref. /1/.

Valgte materialparametere er vist i Vedlegg B - Materialparameter.

Valgte c_u – profiler basert på SHANSEP-tolkning fra CPTU – sonderingene er vist i tegning nr. 416746-RIG-TEG-048.7, -050.7 og -051.7.

7.4 Grunnvannstand og poretrykk

Grunnvannstand som er benyttet i beregningen er omtalt i kapittel 3.2 og i Vedlegg B – Materialparameter.

Det er ikke regnet med poretrykksoppbygging i noen av beregningstilfellene.

7.5 Sidefriksjon

I Geosuite er det mulig å legge inn en sidefriksjon for å ta hensyn til støtte mot utglidning fra sideterrenget. For beregningsprofilene 1 og 2 vurderer vi at vi har denne effekten. Geosuite anbefaler at sidefriksjonen maksimalt settes til 2/bredden. Vi vurderer innspenningsbredden til 800 m for begge profilene. Følgende faktorer er benyttet i beregningene:

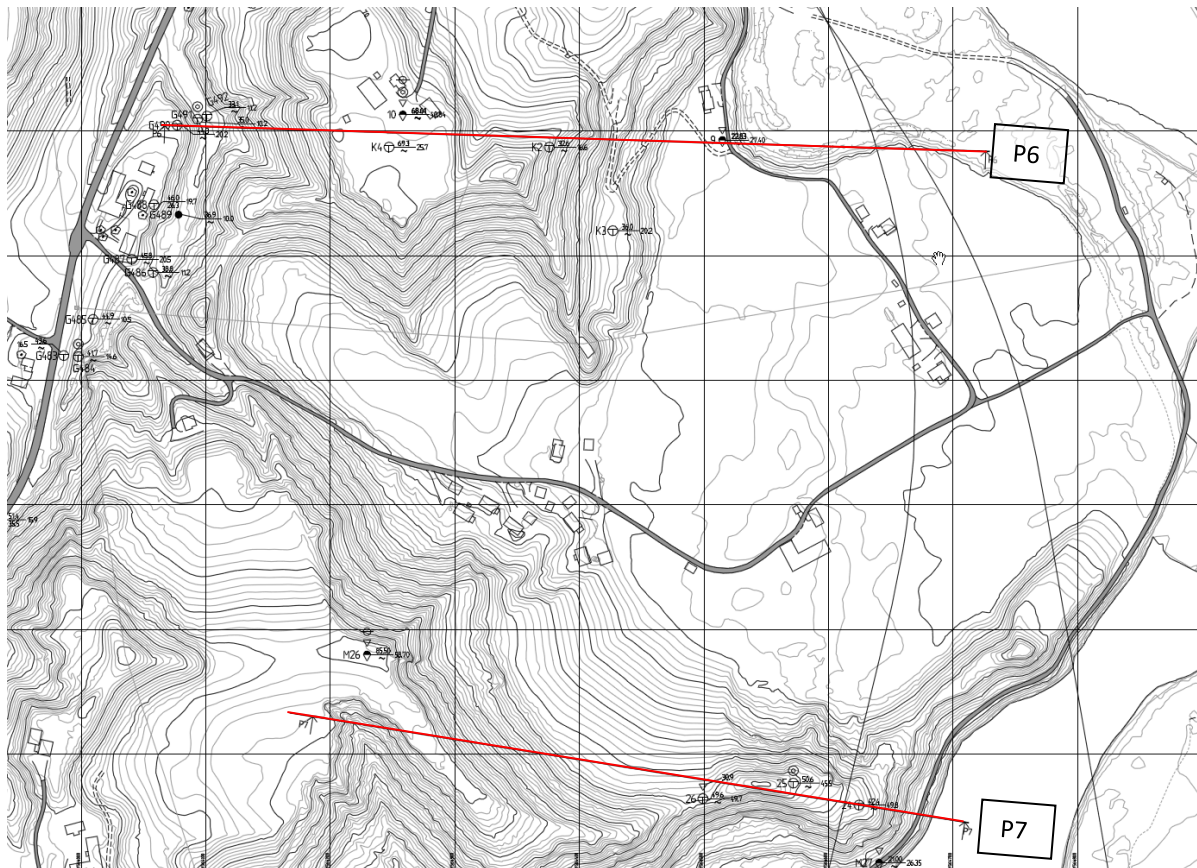
- Profil 1 = $2/800 \approx 0,003$
- Profil 2 = $2/800 \approx 0,003$

Rev 01: Det er ikke benyttet sidefriksjon for beregningene av profil D-D og G-G.

7.6 Tidligere stabilitetsberegninger

NGI gjorde i 2012, på oppdrag for Statens vegvesen, en vurdering av skråningsstabilitet ved kvikkleiresonene Kvål og Forset, ref. /13/. I denne rapporten ble det utført stabilitetsberegninger på to profiler ved Forset, P6 og P7, se figuren under.

Resultatene fra disse beregningene er vist i Vedlegg D.



Figur 11 Utsnitt fra borplan i NGIs rapport som viser plassering av P6 og P7, ref. /13/.

7.7 Resultat

Plassering av vurderte beregningsprofil er vist i Figur 5 og i tegning 416746-RIG-TEG-001.7.

Profil 1

Profil for beregning av stabilitet fra høydedraget ved gården Klepp mot planlagt E6, veglinje 18000, profil nr. 11650 – 12000.

Udrenert skjærfasthet er vurdert ut i fra opptatt prøveserie i BP. 1092 og MC1-26, samt CPTU-sondering i BP. 1091, 1092 og MC1-C26. Poretrykksprofil er vurdert ut i fra piezometer i BP. 1091, 1092 og MC1-PZ26.

For dimensjonering av tiltakene benyttes det krav om prosentvis forbedring av sikkerheten for glideflater som ikke berører vegen, som beskrevet i kapittel 4.2 og i Vedlegg A.

Tabell 4 Beregnet sikkerhetsfaktor for kritisk skjærflate for profil 1

Tegning nr.	Analyse	Beskrivelse / kommentar	Sikkerhetsfaktor γ_M før tiltak	Krav til % -vis forbedring	Sikkerhetsfaktor γ_M etter tiltak
-350.1 -350.3	ADP	Kritisk skjærflate med utløp i øvre del av skråning	1,13	6,75 %	1,26
-350.1 -350.3	ADP	Kritisk skjærflate med utløp i midtre del av skråning 1	1,13	6,75 %	1,22
-350.1 -350.3	ADP	Kritisk skjærflate med utløp i midtre del av skråning 2	1,18	5,50 %	1,24
-350.1 -350.3	ADP	Kritisk skjærflate med utløp i nedre del av skråning	1,23	4,25 %	1,28
-350.2 -350.4	aφ	Kritisk skjærflate med utløp i øvre del av skråning	1,25	4,50 %	1,30
-350.2 -350.4	aφ	Kritisk skjærflate med utløp i midtre del av skråning	1,46	0,0 %	1,50
-350.2 -350.4	aφ	Kritisk skjærflate med utløp i nedre del av skråning	1,58	0,0 %	1,65

Beregningene viser for lav beregningsmessig sikkerhet for flere av skjærflatene for begge beregningsmetoder. Det må følgelig utføres stabiliserende tiltak. For profil 1-1 foreslås det avlastning av terrenget i toppen av skråningen, motfylling i bunn og erosjonssikring av flombekker i ravinene. Omfanget av tiltaket er estimert i kapittel 8.2.

Profil 2

Profil for beregning av stabilitet fra høydedraget ved gården Klepp mot planlagt E6, veglinje 18000, og profil nr. 12250 – 12500.

Udrenert skjærfasthet er vurdert ut i fra opptatt prøveserie i BP. 1092 og MC1-26, samt CPTU-sondering i BP. 1091, 1092 og MC1-C26. Poretrykksprofil er vurdert ut i fra piezometer i BP. 1091, 1092 og MC1-PZ26.

For dimensjonering av tiltakene benyttes det krav om prosentvis forbedring av sikkerheten for glideflater som ikke berører vegen, som beskrevet i kapitel 4.2 og i Vedlegg A.

Tabell 5 Beregnet sikkerhetsfaktor for kritisk skjærflate for profil 2

Tegning nr.	Analyse	Beskrivelse / kommentar	Sikkerhetsfaktor γ_M for kritisk skjærflate	Krav til % -vis forbedring	Sikkerhetsfaktor γ_M etter tiltak
-351.1 -351.3	ADP	Kritisk skjærflate med utløp i øvre del av skråning	1,18	5,5 %	1,24
-351.1 -351.3	ADP	Kritisk skjærflate med utløp i nedre del av skråning	1,28	3,0 %	1,32
-351.2 -351.4	aφ	Kritisk skjærflate med utløp i øvre del av skråning	1,42	0,0 %	1,45
-351.2 -351.4	aφ	Kritisk skjærflate med utløp i nedre del av skråning	1,61	0,0 %	1,64

Beregningene viser for lav beregningsmessig sikkerhet for alle skjærflater på totalspenningsbasis. Det må følgelig utføres stabiliserende tiltak. For profil 2-2 foreslås det avlastning av terrenget ved topp av skråningen. Omfanget av tiltaket er estimert i kapitel 8.2.

NGI - P6 og P7

Profilen for beregning av stabilitet fra høydedraget ved gården Flaten mot planlagt E6, veglinje 18000 ved profil nr. 12500 – 12700, og fra høydedraget ved Klepp mot den planlagte løsmasseskjæringa gjennom terrengryggen nord for Kleppeshølen ved profil nr. 12050 – 12250.

Vi viser til NGIs rapport, ref. /13/, for materialparameter og andre forutsetninger for beregningene. Profilene er i tillegg vist i Vedlegg D i foreliggende notat.

Tabell 6 Beregnet sikkerhetsfaktor for kritisk skjærflate NGI profil 6

Tegning nr.	Analyse	Beskrivelse / kommentar	Sikkerhetsfaktor γ_M for kritisk skjærflate	Krav til % - vis forbedring	Sikkerhetsfaktor γ_M etter tiltak
Vedlegg D	ADP	Kritisk skjærflate	1,01	19,7 %	1,31
Vedlegg D	aφ	Kritisk skjærflate	1,22	12,7 %	1,91

Tabell 7 Beregnet sikkerhetsfaktor for kritisk skjærflate NGI profil 7

Tegning nr.	Analyse	Beskrivelse / kommentar	Sikkerhetsfaktor γ_M for kritisk skjærflate	Krav til γ_M	Sikkerhetsfaktor γ_M etter tiltak
Vedlegg D	ADP	Kritisk skjærflate	1,57	$\geq 1,50$	1,88
Vedlegg D	aφ	Kritisk skjærflate	1,25	$\geq 1,50$	1,50

Beregningene viser for profil P6 at beregningsmessig sikkerhet er for lav, og det må gjennomføres terrengstabiliserende terrengtiltak. For dimensjonering av tiltakene benyttes det krav om prosentvis forbedring av sikkerheten for glideflater som ikke berører vegen, som beskrevet i kapittel 4.2 og i Vedlegg A. Omfanget av tiltakene er estimert i kapittel 8.2.

For profil P7 vurderes det som mulig å oppnå en endelig sikkerhetsfaktor, $\gamma_M \geq 1,5$ (ikke sprøbrudd), for kritisk skjærflate, og følgelig blir ikke prosentvis forbedring benyttet. Kritisk skjærflate i dagens situasjon er lokalisert i nedre deler av skråningen mot Gaula. Skjærflaten kan betegnes som et lokalt stabilitetsproblem og ikke områdestabilitet. Det vil imidlertid være fare for retrogressiv skredutvikling hvis en skredhendelse skulle inntreffe. Ved etablering av ny E6 er det planlagt skjæring gjennom skråningen/ryggen ned mot Gaula som gir en netto terrengavlastning og øker sikkerheten til tilfredsstillende nivå.

Rev 01:

Profil D-D og G-G (Flaten)

Profiler for beregning av stabilitet fra høydedraget ved gården Flaten mot planlagt E6, veglinje 18000 ved profil nr. 12500 – 12700. Profil D-D sammenfaller med NGI P6. Plassering av beregningsprofilene er vist i tegning 416746-RIG-TEG-002.1.

Udrenert skjærfasthet er vurdert ut fra samme forutsetninger som øvrige beregninger ved Forset. Det er ikke tolket CPTU ved Flaten.

Det har blitt benyttet samme poretryksprofil som i NGI sine beregninger. Det er antatt poretrykk på ca. 70 % av hydrostatisk poretrykk til kote +40 og hydrostatisk videre i dybden på toppen av skråningen. I bunn av skråningen er det benyttet kun hydrostatisk poretrykk.

For dimensjonering av tiltakene benyttes det krav om prosentvis forbedring av sikkerheten for glideflater som ikke berører vegen, som beskrevet i kapittel 4.2 og i Vedlegg A.

Tabell 8 Beregnet sikkerhetsfaktor for kritisk skjærflate profil D-D

Tegning nr.	Analyse	Beskrivelse / kommentar	Sikkerhetsfaktor γ_M for kritisk skjærflate	Krav til % -vis forbedring	Sikkerhetsfaktor γ_M etter tiltak
-352.1 -352.3	ADP	Kritisk skjærflate med utløp i nedre del av skråning	1,04	9,0 %	1,13
-352.2 -352.4	aφ	Kritisk skjærflate med utløp i nedre del av skråning	1,23	4,25 %	1,28

Tabell 9 Beregnet sikkerhetsfaktor for kritisk skjærflate profil G-G

Tegning nr.	Analyse	Beskrivelse / kommentar	Sikkerhetsfaktor γ_M for kritisk skjærflate	Krav til γ_M	Sikkerhetsfaktor γ_M etter tiltak
-353.1	ADP	Kritisk skjærflate med utløp i øvre del av skråning	1,41	0,0 %	1,41
-353.2	aφ	Kritisk skjærflate med utløp i nedre del av skråning	1,42	0,0 %	1,42

Beregningene viser for profil D-D at beregningsmessig sikkerhet er for lav, og det må gjennomføres terrengstabiliserende terrengtiltak. For dimensjonering av tiltakene benyttes det krav om prosentvis forbedring av sikkerheten for glideflater som ikke berører vegen, som beskrevet i kapittel 4.2 og i Vedlegg A. Omfanget av tiltakene er estimert i kapittel 8.2.

For profil G-G er beregningsmessig sikkerhet tilfredsstillende.

8 Geoteknisk vurdering

8.1 Generelt

Den planlagte veglinjen, 18000, for nye E6 ligger i utløpssonen for tre mulige skredhendelser i kvikkleiresone 449 Forset, som vist i kapitel 6.3. Utbyggingen av vegen vil ikke forverre stabiliteten for noen av profilene verken i anleggs- eller driftsfasen, men det må gjennomføres tiltak for å sikre stabiliteten så vegen ikke er i fare for å bli truffet av et skred. Disse tiltakene må gjennomføres før utbyggingen av vegen kan begynne.

8.2 Områdestabilitet/Terrengtiltak

Beregningene viser for lav stabilitet for alle beregningsprofilene. Det må følgende gjennomføres stabiliserende terrengtiltak før en utbygging kan starte. Terrengtiltakene vil i hovedsak gjelde terrengavlastninger og motfyllinger. I tillegg er det observert flombekker med tegn på aktiv erosjon i ravinedalene ved profil 1. Flombekkene må, i tillegg til terrengtiltakene, erosjonssikres evt. legges i rør.

Omfanget av terrengtiltakene er vist på plantegning, 416746-RIG-TEG-003.1. I tabellen under er det gitt et overslag på volum for de forskjellige terrengtiltakene. Id nr. på tiltakene er vist på tegningen.

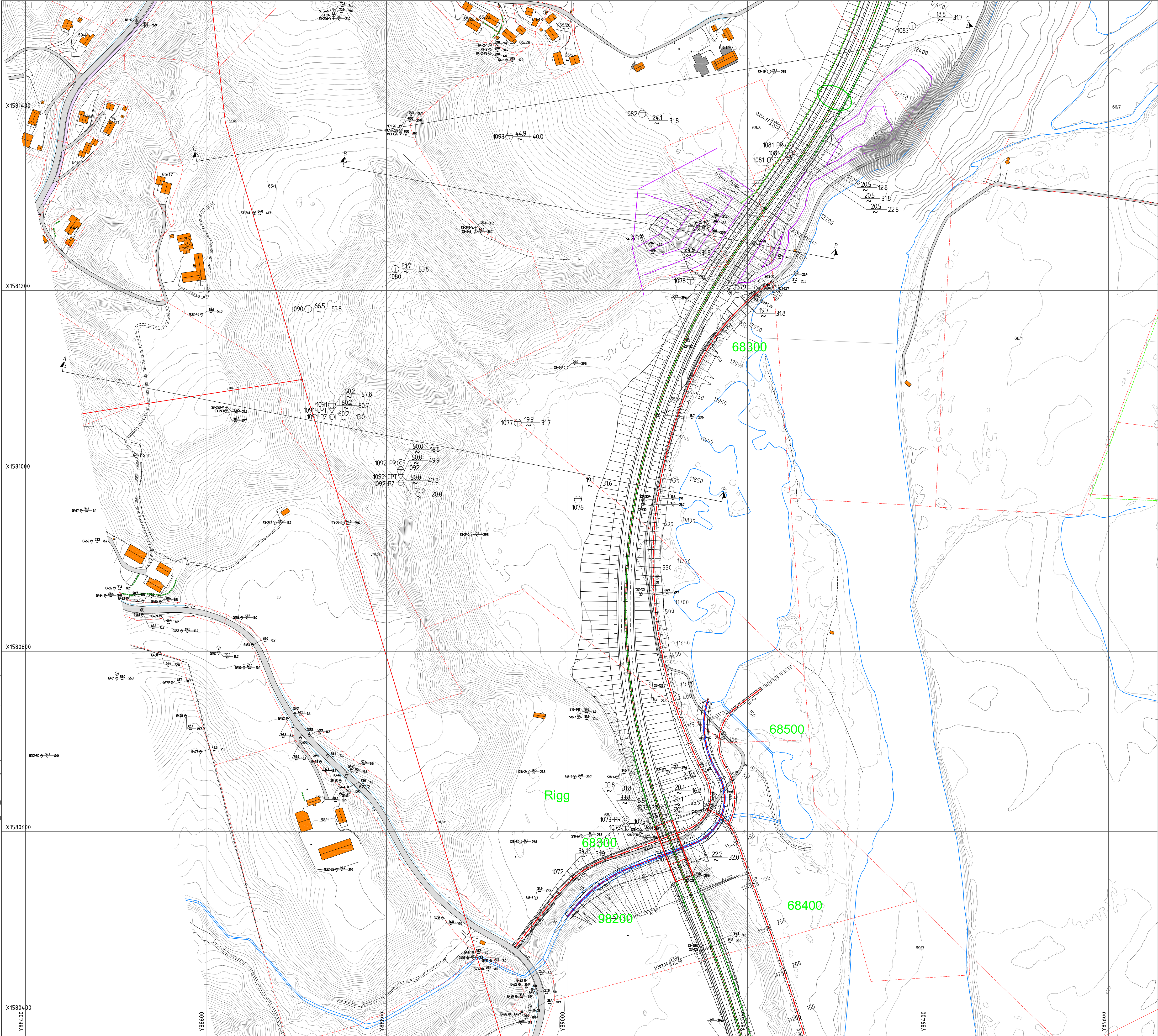
Tabell 10 Overslag på volum av terrengtiltak

Id	Terrengtiltak	Stipulert volum [m ³]	
		Avlastning	Motfylling
1	Avlastning profil 1	21 400	
2	Motfylling i skråningen profil 1		87 000
3	Avlastning profil 2	4 600	
4	Avlastning profil D-D	28 000	
5	Motfylling profil D-D		1 200

Det må gjennomføres detaljprosjektering av terrengtiltakene og utarbeides kontrollplan for arbeidene.

9 Referanser

- /1/ Statens Vegvesen (2010). Håndbok V220 – *Geoteknikk i vegbygging*
- /2/ Statens Vegvesen (2012). Håndbok V221 – *Grunnforsterkning, fyllinger og skjæringer*
- /3/ Standard Norge (2002). *Eurokode: Grunnlag for prosjektering av konstruksjoner*. NS-EN 1990-1:2002 + NA:2008
- /4/ Standard Norge (2004). *Eurokode 7: Geoteknisk prosjektering. Del 1: Allmenne regler*. NS-EN 1997-1:2004 + NA:2008
- /5/ Standard Norge (2007). *Eurokode 7: Geoteknisk prosjektering – Del 2: Regler basert på grunnundersøkelser og laboratorieprøver*. NS-EN 1997-2:2007+NA2008.
- /6/ Standard Norge (2005). *Eurokode 8: Prosjektering av konstruksjoner for seismisk påvirkning. Del 1: Allmenne regler, seismiske laster og regler for bygninger*. NS-EN 1998-1:2004+NA:2008.
- /7/ NVE (2014), Retningslinjer nr. 2/2011, *Flaum- skredfare i arealplanar*, revidert 22. mai 2014.
- /8/ NVE (2014), Veileder nr. 7, *Sikkerhet mot kvikkleireskred – Vurdering av områdestabilitet ved arealplanlegging og utbygging i områder med kvikkleire og andre jordarter med sprøbruddegenskaper*, april 2014.
- /9/ NGI (2008), *Program for økt sikkerhet mot leirskred – Metode for kartlegging og klassifisering av faresoner, kvikkleire*, revisjon 3, oktober 2008.
- /10/ Norges Geologiske undersøkelse (NGU) (2012), rapport nr. 2012.040. *Utstrekning og utløpsdistanse for kvikkleireskred basert på katalog over skredhendelser i Norge*.
- /11/ NIFS (2013), Rapport nr. 38 *Naturfareprosjektet: Delprosjekt 6 Kvikkleire - Karakterisering av historiske kvikkleireskred og input parametere for Q-BING*, utarbeidet av NGI, januar 2013.
- /12/ NGI (2014), 20120099-03-R, *Kvikkleiresoner Trondheim – Leira*, revisjon 00, juni 2014.
- /13/ NGI (2012), 20101052-00-4-R, *E6 Håggåtunnelen-Skjæringstad: Vurdering av skråningsstabilitet ved kvikkleiresonene Kvål og Forset*, revisjon 1, juli 2012.
- /14/ Lunne, T., Robertson, P.K. og Powell, J.J.M. (1997). *Cone Penetration Testing in Geotechnical Practice*. Blackie Academic & Professional.
- /15/ Karlsrud, K. et al. (2005). *CPTU correlations for clays*. Proceedings, ICSMGE, Osaka s 693 - 702.



● DREIESONDERING

▼ ENKEL SONDERING

▼ RAMSONDERING

▼ TRYKKSONDERING

⊕ TOTALSONDERING

⊗ PRØVESERIE

□ PRØVEGROP

⊗ DREIETRYKKSONDERING

⊗ SKRULATEFORSØK

⊕ VINGEBORING

⊗ PORETRYKKMÅLING

⊗ KJERNEBORING

⊗ FJELLKONTROLLBORING

■ BERG I DAGEN / LITEN LØSMASSE-OVERDEKING

KARTGRUNNLAG:
KORDINATSYSTEM:
HØYDEREFERANSE:
UTGANGSPUNKT FOR NIVELLEMENT:
BØRDBOK NR:
LAB-BOK NR:

Digitalt kart - NN 1954
NTH Sone 10
W 1954
GPS GLONAS CPDS
Digital
7184, 7190, 7204, 7207
3014, 3016, 3018

EXEMPEL
BP 1 ⊕ 430
282
TERRENGKOTE/SJØBUNNKOTE
14,8 +2,4 — BØRET DYBDE + BØRET I BERG
ANTATT BERGKOTE

TIDLIGERE BORINGER:

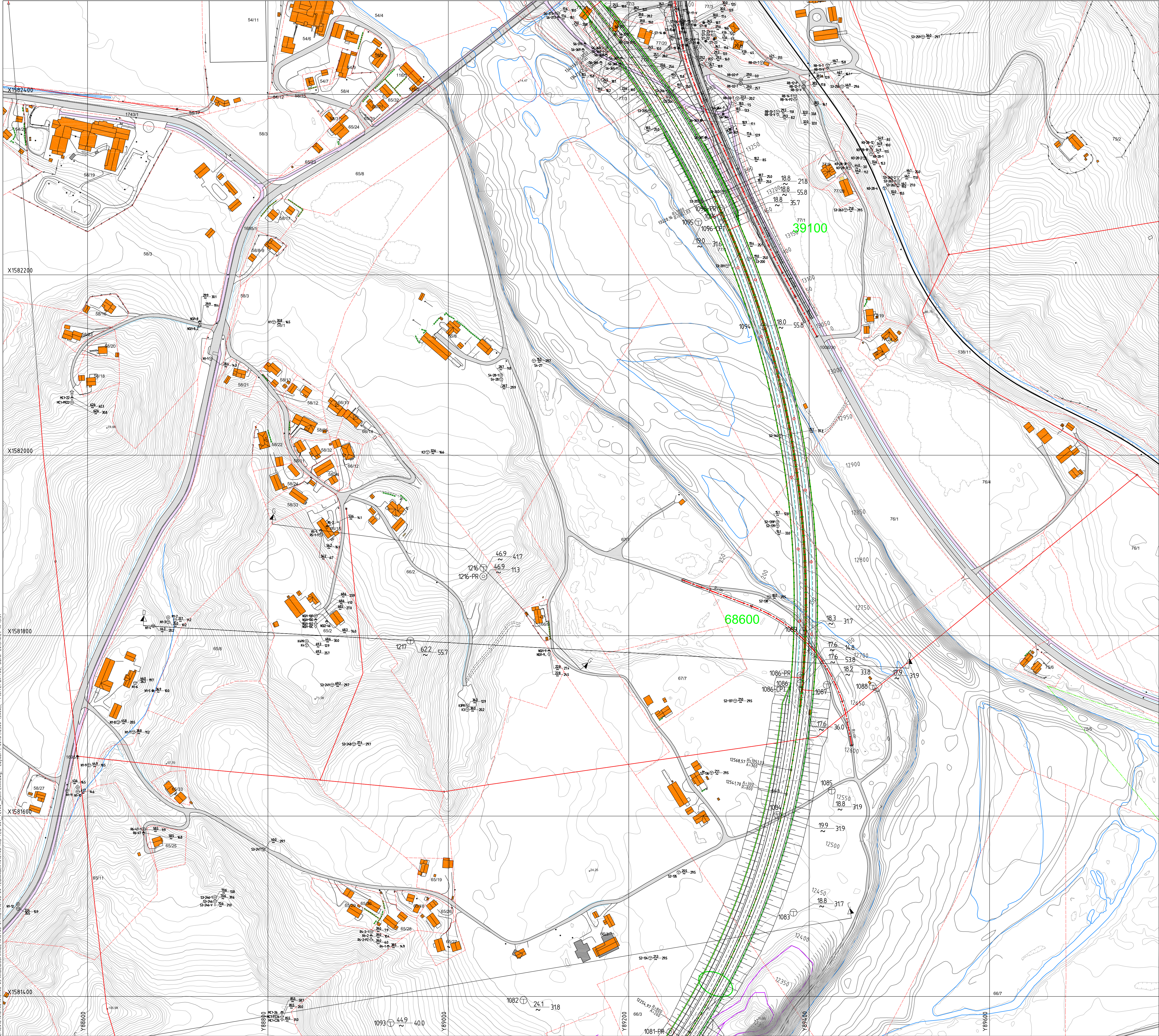
Tidligere boringer er opptegnet fra scannet kopi og kan ha noe avvik.
Tidligere boringer er angitt med indekser foran borhullsnr:

Referanse	Rapport nr	Utførende	Oppdrag	År
KUM1	o. 2120	Kummenje (Rambøll)	Kommunedelplan Ler og Kvål	1981
KUM1	o. 3563	Kummenje (Rambøll)	Kommunedelplan Ler og Kvål	1985
KUM3	o. 7789	Kummenje (Rambøll)	Kommunedelplan Ler og Kvål	2000
K	630333A-01	Scandiaconsult	Kommunedelplan Ler og Kvål	2004
L	630333A-01	Scandiaconsult	Kommunedelplan Ler og Kvål	2004
MC1	411760-1	Multiconsult	Kvikkleirekartlegging Melhus	2006
MC2	416981-RIG-RAP-001	Multiconsult	E6 Gylland-Raskaft	2015
MC3	416813-1-RIG-RAP-002	Multiconsult	Grunnundersøkelser for Logistikkutpunkt i Trondheimsregionen	2014
N1	37778-1	NOTEBY (LdS8SC-O)	Fv. 695 Kvåsbuua-Hårabakken	1992
N2	37945-1	NOTEBY	Kryssingspor Ler	1994
N3	300366-1	NOTEBY	Dovrebanen Kvål-Lundamo	1999
NG11	20101052-00-3-R	NGI (LdH06A)	E6 Håggstunnelen-Skjæringstad	2011
NG2	81075-2	NGI	Kartlegging av områder med potensiell fare for kvikkleireskred	1990
R1	o. 3736	Kummenje (Rambøll)	Veg Kvålslykkja	1981
R2	o. 5194	Kummenje (Rambøll)	Veg til Kvålslykkja	1985
R3	602113	Kummenje (Rambøll)	Dovrebanen Kvål-Lundamo	2000
R4	o. 7923	Kummenje (Rambøll)	Hokseggan, Kvål	1990
R5	o. 8482	Kummenje (Rambøll)	Enebolig Nordang, Kvål	1991
R6	10743-1	Kummenje (Rambøll)	Sikring/utbedring av adkomstveg til "Haugstølen" - 65/25, Kvål	1995
R7	o. 3445	Kummenje (Rambøll)	Prosjektert boligfelt-Eggs, Kvål	1972
R8	12428	Scandiaconsult (Rambøll)	Dovrebanen Oppdal-Trondheim. Kryssing 679A, 524.450 km. Hovedittak 31	2001
R9	o. 6385-1 (Ld157A)	Kummenje (Rambøll)	Gangveg ved Kvål bru	1986
R10	o. 2137-2 (Ld157A)	Kummenje (Rambøll)	Reguleringsplan Kvål	1975
R11	o. 3398-1 (Ld157A)	Kummenje (Rambøll)	Servicestasjon Kvål	1980
R12	600449	Rambøll	Kvål renseanlegg	2006
R13	o. 6631-01	Kummenje (Rambøll)	Vaustfjellvegen boligfelt, Kvål	1987
R14	610336-1 (LdH06A)	Scandiaconsult (Rambøll)	Nybygg Mowegen, Kvål	2001
R15	o. 2137-1	Kummenje (Rambøll)	Reguleringsplan Kvål	1975
R16	12142-1A (LdH06A)	SCC Kummenje	Kvål, Øst og Melhus kommune. Sikring langs Gaula	1998
R18	G-rap-001: 1350002699	Rambøll	Kårbolig Ler	2014
R19	609086-1	Rambøll	Utbbygging Flå barnehage	2009
R20	6080109-1	Rambøll	Supplerende grunnundersøkelse sone 450 Bortn	2008
S1	2013067522-01 (Ld1000A-01)	Statens vegvesen	E6 Melhus. Raskaft-Søndre påhugg fjelltunnel	2013
S2	2013067522-03 (Ld1000C)	Statens vegvesen	Datarapport E6 Huga-Skjæringstad. Fra tunnel til Kvål	2013
S3	2013067522-05 (Ld1000D-01)	Statens vegvesen	Datarapport E6 Kvål	2014
S4	2009067606-006 (LdH06A/6)	Statens vegvesen	E6 Lundamo-Skjæringstad	2009
S5	Ld1000C/01	Statens vegvesen	E6 Hovin, parsell Brekka-Raskaft	1982
S6	Ld1454A-02	Statens vegvesen	Gang-/sykkelveg Nyhus-Kvål	2000
S7	Ld157-01	Statens vegvesen	E6 utglidning ved Kvål	1989
S8	Ld1587A	Statens vegvesen	E6, ny trasé forbi Kvål. Orienterende geotekniske undersøkelser	1989
S9	Ld1588A/01	Statens vegvesen	E6 Kvål S-Skjæringstad	1992
S10	Ld1695A-01	Statens vegvesen	Ny E6 ved Kvål, gårdveg til Øya landbruksenter	1992
S11	Ld157A	Statens vegvesen	E6, ny trasé forbi Kvål. Orienterende geotekniske undersøkelser	1992
S12	Ld1588B/01	Statens vegvesen	E6 Håggstunnelen-Skjæringstad, omlegging Hovin	2009
S13	Ld1588A/01	Statens vegvesen	E6 Huga-Hovin	2009
S14	2009067606-002 (LdH06A/02)	Statens vegvesen	E6 Nyhus vegovergang, Massetakk, Melhus kommune	1982
S15	2009067606-004 (LdH06A/04)	Statens vegvesen	E6 Raskaft - Skjæringstad. Hovmyrkamtunnelen. Ingeniørgelogisk rapport for reguleringsplan	2015
S16	Ld1348/01	Statens vegvesen	E6 Melhus rigglass Eldsido	2015
S17	2014053733-05 (Ld1000B-01)	Statens vegvesen	Boligfelt Ler II	2000
S18	2013067522-009 (Ld1000C)	Statens vegvesen		
SCC1	600167-1	Scandiaconsult		

OVERSIKTSKART



Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
	Statens vegvesen Region midt		Geoteknikk		A1
	E6 Røskaft - Skjæringstad	Dato	01.10.2015		
	Borplan	Format	Målestokk:		
	Profil 11200-12450		1:2000		
Multiconsult		Status	Konstr./Tegnet	Kontr./Ret	Godkjent
www.multiconsult.no		Oppdragsnr.	416746	Tegningsnr.	ARV
			RIG-TEG-001.7		Rev.
					00



TEGNFORKLARING:

● DREIESONDERING

▼ RAMSONDERING

▽ TRYKKSONDERING

⊕ TOTALSONDERING

⊙ PRØVESERIE

□ PRØVEGROP

⊞ DREITRYKKRSONDERING

⊞ SKRUPLATEFORSØK

⊞ VINGEBORING

⊞ PORETRYKKMÅLING

⊞ KJERNEBORING

⊞ FJELLKONTROLLBORING

■ BERG I DAGEN / LITEN LØSMASSE-OVERDEKING

KARTGRUNNLAG:
KORDINATSYSTEM:
HØYDEREFERANSE:
UTGANGSPUNKT FOR NIVELLEMT:
BØRDBOK NR:
LAB-BOK NR:

Digitalt kart - NN 1954
NTM Sone 10
WGS 1984
GPS GLONAS CPDS
Digital
2184, 2190, 2204, 2207
3014, 3016, 3018

EXEMPEL
BP 1 ⊕ 430
282
14,8 +2,4 — BØRET DYBDE + BØRET I BERG
ANTATT BERGKOTE

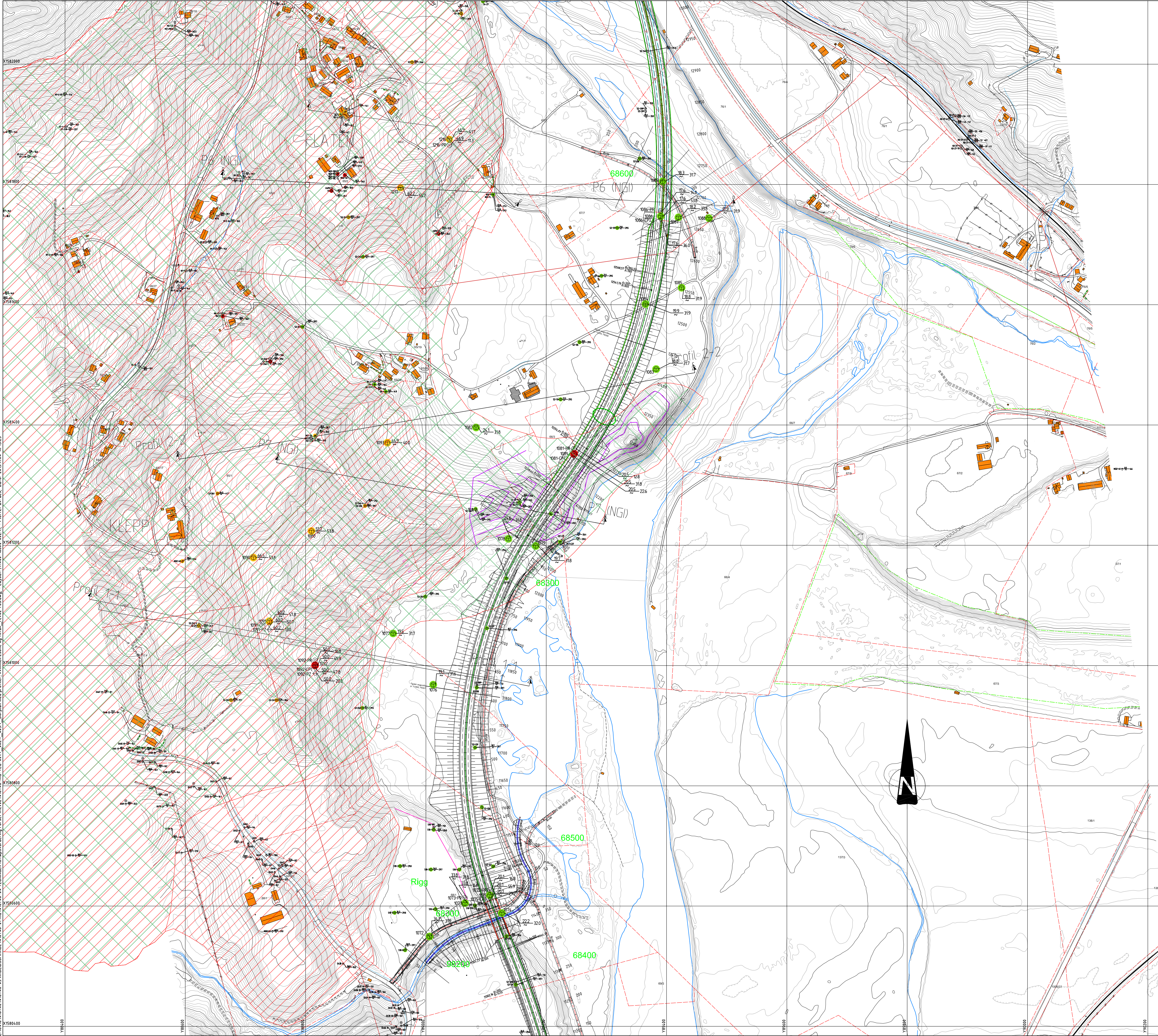
TIDLIGERE BORINGER:

Tidligere boringer er opptegnet fra scannet kopi og kan ha noe avvik.
Tidligere boringer er angitt med indekser foran borhullsnr.

Referanse	Rapport nr	Utførende	Oppdrag	År
KUM1	o. 2120	Kummenje (Rambøll)	Kommunedelplan Ler og Kvål	2004
KUM1	o. 3563	Kummenje (Rambøll)	Kommunedelplan Ler og Kvål	2004
KUM3	o. 7789	Kummenje (Rambøll)	Kommunedelplan Ler og Kvål	2004
K	630333A-01	Scandiaconsult	Kommunedelplan Ler og Kvål	2004
L	630333A-01	Scandiaconsult	Kommunedelplan Ler og Kvål	2004
MC1	411760-1	Multiconsult	Kvikkleirekartlegging Melhus	2006
MC2	416981-RIG-RAP-001	Multiconsult	E6 Gylland-Raskaft	2015
MC3	416813-1-RIG-RAP-002	Multiconsult	Grunundersøkelser for Logistikkutpunkt i Trondheimsregionen	2014
N1	37778-1	NOTEBY (LdS88C-01)	Fv. 695 Kvåsbuua-Håråbakken	1992
N2	37945-1	NOTEBY	Kryssingspor Ler	1994
N3	300366-1	NOTEBY	Dovrebanen Kvål-Lundamo	1999
NG1	20101052-00-3-R	NGI (Ld906A)	E6 Håglåttunnelen-Skjæringstad	2011
NG2	81075-2	NGI	Kartlegging av områder med potensiell fare for kvikkleireskred	1990
R1	o. 3736	Kummenje (Rambøll)	Veg Kvålslykkja	1981
R2	o. 5194	Kummenje (Rambøll)	Veg til Kvålslykkja	1985
R3	600113	Kummenje (Rambøll)	Dovrebanen Kvål-Lundamo	2000
R4	o. 7923	Kummenje (Rambøll)	Hoksegen, Kvål	1990
R5	o. 8482	Kummenje (Rambøll)	Enebolig Nordang, Kvål	1991
R6	10745-1	Kummenje (Rambøll)	Sikring/utbedring av adkomstveg til "Haugstølen" - 65/25, Kvål	1995
R7	o. 3445	Kummenje (Rambøll)	Prosjektert boligfelt-Eggs, Kvål	1972
R8	12428	Scandiaconsult (Rambøll)	Dovrebanen Oppdal-Trondheim. Kryssing 679A, 524,450 km. Hovedtittak 31	2001
R9	o. 6385-1 (Ld157A)	Kummenje (Rambøll)	Gangveg ved Kvålbru	1986
R10	o. 2137-2 (Ld157A)	Kummenje (Rambøll)	Reguleringsplan Kvål	1975
R11	o. 3398-1 (Ld157A)	Kummenje (Rambøll)	Servicestasjon Kvål	1980
R12	600449	Rambøll	Kvål renseanlegg	2006
R13	o. 6631-01	Kummenje (Rambøll)	Vaustfjellvegen boligfelt, Kvål	1987
R14	610336-1 (Ld906A)	Scandiaconsult (Rambøll)	Nybygg Moavengen, Kvål	2001
R15	o. 2137-1	Kummenje (Rambøll)	Reguleringsplan Kvål	1975
R16	12142-1A (Ld906A)	SCC Kummenje	Kvål, Øst og Melhus kommune. Sikring langs Gaula	1998
R18	G-rap-001: 1350002099	Rambøll	Kårbolig Ler	2014
R19	600066-1	Rambøll	Utbygging Flå barnehage	2009
R20	6000109-1	Rambøll	Supplerende grunnundersøkelse sone 450 Bortn	2008
S1	2013067522-01 (Ld1000A-01)	Statens vegvesen	E6 Melhus. Raskaft-Søndre påhugg fjelltunnel	2013
S2	2013067522-003 (Ld1000C)	Statens vegvesen	Datarapport E6 Huga-Skjæringstad. Fra tunnel til Kvål	2013
S3	2013067522-005 (Ld1000D-01)	Statens vegvesen	Datarapport E6 Kvål	2014
S4	2009067606-006 (Ld906A6)	Statens vegvesen	E6 Lundamo-Skjæringstad	2009
S5	Ld1000C-01	Statens vegvesen	E6 Hovin, parsell Brekka-Raskaft	1982
S6	Ld4454-02	Statens vegvesen	Gang-/sykkelveg Nyhus-Kvål	2000
S7	Ld157-01	Statens vegvesen	E6 utglidning ved Kvål	1989
S8	Ld1587A	Statens vegvesen	E6, ny trasé forbi Kvål. Orienterende geotekniske undersøkelser	1989
S9	Ld1588A-01	Statens vegvesen	E6 Kvål-Skjæringstad	1992
S10	Ld695A-01	Statens vegvesen	Ny E6 ved Kvål, ghdvng til Øya landbruksenter	1992
S11	Ld157A	Statens vegvesen	E6, ny trasé forbi Kvål. Orienterende geotekniske undersøkelser	1992
S12	Ld1588B-01	Statens vegvesen	E6 Håglåttunnelen-Skjæringstad, omgjøring Hovin	2009
S13	Ld1588B-01	Statens vegvesen	E6 Håglåttunnelen-Skjæringstad, omgjøring Hovin	2009
S14	2009067606-002 (Ld906A02)	Statens vegvesen	E6 Hovin	2009
S15	2009067606-004 (Ld906A04)	Statens vegvesen	E6 Hovin	2009
S16	Ld1348-01	Statens vegvesen	E6 Nyhus vegovergang, Massetakk, Melhus kommune	1982
S17	2014053733-05 (Ld1000B-01)	Statens vegvesen	E6 Raskaft - Skjæringstad. Hovymkamtunnelen. Ingeniørgelogisk rapport for reguleringsplan	2015
S18	2013067522-009 (Ld1000C)	Statens vegvesen	E6 Melhus rigglass Eldsdo	2015
SCC1	600167-1	Scandiaconsult	Boligfelt Ler II	2000

OVERSIKTSKART

01	Supplerende boringer: Flaten (BP. 1216 og 1217)	15.10.2015	JKM	ROS	ARV
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godk.
Statens vegvesen Region midt			Fag	Geoteknikk	Formal
E6 Røskaft - Skjæringstad			Dato	01.10.2015	A1
Borplan			Format/Beslekk:		
Profil 12300-13400			1:2000		
Multiconsult		Status	Konstr./Tegnet	Kontrallert	Godkjent
www.multiconsult.no		Oppdragsnr.	Tegningsnr.	JKM	ROS
416746		RIG-TEG-001.8		ARV	
				Rev.	
				01	



● DREIESONDERING

▼ RAMSONDERING

▽ TRYKKSONDERING

⊕ TOTALSONDERING

⊙ PRØVESERIE

□ PRØVEGROP

⬮ DREIETRYKKSONDERING

⊞ SKRUPLATEFORSØK

⊕ VINGEBORING

⊕ PORETRYKKMÅLING

⊞ KJERNEBORING

⊞ FJELLKONTROLLBORING

⊞ BERG I DAGEN

KARTGRUNNLAG:
KØRGRUNNLAG:
HØYDEREFERANSE:
UTGANGSPUNKT FOR NIVELLEMENT:
BØRBOK NR:
LAB.BOK NR:

Digitalt kart fra Statens vegvesen, Region midt
NTH Sone 10
NM 1954
GPS GLONAS CPDS
XXX
XXX

TERRENGKOTE/SJØBUNNKOTE
EKSEMPEL
BP 1 ⊕ 430
282 — 14.8 +2.4 — BØRET DYBDE + BØRET I BERG
VANTATT BERGKOTE

Eksisterende kvikkleiresone 449 Forset

Forslag til ny kvikkleiresone

● PÅVIST KVIKKLEIRE/SPRØBRUDDMATERIALE

● MULIG KVIKKLEIRE/SPRØBRUDDMATERIALE

● IKKE PÅVIST KVIKKLEIRE/SPRØBRUDDMATERIALE

HENVISNINGER:

TIDLIGERE BORINGER:

Tidligere boringer er oppgitt fra scannet kopi og kan ha noe avvik.
Tidligere boringer er angitt med indekser foran borhullsnr:

Referanse	Rapport nr	Utførende	Oppdrag	År
KUM1	o. 2120	Kommunejeie (Rambøll)		
KUM2	o. 3583	Kommunejeie (Rambøll)		
KUM3	o. 7789	Kommunejeie (Rambøll)		
K	683933A-01	Scandiacoust	Kommunedelplan Ler og Kvål	2004
L	683933A-01	Scandiacoust	Kommunedelplan Ler og Kvål	2004
MC1	411760-1	Multiconsult	Kvikkleirekartlegging Møhus	2005
MC2	410881-RIG-RAP-001	Multiconsult	E6 Gyllevad-Røskaft	2015
MC3	410813-1-RIG-RAP-002	Multiconsult	Grunundersøkelser for Logistikknutepunkt i Trondheimsregionen	2014
N1	37778-1	NOTBY (UtdSBC-01)	Fv. 695 Kullstrua-Hårblakk	1992
N2	37945-1	NOTBY	Krysningsspor Ler	1994
N3	380166-1	NOTBY	Dovrebanen Kvål-Lundamo	1999
NG1	20101052-00-3-R	NGI (UdS906A)	E6 Håggshunnen-Skjærdingstad	2011
NG2	81075-2	NGI	Kartlegging av områder med potensiell fare for kvikkleireskred	1990
R1	o. 3736	Kommunejeie (Rambøll)	Veg Kvalvåkja	1981
R2	o. 5194	Kommunejeie (Rambøll)	Veg til Kvalvåkja	1985
R3	600113	Kommunejeie (Rambøll)	Dovrebanen Kvål-Lundamo	2000
R4	o. 7521	Kommunejeie (Rambøll)	Hokaggen, Kvål	1990
R5	o. 8462	Kommunejeie (Rambøll)	Endelig Nordang, Kvål	1991
R6	10743-1	Kommunejeie (Rambøll)	Sikring/utbedring av adkomstveg til "Haugstølen" - 65/25, Kvål	1995
R7	o. 1448	Kommunejeie (Rambøll)	Prosjektert boligfelt-Eggs, Kvål	1972
R8	12428	Scandiacoust (Rambøll)	Dovrebanen Oppdal-Trondheim, Krysning 679A, 524-450 km, Hovedtittak 31	2001
R9	o. 6185-1 (Ud157A)	Kommunejeie (Rambøll)	Gangveg ved Kvål bru	1986
R10	o. 2137-2 (Ud157A)	Kommunejeie (Rambøll)	Reguleringsplan Kvål	1975
R11	o. 3398-1 (Ud157A)	Kommunejeie (Rambøll)	Servicestasjon Kvål	1980
R12	600049	Rambøll	Kvål rensningsanlegg	2006
R13	o. 6613.01	Kommunejeie (Rambøll)	Vassfjellvegen boligfelt, Kvål	1987
R14	601396-1 (UdS906A)	Scandiacoust (Rambøll)	Nybygg Møhusvegen, Kvål	2017
R15	o. 2137-1	Kommunejeie (Rambøll)	Reguleringsplan Kvål	1975
R16	12142-1A (UdS906A)	SCC Kommunejeie	NVE, IBV og Møhus kommune: Sikring langs Gaula	1998
R18	G-rap-001-150002699	Rambøll	Kvålberg Ler	2014
R19	600066-1	Rambøll	Utbegning F14 barnhage	2009
R20	6000209-1	Rambøll	Supplerende grunnundersøkelser sone 400 Bortn	2008
S1	2013067522-01 (Ud15000A-01)	Statens vegvesen	E6 Møhus, Røskaft-Søndre påbygg Jellfjell	2013
S2	2013067522-003 (Ud15000C)	Statens vegvesen	Datarapport E6 Håggshunnen-Skjærdingstad, Fra tunnel til Kvål	2013
S3	2013067522-005 (Ud15000D-01)	Statens vegvesen	Datarapport E6 Kvål	2014
S4	2009067606-006 (UdS906A-01)	Statens vegvesen	E6 Lundamo-Skjærdingstad	2009
S5	Ud200C-01	Statens vegvesen	E6 Hovin, parsell Brekka Røskaft	1982
S6	Ud445A-02	Statens vegvesen	Gang-/rykkelveg Møhus Kvål	2000
S7	Ud1157-01	Statens vegvesen		
S8	Ud587A	Statens vegvesen	E6 utglidning ved Kvål	1989
S9	Ud588A-01	Statens vegvesen	E6, ny trasé forbi Kvål: Orienterende geotekniske undersøkelser	1989
S10	Ud695A-01	Statens vegvesen	E6 Kvål-Skjærdingstad	1992
S11	Ud157A	Statens vegvesen		
S12	Ud588B-01	Statens vegvesen	Ny E6 ved Kvål, gløddveg til Øya landbruksenter	1992
S13	Ud588A-01	Statens vegvesen	E6, ny trasé forbi Kvål: Orienterende geotekniske undersøkelser	1989
S14	2009067606-002 (UdS906A-02)	Statens vegvesen	E6 Håggshunnen-Skjærdingstad, omlagging Hovin	2009
S15	2009067606-004 (UdS906A-04)	Statens vegvesen	E6 Hovin-Hovin	2009
S16	Ud339B-01	Statens vegvesen	E6 Møhus vegvegveg, Massetak, Møhus kommune	1982
S17	2014053735-05 (Ud15000B-01)	Statens vegvesen	E6 Røskaft - Skjærdingstad, Homlykamtunnelen, Ingeniørgesologisk rapport for reguleringsplan	2015
S18	2013067522-009 (Ud15000C)	Statens vegvesen	E6 Møhus riggplass Edsmo	2015
SCC1	6000567-1	Scandiacoust	Boligfelt Ler II	2000

01

Supplerende grunnundersøkelser ved Flaten

04.11.2015

AES

RDS

ARV

00

Utarbeidelse tegning

31.08.2015

AES/RDS

OMS

ARV

Rev.

Beskrivelse

Dato

Tegn.

Kontr.

Godkj.

Statens vegvesen, Region midt

E6 Røskaft-Skjærdingstad

Dato

31.08.2015

Form

Geoteknikk

A1

Borplan

PR. 11200-13000

Klassifisering av borpunkt og kvikkleiresoner

Format/Bløstokk

1:3000

Multiconsult

www.multiconsult.no

Status

Oppdragsnr.

416746

Konstr./Tegnet

AES/RDS

Kontralleret

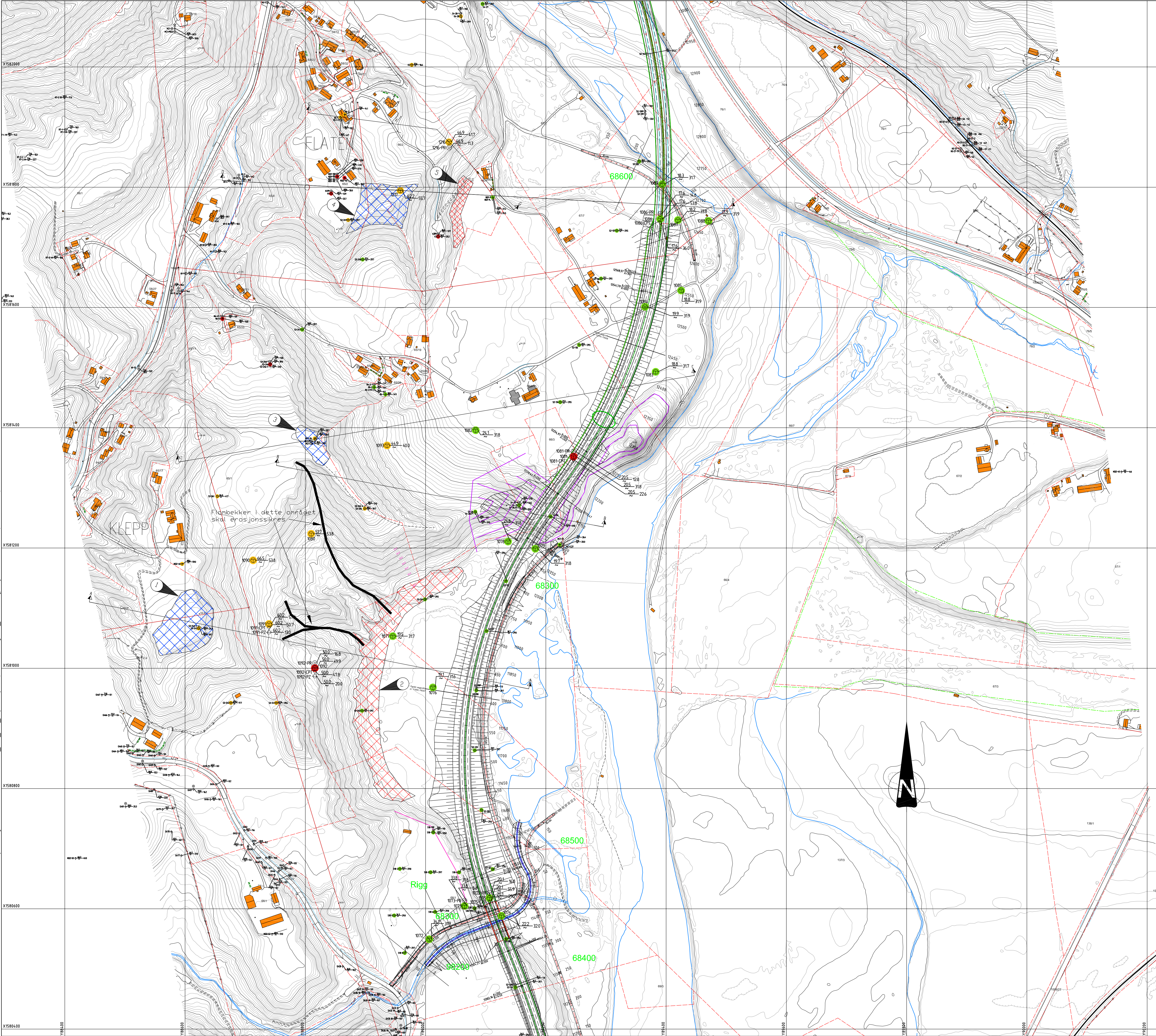
OMS

Godkjent

ARV

Rev.

01



● DREIESONDERING

▼ RAMSONDERING

▽ TRYKKSONDERING

⊕ TOTALSONDERING

⊙ PRØVESERIE

□ PRØVEGROP

⬮ DREIETRYKKSONDERING

⊠ SKRULPLATEFORSØK

⊕ PORETRYKKMÅLING

⊗ KJERNEBORING

★ FJELLKONTROLLBORING

⌘ BERG I DAGEN

KARTGRUNNLAG:
KOGRONATSYSTEM:
HØYDEREFERANSE:
UTGANGSPUNKT FOR NIVELLEMT:
BØRDBOK NR:
LAB-BOK NR:

Digitalt kart fra Statens vegvesen, Region midt
NTH Sone 10
NN 1954
GPS GLONAS CPDS
XXX
XXX

TERRENGKOTE/SJØBUNNKOTE
EKSEMPEL
BP 1 ⊕ $\frac{430}{282}$ — 14.8 + 2.4 — BØRET DYBDE + BØRET I BERG
VANTATT BERGKOTE

TERRENGÅVLASTNING

MOTFYLLING

OVERSLAG PÅ VOLUM AV TERRENGTILTAK:

TERRENGTILTAK NR. 1 - 21 400 m³

TERRENGTILTAK NR. 2 - 87 000 m³

TERRENGTILTAK NR. 3 - 4 600 m³

TERRENGTILTAK NR. 4 - 25 000 m³

TERRENGTILTAK NR. 5 - 75 000 m³

HENVISNINGER:

TIDLIGERE BORINGER:

Tidligere boringer er oppgitt fra skannet kopi og kan ha noe avvik.

Tidligere boringer er angitt med indekser foran borhullsnr.

Referanse	Rapport nr	Utlørende	Oppdrag	År
KUM1	o. 2120	Kommuneje (Rambøll)	Kommunedelplan Ler og Kvål	2004
KUM1	o. 3563	Kommuneje (Rambøll)	Kommunedelplan Ler og Kvål	2004
KUM3	o. 7789	Kommuneje (Rambøll)	Kommunedelplan Ler og Kvål	2004
K	630353A-01	Scandiansult	Kommunedelplan Ler og Kvål	2004
L	630353A-01	Scandiansult	Kommunedelplan Ler og Kvål	2004
MC1	411700-1	Multiconsult	Kvikkleirekartlegging Melhus	2006
MC2	416881-RIG-RAP-001	Multiconsult	E6 Gylland-Raskaff	2015
MC3	416813-1-RIG-RAP-002	Multiconsult	Grunundersøkelser for Lagstikkutepunkt i Trondheimregionen	2014
N1	37778-1	NOTEBY (U4585C-01)	Fv. 695 Kvalstuvra-Hårbakken	1992
N2	37945-1	NOTEBY	Krysningssagstunet	1994
N3	300166-1	NOTEBY	Dovrebanen Kvål-Lundamo	1999
NG1	2010052-00-3-8	NGI (U4906A)	E6 Håggutunnelelen-Skjerdingsstad	2011
NG2	81075-2	NGI	Kartlegging av områder med potensiell fare for kvikkleirered	1990
R1	o. 3736	Kommuneje (Rambøll)	Veg Kvikkleire	1981
R2	o. 5194	Kommuneje (Rambøll)	Veg til Kvikkleire	1985
R3	600113	Kommuneje (Rambøll)	Dovrebanen Kvål-Lundamo	2000
R4	o. 7921	Kommuneje (Rambøll)	Holsjøen, Kvål	1990
R5	o. 8482	Kommuneje (Rambøll)	Ennabølg Nordang, Kvål	1991
R6	10743-1	Kommuneje (Rambøll)	Sikring/utbedring av adkomstveg til "Haugstøsten" - 65/25, Kvål	1972
R7	o. 1448	Kommuneje (Rambøll)	Prosjektet boligfelt-Riga, Kvål	1972
R8	12428	Scandiansult (Rambøll)	Dovrebanen Oppdal-Trondheim, Krysning 679A, 524-450 km. Hovedtillatt 31	2001
R9	o. 6185-1 (U4157A)	Kommuneje (Rambøll)	Gangveg ved Kvål bru	1986
R10	o. 2137-2 (U4157A)	Kommuneje (Rambøll)	Reguleringsplan Kvål	1975
R11	o. 3398-1 (U4157A)	Kommuneje (Rambøll)	Servicestasjon Kvål	1980
R12	6000409	Rambøll	Kvål rensenett	2006
R13	o. 6613-01	Kommuneje (Rambøll)	Vassfjellvegen boligfelt, Kvål	1987
R14	603784-1 (U4906A)	Scandiansult (Rambøll)	Nybygg Melhus, Kvål	2001
R15	o. 2137-1	Kommuneje (Rambøll)	Reguleringsplan Kvål	1975
R16	12142-1A (U4906A)	SCC Kommuneje	NVE, JBV og Melhus kommune, Sikring langs Gaula	1998
R18	o. rap-001-1350002099	Rambøll	Kånsjøen Ler	2014
R19	600068-1	Rambøll	Utbygging F14 barnehage	2009
R20	6080109-1	Rambøll	Supplerende grunnundersøkelser sone 450 Bortn	2008
S1	2013067522-01 (U41000A-01)	Statens vegvesen	E6 Melhus, Raskaff-Sandre påhugg fjelltunnel	2013
S2	2013067522-03 (U41000C)	Statens vegvesen	Datarapport E6 Hågg-Skjerdingsstad, Fra tunnel til Kvål	2013
S3	2013067522-05 (U41000D-01)	Statens vegvesen	Datarapport Kvål	2014
S4	200907606-006 (U4906A-6)	Statens vegvesen	E6 Lundamo-Skjerdingsstad	2014
S5	U41000C-01	Statens vegvesen	E6 Hovin, parsel Brekka-Raskaff	1982
S6	U44544-02	Statens vegvesen	Gang-/sykkelveg Nyhus Kvål	2000
S7	U4157-01	Statens vegvesen	E6 Hovin, parsel Brekka-Raskaff	1982
S8	U41000C-01	Statens vegvesen	E6 Hovin, parsel Brekka-Raskaff	1982
S9	U4158A-01	Statens vegvesen	E6, ny trasé forbi Kvål, Orienterende geotekniske undersøkelser	1989
S10	U4158A-01	Statens vegvesen	E6, ny trasé forbi Kvål, Orienterende geotekniske undersøkelser	1989
S11	U4157A	Statens vegvesen	E6 Hovin, parsel Brekka-Raskaff	1982
S12	U4158A-01	Statens vegvesen	E6 Hovin, parsel Brekka-Raskaff	1982
S13	U4158A-01	Statens vegvesen	E6 Hovin, parsel Brekka-Raskaff	1982
S14	200907606-002 (U4906A-02)	Statens vegvesen	E6 Håggutunnelelen-Skjerdingsstad, omlagging Hovin	2009
S15	200907606-004 (U4906A-04)	Statens vegvesen	E6 Hågg-Hovin	2009
S16	U41348-01	Statens vegvesen	E6 Nyhus vegovergang, Masetak, Melhus kommune	1982
S17	2014053735-05 (U41000B-01)	Statens vegvesen	E6 Raskaff - Skjerdingsstad, Homnykamtunnelen, Ingeniørgeologisk rapport for reguleringsplan	2015
S18	2013067522-009 (U41000C)	Statens vegvesen	E6 Melhus, Rigglass Eldsno	2015
SCC1	600107-1	Scandiansult	Boligfelt Ler II	2000

01 Supplerende grunnundersøkelser ved Flaten

0

Rev. Beskrivelse

04.11.2015

AES / ROS

ARV

31.08.2015

AES/ROS/ROS

ARV

Statens vegvesen, Region midt

E6 Skjerdingsstad-Røskaff

Borplan

PR. 11200-13000

Planlagte tiltak

Format/Målestokk

1:3000

Multiconsult

www.multiconsult.no

Status

Oppdragsnr.

416746

Konstr./Tegnet

AES/ROS

Kontrollert

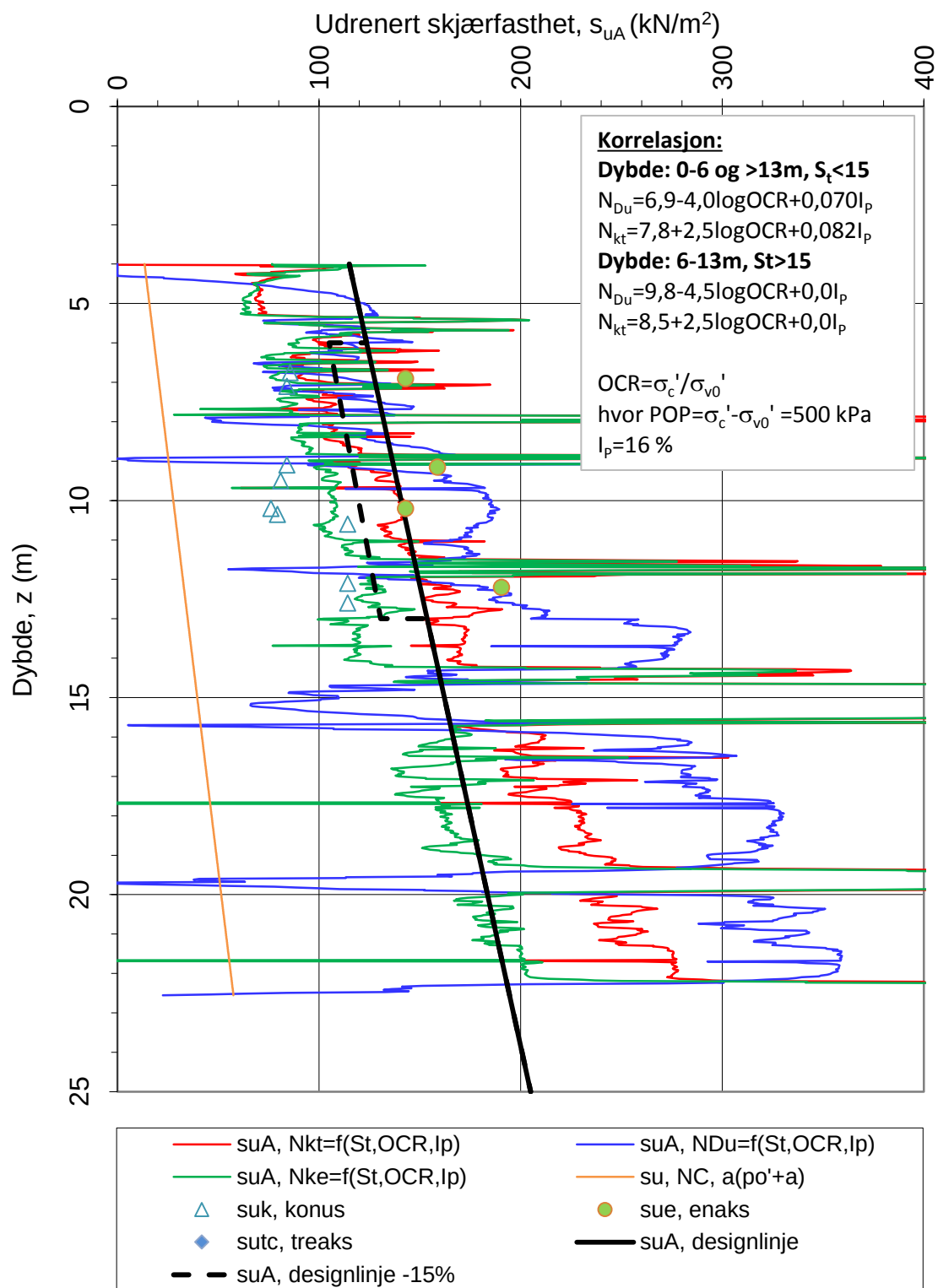
ROS

Godkjent

ARV

Rev.

01



Sensitivitetsvalg:

St < 15

α_c valgt:

0,25

$$N_{kt} = (7,8 + 2,5 \log OCR + 0,082 I_p)$$

$$N_{Du} = (6,9 - 4 \log OCR + 0,07 I_p)$$

$$N_{ke} = (11,5 - 9,05 B_q)$$

Referansemetode: Karlsrud et al (2005)

Oppdragsgiver:

Statens vegvesen, Region midt

Oppdrag:

E6 Røskift-Skjerdingstad

Tegningens filnavn:

416746-CPTU-BP1081.xls

Aktiv udrenert skjærfasthet s_{uA} , korrelert mot St , OCR og I_p .

Multiconsult

CPTU id.:

BP.1081

Sonde:

4354

MULTICONSULT AS

Dato:

19.11.2014

Tegnet:

LFC

Kontrollert:

ROS

Godkjent:

ARV

Oppdrag nr.:

416746

Tegning nr.:

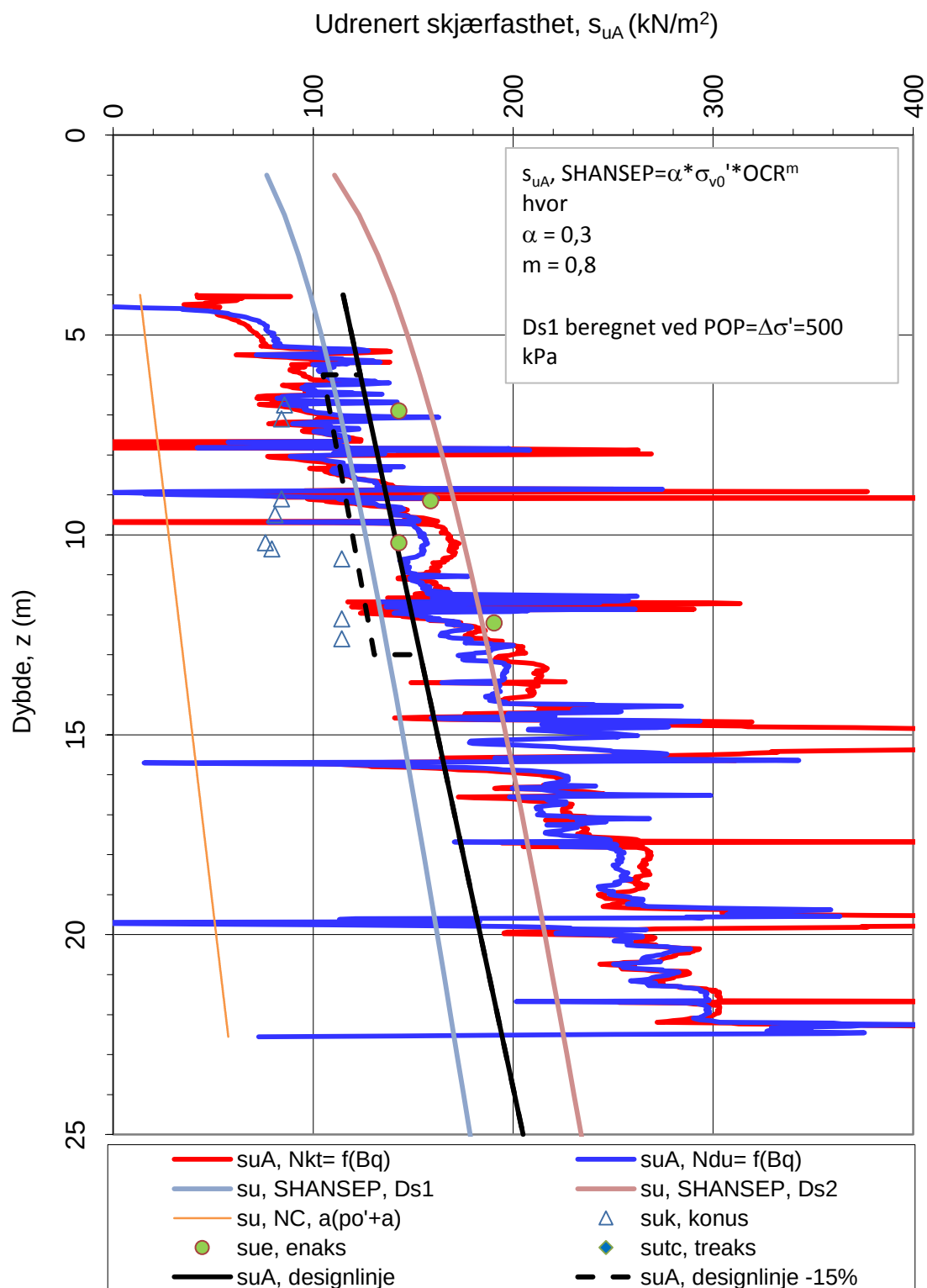
RIG-TEG-048.6

Versjon:

28.11.2013

Revisjon:

0



N_{kt} : (18,7-12,5B_q)

N_{du} : (1,8+7,25B_q)

α_c valgt: 0,25

Referansem metode: Karlsrud et al. (1996)

Oppdragsgiver:

Statens vegvesen, Region midt

Oppdrag:

E6 Røskift-Skjerdingstad

Tegningens filnavn:

416746-CPTU-BP1081.xlsx

Aktiv udrenert skjærfasthet s_{uA} , verdier fra SHANSEP-analyse.

CPTU id.:

BP.1081

Sonde:

4354

Multiconsult

MULTICONSULT AS

Dato:

19.11.2014

Tegnet:

LFC

Kontrollert:

ROS

Godkjent:

ARV

Oppdrag nr.:

416746

Tegning nr.:

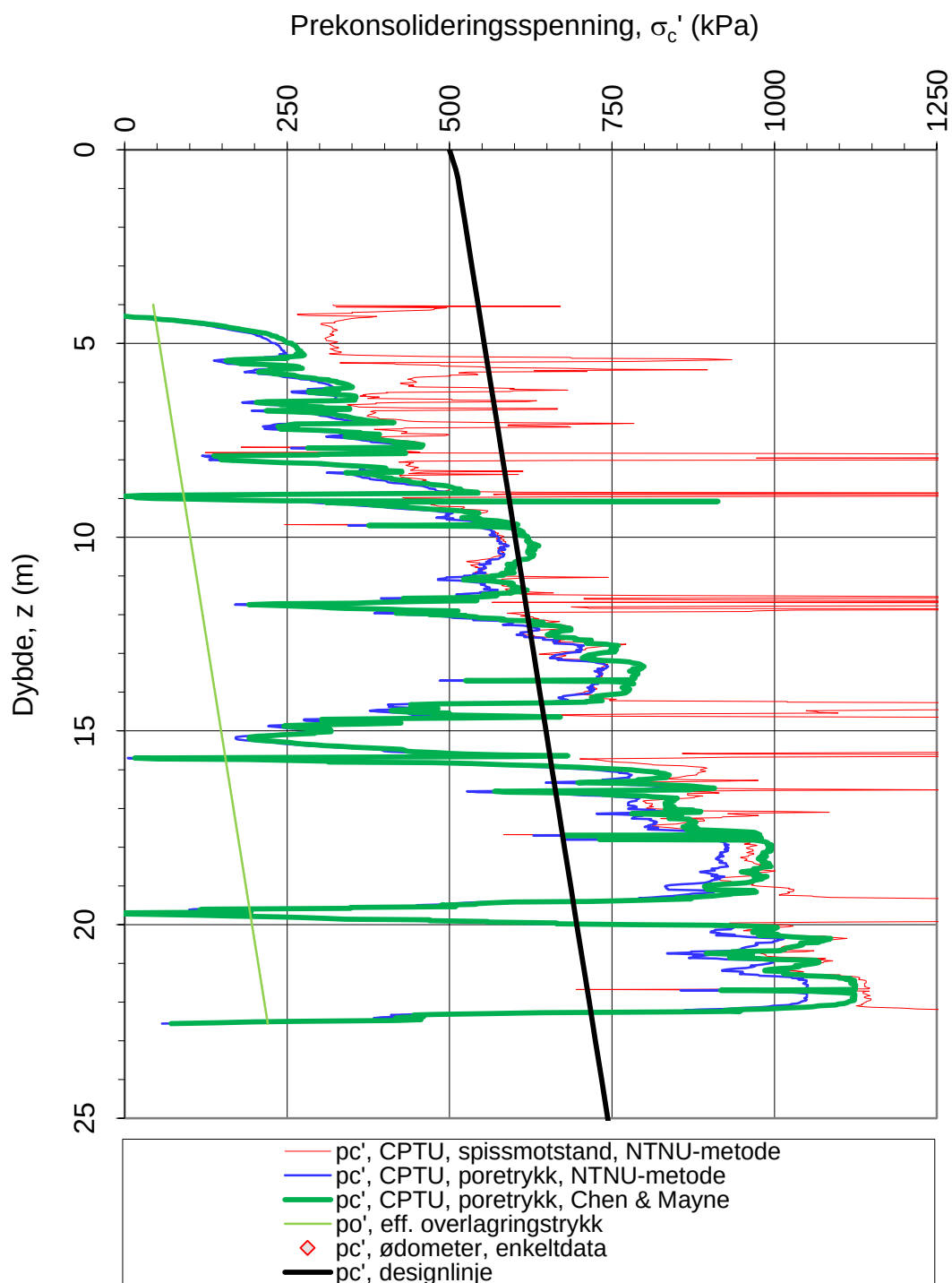
RIG-TEG-048.7

Versjon:

28.11.2013

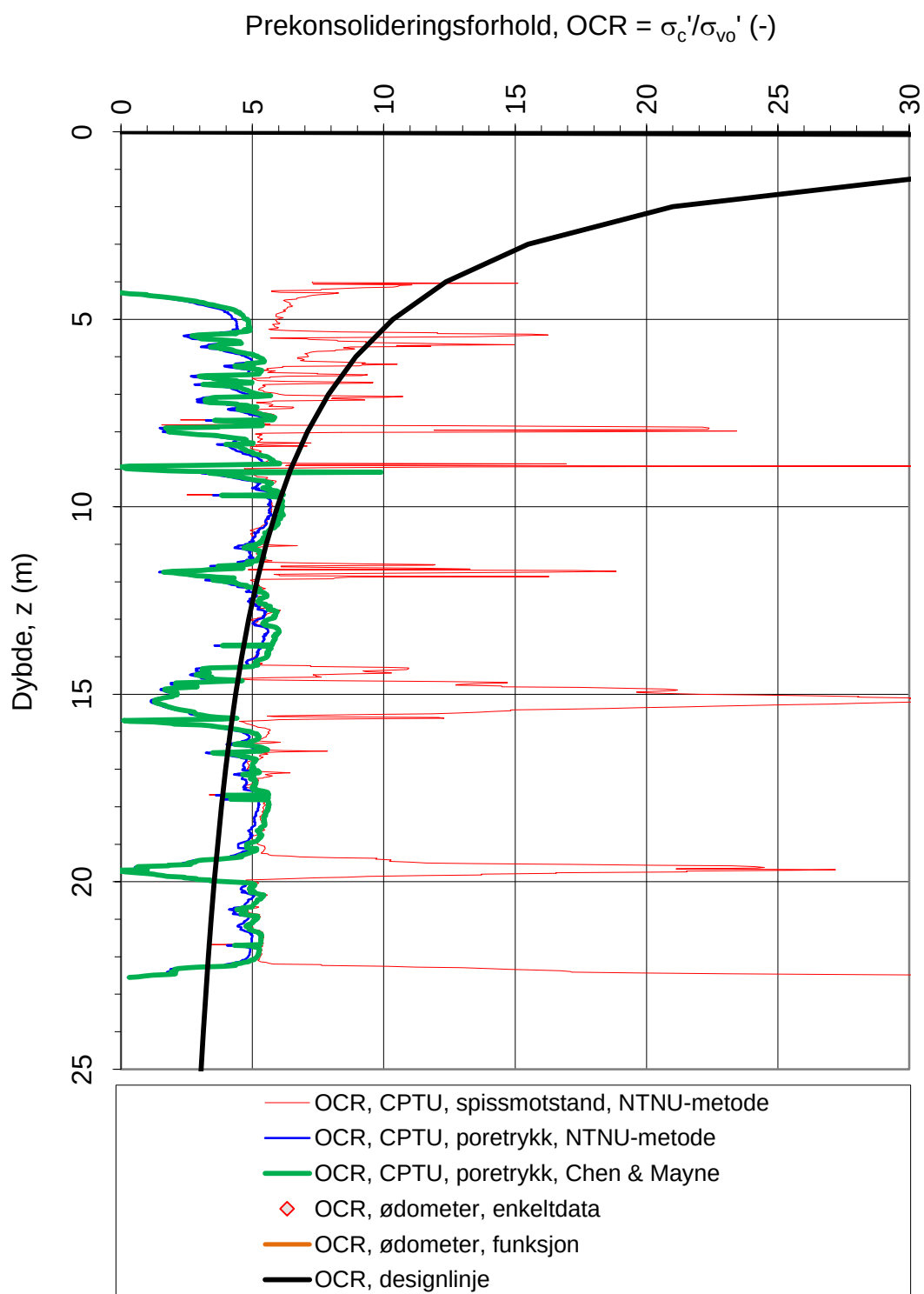
Revisjon:

0



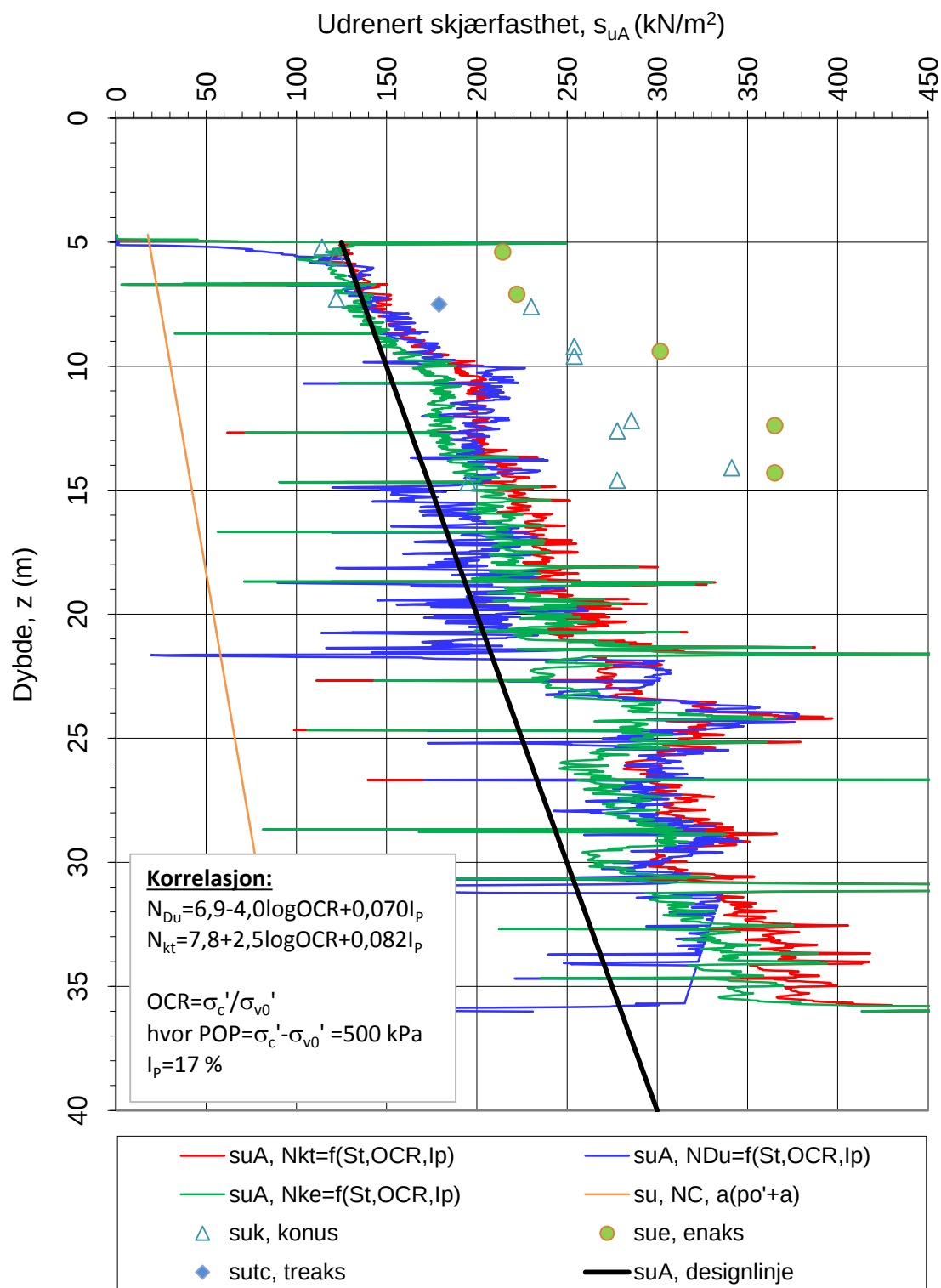
Referansemetoder 1 og 2: NTNU Senneset, Sandven & Janbu (1989)
 Referansemetode 3: Chen & Mayne (1996)

Oppdragsgiver:		Oppdrag:		Tegningens filnavn:
Statens vegvesen, Region midt		E6 Røskaft-Skjerdingstad		416746-CPTU-BP1081.xls
Prekonsolideringsspenning σ_c' .				
CPTU id.:	BP.1081	Sonde:	4354	
MULTICONSULT AS	Dato: 19.11.2014	Tegnet: LFC	Kontrollert: ROS	Godkjent: ARV
	Oppdrag nr.: 416746	Tegning nr.: RIG-TEG-048.8	Versjon: 28.11.2013	Revisjon: 0



Referansemeter 1 og 2: NTNU Senneset, Sandven & Janbu (1989)
 Referansemeter 3: Chen & Mayne (1996)

Oppdragsgiver:		Oppdrag:		Tegningens filnavn:	
Statens vegvesen, Region midt		E6 Røskift-Skjerdingstad		416746-CPTU-BP1081.xlsx	
Overkonsolideringsforhold, $OCR = \sigma_c'/\sigma_{v0}'$.				Multiconsult	
CPTU id.:	BP.1081	Sonde:	4354		
MULTICONSULT AS	Dato:	Tegnet:	Kontrollert:	Godkjent:	
	19.11.2014	LFC	ROS	ARV	
	Oppdrag nr.:	Tegning nr.:	Versjon:	Revisjon:	
	416746	RIG-TEG-048.9	28.11.2013	0	



Sensitivitetsvalg:

St < 15

α_c valgt:

0,25

$$N_{kt} = (7,8 + 2,5 \log OCR + 0,082 I_p)$$

$$N_{Du} = (6,9 - 4,0 \log OCR + 0,070 I_p)$$

$$N_{ke} = (11,5 - 9,05 B_q)$$

Referansemetode: Karlsrud et al (2005)

Oppdragsgiver:

Statens vegvesen, Region midt

Oppdrag:

E6 Røskaft-Skjerdingstad

Tegningens filnavn:

416746-CPTU-BP1086.xlsx

Aktiv udrenert skjærfasthet s_{uA} , korrelert mot S_t , OCR og I_p .

Multiconsult

CPTU id.:

BP.1086

Sonde:

4354

MULTICONSULT AS

Dato:

19.11.2014

Tegnet:

LFC

Kontrollert:

ROS

Godkjent:

arv

Oppdrag nr.:

416746

Tegning nr.:

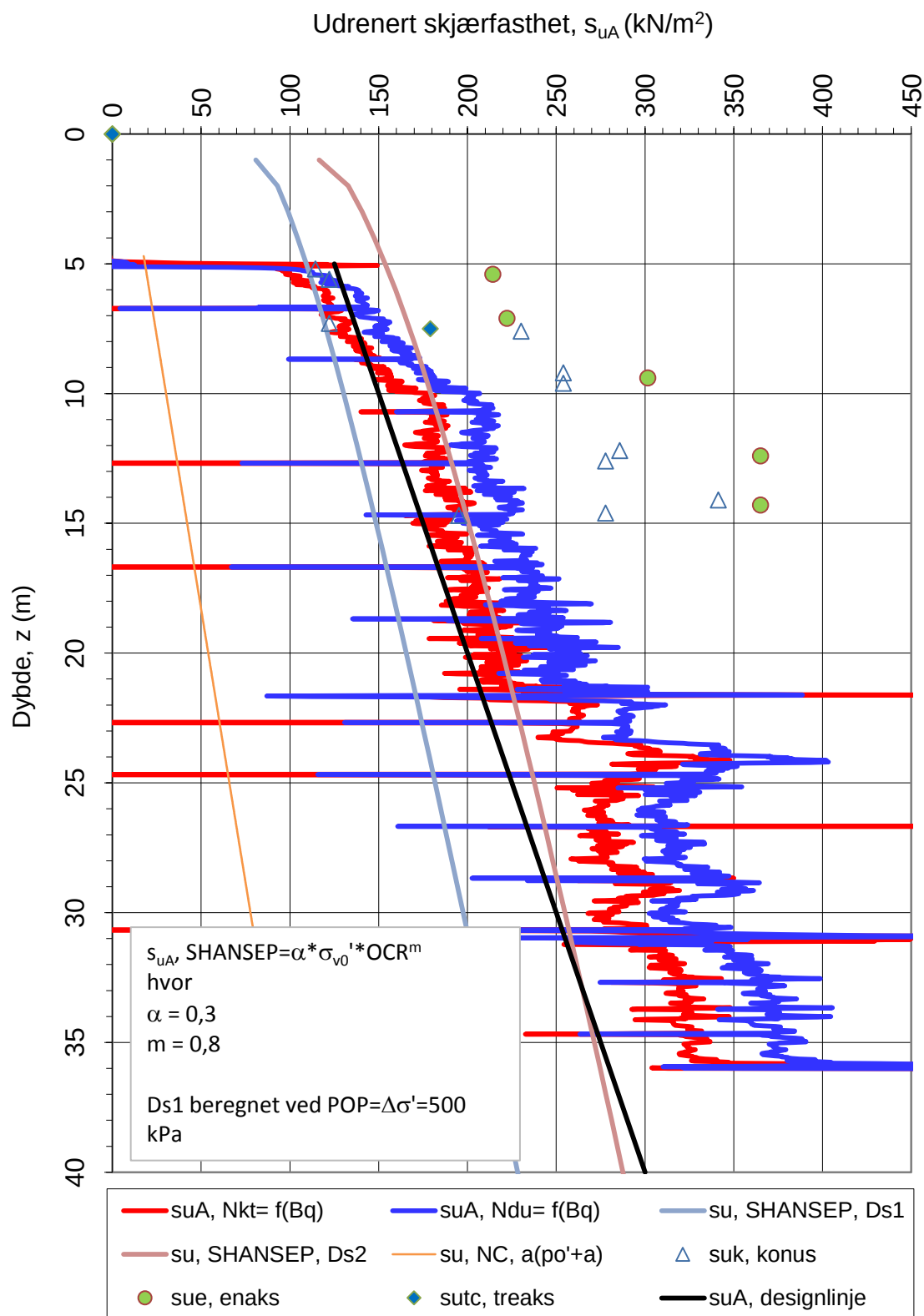
RIG-TEG-049.6

Versjon:

28.11.2013

Revisjon:

0



N_{kt} : (18,7-12,5 B_q)

α_c valgt: 0,25

N_{Du} : (1,8+7,25 B_q)

Referansemetode: Karlsrud et al. (1996)

Oppdragsgiver:

Statens vegvesen, Region midt

Oppdrag:

E6 Røskift-Skjerdingstad

Tegningens filnavn:

416746-CPTU-BP1086.xls

Aktiv udrenert skjærfasthet s_{uA} , verdier fra SHANSEP-analyse.

CPTU id.:

BP.1086

Sonde:

4354

Multiconsult

MULTICONSULT AS

Dato:

19.11.2014

Tegnet:

LFC

Kontrollert:

ROS

Godkjent:

arv

Oppdrag nr.:

416746

Tegning nr.:

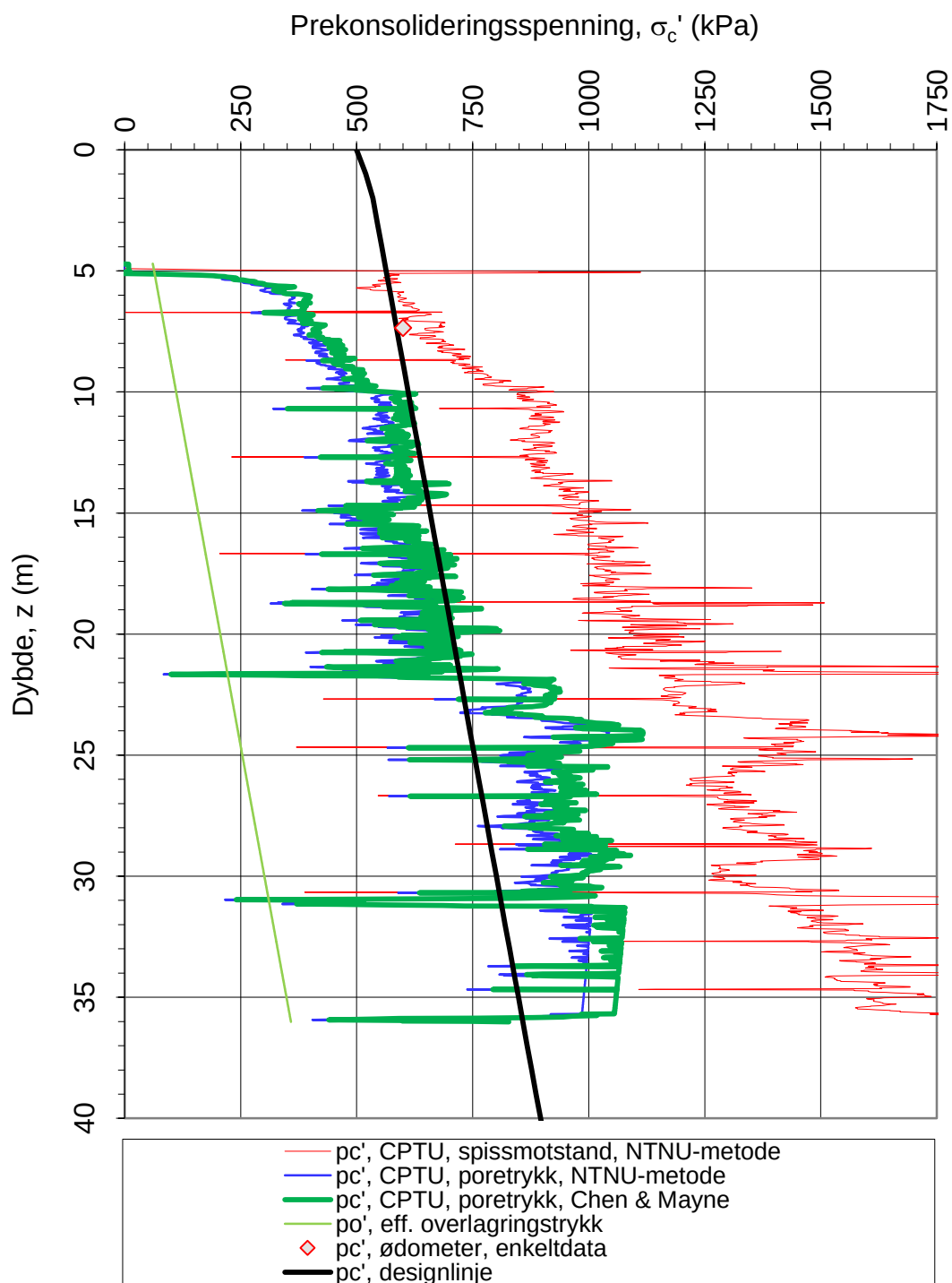
RIG-TEG-049.7

Versjon:

28.11.2013

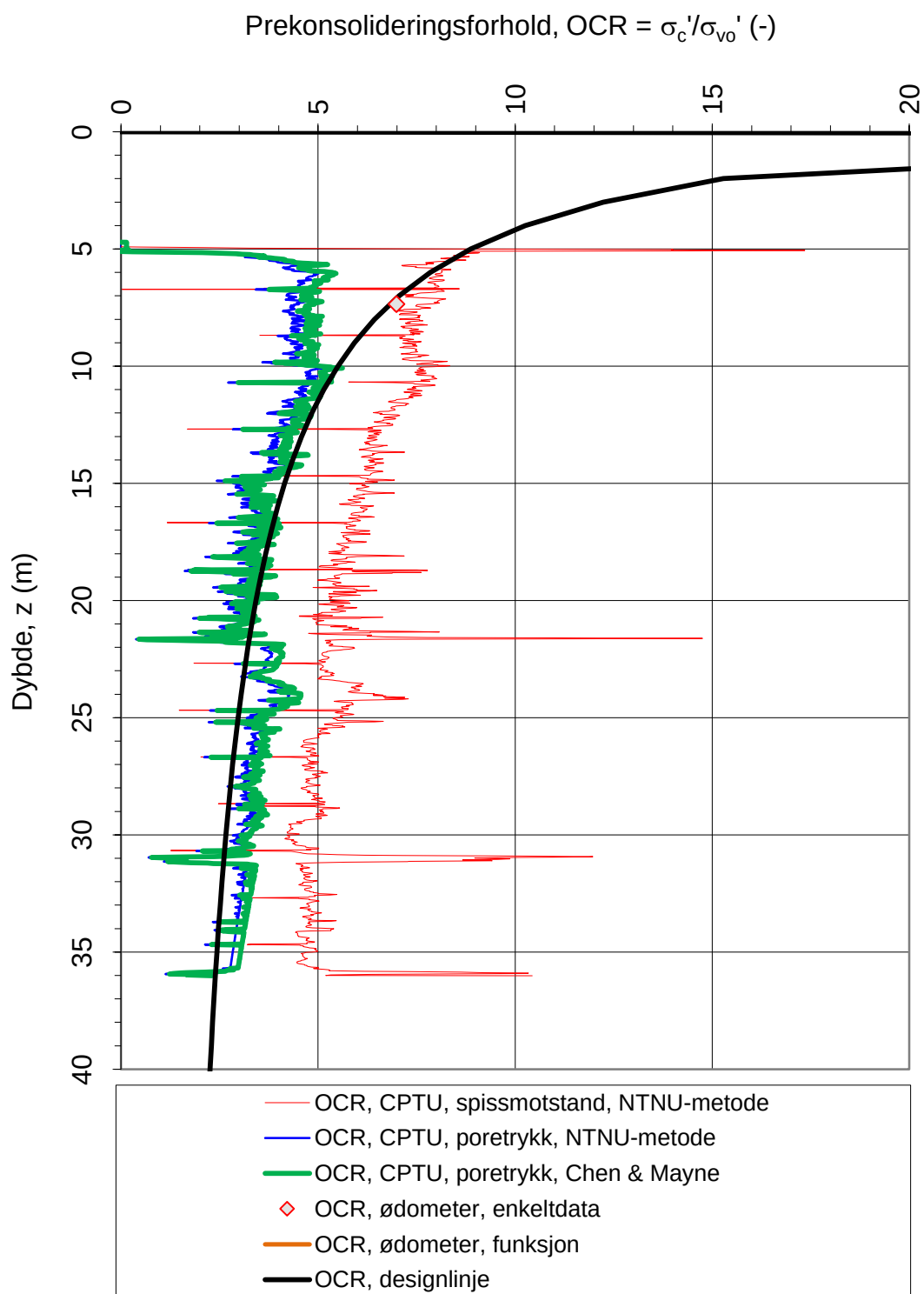
Revisjon:

0



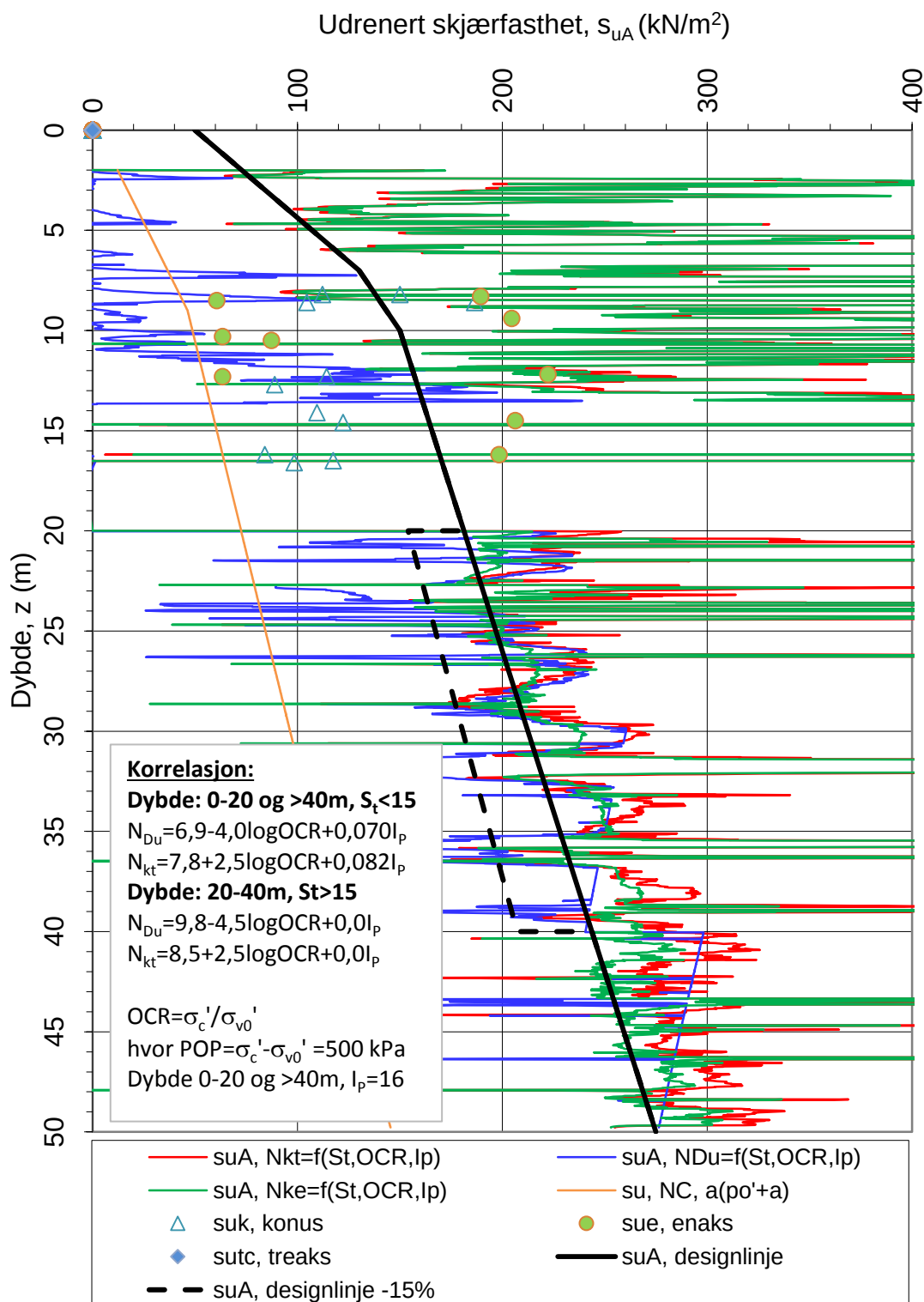
Referansemetoder 1 og 2: NTNU Senneset, Sandven & Janbu (1989)
 Referansemetode 3: Chen & Mayne (1996)

Oppdragsgiver:		Oppdrag:		Tegningens filnavn:	
Statens vegvesen, Region midt		E6 Røskaft-Skjerdingstad		416746-CPTU-BP1086.xlsx	
Prekonsolideringsspenning σ_c' .				Multiconsult	
CPTU id.:	BP.1086	Sonde:	4354		
MULTICONSULT AS	Dato:	Tegnet:	Kontrollert:	Godkjent:	
	19.11.2014	LFC	ROS	arv	
	Oppdrag nr.:	Tegning nr.:	Versjon:	Revisjon:	
	416746	RIG-TEG-049.8	28.11.2013	0	



Referansemetoder 1 og 2: NTNU Senneset, Sandven & Janbu (1989)
 Referansemetode 3: Chen & Mayne (1996)

Oppdragsgiver:		Oppdrag:		Tegningens filnavn:	
Statens vegvesen, Region midt		E6 Røskaft-Skjerdingstad		416746-CPTU-BP1086.xlsx	
Overkonsolideringsforhold, $OCR = \sigma_c'/\sigma_{v0}'$.				Multiconsult	
CPTU id.:	BP.1086	Sonde:	4354		
MULTICONSULT AS	Dato: 19.11.2014	Tegnet: LFC	Kontrollert: ROS	Godkjent: arv	
	Oppdrag nr.: 416746	Tegning nr.: RIG-TEG-049.9	Versjon: 28.11.2013	Revisjon: 0	



Sensitivitetsvalg:

St < 15

α_c valgt:

0,25

$$N_{kt} = (7,8 + 2,5 \log OCR + 0,082 I_p)$$

$$N_{Du} = (6,9 - 4 \log OCR + 0,07 I_p)$$

$$N_{ke} = (11,5 - 9,05 B_q)$$

Referansemetode: Karlsrud et al (2005)

Oppdragsgiver:

Statens vegvesen Region midt

Oppdrag:

E6 Røskaft-Skjerdingsstad

Tegningens filnavn:

416746-CPTU-BP1091

Aktiv udrenert skjærfasthet s_{uA} , korrelert mot S_t , OCR og I_p .

Multiconsult

CPTU id.:

1091

Sonde:

4354

MULTICONSULT AS

Dato:

26.11.2014

Tegnet:

AES

Kontrollert:

ROS

Godkjent:

ARV

Oppdrag nr.:

416746

Tegning nr.:

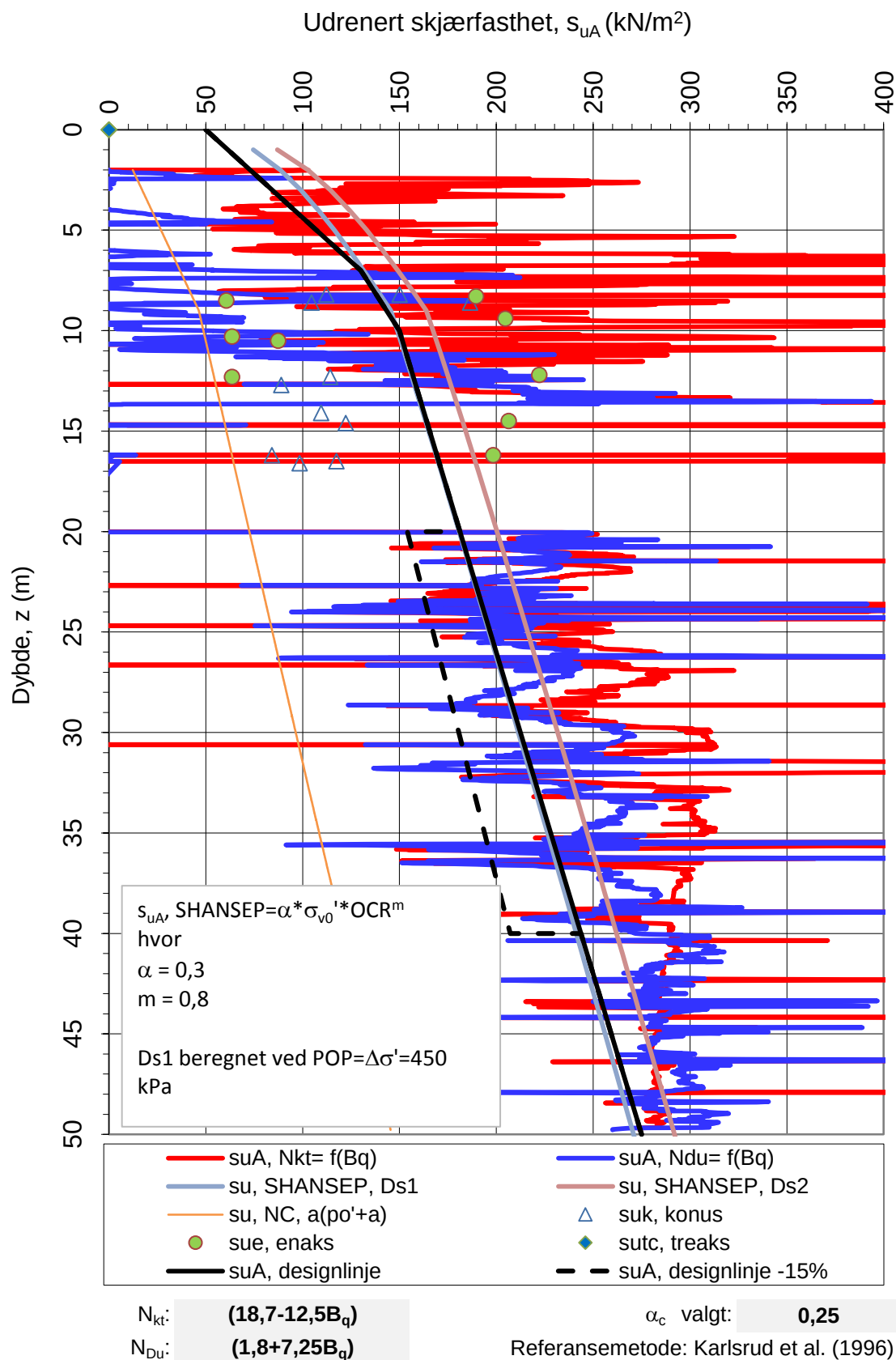
RIG-TEG-050.6

Versjon:

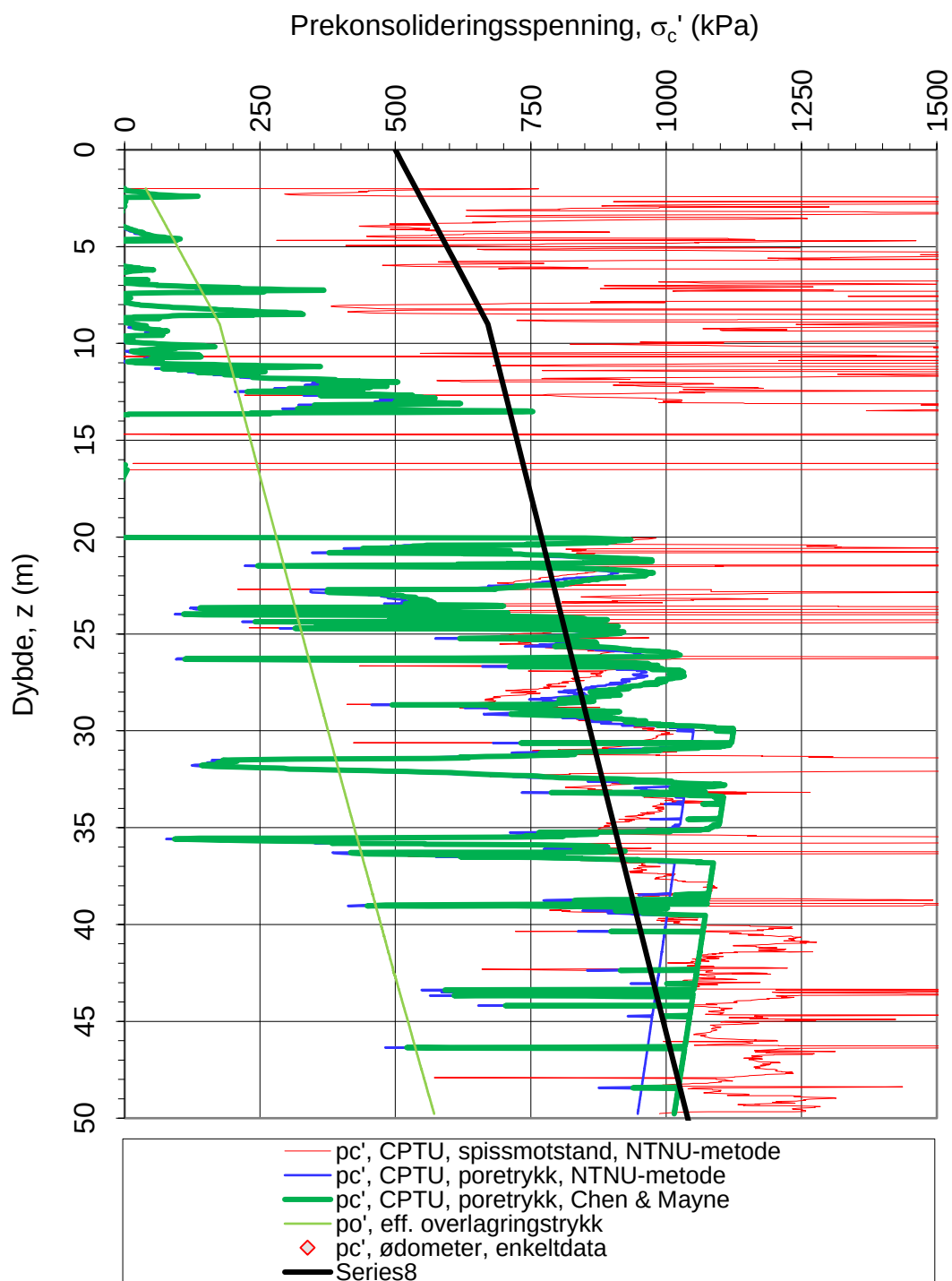
28.11.2013

Revisjon:

0

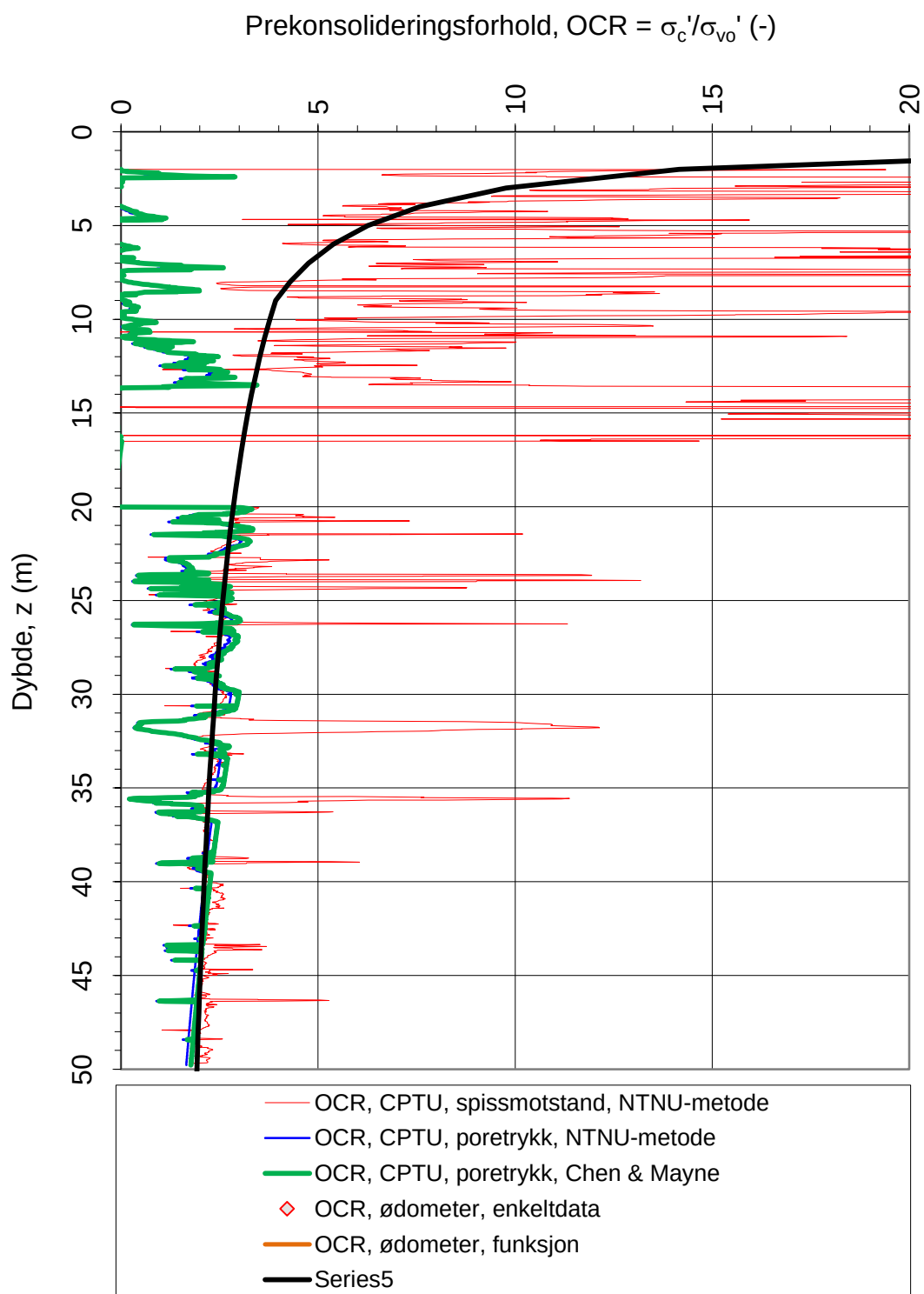


Oppdragsgiver:		Oppdrag:		Tegningens filnavn:	
Statens vegvesen Region midt		E6 Røskift-Skjerdingstad		416746-CPTU-BP1091	
Aktiv udrenert skjærfasthet s_{uA} , verdier fra SHANSEP-analyse.				Multiconsult	
CPTU id.:	1091	Sonde:	4354		
MULTICONSULT AS	Dato:	Tegnet:	Kontrollert:	Godkjent:	
	26.11.2014	AES	ROS	ARV	
	Oppdrag nr.:	Tegning nr.:	Versjon:	Revisjon:	
	416746	RIG-TEG-050.7	28.11.2013	0	



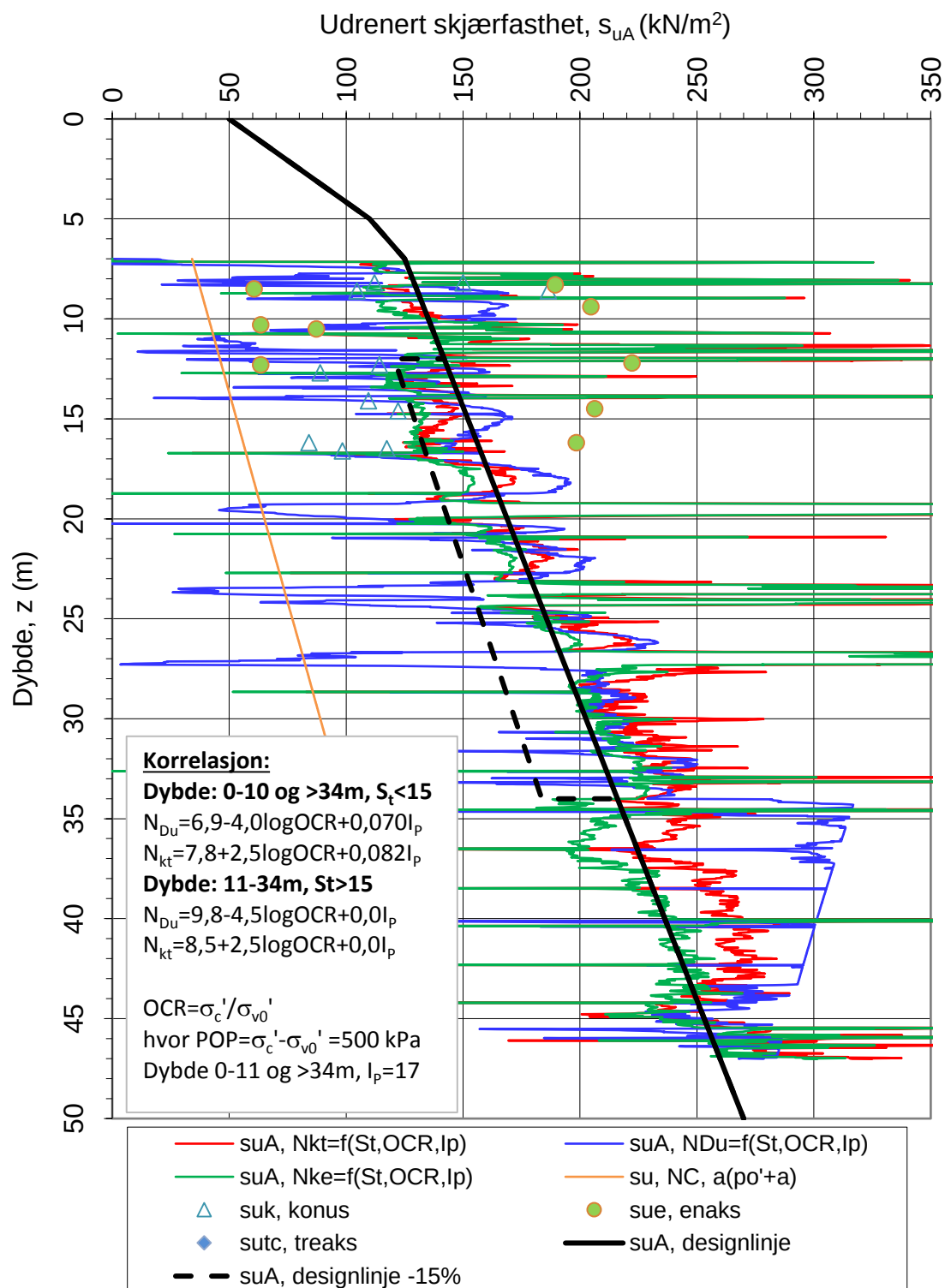
Referansemetoder 1 og 2: NTNU Senneset, Sandven & Janbu (1989)
Referansemetode 3: Chen & Mayne (1996)

Oppdragsgiver:		Oppdrag:		Tegningens filnavn:	
Statens vegvesen Region midt		E6 Røskaft-Skjerdingstad		416746-CPTU-BP1091	
Prekonsolideringsspenning σ_c' .				Multiconsult	
CPTU id.:	1091	Sonde:	4354		
MULTICONSULT AS	Dato:	Tegnet:	Kontrollert:	Godkjent:	
	26.11.2014	AES	ROS	ARV	
	Oppdrag nr.:	Tegning nr.:	Versjon:	Revisjon:	
	416746	RIG-TEG-050.8	28.11.2013	0	



Referansemetoder 1 og 2: NTNU Senneset, Sandven & Janbu (1989)
 Referansemetode 3: Chen & Mayne (1996)

Oppdragsgiver:		Oppdrag:		Tegningens filnavn:	
Statens vegvesen Region midt		E6 Røskaft-Skjerdingstad		416746-CPTU-BP1091	
Overkonsolideringsforhold, $OCR = \sigma_c'/\sigma_{v0}'$.					
CPTU id.:	1091	Sonde:	4354		
MULTICONCONSULT AS	Dato: 26.11.2014	Tegnet: AES	Kontrollert: ROS	Godkjent: ARV	
	Oppdrag nr.: 416746	Tegning nr.: RIG-TEG-050.9	Versjon: 28.11.2013	Revisjon: 0	



Sensitivitetsvalg:

St < 15

α_c valgt:

0,25

$$N_{kt} = (7,8 + 2,5 \log OCR + 0,082 I_p)$$

$$N_{Du} = (6,9 - 4 \log OCR + 0,07 I_p)$$

$$N_{ke} = (11,5 - 9,05 B_q)$$

Referansemetode: Karlsrud et al (2005)

Oppdragsgiver:

Statens vegvesen Region midt

Oppdrag:

E6 Røskaft-Skjerdingsstad

Tegningens filnavn:

416746-CPTU-BP1092.xlsx

Aktiv udrenert skjærfasthet s_{uA} , korrelert mot St , OCR og I_p .

Multiconsult

CPTU id.:

1092

Sonde:

4354

MULTICONSULT AS

Dato:

26.11.2014

Tegnet:

aes

Kontrollert:

ros

Godkjent:

arv

Oppdrag nr.:

416746

Tegning nr.:

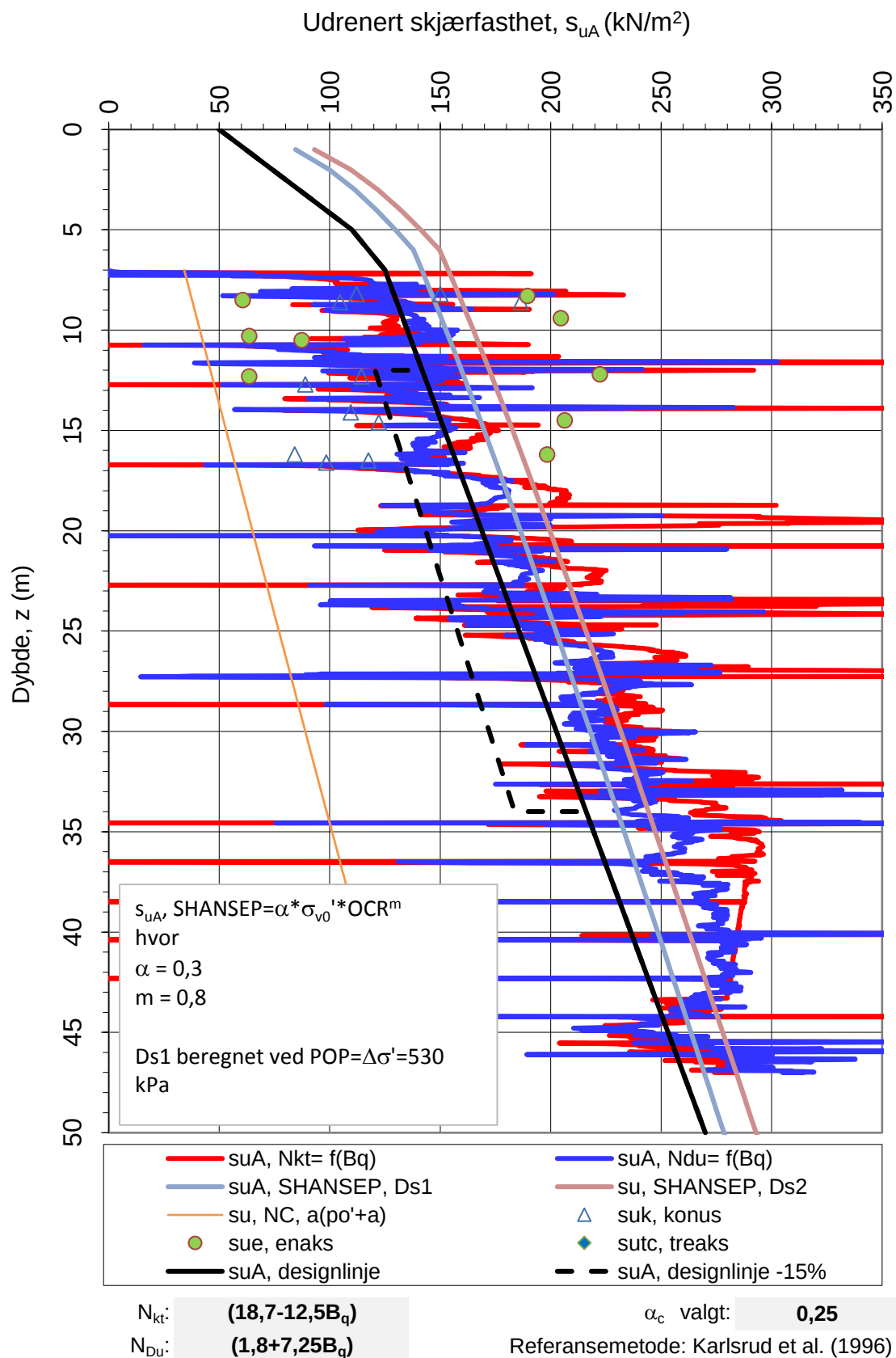
RIG-TEG-051.6

Versjon:

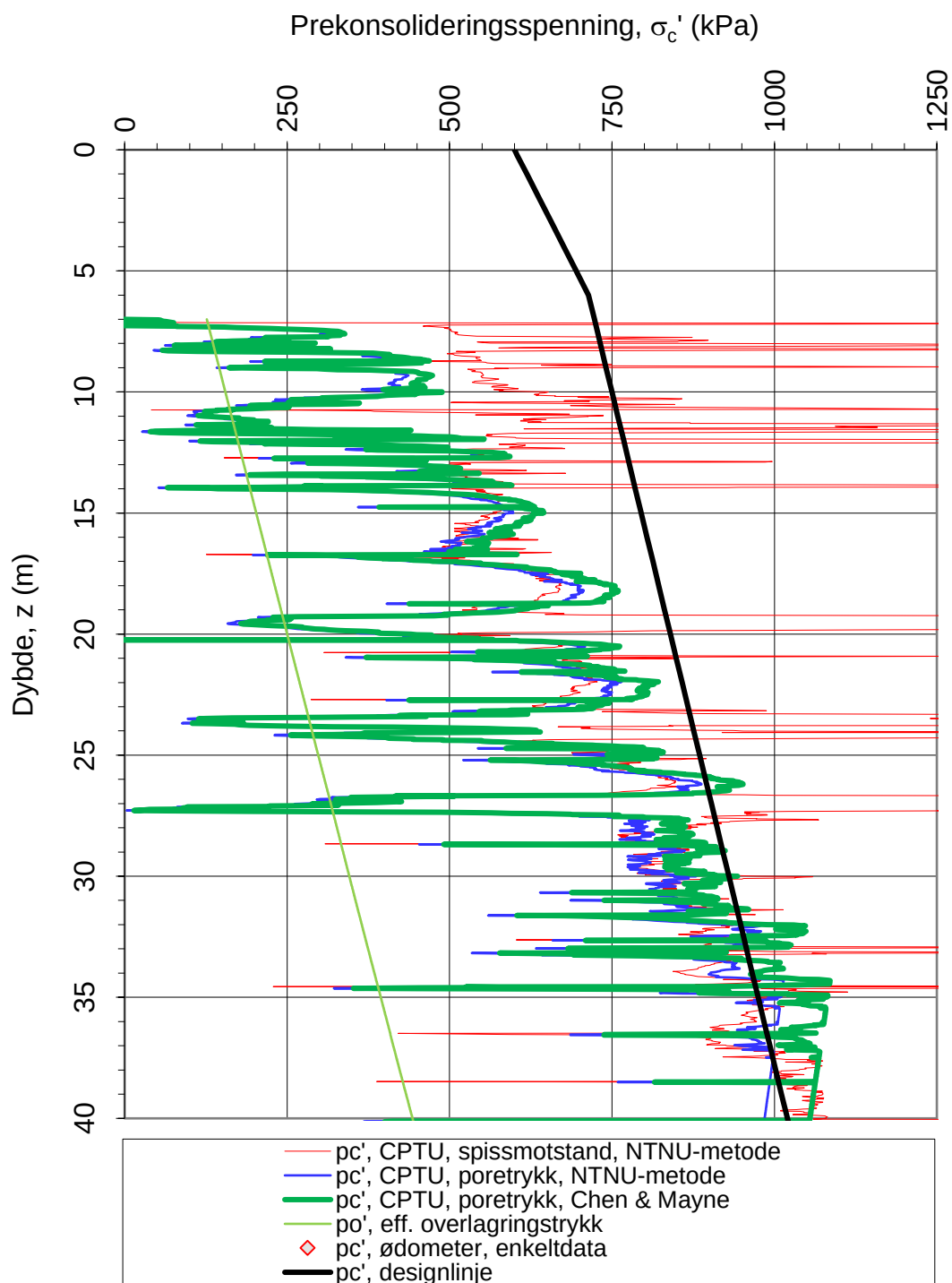
28.11.2013

Revisjon:

0



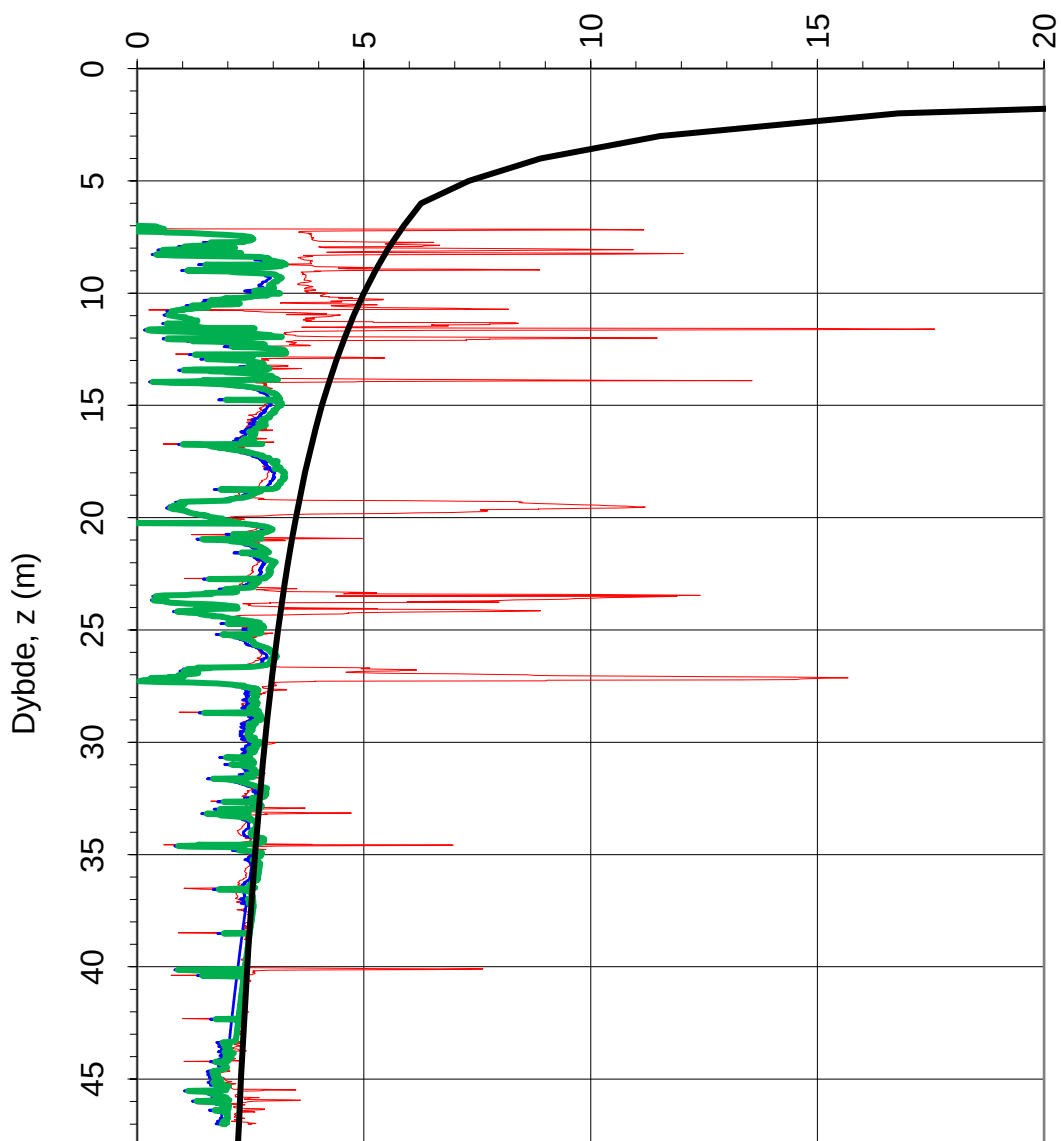
Oppdragsgiver:		Oppdrag:		Tegningens filnavn:	
Statens vegvesen Region midt		E6 Røskaft-Skjerdingstad		416746-CPTU-BP1092.xls	
Aktiv udrenert skjærfasthet s_{uA} , verdier fra SHANSEP-analyse.				Multiconsult	
CPTU id.:	1092	Sonde:	4354		
MULTICONSULT AS	Dato:	Tegnet:	Kontrollert:	Godkjent:	
	26.11.2014	aes	ros	arv	
	Oppdrag nr.:	Tegning nr.:	Versjon:	Revisjon:	
	416746	RIG-TEG-051.7	28.11.2013	0	



Referansemetoder 1 og 2: NTNU Senneset, Sandven & Janbu (1989)
Referansemetode 3: Chen & Mayne (1996)

Oppdragsgiver:		Oppdrag:		Tegningens filnavn:
Statens vegvesen Region midt		E6 Røskaft-Skjerdingstad		416746-CPTU-BP1092.xls
Prekonsolideringsspenning σ_c' .				
CPTU id.:	1092	Sonde:	4354	
MULTICONSULT AS	Dato: 26.11.2014	Tegnet: aes	Kontrollert: ros	Godkjent: arv
	Oppdrag nr.: 416746	Tegning nr.: RIG-TEG-051.8	Versjon: 28.11.2013	Revisjon: 0

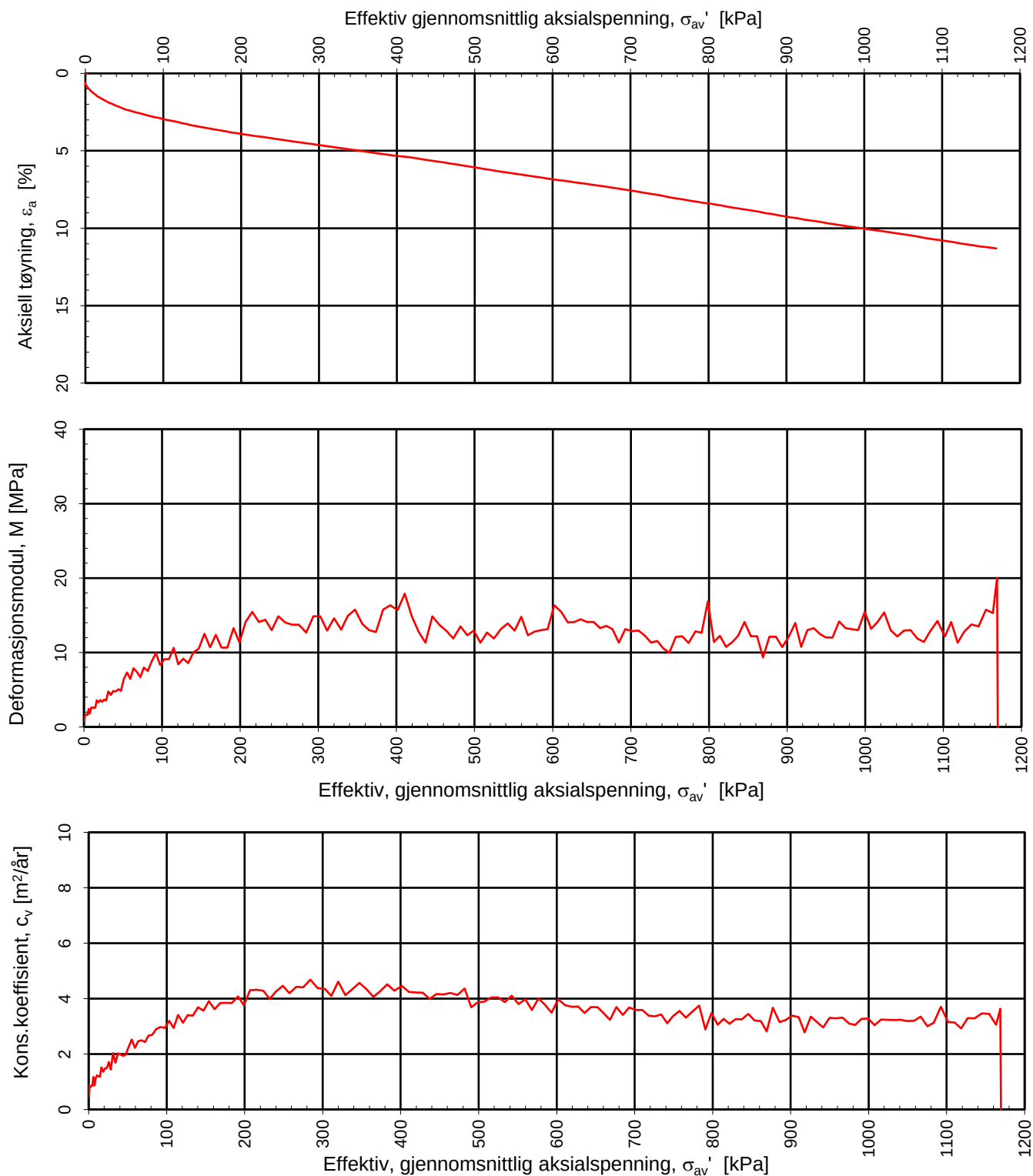
Prekonsolideringsforhold, $OCR = \sigma'_c / \sigma'_{v0}$ (-)



- OCR, CPTU, spissmotstand, NTNU-metode
- OCR, CPTU, poretrykk, NTNU-metode
- OCR, CPTU, poretrykk, Chen & Mayne
- ◊ OCR, ødometer, enkeltdata
- OCR, ødometer, funksjon
- OCR, designlinje

Referansemeter 1 og 2: NTNU Senneset, Sandven & Janbu (1989)
Referansemeter 3: Chen & Mayne (1996)

Oppdragsgiver:		Oppdrag:		Tegningens filnavn:	
Statens vegvesen Region midt		E6 Røskaft-Skjerdingstad		416746-CPTU-BP1092.xlsx	
Overkonsolideringsforhold, $OCR = \sigma_c'/\sigma_{v0}'$.				Multiconsult	
CPTU id.:	1092	Sonde:	4354		
MULTICONSULT AS	Dato:	Tegnet:	Kontrollert:	Godkjent:	
	26.11.2014	aes	ros	arv	
	Oppdrag nr.:	Tegning nr.:	Versjon:	Revisjon:	
	416746	RIG-TEG-051.9	28.11.2013	0	



Densitet ρ (g/cm^3): **1,97**
 Vanninnhold w (%): **31,42**

Effektivt overlagingstrykk, σ_{v0}' (kPa): **118,50**

Statens vegvesen, Region midt

E6 Røskft-Skjerdingstad

Tegningens filnavn:

416746-RIG-TEG-081_h1086, 7.35m.xlsx

Kontinuerlig ødometerforsøk, CRS-rutine. Plott A: $\sigma_{av}' - \varepsilon_a$, M og c_v .

Multiconsult

Sluppenvegen 23,
7486 TRONDHEIM
Tlf.: 73 10 62 00

Forsøksdato:

03.11.2014

Dybde, z (m):

7,35

Borpunkt nr.:

1086

Forsøknr.:

1

Tegnet av/kontrollert lab:

truk/kjt

Kontrollert:

ros

Oppdrag nr.:

416746

Tegning nr.:

RIG-TEG-081.1

Prosedyre:

CRS

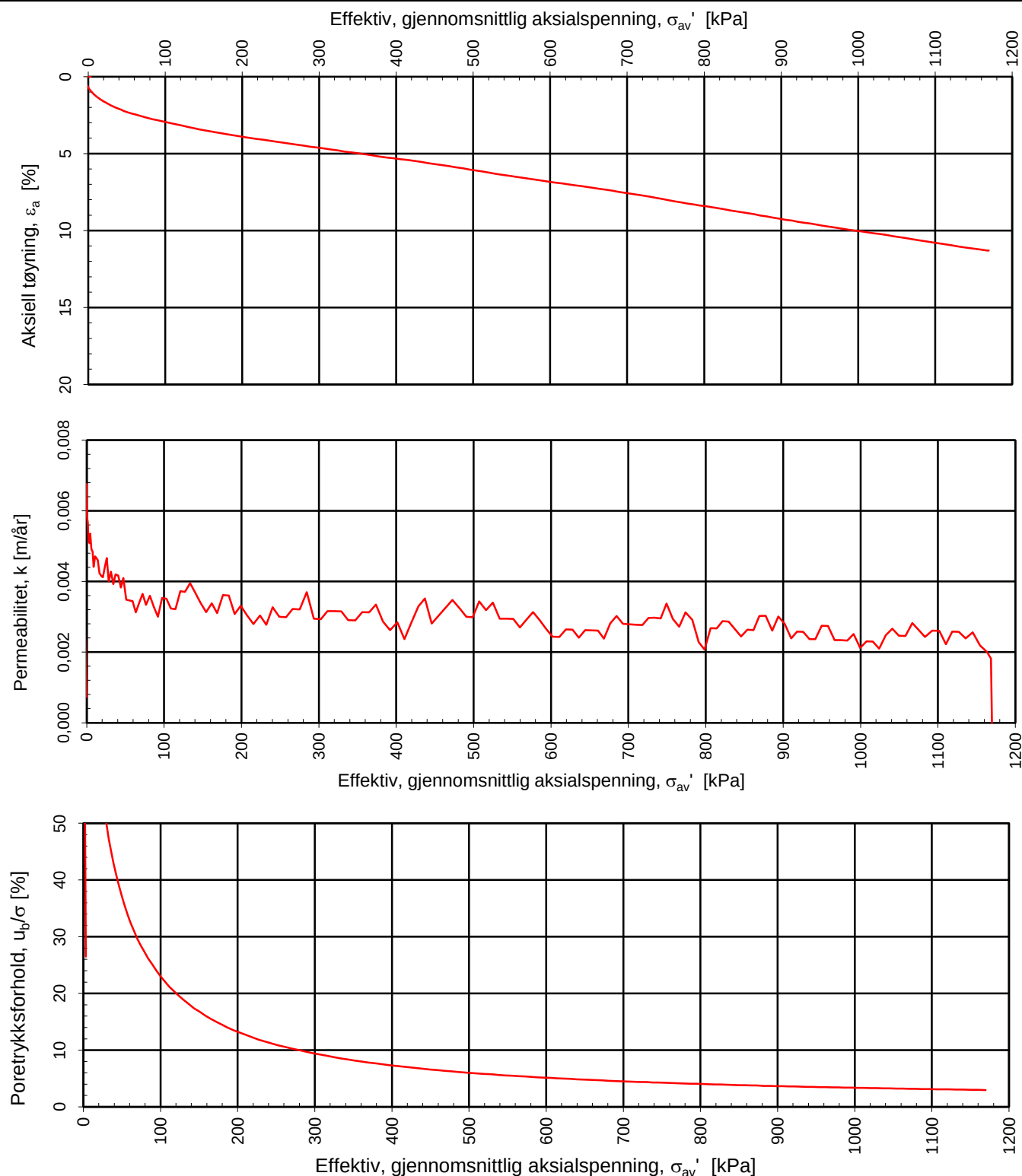
Godkjent:

arv

Programrevisjon:

07.01.2014

Multiconsult



Densitet ρ (g/cm³):

1,97

Vanninnhold w (%):

31,42

Effektivt overlagingstrykk, σ_{v0}' (kPa):

118,50

Statens vegvesen, Region midt

E6 Røskaft-Skjerdingstad

Kontinuerlig ødometerforsøk, CRS-rutine. Plott B: $\sigma_{av}' - \varepsilon_a$, k og u_b/σ .

Tegningens filnavn:

416746-RIG-TEG-081_h1086, 7.35m.xlsx

Multiconsult

Sluppenvegen 23,
7486 TRONDHEIM
Tlf.: 73 10 62 00

Forsøksdato:

03.11.2014

Dybde, z (m):

7,35

Borpunkt nr.:

1086

Forsøknr.:

1

Tegnet av/kontrollert lab:

truk/kjt

Kontrollert:

ros

Oppdrag nr.:

416746

Tegning nr.:

RIG-TEG-081.2

Prosedyre:

CRS

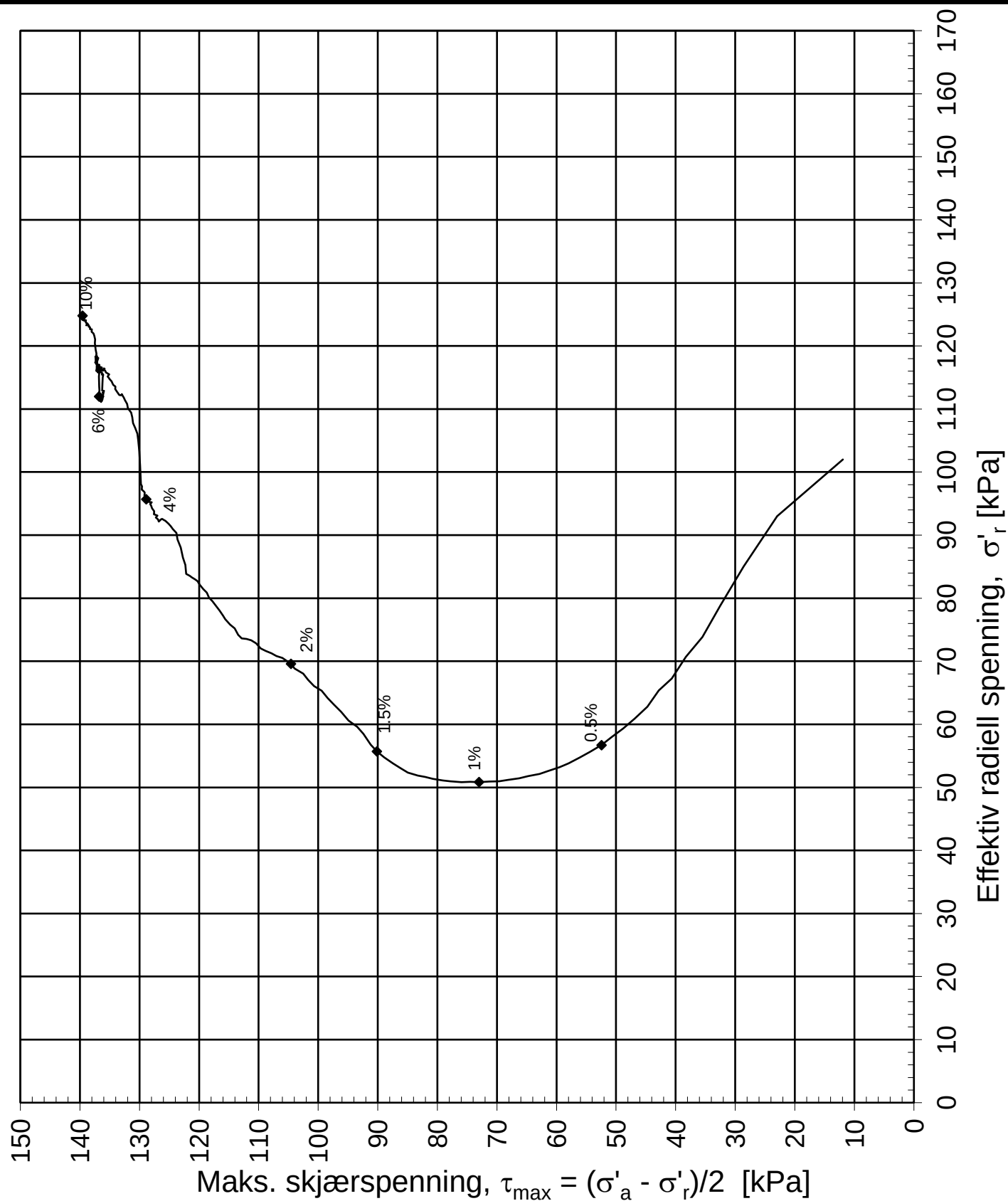
Godkjent:

arv

Programrevisjon:

07.01.2014

Multiconsult



Konsolideringsspenning, aksial:	σ'_{ac} (kPa):	125,84
Konsolideringsspenning, radial:	σ'_{rc} (kPa):	101,99
Volumtøyning i konsolideringsfase:	ε_{vol} (%) = $\Delta V/V_0$:	2,04
Baktrykk u_b (kPa):	500	B - verdi = $\Delta u/\Delta \sigma_c$ (-): 0,72
Vanninnhold w_i (%):	29,64	Densitet ρ_i (g/cm ³): 1,97

Statens vegvesen, Region midt

E6 Røskaft-Skjerdingstad

Treaksialforsøk. Deviatorspenningssti. NTNU-plott.

Multiconsult

Sluppenvegen 23,
7486 TRONDHEIM
Tlf.: 73 10 62 00

Forsøksdato:

03.11.2014

Forsøk nr.:

1

Oppdrag nr.:

416746

Dybde, z (m):

7,25

Tegnet/kontrollert lab:

truk/kjt

Tegning nr.:

RIG-TEG-095.1

Borpunkt nr.:

1086

Kontrollert:

ros

Prosedyre:

CAUa

Tegningens filnavn:

416746-RIG-TEG-xxx_h1086, 7.25m

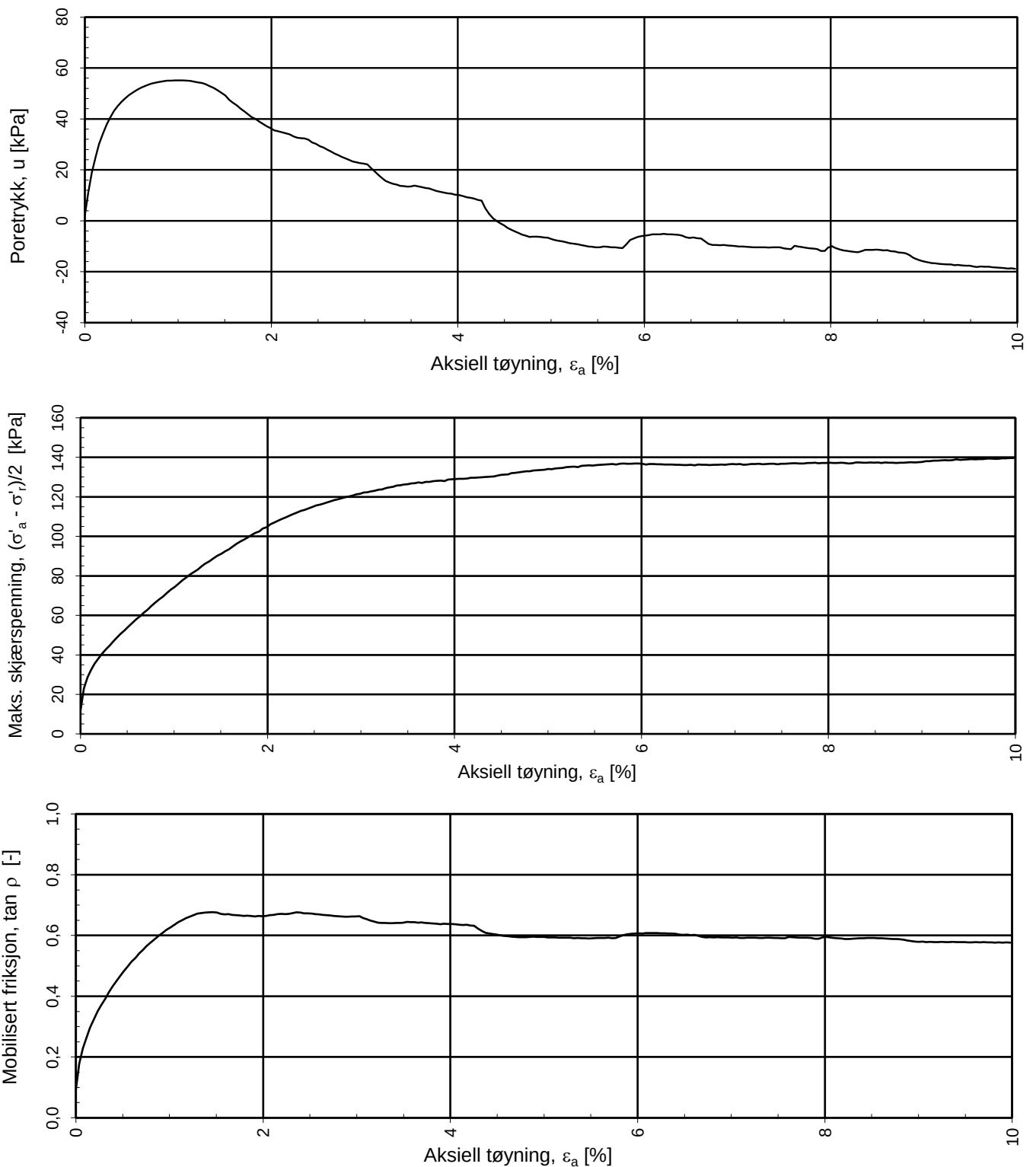
Multiconsult

Godkjent:

arv

Programrevisjon:

05.01.2014



$a = 15 \text{ kPa}$ benyttet for tolkning av $\tan \rho$

Statens vegvesen, Region midt

E6 Røskaft-Skjerdingstad

Treaksialforsøk. Poretrykks- og mobiliseringsforløp.

Tegningens filnavn:

416746-RIG-TEG-xxx_h1086, 7.25m

Multi
consult

Multiconsult

Sluppenvegen 23,
7486 TRONDHEIM
Tlf.: 73 10 62 00
Faks: 73 10 62 30

Forsøksdato:
03.11.2014

Forsøk nr.:
1

Oppdrag nr.:
416746

Dybde, z (m):
7,25

Tegnet/kontrollert lab:
truk/kjt

Tegning nr.:
RIG-TEG-095.2

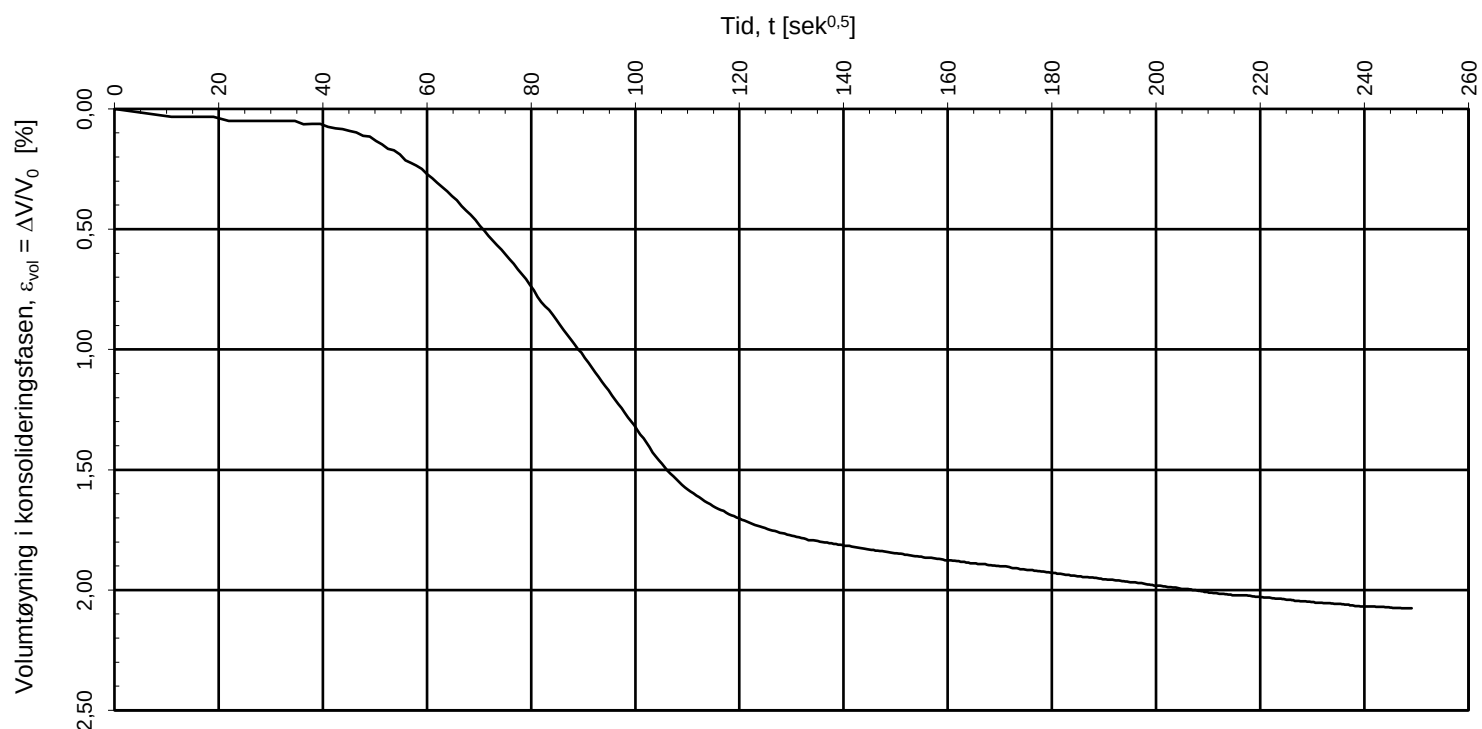
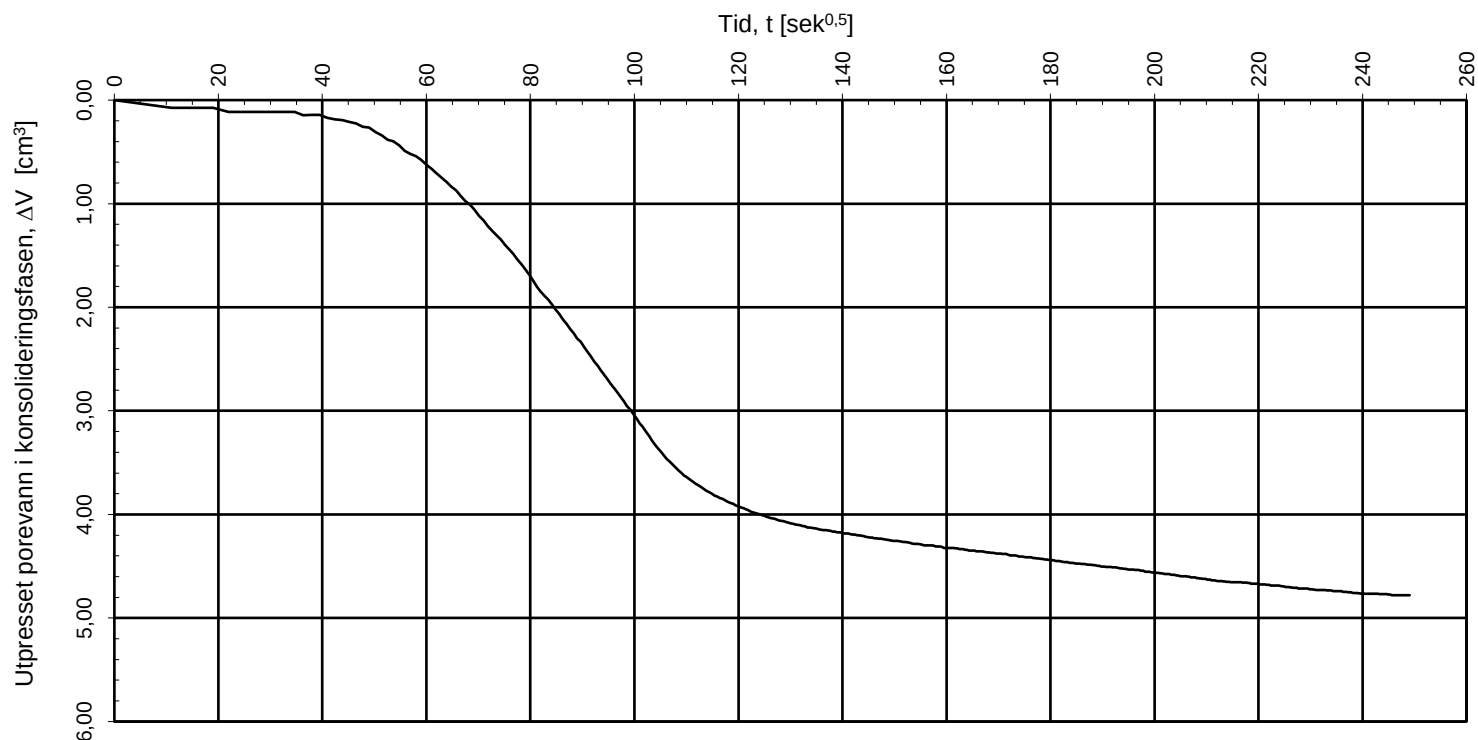
Borpunkt nr.:
1086

Kontrollert:
ros

Prosedyre:
CAUa

Godkjent:
arv

Programrevisjon:
05.01.2014



Konsolideringsspenning, aksial:	σ'_{ac} (kPa):	125,84
Konsolideringsspenning, radial:	σ'_{rc} (kPa):	101,99
Volumtøyning i konsolideringsfase:	ε_{vol} (%) = $\Delta V/V_0$:	2,04
Baktrykk u_b (kPa):	500	B - verdi = $\Delta u/\Delta \sigma_c$ (-): 0,72
Vanninnhold w_i (%):	29,64	Densitet ρ_i (g/cm³): 1,97

Statens vegvesen, Region midt

E6 Røskift-Skjerdingstad

Treaksialforsøk. Vannutpressing - tid, konsolideringsfase.

Multiconsult

Sluppenvegen 23,
7486 TRONDHEIM
Tlf.: 73 10 62 00
Faks: 73 10 62 30

Forsøksdato:

03.11.2014

Dybde, z (m):

7,25

Borpunkt nr.:

1086

Forsøk nr.:

1

Tegnet/kontrollert lab:

truk/kjt

Kontrollert:

ros

Oppdrag nr.:

416746

Tegning nr.:

RIG-TEG-095.3

Prosedyre:

CAUa

Tegningens filnavn:

416746-RIG-TEG-xxx_h1086, 7.25m

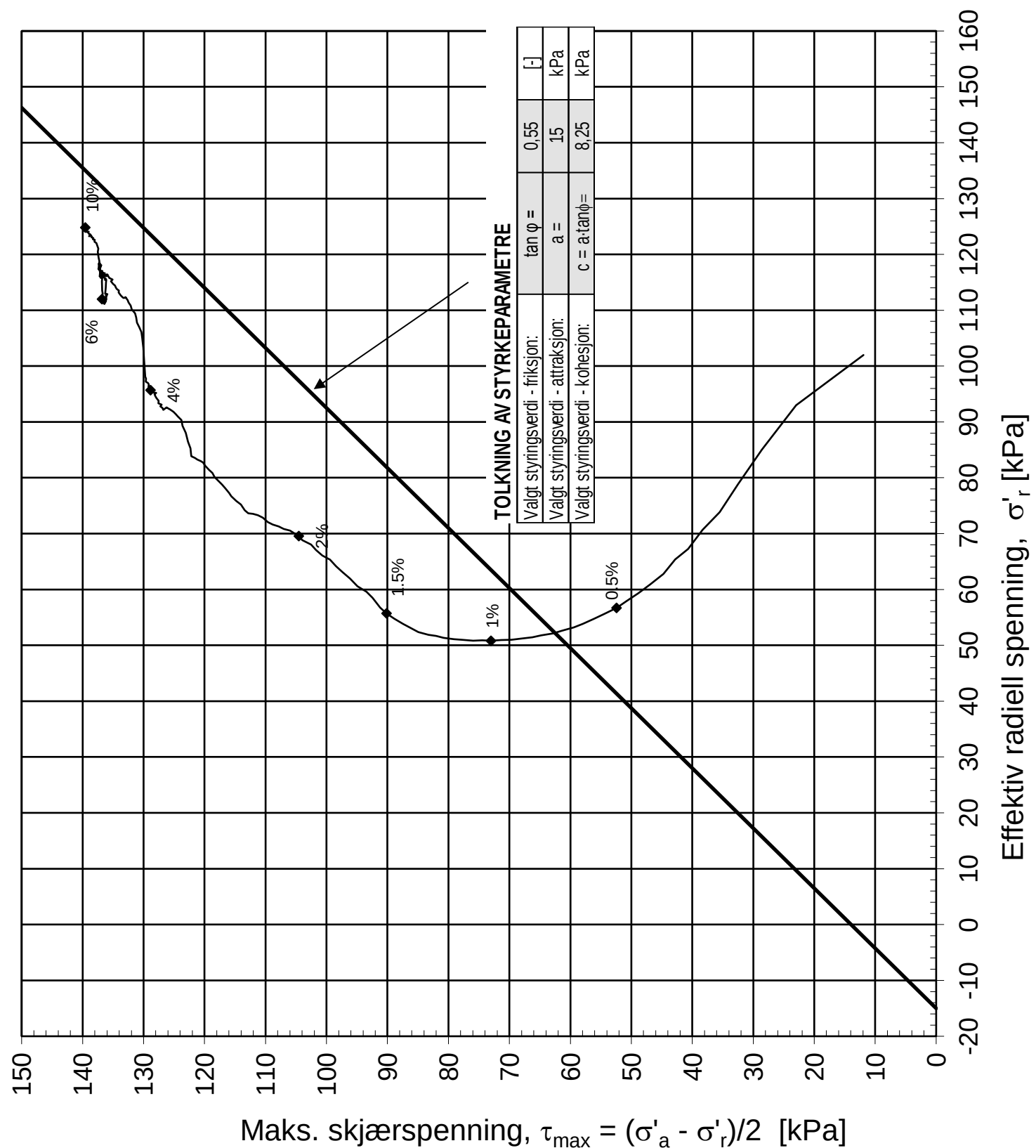
Multiconsult

Godkjent:

arv

Programrevisjon:

05.01.2014



Konsolideringsspenning, aksial:	σ'_{ac} (kPa):	125,84
Konsolideringsspenning, radial:	σ'_{rc} (kPa):	101,99
Volumtøyning i konsolideringsfase:	$\varepsilon_{vol} (\%) = \Delta V/V_0$:	2,04
Baktrykk u_b (kPa):	500	B - verdi = $\Delta u/\Delta \sigma_c$ (-): 0,72
Vanninnhold w_i (%):	29,64	Densitet ρ_i (g/cm ³): 1,97

Statens vegvesen, Region midt

E6 Røskaft-Skjerdingstad

Treaksialforsøk. Tolkning av parametre. NTNU-plott.

Multiconsult

Sluppenvegen 23,
7486 TRONDHEIM
Tlf.: 73 10 62 00
Faks: 73 10 62 30

Forsøksdato:
03.11.2014

Forsøk nr.:
1

Oppdrag nr.:
416746

Dybde, z (m):
7,25

Tegnet/kontrollert lab:
truk/kjt

Tegning nr.:
RIG-TEG-095.4

Prøvekvalitet

Etter poretallsending:
Dårlig

Borpunkt nr.:
1086

Kontrollert:
ros

Prosedyre:
CAUa

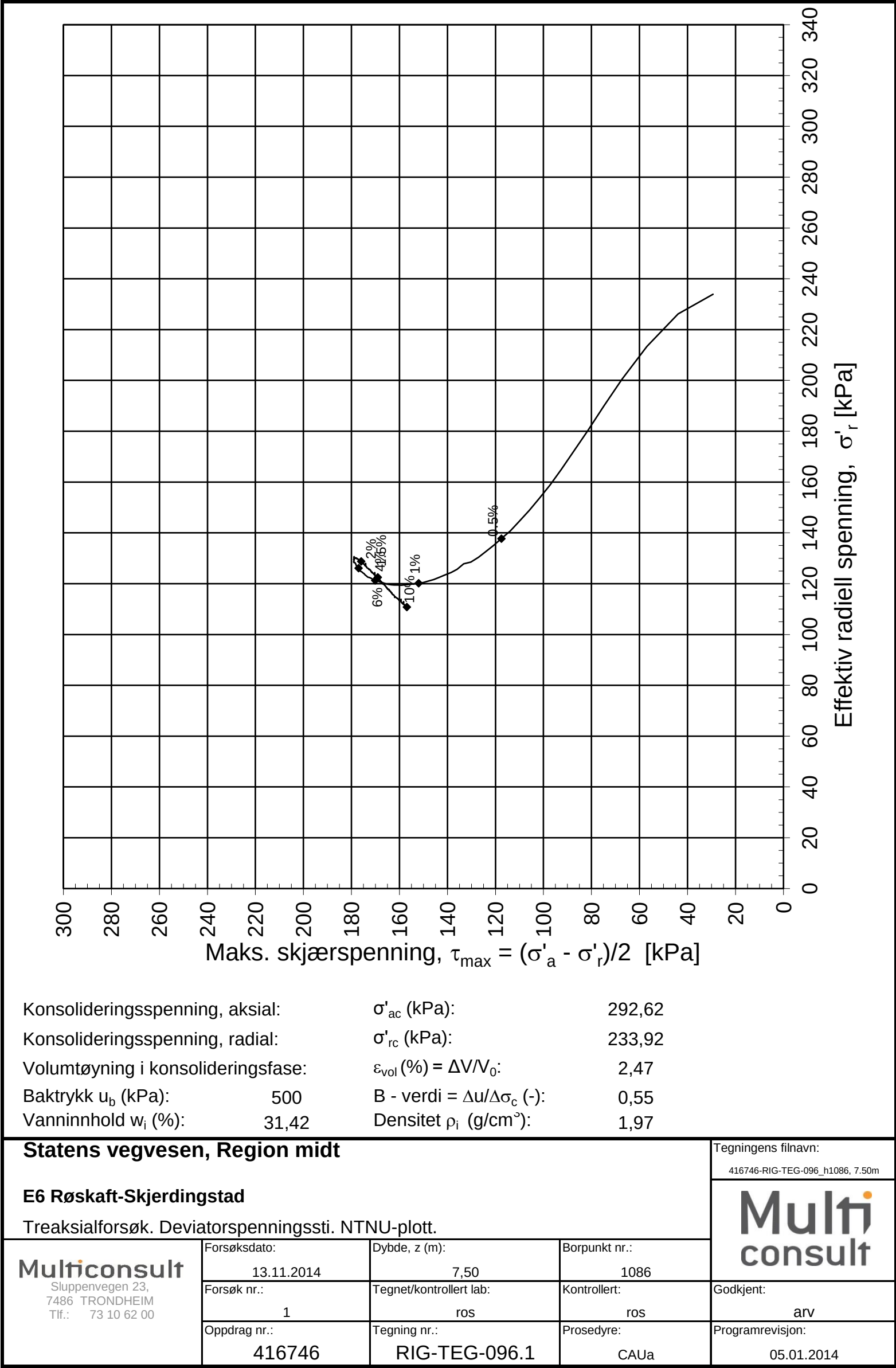
Tegningens filnavn:

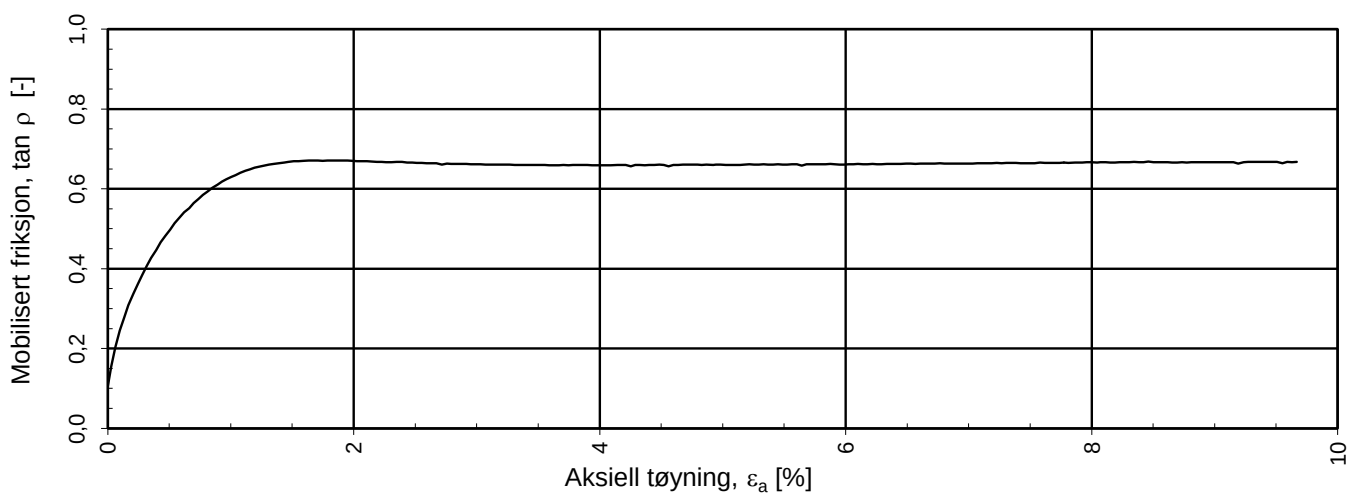
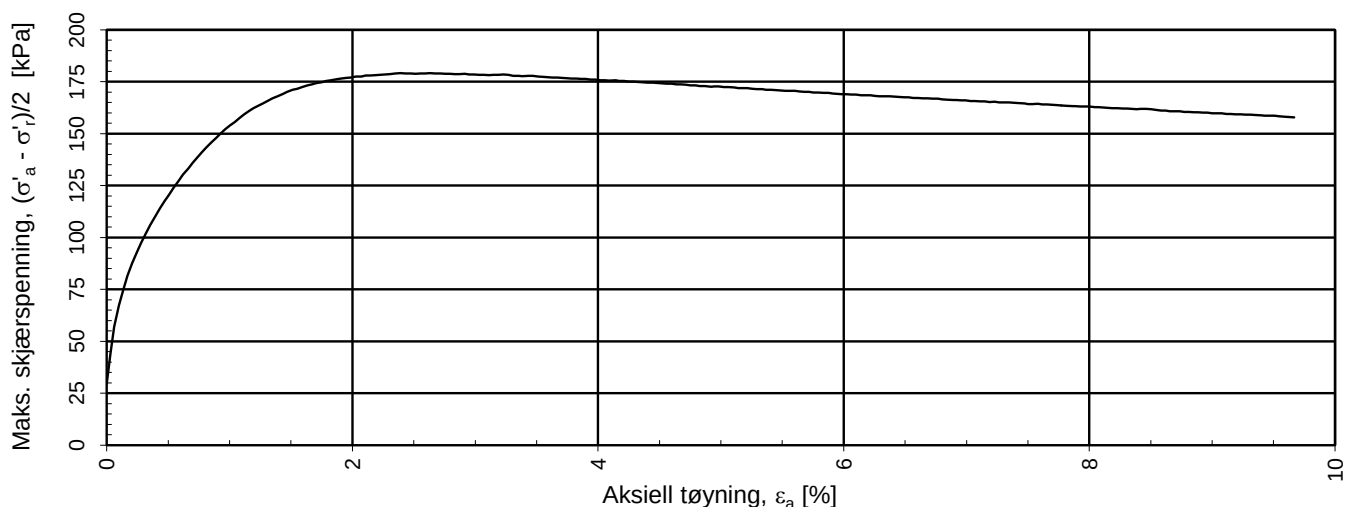
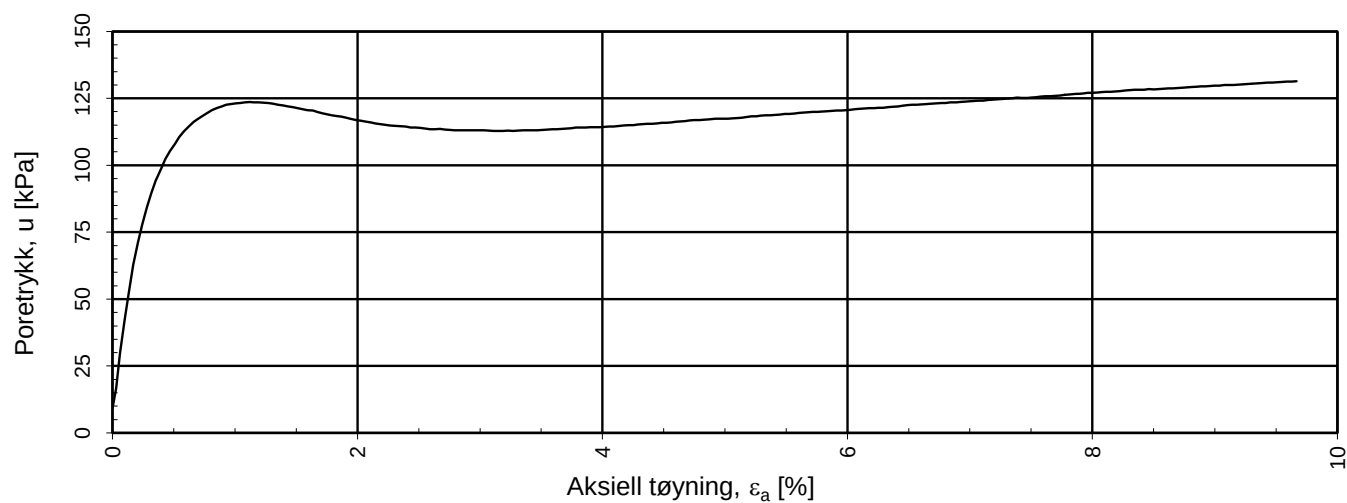
416746-RIG-TEG-xxx_h1086, 7.25m

Multiconsult

Godkjent:
arv

Programrevisjon:
05.01.2014





a = 15 kPa benyttet for tolkning av tan ρ

Statens vegvesen, Region midt

E6 Røskift-Skjerdingstad

Treaksialforsøk. Poretrykks- og mobiliseringsforløp.

Multiconsult

Sluppenvegen 23,
7486 TRONDHEIM
Tlf.: 73 10 62 00
Faks: 73 10 62 30

Forsøksdato:
13.11.2014

Forsøk nr.:
1

Oppdrag nr.:
416746

Dybde, z (m):
7,50

Tegnet/kontrollert lab:
ros

Tegning nr.:
RIG-TEG-096.2

Borpunkt nr.:
1086

Kontrollert:
ros

Prosedyre:
CAUa

Tegningens filnavn:

416746-RIG-TEG-096_h1086, 7.50m

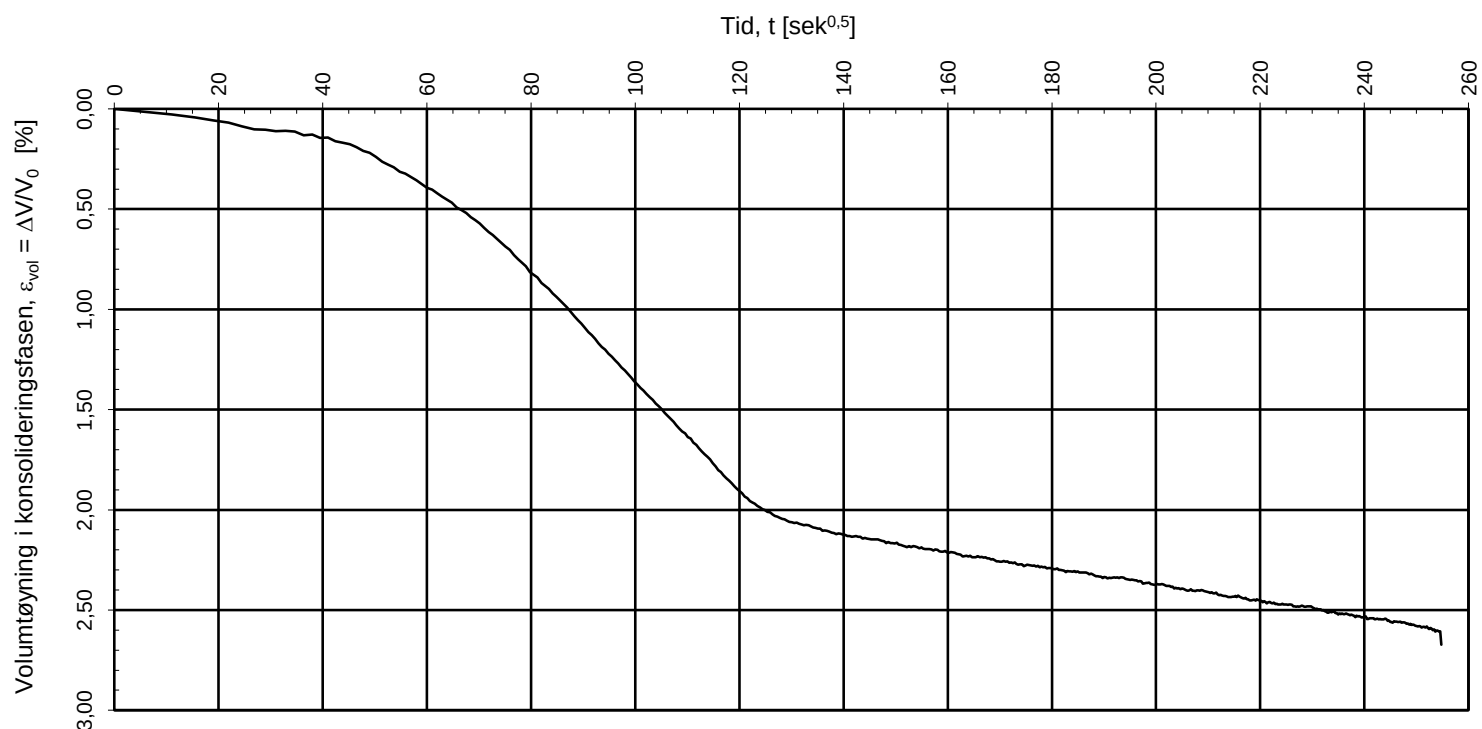
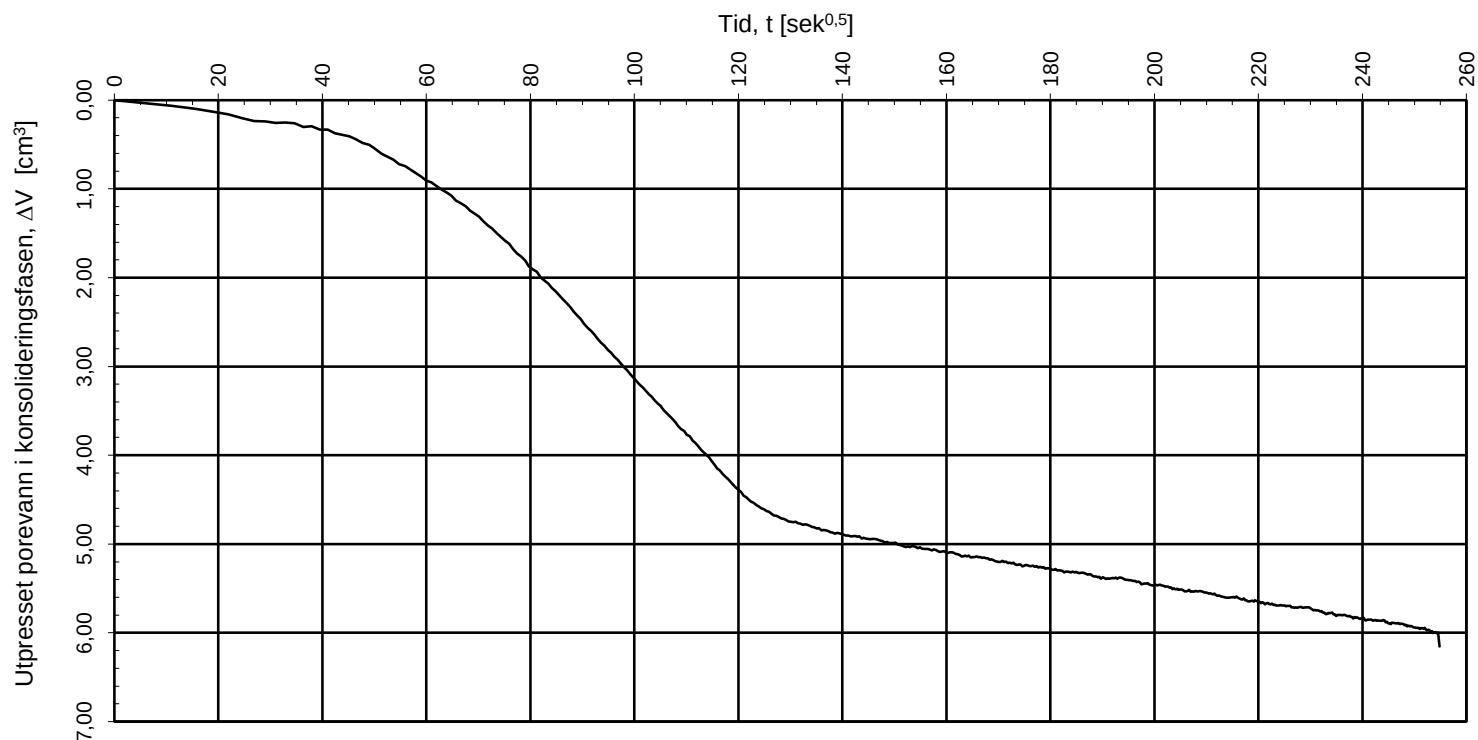
Multi
consult

Godkjent:

arv

Programrevisjon:

05.01.2014



Konsolideringsspenning, aksial:	σ'_{ac} (kPa):	292,62
Konsolideringsspenning, radial:	σ'_{rc} (kPa):	233,92
Volumtøyning i konsolideringsfase:	ε_{vol} (%) = $\Delta V/V_0$:	2,47
Baktrykk u_b (kPa):	500	B - verdi = $\Delta u/\Delta \sigma_c$ (-): 0,55
Vanninnhold w_i (%):	31,42	Densitet ρ_i (g/cm ³): 1,97

Statens vegvesen, Region midt

E6 Røskift-Skjerdingsstad

Treaksialforsøk. Vannutpressing - tid, konsolideringsfase.

Multiconsult

Sluppenvegen 23,
7486 TRONDHEIM
Tlf.: 73 10 62 00
Faks: 73 10 62 30

Forsøksdato:

13.11.2014

Forsøk nr.:

1

Oppdrag nr.:

416746

Dybde, z (m):

7,50

Tegnet/kontrollert lab:

ros

Tegning nr.:

RIG-TEG-096.3

Borpunkt nr.:

1086

Kontrollert:

ros

Prosedyre:

CAUa

Tegningens filnavn:

416746-RIG-TEG-096_h1086, 7.50m

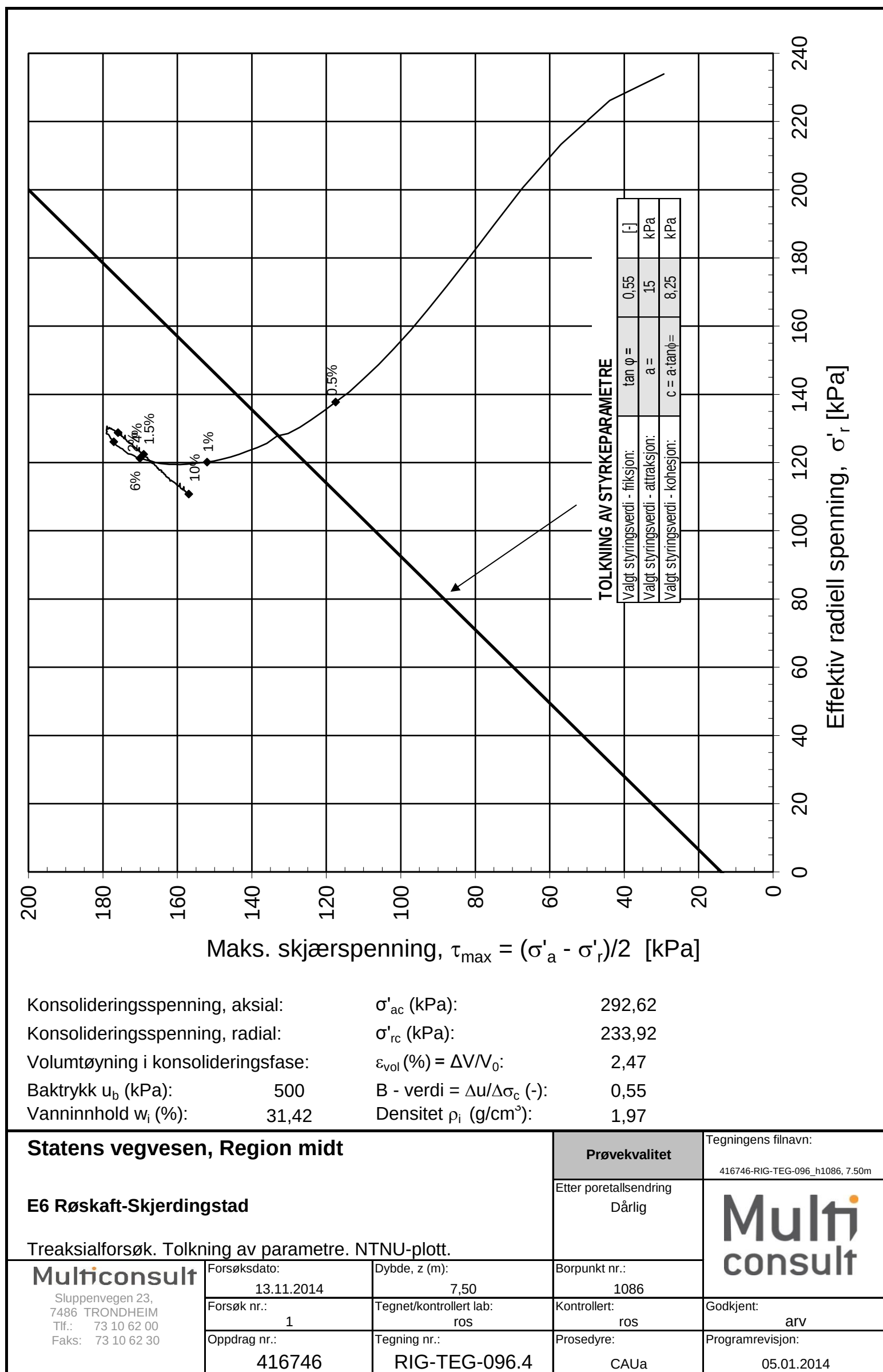
Multiconsult

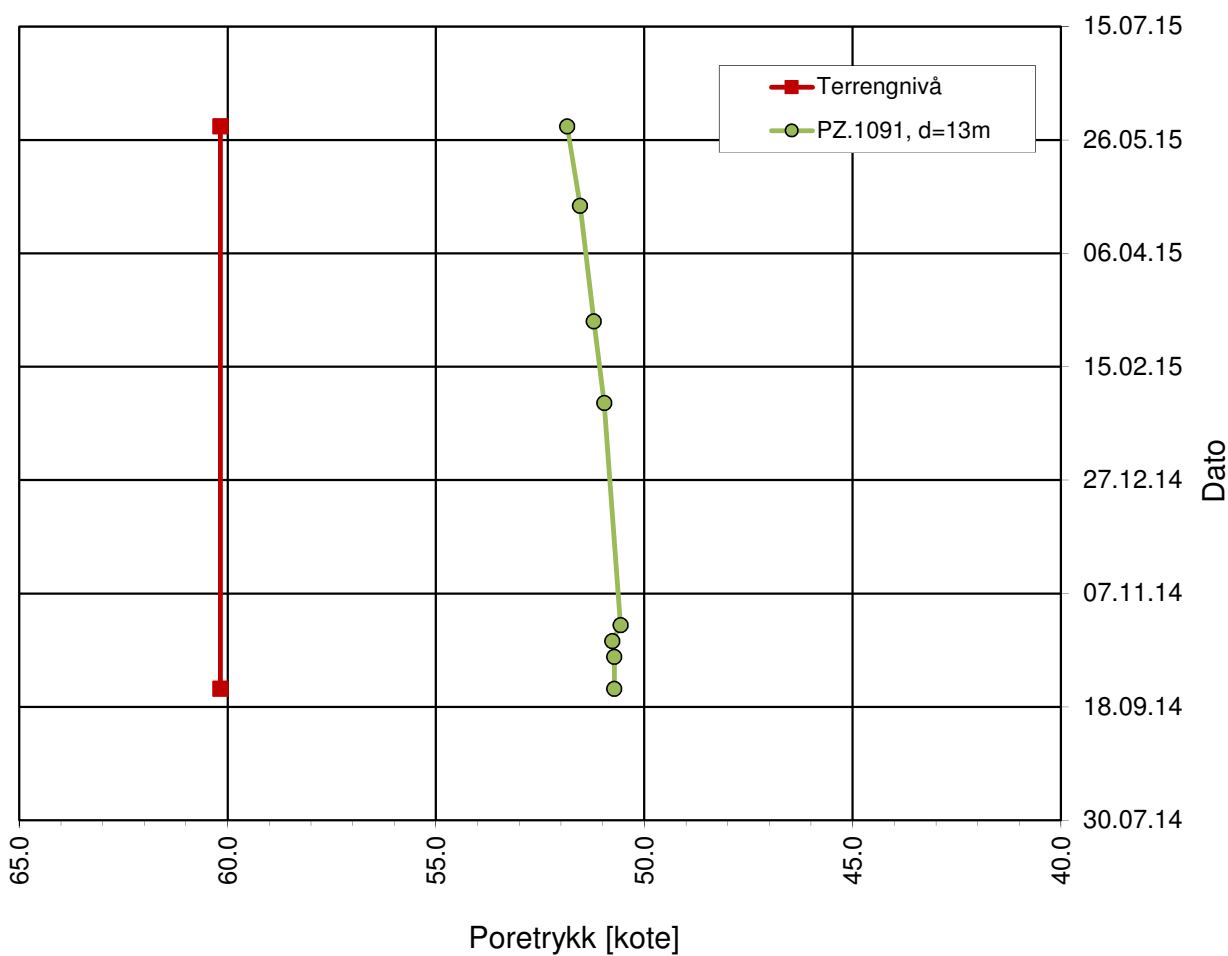
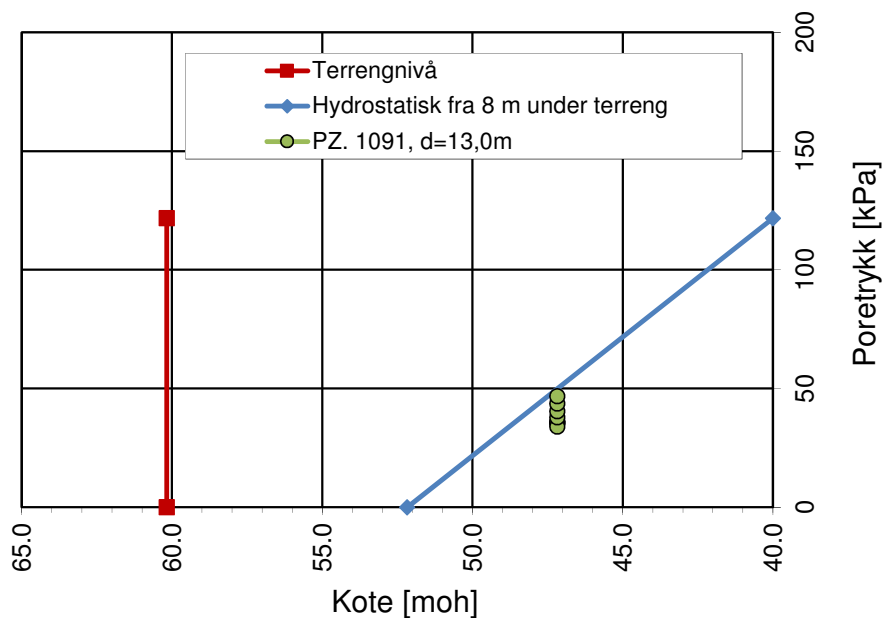
Godkjent:

arv

Programrevisjon:

05.01.2014





PORETRYKKSMÅLING

Åpne hydrauliske poretrykksmålere, BP. 1091

Statens vegvesen, Region midt

E6 Røskaft - Skjerdingsstad

Grunnundersøkelser

Konstr./Tegnet

LFC

Kontrollert

ROS

Dato

31.08.2015

Godkjent

ARV

Multiconsult

Multiconsult

OPPDRAG NR.

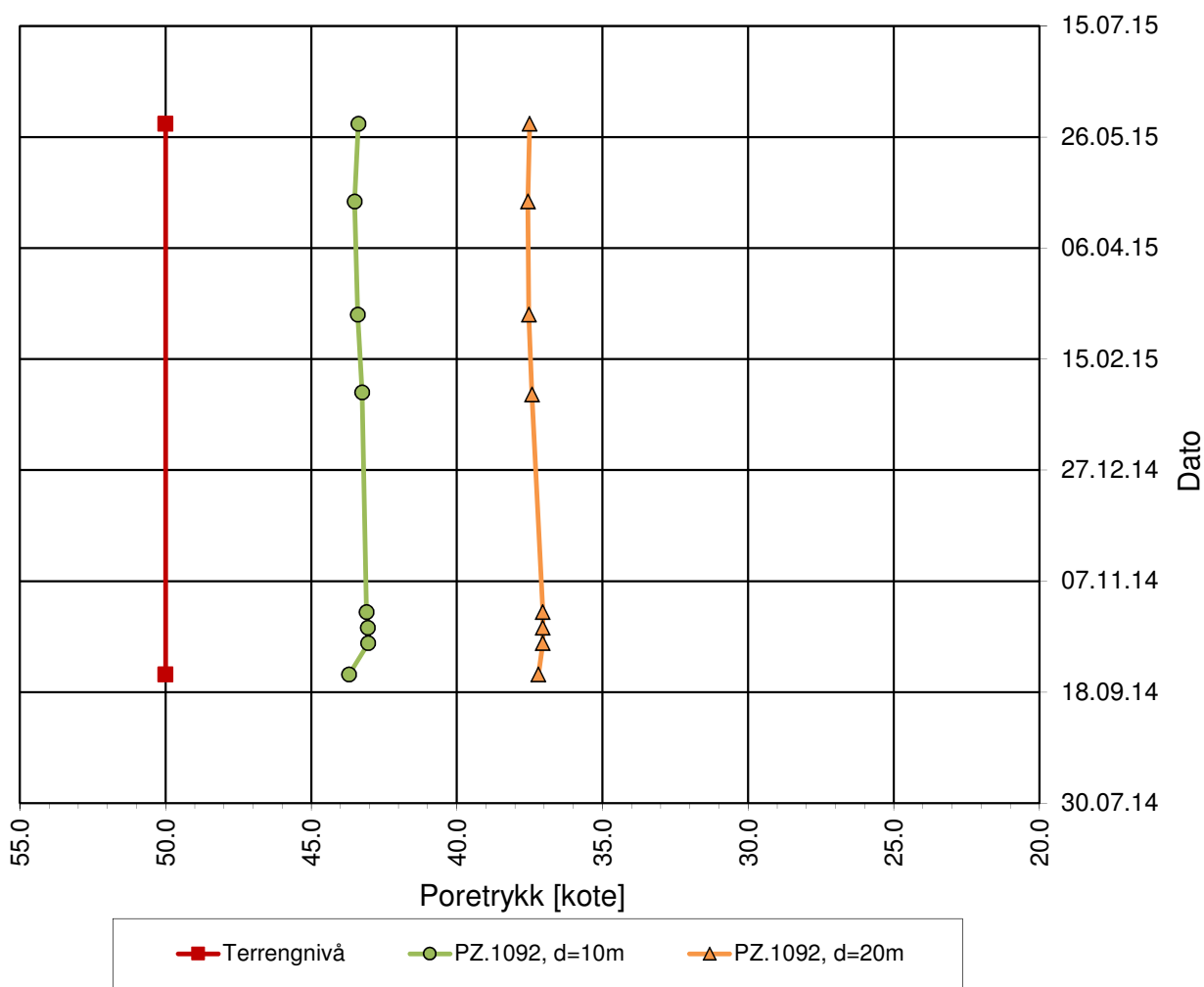
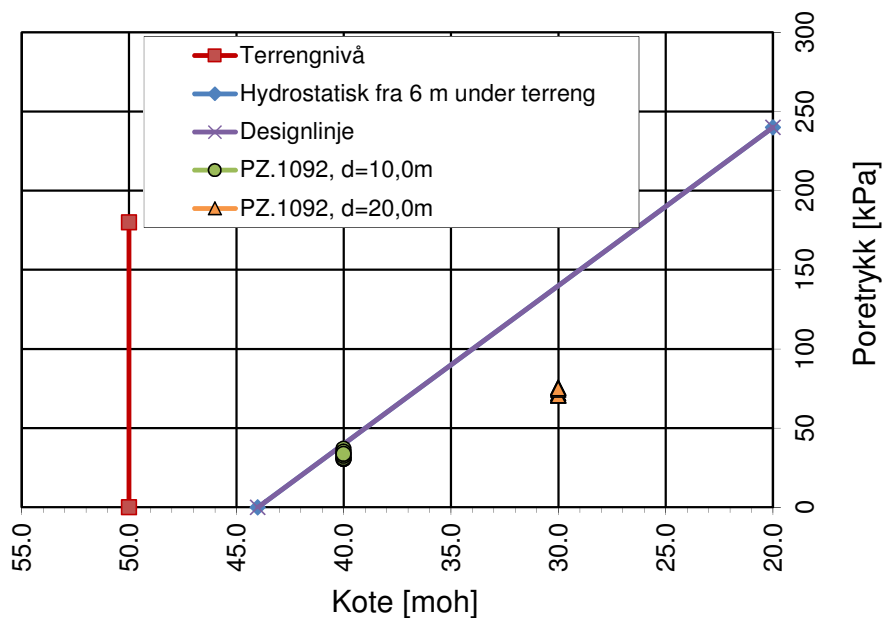
416746

TEGN.NR

RIG-TEG-254

REV.

01



PORETRYKKSMÅLING

Åpne hydrauliske poretrykksmålere, BP. 1092

Statens vegvesen, Region midt

E6 Røskaft - Skjerdingsstad

Grunnundersøkelser

Konstr./Tegnet

LFC

Kontrollert

ROS

Dato

31.08.2015

Godkjent

ARV

Multiconsult

Multiconsult

OPPDRAG NR.

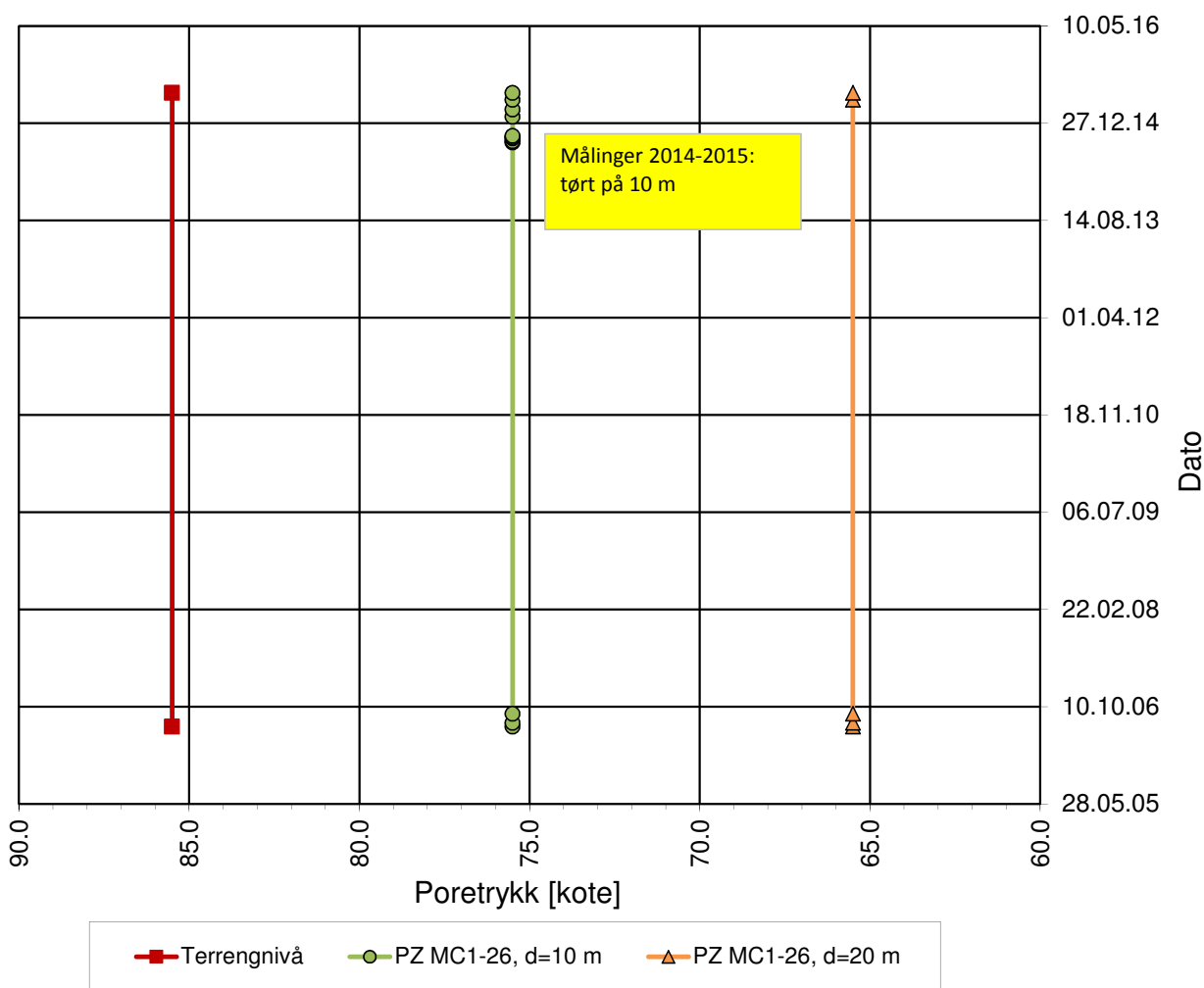
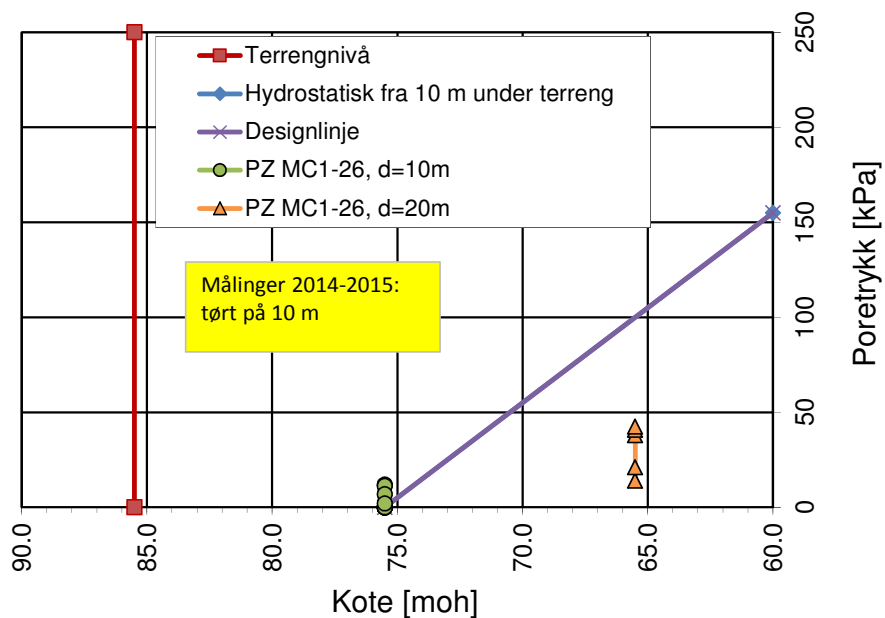
416746

TEGN.NR.

RIG-TEG-255

REV.

01



PORETRYKKSMÅLING

Åpne hydrauliske poretrykksmålere, BP. MC1-26

Statens vegvesen Region midt

E6 Røskift - Skjerdingsstad

Grunnundersøkelser

Konstr./Tegnet

LFC

Dato

31.08.2015

Kontrollert

ROS

Godkjent

ARV

Multi
consult

Multiconsult

OPPDRAK NR.

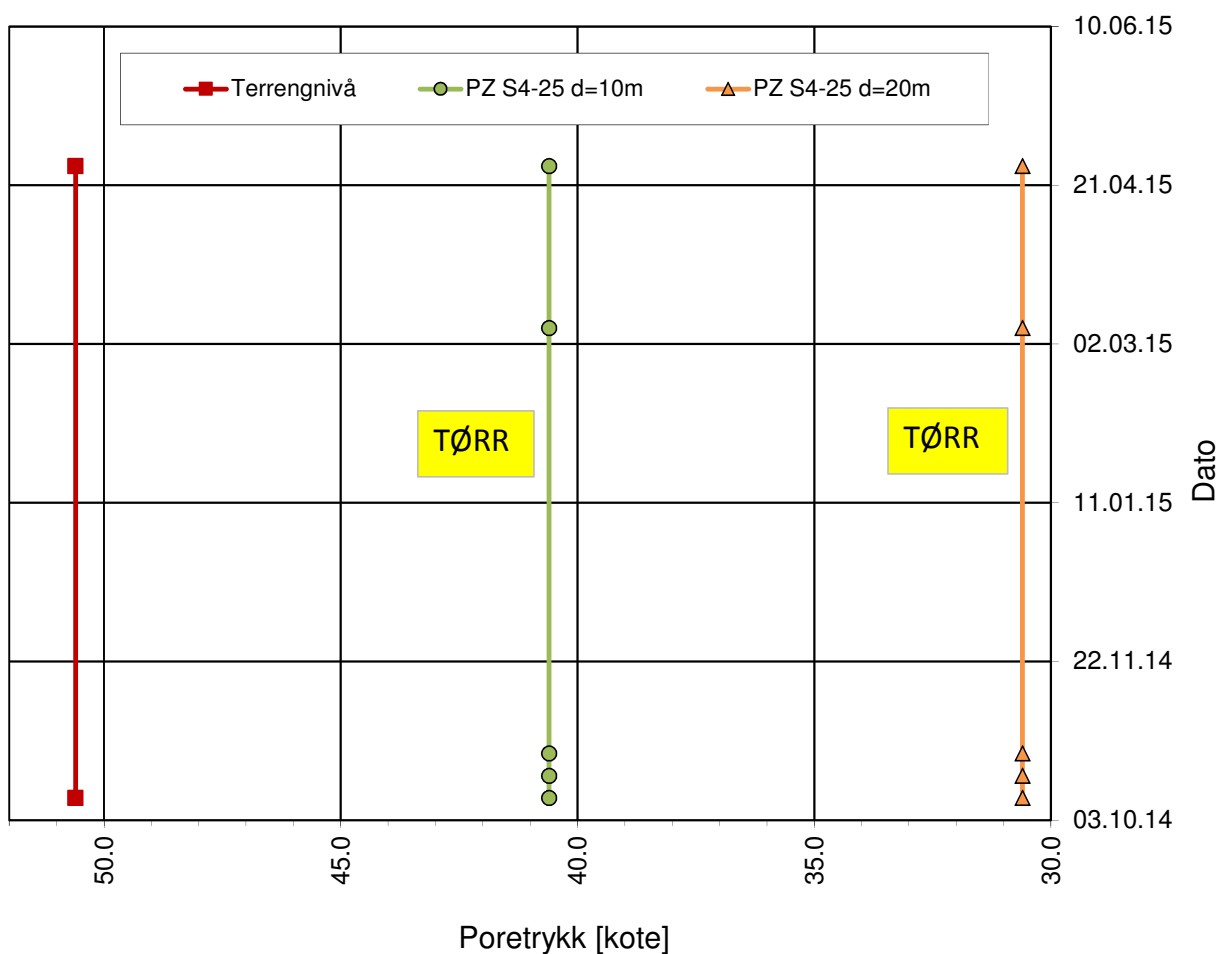
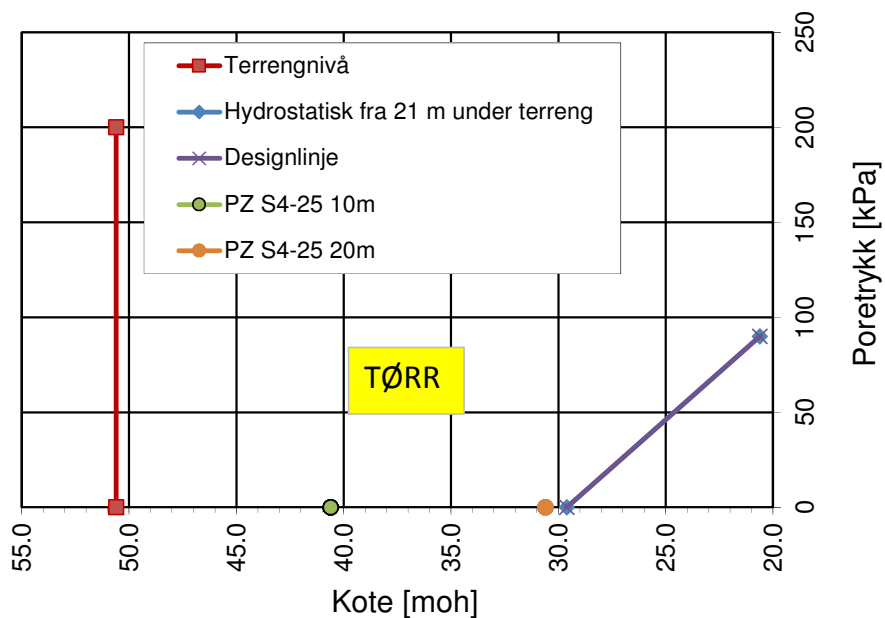
416746

TEGN.NR.

RIG-TEG-256

REV.

01



PORETRYKKSMÅLING

Elektriske poretrykksmålere, BP. S4-25

Statens vegvesen

E6 Røskaft - Skjerdingsstad

Grunnundersøkelser

Konstr./Tegnet

LFC

Dato

31.08.2015

Kontrollert

ROS

Godkjent

ARV

Multi
consult

Multi
consult

OPPDRAK NR.

416746

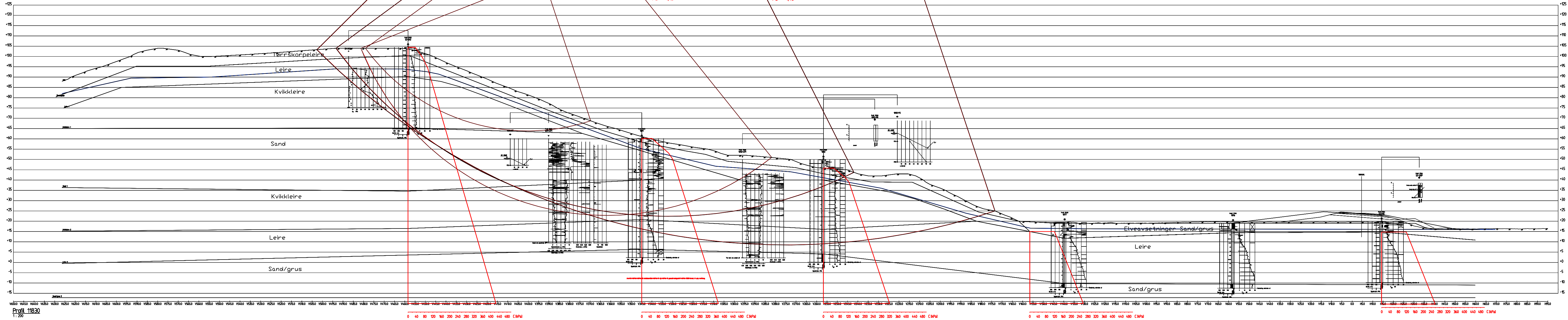
TEGN.NR.

RIG-TEG-259

REV.

01

Material	Un.Weigh	Sub.Weigh	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
veg	19.00	9.00	42.0	0.0				
Tørnskorpe	19.00	9.00	30.0	0.0				
Sand/grus	19.00	9.00	33.0	0.0				
Leire 1	19.50	9.50			C-prof	1.00	0.66	0.38
Kvikkleire 1	19.50	9.50			C-prof	0.85	0.63	0.35
Sand 1	19.00	9.00	33.0	0.0				
Kvikkleire 2	19.50	9.50			C-prof	0.85	0.63	0.35
Leire 2	19.50	9.50			C-prof	1.00	0.66	0.38
Sand/grus 2	19.00	9.00	35.0	0.0				



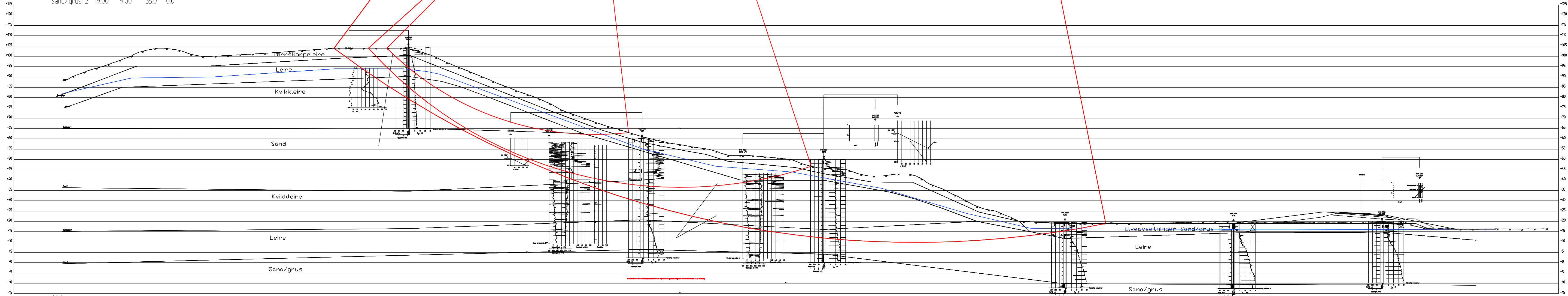
Profil 11830

1:200

Fc=1.13
Øvre
Result file : z:\04\6\4\6746\4\6746-03 arbeidsområde\4\6746-01 nig\4\6746-10 geosute\stabgral\ni\4\6746-18000-forset_1-1.adp med tiltak rev01R3
Fc=1.13
Mellom 1
Result file : z:\04\6\4\6746\4\6746-03 arbeidsområde\4\6746-01 nig\4\6746-10 geosute\stabgral\ni\4\6746-18000-forset_1-1.adp med tiltak rev01R5
Fc=1.18
Mellom 2
Result file : z:\04\6\4\6746\4\6746-03 arbeidsområde\4\6746-01 nig\4\6746-10 geosute\stabgral\ni\4\6746-18000-forset_1-1.adp med tiltak rev01R6
Fc=1.23
Nedre
Result file : z:\04\6\4\6746\4\6746-03 arbeidsområde\4\6746-01 nig\4\6746-10 geosute\stabgral\ni\4\6746-18000-forset_1-1.adp med tiltak rev01R7

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.
	Statens vegvesen, Region midt		Fag	Format
	E6 Røskaft-Skjerdingstad		Geoteknikk	A3L
		Dato		
		31.08.2015		
	Stabilitetsberegning, veglinje 18000	Format/Målestokk:		
	Forset profil 1-1	1:1000		
	Dagens situasjon, ADP-beregning			
Status	Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent	
Oppdragsnr.	AES	ROS	ARV	
416746				
Tegningsnr.	RIG-TEG-350.1			
				00

Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	Fi	C`	C	Aa	Ad	Ap
veg	19.00	9.00	42.0	0.0				
Tørnskorpe	19.00	9.00	30.0	0.0				
Sand/grus	19.00	9.00	33.0	0.0				
Leire 1	19.50	9.50	28.8	8.3				
Kvikkleire 1	19.50	9.50	28.8	5.5				
Sand 1	19.00	9.00	33.0	0.0				
Kvikkleire 2	19.50	9.50	28.8	5.5				
Leire 2	19.50	9.50	28.8	8.3				
Sand/grus 2	19.00	9.00	35.0	0.0				



Profil 11830
1:200

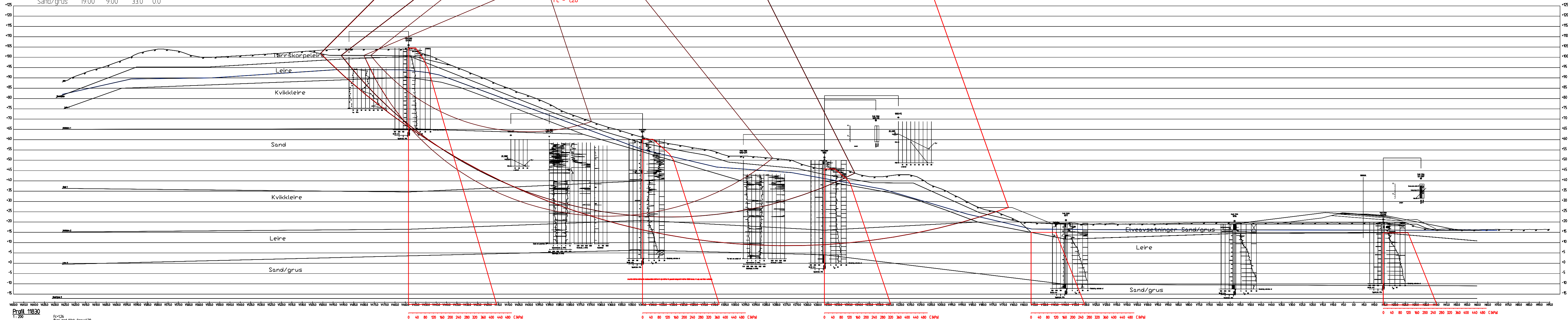
Fc=158
Nedre
Result file : Z:\0416\416746\416746-03 arbeidsområde\416746-01 rig\416746-10 geosuite\stabgraf\rit\416746-18000-forset_1-1.afi rev01R1

Fc=125
Øvre
Result file : Z:\0416\416746\416746-03 arbeidsområde\416746-01 rig\416746-10 geosuite\stabgraf\rit\416746-18000-forset_1-1.afi rev01R3

Fc=146
Midtre
Result file : Z:\0416\416746\416746-03 arbeidsområde\416746-01 rig\416746-10 geosuite\stabgraf\rit\416746-18000-forset_1-1.afi rev01R5

-	-	-	-	-	-
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
Statens vegvesen, Region midt E6 Røskaft-Skjerdingstad			Fag	Format	
			Geoteknikk	A3L	
			Dato	31.08.2015	
Stabilitetsberegning, veglinje 18000 Forset profil 1-1 Dagens situasjon, AFI-beregning			Format/Målestokk:		
			1:1000		
Status		Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent	
		AES	ROS	ARV	
Oppdragsnr.		Tegningsnr.			Rev.
416746		RIG-TEG-350.2			00
Multiconsult					
www.multiconsult.no					

Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Veg	19.00	19.00	42.0	0.0				
Mottfylling	19.00	9.00	30.0	0.0				
Tørreskorpeleir	19.00	9.00	30.0	0.0				
Elveavsatt	19.00	9.00	33.0	0.0				
Leire 1	19.50	9.50			C-prof 1.00	0.66	0.38	
Kvikkleire 1	19.50	9.50			C-prof 0.85	0.63	0.35	
Sand	19.00	9.00	33.0	0.0				
Kvikkleire 2	19.50	9.50			C-prof 0.85	0.63	0.35	
Leire 2	19.50	9.50			C-prof 1.00	0.66	0.38	
Sand/grus	19.00	9.00	33.0	0.0				



Profil 11830

1:200

Fc=1.26
Nett med tiltak (b=1.26)
Result file : Z:\4\6\4\6\746\4\6\746-03\arbeidsområde\4\6\746-01\reg\4\6\746-10\geosuite\stabgraf\4\6\746-8000-forset_1-1.Lad med tiltak rev01R1

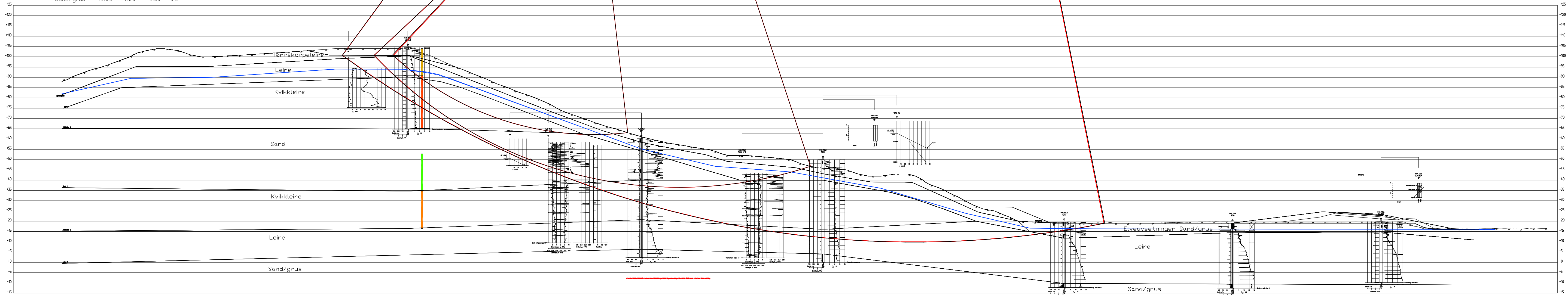
Fc=1.22
Nett med tiltak (b=1.22)
Result file : Z:\4\6\4\6\746\4\6\746-03\arbeidsområde\4\6\746-01\reg\4\6\746-10\geosuite\stabgraf\4\6\746-8000-forset_1-1.Lad med tiltak rev01R2

Fc=1.24
Nett med tiltak (b=1.24)
Result file : Z:\4\6\4\6\746\4\6\746-03\arbeidsområde\4\6\746-01\reg\4\6\746-10\geosuite\stabgraf\4\6\746-8000-forset_1-1.Lad med tiltak rev01R4

Fc=1.28
Nett med tiltak (b=1.28)
Result file : Z:\4\6\4\6\746\4\6\746-03\arbeidsområde\4\6\746-01\reg\4\6\746-10\geosuite\stabgraf\4\6\746-8000-forset_1-1.Lad med tiltak rev01R8

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
Statens vegvesen, Region midt E6 Røskaft-Skjerdingstad			Fag Geoteknikk	Format A3L	
			Dato 31.08.2015		
Stabilitetsberegning, veglinje 18000 Forset profil 1-1 Med tiltak, ADP-beregning			Format/Målestokk: 1:1000		
Status		Konstr./Tegnet AES	Kontrollert ROS	Godkjent ARV	Rev.
Oppdragsnr. 416746		Tegningsnr. RIG-TEG-350.3			00
Multiconsult www.multiconsult.no					

Material	Un.Weigh	Sub.Weigh	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Veg	19.00	9.00	42.0	0.0				
Mofylling	19.00	9.00	30.0	0.0				
Tørnskorpeleire	9.00	9.00	30.0	0.0				
Elveavsatt	19.00	9.00	33.0	0.0				
Leire 1	19.50	9.50	28.8	8.2				
Kvikkleire 1	19.50	9.50	28.8	5.5				
Sand	19.00	9.00	33.0	0.0				
Kvikkleire 2	19.50	9.50	28.8	5.5				
Leire 2	19.50	9.50	28.8	8.2				
Sand/grus	19.00	9.00	33.0	0.0				



Profil 11830
1:200

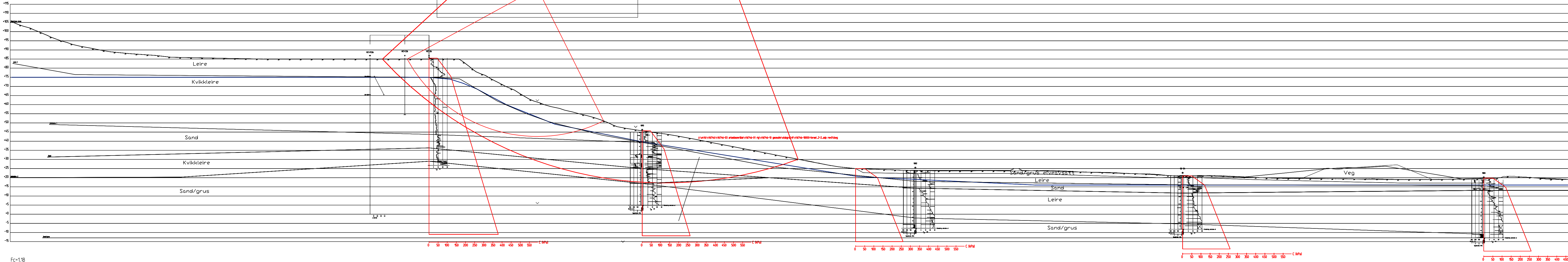
Fc=1.30
Øvre med tiltak (krav=1.30)
Result file : Z:\04\6\4\6746\4\6746-03 arbeidsområde\4\6746-01 rig\4\6746-10 geosuite\stabgraf\rit\4\6746-18000-forset_1-1.afs med tiltak rev01R2

Fc=1.50
Mellom med tiltak
Result file : Z:\04\6\4\6746\4\6746-03 arbeidsområde\4\6746-01 rig\4\6746-10 geosuite\stabgraf\rit\4\6746-18000-forset_1-1.afs med tiltak rev01R4

Fc=1.65
Nedre med tiltak
Result file : Z:\04\6\4\6746\4\6746-03 arbeidsområde\4\6746-01 rig\4\6746-10 geosuite\stabgraf\rit\4\6746-18000-forset_1-1.afs med tiltak rev01R6

Rev.	Beskrivelse	Dato		Tegn.	Kontr.	Godkj.			
Statens vegvesen, Region midt E6 Røskaft-Skjerdingstad						Fag	Format		
						Geoteknikk	A3L		
Stabilitetsberegning, veglinje 18000 Forset profil 1-1 Med tiltak, AFI-beregning						Dato	31.08.2015		
						Format/Målestokk:		1:1000	
Status		Konstr./Tegnet		Kontrollert		Godkjent		ARV	
Oppdragsnr.		AES		ROS					
416746		RIG-TEG-350.4						00	
Multiconsult									
www.multiconsult.no									

Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Veg	19.00	9.00	42.0	0.0				
Sand/grus elv	19.00	9.00	33.0	0.0				
Leire 1	19.50	9.50			C-prof	100	0.66	0.38
Kvikkleire 1	19.50	9.50			C-prof	0.85	0.63	0.35
Sand	19.00	9.00	33.0	0.0				
Kvikkleire 2	19.50	9.50			C-prof	0.85	0.63	0.35
Leire 2	19.50	9.50			C-prof	100	0.66	0.38
Sand/grus	19.50	19.50	35.0	0.0				

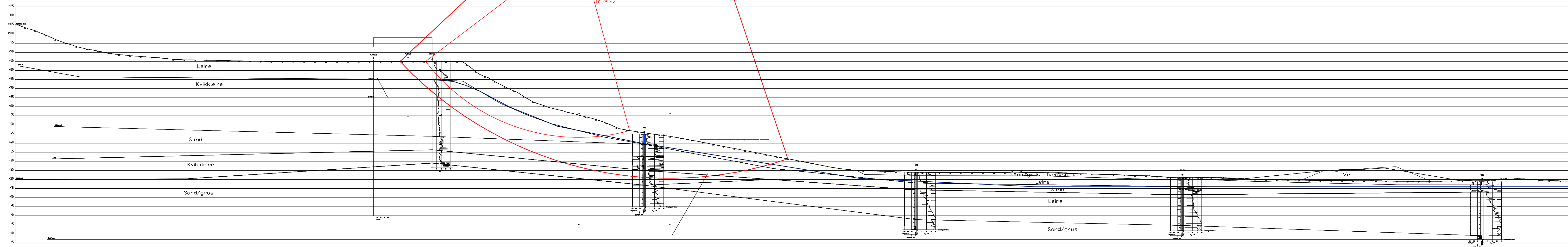


Fc=1.18
Øvre
Result file : z:\o416\416746\416746-03 arbeidsområde\416746-01 rig\416746-10 geosuite\stabgraf\rit\416746-18000-forset_2-2.adp rev01R1

Fc=1.28
Nedre
Result file : z:\o416\416746\416746-03 arbeidsområde\416746-01 rig\416746-10 geosuite\stabgraf\rit\416746-18000-forset_2-2.adp rev01R2

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
	Statens vegvesen, Region midt		Fag	Format	
	E6 Røskaft-Skjerdingstad		Geoteknikk	A3L	
	Stabilitetsberegning, veglinje 18000		Dato	31.08.2015	
	Forset profil 2-2		Format/Målestokk:	1:1000	
	Dagens situasjon, ADP-beregning				
		Status	Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent
		Oppdragsnr.	AES	ROS	ARV
			416746	RIG-TEG-351.1	00

Material	Un.Weigh	Sub.Weigh	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Veg	19.00	9.00	42.0	0.0				
Sand/grus elve	19.00	9.00	33.0	0.0				
Leire 1	19.50	9.50	28.8	8.2				
Kvikkleire 1	19.50	9.50	28.8	5.5				
Sand	19.00	9.00	33.0	0.0				
Kvikkleire 2	19.50	9.50	28.8	5.5				
Leire 2	19.50	9.50	28.8	8.2				
Sand/grus	19.50	19.50	35.0	0.0				

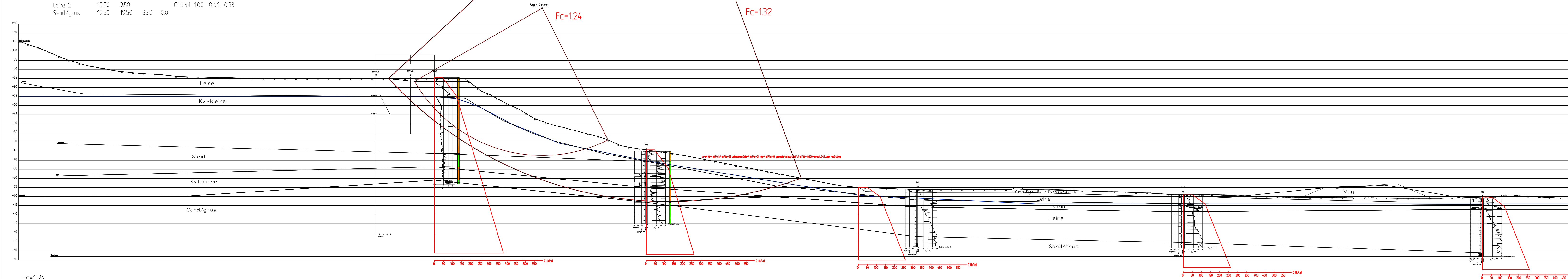


Fcd=142
Øvre
Result file : z:\o4\6\4\6746\4\6746-03 arbeidsområde\4\6746-01 rig\4\6746-10 geosuite\stabgrafrit\4\6746-18000-forset_-2-2_ali rev01R1

Fcd=161
Nedre
Result file : z:\o4\6\4\6746\4\6746-03 arbeidsområde\4\6746-01 rig\4\6746-10 geosuite\stabgrafrit\4\6746-18000-forset_-2-2_ali rev01R2

-	-		-	-	-	-	-	-	-
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.				
Statens vegvesen, Region midt E6 Røskaft-Skjerdingsstad						Fag	Format		
						Geoteknikk	A3L		
						Dato	31.08.2015		
Stabilitetsberegning, veglinje 18000 Forset profil 2-2 Dagens situasjon, AFI-beregning						Format/Målestokk:			
						1:1000			
 www.multiconsult.no		Status	Konstr./Tegnet AES	Kontrollert ROS	Godkjent	ARV			
		Oppdragsnr. 416746	Tegningsnr. RIG-TEG-351.2		Rev. 00				

Material	Un.Weight	Sub.Weight	Fi	C	C	Aa	Ad	Ap	
Veg	19.00	9.00	30.0	0.0					
Sand/grus elvea	19.00	9.00	33.0	0.0					
Leire 1	19.50	9.50				C-prof	1.00	0.66	0.38
Kvikkleire 1	19.50	9.50				C-prof	0.85	0.63	0.35
Sand	19.00	9.00	33.0	0.0					
Kvikkleire 2	19.50	9.50				C-prof	0.85	0.63	0.35
Leire 2	19.50	9.50				C-prof	1.00	0.66	0.38
Sand/grus	19.50	19.50	35.0	0.0					


$$F_c = 1,24$$

Øvre med tiltak (krav=1,24)

Result file : Z:\0416\416746\416746-03 ARBEIDSMRÅDE\416746-01 RIG\416746-10 GEOSUITE\STABGRAF.RIT\416746-18000-FORSET_2-2-ADP med tiltak REV01.R4

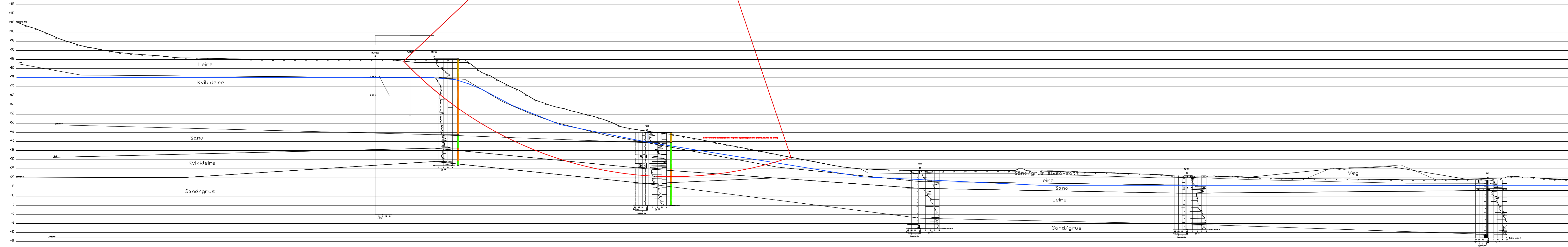
 $F_c = 1,32$

Nedre med tiltak (krav=1,32)

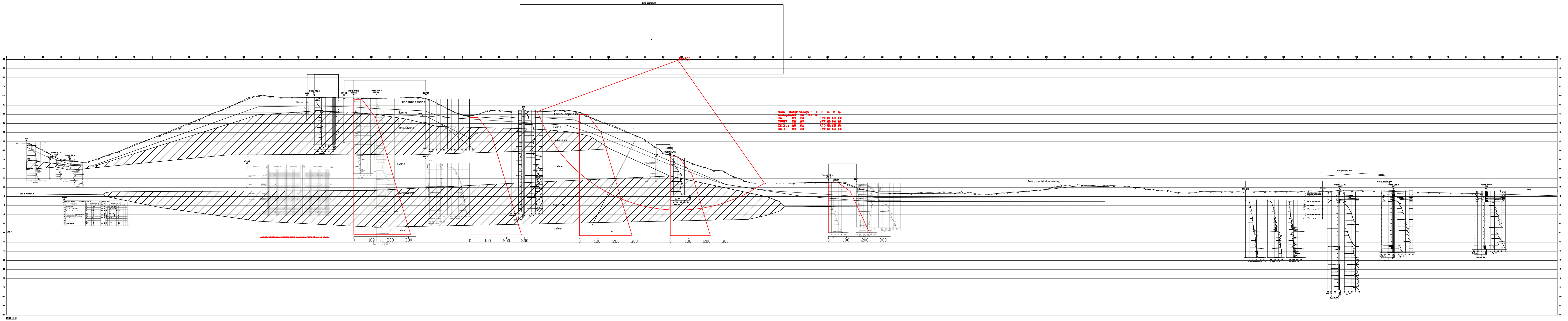
Result file : Z:\0416\416746\416746-03 ARBEIDSMRÅDE\416746-01 RIG\416746-10 GEOSUITE\STABGRAF.RIT\416746-18000-FORSET_2-2_ADP med tiltak REV01.R3

-	-	-	-	-	-
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
	Statens vegvesen, Region midt E6 Røskaft-Skjerdingsstad		Fag Geoteknikk	Format A3L	
		Dato	31.08.2015		
	Stabilitetsberegning, veglinje 18000 Forset profil 2-2 Med tiltak, ADP-beregning		Format/Målestokk: 1:1000		
 www.multiconsult.no		Status	Konstr./Tegnet AES	Kontrollert ROS	Godkjent ARV
		Oppdragsnr. 416746	Tekningsnr. RIG-TEG-351.3		Rev. 00

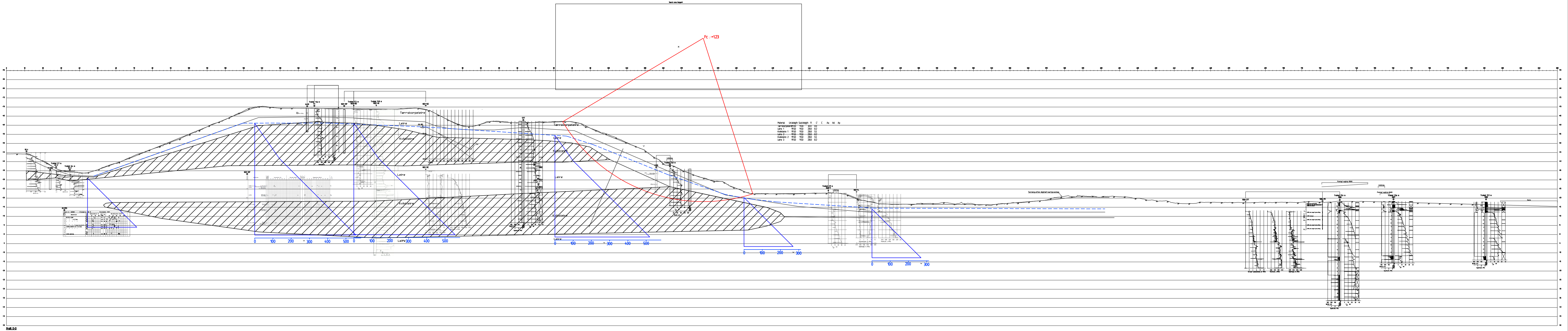
Material	Un.Weight	Sub.Weight	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Veg	19.00	9.00	42.0	0.0				
Sand/grus elv	19.00	9.00	33.0	0.0				
Leire 1	19.50	9.50	28.8	8.2				
Kvikkleire 1	19.50	9.50	28.8	5.5				
Sand	19.00	9.00	33.0	0.0				
Kvikkleire 2	19.50	9.50	28.8	5.5				
Leire 2	19.50	9.50	28.8	8.2				
Sand/grus	19.50	19.50	35.0	0.0				



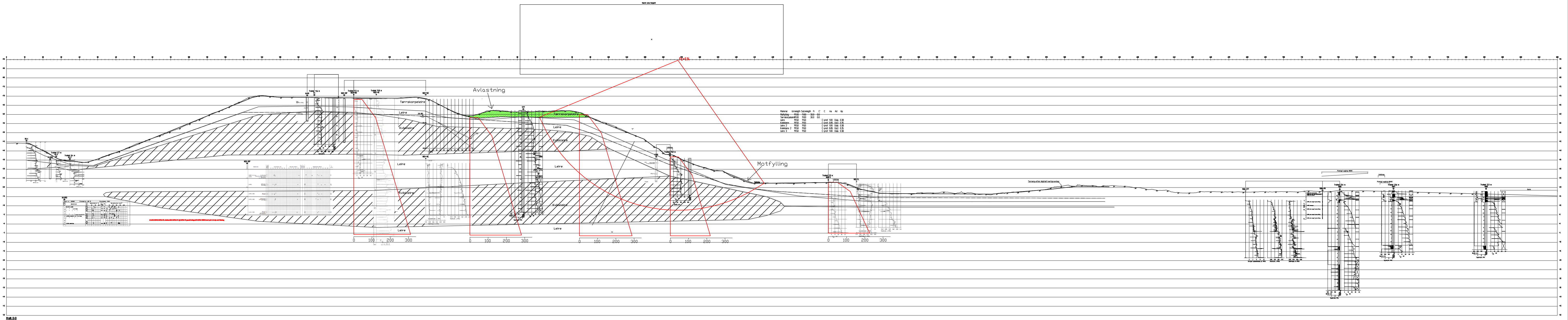
-	-	-	-	-	-	-	-
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.		
Statens vegvesen, Region midt E6 Røskaft-Skjerdingsstad						Fag Geoteknikk	Format A3L
						Dato 31.08.2015	
Stabilitetsberegning, veglinje 18000 Forset profil 2-2 Med tiltak, AFI-beregning						Format/Målestokk: 1:1000	
Multiconsult www.multiconsult.no		Status Oppdragsnr. 416746	Konstr./Tegnet AES	Kontrollert ROS	Godkjent ARV	Rev. 00	
		Tegningsnr. RIG-TEG-351.4					



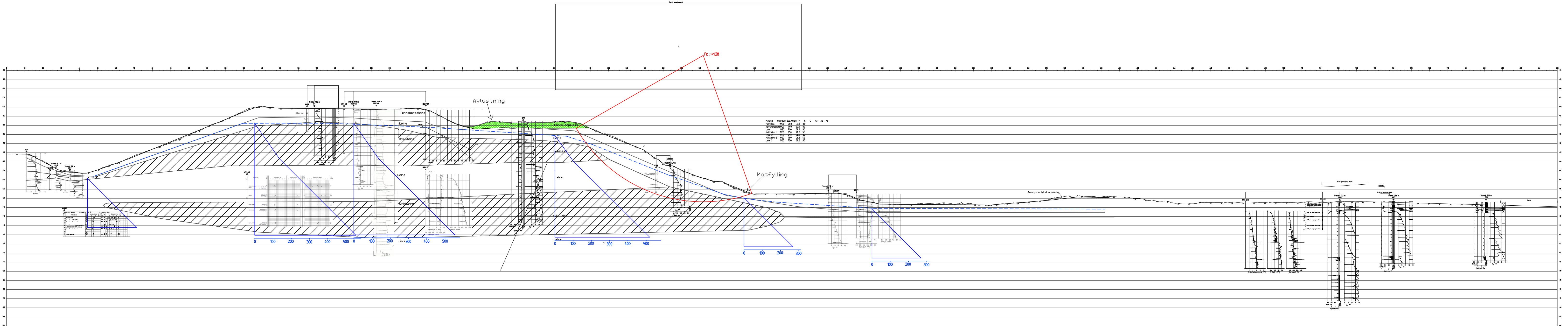
00	Profil D-D	02.11.2015	AES	ROS	ARV
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
Statens vegvesen, Region midt E6 Skjerdingsstad-Røskift			Fag	Format	
			Geoteknikk	A3L	
			Dato	02.11.2015	
Stabilitetsberegning, veglinje 18000			Format/Målestokk:		
Forset profil D-D			1:1000		
Dagens situasjon, ADP-beregning					
Status		Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent	
Oppdragsnr.		AES	ROS	ARV	
416746		Tegningsnr.			Rev.
RIG-TEG-352.1					00
www.multiconsult.no					



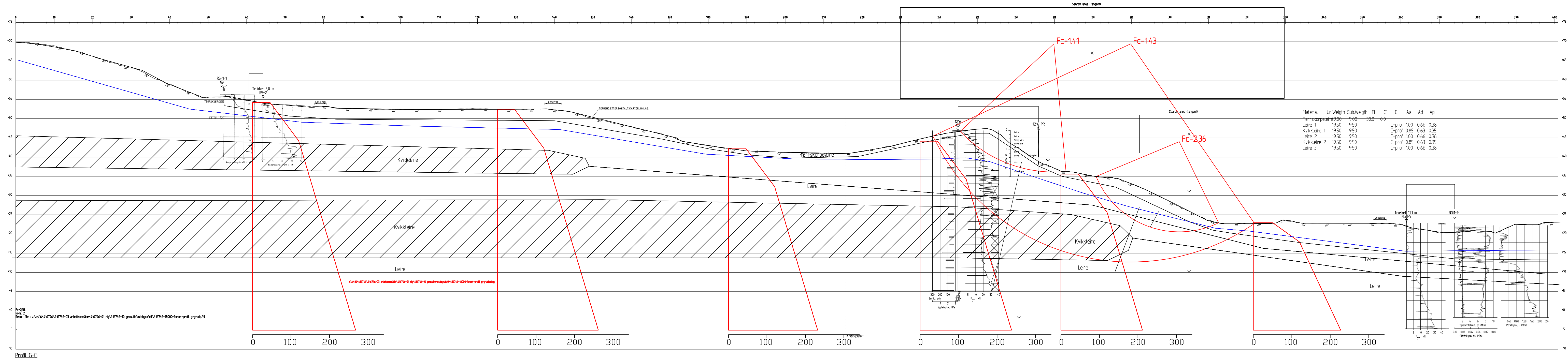
00	Profil D-D - AFI	02.11.2015	AES	ROS	ARV
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
Statens vegvesen, Region midt E6 Skjerdingsstad-Røskaft			Fag Geoteknikk	Format A3L	
			Dato	02.11.2015	
Stabilitetsberegning, veglinje 18000 Forset profil D-D Dagens situasjon, AFI-beregning			Format/Målestokk:	1:1000	
Status		Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent	
Oppdragsnr.		AES	ROS	ARV	
416746		Tegningsnr.	RIG-TEG-352.2	Rev.	00
www.multiconsult.no					



00	Profil D-D	02.11.2015	AES	ROS	ARV
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
Statens vegvesen, Region midt E6 Skjerdingsstad-Røskift			Fag Geoteknikk	Format A3L	
			Dato 02.11.2015		
Stabilitetsberegning, veglinje 18000 Forset profil D-D Med tiltak, ADP-beregning			Format/Målestokk: 1:1000		
Multiconsult www.multiconsult.no		Status	Konstr./Tegnet AES	Kontrollert ROS	Godkjent ARV
		Oppdragsnr.	Tegningsnr.		
		416746	RIG-TEG-352.3		
		00			



00	Profil D-D	02.11.2015	AES	ROS	ARV
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
Statens vegvesen, Region midt E6 Skjerdingsstad-Røskift			Fag Geoteknikk	Format A3L	
			Dato 02.11.2015		
Stabilitetsberegning, veglinje 18000 Forset profil D-D Med tiltak, AFI-beregning			Format/Målestokk: 1:1000		
Status		Konstr./Tegnet AES	Kontrollert ROS	Godkjent ARV	
Oppdragsnr. 416746		Tegningsnr. RIG-TEG-352.4			Rev. 00
www.multiconsult.no					



Material	UnWeight	SubWeight	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Tørskorpstein	9.00	9.00	30.0	0.0				
Leire 1	19.50	9.50			C-prof	1.00	0.66	0.38
Kvikkleire 1	19.50	9.50			C-prof	0.85	0.63	0.35
Leire 2	19.50	9.50			C-prof	1.00	0.66	0.38
Kvikkleire 2	19.50	9.50			C-prof	0.85	0.63	0.35
Leire 3	19.50	9.50			C-prof	1.00	0.66	0.38

00		Profil G-G	02.11.2015	AES	ROS	ARV
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.	
Statens vegvesen, Region midt						Fag Geoteknikk
E6 Skjerdingsstad-Røskaft						Format A3L
Stabilitetsberegning, veglinje 18000						Dato 02.11.2015
Forset profil G-G						Format/Målestokk: 1:500
Dagens situasjon, ADP-beregning						
Multiconsult		Status	Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent	
www.multiconsult.no		Oppdragsnr. 416746	Tegningsnr. RIG-TEG-353.1	AES	ROS	ARV
						Rev. 00

Vedlegg A Sikkerhetsprinsipper

Innholdsfortegnelse

A.1	Generelt	1
A.2	Konsekvensklasse / pålitelighetsklasse (CC / RC).....	1
A.3	Bruddmekanisme.....	2
A.4	Sikkerhetsnivå	2
A.5	Geoteknisk kategori.....	4
A.6	Seismisk grunntype.....	4
A.7	Kontrollklasse og utførelseskontroll.....	4
A.8	Kvalitetssystem.....	5
A.9	Bruddgrensetilstander	5
A.10	Dimensjoneringsmetode (STR og GEO).....	5
A.11	Partialfaktorer påvirkninger/lastvirkninger (A)	6

A.1 Generelt

Regelverk

Gjeldende regelverk legges til grunn for prosjekteringen, og for geoteknisk prosjektering gjelder:

- Statens vegvesen (SVV), Håndbok V220 Geoteknikk i vegbygging, 6. utgave, juni 2010
- Statens vegvesen (SVV), Håndbok V221 Grunnforsterkning, fyllinger og skråninger, 2012 (rev 2014)

I tillegg, og i den grad de er relevante, anbefales følgende veiledninger benyttet:

- NS-EN 1990-1:2002 + NA:2008 (Eurokode 0)
- NS-EN 1997-1:2004 + NA:2008 (Eurokode 7, del 1)
- NS-EN 1997-2:2007 + NA:2008 (Eurokode 7, del 2)
- NS-EN 1998-1:2004 + NA:2008 (Eurokode 8, del 1)
- NS-EN 1998-5:2004 + NA:2008 (Eurokode 8, del 5)
- Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE), NVEs retningslinjer nr. 2/2011, Flaum- og skredfare i arealplanar, revidert 22. mai 2014
- Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE), NVEs veileder nr. 7/2014, Vurdering av områdestabilitet ved arealplanlegging og utbygging i områder med kvikkleire og andre jordarter med sprøbruddegenskaper

A.2 Konsekvensklasse / pålitelighetsklasse (CC / RC)

Ny E6 samt bruer

Konsekvensklasser er behandlet i tillegg B i Eurokode 0. Tabell NA.A1 (901) i nasjonalt tillegg av Eurokoden gir rettleidende eksempler på plassering av byggverk, konstruksjoner og konstruksjonsdeler i Pålitelighetsklasser (CC/RC) 1-4 /3/.

Ny E6 plasseres i pålitelighets-/konsekvensklasse CC/RC 3 med bakgrunn i grunnforhold og topografi. Det vil si i samme kategori som «Grunn- og fundamenteringsarbeider og undergrunnsanlegg i kompliserte tilfeller» iht. tabell NA.A1 (901). Konsekvensklasse CC3 blir i tabell B1 /3/ beskrevet som "Stor konsekvens i form av tap av menneskeliv, eller svært store økonomiske, sosiale eller miljømessige konsekvenser".

Lokalveger

Lokalveger (Fv 672) med unntak av bruer/kulverter plasseres i **Pålitelighets- og konsekvensklasse CC/RC 2**. Det vil si i samme kategori som «Kai- og havneanlegg», «Industrianlegg» og «Kontor- og forretningsbygg, skoler, institusjonsbygg, boligbygg, osv.» iht. tabell NA.A1 (901). Pålitelighetsklasse CC/RC 2 blir i tabell B1 /3/ beskrevet som "middels stor konsekvens i form av tap av menneskeliv, betydelige økonomiske, sosiale eller miljømessige konsekvenser".

A.3 Bruddmekanisme

Løsmassene ved Forset består av lag av leire, sand og ett til to lag med kvikkleire/sprøbruddmateriale. På elvesletta nærmest Gaula er det et topplag av elveavsatt sand og grus over mektige marine avsetninger av leire. Kvikkleire har erfaringsmessig sprø / kontraktant bruddutvikling. Ikke sensitiv siltig leire har normalt dilatant eller nøytral bruddutvikling.

Basert på en total vurdering vurderes bruddmekanismen å være «sprø» da det stedvis er registrert mektige kvikkleirelag.

A.4 Sikkerhetsnivå

Ny E6 samt bruer

Med konsekvensklasse «CC3 – meget alvorlig» og bruddmekanisme «sprø» krever håndbok V220 en beregningsmessig partialfaktor på $\gamma_M \geq 1,6$ for lokalstabilitet for konstruksjoner eller konstruktive tiltak.

Lokalveger

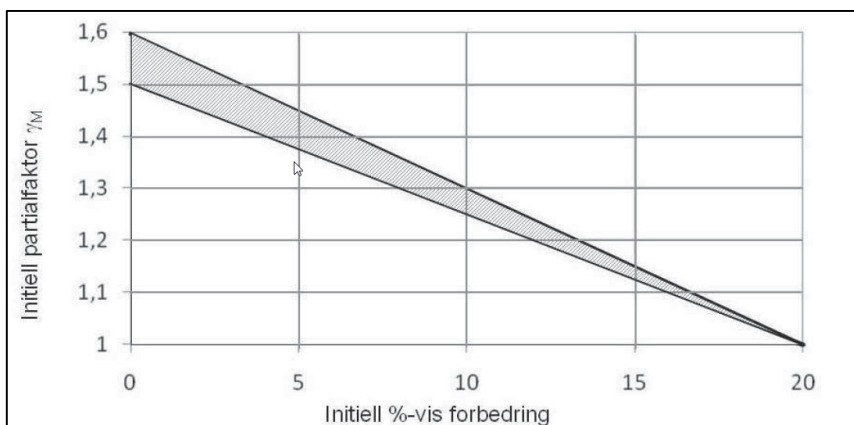
Med konsekvensklasse «CC2 – alvorlig» og bruddmekanisme «sprø» krever håndbok 016 en beregningsmessig partialfaktor på $\gamma_M \geq 1,5$ for lokalstabilitet for konstruksjoner eller konstruktive tiltak.

*Områdestabilitet*For glideflater som berører vegen:

For glideflater og kvikkleiresoner som berører vegen direkte er det regelverket til SVV som gjelder, og da er kravet til partialfaktor i utgangspunktet $\gamma_M \geq 1,6$ for områdestabilitet. Håndbok V220 åpner for at kravet til partialfaktor kan reduseres til $\gamma_M > 1,4$ dersom kravet til partialfaktor $\gamma_M \geq 1,6$ ikke kan oppnås. Videre åpnes det for bruk av prosentvis forbedring der det ikke er teknisk mulig å oppnå $\gamma_M \geq 1,6$.

Beregnet sikkerhet for utglidning for naturlige skråninger er stedvis labil ($\gamma_M \approx 1,0$) for udrenerte analyser. Krav til partialfaktor $\gamma_M \geq 1,6$ vurderes derfor av teknisk og økonomiske årsaker ikke gjennomførbart.

For områdestabilitet legges det derfor til grunn at prinsippet om prosentvis forbedring av beregningsmessig partialfaktor iht. figur 0.4 i håndbok V220 benyttes der partialfaktoren $\gamma_M < 1,4$. Videre skal mulige utløsende skredmekanismer vurderes og eventuelle nødvendige sikringstiltak iverksettes når prinsippet om prosentvis forbedring benyttes.



Figur 1 Krav til % - vis forbedring av stabilitetsforhold, hentet fra SVV håndbok V220

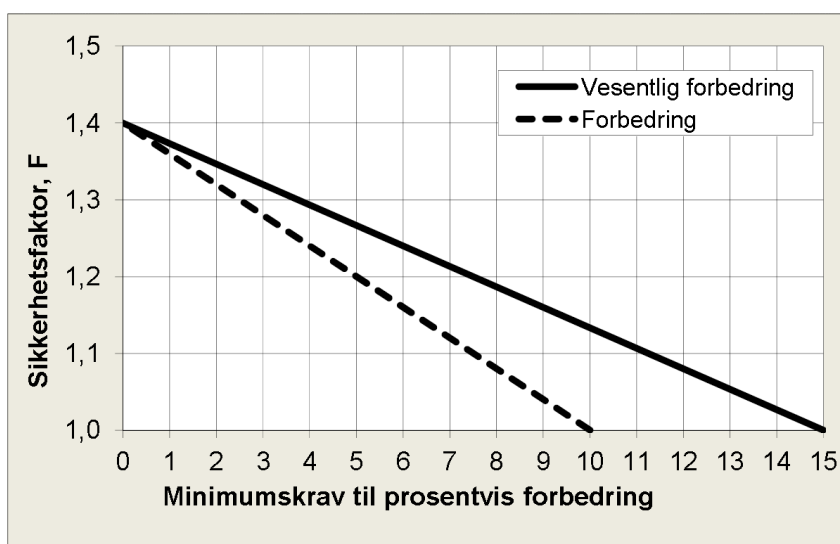
For glideflater som ikke berører vegen:

For glideflater og kvikkleiresoner som ikke berører vegen er det NVEs regelverk som gjelder for bestemmelse av krav til beregningsmessig sikkerhet.

Tiltaket plasseres i en tiltakskategori, i dette tilfellet velges K4 – «Tiltak som medfører større tilflytting/personopphold enn tiltak i K3 samt tiltak som gjelder viktige samfunnsfunksjoner». Krav til tilfredsstillende sikkerhet bestemmes deretter ut ifra tiltakskategori og faregrad før utbygning. For sone 449 Forset er faregraden bestemt til middels (vedlegg C).

Dette gir krav til at følgende må oppfylles:

- Sikkerhetsfaktor for områdestabilitet $F \geq 1,4$ eller
- Forbedring hvis $F < 1,4$, se figur 2



Figur 2 Krav til % - vis forbedring av stabilitetsforhold, hentet fra NVEs veileder 7/2014

A.5 Geoteknisk kategori

Figur 0.11 i håndbok V220 angir sammenheng mellom pålitelighets-/konsekvensklasse og geoteknisk kategori.

Ny E6 samt bruer

Iht. figur 0.11 i håndbok V220 velges krav til prosjektering iht. **Geoteknisk kategori 3.**

Lokalveger

Iht. figur 0.11 i håndbok V220 velges krav til prosjektering iht. **Geoteknisk kategori 2.**

A.6 Seismisk grunntype

Etter NS-EN 1998-1:2004+NA:2008 /6/, Eurokode 8: *Prosjektering av konstruksjoner for seismisk påvirkning* vurderes området der det er planlagt tiltak å ligge i klasse *Grunntype S₂*.

A.7 Kontrollklasse og utførelseskontroll

Eurokode 0 gir videre føringer for krav til omfang av prosjekteringskontroll og utførelseskontroll avhengig av pålitelighetsklasse /3/.

Ny E6 samt bruer

I samsvar med tabell NA.A1 (902) og NA.A1 (903) i Eurokode 0 blir prosjekteringskontroll og utførelseskontroll av geotekniske arbeid satt til kontrollklasse **U (Utvidet eller uavhengig kontroll)**.

Utvidet prosjekteringskontroll innebærer at det utføres *uavhengig kontroll* av et uavhengig firma. Dette i tillegg til *kollegakontroll* / *sidemannskontroll*.

For **utførelse** innebærer kontrollklasse "U" at det i tillegg til *basiskontroll* og *intern systematisk kontroll* skal utføres en *uavhengig kontroll* ved et annet foretak som er uavhengig foretaket som utfører arbeidet.

Lokalveger

I samsvar med tabell NA.A1 (902) og NA.A1 (903) i Eurokode 0 blir prosjekteringskontroll og utførelseskontroll av geotekniske arbeid satt til kontrollklasse **N (Normal eller grunnleggende kontroll)**.

Under vises Statens vegvesens veiledning til kontroller som forventes utført avhengig av valgt kontrollklasse (Basis / Normal / Utvidet) over.

Kontroll av	Kontrollklasse		
- global likevekt	B	N	U
- kritiske komponenter (konstr.deler, knutepunkter, opplegg etc.)	B	N	U
- beregninger og tegninger	B	N	U
- samsvar mellom beregninger og tegninger		N	U
- at funksjonskravene er oppfylt		N	U
- lastantakelser og beregningsmodeller for laster		N	U
- modeller for konstruksjonsanalyse og bereg. av lastvirkninger		N	U
- at det foreligger tilstrekkelig kjennskap til grunnforhold for å bestemme karakteristiske parametere	B	N	U
- relevans av antatte materialegenskaper			U
- spesifikasjon av lastantakelser og tilhørende beregningsmodeller			U
- tilleggskontroll av konstruksjonsberegninger ved å utføre tilstrekkelige uavhengige beregninger			U
- at krav til utførelseskontroll er relevante			U

Figur A.1 Omfang av prosjekteringskontroll relatert til kontrollklasse (figur 0.9 i HB V220)

A.8 Kvalitetssystem

Eurokode 0 krever at det ved prosjektering av konstruksjoner i pålitelighetsklasse 2, 3 og 4 skal være et kvalitetssystem tilgjengelig /3/. Oppdraget er kvalitetssikret i henhold til Multiconsults styringssystem. Systemet er bygget opp med prosedyrer og beskrivelser som er dekkende for kvalitetsstandard NS-EN ISO 9001:2008. Multiconsults styringssystem tilfredsstiller sistnevnte krav, og kravet er således også ivaretatt for pålitelighetsklasse 3.

A.9 Bruddgrensetilstander

Følgende bruddgrensetilstander er aktuelle for geoteknisk design i prosjektet /4/:

- **STR:** Intern svikt eller for stor deformasjon i konstruksjon eller bærende deler, medregnet f.eks. fundamenter, peler eller kjellervegger, der konstruksjonsmaterialenes fasthet gir et betydelig bidrag til motstanden.

$$E_d \leq R_d$$

- **GEO:** Svikt eller for stor deformasjon i grunnen, der fastheten av jord eller berg gir et betydelig bidrag til motstanden.

$$E_d \leq R_d$$

Eurokoden åpner for bruk av både strengere og mildere verdier for partialfaktorer enn de som er anbefalt i tillegg A eller nasjonalt tillegg.

A.10 Dimensjoneringsmetode (STR og GEO)

Dimensjoneringsmetode 3 blir benyttet for all annen geoteknisk prosjektering enn peler. Følgende sett av partialfaktorer blir benyttet for denne dimensjoneringsmetoden (2.4.7.3.4.4, ref. /4/ og NA.A1.3.1(5) (side 7) /3/):

Påvirkninger / lastvirkninger: A1 (konstruksjonslaster) & A2 (geotekniske laster)

Grunnens egenskaper: M2

Motstand: R3

A.11 Partialfaktorer påvirkninger/lastvirkninger (A)

For geotekniske laster benyttes lastfaktor 1,0 for permanente laster og 1,3 for variable laster (EC0: Tabell NA.A1.2(C), ref. /3/).

For gunstige lastvirkninger, og for beregninger i ulykkesgrensetilstand, regnes det med partialfaktor 1,0 på lasta.

Vedlegg B

Materialparametere

Innholdsfortegnelse

B.1 Tolkning av beregningsparametere	1
B.1.1 Tyngdetetthet	1
B.1.2 Grunnvannsnivå og poretryksfordeling med dybden.....	1
B.1.3 Tidligere overlaging	2
B.1.4 Udrenerte styrkeparametere.....	2
B.1.5 Anisotropi	3
B.1.6 Effektivspenningsparametere	3
B.2 Materialparametere	3

B.1 Tolkning av beregningsparametere

Tolkning av parametere er utført på basis av utførte CPTU-sonderinger og opptatte 54 mm prøveserier. Det er spesielt lagt vekt på spesialforsøkene samt tolkning av skjærfasthet og stivhetsparametere fra CPTU-sonderingene. Det er også benyttet erfaringsverdier iht. Statens vegvesen Håndbok V220, ref. /1/.

B.1.1 Tyngdetetthet

Målt tyngdetetthet på opptatte prøver er benyttet som grunnlag. Ved store variasjoner i målte verdier er gjennomsnittlige verdier benyttet. For materialer som det ikke er målt tyngdetetthet på er det benyttet erfaringsverdier iht. Statens vegvesens Håndbok V220.

Se tegning nr. 416746-RIG-TEG-026 og -028 for rutinedata fra prøveserie i PR. 1081 og 1092.

B.1.2 Grunnvannsnivå og poretryksfordeling med dybden

Det er satt ned to hydrauliske poretrykksmålere i skråningen ved Forset. Disse er satt ned ved BP. 1091 og 1092. I tillegg er det gjort målinger i gamle poretrykksmålere ved borpunkt MC1-26 og S4-25. Alle nye målinger i disse to borpunktene var tørre. I borpunkt 1092, MC1-26 og S4-25 er det satt ned to målere til hhv. 10 og 20 m under terreng. I MC1-26 ble måleren til 20 m funnet. I borpunkt 1091 er det kun satt ned en poretrykksmåler ned til 15 m under terreng.

Tegning nr. 416746-RIG-TEG-254 til -256 og -259 viser målte poretrykk og valgt designlinje poretrykk.

Tabell B.1 Poretrykksmåling

BP.	Kote terreng	Kote pz-spiss	Løsmasser ved pz-spiss	Høyeste avleste poretrykk	Grunnvannnivå fra poretrykk [kote]*
1091	+60,2	+47,17	Sand	36 kPa	+51,2*
1092	+50,0	+40	Leire/kvikkleire (sprøbruddmateriale)	37 kPa	+44,0*
		+30	Kvikkleire	72 kPa	+37,2
MC1-26	+85,5	+75,5	Leire/kvikkleire (sprøbruddmateriale)	12 kPa (i 2006, tørr ved måling i 2014)	+75,5**
		+65,5	Kvikkleire (sprøbruddmateriale)	42,5 kPa (i 2006, ikke funnet i 2014)	+69,8***
S4-25	+50,6	+40,6	Leire, sandig siltig	Tørr	+29,6**
		+30,6	Silt, sandig leirig	Tørr	

*Hydrostatisk poretryksfordeling

**Tørr poretrykksmåler. Stipulert grunnvannsstand

*** Måling fra 2006

I tolkninga av CPTU og i beregningene er det valgt å være konservativ da poretrykksmålingene er utført over en kort periode. I tolkning av CPTU og stabilitetsberegninger er følgende poretrykk lagt til grunn:

- **BP. 1091:** Grunnvannstand 9,0 m under terreng og hydrostatisk poretrykksfordeling med dybden.
- **BP. 1092:** Grunnvannstand 6,0 m under terreng og hydrostatisk poretrykksfordeling med dybden.
- **BP. MC1-26:** Tidligere er det blitt målt grunnvannstand ved kote +76,7 og +69,8 ved hhv. 10 og 20 m under terreng. Måleren ved 20 m under terreng ble ikke gjenfunnet ved grunnundersøkelsene i 2014. Måleren i dybde 10 m under terreng var tørr. Det ble derfor valgt et konservativt grunnvannsnivå på 10 m under terreng og hydrostatisk poretrykksfordeling med dybden.

B.1.3 Tidligere overlaging

Det er ikke utført noen ødometerforsøk ved de supplerende grunnundersøkelsene til Multiconsult i 2014. NGI har tidlige gjort to ødometerforsøk ved borpunkt NGI-10 som ligger ved gården Flaten. Disse viser at grunnen er overkonsolidert. Basert på disse forsøkene, samt vurdering av terrenget i området, vurderes tidligere terrengnivå å ha ligget på ca. kote +100 til +120 ved Forset.

B.1.4 Udrenerte styrkeparametere

c_u fra enaks og konus

Verdier for s_u fra rutineundersøkelser på opptatte prøver (enaks og konus) er i våre vurderinger benyttet som verdier for direkte skjærfasthet, c_{uD} . Rutineundersøkelsene viser store variasjoner i målt udrenert skjærfasthet og indikerer varierende prøve kvalitet. I plott av c_{uA} tolket fra CPTU er c_{uD} omregnet til c_{uA} .

c_{uA} fra treksialforsøk

Karakteristiske verdier (c_{uA}) er tatt ut ved brudd (2-4 %).

c_{uA} fra CPTU-sonderinger

For bestemmelse av udrenert skjærfasthet er CPTU-sonderingene korrelert iht. empirisk baserte tolkningsfaktorer etter Karlsrud m. fl., se ref. /14/ og /15/. For finkornige masser med relativt homogene forhold betraktes tolkning av CPTU på poretrykksbasis som den mest egnede metoden.

Det er benyttet forskjellig korrelasjon på leire og kvikkleire/sprøbruddmaterialer (differensiert i forhold til lagdeling/sensitivitet).

B.1.5 Anisotropi

Følgende anisotropiforhold er benyttet:

Leire:

$$\frac{c_{uD}}{c_{uA}} = 0,66$$

$$\frac{c_{uP}}{c_{uA}} = 0,38$$

Kvikkleire:

$$\frac{c_{uD}}{c_{uA}} = 0,63$$

$$\frac{c_{uP}}{c_{uA}} = 0,35$$

I tillegg er aktiv styrken redusert med 15 % i kvikkleire.

I valgte styrkeprofiler er det lagt inn verdi for c_{uA} basert på rutinedata (c_{uk} og c_{ut} er multiplisert med anisotropiforholdet), tolket styrke fra treaksialforsøk og tolket styrke fra CPTU-sonderinger.

B.1.6 Effektivspenningsparametere

Effektivspenningsparametere i leire og kvikkleire er basert på treaksialforsøk i BP. 1075, 1086, M1-22 og NG11-10 samt vurdert opp mot erfaringsverdier iht. Statens vegvesen Håndbok V220. For tørrskorpeleire, sand-, silt- og grusmasser er det benyttet erfaringsverdier iht. Statens vegvesen Håndbok V220.

B.2 Materialparametere

Valgte styrkeparametere benyttet ved beregningene er angitt i tabellen under.

Tabell B.2: Materialparametere

Materiale	Tyngdetetthet, γ [kN/m ³]	Friksjon, $\tan\varphi_k$ [-]	Attraksjon, a [kPa]
Vegfylling	19,0	0,90 ($\varphi_k=42,0^\circ$)	0
Tørrskorpeleire	19,0	0,58 ($\varphi_k=30,0^\circ$)	0
Leire	19,5	0,55 ($\varphi_k=28,8^\circ$)	15
Kvikkleire	19,5	0,55 ($\varphi_k=28,8^\circ$)	10
Sand	19,0	0,65 ($\varphi_k=33,0^\circ$)	0
Sand/grus	19,0	0,70 ($\varphi_k=35^\circ$)	0
Motfylling (sand, silt og leire)	19,0	0,58 ($\varphi_k=30,0^\circ$)	0

Vedlegg C

Innholdsfortegnelse

C.1	Skadekonsekvensklasse	1
C.2	Faregradsklasse	3
C.3	Risikoklasse	5

C.1 Skadekonsekvensklasse

Tabell C.1 Grunnlag for evaluering av skadekonsekvensklasse

Faktorer	Vekttall	Skadekonsekvens, score			
		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	100-1001	<100
Toglinje, baneprioritet	2	1-2	3-4	5	Ingen
Kraftnett	1	Sentral	Regional	Distribusjon	Lokal
Oppdemning/flom	2	Alvorlig	Middels	Liten	Ingen
Sum poeng		45	30	15	0
% av maksimal poengsum		100 %	67 %	33 %	0 %

Skadekonsekvensklassene er delt inn i tre klasser iht. /9/:

- Skadekonsekvensklasse mindre alvorlig: Poengverdi fra 0 til 6
- Skadekonsekvensklasse alvorlig: Poengverdi 7 til 22
- Skadekonsekvensklasse meget alvorlig: Poengverdi 23 til 45

Tabell C.2 Skadekonsekvensevaluering for kvikkleiresone 449 Forset før utbygging av E6 utført iht./9/.

Faktorer	Vekttall	Score	Produkt	Merknad/vurdering
Boligheter, antall	4	2	8	Spredt gårdsbebyggelse både i og i utløpssonen for et evt. kvikkleireskred.
Næringsbygg, personer	3	1	3	Fjøs og annen gårdsvirksomhet.
Annen bebyggelse, verdi	1	1	1	Fjøs og andre gårdsbygninger hvor det normalt ikke oppholder seg mennesker.
Vei, ÅDT	2	0	0	ÅDT for E6 Melhus i 2005 er 9400 (kilde. www.vegvesen.no).
Toglinje, baneprioritet	2	0	0	Toglinje er ikke i utløpssonen til et evt. kvikkleireskred.
Kraftnett	1	0	0	Brudd på kraftnettet kan påvirke distribusjonsnettet.
Oppdemning/flom	2	3	6	Et evt. kvikkleireskred vil sannsynligvis demme opp Gaula
Poengverdi			18	Gir skadekonsekvensklasse "Alvorlig"

Tabell C.3 Skadekonsekvensevaluering for kvikkleiresone 449 Forset etter utbygging av E6 utført iht./9/.

Faktorer	Vekttall	Score	Produkt	Merknad/vurdering
Boligheter, antall	4	2	8	Spredt gårdsbebyggelse både i og i utløpssonen for et evt. kvikkleireskred.
Næringsbygg, personer	3	1	3	Fjøs og annen gårdsvirksomhet.
Annen bebyggelse, verdi	1	1	1	Fjøs og andre gårdsbygninger hvor det normalt ikke oppholder seg mennesker.
Vei, ÅDT	2	3	6	ÅDT for E6 Melhus i 2005 er 9400 (kilde. www.vegvesen.no).
Toglinje, baneprioritet	2	0	0	Toglinje er ikke i utløpssonen til et evt. kvikkleireskred.
Kraftnett	1	0	0	Brudd på kraftnettet kan påvirke distribusjonsnettet.
Oppdemning/flom	2	3	6	Et evt. kvikkleireskred vil sannsynligvis demme opp Gaula
Poengverdi			24	Gir skadekonsekvensklasse "Meget alvorlig"

C.2 Faregradsklasse

Tabell C.4 Grunnlag for evaluering av faregrad utført iht./9/.

Faktorer	Vekt-tall	Faregrad, score			
		3	2	1	0
Tidl. skredaktivitet	1	Høy	Noe	Lav	Ingen
Skråningshøyde, meter	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
Undertrykk, kPa	-3	> -50	- (20 – 50)	- (0 – 20)	
Kvikkleiremektighet	2	> H/2	H/2 – H/4	< H/4	Tynt lag
Sensitivitet	1	> 100	30 - 100	20 - 30	< 20
Erosjon	3	Aktiv/ glidning	Noe	Lite	Ingen
Inngrep Forverring	+3	Stor	Noe	Liten	Ingen
Forbedring	-3	Stor	Noe	Liten	
Sum poeng		51	34	17	0
% av maksimal poengsum		100 %	67 %	33 %	0 %

Faregradsklassene er inndelt i tre faresoner iht. /9/:

- Faregradsklasse lav: Poengverdi fra 0 til 17
- Faregradsklasse middels: Poengverdi 18 til 25
- Faregradsklasse høy: Poengverdi 26 til 51

Tabell C.5 Faregradsevaluering av antatt mest kritiske del av faresonen, for kvikkleiresone 449 Forset, utført iht. /9/.

Faktorer	Vekttall	Score	Produkt	Merknad/vurdering
Tidl. skredaktivitet	1	2	2	Terrenget tyder på at det har vært tidligere skredaktivitet i området.
Skråningshøyde	2	3	6	Total høydeforskjell fra høydedraget ved Klepp til planlagt E6 er 75 m (kote +105 til +30).
OCR	2	2	4	Basert på tolking av CPTU-sonderinger og ødometerforsøk vurderes området å være noe overkonsolidert til godt overkonsolidert, med <i>POP</i> 100-500 kPa høyere enn dagens effektivspenninger. <i>OCR</i> vurderes å ligge i området 1,2 til større enn 2,0.
Poretrykk	3/-3	2	-6	Poretrykksmålinger indikerer poreundertrykk i de høyereliggende områdene.
Kvikkleiremektighet	2	3	6	I borpunkt S3-243 er kvikkleiremektighet over to lag vurdert til å overstige $H/2$, kvikkleiremektighet = $25+20\text{ m} > 75/2\text{ m}$.
Sensitivitet	1	3	3	Sensitiviteten i kvikkleira er for enkeltprøver målt til mellom $S_r = 550$ og 880 . (Borpunkt S3-246)
Erosjon	3	3	9	I skråningen fra Klepp ned mot planlagt E6 er det tegn på overflateglidninger/aktiv erosjon rundt diverse flombekker. Gaula går i yttersving mot utstikkeren av sone mot elva. Det er i midlertid ikke påvist kvikkleire i akkurat dette området på de sonderingene som er utført, men en utglidning her kan blottlegge kvikkleire ovenfor.
Inngrep	3/-3	0 (2)	0 (-6)	På toppen av høydedragene ved gården Flaten og Klepp er det i dag dyrka mark. Det er sannsynlig å anta at i sammenheng med etablering av disse jordene har vært noen form for bakkeplanering som kan ha gitt en positiv effekt på områdestabiliteten. Av konservative hensyn velges denne verdien å settes til 0.
Poengverdi			24	Gir faregradsklasse "Middels" før tiltak

Tabell C.6 Faregradsevaluering av antatt mest kritiske del av faresonen, for kvikkleiresone 449 Forset etter tiltak, utført iht. /9/.

Faktorer	Vekttall	Score	Produkt	Merknad/vurdering
Tidl. skredaktivitet	1	2	2	Terrenget tyder på at det har vært tidligere skredaktivitet i området.
Skråningshøyde	2	3	6	Total høydeforskjell fra høydedraget ved Klepp til planlagt E6 er 75 m (kote +105 til +30).
OCR	2	2	4	Basert på tolking av CPTU-sonderinger og ødometerforsøk vurderes området å være noe overkonsolidert til godt overkonsolidert, med <i>POP</i> 100-500 kPa høyere enn dagens effektivspenninger. <i>OCR</i> vurderes å ligge i området 1,2 til større enn 2,0.
Poretrykk	3/-3	2	-6	Poretrykksmålinger indikerer poreundertrykk i de høyereliggende områdene.
Kvikkleiremektighet	2	3	6	I borpunkt S3-243 er kvikkleiremektighet over to lag vurdert til å overstige $H/2$, kvikkleiremektighet = $25+20\text{ m} > 75/2\text{ m}$.
Sensitivitet	1	3	3	Sensitiviteten i kvikkleira er for enkeltprøver målt til mellom $S_r = 550$ og 880 . (Borpunkt S3-246)
Erosjon	3	1	3	I skråningen fra Klepp ned mot planlagt E6 er det tegn på overflateglidninger/aktiv erosjon rundt diverse flombekker. Gaula går i yttersving mot utstikkeren av sone mot elva. Det er i midlertid ikke påvist kvikkleire i akkurat dette området på de sonderingene som er utført, men en utglidning her kan blottlegge kvikkleire ovenfor.
Inngrep	3/-3	2	-3	Ved utføring av terrengtiltak som beskrevet i kapitel 8 vil områdestabiliteten økes betraktelig.
Poengverdi			15	Gir faregradsklasse "lav" etter tiltak

C.3 Risikoklasse

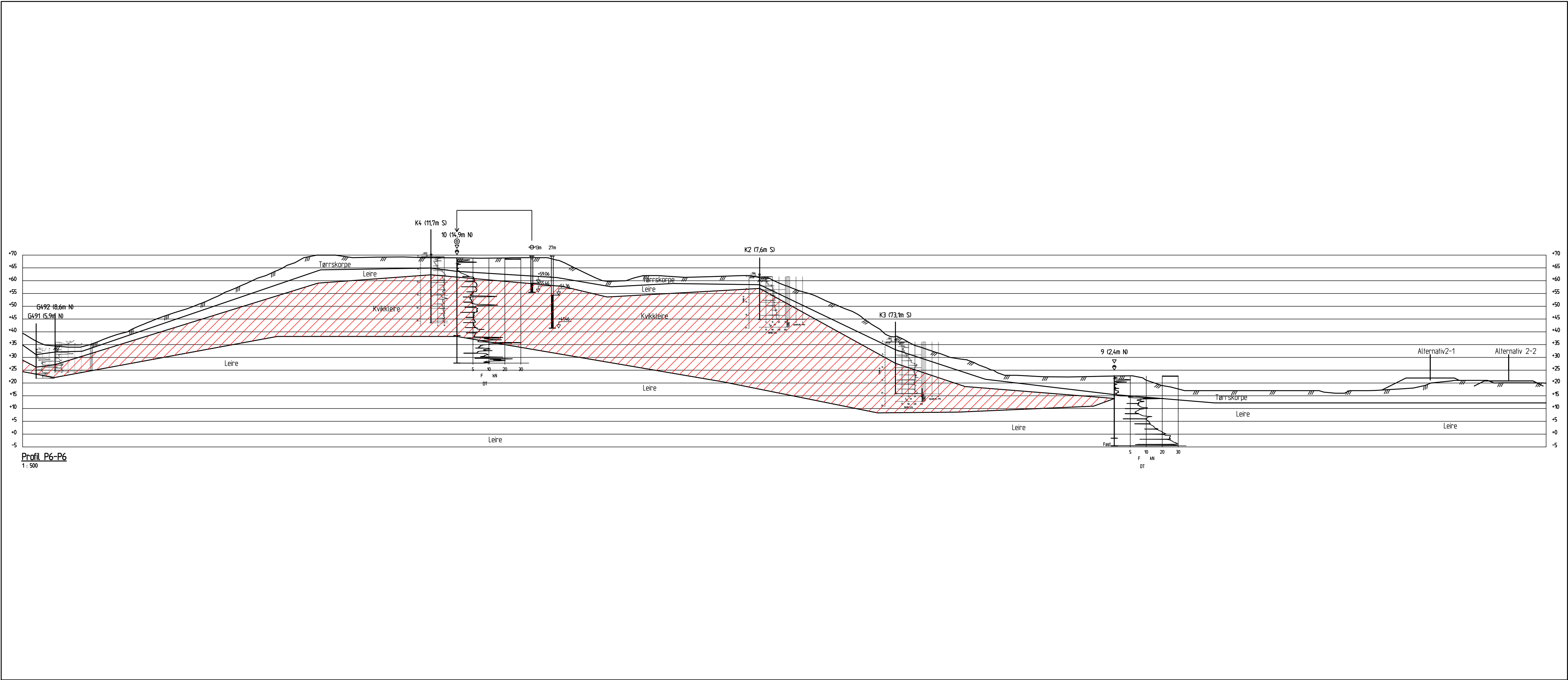
Risikoklasse for kvikkleiresone 449 Forset:

- For dagens situasjon uten utbygd E6 og uten stabiliserende tiltak klassifiseres sona i Risikoklasse 3 (tallverdi 1884)
- Etter utbygging av E6 og med gjennomførte stabiliserende tiltak klassifiseres sona i Risikoklasse 3 (tallverdi 1558)

Vedlegg D

D.1 BEREGNINGSSNITT P6 OG P7 FRA NGI (2012), REF /13/

- Tegning nr. 217 – Profil 6, Lagdeling
- Tegning nr. 218 – Profil 6, S_U -analyse, dagens situasjon
- Tegning nr. 219 – Profil 6, AFI-analyse, dagens situasjon
- Tegning nr. 220 – Profil 6, S_U -analyse, etter tiltak
- Tegning nr. 221 – Profil 6, AFI-analyse, etter tiltak
- Tegning nr. 222 – Profil 7, Lagdeling
- Tegning nr. 223 – Profil 7, S_U -analyse/AFI-analyse, dagens situasjon
- Tegning nr. 224 – Profil 7, S_U -analyse/AFI-analyse, etter tiltak

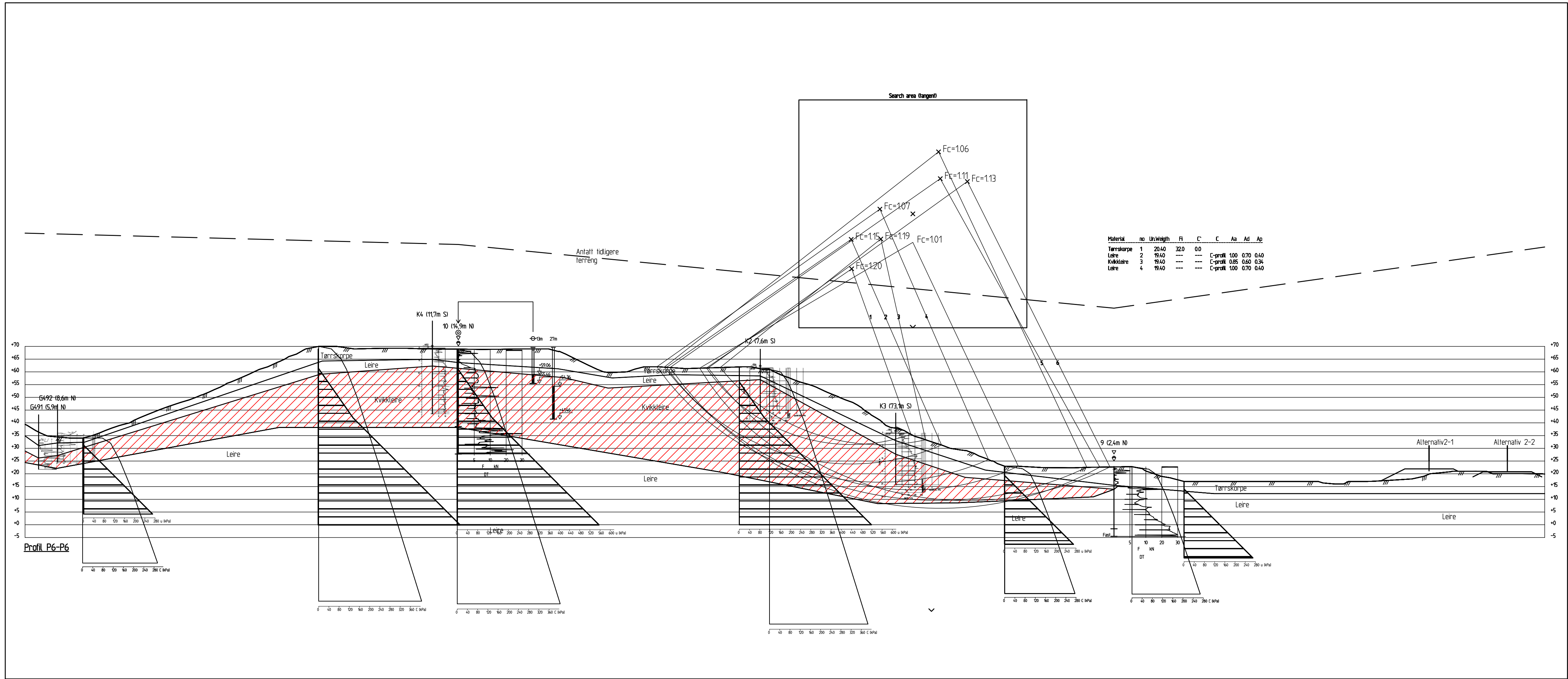


FORKLARINGER:

BESTEMMELSER:

HENVISNINGER:

-	-	-	-	-	-
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
E6 Håggåtunnelen - Skjæringstad		Status			
		Original format			
		Tegningens filnavn			
		Målestokk			
Profil 6 Lagdeling		1:1000			
NGI Sognsveien 72 - PO Box 3930 Ullevål Stadion NO-0806 Oslo, Norway T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48 www.ngi.no		Dato	Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent
		2011-09-09	LRB	KE	KE
		Oppdragsnr.	Tegningsnr.	Rev.	
		20101052	217	-	

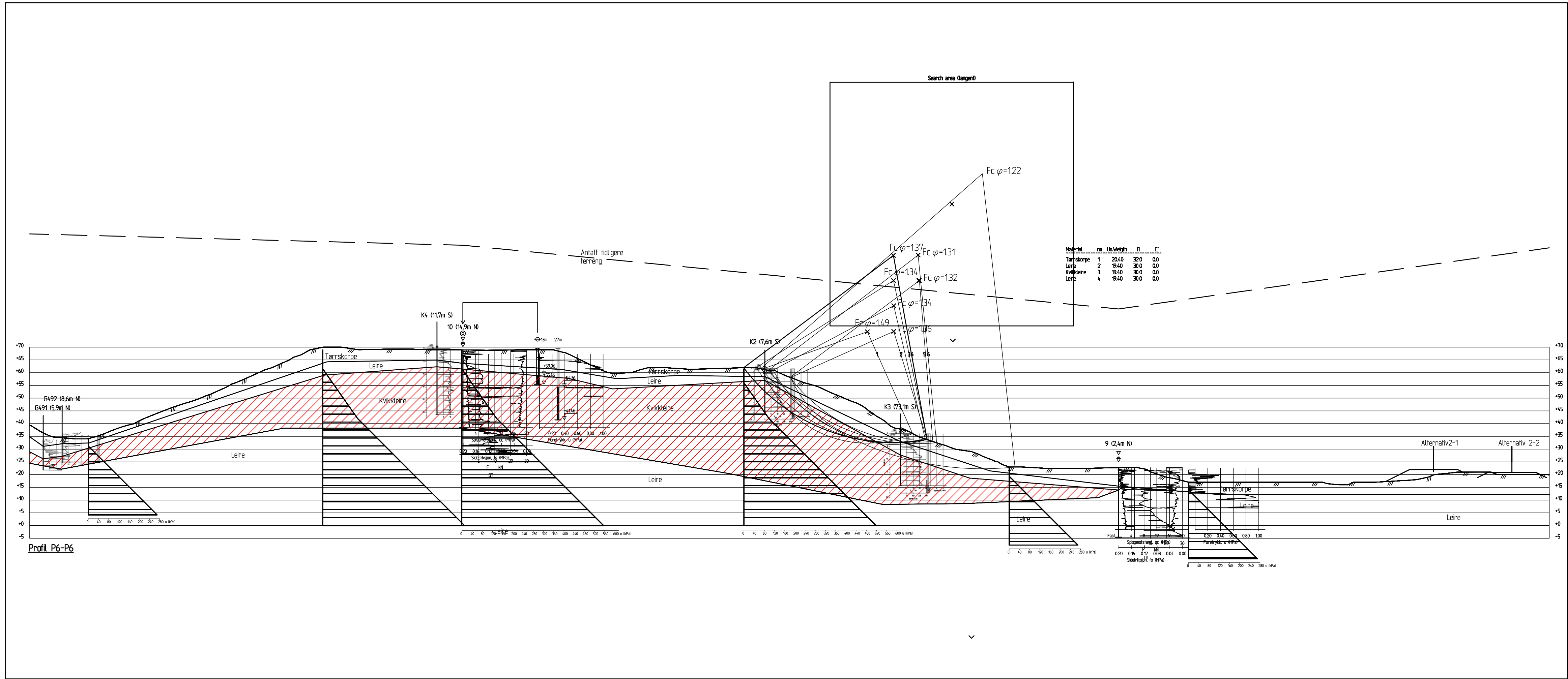


FORKLARINGER:

BESTEMMELSER:

HENVISNINGER:

		-	-	-	-
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
E6 Håggåtunnelen - Skjæringstad		Status -			
Profil 6 Su-analyse Dagens situasjon		Original format A-3L Tegningens filnavn G:\geoteknik\20101052\STABGRAF\RTV\Profil 6.dwg Målestokk 1:1000			
NGI Sognsveien 72 - PO Box 3930 Ullevål Stadion NO-0806 Oslo, Norway T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48 www.ngi.no		Dato 2011-09-09 Oppdragsnr. 20101052	Konstr./Tegnet LRB Tegningsnr. 218	Kontrollert KE	Godkjent KE
		Rev.		-	

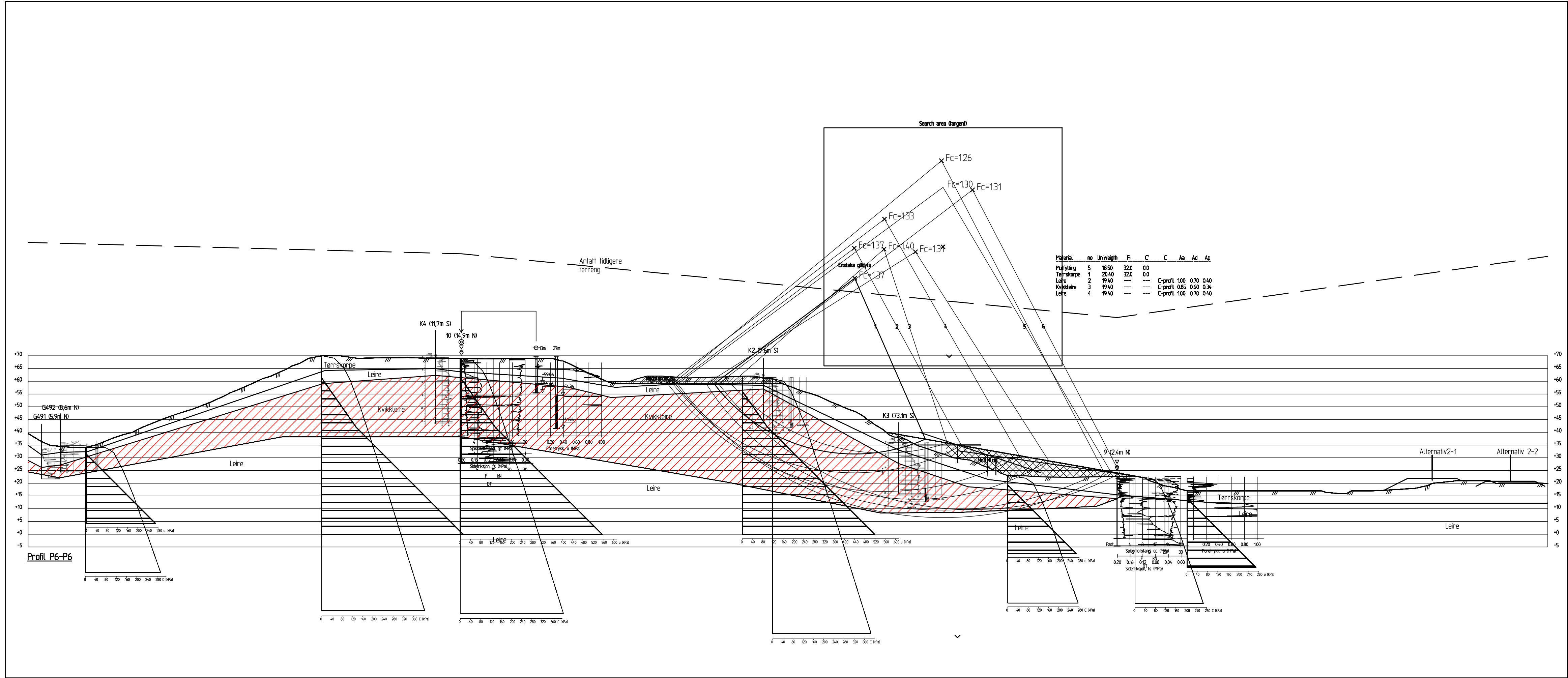


FORKLARINGER:

BESTEMMELSER:

HENVISNINGER:

-	-	-	-	-	-	
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.	
E6 Håggåtunnelen - Skjæringstad		Status				
		-				
		Original format				
		A-3L				
Profil 6 Afi-analyse Dagens situasjon		Tegningens filnavn				
		G:\gearkin\20101052\STABGRAF\RT\Profil 6 afi.dwg				
		Målestokk				
		1:1000				
NGI Sognsveien 72 - PO Box 3930 Ullevål Stadion NO-0806 Oslo, Norway T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48 www.ngi.no		Dato	Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent	
		2011-09-09	LRB	KE	KE	
		Oppdragsnr.	Tegningsnr.		Rev.	
		20101052	219		-	

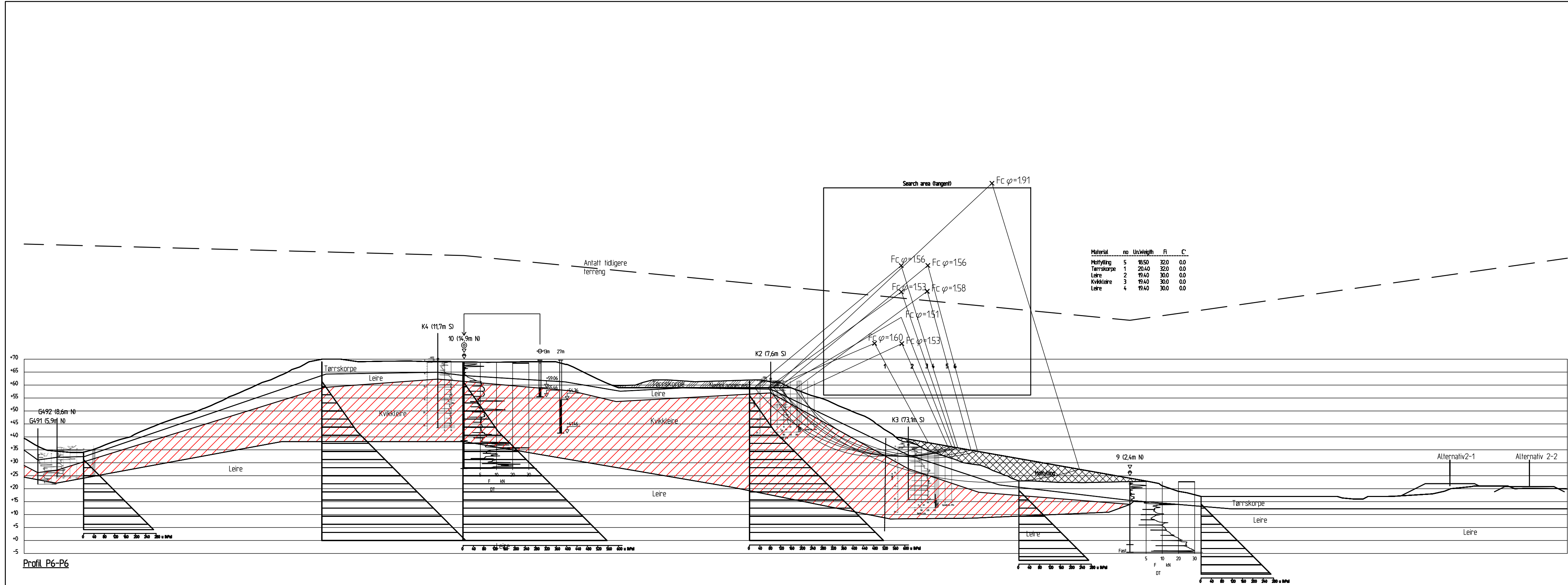


FORKLARINGER:

BESTEMMELSER:

HENVISNINGER:

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.
E6 Håggåtunnelen - Skjæringstad		Status		
		Original format		
		Tegningens filnavn		
		Målestokk		
Profil 6 Su-analyse Etter tiltak		1:1000		
NGI Sognsveien 72 - PO Box 3930 Ullevål Stadion NO-0806 Oslo, Norway T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48 www.ngi.no		Dato 2011-09-09 Oppdragsnr. 20101052	Konstr./Tegnet LRB Tegningsnr. 220	Godkjent KE Rev. -

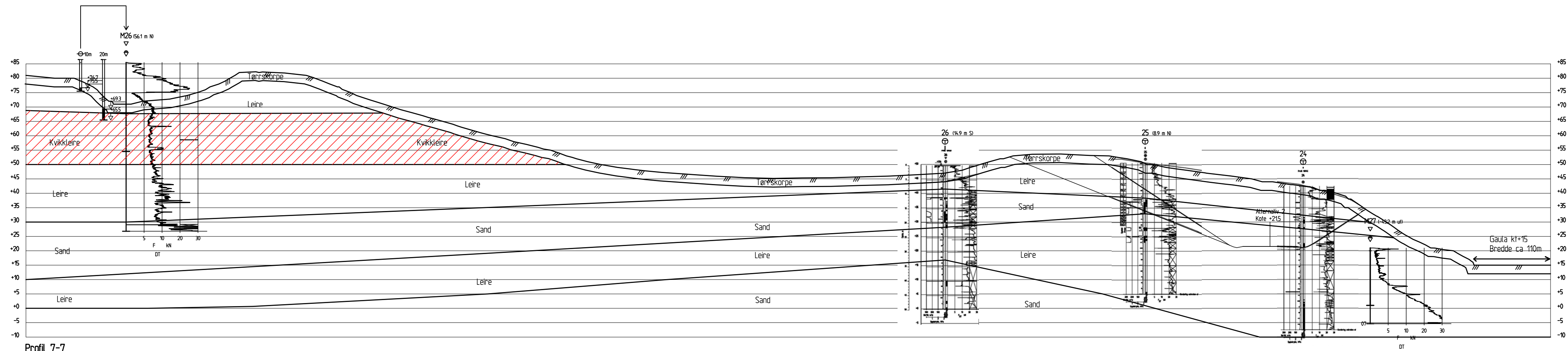


FORKLARINGER:

BESTEMMELSER:

HENVISNINGER:

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
E6 Håggåtunnelen - Skjæringstad		Status Original format A-3L Tegningens filnavn G:\geoteknik\20101052\STABGRAF\IT\Profil 6 afi Tiltak.dwg			
Profil 6 Afi-analyse Etter tiltak		Målestokk 1:1000			
NGI Sognsveien 72 - PO Box 3930 Ullevål Stadion NO-0806 Oslo, Norway T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48 www.ngi.no		Dato 2011-09-09 Oppdragsnr. 20101052	Konstr./Tegnet LRB Tegningsnr. 221	Kontrollert KE	Godkjent KE
				Rev.	-



Profil 7-7

FORKLARINGER:

BESTEMMELSER:

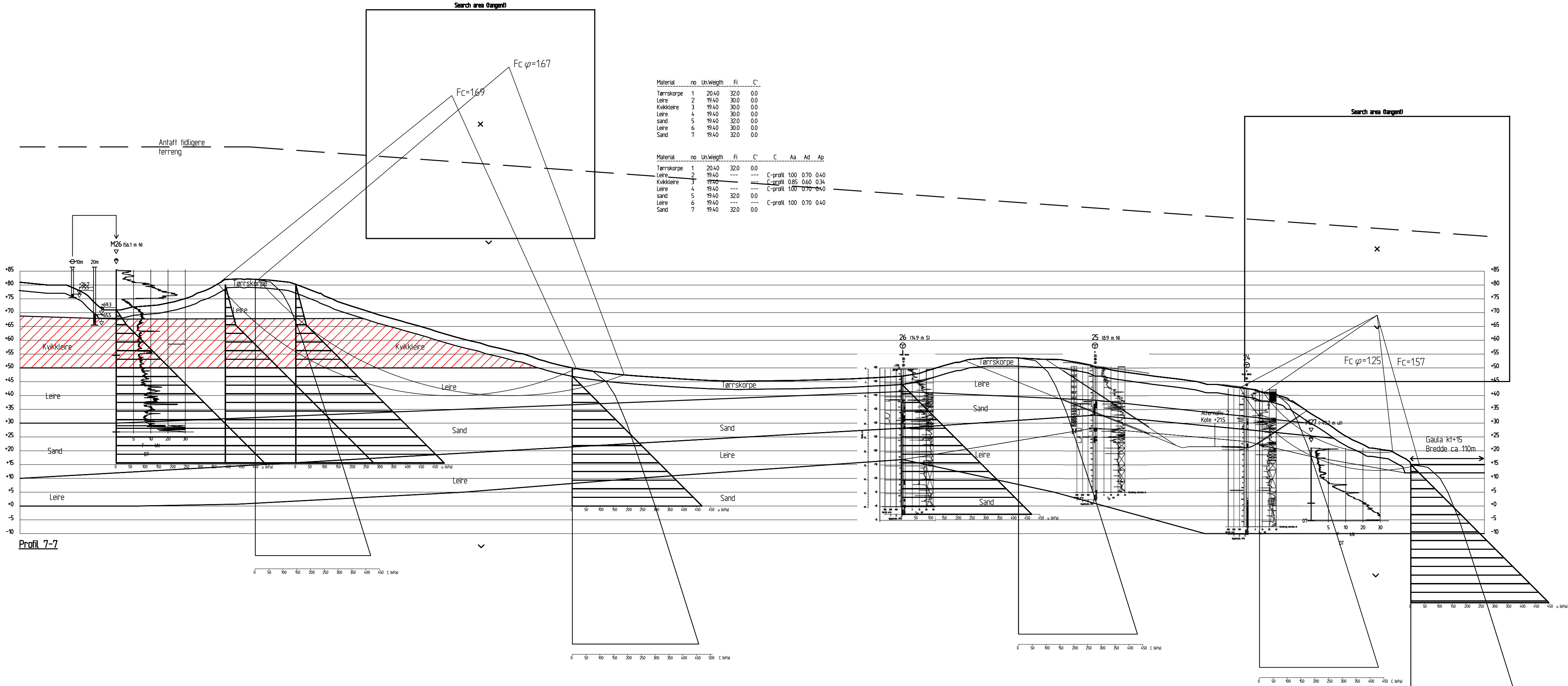
HENVISNINGER:

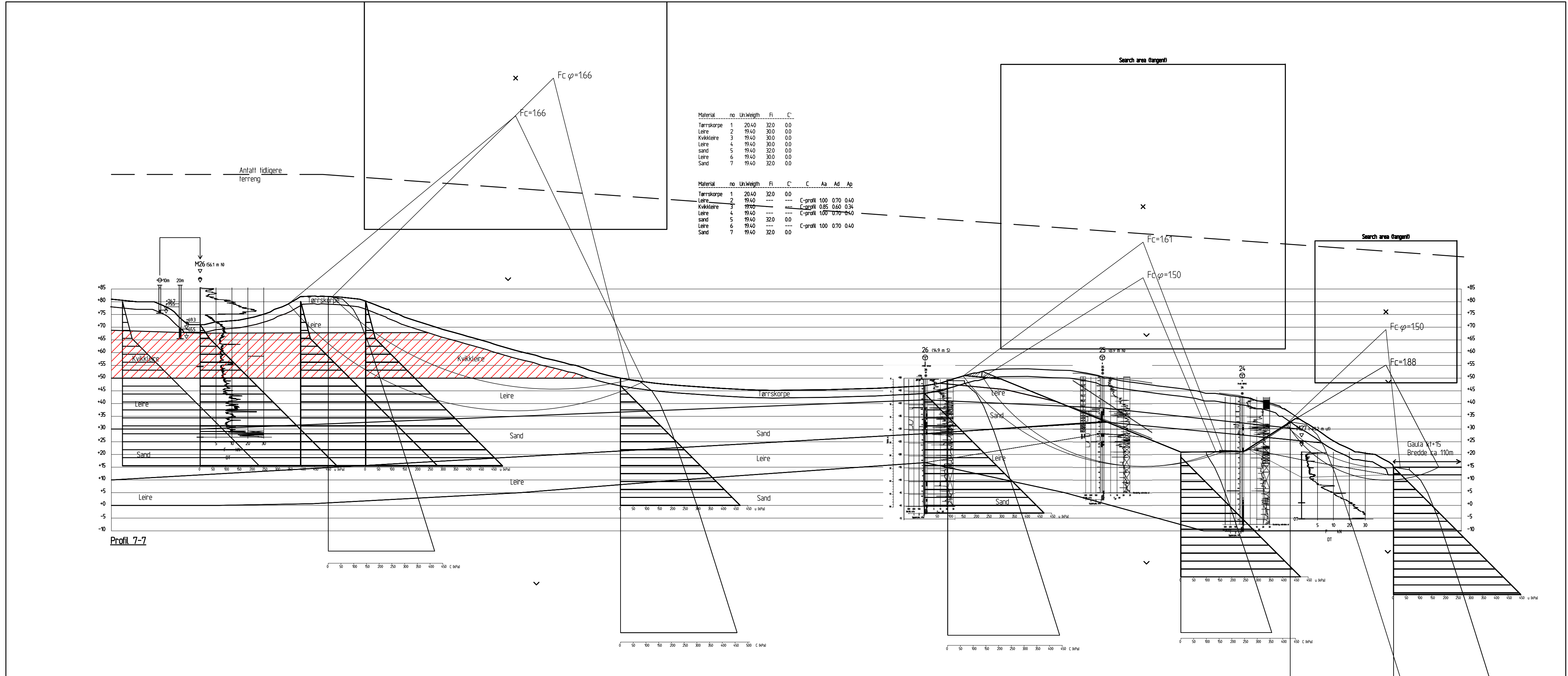
	-			-	-	-	-
Rev.	Beskrivelse		Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.	
E6 Håggåtunnelen - Skjæringstad			Status -				
			Original format A-3L				
			Tegningens filnavn G:\geoteknisk\2010\1052\AUTOGRAF\IT\Profil 7.dwg				
Profil 7 Lagdelling			Målestokk 1:1000				
NGI Sognsveien 72 - PO Box 3930 Ullevål Stadion NO-0806 Oslo, Norway T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48 www.ngi.no			Dato 2011-09-09	Konstr./Tegnet LRB	Kontrollert KE	Godkjent KE	
			Oppdragsnr. 20101052	Tegningsnr. 222		Rev. -	

FORKLARINGER:

BESTEMMELSER:

HENVISNINGER:





FORKLARINGER:

BESTEMMELSER:

HENVISNINGER:

-	-		-	-	-
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
E6 Håggåtunnelen - Skjæringstad		Status			
		Original format			
		A-3L			
		Tegningens filnavn			
		G:\geotekn\20101052\STABGRAF\ITV\Profil 7.dwg			
Profil 7 Su-analyse / Afi-analyse Etter tiltak		Målestokk			
		1:1000			
NGI Sognsveien 72 - PO Box 3930 Ullevål Stadion NO-0806 Oslo, Norway T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48 www.ngi.no		Dato 2011-09-09 Oppdragsnr. 20101052	Konstr./Tegnet LRB Tegningsnr. 224	Kontrollert KE	Godkjent KE Rev. -