
RAPPORT

Topdalsveien 230-236, Ryen

OPPDRA GSGIVER

NVE

EMNE

Reviderte stabilitetsberegninger og -
vurderinger

DATO / REVISJON: 11. september 2014 / 01

DOKUMENTKODE: 312880-RIG-RAP-003



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	Topdalsveien 230-236, Ryen	DOKUMENTKODE	312880-RIG-RAP-003_rev01
EMNE	Reviderte stabilitetsberegninger og -vurderinger	TILGJENGELIGHET	Åpen
OPPDRAGSGIVER	NVE	OPPDRAGSLEDER	Jostein Aasen
KONTAKTPERSON	Ellen E. D. Haugen	UTARBEIDET AV	Jostein Aasen
KOORDINATER	SONE: 32V ØST: 448100 NORD: 6454350	ANSVARLIG ENHET	2041 Sør Kristiansand Spesialrådgivning
GNR./BNR./SNR.	110/1,2 og 111/7 / Kristiansand		

SAMMENDRAG

Multiconsult har på oppdrag for NVE utført reviderte stabilitetsberegninger og -vurderinger for en skråning ved Topdalsveien 230-236 i Ryen i Kristiansand kommune. Beregningene er utført med bakgrunn i nye opplysninger vedr. grunnforholdene fra supplerende geotekniske grunnundersøkelser utført høsten 2013.

Beregningene og vurderingene viser at stabiliteten av skråningen fremdeles ikke kan dokumenteres med bakgrunn i parametere tolket fra de nylig utførte undersøkelsene. Det er dermed foretatt en justering av parameterne for å oppnå en sikkerhet lik 1,0.

Det er videre behov for å gjennomføre stabiliserende tiltak for å oppnå tilfredsstillende sikkerhet av skråningen. Det er foretatt beregninger og vurderinger ved å etablere motfylling ved oppfylling i foten av skråningen kombinert med avslaking av skråningshelningen.

Denne rev01 av rapporten inneholder resultater av reviderte beregninger samt faresonekartlegging. Ny informasjon er vist med kursiv tekst samt merket med gult. Det er også foretatt enkelte korrigeringer i opprinnelig tekst.

01	11.09.14	Reviderte beregninger og faresonekart	jaa	rsa	jaa
00	14.03.14	Opprinnelig utgave	jaa	rsa	jaa
REV.	DATO	BESKRIVELSE	UTARBEIDET AV	KONTROLLERT AV	GODKJENT AV

INNHOLDSFORTEGNELSE

1	Innledning	5
2	Topografi	5
3	Utførte undersøkelser – Grunnforhold	5
4	Kritisk snitt - stabilitet	6
4.1	Materialkoeffisient	6
4.2	Jordparametere	6
4.3	Laster og lastkoeffisienter	10
4.4	Beregningsresultater og konklusjoner	10
5	Videre arbeider – Stabiliserende tiltak	11
6	Supplerende beregninger og vurderinger sommeren 2014 - Resultater	11
6.1	Supplerende stabilitetsberegninger - alternativ motfylling/stabilisering	12
6.2	Stabilitetsberegning - anleggsvei	12
6.3	Faresonekartlegging	13
6.3.1	Skadekonsekvens	14
6.3.2	Faregrad	15
6.3.3	Risikoklasse	16
6.4	Geotekniske anbefalinger mht. restriksjoner for området/faresonen	17
6.5	Geoteknisk anbefaling til utføring av sikringstiltaket	17

TEGNINGER

312880-RIG-TEG	-000	Oversiktskart
	-001	Borplan
	-040 tom. -055	CPTU v/2 og v/8
	-070.1 tom. -072.1	Ødometerforsøk PR. v/2, v/8 og v/12
	-080 tom. -086	Treaksialforsøk PR. v/2, v/8 og v/12

VEDLEGG

A:	NGU løsmassekart
B:	Beliggenhet av kritisk snitt
C:	Utskrifter fra stabilitetsberegninger
D:	Planskisse - Stabiliserende motfylling/avslaking
E:	Plan- og profiltegninger for motfylling og anleggsvei utarbeidet av NVE basert på reviderte stabilitetsberegninger
F:	Beliggenhet av beregningsprofil 2 - Anleggsvei
G:	Utbredelse av faresonen

REFERANSER

/1/	Geoteknisk datarapport nr. 204218-046 datert 16.06.11 og utarbeidet av Statens vegvesen
/2/	Geoteknisk rapport nr. 312880-1 datert 11.10.12 og utarbeidet av Multiconsult
/3/	Geoteknisk datarapport nr. 312880-RIG-RAP-002 datert 26.02.14, revidert 13.03.14 og utarbeidet av Multiconsult
/4/	NVE retningslinjer 2/2011 - "Flaum- og skredfare i arealplaner".
/5/	NGF veiledning nr. 5 - Veiledning for utførelse av trykksondering
/6/	Karlsrud, Kjell: "Tolking og fastlegging av jordartsparemetre. Karakteristisk jordprofil". Foredrag på NGF-kurs Stabilitetsanalyser av skråninger, skjæringer og fyllinger". 2003.
/7/	GS Stability, versjon 5.0.7. Novapoint GeoSuite Toolbox. Versjon 4.4.027, Installasjon 2.0.30.
/8/	NGI rapport nr. 20001008-2 revisjon 3 datert 08.10.08 vedr. "Program for økt sikkerhet mot leirskred. Metode for kartlegging og klassifisering av faresoner, kvikkleire"

1 Innledning

Multiconsult har tidligere foretatt geotekniske beregninger og -vurderinger mht. stabiliteten av en løsmasseskråning inntil eksisterende bebyggelse ved Topdalsveien 230-236 i Ryen i Kristiansand kommune. Beregningene var utført med bakgrunn i resultatene av geotekniske grunnundersøkelser utført dels av Statens vegvesen (SVV) og dels av Multiconsult (MC, på oppdrag for SVV), og presentert i geoteknisk datarapport nr. 204218-046 datert 16.06.11 og utarbeidet av SVV (ref. /1/). Resultatene av de opprinnelige stabilitetsberegningene og -vurderingene er presentert i rapport nr. 312880-1 datert 11.10.12 og utarbeidet av MC (ref. /2/). Konklusjonen fra rapporten var at stabiliteten av skråningen ikke kunne dokumenteres med bakgrunn i datagrunnlaget fra de geotekniske grunnundersøkelsene. Det ble dermed anbefalt å foreta nye undersøkelser.

Det er nylig utført supplerende geotekniske grunnundersøkelser av MC på vegne av NVE, og disse er presentert i geoteknisk datarapport nr. 312880-RIG-RAP-002 datert 26.02.14 og revidert 13.03.14 (ref. /3/).

Basert på samtlige undersøkelser som er utført er det nå foretatt reviderte beregninger og vurderinger mht. stabiliteten av skråningen. Resultatene er presentert i foreliggende rapport.

2 Topografi

Området som er vurdert ligger øst for Topdalsveien, mellom veien og Topdalselva, ved boligene nr. 230, 232, 234 og 236. Inntil veien ligger området relativt flatt og med nivå rundt ca. kote 33, ifølge innmålinger av terrenget ved borpunktene. Videre mot øst-nordøst i retning Prestebekken faller terrenget ned mot ca. kote +3. Terrenget ligger med en gjennomsnittlig helning lik 1:2, men stedvis inntil ca. 1:1,5.

Det er berg i dagen på det øvre platået både syd og nord for boligene, samt stedvis nord og syd for skråningen ned mot Prestebekken. Dette kan tyde på at det her ligger et løsmassesøkk, noe resultatene av enkelte av de utførte sonderboringene også gir en indikasjon på.

Nordøst for skråningen ligger det en lokal kolle/rygg. Herfra faller terrenget videre i retning Topdalselva i syd-sydøst, hvor terrenget ligger med nivå rundt ca. kote +1.

3 Utførte undersøkelser – Grunnforhold

Det er utført total- og dreiesonderinger, trykksonderinger med poretrykksmåling (CPTU), prøvetaking med tilhørende laboratorieanalyser, samt nedsetting av hydrauliske piezometere for måling av grunnvannstanden og poretrykksforhold.

Undersøkelsene viser i grove trekk at grunnen øverst består av middels faste til faste masser av antatt sand/silt etterfulgt av bløtere masser av antatt leire. Nær antatt berg er det fastere masser av antatt sand/grus.

For nærmere detaljer vedrørende resultatene av undersøkelsene vises det til ovennevnte geotekniske datarapport nr. 312880-RIG-RAP-002 (ref. /3/), som inneholder en sammenstilling av resultatene av samtlige geotekniske grunnundersøkelser.

4 Kritisk snitt - stabilitet

Beliggenheten av kritiske snitt er valgt ut fra resultatene av utførte grunnundersøkelser samt topografi, og fremgår av planen vist i vedlegg B. Det skal nevnes at det er områder både syd og nord for det aktuelle snittet hvor terrenget ligger med til dels bratt helning. I disse områdene er det imidlertid berg i dagen i toppen av skråningen samt i foten, og grunnforholdene langs skråningen antas å bestå av kun et tynt løsmassedekke av sand og grus med silt. Evt. skred i disse områdene antas dermed å være av beskjedne/lokal karakter, og vurderingene av denne typen skred er ikke behandlet i dette notatet.

4.1 Materialkoeffisient

Sikkerhetsnivå mot utglidning representeres ved materialkoeffisient γ_m . Krav til sikkerhetsnivå avhenger av tiltaksklasse og faregradsklasse slik det fremgår av NVE sine retningslinjer "Flaum- og skredfare i arealplaner" med tilhørende teknisk veileder (ref. /4/). Det er i denne rapporten i utgangspunktet forutsatt en materialkoeffisient lik $\gamma_m \geq 1,4$. Hvis det ikke kan dokumenteres tilstrekkelig sikkerhet, kreves det %-vis forbedring av sikkerhetsfaktoren. Sikkerhetsfaktor for dagens situasjon, faregrad før utbygging samt tiltakskategori vil avgjøre hvor mye stabiliteten skal forbedres (inntil 15 %).

4.2 Jordparametere

Tolking av parametere er utført på basis av resultatene av laboratorieanalyser på opptatte 54 mm prøvesylindere, trykksonderinger og erfaringsdata. For vurdering av beliggenheten av laggrensene er i tillegg resultatene av utførte totalsonderinger hensyntatt.

Rutinedata

Vanninnholdet varierer generelt mellom ca. 35 og 60 % for leira/kvikkleira. Tyngdetettheten ligger generelt i området 17-19 kN/m³. I tolking av undersøkelser og for stabilitetsberegningene er det valgt å benytte en gjennomsnittlig tyngdetetthet på 18 kN/m³ for leira/kvikkleira samt for de sandige massene over.

Plastisiteten (I_p) for leira/kvikkleira er i størrelsesorden 7-24 %, med et gjennomsnitt på 15 %.

Overkonsolidering

Prekonsolideringsforhold og grunnens deformasjonsegenskaper er bestemt ut i fra 3 stk. ødometerforsøk tatt på prøver fra prøveseriene PR. v/2, v/8 og v/12:

Forsøket indikerer at leira v/2 er overkonsolidert med et overkonsolideringsforhold OCR lik 1,5, og tilsier at terrenget tidligere lå ca. 2,8 m høyere enn dagens nivå, dvs. ca. kote +36,0.

Forsøket indikerer at leira v/8 er overkonsolidert med et overkonsolideringsforhold OCR lik 2,7, og tilsier at terrenget tidligere lå ca. 12,3 m høyere enn dagens nivå, dvs. ca. kote +35,9.

Forsøket indikerer at leira v/12 er overkonsolidert med et overkonsolideringsforhold OCR lik 3,0, og tilsier at terrenget tidligere lå ca. 11,1 m høyere enn dagens nivå, dvs. ca. kote +36,7.

Resultatene av samtlige forsøk viser dermed at massene er konsolidert for et terrengnivå rundt ca. kote +36,0.

Skjærfasthet

Det er utført et isotropt konsolidert, aktivt udrenert treaksialforsøk (CIUa forsøk) på prøve i 9,6 m dybde under terreng fra prøveserien PR. v/2. Resultatet av forsøket viser at leira/kvikkleira har en maksimal udrenert aktiv skjærfasthet lik ca. 44 kN/m² ved mellom ca. 0,5 og 1 % tøyning. Forsøket viser videre typisk sprøbruddsoppførsel, dvs. en betydelig reduksjon i fasthet ved tøyninger ut over tøyning ved maksimal fasthet. Måling av utpresset porevann og volumtøyning under konsolideringen tilsier god prøve kvalitet og akseptabelt forsøk innenfor kvalitetsklasse 1 (ref. /4/).

Det er videre utført et isotropt konsolidert, passivt udrenert treaksialforsøk (CIUp forsøk) på prøve i 11,6 m dybde under terreng fra prøveserien PR. v/8. Resultatet av forsøket viser at leira/kvikkleira har en maksimal udrenert passiv skjærfasthet lik ca. 24 kN/m² ved mellom ca. 0,5 og 1 % tøyning. Måling av utpresset porevann og volumtøyning under konsolideringen tilsier imidlertid at prøven er forstyrret og at forsøket ligger i kvalitetsklasse 2 (ref. /4/).

Det er også utført et isotropt konsolidert, aktivt udrenert treaksial forsøk (CIUa forsøk) på prøve i 10,5 m dybde under terreng fra prøveserien PR. v/12. Resultatet av forsøket viser at leira/kvikkleira har en maksimal udrenert aktiv skjærfasthet lik ca. 60 kN/m² ved mellom ca. 0,5 og 1 % tøyning. Forsøket viser videre typisk sprøbruddsoppførsel, dvs. en betydelig reduksjon i fasthet ved tøyninger ut over tøyning ved maksimal fasthet. Måling av utpresset porevann og volumtøyning under konsolideringen tilsier god prøve kvalitet og akseptabelt forsøk innenfor kvalitetsklasse 1 (ref. /4/).

Trykksondering - CPTU

Det er utført trykksondering i 2 pkt., hhv. ved nr. 2 oppe på plataet og ved nr. 8 nede i skråningen.

CPTU v/2:

Denne viser et s_{uA}/σ_{vo} forhold gjennomsnittlig lik ca. 0,38. Utførelsen tilfredsstillende kravene i Anvendelsesklasse 1 (ref. /5/).

CPTU v/8:

Denne viser et s_{uA}/σ_{vo} forhold gjennomsnittlig lik ca. 0,46. Utførelsen tilfredsstillende kravene i Anvendelsesklasse 1 (ref. /5/).

Styrkeparametere benyttet i beregninger - Anisotropi

Beregninger på totalspenningsbasis er utført som ADP-analyser i en anisotropisk jordmodell.

For bestemmelse av direkte og passiv skjærfasthet er det valgt å benytte erfaringsbaserte forhold mellom plastisitetsindeks (I_p) og skjærfastheten fra aktive, direkte og passive treaksialforsøk (s_{uA} , s_{uD} og s_{uP}). Forholdene er basert på erfaringstall fra litteratur og på Multiconsult (Afdeling GEO) sin erfaring (ref. ESPAR, Corneliu Athanasiu).

Basert på plastisitetsindeks ($I_p = 15\%$) er følgende forholdstall utledet:

$$s_{uA}/s_{uD} = 1,52, \text{ som medfører } s_{uD}/s_{uA} = 0,66$$

$$s_{uP}/s_{uD} = 0,47, \text{ som medfører } s_{uP}/s_{uA} = 0,31$$

Erfaringsparametere mht. skjærfasthet og effektivt overlagingstrykk gir flg.:

$s_{uA}/\sigma_{vo}' = 0,29 - 0,40$. Gjennomsnittlig ca. 0,35.

$s_{uD}/\sigma_{vo}' = 0,19 - 0,29$. Gjennomsnittlig ca. 0,24. Dette medfører $s_{uA}/s_{uD} = 1,46$, og $s_{uD}/s_{uA} = 0,68$.

$s_{uP}/\sigma_{vo}' = 0,08 - 0,19$. Gjennomsnittlig ca. 0,13. Dette medfører $s_{uP}/s_{uD} = 0,54$, og $s_{uP}/s_{uA} = 0,37$.

I/6/ gis følgende verdier for norske, normalkonsoliderte leirer (aldret leire 8-10 000 år gammel):

$s_{uA}/\sigma_{vo}' = 0,30 - 0,38$. Middelerverdi $s_{uA}/\sigma_{vo}' = 0,34$.

$s_{uD}/\sigma_{vo}' = 0,22 - 0,28$. Middelerverdi $s_{uD}/\sigma_{vo}' = 0,25$ gir $s_{uA}/s_{uD} = 1,36$, og $s_{uD}/s_{uA} = 0,74$.

$s_{uP}/\sigma_{vo}' = 0,12 - 0,20$. Middelerverdi $s_{uP}/\sigma_{vo}' = 0,16$ gir $s_{uP}/s_{uD} = 0,64$, og $s_{uP}/s_{uA} = 0,47$.

Treksialforsøket på prøven fra 9,6 m dybde i PR. v/2 viser en kontraktant bruddutvikling med sprøbruddoppførsel, dvs. volumreduksjon og tilhørende økning av poretrykket, som er typisk for kvikkleire. Aktiv skjærfasthet tolket ved mellom ca. 0,5 og 1 % tøyning er funnet å være $s_{uA,0,5-1\%} = 44$ kPa, som gir et forhold lik $s_{uA}/\sigma_{vo}' = 0,46$. Resultatet av ødometerforsøket viser at kvikkleira her er overkonsolidert med et overkonsolideringsforhold OCR lik ca. 1,5.

Treksialforsøket på prøven fra 11,8 m dybde i PR. v/8 viser en relativt nøytral bruddutvikling. Passiv skjærfasthet tolket ved mellom ca. 0,5 og 1 % tøyning er funnet å være $s_{uP,0,5-1\%} = 25$ kPa, som gir et forhold lik $s_{uP}/\sigma_{vo}' = 0,16$. Resultatet av ødometerforsøket viser at leira her er overkonsolidert med et overkonsolideringsforhold OCR lik ca. 2,7.

Treksialforsøket på prøven fra 10,5 m dybde i PR. v/12 viser en kontraktant bruddutvikling med sprøbruddoppførsel. Aktiv skjærfasthet tolket ved mellom ca. 0,5 og 1 % tøyning er funnet å være $s_{uA,0,5-1\%} = 65$ kPa, som gir et forhold lik $s_{uA}/\sigma_{vo}' = 0,61$. Resultatet av ødometerforsøket viser at leira her er overkonsolidert med et overkonsolideringsforhold OCR lik ca. 3,0.

I Statens vegvesen håndbok 016 er det oppgitt følgende minimumsverdi for forholdet mellom udrenert skjærfasthet og effektivt overlagingstrykk for normalkonsolidert kvikkleire/ikke kvikkleire:

$$s_{uA}/\sigma_{vo}' = 0,27/0,29$$

$$s_{uD}/\sigma_{vo}' = 0,16/0,17$$

$$s_{uP}/\sigma_{vo}' = 0,03/0,07$$

Shanseper korrelasjon mht. udrenert skjærfasthet for OC- og NC leire viser følgende:

$$(s_u/\sigma_{vo}')_{OC} = (s_u/\sigma_{vo}')_{NC} * (OCR)^\alpha$$

$$\text{hvor } \alpha = 0,85 - 0,2 * (I_p/100) = 0,85 - 0,2 * (15/100) = 0,82$$

Shanseper-korrelasjon for resultatene av utførte treksialforsøk er sammenstilt i tabellen under.

Prøveserie	OCR	OCR^α	$(s_{uA}/\sigma_{vo}')_{NC}^1 / (s_{uA}/\sigma_{vo}')_{NC}^2$	$(s_{uP}/\sigma_{vo}')_{NC}^1 / (s_{uP}/\sigma_{vo}')_{NC}^2$	$(s_{uA}/\sigma_{vo}')_{OC}^1 / (s_{uA}/\sigma_{vo}')_{OC}^2$	$(s_{uP}/\sigma_{vo}')_{OC}^1 / (s_{uP}/\sigma_{vo}')_{OC}^2$
PR. v/2	1,5	1,39	0,27/0,29	0,03/0,07	0,38/0,41	0,04/0,10
PR. v/8	2,7	2,23	0,27/0,29	0,03/0,07	0,60/0,65	0,07/0,16
PR. v/12	3,0	2,46	0,27/0,29	0,03/0,07	0,66/0,71	0,07/0,17

1) Forutsatt kvikkleire

2) Forutsatt ikke kvikkleire

Tolking av resultatene av utførte trykksonderinger CPTU v/2 og v/8, påført resultatene av rutineundersøkelsene (udrenert skjærfasthet fra konus og enaksiale trykkforsøk) og treaksialforsøkene, gir s_{uA}/σ_{vo}' lik hhv. 0,38 og 0,46. Ved å redusere den aktive skjærfastheten fra utførte trykksonderinger med 15 % (iht. retningslinjer fra NVE, ref. /4/) får man et s_{uA}/σ_{vo}' -forhold lik hhv. 0,32 og 0,39 for design.

Ved å vurdere resultatene av samtlige forsøk (ødometer og treaksialforsøk samt CPTU) og erfaringsparametere, er følgende styrkeparametere benyttet i beregningene:

s_{uA}/σ_{vo}' lik hhv. = 0,32 og 0,39 hhv. v/2 og v/8.

Korreksjon foretas ikke for direkte eller passiv skjærfasthet. For disse parametrene er det benyttet følgende forhold:

$s_{uD}/s_{uA} = 0,68$ (mht. s_{uA} uten korreksjon), evt. $s_{uD}/s_{uA} = 0,80$ (mht. s_{uA} med korreksjon). Dette medfører $s_{uD}/\sigma_{vo}' = 0,26$ og $0,31$ hhv. v/2 og v/8.

$s_{uP}/s_{uA} = 0,35$ (mht. s_{uA} uten korreksjon), evt. $s_{uP}/s_{uA} = 0,41$ (mht. s_{uA} med korreksjon). Dette medfører $s_{uP}/\sigma_{vo}' = 0,13$ og $0,16$ hhv. v/2 og v/8.

Minimumsverdi for s_{uA} settes lik 30 kPa.

Effektivspenningsparametre

Med bakgrunn i resultatet av treaksialforsøkene på leira/kvikkleira samt utførte trykksonderinger kan det utledes styrkeparametere for stabilitetsberegninger på effektivspenningsbasis. For resterende jordlag er det benyttet erfaringsparametere.

Tabellen nedenfor gir en oversikt over effektivspenningsparametere benyttet i beregningene.

Lag	Tan ϕ_k	Karakteristisk friksjonsvinkel, ϕ_k	Attraksjon, a
Sand og grus	0,67	34°	0
Tørrskorpe/leire	0,58	30°	0
Leire/kvikkleire	0,59	30,5°	5 kPa
Sand/grus/morene	0,78	38°	5 kPa

Grunnvannstand

Det er installert PZ i to dybder både v/2 og v/8. Disse viser at det er et overtrykk på ca. 0,9 m v/2, og et undertrykk på ca. 0,7 m v/8. Det er dermed ingen generell trend mht. overtrykk eller undertrykk i grunnen langs terrengprofilen. Det er derfor valgt å benytte en gjennomsnittlig grunnvannsdybde registrert ved hver lokasjon og et hydrostatisk grunnvannsprøfil fra dette nivået.

Gjennomsnittlig grunnvannstand er registrert i ca. 3,2 m dybde i piezometer PZ. v/2 den 24.02.14, tilsvarende en grunnvannstand på ca. kote +30,0.

Gjennomsnittlig grunnvannstand er registrert i ca. 2,7 m dybde i piezometer PZ. v/8 den 24.02.14, tilsvarende en grunnvannstand på ca. kote +20,9.

4.3 Laster og lastkoeffisienter

Boligene i området består stort sett av enebolig i opptil 2 etasjer. For disse boligene er det derfor erfaringsmessig valgt å benytte en jevnt fordelt terrenglast med karakteristisk verdi p_k lik 10 kN/m^2 , og med lastfaktor γ_L lik 1,3, resulterende i en dimensjonerende terrengbelastning p_d lik 13 kN/m^2 .

4.4 Beregningsresultater og konklusjoner

Stabilitetsberegningene er utført med beregningsprogrammet GeoSuite Stability (ref. /7/). Programmet er basert på grenselikevektsmetode, og anvender en versjon av lamellemetoden som tilfredsstillende både kraft- og momentlikevekt. Programmet kan selv søke etter kritisk sirkulærsylindrisk glideflate ("SG") for definerte variasjonsområder av sirkelsentrum. Det er også mulig å definere egne glideflater ("EG") i programmet.

Det er foretatt stabilitetsberegninger både på totalspenningsbasis (su og ADP analyse) og effektivspenningsbasis.

Det er i tillegg foretatt beregninger ved å inkludere sidefriksjon/3D-effekt, som er en innebygget funksjon i Geosuite. Denne er beregnet ved å forutsette en glideflate med bredde lik 50 m, med bakgrunn i avstanden mellom oppstikkende beg på hver side av glideflaten samt å ta hensyn til undersøkelser hvor det ikke er påtruffet leire.

Resultatene av beregningene fremgår av tabellen nedenfor, og er også vist i vedlegg C:

Beregningsmetode	Vedlegg	Beregningsresultat, γ_m	Kommentar
Udrenert analyse (ADP)	C.1	0,68	SG
Udrenert analyse (ADP)	C.2	0,86	SG - Med sidefriksjon
Drenert analyse ($a\phi$)	C.3	0,80	SG
Drenert analyse ($a\phi$)	C.4	0,93	SG - Med sidefriksjon
Udrenert analyse (ADP)	C.5	0,96	EG
Udrenert analyse (ADP)	C.6	1,40	EG - Med sidefriksjon

Som det kan ses av ovennevnte tabell, så øker beregningsmessig sikkerhet med mellom ca. 15 og 25 % ved inkludere sidefriksjon/3D-effekt, men er fremdeles lavere enn 1,0 for både udrenert og drenert analyse. Dette stemmer ikke overens med virkeligheten, da området står med sikkerhet minst lik 1,0. Mao. så kan ikke stabiliteten bekreftes med bakgrunn i utledede jordparametere fra undersøkelsene som er utført til nå, da disse ikke synes å ha tilfredsstillende kvalitet, eller er for konservative.

Det er dermed foretatt en justering av parameterne for å oppnå en sikkerhet lik 1,0. Resultatene fremgår av tabellen på neste side.

Beregningsmetode	Vedlegg	Beregningsresultat, γ_m	Kommentar
Udrenert analyse (ADP)	C.7	1,00	SG - Med sidefriksjon. s_u økt med 7 kPa
Drenert analyse ($a\phi$)	C.8	1,01	SG - Med sidefriksjon. Friksjonsvinkel økt til 33°

5 Videre arbeider – Stabiliserende tiltak

For å kunne oppnå tilfredsstillende stabilitet av skråningen må det gjennomføres tiltak. Det mest aktuelle tiltaket vil være å etablere en motfylling ved å foreta oppfylling i foten av skråningen, evt. kombinert med senkning av grunnvannstanden.

Vi har foretatt orienterende geotekniske beregninger for å vurdere virkningen av en motfylling, og det er tatt utgangspunkt i "vesentlig forbedring" (jfr. ref. /4/) med en forbedring lik minst 15 % ifht. dagens situasjon. Resultatene er presentert i tabellen under.

Beregningsmetode	Vedlegg	Beregningsresultat, γ_m	Kommentar
Udrenert analyse (ADP)	C.9	1,14	SG - Med sidefriksjon. Motfylling på kote +10 og avslaking av skråningen med 1:2
Udrenert analyse (ADP)	C.10	1,16	SG - Med sidefriksjon. Motfylling på kote +11 og avslaking av skråningen med 1:2
Drenert analyse ($a\phi$)	C.11	1,48	SG - Med sidefriksjon. Motfylling på kote +11 og avslaking av skråningen med 1:2

Som det fremgår av tabellen vil en motfylling etablert med nivå på kote +11 samt en avslaking av skråningen med helning lik 1:2 medføre en vesentlig forbedring av stabiliteten. Planskisse av motfyllingen fremgår av vedlegg D.

Det må foretas en detaljert prosjektering av motfyllingen, og i den forbindelse bør det også vurderes å utføre noen enkle geotekniske undersøkelser i foten av den planlagte motfyllingen (f.eks. dreiesonderinger) for å sikre at denne vil bli liggende med tilfredsstillende stabilitet.

6 Supplerende beregninger og vurderinger sommeren 2014 - Resultater

I etterkant av møtet avholdt 05.05.14 er det gjort følgende suppleringer til foreliggende rapport:

- *Supplerende stabilitetsberegning med revidert motfyllingsprofil, samt stabilitetsberegning forutsatt ingen motfylling men med avlasting av toppen av skråningen (kap. 6.1).*
- *Supplerende stabilitetsberegning med planlagt plassering av anleggsveien (kap. 6.2).*
- *Kartlegging av kvikkleiresonen mht. utbredelse, faregrad, skadekonsekvens og risiko iht. NGI-rapport 20001008-2 "Metode for kartlegging og klassifisering av faresoner, kvikkleire) (kap. 6.3).*

- Geotekniske vurderinger mht. restriksjoner for området/faresonen basert på 1) om området ikke blir sikret og 2) om området blir sikret (kap. 6.4).
- Geoteknisk anbefaling til utføring av sikringstiltaket (kap. 6.5).

6.1 Supplerende stabilitetsberegninger - alternativ motfylling/stabilisering

Det er foretatt 2 supplerende beregninger ved å forutsette 1) et alternativ motfyllingsprofil med konstant helning lik 1:2,4 ned til bunnen av skråningen, og ved å forutsette at 2) dagens terreng blir avlastet med ca. 2 m høyde lokalt ved toppen av skråningen inntil eksisterende bolig i Topdalsveien 232. Resultatene av beregningene fremgår av tabellen under:

Beregningsmetode	Vedlegg	Beregningsresultat, γ_m	Kommentar
Udrenert analyse (ADP)	C.12	1,21	SG - Med sidefriksjon. Motfylling med helning lik 1:2,4
Udrenert analyse (ADP)	C.13	1,19	EG - Med sidefriksjon. Motfylling med helning lik 1:2,4
Udrenert analyse (ADP)	C.14	1,53	EG - Med sidefriksjon. Motfylling med helning lik 1:2,4 - Global glideflate
Udrenert analyse (ADP)	C.15	1,02	SG - Med sidefriksjon. Avgraving med 2 m lokalt på toppen av skråningen - ingen motfylling

Beregningen viser at en motfylling med konstant helning lik 1:2,4 vil bedre sikkerheten med minst 19 %, som er noe mer en opprinnelig foreslått motfyllingsprofil (1,16 - vedlegg C.10, dvs. 16 % forbedring). Det er ikke foretatt $\alpha\phi$ -analyse av dette profilet, da dette vil gi bedre beregnet sikkerhet enn det som fremgår av vedlegg C.11 (beregnet sikkerhet lik 1,48). Beregningene viser videre at den lokale avlastningen av toppen av skråningen kun har begrenset effekt.

Basert på resultatene av reviderte stabilitetsberegninger har NVE utarbeidet plan, lengde- og tverrprofiler for motfylling etablert med helning lik 1:2,4 samt anleggsvei, og disse fremgår av vedlegg E.

NVE har i tillegg foretatt volumberegninger som viser at det medgår et massevolum lik ca. 3500 m³ til etableringen av motfyllingen, samt ca. 2000 m² med vekstmasser. Lengden av anleggsveien er beregnet til ca. 140 m.

6.2 Stabilitetsberegning - anleggsvei

Det er foretatt stabilitetsberegning for beregningsprofil 2 i den nedre delen av den planlagte anleggsveien, med beliggenhet som vist i vedlegg F.

Det er foretatt totalsondering i 2 punkter langs beregningsprofilet, hhv. i nr. 23 og 25. Det er i nr. 23 registrert bløtere masser av antatt leire/kvikkleire fra ca. 3,8 m dybde under terreng og ned til ca. 17 m dybde, hvor det er et ca. 2 m tykt lag av grovere og fastere masser av antatt sand/grus over antatt berg. I totalsondering nr. 25 er det stort sett grovere masser av antatt sand/grus ned til antatt berg som er registrert i ca. 1,8 m dybde. Det er ikke foretatt opptak av prøver av antatt leire/kvikkleire, og udrenert aktiv skjærfasthet er dermed basert på følgende:

s_{uA}/σ_o' lik hhv. = 0,25, hvor σ_o' er forkonsolideringsspenningen basert på beliggenhet av tidligere terrengnivå på ca. kote +36. Det er videre forutsatt at grunnvannstanden lå i gammelt terrengnivå, som anses som en konservativ antagelse mht. beregning av forkonsolideringsspenningen, σ_o' .

Direkte og passiv skjærfasthet er beregnet som tidligere presentert i kap. 4.2.

For beregningsprofil 2 vil den planlagte anleggsveien medføre noe avgraving, og dette er også hensyntatt i beregningene. For anleggstrafikken er det valgt å benytte en jevnt fordelt terrenglast med karakteristisk verdi p_k lik 10 kN/m², og med lastfaktor γ_L lik 1,3, resulterende i en dimensjonerende terrengbelastning p_d lik 13 kN/m².

Resultatene av beregningene fremgår av tabellen under:

Beregningsmetode	Vedlegg	Beregningsresultat, γ_m	Kommentar
Udrenert analyse (ADP)	C.16	1,46	Dagens terreng
Udrenert analyse (ADP)	C.17	1,50	Avgraving for anleggsvei og trafikkbelastning lik 13 kN/m ²

Beregningene viser dermed at stabilitet for Beregningsprofil 2 tilfredsstillende både mht. dagens situasjon og i anleggsfasen.

6.3 Faresonekartlegging

Vurdering av utstrekningen av faresonen er basert på resultatene av de geotekniske grunnundersøkelsene samt observasjon av berg i dagen, og er skissert inn på en kopi av borplanen og presentert i vedlegg G.

Som det fremgår av vedlegget har faresonen et omriss med areal ca. 50 m x 200 m = 10000 m² og omfavner totalt 4 eneboliger (samt garasjer tilhørende enkelte av boligene). Det er også en høyspentmast like utenfor faresonen (mellom borpunkt nr. 23 og 24) som kan bli påvirket av et eventuelt skred i faresonen. Arealene nedenfor faresonen (utløpsområdet) består kun av grøntområder og her er ingen bebyggelse som kan bli påvirket av et evt. skred.

Det er foretatt en kartlegging og klassifisering av faresonen basert på NGI rapport nr. 20001008-2 revisjon 3 (ref. /8/).

6.3.1 Skadekonsekvens

Evalueringen er utført iht. tabellene under.

Faktorer	Vekt-tall	Konsekvens, score			
		3	2	1	0
Boligenheter, antall	4	Tett > 5	Spredt > 5	Spredt < 5	Ingen
Næringsbygg, personer	3	> 50	10 – 50	< 10	Ingen
Annen bebyggelse, verdi	1	Stor	Betydelig	Begrenset	Ingen
Vei, ÅDT	2	>5000	1001-5000	100-1000	<100
Toglinje, baneprioritet	2	1 – 2	3 – 4	5	Ingen
Kraftnett	1	Sentral	Regional	Distribusjon	Lokal
Oppdemning/flom	2	Alvorlig	Middels	Liten	Ingen
Sum poeng		45	30	15	0
% av maksimal poengsum		100 %	67 %	33 %	0 %

Faresoner er inndelt i tre skadekonsekvensklasser iht. ref. /8/.

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

En evaluering av faresonen mht. skadekonsekvens gir følgende resultat:

Faktorer	Vekttall	Score	Produkt	Merknad/vurdering
Boligenheter, antall	4	1	4	4 eneboliger innenfor faresonen
Næringsbygg, personer	3	0	0	Ingen næringsbygg innenfor faresonen
Annen bebyggelse, verdi	1	0	0	Ingen annen bebyggelse innenfor faresonen
Vei, ÅDT	2	0	0	Stort sett privatbiltrafikk inn til boligene
Toglinje, baneprioritet	2	0	0	Ingen toglinjer innenfor faresonen
Kraftnett	1	3	3	Høyspentlinje samt "Danmarkslinjen"
Oppdemning/flom	2	1	2	Ingen bebyggelse "nedstrøms". Noe økt risiko for erosjon
Poengverdi			9	Gir skadekonsekvensklasse "alvorlig"

Skadekonsekvensvurderingen for dagens situasjon gir en poengverdi på 9 og medfører at sonen plasseres i skadekonsekvensklasse "alvorlig" som omfatter soner med poengverdi fra 7 til 22 poeng (jfr. ref. /8/). På grunnlag av de oppsatte kriteriene vil dermed sonen ha risiko for skade på mennesker/tap av menneskeliv eller betydelige økonomiske og samfunnsmessige konsekvenser. Den beregnede poengverdien er 20 % av maksimal poengverdi.

6.3.2 Faregrad

Evalueringen er utført iht. tabellene under:

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	16	0
% av maksimal poengsum		100 %	67 %	33 %	0 %

Faresoner er inndelt i tre faregradsklasser iht. ref. /8/.

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

En evaluering av faresonen mht. faregrad gir følgende resultat:

Faktorer	Vekttall	Score	Produkt	Merknad/vurdering
Tidl. skredaktivitet	1	1	1	Topografien indikerer tidligere erosjon/skred. Det er imidlertid ikke funnet tegn til gamle skredgroper
Skråningshøyde, meter	2	2	4	Total høydeforskjell mellom terrengrygg og dalbunn er ca. H= 26 m
OCR	2	1	2	Overkonsolideringsgraden varierer en del langs kritisk snitt, fra ca. 1,5 til 3,0
Poretrykk	3/-3	0	0	Det antas hydrostatisk fordeling i dybden basert på avlesning av PZ
Kvikkleiremektighet	2	3	6	Mektighet av kvikkleireforekomsten er registrert inntil ca. 14 m, dvs. > H/2, når H=26 m
Sensitivitet	1	3	3	Sensitiviteten er for enkeltprøver målt opptil $s_t = 340$ i kvikkleira
Erosjon	3	0	0	Det er ingen tegn til pågående erosjon
Inngrep Forverring	3	0 ¹	0 ¹	Gjelder for 1) dagens situasjon og 2) fremtidig situasjon med stabiliserende tiltak
Forbedring	-3	2 ²	-6 ²	
Poengverdi			16 ¹ /10 ²	Gir faregradsklasse "Lav" for både dagens og fremtidig situasjon

Faregradsevalueringen for dagens situasjon gir en poengverdi på 16 og medfører at sonen plasseres i faregradsklasse "Lav" som omfatter soner med poengverdi fra 0 til 17 poeng (jfr. ref. /8/). På grunnlag av de oppsatte kriteriene vil dermed sonen, relativt sett, ha lav sannsynlighet for at skred skal inntreffe.

Faregradsevalueringen for fremtidig situasjon gir en poengverdi på 10 og medfører at sonen også plasseres i faregradsklasse "Lav" som omfatter soner med poengverdi fra 0 til 17 poeng (jfr. ref. /8/). På grunnlag av de oppsatte kriteriene vil dermed sonen, relativt sett, ha lav sannsynlighet for at skred skal inntreffe.

Den beregnede poengverdien er 31 % og 20 % av maksimal poengverdi for hhv. dagens og fremtidig situasjon.

6.3.3 Risikoklasse

Risiko er iht. ref. /8/ definert som skadekonsekvens x faregrad. For å få en enhetlig basis for beregningene er poengverdiene for skadekonsekvens og faregrad omgjort til "% av maksimal poengverdi". Tallverdien for risiko fremkommer således ved å multiplisere %-tallet for skadekonsekvens med %-tallet for faregrad.

Risiko er inndelt i fem klasser (mens skadekonsekvens og faregrad er inndelt i tre klasse). Dette er gjort for å skille ut soner med aller lavest risiko og aller høyest risiko. Også for risiko er det en viktig målsetting for klassifiseringen å oppnå en god spredning av sonene mellom de fem klassene.

Dette gir følgende inndeling for de fem risikoklassene:

- Risikoklasse 1 omfatter alle soner med tallverdi fra 0 til 170
- Risikoklasse 2 omfatter alle soner med tallverdi fra 171 til 630
- Risikoklasse 3 omfatter alle soner med tallverdi fra 631 til 1 900
- Risikoklasse 4 omfatter alle soner med tallverdi fra 1 901 til 3 200
- Risikoklasse 5 omfatter alle soner med tallverdi fra 3 201 til 10 000

Faresonen iht. dagens situasjon:

- Skadekonsekvens lik 20 % av maksimal poengverdi
- Faregrad lik 31 % av maksimal poengverdi

Dette gir risiko med tallverdi lik 620, og dermed Risikoklasse 2 (på grensen til Risikoklasse 3).

Faresonen iht. fremtidig situasjon:

- Skadekonsekvens lik 20 % av maksimal poengverdi
- Faregrad lik 20 % av maksimal poengverdi

Dette gir risiko med tallverdi lik 400, og dermed Risikoklasse 2.

6.4 Geotekniske anbefalinger mht. restriksjoner for området/faresonen

Med bakgrunn i resultatene av utførte stabilitetsberegninger anbefales det at det innføres bygge- og delingsforbud for faresonen inntil området er tilfredsstillende stabilisert.

Etter at området er stabilisert kan faresonen utbygges såfremt dette ikke medfører forverring av stabiliteten. Dette betinger at utbyggingen foretas i samråd med geoteknisk sakkyndig.

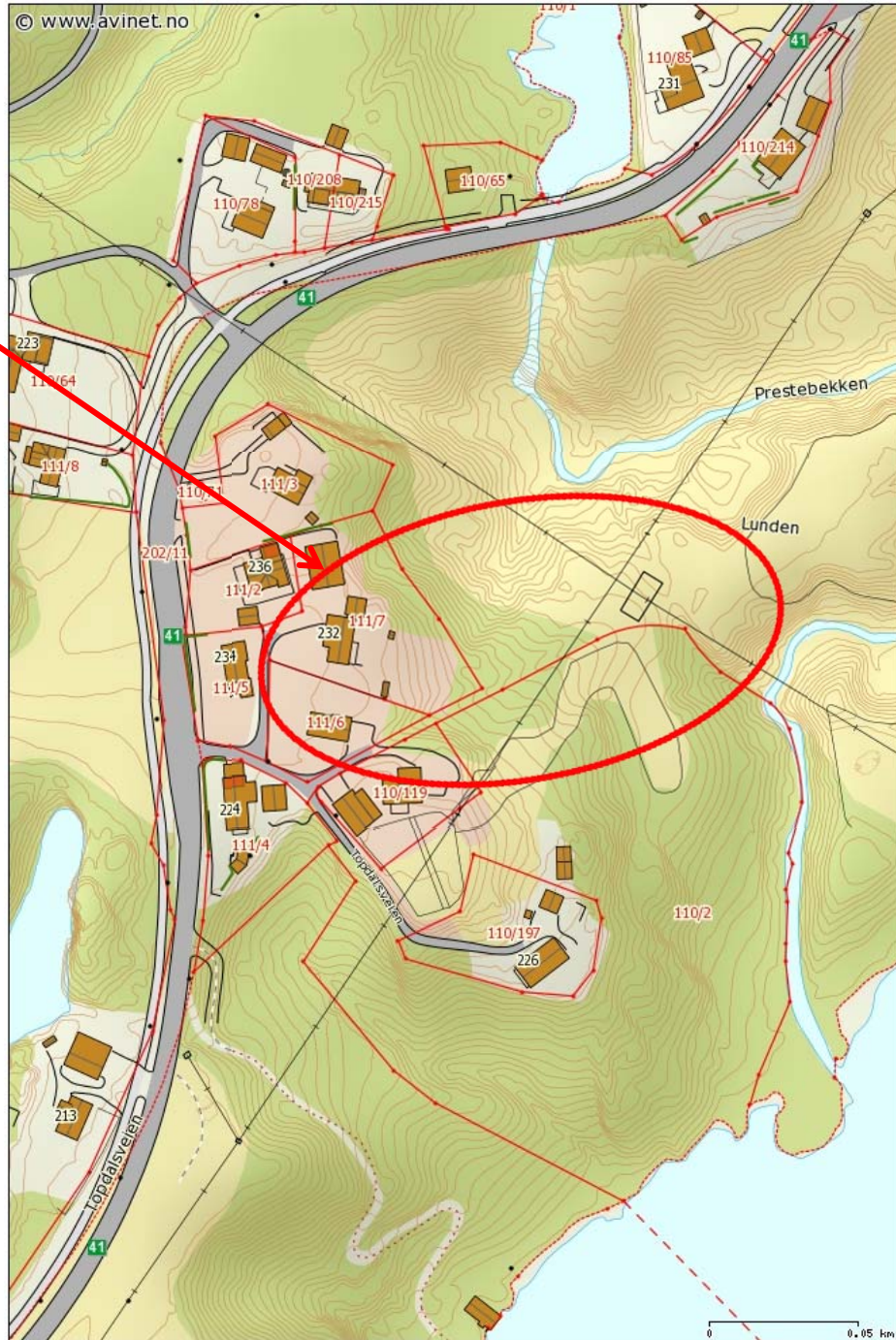
6.5 Geoteknisk anbefaling til utføring av sikringstiltaket

Sikringstiltaket, dvs. utlegging av stabiliserende motfylling med helning lik 1:2,4, vil medføre en forbedring av stabiliteten med ca. 21 % basert på resultatene av utførte stabilitetsberegninger. Det er imidlertid viktig at det i anleggsfasen ikke foretas tiltak som midlertidig forverrer stabiliteten av faresonen. Følgende faktorer må dermed hensyntas:

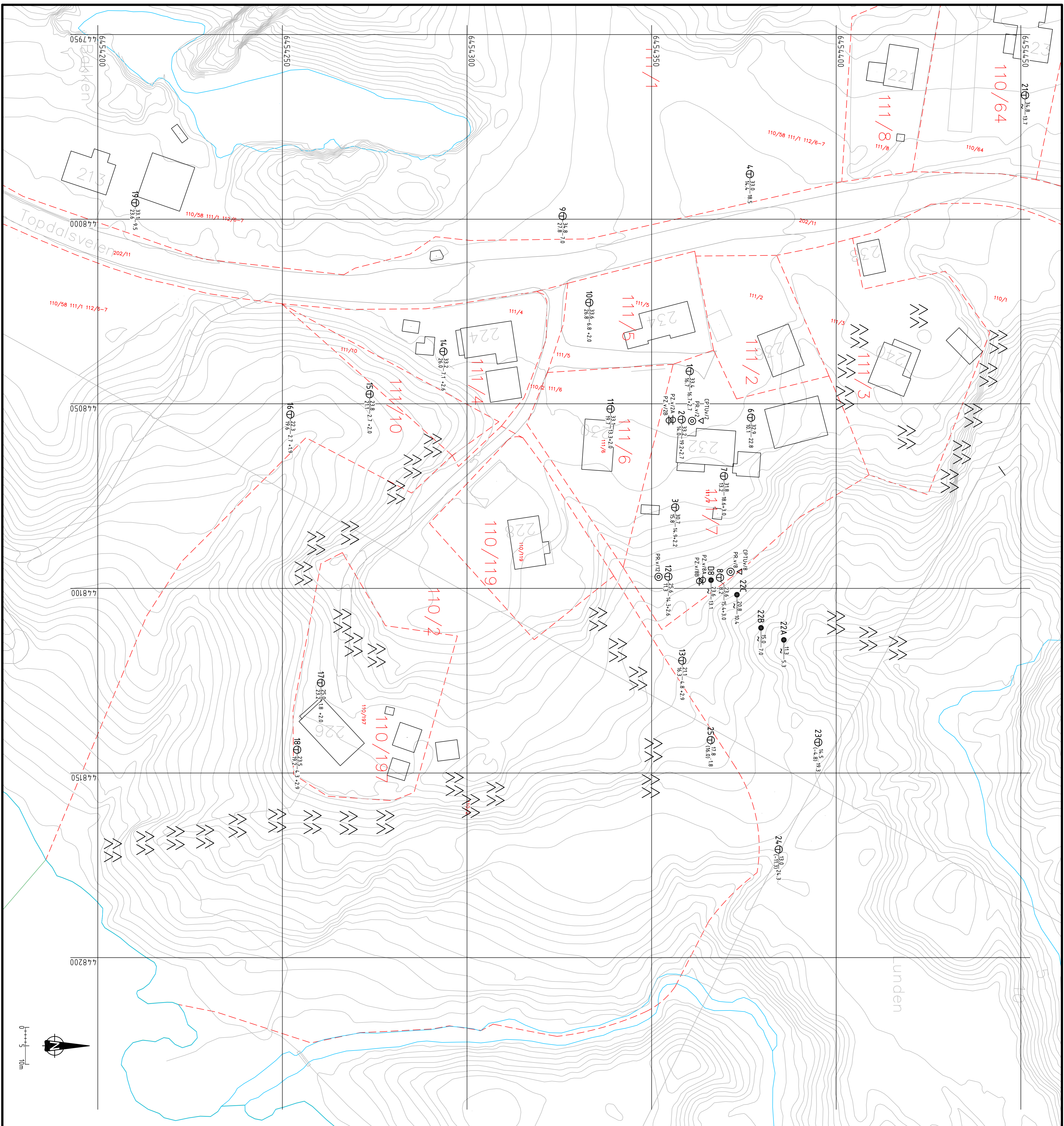
- Anleggsveien er stort sett plassert utenfor faresonen, med unntak av i den nedre delen, hvor det planlegges både noe avgraving (mellom ca. P89 og P118) og oppfylling (mellom ca. P118 og P135). For dette området bør avgravingen for anleggsveien foretas før oppfyllingen.
- Gravemasser som ikke skal benyttes i forbindelse med det stabiliserende tiltaket skal enten transporteres vekk, eller lagres på en måte som ikke svekker stabiliteten i faresonen.
- Det forutsettes at støttefyllingen etableres med tilførte, velgraderte og selvdrenerende steinmasser.

- *Utlekkingen av støttefyllingen skal starte i den nedre delen av skråningen og foretas lagvis i 1 m høyde langs hele bredden før videre utlegging opp langs skråningen. Støttefyllingen skal ikke komprimeres.*
- *I forkant av utleggingen skal vegetasjonsrensk i skråningen begrenses til fjerning av trær og busker i nivå med terreng, dvs. ingen fjerning av topplag/matjord/rotsystem. Vegetasjonsrensk skal også foretas seksjonsvis i 1 m høyde langs hele bredden, etterfulgt av utlegging av støttefyllingen, før videre seksjonsvis vegetasjonsrensk foretas.*
- *Anleggsmaskiner skal ikke plasseres i eller på toppen av skråningen slik at dette svekker stabiliteten i faresonen, dvs. disse plasseres kun på utlagt støttefylling.*

Område som er undersøkt

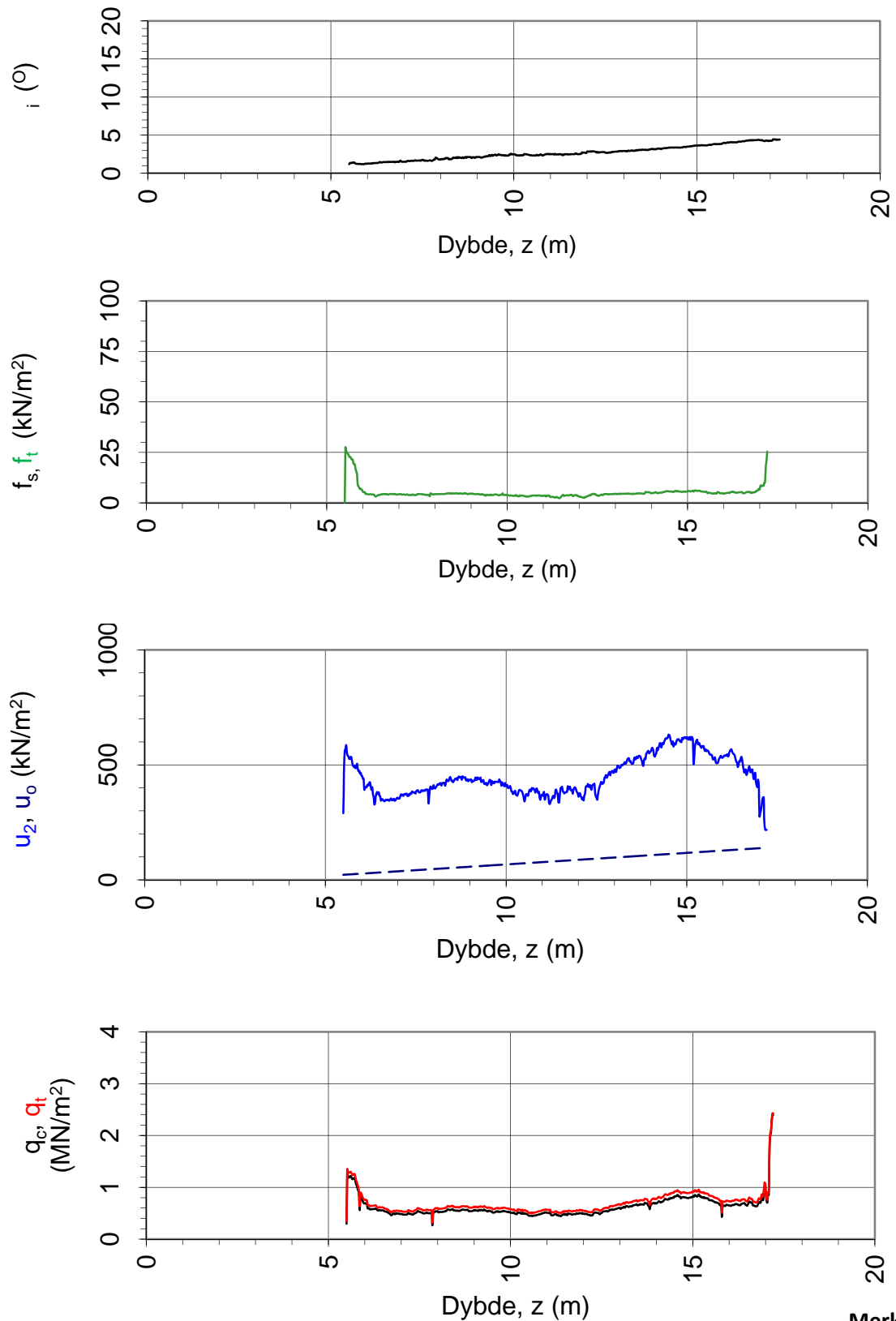


Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
OVERSIKTSKART		Original format A4	Fag Geoteknikk		
		Tegningens filnavn 312880-RIG-TEG-000_rev00.docx			
NVE TOPDALSVEIEN 230-236, RYEN KVIKKLEIREKARTLEGGING		Målestokk			
MULTICONSULT Rigedalen 15 - 4626 Kristiansand Tlf. 37 40 20 00 - Fax: 37 40 20 99		Dato 26. februar 2014	Konstr./Tegnet jaa	Kontrollert tdr	Godkjent jaa
		Oppdrag nr. 312880	Tegning nr. RIG-TEG-000		Rev.



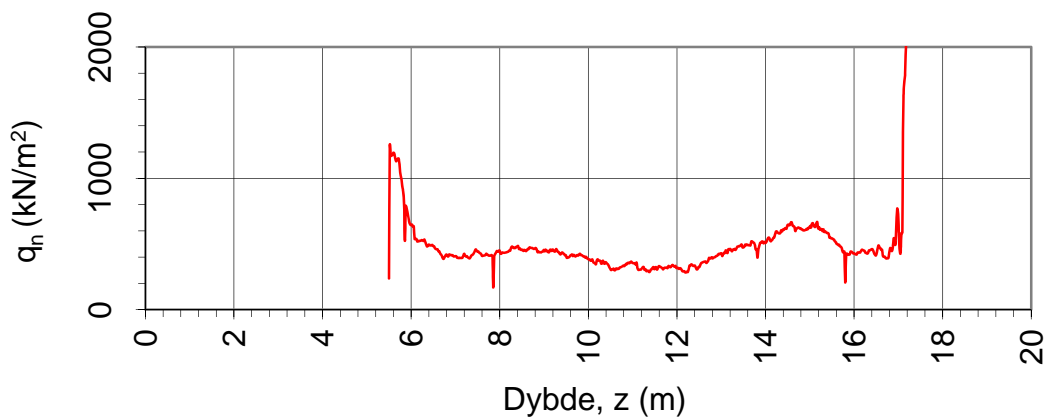
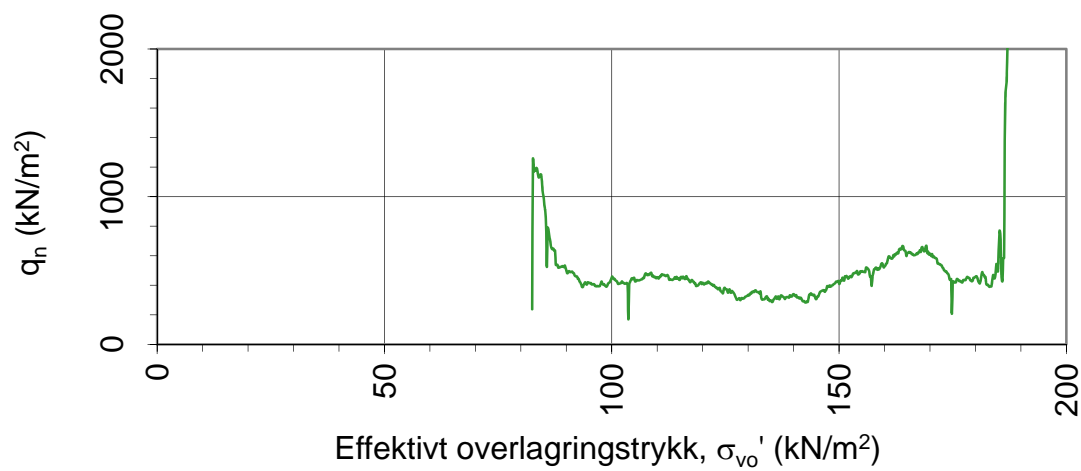
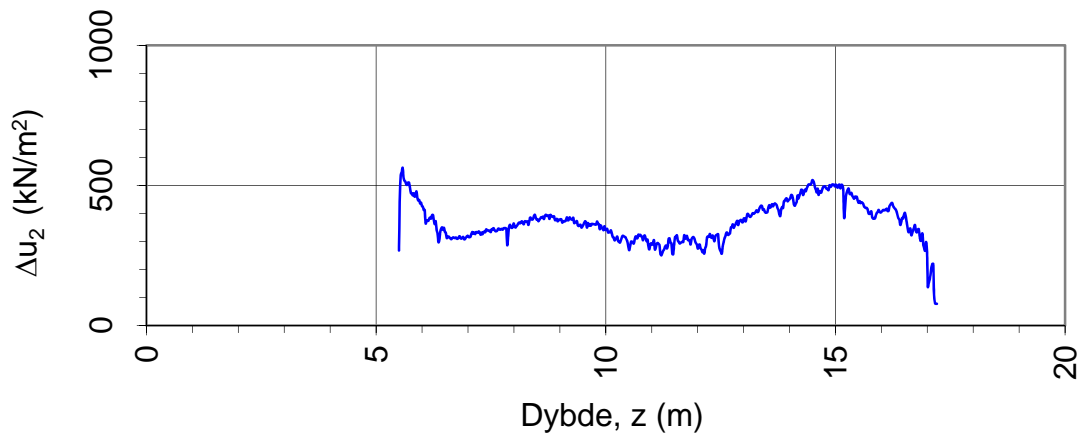
MERKNAD:
 Samtlige undersøkelser er utført av Multiconsult og Statens vegvesen

Rev.	Revisjonen gjelder	Dato	Rev. av	Kontr.	Godkj.
TEGNERKLARING : <ul style="list-style-type: none"> ● Dreisondring ○ Enkel sondring ▽ Trykksondring ✱ Borhull nr. 					
<ul style="list-style-type: none"> ✱ Feltekkontrollboring ⊕ Direktrykksondring ⊕ Totalsondring Tereng (tunn) kote Antrekk fjelkote 					
<ul style="list-style-type: none"> ⊕ Prøveserie ⊕ Prøvegrop ⊕ Vingeboring ⊕ Boret dybde + boret i fjell 					
<ul style="list-style-type: none"> ⊕ Poretrykksmåling ⊕ Fjell i dagen 					
Kartgrunnlag: Ryen, sos Utgangspunkt for nivåelement: Hansen Oppmaling					
Borplan nr.: 2216 Lab bok nr.: 2216					
Borplan NVE Topdalsveien 230-236, Ryen					
Multiconsult Regedalen 15, 4626 KRISTJANSAND 99 Tlf.: 37 40 20 20 - Fax: 37 40 20 99					
Dato	26.02.14	Original format	A1	Konstr./Tegner	ja
Dokumentnr.	312980	Tegningsnr.	RIG-TEG-001	Rev.	ja



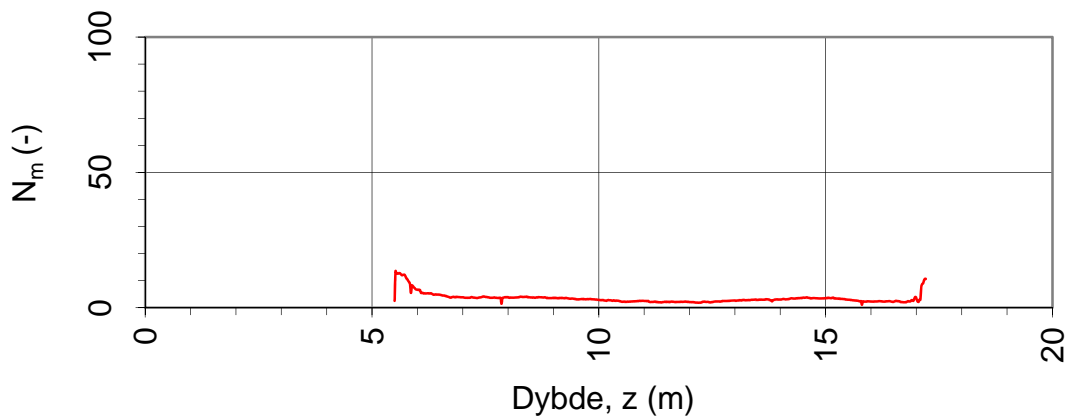
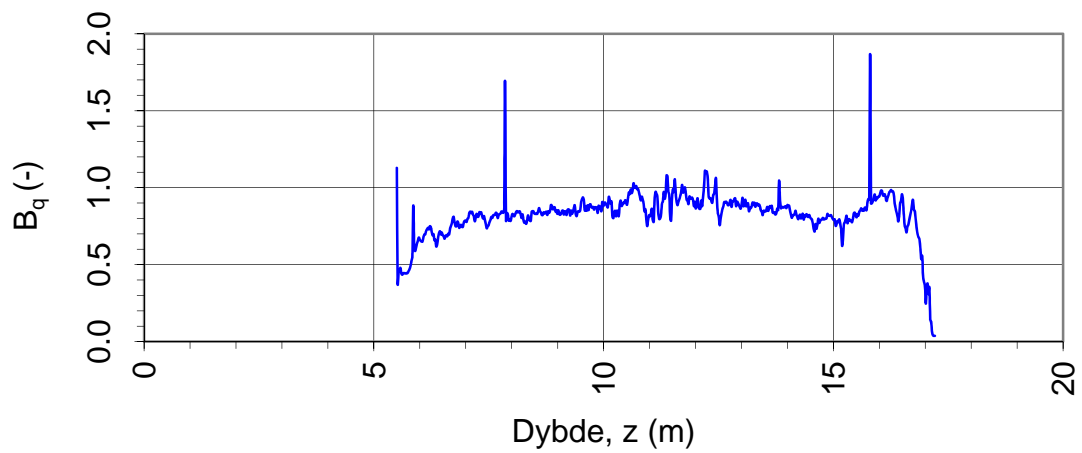
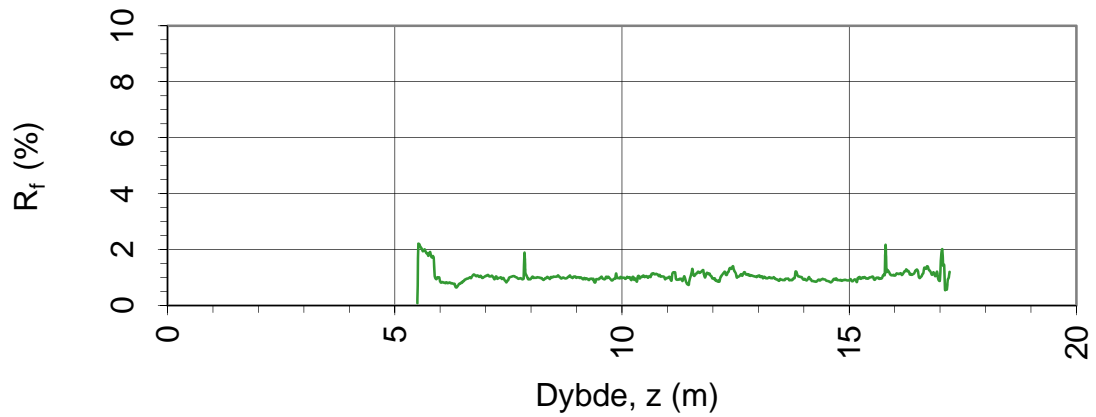
Merknad:
Forboret til 5,5 m dybde

Oppdragsgiver: NVE		Oppdrag: Topdalsveien 230-236, Ryen		Tegningens filnavn: cptu v2.xlsx	
Spissmotstand $q_{c,t}$, poretrykk u_2 og sidefriksjon f_s .				Multiconsult	
CPTU id.:	CPTU v2	Sonde:	4405		
MULTICONSULT AS	Dato: 26.02.2014	Tegnet: jaa	Kontrollert: tdr	Godkjent: jaa	
	Oppdrag nr.: 312880	Tegning nr.: RIG-TEG-040	Versjon: 28.11.2013	Revisjon: 0	



Merknad:
Forboret til 5,5 m dybde

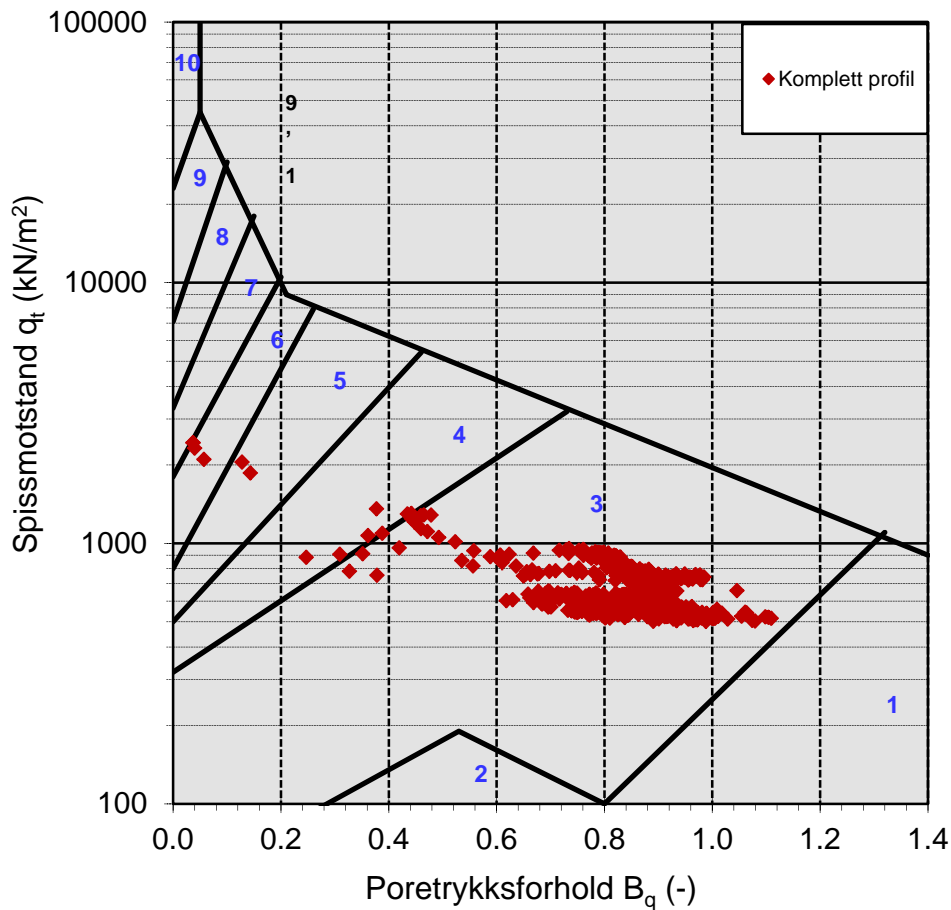
Oppdragsgiver: NVE		Oppdrag: Topdalsveien 230-236, Ryen		Tegningens filnavn: cptu v2.xlsx
Netto spissmotstand q_n og poreovertrykk Δu_2 .				Multiconsult
CPTU id.:	CPTU v2	Sonde:	4405	
MULTICONSULT AS	Dato: 26.02.2014	Tegnet: jaa	Kontrollert: tdr	Godkjent: jaa
	Oppdrag nr.: 312880	Tegning nr.: RIG-TEG-041	Versjon: 28.11.2013	Revisjon: 0



Merknad:

Forboret til 5,5 m dybde

Oppdragsgiver: NVE		Oppdrag: Topdalsveien 230-236, Ryen		Tegningens filnavn: cptu v2.xlsx
Spissmotstandstall N_m , poretrykks- B_q og friksjonsforhold R_f .				Multiconsult
CPTU id.:	CPTU v2	Sonde:	4405	
MULTICONSULT AS	Dato: 26.02.2014	Tegnet: jaa	Kontrollert: tdr	Godkjent: jaa
	Oppdrag nr.: 312880	Tegning nr.: RIG-TEG-042	Versjon: 28.11.2013	Revisjon: 0



Jordartsid.	Beskrivelse	Identifikasjon
1	Sensitivt, finkornig materiale	
2	Organisk materiale	
3	Leire	Ved variasjon i jordartgruppe brukes begge Id-boksene for å beskrive materialet (eks. 5-7)
4	Leire - siltig leire	
5	Leirig silt - siltig leire	
6	Sandig silt - leirig silt	
7	Siltig sand - sandig silt	
8	Sand - siltig sand	
9	Sand	
10	Grusig sand - sand	
11	Meget fast, finkornig materiale	
12	Sand - leirig sand	

Oppdragsgiver:

NVE

Oppdrag:

Topdalsveien 230-236, Ryen

Tegningens filnavn:

cptu v2.xlsx

Jordartsidentifikasjon fra CPTU data - q_t og B_q .

Multiconsult

CPTU id.:

CPTU v2

Sonde:

4405

MULTICONSULT AS

Dato:
26.02.2014

Tegnet:
jaa

Kontrollert:
tdr

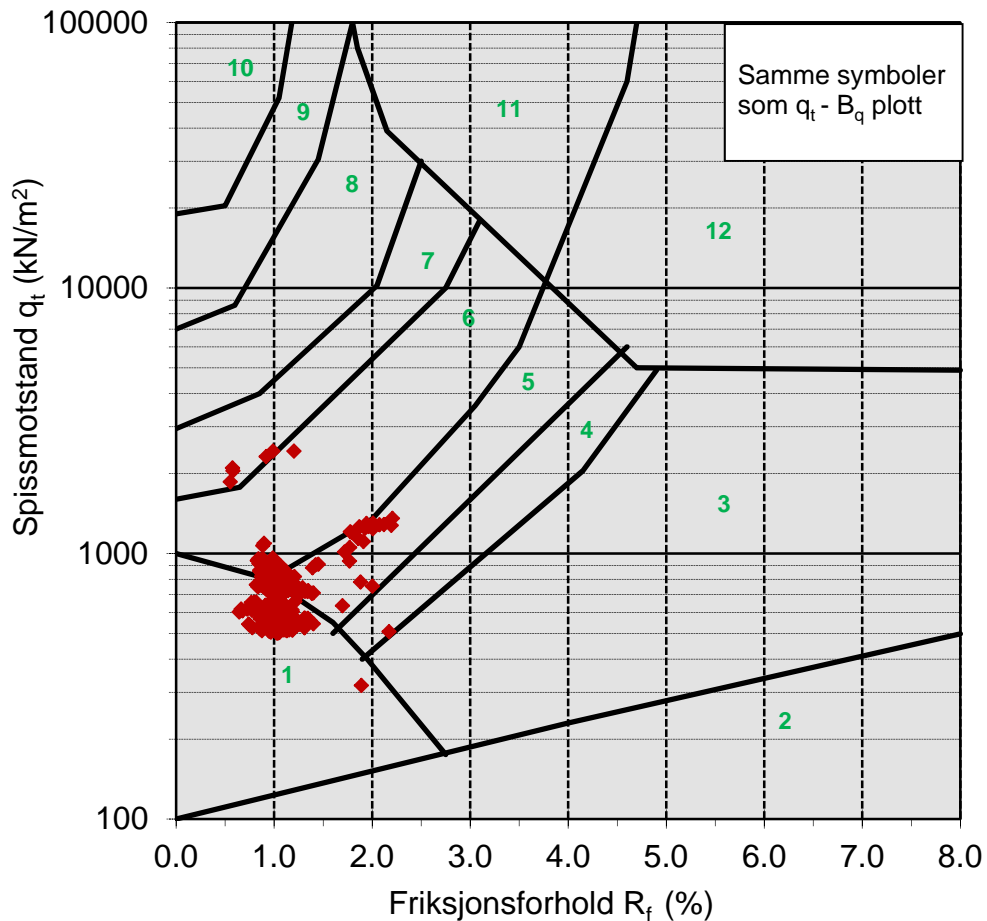
Godkjent:
jaa

Oppdrag nr.:
312880

Tegning nr.:
RIG-TEG-043

Versjon:
28.11.2013

Revisjon:
0



Jordartsid.	Beskrivelse	Identifikasjon
1	Sensitivt, finkornig materiale	
2	Organisk materiale	
3	Leire	Ved variasjon i jordartgruppe brukes begge Id-boksene for å beskrive materialet (eks. 5-7)
4	Leire - siltig leire	
5	Leirig silt - siltig leire	
6	Sandig silt - leirig silt	
7	Siltig sand - sandig silt	
8	Sand - siltig sand	
9	Sand	
10	Grusig sand - sand	
11	Meget fast, finkornig materiale	
12	Sand - leirig sand	

Oppdragsgiver:

NVE

Oppdrag:

Topdalsveien 230-236, Ryen

Tegningens filnavn:

cptu v2.xlsx

Jordartsidentifikasjon fra CPTU data - q_t og R_f .

Multiconsult

CPTU id.:

CPTU v2

Sonde:

4405

MULTICONSULT AS

Dato:
26.02.2014

Tegnet:
jaa

Kontrollert:
tdr

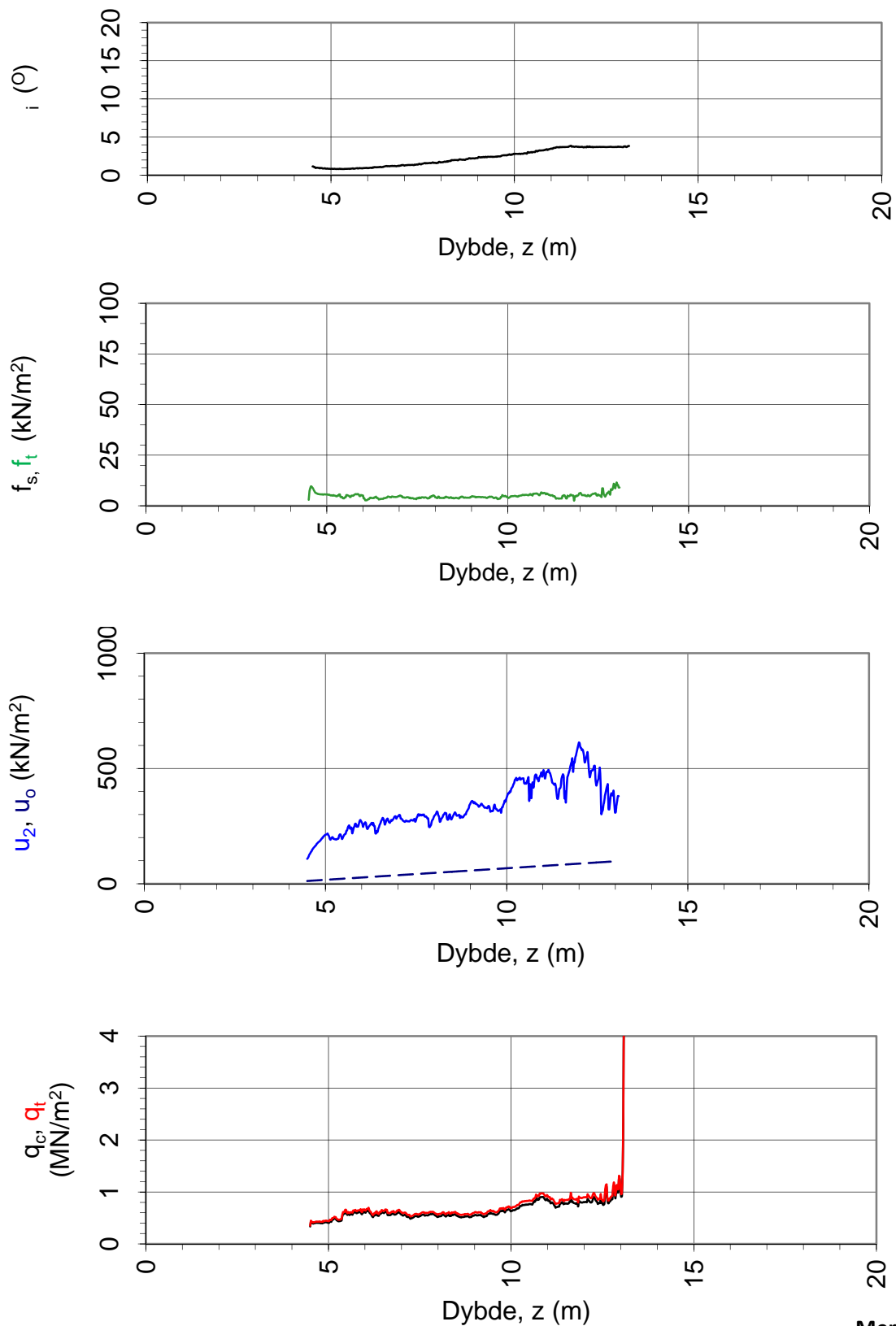
Godkjent:
jaa

Oppdrag nr.:
312880

Tegning nr.:
RIG-TEG-044

Versjon:
28.11.2013

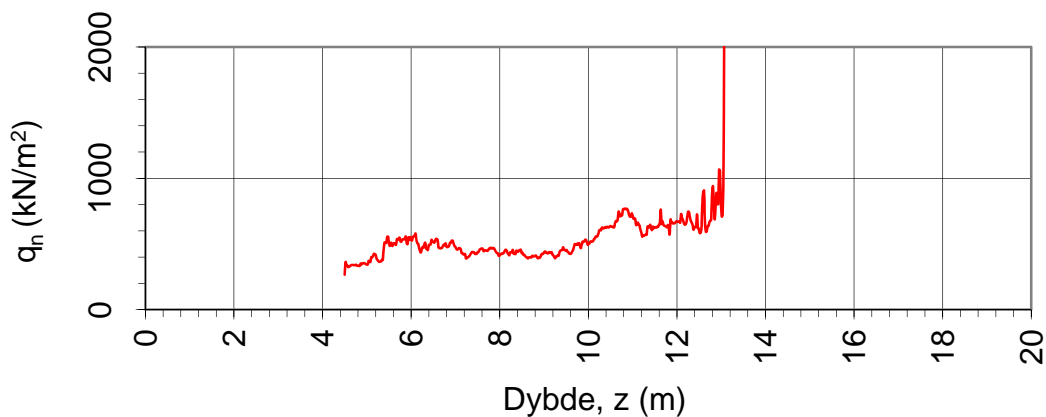
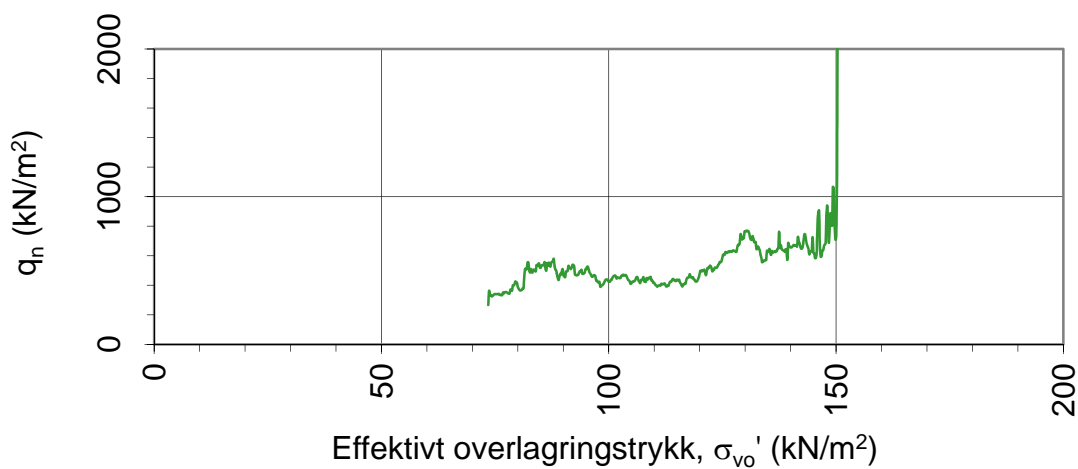
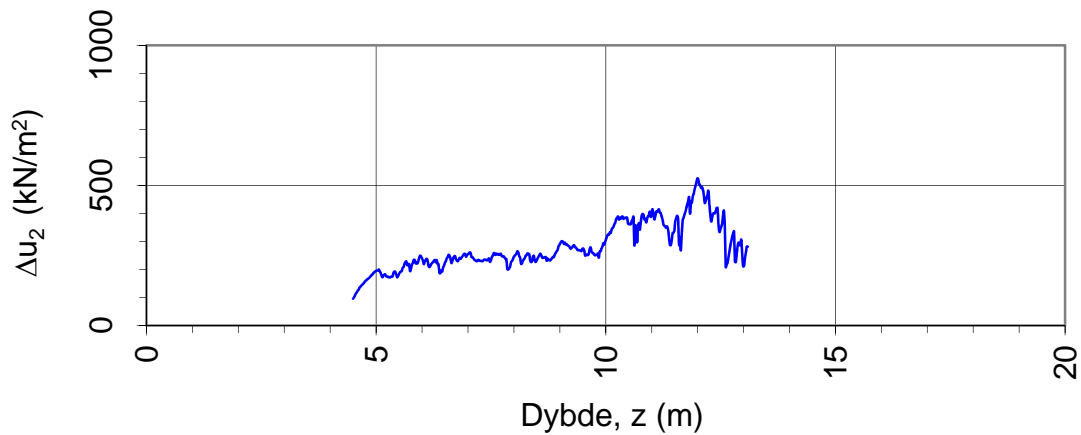
Revisjon:
0



Merknad:

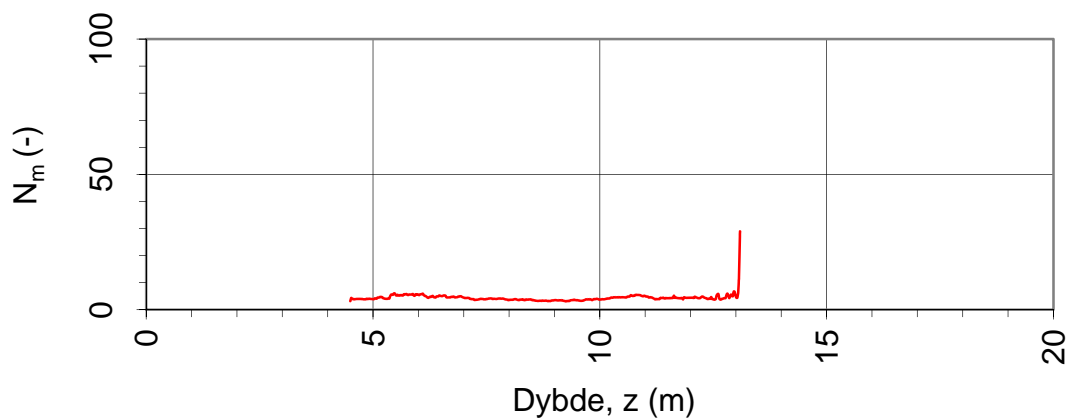
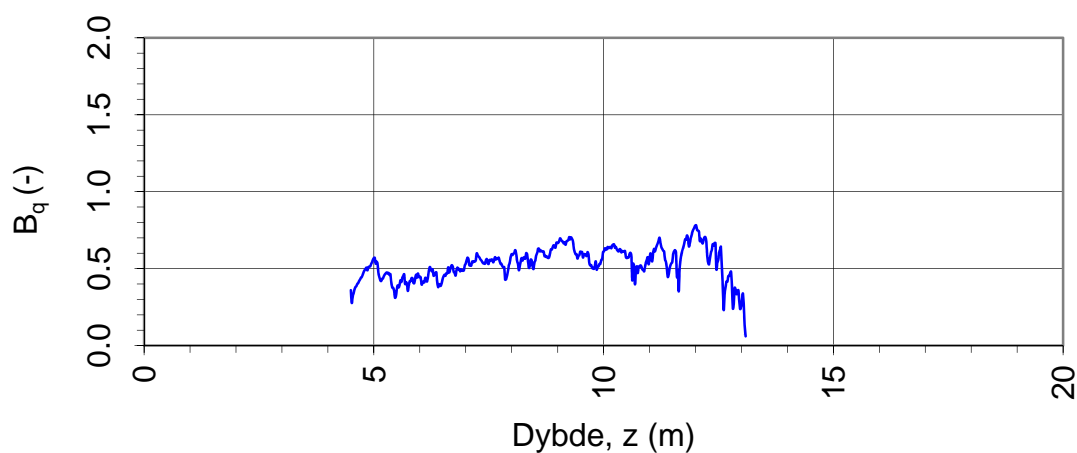
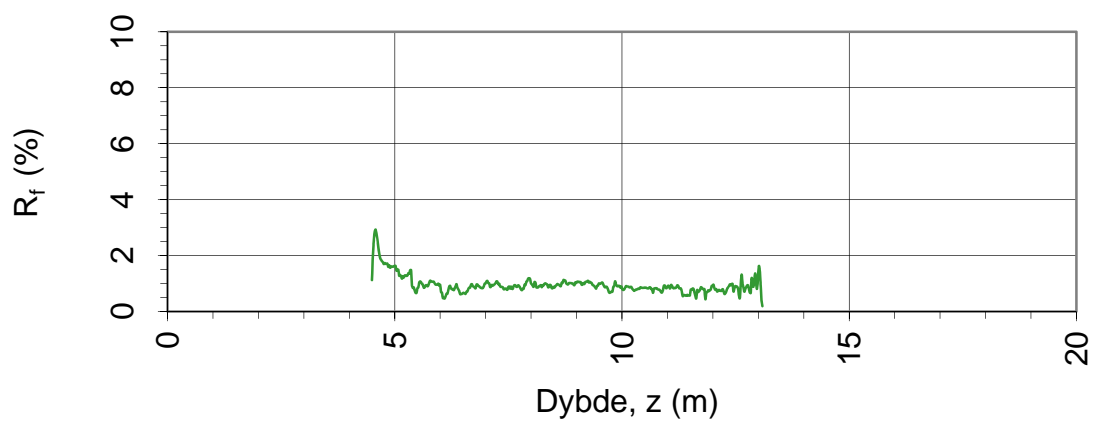
Forboret til 4,5 m dybde

Oppdragsgiver: NVE		Oppdrag: Topdalsveien 230-236, Ryen		Tegningens filnavn: cptu v8.xlsx	
Spissmotstand $q_{c,t}$, poretrykk u_2 og sidefriksjon f_s .				Multiconsult	
CPTU id.:	CPTU v8	Sonde:	4405		
MULTICONSULT AS	Dato: 26.02.2014	Tegnet: jaa	Kontrollert: tdr	Godkjent: jaa	
	Oppdrag nr.: 312880	Tegning nr.: RIG-TEG-045	Versjon: 28.11.2013	Revisjon: 0	



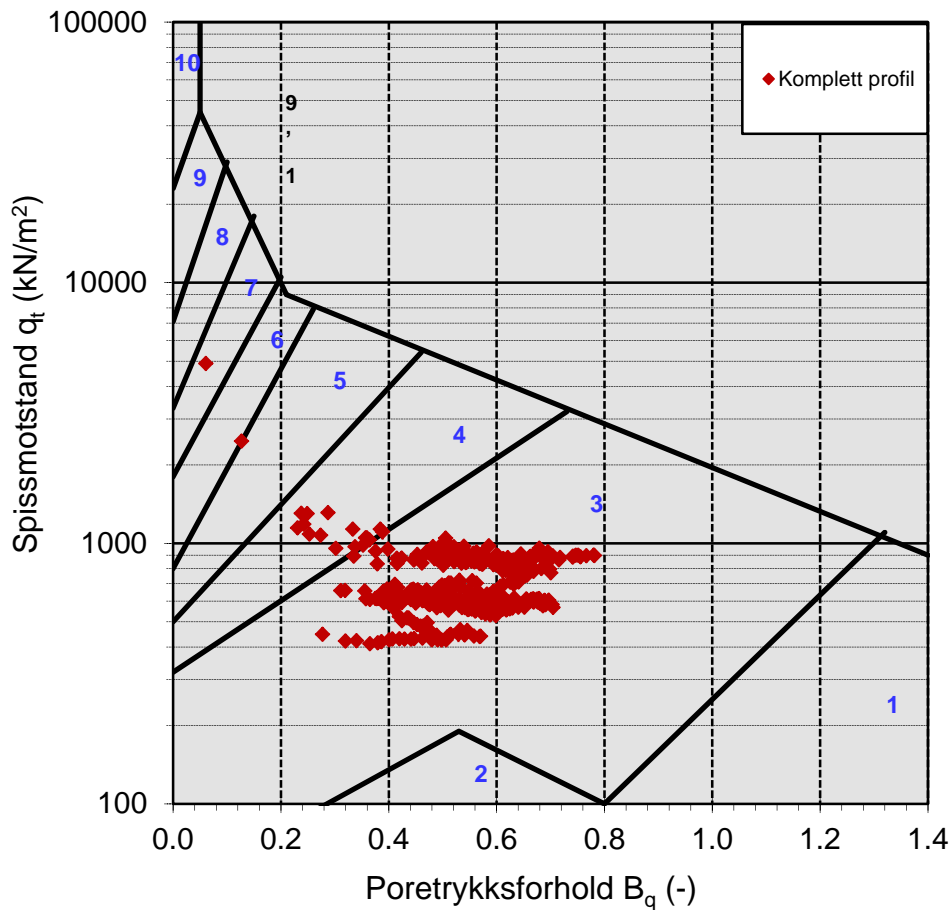
Merknad:
Forboret til 4,5 m dybde

Oppdragsgiver: NVE		Oppdrag: Topdalsveien 230-236, Ryen		Tegningens filnavn: cptu v8.xlsx
Netto spissmotstand q_n og poreovertrykk Δu_2 .				Multiconsult
CPTU id.:	CPTU v8	Sonde:	4405	
MULTICONSULT AS	Dato: 26.02.2014	Tegnet: jaa	Kontrollert: tdr	Godkjent: jaa
	Oppdrag nr.: 312880	Tegning nr.: RIG-TEG-046	Versjon: 28.11.2013	Revisjon: 0



Merknad:
Forboret til 4,5 m dybde

Oppdragsgiver: NVE		Oppdrag: Topdalsveien 230-236, Ryen		Tegningens filnavn: cptu v8.xlsx
Spissmotstandstall N_m , poretrykks- B_q og friksjonsforhold R_f .				Multiconsult
CPTU id.:	CPTU v8	Sonde:	4405	
MULTICONSULT AS	Dato: 26.02.2014	Tegnet: jaa	Kontrollert: tdr	Godkjent: jaa
	Oppdrag nr.: 312880	Tegning nr.: RIG-TEG-047	Versjon: 28.11.2013	Revisjon: 0



Jordartsid.	Beskrivelse	Identifikasjon
1	Sensitivt, finkornig materiale	
2	Organisk materiale	
3	Leire	Ved variasjon i jordartgruppe brukes begge Id-boksene for å beskrive materialet (eks. 5-7)
4	Leire - siltig leire	
5	Leirig silt - siltig leire	
6	Sandig silt - leirig silt	
7	Siltig sand - sandig silt	
8	Sand - siltig sand	
9	Sand	
10	Grusig sand - sand	
11	Meget fast, finkornig materiale	
12	Sand - leirig sand	

Oppdragsgiver:

NVE

Oppdrag:

Topdalsveien 230-236, Ryen

Tegningens filnavn:

cptu v8.xlsx

Jordartsidentifikasjon fra CPTU data - q_t og B_q .

Multiconsult

CPTU id.:

CPTU v8

Sonde:

4405

MULTICONSULT AS

Dato:
26.02.2014

Tegnet:
jaa

Kontrollert:
tdr

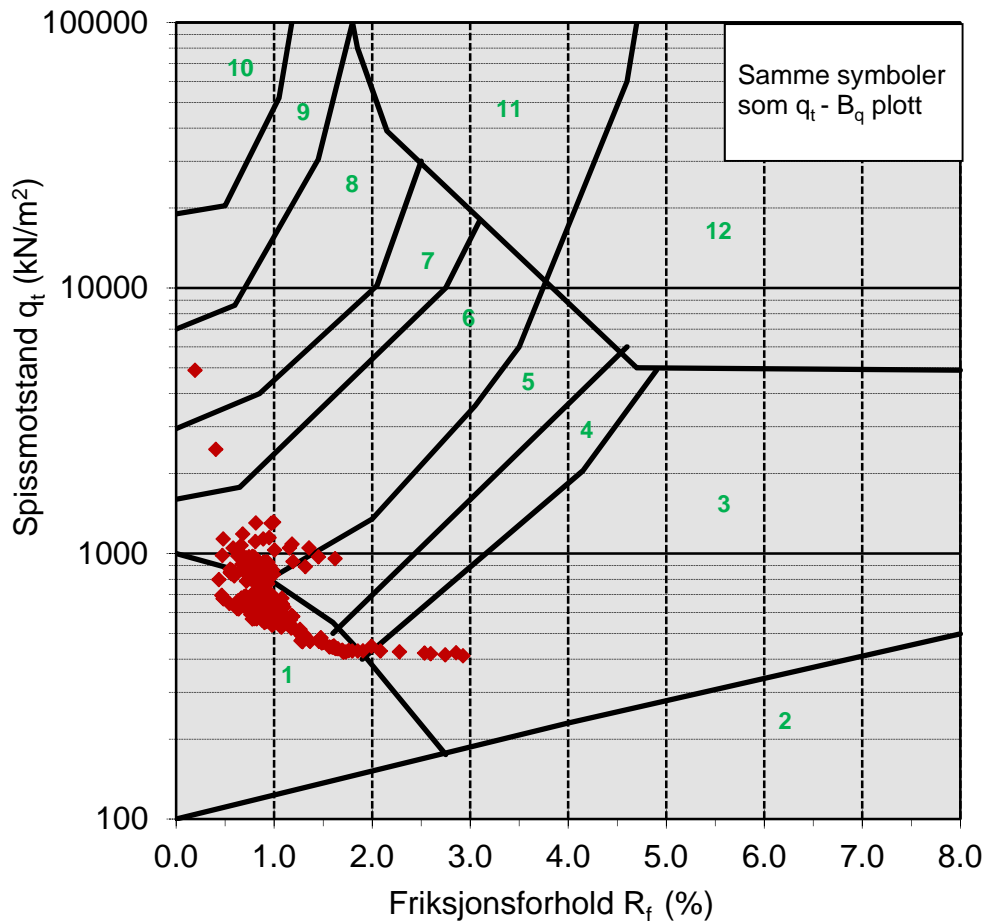
Godkjent:
jaa

Oppdrag nr.:
312880

Tegning nr.:
RIG-TEG-048

Versjon:
28.11.2013

Revisjon:
0



Jordartsid.	Beskrivelse	Identifikasjon
1	Sensitivt, finkornig materiale	
2	Organisk materiale	
3	Leire	Ved variasjon i jordartgruppe brukes begge Id-boksene for å beskrive materialet (eks. 5-7)
4	Leire - siltig leire	
5	Leirig silt - siltig leire	
6	Sandig silt - leirig silt	
7	Siltig sand - sandig silt	
8	Sand - siltig sand	
9	Sand	
10	Grusig sand - sand	
11	Meget fast, finkornig materiale	
12	Sand - leirig sand	

Oppdragsgiver:

NVE

Oppdrag:

Topdalsveien 230-236, Ryen

Tegningens filnavn:

cptu v8.xlsx

Jordartsidentifikasjon fra CPTU data - q_t og R_f .

Multiconsult

CPTU id.:

CPTU v8

Sonde:

4405

MULTICONSULT AS

Dato:
26.02.2014

Tegnet:
jaa

Kontrollert:
tdr

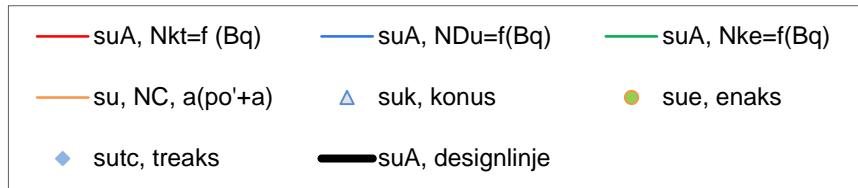
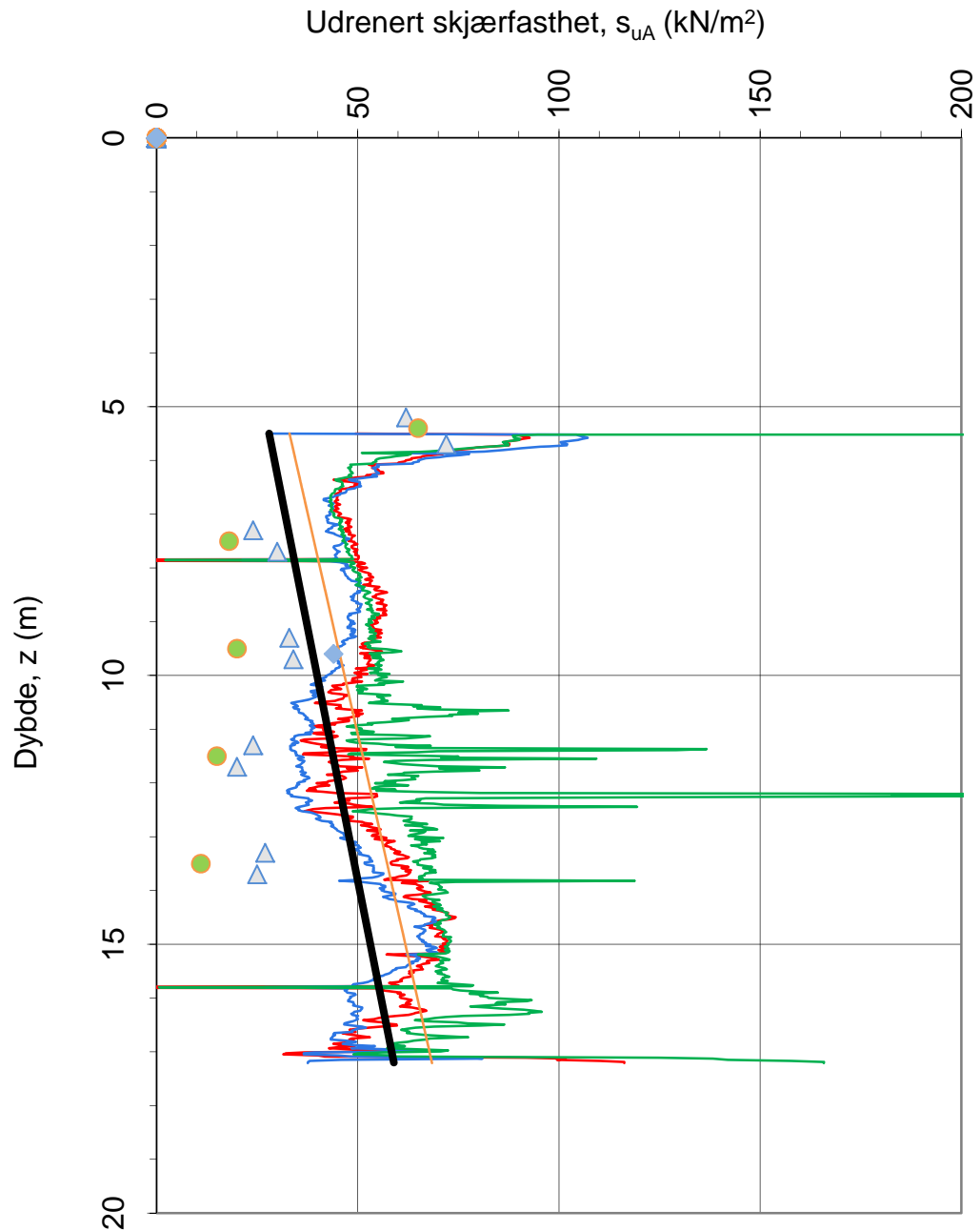
Godkjent:
jaa

Oppdrag nr.:
312880

Tegning nr.:
RIG-TEG-049

Versjon:
28.11.2013

Revisjon:
0



$$N_{kt} = (18,7 - 12,5 \cdot B_q)$$

$$N_{Du} = (1,8 + 7,25 \cdot B_q)$$

$$N_{ke} = (13,8 - 12,5 \cdot B_q)$$

$$\alpha_c \text{ valgt: } \mathbf{0.38}$$

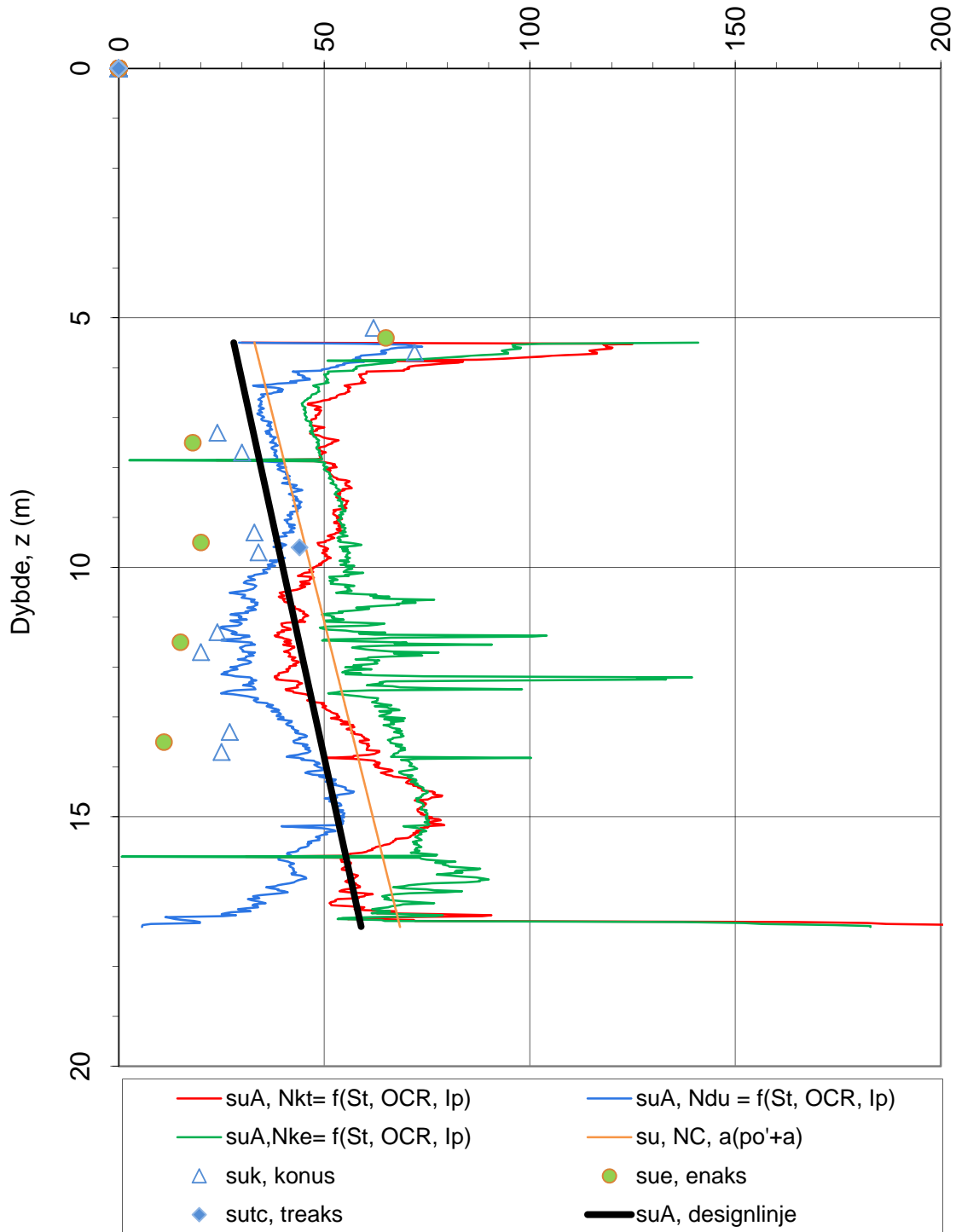
Merknad:

Forboret til 5,5 m dybde

Referansemetode: Karlsrud et al (1996)

Oppdragsgiver:		Oppdrag:		Tegningens filnavn:	
NVE		Topdalsveien 230-236, Ryen		cptu v2.xlsx	
Aktiv udrenert skjærfasthet s_{uA} , korrelert mot B_q .					
CPTU id.:	CPTU v2	Sonde:	4405	Multiconsult	
MULTICONSULT AS	Dato: 26.02.2014	Tegnet: jaa	Kontrollert:		
	Oppdrag nr.: 312880	Tegning nr.: RIG-TEG-050	Versjon: 28.11.2013	Revisjon: 0	

Udrenert skjærfasthet, s_{uA} (kN/m²)



Sensitivitetsvalg:

St > 15

α_c valgt:

0.38

Merknad:

Forboret til 5,5 m dypde

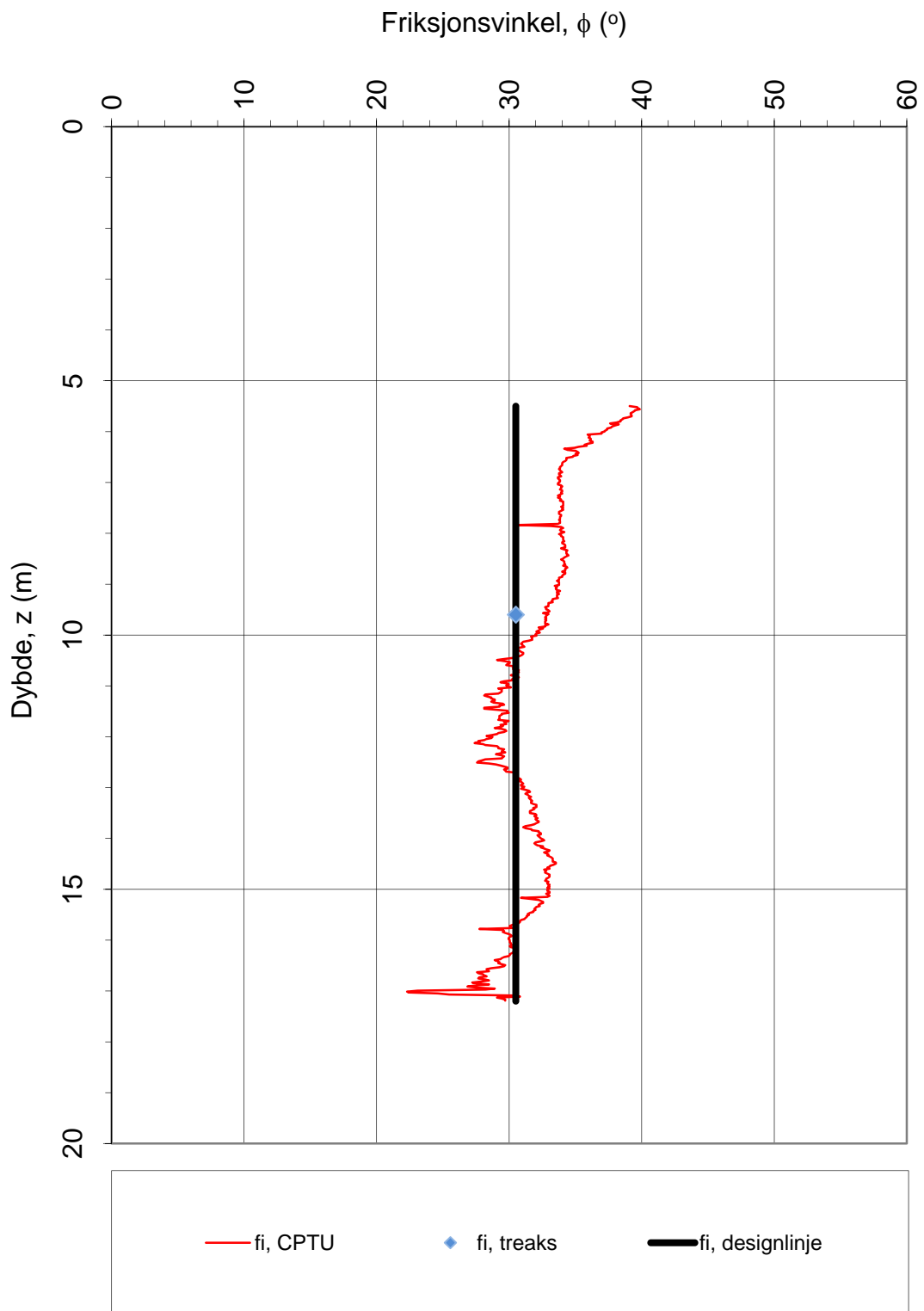
$$Nkt = (8.5 + 2.5 \log OCR + 0 I_p)$$

$$Ndu = (9.8 - 4.5 \log OCR + 0 I_p)$$

$$Nke = (12.5 - 11 B_q)$$

Referansem metode: Karlsrud et al (2005)

Oppdragsgiver:		Oppdrag:		Tegningens filnavn:	
NVE		Topdalsveien 230-236, Ryen		cptu v2.xlsx	
Aktiv udrenert skjærfasthet s_{uA} , korrelert mot S_t , OCR og I_p .					
CPTU id.:	CPTU v2	Sonde:	4405	Multiconsult	
MULTICONSULT AS	Dato: 26.02.2014	Tegnet: jaa	Kontrollert:		
	Oppdrag nr.:	Tegning nr.:	Versjon:	Revisjon:	
	312880	RIG-TEG-051	28.11.2013	0	

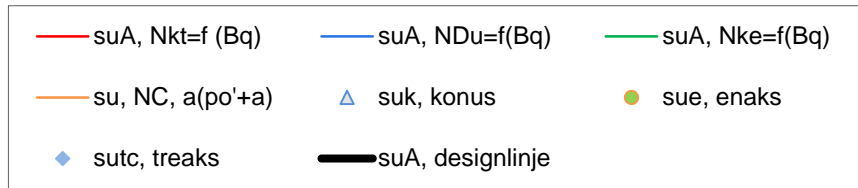
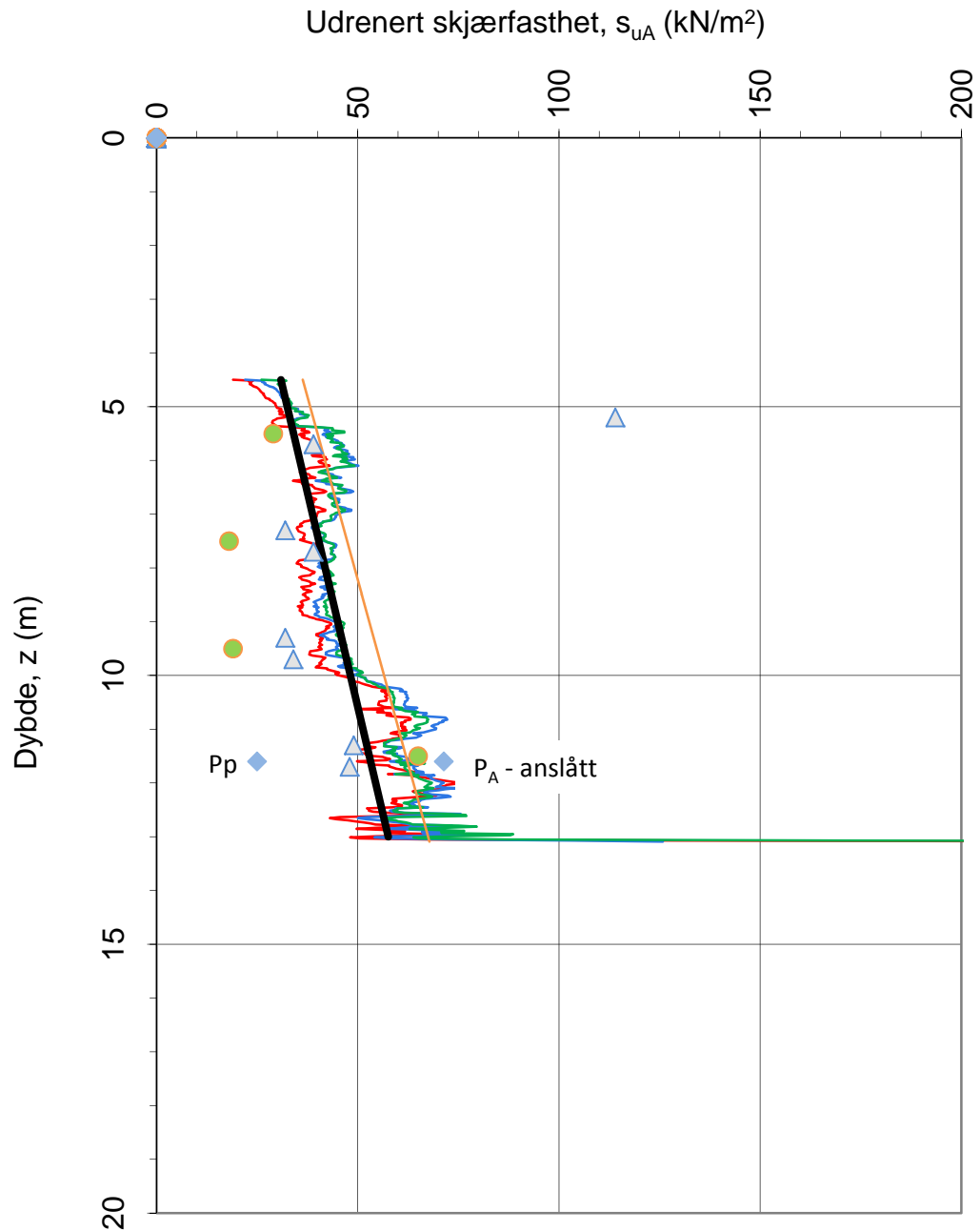


Referanse metode: NTNU Senneset, Sandven & Janbu (1989), Sandven (1990)

Merknad:

Forboret til 5,5 m dybde

Oppdragsgiver: NVE		Oppdrag: Topdalsveien 230-236, Ryen		Tegningens filnavn: cptu v2.xlsx
Friksjonsvinkel ϕ .				Multiconsult
CPTU id.:	CPTU v2	Sonde:	4405	
MULTICONSULT AS	Dato: 26.02.2014	Tegnet: jaa	Kontrollert:	Godkjent:
	Oppdrag nr.: 312880	Tegning nr.: RIG-TEG-052	Versjon: 28.11.2013	Revisjon: 0



$$Nkt = (18,7 - 12,5 \cdot Bq)$$

$$NDu = (1,8 + 7,25 \cdot Bq)$$

$$Nke = (13,8 - 12,5 \cdot Bq)$$

α_c valgt: **0.46**

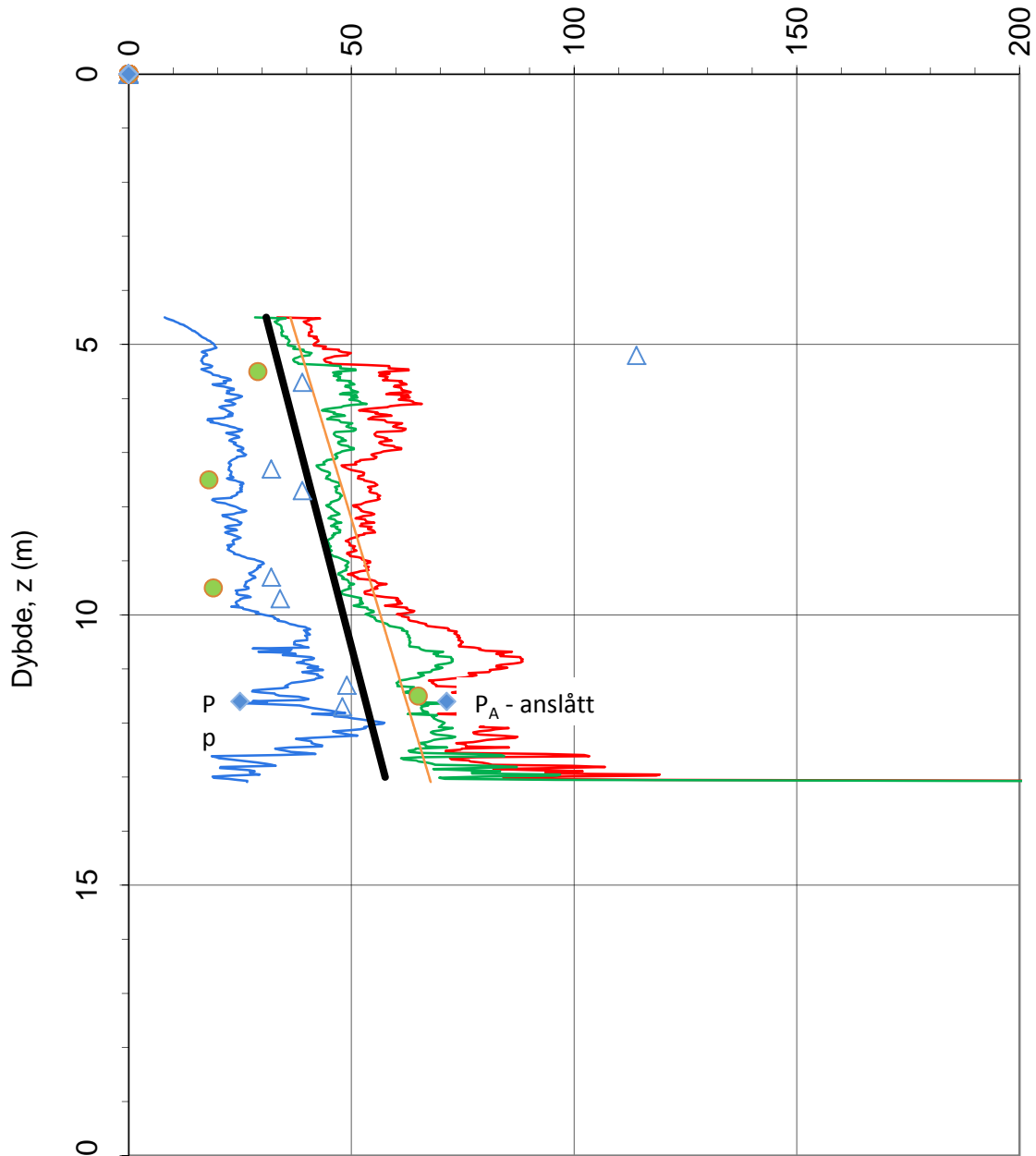
Merknad:

Forboret til 4,5 m dybde

Referansem metode: Karlsrud et al (1996)

Oppdragsgiver:		Oppdrag:		Tegningens filnavn:	
NVE		Topdalsveien 230-236, Ryen		cptu v8.xlsx	
Aktiv udrenert skjærfasthet s_{uA} , korrelert mot B_q .					
CPTU id.:	CPTU v8	Sonde:	4405	Multiconsult	
MULTICONSULT AS	Dato: 26.02.2014	Tegnet: jaa	Kontrollert:		
	Oppdrag nr.: 312880	Tegning nr.: RIG-TEG-053	Versjon: 28.11.2013	Revisjon: 0	

Udrenert skjærfasthet, s_{uA} (kN/m²)



- s_{uA} , $N_{kt} = f(St, OCR, I_p)$
- s_{uA} , $N_{ke} = f(St, OCR, I_p)$
- s_{uA} , $N_{du} = f(St, OCR, I_p)$
- s_u , N_C , $a(p_o' + a)$
- △ s_{uk} , konus
- s_{ue} , enaks
- ◆ s_{utc} , treaks
- s_{uA} , designlinje

Sensitivitetsvalg:

St > 15

α_c valgt:

0.46

Merknad:

Forboret til 4,5 m dypde

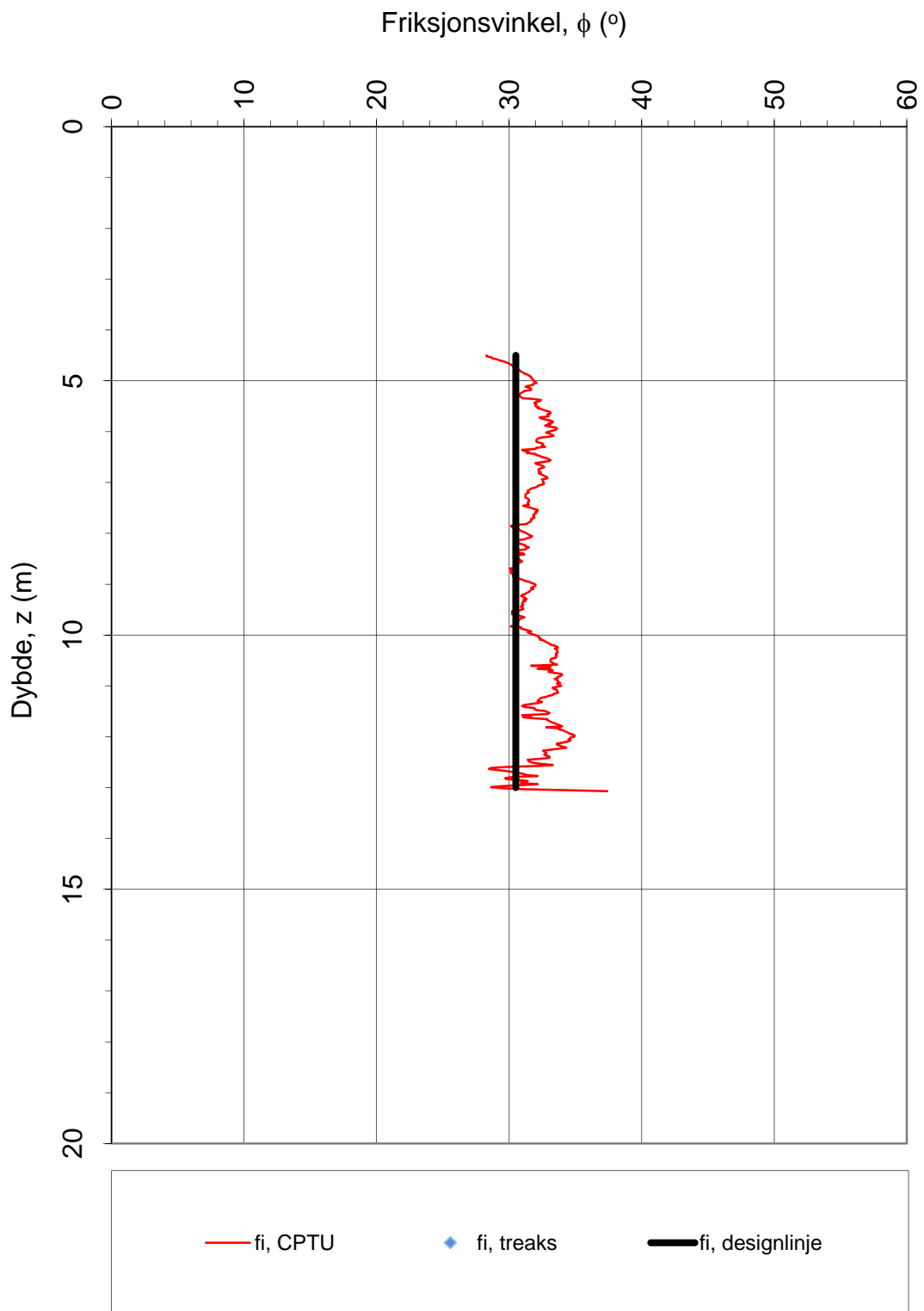
$$N_{kt} = (8.5 + 2.5 \log OCR + 0 I_p)$$

$$N_{Du} = (9.8 - 4.5 \log OCR + 0 I_p)$$

$$N_{ke} = (12.5 - 11 B_q)$$

Referansemetode: Karlsrud et al (2005)

Oppdragsgiver:		Oppdrag:		Tegningens filnavn:	
NVE		Topdalsveien 230-236, Ryen		cptu v8.xlsx	
Aktiv udrenert skjærfasthet s_{uA} , korrelert mot S_t , OCR og I_p .					
CPTU id.:	CPTU v8	Sonde:	4405	Multiconsult	
MULTICONSULT AS	Dato:	Tegnet:	Kontrollert:		
	26.02.2014	jaa			
	Oppdrag nr.:	Tegning nr.:	Versjon:	Revisjon:	
	312880	RIG-TEG-054	28.11.2013	0	

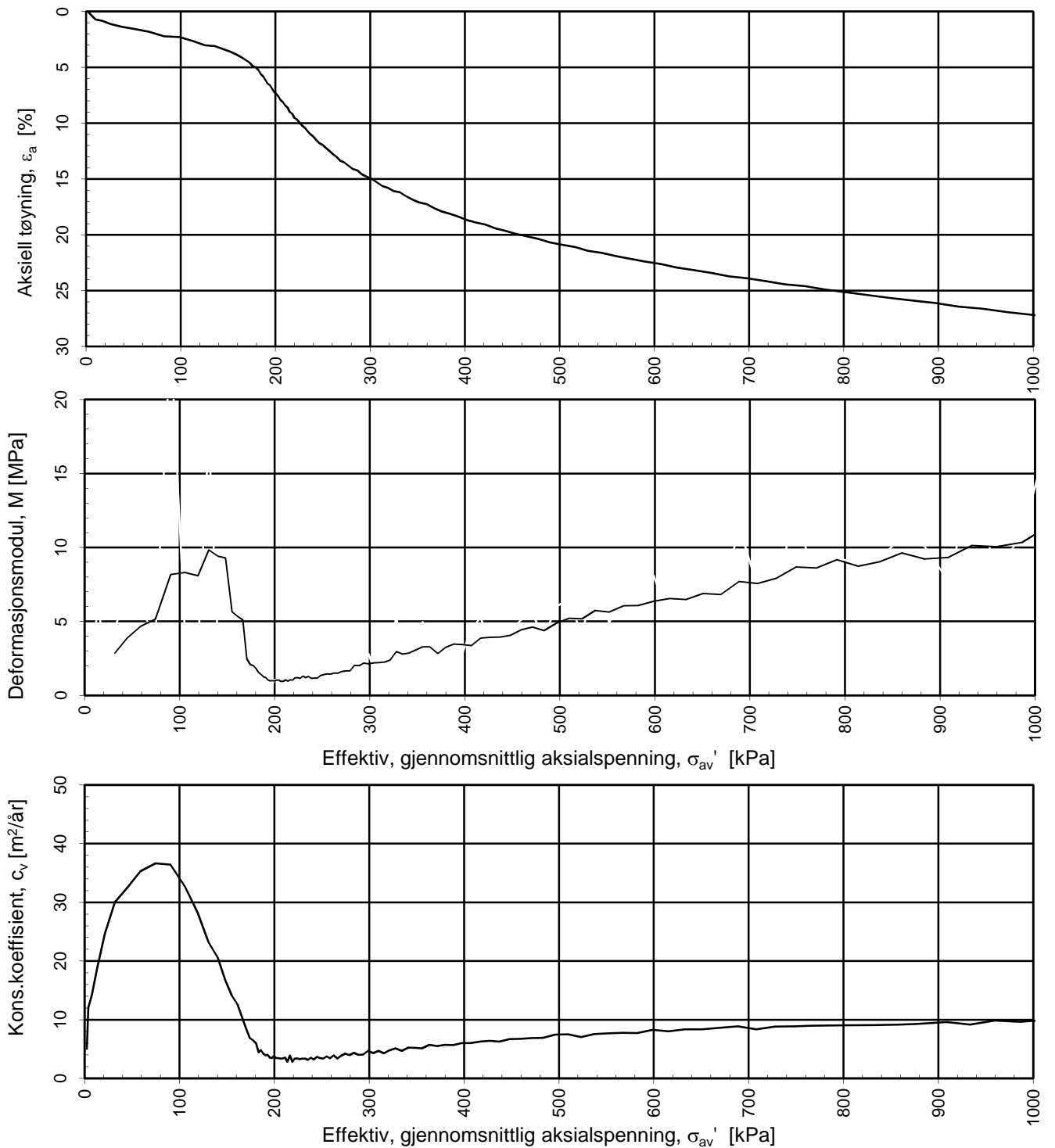


Referanse metode: NTNU Senneset, Sandven & Janbu (1989), Sandven (1990)

Merknad:
Forboret til 4,5 m dybde

Oppdragsgiver: NVE		Oppdrag: Topdalsveien 230-236, Ryen		Tegningens filnavn: cptu v8.xlsx
Friksjonsvinkel ϕ .				Multiconsult
CPTU id.:	CPTU v8	Sonde:	4405	
MULTICONSULT AS	Dato: 26.02.2014	Tegnet: jaa	Kontrollert:	Godkjent:
	Oppdrag nr.: 312880	Tegning nr.: RIG-TEG-055	Versjon: 28.11.2013	Revisjon: 0

Effektiv gjennomsnittlig aksialspenning, σ_{av}' [kPa]



NVE

Topdalsveien 230-236, Ryen

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

Tegningens filnavn:

CRS PR.v2 Dybde 9,5.xlsx

Multiconsult

MULTICONSULT

Nedre Skøyen veg 2,
0276 OSLO
Tlf.: 21 58 50 00
Faks: 21 58 50 01

Forsøksdato:

22.11.2013

Dybde, z (m):

9.50

Borpunkt nr.:

PR.v/2

Forsøknr.:

1

Tegnet av:

SK

Kontrollert:

SK

Godkjent:

JAA

Oppdrag nr.:

312880

Tegning nr.:

RIG-TEG-070.1

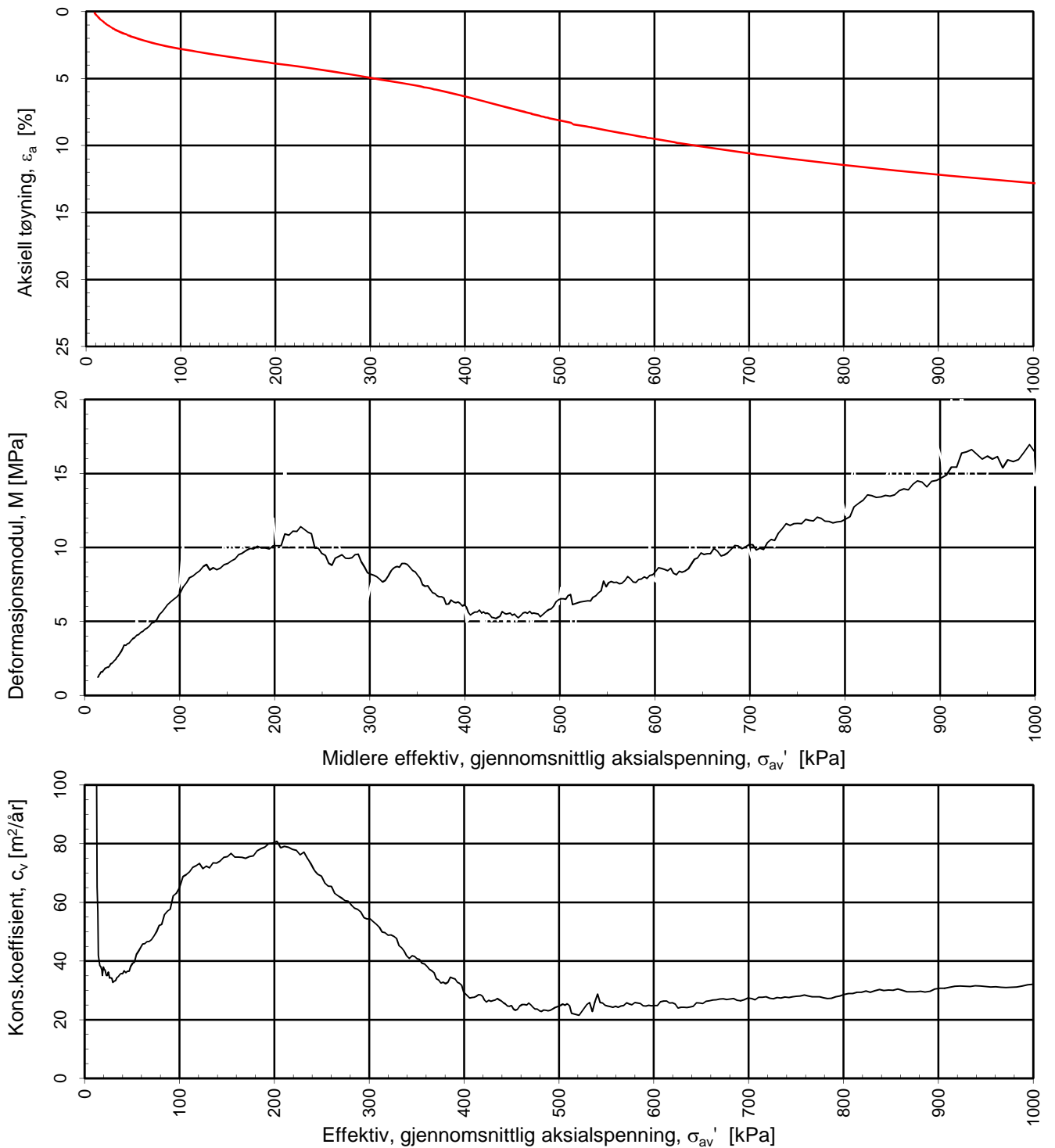
Prosedyre:

CRS

Programrevisjon:

01.06.2011

Effektiv, gjennomsnittlig aksialspenning, σ_{av}' [kPa]



NVE

Topdalsveien 230-236, Ryen

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

Tegningens filnavn:

CRS PR.v8 Dybde 11,6.xls

Multiconsult

MULTICONSULT

Nedre Skøyen veg 2,
0276 OSLO
Tlf.: 21 58 50 00
Faks: 21 58 50 01

Forsøksdato:

22.11.2013

Dybde, z (m):

11.60

Borpunkt nr.:

PR.v/8

Forsøknr.:

1

Tegnet av:

SK

Kontrollert:

sk

Godkjent:

JAA

Oppdrag nr.:

312880

Tegning nr.:

RIG-TEG-071.1

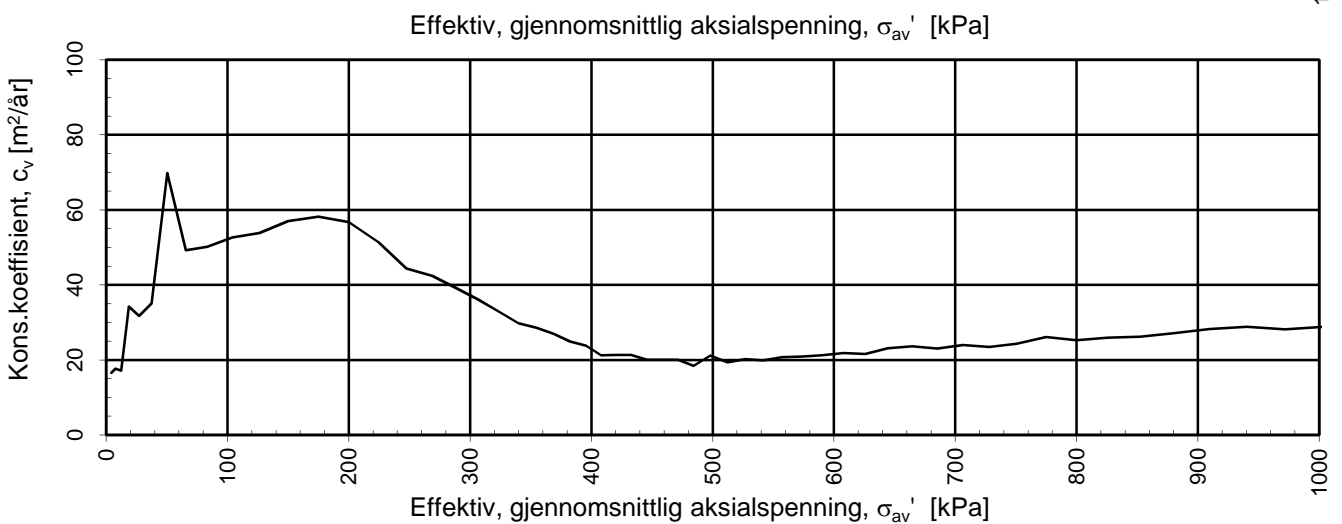
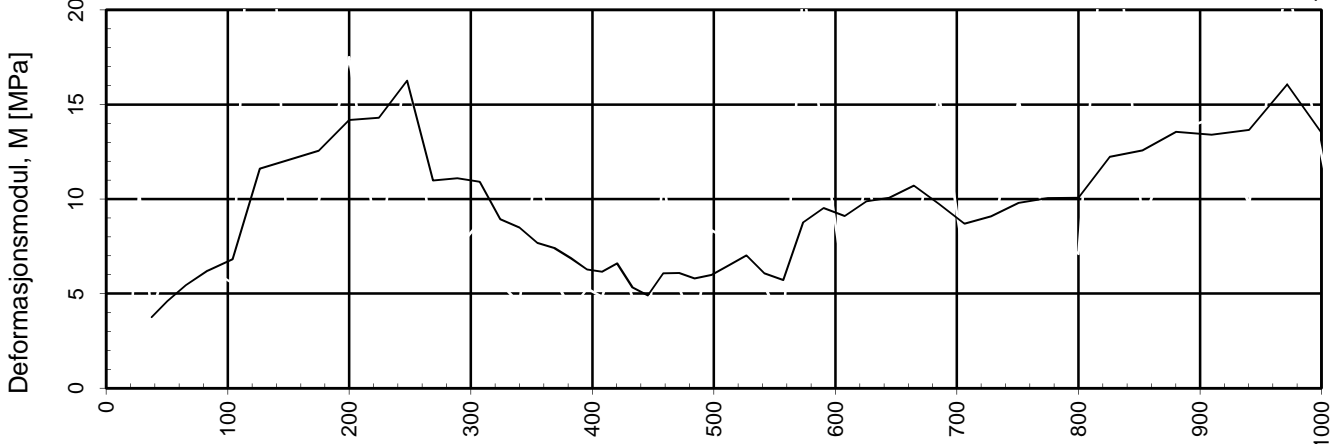
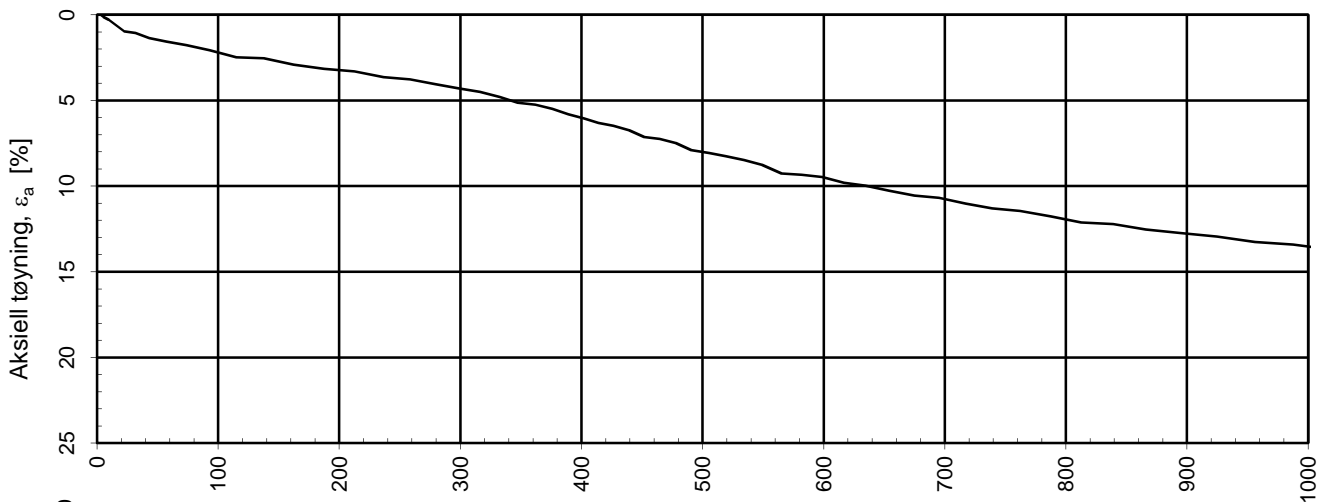
Prosedyre:

CRS

Programrevisjon:

22.11.2012

Effektiv gjennomsnittlig aksialspenning, σ_{av}' [kPa]



NVE

Topdalsveien 230-236, Ryen

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

Tegningens filnavn:

CRS PR.v12 Dybde 10,6.xlsx

Multiconsult

MULTICONSULT

Nedre Skøyen veg 2,
0276 OSLO
Tlf.: 21 58 50 00
Faks: 21 58 50 01

Forsøksdato:

27.11.2013

Dybde, z (m):

10.60

Borpunkt nr.:

PR.v/12

Forsøknr.:

1

Tegnet av:

SK

Kontrollert:

SK

Godkjent:

JAA

Oppdrag nr.:

312880

Tegning nr.:

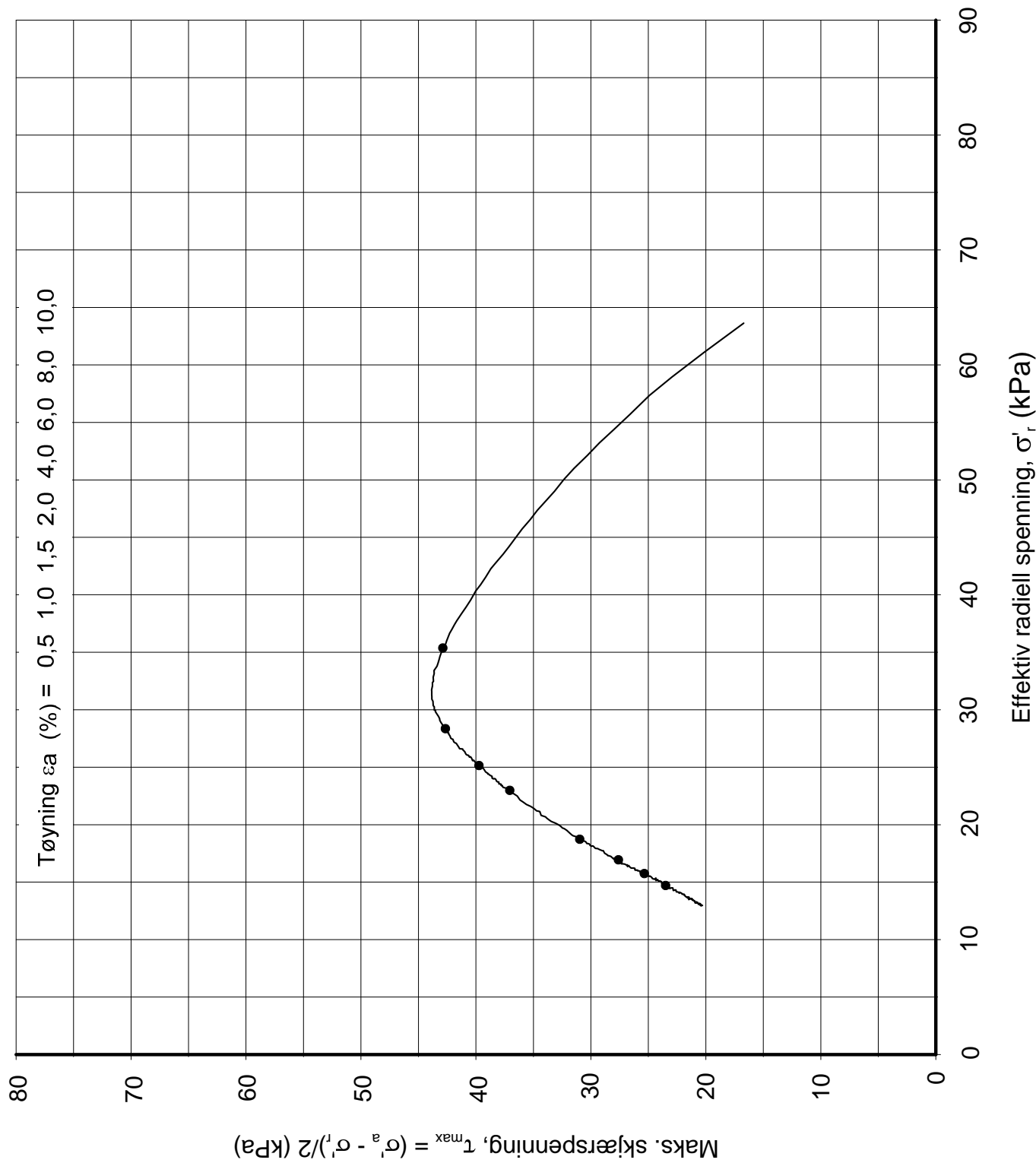
RIG-TEG-072.1

Prosedyre:

CRS

Programrevisjon:

01.06.2011



Forsøksdata

Dybde: 9,60 m
Gvs. = 3.3 m

$\gamma_i = 16,4 \text{ kN/m}^3$
 $\varepsilon_{vol} = \Delta V/V = 2,82 \%$

$w_i = 61,6 \%$
 $w_f = - \%$
 $w_p = - \%$

Tan. $\phi_f = -$
Attraksjon = - kPa

$\sigma'_{vo} = 95,0 \text{ kPa}$
 $\sigma'_{ac} = 94,9 \text{ kPa}$
 $\sigma'_{rc} = 61,9 \text{ kPa}$

Treaksialforsøk CAUa

Filnavn:

C:\3aksLinklocal\NTNU.grf

NVE

Topdalsveien 230-236, Ryen

SK

Kontrollert:
JAA/TDR



Dato: 2014-02-24

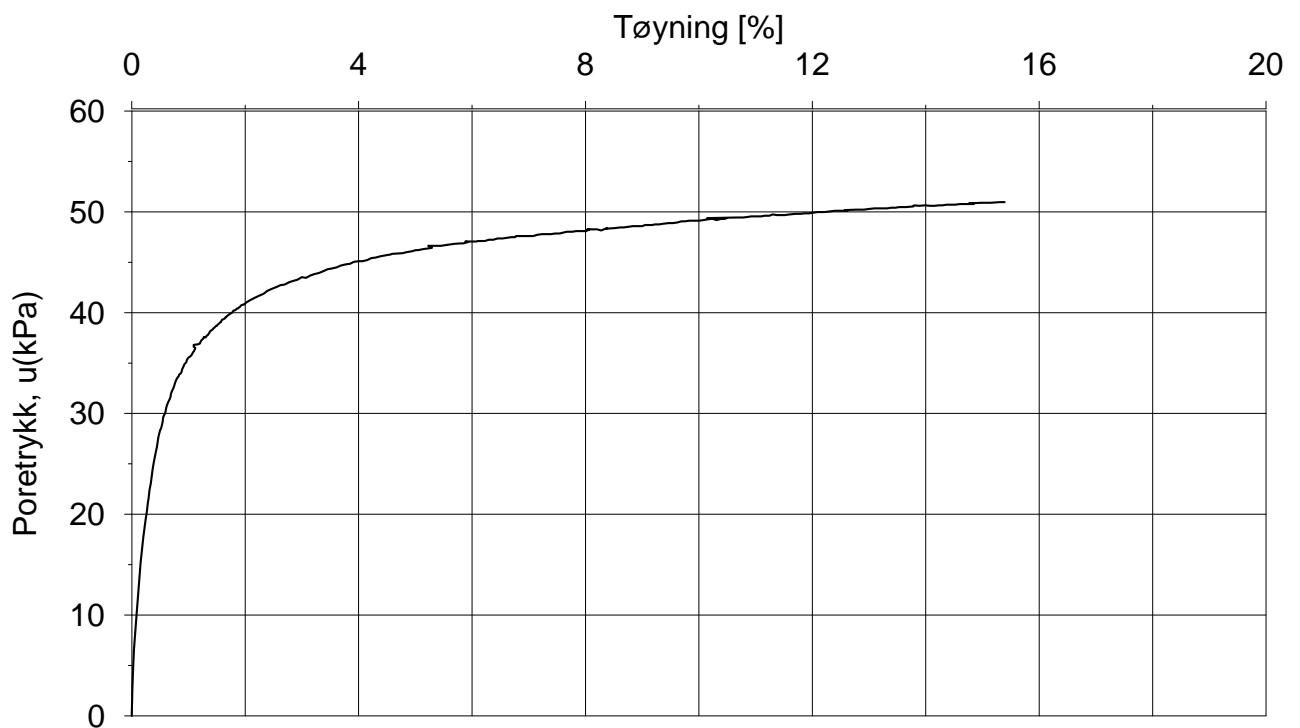
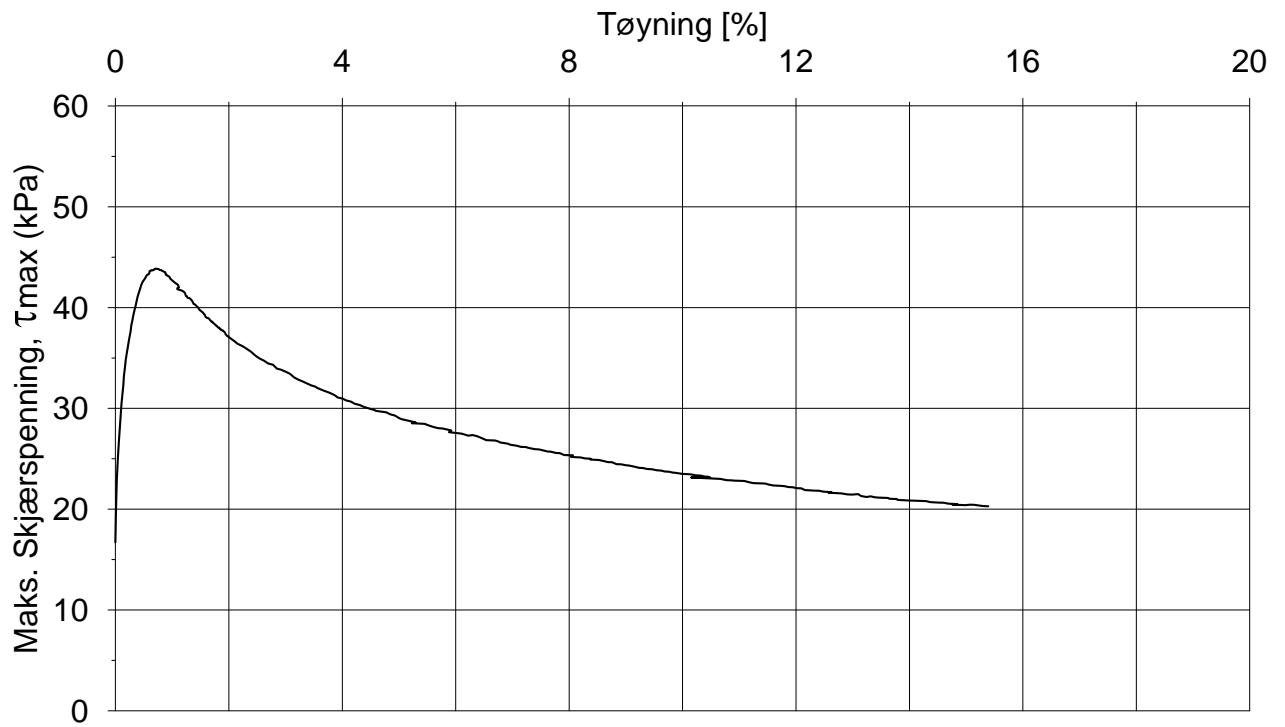
Oppdragsnr: 312880

Borpunkt: PR.v2

Tegning nr.: RIG-TEG-080

Godkjent: JAA

Rev nr. 0



Forsøksdata

Dybde: 9,60 m
Gvs. = 3.3 m

$\gamma_i = 16,4 \text{ kN/m}^3$
 $\epsilon_{vol} = \Delta V/V = 2,82 \%$

$w_i = 61,6 \%$
 $w_f = - \%$
 $w_p = - \%$

$\sigma'_{vo} = 95,0 \text{ kPa}$
 $\sigma'_{ac} = 94,9 \text{ kPa}$
 $\sigma'_{rc} = 61,9 \text{ kPa}$

Treksialforsøk, CAUa

Filnavn:

NVE

Topdalsveien 230-236, Ryen

Tegnet:
SK

Kontrollert:
JAA/TDR



Dato:
2014-02-24

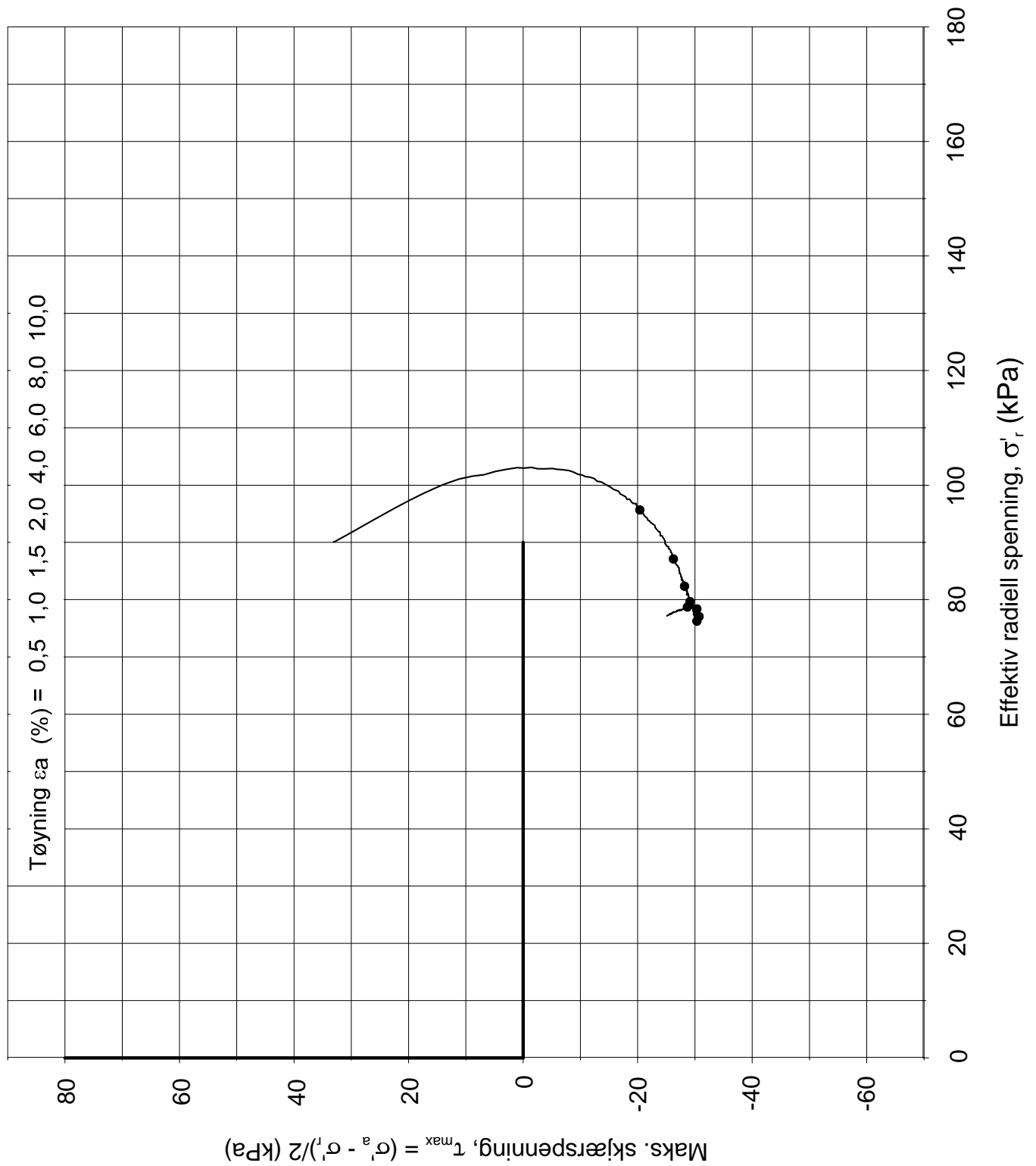
Oppdragsnr:
312880

Borpunkt:
PR.v2

Tegning nr.:
RIG-TEG-081

Godkjent:
JAA

Rev nr.
0



Forsøksdata

Dybde: 11,60 m
Gvs. = 3.5 m

$\gamma_i = 19,0 \text{ kN/m}^3$
 $\varepsilon_{\text{vol}} = \Delta V/V = 4,02 \%$

$w_i = 35,1 \%$
 $w_f = - \%$
 $w_p = - \%$

Tan. $\phi_f = -$
Attraksjon = - kPa

$\sigma'_{\text{vo}} = 139,0 \text{ kPa}$
 $\sigma'_{\text{ac}} = 157,0 \text{ kPa}$
 $\sigma'_{\text{rc}} = 91,1 \text{ kPa}$

Treaksialforsøk CAUp

Filnavn:

C:\3aksLinklocal\NTNU.grf

NVE

Topdalsveien 230-236, Ryen

SK

Kontrollert:
JAA/TDR



Dato:
2014-02-24

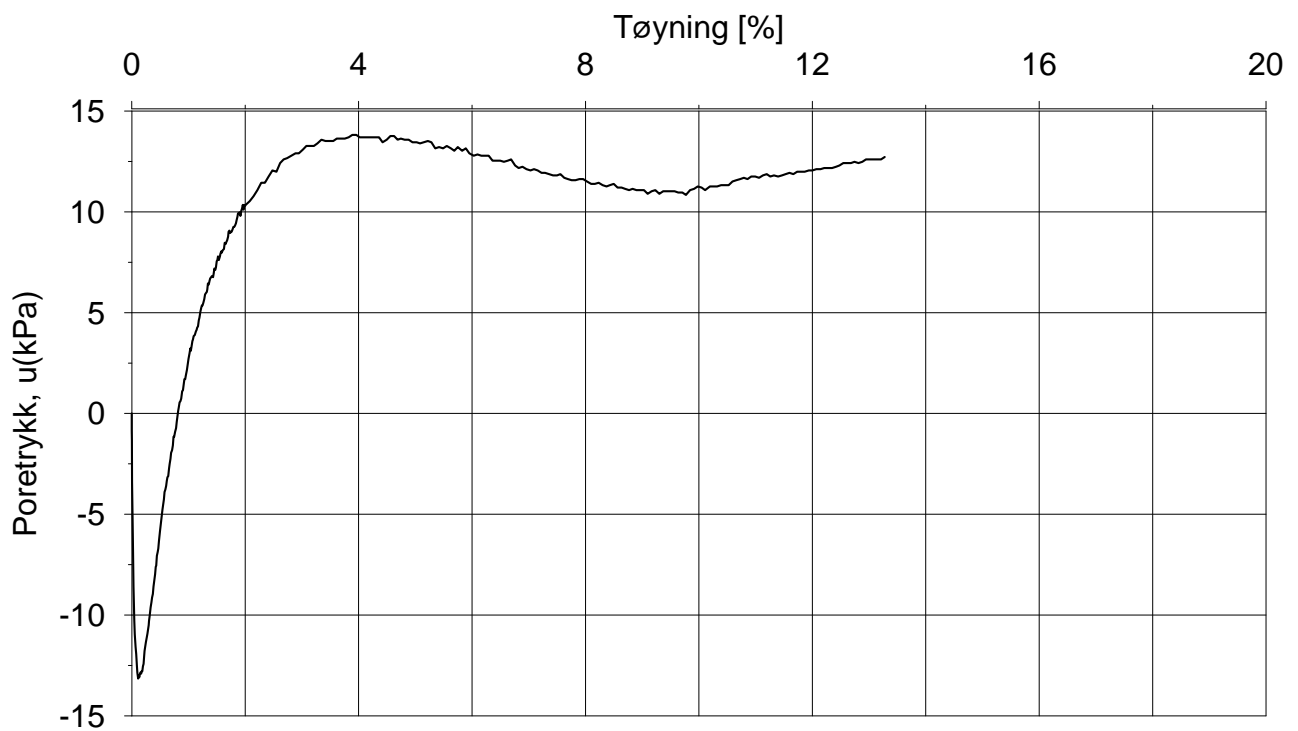
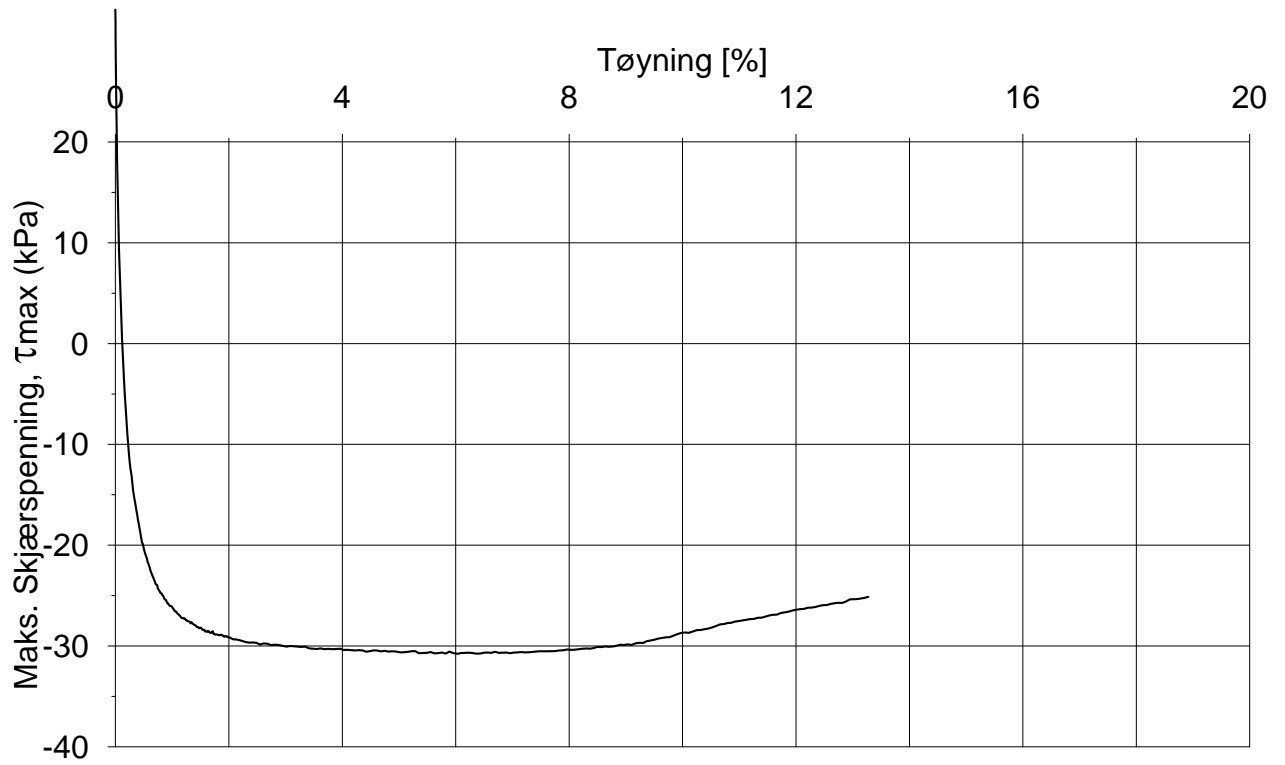
Oppdragsnr:
312880

Borpunkt:
PR.v8

Tegning nr.:
RIG-TEG-082

Godkjent:
JAA

Rev nr.
0



Forsøksdata

Dybde: 11,60 m
Gvs. = 3,5 m

$\gamma_i = 19,0 \text{ kN/m}^3$
 $\epsilon_{vol} = \Delta V/V = 4,02 \%$

$w_i = 35,1 \%$
 $w_f = - \%$
 $w_p = - \%$

$\sigma'_{vo} = 139,0 \text{ kPa}$
 $\sigma'_{ac} = 157,0 \text{ kPa}$
 $\sigma'_{rc} = 91,1 \text{ kPa}$

Treksialforsøk, CAUp

Filnavn:

NVE

Topdalsveien 230-236, Ryen

Tegnet:

SK

Kontrollert:

JAA/TDR



Dato: 2014-02-24

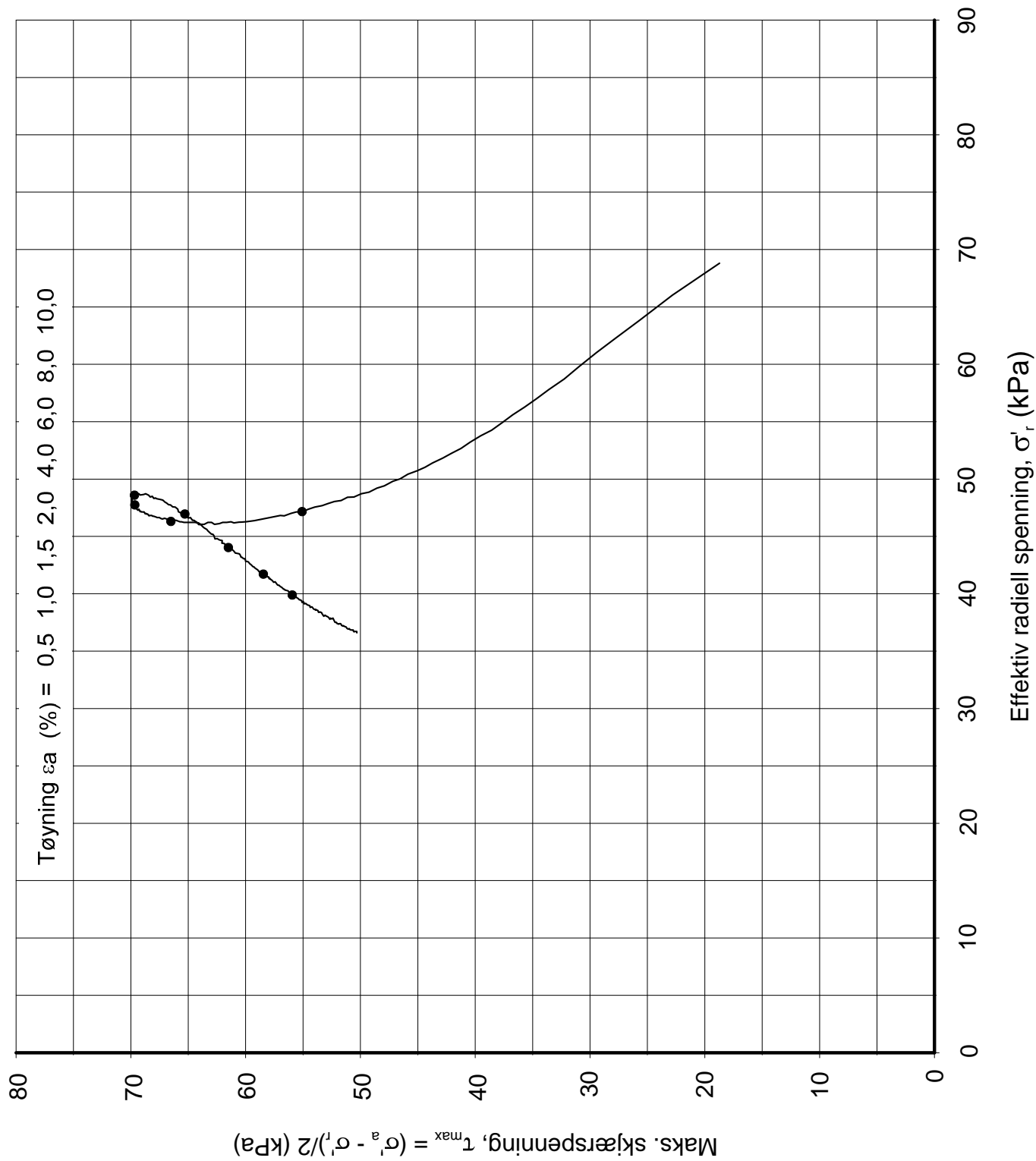
Oppdragsnr: 312880

Borpunkt: PR.v8

Tegning nr.: RIG-TEG-083

Godkjent: JAA

Rev nr. 0



Forsøksdata

Dybde: 10,50 m
Gvs. = 1.5 m

$\gamma_i = 18,7 \text{ kN/m}^3$
 $\varepsilon_{\text{vol}} = \Delta V/V = 2,49 \%$

$w_i = 35,4 \%$
 $w_f = - \%$
 $w_p = - \%$

Tan. $\phi_f = -$
Attraksjon = - kPa

$\sigma'_{\text{vo}} = 106,0 \text{ kPa}$
 $\sigma'_{\text{ac}} = 106,7 \text{ kPa}$
 $\sigma'_{\text{rc}} = 69,7 \text{ kPa}$

Treaksialforsøk CAUa

Filnavn:

C:\3aksLinklocal\NTNU.grf

NVE

Topdalsveien 230-236, Ryen

SK

Kontrollert:
JAA/TDR



Dato: 2014-02-24

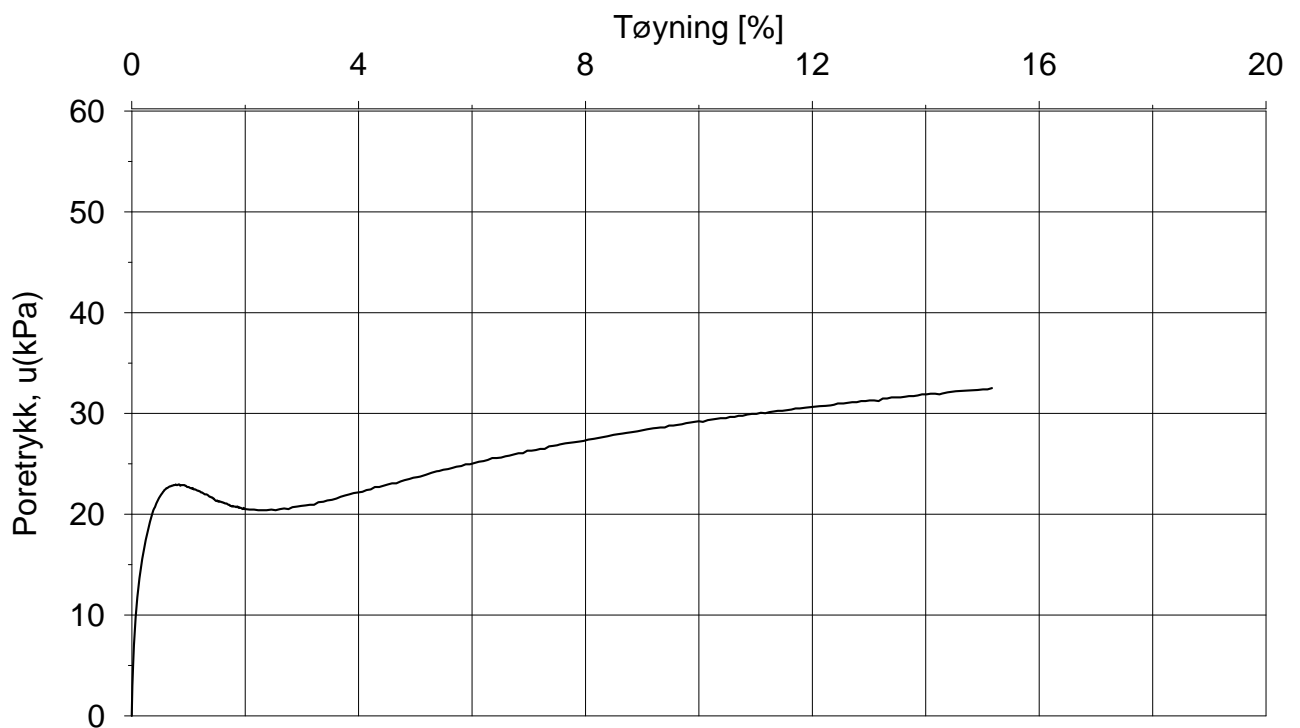
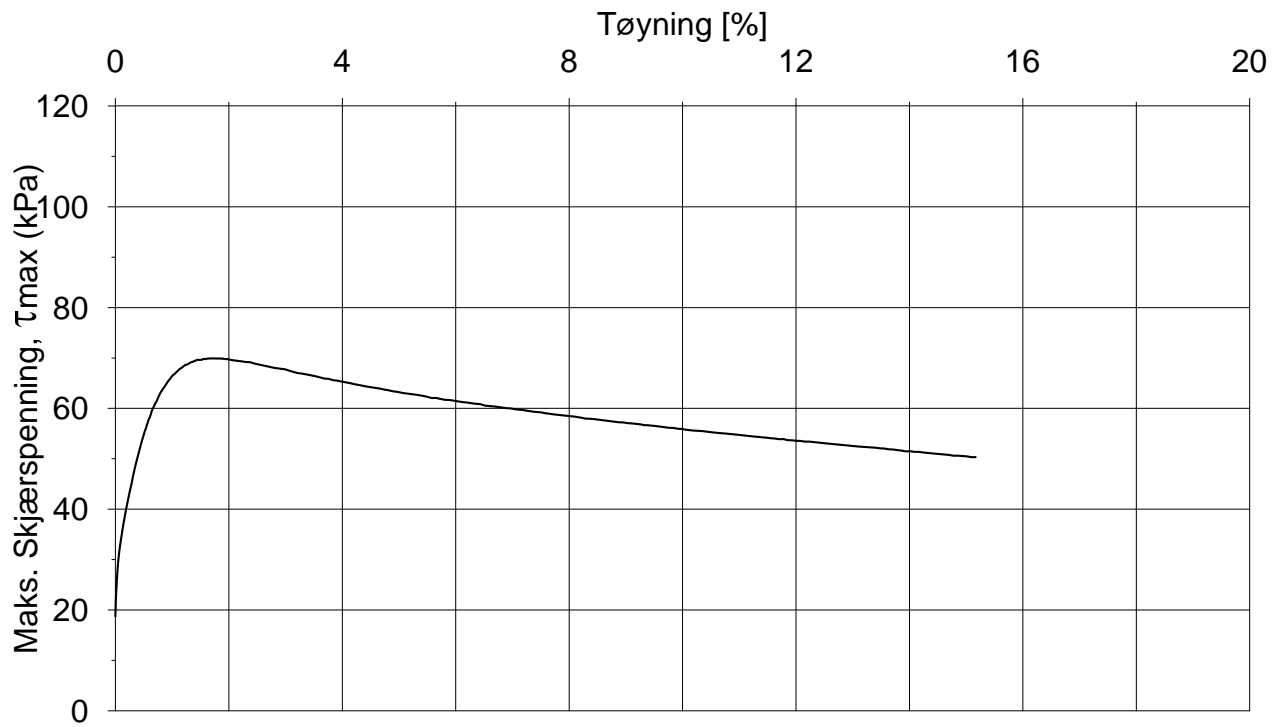
Oppdragsnr: 312880

Borpunkt: PR.v12

Tegning nr.: RIG-TEG-084

Godkjent: JAA

Rev nr. 0



Forsøksdata

Dybde: 10,50 m
Gvs. = 1.5 m

$\gamma_i = 18,7 \text{ kN/m}^3$
 $\epsilon_{vol} = \Delta V/V = 2,49 \%$

$w_i = 35,4 \%$
 $w_f = - \%$
 $w_p = - \%$

$\sigma'_{vo} = 106,0 \text{ kPa}$
 $\sigma'_{ac} = 106,7 \text{ kPa}$
 $\sigma'_{rc} = 69,7 \text{ kPa}$

Treksialforsøk, CAUa

Filnavn:

NVE

Topdalsveien 230-236, Ryen

Tegnet:

SK

Kontrollert:

JAA/TDR



Dato: 2014-02-24

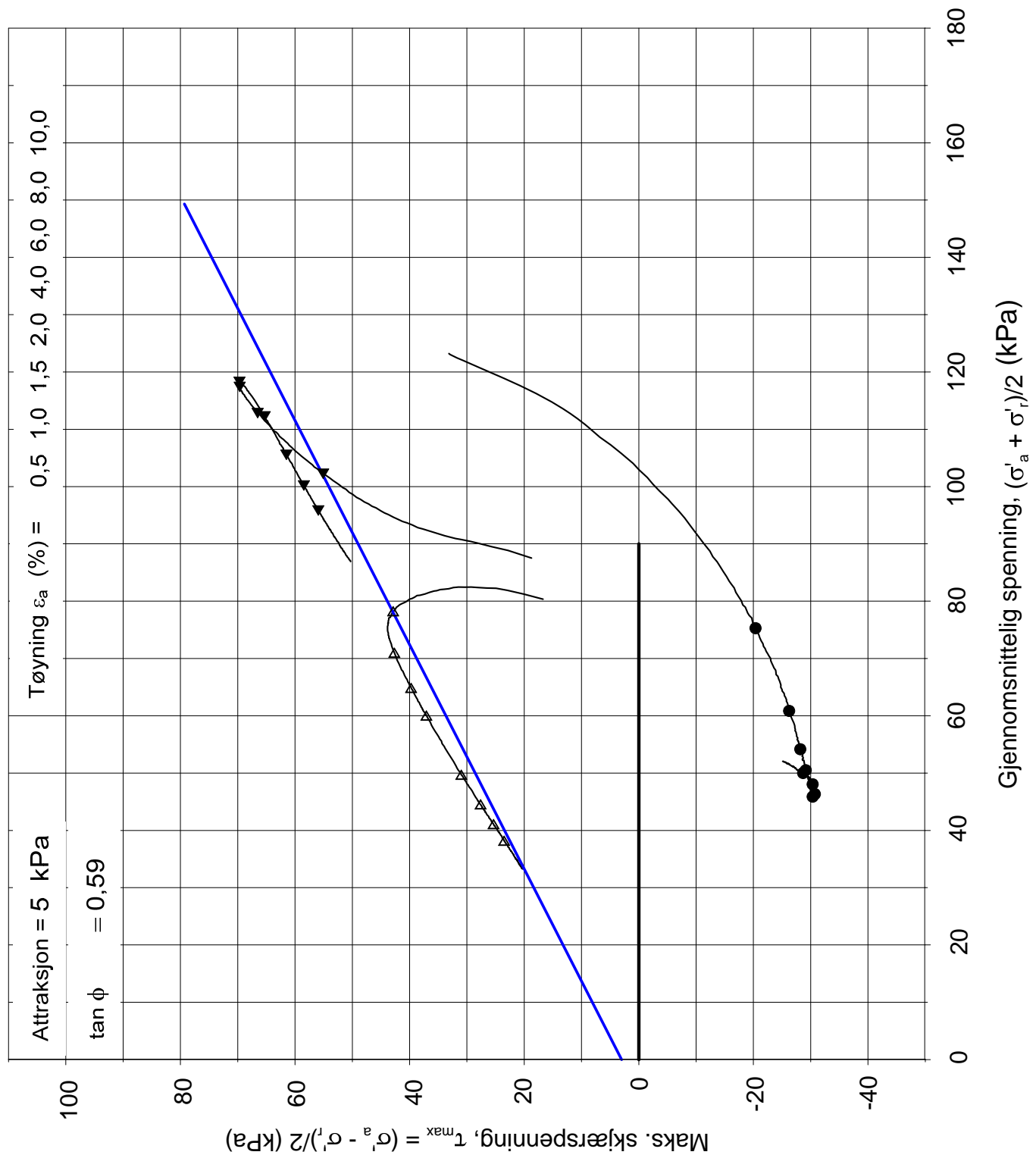
Oppdragsnr: 312880

Borpunkt: PR.v12

Tegning nr.: RIG-TEG-085

Godkjent: JAA

Rev nr. 0



Borepunkt (nr.)	Dybde (m)	Prøve Symbol	Type forsøk	σ_{vo}' (kPa)	σ_{ac}' (kPa)	σ_{rc}' (kPa)	K_0' (-)	$\sigma_{ac}'/\sigma_{vo}'$ (-)	w_i (%)	ρ (g/cm ³)	$\Delta V/V_0$ (%)	$\Delta e/e_0$ (-)
PR.v8	11,60	●	CAUp	139,0	157,0	91,1	0,60	1,12	35,1	19,0	4,02	0,084
PR.v2	9,60	△	CAUa	95,0	94,9	61,9	0,70	0,99	61,6	16,4	2,82	0,045
PR.v12	10,50	▼	CAUa	106,0	106,7	69,7	0,70	1,00	35,4	18,7	2,49	0,051
		+										
		□										
		○										

NVE

Topdalsveien 230-236, Ryen

SK

Kontrollert:
JAA/TDR

Multiconsult

Dato:
2014-03-13

Oppdragsnr:
312880

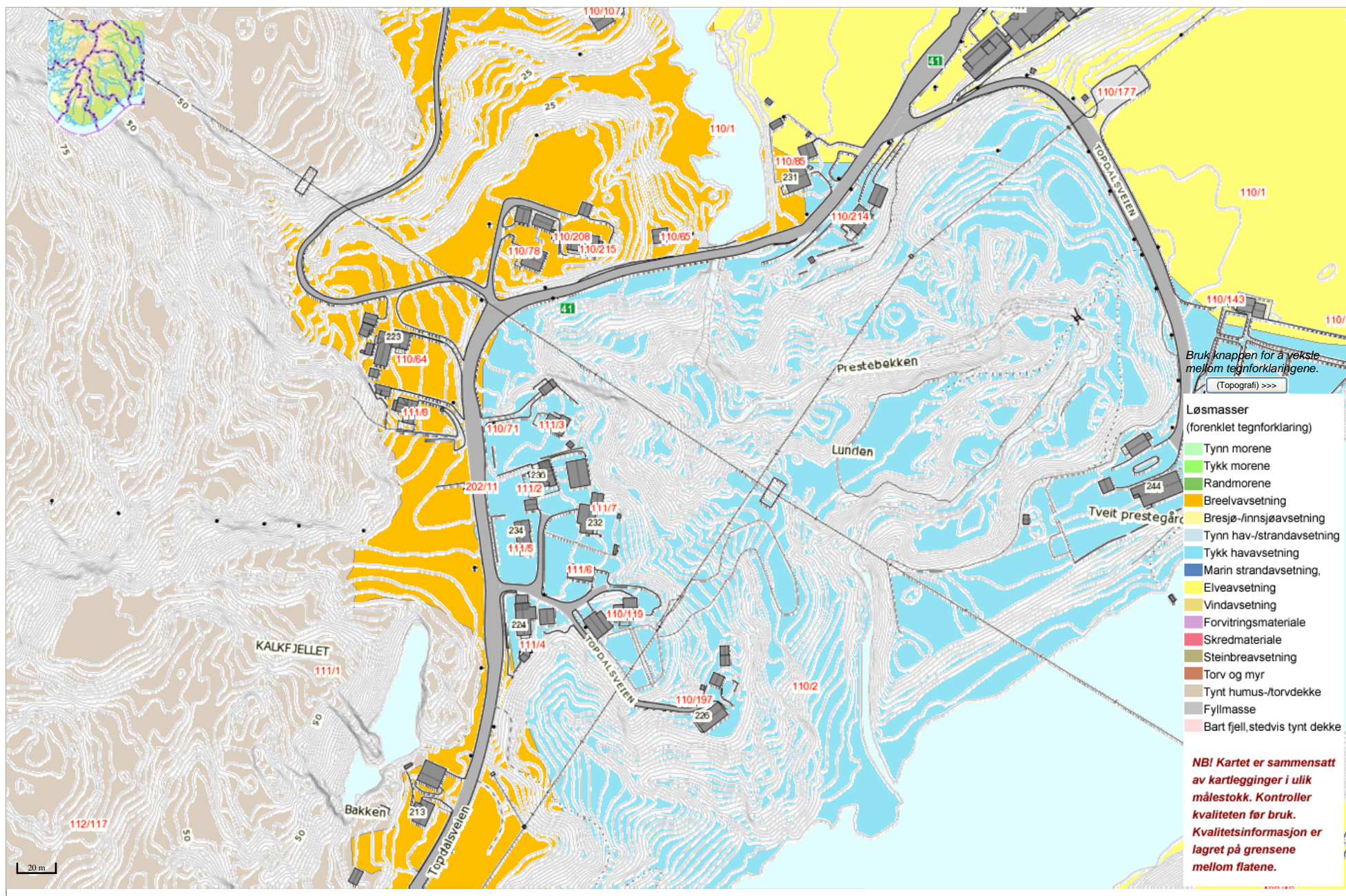
Borpunkt:
RIG-TEG-086

Godkjent:
JAA

Rev nr.
0

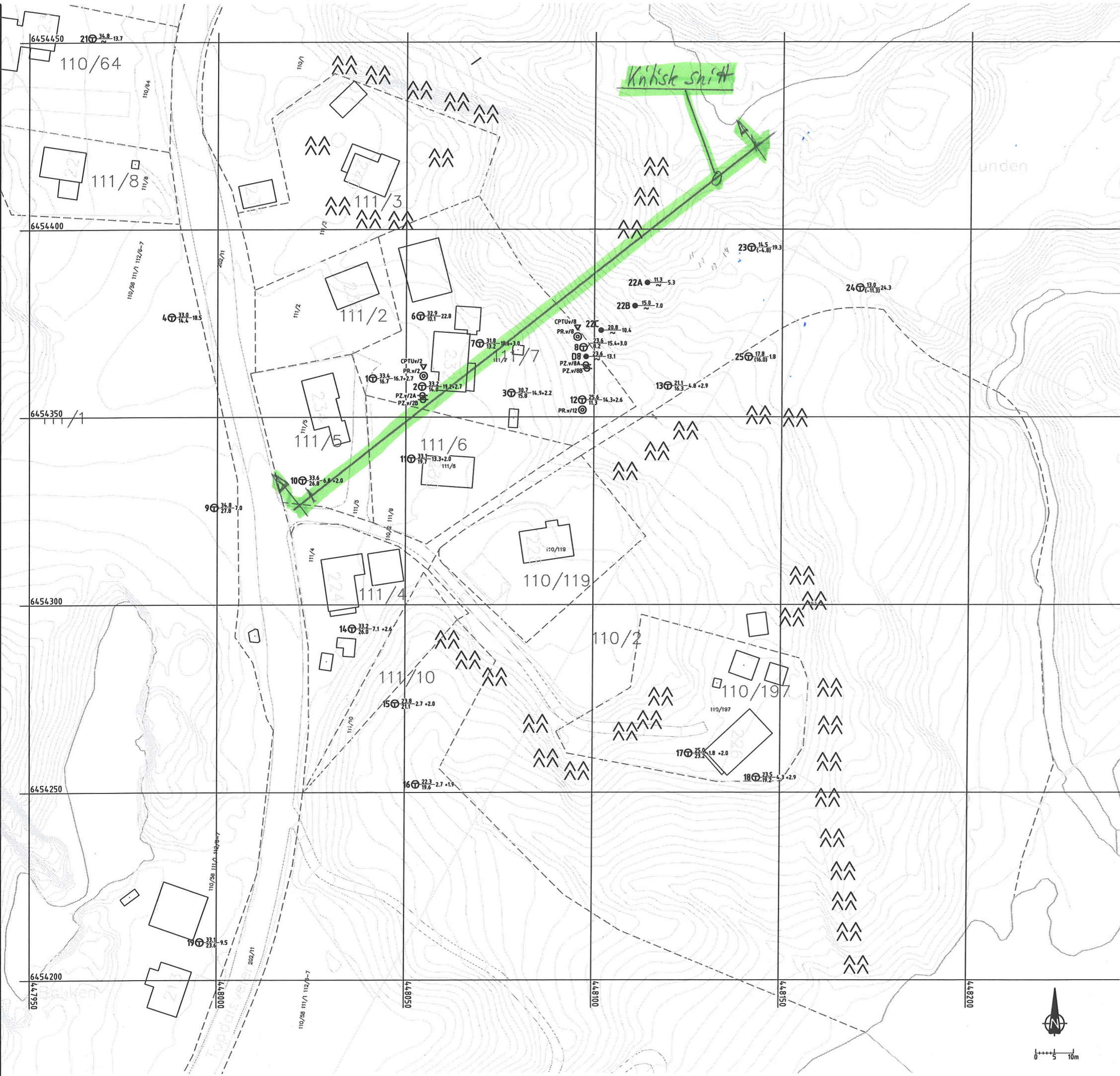
VEDLEGG A

NGU løsmassekart



VEDLEGG B

Beliggenhet av kritisk snitt



Kirkste snitt

unden

Topdalselva

MERKNAD:

Samtlige undersøkelser er utført av Multiconsult og Statens vegvesen

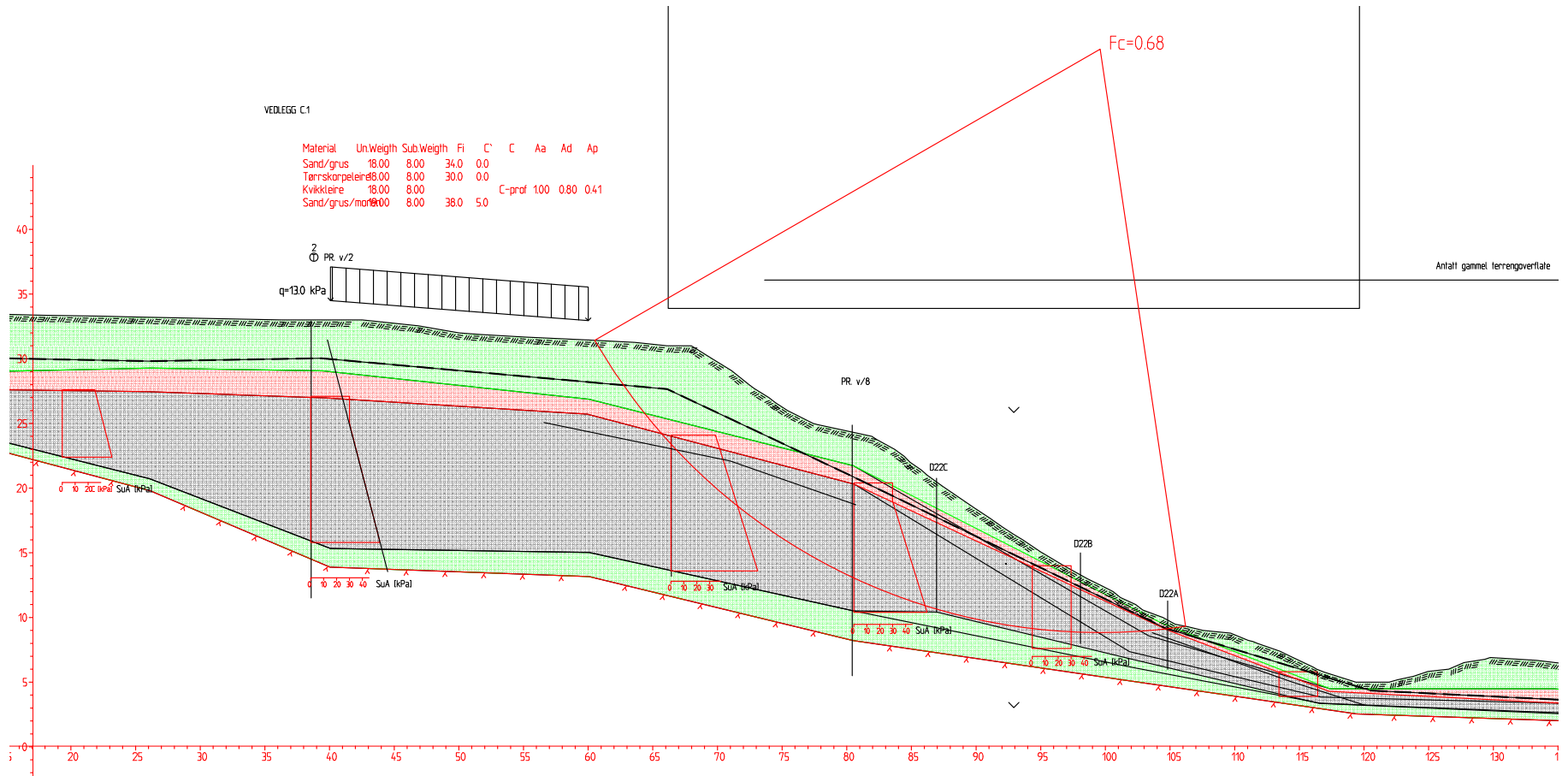
Rev.	Revisjonen gjelder	Dato	Rev. av	Kontr.	Godkj.
<p>TEGNFORKLARING:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Dreiesondring ○ Enkel sondring ▽ Trykksondring ⊕ Fjellkontrollboring ⊕ Drejetrykksondring ⊕ Totalsondring ⊙ Prøveserie □ Prøvegrop ⊕ Vingeboring ⊙ Poretrykksmåling ⊕ Fjell i dagen <p>Borhull nr. <u> </u> Terreng (bunn) kote <u> </u> Borer dybde + (borer i fjell) <u> </u> Antall fjellkote <u> </u></p> <p>Kartgrunnlag: Ryen.sos Borbok nr.: 2216 Utgangspunkt for nivellment: Hansen Oppmåling Lab. bok nr.: 2216</p>					
Borplan		Tegningsnavn			
NVE		Målestokk			
Topdalsveien 230-236, Ryen		Godkjent			
Multiconsult		M = 1:500			
Rigedalen 15, 4628 KRISTIANSAND		Date		Original format	
Tlf: 37 40 20 20 - Fax: 37 40 20 99		26.02.14		A1	
Oppdragsnr.		Tegningsnr.		Rev.	
312880		RIG-TEG-001			

VEDLEGG C

Utskrifter fra stabilitetsberegninger

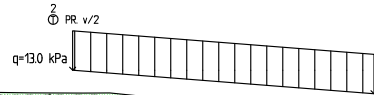
VEDEGG C1

Material	Un	Weigh	Sub	Weigh	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Sand/grus	18.00	8.00	34.0	0.0						
Tørnskorpeleir	8.00	8.00	30.0	0.0						
Kvikkleire	18.00	8.00				C-prof	100	0.80	0.41	
Sand/grus/mor	18.00	8.00	38.0	5.0						



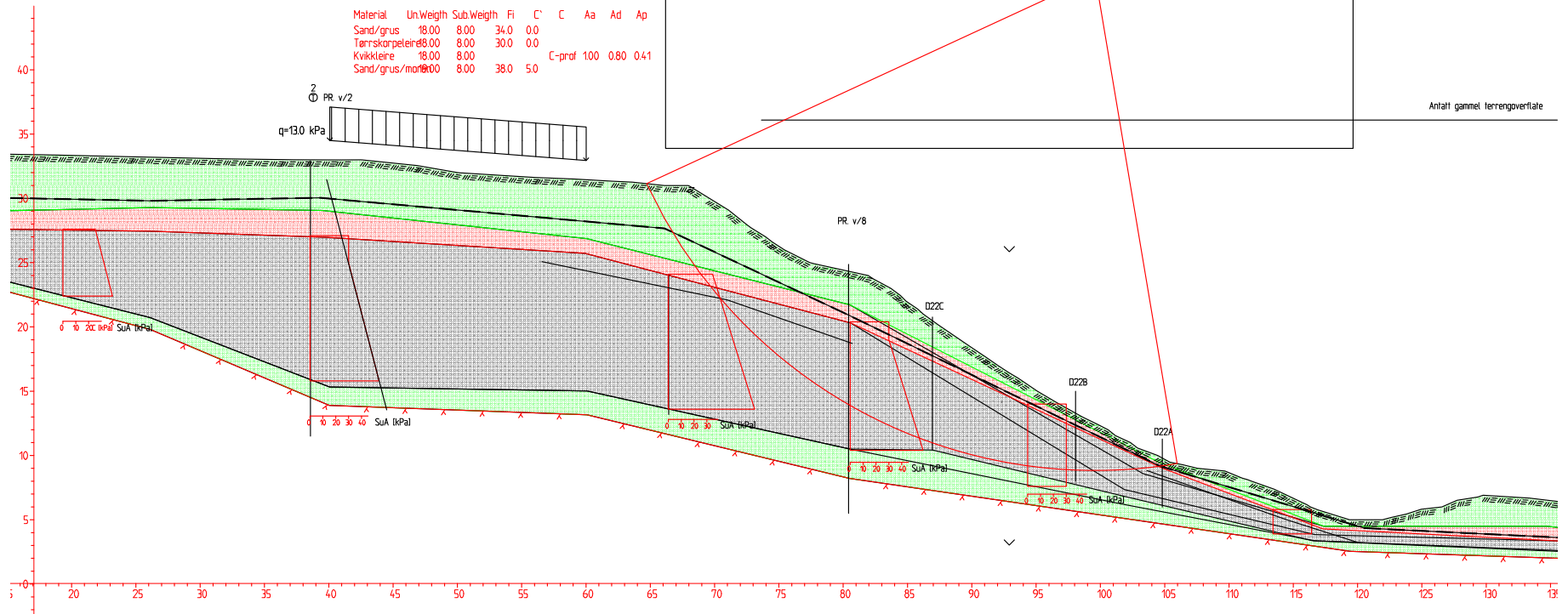
VEDEGG C2

Material	Un. Weigh	Sub. Weigh	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Sand/grus	18.00	8.00	34.0	0.0				
Tørnskorpeleire	8.00	8.00	30.0	0.0				
Kvikkleire	18.00	8.00			C-prof	100	0.80	0.41
Sand/grus/mor	18.00	8.00	38.0	5.0				



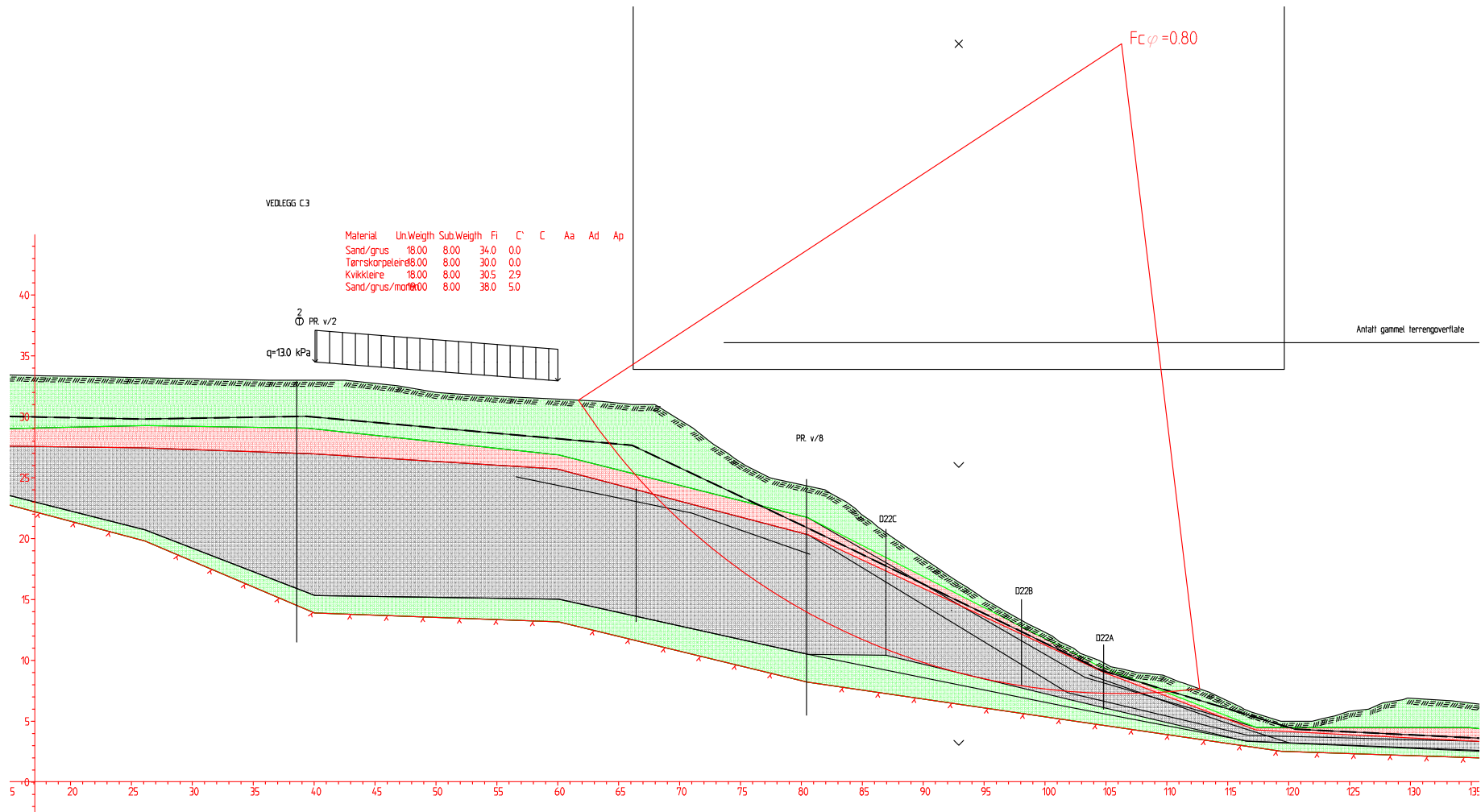
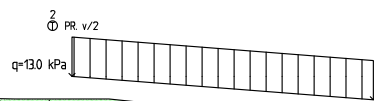
$F_c=0.86$

Aniatt gammel terrengoverflate



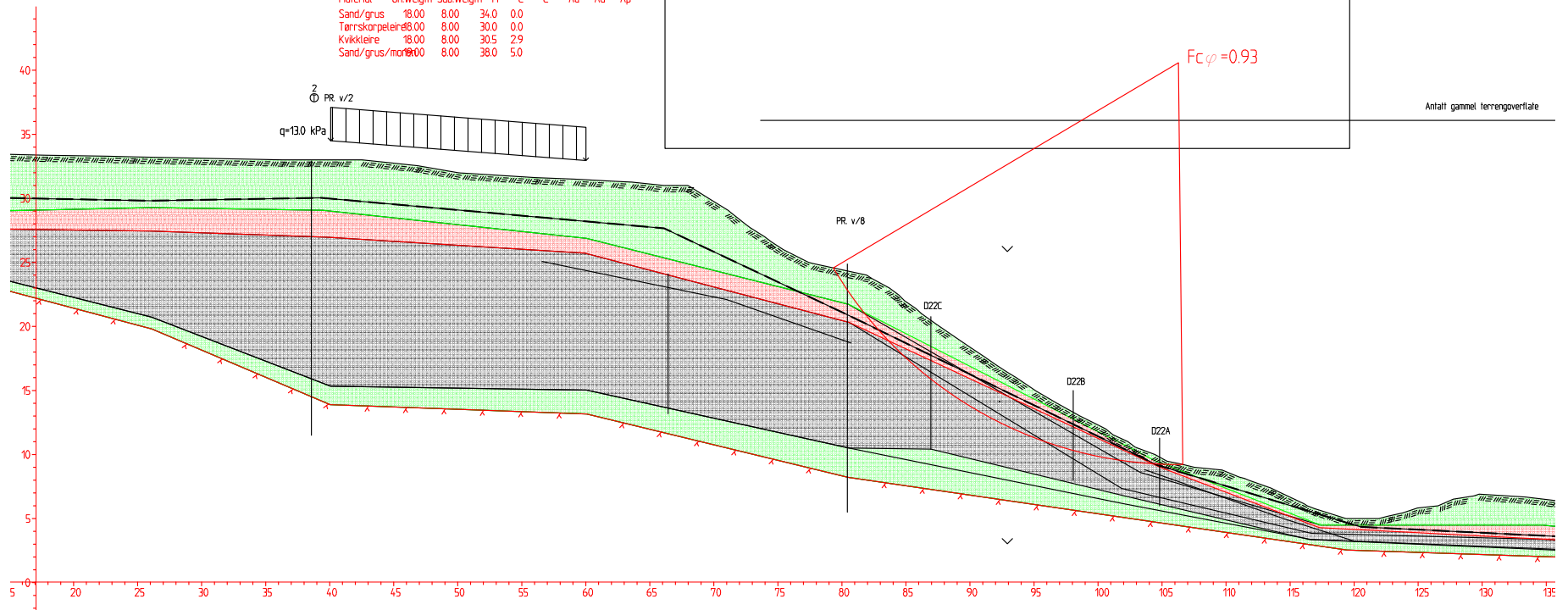
VEILEGG C3

Material	Un. Weigh	Sub. Weigh	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Sand/grus	18.00	8.00	34.0	0.0				
Tørnskorpeleir	8.00	8.00	30.0	0.0				
Kvikkleire	18.00	8.00	30.5	2.9				
Sand/grus/mor	18.00	8.00	38.0	5.0				



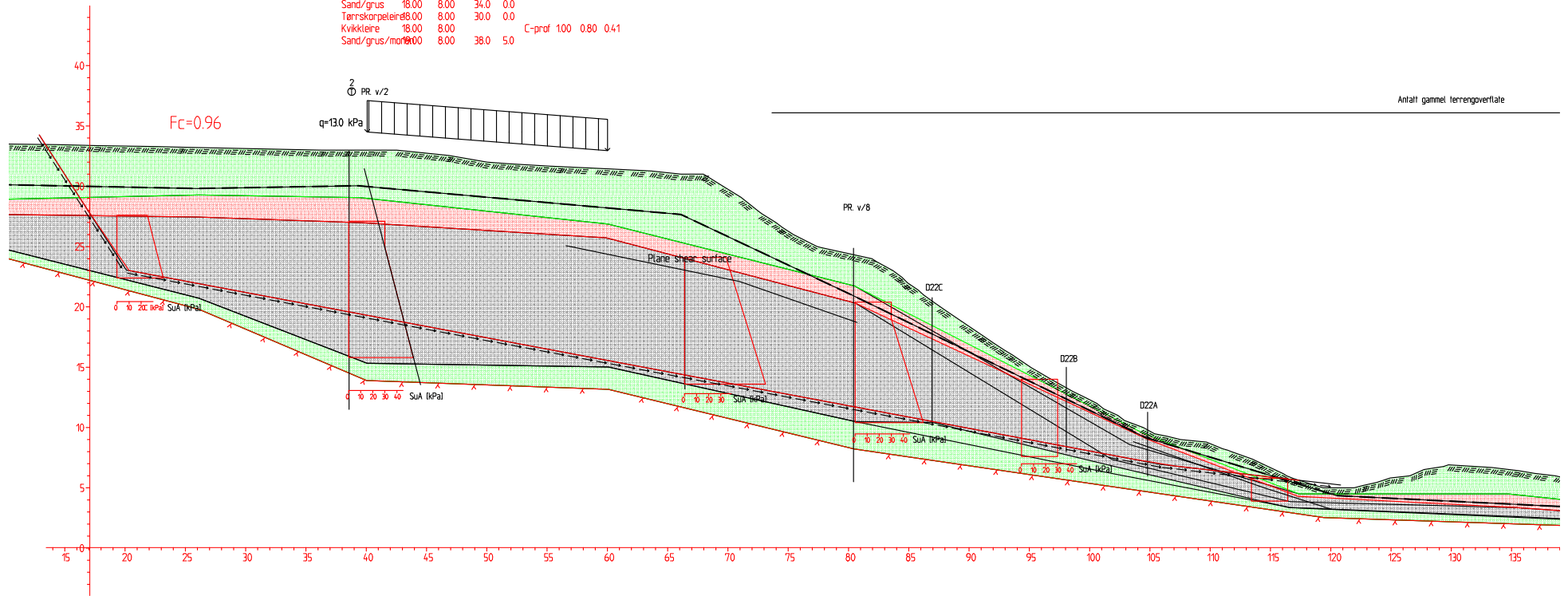
VEDLEGG C4

Materiale	Un.Weigh	Sub.Weigh	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Sand/grus	18.00	8.00	34.0	0.0				
Tørnskorpeleir	8.00	8.00	30.0	0.0				
Kvikkleire	18.00	8.00	30.5	2.9				
Sand/grus/mor	18.00	8.00	38.0	5.0				



VEDELGG C5

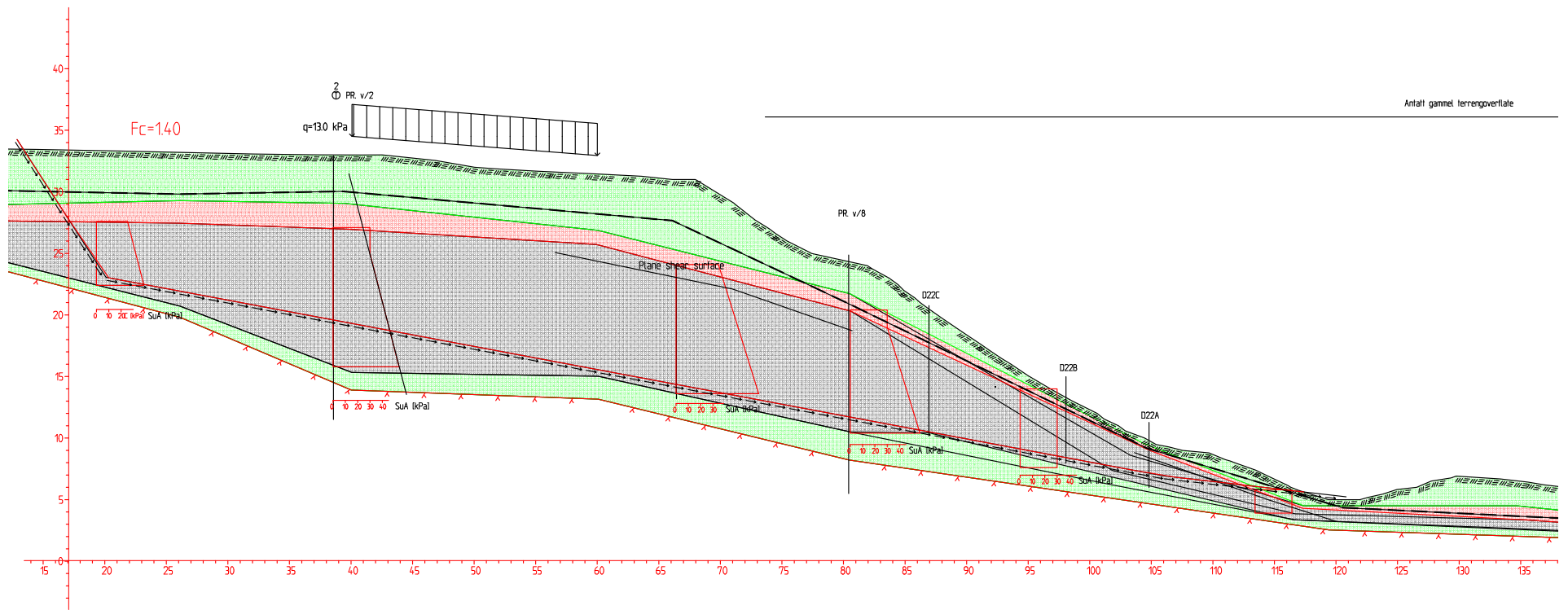
Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Sand/grus	18.00	8.00	34.0	0.0				
Tærskorpelr	8.00	8.00	30.0	0.0				
Kvikkleire	18.00	8.00			C-prof	1.00	0.80	0.41
Sand/grus/mor	8.00	8.00	38.0	5.0				



Anlat gammel lerengoverflate

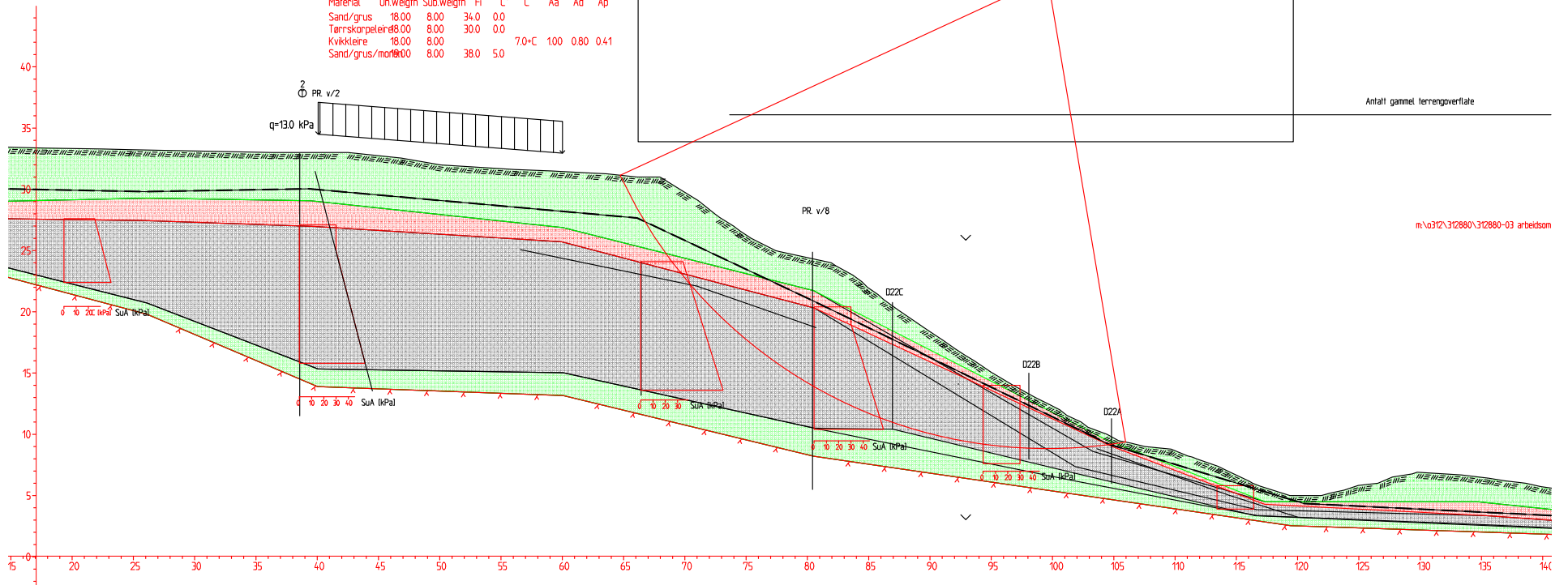
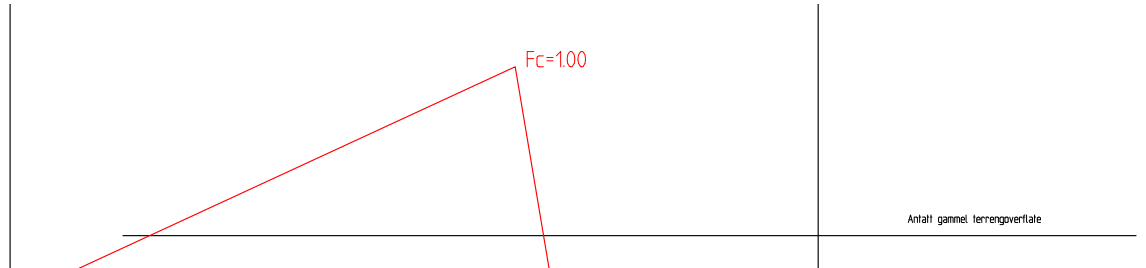
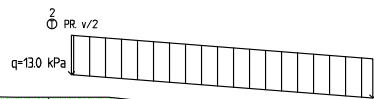
VEDLEGG C6

Anfang gemmet terrengoverflate



VEDLEGG C7

Material	Un.Weigh	Sub.Weigh	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Sand/grus	18.00	8.00	34.0	0.0				
Tærskorpstein	8.00	8.00	30.0	0.0				
Kvikkleire	18.00	8.00	38.0	5.0	7.0+C	100	0.80	0.41
Sand/grus/mor	18.00	8.00	38.0	5.0				

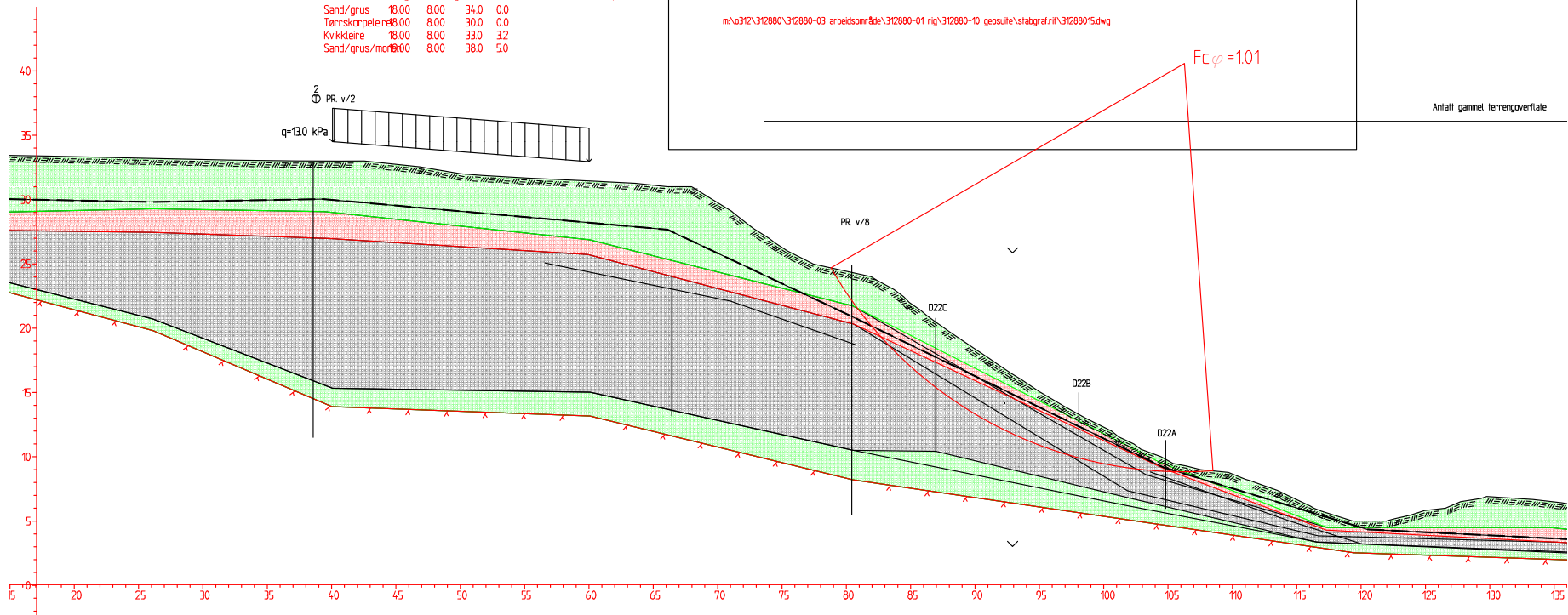


m:\g3\2\312880\312880-03 arbeidsom

VEDLEGG C.8

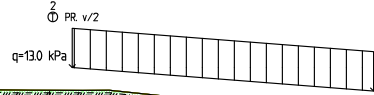
Material	Un.Weigh	Sub.Weigh	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Sand/grus	18.00	8.00	34.0	0.0				
Torrskorpelert	8.00	8.00	30.0	0.0				
Kvikkleire	18.00	8.00	33.0	3.2				
Sand/grus/mor	8.00	8.00	38.0	5.0				

m:\o312\312880\312880-03 arbeidsområde\312880-01 rig\312880-10 geosulte\stabgraf.rtf\31288015.dwg



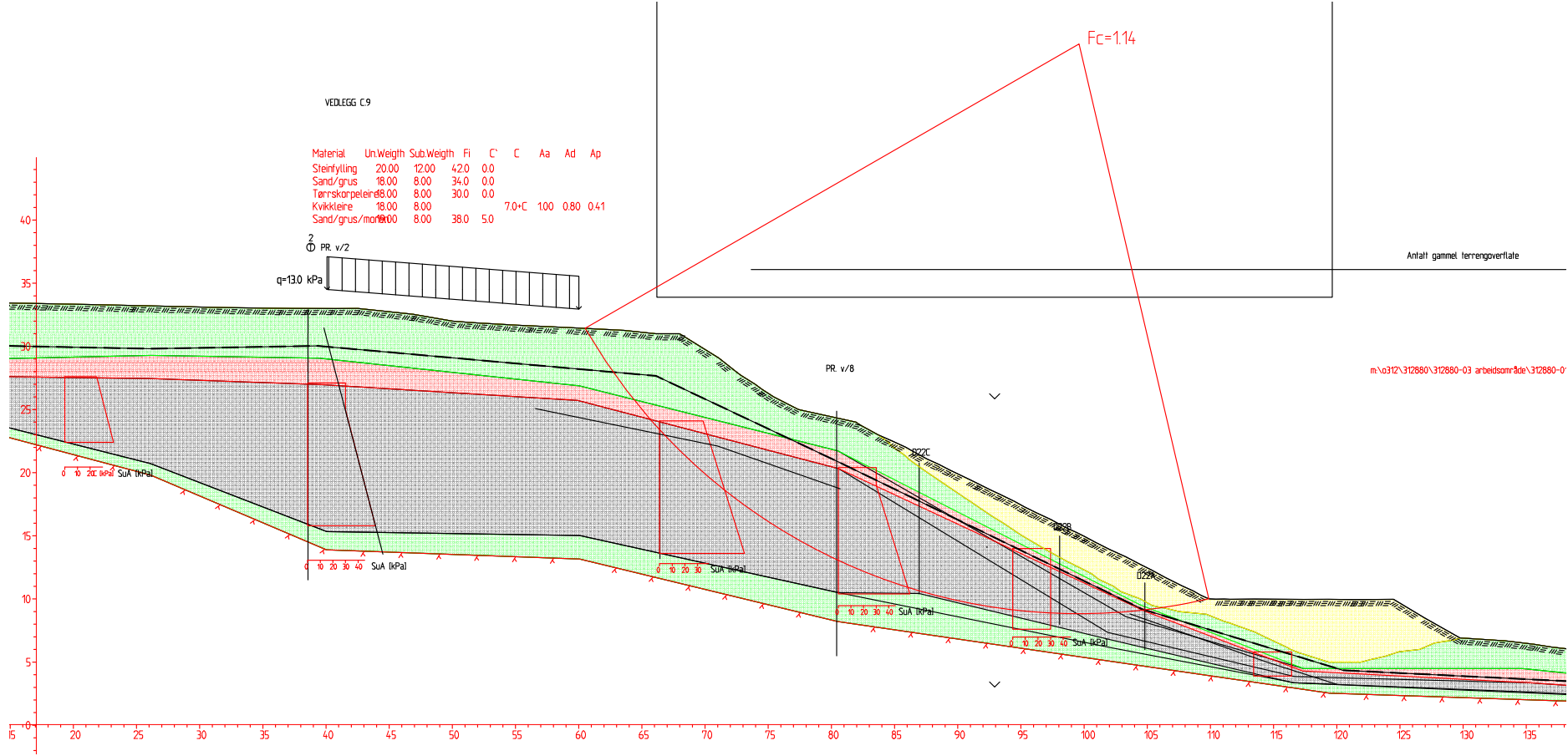
VEDELEGG C9

Material	Un.Weight	Sub.Weight	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap	
Steinfylling	20.00	12.00	42.0	0.0					
Sand/grus	18.00	8.00	34.0	0.0					
Tennskorpelene	8.00	8.00	30.0	0.0					
Kvikklirene	18.00	8.00			7.0	C	100	0.80	0.41
Sand/grus/morf	8.00	8.00	38.0	5.0					



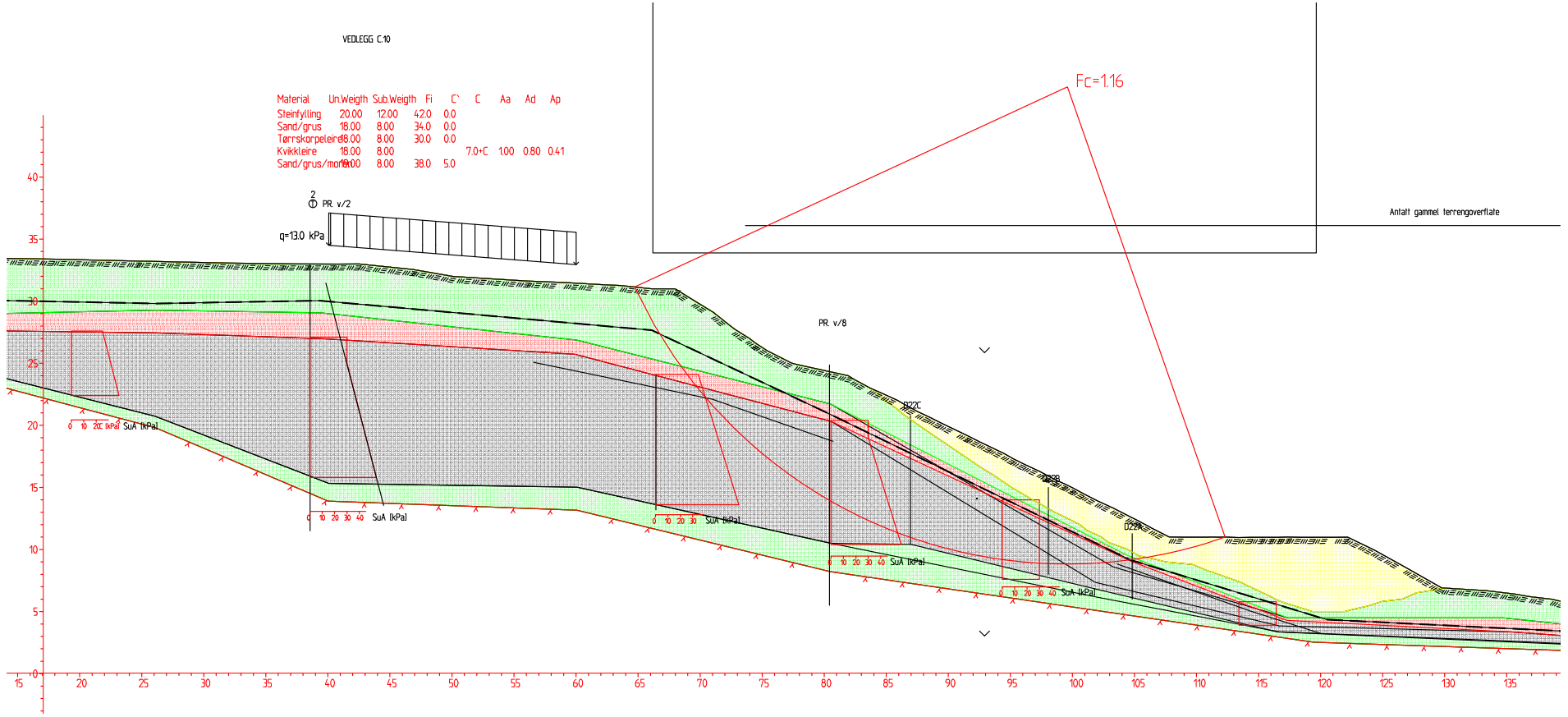
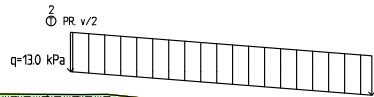
FC=1.14

Anfall gammel terrengoverflate



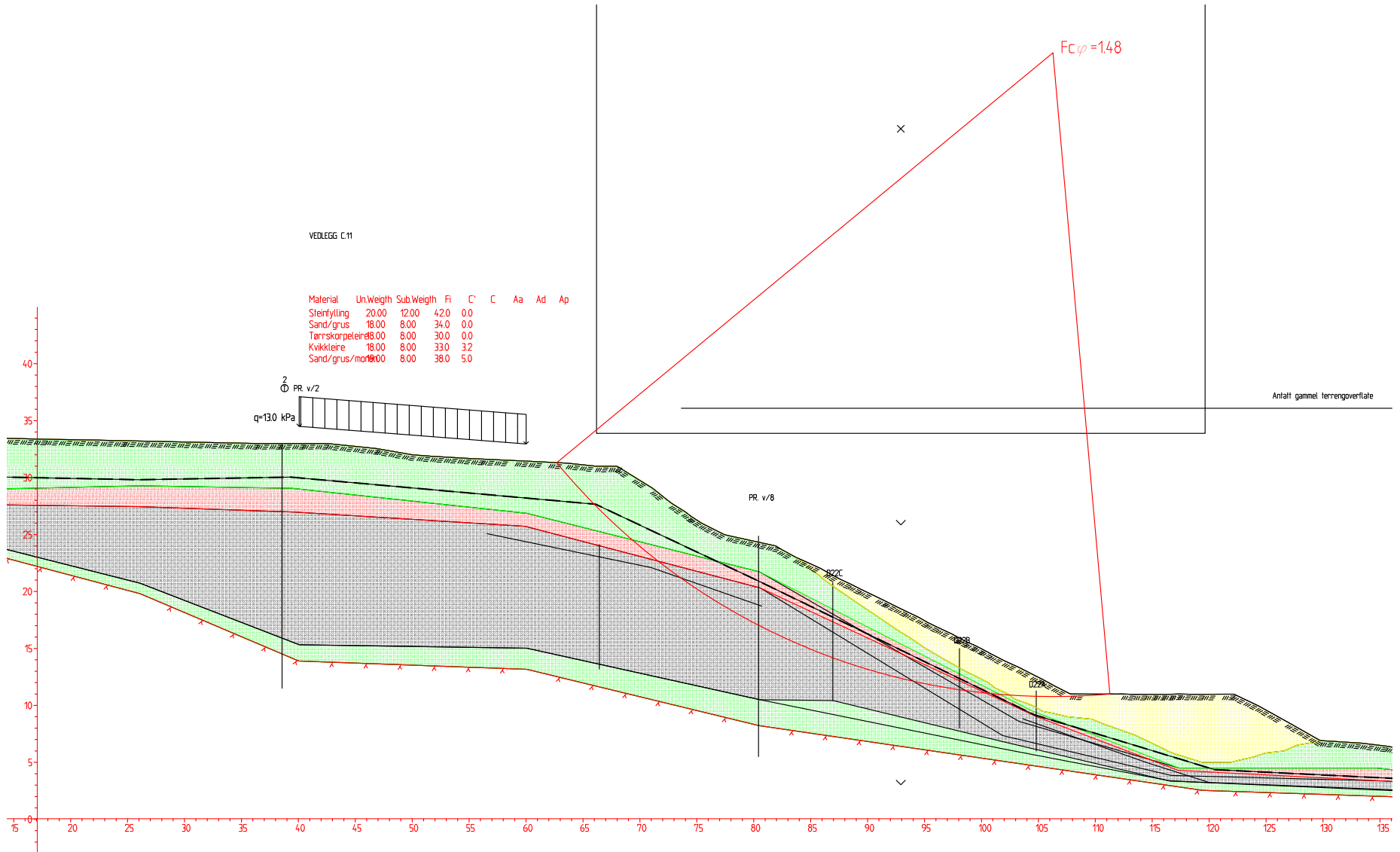
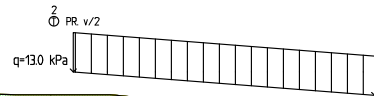
VEDLEGG C.10

Material	Un	Weigh	Sub.Weigh	Fi	C	C	Aa	Ad	Ap
Stenfylling	20.00	12.00	42.0	0.0					
Sand/grus	18.00	8.00	34.0	0.0					
Tørrskorpstein	8.00	8.00	30.0	0.0					
Kvikklire	18.00	8.00	70.0	100	0.80	0.41			
Sand/grus/mor	8.00	8.00	38.0	5.0					



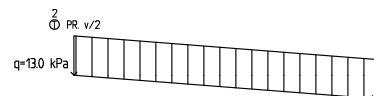
VEDLEGG C.11

Materiale	Un.Weight	Sub.Weight	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Steinfylling	20.00	12.00	42.0	0.0				
Sand/grus	18.00	8.00	34.0	0.0				
Tørreskorpstein	8.00	6.00	30.0	0.0				
Kvikkleire	18.00	8.00	33.0	3.2				
Sand/grus/mor	18.00	8.00	38.0	5.0				



VEDLEGG C.12

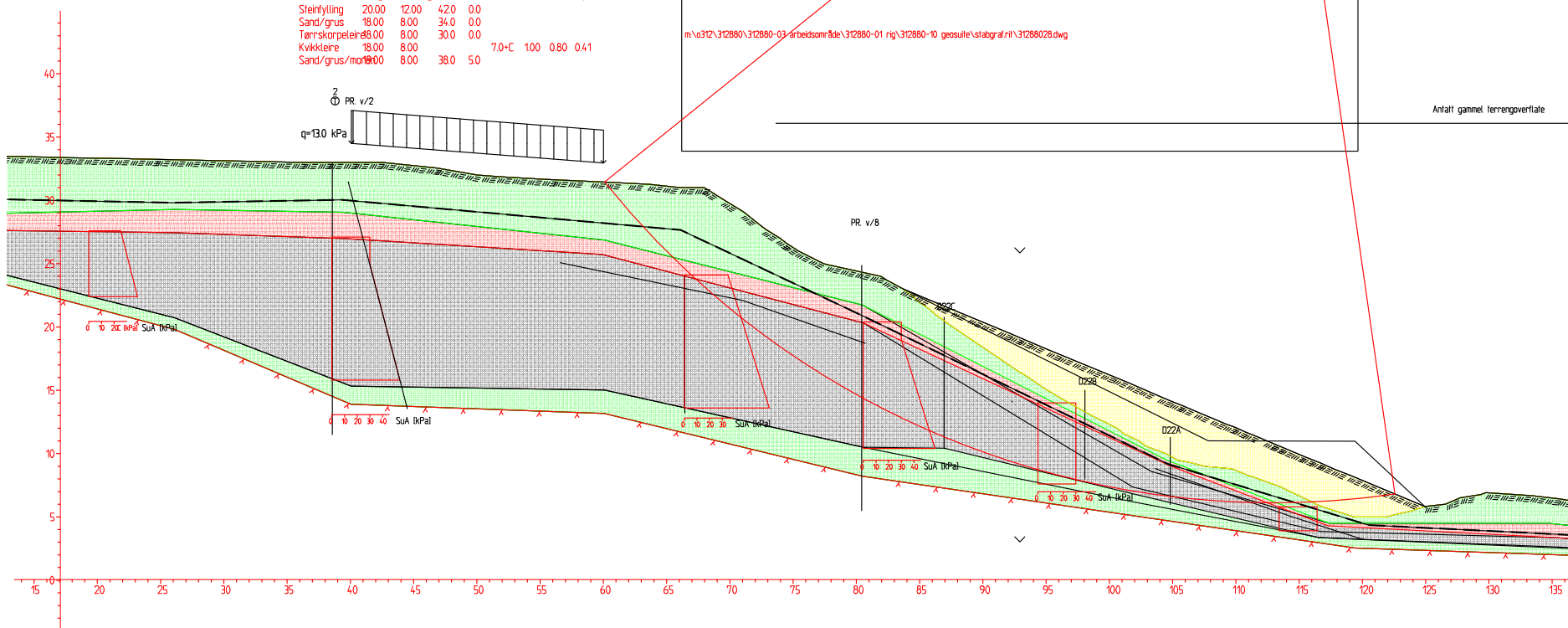
Material	Un.Weight	Sub.Weight	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap	
Steinfylling	20.00	12.00	42.0	0.0					
Sand/grus	18.00	8.00	34.0	0.0					
Tærskorpstein	8.00	8.00	30.0	0.0					
Kvikkleire	18.00	8.00			7.0	C	1.00	0.80	0.41
Sand/grus/mor	18.00	8.00	38.0	5.0					



m:\a312\312880\312880-03-arbeidsomr\del\312880-01 rig\312880-10 geosulte\stabgraf.rvt\31288028.dwg

Fc=121

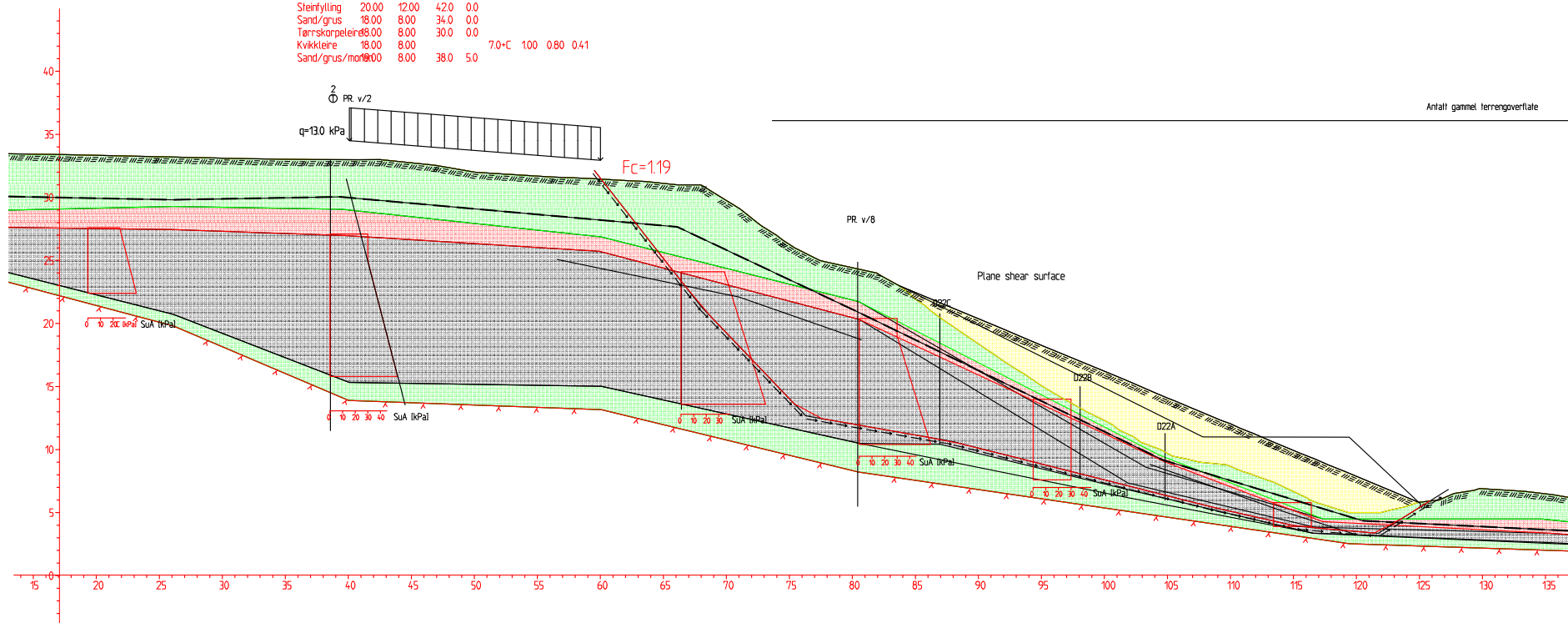
Anfali gammel terrengoverflate



VEDLEGG C.13

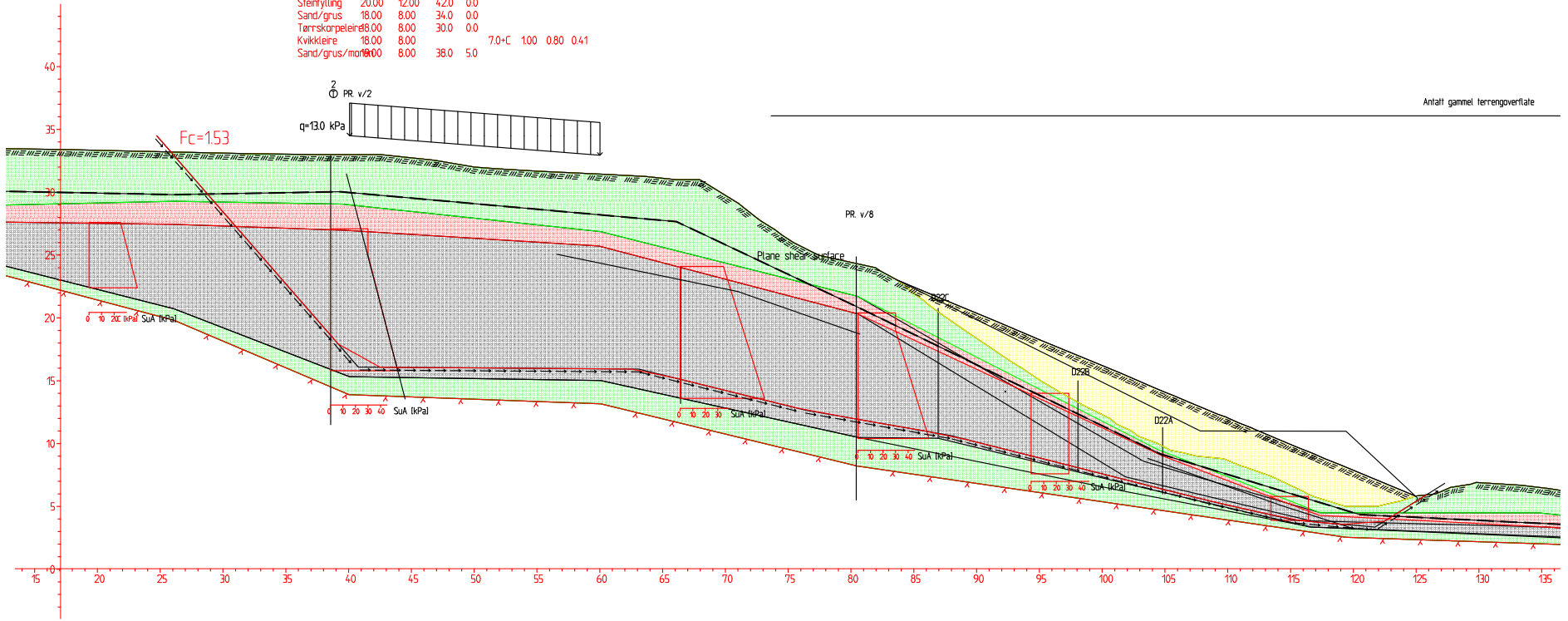
Material	Un.Weight	Sub.Weight	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Steinfylling	20.00	12.00	42.0	0.0				
Sand/grus	18.00	8.00	34.0	0.0				
Tannskorpeteir	8.00	8.00	30.0	0.0				
Kvikkleire	18.00	8.00		7.0	C	100	0.80	0.41
Sand/grus/mort	8.00	8.00	38.0	5.0				

Anfall gannet terrengoverflate



VEDLEGG C14

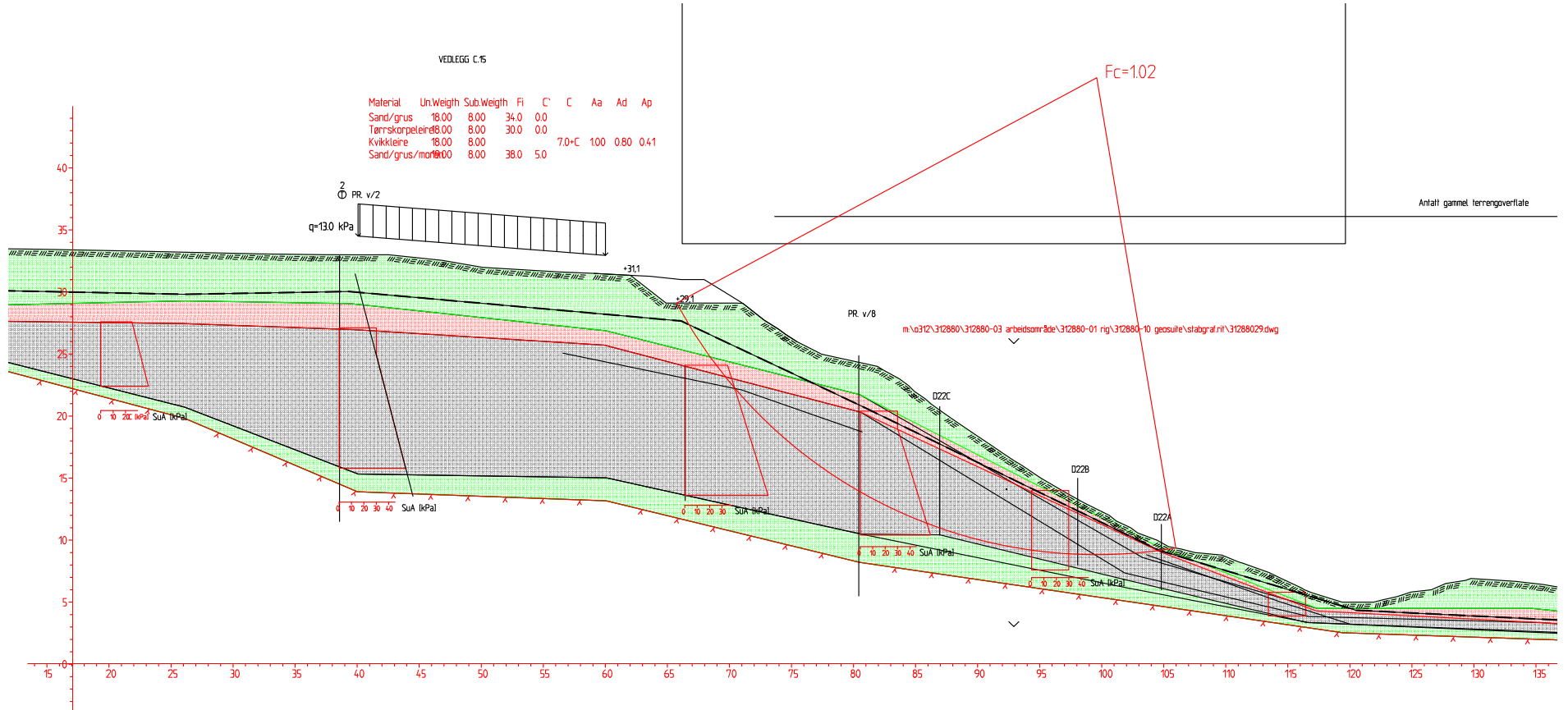
Materiale	Un.Weight	Sub.Weight	F _i	C'	C	A _a	A _d	A _p
Steinfylling	20.00	12.00	42.0	0.0				
Sand/grus	18.00	8.00	34.0	0.0				
Tørnskorpeleir	8.00	8.00	30.0	0.0				
Kvikkleire	18.00	8.00			7.0	C	100	0.80 0.41
Sand/grus/mor	8.00	8.00	38.0	5.0				



Antall gammel terrengoverflate

VEDLEGG C.15

Material	Un>Weighth	Sub>Weighth	Fi	C	C	Aa	Ad	Ap	
Sand/grus	18.00	8.00	34.0	0.0					
Tennskorpelstein	8.00	8.00	30.0	0.0					
Kvikkleire	18.00	8.00			7.0	C	100	0.80	0.41
Sand/grus/mor	8.00	8.00	38.0	5.0					



Material	Un.Weigh	Sub.Weigh	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Sand/grus	18.00	8.00	34.0	0.0				
Tørnskorpeleir	8.00	8.00	30.0	0.0				
Kvikkleire	18.00	8.00			C-prof	100	0.80	0.41
Sand/grus/mor	18.00	8.00	38.0	5.0				

VEDLEGG C.16

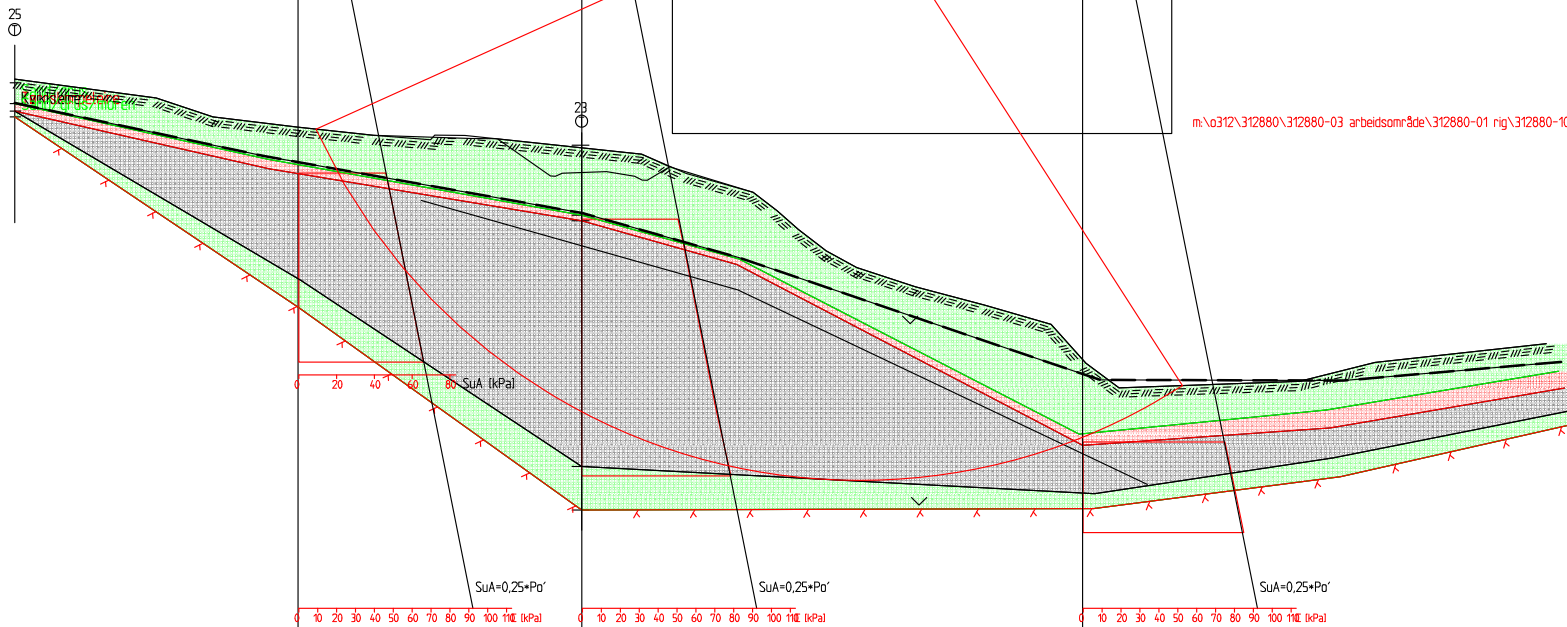
Nivå for Tot nr. 8

Search area (tangent)

Antall gammel terrengoverflate

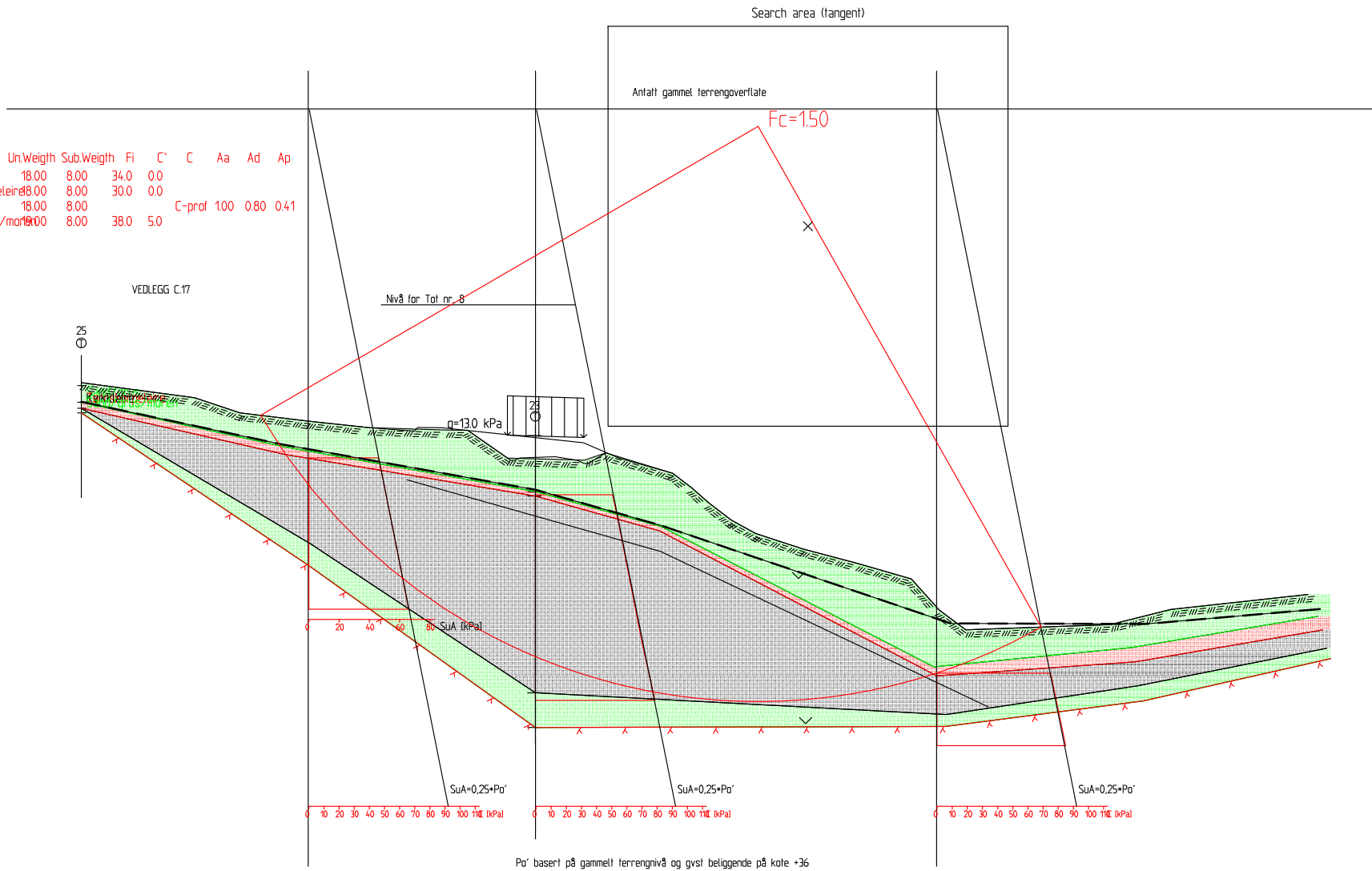
$F_c = 1.6$

m:\0312\312880\312880-03 arbeidsområde\312880-01 rig\312880-10 geosulte\slabgraf.rif\31288040.dwg



P_o' basert på gammelt terrengnivå og gvst beliggende på kote +36

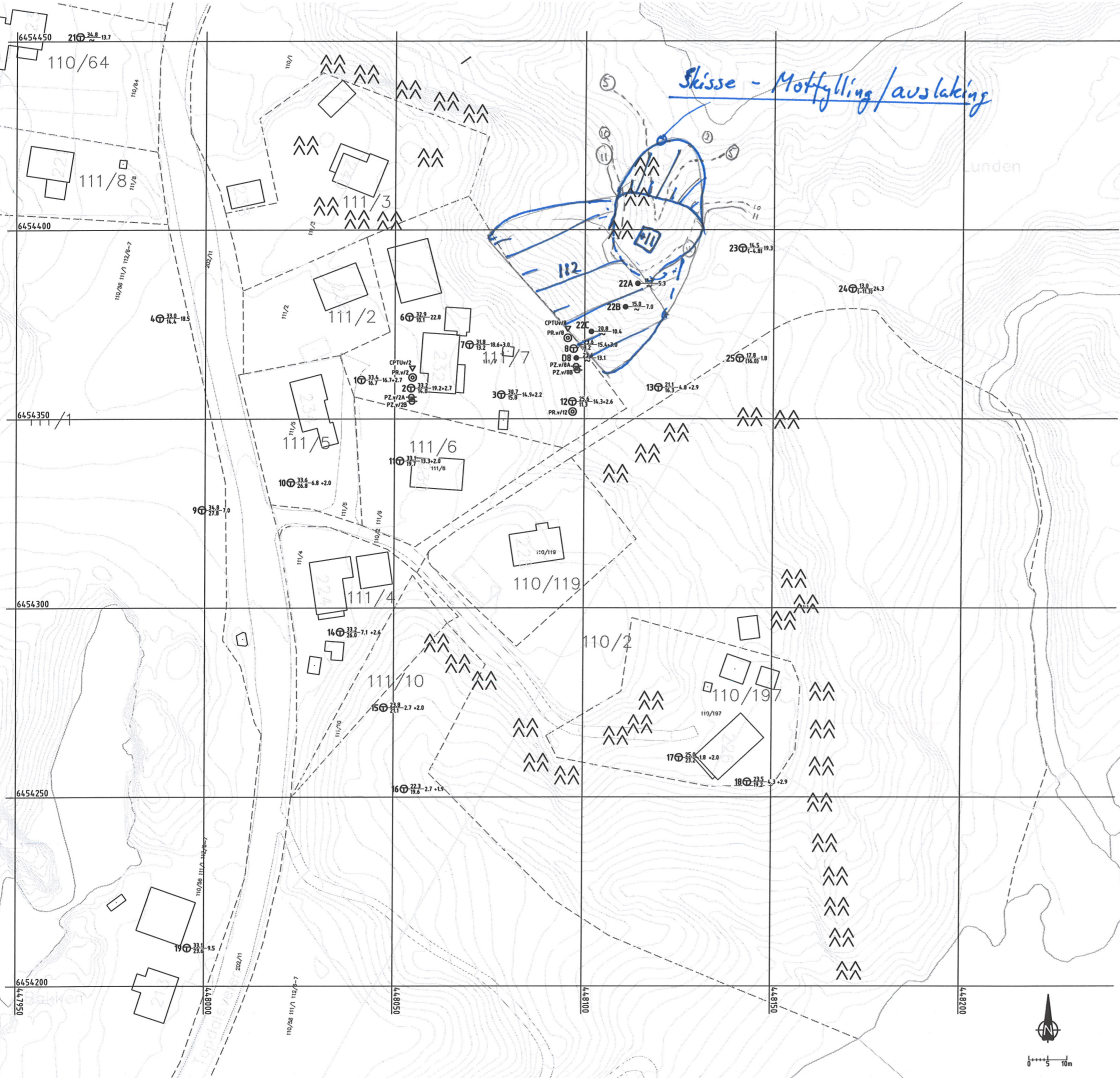
Material	Un.Weight	Sub.Weight	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Sand/grus	18.00	8.00	34.0	0.0				
Torrskorpeteire	8.00	8.00	30.0	0.0				
Kvikkleire	18.00	8.00			C-prof	100	0.80	0.41
Sand/grus/mor	8.00	8.00	38.0	5.0				



VEDLEGG D

Planskisse - Stabiliserende motfylling/avslaking

Skisse - Motfylling/avslaking



Lunden

Topdalselva

MERKNAD:

Samtlige undersøkelser er utført av Multiconsult og Statens vegvesen

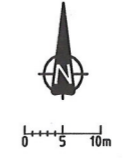
Rev.	Revisjonen gjelder	Data	Rev. av	Kontr.	Godkj.

TEGNFORKLARING	
● Dreiesondering	★ Fjellkontrollboring
○ Enkel sondering	⊕ Dreiestrykksondering
▽ Trykksondering	⊕ Totalsondering
⊕	+ Vingeboring
⊙	⊙ Prøveserie
⊠	⊠ Prøvegrop
⊞	⊞ Fjell i dagen

Borhull nr. Terrang (bunn) kote Boret dybde + (boret i fjell)
 Antatt fjellkote

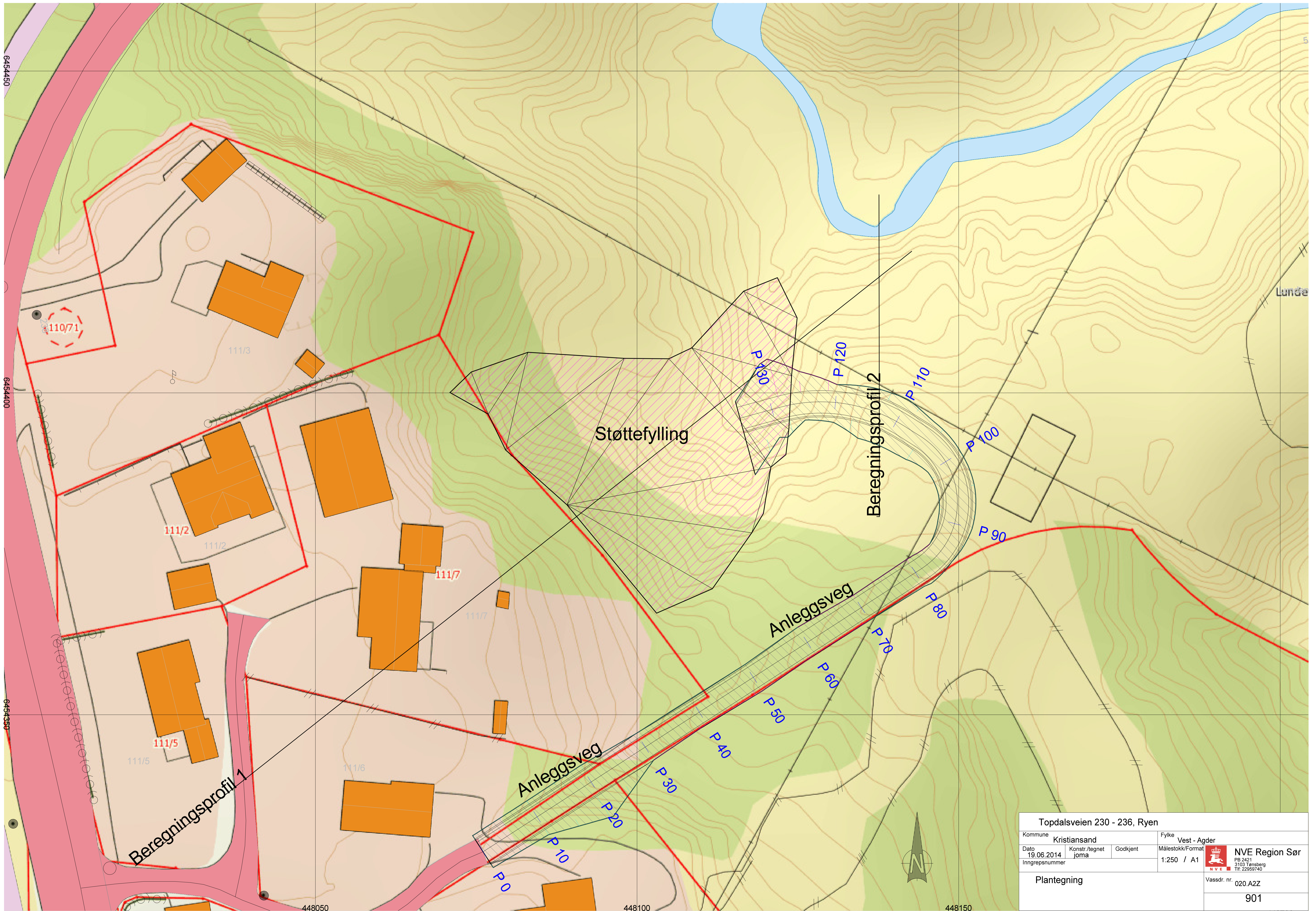
Kartgrunnlag: Ryen.sos Borbok nr.:
 Utgangspunkt for nivålement: Hansen Oppmåling Lab. bok nr.: 2216

Borplan	Tegningens filnavn
NVE	1.dwg
Topdalsveien 230-236, Ryen	Målestokk
Multiconsult	M = 1:500
Rådalen 15, 4826 KRISTIANSAND	Godkjent
11. 37 40 20 20 - Fax: 37 40 20 99	jaa
	Kontr. / Godkj.
	tdr
	Konstr. / Godkj.
	jaa
	Rev.



VEDLEGG E

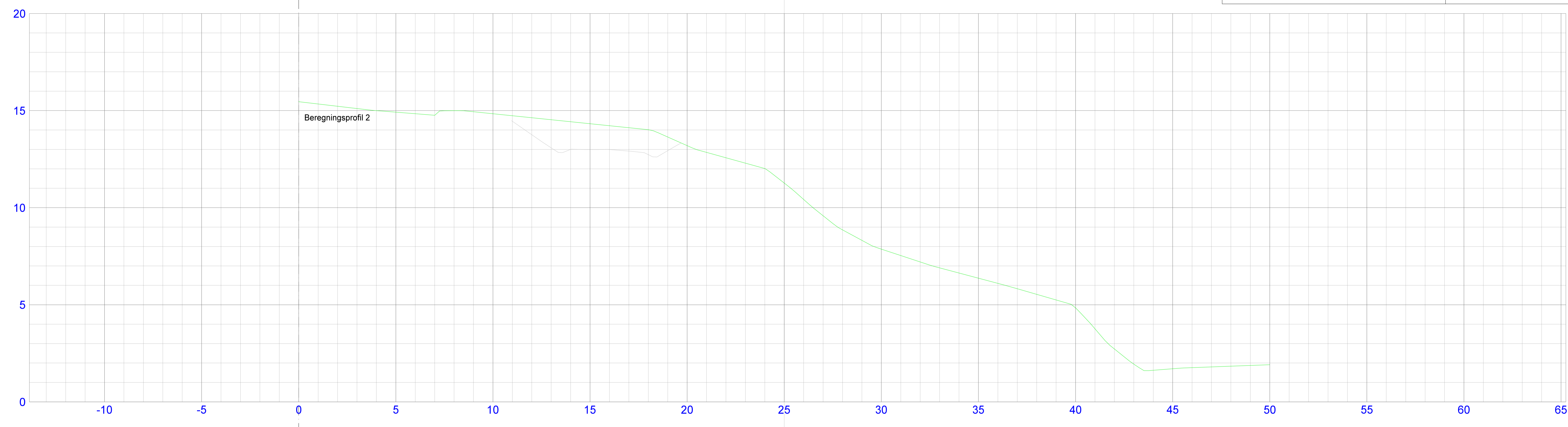
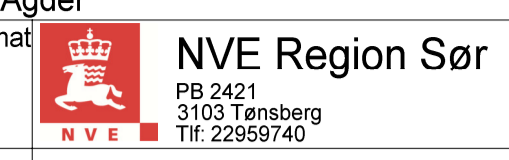
Plan- og profiltegninger for motfylling og anleggsvei utarbeidet av NVE basert på reviderte stabilitetsberegninger

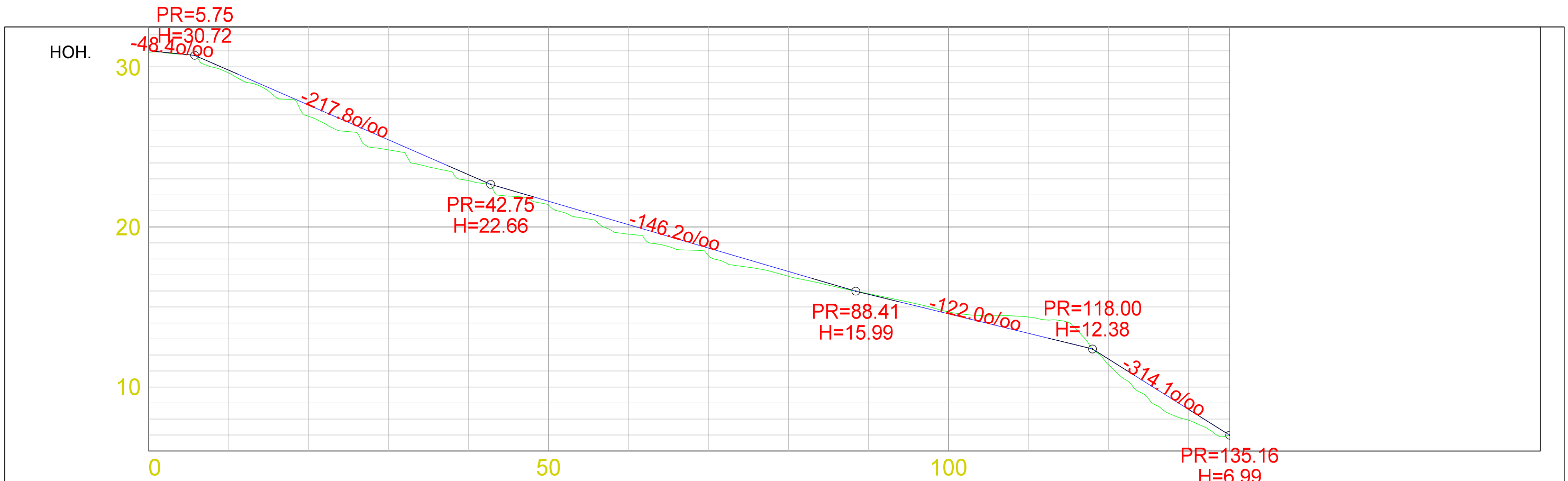


Topdalsveien 230 - 236, Ryen			
Kommune	Kristiansand	Fylke	Vest - Agder
Dato	19.06.2014	Konstr./tegnert	joma
Inngrepsnummer		Godkjent	
		Målestokk/Format	1:250 / A1
		 NVE Region Sør PB 2421 3103 Tønsberg Tlf. 22958140	
Plantegning			Vassdr. nr. 020.A2Z
			901

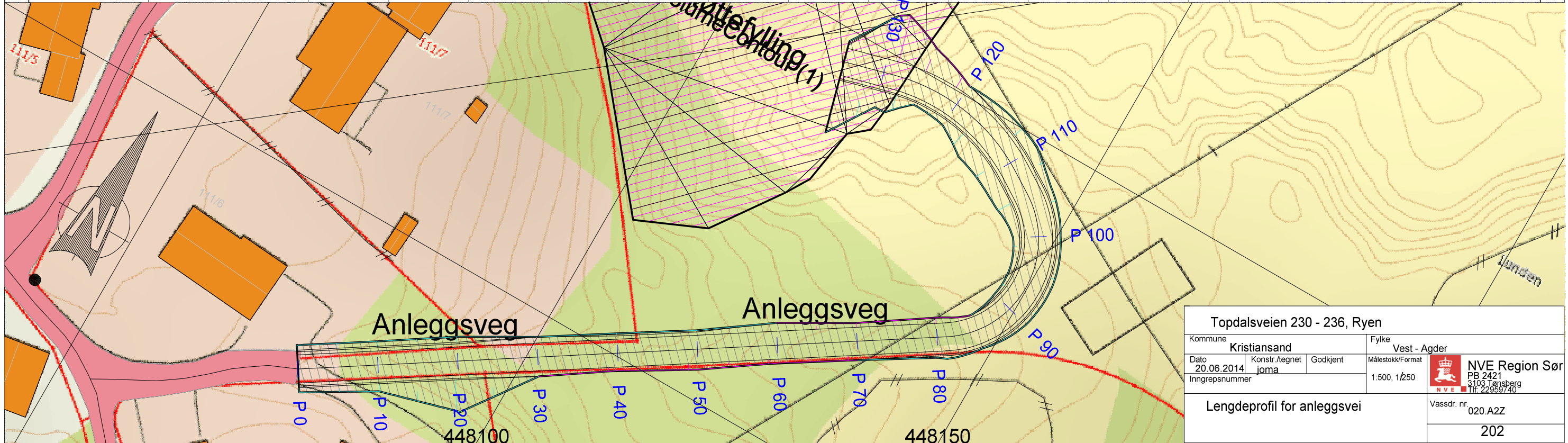
Topdalsveien 230 - 236, Ryen

Kommune	Kristiansand	Fylke	Vest - Agder
Dato	20.06.2014	Konstr./tegnert	joma
Godkjent		Målestokk/Format	1:100 /A1
Inngrepsnummer		1:200	
Beregningsprofiler 1 og 2			Vassdr. nr. 020.A2Z
			303






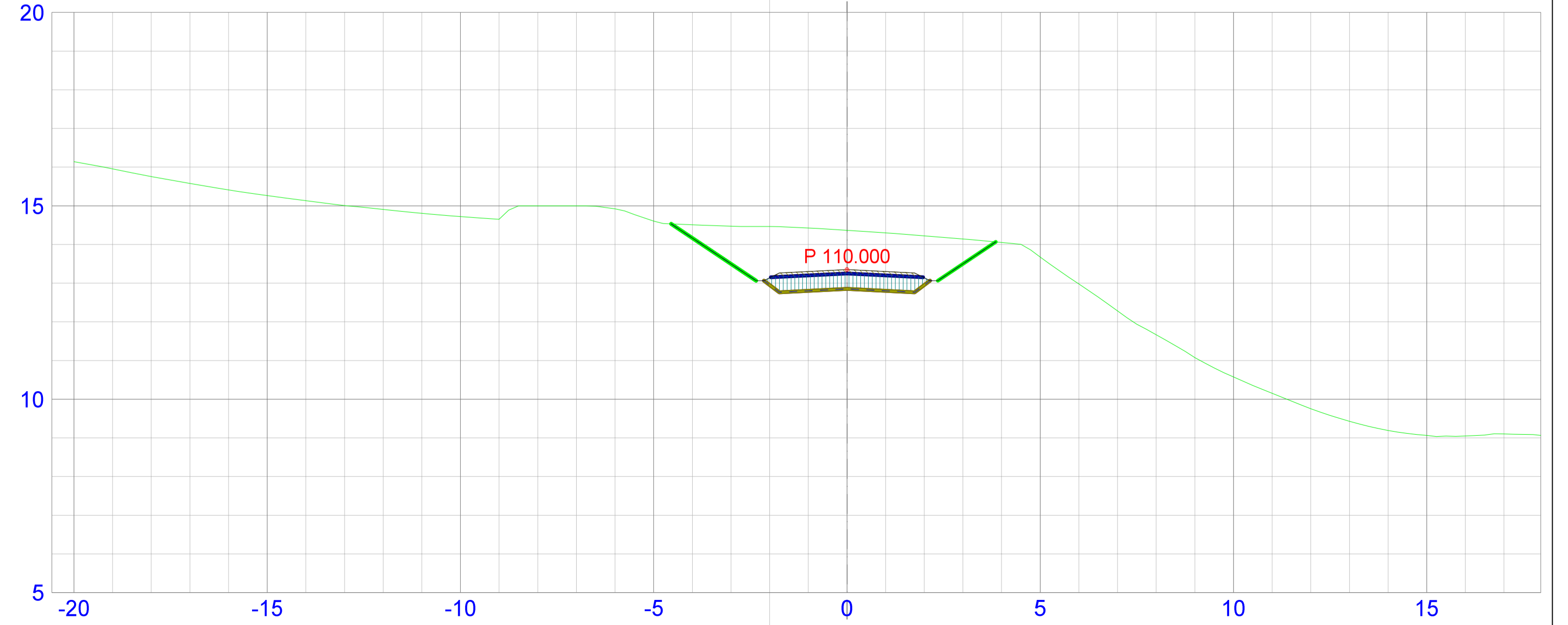
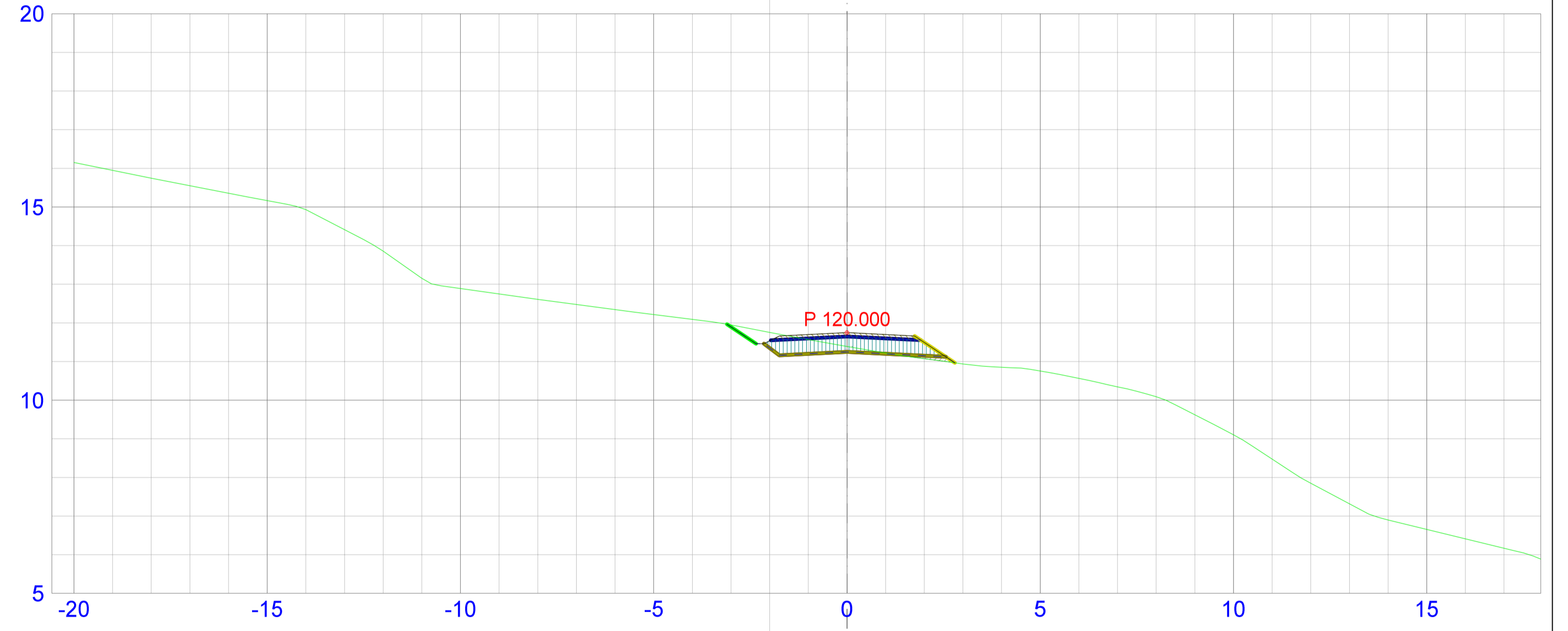
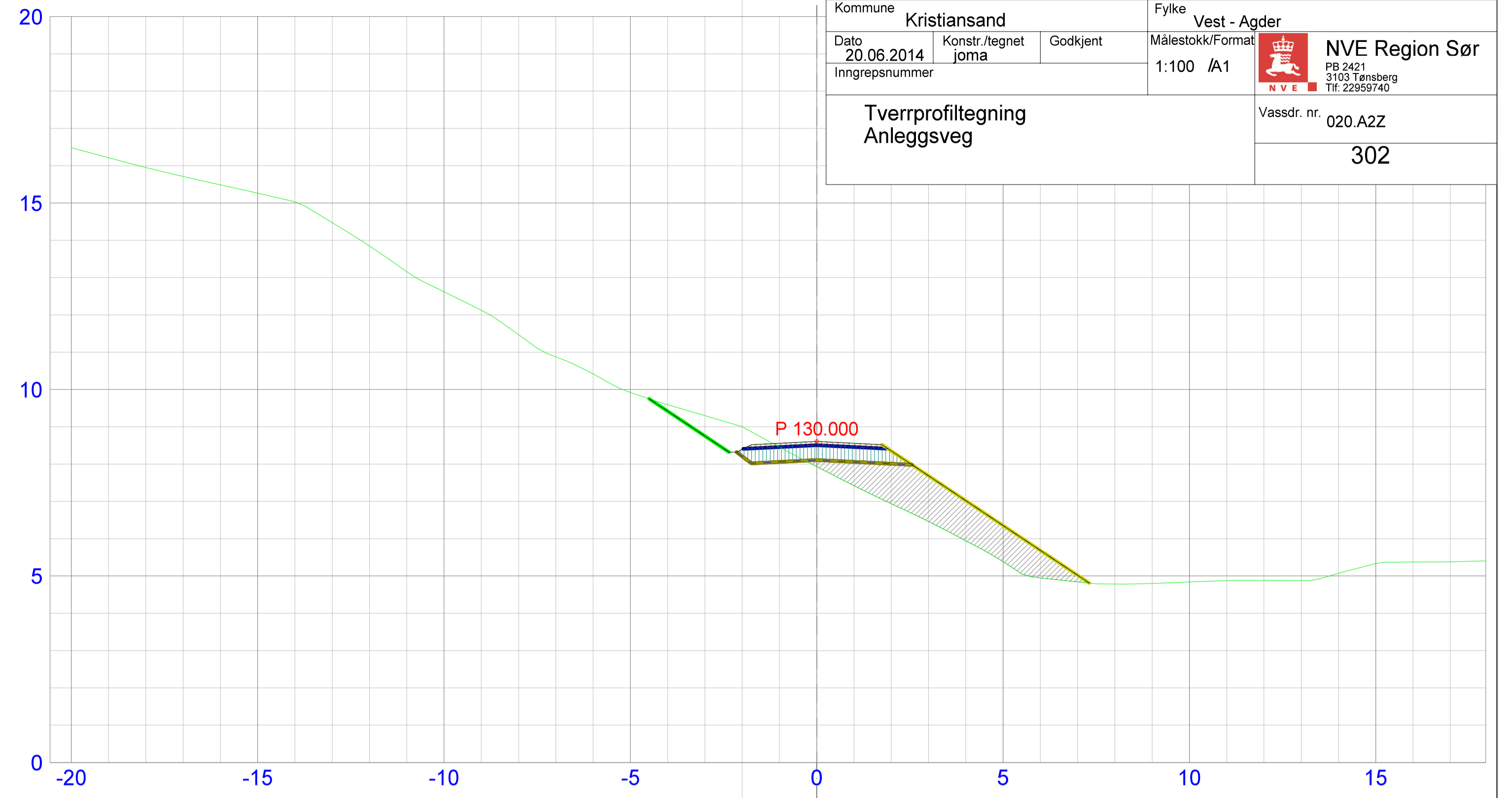
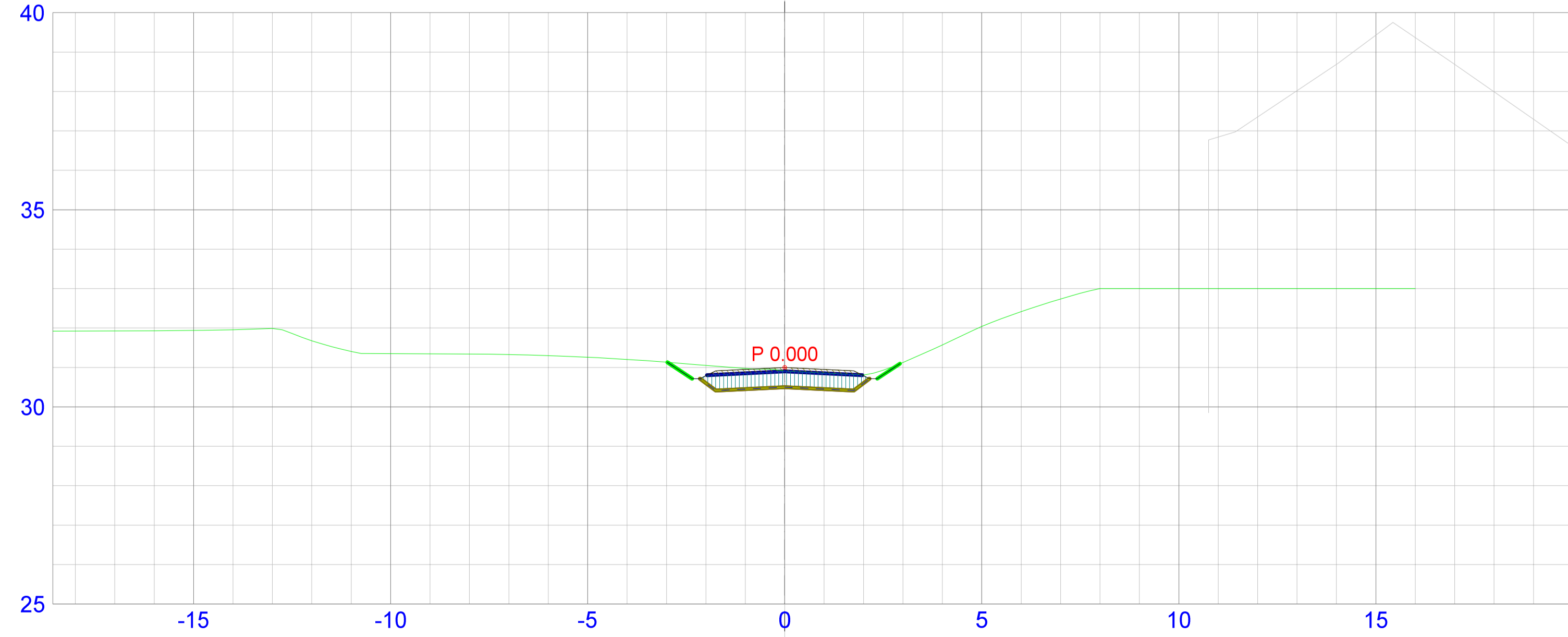
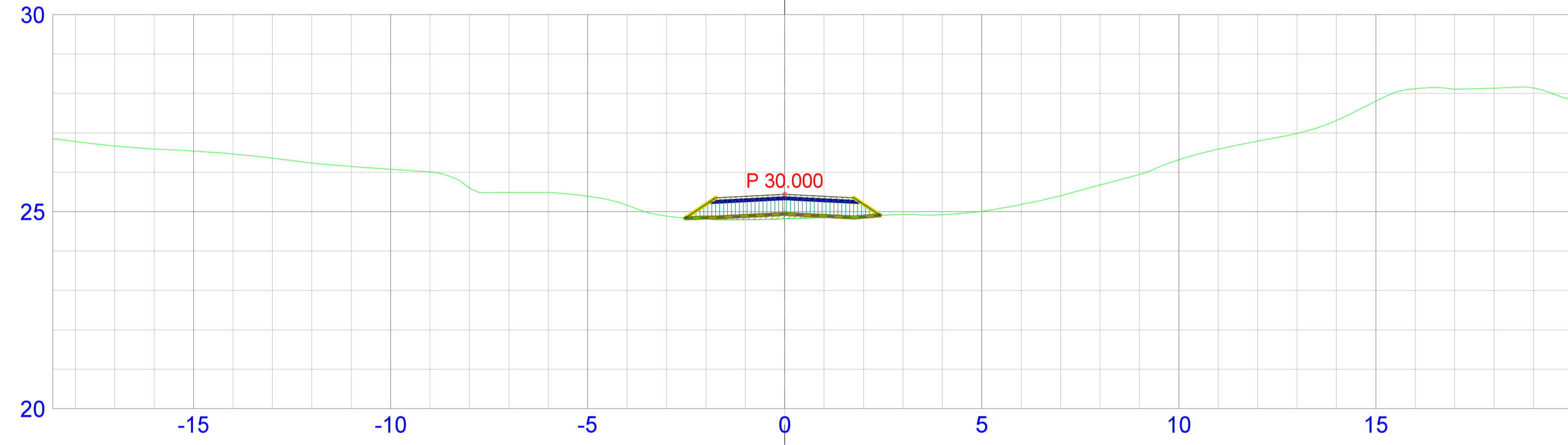
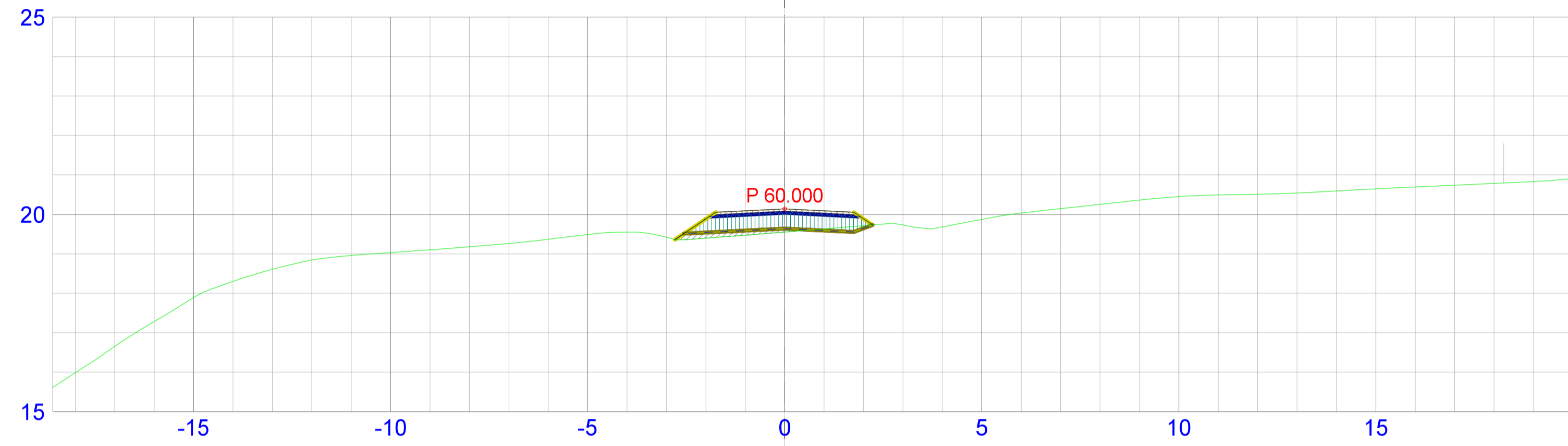
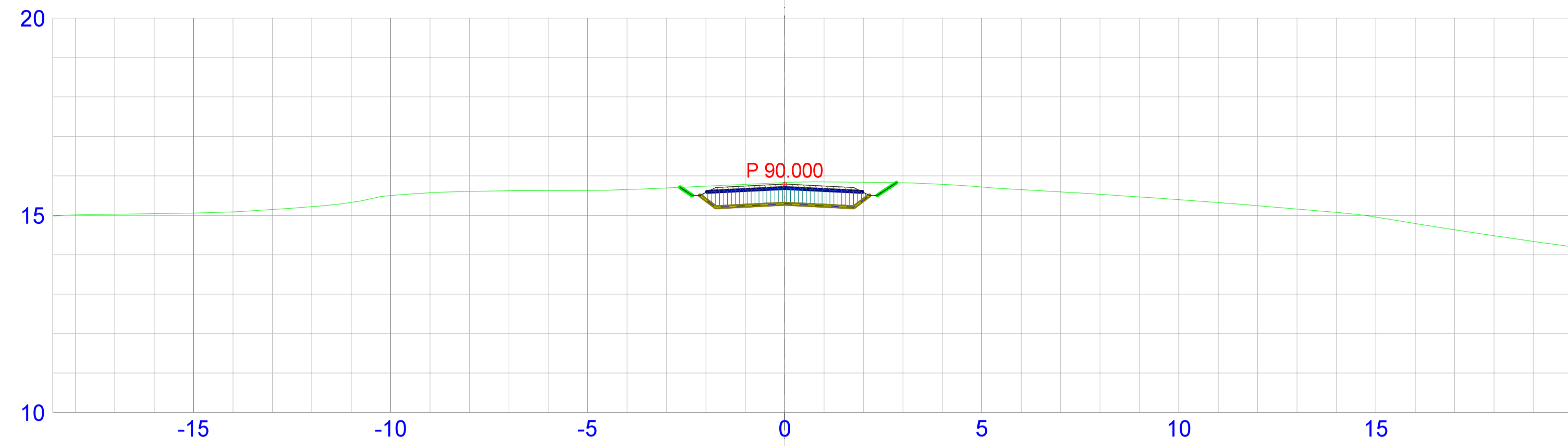
HOR. KURV.	R=12.16															R=24.18																	
BREDDEUTV.																																	
VEIBANE H.	0.09	31.00	0.17	29.80	0.71	27.62	0.62	25.44	0.37	23.26	0.24	21.60	0.59	20.14	0.48	18.68	0.30	17.22	-0.04	15.79	-0.12	14.57	-1.02	13.35	0.36	11.75	0.68	8.61	-0.00	6.99			
SKJ./FYLL.																																	



Topdalsveien 230 - 236, Ryen			
Kommune	Kristiansand	Fylke	Vest - Agder
Dato	20.06.2014	Konstr./egnet	joma
Inngrepsnummer		Godkjent	
		Målestokk/Format	1:500, 1:250
		NVE Region Sør	PB 2421
		NVE	3103 Tønsberg
		Tlf.	22959740
Lengdeprofil for anleggsvei			Vassdr. nr. 020.A2Z
			202

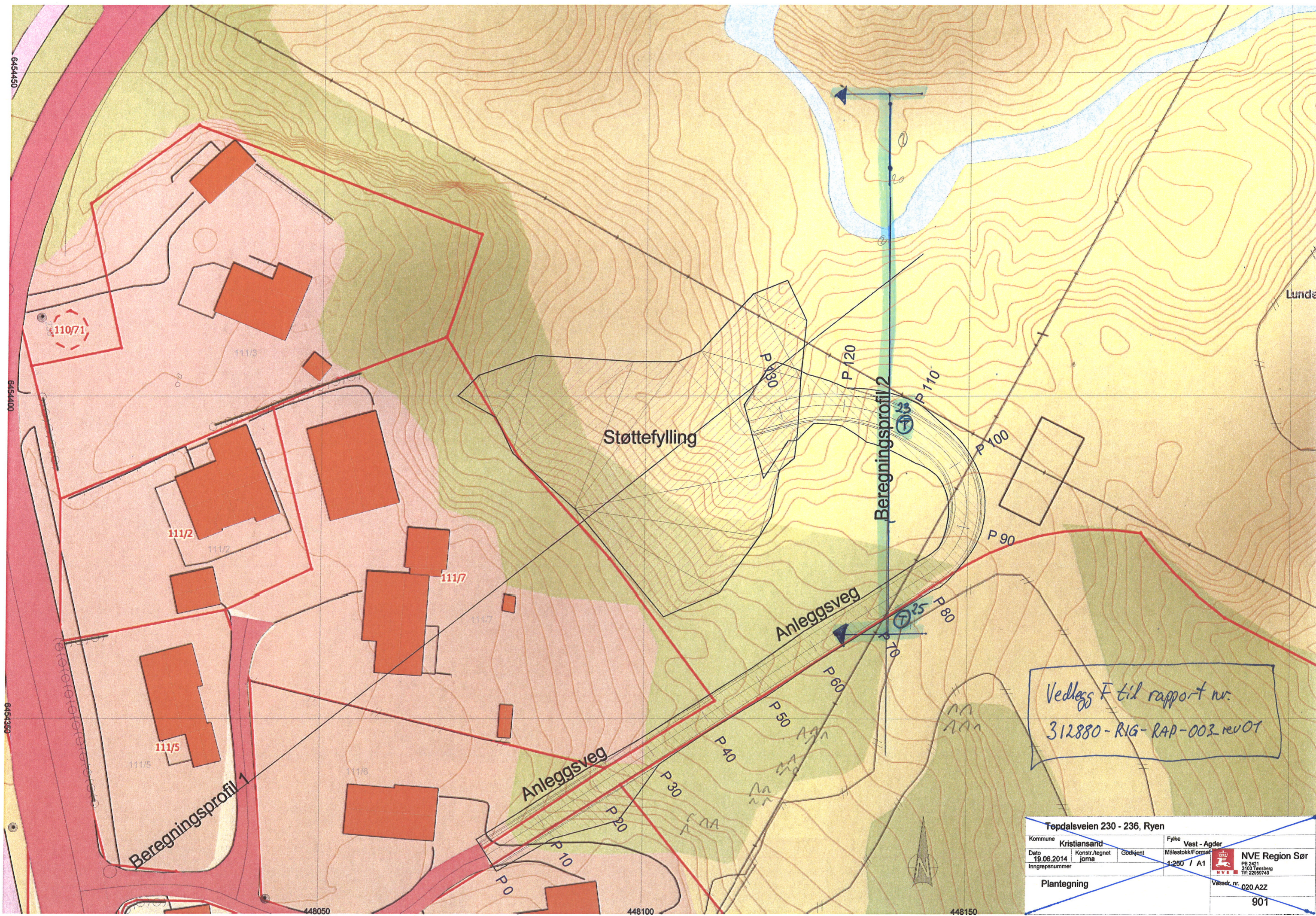
Topdalsveien 230 - 236, Ryen

Kommune	Kristiansand	Fylke	Vest - Agder
Dato	20.06.2014	Konstr./tegnert	joma
Inngrepsnummer		Godkjent	
Målestokk/Format	1:100 /A1	 NVE Region Sør PB 2421 3103 Tønsberg Tlf: 22959740	
Tverrprofiltegning			Vassdr. nr. 020.A2Z
Anleggsveg			302



VEDLEGG F

Beliggenhet av beregningsprofil 2 - Anleggsvei



Vedlegg F til rapport nr.
312880-RIG-RAP-003 rev 01

Topdalsveien 230 - 236, Ryen			
Kommune	Kristiansand	Fylke	Vest - Agder
Dato	19.06.2014	Konstr./egnet jorna	Godkjent
Inngrepsnummer		Målestokk/Form	1:250 / A1
Plantegning			NVE Region Sør PB 2421 3103 Tareberg Tlf: 22659740
			Vassdr. nr. 020.A22
			901

VEDLEGG G

Utbredelse av faresonen

