

Til: **Statens vegvesen Vegdirektoratet**

Fra: **Norconsult AS v/Arne Engen**

Dato: 10. desember 2009

RV. 12, GANG- OG SYKKELVEI UTSKARPEN, RANA KOMMUNE 3-PARTSKONTROLL

INNLEDNING

Norconsult AS er engasjert av Statens vegvesen Vegdirektoratet for å foreta en prosjektkontroll etter klasse 3 av prosjekteringen i forbindelse med ny gang- og sykkelvei langs Rv. 12 ved Utskarpen i Rana kommune. Grunnforhold og beregningsdokumentasjon er gitt i Statens vegvesens oppdragsrapport 2009100375-020, foreløpig utgave, datert 13. november 2009.

Dette notatet oppsummerer våre vurderinger knyttet til grunnforhold og til de beregninger som er gjort.

VALG AV PROSJEKTKLASSE OG KRAV TIL MATERIALKOEFFISIENT

Det er valgt vanskelighetsgrad høy og skadekonsekvens meget alvorlig. Prosjektet er derfor plassert i klasse 3 med krav til skjerpet kontroll av en uavhengig person eller organisasjon.

Det kan diskuteres om ikke vanskelighetsgraden for dette prosjektet burde vært valgt til middels, slik at man havnet i prosjektklasse 2. Statens vegvesens valg aksepteres imidlertid.

Siden man på deler av denne veistrekningen har meget sensitive (kvikke) leirmasser, og konsekvensen ved brudd må kunne sies å være meget alvorlig, er vi enig i at kravet til materialkoeffisient skal settes til minimum 1,6, iht. Statens vegvesens håndbok 016.

Iht. samme håndbok kan man velge tiltak som gir minimum forbedring av beregnet sikkerhet mot utglidning på 20 %, dersom det er umulig å tilfredsstille minimumskravet, i dette tilfelle $\gamma_m \geq 1,6$, ved stabilitetsforbedrende tiltak. I foreliggende prosjekt er de foreslåtte tiltakene med motfyllinger relativt enkle tiltak, og det prosentvise kravet kommer derfor ikke til anvendelse.

GRUNNFORHOLD

Løsmassene på den første delstrekningen (vegmodell 70000) består hovedsakelig av bløt og meget sensitiv (kvikk), siltig leire. På den andre delstrekningen (vegmodell 70100) er det ved sonderinger registrert betydelig fastere grunn.

Som grunnlag for å bestemme leiras styrkeegenskaper, har man totalt fire trykksonderinger (CPTU) samt én prøveserie. Enaksiale trykkforsøk og konusforsøk utført på de opptatte prøvene viser svært lave udrenerte skjærstyrkeverdier, til dels langt under verdier for normalkonsolidert leire, noe som tyder på at prøvene var forstyrret i varierende grad. Dette er ikke helt uventet med tanke på den lave plastisiteten (5-7 %) og den høye sensitiviteten. Vi mener derfor at man ikke kan benytte disse målte styrkeverdiene direkte i stabilitetsberegningene, noe det heller ikke ser ut til at SVV har gjort.

Som grunnlag for å bestemme styrkeprofil for stabilitetsberegningene, har man tolket de fire trykksonderingene. Her er det valgt å tolke spissmotstand basert på flyteindeks, w_L , med det svenske programmet Conrad. Videre er poretrykksresponsen tolket basert på "vanlig" måte iht. norsk praksis med en poretrykksfaktor N_{Au} på 9. Det er i rapporten ikke angitt hvilken s_u man tolker ut fra disse trykksonderingene (aktiv, direkte, passiv, midlere), men selve beregningene viser at har benyttet en midlere verdi, og at man regner med isotrop styrke i leira.

Vi mener at den svenske tolkningsmetoden som Conrad benytter, ikke nødvendigvis er så godt egnet for magre, siltige norske leirer. Man burde heller benyttet anerkjente tolkningsmetoder benyttet i Norge, for eksempel Karlsrud et. al., CPTU Correlations for Clays, ICSMGE Osaka 2005. Videre vil den valgte tolkningsmetoden basert på spissmotstand typisk gi verdier for midlere udrenert skjærstyrke, mens den valgte metoden basert på poretrykk typisk vil gi verdier for aktiv udrenert skjærstyrke.

I vedlegg 1-4 har vi tolket disse trykksonderingene på nytt, basert på N_{KT} og N_{Au} forslått av Karlsrud et. al. (2005). Følgende kommentarer kan knyttes til de tolkede styrkene:

- De plottede verdiene er aktiv udrenert skjærstyrke.
- De hakkede kurvene tyder på at leira er til dels meget siltig/sandig. Innholdet av silt/sand ser også ut til å øke i dybden.
- Det er god overensstemmelse mellom tolkningen basert på spissmotstand og på poretrykk for CPTU 2 samt for CPTU 10 under ca. 10 m dybde. For øvrig gir spissmotstand høyere skjærstyrkeverdier enn poretrykk. Dette kan skyldes at siltinnholdet medfører en viss drenering under nedpressingen a CPTU-sonden, og dermed for lave målte poretrykk.
- Kurven som angir "Basert på OCR" er basert på formelen $s_{uA} = 0,3 \cdot p_0' \cdot OCR^{0,65}$, hvor OCR er satt til 1,25 på grunn av "aging". Dette er altså å betrakte som aktiv udrenert skjærstyrke for en normalkonsolidert, aldret leire.

Det er naturlig å benytte anisotrope styrkeverdier i stabilitetsberegningene. Typiske verdier for anisotropiforholdene for tilnærmet normalkonsolidert, sensitiv leire kan være $s_{uDS}/s_{uA} = 0,65$ og $s_{up}/s_{uA} = 0,4$, basert på blokkprøveresultater presentert av Karlsrud et. al. (2005).

BEREGNINGER

SVVs beregninger er utført med programmet GeoSuite Stabilitet. Vi har ingen kommentarer til valg av beregningsverktøy.

Som nevnt over, er SVVs beregninger basert på isotrop styrke i leira. Vi mener det burde vært regnet med anisotrope verdier.

Videre er effekten av geometri (begrenset bredde av potensielle glidesirkler) tatt hensyn til ved å legge inn en sidefriksjonsfaktor i beregningsprogrammet. Her er det valgt en faktor på 0,01 ved profil 640, tilsvarende en bredde av glideflaten på 200 m, og en faktor på 0,05 ved profil 860, tilsvarende en bredde på 40 m. Vi stiller spørsmål ved bredden ved profil 640 på 200 m, siden tegning V01 angir en bredde av motfyllingen på snaut 100 m, og det i rapporten på side 13 er angitt en bredde på bare 38,5 m. Vi noterer også at det er benyttet samme sidefriksjonsfaktor for kritiske glidesirkler både før og etter tiltak, selv om lengden på disse er til dels svært forskjellige.

Generelt er vi meget skeptiske til å benytte funksjonen med å legge inn en sidefriksjonsfaktor i programmet. Det vanlige er å utføre beregningene uten sidefriksjonsfaktor, og så vurdere evt. geometrieffekter separat, ved å anslå en økning i beregnet sikkerhet mot utglidning på 10-20%, avhengig av bredde-/lengdeforholdet. For å illustrere at man kan komme feil ut i beregningene ved å benytte funksjonen med en sidefriksjonsfaktor, har vi etterregnet de to profilene presentert i SVVs rapport med og uten

sidefriksjonsfaktor. Det er valgt å gjøre dette for dagens situasjon og for de udrenerte beregningene, som ga lavest sikkerhet mot utglidning i SVVs rapport. Disse etterregningene er vist på figur 5-8.

Ved profil 640 får vi en beregnet sikkerhet mot utglidning på 1,00 med sidefriksjonsfaktor og 0,94 uten, dvs. en effekt på 6 %, hhv. figur 5 og 6. Vi mener det for denne glideflaten ikke er riktig å regne med sidefriksjon, siden lengden på glideflaten bare er ca. 20 m, mens dalsøkket er 50-100 m bredt ($B/L \approx 0$).

Ved profil 860 får vi en beregnet sikkerhet mot utglidning på 1,04 med sidefriksjonsfaktor og 0,67 uten, dvs. en effekt på hele 55 %, hhv. figur 7 og 8. Vi mener det for denne glideflaten kun er riktig å regne med en effekt av sidefriksjon på 15-20 %, siden lengden på glideflaten bare er 25-30 m, mens dalsøkket er omtrent like bredt ($B/L \approx 1$).

Vi har utført egne beregninger i de to profilene som SVV har sett på. Vi har da valgt følgende endringer i input til stabilitetsberegningene i forhold til hva SVV har valgt:

- Karakteristisk aktiv udrenert skjærstyrke er valgt lik kurven "Basert på OCR" i figurene 1-4.
- Anisotropifaktorer er valgt som angitt i kapittelet om grunnforhold.
- Det er valgt en friksjonsvinkel på 32° i tørrskorpeleira.
- Beregningene er gjort uten effekter av sidefriksjon.

Våre beregninger ved profil 640 for dagens situasjon og med motfylling som foreslått av SVV er vist på hhv. figur 9 og 10. Slik figurene viser, blir beregnet sikkerhet mot utglidning før og etter tiltak hhv. 1,00 og 1,50. Kritisk glideflate etter tiltaket er omtrent 70 m lang, og spenner over et dalsøkk som er omtrent like bredt. Dette skulle forsvare å benytte en geometrieffekt tilsvarende 15-20 %, og dermed er kravet til materialfaktor $\gamma_m \geq 1,6$ oppfylt.

Våre beregninger ved profil 860 for dagens situasjon og med motfylling som foreslått av SVV er vist på hhv. figur 11 og 12. Slik figurene viser, blir beregnet sikkerhet mot utglidning før og etter tiltak hhv. 0,78 og 1,36. Kritisk glideflate etter tiltaket er omtrent 25-30 m lang, og spenner over et dalsøkk som er omtrent like bredt. Dette skulle forsvare å benytte en geometrieffekt tilsvarende 15-20 %. For å oppnå en materialfaktor $\gamma_m \geq 1,6$, må geometrieffekten være ca. 17,5 %. Vi mener derfor at kravet til sikkerhet er oppfylt.

KONKLUSJON

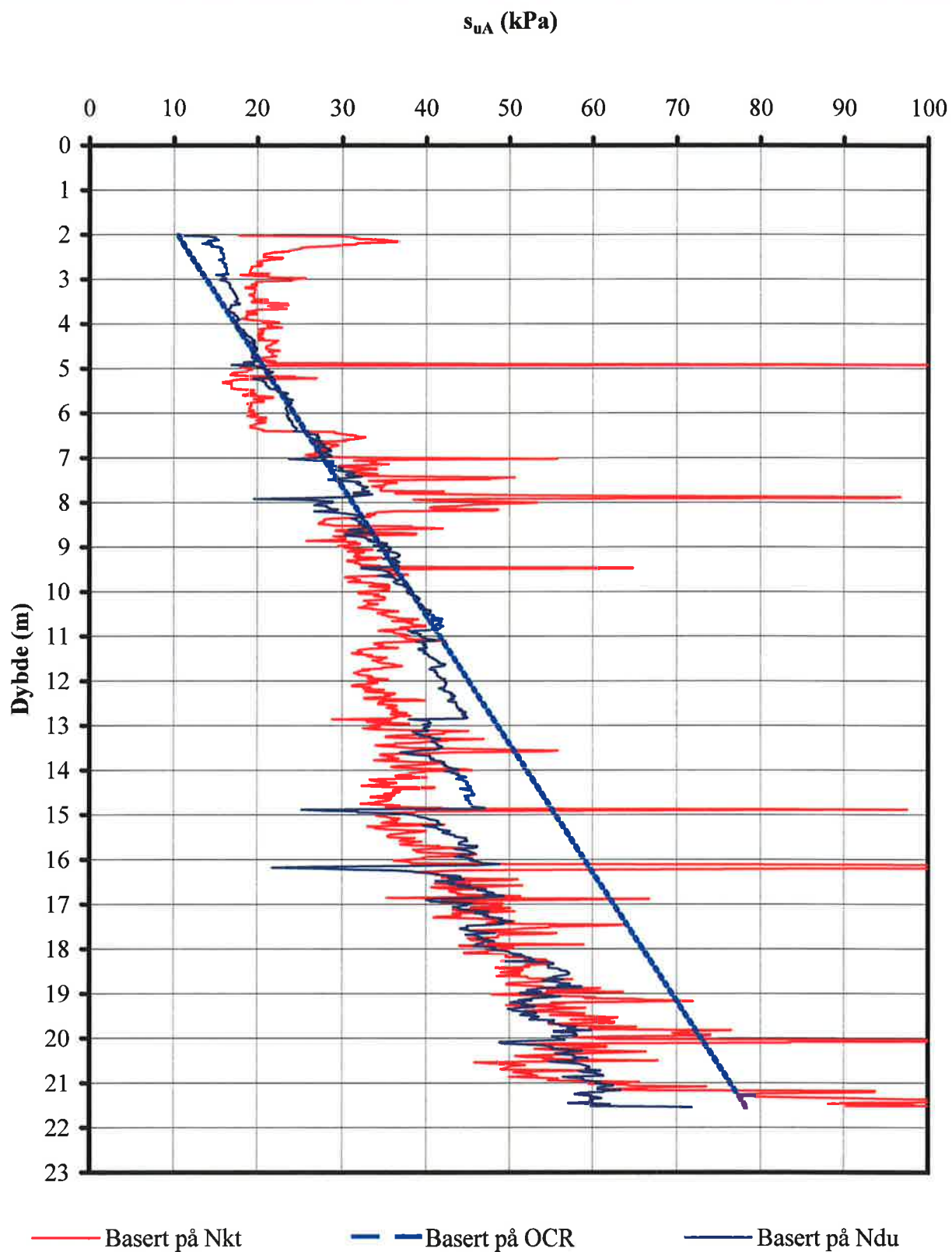
De beskrevne tiltak med motfyllinger ved ca. profil 590 til 680 og ca. profil 850 til 870 medfører at kravene til beregningsmessig sikkerhet mot utglidning iht. Håndbok 016 er oppfylt.

Plan som viser de foreslåtte motfyllingene ved profil 640 og 860 må angis med terrengkoter for nytt terreng. Man må da også vise motfyllingen på høyre side (oppstrøms) av veien ved profil 860. Denne motfyllingen mangler på tegning V01.

Sandvika, 10. desember 2009


Arne Engen

Vedlegg



Terrengkote : 15,8 m

Grunnvannstand : 1 m under terreng

$N_{kt} = 8,78$

$N_{Au} = 9,29$

3. partskontroll Rv. 12 Utskarpen

Dato: 08.12.2009

Borhull nr. 2

Utarbeidet av: AEU

Skjærstyrke tolket fra CPTU

Godkjent av:

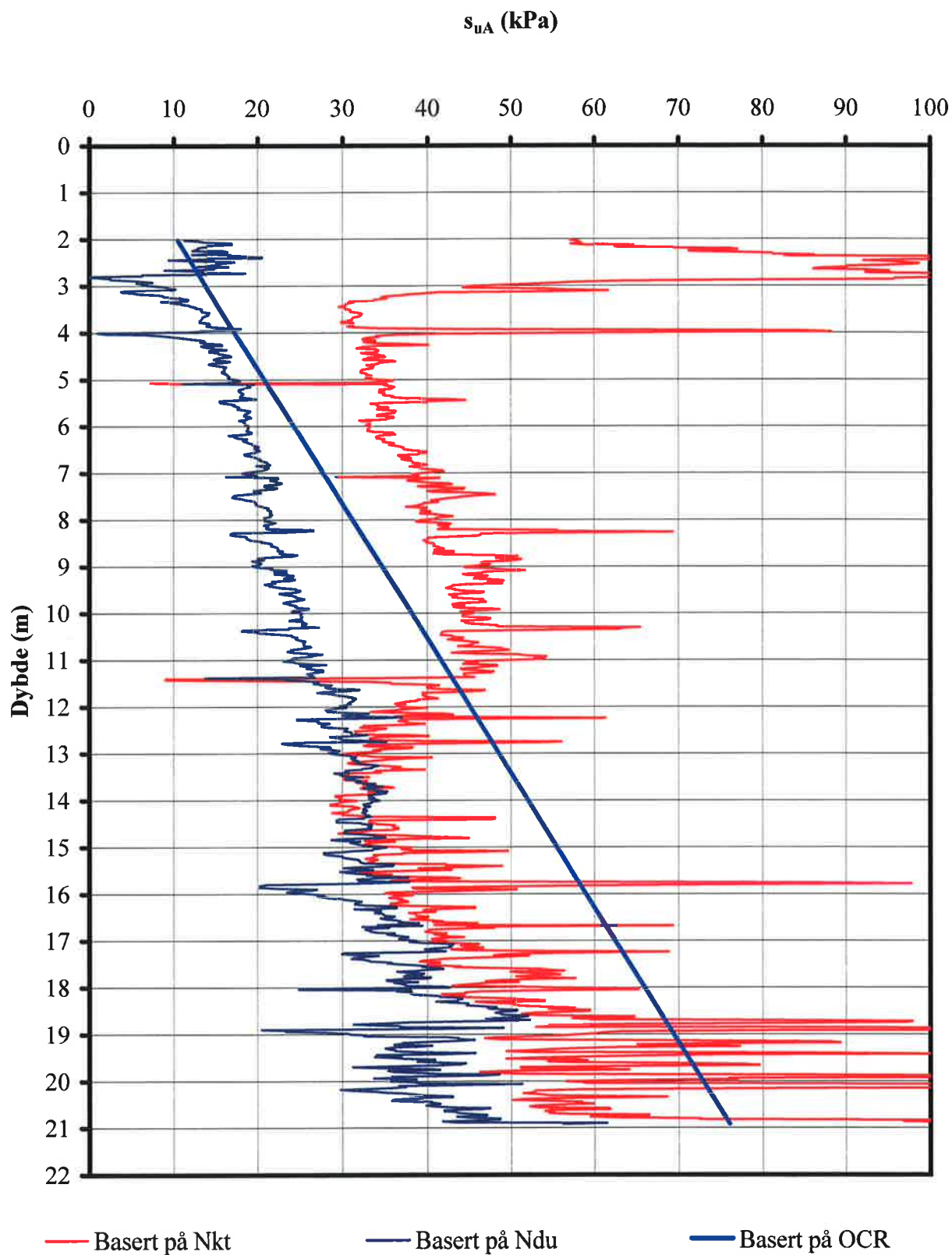
Målestokk: 1 200

Norconsult 

Oppdr. nr. 5014824

Tegningsnr. 1

Revisjon: -



Terrengkote : 14,9 m
 $N_{kt} = 8,78$

$N_{Au} = 9,29$

Grunnvannstand : 1 m under terreng

3.partskontroll Rv. 12 Utskarpen

Dato: 08.12.2009

Borhull nr. 10

Utarbeidet av: AEN

Skjærstyrke tolket fra CPTU

Godkjent av:

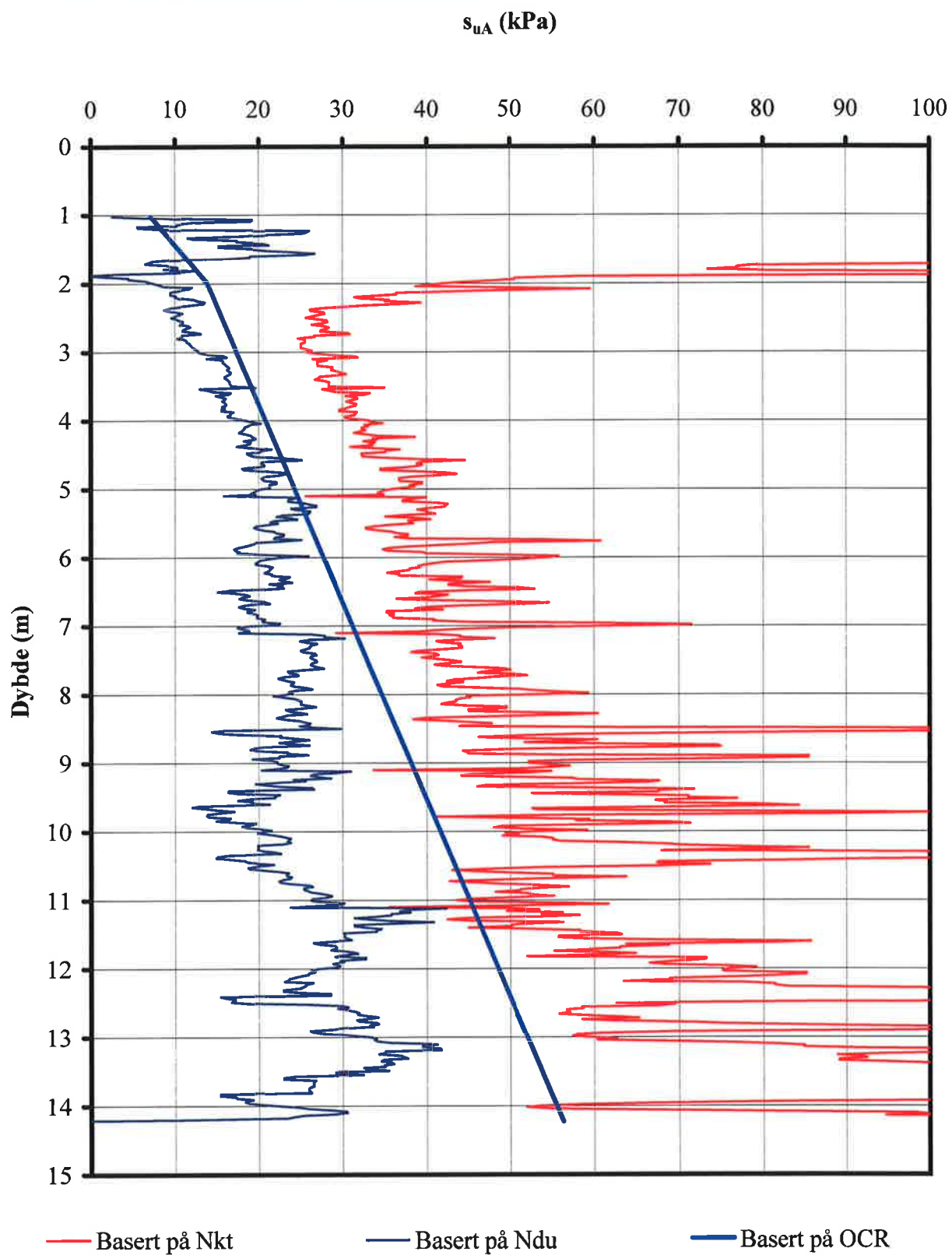
Målestokk: 1 200

Norconsult

Oppdr. nr. 5014824

Tegningsnr. 2

Revisjon: -



Terrengkote : 15,3 m
 $N_{kt} = 8,78$

$N_{Au} = 9,29$

Grunnvannstand : 2 m under terreng

3.partskontroll Rv. 12 Utskarpen

Borhull nr. 13

Skjærstyrke tolket fra CPTU

Dato: 08.12.2009

Utarbeidet av: AEU

Godkjent av:

Målestokk: 1 200

Revisjon:

Norconsult

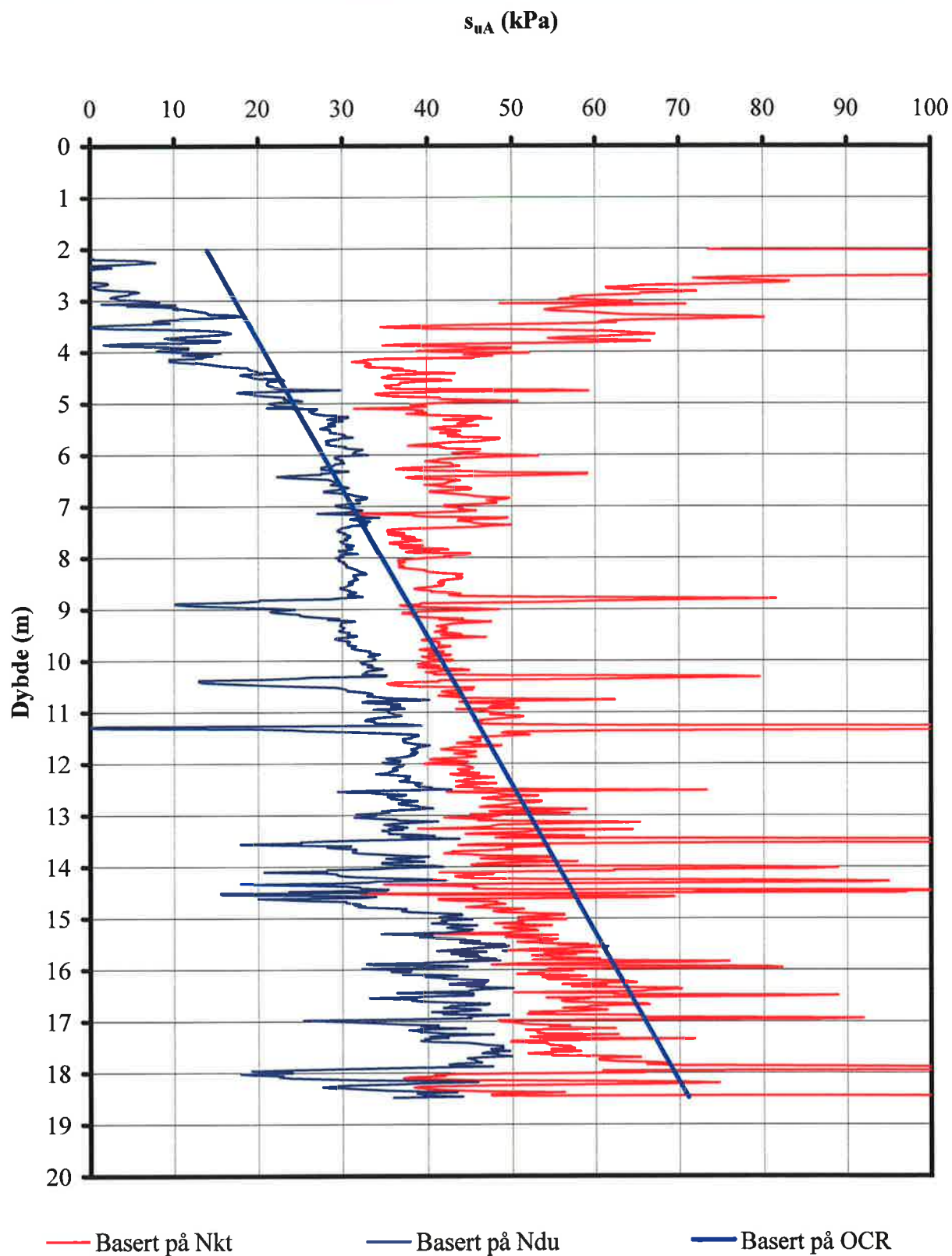
Oppdr. nr.

5014824

Tegningsnr.

3

-



Terrengkote : 10 m

$N_{kt} = 8,78$

Grunnvannstand : 2 m under terreng

$N_{Au} = 9,29$

3.partskontroll Rv. 12 Utskarpen

Borhull nr. 17

Skjærstyrke tolket fra CPTU

Dato:

08.12.2009

Utarbeidet av:

AEN

Godkjent av:

Målestokk:

1 200

Revisjon:

-

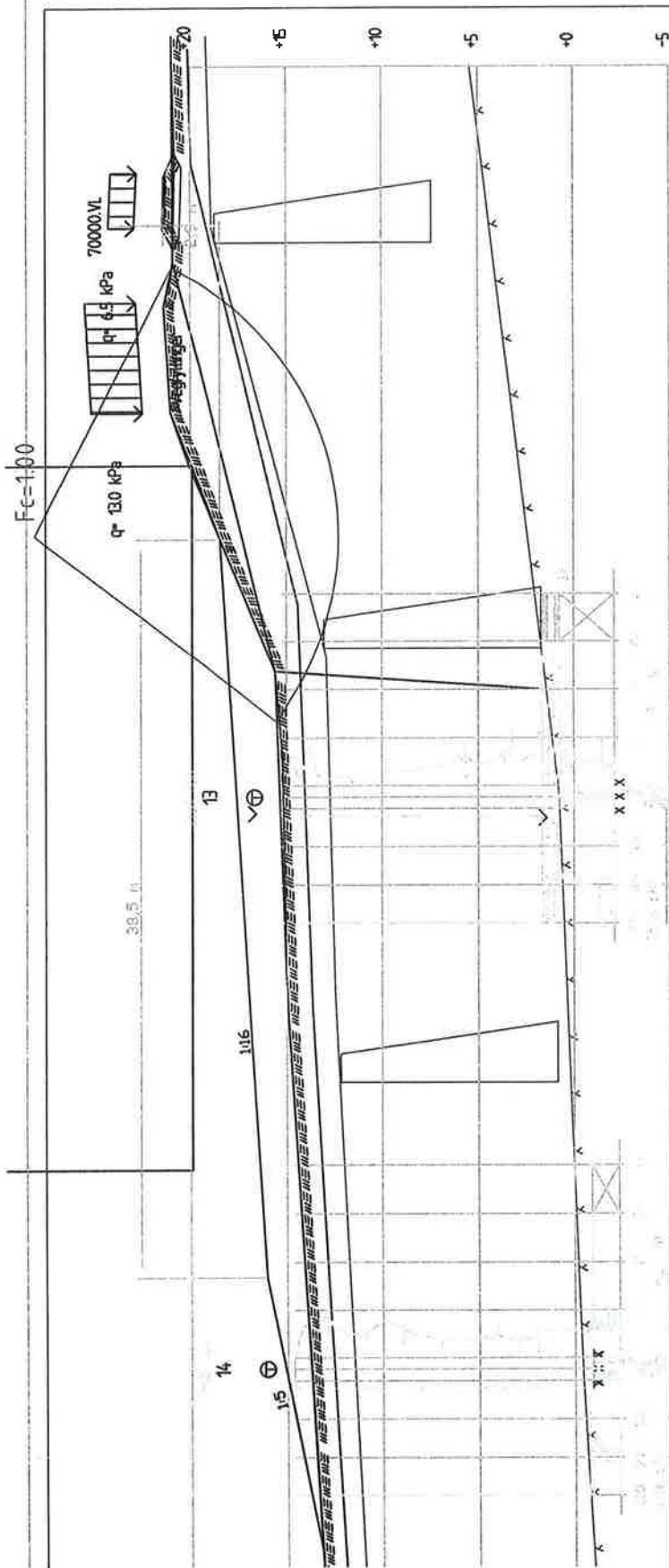
Norconsult 

Oppdr. nr.

5014824

Tegningsnr.

4



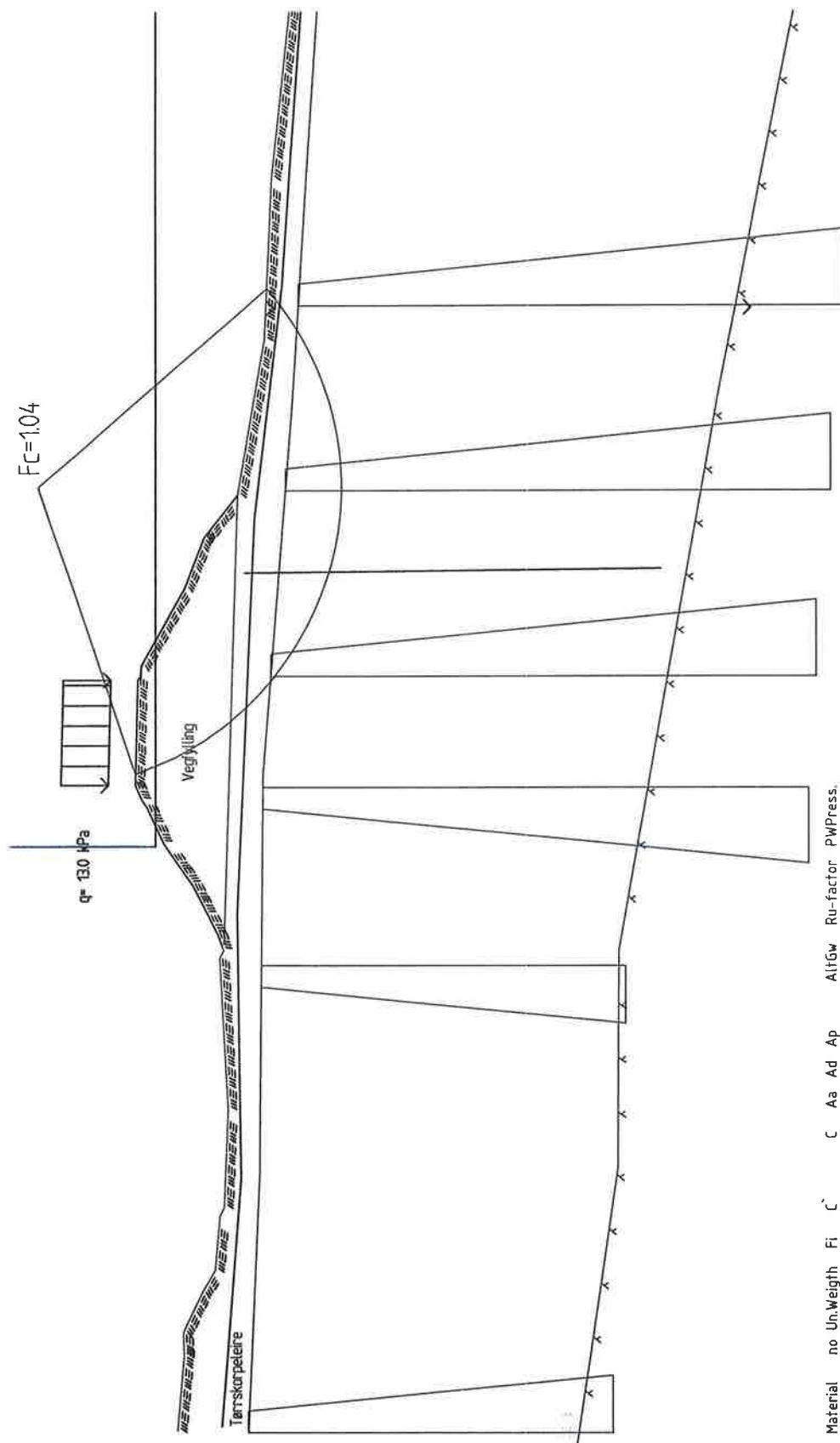
V650 V600 V550 V500 V450 V400 V350 V300 V250 V200 V150 V100 V50 0.0 H5.0

Material	no	Un-Weight	Fi	C	Aa	Ad	Ap	AltGw	Ru-factor	PwPress.
Vegfyllinger	1	19.00	42.0	0.0				0.00	0.00	0.00
Tørsskorpeleide		19.70	27.0	0.0				0.00	0.00	0.00
Leire	3	20.30	---	---	C-profil	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00
Berg										

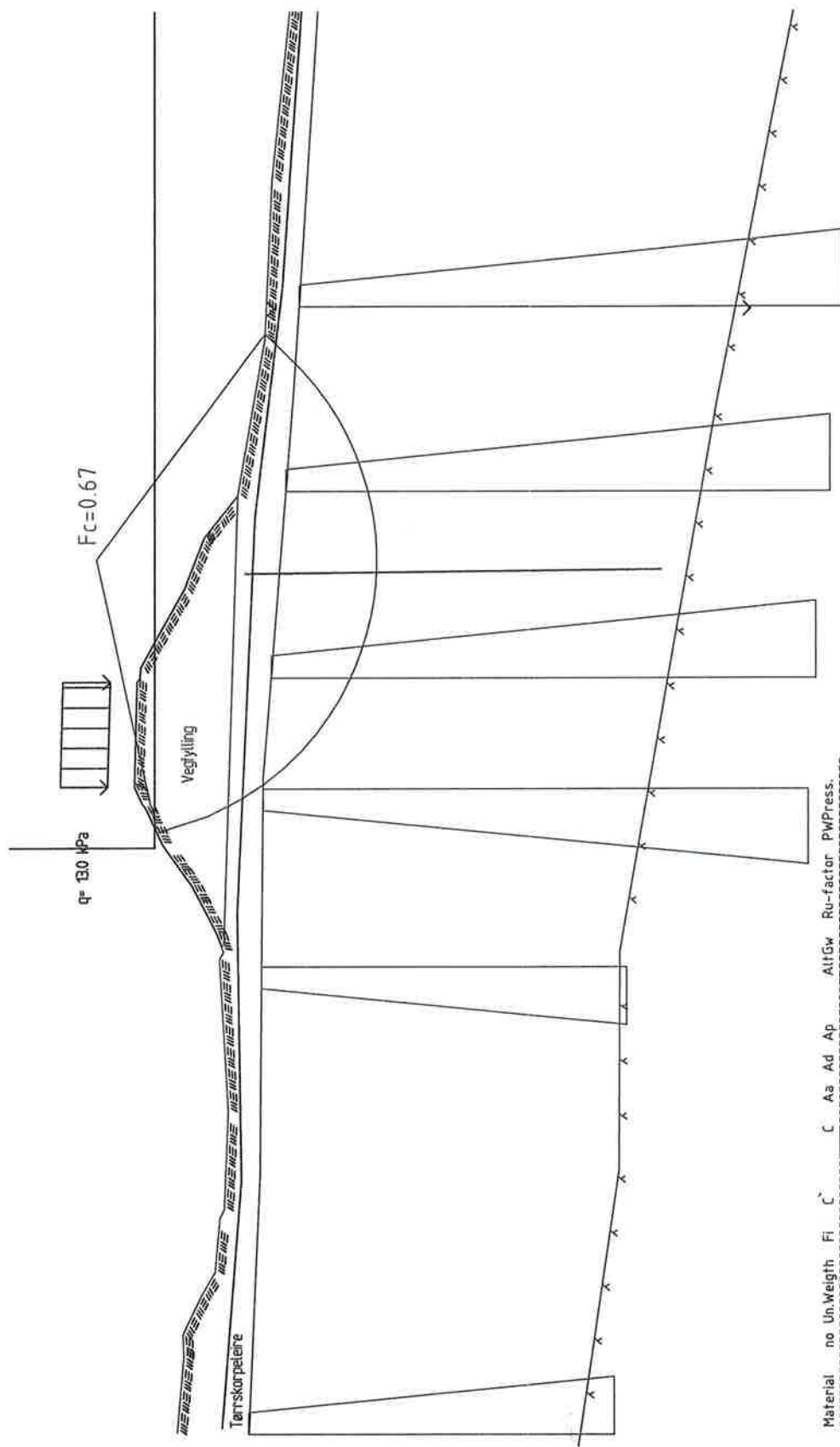
Med SidefriktionsFAKTOR 0,01

GRUNNUNDERSØKELSE:
Rv72: Gang -og sykkelveg i Utskarpen
Vegmodell 70000.gen

V05



MED SIDERIKSØNSFAKTOR 0,05



Material	no	Un-Weight	F_i	C	A_a	A_d	A_p	AltGw	Ru-factor	PWPpress.
Vegfylting	1	19.00	42.0	0.0				0.00	0.00	0.00
Tørrskorpeløse	3	19.70	---	---	20.0	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00
Leire	3	20.30	---	---	C-profil	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00
Berg										

UTEN SIDEFRIKSTIONSFAKTOR

