

# NOTAT

Oppdrag **Skjetleinbekken Plan**  
Kunde **Søbstad AS**  
Notat nr. **G-not-002**  
Til **Søbstad AS**

Fra **Eirin Husdal**  
Kopi

## GEOTEKNISK VURDERING AVSLUTNING AV FYLLING FOR HEVING AV SKJETLEINBEKKEN

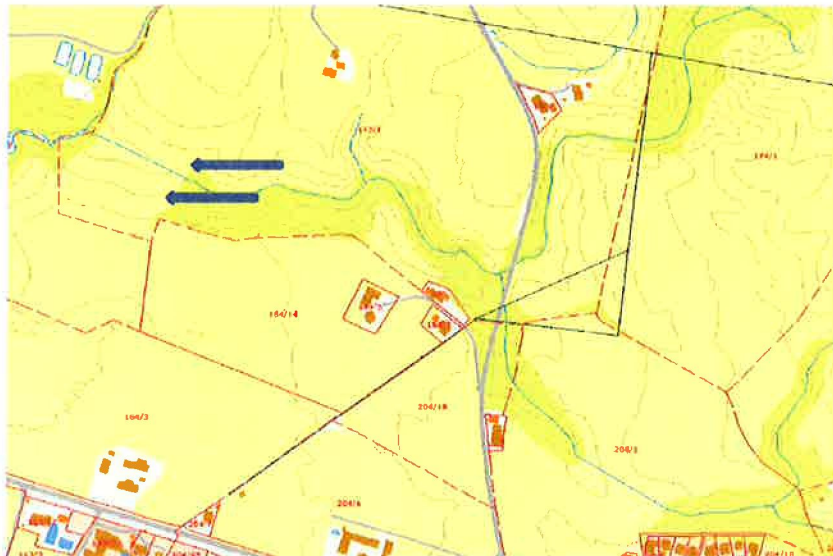
Dato 2013-07-05

### 1. Orientering

Rambøll har på oppdrag for Søbstad AS utført geotekniske vurderinger av gjenfylling av bekkedal og heving av bekken vest for Skjetleinvegen. Det er i dette notatet utført stabilitetsvurderinger for avslutning av fylling i Skjetleinbekken.

Rambøll  
Mellomila 79  
P.b. 9420 Sluppen  
NO-7493 TRONDHEIM

T +47 73 84 10 00  
F +47 73 84 10 60  
www.ramboll.no



Figur 1: Kart med avmerket område for fyllingsavslutning

Vår ref. 6120697/EHLTRH

## 2. Terreng og grunnforhold

Det er utført grunnundersøkelser for prosjektet. Grunnen i området består av hovedsakelig leire med siltlag, leira er til dels sensitiv. For en mer detaljert beskrivelse av grunnforholdene vises det til G-rap-001 6130484, datert 15.5.2013.

## 3. Skredfare

Tiltaksområdet ligger i kvikkleiresone Ust. Kvikkleiresonen er i faregradsklasse høy, konsekvensklasse alvorlig og skredrisiko 3.

Alle tiltak i kvikkleiresoner skal vurderes etter NVEs retningslinjer 2/2011 (ref.2). Dette tiltaket vurderes til å falle inn under *Tiltakskategori K2. Tiltak av begrenset omfang uten tilflytting av personer. Negativ påvirkning av stabilitetsforholdene.* Med høy faregrad kreves materialfaktor  $\gamma_M \geq 1,4$  (dokumentert ved stabilitetsberegninger) eller at tiltaket medfører forbedring av stabilitetsforholdene.

Tiltaket vurderes til å ligge i konsekvensklasse/prosjektklasse CC2 iht. Eurokode 0 (ref.3) som beskrives med «*Middels stor konsekvens i form av tap av menneskeliv, betydelige økonomiske, sosiale eller miljømessige konsekvenser*». Tiltaket er underlagt vanlig kontroll (prosjektklasse 2, NS 3480).

Tabell 3.1 Krav til sikkerhetsnivå i områder med fare for skred i sprøbruddmaterialer

Tiltakskategori	Faregradsklasse for utbygging		
	Lav	Middels	Høy
<b>K1. Små tiltak uten tilflytting av personer.</b> Ingen negativ påvirkning på stabilitetsforholdene: Garasjer, mindre tilbygg, mindre terrenginngrep o.l.	Krav framgår av Veiledning, ref. /11/	Krav framgår av Veiledning, ref. /11/	Faregradevaluering Stabilitetsanalyse: a) $\gamma_M \geq 1,4$ eller b) ikke forverring Vanlig kontroll (Prosjektklasse 2, NS 3480)
<b>K2. Tiltak av begrenset omfang uten tilflytting av personer.</b> Negativ påvirkning på stabilitetsforholdene: Private og kommunale veier, grøfter, planeringer, oppfyllinger o.l.	Faregradevaluering Stabilitetsanalyse: a) $\gamma_M \geq 1,4$ eller b) ikke forverring Vanlig kontroll (Prosjektklasse 2, NS 3480) eller Skjerpet kontroll (Prosjektklasse 3, NS 3480)	Faregradevaluering Stabilitetsanalyse: a) $\gamma_M \geq 1,4$ eller b) forbedring Vanlig kontroll (Prosjektklasse 2, NS 3480) eller Skjerpet kontroll (Prosjektklasse 3, NS 3480)	Faregradevaluering Stabilitetsanalyse: a) $\gamma_M \geq 1,4$ eller b) forbedring Vanlig kontroll (Prosjektklasse 2, NS 3480) eller Skjerpet kontroll (Prosjektklasse 3, NS 3480)
<b>K3. Tiltak som innebærer tilflytting av mennesker og tiltak som gjelder viktige samfunnsfunksjoner:</b> Boliger, institusjoner, skoler, næringsbygg, VAR-anlegg, sentralt kraftnett o.l.	Faregradevaluering Stabilitetsanalyse: a) $\gamma_M \geq 1,4$ eller b) forbedring Skjerpet kontroll (Prosjektklasse 3, NS 3480)	Faregradevaluering Stabilitetsanalyse: a) $\gamma_M \geq 1,4$ eller b) vesentlig forbedring Skjerpet kontroll (Prosjektklasse 3, NS 3480)	Faregradevaluering Stabilitetsanalyse: a) $\gamma_M \geq 1,4$ eller b) vesentlig forbedring Skjerpet kontroll (Prosjektklasse 3, NS 3480)

Figur 2: Tabell 3.1 Krav til sikkerhetsnivå i områder med fare for skred i sprøbruddmaterialer (ref.2)

#### 4. Stabilitetsvurdering

Det er utført stabilitetsberegninger i 2 profil, profil A og profil B. Profil A er et lengdesnitt gjennom fyllingsavslutninga langs bekkdalen. Profil A er vurdert som mer kritisk enn tilsvarende lengdesnitt oppe i dalsidene. Under utlegging av fyllinga kan det oppstå en udrenert situasjon i dalsidene. For å ha kontroll på denne situasjonen er det sett på sikkerheten for dagens situasjon i et profil på tvers av dalen, profil B. Valgte profiler er inntegnet på situasjonsplan, tegning 201.

Det er utført totalspenningsanalyse for udrenert tilstand og effektivspenningsanalyse for drenert tilstand. Beregninger i profil A er utført for situasjon med tiltak og i profil B for dagens situasjon. Stabilitetsberegningene er presentert i tegning 202-205.

Stabilitetsberegninger er utført i dataprogrammet GeoSuite Stability som er en del av GeoSuite-pakken. GeoSuite Stability baserer seg på en likevektsbetraktning av potensielle bruddflater.

#### 5. Stabilitetsberegninger -materialparametere

##### 5.1 Tyngdetetthet

Tyngdetetthet for leira og fyllinga er bestemt til  $19,5 \text{ kN/m}^3$ , dette er basert på utførte laboratorieundersøkelser (ref.1). For topplaget og sprengstein er det benyttet erfaringsverdier og tyngdetettheten er vurdert til å være  $19 \text{ kN/m}^3$ .

##### 5.2 Udrenert skjærfasthet

Udrenert skjærfasthet i leira er tolket fra trykksonderinger (CPTU) og skjærfasthetsmålinger utført på uforstyrrede 54 mm prøver i laboratoriet. Registrerte skjærfasthetsverdier fra rutineundersøkelsene er tolket som direkte skjærstyrke med anisotropiforhold  $Cu^D=0,7Cu^A$ . Det er plottet aktiv skjærfasthet fra forsøkene i CPTU-tolkninga.

CPTU er tolket iht. Karlsrud et. al. 2005 (ref.4), med følgende N-verdier:

$$\begin{aligned} N_{\Delta U} &= 6.9 - 4 \cdot \log OCR + 0.07 I_p && \text{for } St < 15 \\ N_{\Delta U} &= 9.8 - 4.5 \log OCR && \text{for } St > 15 \\ N_{KT} &= 7.8 \cdot 2.5 \log OCR + 0.082 I_p && \text{for } St < 15 \\ N_{KT} &= 8.5 + 2.5 \log OCR && \text{for } St > 15 \end{aligned}$$

I tillegg har CPTU-tolkninga en tolkning med  $N_{\Delta U} = 4 + 4.5 Bq$  for sammenligning. Det er en kurvetilpasning (Eggereide) basert på korrelasjoner mellom blokkprøver og målt poretrykksrespons (Bq) presentert i ref.4.

I CPTU tolkningene er det benyttet en romvekt på  $19,5 \text{ kN/m}^3$  og en plastisitetsindeks,  $I_p$  på 4,2 %. Overkonsolideringsgraden (OCR) er tolket fra utførte ødometerforsøk presentert i ref. 1. OCR er tolket til å være i størrelsesorden 2,4 på 9,5 dybde. Dette tilsvarer et tidligere terrengnivå ca. 17 m høyere enn dagens terrengnivå. Poretrykk benyttet for tolkning av CPTU i punkt 1 og 4 er basert på utførte poretrykksmålinger i punkt 1 (ref.1). Det er antatt en grunnvannstand 1,5 m under terreng og hydrostatisk fordeling med dybden.

Skjærfasthetsprofil for leire er valgt ut fra tolkede trykksonderinger (CPTU). Designverdiene er presentert i CPTU tolkningene, se vedlegg 1. Designverdiene i sensitiv leire er iht. NVEs retningslinjer redusert med 15 % i stabilitetsberegningene.

### 5.3 Effektiv skjærfasthet

Effektivspenningsparametere er bestemt på grunnlag av treaksialforsøk og erfaringsparametere. Som grunnlag for effektivspenningsparametere for leire er det brukt utførte treaksialforsøk presentert i ref.1.

Det er i stabilitetsberegningene benyttet følgende parametere:

- Topplag/tørrskorpe  
Friksjonsvinkel,  $\varphi = 30^\circ$   
Attraksjon,  $a=0$  (kohesjon,  $c=0$ )  
(erfaringsparametere)
- Sensitiv leire og leire  
Friksjonsvinkel,  $\varphi = 27^\circ$   
Attraksjon,  $a=10$  (kohesjon,  $c=5$ )  
(tolket fra treaksialforsøk)
- Fylling med uspesifiserte masser  
Friksjonsvinkel,  $\varphi = 26^\circ$   
Attraksjon,  $a=5$  (kohesjon,  $c=2,4$ )
- Sprengsteinsplastring  
Friksjonsvinkel,  $\varphi = 42^\circ$   
Attraksjon,  $a=0$  (kohesjon,  $c=0$ )  
(erfaringsparametere)

### 5.4 Anisotropi

Leiras udrenerte skjærfasthet varierer med hovedspenningsretningene. For å ivareta dette anisotropiforholdet er det brukt følgende forhold mellom fasthetsverdiene:

- $Cu^C =$  målt styrke ved CPTU eller treaks
- $Cu^D = 0,7 * Cu^C$
- $Cu^P = 0,4 * Cu^C$

Grunnlaget for dette forholdet er erfaringstall fra forsøk og studier på en rekke norske leirer. Styrkefordelingen langs skjærflaten er automatisk i dataprogrammet GeoSuite Stability.

### 5.5 Poretrykk

Poretrykk brukt i stabilitetsberegninger er basert på utførte poretrykksmålinger (ref.1). I beregningsprofilene er det gjort tilpasninger i forhold til lagdeling og topografi. Grunnvannstand er vist på stabilitetsberegninger.



## 5.6 Kvalitet av grunnundersøkelser

Kvaliteten av treaksialforsøkene presentert i ref. 1 er vurdert iht. ref. 2. og presentert i tabell 1.

Tabell 1: Kvalitetsklasse treaksialforsøk

Prøve	OCR	dV [cm <sup>3</sup> ]	dV[%]	Kvalitetsklasse iht. ref. 2
Punkt 1, lab 2, dybde 7,5m	2,7	4,7	2,1	Kvalitetsklasse 1, Akseptabel
Punkt 1, lab 2, dybde 7,7m	2,7	5,6	2,4	Kvalitetsklasse 1, Akseptabel

Trykksonderinger (CPTU) tilfredsstillende anvendelsesklasse 1 iht. ref.5, kvalitetsskjema for CPTU er presentert i ref.1.

## 6. Stabilitetsberegninger -resultat og vurderinger

Tabell 2: Resultat stabilitetsberegninger

Snitt	Fase	Tegningsnr.	Spenningstilstand	Materialefaktor
Profil A	Situasjon med tiltak	202	Totalspenning (ADP)	1,49-1,60
Profil A	Situasjon med tiltak	203	Effektivspenning	2,29
Profil B	Dagens situasjon	204	Totalspenning (ADP)	0,92-1,24
Profil B	Dagens situasjon	205	Effektivspenning	1,23-1,79

Stabilitetsberegningene i profil A viser tilfredsstillende stabilitet for presenterte utforming av fylling. Fyllinga kan utformes som planlagt med en fronthelling på 1:6,6.

I profil B er det ikke tilstrekkelig beregningsmessig sikkerhet for en udrenert situasjon slik terrenget er i dag. Effektivspenningsanalysen viser en noe bedre stabilitet, men dog på kritisk linje. Den anstrengte stabiliteten gjenspeiles også ved de mindre utglidningene som pågår i området i dag. Oppfyllinga i dalen vil fungere som en motfylling på tvers av bekken. Høydeforskjellen blir mindre og stabiliteten forbedres.

## 7. Utførelse

Fyllinga må legges ut lagvis for å unngå for store høydeforskjeller i fronten. Oppfyllinga må utføres med kvalitetsmasser der det er påkrevd (se liste under). Resterende oppfylling kan skje med uspesifiserte masser. Det anbefales dog ikke utlegging av myrmasse. Alle masser skal legges ut lagvis og komprimeres. Lagtykkelse må vurderes ut fra løsmassenes beskaffenhet. For å hindre grunnvannsheving anbefales det å etablere en drensledning eller pukkestreng i bunn av dalen, samt drensribber opp til 2/3 av skråningshøyden for hver tiende meter. Det er forutsatt at bekkeløpet plastres forskriftsmessig for å unngå erosjon.

Arbeidene gjøres i følgende rekkefølge:

1. Etablering av steinstreng i dalbunn
2. Etablering av drensribber opp til 2/3 av skråningshøyden for hver tiende meter i lengderetning av dalen. Hver ribbe skal ha en bredde på 1,0 m.
3. Alternativt til punkt 2. legges det ut drenslag i hele sideskråningens lengde/bredde.
4. Oppfylling startes ved å fylle igjen eventuelle hull/lavereliggende områder for å oppnå en jevn stigning i terreng mot øst.
5. Videre oppfylling utføres med oppstart nederst i fyllingen mot vest. Fylling utlegges lagvis oppover mot øst.

**TEGNFORKLARING**

**BORESYMBOLER**

- ▽ Trykksøndering, CPTU
- ⊕ Totalsondering
- ⊙ Prøvetaking
- ⊖ Poretrykksmåling

Eksisterende  
plangrense



Helning 1:6.6

Høyde  
24,00

Høyde  
33,12

550

600

450

400

350

300

250

1 ⊕ 29,34-34,5

2 ⊕ 29,3-30,9

3 ⊕ 29,3-30,9

4 ⊕ 31,3-30,9

5 ⊕ 29,3-30,9

6 ⊕ 29,3-30,9

7 ⊕ 29,3-30,9

8 ⊕ 29,3-30,9

9 ⊕ 29,3-30,9

10 ⊕ 29,3-30,9

11 ⊕ 29,3-30,9

12 ⊕ 29,3-30,9

13 ⊕ 29,3-30,9

14 ⊕ 29,3-30,9

15 ⊕ 29,3-30,9

16 ⊕ 29,3-30,9

17 ⊕ 29,3-30,9

18 ⊕ 29,3-30,9

19 ⊕ 29,3-30,9

20 ⊕ 29,3-30,9

21 ⊕ 29,3-30,9

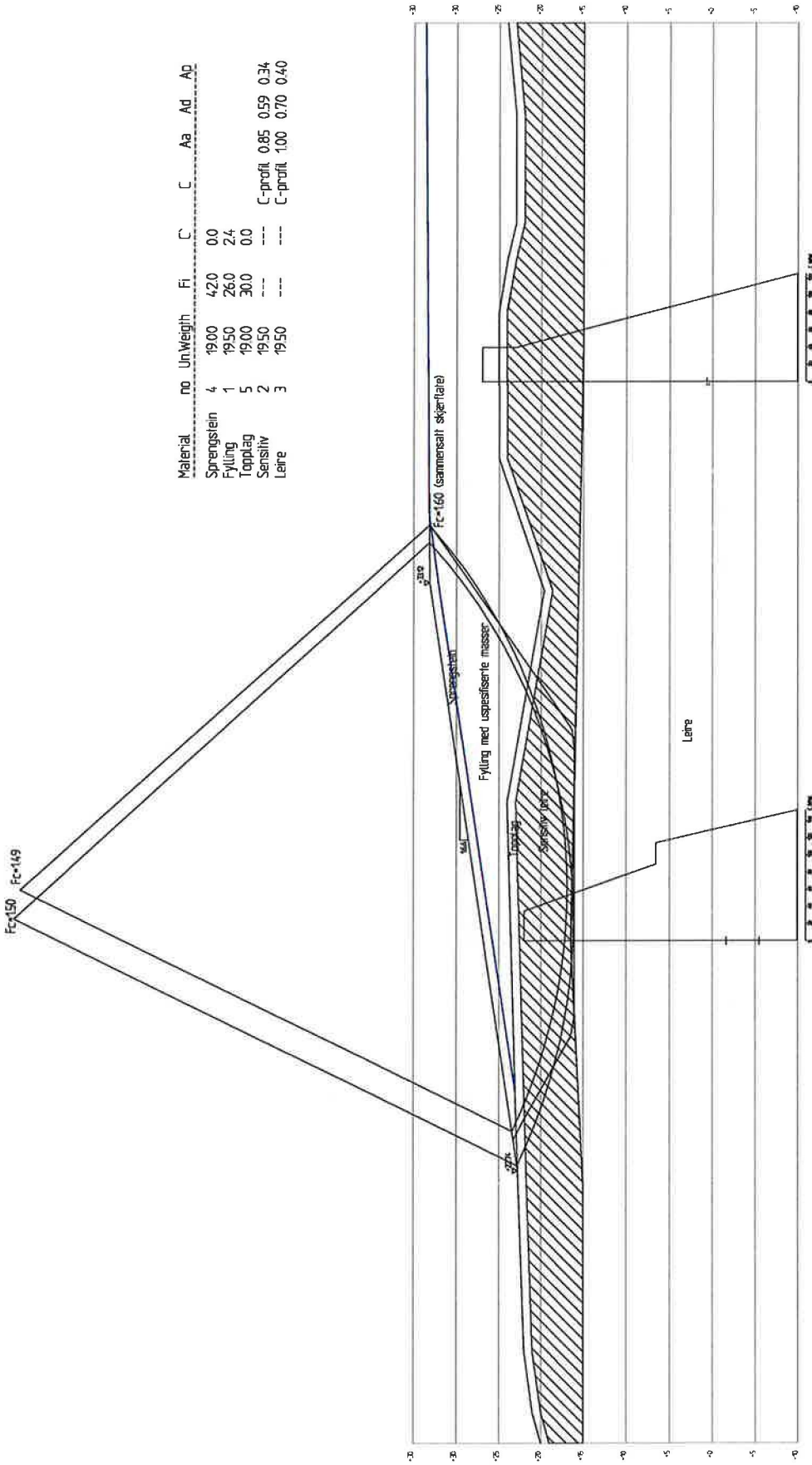
**RAMBOLL**  
 Ramboll AS - Region Midt-Norge  
 P. b. 9420 Sluppen  
 Mellomlia 79, N-7493 Trondheim  
 TLF: 73 84 10 00 - FAX: 73 84 10 60  
 www.ramboll.no

OPPDRAG  
**Skjetleinbekken**  
 OPPDRAGSGIVER  
**Søbstad AS**

INNHOLD  
 Situasjonsplan  
 Planområde  
 Boreresultater  
 Profiler

OPPDRAG NR.  
**6120697**  
 MÅLESTOKK  
**1:1000**  
 BLAD NR. AV  
**01**  
 TEGNING NR.  
**201**

REV.  
 26.6.2013  
 EHL EHL DJM  
 TEGN KONTR GODKJ  
 ENOKING  
 DATO  
 TEGNINGSTATUS

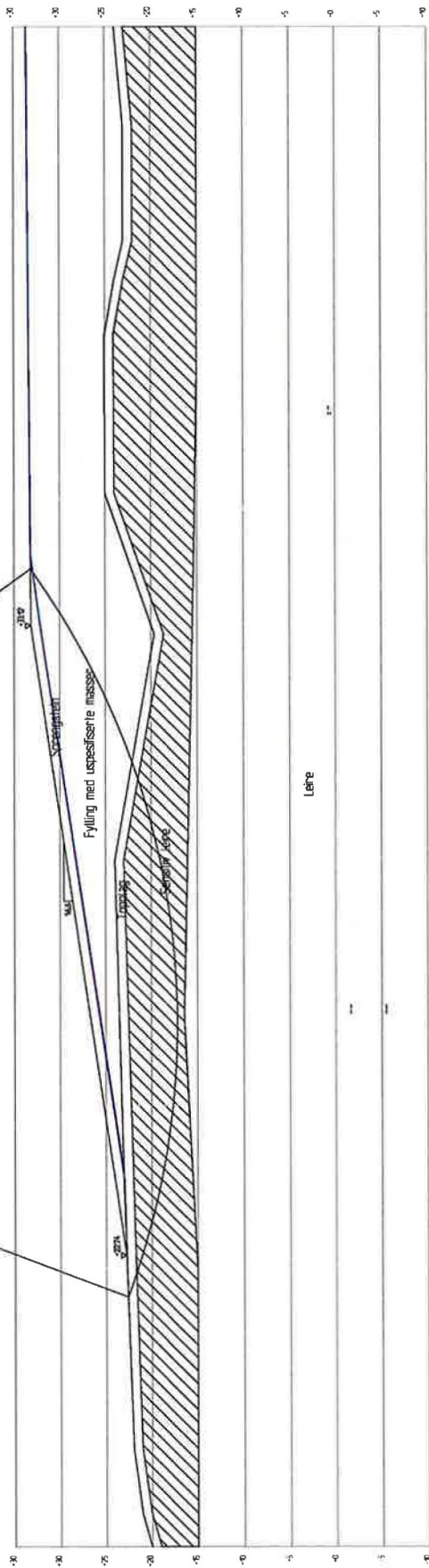


TEGNINGSDATUM	5.7.2013	TEGNER	EHL	TEKNIK	EH	DR	OPPDRAG NR.	6120697	MÅLSTOKK	1:500	BLAD NR.	01	AV	01
TEGNINGSDATUM		TEGNER					OPPDRAGSGIVER				TEGNING NR.			REV.
TEGNINGSDATUM		TEGNER					INN-HOLD <b>Stabilitetsberegning</b> Profil A Totalspenningsanalyse (ADP) Situasjon med tiltak							
TEGNINGSDATUM		TEGNER					OPPDRAG <b>Skjetleinbekken</b> Sjøbstad AS							
TEGNINGSDATUM		TEGNER					<b>RAMBOLL</b> Ramboll AS - Region Midt-Norge P. b. 9420 Sluppen Mellomta 79, N-7493 Trondheim TLF: 73 84 10 00 - FAX: 73 84 10 60 www.ramboll.no							
TEGNINGSDATUM		TEGNER					TEGNINGSTATUS							



Fc $\varphi$ =229

Material	no	Un	W <sub>eq</sub>	Fi	C'
Sprengstein	4	1900		420	0.0
Fylling	1	1950		26.0	24
Topplag	5	1900		300	0.0
Sensitiv	2	1950		270	50
Leire	3	1950		270	50

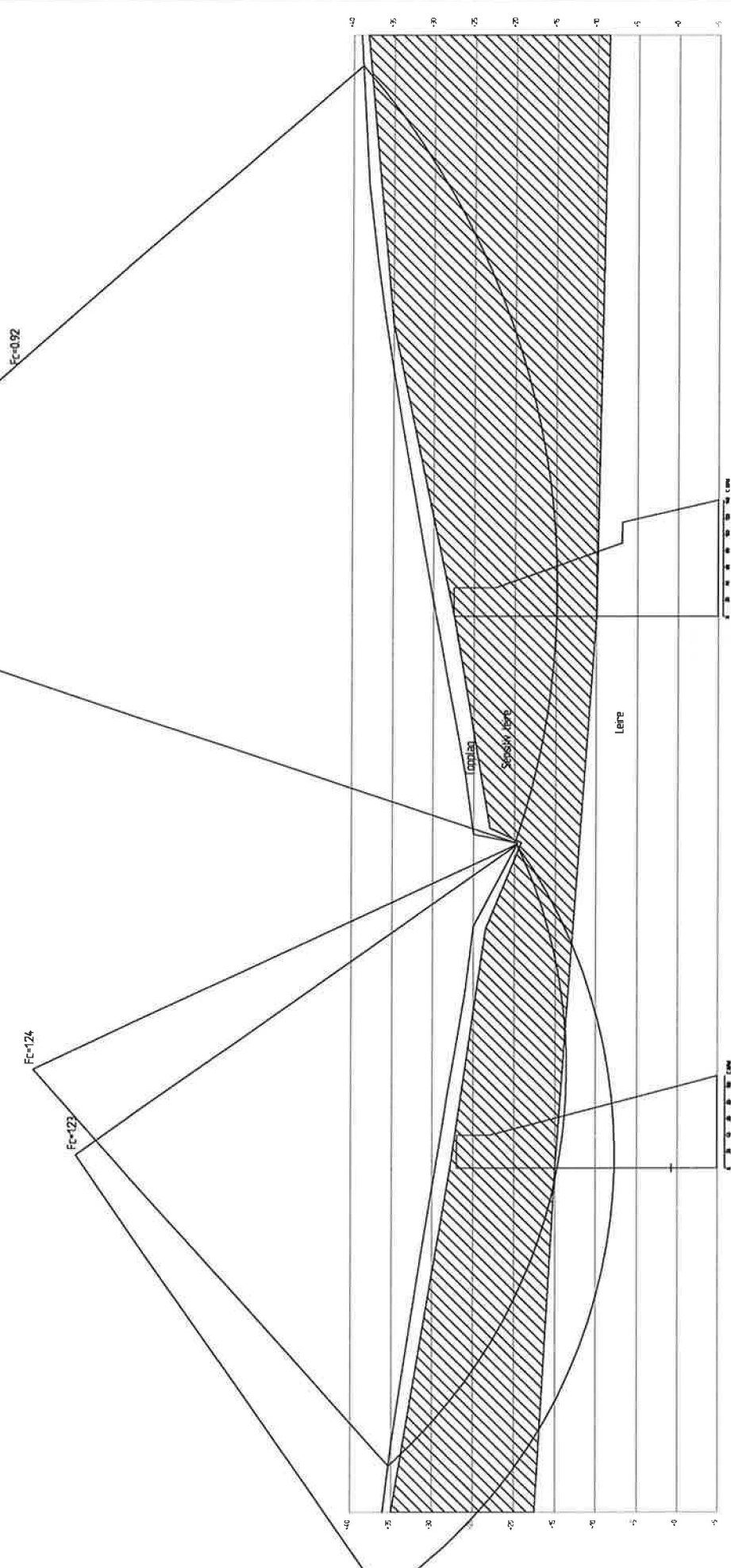


5.7.2013	ENORLING	EBL	EH	IDM	OPPDRAG	SKJETLEINBEKKEN	INNHOLD	STABILITETSBEREGNING.	OPPDRAG NR.	6120697	MÅLESTOKK	1:500	BLAD NR.	01	AV	01
REV.	DATE	TRGN	KONT	GODD	OPPDRAGSGIVER	SØBSTAD AS	EFFEKTIVSPENNINGSPROFIL A	EFFEKTIVSPENNINGSPROFIL A	OPPDRAG NR.	6120697	MÅLESTOKK	1:500	BLAD NR.	01	AV	01
TEGNINGSSTATUS																
TEGNING NR. 203																
REV.																

**RAMBOLL**  
 Ramboll AS - Region Midt-Norge  
 P.b. 9420 Sluppen  
 Mellomlia 79, N-7493 Trondheim  
 TLF: 73 84 10 00 - FAX: 73 84 10 60  
 www.ramboll.no



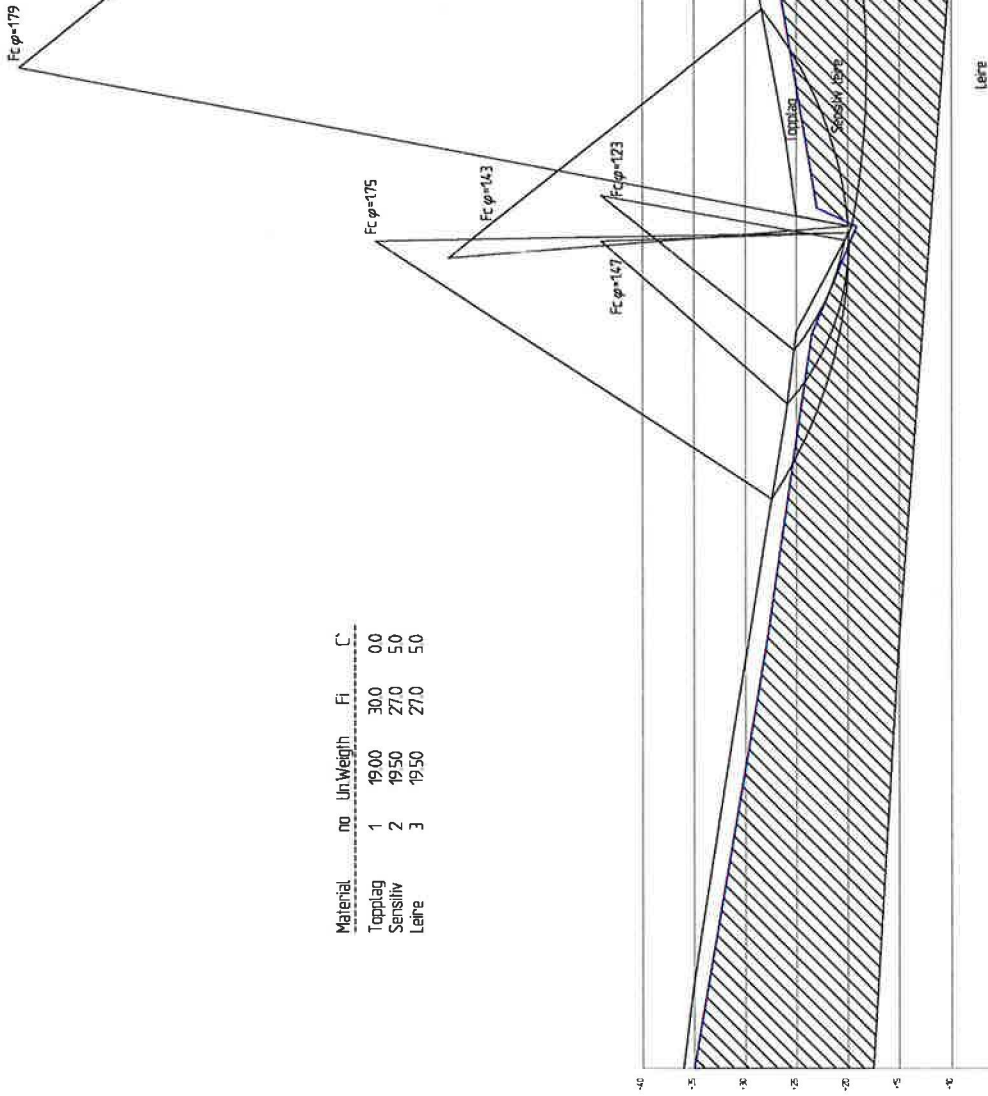
Material	no	Un	Weight	F <sub>i</sub>	C	A <sub>a</sub>	A <sub>d</sub>	A <sub>p</sub>	AVG <sub>w</sub>	R <sub>i</sub> -factor	P <sub>v</sub> Press
Topplag	1	19.00	30.0	0.0	---	0.85	0.60	0.34	0.00	0.00	0.00
Sensitiv	2	19.50	---	---	---	100	0.70	0.40	0.00	0.00	0.00
Leire	3	19.50	---	---	---	---	---	---	0.00	0.00	0.00



REV.	DATE	ENKING	26.6.2013	EHL	EHL	JIM	OPDRAG NR.	6120697	MÅLSTOKK	1:500	BLAD NR.	01	AV	01
TEGNINGSSTATUS							OPDRAGSGIVER		Sjøtjetleibekken		INNHOOLD		Stabilitetsberegning	
							OPDRAGSGIVER		Søbstad AS		PROFIL		Profil B - kontrollprofil	
							OPDRAGSGIVER		Søbstad AS		ANALYSE		Totalspenningsanalyse (ADP)	
							OPDRAGSGIVER		Søbstad AS		SITUASJON		Dagens situasjon	
							OPDRAGSGIVER		Søbstad AS		TEGNING NR.		204	
							OPDRAGSGIVER		Søbstad AS		REV.		01	

**RAMBOLL**  
 Ramboll AS - Region Midt-Norge  
 P.B. 9420 Sluppen  
 Mellomlia 79, N-7493 Trondheim  
 TLF: 73 84 10 00 - FAX: 73 84 10 60  
 www.ramboll.no

Material	no	Ln	width	Fi	C
Topplag	1	19.00	30.0	0.0	
Sensitiv	2	19.50	27.0	5.0	
Lerre	3	19.50	27.0	5.0	



5.7.2013	DATE	ENDING	TRON	KONTR	GODG

**RAMBOLL**  
Ramboll AS - Region Midt-Norge  
P.b. 9420 Sluppen  
Helleveg 75, 167493 Trondheim  
00 - FAX: 73 84 10 60  
www.ramboll.no

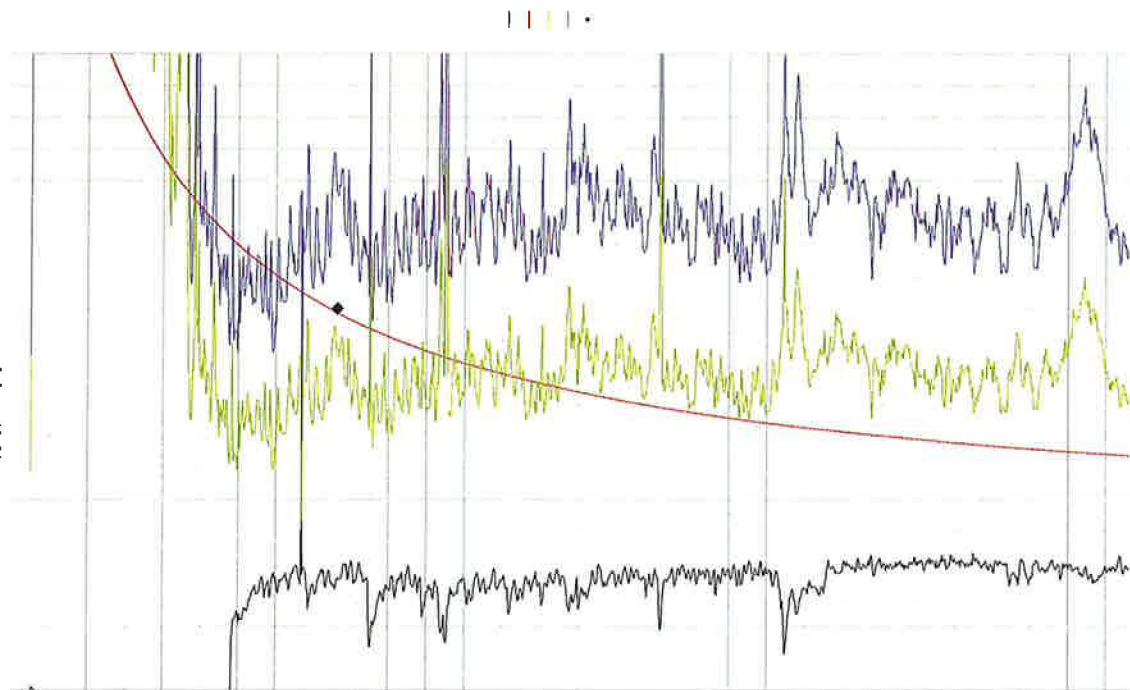
OPDRAG  
**Skjetleinbekken**  
OPDRAGSGIVER  
**Søbstad AS**

INN-HOLD  
**Stabilitetsberegning**  
**Profil B - kontrollprofil**  
**Effektivspenningsanalyse**  
**Dagens situasjon**

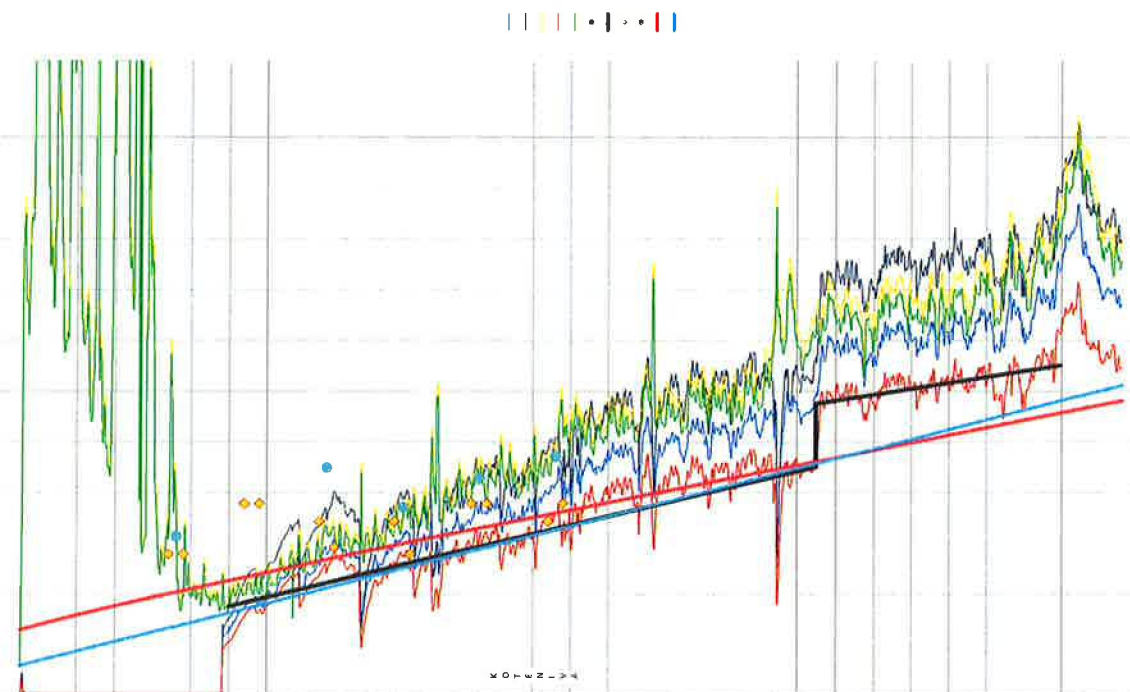
OPDRAG NR.	MÅLESTOKK	BLAD NR.	AV
6120697	1:500	01	01
TEGNING NR.			REV.
205			

TEGNINGSTATUS

Bq [-], OCR [-]



Udrenert skjærfasthet, cUA [kN/m<sup>2</sup>]

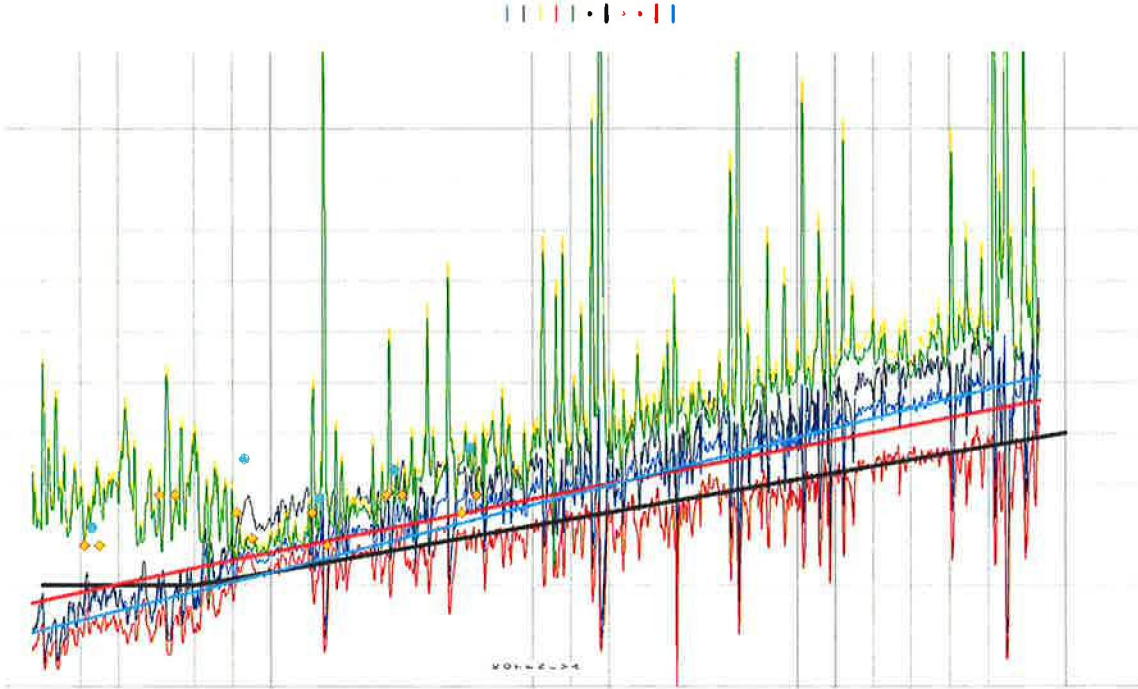


Oppdrag 6120697	Tegn./kontr. EHL/JJM	Oppdrags Vedlegg 1A
Søbstad AS		Tegn. Nr. 21.06.2013
Skjelleinbekken		
Borpunkt: 1	Terrengkote: 29	
Tolking/presentasjon av CPTU Udrenert skjærfasthet og OCR		

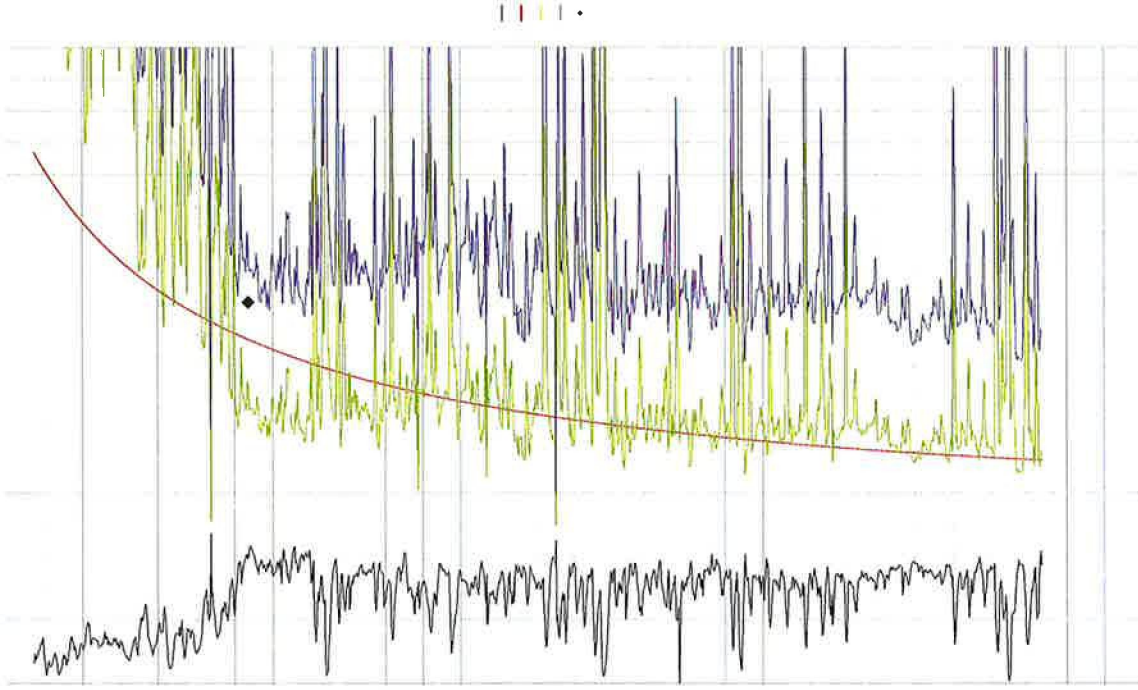




Udrenert skjærfasthet,  $c_{uA}$  [kN/m<sup>2</sup>]



$B_q$  [-], OCR [-]



Oppdrag 6120697	Tegn./kontr. EHL/UJM	Tegn. Nr. 1B
Søbstad AS		Dato 21.06.2013
Skjeteinbekken		
Borpunkt: 4	Terrengkote: 31,3	
Tolkning/presentasjon av CPTU Udrenert skjærfasthet og OCR		





# Multiconsult

## NOTAT

OPPDRAAG	<b>Skjetleinbekken</b>	DOKUMENTKODE	416382-RIG-NOT-001
EMNE	Uavhengig kontroll geoteknisk prosjektering (PBL)	TILGJENGELIGHET	Åpen
OPPDRAAGSGIVER	<b>Søbstad As</b>	OPPDRAAGSLEDER	Signe Gurid Hovem
KONTAKTPERSON	Dag Søbstad	SAKSBEH	Signe Gurid Hovem
KOPI	Rambøll AS v/ Husdal og Søreide	ANSVARLIG ENHET	3012 Trondheim Geoteknikk

## SAMMENDRAG

Rambøll AS har utført geoteknisk prosjektering for gjennfylling av bekkedal og heving av bekken vest for Skjetlein. Multiconsult AS er engasjert for å utføre uavhengig kontroll av prosjekteringen. Den uavhengige kontrollen relateres til kravene i Plan- og bygningsloven, og begrenses til kontroll av prosjekterende sine rutiner for kvalitetssikring, at det er fastsatt geoteknisk kategori og pålitelighetsklasse, samt om det er tilgjengelig kvalifisert grunnlag for disse valgene. Kontrollen har ikke avdekket avvik eller mangler.

## 1 Innledning

Rambøll AS har utført geoteknisk prosjektering for gjennfylling av bekkedal og heving av bekken vest for Skjetlein. Prosjekteringsoppdraget er utført etter Eurokode [1] og plassert i pålitelighetsklasse 2. Tiltaket havner da i tiltaksklasse 2 etter Plan- og bygningsloven [2] og Byggesaksforskriften [3], og det stilles da krav til obligatorisk uavhengig kontroll av prosjekteringen. Den uavhengige kontrollen kommer i tillegg til obligatorisk kvalitetssikring i prosjektering og utførelse.

Multiconsult AS er engasjert av Søbstad As for å utføre den obligatoriske uavhengige kontrollen av geoteknisk prosjektering i prosjektet. Direktoratet for Byggkvalitet sin *Veiledning om byggesak* (§ 14-7) [4] ligger i utgangspunktet til grunn for kontrollen. Med dette som utgangspunkt har Direktoratet videre utarbeidet en temaveiledning vedrørende uavhengig kontroll. Denne temaveiledningen spesifiserer følgende i forbindelse med kontrollomfang for geoteknisk prosjektering i tiltaksklasse 2 og 3:

- Kontroll av geoteknisk kategori
- Kontroll av pålitelighetsklasse
- Kontroll av dokumentert kvalitetssikring

## 2 Dokumenter underlagt kontroll

Multiconsult har fått oversendt dokumenter som er knyttet til Rambølls prosjekteringsdokumentasjon og grunnlag for prosjektering.

Følgende dokumenter er relevante for den uavhengige kontrollen i dette notatet:

REV.	DATO	BESKRIVELSE	UTARBEIDET AV	KONTROLLERT AV	GODKJENT AV
00	2.12.2013	Utsendelse	Signe Gurid Hovem	Sigbjørn Rønning	Signe Gurid Hovem

Uavhengig kontroll geoteknisk prosjektering

- a) Rambøll Norge AS: Notat G-not-002 «Skjetleinbekken Plan. Geoteknisk vurdering. Avslutning av fylling for heving av skjetleinbekken», datert 5.7.2013
- b) Rambøll Norge AS: G-rap-001-6130484, «Datarapport fra grunnundersøkelse», datert 24.5.2013

Videre har vi mottatt beskrivelse av Rambølls kvalitetssystem og kopi av relevante sjekklister.

### 3 Vurderinger og konklusjoner

Kommentarer gis i tabellen under.

Følgende koder benyttes for kategori og status:

MS = Manglende samsvar

Å = Åpen kommentarstatus

OK=

L = Lukket kommentarstatus

Kontroll punkt / merknad	Beskrivelse	Kategori	Status
1	<b>Rutiner for kvalitetssikring</b> Beskrivelse av Rambølls KS-system er oversendt, og dokumenterer KS-systemet.		L
2	<b>Utført kvalitetssikring i henhold til rutiner og krav</b> Sjekklister er utfylt og dokumenterer kvalitetssikringen.		L
3	<b>Grunnlag for bestemmelse av geoteknisk kategori og pålitelighetsklasse</b> Det er utført grunnundersøkelser på den aktuelle tomt og områdevurdering. Grunnlaget vurderes tilstrekkelig for prosjekteringen og for valg av geoteknisk kategori og pålitelighetsklasse for utgraving og fundamenteringsarbeider.		L
4	<b>Geoteknisk kategori og pålitelighetsklasse</b> Det er valgt geoteknisk kategori 2 og pålitelighetsklasse 2 for tiltaket.  Multiconsult er enig i valg av geoteknisk kategori og pålitelighetsklasse.		L

Alle kontrollpunkter er vurdert oppfylt, og uavhengig kontroll av geoteknisk prosjektering er avsluttet.

## 4 Referanser

- [1] Standard Norge, "Eurokode: Grunnlag for prosjektering av konstruksjoner," Standard Norge, Norsk standard (Eurokode) NS-EN 1990:2002+NA:2008, Apr. 2002.
- [2] MD (Miljøverndepartementet), *LOV 2008-06-27 nr 71 - Lov om planlegging og byggesaksbehandling (plan- og bygningsloven)*. 2008.
- [3] KRD (kommunal- og regionaldepartementet), *FOR 2010-03-26 nr 488 - Forskrift om byggesak (Byggesaksforskriften)*. 2010.
- [4] Direktoratet for byggkvalitet, *Veiledning om byggesak*. .

# NOTAT

Oppdrag **Skjetleinbekken Plan**  
 Kunde **Søbstad AS**  
 Notat nr. **G-not-003**  
 Til **Søbstad AS**

Fra **Inger Sørdeide**  
 Kopi

## GEOTEKNISK VURDERING VEDRØRENDE MYNDIGHETSKRAV

Dato 2013-09-12

### 1. Orientering

Rambøll har på oppdrag for Søbstad AS utført geotekniske vurderinger av gjenfylling av bekkedal og heving av bekken vest for Skjetleinvegen. Det er i dette notatet redegjort for myndighetskrav i henhold til PBL og Eurocoder.

Rambøll  
 Mellomilla 79  
 P.b. 9420 Sluppen  
 NO-7493 TRONDHEIM

Prosjektet er plassert i tiltaksklasse 2.

T +47 73 84 10 00  
 F +47 73 84 10 60  
 www.ramboll.no

Det henvises for øvrig til våre geotekniske notat G-not-002 6120697 for geotekniske vurderinger samt at grunnundersøkelse er rapportert i rapport G-rap-001 6120484.

Vår ref. 6120697/IJMTRH

### 2. Regelverk

For geoteknisk prosjektering gjelder følgende standarder:

- NS-EN 1990-1:2002+NA:2008 (Eurocode 0)
- NS-EN 1997-1:2004+NA:2008 (Eurocode 7)
- NS-EN 1998-1:2004+NA:2008 (Eurocode 8)
- NVE' retningslinjer 2/2011 «Flaum og skredfare i arealplaner» med tilhørende veiledning i vedlegg 1 «Vurdering av områdestabilitet ved utbygging på kvikkleire og andre sensitive/kvikke jordarter med sprøbruddegenskaper».

### 3. Geoteknisk kategori

Det stilles i Eurocode 7 krav til prosjektering ut fra 3 geotekniske kategorier. Standardens pkt 2.1 «krav til prosjektering» gir føringer for valg av kategori. I dette prosjektet har vi vurdert tiltaket med heving av bekk til å ligge i **geoteknisk kategori 2.**





#### 4. Pålitelighetsklasse (CC/RC)

Tabellen NA.A1(901) i nasjonalt tillegg til Euroce 0 gir eksempler på plassering av byggverk, konstruksjoner og konstruksjonsdeler i Pålitelighetsklasser (CC/RC) fra 1-4. Det er ut fra eksemplene i nevnte tabell vanskelig å plassere tiltak med heving i en spesiell pålitelighetsklasse. Men det henvises da videre til informativt tillegg B Tabell B1 (i EC 0) hvor konsekvensklassene (CC) er beskrevet. Vi plasserer derfor tiltaket i **CC/RC 2** med følgende beskrivelse «Middel stor konsekvens i form av tap av menneskelig, betydelig økonomisk, sosiale eller miljømessige konsekvenser. «

#### 5. Kontrollklasse og utførelseskontroll

Eurocode 0 gir føringer for krav til omfang av prosjekteringskontroll og utførelseskontroll, som avhenger av pålitelighetsklasse. I henhold til tabell NA.A1 (902) og NA.A1 (903) i Eurocode 0 settes prosjekteringskontroll og utførelseskontroll av geotekniske arbeider til kontrollklasse **N (normal)**.

For geoteknisk prosjektering gjelder dermed at det utføres grunnleggende kontroll (egenkontroll) og kollegakontroll. Uavhengig eller utvidet kontroll er ikke påkrevd.

For geoteknisk utførelse medfører kontrollklasse **N** at det skal utføres basis kontroll og intern systematisk kontroll av utførelsen.

#### 6. Vurdering av jordskjelv

EC8 gir føringer for prosjektering av konstruksjoner for seismiske påvirkninger. Det henvises til tabell NA.4(902) for vurdering av seismisk klasse. Fyllinger er ikke nevnt eller sammenlignbar med andre byggverk i tabellen, og følgelig plasseres prosjektet i seismisk klasse I, som medfører at det ikke skal påvises tilstrekkelig sikkerhet etter NS-EN 1998.

Med vennlig hilsen:



**Inger J. M. Søreide**

Avdelingsleder geoteknikk region Midt og Nord

Tlf 90147916

e-post: inger.soreide@ramboll.no

Kontrollert av:



**Even Øiseth**

## NOTAT

VEDLEGG Q4

Oppdrag **Skjetleinbekken**  
 Kunde **Trondheim kommune**  
 Dato **30.08.2013**  
 Til **AEK**  
 Fra **RGN**

**1. Erosjonssikring - bunn**

Det blir beregnet steinstørrelse for bunnen av Skjetleinbekken for å sikre den mot erosjon.

Dato 2013/08/30

Dimensjonerende vannmengde

Vi har blitt bedt å ta utgangspunktet i den maksimale vannmengde som renner i bekken i tilfelle begge kulverter er fulle.

Den ene kulvert er en Ø1000 betong kulvert med 3,8‰ fall og den andre en Ø1200 betong kulvert med 4,5‰ fall.

Vi får da en total dimensjonerende vannmengde på 4,1 m<sup>3</sup>/s.

Følgende beregning er utført i følge NVE *Veileder for dimensjonering av erosjonssikringer av stein, Jensen og Tesaker - 2009*.

Bekkebunnen er 1m bred med 0,5m høy skråning med sidehelling på 1:2. Toppbredder er da 3m.

Rambøll  
 Mellomila 79  
 N-7493 Trondheim

T +47 73 84 10 00  
 F +47 73 84 10 60  
 www.ramboll.no

Strekning med 0,5% fall

Med 0,5% fall og 4,1 m<sup>3</sup>/s vannmengde, blir bekken full og vannhastighet når ca. 2,7m/s.

Maynords formel brukes å beregne størrelse på stein som er stabil i vannstrømmen:

$$D_{30} = S_f C_s C_v C_t y_0 \left[ \left( \frac{1}{s-1} \right)^{0,5} \frac{U}{\sqrt{K_1 g y_0}} \right]^{2,5}$$

D<sub>30</sub> er den steinstørrelse som 30% (i vekt) av prøven er mindre enn.

S<sub>f</sub>, sikkerhetsfaktor=1,1

C<sub>s</sub>, stabilitetsfaktor=0,3 for kantet/sprengt stein

C<sub>v</sub>, koeffisient for vertikal hastighetsfordeling= 1 for rett elv

C<sub>t</sub>, koeffisient for sikringstykkelse= 1 med sikringstykkelse er lik maks av D<sub>maks</sub> eller 1,5 D<sub>50</sub>.

y<sub>0</sub>, vanndybde=0,5m

s, stein tetthet=2,6

U, hastighet=3,4m/s

$K_1$ , koeffisient for skråningshelling=0,87 for 1:2 helling  
 $g=9,81$

Fra beregningen, finner vi at  $D_{30}=0,25\text{m}$ . Det vil si at, i den delen av bekken med 0,5% fall, skal ikke mer enn 30% av steiner (målt i vekt) være mindre enn **0,25m i diameter**.

#### Strekning med 13% fall

Med 13% fall og 4,1 m<sup>3</sup>/s vannmengde, blir vanddybden 0,28m og vannhastighet når ca. 9,5m/s.  
 Med så stor fall, bruker vi Robinsons formel for sikring med rauset stein:

$$D_{50} = 1,5S_0^{0,79} q^{0,53} \quad \text{for } S_0 < 1:10$$

$D_{50}$  er den steinstørrelse som 50% (i vekt) av prøven er mindre enn.

$S_0$ , bunnhelling=0,13

$q$ =enhetsvannføring=  $Q/L=4,1\text{m}^2/\text{s}$ .

Formelen forutsetter brukt av sprengt kubisk stein med tetthet 2,6. Fra beregningen, finner vi at  $D_{50}=0,63\text{m}$ . Det er anbefalt å øke steinstørrelse med 20% sikkerhetsfaktor.

Det vil si at, i den delen av bekken med 13% fall, skal ikke mer enn 50% av steiner (målt i vekt) være mindre enn **0,75m i diameter**.

Siden skal sikres med større stein; vi bruker  $D_{\text{side}}=C\Theta \cdot D_{\text{bunn}}$  hvor  $C\Theta=1,2$  når skråningshelling=1:2.

Sikringstykkelse beregnes med  $t = 0,75 \left( \frac{q}{4} \right)^{2/3}$ ; tykkelse blir da 0,75m.

Stein flate eksponert mot vannet må ikke være større enn  $2 \cdot t^2$  dvs.  $1,2\text{m}^2$ .

# NOTAT

Oppdrag **Skjetleinbekken Plan**  
Kunde **Søbstad AS**  
Notat nr. **G-not-004**  
Til **Søbstad AS**

Fra **Inger Sørdeide**  
Kopi

## ARBEIDSREKKEFØLGE OPPFILLINGSARBEIDER

Dato 2013-12-12

### 1. Orientering

Rambøll har på oppdrag for Søbstad AS utført geotekniske vurderinger av gjenfylling av bekkedal og heving av bekken vest for Skjetleinvegen. Det er i dette notatet redegjort for arbeidsrekkefølger i forbindelse med oppfyllingsarbeidene.

Det henvises for øvrig til våre geotekniske notat G-not-002 og 003 6120697 for geotekniske vurderinger samt at grunnundersøkelse er rapportert i rapport G-rap-001 6130484.

Rambøll  
Mellomila 79  
P.b. 9420 Sluppen  
NO-7493 TRONDHEIM

T +47 73 84 10 00  
F +47 73 84 10 60  
www.ramboll.no

Vår ref. 6120697/IJMTRH

### 2. Rekkefølge

Rekkefølge på arbeidene ble opprinnelig omtalt i vårt notat G-not-002 i kapittel 7. Etter entreprenørens ønske er nå denne rekkefølgen revurdert med hensyn på å få en best mulig anleggsteknisk gjennomføring, uten for mye heft for naboeiendommer samt problemer med vann, men som ikke går på bekostning av stabiliteten i området.

1. Etablering av steinstreng i dalbunn
2. Etablere dreneringsribber opp til 2/3 av skråningshøyden for hver tiende meter i lengderetning av dalen. Hver ribbe skal ha bredde på minimum 1,0m.
3. Eventuelle hull/søkk i terrenget i bunnen av dalen skal fylles igjen før videre oppfylling utføres. Dette for å unngå problemer med lokalstabilitet i kommende fyllingsfront.
4. Oppfylling kan så starte øverst i dalen med lagtykkelse på maksimalt 5m. Det poengteres at fyllingsarbeidet skal starte i bunnen av dalen, da sideskråningene har anstrengt stabilitet. Fyllingen fullføres helt inn til skråningene på sidene. Skråningshelning på fyllingsfronten skal ikke ha brattere helning enn 1:2. Men fyllingsfronten skal vurderes ut fra beskaffenheten av løsmassene som legges ut, og slakere front kan være



- nødvendig ved bløtere og oppbløtte fyllmasser.
5. Fylling med 5m høyde fullføres helt ned til enden av dalen.
  6. Man går så tilbake og fyller fra toppen igjen, med 5m høyde og fyllingsfront på ikke brattere enn 1:2. Fullføres helt ut til sideskråningen påtreffes. Dette utføres fra starten ved toppen og ned til enden av dalen igjen.
  7. Punktet over fullføres til prosjektert høyde oppnås, og det påses at frontheiningen nederst i dalen oppnår den prosjekterte helningen.

Ved innløp til bekkelukkingen nedstrøms planlegges det et sedimenteringsbasseng. Dette er opplyst fra entreprenør at utføres ved at det graves en grøft med dybde 0,5m – bredde 5m – lengde 10m. Grøfta fylles med sprengstein som da vil fungere som sedimenteringsbasseng.

Geotekniker anbefaler at arbeidet med sedimenteringsbasseng utføres innenfor en virkedag. Det bør legges en fiberduk i grøften for seperasjon av de stedlige løsmassene og sprengsteinsfyllingen.

Med vennlig hilsen:



**Inger J. M. Søreide**

Avdelingsleder geoteknikk region Midt og Nord

TIF 90147916

e-post: inger.soreide@ramboll.no

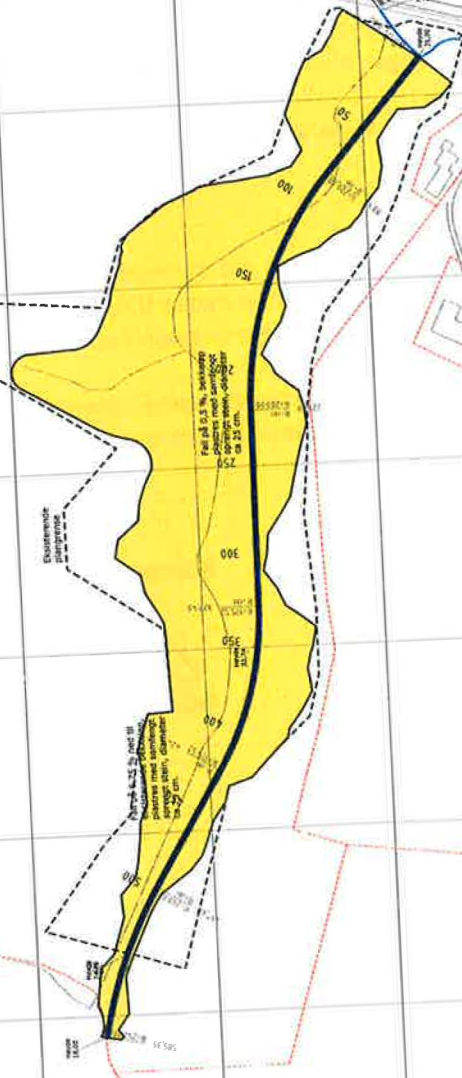
Kontrollert av:



**Oddbjørn Lefstad**



VEDLEGG D1



Kystplanverket / Miljødirektoratet  
 Miljøplaner og planer  
 Kystplaner og planer  
 Kystplaner og planer

**Oppfyllingsplan**  
**Skjetteinbekken, Trondheim kommune**

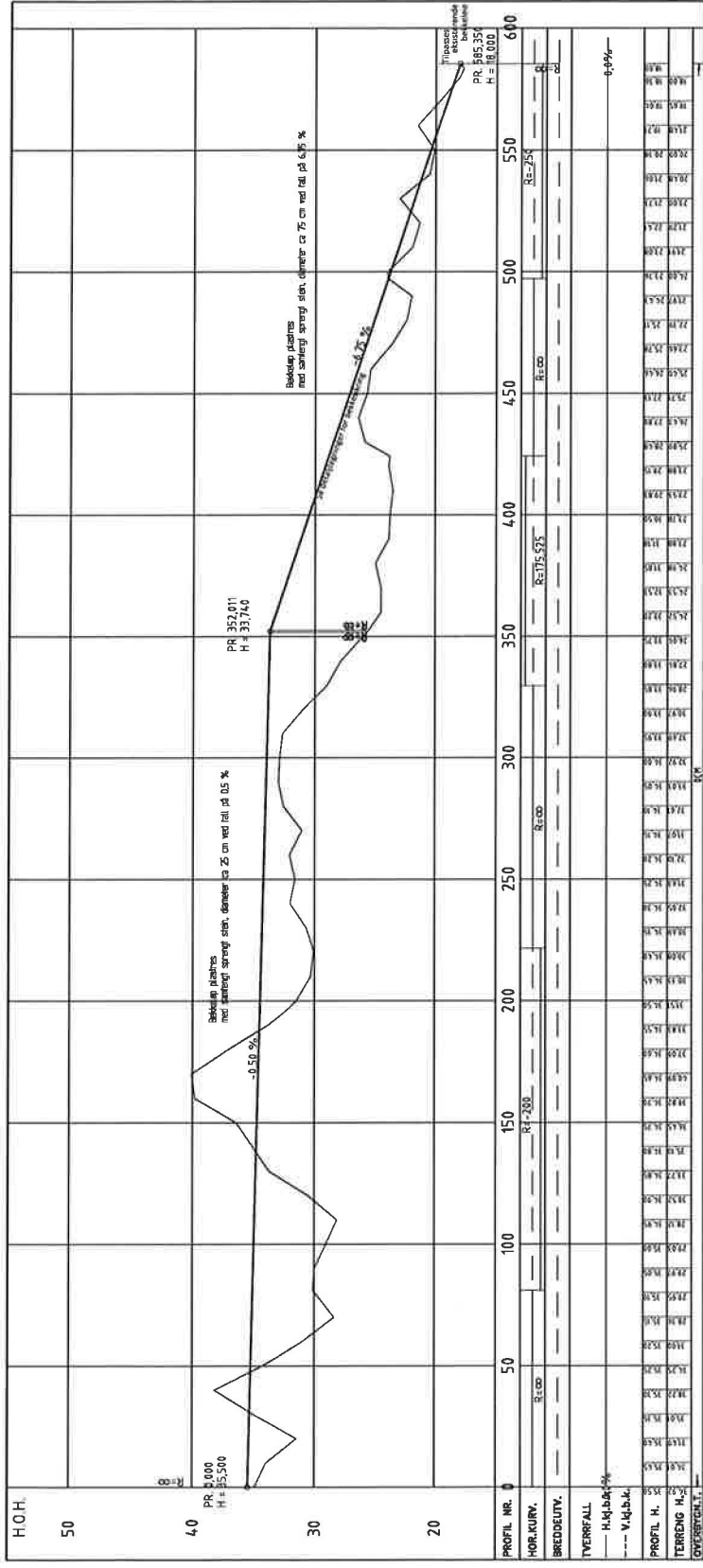
Prosjekt: 14200000  
 Skala: 1:1000 (A0)


REVISJONER	DATE	SIGN.	DATE	SIGN.

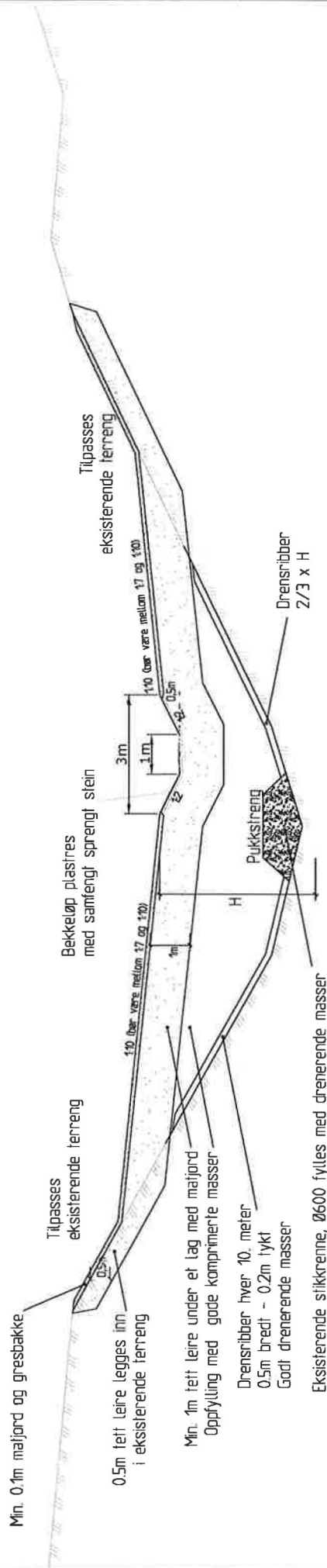
Forberedt av: **Sabstad AS**  
 Utarbeidet av: **SABSTAD AS**

DATO: 04.09.2013






  
 Skjetleinbetong AS
   
 Lempesnit, Skjetleinbekken
   
 Skjetleinbetong, Trondheim kommune
   
 1:1.000 (A1)
   
 Dato: 22.10.2013



Koordinatsystem: UTM zone32 europe  
Konturtrakk og dato: Kilde: Inland  
Elevasjon: 1m

## Normalprofil, bekkeheving Skjetleinbekken og Leirbekken Trondheim kommune



Målestokk  
1:100 (A3)

REVISJONER	DATO	SIGN.	DATO	SIG

Utarbeidet av:

Sjøbstad Utbygging AS

RAMBOLL

Prosjekt nr: 6.20097

Tegn: ABCRM

DATO: 23.10.2013

Tegn.nr.: F100

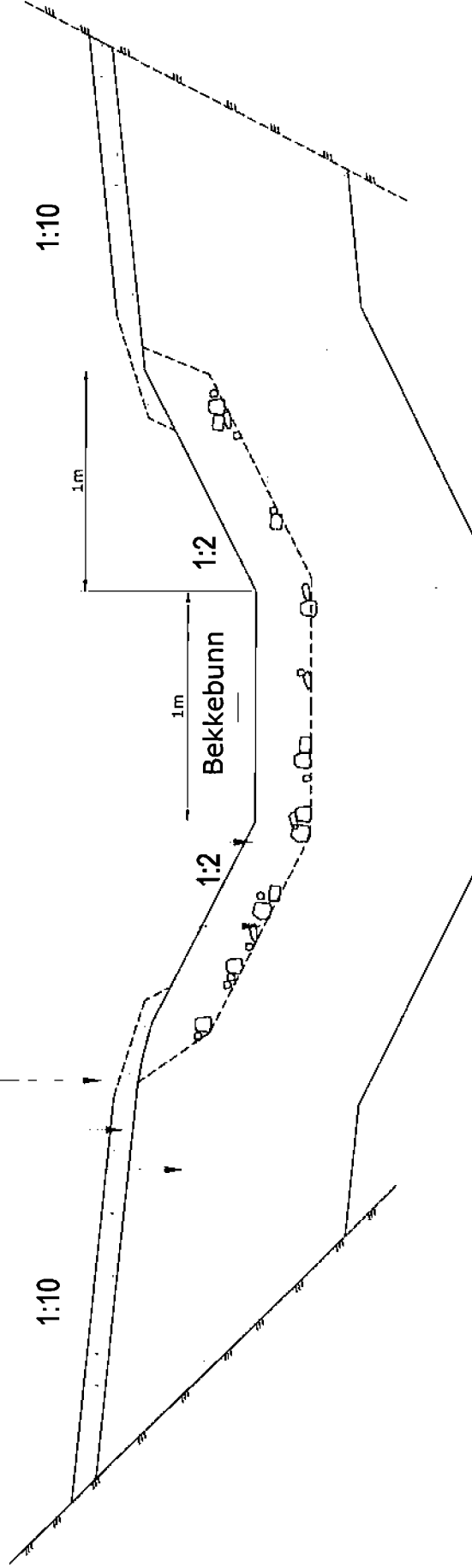
Steinplastring,  
samfengt sprengt stein  
Diameter ca 25 cm og 75 cm

Fiberduk

Grasbakke

Matjordlag, min. 10 cm

Tett leire, min. 1 m



Prinsipp-tegning bekkebunn  
Skjetleinbekken og Leirbekken  
Trondheim kommune



Rambøll  
1:20 (A3)

REVISJONER	DATO	TEGNER	DATE	SIK

Forprosjektleder:  
Søbstad Utbygging AS

Utarbeidet av:  
**RAMBØLL**

Prosjekt nr.: 43047  
Type: ANBT/1 + KONT/1

DATE: 23.10.2013  
Tegn nr.: 1001