

NOTAT 001

OPPDRAK	Tovikskjæret - Skånland	DOKUMENTKODE	10212518-RIG-NOT-001
EMNE	Orienterende geoteknisk vurdering	TILGJENGELIGHET	Åpen
OPPDRAKSGIVER	Skånland kommune	OPPDRAGSLEDER	Åge Dyb
KONTAKTPERSON	Anne Cathrine Schistad	SAKSBEHANDLER	Maren S. Kallelid
KOPI		ANSVARLIG ENHET	10235011 Geoteknikk Nord

SAMMENDRAG

Skånland kommune vurderer å utvide eksisterende utfylling ved Tovikskjæret i nordlig og østlig retning.

Grunnen i området består 1-2 lag. Det øverste laget består av leire med mektighet opptil ca. 11 m. I området nord for Tovikskjæret har leira sprøbruddegenskaper, mens i østlig retning er leira generelt fastere. Derunder er det påtruffet faste masser ned til berg. Dybde til berg varierer mellom 0,7 og 17,6 m.

Utstrekning på utfylling er ikke avklart, og det er skissert opp to alternative utfyllinger. Begge alternativene er vurdert i foreliggende notat.

Basert på resultater fra stabilitetsvurderinger kan det fylles inntil 150 m fra land i østlig retning uten stabiliserende tiltak. Dersom det skal fylles i nordlig retning krever dette omfattende stabiliserende tiltak på grunn av svært lav sikkerhet mot utglidning.

Fyllingen skal utføres med sprengstein og fronthelning 1:1,4. Fyllingsfronten må plastres for erosjonssikring.

Fyllingsarbeidet skal utføres med gravemaskin eller doser/hjullaster som skyver massene utover. Det anbefales å først etablere en omfaningsmolo, og deretter fylle inn i bakkant.

1 Innledning

Skånland kommune igangsetter planarbeid for etablering av næringsområdet på Tovikskjæret. I den forbindelse ønskes det å utvide eksisterende fylling, og benytte innvunnet areal til etablering av næringspark.

Multiconsult er engasjert for å vurdere mulighetene for en utfylling i angitt område og for fremtidig fundamentering på fyllingen.

Alle høydekoter i notat og tegninger henviser til høydesystemet NN2000.

2 Grunnforhold

Multiconsult har utført geoteknisk grunnundersøkelse i det aktuelle området. Beskrivelse av grunnforhold og topografi baserer seg på rapport nr. 10212518-RIG-RAP-001.

Området nord og øst for Tovikskjæret vurderes videre utfyllt, se Figur 2-1. Sjøbunnen i det aktuelle området er relativt flat og har en gjennomsnittlig helning på ca. 1:20 utover. I østlig retning faller sjøbunnen med helning 1:6 ca. 400 m fra land, mens det i nord er en skråning med helning 1:4 ca. 100 m fra land.

Grunnen i området består av 1-2 lag med løsmassemektighet mellom 0,7 – 17,6 m. I det øverste laget øker sonderingsmotstanden med dybden. Dette laget består av leire og har en mektighet

00	2019-09-20	ORIENTERENDE GEOTEKNISK VURDERING	MSK	SRR	AGED
REV.	DATO	BESKRIVELSE	UTARBEIDET AV	KONTROLLERT AV	GODKJENT AV

Orienterende geoteknisk vurdering

mellom 0,6 m og 11,2 m. Over berg er det i de fleste borpunkter et lag med høy sonderingsmotstand med en mektighet på opptil 12,6 m.

Nord for Tovikskjæret har leira har udrenert skjærstyrke mellom 2 og 20 kPa, tolket fra CPTU. Omrørt skjærstyrke er tolket fra prøveserie og ligger mellom 1,1 og 1,3 kPa. Dette viser at leira kan ha sprøbruddegenskaper.

Øst for Tovikskjæret viser prøveserien at leira har udrenert skjærstyrke mellom 22 og 72 kPa, og omrørt skjærstyrke mellom 5 og 20 kPa. Leira har dermed ikke sprøbruddegenskaper.

Borpunktene utført nordøst for Tovikskjæret har løsmassemektighet mellom 1 og 2 m, og synes å markere et skille i grunnforholdene.



Figur 2-1 Oversiktsbilde [finn.no/kart]

3 Prosjektet

Prosjektet består av å utvide eksisterende fylling i nordlig og østlig retning. Det er skissert to mulige størrelser på utfyllingen, hvor begge vurderes i foreliggende notat. Plassering av de to fyllingene fremkommer av situasjonsplan i tegning nr. 10212518-RIG-TEG-900.

For innerste utfyllingsalternativ er innvunnet areal 22.000 m² og for ytterste er innvunnet areal 77.000 m².

Det er antatt at fylling opparbeides til kote +3, med helning på fyllingsfronten 1:1,4. Fyllingsfronten må plastres for erosjonssikring.

4 Geoteknisk vurdering

4.1 Områdestabilitet

Det er påtruffet leire med sprøbruddmateriale i sjøen nord for Tovikskjæret. Dette medfører at det må utføres egne områdestabilitetsvurderinger iht. *Kvikkleireveilederen* dersom det skal fylles ut i dette området. Sonderingene utført nordøst for Tovikskjæret viser at det er grunt til berg, og et eventuelt omsegripende skred vil ikke kunne bre seg i sørøstlig retning. Det er ikke utført

Orienterende geoteknisk vurdering

undersøkelser i sørvestlig retning, heller ikke observert berg i dagen. For å kunne avgrense et skred i sørvestlig retning må det utføres supplerende grunnundersøkelser.

Det er ikke påtruffet leire med sprøbruddmateriale i grunnen øst for Tovikskjæret. Dette område antas å være adskilt fra nordlig område av forhøyning i bergoverflaten i nordøstlig område. Områdestabiliteten vurderes derfor som tilstrekkelig for utfylling i østlig retning.

4.2 Skråningsstabilitet

Det er utført stabilitetsvurderinger i to snitt, se tegning nr. -900. For hvert snitt er det utført stabilitetsberegninger for ulik utstrekning på utfylling.

Beregninger er utført for total- og effektivspenningsanalyse (udrenert og drenert jordoppførsel) i beregningsprogrammet «GeoSuite Stability». Iht. Eurokode 7 er det krav til sikkerhet $F \geq 1,4$ for totalspenningsanalyser og $F \geq 1,25$ for effektivspenningsanalyser.

Beregningsforutsetninger:

- Vannstand på kote -1,52 (NN200), tilsvarende LAT
- Oppfylling til kote +3,0 (NN200)
- Sprengstein som fyllmasser
- Jevnt fordelt last 20 kPa, helt ut til fyllingskant

Materialparametere er gitt i tabellen under. Tolkning av udrenerte styrkeparametere er basert på resultater fra grunnundersøkelsen. Tolkning av drenerte styrkeparametere er valgt i henhold til erfaringsparametere gitt i SVV sin Håndbok V220.

For totalspenningsanalyse er det benyttet ADP-analyse. Det er brukt en anisotropisk jordmodell hvor $S_{uD}/S_{uA} = 0,63$ og $S_{uP}/S_{uA} = 0,35$.

Tabell 1: Materialparametere

Materiale	Tyngdetetthet	Drenerte styrkeparametere	Udrenerte styrkeparametere
Sprengstein	$\gamma = 19/9 \text{ kN/m}^3$	$\varphi_k = 42^\circ$, $a = 5 \text{ kPa}$	-
Leire	$\gamma = 19/9 \text{ kN/m}^3$	$\varphi_k = 25^\circ$, $a = 0 \text{ kPa}$	$S_u = 3 - 80 \text{ kPa}$
Faste masser	$\gamma = 19/9 \text{ kN/m}^3$	$\varphi_k = 45^\circ$, $a = 0 \text{ kPa}$	-

Resultater fra stabilitetsberegninger for snitt 1 er vist i tegning -800.1 og -800.2. For snitt 2 er resultatene vist i tegning nr. -800.3, -800.4 og -800.5. Det er kun vist resultater fra totalspenningsanalysen ettersom disse beregningene var mest kritiske.

Snitt 1 – nordlig retning

Resultatene fra stabilitetsberegningene utført i snitt 1 er vist i tegning nr. -800.1 og -800.2, for hhv. innerste og ytterste utfyllingsalternativ. For indre utfylling er det oppnådd sikkerhetsfaktor $F = 0,42$, og for ytterste utfylling er det oppnådd sikkerhetsfaktor $F = 0,87$.

Resultatet viser at det ikke er tilfredsstillende sikkerhet mot utglidning i nordlig retning. Dersom det ønskes fylt ut her krever dette omfattende stabiliserende tiltak. Første del av fyllingen må legges ut med sjøredskap.

Snitt 2 – østlig retning

Resultatene fra stabilitetsberegningene utført i snitt 2 er vist i tegning nr. -800.3, -800.4 og -800.5, for hhv. innerste, midtre og ytre utfyllingsalternativ. Innerste utfylling har utstrekning ca. 70 m fra

Orienterende geoteknisk vurdering

land, og det er oppnådd sikkerhetsfaktor $F = 2,30$. Midtre utfylling har utstrekning ca. 150 m fra land og har sikkerhetsfaktor $F = 1,41$. Ytterste utfylling har utstrekning ca. 200 m fra land, og det er oppnådd sikkerhetsfaktor $F = 1,16$.

Beregningene viser at sikkerhet mot utglidning avtar når utstrekning på utfyllingen økes. Det er tilfredsstillende sikkerhet mot utglidning for en utfylling med utstrekning på maks 150 m fra land. Fyllinger lengere ut krever stabiliserende tiltak.

4.3 Anbefalt utfylling

Basert på resultatene i stabilitetsvurderingene anbefales det generelt ikke å fylle ut i nordlig retning, kun i området øst for Tovikskjæret. Det er skissert opp en stiplet linje i tegning nr. -900 som viser omtrentlig grense for utfylling som ikke vil kreve stabiliserende tiltak. Denne er ca. 150 m fra land i østlig retning.

Dersom det er ønskelig å fylle utover stiplet linje, fylle over kote +3 eller å øke belastningen på fyllingen må det utføres stabiliserende tiltak for å oppnå tilfredsstillende sikkerhet mot utglidning. Aktuelle tiltak er:

- Å mudre bort bløte masser langs fyllingskanten.
- Etablere en motfylling langs fyllingståen for å øke stabiliteten.
- Lagvis oppfylling med ventetid

Det understrekes at en eventuell utfylling må detaljprosjekteres når endelig høyde, utstrekning og lastsituasjon for utfyllingen er bestemt.

Utfylling i nordlig retning er kun mulig dersom det innføres omfattende stabiliserende tiltak, og at det utføres en vurdering av områdestabiliteten. Mudring ned til faste masser vurderes som det mest aktuelle stabiliserende tiltaket. Motfylling kan være utfordrende på grunn av stedvis bratt sjøbunn ca. 100 m fra land. Det kan også vurderes å benytte massefortrenging. Dette vil kreve nøye planlegging og oppfølging av geotekniker ettersom det er sprøbruddmateriale i grunnen.

4.4 Fyllingsprosedyre

Det anbefales at det først etableres en omfatningsmolo av sprengstein på kote +1. Deretter fylles det inn bak omfatningsmoloen med sprengstein eller tilfeldige masser.

Massene kan legges ut fra land med gravemaskin eller doser/hjullaster som skyver massene utover. Det tillattes ikke direkte fylling fra lastebil på stuff.

Første komprimering utføres på kote +1

4.5 Fundamentering

Det skal etableres bygg på fyllinga i framtiden. Det foreligger ingen informasjon om disse.

Byggene kan direktefundamenteres, men setningsfrie bygg krever pelefundamentering.

I utførte stabilitetsberegninger er det forutsatt 20 kPa jevnt fordelt last på terreng, helt ut til ytterkant på fyllingen. Dette tilsvarer bygg på to etasjer. Stabiliteten er dårligst langs ytterkant. Det antas at lasten kan økes for bygninger som er plassert lengre inn på fyllingen. Bæreevnen vil reduseres for fundamenter nært fyllingskanten.

5 Sluttbemerkning

Før en detaljprosjektering kan gjennomføres må fundamenteringsmetode på bygg samt utstrekning på fyllinga bestemmes.

I detaljprosjekteringen vurderes bæreevnen til fundamentene nærmere. I tillegg vurderes størrelsen på setninger og setningsutvikling.

Fyllingsprosedyre må også beskrives. Plastring i fyllingsfront må prosjekteres.

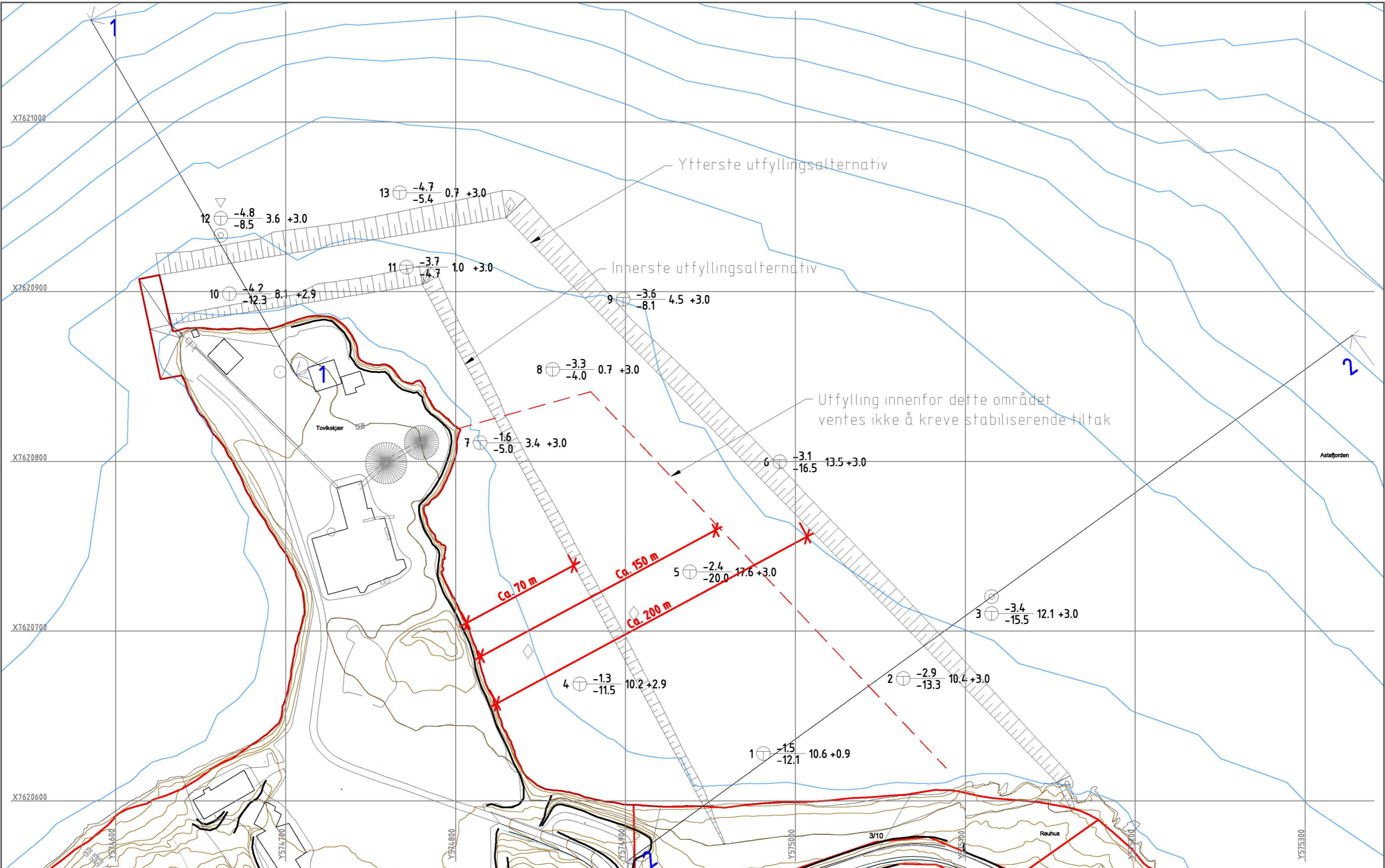
Vedlegg

10212518-RIG-TEG	-900	Situasjonsplan
	-800.1	Stabilitetsberegninger, snitt 1, innerste utfyllingsalternativ
	-800.2	Stabilitetsberegninger, snitt 1, ytterste utfyllingsalternativ
	-800.3	Stabilitetsberegninger, snitt 2, innerste utfyllingsalternativ
	-800.4	Stabilitetsberegninger, snitt 2, midtre utfyllingsalternativ
	-800.5	Stabilitetsberegninger, snitt 2, ytterste utfyllingsalternativ
	-500.7	Udrenert skjærstyrke tolket fra CPTU, BP 12

Referanser

- Eurokode 7, NS-EN 1997-1:2004+A1:2013+NA:2016
- Kvikkleireveilederen, 2014, NVE

Z:\0101212\10212518-01\10212518-01-03 ARBEIDSOmrÅDE\10212518-01 RIG\10212518-01 RIG-TEG-900.dwg - Layout: (900) - Plottet av: msk, Dato: 2019.09.20 kl 15:57



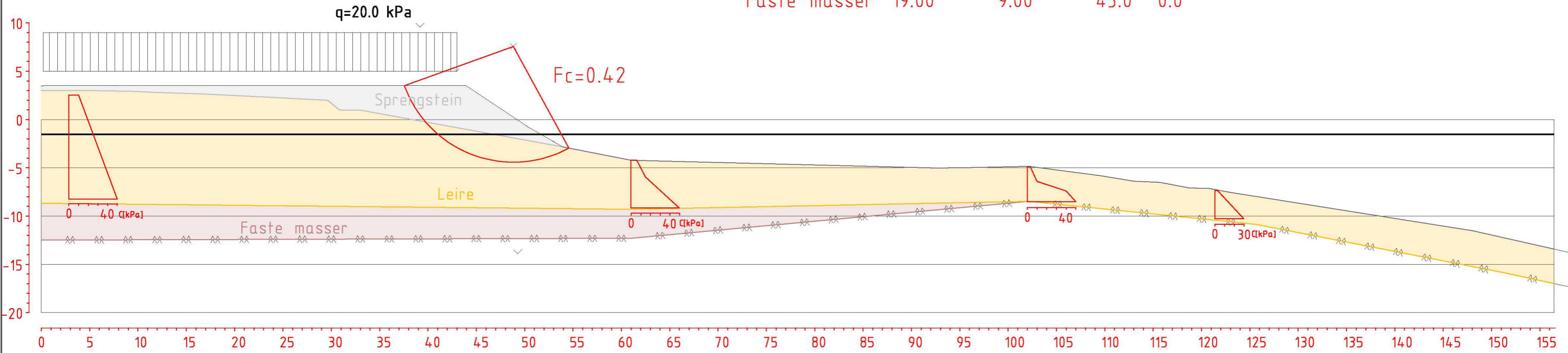
Rev.	Beskrivelse	Endr.liste	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.

Multiconsult
www.multiconsult.no

SKÅNLAND KOMMUNE
TOVIKSKJÆRET - SKÅNLAND
SITUASJONSPLAN

Status	-	Fag	RIG	Original format	A3	Dato	2019-09-20
Konstr./Tegnet	MSK	Kontrollert	SRR	Godkjent	AGED	Målestokk	1:1000
Oppdragsnr.	10212518	Tegningsnr.	RIG-TEG-900	Rev.	-		

Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Sprengstein	18.00	8.00	42.0	5.0				
Leire	19.00	9.00			C-prof	1.00	0.63	0.35
Faste masser	19.00	9.00	45.0	0.0				



Profil 1-1

Rev.	Beskrivelse	Endr.liste	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.

Multiconsult
www.multiconsult.no

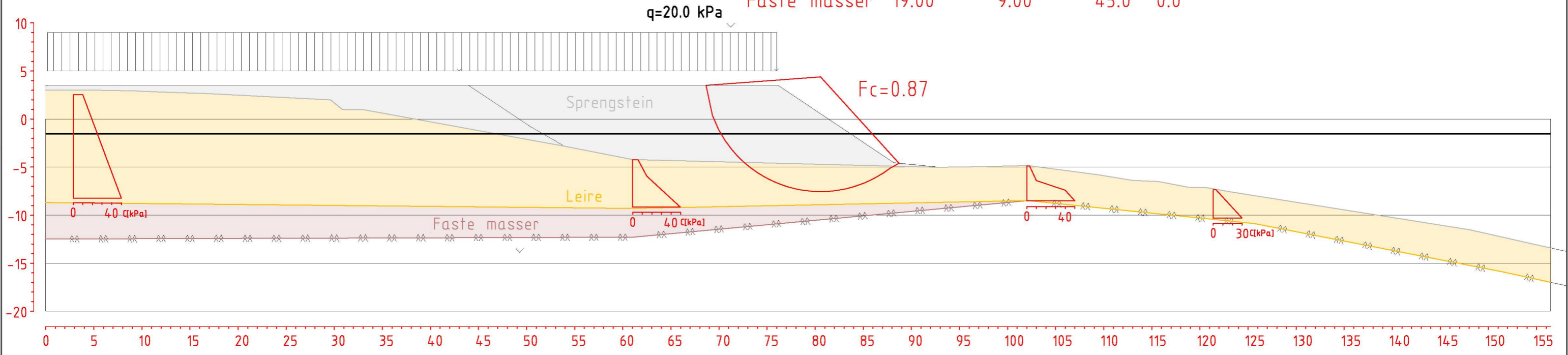
SKÅNLAND KOMMUNE
TOVIKSKJÆRET - SKÅNLAND
STABILITETSBEREGNINGER
SNITT 1 - INNERSTE UTFYLLINGSALTERNATIV

Status	-	Fag	RIG	Original format	A3	Dato	2019-09-20
Konstr./Tegnet	MSK	Kontrollert	SRR	Godkjent	AGED	Målestokk	1:4.00
Oppdragsnr.	10212518	Tegningsnr.	RIG-TEG-800.1		Rev.	-	

Z:\1010212\10212518-01\10212518-01-03 ARBEIDSRÅDE\10212518-01 RIG\10212518-01 RIG\10212518-01-05 MODELLER\10212518-RIG-TEG-800.1.dwg. - Layout: (800,1); - Plottet av: msk. Dato: 2019.09.20 kl 7:50

Z:\1010212\10212518-01\10212518-01-03 ARBEIDSRÅDE\10212518-01 RIG\10212518-01 RIG\10212518-01-05 MODELLER\10212518-RIG-TEG-800.1.dwg, - Layout: (800,2); - Plottet av: msk, Dato: 2019.09.20 kl. 7:51

Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Sprengstein	18.00	8.00	42.0	5.0				
Leire	19.00	9.00			C-prof	1.00	0.63	0.35
Faste masser	19.00	9.00	45.0	0.0				



Profil 1-1

Rev.	Beskrivelse	Endr.liste	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.

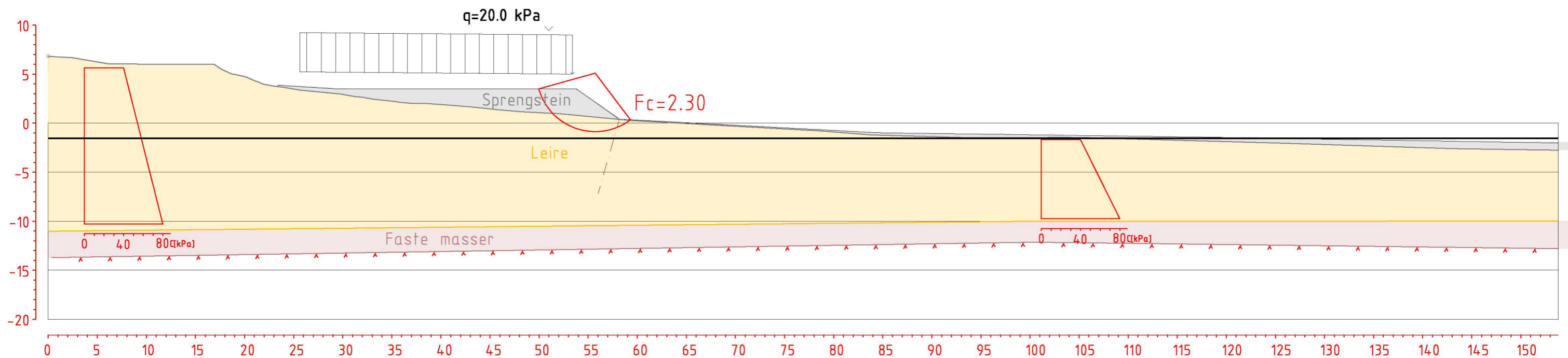
Multiconsult
www.multiconsult.no

SKÅNLAND KOMMUNE
TOVIKSKJÆRET - SKÅNLAND
STABILITETSBEREGNINGER
SNITT 1 - YTTERSTE UTFYLLINGSALTERNATIV

Status	-	Fag	RIG	Original format	A3	Dato	2019-09-20
Konstr./Tegnet	MSK	Kontrollert	SRR	Godkjent	AGED	Målestokk	1:4.00
Oppdragsnr.	10212518	Tegningsnr.	RIG-TEG-800.2		Rev.	-	

Z:\1010212\10212518-01\10212518-01-03 ARBEIDSOMRÅDE\10212518-01 RIG\10212518-01 RIG\TEG-800.3.dwg, - Layout: (800.3); - Plottet av: msk, Dato: 2019.09.20 kl. 7:48

Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Sprengstein	18.00	8.00	42.0	5.0				
Leire	19.00	9.00			C-prof	1.00	0.63	0.35
Faste masser	19.00	9.00	45.0	0.0				



Profil 2-2

Rev.	Beskrivelse	Endr.liste	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.

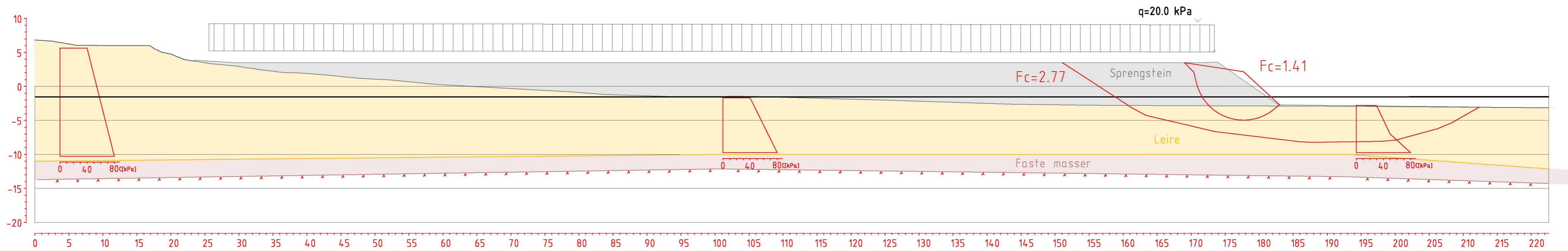
Multiconsult
www.multiconsult.no

SKÅNLAND KOMMUNE
TOVIKSKJÆRET - SKÅNLAND
STABILITETSBEREGNINGER
SNITT 2 - INNERSTE UTFYLLINGSALTERNATIV

Status	-	Fag	RIG	Original format	A3	Dato	2019-09-20
Konstr./Tegnet	MSK	Kontrollert	SRR	Godkjent	AGED	Målestokk	1:4.00
Oppdragsnr.	10212518	Tegningsnr.	RIG-TEG-800.3	Rev.	-		

Z:\10212518\10212518-01\10212518-01\10212518-01-03 ARBEIDSOHRÅDE\10212518-01 RIG\10212518-01-05 MODELLER\10212518-RIG-TEG-800.4.dwg, - Layout: (800.4), - Plottet av: msk, Dato: 2019.09.20 kl. 7:48

Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Sprengstein	18.00	8.00	42.0	5.0				
Leire	19.00	9.00			C-prof	1.00	0.63	0.35
Faste masser	19.00	9.00	45.0	0.0				



Profil 2-2

Rev.	Beskrivelse	Endr.liste	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.

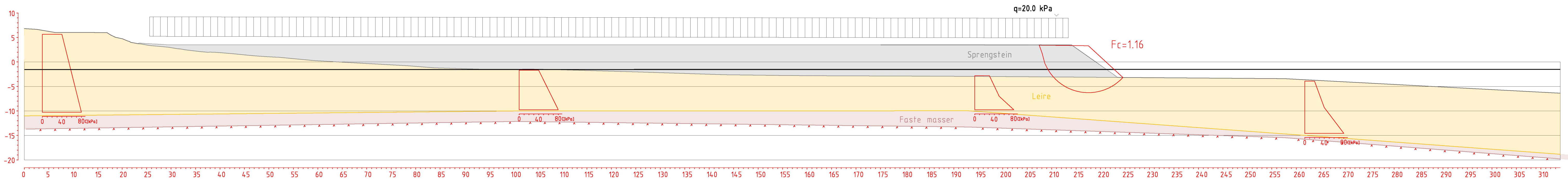
Multiconsult
www.multiconsult.no

SKÅNLAND KOMMUNE
TOVIKSJÆRET - SKÅNLAND
STABILITETSBEREGNINGER
SNITT 2 - MIDTRE UTFYLLINGSALTERNATIV

Status	-	Fag	RIG	Original format	A3	Dato	2019-09-20
Konstr./Tegnet	MSK	Kontrollert	SRR	Godkjent	AGED	Målestokk	1:4.00
Oppdragsnr.	10212518	Tegningsnr.	RIG-TEG-800.4	Rev.	-		

Z:\10212\10212518-01\10212518-01-03 ARBEIDSRÅDE\10212518-01 RIG\10212518-01 RIG\10212518-01 RIG-800.5.dwg - Layout: (800.5) - Plottet av msk, Dato: 2019.09.20 kl 7:49

Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Sprengstein	18.00	8.00	42.0	5.0				
Leire	19.00	9.00			C-prof	1.00	0.63	0.35
Faste masser	19.00	9.00	45.0	0.0				



Profil 2-2

Rev.	Beskrivelse	Endr.liste	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.

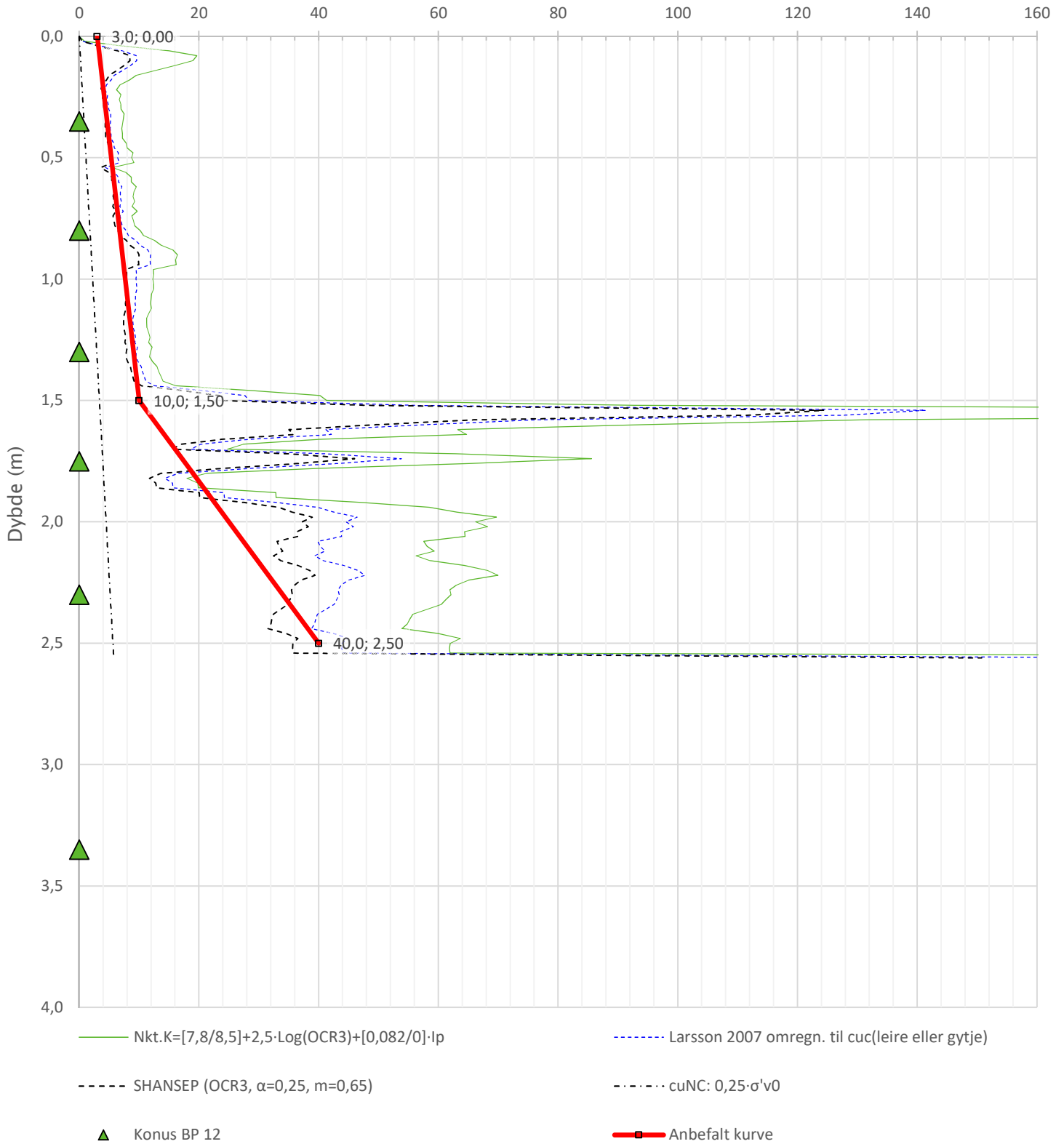
Multiconsult
www.multiconsult.no

SKÅNLAND KOMMUNE
TOVIKSKJÆRET - SKÅNLAND
STABILITETSBEREGNINGER
SNITT 2 - YTTERSTE UTFYLLINGALTERNATIV

Status	-	Fag	RIG	Original format	A3	Dato	2019-09-20
Konstr./Tegnet	MSK	Kontrollert	SRR	Godkjent	AGED	Målestokk	1:400
Oppdragsnr.	10212518	Tegningsnr.	RIG-TEG-800.5	Rev.			-

Anisotropiforhold i figur:
Konus BP 12: $c_{ufc}/c_{ucptu} = 1,000$

Udrenert aktiv skjærfasthet, c_{ucptu} (kPa)



Prosjekt		Prosjektnummer: 10212518 Rapportnummer: 10212518-RIG-RAP-001		Borhull	Kote -4,85
10212518 - Tovikskjeret - Skånland				12	
Innhold				Sondennummer	
Tolkning av udrenert aktiv skjærfasthet				4357	
Multiconsult	Tegnet	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse	
	MSK	SRR	AGED	1	
	Utførende	Dato sondering	Revisjon	RIG-TEG	
	Multiconsult	19-07-01	Rev. dato	500.7	