

DECEMBER 2019  
KUNGÄLVS KOMMUN

# DETALJPLAN BALJAN 1 M.FL., YTTERBY

MARKTEKNISK UNDERSÖKNINGSRAPPORT (MUR) GEOTEKNIK



**COWI**



DECEMBER 2019  
KUNGÄLVS KOMMUN

# DETALJPLAN BALJAN 1 M.FL., YTTERBY

MARKTEKNISK UNDERSÖKNINGSRAPPORT (MUR) GEOTEKNIK

PROJEKTNR.

A0130140

DOKUMENTNR.

A0130140-G-RAP-001

VERSION

1.0

UTGIVNINGSDATUM

2019-12-20

BESKRIVNING

UTARBETAD

Ida Wästeräng

GRANSKAD

Charlotte Junkers

GODKÄND

Christina Edström



# INNEHÅLL

1	Objekt	7
2	Syfte	8
3	Underlag för undersökningen	8
4	Styrande dokument	9
5	Geoteknisk kategori	10
6	Arkivmaterial	10
7	Befintliga förhållanden	10
7.1	Topografi och ytbeskaffenhet	10
7.2	Befintliga konstruktioner	12
8	Positionering	12
9	Geotekniska fältundersökningar	12
9.1	Utförda sonderingar och insitu-försök	13
9.2	Utförda provtagningar	14
9.3	Utförda hydrogeologiska undersökningar	14
9.4	Undersökningsperiod	14
9.5	Fältingenjör	14
9.6	Kalibrering och certifiering	14
9.7	Provhantering	15
10	Geotekniska laboratorieundersökningar	15
10.1	Utförda undersökningar	16

10.2	Undersökningsperiod	16
10.3	Laboratorieingenjör	16
10.4	Kalibrering och certifiering	16
10.5	Provförvaring	16
11	Hydrogeologiska undersökningar	17
11.1	Utförda undersökningar	17
11.2	Undersökningsperiod	17
11.3	Fältingenjör	17
12	Härledda värden	17
12.1	Hållfasthetsegenskaper	17
12.2	Deformationsegenskaper	17
12.3	Hydrogeologiska egenskaper	18
13	Värdering av undersökning	18
13.1	Generellt	18
13.2	Härledda värdens spridning och relevans	18

## BILAGOR

Bilaga 1 Laboratorieundersökningar, rutinförsök

Bilaga 2 Conradutvärdering av CPT-sonderingar

## RITNINGSBILAGOR

Plan Ritning G-10-1-101 till G-10-1-102 skala 1:1000 (A1)

Sektioner Ritning G-10-2-101 till G-10-2-103 skala 1:100 (A1)

# 1 Objekt

COWI AB har på uppdrag av Kungälv kommun utfört en geoteknisk utredning i samband med framtagandet av detaljplan Baljan 1 i Ytterby. Planområdet omfattas av fastigheterna Baljan 1–3 samt delar av Ytterby-tunge 2:66 och delar av Kastellegården 1:284. Området planeras att bebyggas och förtätas med fler bostäder i form av flerbostadshus och radhus.

Det aktuella området omfattar ca 15 ha och är beläget drygt 4 km väster om Kungälv. I nordost avgränsas området av väg 168 (Marstrandsvägen), i norr av ett bostadsområde, i väster av jordbruksmark, i söder av skogsmark och i öster av Bohusbanan, Ytterby station och ett mindre bostadsområde, se översiktskarta Figur 1.

Detaljplaneområdet består idag av byggnader i form av flerbostadshus i 2–3 våningar, förskola, vägar/gator, planterade grönområden och skogsmark.



Figur 1. Översiktskarta, aktuellt område är översiktligt markerat med röd-streckad linje (kartkälla: eniro.se, 2019)

## 2 Syfte

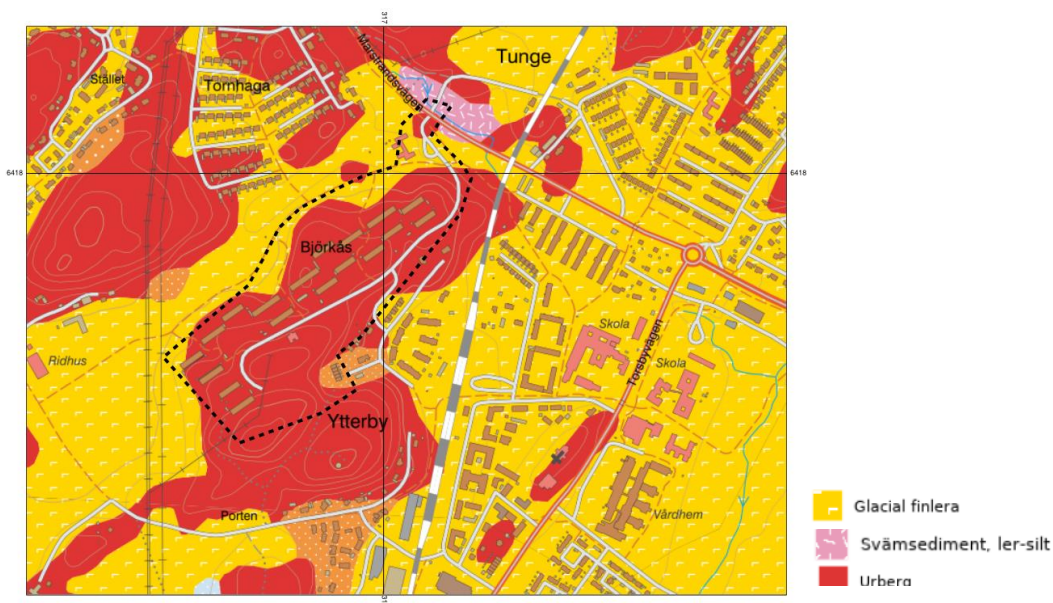
Syftet med de geotekniska undersökningarna har varit att utgöra underlag för beskrivning av de geologiska, geotekniska samt hydrogeologiska förhållandena för det framtida arbetet med att detaljplanlägga området.

De geotekniska undersökningarna har även varit underlag för bedömning av stabilitets-, sättnings- och grundläggningsförhållandena för det aktuella området.

## 3 Underlag för undersökningen

Vid planering av undersökningarna användes jordarts- och jorddjupskarta från Sveriges geologiska undersökning (SGU), erhållen grundkarta från Kungälv kommun och kartmaterial erhållet från berörda ledningsägare.

Enligt SGU:s digitala jordartskarta utgörs jordlagren i området främst av urberg och delvis av glaciala finlera samt svämsediment, ler-silt, se Figur 2.



Figur 2. Utklipp från SGU:s digitala jordartskarta, aktuellt område är översiktligt markerat med svart-streckad linje (kartkälla: SGU, 2019)



## 4 Styrande dokument

Denna rapport ansluter till SS-EN 1997-1 med tillhörande nationell bilaga. För mer information gällande styrande dokument för specifika fält- och laboratorieundersökningar se Tabell 1 till Tabell 3 nedan.

Tabell 1 Planering och redovisning

Undersökningsmetod	Standard eller annat styrande dokument
Fältplanering	SS-EN 1997-2
Fältutförande	SGF Rapport 1:2013 Geoteknisk fälthandbok samt SS-EN-ISO 22475-1
Beteckningssystem	SGF/BGS beteckningssystem 2001:2

Tabell 2 Fältundersökningar

Undersökningsmetod	Standard eller annat styrande dokument
Trycksondering (Tr)	SGF Rapport 1:2013, Geoteknisk Fälthandbok
CPT-sondering (CPT)	SS-EN ISO 22476-1: 2012/AC 2013
Slagsondering (Slb)	SGF Rapport 1:2013, Geoteknisk Fälthandbok
Jord-bergsondering (Jb)	SGF Rapport 4:2012
Störd provtagning, Skruvprovtagning (Skr)	SGF Rapport 1:2013, Geoteknisk Fälthandbok
Hydrogeologiska mätningar	SS-EN ISO 22475-1:2006

Tabell 3 Laboratorieundersökningar

Undersökningsmetod	Standard eller annat styrande dokument
Jordartsbeskrivning	SS-EN-ISO 14688 1:2002 & SS-EN-ISO 14688 2:2004 samt BFR T21:1982
Vattenkvot	SS 027116, utgåva 3
Konflytgräns	SS 027120, utgåva 2

## 5 Geoteknisk kategori

Undersökningarna är utförda i enlighet med förutsättningarna för tillämpning av Geoteknisk kategori 2 (GK2) enligt IEG Rapport 6:2008, Tillämpningsdokument EN 1997-1 Kapitel 11 och 12, Slänter och bankar.

## 6 Arkivmaterial

Inga tidigare utförda undersökningar har erhållits som underlag.

## 7 Befintliga förhållanden

### 7.1 Topografi och ytbeskaffenhet

Undersökningsområdet utgörs av ett utbrett höjddparti med befintlig bebyggelse, omgivande av sluttande terräng. De obebyggda delarna av området utgörs övervägande av slänter med varierande lutning och riktning. Vegetationen består huvudsakligen av gräsytor, lövskog, buskar och sly. Markytans nivå varierar inom området mellan ca +10 och +42.

De norra och västra delarna av området har en varierande topografi med både skogbeväxt fastmark med berg i dagen och ett låglänt område med grönområden och befintliga gator, se Figur 3. Den västra delen av området utgörs i norr av slänter med skogsmark och ställvis berg i dagen och i söder av grässlänter. Släntlutningen är brantast i söder, med en medellutning på ca 1:5 till 1:6, för att sedan flackas ut norrut till en medellutning på ca 1:8, se Figur 4.



Figur 3. Topografi i de nordliga delarna av området (COWI AB, 2019-11-19)



Figur 4. Områdets västra kant

Områdets östra och södra del utgörs av en lokalgata som kantas av skogsmark med stor förekomst av berg i dagen. Söder om gatan sluttar terrängen nedåt mot Bohusbanan och befintlig bebyggelse. Vid gatan uppgår markytans nivå till ca +32 och vid släntfot till ca +22, se Figur 5. I områdets sydostligaste del finns branta bergsslänter med ställvis berg i dagen och mindre hållar inom skogsmark. I denna del av undersökningsområdet planeras en gångstig ner mot Ytterby station, se Figur 6.



Figur 5. Lokalgatan med berg i dagen, foto taget vid den sydöstligaste byggnaden åt nordost (COWI AB, 2019-11-19)



Figur 6. Topografi i de sydostliga delarna av området. Brant slänt samt skogsmark och berghäll (COWI AB, 2019-11-19)

## 7.2 Befintliga konstruktioner

Inom undersökningsområdet finns ett antal byggnader i form av flerbostadshus i 2-3 våningar, förskola och asfalterade ytor. Inom hela området återfinns även markförlagda el-, tele- och VA-ledningar.

## 8 Positionering

Inmätningar och avvägningar har utförts av Mattias Ilmestrand, Martin Ilmestrand och Hampus Rydén, COWI AB och redovisas i koordinatsystemet SWEREF 99 12 00 och i höjdsystemet RH 2000.

Inmätningar och avvägningar har utförts i klass B i enlighet med SGF Rapport 1:2013 Geoteknisk Fälthandbok.

## 9 Geotekniska fältundersökningar

Fältundersökningar har utförts i 14 undersökningspunkter, namngivna CW01-CW16. Undersökningspunkt CW03 och CW14 utfördes ej på grund av befintliga ledningar.

Resultaten av undersökningarna redovisas på ritningsbilagorna i plan och sektion, se bilageförteckning.

I Tabell 4 nedan redovisas vilka fältundersökningar som utförts i respektive undersökningspunkt. Av tabellen framgår datum för utförande och benämning på sonderingsfilen.

Tabell 4 Utförda fältundersökningar och provtagningar

Punkt	Metod	Datum	Filnamn vid digital lagring	Signatur
CW01	Tr	2019-11-07	CW01 20191107 2860.TRT	MTIL
CW02	Tr	2019-12-05	CW02 20191205 1058.TRT	MNID
	CPT	2019-12-05	CW02.cpt	
	Skr	2019-12-05		
CW04	Tr	2019-12-05	CW04 20191205 1059.TRT	MNID
	Skr	2019-12-05		
CW05	Tr	2019-12-05	CW05 20191205 1060.TRT	MNID
	Jb	2019-12-05	CW05 20191205 1061.JB2	

Punkt	Metod	Datum	Filnamn vid digital lagring	Signatur
CW06	Tr	2019-11-07	CW06 20191107 2859.TRT	MTIL
	Skr	2019-11-07		
CW07	Tr	2019-12-05	CW07 20191205 1064.TRT	MNID
	Jb	2019-12-05	CW07 20191205 1065.JB2	
CW08	Tr	2019-11-07	CW08 20191107 2857.TRT	MTIL
	Slb	2019-11-07	CW08 20191107 2858.SLB	
	Skr	2019-11-07		
CW09	Tr	2019-12-05	CW09 20191205 1062.TRT	MNID
	Jb	2019-12-05	CW09 20191205 1063.JB2	
CW10	Tr	2019-11-04	CW10 20191104 2854.TRT	MTIL
	CPT	2019-11-07	CW10.cpt	
	Skr	2019-11-07		
CW11	Jb	2019-12-05	20191205 1066.JB2	MNID
	Skr	2019-12-05		
CW12	Tr	2019-11-07	CW12 20191107 2855.TRT	MTIL
CW13	Tr	2019-12-10	Cw13 20191210 2187.TRT	HSRN
CW15	Tr	2019-11-04	CW15 20191104 2853.TRT	MTIL
	Skr	2019-11-04		
CW16	Tr	2019-11-04	CW16 20191104 2852.TRT	MTIL

## 9.1 Utförda sonderingar och insitu-försök

I Tabell 5 nedan redovisas de undersökningar som utförts med respektive metod enligt gällande standarder, se Kapitel 4 Styrande dokument.

Tabell 5 Antalet utförda sonderingar fördelat på metod

Undersökningsmetod	Antal
Trycksondering (Tr)	13
CPT-sondering (CPT)	2
Slagsondering (Slb)	1

## 9.2 Utförda provtagningar

I Tabell 6 nedan redovisas de undersökningar som utförts med respektive metod enligt gällande standarder, se kap 4 Styrande dokument.

Tabell 6 Antalet utförda provtagningar fördelat på metod

Undersökningsmetod	Antal
Störd provtagning, Skruvprovtagning (Skr)	7

## 9.3 Utförda hydrogeologiska undersökningar

I Tabell 7 nedan redovisas de undersökningar som utförts med respektive metod enligt gällande standarder, se kap 4 Styrande dokument.

Tabell 7 Antalet utförda hydrogeologiska undersökningar fördelat på metod

Undersökningsmetod	Antal
Grundvattenrör (Rö, Rf)	1

## 9.4 Undersökningsperiod

De geotekniska fältundersökningarna utfördes under vecka 45, 49 och 50 år 2019.

## 9.5 Fältingenjör

Fältarbetena utfördes av Mattias Ilmestrand, Martin Ilmestrand och Hampus Rydén, COWI AB.

## 9.6 Kalibrering och certifiering

COWI AB är kvalitetscertifierat enligt ISO 9001:2008, ISO 14001:2004 och OHSAS 18001:2007.

Kalibreringsprotokoll för borrhandsvagn och CPT-spets finns sammanställda hos COWI AB och skickas till beställaren vid förfrågan.

Inga avvikelser från standarder har noterats i samband med fältundersökningarna.

## 9.7 Provhantering

Provtagning och hantering av jordprover har utförts enligt SGF Rapport 1:2013 Geoteknisk Fälthandbok.

Störda prover har förvarats och transporterats i provpåsar av plast.

## 10 Geotekniska laboratorieundersökningar

Geotekniska laboratorieundersökningar har utförts på WSP geotekniska laboratorium i Göteborg.

I Tabell 8 nedan redovisas utförda laboratorieundersökningar som utförts på jordprover upptagna med störd provtagning enligt gällande standarder, se Kapitel 4 Styrande dokument.

Tabell 8 Utförda laboratorieundersökningar

Undersökningspunkt	Laboratorieanalys	Antal prov/nivåer	Datum för granskning av laboratoriet
CW06	Jordartsbenämning, Vattenkvot	2 2	2019-11-28
CW08	Jordartsbenämning,	1	2019-11-28
CW10	Jordartsbenämning, Vattenkvot Konflytgräns	5 5 1	2019-11-28
CW15	Jordartsbenämning, Vattenkvot	3 3	2019-11-28

Resultaten av undersökningarna redovisas i bilagda laboratorieprotokoll och på ritningar, se bilageförteckning.

## 10.1 Utförda undersökningar

I Tabell 9 nedan redovisas de undersökningar som utförts med respektive metod enligt gällande standarder, se kap 4 Styrande dokument.

Tabell 9 Antalet utförda undersökningar fördelat på metod

Undersökningsmetod	Antal
Jordartsbestämning, beskrivning och klassificering	11
Vattenkvot	10
Konflytgräns	1

## 10.2 Undersökningsperiod

Geotekniska laboratorieundersökningar har utförts under november månad år 2019.

## 10.3 Laboratorieingenjör

Laboratorieundersökningarna har utförts av Alma Zerem Hrvat, WSP, geotekniska laboratorium i Göteborg.

## 10.4 Kalibrering och certifiering

WSP Samhällsbyggnad är kvalitetscertifierat enligt ISO 9001:2008. Laboratoriet är ej ackrediterat. Kalibreringsprotokoll för laboratorieutrustning samt certifikat finns samlat hos WSP geotekniska laboratorium i Göteborg och skickas till beställaren vid efterfrågan.

Inga avvikelser har noterats i samband med laboratorieundersökningarna.

## 10.5 Provförvaring

Jordproverna har efter mottagande förvarats i kylrum. Proverna sparas därefter i sex månader efter utförd rutinundersökning.



# 11 Hydrogeologiska undersökningar

## 11.1 Utförda undersökningar

I området har hydrogeologiska undersökningar utförts i en undersökningspunkt. I Tabell 10 nedan redovisas de undersökningar som utförts med respektive metod enligt gällande standarder, se kapitel 4 Styrande dokument.

*Tabell 10 Antalet utförda undersökningar fördelat på metod*

Undersökningspunkt	Hydrogeologisk undersökning	Typ	Installationsdjup
CW10R	Grundvattenrör (Rf)	Sandfilter	5.2

## 11.2 Undersökningsperiod

Grundvattenröret installerades 2019-11-04 och grundvattennivån avlästes vid två tillfällen 2019-12-02 samt 2019-12-16.

## 11.3 Fältingenjör

De hydrogeologiska mätningarna har utförts av Mattias Ilmestrand, COWI AB. För installation av de hydrogeologiska undersökningarna hänvisas till Kapitel 9.

# 12 Härledda värden

## 12.1 Hållfasthetsegenskaper

Härledda värden för lerans egenskaper har utvärderats från utförda CPT-och vingsonderingar. CPT-sonderingarna är utvärderade med datorprogrammet Conrad version 3.1 och är bilagda till denna rapport, se bilageförteckning.

## 12.2 Deformationsegenskaper

Härledda värden för lerans förkonsolideringstryck har utvärderats från utförda CPT-sonderingar. CPT-sonderingarna är utvärderade med datorprogrammet Conrad version 3.1 och är bilagda till denna rapport, se bilageförteckning.

## 12.3 Hydrogeologiska egenskaper

I området har hydrogeologiska undersökningar utförts i 1 punkt genom installation av ett grundvattenrör.

Grundvattensituationen redovisas på ritningsbilagor, se bilageförteckning.

## 13 Värdering av undersökning

### 13.1 Generellt


Inga avvikelser har noterats i samband med fältundersökningarna eller laboratorieundersökningarna.

### 13.2 Härledda värdens spridning och relevans

Vid sammanställning av utförda geotekniska undersökningar erhålls en viss spridning och i vissa fall avvikande enstaka värden sinsemellan resultaten från de olika undersökningsmetoderna.

Spridningen för uppmätta och undersökta jordmaterialparametrar anses vara normal i jämförelse med liknade områden.

Orsaken till spridningen och skillnader är alltifrån olika noggrannhet mellan mätmetoderna, till maskinella och yttre faktorer samt den mänskliga faktorn.

 <p><b>Samhällsbyggnad</b> Box 13033 402 51 Göteborg Besök: Ullevigatan 17-19 Växel: 010-722 50 00 Direkt: 010-722 7236 / -7275/ -7321 Fax: 010-7227420</p>					Sammanställning av <b>Laboratorieundersökningar</b>															
					Projekt <b>Baljan 1, Ytterby, Kungälv</b>															
					Beställare					COWI AB										
					Uppdragsnummer					A130140										
Fältundersökning					2019-11-07					MTIL										
Provtagningsmetod		PG	Skr	Kv St I	Kv St II	Ankomst					2019-11-14									
			X			Labundersökning					2019-11-28 AZ									
Grundvattenobservation					Datum					Ansvärlaboratorietekniker					Alma Zerem Hrvat					
ej mätbar, rasat										Den-	Vatten-	Konfl.-	Sensi-	Skjuvhållfasthet		Matr.	Tjälf.-	Anm.		
Djup	Jordartsbeskrivning <sup>1)</sup>									sitet	kvot	gräns	tivitet	(okorr.)	(omrörd)	typ <sup>6)</sup>	klass <sup>6)</sup>			
m										$\rho$ <sup>2)</sup>	$w_N$ <sup>3)</sup>	$w_L$ <sup>4)</sup>	$S_t$ <sup>5)</sup>	$\tau_{fu}$ <sup>5)</sup>	$\tau_r$ <sup>5)</sup>					
										(t/m <sup>3</sup> )	(%)	(%)	(-)	(kPa)	(kPa)					
0,0	mörkbrun sandig MULLJORD, enstaka gruskorn										27									
0,4																				
0,4	gråbrun rostfläckig grusig siltig SAND										14									
1,3																				

1) Jordartsbeskrivning i enlighet med SS-EN-ISO 14688 1:2002 & SS-EN-ISO 14688 2:2004 samt BFR T21:1982

2) Skrymdensitet enligt SS 027114, utgåva 2

3) Vattenkvot enligt SS 027116, utgåva 3


4) Konflytgräns enligt SS 027120, utgåva 2

5) Skjuvhållfasthet - konförsök enligt SS 027125, utgåva 1  
(avvikelse: lägsta konintrycket för 100 gramskonen är 7 mm enligt SGF:s laboratoriekommittés rekommendationer)

6) Enligt AMA Anläggning 13, Tabell CB/1


\* Tagna med slutare - spår av slutarbleck

φ Provet fyller ej helt hylsans diameter

 <p><b>Samhällsbyggnad</b> Box 13033 402 51 Göteborg Besök: Ullevigatan 17-19 Växel: 010-722 50 00 Direkt: 010-722 7236 / -7275/ -7321 Fax: 010-7227420</p>					Sammanställning av <b>Laboratorieundersökningar</b>														
					Fältundersökning                      2019-11-07                      MTIL					Projekt					<b>Baljan 1, Ytterby, Kungälv</b>				
										Beställare					<b>COWI AB</b>				
										Uppdragsnummer					<b>A130140</b>				
Borrhål					<b>CW08</b>					Ankomst					2019-11-14				
Provtagnings- metod		PG	Skr X	Kv St I	Kv St II	Labundersökning					2019-11-28 AZ								
Grundvattenobservation torrt					Datum					Ansvarig laboratorietekniker					Alma Zerem Hrvat				
Djup m	Jordartsbeskrivning <sup>1)</sup>					Den- sitet $\rho$ <sup>2)</sup> (t/m <sup>3</sup> )	Vatten- kvot $w_N$ <sup>3)</sup> (%)	Konfl.- gräns $w_L$ <sup>4)</sup> (%)	Sensi- tivet $S_t$ <sup>5)</sup> (-)	Skjuvhållfasthet (okorr.) $\tau_{fu}$ <sup>5)</sup> (kPa)	Skjuvhållfasthet (omrörd) $\tau_r$ <sup>5)</sup> (kPa)	Matr. typ <sup>6)</sup>	Tjälf.- klass <sup>6)</sup>	Anm.					
0,0 0,9	F / gråbrunt sandigt GRUS, lerklumpar, växtdelar, asfaltrester ( stenigt enl. fälttekn. ) /																		


1) Jordartsbeskrivning i enlighet med SS-EN-ISO 14688 1:2002 & SS-EN-ISO 14688 2:2004 samt BFR T21:1982  
2) Skrymdensitet enligt SS 027114, utgåva 2  
3) Vattenkvot enligt SS 027116, utgåva 3  
4) Konflytgräns enligt SS 027120, utgåva 2

5) Skjuvhållfasthet - konförsök enligt SS 027125, utgåva 1  
( avvikelse: lägsta konintrycket för 100 gramskonen är 7 mm enligt SGF:s laboratoriekommittés rekommendationer)  
6) Enligt AMA Anläggning 13, Tabell CB/1  
\* Tagna med slutare - spår av slutarbleck  
φ Provet fyller ej helt hylsans diameter

 <p><b>Samhällsbyggnad</b> Box 13033 402 51 Göteborg Besök: Ullevigatan 17-19 Växel: 010-722 50 00 Direkt: 010-722 7236 / -7275/ -7321 Fax: 010-7227420</p>					Sammanställning av <b>Laboratorieundersökningar</b>														
					Fältundersökning 2019-11-07 MTIL Provtagningsmetod PG Skr X Kv St I Kv St II Grundvattenobservation 0,7 m u my Datum 2019-11-07					Projekt <b>Baljan 1, Ytterby, Kungälv</b>					Beställare <b>COWI AB</b>				
										Uppdragsnummer <b>A130140</b>									
										Borrhål <b>CW10</b>									
Ankomst 2019-11-14					Labundersökning 2019-11-28 AZ					Ansvarig laboratorietekniker Alma Zerem Hrvat									
Djup m	Jordartsbeskrivning <sup>1)</sup>				Densitet $\rho$ <sup>2)</sup> (t/m <sup>3</sup> )	Vattenkvot $w_N$ <sup>3)</sup> (%)	Konfl.-gräns $w_L$ <sup>4)</sup> (%)	Sensitivitet $S_t$ <sup>5)</sup> (-)	Skjuvhållfasthet (okorr.) $\tau_{fu}$ <sup>5)</sup> (kPa)	Skjuvhållfasthet (omrörd) $\tau_r$ <sup>5)</sup> (kPa)	Matr. typ <sup>6)</sup>	Tjälf.-klass <sup>6)</sup>	Anm.						
0,0 0,5	brun MULLJORD, enstaka gruskorn					44													
0,5 1,0	grå rostfläckig TORRSKORPELERA					36													
1,0 1,3	grå siltig SAND					21													
1,3 2,8	grå rostfläckig TORRSKORPELERA, växtdelar					34													
2,8 4,0	grå siltig LERA, siltkörtlar					59	60												

1) Jordartsbeskrivning i enlighet med SS-EN-ISO 14688 1:2002 & SS-EN-ISO 14688 2:2004 samt BFR T21:1982  
 2) Skrymdensitet enligt SS 027114, utgåva 2  
 3) Vattenkvot enligt SS 027116, utgåva 3  
 4) Konflytgräns enligt SS 027120, utgåva 2

5) Skjuvhållfasthet - konförsök enligt SS 027125, utgåva 1 (avvikelse: lägsta konintrycket för 100 gramskonen är 7 mm enligt SGF:s laboratoriekommittés rekommendationer)  
 6) Enligt AMA Anläggning 13, Tabell CB/1  
 \* Tagna med slutare - spår av slutarbleck  
 φ Provet fyller ej helt hylsans diameter

 <p><b>Samhällsbyggnad</b> Box 13033 402 51 Göteborg Besök: Ullevigatan 17-19 Växel: 010-722 50 00 Direkt: 010-722 7236 / -7275/ -7321 Fax: 010-7227420</p>					Sammanställning av <b>Laboratorieundersökningar</b>																			
					<b>Projekt Baljan 1, Ytterby, Kungälv</b>																			
					Fältundersökning					2019-11-04					MTIL									
					Provtagningsmetod					PG		Skr X		Kv St I		Kv St II			Ankomst					2019-11-14
Beställare															COWI AB									
Uppdragsnummer															A130140									
Borrhål															CW15									
Labundersökning															2019-11-28 AZ									
Ansvarig laboratorietekniker															Alma Zerem Hrvat									
Grundvattenobservation										Datum					Den-									
0,6 m u my										2019-11-04					sitet									
Djup	Jordartsbeskrivning <sup>1)</sup>														Vatten-	Konfl.-	Sensi-	Skjuvhållfasthet		Matr.	Tjälf.-	Anm.		
m															kvot	gräns	tivitet	(okorr.)		(omrörd)	typ <sup>6)</sup>	klass <sup>6)</sup>		
															$\rho$ <sup>2)</sup>	$w_N$ <sup>3)</sup>	$w_L$ <sup>4)</sup>	$S_t$ <sup>5)</sup>	$\tau_{fu}$ <sup>5)</sup>		$\tau_r$ <sup>5)</sup>			
															(t/m <sup>3</sup> )	(%)	(%)	(-)	(kPa)		(kPa)			
0,0	F / ASFALT / (enl.fälttekn.)																							
0,05																								
0,05	F / gråbrun mullhaltig grusig SAND, växtdelar, asfaltrester /															21								
0,6																								
1,0	brun sandig MULLJORD, enstaka gruskorn															34								
1,0	grå ngt grusig sandig lerig SILT															40								
1,9																								

1) Jordartsbeskrivning i enlighet med SS-EN-ISO 14688 1:2002 & SS-EN-ISO 14688 2:2004 samt BFR T21:1982

2) Skrymdensitet enligt SS 027114, utgåva 2

3) Vattenkvot enligt SS 027116, utgåva 3

4) Konflytgräns enligt SS 027120, utgåva 2

5) Skjuvhållfasthet - konförsök enligt SS 027125, utgåva 1 (avvikelse: lägsta konintrycket för 100 gramskonen är 7 mm enligt SGF:s laboratoriekommittés rekommendationer)

6) Enligt AMA Anläggning 13, Tabell CB/1

\* Tagna med slutare - spår av slutarbleck

φ Provet fyller ej helt hylsans diameter

# CPT - sondering

<b>Projekt</b> <b>Detaljplan Baljan 1, Ytterby, Kungälv kommun</b> <b>A130140</b>		<b>Plats</b> <b>Ytterby, Kungälv kommun</b>																
		<b>Borrhål</b> <b>CW02</b>																
		<b>Datum</b> <b>2019-12-05</b>																
Förborrningsdjup 2,10 m	Startdjup 2,10 m	Förborrat material Geometri <b>Normal</b>																
Stoppdjup 8,20 m	Grundvattenyta 0,80 m	Vätska i filter																
Referens my	Nivå vid referens 12,20 m	Operatör <b>Martin Ilmestrand</b>																
		Utrustning <b>Novasond 2,5 ton</b>																
<input checked="" type="checkbox"/> <b>Portryck registrerat vid sondering</b>																		
<b>Kalibreringsdata</b>		<b>Nollvärden, kPa</b>																
Spets 5053	Inre friktion $O_c$ 0,0 kPa																	
Datum 2019-12-03	Inre friktion $O_f$ 0,0 kPa																	
Areafaktor a 0,853	Cross talk $c_1$ 0,000																	
Areafaktor b 0,001	Cross talk $c_2$ 0,000																	
		<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Portryck</th> <th>Friktion</th> <th>Spetstryck</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Före</td> <td>260,60</td> <td>129,00</td> <td>2,89</td> </tr> <tr> <td>Efter</td> <td>260,60</td> <td>129,00</td> <td>2,89</td> </tr> <tr> <td>Diff</td> <td>0,00</td> <td>0,00</td> <td>0,00</td> </tr> </tbody> </table>		Portryck	Friktion	Spetstryck	Före	260,60	129,00	2,89	Efter	260,60	129,00	2,89	Diff	0,00	0,00	0,00
	Portryck	Friktion	Spetstryck															
Före	260,60	129,00	2,89															
Efter	260,60	129,00	2,89															
Diff	0,00	0,00	0,00															
<b>Skalfaktorer</b>		<b>Korrigerig</b>																
Portryck Område Faktor	Friktion Område Faktor	Spetstryck Område Faktor																
		Portryck (ingen) Friktion (ingen) Spetstryck (ingen)																
		Bedömd sonderingsklass																
<input type="checkbox"/> <b>Använd skalfaktorer vid beräkning</b>																		
<b>Portrycksobservationer</b>		<b>Skiktgränser</b>																
Djup (m)	Portryck (kPa)	Djup (m)																
0,80	0,00																	
		<b>Klassificering</b>																
Djup (m)	Densitet (ton/m <sup>3</sup> )	Flytgräns	Jordart															
Från	Till																	
0,00	0,70	1,70	F															
0,70	2,10	1,70	Crust															
2,10	8,50	0,60																
<b>Anmärkning</b> Jordmaterialparametrar och grundvattenyta hämtat från undersökningspunkter CW02 och CW10.																		

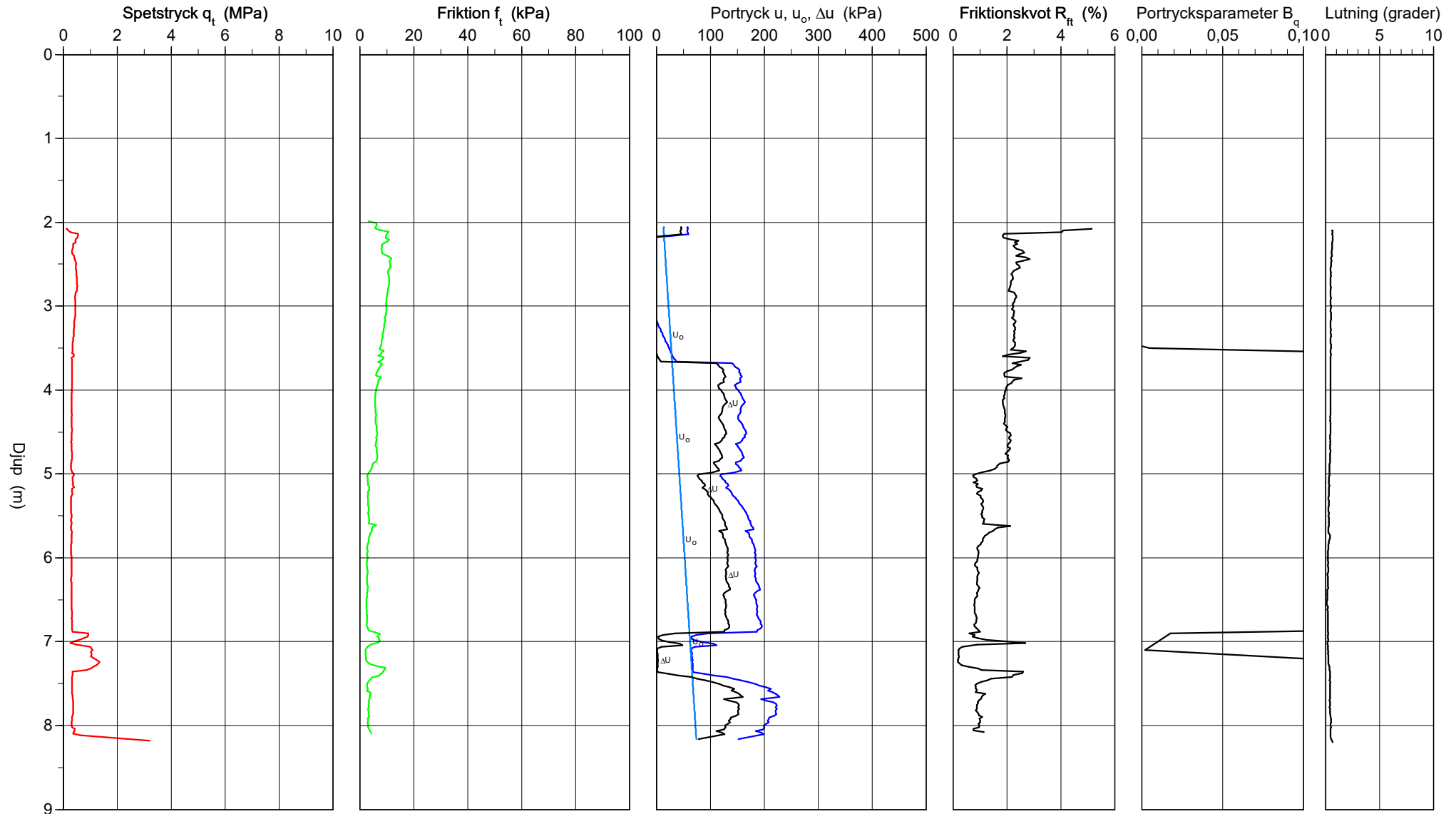
# CPT-sondering utförd enligt EN ISO 22476-1

Förborrningsdjup 2,10 m  
Start djup 2,10 m  
Stopp djup 8,20 m  
Grundvattennivå 0,80 m

Referens my  
Nivå vid referens 12,20 m  
Förborrat material  
Geometri Normal

Vätska i filter  
Borrpunktens koord.  
Utrustning Novasond 2,5 ton  
Sond nr 5053

Projekt Detaljplan Baljan 1, Ytterby, Kungälv kommun  
Projekt nr A130140  
Plats Ytterby, Kungälv kommun  
Borrhål CW02  
Datum 2019-12-05

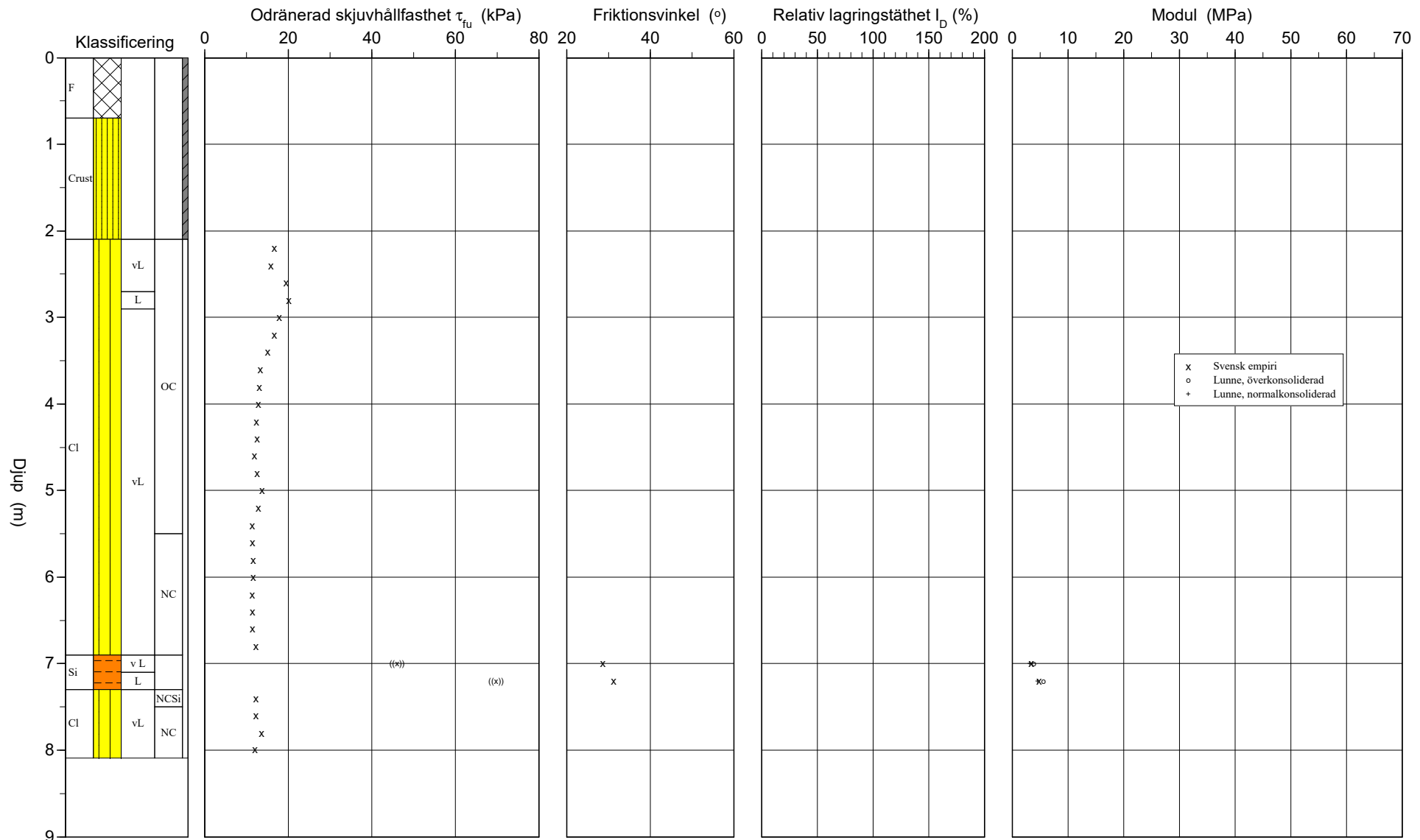




# CPT-sondering utvärderad enligt SGI Information 15 rev.2007

Referens my                      Förbormningsdjup 2,10 m                      Utvärderare                      CHED  
 Nivå vid referens 12,20 m                      Förborrat material                      Datum för utvärdering  
 Grundvattenyta 0,80 m                      Utrustning                      Novasond 2,5 ton  
 Startdjup 2,10 m                      Geometri                      Normal

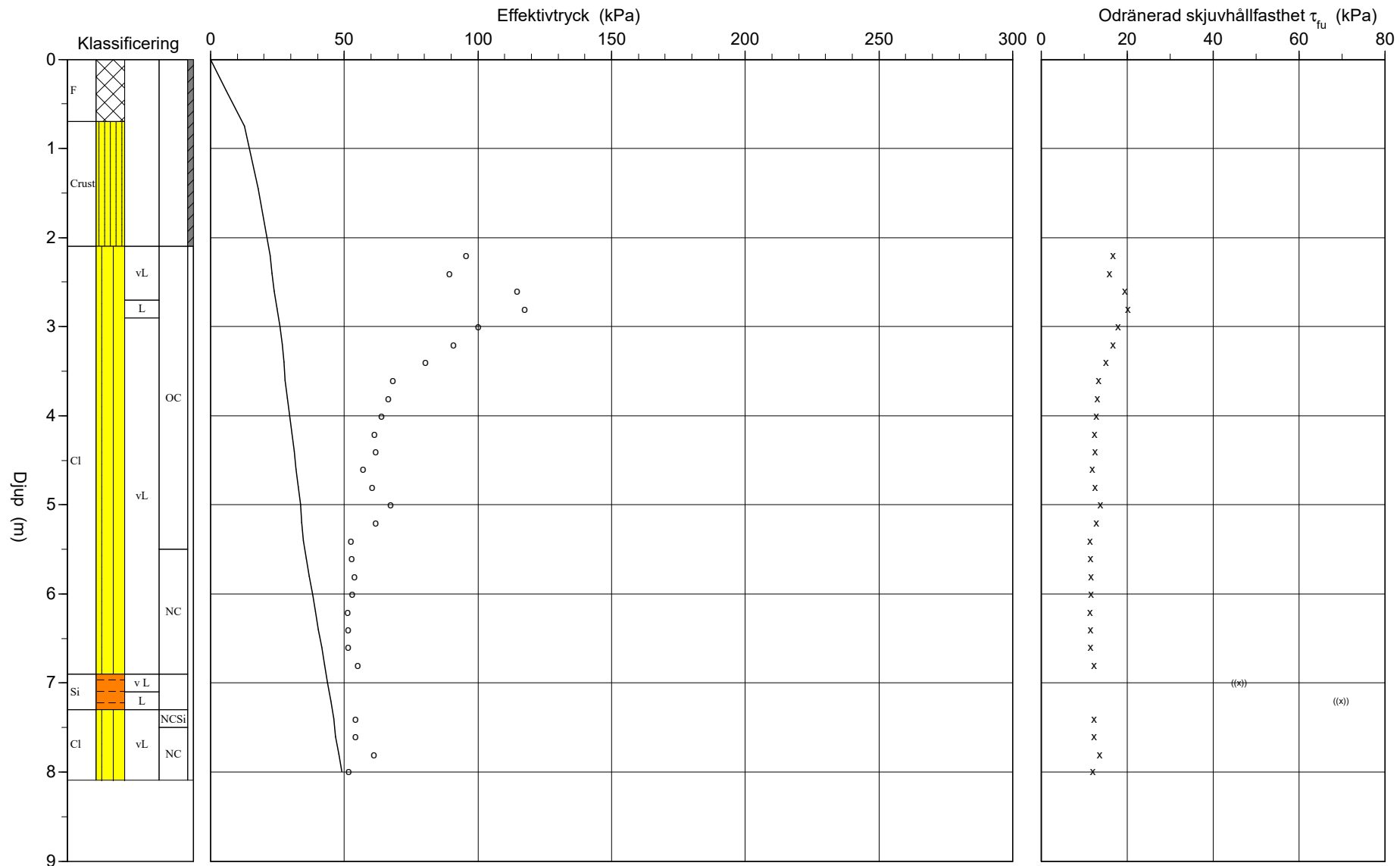
Projekt                      Detaljplan Baljan 1, Ytterby, Kungälv kommun  
 Projekt nr                      A130140  
 Plats                      Ytterby, Kungälv kommun  
 Borrhål                      CW02  
 Datum                      2019-12-05



# CPT-sondering utvärderad enligt SGI Information 15 rev.2007

Referens	my	Förbormningsdjup	2,10 m	Utvärderare	CHED
Nivå vid referens	12,20 m	Förborrat material		Datum för utvärdering	
Grundvattenyta	0,80 m	Utrustning	Novasond 2,5 ton		
Startdjup	2,10 m	Geometri	Normal		

Projekt	Detaljplan Baljan 1, Ytterby, Kungälv kommun
Projekt nr	A130140
Plats	Ytterby, Kungälv kommun
Borrhål	CW02
Datum	2019-12-05



# C P T - sondering

Sida 1 av 1

Projekt				Plats										
Detaljplan Baljan 1, Ytterby, Kungälv kommun A130140				Ytterby, Kungälv kommun										
				Borrhål										
				CW02										
				Datum										
				2019-12-05										
Djup (m)		Klassificering	$\rho$ t/m <sup>3</sup>	$w_L$	$\tau_{fu}$ kPa	$\phi$ °	$\sigma_{vo}$ kPa	$\sigma'_{vo}$ kPa	$\sigma'_c$ kPa	OCR	$I_D$ %	E MPa	$M_{OC}$ MPa	$M_{NC}$ MPa
Från	Till													
0,00	0,70	F	1,70				5,8	5,8						
0,70	0,80	Crust	1,70				12,5	12,5						
0,80	2,10	Crust	1,70				24,2	17,7						
2,10	2,30	Cl vL	OC 1,30	0,60	16,6		36,3	22,3	95,4	4,28				
2,30	2,50	Cl vL	OC 1,30	0,60	15,9		38,8	22,8	89,3	3,91				
2,50	2,70	Cl vL	OC 1,60	0,60	19,5		41,7	23,7	114,6	4,84				
2,70	2,90	Cl L	OC 1,60	0,60	20,1		44,8	24,8	117,3	4,72				
2,90	3,10	Cl vL	OC 1,60	0,60	17,8		48,0	26,0	100,1	3,85				
3,10	3,30	Cl vL	OC 1,30	0,60	16,6		50,8	26,8	90,8	3,39				
3,30	3,50	Cl vL	OC 1,30	0,60	15,1		53,4	27,4	80,3	2,94				
3,50	3,70	Cl vL	OC 1,30	0,60	13,3		55,9	27,9	68,2	2,44				
3,70	3,90	Cl vL	OC 1,45	0,60	13,1		58,6	28,6	66,5	2,32				
3,90	4,10	Cl vL	OC 1,45	0,60	12,8		61,5	29,5	63,9	2,17				
4,10	4,30	Cl vL	OC 1,45	0,60	12,4		64,3	30,3	61,2	2,02				
4,30	4,50	Cl vL	OC 1,45	0,60	12,5		67,1	31,1	61,6	1,98				
4,50	4,70	Cl vL	OC 1,45	0,60	11,8		70,0	32,0	56,9	1,78				
4,70	4,90	Cl vL	OC 1,45	0,60	12,5		72,8	32,8	60,4	1,84				
4,90	5,10	Cl vL	OC 1,30	0,60	13,7		75,5	33,5	67,3	2,01				
5,10	5,30	Cl vL	OC 1,30	0,60	12,8		78,1	34,1	61,7	1,81				
5,30	5,50	Cl vL	OC 1,45	0,60	11,3		80,8	34,8	52,5	1,51				
5,50	5,70	Cl vL	NC 1,60	0,60	11,4		83,8	35,8	52,8	1,48				
5,70	5,90	Cl vL	NC 1,60	0,60	11,6		86,9	36,9	53,7	1,45				
5,90	6,10	Cl vL	NC 1,60	0,60	11,6		90,1	38,1	52,9	1,39				
6,10	6,30	Cl vL	NC 1,60	0,60	11,3		93,2	39,2	51,2	1,31				
6,30	6,50	Cl vL	NC 1,60	0,60	11,4		96,3	40,3	51,4	1,27				
6,50	6,70	Cl vL	NC 1,60	0,60	11,5		99,5	41,5	51,5	1,24				
6,70	6,90	Cl vL	NC 1,60	0,60	12,2		102,6	42,6	55,1	1,29				
6,90	7,10	Si v L	1,60	0,60	((46,0))	(28,7)	105,8	43,8			3,4	3,9	3,1	
7,10	7,30	Si L	1,70	0,60	((69,7))	(31,2)	109,0	45,0			4,8	5,6	4,5	
7,30	7,50	Cl vL	NCSi 1,30	0,60	12,2		111,9	45,9	54,2	1,18				
7,50	7,70	Cl vL	NC 1,60	0,60	12,3		114,8	46,8	54,2	1,16				
7,70	7,90	Cl vL	NC 1,60	0,60	13,6		117,9	47,9	61,0	1,27				
7,90	8,09	Cl vL	NC 1,60	0,60	11,9		121,0	49,0	51,7	1,05				

# C P T - sondering

<b>Projekt</b> <b>Detaljplan Baljan 1, Ytterby, Kungälv kommun</b> <b>A130140</b>		<b>Plats</b> <b>Ytterby, Kungälv kommun</b>																											
		<b>Borrhål</b> <b>CW10</b>																											
		<b>Datum</b> <b>2019-11-07</b>																											
Förborrningsdjup 3.00 m	Startdjup 3.00 m	Förborrat material Geometri <b>Normal</b>																											
Stoppdjup 5.46 m	Grundvattenyta 0.70 m	Vätska i filter																											
Referens my	Nivå vid referens 23.80 m	Operatör <b>Mattias Ilmestrand</b>																											
		Utrustning <b>Novasond 2,5 ton</b>																											
<input checked="" type="checkbox"/> <b>Portryck registrerat vid sondering</b>																													
<b>Kalibreringsdata</b>		<b>Nollvärden, kPa</b>																											
Spets <b>5053</b>	Inre friktion $O_c$ <b>0.0 kPa</b>																												
Datum <b>2018-11-02</b>	Inre friktion $O_f$ <b>0.0 kPa</b>																												
Areafaktor a <b>0.845</b>	Cross talk $c_1$ <b>0.000</b>																												
Areafaktor b <b>0.000</b>	Cross talk $c_2$ <b>0.000</b>																												
		<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Portryck</th> <th>Friktion</th> <th>Spetstryck</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Före</td> <td>262.00</td> <td>118.90</td> <td>3.12</td> </tr> <tr> <td>Efter</td> <td>261.10</td> <td>118.90</td> <td>3.12</td> </tr> <tr> <td>Diff</td> <td>-0.90</td> <td>0.00</td> <td>0.00</td> </tr> </tbody> </table>		Portryck	Friktion	Spetstryck	Före	262.00	118.90	3.12	Efter	261.10	118.90	3.12	Diff	-0.90	0.00	0.00											
	Portryck	Friktion	Spetstryck																										
Före	262.00	118.90	3.12																										
Efter	261.10	118.90	3.12																										
Diff	-0.90	0.00	0.00																										
<b>Skalfaktorer</b>		<b>Korrigerig</b>																											
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Portryck</th> <th>Friktion</th> <th>Spetstryck</th> </tr> <tr> <th>Område Faktor</th> <th>Område Faktor</th> <th>Område Faktor</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	Portryck	Friktion	Spetstryck	Område Faktor	Område Faktor	Område Faktor				Portryck (ingen) Friktion (ingen) Spetstryck (ingen)																			
Portryck	Friktion	Spetstryck																											
Område Faktor	Område Faktor	Område Faktor																											
		Bedömd sonderingsklass																											
<input type="checkbox"/> <b>Använd skalfaktorer vid beräkning</b>																													
<b>Portrycksobservationer</b>		<b>Klassificering</b>																											
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Djup (m)</th> <th>Portryck (kPa)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0.70</td> <td>0.00</td> </tr> </tbody> </table>	Djup (m)	Portryck (kPa)	0.70	0.00	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Djup (m)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> </tr> </tbody> </table>	Djup (m)		<table border="1"> <thead> <tr> <th>Djup (m)</th> <th>Densitet</th> <th>Flytgräns</th> <th>Jordart</th> </tr> <tr> <th>Från</th> <th>Till</th> <th>(ton/m<sup>3</sup>)</th> <th></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0.00</td> <td>1.00</td> <td>1.70</td> <td rowspan="4">0.60 Crust Sa Med Crust</td> </tr> <tr> <td>1.00</td> <td>1.30</td> <td>1.80</td> </tr> <tr> <td>1.30</td> <td>3.00</td> <td>1.70</td> </tr> <tr> <td>3.00</td> <td>5.50</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	Djup (m)	Densitet	Flytgräns	Jordart	Från	Till	(ton/m <sup>3</sup> )		0.00	1.00	1.70	0.60 Crust Sa Med Crust	1.00	1.30	1.80	1.30	3.00	1.70	3.00	5.50	
Djup (m)	Portryck (kPa)																												
0.70	0.00																												
Djup (m)																													
Djup (m)	Densitet	Flytgräns	Jordart																										
Från	Till	(ton/m <sup>3</sup> )																											
0.00	1.00	1.70	0.60 Crust Sa Med Crust																										
1.00	1.30	1.80																											
1.30	3.00	1.70																											
3.00	5.50																												
<b>Anmärkning</b> Jordmaterialparametrar och grundvattenyta hämtat från undersökningspunkter CW10																													

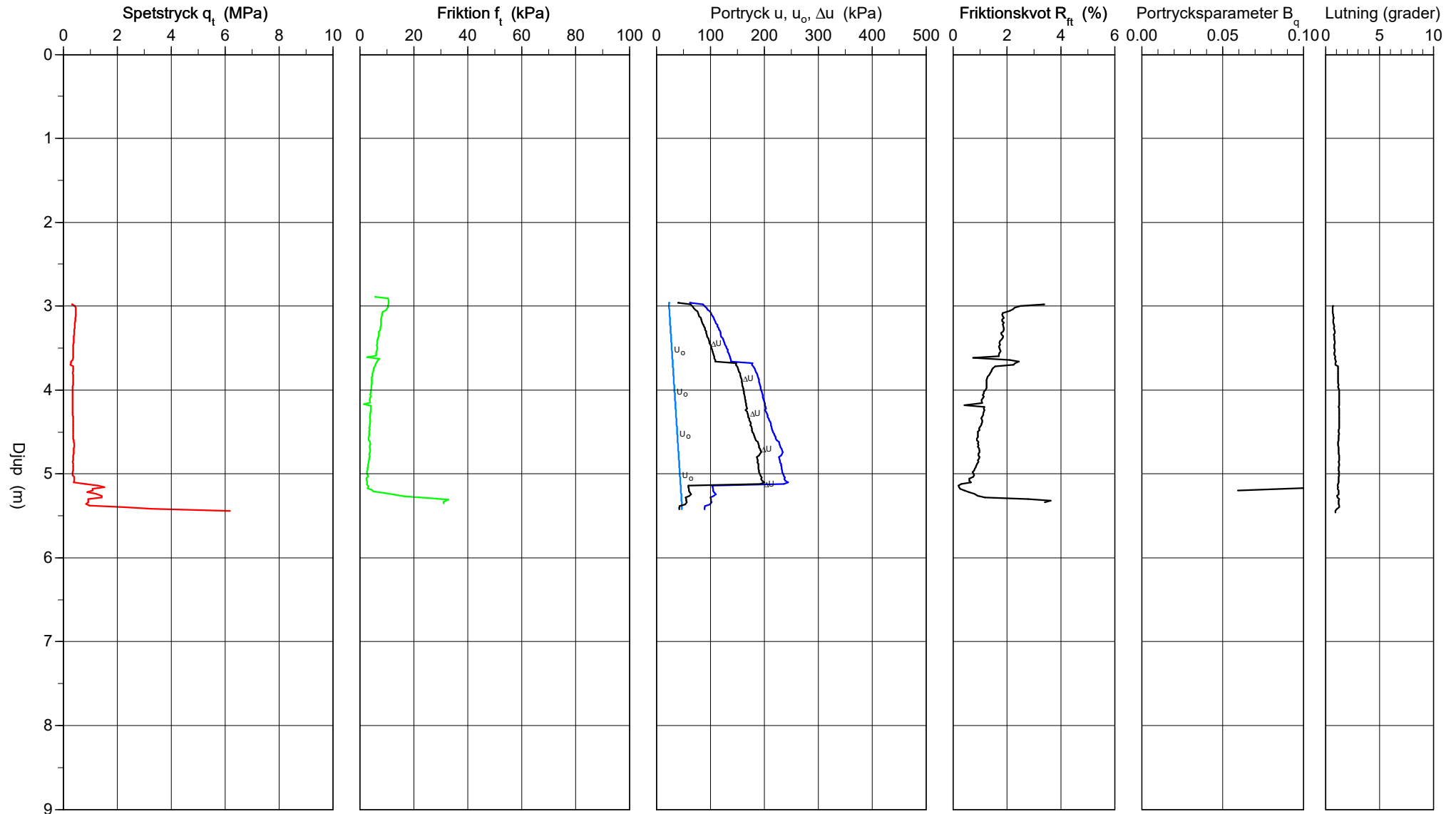
# CPT-sondering utförd enligt EN ISO 22476-1

Förborrningsdjup 3.00 m  
Start djup 3.00 m  
Stopp djup 5.46 m  
Grundvattennivå 0.70 m

Referens my  
Nivå vid referens 23.80 m  
Förborrat material  
Geometri Normal

Vätska i filter  
Borrpunktens koord.  
Utrustning Novasond 2,5 ton  
Sond nr 5053

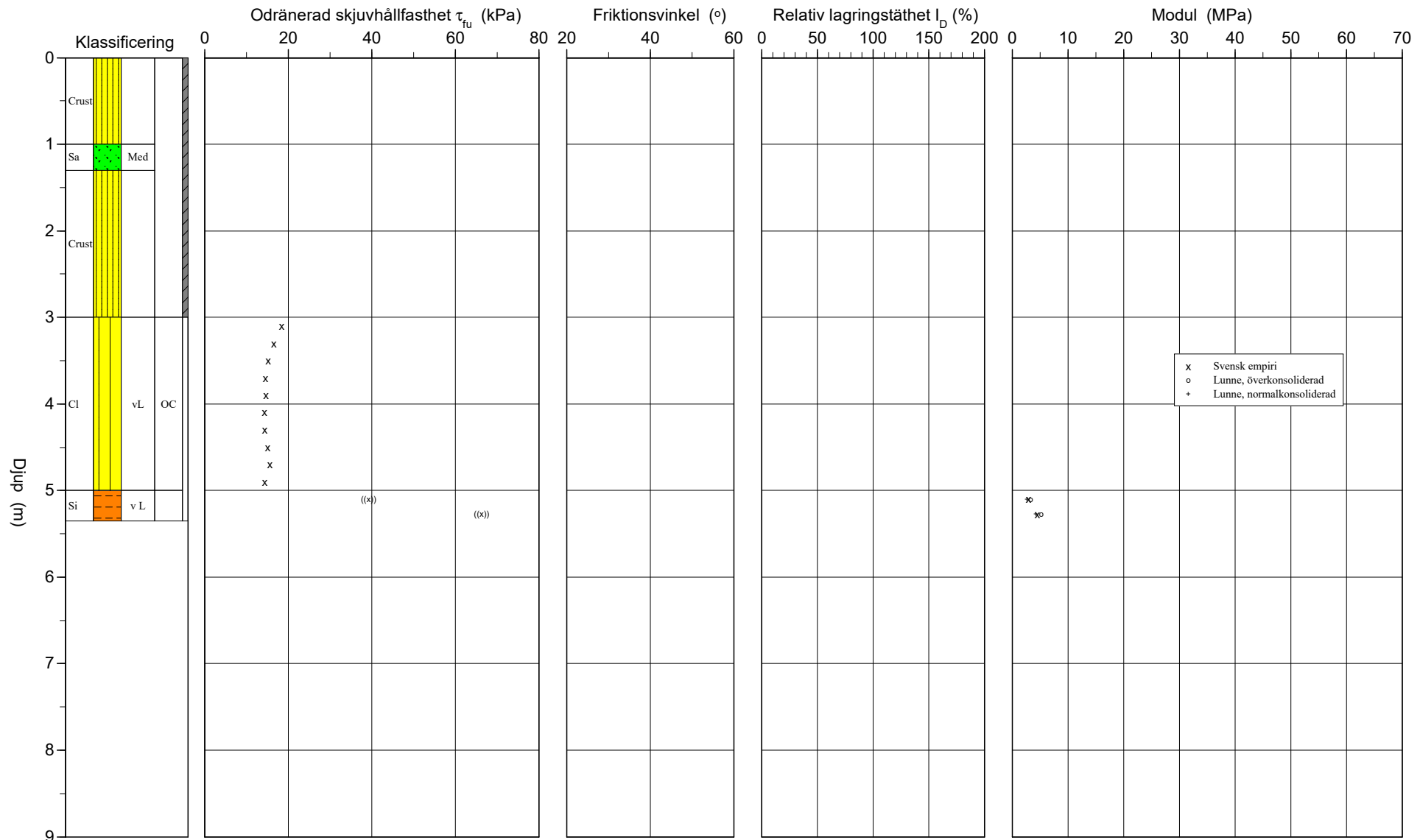
Projekt Detaljplan Baljan 1, Ytterby, Kungälv kommun  
Projekt nr A130140  
Plats Ytterby, Kungälv kommun  
Borrhål CW10  
Datum 2019-11-07



# CPT-sondering utvärderad enligt SGI Information 15 rev.2007

Referens my Förbörningsdjup 3.00 m Utvärderare CHED  
 Nivå vid referens 23.80 m Förbörat material Datum för utvärdering  
 Grundvattenyta 0.70 m Utrustning Novasond 2,5 ton  
 Startdjup 3.00 m Geometri Normal

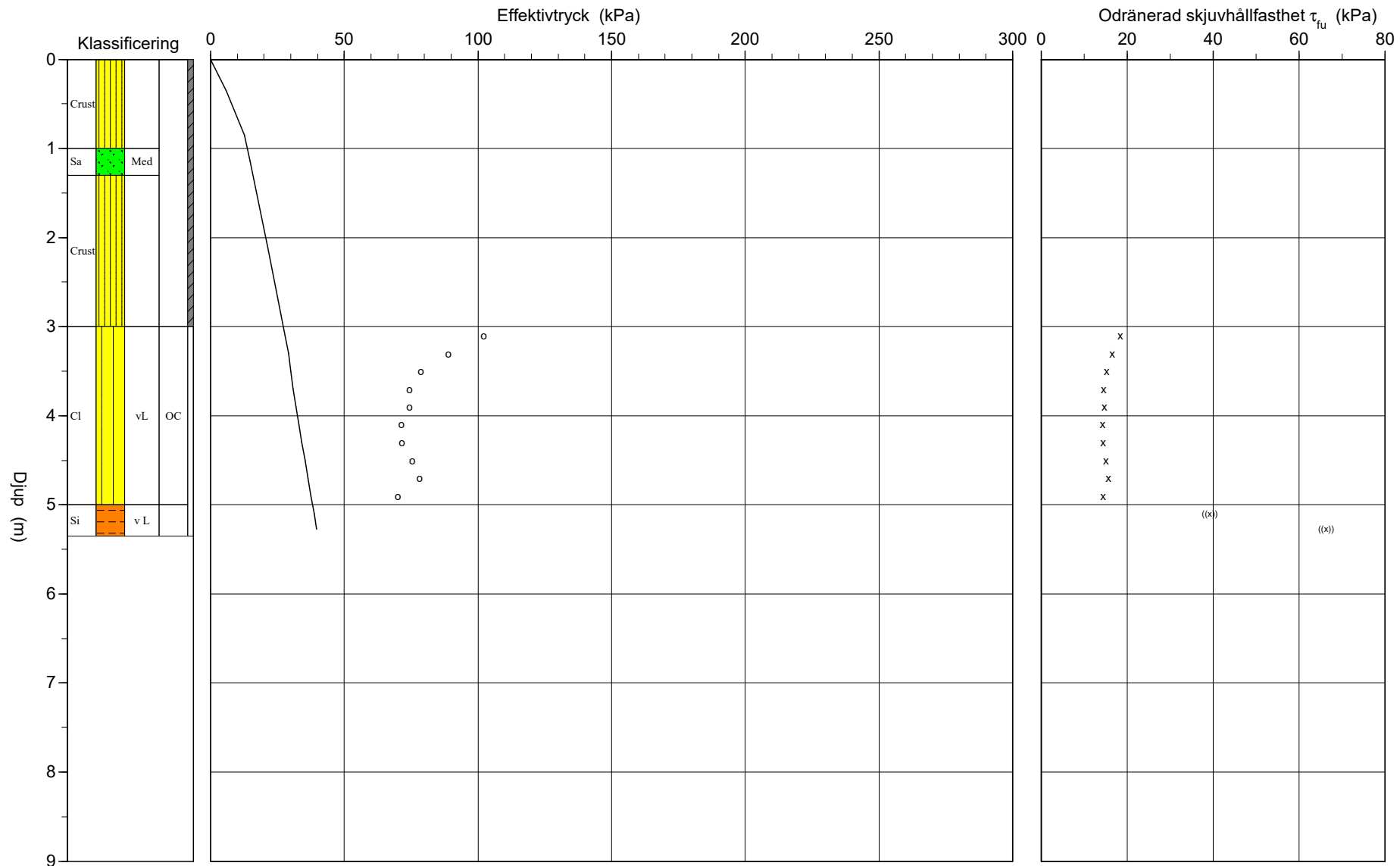
Projekt Detaljplan Baljan 1, Ytterby, Kungälv kommun  
 Projekt nr A130140  
 Plats Ytterby, Kungälv kommun  
 Borrhål CW10  
 Datum 2019-11-07



# CPT-sondering utvärderad enligt SGI Information 15 rev.2007

Referens	my	Förbormningsdjup	3.00 m	Utvärderare	CHED
Nivå vid referens	23.80 m	Förborrat material		Datum för utvärdering	
Grundvattenyta	0.70 m	Utrustning	Novasond 2,5 ton		
Startdjup	3.00 m	Geometri	Normal		

Projekt	Detaljplan Baljan 1, Ytterby, Kungälv kommun
Projekt nr	A130140
Plats	Ytterby, Kungälv kommun
Borrhål	CW10
Datum	2019-11-07

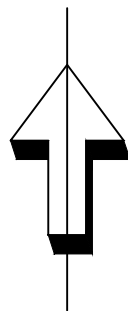


# C P T - sondering

Sida 1 av 1

Projekt			Plats											
Detaljplan Baljan 1, Ytterby, Kungälv kommun A130140			Ytterby, Kungälv kommun											
			Borrhål											
			CW10											
			Datum											
			2019-11-07											
Djup (m)		Klassificering	$\rho$ t/m <sup>3</sup>	$w_L$	$\tau_{fu}$ kPa	$\phi$ °	$\sigma_{vo}$ kPa	$\sigma'_{vo}$ kPa	$\sigma'_c$ kPa	OCR	$I_D$ %	E MPa	$M_{OC}$ MPa	$M_{NC}$ MPa
Från	Till													
0.00	0.70	Crust	1.70				5.8	5.8						
0.70	1.00	Crust	1.70				14.2	12.7						
1.00	1.30	Sa Med	1.80				19.3	14.8						
1.30	3.00	Crust	1.70				36.1	21.6						
3.00	3.20	Cl vL	OC 1.60	0.60	18.4		51.9	27.9	102.2	3.66				
3.20	3.40	Cl vL	OC 1.60	0.60	16.6		55.0	29.0	88.9	3.06				
3.40	3.60	Cl vL	OC 1.30	0.60	15.1		57.9	29.9	78.6	2.63				
3.60	3.80	Cl vL	OC 1.60	0.60	14.5		60.7	30.7	74.3	2.42				
3.80	4.00	Cl vL	OC 1.60	0.60	14.6		63.9	31.9	74.2	2.33				
4.00	4.20	Cl vL	OC 1.60	0.60	14.3		67.0	33.0	71.3	2.16				
4.20	4.40	Cl vL	OC 1.60	0.60	14.4		70.1	34.1	71.5	2.09				
4.40	4.60	Cl vL	OC 1.60	0.60	15.1		73.3	35.3	75.3	2.13				
4.60	4.80	Cl vL	OC 1.60	0.60	15.6		76.4	36.4	78.1	2.14				
4.80	5.00	Cl vL	OC 1.60	0.60	14.4		79.6	37.6	70.1	1.87				
5.00	5.20	Si v L	1.60	0.60	((39.2))		82.7	38.7			2.9	3.3	2.6	
5.20	5.35	Si v L	1.60	0.60	((66.3))		85.4	39.7			4.5	5.2	4.2	



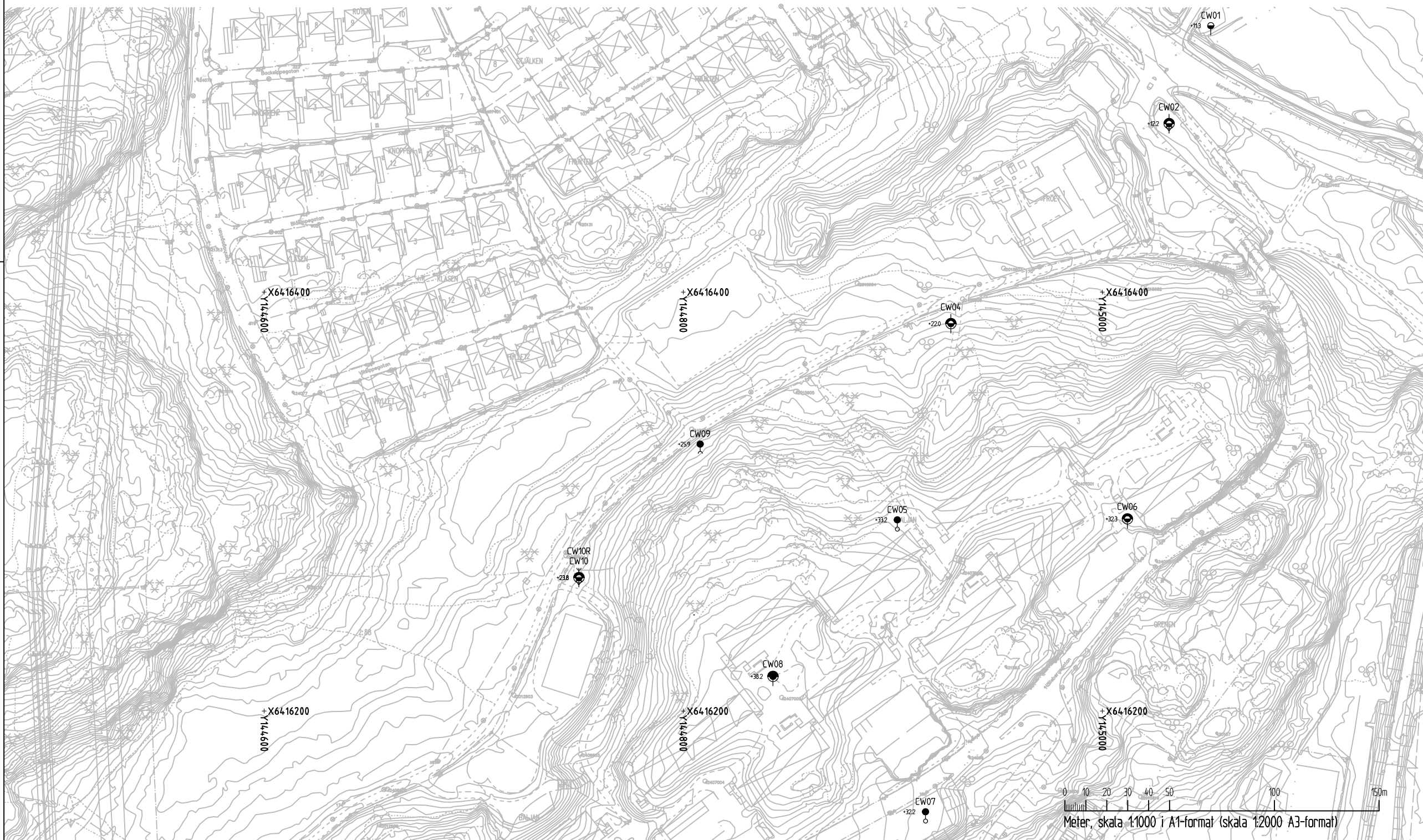


### BETECKNINGAR



GEOTEKNISKA BETECKNINGAR ENLIGT  
SGF:S BETECKNINGSSYSTEM, SE [www.sgf.net](http://www.sgf.net)

### ANMÄRKNINGAR

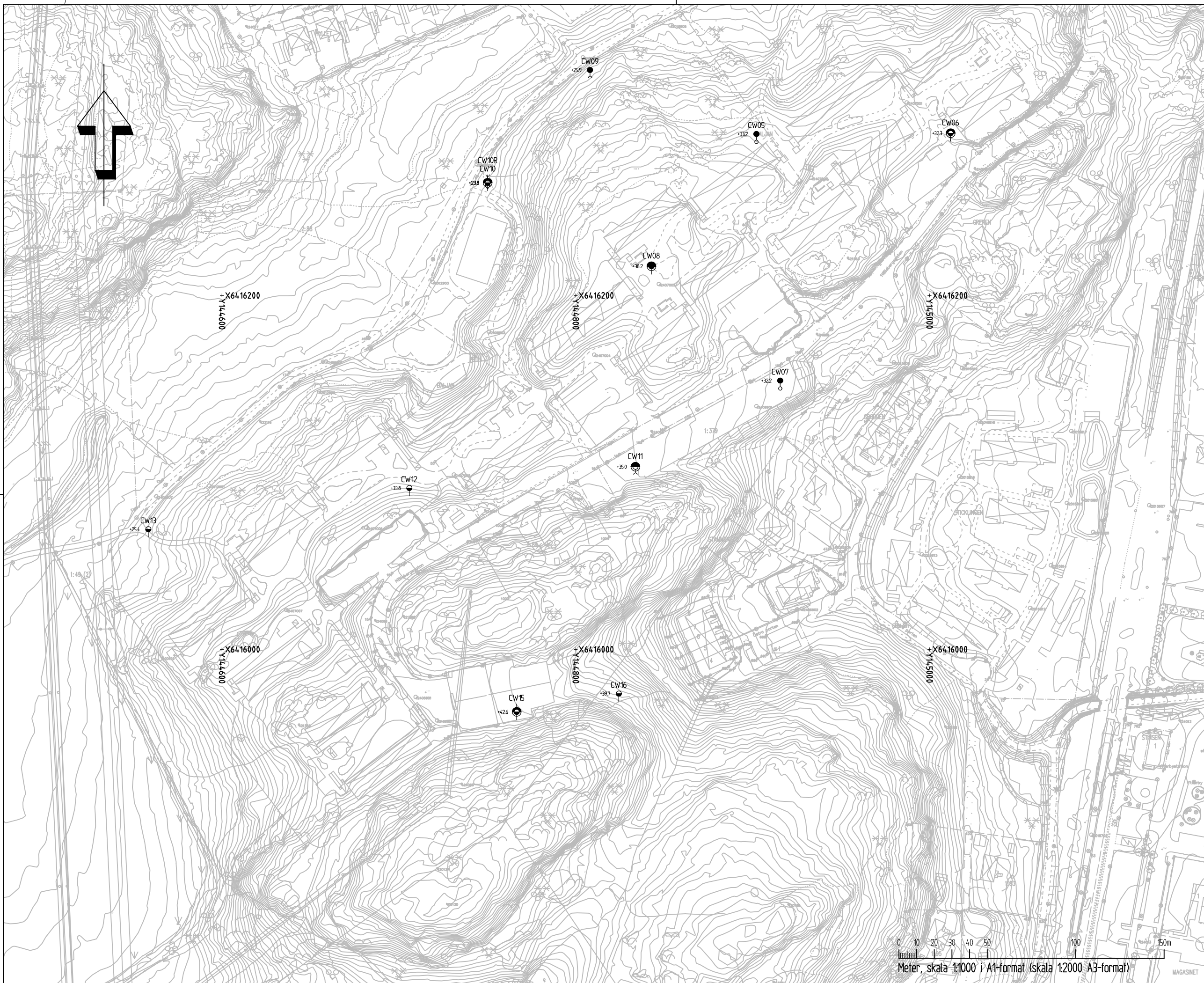
KOORDINATSYSTEM: SWEREF 99 12 00  
HÖJDSYSTEM: RH 2000



XREF: -OVERLAY\_A\_XX-X-01-P-101.DWG -OVERLAY\_MODEL.LG-10-P-101.DWG  
Filnamn: 0:\A130000\A130140\CAD\G.Ritad\G-10-1-101.dwg, Plottad: 2019-12-19 - 10:17 amje, Layout: Layout1, Format: A1

BET	ÄNDRINGEN AVSER	DATUM	SIGN
  <small>COWI AB Sikargårdsgränd 1 Box 12076 Göteborg 010-850 10 00 <a href="http://www.cowi.se">www.cowi.se</a></small>			
UPPDRAG NR A130140	RITAD/KONSTR AV AMJE	HANDLÄGGARE IDWE	
DATUM 2019-12-20	ANSVARIG C.EDSTRÖM		
BALJAN 1, YTTERBY GEOTEKNISK UNDERSÖKNING PLAN			
SKALA 1:1000	NUMMER G-10-1-101	1 BET	


XREF: -OVERLAY -MODELL.G-10-P-101.DWG -OVERLAY -\XX-01-P-101.DWG  
Filnamn: 0:\A\30000\A\3014\0\CAD\G\Bilder\G-10-1-102.dwg, Plottad: 2019-12-18 - 10:19 /amje - Layout: Layout1, Format: A1



**BETECKNINGAR**  
GEOTEKNISKA BETECKNINGAR ENLIGT  
SGF:S BETECKNINGSSYSTEM, SE [www.sgf.net](http://www.sgf.net)

**ANMÄRKNINGAR**  
KOORDINATSYSTEM: SWEREF 99 12 00  
HÖJDSYSTEM: RH 2000



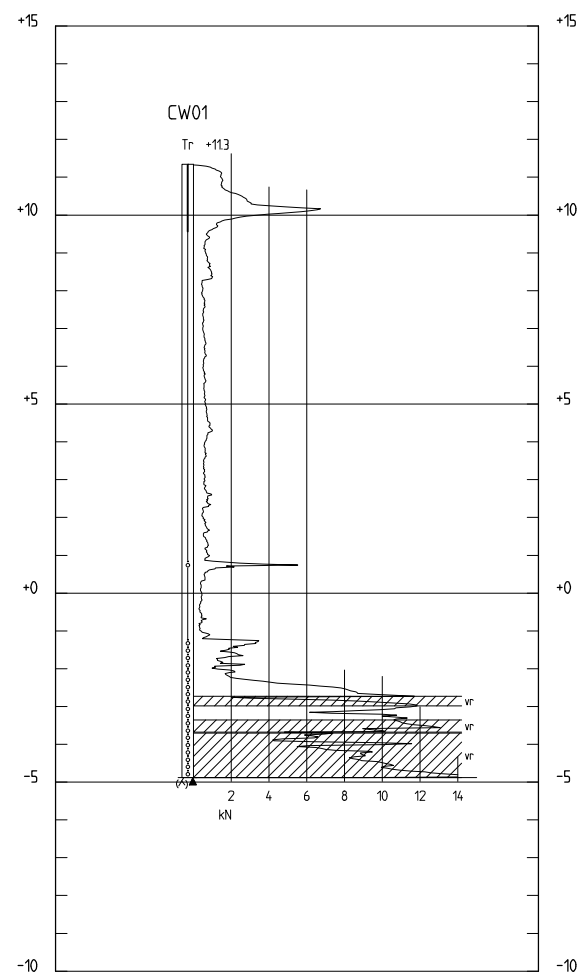
BET	ÄNDRINGEN AVSER	DATUM	SIGN
 <b>COWI</b> COWI AB Sikargårdsgränd 1 Box 12076 Göteborg 010-850 10 00 <a href="http://www.cowi.se">www.cowi.se</a>			
LUPPDRAG NR <b>A130140</b>	RITAD/KONSTR AV <b>AMJE</b>	HANDLÄGGARE <b>IDWE</b>	
DATUM <b>2019-12-20</b>	ANSVARIG <b>C.EDSTRÖM</b>		
<b>BALJAN 1, YTTERBY</b> GEOTEKNISK UNDERSÖKNING PLAN			
SKALA <b>1:1000</b>	NUMMER <b>G-10-1-102</b>		BET

**BETECKNINGAR**

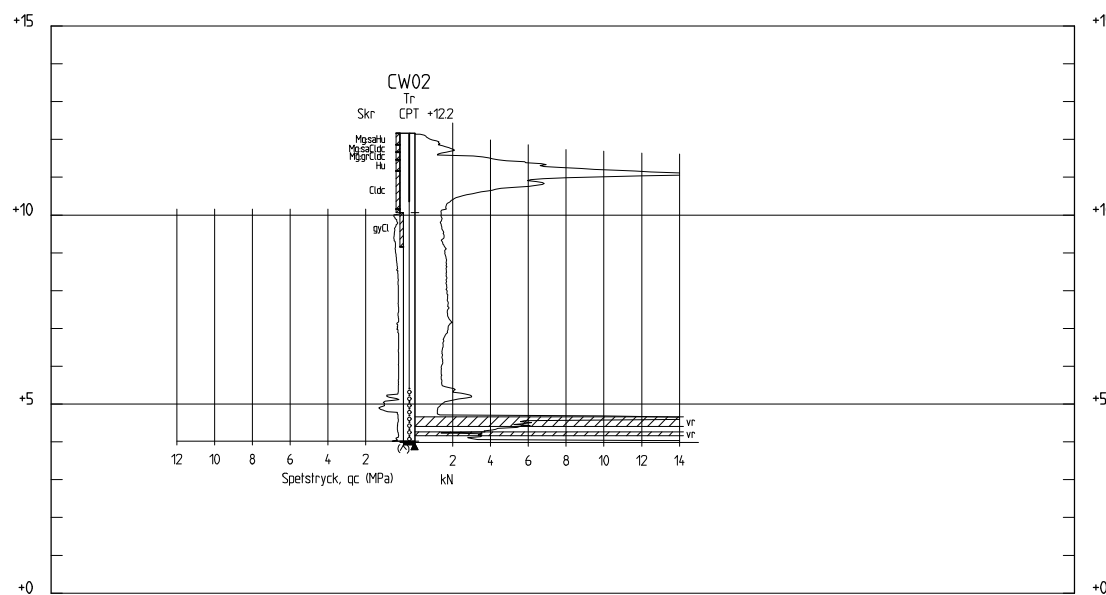
GEOTEKNISKA BETECKNINGAR ENLIGT  
SGF:S BETECKNINGSSYSTEM, SE [www.sgf.net](http://www.sgf.net)

**ANMÄRKNINGAR**

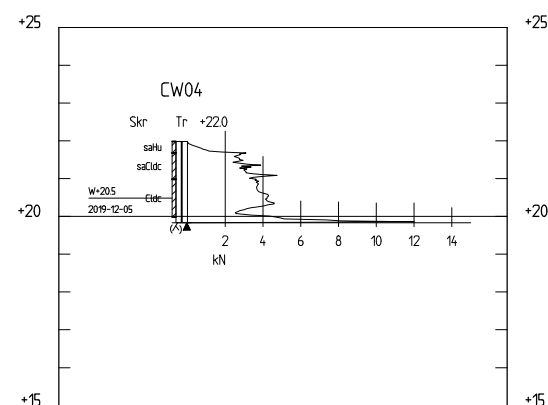
KOORDINATSYSTEM: SWEREF 99 12 00  
HÖJDSYSTEM: RH 2000



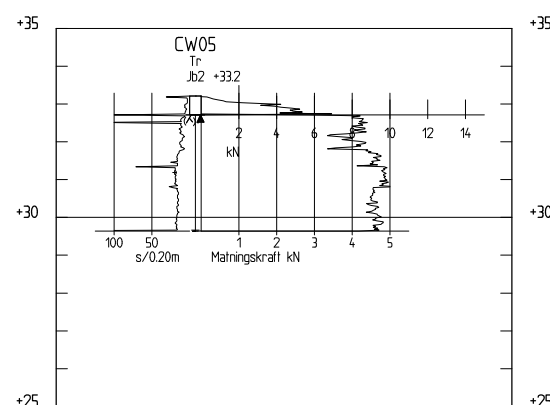
**CW01**  
1: 100



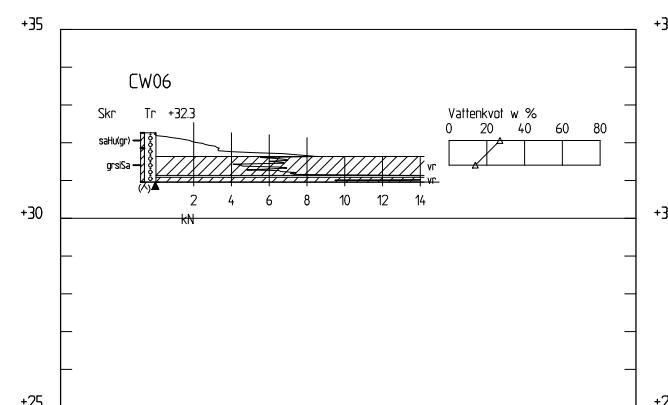
**CW02**  
1: 100



**CW04**  
1: 100



**CW05**  
1: 100



**CW06**  
1: 100

XREF: -OVERLAY \_MODEL\G-10-2-101.dwg, Plottad: 2019 12 16 - 12:52 /amje, Layout: Layout1, Format: A1  
Filnamn: 0:\A\B30000\A\B3014\0\CAD\G\Bilder\G-10-2-101.dwg

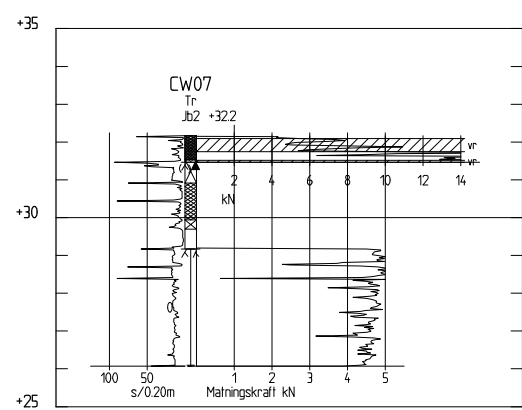
BET	ÄNDRINGEN	AVSER	DATUM	SIGN
 <b>COWI</b> <small>COWI AB Sikargårdsgatan 1 Box 12076 Göteborg 010-850 10 00 www.cowi.se</small>				
UPPDRAG NR	A130140	RITAD/KONSTR AV	AMJE	HANDLÖGGÄRE
DATUM	2019-12-20	ANSVARIG	C.EDSTRÖM	IDWE
BALJAN 1, YTTERBY ENSTAKA UNDERSÖKNINGSPUNKTER PLAN				
SKALA	1:100	NUMMER	G-10-2-101	BET

**BETECKNINGAR**

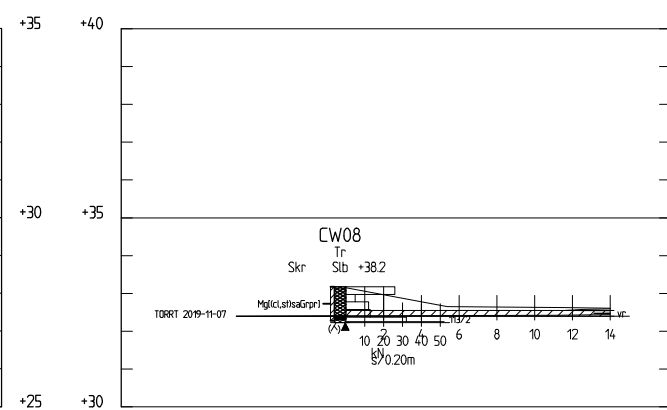
GEOTEKNISKA BETECKNINGAR ENLIGT  
SGF:S BETECKNINGSSYSTEM, SE www.sgf.net

**ANMÄRKNINGAR**

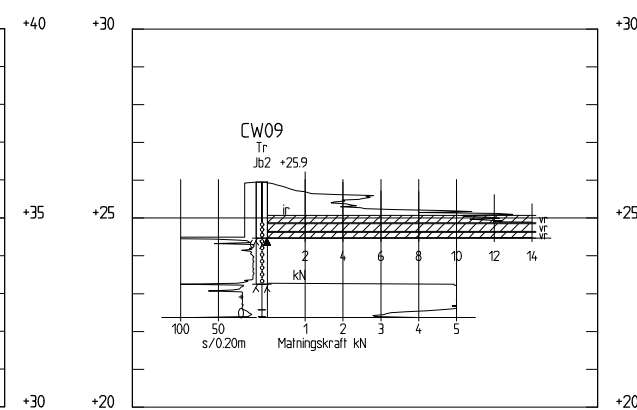
KOORDINATSYSTEM: SWEREF 99 12 00  
HÖJDSYSTEM: RH 2000



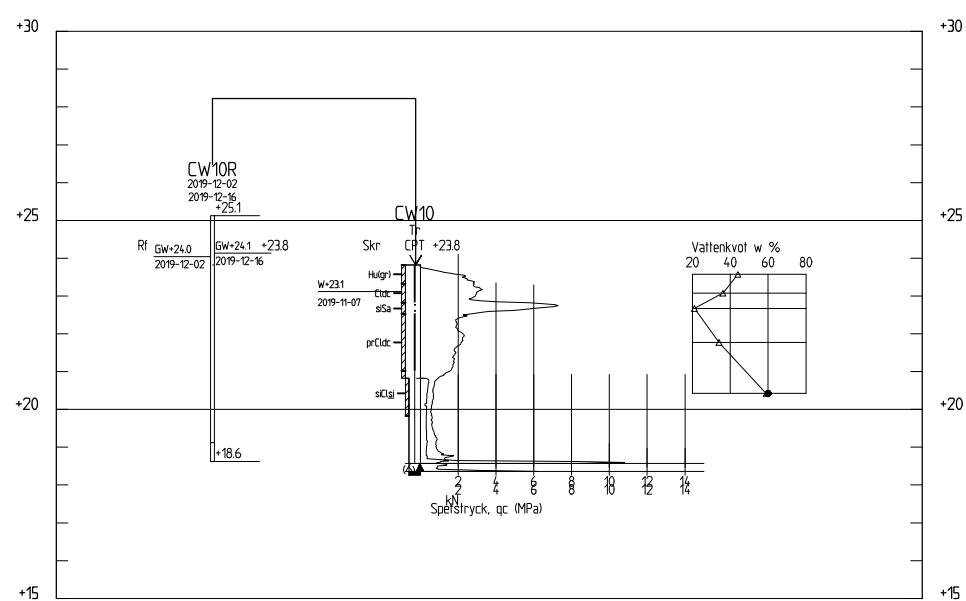
**CW07**  
1: 100



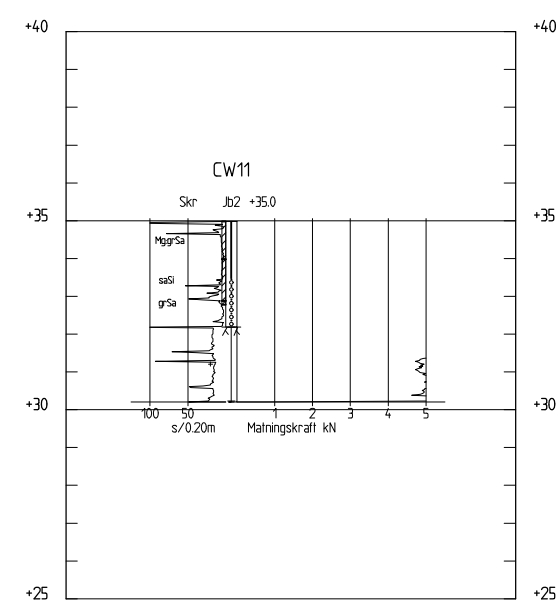
**CW08**  
1: 100



**CW09**  
1: 100



**CW10**  
1: 100



**CW11**  
1: 100

XREF: -OVERLAY \_MODELL\G-10-2-102.DWG  
Filnamn: 0:\A\B0000\A\B014\0\CAD\G\Bilder\G-10-2-102.dwg, Plotfad: 2019 12 20 - 09:28 /amje, Layout: Layout1, Format: A1

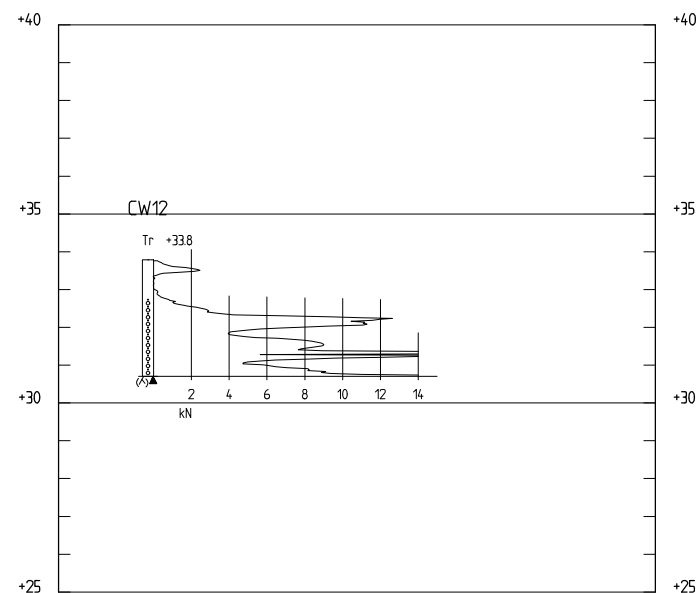
BET	ÄNDRINGEN AVSER	DATUM	SIGN
 <b>COWI</b> <small>COWI AB Sikargårdsgatan 1 Box 12076 Göteborg 010-850 10 00 www.cowi.se</small>			
LUPPDRAG NR	RITAD/KONSTR AV	HANDLÄGGARE	
A130140	AMJE	IDWE	
DATUM	ANSVARIG		
2019-12-20	C.EDSTRÖM		
BALJAN 1, YTTERBY ENSTAKA UNDERSÖKNINGSPUNKTER PLAN			
SKALA	NUMMER	I BET	
1:100	G-10-2-102		

**BETECKNINGAR**

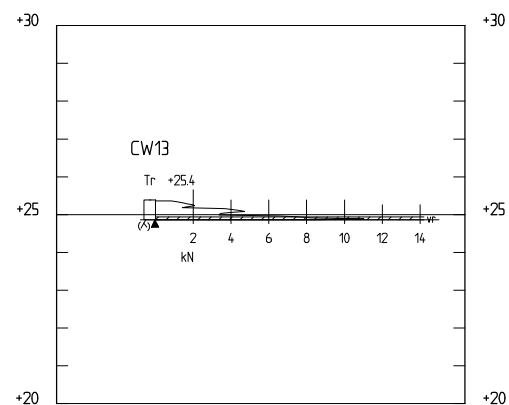
GEOTEKNISKA BETECKNINGAR ENLIGT  
SGF:S BETECKNINGSSYSTEM, SE [www.sgf.net](http://www.sgf.net)

**ANMÄRKNINGAR**

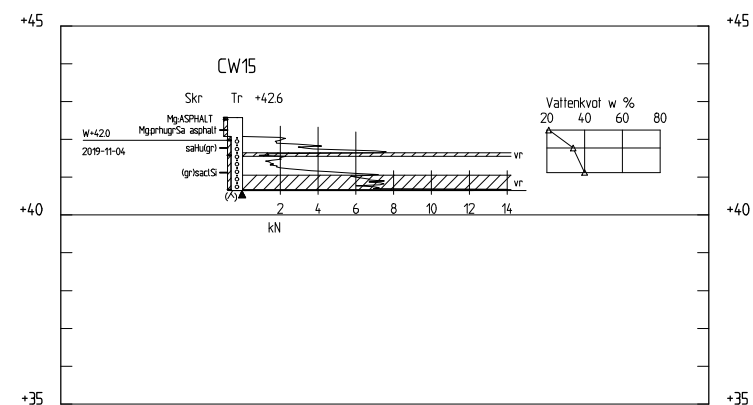
KOORDINATSYSTEM: SWEREF 99 12 00  
HÖJDSYSTEM: RH 2000



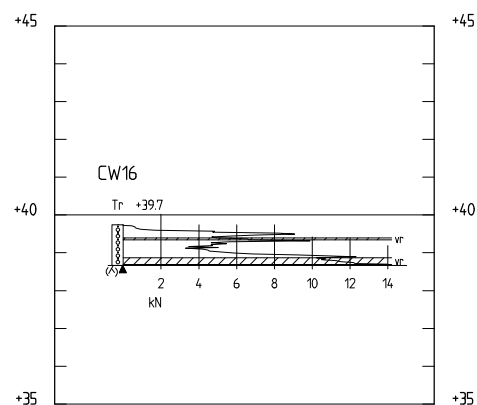
**CW12**  
1: 100



**CW13**  
1: 100



**CW15**  
1: 100



**CW16**  
1: 100

XREF: +OVERLAY \_MODEL\G-10-5-101D\MG  
Filnamn: 0:\A\B30000\A\B30140\CAD\G\RI\de\G-10-2-103.dwg, Plotfad: 2019 12 20 - 09:28 /amje, Layout: Layout1, Format: A1

BET	ÄNDRINGEN	AVSER	DATUM	SIGN
  <small>COWI AB Sikargårdsgatan 1 Box 12076 Göteborg 010-850 10 00 www.cowi.se</small>				
UPPDRAG NR	RITAD/KONSTR	AV	HANDLÖGGARE	
A130140	AMJE		IDWE	
DATUM	ANSVARIG			
2019-12-20	C.EDSTRÖM			
BALJAN 1, YTTERBY ENSTAKA UNDERSÖKNINGSPUNKTER PLAN				
SKALA	NUMMER	BET		
1:100	G-10-2-103			

DECEMBER 2019, REV. B DECEMBER 2021  
KUNGÄLVS KOMMUN

# DETALJPLAN BALJAN 1 M.FL., YTTERBY

PM GEOTEKNIK FÖR DETALJPLAN



**COWI**



ADRESS COWI AB  
Skärgårdsgatan 1  
Box 12076  
402 41 Göteborg  
Sverige

TEL 010 850 10 00  
FAX 010 850 10 10  
WWW cowi.se

DECEMBER 2019, REV. B DECEMBER 2021  
KUNGÄLVSKOMMUN

# DETALJPLAN BALJAN 1 M.FL., YTTERBY

PM GEOTEKNIK FÖR DETALJPLAN

PROJEKTNR.	DOKUMENTNR.
A130140	A130140-G-PME-001

VERSION	UTGIVNINGSDATUM	BESKRIVNING	UTARBETAD	GRANSKAD	GODKÄND
3.0	2019-12-20 Rev. A 2020-02-27 Rev. B 2021-12-21	PM Geoteknik	Ida Wästeräng Christina Edström Vilhelm Berling	Charlotte Junkers Christina Edström	Christina Edström Christina Edström





## INNEHÅLL

1	Sammanfattning	7
2	Objekt	8
3	Syfte	9
4	Utförda undersökningar	9
5	Exploateringsförslag	9
6	Ytbeskaffenhet och topografiska förhållanden	10
7	Geotekniska förhållanden	18
8	Stabilitetsanalys	20
9	Slutsatser och rekommendationer	26

## BILAGEFÖRTECKNING

Bilaga 1	Valda värden
Bilaga 2	Stabilitetsberäkning



# 1 Sammanfattning

Kungälv kommun planerar att detaljplanelägga fastigheterna Baljan 1–3 samt delar av Ytterby-tunge 2:66 och delar av Kastellegården 1:284 för att möjliggöra för exploatering av bostadshus och påbyggnad av befintliga flerbostadshus med 1-2 våningar. Inför framtagandet av detaljplan har COWI AB utfört en geoteknisk utredning.

Utförd geoteknisk undersökning visar att jordlagerföljden inom detaljplaneområdet huvudsakligen utgörs av friktionsjord som vilar på berg alternativt berg i dagen. Friktionsjordens mäktighet bedöms variera mellan ca 0 och 3 m.

Lokalt inom områdets norra delar finns förekomst av lera som via ett lager av friktionsjord vilar på berg. Lerans mäktighet bedöms variera mellan ca 1 och 10 m.

Stabilitetsförhållandena bedöms vara tillfredställande för befintliga förhållanden. I östra delen av delområde 4 bedöms stabiliteten vara tillfredställande för byggnation i upp till 4 våningar. I västra delen av delområde 4 bedöms stabiliteten vara tillfredställande för byggnation i upp till 2 våningar. Inom delområde 1 får ingen förändring av markytans nivå ske utan vidare geoteknisk utredning.

Inom detaljplaneområdet bedöms planerad byggnation grundläggas genom att bergytan schaktas fram och att grundläggning sker på packat krossmaterial på berg.

## 2 Objekt

COWI AB har på uppdrag av Kungälv kommun utfört en geoteknisk utredning i samband med framtagandet av detaljplan Baljan 1 i Ytterby. Planområdet omfattas av fastigheterna Baljan 1–3 samt delar av Ytterby-tunga 2:66 och delar av Kastellegården 1:284. Området planeras att bebyggas och förtätas med fler bostäder i form av flerbostadshus och radhus.

Det aktuella området omfattar ca 15 ha och är beläget drygt 4 km väster om Kungälv. I nordost avgränsas området av väg 168 (Marstrandsvägen), i norr av ett bostadsområde, i väster av jordbruksmark, i söder av skogsmark och i öster av Bohusbanan, Ytterby station och ett mindre bostadsområde, se översiktskarta Figur 1.

Detaljplaneområdet består idag av byggnader i form av flerbostadshus i 2–3 våningar, förskola, vägar/gator, planterade grönområden och skogsmark.



Figur 1. Översiktsskarta, aktuellt område översiktligt markerat med röd linje (kartkälla: eniro.se, 2021)

### 3 Syfte

Syftet med den geotekniska utredningen har varit att utgöra underlag för beskrivning av de geologiska, geotekniska samt hydrogeologiska förhållandena för aktuellt område. Utredningen skall även ligga till grund för att kunna bedöma risker för ras, skred och erosion.

**Denna PM Geoteknik syftar till att användas som utredningsunderlag och ska inte ingå som del av förfrågningsunderlag eller annan bygghandling.**

### 4 Utförda undersökningar

COWI AB har, under vecka 45, 49 och 50 år 2019, utfört geotekniska undersökningar inom rubricerat område. Laboratorieundersökningar har utförts på WSP geotekniska laboratorium i Göteborg. Utsättning och avvägning av aktuella undersökningspunkter utfördes av COWI AB.

Undersökningen redovisas i koordinatsystem SWEREF 99 12 00 och höjdsystem RH 2000.

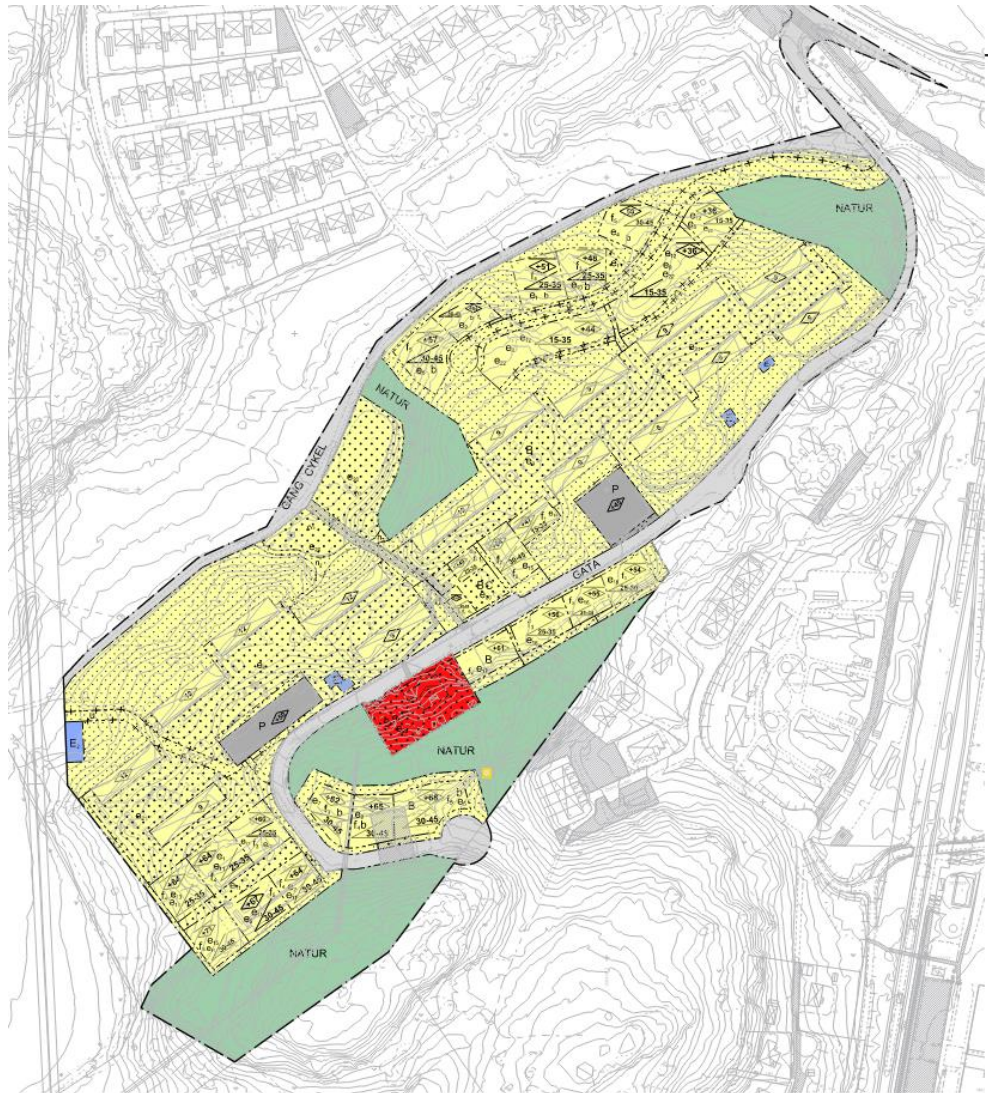
Undersökningsresultaten har sammanställts i en separat handling benämnd "*Markteknisk undersökningsrapport (MUR), Geoteknik, Baljan 1, Ytterby*", daterad 2019-12-20 och med dokumentnamn A0130140-G-RAP-001.

Inom området har även en bergteknisk undersökning utförts inom området, "PM Bergteknik", daterad 2019-12-20 och med dokumentnamn A130140-4-02-B-PME-001.

### 5 Exploateringsförslag

Kungälv kommun planerar att exploatera det aktuella området med fler bostäder genom förtätning samt påbyggnad av befintliga byggnader. Tillhandahållen plankarta från Kungälv kommun tillåter byggnation i 2-7 våningar, se Figur 2.

Detaljplanen ska även möjliggöra för ombyggnad av befintlig korsning vid väg 168 (Marstrandsvägen) till en cirkulationsplats. Ingen nivåförändring av befintlig markyta planeras i samband med denna ombyggnad.



Figur 2. Plankarta med planbestämmelser, tillhandahållen av Kungälv kommun, daterad 2021-04-23.

## 6 Ytbeskaffenhet och topografiska förhållanden

Undersökningsområdet utgörs av ett utbredd höjddparti med befintlig bebyggelse, omgivande av sluttande terräng. De obebyggda delarna av området utgörs övervägande av slänter med varierande lutning och riktning. Vegetationen består huvudsakligen av gräsytor, lövskog, buskar och sly. Markytans nivå varierar inom området mellan ca +10 och +42.

Detaljplaneområdet har delats in i fem delområden utifrån dess ytbeskaffenhet och topografiska förhållanden, för uppdelning se Figur 3. Detaljerad beskrivning för respektive delområde finns i nedanstående kapitel.



Figur 3. Översiktlig redovisning över områdets fem delområden.

## 6.1 Delområde 1

Delområde 1 har en varierade topografi med både skogbeväxt fastmark med berg i dagen och ett låglänt område med grönområden och befintliga gator. Vegetationen består huvudsakligen av gräsytor, lövskog, buskar och sly. För översikt av delområde 1, se Figur 4.



Figur 4. Översiktlig redovisning delområde 1.

I den centrala delen av delområdet, i linje med skogsmarken och väster om lokalgatan, finns en brant bergsslutning med en medellutning på ca 1:3. Markytans nivå varierar från ca +16 vid släntfot till ca +30 vid släntkrön,



se Figur 5. I linje med släntfot finns en gångväg vilken går genom en port under lokalgatan.



Figur 5. Brant bergssluttning i de nordliga delarna av området (COWI AB, 2019-11-19).

Vid infarten till området och korsningen med väg 168 (Marstrandsvägen) är markytan plan och utgörs av en asfalterad väg, en gångväg och ett mindre grönområde, se Figur 6. Inom området varierar markytans nivå mellan ca +11 och +12.



Figur 6. Korsning väg 168 (Marstrandsvägen), foto taget mot nordost (COWI AB, 2019-11-19).

## 6.2 Delområde 2

Delområde 2 består av skogsmark med stor förekomst av berg i dagen. Vegetationen består huvudsakligen av lövskog, buskar och sly. För översikt av delområde 2, se Figur 7.



Figur 7. Översiktlig redovisning delområde 2.

Längs lokalgatans södra kant återfinns berg i dagen längs hela området förutom längs några mindre partier på ett par meter, se Figur 8.



Figur 8. Lokalgatan med berg i dagen, foto taget vid den sydöstligaste byggnaden åt nordost (COWI AB, 2019-11-19)

Söder om lokalgatan sluttar terrängen nedåt mot Bohusbanan och befintlig bebyggelse, vid lokalgatan uppgår markytans nivå till ca +32 och vid släntfot till ca +22. Berg i dagen finns ställvis inom området genom branta bergsslänter och mindre hållar inom skogsmarken.

### 6.3 Delområde 3

Delområde 3 består i den södra delen av skogsmark med förekomst av berg i dagen och i nordväst av en grässlänt. Vegetationen består huvudsakligen av gräsytor, lövskog, buskar och sly. För översikt av delområde 3, se Figur 9.



Figur 9. Översiktlig redovisning delområde 3.

I nordost lutar markytan från en parkeringsyta i väster ned mot befintlig bebyggelse i öster. Markytans lutning uppgår till ca 1:5 där markytans nivå är ca +42 i anslutning till parkeringsytan och ca +25 i anslutning till bebyggelsen. Längs slänten finns ställvis synligt berg i dagen men troligtvis består hela området av berg med ett tunt jordtäckte, se Figur 10.



Figur 10. Slänten från parkeringen mot befintlig bebyggelse i öster. Foto taget mot väster och parkeringsytan (COWI 2019-11-19).

I nordväst finns en grässlånt från den befintliga bebyggelsen ner mot åkermarken i väster, se Figur 11. Markytan längs slänten har en lutning på ca 1:5–1:6 där markytans nivå vid den befintliga bebyggelsen uppgår till +35 och vid åkermarken till +25. Block återfinns i markytan.



Figur 11. Slänten från befintlig bebyggelse i öster mot åkermarken i väster. Foto taget mot söder (COWI 2019-11-19).

I delområdets södra del planeras en gångstig ner mot Ytterby Station. Området består av skogsmark med berg i dagen, se Figur 12.



Figur 12. Området mellan parkeringsytan och Ytterby Station i söder. Foto taget mot söder (COWI 2019-11-19).

## 6.4 Delområde 4

Delområde 4 består av ett skogsområde med ställvis berg i dagen. I delområdets centrala del återfinns en lekplats med tillhörande tennisbana. Vegetationen består huvudsakligen av lövskog, buskar och sly. För översikt av delområde 4, se Figur 13.



Figur 13. Översiktlig redovisning delområde 4.

I söder lutar markytan från en befintlig bebyggelse i söder mot en gångväg (i detaljplanegränsen). Markytans medellutning uppgår till ca 1:5 till 1:6. Vid befintlig bebyggelse uppgår markytans nivå till ca +34 och i anslutning till gångvägen till ca +25. Inom slänten finns ställvis synligt berg i dagen och ytliga block, se Figur 14.



Figur 14. Området mellan befintlig bebyggelse och gångvägen. Foto taget mot söder (COWI 2019-11-19).

## 6.5 Delområde 5

Delområde 5 består av ett höjdparti med ställvis berg i dagen. Vegetationen består huvudsakligen av gräsytor, rabatter och enstaka träd. För översikt av delområde 5, se Figur 15.



Figur 15. Översiktlig redovisning delområde 4.

Delområde 5 utgörs av ett utbrett höjdparti med ställvis berg i dagen, se Figur 16. Inom delområdet varierar markytans nivå mellan ca +30 och +35.



Figur 16. Berg i dagen kring befintlig bebyggelse (COWI, daterad 2019-11-19).

## 7 Geotekniska förhållanden

### 7.1 Jordlagerföljd

#### 7.1.1 Delområde 1

I den södra delen av delområde 1 utgörs jordlagerföljden huvudsakligen av mulljord alternativt fyllning ovan lera som via ett lager av friktionsjord vilar på berg. Den södra delen av delområdets utgörs av berg i dagen. Jorddjupen ökar åt norr och i delområdets nordligaste kant är djup till fast botten ca 16 m.

**Mulljordens** tjocklek bedöms variera mellan ca 0 och 0,3 m. Mulljord har även återfunnits under fyllningen, vilket troligtvis innebär att fyllningen lagts direkt på den tidigare markytan utan att dåvarande mulljord först schaktades bort. Mulljorden har en tjocklek på ca 0,3 m och återfinns ca 0,7 m under markytan.

**Fyllningen** utgörs i huvudsak av överbyggnadsmaterial vid befintliga gator och av blandat material av sand och torrskorpelera inom grönområdena. Fyllningens tjocklek varierar mellan ca 0,5 och 1 m.

**Lerans** mäktighet bedöms variera mellan ca 6 och 12 m. De översta ca 1–1,5 m har torrskorpekaraktär. Den korrigerade odränerade skjuvhållfastheten utvärderad från CPT-sondering varierar mellan ca 11 och 20 kPa. Lerans hållfasthet klassificeras som mycket låg till låg. Leran bedöms vara normalkonsoliderad till svagt överkonsoliderad (OCR 1,1–2,9) utifrån utvärderad CPT-sondering. Lerans materialparametrar är inte vidare undersökta men utifrån utförda trycksonderingar bedöms leran utgöras av kvicklera.

**Friktionsjordens** mäktighet enligt utförda trycksonderingar uppgår till som mest ca 3 m. Friktionsjordens övriga egenskaper har inte närmare undersökts.

#### 7.1.2 Delområde 2

Inom delområde 2 utgörs jordlagerföljden av berg i dagen alternativt ett tunt lager friktionsjord på berg. Friktionsjordens egenskaper har inte närmare undersökts.

### 7.1.3 Delområde 3

Inom delområde 3 utgörs jordlagerföljden av friktionsjord på berg med ställvis berg i dagen.

**Friktionsjordens** tjocklek uppgår enligt utförda undersökningar och okulärbesiktning mellan ca 0,5 och 2 m. Friktionsjorden består av grus, sand och silt i olika variationer. Friktionsjordens egenskaper har inte närmare undersökts.

Lokalt kan mindre områden med djupare jordmäktigheter finnas mellan områden med berg i dagen.

### 7.1.4 Delområde 4

Inom delområde 4 utgörs jordlagerföljden i norra delen huvudsakligen av mulljord alternativt fyllning ovan torrskorpelera som via ett lager av friktionsjord vilar på berg. Ställvis underlagras torrskorpeleran av lera.

I delområdets södra del utgörs jordlagerföljden huvudsakligen av ett tunt eller osammanhängande ytlager av friktionsjord på berg. Ställvis återfinns även synligt berg i dagen.

**Mulljordens** mäktighet varierar mellan ca 0 och 0,3 m.

**Fyllningen** utgörs av överbyggnadsmaterial vid gångväg, lekplats med tillhörande tennisbana etc. Fyllningens mäktighet varierar mellan ca 0,5 och 1 m.

**Torrskorpelerans** mäktighet varierar mellan ca 1 och 3 m.

**Lerans** mäktighet bedöms till ca 2 m. Den korrigerade odränerade skjuvhållfastheten utvärderad från CPT-sondering varierar mellan ca 14 och 17 kPa. Lerans hållfasthet klassificeras som mycket låg. Leran bedöms vara överkonsoliderad (OCR 1,8–3,0) utifrån utvärderad CPT-sondering. Lerans materialparametrar är inte vidare undersökta men utifrån utförda trycksonderingar bedöms leran utgöras av kvicklera.

**Friktionsjordens** mäktighet varierar mellan ca 0,5 och 2 m. Dess egenskaper har inte undersökts.

### 7.1.5 Delområde 5

Inom delområde 5 utgörs jordlagerföljden av friktionsjord på berg med ställvis berg i dagen.

**Friktionsjordens** tjocklek uppgår enligt utförda undersökningar och okulärbesiktning mellan ca 0,5 och 3 m. Friktionsjorden består av grus, sand och silt i olika variationer. Friktionsjordens egenskaper har inte närmare undersökts.



Lokalt kan mindre områden med djupare jordmäktigheter finnas mellan områden med berg i dagen.

## 7.2 Grundvattenförhållanden

Inom detaljplaneområdet har hydrogeologiska undersökningar utförts genom installation av ett grundvattenrör samt observation av fri grundvattenyta i borrhål.

Inom **höjdpartiet** har en fri grundvattenyta observerats i borrhål i samband med fältundersökningen. I de tre undersökningspunkter där en fri grundvattenyta kunde observeras, varierade den mellan ca 0,6 m under markytan till att vara torrt ca 2 m under markytan.

Inom det **låglänta partiet** i norr har hydrogeologiska undersökningar utförts i undersökningspunkt CW10 där ett grundvattenrör installerades ca 5 m under markytan. Grundvattenröret har mätts vid två tillfällen under december 2019, vilket visar på en vattennivå motsvarande en fri grundvattenyta ca 0,2 m ovan markytan.

I samband med de geotekniska fältundersökningarna observerades även en fri grundvattenyta i borrhål i det låglänta partiet. En fri grundvattenyta observeras i tre undersökningspunkter och uppmättes variera mellan ca 0,7 och 1,5 m under markytan.

## 8 Stabilitetsanalys

### 8.1 Allmänt

Detta avsnitt behandlar endast stabilitetsförhållandena i delområde 4, vilket är det enda området med kohesionsjord. För diskussion och kommentarer om stabilitetsförhållandena i övriga delområden, se Kapitel 9.1.

### 8.2 Beräkningssektioner

Stabilitetsanalys har utförts i två sektioner inom delområde 4, sektion A och B i Figur 17. Sektion A har den mest ofördelaktiga geometrin ur stabilitetssynpunkt, men ska enligt detaljplaneförslaget enbart bebyggas med komplementbyggnader. Sektion B har en lägre släntlutning än sektion A, men detaljplaneförslaget tillåter bebyggelse i upp till 6 våningar.



Figur 17. Beräkningssektioner.

### 8.3 Erforderliga krav för stabilitetsberäkning

Stabilitetsanalysen har utförts med totalsäkerhetsanalys. I enlighet med IEG Rapport 4:2010 för nyexploatering/planläggning detaljerad utredning, ligger intervallet på erforderlig säkerhetsfaktor på  $F_c \geq 1,7-1,5$  (odränerad analys) och  $F_{komb} \geq 1,5-1,4$  (kombinerad analys). Säkerhetsfaktor mot stabilitetsbrott har valts med hänsyn till gynnsamma och ogynnsamma förutsättningar i enlighet med Tabell 1.

- >  $F_c \geq 1,6$  (odränerad analys)
- >  $F_{komb} \geq 1,45$  (kombinerad analys)

Tabell 1. Gynnsamma och ogynnsamma förutsättningar för skred

Förutsättningar	Gynnsamma	Ogynnsamma
Konsekvenser av skred	Begränsad utbredning av skred	Risk för människoliv och ekonomisk skada  Risk för omgivningspåverkan
Släntens beständighet	Ingen risk för erosion Inga tecken på rörelser Intakt vegetation	

Förutsättningar	Gynnsamma	Ogynnsamma
Släntens geometri	Relativt flack slänt Inga lokala branta partier	Ingen avvägning av slänten, markytans nivå tagen från grundkarta med 1 m ekvivalens
Fältundersökningens innehåll och omfattning	CPT-sondering utförd	Få undersökningspunkter med fokus på materialparametrar
Laboratorieundersökningens innehåll och omfattning		Inga laboratorieundersökningar
Jordens egenskaper	Små jordmäktigheter i anslutning till områden där markytan har en brantare släntlutning	Jordlagerföljden består delvis av kohesionsjord Skiktade jordar
Grundvatten- och portrycksförhållanden	Känslighetsanalys är utförd för förhöjda portrycksnivåer.	Långtidsobservationer saknas Ringa kännedom om portrycksfördelningen i slänten
Ytvattenförhållanden	Väldränerat och dikat område	
Analys- och beräkningsarbetets tillförlitlighet	Stort antal beräknade glidytor Känslighetsanalys utförd Glidyntans läge i plan är vald i den farligaste delen av slänten ur stabilitetssynpunkt Tvådimensionell analys Samtidigt valda ogynnsammaste extremvärden för last och portryck	

## 8.4 Sammanställning av beräkningsparametrar

### 8.4.1 Jordmaterialparametrar

I Tabell 2 nedan redovisas valda beräkningsparametrar nyttjade i stabilitetsanalysen. Skjuvhållfasthet finns utvärderat i diagram och redovisat som bilaga, se bilageförteckning.

Vid kombinerad analys har lerans friktionsvinkel ansatts till 30° och dess kohesionsintercept till 10 % av den odränerade skjuvhållfastheten.

Tabell 2. Valda jordmaterialparametrar.

Jordmaterial	Parameter	Valt värde
Torrskorpa	Tunghet, ( $\gamma$ )	18 kN/m <sup>3</sup>
	Effektiv tunghet, ( $\gamma'$ )	8 kN/m <sup>3</sup>
	Odränerad skjuvhållfasthet, ( $c_u$ )	30 kPa
Lera	Tunghet, ( $\gamma$ )	17 kN/m <sup>3</sup>
	Effektiv tunghet, ( $\gamma'$ )	7 kN/m <sup>3</sup>
	Odränerad skjuvhållfasthet, ( $c_u$ )	15 kPa
Friktionsjord	Tunghet, ( $\gamma$ )	22 kN/m <sup>3</sup>
	Effektiv tunghet, ( $\gamma'$ )	10 kN/m <sup>3</sup>
	Inre friktionsvinkel, ( $\phi'$ )	38°

### 8.4.2 Grundvattennivå

I stabilitetsberäkningarna har grundvattenytan baserats på mätningar av fritt stående vatten i borrhål, samt mätningar i ett grundvattenrör. Detta baseras på mätningar i grundvattenrör utförda december 2019.

I stabilitetsanalysen för sektion A har en grundvattenyta 0,7 m under markytan med en hydrostatisk portrycksfördelning mot djupet använts

I stabilitetsanalysen för sektion B har en grundvattenyta 1,5 m under markytan med en hydrostatisk portrycksfördelning mot djupet använts.

### 8.4.3 Laster

För GC-vägen som passerar genom beräknade sektioner har en utbredd last på 5 kPa använts i stabilitetsanalysen i enlighet med TK Geo.

Om föreslagna byggnader grundläggs utan några förstärkningsåtgärder, kommer tillkommande ytlast från byggnaderna uppskattningsvis vara ca 10 kPa per våning (exklusive eventuell källare).

Markytan kan förändras inom det aktuella området med  $\pm 0,5$  m utan marklov. En ökning av markytan med 0,5 m innebär en utbredd last på ca 10 kPa. I stabilitetsanalysen har en last för en eventuell höjning av markytan använts för samtliga ytor vid utbyggda förhållanden.

Stabilitetsanalys har även utförts med kontroll av maximala laster som jorden klarar utan att förstärkningsåtgärder erfordras.

### 8.4.4 Känslighetsanalys

Känslighetsanalys av stabilitetsberäkningarna har utförts genom att sänka lerans hållfasthetsparametrar med 10 % och friktionsjordens friktionsvinkel med  $3^\circ$ .

Känslighetsanalys av stabilitetsberäkningarna har utförts med en höjning av grundvattenytan med 0,5 m.

## 8.5 Resultat stabilitetsanalys

Stabilitetsberäkningar ger värdet på säkerhetsfaktorn  $F_c$  (odränerad analys) och  $F_{komb}$  (kombinerad analys). Beräkningsresultaten framgår av Tabell 3 och Tabell 4.

## 8.5.1 Sektion A

Tabell 3. Beräknade säkerhetsfaktorer med avseende på stabilitetsbrott i sektion A.

Sektion, beskrivning	F <sub>c</sub>	F <sub>komb</sub>	Bilaga
Befintliga förhållanden	3,28	2,58	2:2-3
Utbyggda förhållanden, markyta höjd med 0,5 m	2,54	2,06	2:4-5
Utbyggda förhållanden, 30 kPa utbredd last	1,94	1,60	2:6-7
Utbyggda förhållanden, 30 kPa utbredd last, reducerade hållfasthetsparametrar	1,84	1,50	2:8-9
Utbyggda förhållanden, 30 kPa utbredd last, grundvattenyta höjd med 0,5 m	-	1,52	2:10

## 8.5.2 Sektion B

Tabell 4. Beräknade säkerhetsfaktorer med avseende på stabilitetsbrott i sektion B.

Sektion, beskrivning	F <sub>c</sub>	F <sub>komb</sub>	Bilaga
Befintliga förhållanden	7,44	5,83	2:11-12
Utbyggda förhållanden, markyta höjd med 0,5 m	6,15	3,79	2:13-14
Utbyggda förhållanden, 70 kPa utbredd last	1,3	1,55	2:15-16
Utbyggda förhållanden, 50 kPa utbredd last	1,66	2,08	2:17-18
Utbyggda förhållanden, 50 kPa utbredd last, reducerade hållfasthetsparametrar	1,61	2,03	2:19-20
Utbyggda förhållanden, 50 kPa utbredd last, grundvattenyta höjd med 0,5 m	-	1,62	2:21

## 8.6 Slutsats stabilitetsanalys

### 8.6.1 Sektion A

Stabilitetsanalysen för sektion A visar att beräknade säkerhetsfaktorer mot stabilitetsbrott för befintliga förhållanden i området är tillfredställande enligt gällande krav och normer.

Stabilitetsanalys för sektion A vid utbyggda förhållanden, med en höjd markyta med 0,5 m, visar på en tillfredställande säkerhetsfaktor mot stabilitetsbrott.

Stabilitetsanalys med en utbredd last på maximalt 30 kPa ger en tillfredställande säkerhetsfaktor mot stabilitetsbrott. Detta motsvarar en uppfyllnad på ca 1,5 m eller en byggnad med 3 våningar. Samtliga känslighetsanalyser för denna last har resulterat i tillfredställande säkerhetsfaktorer mot stabilitetsbrott enligt gällande krav och normer.

## 8.6.2 Sektion B

Stabilitetsanalysen för sektion B visar att beräknade säkerhetsfaktorer mot stabilitetsbrott för befintliga förhållanden i området är tillfredställande enligt gällande krav och normer.

Stabilitetsanalys för sektionen vid utbyggda förhållanden, med en höjd markyta med 0,5 m, visar på en tillfredställande säkerhetsfaktor mot stabilitetsbrott.

Stabilitetsanalys med utbyggda förhållanden i enlighet med detaljplaneförslaget med en utbredd last på 70 kPa visar att tillfredställande säkerhetsfaktor mot stabilitetsbrott enligt gällande krav och normer ej uppnås. En last på 70 kPa motsvarar ungefär en uppfyllnad på ca 0,5 m tillsammans med en byggnad med 6 våningar.

Stabilitetsanalys med en utbredd last på maximalt 50 kPa ger en tillfredställande säkerhetsfaktor mot stabilitetsbrott. Samtliga känslighetsanalyser för denna last har resulterat i tillfredställande säkerhetsfaktorer mot stabilitetsbrott enligt gällande krav och normer.

# 9 Slutsatser och rekommendationer

## 9.1 Stabilitet

### 9.1.1 Delområde 1

Delområdets topografiska förhållanden och små yttre laster medför att lokalstabiliteten för befintliga förhållanden bedöms vara tillfredställande.

En eventuell ombyggnad av befintlig korsning för väg 168 (Marstrandsvägen) till en cirkulationsplats bedöms vara genomförbar ur stabilitetssynpunkt med förutsättning att markytans nivå inte förändras.

Inom delområdet bedöms kvicklera finnas och det är av yttersta vikt att stabilitetsförhållandena kontrolleras vid lokala schakter eller om yttre belastningar eller topografiska förhållanden förändras.

### 9.1.2 Delområde 2

Jordlagerföljden i kombination med de grunda djupen till berg medför att lokalstabiliteten bedöms vara tillfredställande för befintliga förhållanden. Enligt gällande exploateringsförslag ska ingen förändring av befintliga förhållanden ske.

Eventuell framtida byggnation i området bedöms vara genomförbar så länge stabilitetsförhållandena hanteras. De grunda jordlagren medför att eventuell framtida byggnation troligtvis grundläggs på berg.

Vid lokala schakter ska stabilitetsförhållandena kontrolleras.

### 9.1.3 Delområde 3

Inom delområdets södra del (inklusive området för en eventuell gångstig mot Ytterby Station) innebär jordlagerföljden i kombination med de grunda djupen till berg att lokalstabiliteten bedöms vara tillfredställande för befintliga förhållanden och vid framtida byggnation.

Inom delområdets västra del återfinns en befintlig grässlänt med en lutning på ca 1:5–1:6. Områdets jordlagerföljd och den relativt flacka markytan medför att lokalstabiliteten bedöms vara tillfredställande för befintliga förhållanden. Enligt gällande exploateringsförslag ska ingen förändring av befintliga förhållanden ske.

Eventuell framtida byggnation i området bedöms vara genomförbar så länge stabilitetsförhållandena hanteras. De grunda jordlagren medför att eventuell framtida byggnation troligtvis grundläggs på berg.

Innan uppfyllnad sker ska all organisk jord schaktas bort och ersättas med friktionsjord eller packad sprängsten.

Vid lokala schakter ska stabilitetsförhållandena kontrolleras.

### 9.1.4 Delområde 4

Delområdet består av en befintlig slänt med i huvudsak en lutning på ca 1:5–1:6, men lokalt förekommer lutningar på upp till ca 1:2. De brantare släntlutningarna förekommer i den del av området där jordlagerföljden utgörs av friktionsjord av ringa mäktighet på berg. Utförd stabilitetsanalys visar att stabiliteten är tillfredställande för befintliga förhållanden.

Enligt gällande exploateringsförslag planeras byggnation inom delområdets östra del med punkthus och lamellhus. Byggnation upp till 4 våningar bedöms vara genomförbar på befintliga jordar i detta område. För högre byggnader



rekommenderas att de relativt tunna jordlagret schaktas bort och att grundläggning sker på packat krossmaterial på berg.

I delområdets västra del som planeras för natur och komplementbyggnader bedöms byggnation i upp till 2 våningar, alternativt en uppfyllnad upp till 1,5 m vara genomförbart.

Innan byggnation sker ska all organisk jord och fyllnadsmassor schaktas bort och ersättas med friktionsjord eller packad sprängsten.

Vid lokala schakter ska stabilitetsförhållandena kontrolleras.

### 9.1.5 Delområde 5

Utbredningen av synligt berg i dagen inom delområdet innebär att befintliga byggnader troligtvis är grundlagda på packad fyllning på berg. Jordlagerföljden i kombination med de grunda djupen till berg medför att lokalstabiliteten bedöms vara tillfredställande för befintliga förhållanden.

Enligt gällande exploateringsförslag ska ungefär hälften av befintliga byggnader utökas med ytterligare 1–2 våningar. Ur stabilitetssynpunkt bedöms en tillbyggnad av befintliga byggnader inte påverka lokalstabiliteten. Huruvida byggnadens konstruktion hanterar en ytterligare last behandlas inte inom denna utredning.

Inom delområdet planeras en fjärrvärmeledning vilket troligtvis innebär schaktarbeten i berg eller fyllning.

Vid lokala schakter ska stabilitetsförhållandena kontrolleras.

## 9.2 Sättningar

### 9.2.1 Delområde 1

Jordlagerföljden i den norra delen av delområdet utgörs i huvudsak av lera. Lera är sättningsbenägen och sättningar förutsätts uppstå även vid mindre laster. Enligt exploateringsförslaget kommer markytans nivå inte att förändras.

Vid förändring av exploateringsförslaget måste eventuella sättningar hanteras.

### 9.2.2 Delområde 2

Jordlagerföljden inom delområdet utgörs i huvudsak av friktionsjord med ringa jorddjup eller berg i dagen. Sättningarnas storlek, vid måttliga laster, förutsätts bli små och ske relativt snabbt.

### 9.2.3 Delområde 3

Jordlagerföljden inom delområdet utgörs i huvudsak av friktionsjord med ringa jorddjup. Sättningarnas storlek, vid måttliga laster, förutsätts bli små och ske relativt snabbt. Enligt exploateringsförslaget kommer markytans nivå inte förändras.

Vid förändring av exploateringsförslaget måste eventuella sättningar hanteras.

#### 9.2.4 Delområde 4

Jordlagerföljden inom delområdet utgörs delvis av lera. Lera är sättningsbenägen, men de ringa jorddjupen innebär att sättningarnas storlek, vid måttliga laster, förutsätts bli små och ske relativt snabbt.

För planerad byggnation finns risk för skadliga differenssättningar. I fall där grundläggning sker på områden med både lera och friktionsjord eller berg i dagen, rekommenderas antingen att grundläggning sker på plintar ned till berg alternativt att leran schaktas bort och ersätts med packat krossmaterial.

#### 9.2.5 Delområde 5

Jordlagerföljden inom delområdet utgörs i huvudsak av friktionsjord med ringa jorddjup eller berg i dagen. Sättningarnas storlek, vid måttliga laster, förutsätts bli små och ske relativt snabbt.

### 9.3 Grundläggning

Vid grundläggning av nya byggnader rekommenderas att bergytan schaktas fram och att grundläggning sker på packat krossmaterial på berg.

Enligt gällande exploateringsförslag ska ungefär hälften av befintliga byggnader utökas med ytterligare 1–2 våningar. Troligtvis är befintlig bebyggelse grundlagd på berg alternativt packad fyllning. Ur sättnings synpunkt bedöms en tillbyggnad av befintliga byggnader inte innebära nya sättningar. Huruvida byggnadens konstruktion hanterar en ytterligare last behandlas inte inom denna utredning.

Eftersom gällande exploateringsförslag är en tidig skiss, krävs ytterligare kontroll när hustyp och våningsantal är bestämt för att en fullgod grundläggning ska kunna erhållas.

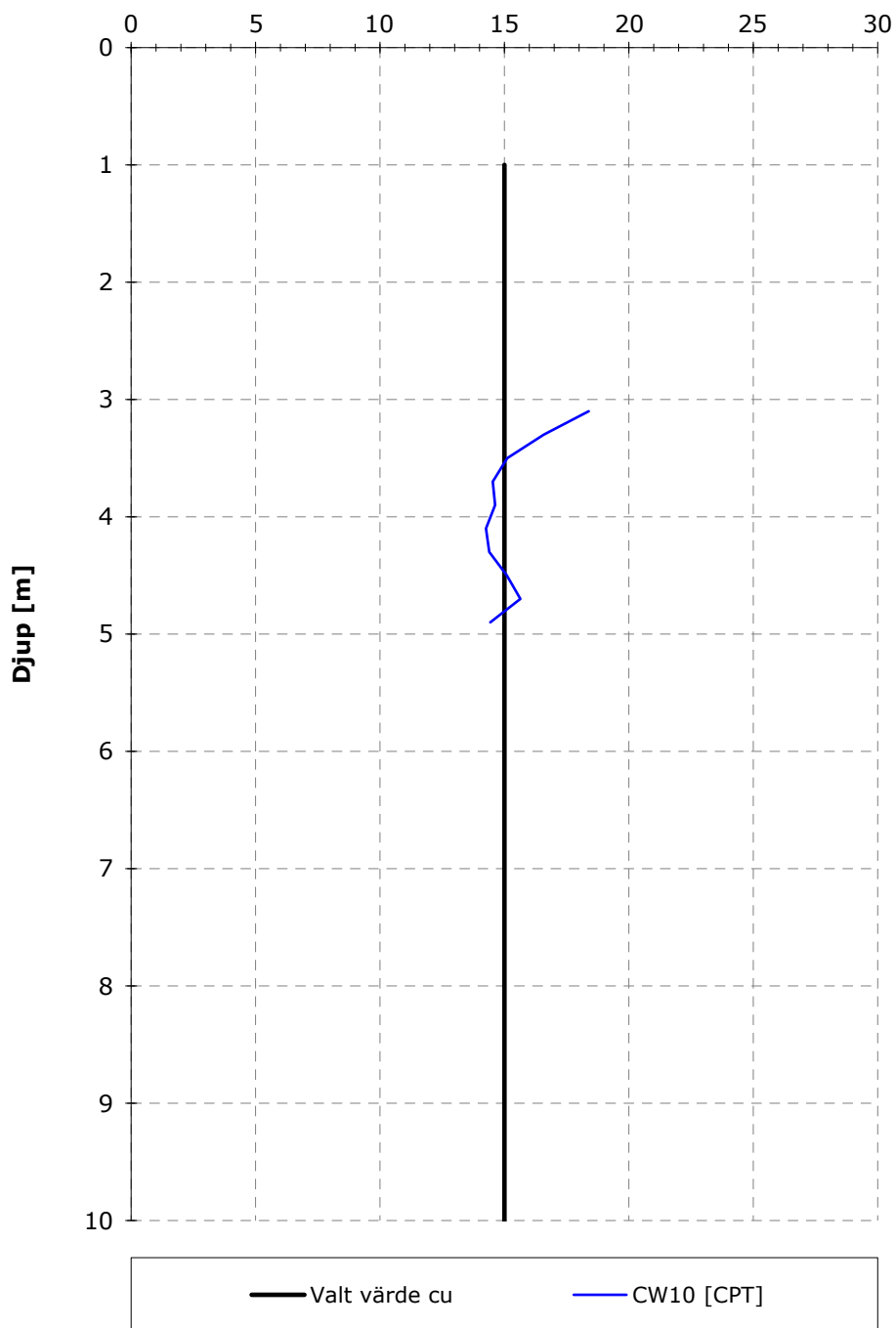
# BILAGA 1

## DIAGRAM SKJUVHÅLLFASTHET

Projekt: Detaljplan Baljan

Uppdragsnummer: A130140

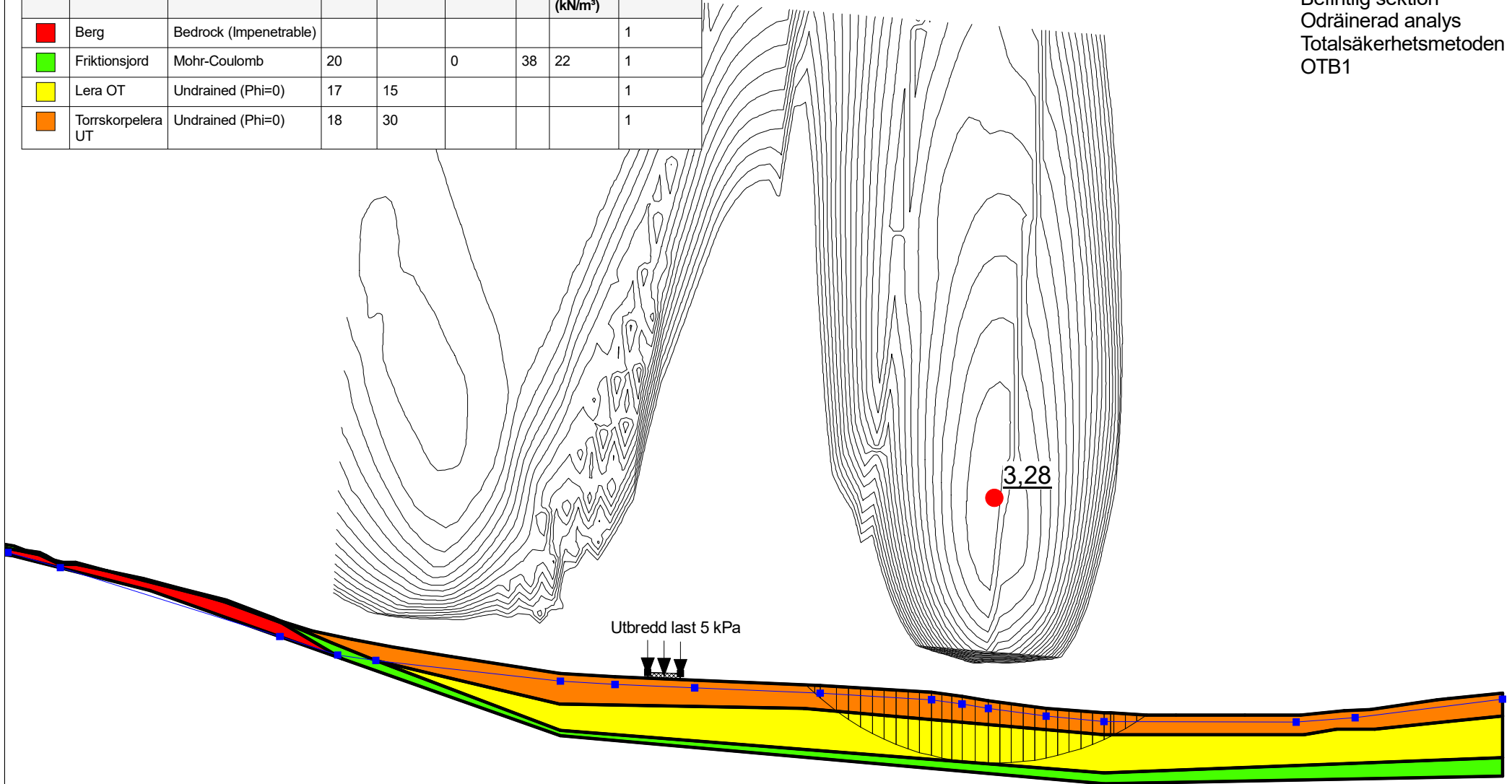
### Odränerad skjuvhållfasthet, korrigerad (kPa)



# BILAGA 2

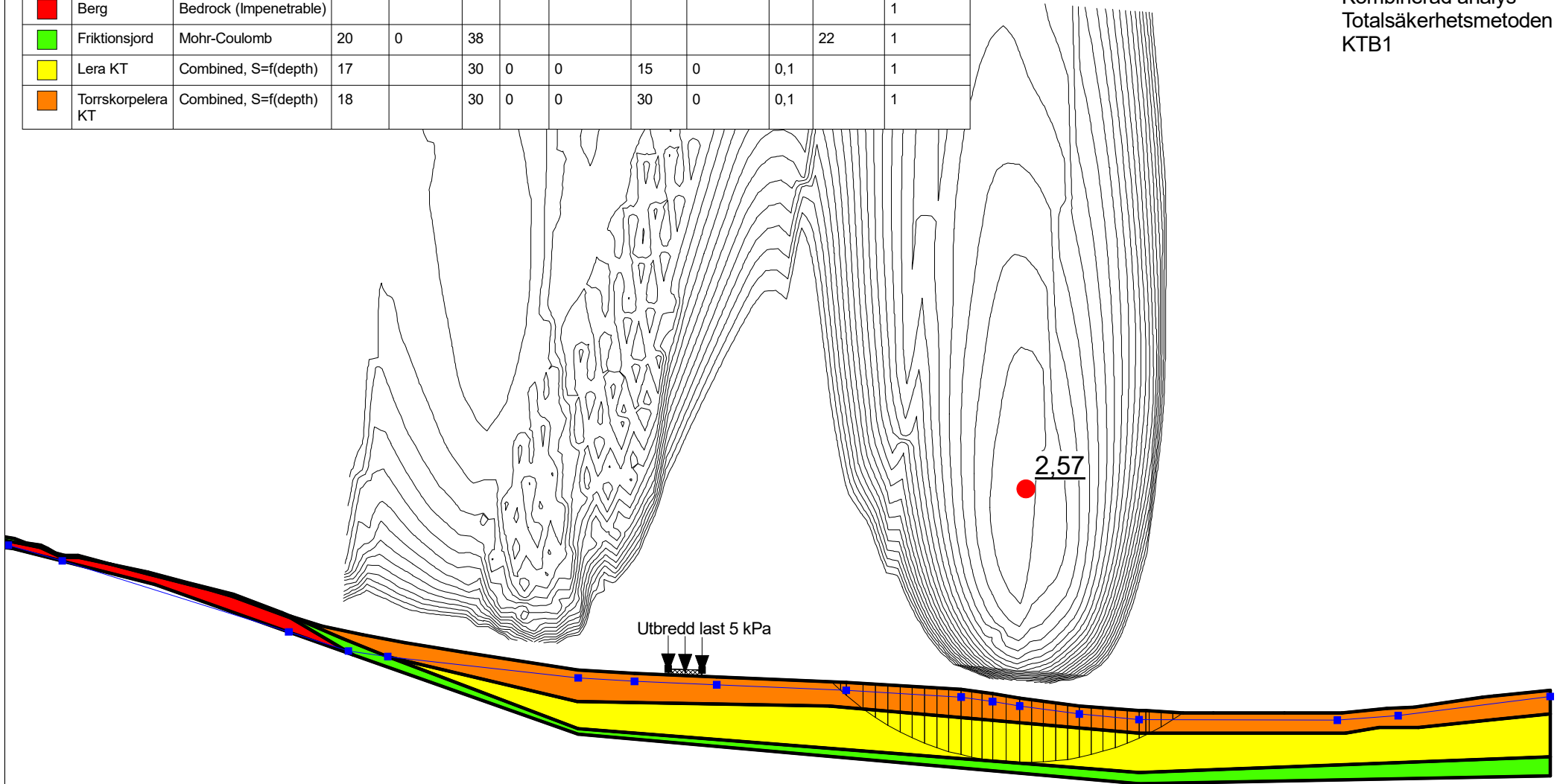
Beskrivning:  
 Detaljplan Baljan  
 Sektion A  
 Befintlig sektion  
 Odränerad analys  
 Totalsäkerhetsmetoden  
 OTB1

Color	Name	Model	Unit Weight (kN/m <sup>3</sup> )	Cohesion (kPa)	Cohesion' (kPa)	Phi' (°)	Constant Unit Wt. Above Water Table (kN/m <sup>3</sup> )	Piezometric Line
■	Berg	Bedrock (Impenetrable)						1
■	Friktionsjord	Mohr-Coulomb	20		0	38	22	1
■	Lera OT	Undrained (Phi=0)	17	15				1
■	Torrskorpelera UT	Undrained (Phi=0)	18	30				1



Beskrivning:  
 Detaljplan Baljan  
 Sektion A  
 Befintlig sektion  
 Kombinerad analys  
 Totalsäkerhetsmetoden  
 KTB1

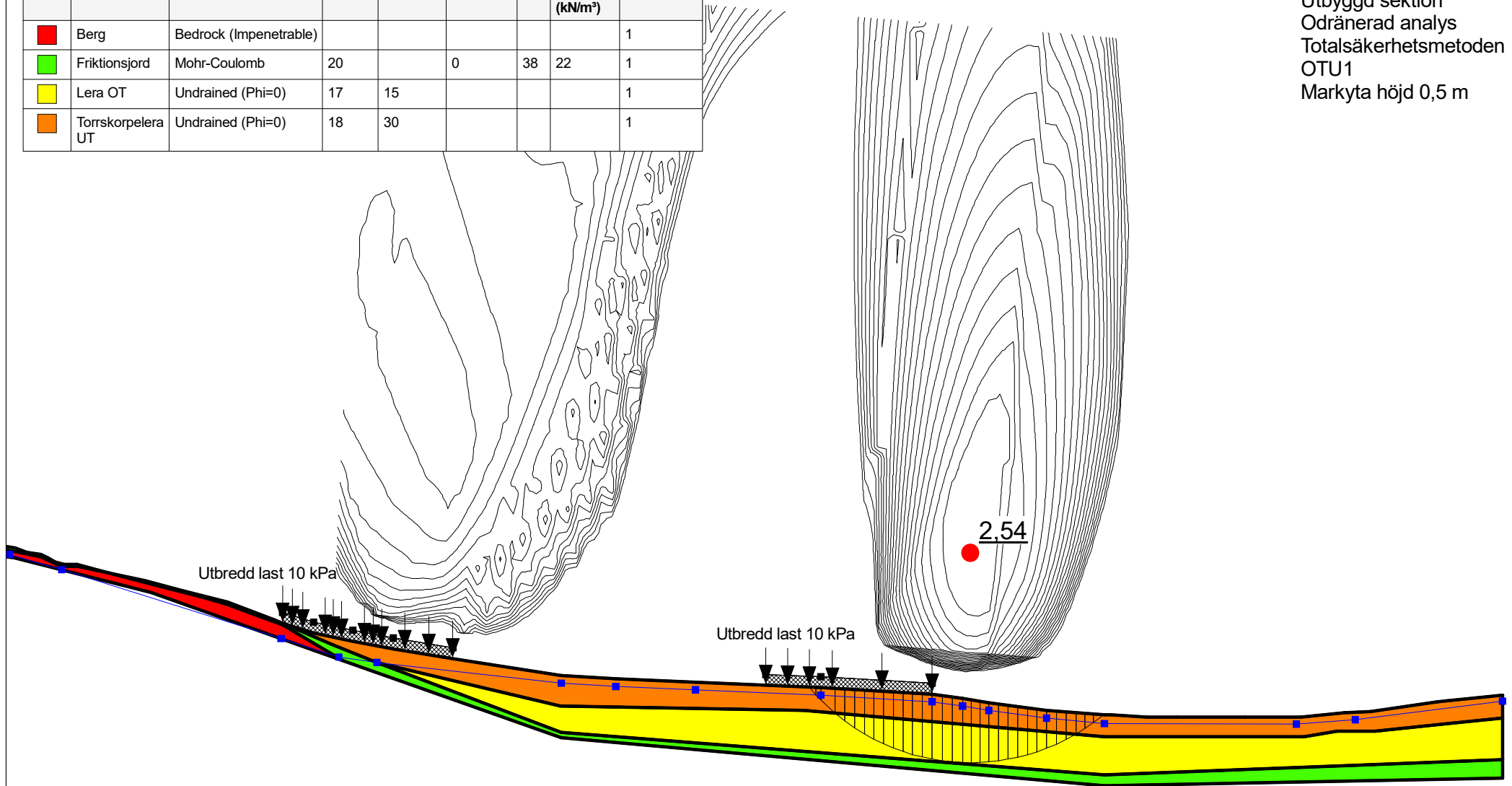
Color	Name	Model	Unit Weight (kN/m <sup>3</sup> )	Cohesion' (kPa)	Phi' (°)	C-Top of Layer (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m <sup>2</sup> )/m)	Cu-Top of Layer (kPa)	Cu-Rate of Change ((kN/m <sup>2</sup> )/m)	C/Cu Ratio	Constant Unit Wt. Above Water Table (kN/m <sup>3</sup> )	Piezometric Line
■	Berg	Bedrock (Impenetrable)										1
■	Friktionsjord	Mohr-Coulomb	20	0	38						22	1
■	Lera KT	Combined, S=f(depth)	17		30	0	0	15	0	0,1		1
■	Torrskorpelera KT	Combined, S=f(depth)	18		30	0	0	30	0	0,1		1





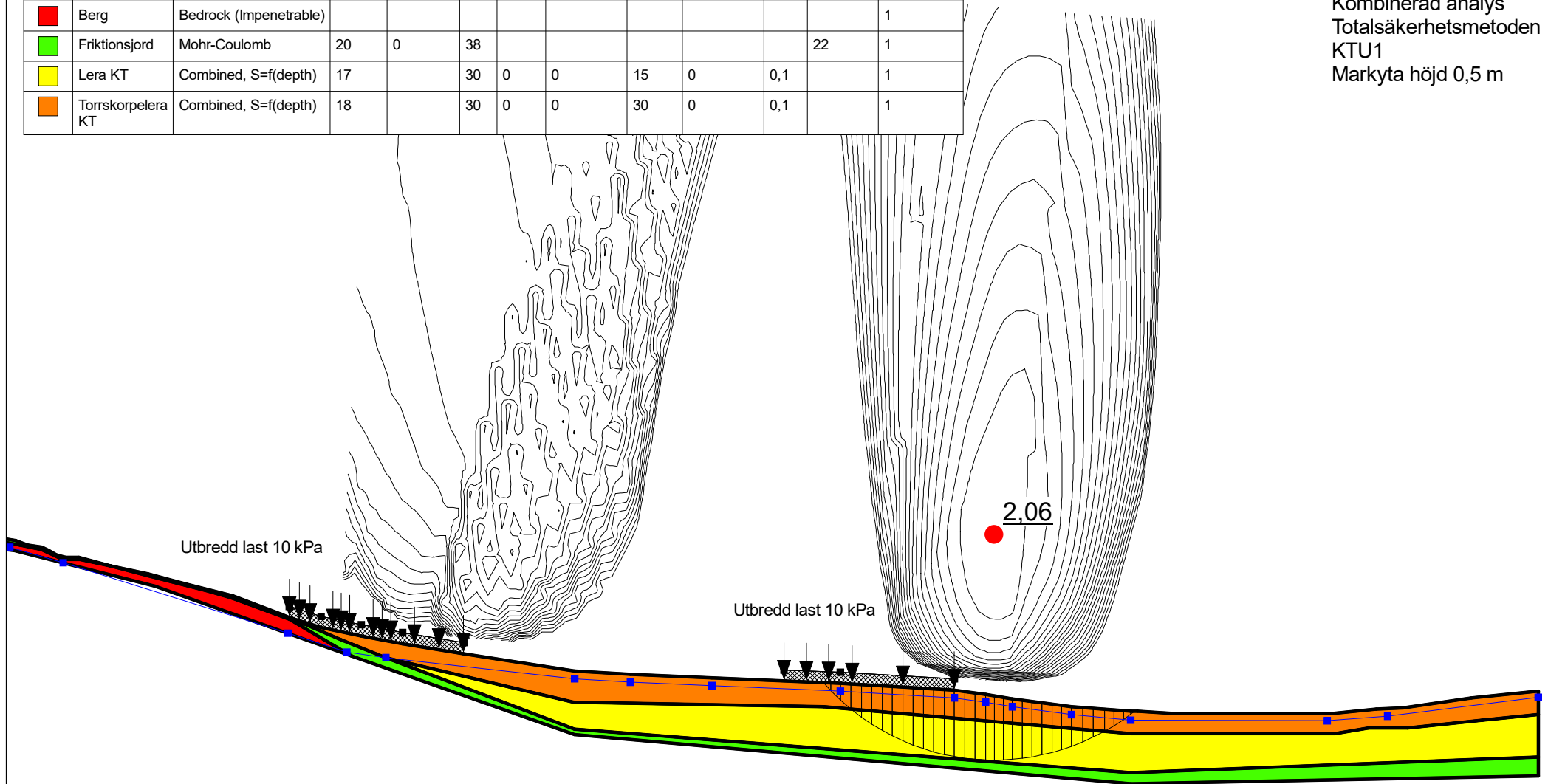
Beskrivning:  
 Detaljplan Baljan  
 Sektion A  
 Utbyggd sektion  
 Odränerad analys  
 Totalsäkerhetsmetoden  
 OTU1  
 Markyta höjd 0,5 m

Color	Name	Model	Unit Weight (kN/m <sup>3</sup> )	Cohesion (kPa)	Cohesion' (kPa)	Phi' (°)	Constant Unit Wt. Above Water Table (kN/m <sup>3</sup> )	Piezometric Line
■	Berg	Bedrock (Impenetrable)						1
■	Friktionsjord	Mohr-Coulomb	20		0	38	22	1
■	Lera OT	Undrained (Phi=0)	17	15				1
■	Torrskorpelera UT	Undrained (Phi=0)	18	30				1



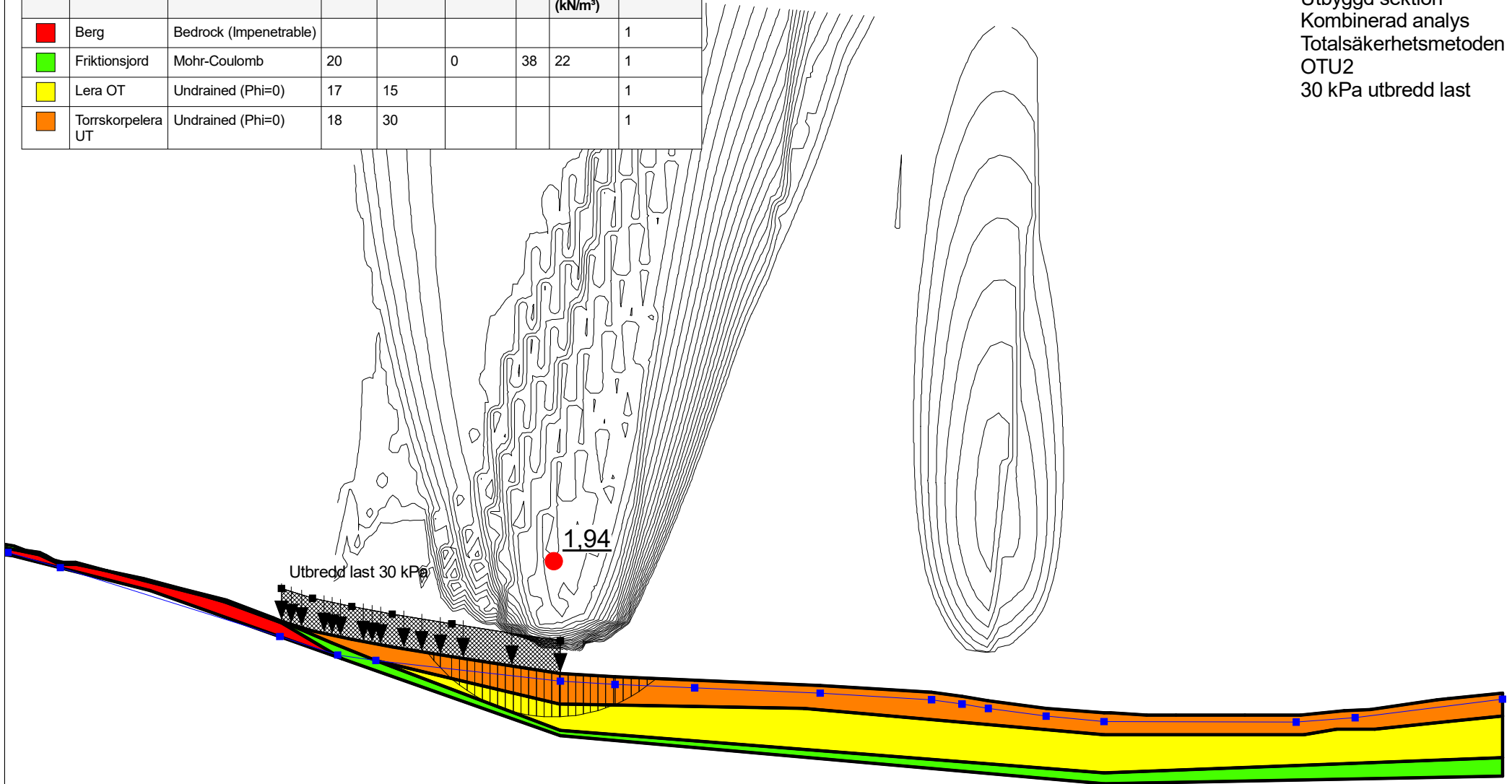
Beskrivning:  
 Detaljplan Baljan  
 Sektion A  
 Utbyggd sektion  
 Kombinerad analys  
 Totalsäkerhetsmetoden  
 KTU1  
 Markyta höjd 0,5 m

Color	Name	Model	Unit Weight (kN/m <sup>3</sup> )	Cohesion' (kPa)	Phi' (°)	C-Top of Layer (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m <sup>2</sup> )/m)	Cu-Top of Layer (kPa)	Cu-Rate of Change ((kN/m <sup>2</sup> )/m)	C/Cu Ratio	Constant Unit Wt. Above Water Table (kN/m <sup>3</sup> )	Piezometric Line
■	Berg	Bedrock (Impenetrable)										1
■	Friktionsjord	Mohr-Coulomb	20	0	38						22	1
■	Lera KT	Combined, S=f(depth)	17		30	0	0	15	0	0,1		1
■	Torrskorpelera KT	Combined, S=f(depth)	18		30	0	0	30	0	0,1		1



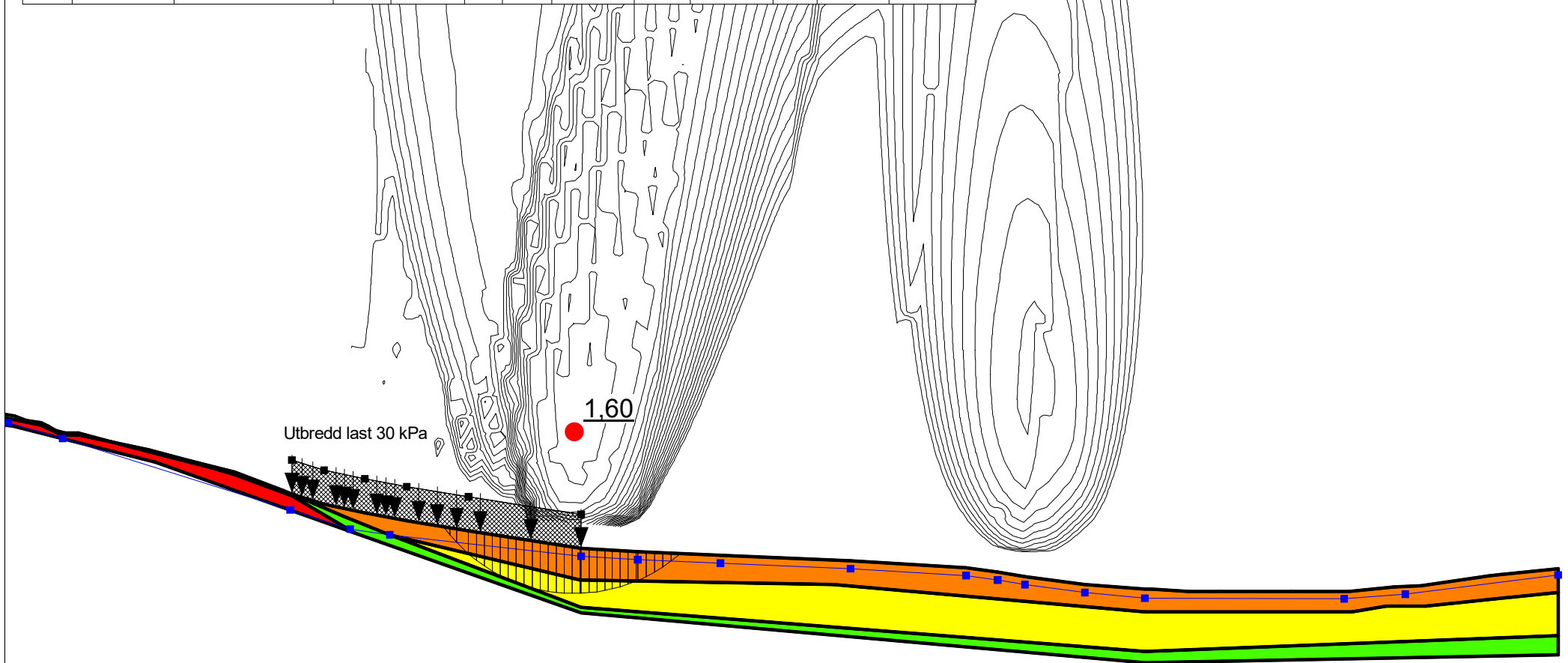
Beskrivning:  
 Detaljplan Baljan  
 Sektion A  
 Utbyggd sektion  
 Kombinerad analys  
 Totalsäkerhetsmetoden  
 OTU2  
 30 kPa utbredd last

Color	Name	Model	Unit Weight (kN/m <sup>3</sup> )	Cohesion (kPa)	Cohesion' (kPa)	Phi' (°)	Constant Unit Wt. Above Water Table (kN/m <sup>3</sup> )	Piezometric Line
■	Berg	Bedrock (Impenetrable)						1
■	Friktionsjord	Mohr-Coulomb	20		0	38	22	1
■	Lera OT	Undrained (Phi=0)	17	15				1
■	Torrskorpelera UT	Undrained (Phi=0)	18	30				1



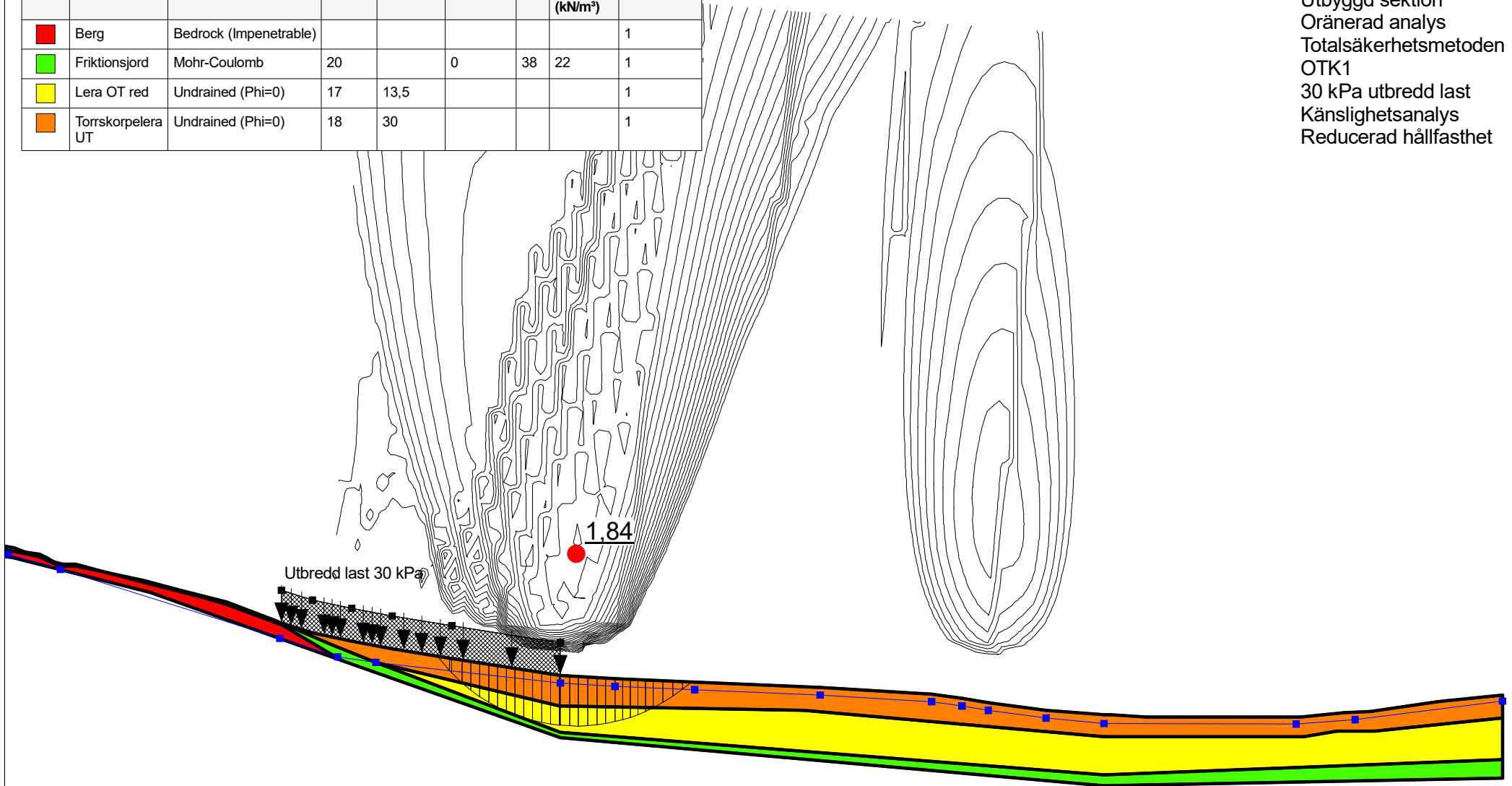
Beskrivning:  
 Detaljplan Baljan  
 Sektion A  
 Utbyggd sektion  
 Kombinerad analys  
 Totalsäkerhetsmetoden  
 KTU2  
 30 kPa utbredd last

Color	Name	Model	Unit Weight (kN/m <sup>3</sup> )	Cohesion' (kPa)	Phi' (°)	C-Top of Layer (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m <sup>2</sup> )/m)	Cu-Top of Layer (kPa)	Cu-Rate of Change ((kN/m <sup>2</sup> )/m)	C/Cu Ratio	Constant Unit Wt. Above Water Table (kN/m <sup>3</sup> )	Piezometric Line
■	Berg	Bedrock (Impenetrable)										1
■	Friktionsjord	Mohr-Coulomb	20	0	38						22	1
■	Lera KT	Combined, S=f(depth)	17		30	0	0	15	0	0,1		1
■	Torrskorpelera KT	Combined, S=f(depth)	18		30	0	0	30	0	0,1		1



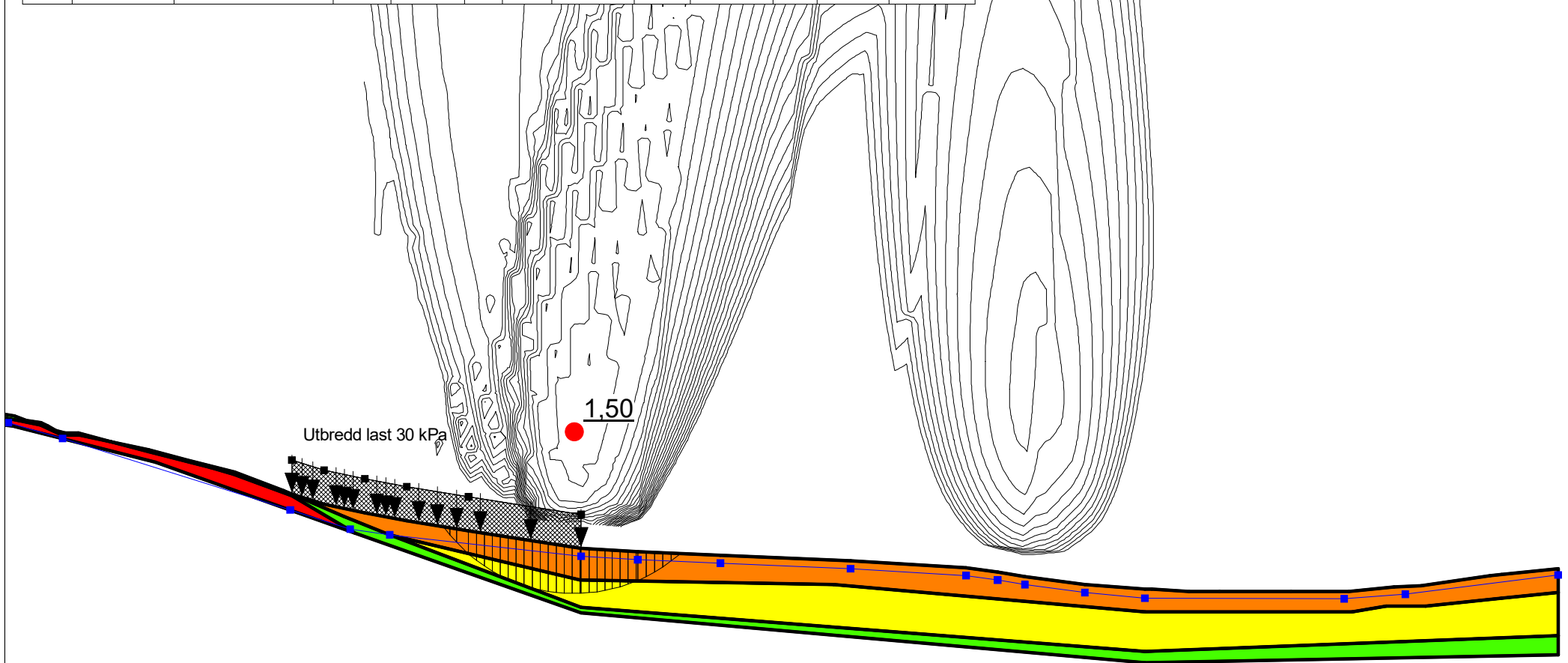
Beskrivning:  
 Detaljplan Baljan  
 Sektion A  
 Utbyggd sektion  
 Oränerad analys  
 Totalsäkerhetsmetoden  
 OTK1  
 30 kPa utbredd last  
 Känslighetsanalys  
 Reducerad hållfasthet

Color	Name	Model	Unit Weight (kN/m <sup>3</sup> )	Cohesion (kPa)	Cohesion' (kPa)	Phi' (°)	Constant Unit Wt. Above Water Table (kN/m <sup>3</sup> )	Piezometric Line
■	Berg	Bedrock (Impenetrable)						1
■	Friktionsjord	Mohr-Coulomb	20		0	38	22	1
■	Lera OT red	Undrained (Phi=0)	17	13,5				1
■	Torrskorpelera UT	Undrained (Phi=0)	18	30				1



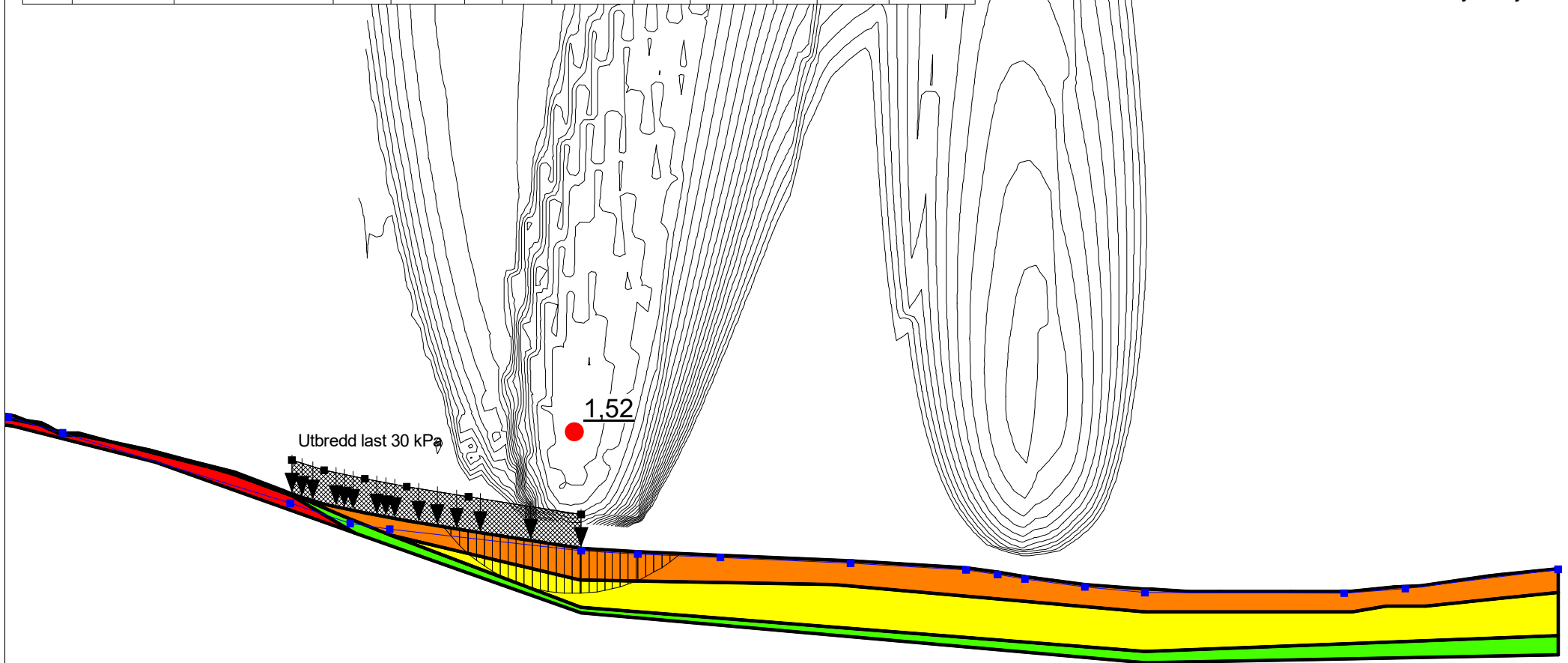
Beskrivning:  
 Detaljplan Baljan  
 Sektion A  
 Utbyggd sektion  
 Kombinerad analys  
 Totalsäkerhetsmetoden  
 KTK1  
 30 kPa utbredd last  
 Känslighetsanalys  
 Reducerad hållfasthet

Color	Name	Model	Unit Weight (kN/m <sup>3</sup> )	Cohesion' (kPa)	Phi' (°)	C-Top of Layer (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m <sup>2</sup> )/m)	Cu-Top of Layer (kPa)	Cu-Rate of Change ((kN/m <sup>2</sup> )/m)	C/Cu Ratio	Constant Unit Wt. Above Water Table (kN/m <sup>3</sup> )	Piezometric Line
■	Berg	Bedrock (Impenetrable)										1
■	Friktionsjord	Mohr-Coulomb	20	0	38						22	1
■	Lera KT red	Combined, S=f(depth)	17		27	0	0	13,5	0	0,1		1
■	Torrskorpelera KT	Combined, S=f(depth)	18		30	0	0	30	0	0,1		1



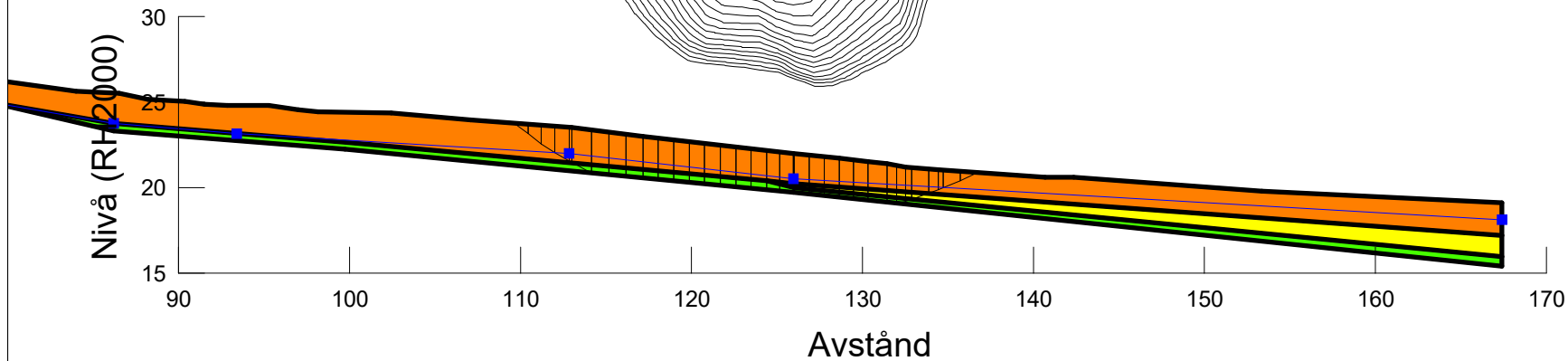
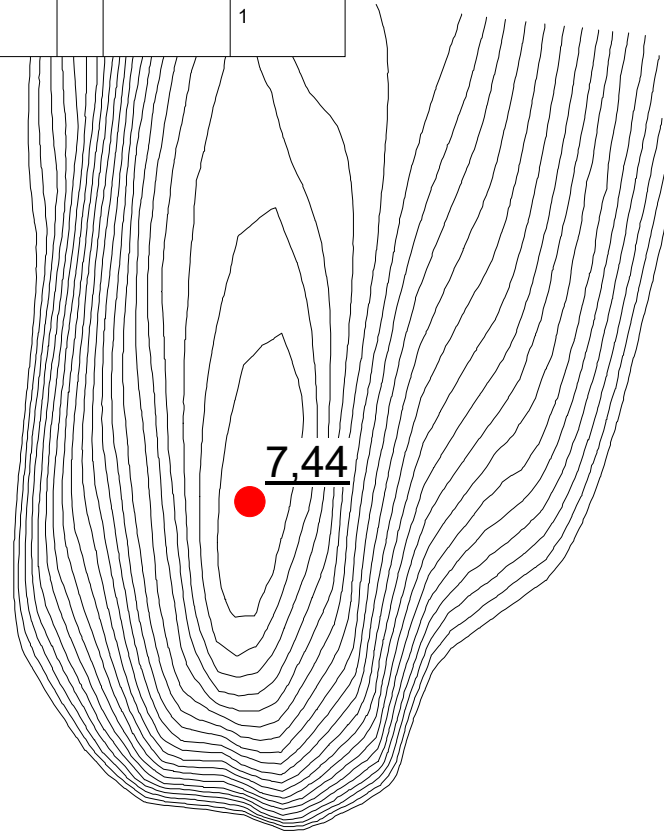
Beskrivning:  
 Detaljplan Baljan  
 Sektion A  
 Utbyggd sektion  
 Kombinerad analys  
 Totalsäkerhetsmetoden  
 KTK2  
 30 kPa utbredd last  
 Känslighetsanalys  
 Grundvattenyta höjd

Color	Name	Model	Unit Weight (kN/m <sup>3</sup> )	Cohesion' (kPa)	Phi' (°)	C-Top of Layer (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m <sup>2</sup> )/m)	Cu-Top of Layer (kPa)	Cu-Rate of Change ((kN/m <sup>2</sup> )/m)	C/Cu Ratio	Constant Unit Wt. Above Water Table (kN/m <sup>3</sup> )	Piezometric Line
■	Berg	Bedrock (Impenetrable)										1
■	Friktionsjord	Mohr-Coulomb	20	0	38						22	1
■	Lera KT	Combined, S=f(depth)	17		30	0	0	15	0	0,1		1
■	Torrskorpelera KT	Combined, S=f(depth)	18		30	0	0	30	0	0,1		1



Beskrivning:  
 Detaljplan Baljan  
 Sektion B  
 Befintlig sektion  
 Odränerad analys  
 Totalsäkerhetsmetoden  
 OTB1

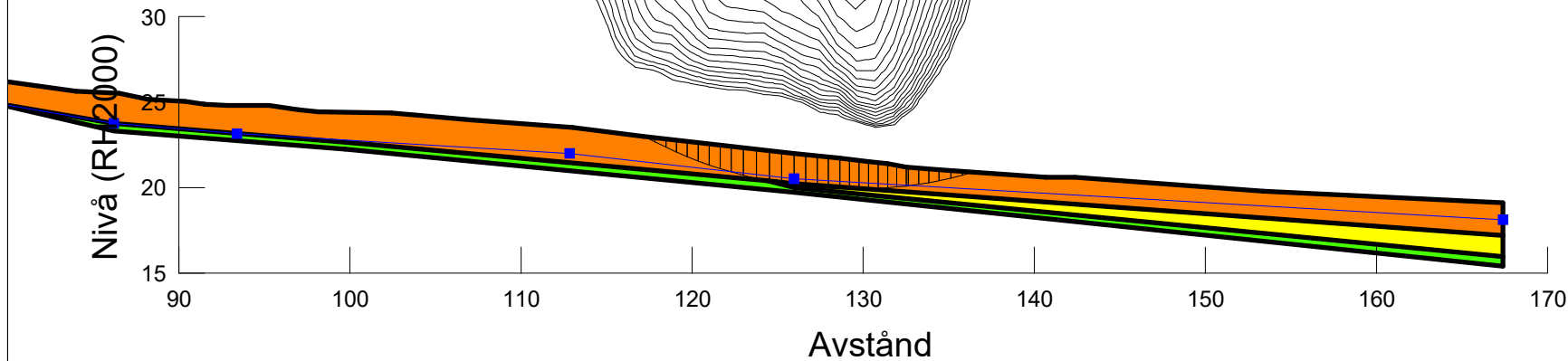
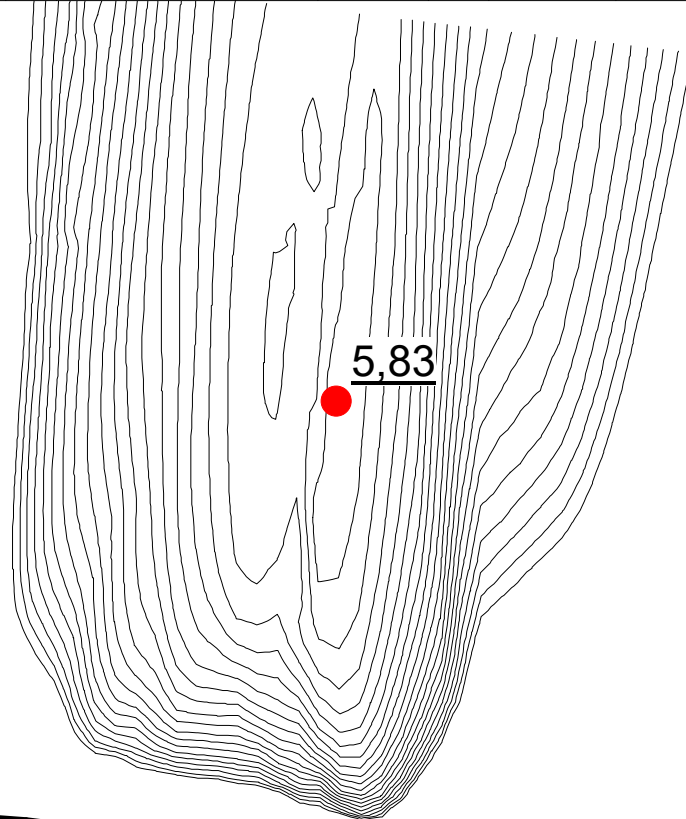
Color	Name	Model	Unit Weight (kN/m <sup>3</sup> )	Cohesion (kPa)	Cohesion' (kPa)	Phi' (°)	Constant Unit Wt. Above Water Table (kN/m <sup>3</sup> )	Piezometric Line
■	Friktionsjord	Mohr-Coulomb	20		0	38	22	1
■	Lera OT	Undrained (Phi=0)	17	15				1
■	Torrskorpelera UT	Undrained (Phi=0)	18	30				1





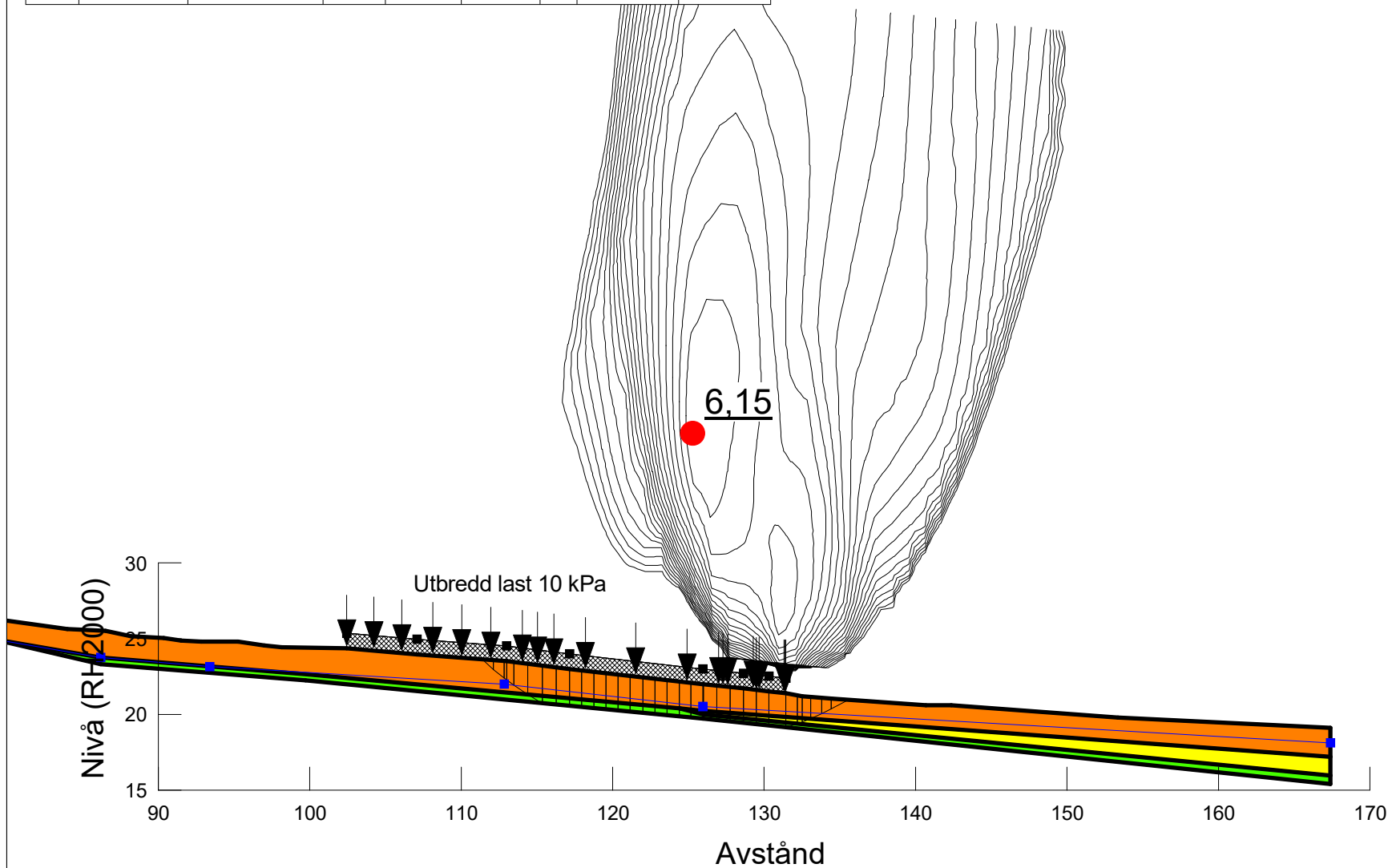
Beskrivning:  
 Detaljplan Baljan  
 Sektion B  
 Befintlig sektion  
 Kombinerad analys  
 Totalsäkerhetsmetoden  
 KTB1

Color	Name	Model	Unit Weight (kN/m <sup>3</sup> )	Cohesion' (kPa)	Phi' (°)	C-Top of Layer (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m <sup>2</sup> )/m)	Cu-Top of Layer (kPa)	Cu-Rate of Change ((kN/m <sup>2</sup> )/m)	C/Cu Ratio	Constant Unit Wt. Above Water Table (kN/m <sup>3</sup> )	Piezometric Line
■	Friktionsjord	Mohr-Coulomb	20	0	38						22	1
■	Lera KT	Combined, S=f(depth)	17		30	0	0	15	0	0,1		1
■	Torrskorpelera KT	Combined, S=f(depth)	18		30	0	0	30	0	0,1		1



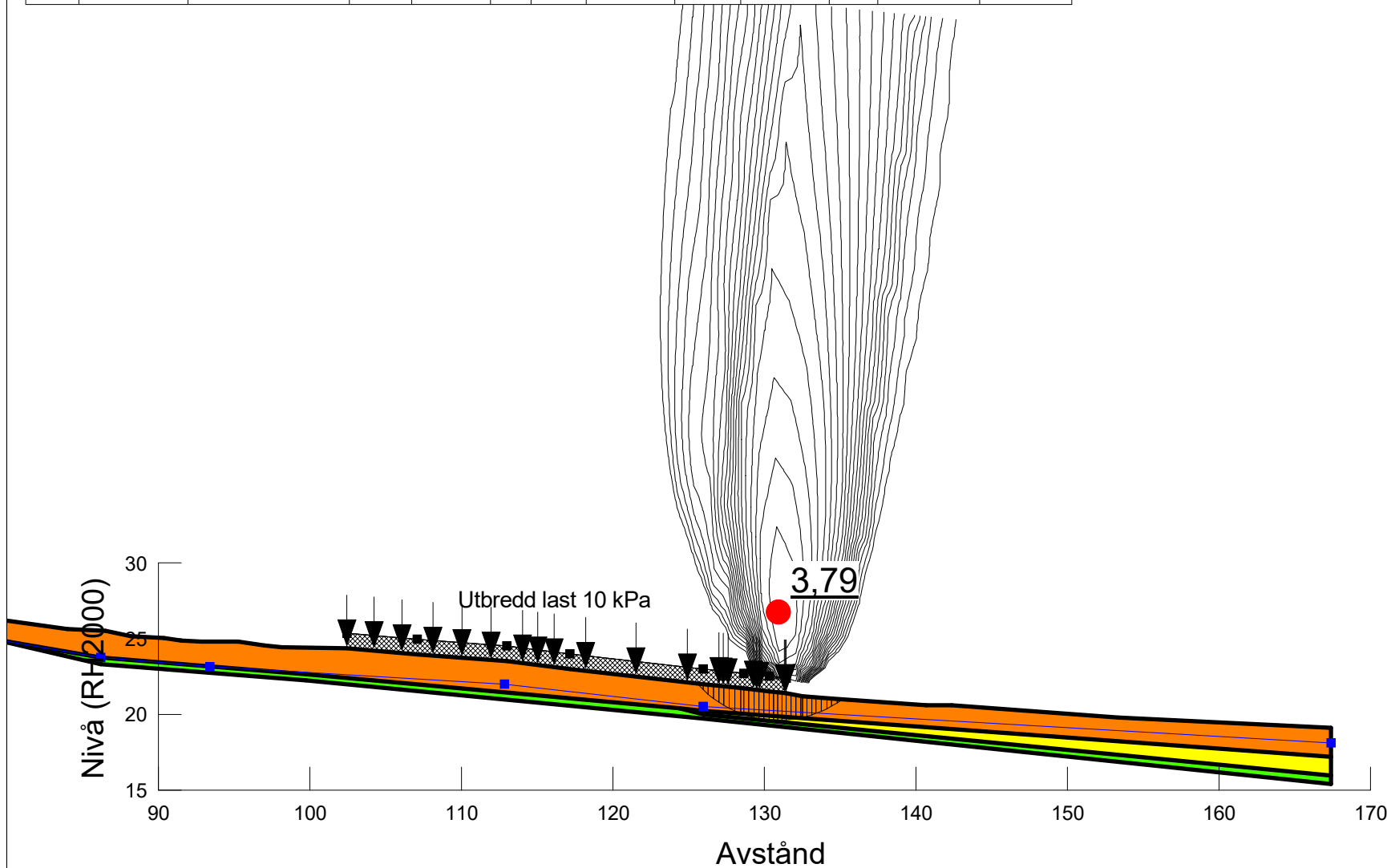
Beskrivning:  
 Detaljplan Baljan  
 Sektion B  
 Utbyggd sektion  
 Odränerad analys  
 Totalsäkerhetsmetoden  
 OTU1  
 Markyta höjd 0,5 m

Color	Name	Model	Unit Weight (kN/m <sup>3</sup> )	Cohesion (kPa)	Cohesion' (kPa)	Phi' (°)	Constant Unit Wt. Above Water Table (kN/m <sup>3</sup> )	Piezometric Line
■	Friktionsjord	Mohr-Coulomb	20		0	38	22	1
■	Lera OT	Undrained (Phi=0)	17	15				1
■	Torrskorpelera UT	Undrained (Phi=0)	18	30				1



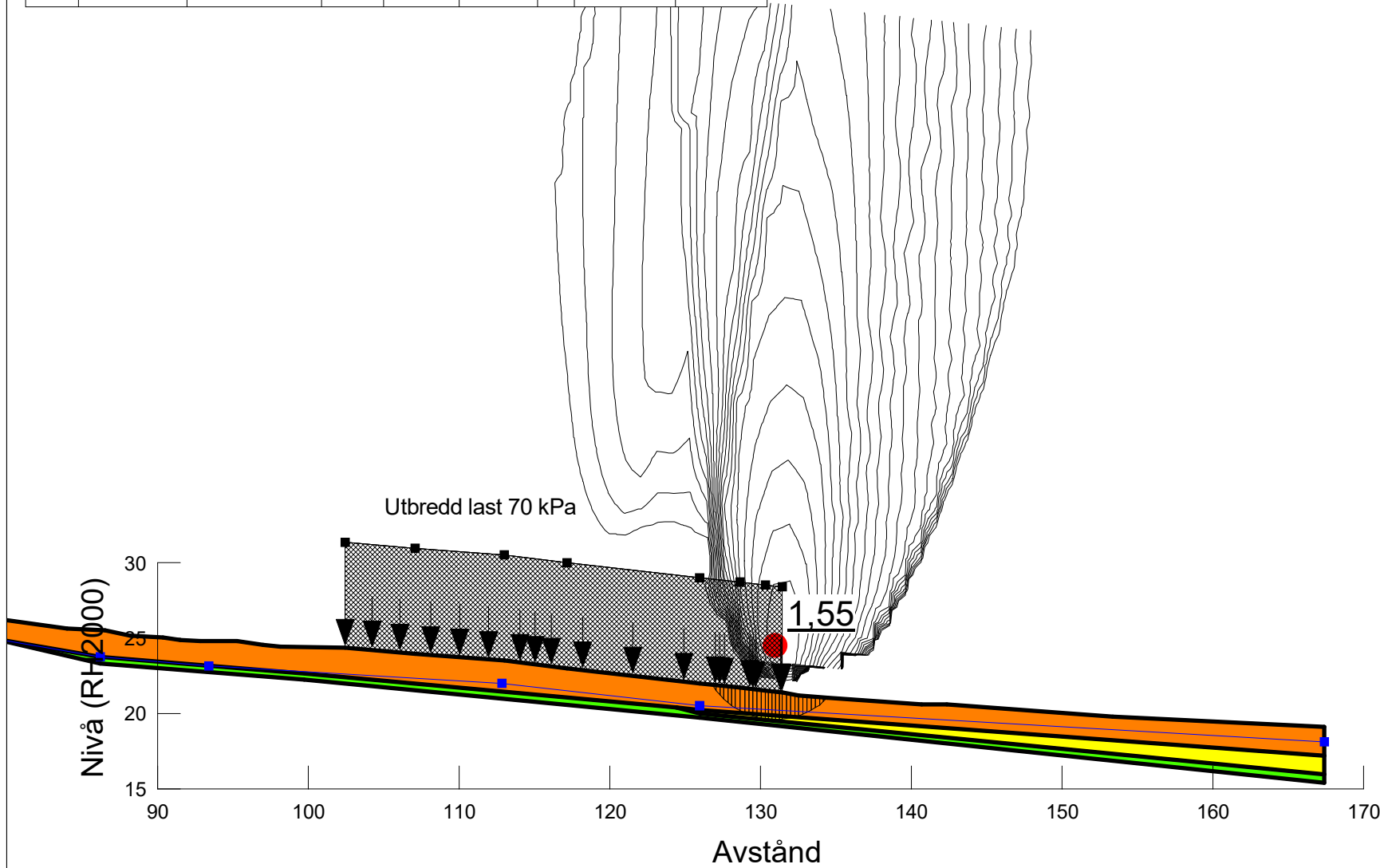
Beskrivning:  
 Detaljplan Baljan  
 Sektion B  
 Utbyggd sektion  
 Kombinerad analys  
 Totalsäkerhetsmetoden  
 KTU1  
 Markyta höjd 0,5 m

Color	Name	Model	Unit Weight (kN/m <sup>3</sup> )	Cohesion' (kPa)	Phi' (°)	C-Top of Layer (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m <sup>2</sup> )/m)	Cu-Top of Layer (kPa)	Cu-Rate of Change ((kN/m <sup>2</sup> )/m)	C/Cu Ratio	Constant Unit Wt. Above Water Table (kN/m <sup>3</sup> )	Piezometric Line
■	Friktionsjord	Mohr-Coulomb	20	0	38						22	1
■	Lera KT	Combined, S=f(depth)	17		30	0	0	15	0	0,1		1
■	Torrskorpelera KT	Combined, S=f(depth)	18		30	0	0	30	0	0,1		1



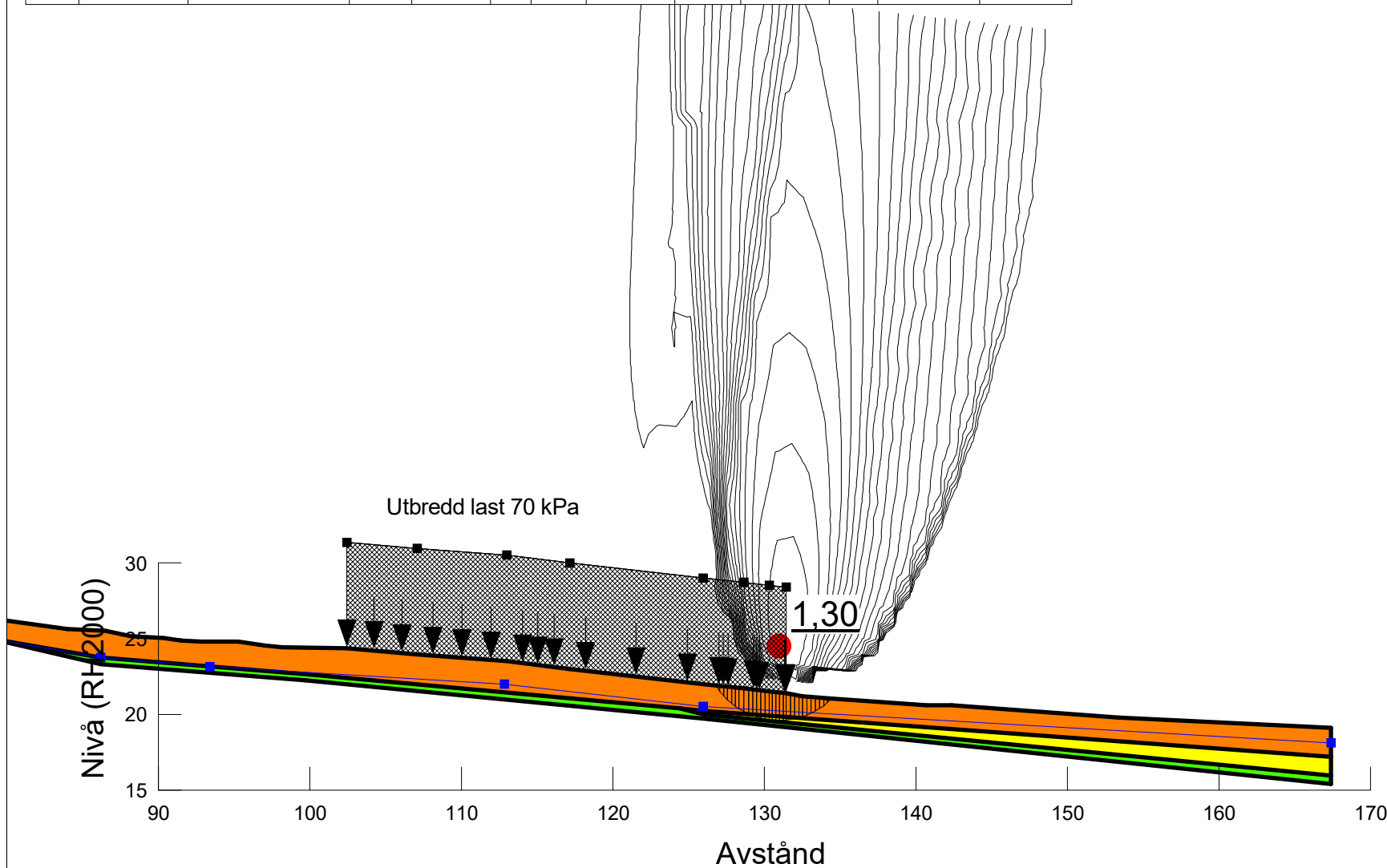
Beskrivning:  
 Detaljplan Baljan  
 Sektion B  
 Utbyggd sektion  
 Odränerad analys  
 Totalsäkerhetsmetoden  
 OTU2  
 Markyta höjd 0,5 m  
 Last från 6-våningshus

Color	Name	Model	Unit Weight (kN/m <sup>3</sup> )	Cohesion (kPa)	Cohesion' (kPa)	Phi' (°)	Constant Unit Wt. Above Water Table (kN/m <sup>3</sup> )	Piezometric Line
■	Friktionsjord	Mohr-Coulomb	20		0	38	22	1
■	Lera OT	Undrained (Phi=0)	17	15				1
■	Torrskorpelera UT	Undrained (Phi=0)	18	30				1



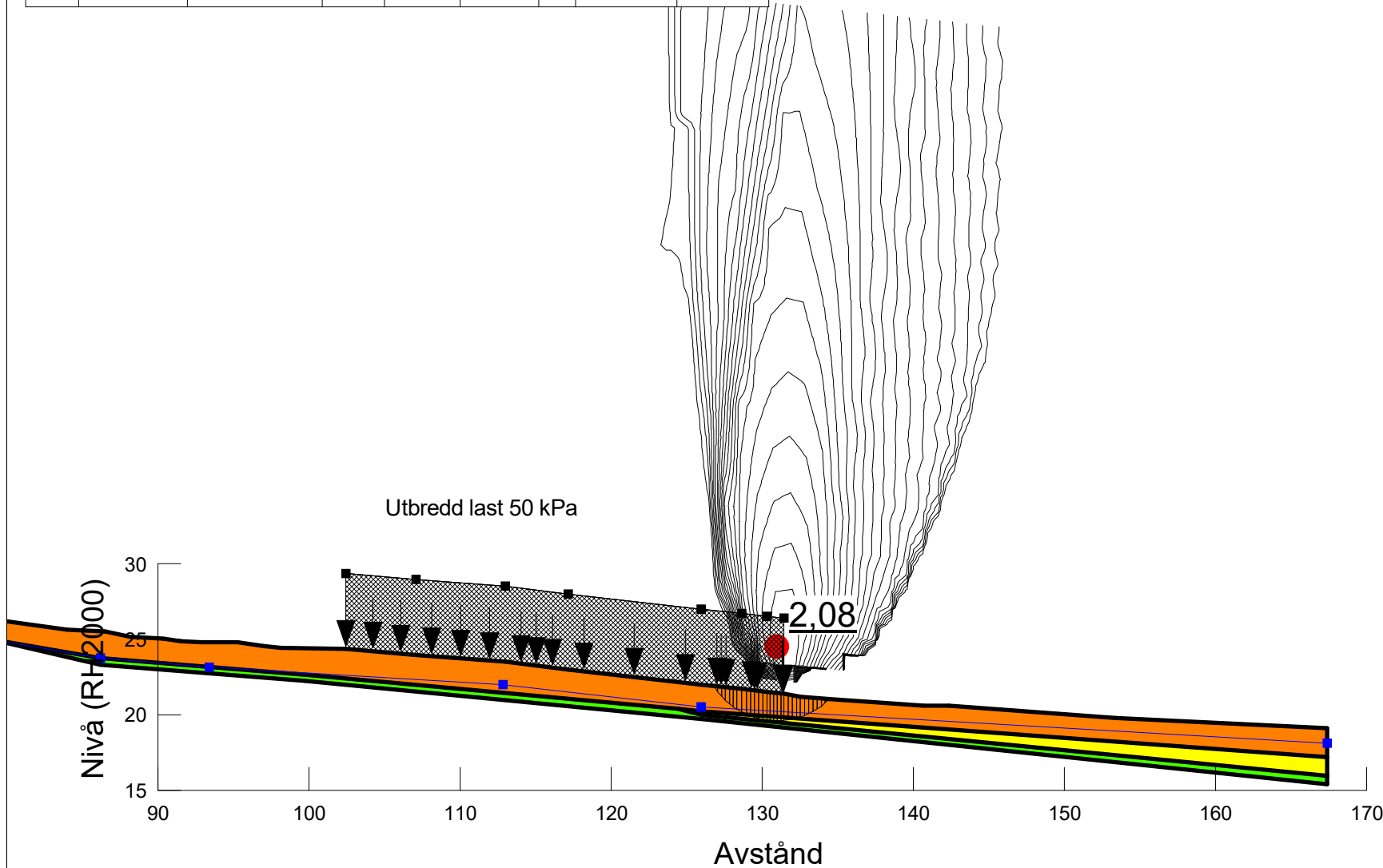
Beskrivning:  
 Detaljplan Baljan  
 Sektion B  
 Utbyggd sektion  
 Kombinerad analys  
 Totalsäkerhetsmetoden  
 KTU2  
 Markyta höjd 0,5 m  
 Last från 6-våningshus

Color	Name	Model	Unit Weight (kN/m <sup>3</sup> )	Cohesion' (kPa)	Phi' (°)	C-Top of Layer (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m <sup>2</sup> )/m)	Cu-Top of Layer (kPa)	Cu-Rate of Change ((kN/m <sup>2</sup> )/m)	C/Cu Ratio	Constant Unit Wt. Above Water Table (kN/m <sup>3</sup> )	Piezometric Line
■	Friktionsjord	Mohr-Coulomb	20	0	38						22	1
■	Lera KT	Combined, S=f(depth)	17		30	0	0	15	0	0,1		1
■	Torrskorpelera KT	Combined, S=f(depth)	18		30	0	0	30	0	0,1		1



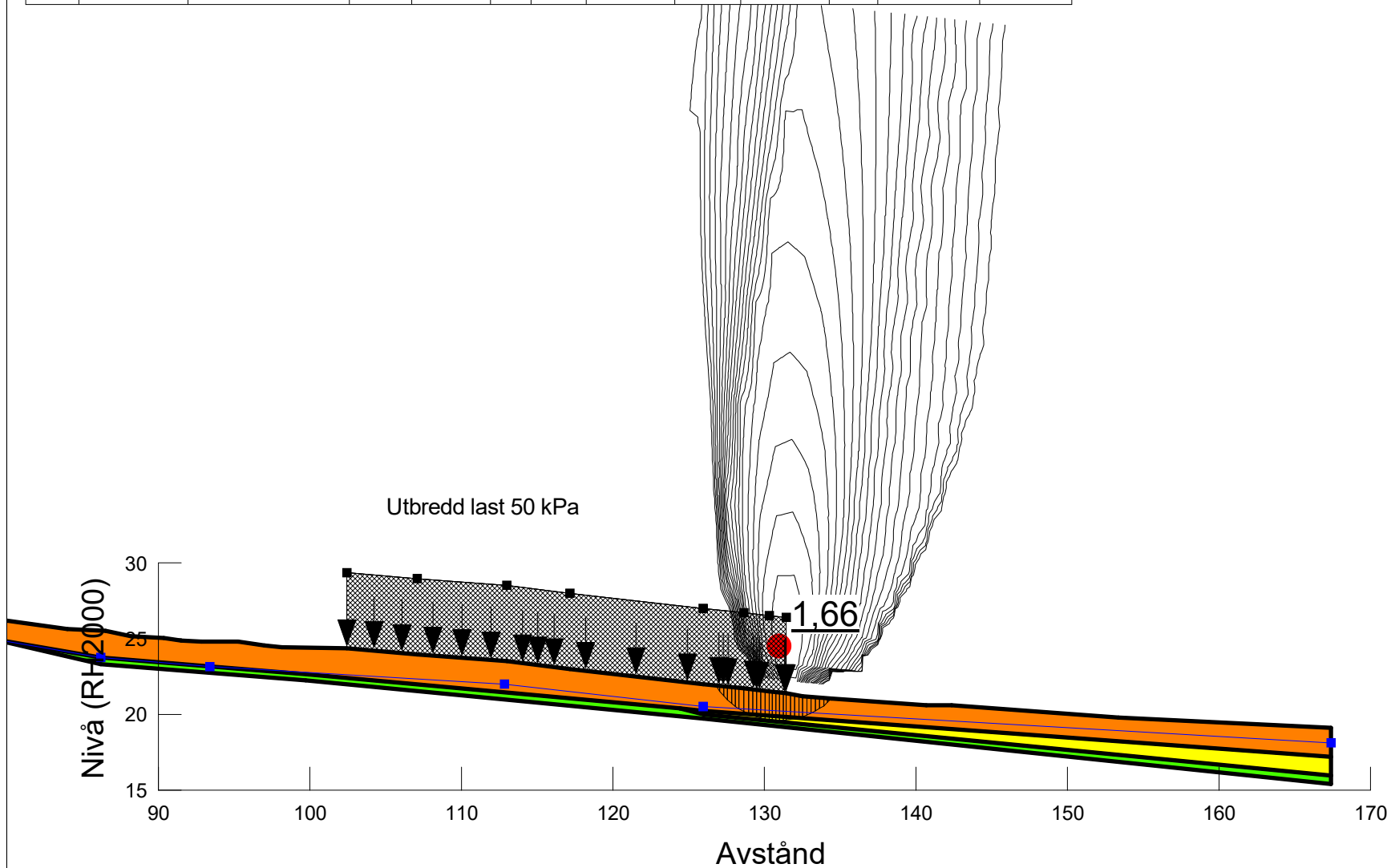
Beskrivning:  
 Detaljplan Baljan  
 Sektion B  
 Utbyggd sektion  
 Odränerad analys  
 Totalsäkerhetsmetoden  
 OTU3  
 50 kPa utbredd last

Color	Name	Model	Unit Weight (kN/m <sup>3</sup> )	Cohesion (kPa)	Cohesion' (kPa)	Phi' (°)	Constant Unit Wt. Above Water Table (kN/m <sup>3</sup> )	Piezometric Line
■	Friktionsjord	Mohr-Coulomb	20		0	38	22	1
■	Lera OT	Undrained (Phi=0)	17	15				1
■	Torrskorpelera UT	Undrained (Phi=0)	18	30				1



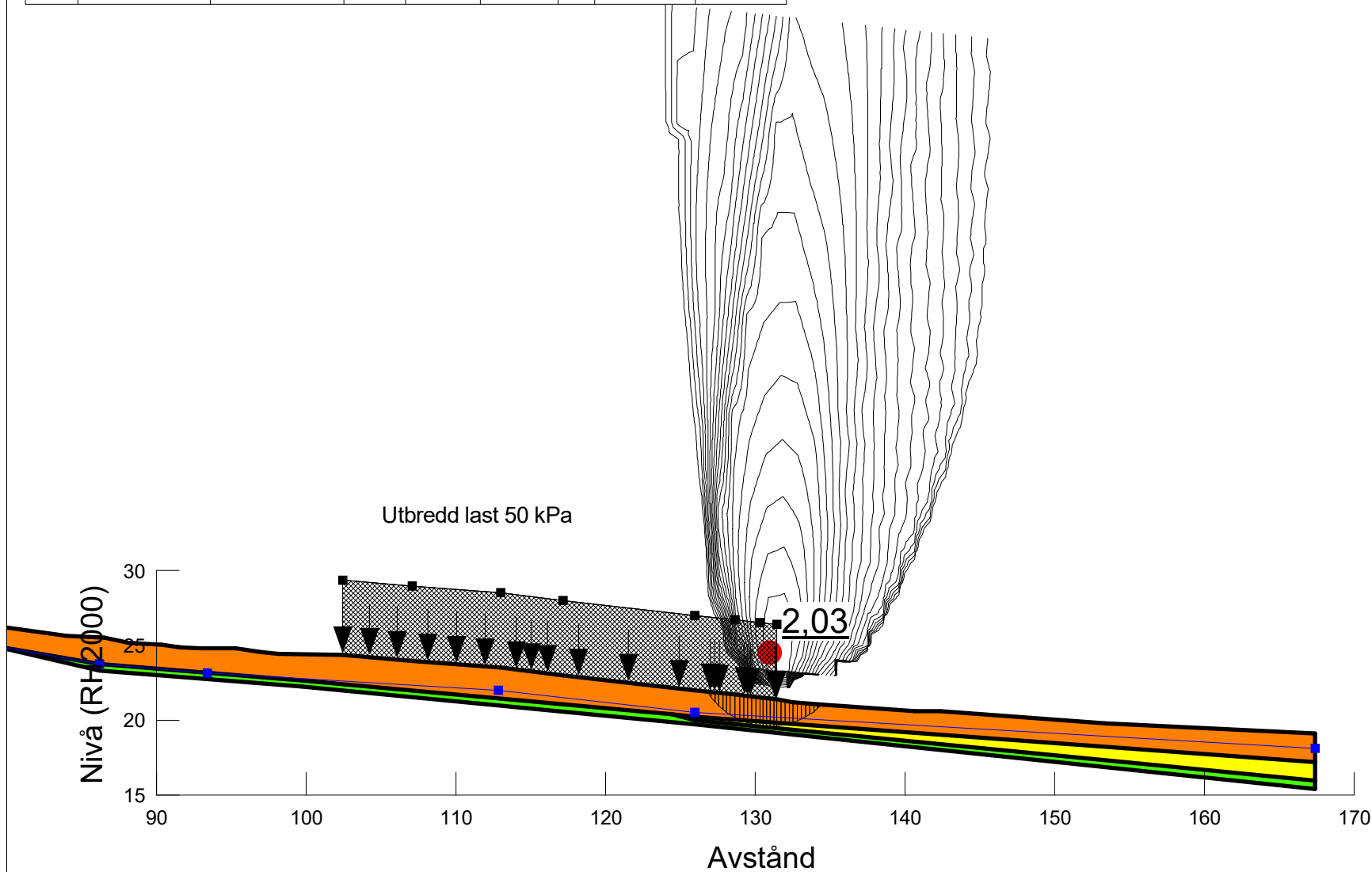
Beskrivning:  
 Detaljplan Baljan  
 Sektion B  
 Utbyggd sektion  
 Kombinerad analys  
 Totalsäkerhetsmetoden  
 KTU3  
 50 kPa utbredd last

Color	Name	Model	Unit Weight (kN/m <sup>3</sup> )	Cohesion' (kPa)	Phi' (°)	C-Top of Layer (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m <sup>2</sup> )/m)	Cu-Top of Layer (kPa)	Cu-Rate of Change ((kN/m <sup>2</sup> )/m)	C/Cu Ratio	Constant Unit Wt. Above Water Table (kN/m <sup>3</sup> )	Piezometric Line
■	Friktionsjord	Mohr-Coulomb	20	0	38						22	1
■	Lera KT	Combined, S=f(depth)	17		30	0	0	15	0	0,1		1
■	Torrskorpelera KT	Combined, S=f(depth)	18		30	0	0	30	0	0,1		1



Beskrivning:  
 Detaljplan Baljan  
 Sektion B  
 Utbyggd sektion  
 Odränerad analys  
 Totalsäkerhetsmetoden  
 OTK1  
 50 kPa utbredd last  
 Känslighetsanalys  
 Reducerad hållfasthet

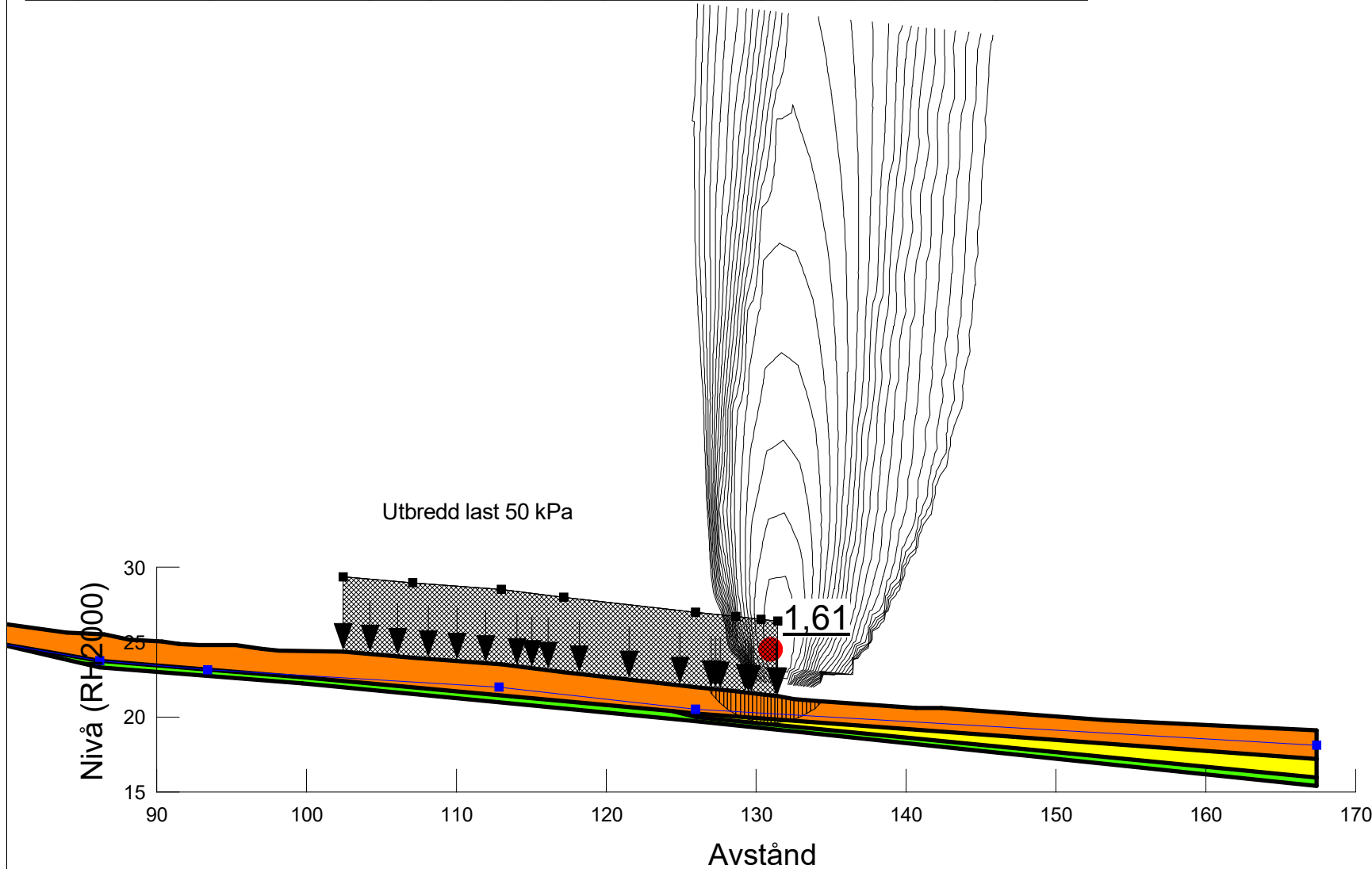
Color	Name	Model	Unit Weight (kN/m <sup>3</sup> )	Cohesion (kPa)	Cohesion' (kPa)	Phi' (°)	Constant Unit Wt. Above Water Table (kN/m <sup>3</sup> )	Piezometric Line
■	Friktionsjord	Mohr-Coulomb	20		0	38	22	1
■	Lera OT red	Undrained (Phi=0)	17	13,5				1
■	Torrskorpelera UT	Undrained (Phi=0)	18	30				1





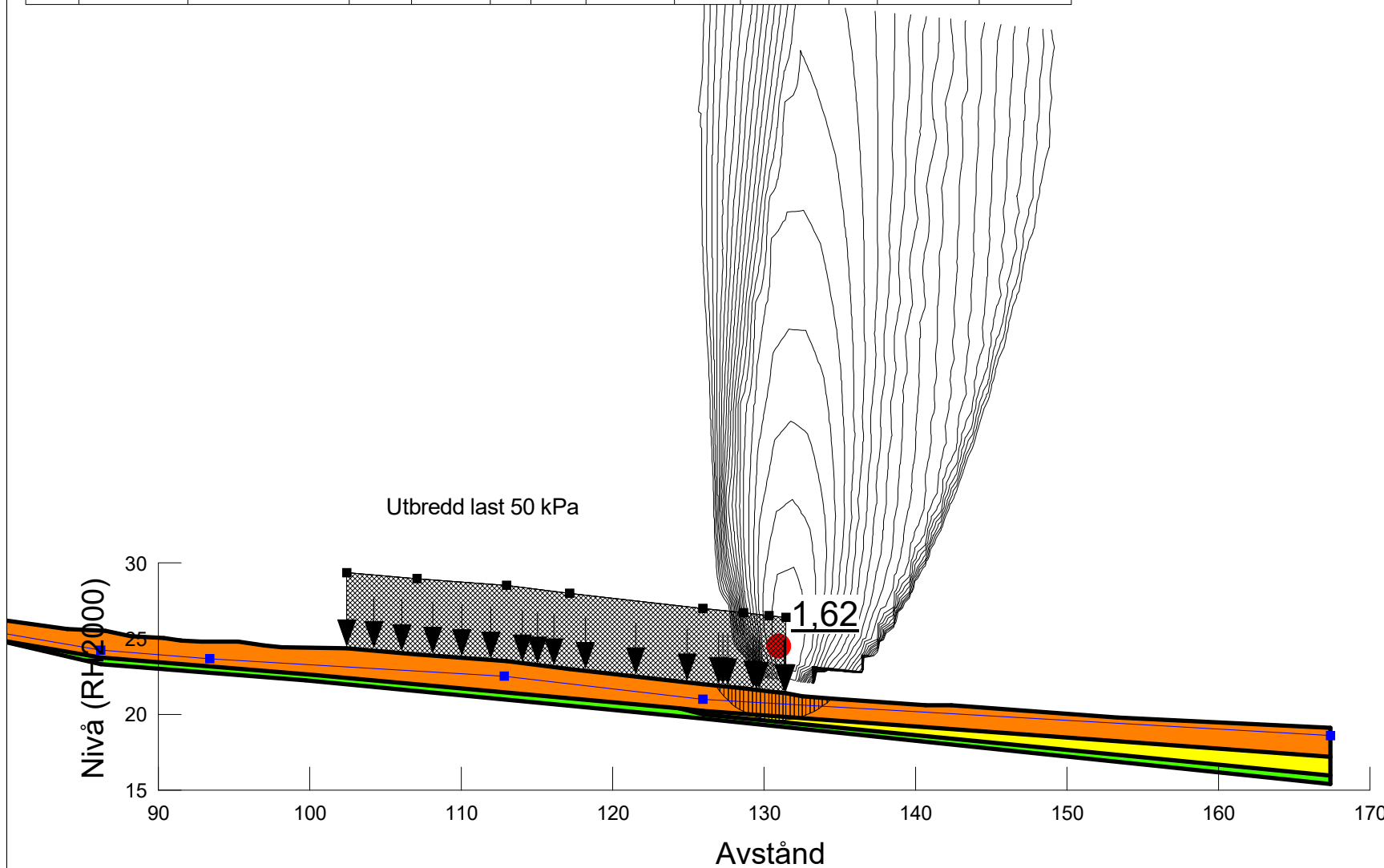
Beskrivning:  
 Detaljplan Baljan  
 Sektion B  
 Utbyggd sektion  
 Kombinerad analys  
 Totalsäkerhetsmetoden  
 KTK1  
 50 kPa utbredd last  
 Känslighetsanalys  
 Reducerad hållfasthet

Color	Name	Model	Unit Weight (kN/m <sup>3</sup> )	Cohesion' (kPa)	Phi' (°)	C-Top of Layer (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m <sup>2</sup> )/m)	Cu-Top of Layer (kPa)	Cu-Rate of Change ((kN/m <sup>2</sup> )/m)	C/Cu Ratio	Constant Unit Wt. Above Water Table (kN/m <sup>3</sup> )	Piezometric Line
■	Friktionsjord	Mohr-Coulomb	20	0	38						22	1
■	Lera KT red	Combined, S=f(depth)	17		27	0	0	13,5	0	0,1		1
■	Torrskorpelera KT	Combined, S=f(depth)	18		30	0	0	30	0	0,1		1



Beskrivning:  
 Detaljplan Baljan  
 Sektion B  
 Utbyggd sektion  
 Kombinerad analys  
 Totalsäkerhetsmetoden  
 KTK2  
 50 kPa utbredd last  
 Känslighetsanalys  
 Grundvattenyta höjd 0,5 m

Color	Name	Model	Unit Weight (kN/m <sup>3</sup> )	Cohesion' (kPa)	Phi' (°)	C-Top of Layer (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m <sup>2</sup> )/m)	Cu-Top of Layer (kPa)	Cu-Rate of Change ((kN/m <sup>2</sup> )/m)	C/Cu Ratio	Constant Unit Wt. Above Water Table (kN/m <sup>3</sup> )	Piezometric Line
■	Friktionsjord	Mohr-Coulomb	20	0	38						22	1
■	Lera KT	Combined, S=f(depth)	17		30	0	0	15	0	0,1		1
■	Torrskorpelera KT	Combined, S=f(depth)	18		30	0	0	30	0	0,1		1



DECEMBER 2019  
KUNGÄLVS KOMMUN

# DETALJPLAN FÖR BALJAN M.FL., KUNGÄLVS KOMMUN

PM BERGTEKNIK



**COWI**



DECEMBER 2019  
KUNGÄLVS KOMMUN

# DETALJPLAN FÖR BALJAN M.FL, KUNGÄLVS KOMMUN

PM BERGTEKNIK

PROJEKTNR.

A130140

DOKUMENTNR.

A130140-4-02-B-PME-001

VERSION

1.0

UTGIVNINGSDATUM

2019-12-20  
Rev. 2021-12-21

BESKRIVNING

PM Bergteknik

UTARBETAD

Fredrik Lesell /  
Vera Bouvier

GRANSKAD

Martin Persson

GODKÄND

Martin Persson



## Sammanfattning

COWI AB har på uppdrag av Kungälv kommun utfört en bergteknisk utredning och radonundersökning i samband med detaljplaneläggning av Baljan 1 m.fl. i Ytterby, Kungälv kommun. Syftet med den bergtekniska utredningen är att beskriva områdets lämplighet för exploatering med avseende på stabilitetsförhållanden (inklusive risk för blockutfall) och strålningsrisker (radon).

Fältundersökningen som innefattade kartering av berg i dagen, undersökning av stabilitet i befintliga bergsslänter, risk för blockutfall och mätning för uppskattning av eventuell radonfara utfördes den 17 oktober, 2019.

Utredningen drar slutsatsen att planområdets branta bergsslänter ska beaktas vid närbelägna, vibrationsalstrande arbeten, exempelvis sprängning.

Vidare rekommenderas att det längs Hällebergsgatan utförs en riktad kontroll samt åtgärder avseende löst sittande block som riskerar att rasa ner på befintlig väginfrastruktur.

Utifrån fältmätningar avseende radon kan berggrunden inom planområdet övergripande klassas som lågradonmark.

Undersökningen har dokumenterat ett område som ligger utanför idag angivet detaljplanerat område och berörs därför inte av detaljplaneprocessen. Dock görs bedömningen att om förutsättningarna skulle förändras och det finns avsikt att inkludera detta område, eller utöka detaljplanen i riktning mot detta området bör en mer detaljerad genomgång av berget utföras avseende eventuella förstärkningsbehov.

# INNEHÅLL

Sammanfattning	5
1 Uppdrag	1
2 Topografiska förhållanden	3
3 Översiktlig geologi	3
3.1 Berggrund	3
3.2 Strålning och radon	4
4 Bergtekniska observationer	5
4.1 Karteringsresultat	6
4.2 Strukturgeologi	14
4.3 Markradon – mätresultat	14
4.4 Möjliga problemområden	15
5 Värdering av undersökning	16
6 Slutsatser och rekommendationer	16

Bilaga 1 - Undersökningsplan, Baljan m.fl.



# 1 Uppdrag

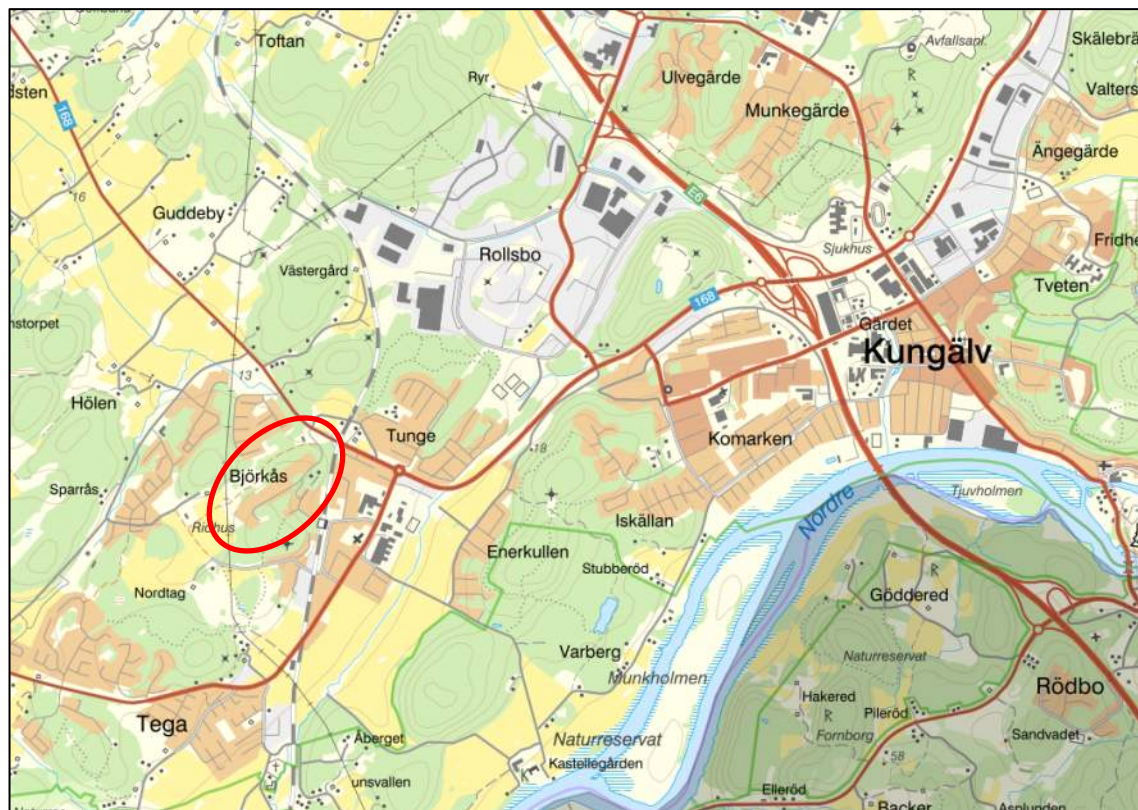
På uppdrag av Kungälv kommun har COWI AB utfört en bergteknisk utredning och radonundersökning i samband med detaljplaneläggning av Baljan 1 m.fl. i Ytterby, Kungälv (Figur 1). Detaljplanen syftar till att möjliggöra till- och nybyggnation av nya bostäder.

Syftet med den bergtekniska utredningen är att beskriva områdets lämplighet för exploatering med avseende på stabilitetsförhållanden (inklusive risk för blockutfall) och strålningsrisker (radon).

Planområdet ligger i Ytterby och omfattar fastigheterna Baljan 1 – Baljan 3 och delar av fastigheten Ytterby-tunge 2:66 samt delar av Kastellegården 1:284.

Sydvästra delen av planområdet är idag obebyggt och utgörs främst av jordbruksmark i träda. Längre norrut i området varierar topografin mer och bitvis lutar slänterna kraftigt. Detta område utgörs främst av berg och natur. I direkt anslutning till planområdet ligger några enfamiljshus i söder samt i de centrala delarna av området. Genom området går Hällebergsgatan som kommer ligga kvar i befintligt läge.

Den bergtekniska utredningen har utförts i samband med geoteknisk utredning för detaljplan, se MUR/Geoteknik A130140-G-RAP-001. Denna PM Bergteknik ska användas som utredningsunderlag och ska således inte ingå som del av ett förfrågningsunderlag eller annan bygghandling.



Figur 1 Översiktskarta, aktuellt område ungefärligt markerat i rött (källa:  
<https://kartor.kungalv.se/spatialmap>)

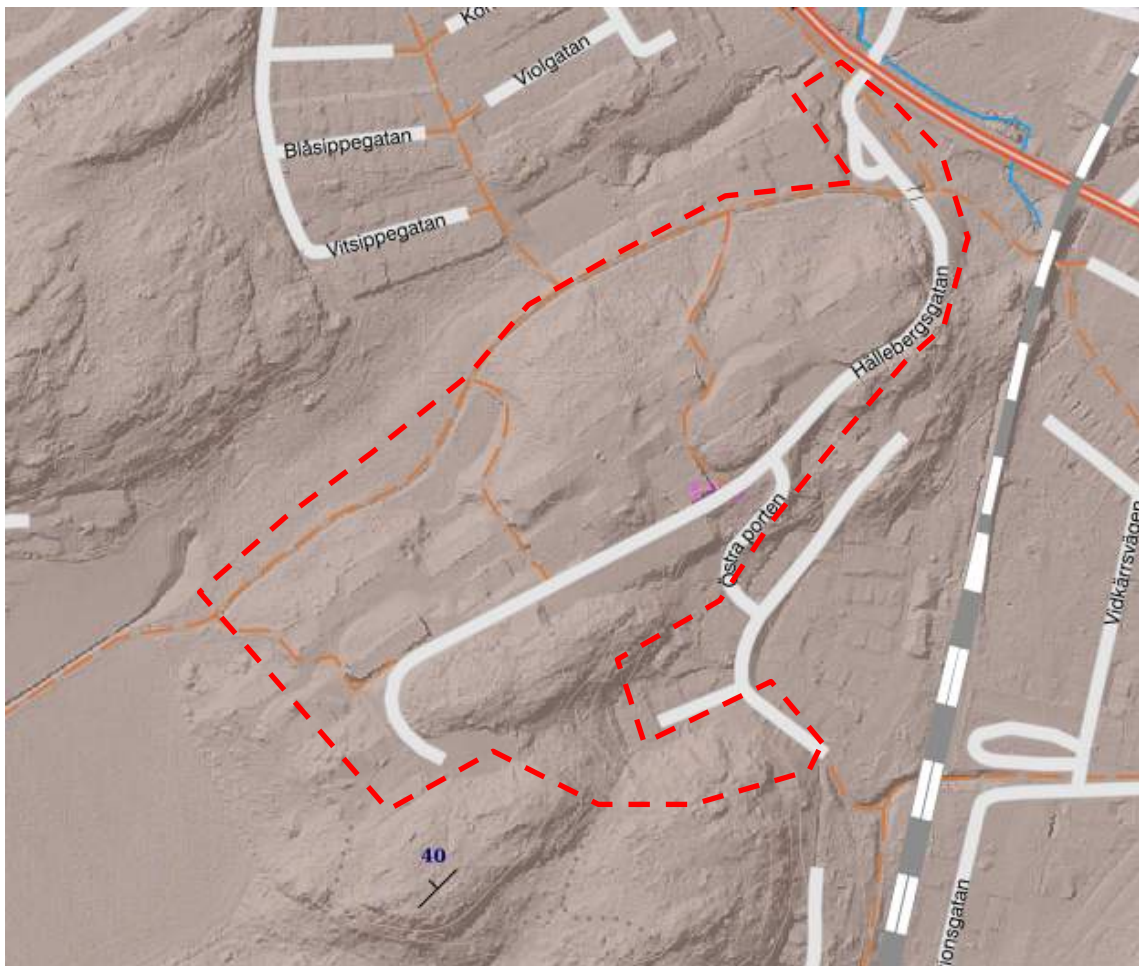
## 2 Topografiska förhållanden

De undersökta slänterna varierar i riktning och lutning. De centrala delarna av planområdet är topografiskt högre med en generell lutning mot nordöst. I anslutning det flacka området i nordvästra delen av planområdet utgörs den norra slänten av en nära vertikal, upp till 20 m hög bergskärning.

## 3 Översiktlig geologi

### 3.1 Berggrund

Bergmassan i undersökningsområdet består enligt SGU:s kartvisare (Figur 2) främst av tonalit-granodiorit med gnejsig struktur. Huvudspricksystemet inom området är brantstående sprickor med en strykning/stupning (S/D) på omkring 260°/70 - 80°. Övriga förekommande, randomiserade sprickriktningar påverkar bergmassans tekniska egenskaper och stabilitet.



Figur 2. Utdrag ur SGU:s berggrunds- och strukturgeologiska karta över aktuellt, rödmarkerat undersökningsområde (Källa SGU).

## 3.2 Strålning och radon

### 3.2.1 Allmänt

Radon är en radioaktiv ädelgas som bildas vid radioaktivt sönderfall av radium, vilket i sin tur är en sönderfallsprodukt av uran. Radon från marken (berg och jord) är den vanligaste källan till förhöjda radonhalter i inomhusmiljöer. Radon sprids lätt och har en halveringstid på cirka fyra dagar.

I berggrunden och i jordlagren finns de naturligt radioaktiva ämnena uran och torium samt den radioaktiva isotopen kalium-40. Halten kalium, uran och torium varierar i olika typer av bergarter på grund av olika bildningssätt och mineralogisk sammansättning. Alla byggnadsmaterial som innehåller berggråvaror från krossat berg eller från mineraljord (främst grus och sand) innehåller också en viss mängd naturligt radioaktiva ämnen. Eftersom byggnadsmaterial som innehåller bergmaterial naturligt avger joniserande strålning, gammastrålning, finns gränsvärden för hur mycket gammastrålning en ny bostad får avge och vilken radonhalt som inomhusluften får ha (BFS 2011:6).

Byggnader har i allmänhet ett svagt undertryck mot jordluften och är benägna att dra in markradon. Genom att känna till markförhållanden och fyllnadsmassor kan hälsorisker med radon begränsas genom att anpassa byggnadstekniken och därmed förhindra inläckage av markradon.

I nybyggda utrymmen där personer kommer vistas mer än tillfälligt får radonhalten inte överstiga 200 Bq/m<sup>3</sup>. Denna halt är även ett riktvärde för radonhalten i skolor och allmänna lokaler. Boverkets författningssamling BFS 2006:12 säger även att gammastrålningsdosen i bostäder där människor vistas mer än tillfälligt inte får överskrida 0,3 µSv/h.

### 3.2.2 Platsspecifikt

SGU har i samband med flyggeofysiska undersökningar uppmätt gammastrålning från uran på ca 19–31 Bq/kg (ca 1,5–2,5 ppm uran, se Figur 3). Intervallet, som endast översiktligt beskriver strålningssituationen, indikerar lågradonmark, för fältmätningar se avsnitt 4.3.



Figur 3. Översikt från SGU:s urankarta, aktuellt område ungefärligt markerat i rött (källa: <https://apps.sgu.se/kartvisare/kartvisare-uranstralning.html>)

## 4 Bergtekniska observationer

Fältundersökningen som innefattade kartering av berg i dagen, undersökning av stabilitet i befintliga bergsslänter, risk för blockutfall och mätning för uppskattning av eventuell radonfara utfördes den 17 oktober, 2019 av Vera Bouvier och Fredrik Lesell. Studieområdet och enskilda observationspunkter visas i Figur 4. Vid mätning av strykning och stupning av sprickor och slänter användes högerhandsregeln. En gammaspetsrometer av typ Gamma Surveyor Vario (GSV) användes för mätning av stråldos och halt av uran, torium och kalium (Tabell 1). Den använda gammaspetsmetern har jämförts mot en Radiation Solutions RS230 med likvärdiga resultat.



Figur 4. Studieområde med observationspunkter. Punkterna redovisas även i Bilaga 1. Figurhänvisning till bilden motsvarar foton i Figur 6-Figur 9. Se även bilaga 1.

## 4.1 Karteringsresultat

Bergarten i området utgörs huvudsakligen av en förhållandevis kvarts- och kalifältspatrik, medel- till finkornig, ljusgrå granitisk gnejs (Figur 5). Fördelningen av bergarter och sprickor inom det undersökta området är snarlika. Generellt utgjordes området av varierande topografi, där slänterna i huvudsak var flacka med jordtäckte och träd. Berg i dagen utöver de områdena med jordtäckte och enstaka rundhällar (Figur 6) observerades främst i den södra delen (Figur 7), i närhet till förskolan och tillhörande parkeringsyta (Figur 8) samt i den nordvästra delen (Figur 9). Färska brottytor och nyligen nedfallna block har inte observerats i någon anmärkningsvärd omfattning vid fältarbetet. En del äldre block förekommer.



Figur 5. Typbergarten i området, fin- till medelkornig granitisk gnejs



Figur 6. Generellt inom och närhet till bebyggt område är lutningen flack och enstaka rundhällar sticker upp mellan träd och jordtäcke.



*Figur 7. I södra området observerades blockutfall i riktning mot bebyggelsen dock på en jord- och träbäddad terrass.*



*Figur 8. Inne på förskolans område samt österut längs parkeringen observerades berg i dagen som väl rundade hällar.*





*Figur 9. Berg i dagen inom det nordvästra området. Bilden är tagen i östlig riktning. Generellt uppmätt S/D inom nordvästra området är 80/40° med luftfyllda sprickor. Det observerades även blockutfall om 2x1 m block.*

#### 4.1.1 Södra delen

Södra delen av området utgörs av slänter mot befintlig bebyggelse med observerade blockutfall. Figur 10 redovisar en grov höjdprofil från nordväst mot sydöst, med markering vart berg i dagen (grå) samt den jord- och träbäklädda terrass (brun) som observerats inom det södra området.



Figur 10. Höjprofil hämtad från Google Earth visar den generella topografiskillnaden inom det södra området.



Figur 11. Bilden är tagen i östlig riktning dvs. bebyggelsen är till höger i bild. Röda pilar markerar blockutfall från slänten.

#### 4.1.2 Förskolan

Förskoleområdet präglas av tunt jordtäckte på berg och berg i dagen. Berget förekommer som rundhällar Figur 8. Parkeringytan belägen österut har berg i dagen längsgående den södra delen, samma typ av bergytor påträffas längs vägen som passerar genom området, Hällebergsgatan (Figur 13). Berget är sprängt och har en hög frekvens av sprickor relaterade till tidigare sprängningsarbeten. Inga blockutfall observerades, andel sprickor och sprickriktningen bedömdes däremot ogynnsam för närliggande infrastruktur (Figur 14).



*Figur 12. Sprängd bergyta i anslutning till parkeringsyta. Staket på toppen tillhör förskolan.*



*Figur 13. Norra slänten längs Hällebergsgatan. Bilden är tagen österut*



*Figur 14. Exempel på block som kan falla ut inom en nära framtid.*

### 4.1.3 Nordvästra delen

Inom den nordvästra delen, utanför angivet detaljplaneområde observerades en brant slänt ner mot flackare område. Längs slänten observerades blockutfall (Figur 15), ogynnsamma sprickriktningar (Figur 9) samt spår av långsamma massrörelser (krypning) i form av så kallade saxofonträd (Figur 16).



Figur 15. Blockutfall inom den nordvästra delen av området. L ~1,5m



*Figur 16. Långsamma massrörelser på grund av tunt jordtäckte. Träden är saxofonformade längs foten av slänten.*

## 4.2 Strukturgeologi

Det kunde inte observeras någon tydlig foliation i gnejsigheten. Det förekommer brantstående huvudsprickor (S/D ~260/70) och undulerade 10-40° korsgående sprickor. Utöver dessa förekommer också en del randomiserade sprickriktningar.

Sammantaget för hela området medför sprickriktningarna att det finns möjlighet för blockbildning inom områden med brantare slänter. Blockutfall begränsas emellertid av att undulerande korsgående sprickor klipper de brantstående sprickriktningarna vilka är relativt flacka varvid friktion i sprickplanen förhindrar utfall.

## 4.3 Markradon – mätresultat

Mätresultat framgår av Tabell 1.

Tabell 1. Resultatet av gammalstrålningsmätning samt beräknad AI\* och radiumhalt

Mätning Nr.	Material	Fukthalt	Dosrat [ $\mu\text{Sv/h}$ ]	K [%]	U [ppm]	Th [ppm]	AI *	Radiumhalt [Bq/kg]
1	Berg	Fuktigt	0,023	1,16	1,0	5,0	0,26	12
2	Berg	Fuktigt	0,044	2,63	1,8	7,2	0,49	22
3	Berg	Fuktigt	0,020	1,34	1,2	1,8	0,23	15
4	Berg	Fuktigt	0,017	1,04	0,4	3,2	0,19	55
5	Berg	Fuktigt	0,023	1,22	1,1	4,5	0,26	14
6	Berg	Fuktigt	0,036	1,88	1,8	6,3	0,40	22
7	Berg	Fuktigt	0,032	1,89	1,1	6,0	0,36	14
8	Berg	Fuktigt	0,047	2,97	2,2	6,4	0,53	27
9	Berg	Fuktigt	0,040	2,29	2,6	5,2	0,45	32
10	Berg	Fuktigt	0,033	1,90	1,2	6,4	0,38	15
11	Berg	Fuktigt	0,037	1,78	2,7	5,6	0,41	33
12	Berg	Fuktigt	0,032	2,06	0,7	5,8	0,36	9
13	Berg	Fuktigt	0,024	1,50	0,7	4,1	0,27	9

\* = Aktivitetsindex

Resultatet för mätningen jämförs mot riktvärden för radiumhalt i berggrund i Tabell 2.

Tabell 2 Riktvärden för gammastrålning och radon ("Markradon, riktlinjer för markradonundersökningar", BRF T20:1989)

Gammastrålning/ dosrat ( $\mu\text{Sv/h}$ )	Radiumhalt/ halt radium-226 (Bq/m <sup>3</sup> )	Risk- klassificering	Byggnadskonstruktion
<0,08 à 0,12 (berg)	<60 (berg)	Lågradonmark	Ingen åtgärd
0,08 à 0,12 – 0,20 à 0,30 (berg)	60–200 (berg)	Normal- radonmark	Byggnadskonstruktion ska vara radonskyddande
>0,20 à 0,30 (berg)	>200 (berg)	Högradonmark	Byggnadskonstruktion ska vara radonsäker

Tabell 2 och Tabell 1 visar tillsammans att berggrunden inom planområdet kan klassas som lågradonmark.

## 4.4 Möjliga problemområden

Blockutfall kan förekomma även om sprickriktningar i berget är förhållandevis gynnsamma för den storskaliga stabiliteten. Utanför planområdet (nordvästra slänten) har redan nedrasade block observerats vid fältarbetet. Inga av dessa är närmare planområdesgränsen än cirka 50 meter.

Den befintliga situationen bedöms som tillfredsställande. Vibrationsalstrande arbeten (ex. sprängning) kan lösa ut ytterligare, mindre massrörelser.

## 5 Värdering av undersökning

Stora delar av slänterna är jordtäckta vilket har begränsat direkt åtkomst för inspektion av berget. Dock gör en sammantagen bedömning att undersökningarna tillräckliga för aktuell problemställning.

## 6 Slutsatser och rekommendationer

Berggrunden i planområdet kan övergripande klassas som lågradonmark. Dock rekommenderas att uppförandet av planerade byggnader utförs radonskyddande (jämför 'Radonboken' - Clavensjö & Åkerblom, 2004), i enlighet med riktlinjer för normalradonmark då kostnaderna för sådana åtgärder är mycket begränsade i förhållande till nyttan.

Det rekommenderas även tillfört material, t.ex. fyllnadsmassor, bör ha liknande eller bättre strålningsegenskaper än berggrunden, alltså att de innehåller antingen låg- eller normalradonklassning. Gällande utifrån tillfört material, så bör aktivitetsindex och radiumhalt deklarerats av leverantör, alternativt fastställas baserat på mätning med gammaspetsrometer.

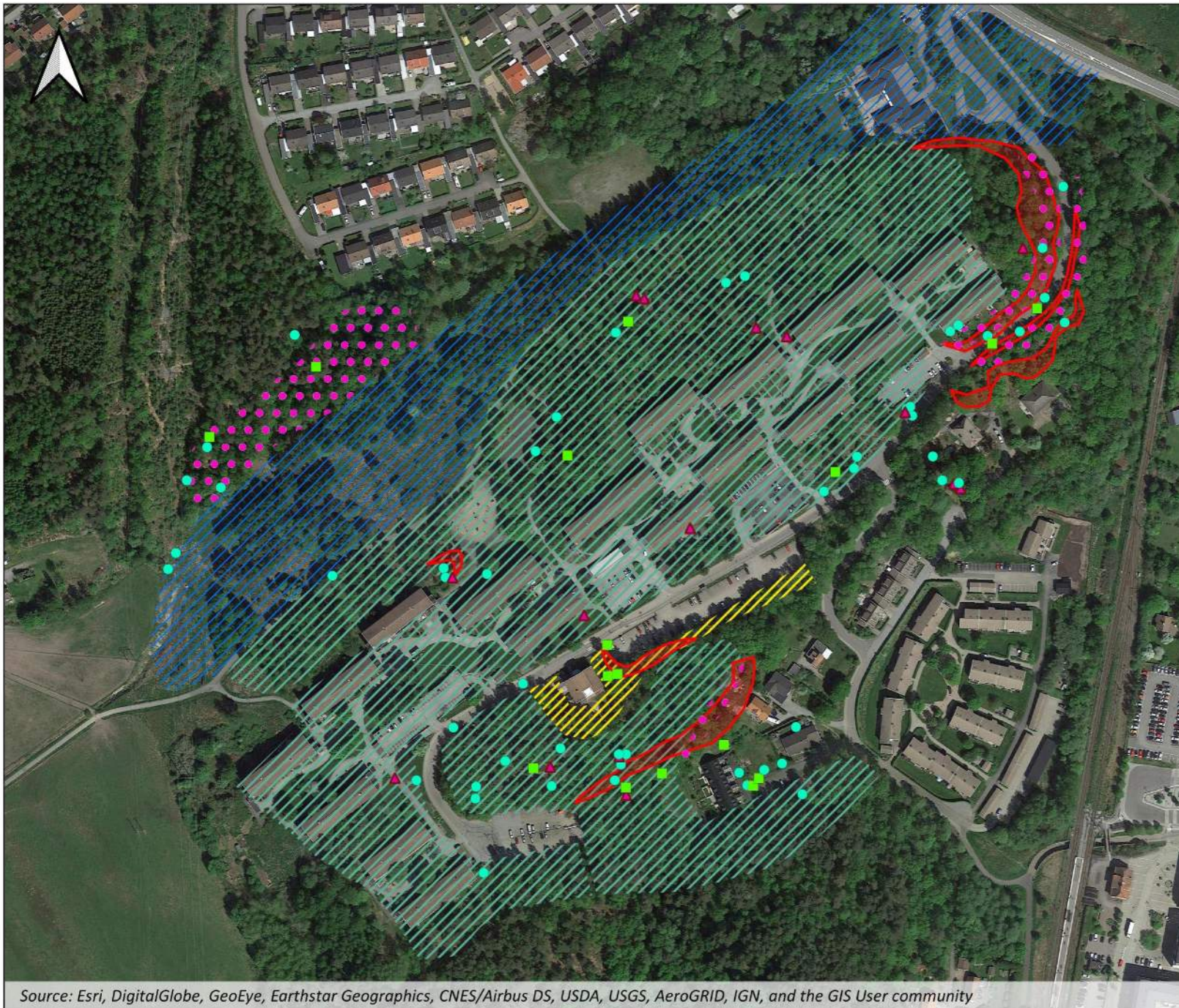
Byggnation kan genomföras enligt planens intentioner under villkoren beskrivna nedan:

- > Planområdets branta bergsslänter ska beaktas vid närbelägna, vibrationsalstrande arbeten, exempelvis sprängning. Bergsakkunnig ska rådfrågas innan vibrationer (ex. genom pålning eller sprängning) eller påförande av laster större än 50 kPa närmare än 10 m från bergsslänternas krön.
- > Längs Hällebergsgatan som är rosa markerad i Bilaga 1 rekommenderas en riktad kontroll och åtgärder avseende löst sittande block som riskerar att rasa ner på befintlig väginfrastruktur.
- > Bergsakkunnig ska rådfrågas om geografiska ändringar utförs i detaljplanen (November 2019).
- > Den rosa markerade ytan i nordväst i Bilaga 1 ligger utanför idag angivet detaljplanerat område och berörs därför inte av detaljplaneprocessen. Om förutsättningarna skulle förändras och det finns avsikt att inkludera detta område, eller utöka detaljplanen i riktning mot detta området bör en mer detaljerad genomgång av berget avseende eventuella förstärkningsbehov utföras.



# Bilaga 1. s 1/1 Undersökningsplan Baljan m.fl.

Reviderad 2021-12-21



## Baljan

- Sprickmätning
- Gamma
- Annan geologisk observationspunkt
- Risk för blockutfall
- Jord / Flackt
- Jord / Få rundhällar
- Spräng berg / Berg i dagen
- Brant berg

SWEREF 99 1200  
Ritad av Vera Bouvier  
2019-10-18

0 20 40 80  
Meter