

# SKI KOMMUNE



Overføringsledning Ski – Haugbro  
Parsell 3.1 Roås - Oppegårdsveien  
Geoteknisk rapport  
Vurdering av områdestabilitet  
Juli 2016

# RAPPORT

Ski kommune, Overføringsledning Ski - Haugbro

Rapport nr.: 859750-06 rev.01	Oppdrag nr.: 859750	Dato: 21.07.2016
Kunde: Ski kommune		
<b>OVERFØRINGSLEDNING SKI - HAUGBRO</b> <b>GEOTEKNISK RAPPORT, VURDERING AV OMRÅDESTABILITET</b> <b>PARSELL 3.1 ROÅS - OPPEGÅRDSVEIEN</b> <b>JULI 2016</b>		
<b>Sammendrag:</b> <p>Sweco er engasjert av Ski kommune i forbindelse med prosjektering av ny overføringsledning mellom Ski og Haugbro. I den forbindelse må områdestabiliteten vurderes i henhold til NVE veilederen «Kartlegging og vurdering av skredfare i arealplaner» og stabiliteten dokumenteres.</p> <p>Denne rapporten beskriver vurderingene som er gjort med tanke på områdestabiliteten for parsellen 3.1 Roås - Oppegårdsveien. For oversiktskart se figur 1.</p>		
01	16.08.2016	Revidert i henhold til kommentarer fra uavhengig kontroll
Rev.	Dato	Revisjonen gjelder
Utarbeidet av: Vegard Söderholm		Sign.: 
Kontrollert av: Hans Jonny Kvalsvik		Sign.: 
Oppdragsansvarlig / avd.: Ole Einar Garder/ 221 Ski Infrastruktur		Oppdragsleder / avd.: Pål Jakobsen / 125 Ski Prosjektadministrasjon

## Innhold

<b>1</b>	<b>INNLEDNING .....</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>GRUNNLAG .....</b>	<b>1</b>
<b>3</b>	<b>TERRENG OG GRUNNFORHOLD .....</b>	<b>1</b>
<b>4</b>	<b>Soneavgrensning og klassifisering .....</b>	<b>3</b>
4.1	Skadekonsekvensvurdering .....	4
4.2	Faregradvurdering.....	4
4.2.1	Tidligere skredhendelser .....	5
4.2.2	Tidligere /nåværende terrengnivå – overkonsolidering .....	5
4.2.3	Poretrykk .....	5
4.2.4	Kvikkleiremektighet.....	5
4.2.5	Erosjon .....	5
4.2.6	Inngrep .....	5
4.3	Risikoklasse .....	5
<b>5</b>	<b>Krav til stabilitet.....</b>	<b>6</b>
<b>6</b>	<b>Stabilitetsberegninger.....</b>	<b>7</b>
6.1	Beregningsprofiler .....	7
6.2	Grunnlag for styrkeparametere.....	8
6.3	Anisotropi .....	8
6.4	Skredmekanismer .....	8
6.5	Beregningsparametere.....	8
6.6	Beregningsresultater i ulike profiler .....	9
6.6.1	Profil 1-1 .....	9
6.6.2	Profil 2-2.....	9
6.6.3	Profil 3-3.....	9
6.7	Vurdering av beregningsresultater .....	10
<b>7</b>	<b>Avgrensning av utløpsområde.....</b>	<b>11</b>
<b>8</b>	<b>Konklusjon .....</b>	<b>11</b>
<b>9</b>	<b>Referanser .....</b>	<b>12</b>

## VEDLEGGSLISTE

VEDLEGG 1	OVERSIKT OVER GRUNNUNDERSØKELSER
VEDLEGG 2	BEREGNINGSSNITT
VEDLEGG 3	C <sub>uD</sub> -PROFILER
VEDLEGG 4	STABILITETSBEREGNINGER

# 1 INNLEDNING

Sweco er engasjert av Ski kommune i forbindelse med prosjektering av ny overføringsledning mellom Ski og Haugbro. I den forbindelse må områdestabiliteten vurderes i henhold til NVE veilederen «Kartlegging og vurdering av skredfare i arealplaner» og stabiliteten dokumenteres.

Denne rapporten beskriver vurderingene som er gjort med tanke på områdestabiliteten for parsellene 3.1 Roås - Oppegårdsveien. Dette utgjør en strekning på ca. 1250 m (se figur 1). Til sammen utgjør alle parsellene en strekning på 4,6 km.

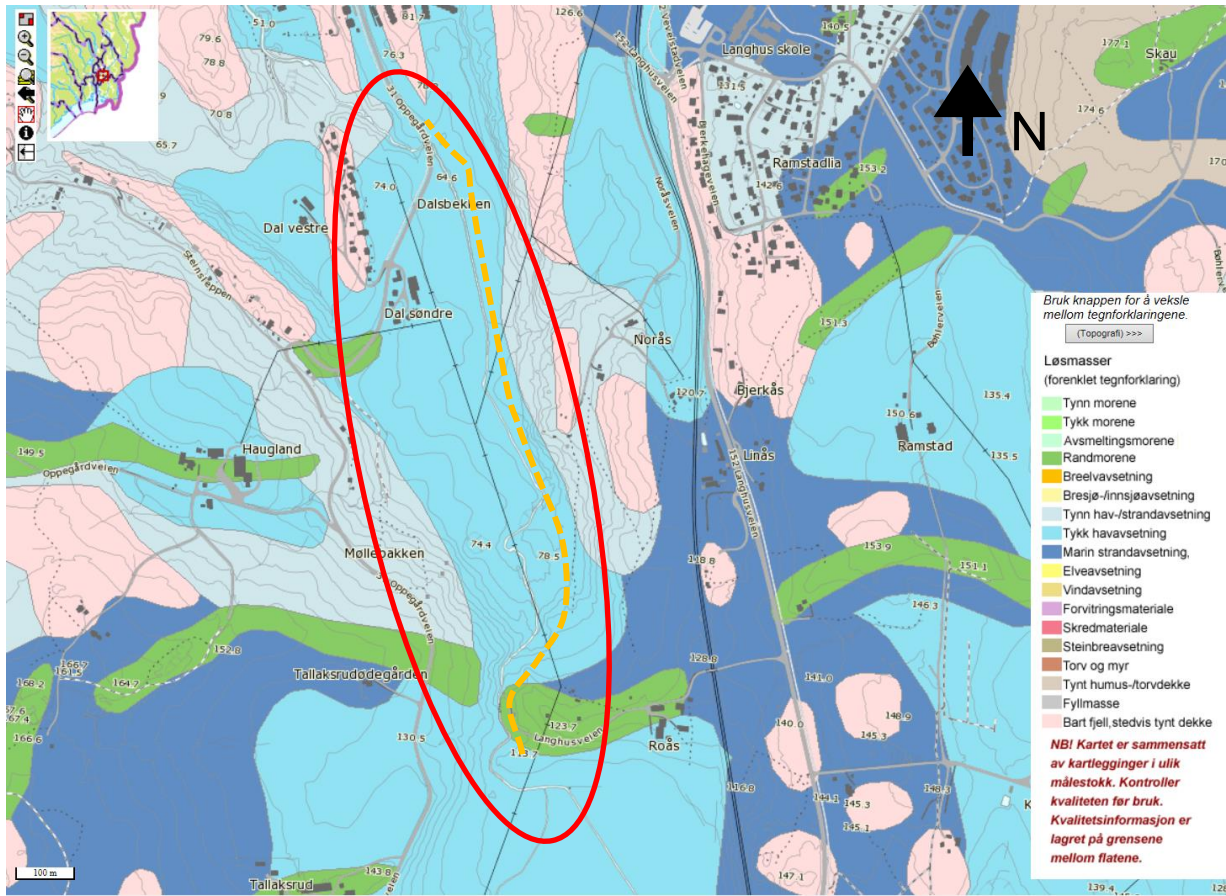
# 2 GRUNNLAG

Det er ingen tidligere kartlagte kvikkleiresoner i området. Grunnlagsdata som har vært tilgjengelig for vurderingene av området er vist i vedlegg 1.

# 3 TERRENG OG GRUNNFORHOLD

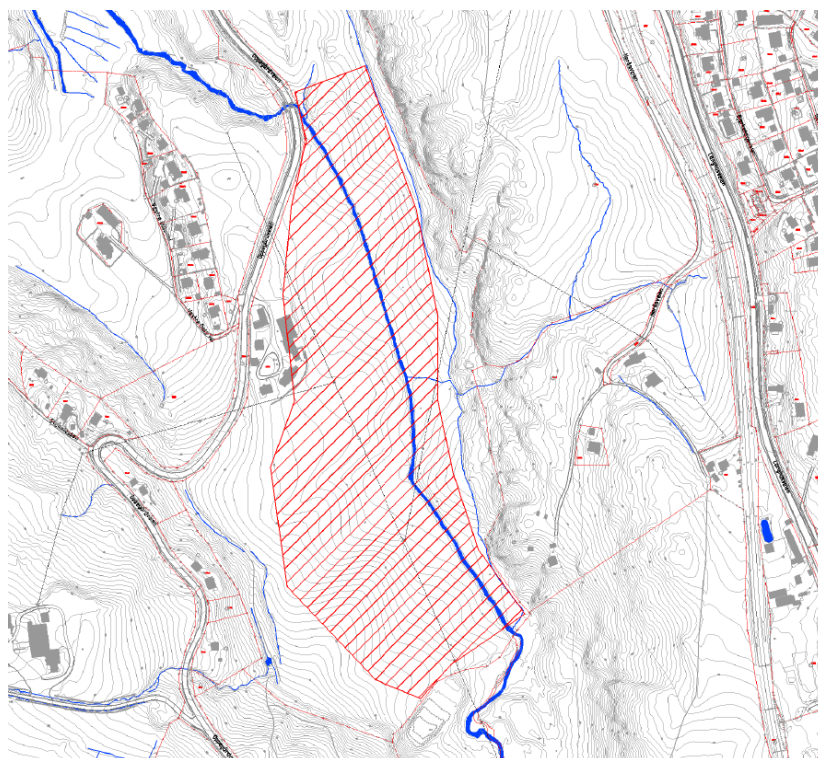
## *Parsell 3.1 Roås- Oppegårdsveien*

Fra Roås heller terrenget relativt bratt fra kote 107 og ned til kote ca. 70 ved inngangen til jordene ved til Dal søndre, derifra går traseen over et jorde som er relativt flatt fra kote 70 til kote ca. 65. Høydene varierer slakt over jordet. Løsmassekartet til NGU viser tykke hav- og fjordavsetninger med sammenhengende dekke, ofte med stor mektighet. Ved Roås er det markert randmorene og marin strandavsetning. I nord ved krysningen av Oppegårdsveien er det observert berg i dagen. Jordene avgrenses av berg i øst og morene/berg i vest. Dalsbekken renner tvers over jordene og terrenget heller slakt ned mot Dalsbekken med en høydeforskjell på ca. 17 m mot øst og 8 m mot vest. Totalsonderingene fra Roås ned til jordene ved Dal søndre viser leire over morene. Det er ingen indikasjoner på sensitive leirer på stekningen ned til jordene. Utover jordene til Oppegårdsveien viser totalsonderingene leire over morene. CPTU-sonderingene viser sensitiv/kvikk leire i opptil 10 m dybde[1,2]. Prøveserien tatt opp midt på jordet viser kvikkleire fra 6 m – 11 m dybde[2].



## 4 Soneavgrensning og klassifisering

På området på jordene ved Dal søndre er det funnet en kombinasjon av sprøbruddsmaterialer og helning brattere enn 1:15 på terrenget. Området avgrenses av berg i øst og morene/berg mot vest. Kart med avgrensning av sonen er vist i figur 2.



Figur 2 Avgrensning av mulig løsnemråde.

Klassifiseringen av kvikkleiresoner gjøres etter metode beskrevet i rapporten «Program for økt sikkerhet mot leirskred – Metode for kartlegging og klassifisering av faresoner, kvikkleire» utarbeidet av NGI i 2001, revidert 2008 [3]. Det er i henhold til denne brukt en kvalitativ metode som er basert på poengverdier. Faregraden er vurdert med utgangspunkt i grunnforhold, topografi og hydrologi i området. Konsekvens er evaluert med utgangspunkt i bebyggelse, konstruksjoner og infrastruktur innenfor sonen. Risikoklassen er en funksjon av faregrad og konsekvens. Det er fem risikoklasser, der 5 er høyeste nivå. Tabellene som brukes for bestemmelse av konsekvens og faregrad er presentert i Figur 3 og Figur 4.

Ved tiltak i områder med kvikk eller sensitiv leire må NVE sin veileder: «Sikkerhet mot kvikkleireskred», veileder nr. 7-2014 [4] legges til grunn. For reguleringsplan, senest byggesak hvis ingen utredning er gjort på reguleringsplannivå, tilsier dette en fullstendig utredning som innebærer både identifisering og avgrensning av kvikkleireområder med potensiell skredfare (punkt 1-5) og avgrensning og faregradsevaluering av faresoner (punkt 6-9) basert på foreliggende grunnlagsdata.

## 4.1 Skadekonsekvensvurdering

I forbindelse med faresondeevalueringen er det gjort en egen vurdering av skadekonsekvens for sonen. Denne fremkommer av Figur 3.

Faktorer	Vekttall	Konsekvens, score				Score	Poeng	Kommentar
		3	2	1	0			
Boligenheter, antall	4	Tett>5	Spredt>5	Spredt<5	Ingen	1	4	2 boliger
Næringsbygg, personer	3	>50	10 - 50	<10	Ingen	1	3	1 gårdstun
Annen bebyggelse, verdi	1	Stor	Betydelig	Begrenset	Ingen	1	1	1 gårdstun
Vei, ÅDT	2	>5000	1001 - 5000	100-1000	<100	1	2	Oppegårdsveien ligger på berg/morene.
Toglinje, baneprioritert	2	1- 2	3 - 4	5	Ingen	0	0	Nei
Kraftnett	1	Sentral	Regional	Distribusjon	Lokal	0	0	Lokal, mulig distribusjon
Oppdemning/flom	2	Alvorlig	Middels	Liten	Ingen	1	2	godt med fall til kryssningen av Oppegårdsveien
Sum poeng		45	30	15	0		<b>12</b>	
% av maksimal poengsum		100 %	67 %	33 %	0 %			
Skadekonsekvensklasse								
		Meget alvorlig	Alvorlig	Mindre alvorlig				
		23 - 45	7 - 22	0 - 6				

Figur 3 Skadekonsekvensvurdering

En poengsum på 12 av 45 tilsvarer konsekvensklasse 2, alvorlig, og 26,7 % av maksimal poengsum.

## 4.2 Faregradvurdering

Faktorer	Vekttall	Vurdering faregrad	Poeng	Kommentar	Faregrad, score			
					3	2	1	0
Tidligere skredaktivitet	1	0	0	Tidligere skredaktivitet er ikke påvist.	Høy	Noe	Lav	Ingen
Skråningshøyde	2	1	2	Total skråningshøyde 17,5 m mot vest og 8 m mot øst	>30	20-30	15-20	<15
Tidligere/nåværende terrengnivå	2	3	6	Ingen kjente inngrep, men er ikke undersøkt i detalj.	1.0-1.2	1.2-1.5	1.5-2.0	>2.0
Poretrykk, overtrykk	3	2	6	Piezometer ikke avlest, men oppkom av vann i enkelte borhull.	>+30	10-30	0-10	Hydrostatisk
Poretrykk, undertrykk	-3	0	0	Piezometer ikke avlest	>-50	-(20-50)	-(0-20)	Hydrostatisk
Kvikkleiremektighet	2	2	4	Kvikkleire 5-6 m mektighet.	>H/2	H/2 - H/4	<H/4	Tynt lag
Sensitivitet	1	3	3	Registrert sensitivitet opp til 105	>100	30-100	20-30	<20
Erosjon	3	1	3	Bekk i bunn av skråningene.	Aktiv/glidn.	Noe	Lite	Ingen
Inngrep, forverring	3	0	0	Tiltaket vil ikke innebære forverring.	Stor	Noe	Liten	Ingen
Inngrep, forbedring	-3	0	0	Tiltaket vil ikke innebære forbedring.	Stor	Noe	Liten	Ingen
<b>Poeng</b>		<b>24</b>	<b>24</b>					
<b>Faregradsklasse</b>		<b>Middels</b>			<b>Faregradsklasse</b>			
					<b>Lav</b>	<b>Middels</b>	<b>Høy</b>	
					0-17	18-25	26-51	

Figur 4 Faregradevaluering for kvikkleiresone

Figur 4 viser faregradvalueringen for sonen. Den gir en poengsum på 24 som tilsvarer faregrad middels og en prosentandel på 47,1 % av maksimal poengsum.

#### 4.2.1 Tidligere skredhendelser

Det er ingen tidligere kjente skredhendelser. Det renner en bekk i bunn av skråningene som kan erodere, denne vil permanent sikres i forbindelse med byggearbeidene.

#### 4.2.2 Tidligere /nåværende terrengnivå – overkonsolidering

Området er benyttet til jordbruk og det er ingen kjente uttak av leire. Det er mulig terrenget har erodert over tid på grunn av bekkeløpet, men det tas utgangspunkt i at leiren er normalkonsolidert.

#### 4.2.3 Poretrykk

Det er ikke registrert poretrykk langs traseen men bormannskapet rapporterte om oppkom av vann på noen borpunkter i nærheten av bekken. Dette kan tyde på poreovertrykk i underliggende morenelag.

#### 4.2.4 Kvikkleiremektighet

Kvikkleiremektighet i området er målt opp til 6 m. Med en total skråningshøyde på 17,5 m gir dette en kvikkleiremektighet på ca. H/3.

#### 4.2.5 Erosjon

Dalsbekken renner gjennom området. Bekken vil bli permanent erosjonssikret i forbindelse med byggearbeidene.

#### 4.2.6 Inngrep

Det skal anlegges VA-anlegg og terrengnivå vil bli tilbakeført til opprinnelig nivå etter byggearbeidene så det vil hverken bli forbedring eller forverring i forbindelse med inngrepet. Stedvis vil det bli stående igjen spunt.

### 4.3 Risikoklasse

Risikoklasse defineres av produktet av skadekonsekvens og faregrad med utgangspunkt i % av maksimal poengverdi [3].

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

Kvikkleiresonen får poengsummen  $26,7 \times 47,1 = 1257,6$ . Sonen må derfor plasseres i risikoklasse 3.

## 5 Krav til stabilitet

Hvilke krav til sikkerhet som stilles i NVE-veilederen vil avhenge av tiltaket som er tenkt utført. De ulike tiltakskategoriene er vist i tabell 5.2 i veilederen, og er gjengitt i Figur 5.

Reguleringen omfatter utbygging av Overføringsledning mellom Ski og Haugbro som er et større VA-anlegg. Dette tilsier tiltakskategori K3.

Tiltakskategori. Type tiltak som inngår i tiltakskategorien	Hvordan oppnå tilfredsstillende sikkerhet for ulik faregrad		
	Faregrad før utbygging: Lav	Faregrad før utbygging: Middels	Faregrad før utbygging: Høy
<p><b>K2:</b> Tiltak som er nevnt under kategori K1 når tiltaket vil påvirke stabiliteten negativt dersom det ikke gjennomføres stabiliserende tiltak utenom selve tiltaket.</p> <p>Dersom tiltaket medfører tilflytting av personer skal tiltaket plasseres i tiltakskategori K3 eller K4.</p>	<p>a) Stabilitetsanalyse som dokumenterer sikkerhetsfaktor for områdestabilitet <math>F \geq 1,4</math> eller</p> <p>b) Ikke forverring **</p> <p>Kvalitetssikres av kollega.*</p>		<p>Stabilitetsanalyse som dokumenterer:</p> <p>a) Sikkerhetsfaktor for områdestabilitet <math>F \geq 1,4</math> eller</p> <p>b) Ikke forverring hvis <math>F &gt; 1,2</math>, eller</p> <p>c) Forbedring hvis <math>F \leq 1,2</math>, se figur 5.1.</p> <p>Kvalitetssikres av uavhengig foretak*</p>
<p><b>K3:</b> Tiltak som medfører tilflytting av personer med inntil to boenheter, begrenset personopphold eller tiltak med stor verdi (utover tiltak i K0-K2). Ved planlagt større tilflytting/ personopphold gjelder K4.</p> <p>Eksempler er bolighus og fritidsbolig med inntil to boenheter, større driftsbygninger i landbruket, mindre utendørs publikumsanlegg, mindre næringsbygg, større VA-anlegg.</p>	<p>a) Stabilitetsanalyse som dokumenterer sikkerhetsfaktor for områdestabilitet <math>F \geq 1,4</math> eller</p> <p>b) Ikke forverring**</p> <p>Kvalitetssikres av uavhengig foretak*</p>	<p>Stabilitetsanalyse som dokumenterer:</p> <p>a) Sikkerhetsfaktor for områdestabilitet <math>F \geq 1,4</math> eller</p> <p>b) Ikke forverring hvis <math>F \geq 1,2</math>, eller</p> <p>c) Forbedring hvis <math>F &lt; 1,2</math>, se figur 5.1.</p> <p>Kvalitetssikres av uavhengig foretak*</p>	<p>Stabilitetsanalyse som dokumenterer:</p> <p>a) Sikkerhetsfaktor for områdestabilitet <math>F \geq 1,4</math> eller</p> <p>b) Forbedring hvis <math>F &lt; 1,4</math>, se figur 5.1.</p> <p>Kvalitetssikres av uavhengig foretak*</p>
<p><b>K4:</b> Tiltak som medfører større tilflytting/personopphold enn tiltak i K3 samt tiltak som gjelder viktige samfunnsfunksjoner.</p> <p>Eksempler er mer enn to eneboliger /fritidsboliger, rekkehus/boligblokk, bolig- og hyttefelt, skole og barnehage, sykehjem, større næringsbygg, kontorbygg, idretts- og industrianlegg, større utendørs publikumsanlegg, lokale beredskapsinstitusjoner.</p>	<p>Stabilitetsanalyse som dokumenterer:</p> <p>a) Sikkerhetsfaktor for områdestabilitet <math>F \geq 1,4</math> eller</p> <p>b) Forbedring hvis <math>F &lt; 1,4</math>, se figur 5.1.</p> <p>Kvalitetssikres av uavhengig foretak*</p>		<p>Stabilitetsanalyse som dokumenterer:</p> <p>a) Sikkerhetsfaktor for områdestabilitet <math>F \geq 1,4</math> eller</p> <p>b) Vesentlig forbedring hvis <math>F &lt; 1,4</math>, se figur 5.1.</p> <p>Kvalitetssikres av uavhengig foretak*</p>

Figur 5 Tabell 5.2 i NVEs kvikkleireveileder

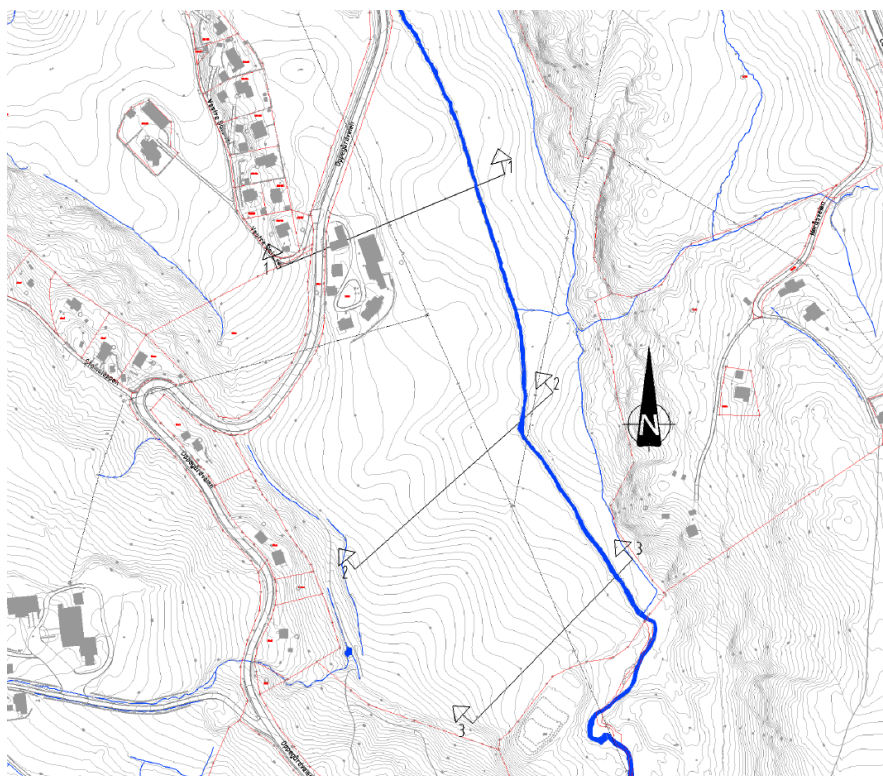
## 6 Stabilitetsberegninger

### 6.1 Beregningsprofiler

Det er gjort stabilitetsberegninger, både totalspenningsanalyser (ADP) og effektivspenningsanalyser ( $\alpha$ - $\phi$ -basis) i ulike snitt på området. Hensikten med stabilitetsberegningene er å vurdere om skråningsstabiliteten tilfredsstiller NVE sine krav til sikkerhet. For tiltak i tiltakskategori K3 i soner med middels faregrad stilles det krav om: a) en sikkerhetsfaktor  $F=1,4$ , b) Ikke forverring hvis  $F \geq 1,2$  eller, c) Forbedring hvis  $F < 1,2$ . Dersom det ikke er tilstrekkelig sikkerhet for opprinnelig terreng, vil det være nødvendig med en forbedring.

For området ved Dal søndre er det utført beregninger i 3 snitt. Profilene er vist i Figur 6 og vedlegg 2. Profil 1-1 strekker seg gjennom nordre del av jordet. Profil 2-2 går gjennom midtre del av jordet og østover. Profil 3-3 går i søndre del av jordet. Deler av profilene går utenfor det som er definert som kvikkleireområde.

Stabilitetsvurderingene er gjort for dagens situasjon som vil være lik situasjonen etter at VA-anlegget er bygget. For tiltak i K3 vil det ved sikkerhetsfaktor under 1,2 utløses krav til stabilisering.



Figur 6 Beregningsprofiler

## 6.2 Grunnlag for styrkeparametere

Styrkeparametere og lagdeling er valgt med utgangspunkt i utførte grunnundersøkelser. Det er utført grunnundersøkelser som innbefatter 54 mm prøveserier og CPTU-sonderinger. På prøveserien er det utført enaks og konusforsøk. De fleste av enaksialforsøkene viser 3-6 % aksialtøyning ved brudd. Dette tilsier gode prøver. Det er markert for en forstyrret prøve. Tolkning av effektivspenningsparametere er basert på triaxial test utført på parsell 3.2 [6].

## 6.3 Anisotropi

I følge NVEs retningslinjer anbefales det ved utledning av udrenert skjærfasthet fra CPTU-sonderinger og blokkprøver at  $c_{uA}$  reduseres med 15% for sprøbruddsmaterialer.

Beregningene på totalspenningsbasis er utført som en ADP-analyse med en anisotropisk jordmodell med følgende forhold mellom aktiv,  $c_{uC}$ , passiv,  $c_{uE}$ , og direkte,  $c_{uD}$ , skjærstyrke:

$$c_{uE}=0,35 c_{uC}$$

$$c_{uD}=0,63 c_{uC}$$

Disse verdiene kommer fra NIFS rapport 14/2014, En omforent anbefaling for bruk av anbefaling i prosjektering i norske leirer, ref [5].

Både konusforsøk og enaks gir resultater som tilsvarer  $c_{uD}$ .

## 6.4 Skredmekanismer

Rotasjonsskred med glidesirkler ned i sensitiv leire vurderes å være aktuell bruddmekanisme. Beregningene viser økt sikkerhet ved lengre glideflater. Beregningsparametere er valgt konservativt ut fra de utførte undersøkelsene på og i nærheten av området og fra erfaringsparametere.

Sannsynligheten for initialskred som følge av erosjon er vurdert til liten da Dalsbekken vil bli erosjonssikret.

## 6.5 Beregningsparametere

Styrkeparametere som er benyttet i beregningen på effektivspenningsbasis er vist i Figur 7. Det er i resultatene fra triaksialforsøkene ikke oppgitt deformasjon i forsøket og kvalitet på prøvene.

Materiale	Romvekt kN/m <sup>3</sup>	tan $\varphi$	Attraksjon a kN/m <sup>2</sup>	$\varphi$ °	Grunnlag
Tørrskorpeleire	19	0,58	0	30	Antatt (SSV HB V220)
Kvikkleire	19	0,47	5	25	Antatt (Triax parsell 3.2 [6])
Morene	19	0,84	1	40	Antatt (erfaringsverdi)

#### Figur 7 Parametervalg i utførte stabilitetsberegninger

De benyttede skjærstyrkeprofilene,  $c_{uD}$ -profilene, er vist i vedlegg 3. Profilene er basert på undersøkelser i og i nærheten av beregningsprofilene. Der det ikke er utført undersøkelser videre oppover eller nedover i skråningen, er siste resultat lagt til grunn for resten av profilet. C-profilene er tolket fra CPTU-sonderinger tolket i  $c_{uD}$  og lab. undersøkelser (rutineundersøkelser) på 54 mm prøveserier. Det er derfor ikke nødvendig å redusere aktiv skjærfasthet med 15 % som beskrevet i NVE veilederen [4].

Det er ikke tatt hensyn til 3D-effekter i stabilitetsberegningene i profilene. Regnemetoden Beast i GeoSuite Stability antar plan tøyning.

## 6.6 Beregningsresultater i ulike profiler

Beregnete skjærflater for profilene er vist i vedlegg 4. Plassering av sonderingene som bestemmer bergoverflaten og  $c_{uD}$ -profilene er angitt på profilene/skjærflatene.

### 6.6.1 Profil 1-1

Profil 1-1 strekker seg gjennom Dal søndre og østover mot Dalsbekken. Det er utført beregninger for dagens situasjonen; som også vil være lik situasjonen etter anleggsarbeidene, med totalspenningsanalyse og effektivspenningsanalyse. Det er også utført en totalspenningsanalyse for anleggsperioden.

Stabilitetsberegningene gir lavest sikkerhet i forbindelse med gårdstunet på Dal søndre med en sikkerhetsfaktor på 1,42 for totalspenningsanalyse. Beregningen av lengre glideflater gir økt sikkerhet.

Effektivspenningsanalysene ( $a-\varphi$ -basis) gir høyere sikkerhet for profilet med en sikkerhet på 1,44. Dette er en overflateutglidning og ikke gå ned i kvikkleiren.

For anleggsperioden er det beregnet en sikkerhet på 1,41 i totalspenningsanalyse, deler av strekningen vil bli spuntet og spuntet vil stå igjen etter prosjektets avslutning.

### 6.6.2 Profil 2-2

Profil 2-2 går vest til øst midt på jordet.

Stabilitetsberegningene gir en laveste sikkerhet mot utglidning ved beregning på totalspenningsbasis på 1,89. Dette er for dagens og fremtidig situasjon. Beregning av lengre glideflater gir høyere sikkerhet.

Effektivspenningsanalyse gir høyere sikkerhet for profilet med sikkerhet på 3,69.

Beregningen for anleggsperioden viser en sikkerhet på 1,48 i totalspenningsanalyse. Deler av strekningen vil bli spuntet for dypere utgravinger.

### 6.6.3 Profil 3-3

Profil 3-3 går vest mot øst i den søndre delen av jordet. Stabilitetsberegningene gir en laveste sikkerhet mot utglidning ved beregning på totalspenningsbasis på 1,62. På effektivspenningsbasis blir beregnet sikkerhet 2,29. Sikkerhet i anleggsperioden viser 1,61 i totalspenningsanalyse.

## 6.7 Vurdering av beregningsresultater

Samlede resultater fra stabilitetsberegningene er vist i Figur 8.

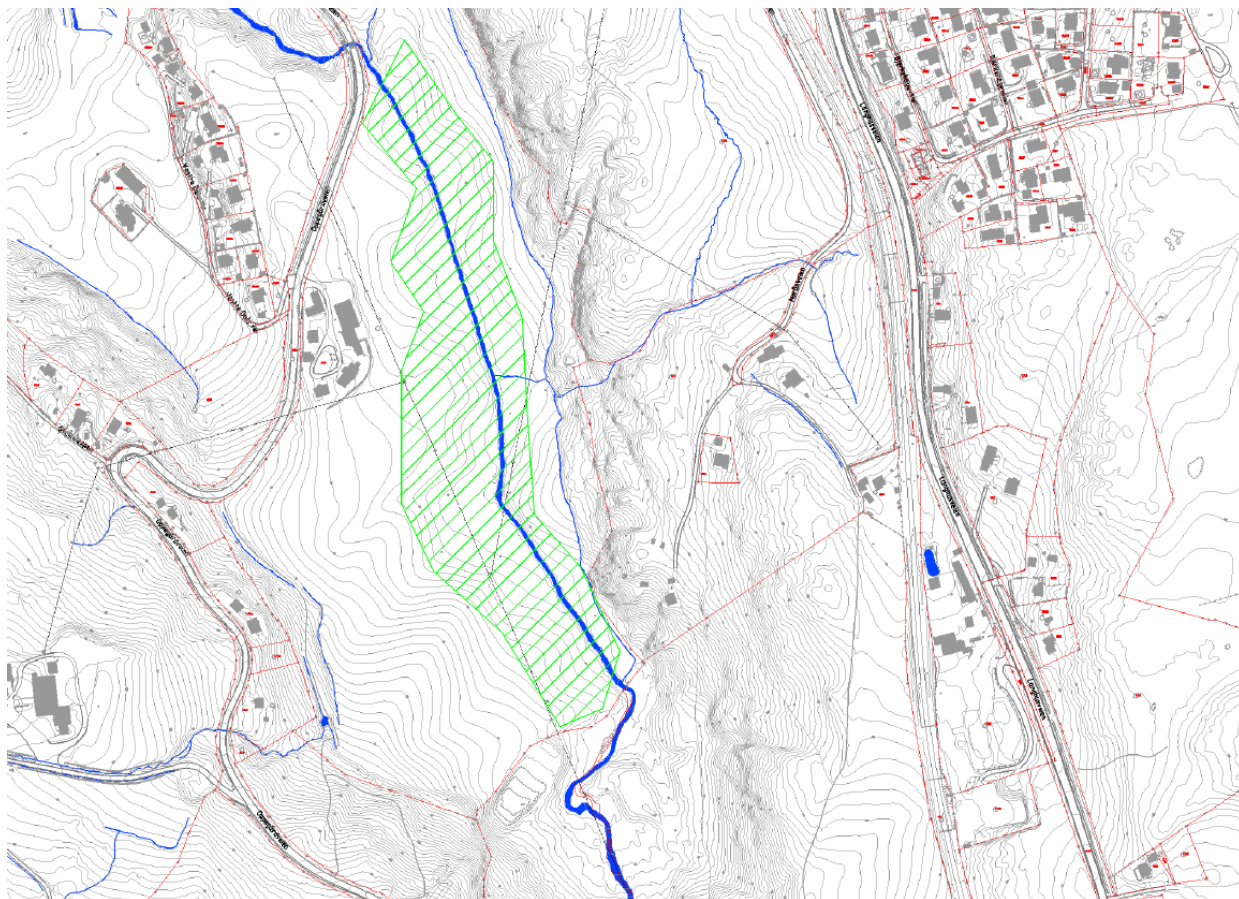
Profil	Situasjon	Før tiltak	Anleggsperiode
1-1	Totalsp. analyse (ADP)	1,42	1,41
1-1	Effektivsp. analyse	1,44	
2-2	Totalsp. Analyse (ADP)	1,89	1,48
2-2	Effektivsp. Analyse	3,69	
3-3	Totalsp. analyse (ADP)	1,62	1,61
3-3	Effektivsp. analyse	2,29	

Figur 8 Sammendrag av utførte stabilitetsberegninger

Stabilitetsberegningene viser sikkerhet over 1,4 i alle profilene. For tiltak i konsekvensklasse K3 i soner med middels faregrad er det krav til sikkerhet på 1,4 eller ikke forverring ved sikkerhet ned til 1,2. eller forbedring hvis sikkerheten er under 1,2.

## 7 Avgrensning av utløpsområde

Skråningen som er vurdert er en plan skråning som ender i dalbunnen. Mektigheten av kvikkleire er betydelig og en del av leiren er veldig sensitiv. Ved et eventuelt skred vil en del av massene bli tilnærmet flytende og kunne spre seg over store avstander. Ved et ras vil det være Dalbunnen og dalsbekken som blir påvirket. Avgrensningen er markert i Figur 9.



Figur 9 Avgrensning av utløpsområde

## 8 Konklusjon

Basert på grunnundersøkelsene som har vært tilgjengelige er det gjort vurderinger av områdestabiliteten langs utbyggingen av parsell 3.1 Roås – Oppegårdsveien i forbindelse med legging av overføringsledning mellom Ski og Haugbro. Det er identifisert et område ved Dal søndre der det er lokalisert kvikkleire i kombinasjon med skråninger brattere enn 1:15. For resterende deler av strekningen er det enten ikke identifisert kvikkleire eller terrenget har helninger slakere enn 1:15. Det er derfor vurdert at det ikke er fare for områdeskred her.

I området som er identifisert som kritisk ved Dal søndre er det utført en faresoneevaluering av en ny sone. Utbredelse av sonen er bestemt ut fra tilgjengelig grunnlag. Beregning av konsekvensklasse gir en poengsum på 12 som tilsvarer konsekvensklasse 2.

Området i sonen er planlagt utbygd med større VA-anlegg, noe som tilsier tiltakskategori K3. Gitt faregrad middels tilsier dette en sikkerhetsfaktor på 1,4, ikke forverring hvis sikkerhetsfaktoren er over 1,2 eller forbedring dersom sikkerhetsfaktoren er lavere enn 1,2. Dette gjelder alle skråninger.

Stabilitetsberegningene viser sikkerhetsfaktor over 1,4 i alle profilene. Dette tilfredsstillere kravene om tilstrekkelig stabilitet i NVEs kvikkleireveileder. Ved utbygging i sonen må det sørges for at tiltakene ikke forverrer stabiliteten i skråningene.

## 9 Referanser

[1] Sweco Norge AS, Rapport 859750-02, Ski kommune, overføringsledning Ski – Haugbro, Grunnundersøkelser parsell 3.1 Roås - Oppegårdsveien, Datarapport, September 2015 (datert 07.09.2015).

[2] Sweco Norge AS, Rapport 859750-05, Ski kommune, overføringsledning Ski – Haugbro, Supplerende grunnundersøkelser områdestabilitet, Datarapport, Juni 2016 (datert 27.06.2016).

[3] NGI, «Program for økt sikkerhet mot leirskred. Metode for kartlegging og klassifisering av faresoner, kvikkleire,» 31. august 2001, rev. 3; 8. oktober, 2008.

[4] NVE, Veileder: Sikkerhet mot kvikkleireskred. Vurdering av områdestabilitet ved arealplanlegging og utbygging i områder med kvikkleire og andre jordarter med sprøbruddsegenskaper, 2014.

[5] NIFS, Rapport 14/2014 «En omforent anbefaling for bruk av anisotropifaktorer i prosjektering i norske leirer», 30.01.2014

[6] Multiconsult AS, Rapport 810905 – 1, Kongslia Langhus, Grunnundersøkelser for nytt boligfelt, datert 5.03.2007

## VEDLEGG

VEDLEGG 1  
VEDLEGG 2  
VEDLEGG 3  
VEDLEGG 4

OVERSIKT OVER GRUNNUNDERSØKELSER  
BEREGNINGSSNITT  
C<sub>uD</sub>-PROFILER  
STABILITETSBEREGNINGER

## VEDLEGG 1:

### OVERSIKT OVER GRUNNUNDERSØKELSER

Sweco Norge AS, Rapport 859750-01, Ski kommune, Ski – Haugbro, Oppegårdsveien, Ski Grunnundersøkelser, Datarapport, Februar 2015 (datert 10.02.2015).

Sweco Norge AS, Rapport 859750-02, Ski kommune, overføringsledning Ski – Haugbro, Grunnundersøkelser parsell 3.1 Roås - Oppegårdsveien, Datarapport, September 2015 (datert 07.09.2015).

Sweco Norge AS, Rapport 859750-03, Ski kommune, overføringsledning Ski – Haugbro, Grunnundersøkelser parsell 2.1 Hebekk skole - Roås, Datarapport, September 2015 (datert 17.09.2015).

Sweco Norge AS, Rapport 859750-04, Ski kommune, overføringsledning Ski – Haugbro, Grunnundersøkelser parsell 3.2 Oppegårdsveien - Haugbro, Datarapport, September 2015 (datert 18.09.2015).

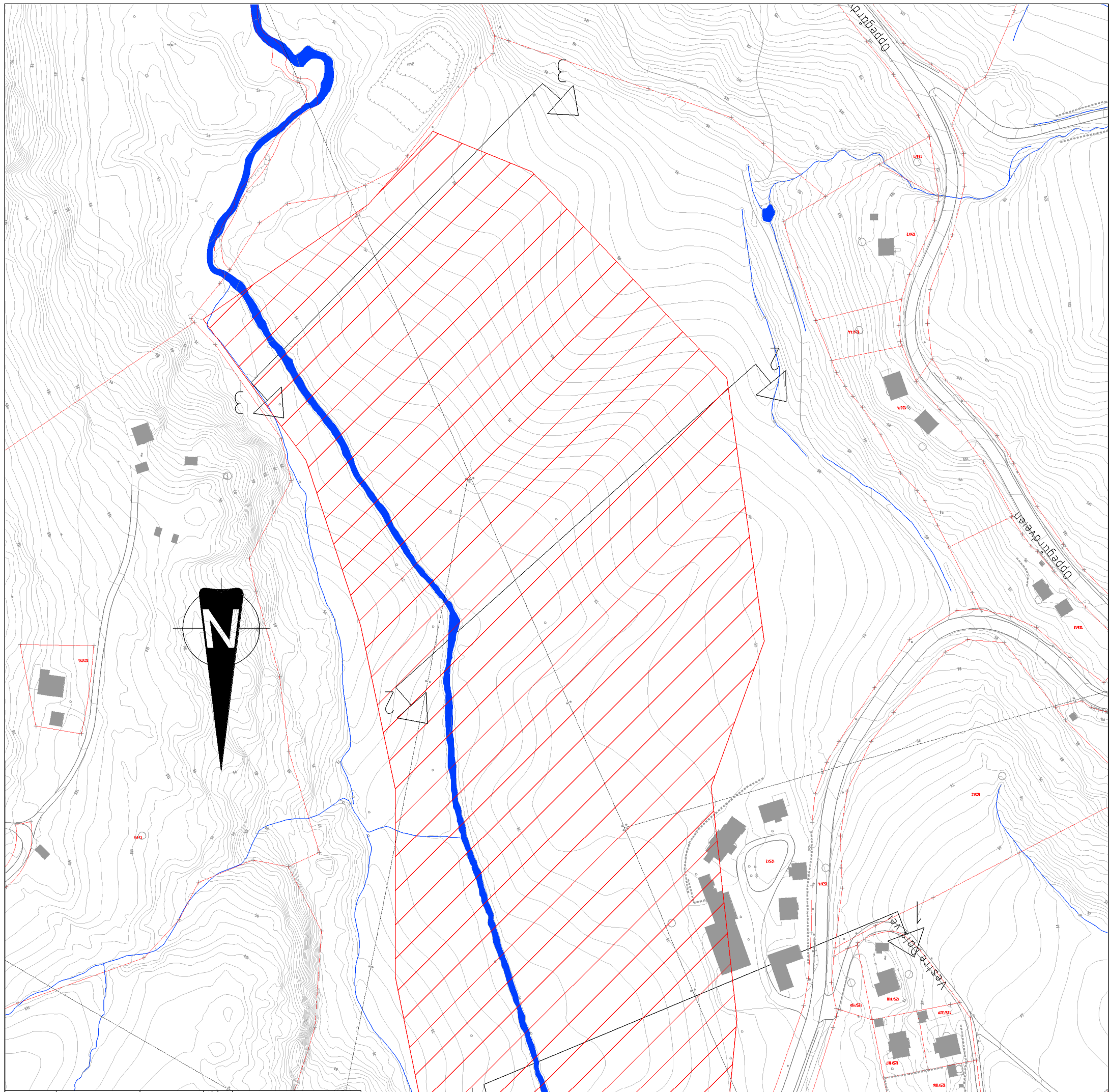
Sweco Norge AS, Rapport 859750-05, Ski kommune, overføringsledning Ski – Haugbro, Supplerende grunnundersøkelser områdestabilitet, Datarapport, Juni 2016 (datert 27.06.2016).

Løvlien Georåd, Rapport 14-18 rapport nr. 1, Ski kommune, VA-Hebekk, Datert 12.03.2014.

Multiconsult AS, Rapport 810905 – 1, Kongslia Langhus, Grunnundersøkelser for nytt boligfelt, datert 5.03.2007

Multiconsult AS, Rapport 810905/1-r1, Kongslia Langhus, Grunnundersøkelser for nytt boligfelt, supplerende boringer høst 2007, datert 06.03.2008

VEDLEGG 2:  
BEREGNINGSSNITT



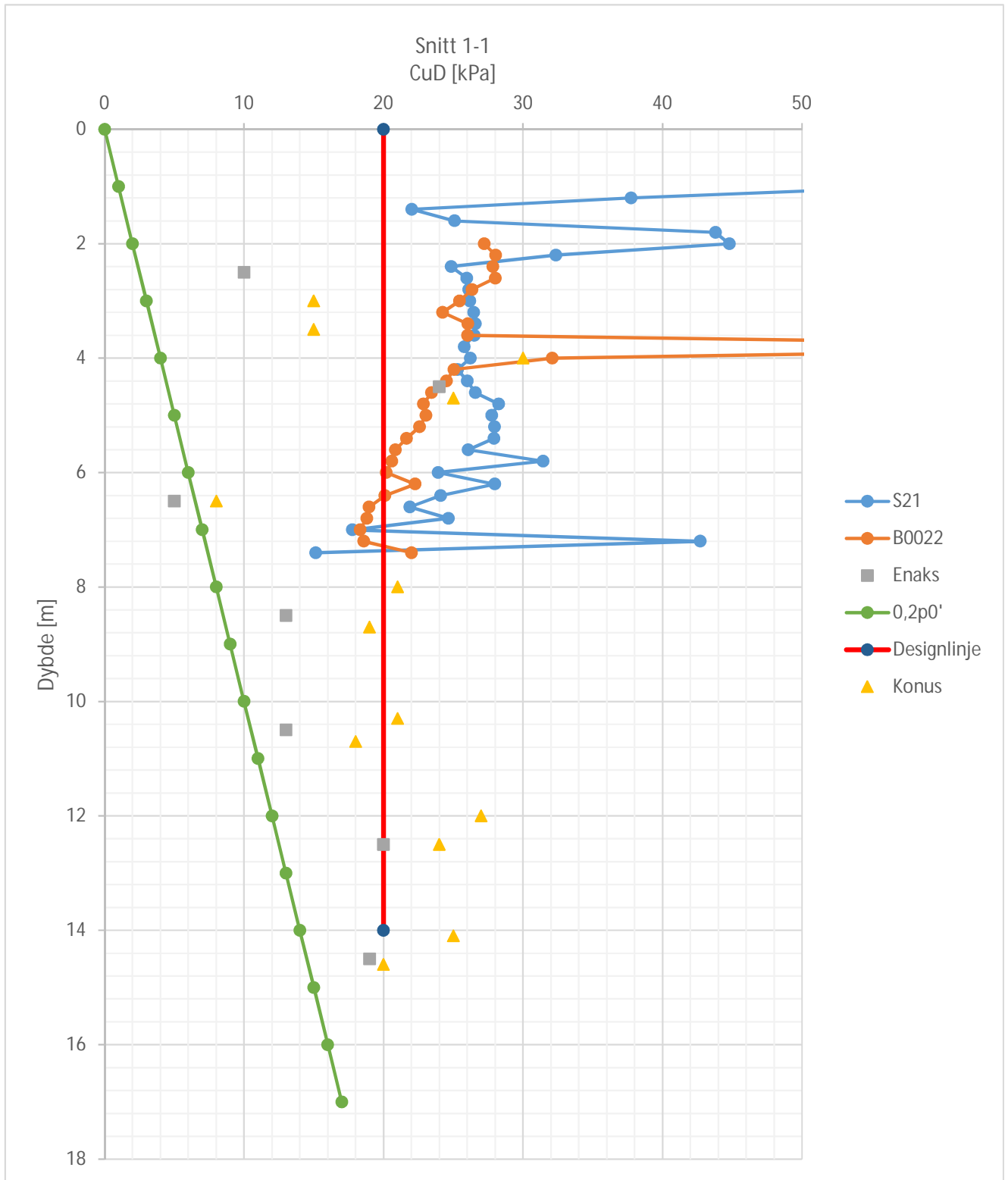
Status Rev.		Endring	
<b>Ski Kommune</b>			
Snitt		Snitt områdestabilitet 3.1	
Oppdragsleder Pål Jacobsen		Oppdragsnr. 859750	
Uttrent	Konfr.	Ansv.	Dato
NOVSED	NOKVAL	NOGARD	21072016
Målestokk 1:2000		Format A3	
Løpenummer: 859750		Status Rev. 00	

**SWECO**  
 Sweco Norge AS  
 OSLOMØNNEVEIEN 260, 0283 OSLO  
 TLF.: 67 22 80 00 FAX.: 67 22 93 40

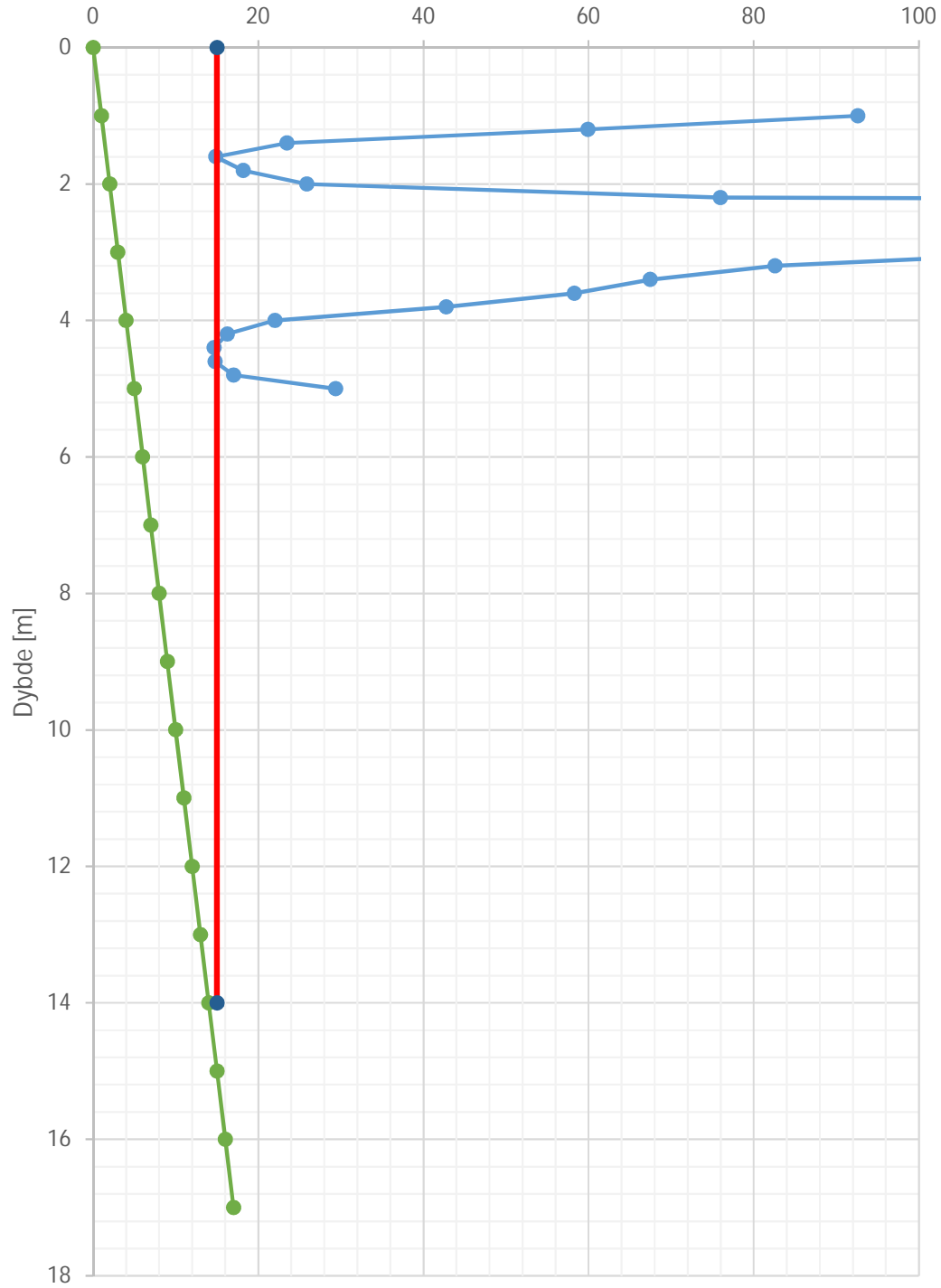
Disiplin: **GEO**  
 Løpenummer: **110**  
 Status Rev: **00**

VEDLEGG 3:

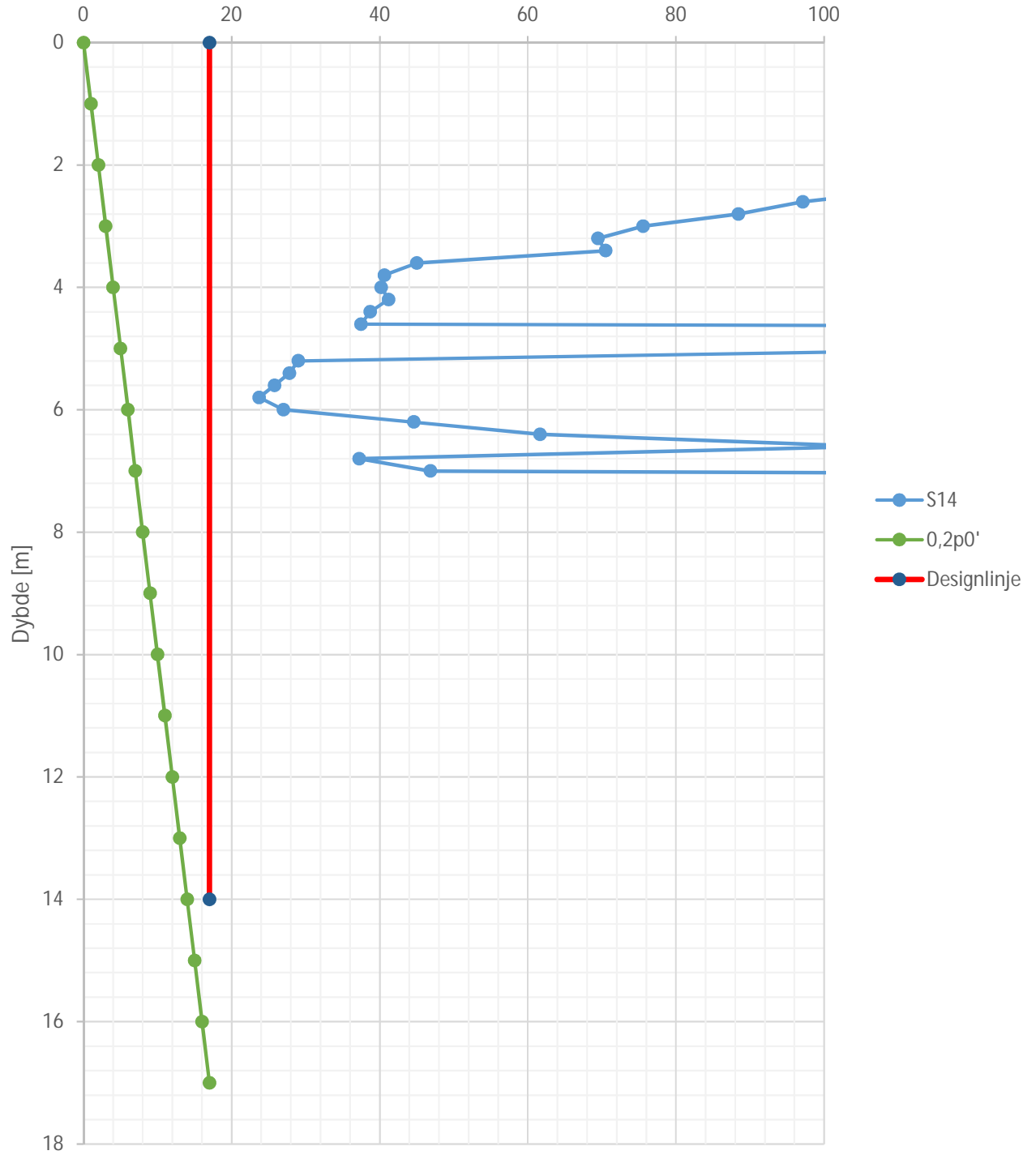
C<sub>u</sub>D-PROFILER



Snitt 2-2  
CuD [kPa]

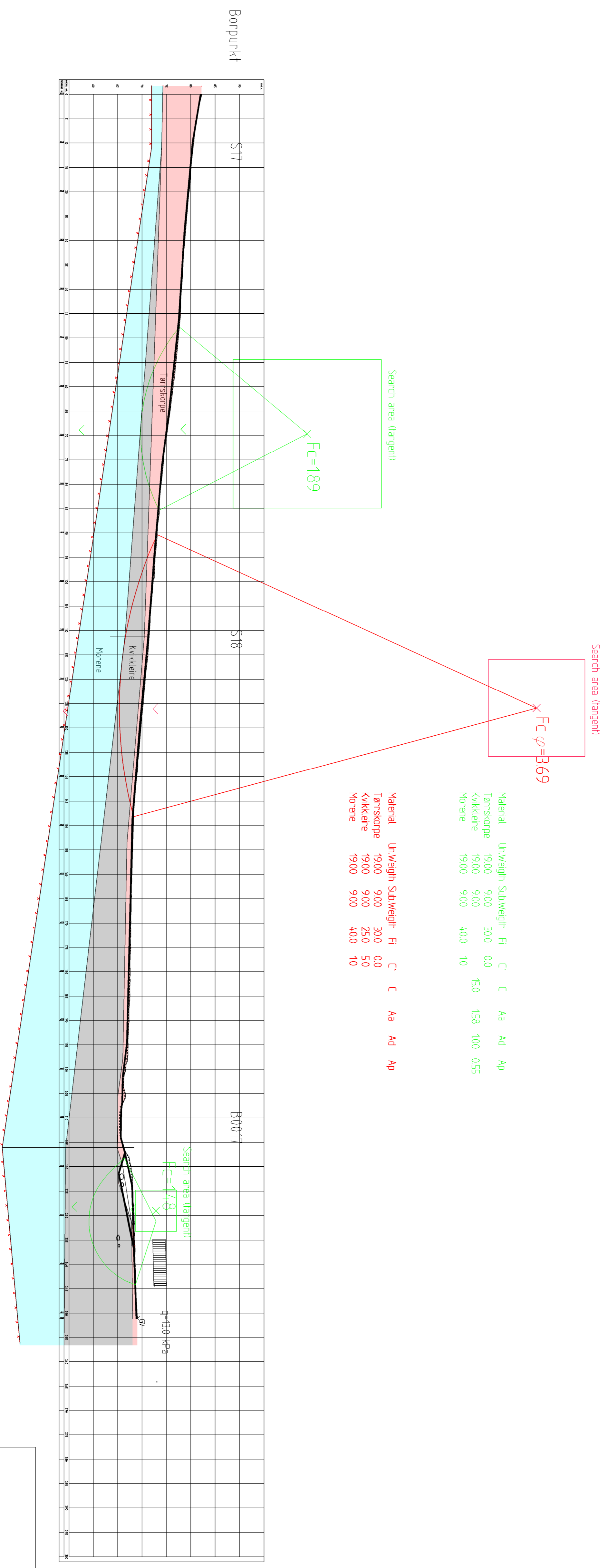


Snitt 3-3  
CuD [kPa]



VEDLEGG 4:  
STABILITETSBEREGNINGER





01	Høyrel GVS, Tørtskorpe (Plu=30" a=0)	Endring	INDVISO   INDVIAL   INDGARD   13082016	utvret   kont.   Anst.			
Ski Kommune			INDVISO   INDVIAL   INDGARD   21072016	Målestokk	1 : 500	Format	A1
Ski - Høybro			1 : 1000 (A3)	Oppdragsleder:	Pål Jacobsen		
Snitt 2			Oppdragsnr.	859751			

Sweco Norge AS  
 Torshovveien 10  
 0680 Stovner  
 Tlf: 87 72 00 00 Fax: 87 72 98 40

Driftsleder: **GEO**  
 Løpnummer: **G102**  
 Status: **01**

