

PM GEOTEKNIK  
DPL YTTERBY TUNGE 2:72 OCH 2:3



**UPPDRAG** 271917, DPL Ytterby Tunge 2:72 och 2:3  
Titel på rapport: PM Geoteknik DPL Ytterby Tunge 2:72 och 2:3  
Status: Slutrapport  
Datum: 2016-10-21

**MEDVERKANDE**

Beställare: Kungälv kommun Samhällsbyggnad  
Kontaktperson: Erik Liedner

Konsult: Tyréns AB, Geoteknik Region Väst  
Uppdragsansvarig: Josefin Moberg, Tyréns AB  
Handläggare: Viktor Nyman, Tyréns AB  
Lars Nilsson, Tyréns AB  
Kvalitetsgranskare: Victoria Svahn, Tyréns AB

Uppdragsansvarig: Josefin Moberg

  
Datum: 2016-10-21

Handlingen granskad av: Victoria Svahn

  
Datum: 2016-10-21

## INNEHÅLLSFÖRTECKNING

1	UPPDRAG .....	5
2	PLANERAD EXPOLATERING.....	6
3	GEOTEKNISKA UNDERSÖKNINGAR .....	6
	3.1 UTFÖRDA UNDERSÖKNINGAR.....	6
	3.2 ÄLDRE GEOTEKNISKA UNDERSÖKNINGAR.....	6
4	GEOTEKNISKA FÖRHÅLLANDEN.....	7
	4.1 TOPOGRAFI .....	7
	4.1 JORDLAGERFÖRHÅLLANDEN .....	7
	4.1.1 NORRA OMRÅDET .....	8
	4.1.2 SÖDRA OMRÅDET.....	8
	4.2 HYDROGEOLOGISKA FÖRHÅLLANDEN.....	8
5	SLÄNTSTABILITET .....	9
	5.1 ALLMÄNT.....	9
	5.2 ERFORDERLIG SÄKERHETSFAKTOR.....	9
	5.3 BERÄKNINGSFÖRUTSÄTTNINGAR.....	10
	5.3.1 UTFORMNING OCH GEOMETRI .....	10
	5.3.2 MATERIALEGENSKAPER .....	10
	5.4 LASTER .....	11
	5.5 GRUNDEVATTEN OCH PORTRYCK.....	11
	5.6 STABILITETSANALYSER FÖR BEFINTLIGA FÖRHÅLLANDEN.....	12
	5.6.1 SEKTION C, NORRA OMRÅDET .....	12
	5.6.2 SEKTION C, SÖDRA OMRÅDET .....	12
	5.7 STABILITETSANALYSER FÖR DETALJPLAN.....	14
	5.7.1 SEKTION C, NORRA OMRÅDET .....	14
	5.7.2 SEKTION C, SÖDRA OMRÅDET .....	14
6	SÄTTNINGSFÖRHÅLLANDEN.....	16
	6.1 ALLMÄNT.....	16
	6.2 SÄTTNINGSPARAMETRAR.....	16
	6.3 SÄTTNINGSBERÄKNINGAR .....	17
7	GEOTEKNISKA REKOMMENDATIONER .....	20
	7.1 MARKPLANERING.....	20
	7.2 GRUNDLÄGGNING AV BYGGNADER .....	20
	7.3 SCHAKT .....	20
	7.4 RADONSKYDD.....	20

## BILAGOR

Bilaga 1 – Sammanställning och utvärdering av jordparametrar

Bilaga 2 – Stabilitetsanalyser befintliga förhållanden

Bilaga 3 – Stabilitetsanalyser för detaljplan

Bilaga 4 – Sättningsberäkningar

## RITNINGAR

*Beteckning*    *Typ, skala*

G01            Plan, 1:1000

## TILLHÖRANDE DOKUMENT OCH RITNINGAR

- MUR (Markteknisk undersökningsrapport)/Geoteknik – DPL Ytterby-Tunge 2:72, daterad 2016-10-21

## 1 UPPDRAG

Tyréns AB har på uppdrag av Kungälv kommun Samhällsbyggnad utfört en geoteknisk utredning för upprättande av detaljplan för fastigheterna Ytterby-Tunge 2:72 och 2:3, ett område på ca 6 ha. Uppdragsansvarig för Tyréns AB är Josefin Moberg.

Aktuellt utredningsområde är beläget vid Häradsvägen i Tunge, strax väster om Kungälv centrum. Utredningsområdet utgörs huvudsakligen av uppodlad mark och avgränsas mot norr av ett skogbeväxt bergsområde. Utredningsområdet genomskärs av en grusväg i väst-östlig riktning och avgränsas i söder av väg 168 (Marstrandsvägen) och i öster av Bohusbanan och dess läge markeras i Figur 1 nedan.



*Figur 1. Lokalisering av utredningsområde.*

Syftet med utredningen är att klargöra de geotekniska förhållandena och ge anvisningar för exploatering av aktuella fastigheter. Eventuella geotekniska problem definieras och restriktioner som behöver föras in i detaljplanen tas fram. Vidare ges rekommendationer avseende relevanta planbestämmelser avseende grundläggning och maximal markbelastning.

## 2 PLANERAD EXPOLATERING

Kungälv kommun Samhällsbyggnad har ett uppdrag att detaljplanlägga fastigheterna Ytterby-Tunge 2:72 respektive 2:3 för bostäder, ett utredningsområde på ca 6 ha. Ett skissförslag i tidigt skede visas i Figur 2.



Figur 2. Skissförslag avseende tomtplanering Tunge 2:72 2015-06-30 (Källa: Klang Arkitekter AB).

## 3 GEOTEKNISKA UNDERSÖKNINGAR

### 3.1 UTFÖRDA UNDERSÖKNINGAR

De geotekniska undersökningarna utfördes i september 2016 och innefattade CPT-sondering, vingsondering, trycksondering, skruvprovtagning, kolvprovtagning och portrycksmätning i totalt 19 punkter. Resultatet från undersökningarna redovisas i MUR (Markteknisk undersökningsrapport)/Geoteknik daterad 2016-10-21.

Utifrån undersökningar har jordens beskaffenheter, mäktigheter samt jordlagerföljd kunnat bestämmas.

### 3.2 ÄLDRE GEOTEKNISKA UNDERSÖKNINGAR

Tidigare utförd översiktlig skredriskartering där aktuellt utredningsområde ingår:

*Statens Räddningsverk, Översiktlig skredriskartering, Kungälv kommun, PM utförd av FB Engineering AB och daterad 2001-08-31 dokumentnummer 1650356-16/04-PME-K.*

Strax öster och sydväst om aktuellt utredningsområde har tidigare geotekniska utredningar utförts:

- *Gatu- och VA-anläggning inom Björkås II, Etapp I, PM beträffande grundförhållandena* utförd av Göteborgs Förorter Ingenjörskontoret (GF) och daterad 1969-02-14 (GF 150).
- *Tunge 2:2. Detaljplan, Utlåtande över geoteknisk undersökning* utförd av Konsultföretaget GF och daterad 1990-08-22 referensnummer 99582 134 230 (GF 405).
- *Ytterby planering, PM angående grundförhållandena inom Östra och Västra Tunge i Ytterby* utförd av Vattenbyggnadsbyrån (VBB) och daterad 1964-06-12 referensnummer 02928 (VBB 201).
- *Björkås II, Planerad gruppbebyggelse, Översiktlig grundundersökning* utförd av Göteborgs Förorters Ingenjörskontor (GF) och daterad 1968-09-09 litteraturnummer 57 12 02 (GF 148).

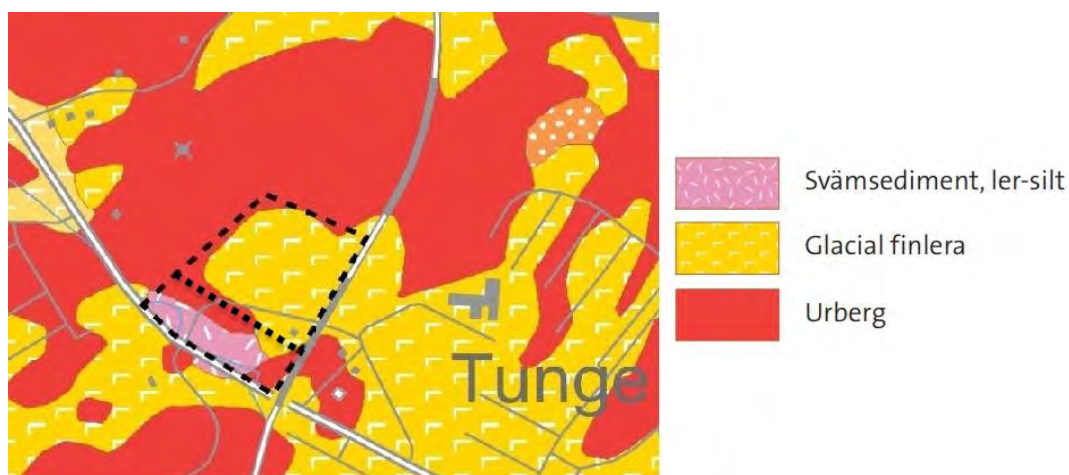
## 4 GEOTEKNISKA FÖRHÅLLANDEN

### 4.1 TOPOGRAFI

Marknivåerna inom området varierar mellan +22 i den norra delen och +11 i den södra delen. Området utgörs i huvudsak av gräs- och trädbevuxna ytor som sluttar svagt i sydvästlig riktning ned mot Marstrandsvägen. Mellersta delen av området består av en bergsknalle där berget ställvis kommer upp i dagen. På denna bergknalle finns jordfyllda sänkor med uppskattat jorddjup på mindre än 1 m. I södra delen av området ligger Kyrkebäcken som flyter längs med Marstrandsvägen med en bottennivå på ca +9. Kyrkebäcken är omgrävd, och dess tidigare läge redovisas i planritning G01.

### 4.1 JORDLAGERFÖRHÅLLANDEN

Jordartskartan visar att norra delen av utredningsområdet utgörs av lerområde. I södra delen återfinns svämsediment av ler-silt och ytligt berg. Utredningsområdet delas därav vidare in i södra och norra området med gräns markerad i Figur 3 nedan.



Figur 3. Utsnitt från jordartskartan ([www.sgu.se](http://www.sgu.se)). Aktuellt utredningsområde inringat och gräns mellan södra och norra området markerat.

Jordlagerförhållandena, som beskrivs nedan, baseras på utförda geotekniska fältundersökningar. Undersökningarna redovisas i detalj i tillhörande MUR daterad 2016-10-21.

#### 4.1.1 NORRA OMRÅDET

Jordlagren består från markytan av sandig siltig mulljord ned till ca 0,5 m djup. Under mulljorden återfinns ett lager av torrskorpelera med sandkörtlar ned till ca 1,5 m djup. Under torrskorpeleran återfinns främst sandig och/eller siltig lera med silt- och sandskikt ned till friktionsjord på berg. Leran har inslag av skal- och växtrester.

Lerans mäktighet varierar generellt mellan ca 4 och 12 meter. I nordöstra och sydvästra hörnet av norra området (undersökningspunkt TY4 och TY9) uppgår lerans mäktighet till mellan 1 och 2 meter.

Vattenkvoten för upptagna jordprover varierar i huvudsak mellan 20-80 % där de lägre värdena erhålls i de mer sand- och siltrika jordlagren. Konflytgränsen varierar mellan 29-66 %. Leran är mellansensitiv med värden mellan 20 och 23.

Skjuvhållfastheten har utvärderats till 15 kPa med en ökning +1 kPa/m mot djupet.

Utifrån CRS-försök har lerans överkonsolideringsgrad (OCR) utvärderats till mellan ca 1,8 och 2,6, med något högre överkonsolidering OCR omkring 3,6 närmast markytan.

#### 4.1.2 SÖDRA OMRÅDET

Jordlagren i södra delområdet består från markytan av sandig siltig mulljord ned till ca 0,5 m djup. Under mulljorden återfinns ett lager av siltig lerig sand ned till ca 0,8-1,3 m djup. I sydöstra delen av området (undersökningspunkt TY18) finns ett metertjockt lager av torrskorpelera med sandkörtlar under sandlagret. Under torrskorpeleran består jordlagren av gyttjig siltig sandig lera ned till friktionsjord på berg. I sydvästra delen av området, vid undersökningspunkt TY18, förekommer även lager av gyttja ca 2 m under markytan.

Lerans mäktighet varierar generellt mellan ca 2,5 och 12 meter. I mellersta delen ligger berget ytligt mellan 0,5 till 1 meter.

Trycksondering har stoppat mot block eller släntberg på djup mellan 2,9 och 12,5 meter i undersökningspunkt TY16, TY18, TY19 och TY20.

Vattenkvoten för upptagna jordprover varierar i huvudsak mellan 20-80 %, med enstaka värden uppemot 104 % (i gyttjelagret), där de lägre värdena erhålls i de mer sand- och siltrika jordlagren. Konflytgränsen varierar mellan 22-93 %.

#### 4.2 HYDROGEOLOGISKA FÖRHÅLLANDEN

Portrycksmätningar har utförts i provpunkt TY11 på 4 m respektive 7 m djup. Portrycket på båda djupen motsvarar en grundvattennivå belägen ca 1,0 m under markytan.

Grundvattenytan har observerats i hål för skruvprovtagning, i undersökningspunkterna TY1, TY11, TY16 och TY18 på djup mellan 1,0 till 1,8 m under markytan.



## 5 SLÄNTSTABILITET

### 5.1 ALLMÄNT

Markytan inom aktuellt område sluttar svagt i sydvästlig riktning (lutning omkring 1:20) ned mot Marstrandsvägen.

Översiktlig skredriskkartering visar för området Tunge att större delen av området ligger inom stabilitetszon 2, vilket innebär jordart lera med marklutningar mindre än 1:10. Södra delen av området i anslutning till Kyrkebäcken ligger inom stabilitetszon 1, vilket innebär jordart lera med marklutningar större än 1:10. Slutsatsen i den översiktliga stabilitetskarteringen är att en detaljutredning troligen kan friskriva området.

Stabilitetsberäkningar har utförts med odränerad och kombinerad analys med programmet Slope/W version 8.0.10 (GeoStudio 2012). Redovisade säkerhetsfaktorer avser Morgenstern-Price metod för cirkulärcylindriska glidytor.

### 5.2 ERFORDERLIG SÄKERHETSFAKTOR

Stabilitetsberäkningar har utförts enligt gällande norm, IEG rapport 4:2010, för detaljerad utredning och markanvändning "Befintlig bebyggelse och anläggning" med rekommenderade säkerhetsfaktorer enligt tabell 1 nedan.

**Tabell 1. Rekommenderade säkerhetsfaktorer för "Befintlig bebyggelse och anläggning", IEG:s rapport 4:2010.**

$$F_c \geq 1,7 - 1,5$$

$$F_{\text{komb}} \geq 1,5 - 1,3$$

$$F_\emptyset \geq 1,3 \text{ (sand)}$$

För detaljplanen har stabilitetsberäkningar utförts enligt gällande norm, IEG rapport 4:2010, där erforderlig säkerhetsfaktor gäller för detaljerad stabilitetsutredning för områden med markanvändning "Nyexploatering (planläggning)" och rekommendation på säkerhetsfaktorn enligt tabell 2 nedan.

**Tabell 2. Rekommenderade säkerhetsfaktorer för "Nyexploatering", IEG:s rapport 4:2010.**

$$F_c \geq 1,7 - 1,5$$

$$F_{\text{komb}} \geq 1,5 - 1,4$$

$$F_\emptyset \geq 1,3 \text{ (sand)}$$

Säkerhetsrekommendationen utgörs således av ett spann mellan olika nivåer på erforderlig säkerhetsfaktor. Vilket krav på erforderlig säkerhetsfaktor som råder inom ett område bestäms av ett stort antal faktorer som betecknas som "gynnsamma" eller "ogynnsamma". Exempel på ogynnsam faktor är t.ex. förekomst av kvicklera, stora konsekvenser av ett skred, pågående erosion eller ett begränsat antal geotekniska undersökningar etc.

Markområdet i stort är relativt flackt och slänterna ner mot Kyrkebäcken är relativt låga. Inom det aktuella området utgörs marken av till största del av lera som är skiktad med silt/sand och i södra delen har inslag av gyttja. Det geotekniska underlaget anses vara tillräckligt stort. Spridningen hos lerans egenskaper är något större än normalt mellan utförda metoder. Erosionsaktiviteten längs Kyrkebäcken anses vara ringa och utbredningen av ett eventuellt skred skulle vara begränsad. Med utgångspunkt från de förutsättningar (både yttre och geotekniska) som råder inom det aktuella området har säkerhetskrav enligt tabell 3 och 4 nedan valts för denna detaljerade stabilitetsutredning.

**Tabell 3. Gällande säkerhetsfaktorer för "Befintlig bebyggelse och anläggning", för detta projekt.**

$$F_c \geq 1,6$$

$$F_{\text{komb}} \geq 1,4$$

$$F_\emptyset \geq 1,3 \text{ (sand)}$$

**Tabell 4. Gällande säkerhetsfaktorer för "Nyexploatering", för detta projekt.**

$$F_c \geq 1,6$$

$$F_{\text{komb}} \geq 1,45$$

$$F_{\emptyset} \geq 1,3 \text{ (sand)}$$

### 5.3 BERÄKNINGSFÖRUTSÄTTNINGAR

#### 5.3.1 UTFORMNING OCH GEOMETRI

Som underlag till beräkningssektionernas geometri har en digital primärkarta med 0,5 meters ekvidistans samt kontrollmätningar med GPS använts.

#### 5.3.2 MATERIALEGENSKAPER

Materialegenskaper samt jordlagrens mäktighet har utvärderats från geotekniska undersökningar. Lerans odränerade skjuvhållfasthet har utvärderats från konförsök på ostörda prover, vingförsök och CPT-sondering utförda i undersökningspunkt TY11 (norra området) samt från CPT-sondering utförd i undersökningspunkt TY16 (södra området), se Figur 4 nedan.

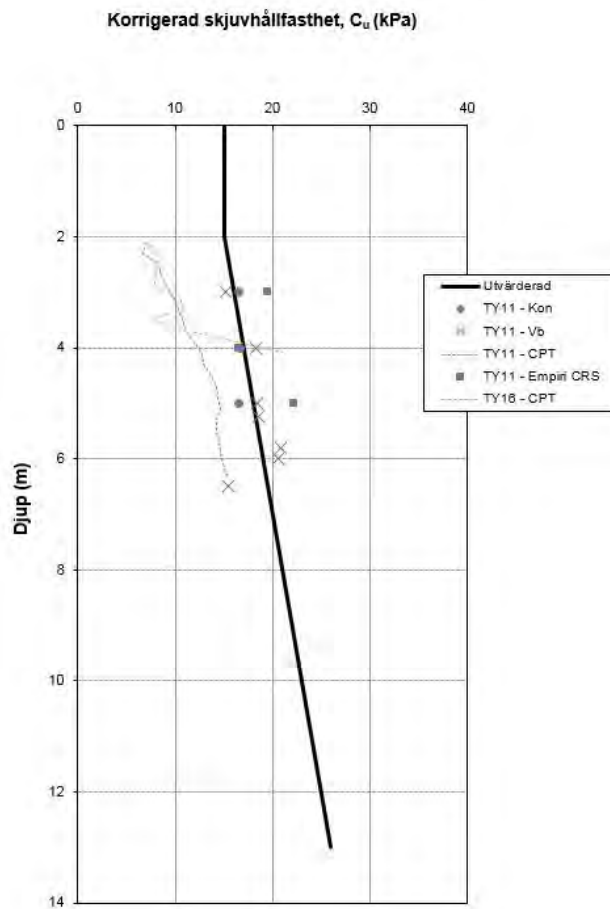
Med ledning från empiri med avseende på förkonsolideringstryck utvärderat från CRS-försök har utvärderingen av lerans odränerade skjuvhållfasthet i norra området främst viktats mot kon- och vingförsök, se Figur 4. Den djupaste nivån i vingförsöket bortses från då det betraktas som stort p.g.a. sandskikt i leran. Lerans odränerade skjuvhållfasthet i södra området, se Figur 5, har även viktats mot CPT-sondering i TY16 då de geotekniska förhållandena skiljer sig något mellan områdena.

Lerans dränerande hållfasthetsegenskaper har vid stabilitetsberäkningarna antagits till  $\emptyset' = 30^\circ$  och  $c' = 10\%$  av den odränerade skjuvhållfastheten, vilket normalt gäller för leror i Västsverige.

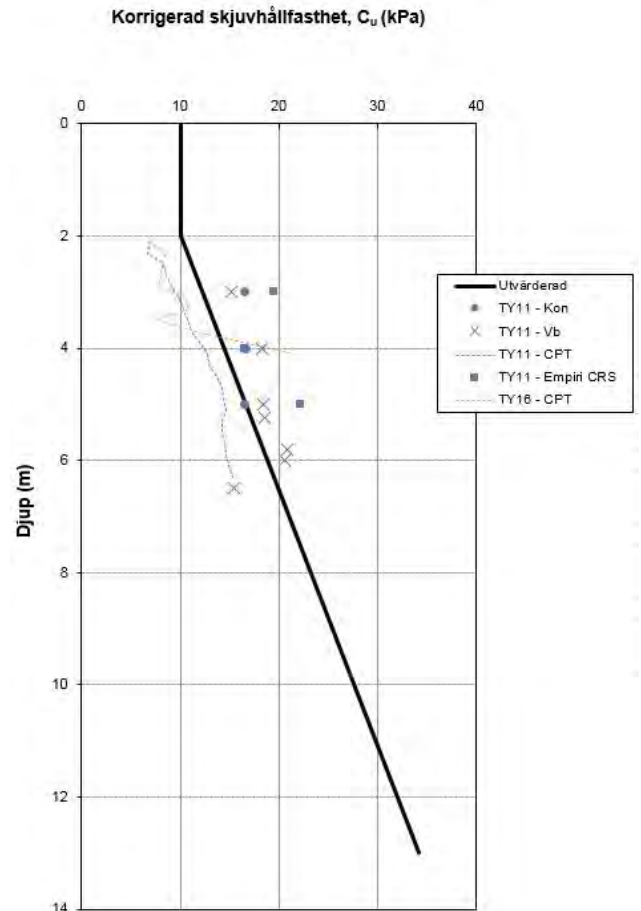
Utvärderade materialparametrar som använts vid stabilitetsberäkningarna redovisas i Tabell 5 nedan.

**Tabell 5. Utvärderade tungheter och hållfasthetsegenskaper (z utgår från respektive lagers överkant).**

MATERIAL	DJUP	TUNGHET, $\gamma$ ( $\text{kN/m}^3$ )	HÅLLFASTHETS- EGENSKAPER NORRA OMRÅDET	HÅLLFASTHETS- EGENSKAPER SÖDRA OMRÅDET
Torrskorpelera	0 till 1 m	16,5 (6,5)	$t_{fu} = 15 \text{ kPa}$ $f' = 30^\circ$	$t_{fu} = 15 \text{ kPa}$ $f' = 30^\circ$
Lera 1	1 till 2 m	16,5 (6,5)	$t_{fu} = 15 \text{ kPa}$ $f' = 30^\circ$	$t_{fu} = 10 \text{ kPa}$ $f' = 30^\circ$
Lera 2	> 2m djup	16,5 (6,5)	$t_{fu} = 15 + 1,0 \cdot z \text{ kPa}$ $f' = 30^\circ$	$t_{fu} = 10 + 2,2 \cdot z \text{ kPa}$ $f' = 30^\circ$
Friktionsjord		18 (10)	$f' = 35^\circ$	$f' = 35^\circ$



Figur 4. Utvärderad odränerad skjuvhållfasthet i lera, norra området.



Figur 5. Utvärderad odränerad skjuvhållfasthet i lera, södra området.

#### 5.4 LASTER

Marklaster har ansatts i de fall de befunnit sig i aktivzonen, d.v.s. i den pådrivande delen av glidyterna.

Inom området för detaljplanen har en utbredd marklast på 20 till 30 kPa ansatts i stabilitetsberäkningarna.

#### 5.5 GRUNDVATTEN OCH PORTRYCK

Grundvattenytan i utförda stabilitetsberäkningar har antagits på djupet 1,0 meter under befintlig markyta. Portrycket i leran har bedömts vara hydrostatiskt ökande mot djupet från grundvattenytan.

I stabilitetsberäkningar för befintliga förhållanden har vattennivån i Kyrkebäcken i sektion C ansatts ligga ca 0,7 meter över bäckfårans bottenlinje, vilket uppmättes vid undersökningstillfället. I stabilitetsberäkningar för nyexploatering har Kyrkebäcken antagits vara torrlagd vilket motsvarar ett värsta fall ur stabilitetssynpunkt.

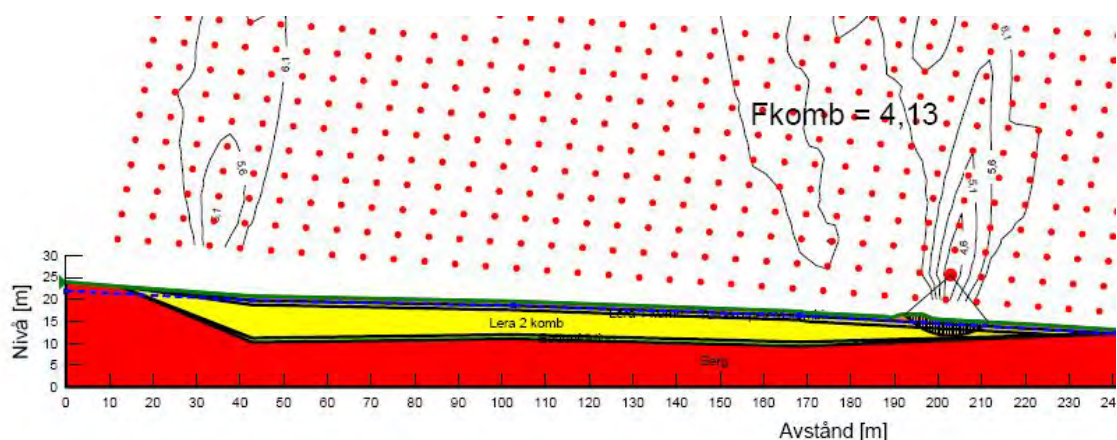
## 5.6 STABILITETSANALYSER FÖR BEFINTLIGA FÖRHÅLLANDEN

Stabiliteten för befintliga förhållanden har kontrollerats i den brantaste sektionen i riktning mot Kyrkebäcken (beräkningssektion C) som skär genom norra och södra området. Det norra och södra området analyseras separat då de avskiljs av ett fastmarksparti med grunda jorddjup (mindre än 1 meter till berg). Beräkningssektionens läge i plan redovisas i plan G01.

Rekommenderad säkerhetsnivå uppfylls för en detaljerad stabilitetsutredning enligt IEG Rapport 4:2010, d.v.s. stabiliteten är tillfredställande god. Samtliga beräkningar utförda för befintliga förhållanden redovisas i sin helhet i Bilaga 2.

### 5.6.1 SEKTION C, NORRA OMRÅDET

Marken sluttar svagt i sydvästlig riktning från ca +22 till +15 och det undersökta jorddjupet i sektion C (norra området) uppgår till mellan ca 7 till 9,5 meter. De lägsta säkerhetsfaktorerna avseende totalstabilitet är höga, ca  $F_c > F_{komb} = 4$ , se Figur 6 och Tabell 6 nedan.



Figur 6. Beräkningssektion C (norra området), befintliga förhållanden, kombinerad analys.

Tabell 6. Sammanställning av säkerhetsfaktorer, sektion C (norra området), befintliga förhållanden.

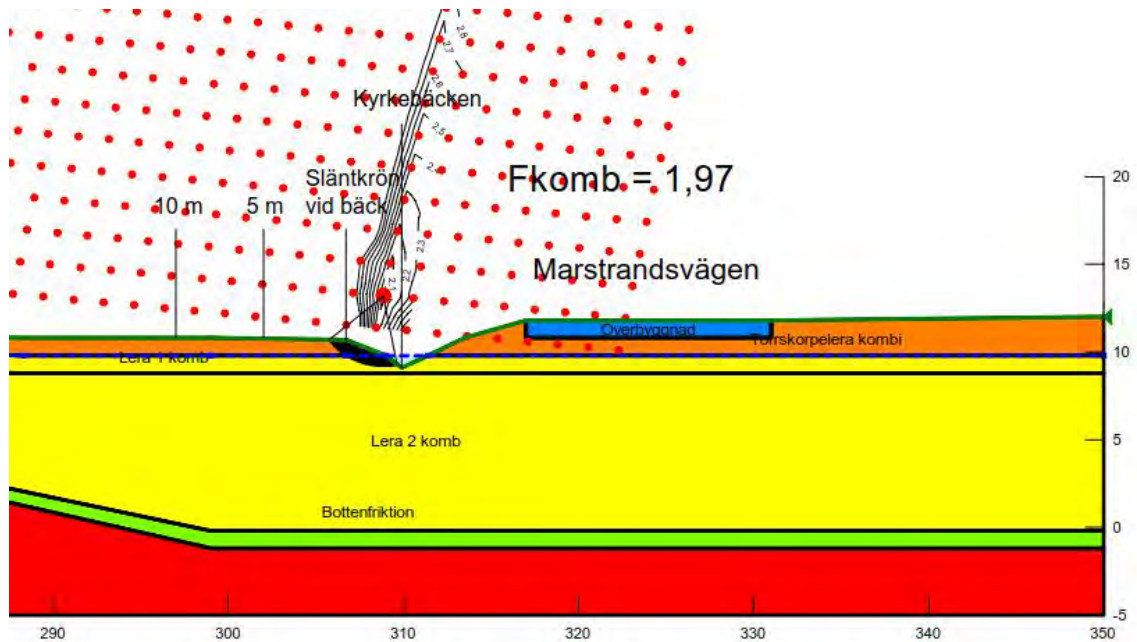
Stabilitetskontroll	Säkerhetsfaktor, odränerad analys [-]	Säkerhetsfaktor, kombinerad analys [-]	Anmärkning
Sektion C, befintliga förhållanden	4,25	4,13	Ok

### 5.6.2 SEKTION C, SÖDRA OMRÅDET

Marken är i princip flack fram till bäckfåran och höjdskillnaden mot bäcken är ca 1,7 meter.

Det undersökta lerdjupet i sektion C (södra området) uppgår till mellan ca 0,5 och 3,5 meter. För att inte begränsa möjliga glidytor och för att representera hela det södra området har jorddjupen i stabilitetsberäkningen tolkats från undersökningspunkt TY20, belägen strax väster om sektion C, där lerans mäktighet uppgår till ca 12 meter.

De lägsta säkerhetsfaktorerna mot stabilitetsbrott är höga, ca  $F_c > F_{komb} > 2$  och gäller lokala glidytor i nära anslutning till bäcken, se Figur 7 och Tabell 7 nedan.



Figur 7. Beräkningssektion C (södra området), befintliga förhållanden, kombinerad analys.

Tabell 7. Sammanställning av säkerhetsfaktorer, sektion C (södra området), befintliga förhållanden.

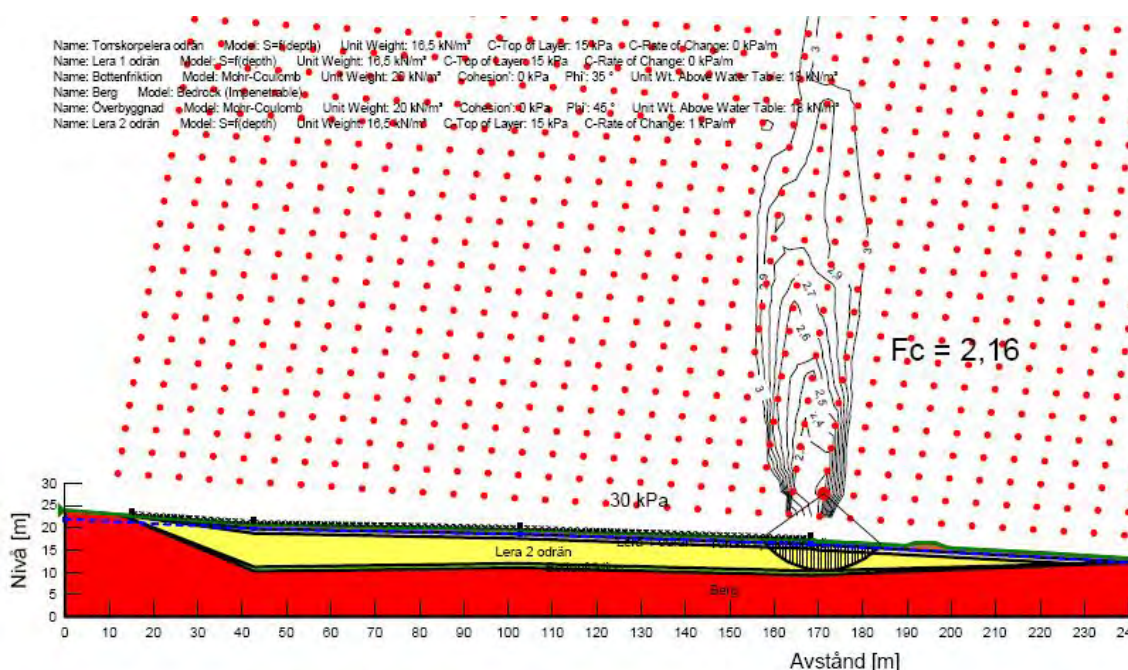
Stabilitetskontroll	Säkerhetsfaktor, odränerad analys [-]	Säkerhetsfaktor, kombinerad analys [-]	Anmärkning
Sektion C, befintliga förhållanden	3,51	1,97	Ok

## 5.7 STABILITETSANALYSER FÖR DETALJPLAN

Utformningen av det aktuella detaljplaneområdet är ännu inte fastlagd, men ett översiktligt förslag till ny markanvändning finns, se Figur 2. Bostäder i form av enskilda villor samt flerbostadshus, garage samt anslutande gator och parkeringar planeras enligt förslaget i norra området. I södra områdets norra del ligger i förslaget flerbostadshus och anslutande gata, men det kan bli aktuellt att exploatera ytterligare söderut. Samtliga beräkningar utförda för detaljplan redovisas i sin helhet i Bilaga 3.

### 5.7.1 SEKTION C, NORRA OMRÅDET

I stabilitetsberäkningarna för sektion C har en utbredd last på 30 kPa ansatts över hela området, vilket inrymmer nivåförändringar upp till omkring 1,5 meter. Stabilitetsberäkningar utförda med dessa förutsättningar visar att glidytorna med lägsta säkerheterna uppgår till  $F_c = 2,16$  och  $F_{komb} = 2,13$ , se Figur 8 och Tabell 8 nedan. Det innebär att säkerhetsrekommendationerna för nyexploatering (planläggning) är uppfyllda.



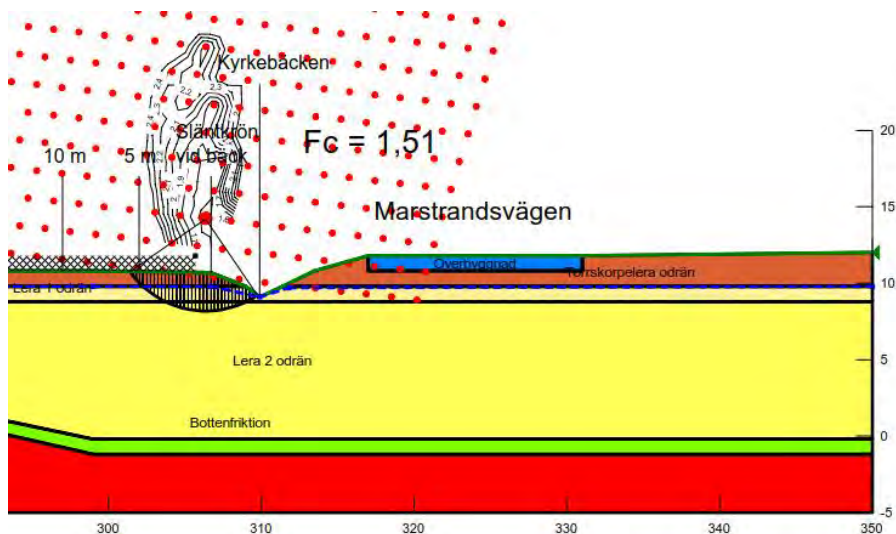
Figur 8. Beräkningssektion C (norra området), markbelastning 30 kPa, odränerad analys.

Tabell 8. Sammanställning av säkerhetsfaktorer, sektion C (norra området).

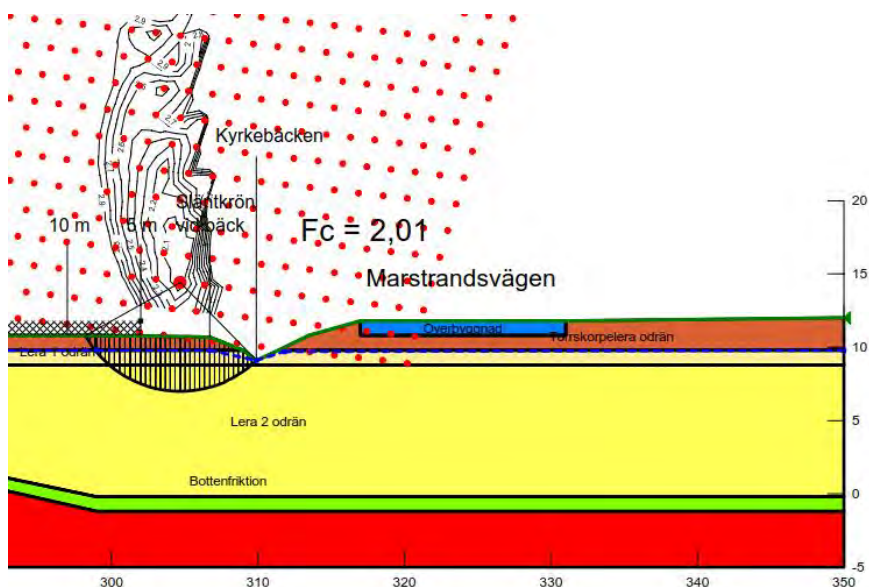
Stabilitetskontroll	Säkerhetsfaktor, odränerad analys	Säkerhetsfaktor, kombinerad analys	Anmärkning
	[-]	[-]	
Sektion C, 30 kPa	2,16	2,13	OK

### 5.7.2 SEKTION C, SÖDRA OMRÅDET

I stabilitetsberäkningarna för sektion C har en utbredd last på 20 ansatts över hela området, fram till 1 meter respektive 5 meter från släntkrönet mot Kyrkebäcken, vilket inrymmer nivåförändringar upp till ca 1,0 meter. Stabilitetsberäkningar utförda med dessa förutsättningar visar att glidytorna med lägsta säkerheterna uppgår till  $F_c = 1,51$  och  $F_{komb} = 1,39$  (20 kPa fram till 1 m från släntkrön) respektive  $F_c = 2,01$  och  $F_{komb} = 1,86$  (20 kPa fram till 5 m från släntkrön), se Figur 9 och 10 samt Tabell 9 nedan. Det innebär att säkerhetsrekommendationerna för nyexploatering (planläggning) är uppfyllda för en markbelastning upp till 20 kPa fram till 5 meter från släntkrön vid Kyrkebäcken.



Figur 9. Beräkningssektion C (södra området), markbelastning 20 kPa fram till 1 m från släntkrön, odränerad analys.



Figur 10. Beräkningssektion C (södra området), markbelastning 20 kPa fram till 5 m från släntkrön, odränerad analys.

Tabell 9. Sammanställning av säkerhetsfaktorer, sektion C (södra området).

Stabilitetskontroll	Säkerhetsfaktor, odränerad analys [-]	Säkerhetsfaktor, kombinerad analys [-]	Anmärkning
Sektion C, 20 kPa fram till 1 m från släntkrön	1,51	1,39	Ej ok
Sektion C, 20 kPa fram till 5 m från släntkrön	2,01	1,86	Ok

## 6 SÄTTNINGSFÖRHÅLLANDEN

### 6.1 ALLMÄNT

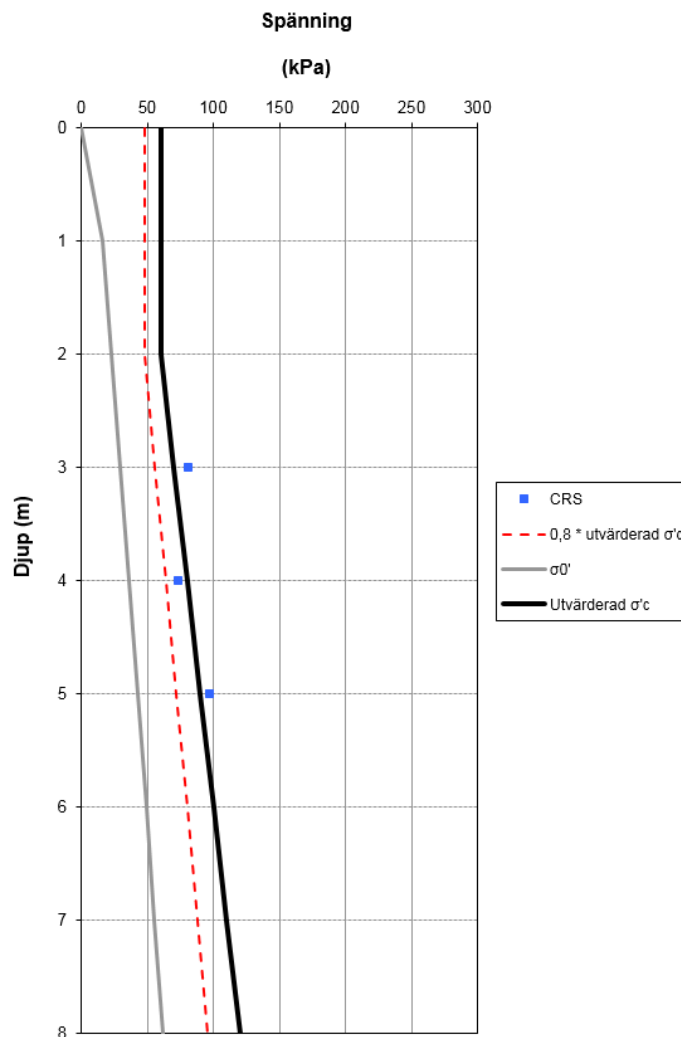
Med hänsyn till de lösa lager av lera med varierande djup till fast botten kommer varierande sättningar att uppkomma vid markbelastning. De lösa lersedimenten är överkonsoliderade, vilket antyder små sättningar samt är uppblandade med grova sediment antydande snabb konsolidering.

### 6.2 SÄTTNINGSPARAMETRAR

Lerans sättningsparametrar har utvärderats från geotekniska laboratorieundersökningar på ostörda prover i undersökningspunkt TY11.

Utförd spänningsanalys, se Figur 11, bygger på en grundvattenyta 1 meter under markytan med hydrostatisk portrycksfördelning mot djupet. CRS-försök utförda på tre nivåer i undersökningspunkt TY11 visar att leran från ca 2 meters djup är överkonsoliderad med OCR mellan ca 1,8 och 2,6.

Utvärderade sättningsparametrar som använts vid sättningsberäkningarna redovisas i Tabell 10 nedan samt i Bilaga 1.



Figur 11. Spänningsanalys utifrån rådande förhållanden i undersökningspunkt TY11.



Tabell 10. Utvärderade tungheter och deformationsegenskaper (z utgår från respektive jordlagers överkant).

MATERIAL	DJUP	TUNGHET, $r$ ( $r'$ ) (kN/m <sup>3</sup> )	Deformationsegenskaper
Torrskorpelera	0 till 2 m	16,5 (6,5)	$\sigma'_c = 60$ kPa $\sigma'_L = 100$ kPa $M_o = 16000$ kPa $M_L = 450$ kPa $M' = 12,5$ $\beta_K = 5$ $k_i = 1,0 \cdot 10^{-9}$
Lera	> 2m djup	16,5 (6,5)	$\sigma'_c = 60+10z$ kPa $\sigma'_L = 100+9,1z$ kPa $M_o = 16000$ kPa $M_L = 450$ kPa $M' = 12,5$ $\beta_K = 5$ $k_i = 1,0 \cdot 10^{-9}$

### 6.3 SÄTTNINGSBERÄKNINGAR

Sättningsberäkningar är utförda i programmet GeoSuite Settlement version 15.1.2.0 och beaktar inverkan av krypning.

Sättningar har kontrollerats för ett representativt lerdjup 7 meter och för det största lerdjupet i området 12 meter.

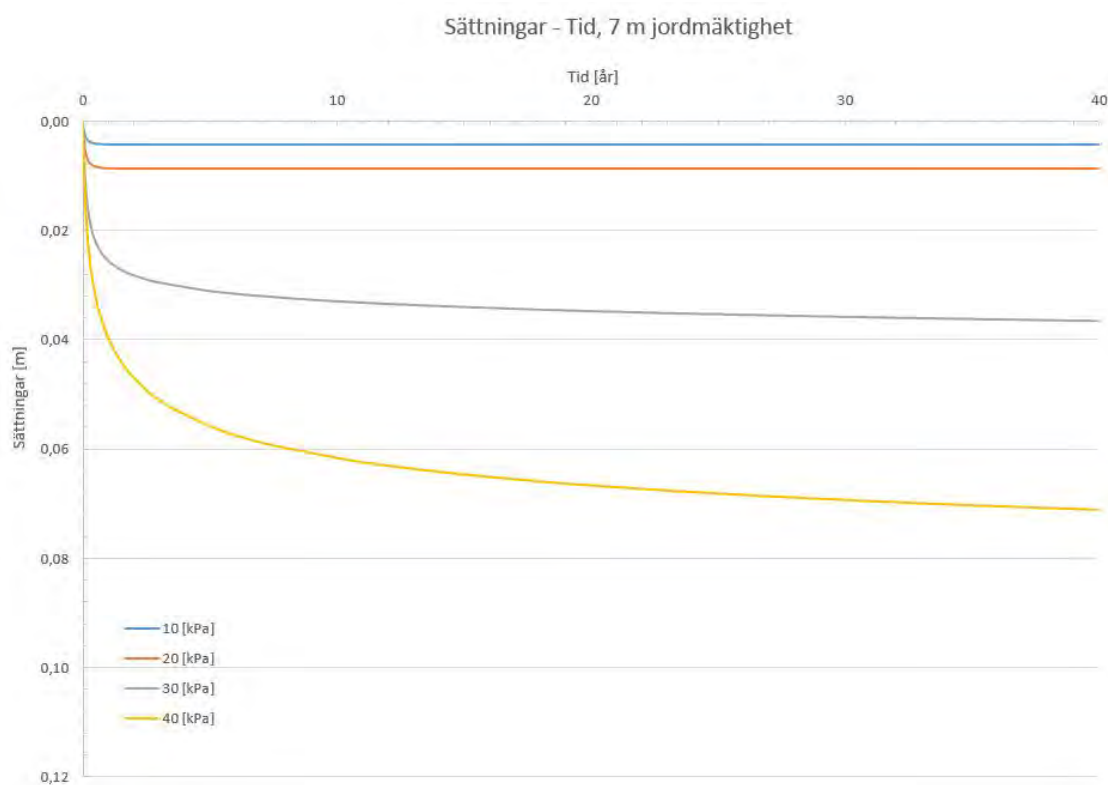
Sättningar har beräknats för olika markbelastningar; 10 kPa, 20 kPa, 30 kPa och 40 kPa motsvarande ca 0,5 meter, 1 meter, 1,5 meter respektive 2 meter fyllningstjocklek.

De sättningar som beräknas ha uppkommit efter 1 år, 5 år, 10 år, 20 år respektive 40 år redovisas för olika markbelastningar i Figur 12 och 13 respektive Tabell 11 och 12 nedan.

Då leran i området är överkonsoliderad erhålls elastiska sättningar för en tillkommande belastning på upp till 20 kPa på knappt 1 cm för 7 m lermåktighet respektive ca 0,7 till 2,3 cm för 12 m lermåktighet vilka sker momentant under byggtiden. För en markbelastning på 30 och 40 kPa erhålls sättningar på mellan ca 4 till 7 cm för 7 m lermåktighet respektive ca 6 till 12 cm för 12 m lermåktighet som även utgörs av konsoliderings- och krypsättningar vilka utbildas över en lång tidsperiod.

Tabell 11. Beräknade sättningar för olika markbelastning, 7 m lermäktighet.

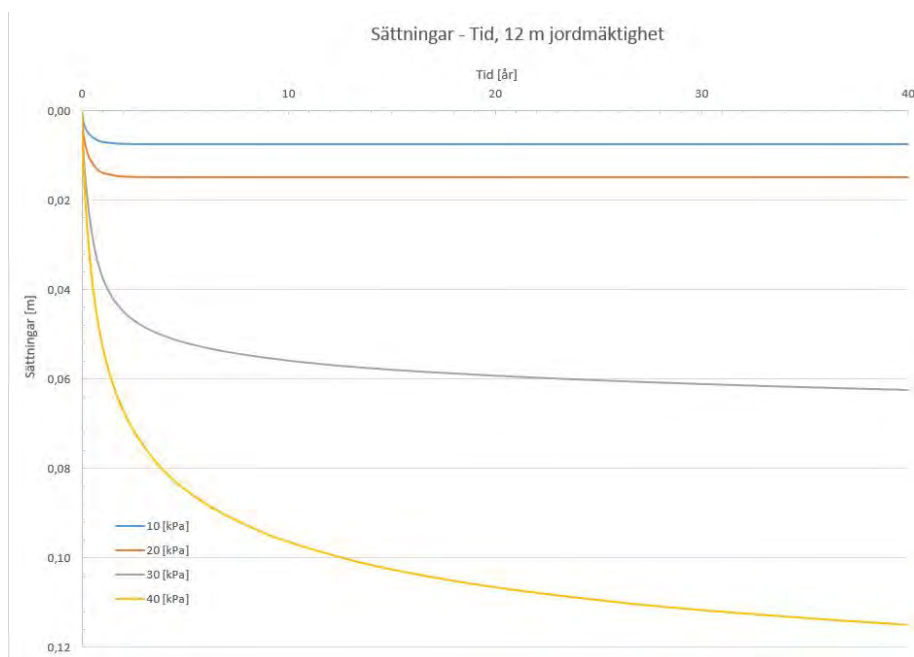
Kontroll av sättning för markbelastning	Sättning År 1 [m]	Sättning År 2 [m]	Sättning År 5 [m]	Sättning År 10 [m]	Sättning År 20 [m]	Sättning År 30 [m]	Sättning År 40 [m]
10 kPa	0,007	0,007	0,008	0,008	0,008	0,008	0,008
20 kPa	0,009	0,009	0,009	0,009	0,009	0,009	0,009
30 kPa	0,026	0,028	0,031	0,033	0,035	0,036	0,037
40 kPa	0,040	0,047	0,056	0,062	0,067	0,069	0,071



Figur 12. Beräknade sättningar för olika markbelastningar, 7 m lermäktighet.

Tabell 12. Beräknade sättningar för olika markbelastning, 12 m lermäktighet.

Kontroll av sättning för markbelastning	Sättning År 1 [m]	Sättning År 2 [m]	Sättning År 5 [m]	Sättning År 10 [m]	Sättning År 20 [m]	Sättning År 30 [m]	Sättning År 40 [m]
10 kPa	0,007	0,007	0,008	0,008	0,008	0,008	0,008
20 kPa	0,014	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015
30 kPa	0,037	0,045	0,052	0,056	0,059	0,061	0,063
40 kPa	0,053	0,067	0,085	0,096	0,107	0,112	0,115



Figur 13. Beräknade sättningar för olika markbelastning, 12 m lermäktighet.

## 7 GEOTEKNISKA REKOMMENDATIONER

### 7.1 MARKPLANERING

Förekommande jordlager klarar en nettobelastning av omkring 20 kPa, motsvarande 1 m fyllningstjocklek, utan att några betydande sättningar uppkommer. Större fyllningshöjder bör detaljstuderas och kompenseras genom exempelvis lättklinker eller cellplast. Förändring (sänkningar) av den rådande grundvatten-/portryckssituationen innebär även detta en tilläggsbelastning som i sin tur kan förorsaka sättningar. För att förhindra detta är det viktigt att strömningsavskärande fyllning av ledningsgravar utförs.

Inom området råder för befintliga förhållanden tillfredställande säkerhet mot stabilitetsbrott. För att stabiliteten ska vara betryggande vid förändringar som innebär en höjning av markens naturliga nivå införs en belastningsfri zon inom 5 meter från slänkrön mot Kyrkebäcken. Det innebär att marken närmast bäcken ej får belastas. I övrigt gäller en generell lastrestriktion på 20 kPa inom området med hänsyn till sättningar.

Vid eventuella schaktarbeten intill byggnader, ledningar och gata ska hänsyn tas till lokalstabilitet vid arbetsutförandet.

### 7.2 GRUNDLÄGGNING AV BYGGNADER

Lätta byggnader (högst två plan) som ger en tillkommande nettobelastning som mest 20 kPa kan grundläggas med kantförstyvad bottenplatta. Detta under förutsättning att byggnaderna placeras inom områden med homogena förhållanden avseende lerdjup. Tyngre byggnader kan behöva pågrundläggas. Vid grundläggning med varierande jorddjup bör risken för differenssättningar beaktas.

### 7.3 SCHAKT

Jorden innehåller silt vilket är en flytbenägen jord i vattenmättat tillstånd. Detta kan medföra problem vid schaktning nära eller under grundvattenytan med sidoerosion och bottenuppluckring som följd. Schaktslänterna bör skyddas mot erosion vid riklig nederbörd för att undvika risker med flytjordsproblematik. Flytjorden kan även innebära svårigheter vid packning då den inte kan packas vid hög vattenhalt. Med anledning av att grundvattenytan inom området är belägen nära markytan rekommenderas en temporär sänkning av grundvattenytan under schaktningsperioden till en nivå under schaktbotten genom s.k. well-points. Jorden är mycket tjälaktiv och vid kyla bör schakten isoleras.

### 7.4 RADONSKYDD

Mätning av radon i jordluften har inte utförts eftersom jordarterna inom området bedömts vara för täta för att tekniskt medge mätning. Lera och silt med mäktighet över 2 meter hänförs normalt till lågradonmark eftersom dessa jordarter har låg permeabilitet och radonavgången är så liten att förhöjda radonhalter i inomhusluft inte kan uppkomma i uppförda byggnader. En ytligt liggande grundvattenyta bidrar dessutom till en låg radonhalt i ovanliggande jordluft eftersom transport av radon i vatten är mycket begränsad och tillskott av radon från jordlager under grundvattenytan är försumbart. Grundvattenytan inom aktuellt utredningsområde är belägen mellan 1,0 och 1,8 meter under markytan.

Inom tidigare utredning för området strax sydväst om aktuellt utredningsområde (GF 405) har radonmätning utförts vilket klassar området som lågradonmark. Förhållandena är snarlika de inom aktuellt utredningsområde.

Ur radonsynpunkt kan byggnader grundläggas traditionellt utan några restriktioner. Radonhalt i ny fyllning ska dock kontrolleras och byggnadens radonsäkerhet utföras enligt fyllningens klassning.

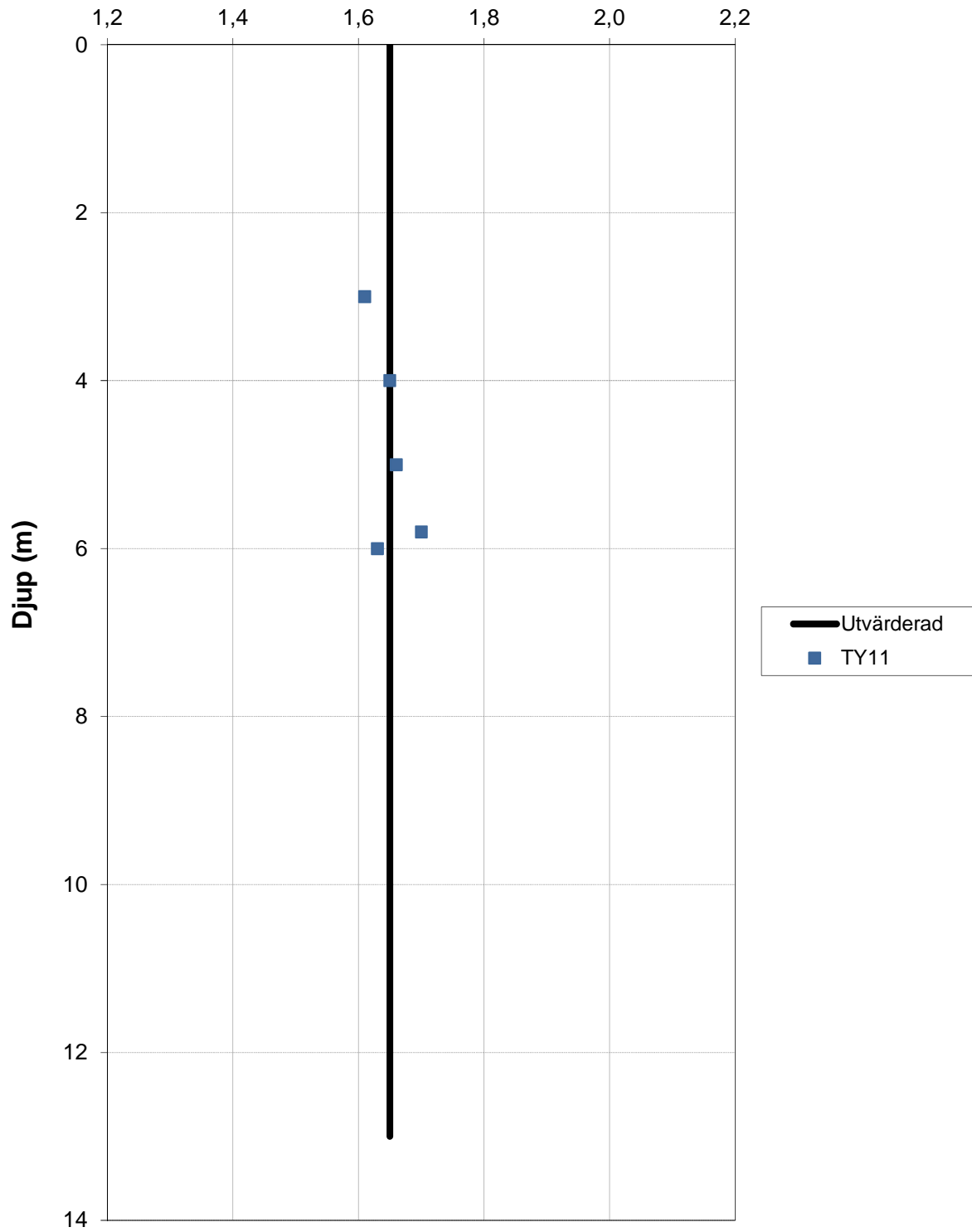


## BILAGA 1

Sammanställning och utvärdering av jordparametrar

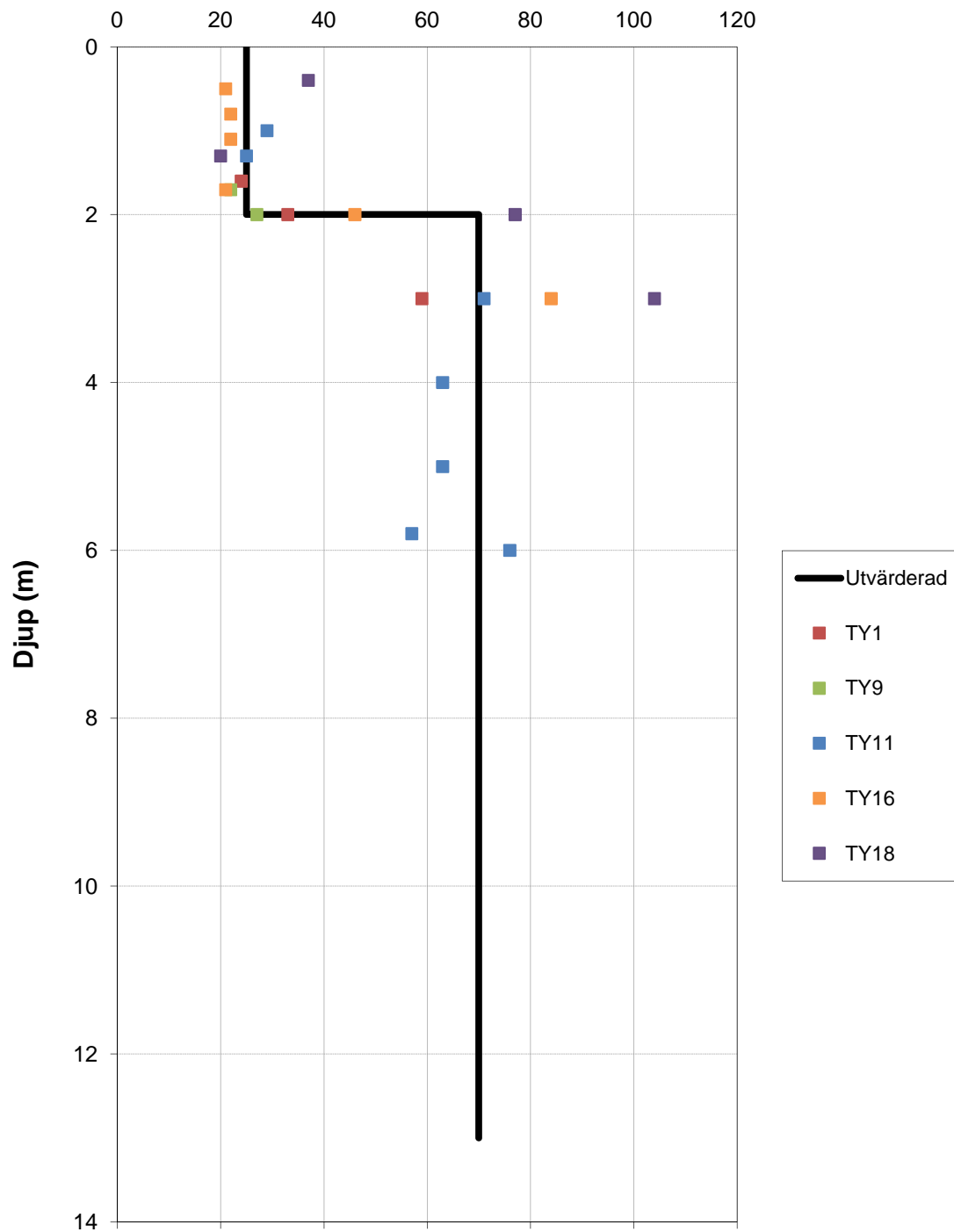
# Utvärderad

Densitet,  $\rho$  (t/m<sup>3</sup>)



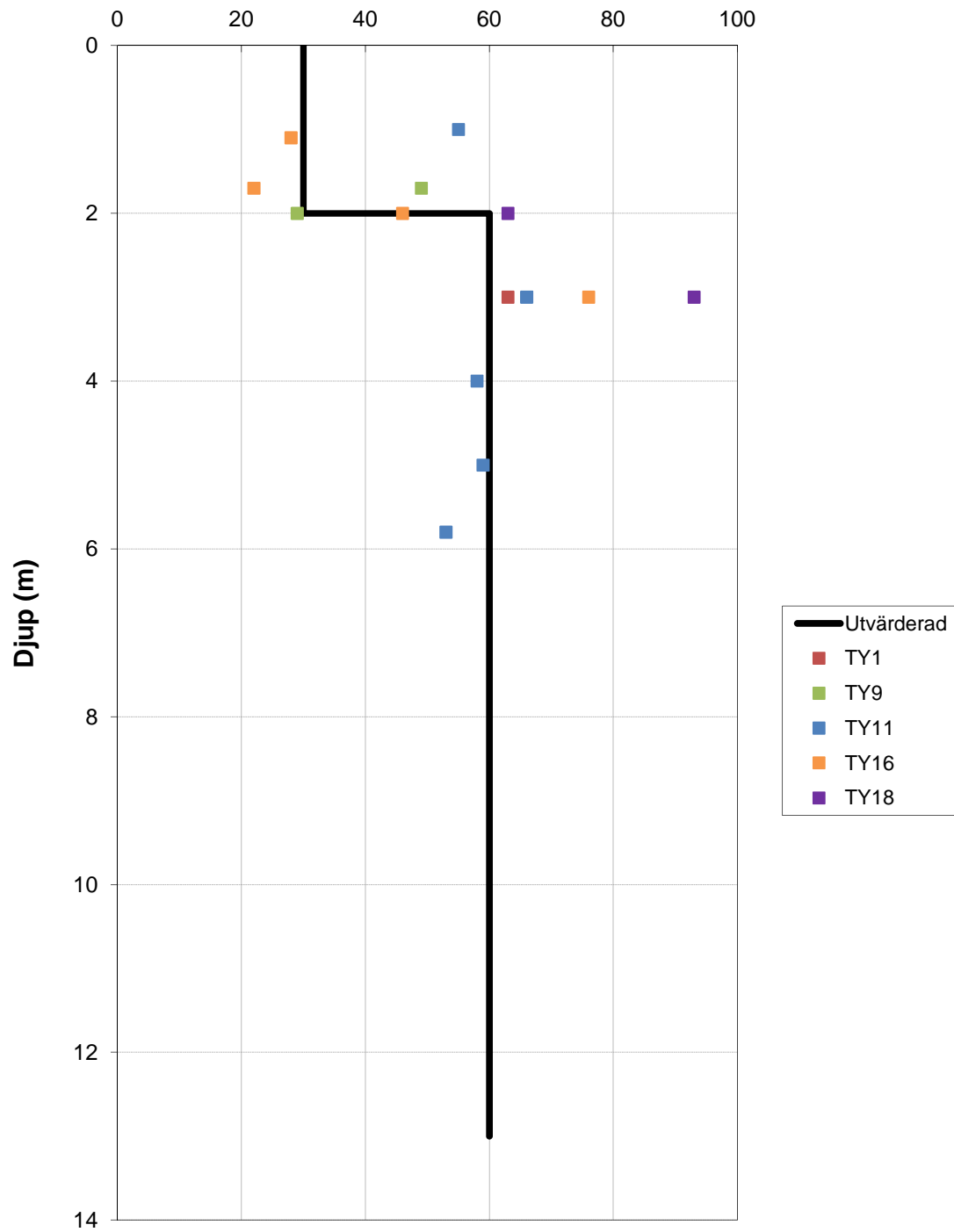
### Utvärderad

Naturlig vattenkvot,  $w_N$  (%)



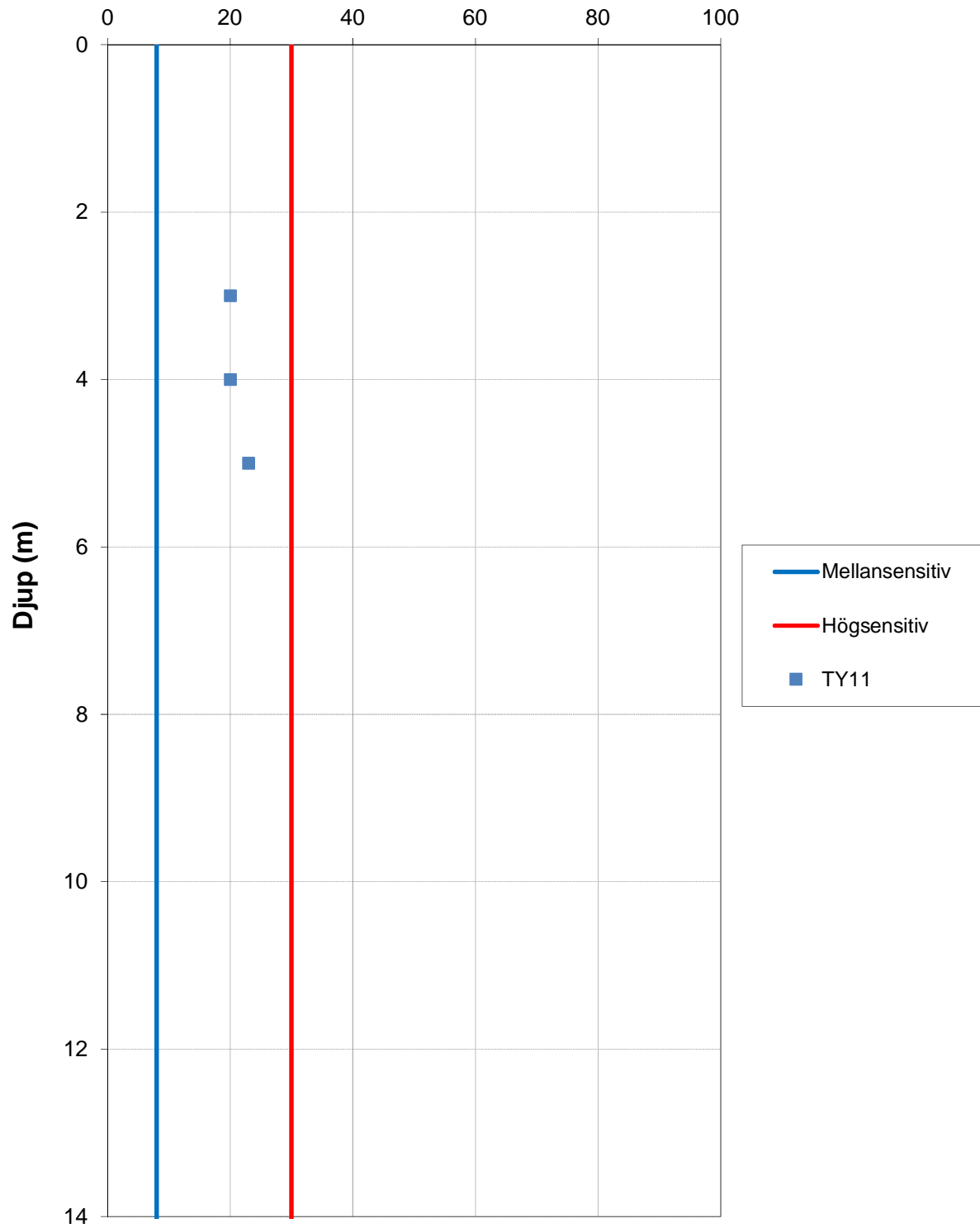
# Utvärderad

Konflytgräns,  $w_L$  (%)

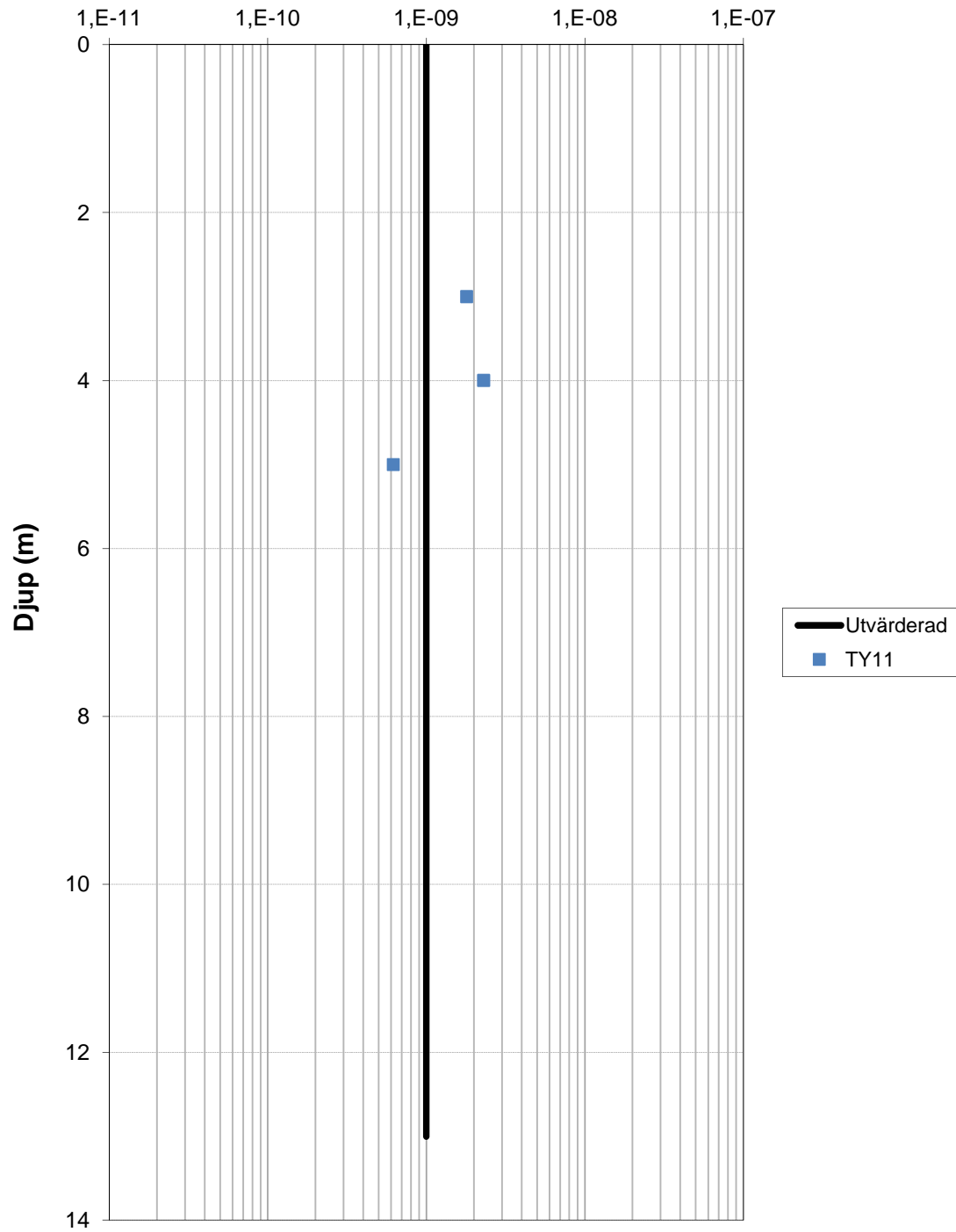




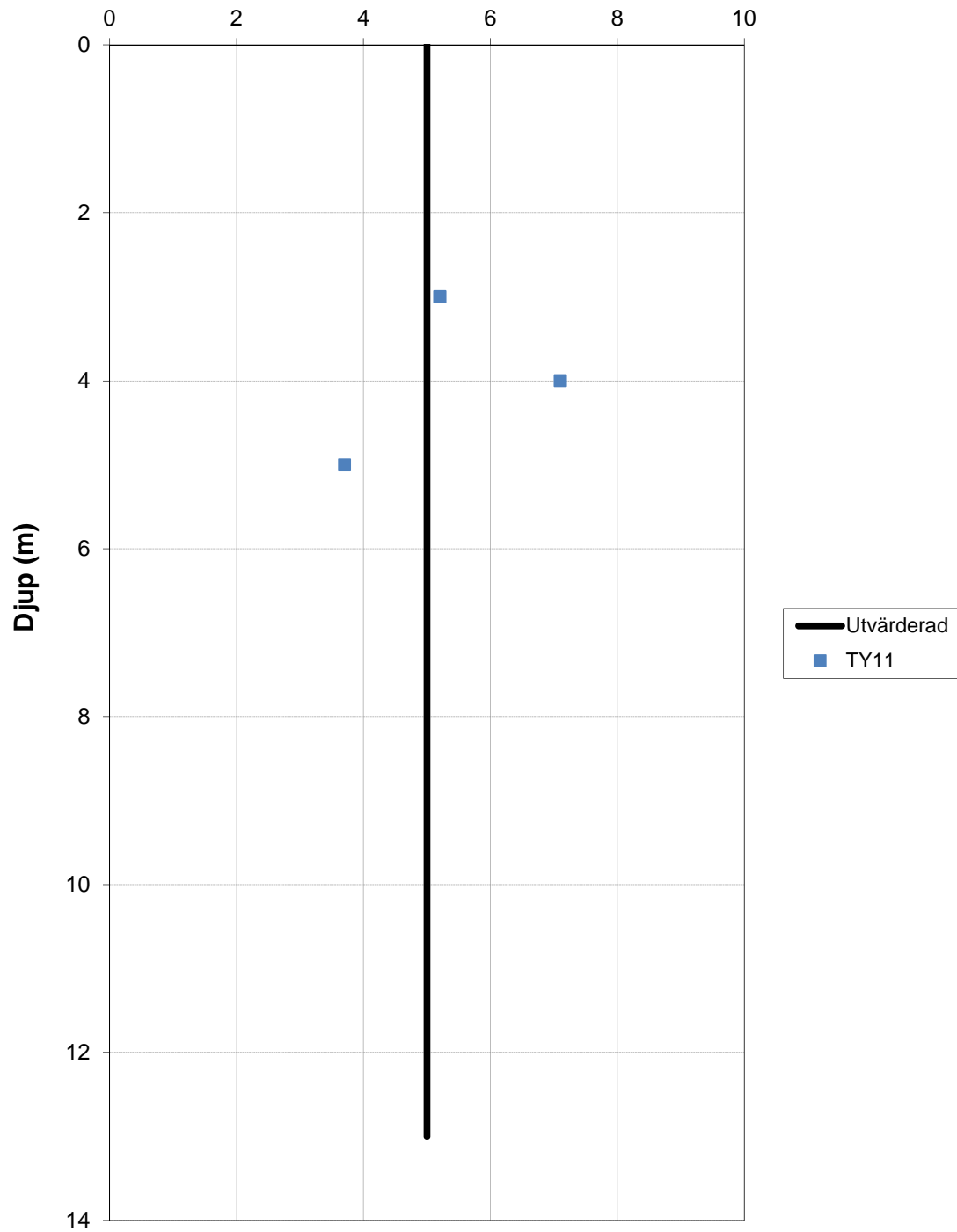
## Härledda värden

Sensitivitet,  $S_t$  (-)

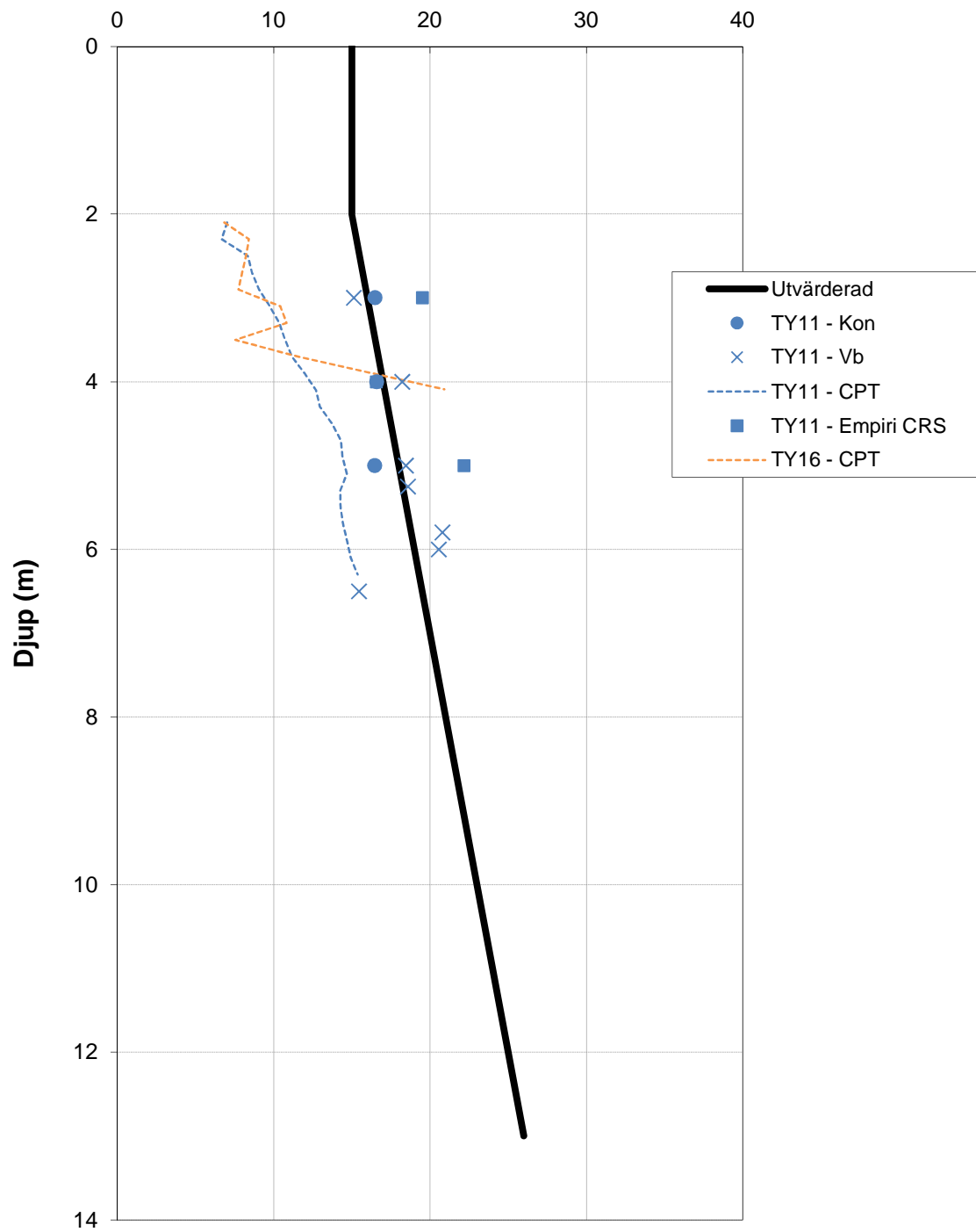
## Utvärderad

Permeabilitet,  $k_i$  (m/s)

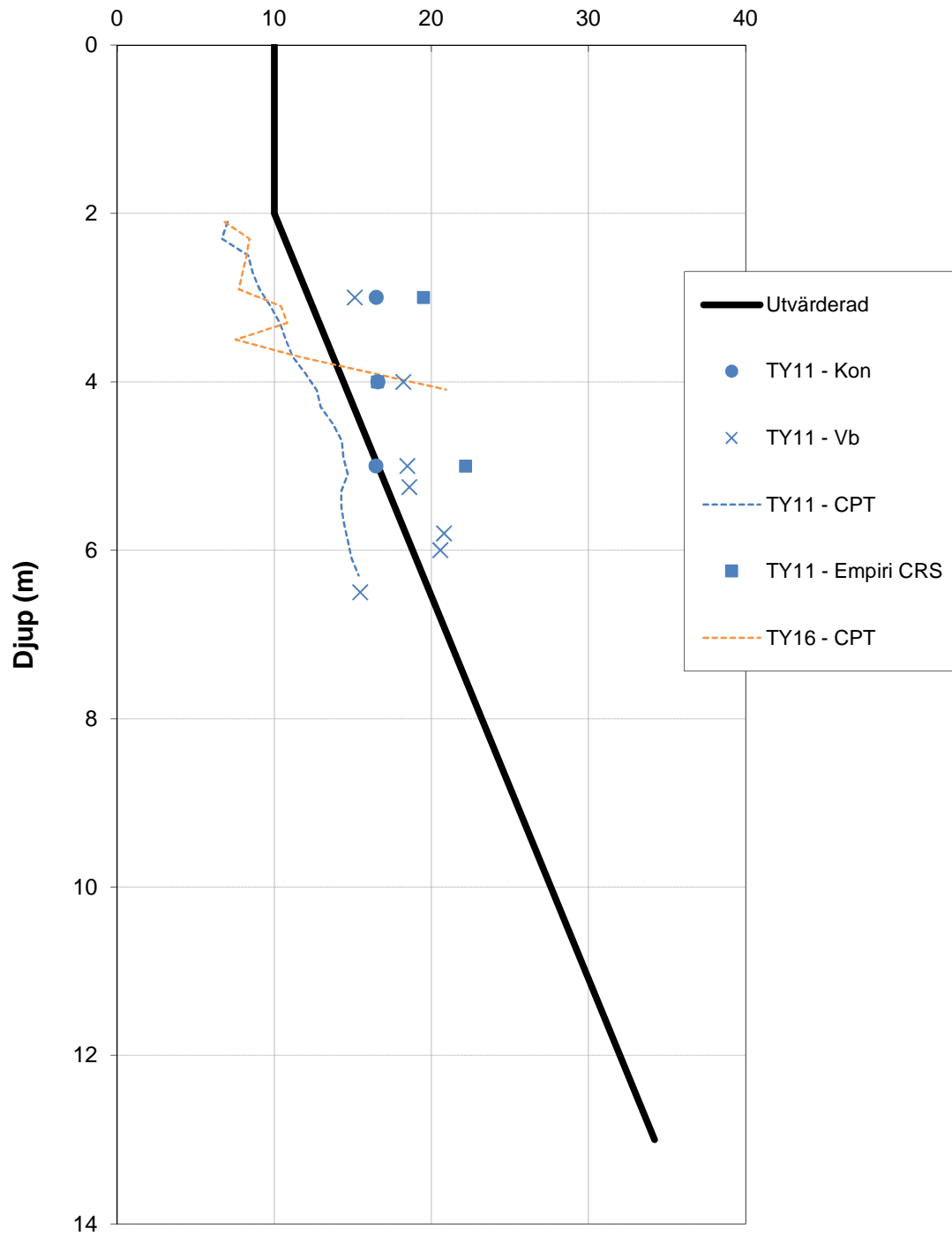
## Utvärderad

Faktor  $\beta_k$  (-)

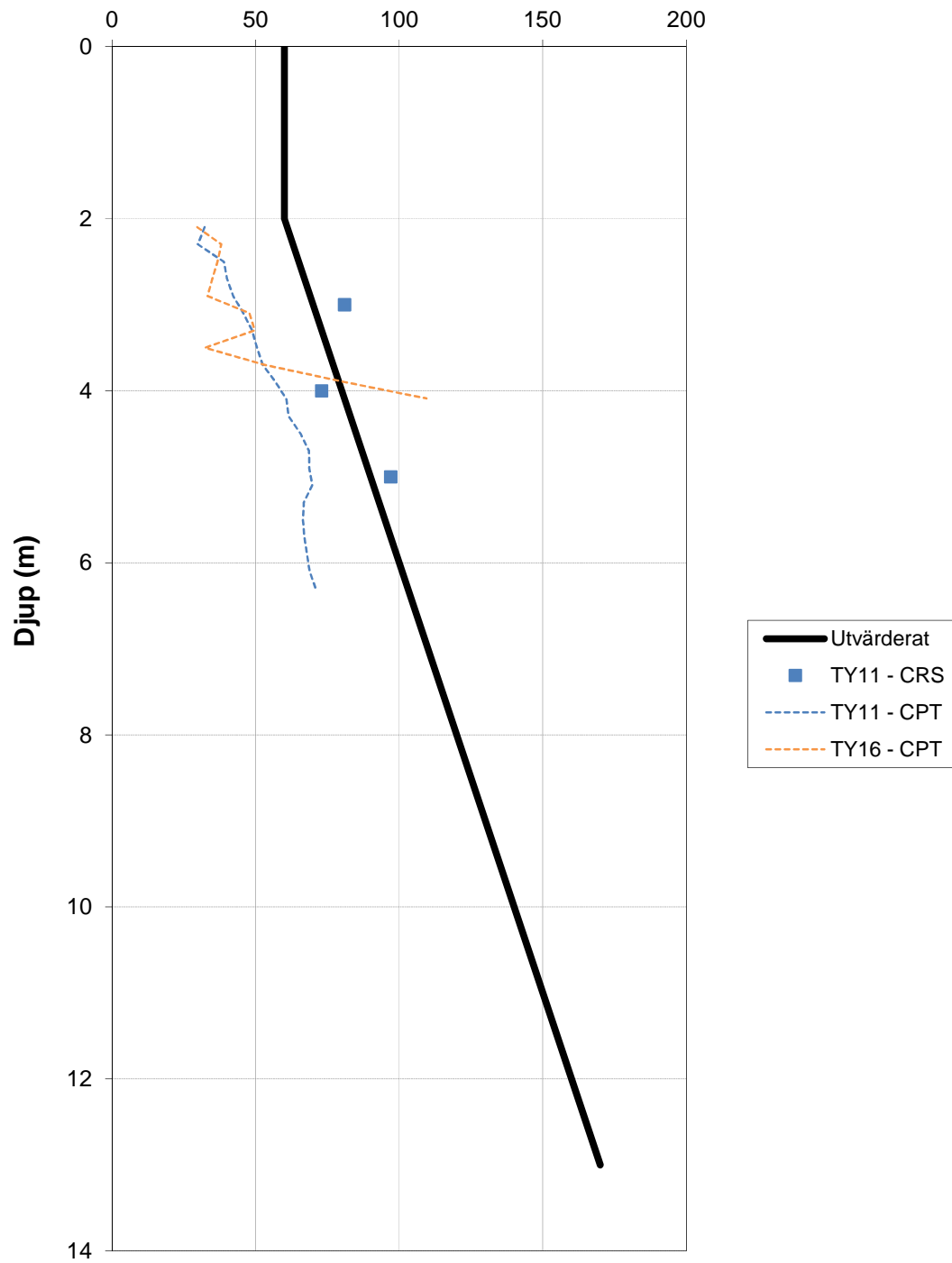
**Utvärderad  
norra området**  
Korrigerad skjuvhållfasthet,  $C_u$  (kPa)



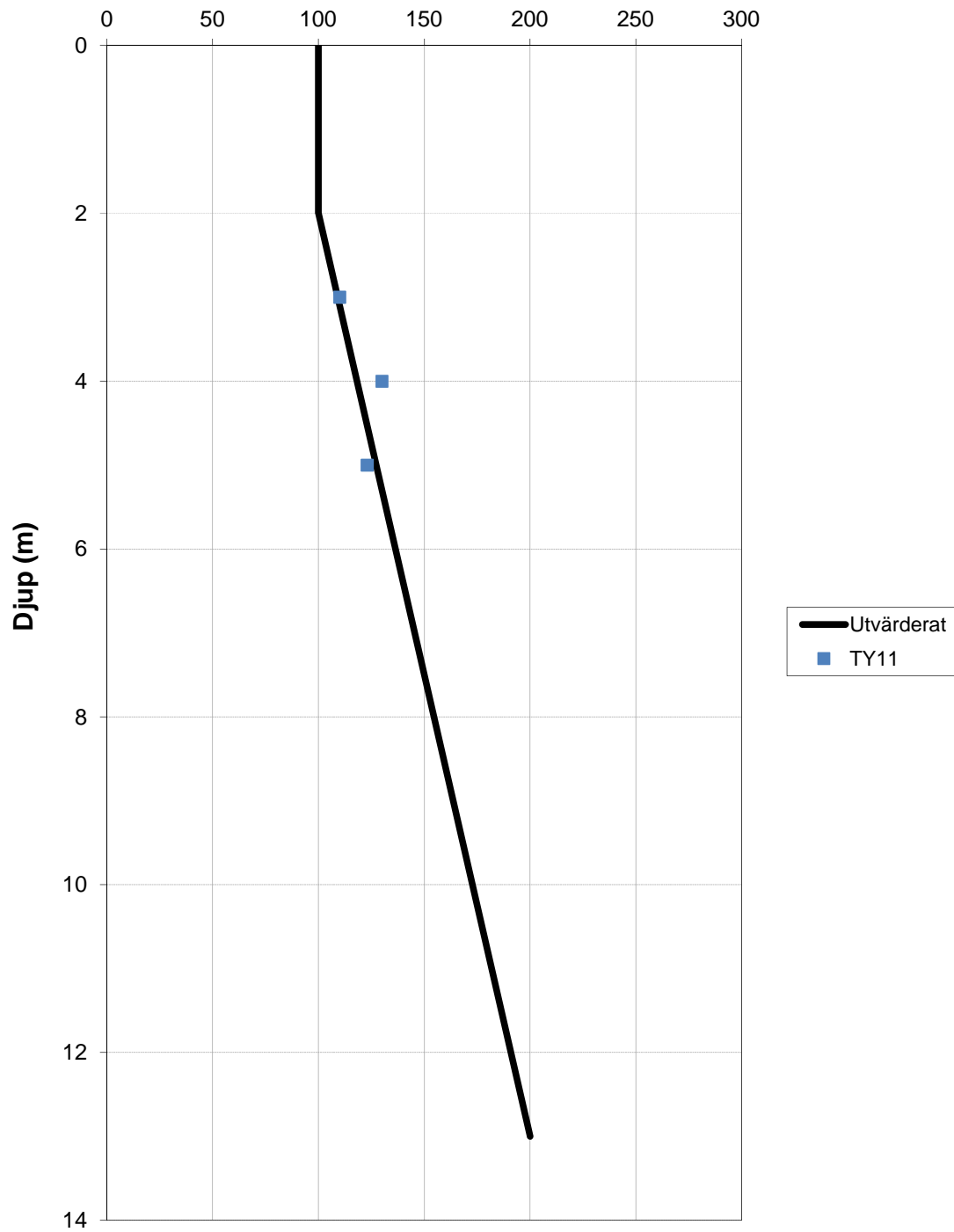
**Utvärderad  
södra området**  
Korrigerad skjuvhållfasthet,  $C_u$  (kPa)



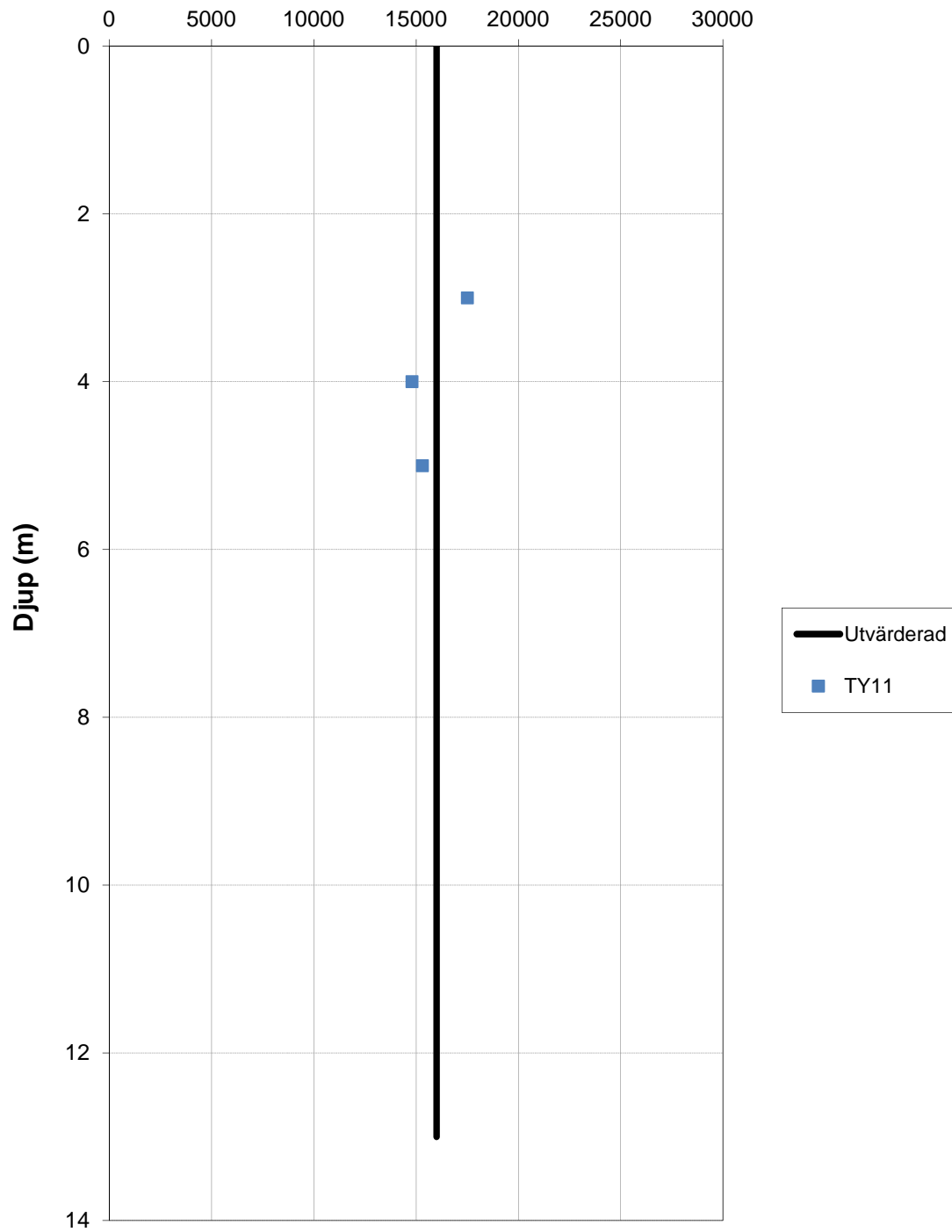
## Utvärderat

Förkonsolideringstryck,  $\sigma'_c$  (kPa)

## Utvärderat

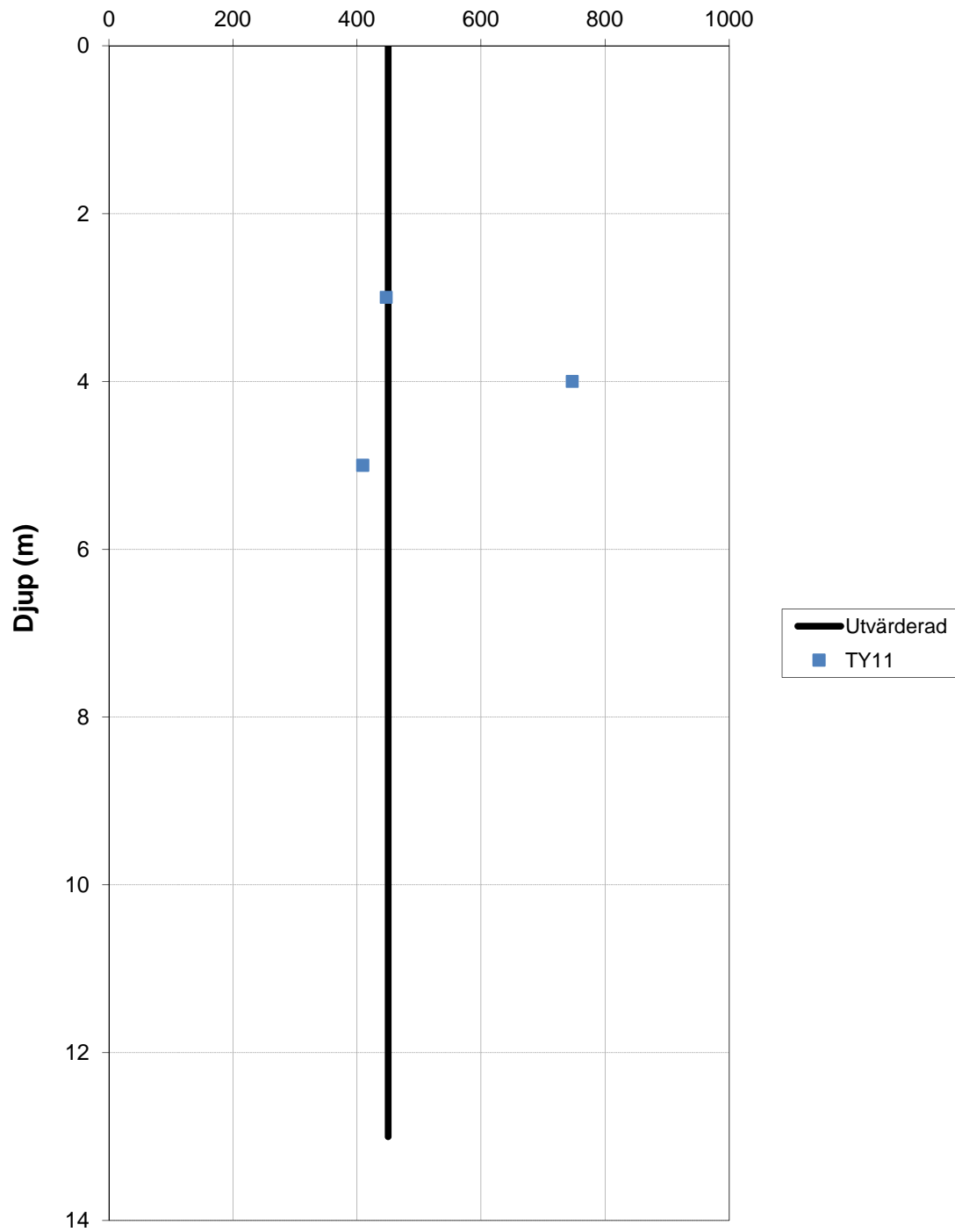
Gränstryck,  $\sigma'_L$  (kPa)

## Utvärderad

Kompressionsmodul  $M_0$  (kPa)

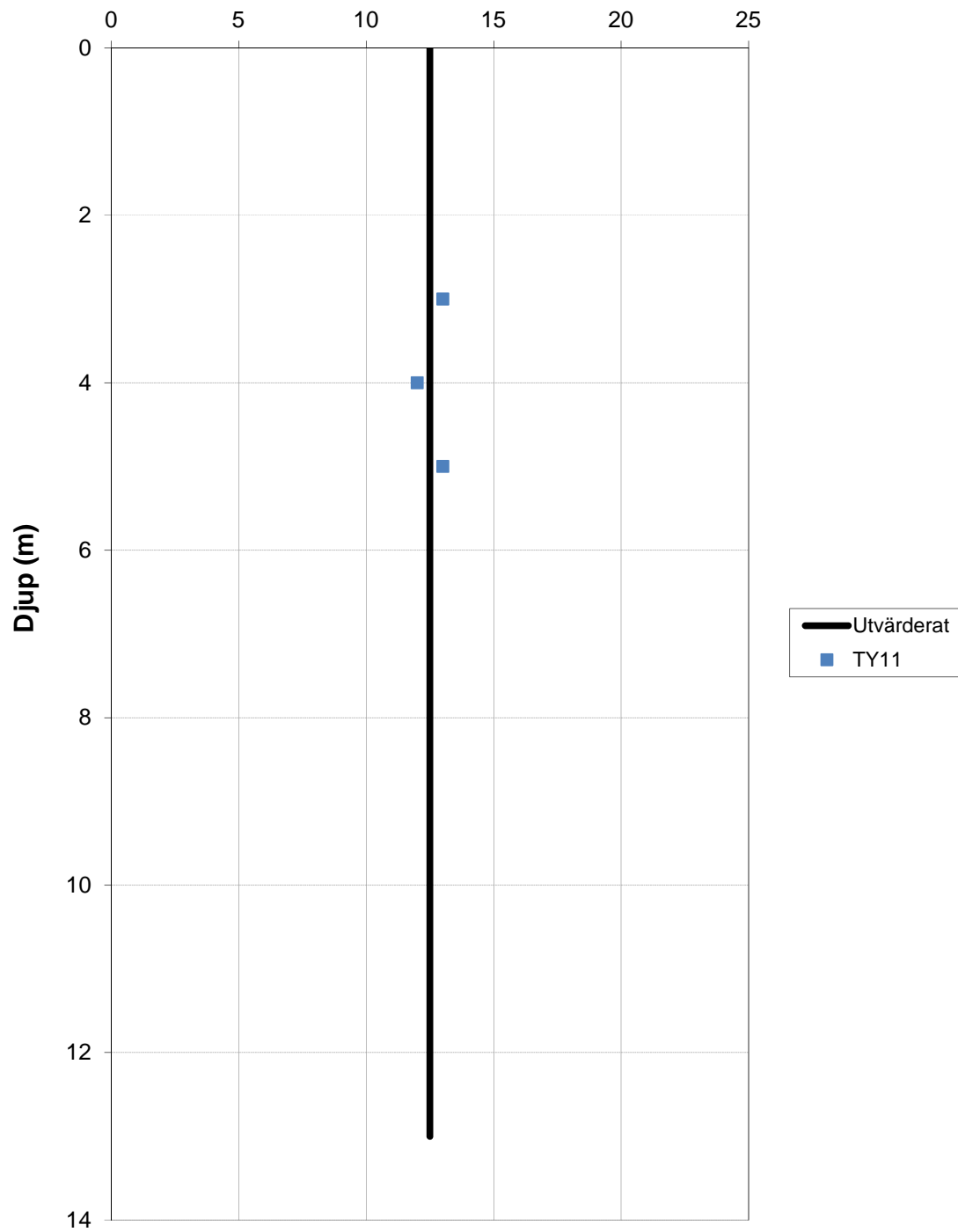


## Utvärderad

Kompressionsmodul  $M_L$  (kPa)

## Utvärderat

Modultal  $M'$  (-)





## BILAGA 2

Stabilitetsanalyser befintliga förhållanden



# TYRÉNS



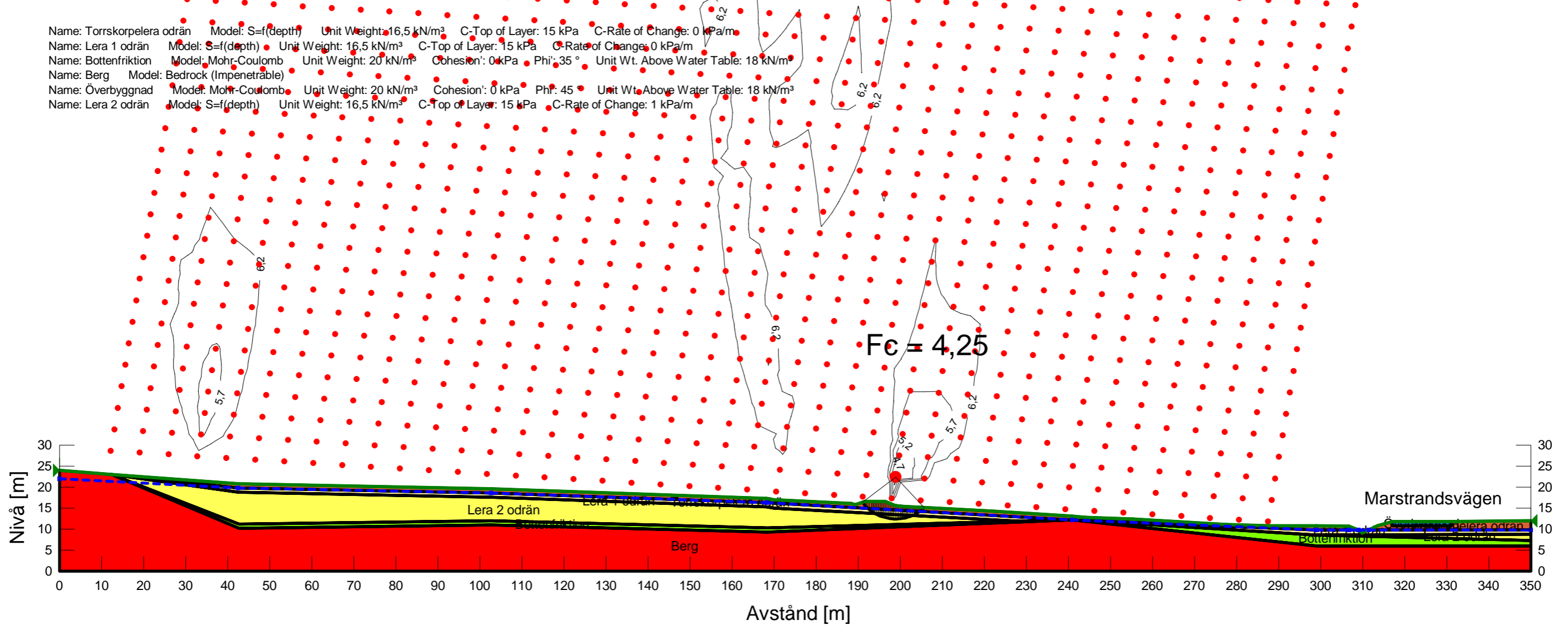
## KUNGÄLVS KOMMUN

DETALJPLAN YTTERBY-TUNGE 2:72  
KUNGÄLVS KOMMUN  
SEKTION: Sektion C-C  
Analysmetod: Odränerad analys, befintliga förhållanden

Skala 1:1 000 (A3)

Beräkningsmodell: Morgenstern-Price  
Metod: Grid and Radius  
Portrycksmodell: Piezometric Line  
Datum: 2016-10-19

Name: Torrskorpelera odrän Model: S=f(depth) Unit Weight: 16,5 kN/m<sup>3</sup> C-Top of Layer: 15 kPa C-Rate of Change: 0 kPa/m  
Name: Lera 1 odrän Model: S=f(depth) Unit Weight: 16,5 kN/m<sup>3</sup> C-Top of Layer: 15 kPa C-Rate of Change: 0 kPa/m  
Name: Bottenfriktion Model: Mohr-Coulomb Unit Weight: 20 kN/m<sup>3</sup> Cohesion: 0 kPa Phi: 35 ° Unit Wt. Above Water Table: 18 kN/m<sup>3</sup>  
Name: Berg Model: Bedrock (Impenetrable)  
Name: Överbyggnad Model: Mohr-Coulomb Unit Weight: 20 kN/m<sup>3</sup> Cohesion: 0 kPa Phi: 45 ° Unit Wt. Above Water Table: 18 kN/m<sup>3</sup>  
Name: Lera 2 odrän Model: S=f(depth) Unit Weight: 16,5 kN/m<sup>3</sup> C-Top of Layer: 15 kPa C-Rate of Change: 1 kPa/m





# TYRENS



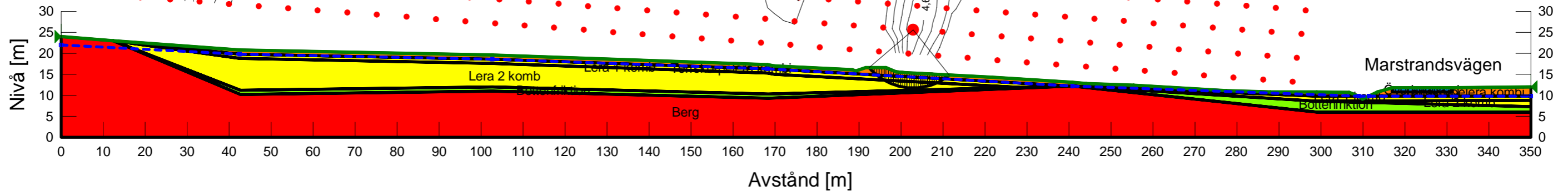
## KUNGÄLVSKOMMUN

DETALJPLAN YTTERBY-TUNGE 2:72  
 KUNGÄLVSKOMMUN  
 SEKTION: Sektion C-C  
 Analysmetod: Kombinerad analys, befintliga förhållanden

Skala 1:1 000 (A3)

Beräkningsmodell: Morgenstern-Price  
 Metod: Grid and Radius  
 Portrycksmodell: Piezometric Line  
 Datum: 2016-10-19

Name: Lera 1 kombi Model: Combined, S=f(depth) Unit Weight: 16,5 kN/m<sup>3</sup> Phi: 30 ° C-Top of Layer: 1,5 kPa C-Rate of Change: 0 kPa/m Cu-Top of Layer: 15 kPa Cu-Rate of Change: 0 kPa/m  
 Name: Torrskorpelera kombi Model: Combined, S=f(depth) Unit Weight: 16,5 kN/m<sup>3</sup> Phi: 30 ° C-Top of Layer: 1,5 kPa C-Rate of Change: 0 kPa/m Cu-Top of Layer: 15 kPa Cu-Rate of Change: 0 kPa/m  
 Name: Bottenfriktion Model: Mohr-Coulomb Unit Weight: 20 kN/m<sup>3</sup> Cohesion: 0 kPa Phi: 35 ° Unit Wt. Above Water Table: 18 kN/m<sup>3</sup>  
 Name: Berg Model: Bedrock (Impenetrable)  
 Name: Överbyggnad Model: Mohr-Coulomb Unit Weight: 20 kN/m<sup>3</sup> Cohesion: 0 kPa Phi: 45 ° Unit Wt. Above Water Table: 18 kN/m<sup>3</sup>  
 Name: Lera 2 kombi Model: Combined, S=f(depth) Unit Weight: 16,5 kN/m<sup>3</sup> Phi: 30 ° C-Top of Layer: 1,5 kPa C-Rate of Change: 0,1 kPa/m Cu-Top of Layer: 15 kPa Cu-Rate of Change: 1 kPa/m





Skala 1:300 (A3)

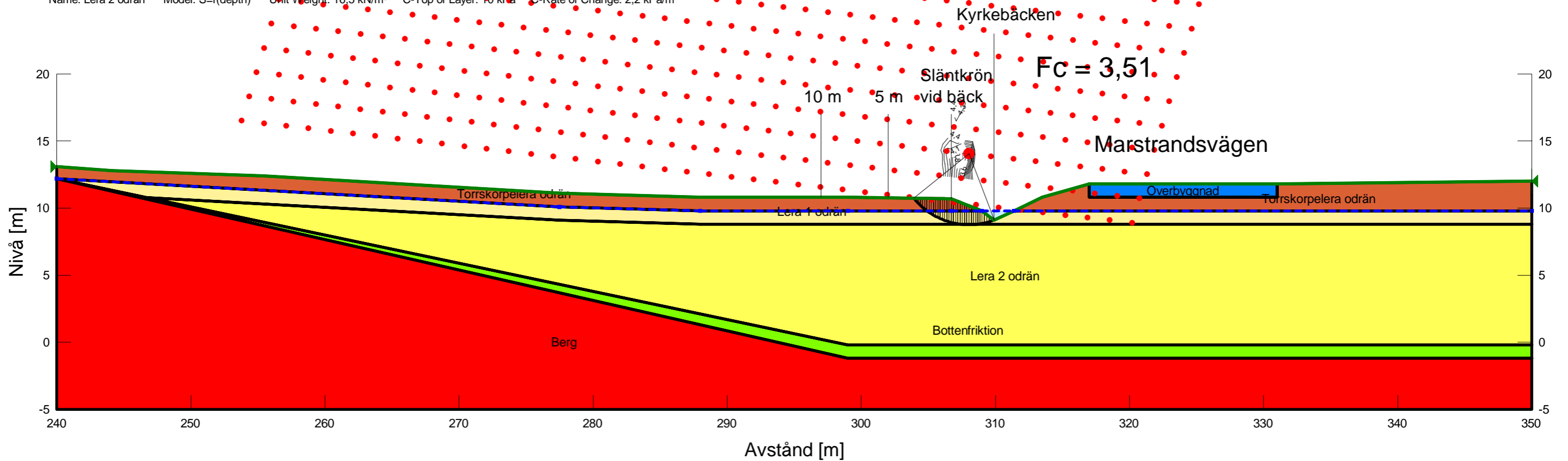


**KUNGÄLVS  
KOMMUN**

DETALJPLAN YTTERBY-TUNGE 2:72  
KUNGÄLVS KOMMUN  
SEKTION: Sektion C-C största uppmätta lerdjup inom området  
Analysmetod: Odränerad analys, befintliga förhållanden

Beräkningsmodell: Morgenstern-Price  
Metod: Grid and Radius  
Portrycksmodell: Piezometric Line  
Datum: 2016-10-19

Name: Torrskorpelera odrän Model: S=f(depth) Unit Weight: 16,5 kN/m<sup>3</sup> C-Top of Layer: 10 kPa C-Rate of Change: 0 kPa/m  
 Name: Lera 1 odrän Model: S=f(depth) Unit Weight: 16,5 kN/m<sup>3</sup> C-Top of Layer: 10 kPa C-Rate of Change: 0 kPa/m  
 Name: Bottenfriktion Model: Mohr-Coulomb Unit Weight: 20 kN/m<sup>3</sup> Cohesion: 0 kPa Phi: 35 ° Unit Wt. Above Water Table: 18 kN/m<sup>3</sup>  
 Name: Berg Model: Bedrock (Impenetrable)  
 Name: Överbyggnad Model: Mohr-Coulomb Unit Weight: 20 kN/m<sup>3</sup> Cohesion: 0 kPa Phi: 45 ° Unit Wt. Above Water Table: 18 kN/m<sup>3</sup>  
 Name: Lera 2 odrän Model: S=f(depth) Unit Weight: 16,5 kN/m<sup>3</sup> C-Top of Layer: 10 kPa C-Rate of Change: 2,2 kPa/m





Skala 1:300 (A3)

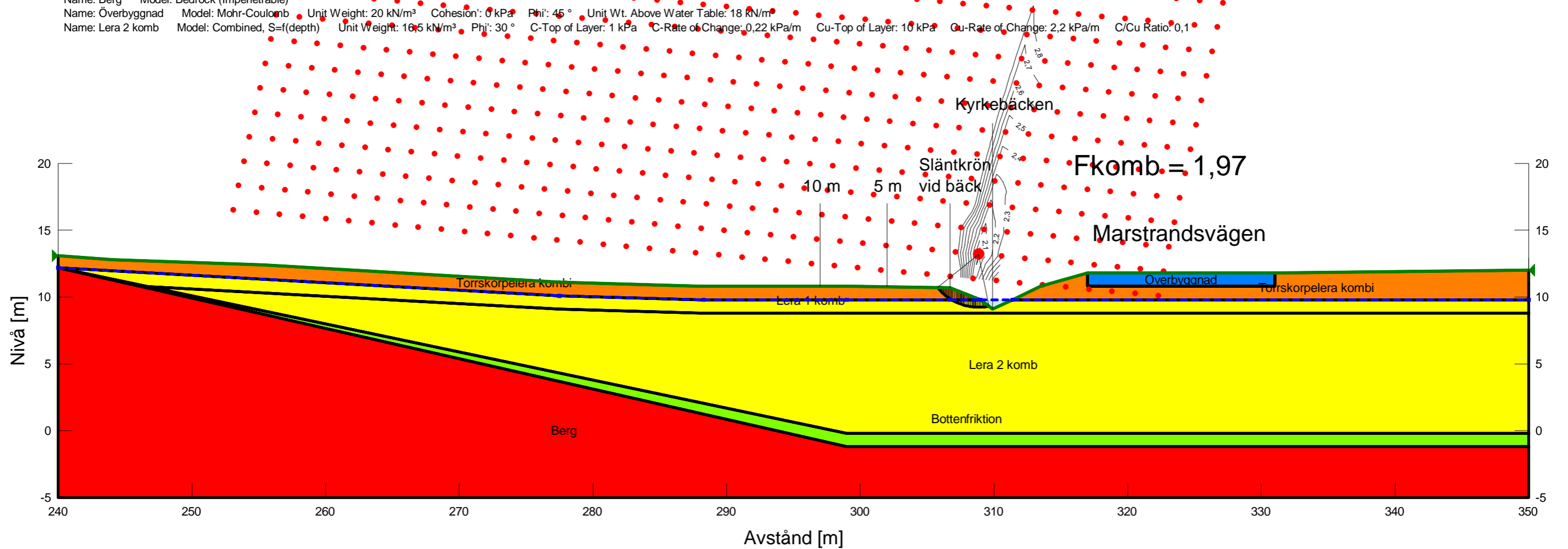


**KUNGÄLV  
KOMMUN**

DETALJPLAN YTTERBY-TUNGE 2:72  
KUNGÄLVS KOMMUN  
SEKTION: Sektion C-C största uppmätta lerdjup inom området  
Analysmetod: Kombinerad analys, befintliga förhållanden

Beräkningsmodell: Morgenstern-Price  
Metod: Grid and Radius  
Portrycksmodell: Piezometric Line  
Datum: 2016-10-19

Name: Lera 1 komb Model: Combined, S=f(depth) Unit Weight: 16,5 kN/m<sup>3</sup> Phi: 30 ° C-Top of Layer: 1 kPa C-Rate of Change: 0 kPa/m Cu-Top of Layer: 10 kPa Cu-Rate of Change: 0 kPa/m C/Cu Ratio: 0,1  
Name: Torrskorpelera kombi Model: Combined, S=f(depth) Unit Weight: 16,5 kN/m<sup>3</sup> Phi: 30 ° C-Top of Layer: 1,5 kPa C-Rate of Change: 0 kPa/m Cu-Top of Layer: 15 kPa Cu-Rate of Change: 0 kPa/m C/Cu Ratio: 0,1  
Name: Bottenfriktion Model: Mohr-Coulomb Unit Weight: 20 kN/m<sup>3</sup> Cohesion: 0 kPa Phi: 35 ° Unit Wt. Above Water Table: 18 kN/m<sup>3</sup>  
Name: Överbyggnad Model: Mohr-Coulomb Unit Weight: 20 kN/m<sup>3</sup> Cohesion: 0 kPa Phi: 45 ° Unit Wt. Above Water Table: 18 kN/m<sup>3</sup>  
Name: Lera 2 komb Model: Combined, S=f(depth) Unit Weight: 16,5 kN/m<sup>3</sup> Phi: 30 ° C-Top of Layer: 1 kPa C-Rate of Change: 0,22 kPa/m Cu-Top of Layer: 10 kPa Cu-Rate of Change: 2,2 kPa/m C/Cu Ratio: 0,1





## BILAGA 3

Stabilitetsanalyser för detaljplan





# TYRÉNS



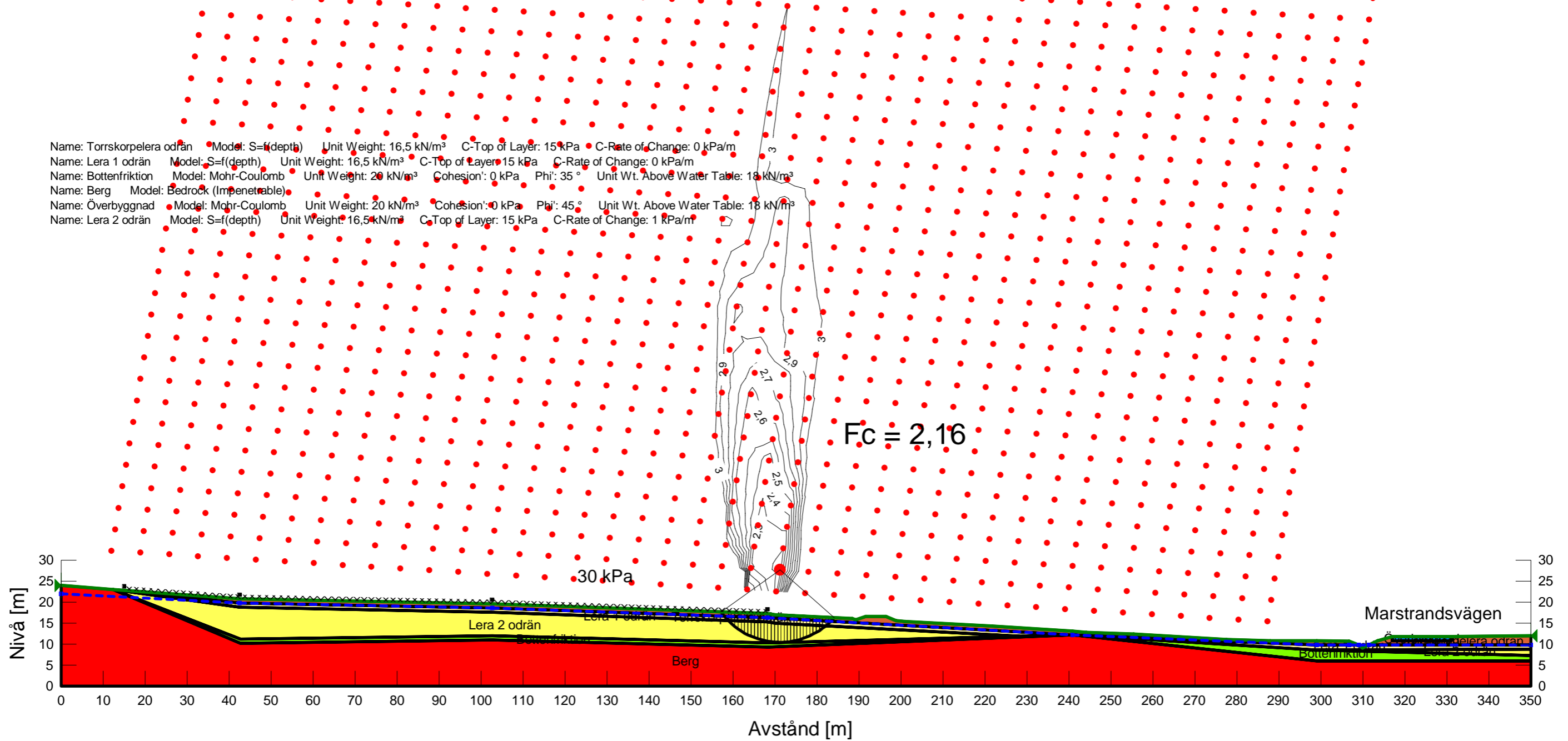
KUNGÄLV  
KOMMUN

DETALJPLAN YTTERBY-TUNGE 2:72  
KUNGÄLVS KOMMUN  
SEKTION: Sektion C-C  
Analysmetod: Odränerad analys, 30 kPa (2)

Skala 1:1 000 (A3)

Beräkningsmodell: Morgenstern-Price  
Metod: Grid and Radius  
Portrycksmodell: Piezometric Line  
Datum: 2016-10-19

Name: Torrskorpelera odrän	Model: $S=f(\text{depth})$	Unit Weight: 16,5 kN/m <sup>3</sup>	C-Top of Layer: 15 kPa	C-Rate of Change: 0 kPa/m
Name: Lera 1 odrän	Model: $S=f(\text{depth})$	Unit Weight: 16,5 kN/m <sup>3</sup>	C-Top of Layer: 15 kPa	C-Rate of Change: 0 kPa/m
Name: Bottenfriktion	Model: Mohr-Coulomb	Unit Weight: 20 kN/m <sup>3</sup>	Cohesion: 0 kPa	Phi: 35 °
Name: Berg	Model: Bedrock (Impenetrable)			
Name: Överbyggnad	Model: Mohr-Coulomb	Unit Weight: 20 kN/m <sup>3</sup>	Cohesion: 0 kPa	Phi: 45 °
Name: Lera 2 odrän	Model: $S=f(\text{depth})$	Unit Weight: 16,5 kN/m <sup>3</sup>	C-Top of Layer: 15 kPa	C-Rate of Change: 1 kPa/m





# TYRÉNS



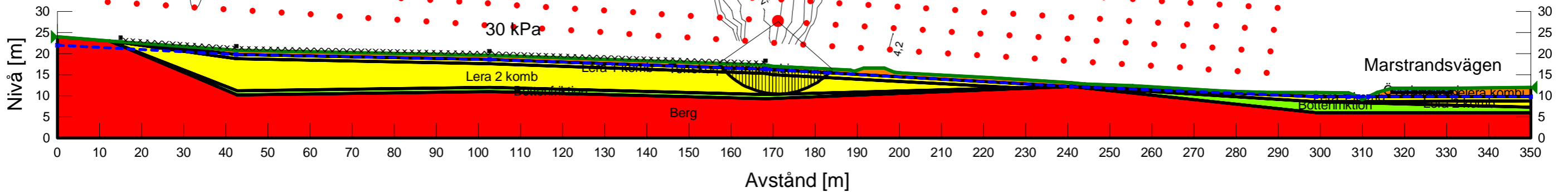
## KUNGÄLVS KOMMUN

DETALJPLAN YTTERBY-TUNGE 2:72  
KUNGÄLVS KOMMUN  
SEKTION: Sektion C-C  
Analysmetod: Kombinerad analys, 30 kPa (2)

Skala 1:1 000 (A3)

Beräkningsmodell: Morgenstern-Price  
Metod: Grid and Radius  
Portrycksmodell: Piezometric Line  
Datum: 2016-10-19

Name: Lera 1 komb	Model: Combined, S=f(depth)	Unit Weight: 16,5 kN/m <sup>3</sup>	Phi: 30 °	C-Top of Layer: 1,5 kPa	C-Rate of Change: 0 kPa/m	Cu-Top of Layer: 15 kPa	Cu-Rate of Change: 0 kPa/m	C/Cu Ratio: 0,1
Name: Torrskorpelera kombi	Model: Combined, S=f(depth)	Unit Weight: 16,5 kN/m <sup>3</sup>	Phi: 30 °	C-Top of Layer: 1,5 kPa	C-Rate of Change: 0 kPa/m	Cu-Top of Layer: 15 kPa	Cu-Rate of Change: 0 kPa/m	C/Cu Ratio: 0,1
Name: Bottenfriktion	Model: Mohr-Coulomb	Unit Weight: 20 kN/m <sup>3</sup>	Cohesion: 0 kPa	Phi: 35 °	Unit Wt. Above Water Table: 18 kN/m <sup>3</sup>			
Name: Berg	Model: Bedrock (Impenetrable)							
Name: Överbyggnad	Model: Mohr-Coulomb	Unit Weight: 20 kN/m <sup>3</sup>	Cohesion: 0 kPa	Phi: 45 °	Unit Wt. Above Water Table: 18 kN/m <sup>3</sup>			
Name: Lera 2 komb	Model: Combined, S=f(depth)	Unit Weight: 16,5 kN/m <sup>3</sup>	Phi: 30 °	C-Top of Layer: 1,5 kPa	C-Rate of Change: 0,1 kPa/m	Cu-Top of Layer: 15 kPa	Cu-Rate of Change: 1 kPa/m	C/Cu Ratio: 0,1





Skala 1:300 (A3)

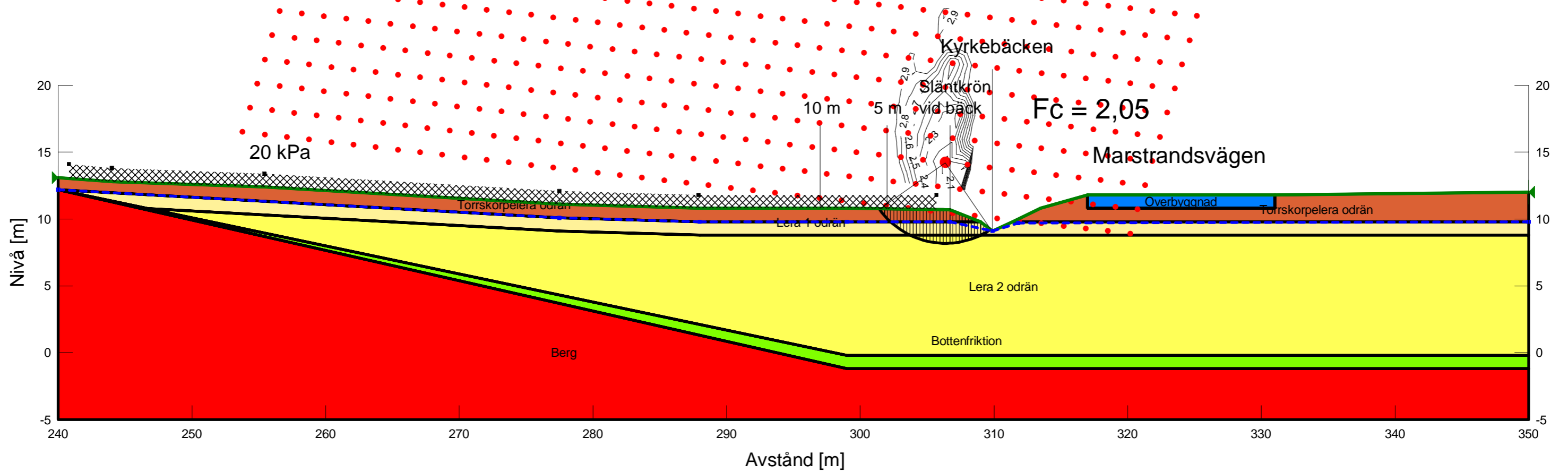


KUNGÄLVS  
KOMMUN

DETALJPLAN YTTERBY-TUNGE 2:72  
KUNGÄLVS KOMMUN  
SEKTION: Sektion C-C största uppmätta lerdjup inom området  
Analysmetod: Odränerad analys, 20 kPa 1 m fr. slänkrön

Beräkningsmodell: Morgenstern-Price  
Metod: Grid and Radius  
Portrycksmodell: Piezometric Line  
Datum: 2016-10-19

Name: Torrskorpelera odrän Model: S=f(depth) Unit Weight: 16,5 kN/m<sup>3</sup> C-Top of Layer: 15 kPa C-Rate of Change: 0 kPa/m  
Name: Lera 1 odrän Model: S=f(depth) Unit Weight: 16,5 kN/m<sup>3</sup> C-Top of Layer: 15 kPa C-Rate of Change: 0 kPa/m  
Name: Bottenfriktion Model: Mohr-Coulomb Unit Weight: 20 kN/m<sup>3</sup> Cohesion: 0 kPa Phi: 35 ° Unit Wt. Above Water Table: 18 kN/m<sup>3</sup>  
Name: Berg Model: Bedrock (Impenetrable)  
Name: Överbyggnad Model: Mohr-Coulomb Unit Weight: 20 kN/m<sup>3</sup> Cohesion: 0 kPa Phi: 45 ° Unit Wt. Above Water Table: 18 kN/m<sup>3</sup>  
Name: Lera 2 odrän Model: S=f(depth) Unit Weight: 16,5 kN/m<sup>3</sup> C-Top of Layer: 15 kPa C-Rate of Change: 1 kPa/m





Skala 1:300 (A3)

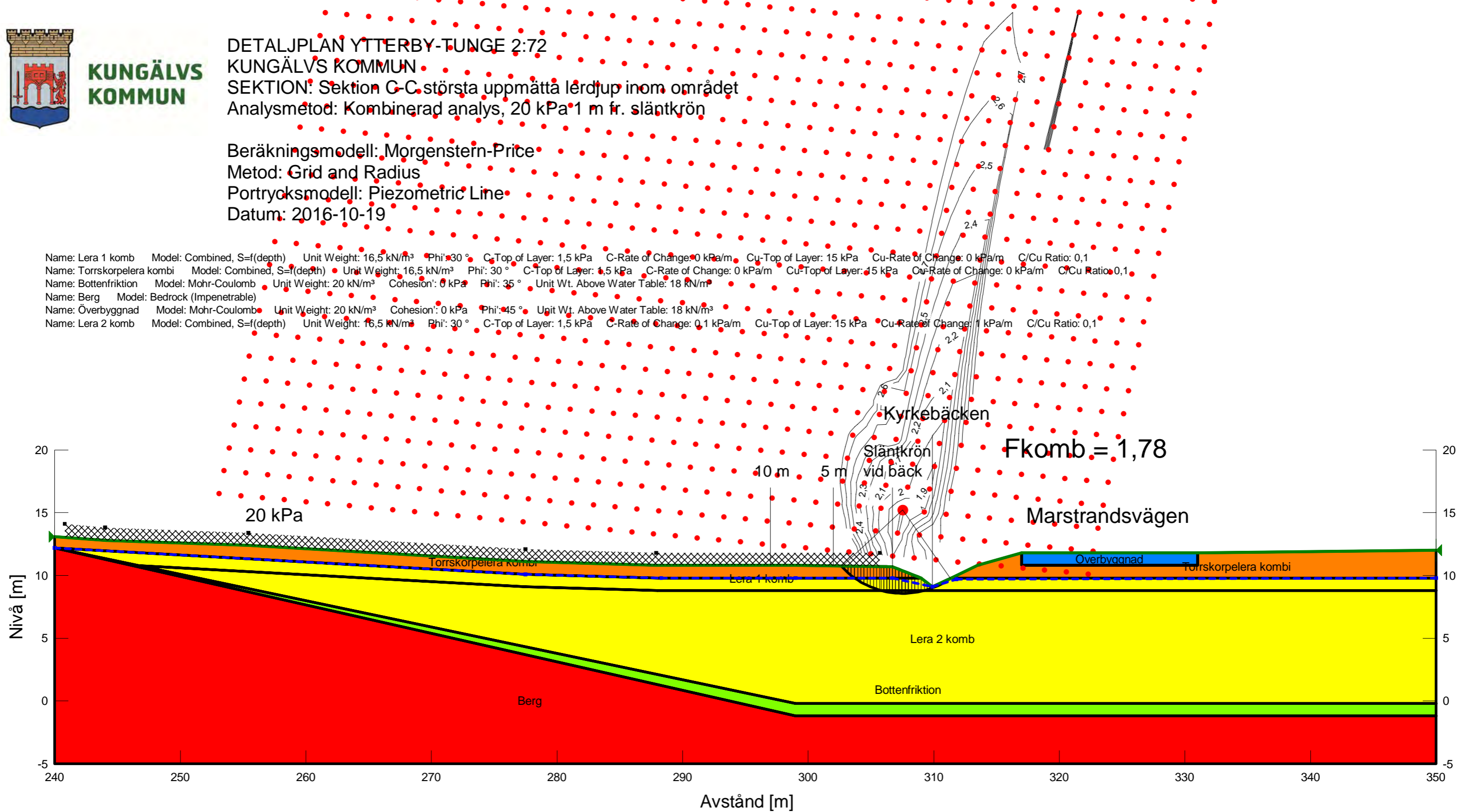


**KUNGÄLVS  
KOMMUN**

DETALJPLAN YTTERBY-TUNGE 2:72  
KUNGÄLVS KOMMUN  
SEKTION: Sektion C-C största uppmätta lerdjup inom området  
Analysmetod: Kombinerad analys, 20 kPa 1 m fr. slänkrön

Beräkningsmodell: Morgenstern-Price  
Metod: Grid and Radius  
Portrycksmodell: Piezometric Line  
Datum: 2016-10-19

Name: Lera 1 komb Model: Combined, S=f(depth) Unit Weight: 16,5 kN/m<sup>3</sup> Phi: 30 ° C-Top of Layer: 1,5 kPa C-Rate of Change: 0 kPa/m Cu-Top of Layer: 15 kPa Cu-Rate of Change: 0 kPa/m C/Cu Ratio: 0,1  
Name: Torrskorpelera kombi Model: Combined, S=f(depth) Unit Weight: 16,5 kN/m<sup>3</sup> Phi: 30 ° C-Top of Layer: 1,5 kPa C-Rate of Change: 0 kPa/m Cu-Top of Layer: 15 kPa Cu-Rate of Change: 0 kPa/m C/Cu Ratio: 0,1  
Name: Bottenfriktion Model: Mohr-Coulomb Unit Weight: 20 kN/m<sup>3</sup> Cohesion: 0 kPa Phi: 35 ° Unit Wt. Above Water Table: 18 kN/m<sup>3</sup>  
Name: Berg Model: Bedrock (Impenetrable)  
Name: Överbyggnad Model: Mohr-Coulomb Unit Weight: 20 kN/m<sup>3</sup> Cohesion: 0 kPa Phi: 45 ° Unit Wt. Above Water Table: 18 kN/m<sup>3</sup>  
Name: Lera 2 komb Model: Combined, S=f(depth) Unit Weight: 16,5 kN/m<sup>3</sup> Phi: 30 ° C-Top of Layer: 1,5 kPa C-Rate of Change: 0,1 kPa/m Cu-Top of Layer: 15 kPa Cu-Rate of Change: 1 kPa/m C/Cu Ratio: 0,1





Skala 1:300 (A3)

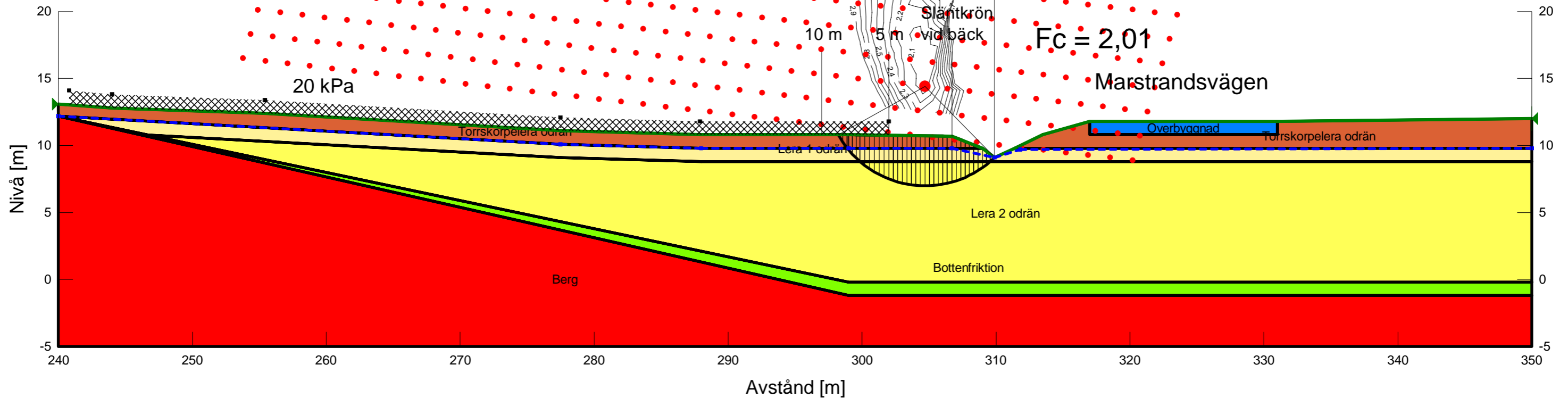


KUNGÄLVS  
KOMMUN

DETALJPLAN YTTERBY-TUNGE 2:72  
KUNGÄLVS KOMMUN  
SEKTION: Sektion C-C största uppmätta lerdjup inom området  
Analysmetod: Odränerad analys, 20 kPa 5 m fr. slänkrön

Beräkningsmodell: Morgenstern-Price  
Metod: Grid and Radius  
Portrycksmodell: Piezometric Line  
Datum: 2016-10-19

Name: Torrskorpelera odrän Model: S=f(depth) Unit Weight: 16,5 kN/m<sup>3</sup> C-Top of Layer: 10 kPa C-Rate of Change: 0 kPa/m  
 Name: Lera 1 odrän Model: S=f(depth) Unit Weight: 16,5 kN/m<sup>3</sup> C-Top of Layer: 10 kPa C-Rate of Change: 0 kPa/m  
 Name: Bottenfriktion Model: Mohr-Coulomb Unit Weight: 20 kN/m<sup>3</sup> Cohesion: 0 kPa Phi: 35 ° Unit Wt. Above Water Table: 18 kN/m<sup>3</sup>  
 Name: Berg Model: Bedrock (Impenetrable)  
 Name: Överbyggnad Model: Mohr-Coulomb Unit Weight: 20 kN/m<sup>3</sup> Cohesion: 0 kPa Phi: 45 ° Unit Wt. Above Water Table: 18 kN/m<sup>3</sup>  
 Name: Lera 2 odrän Model: S=f(depth) Unit Weight: 16,5 kN/m<sup>3</sup> C-Top of Layer: 10 kPa C-Rate of Change: 2,2 kPa/m





Skala 1:300 (A3)

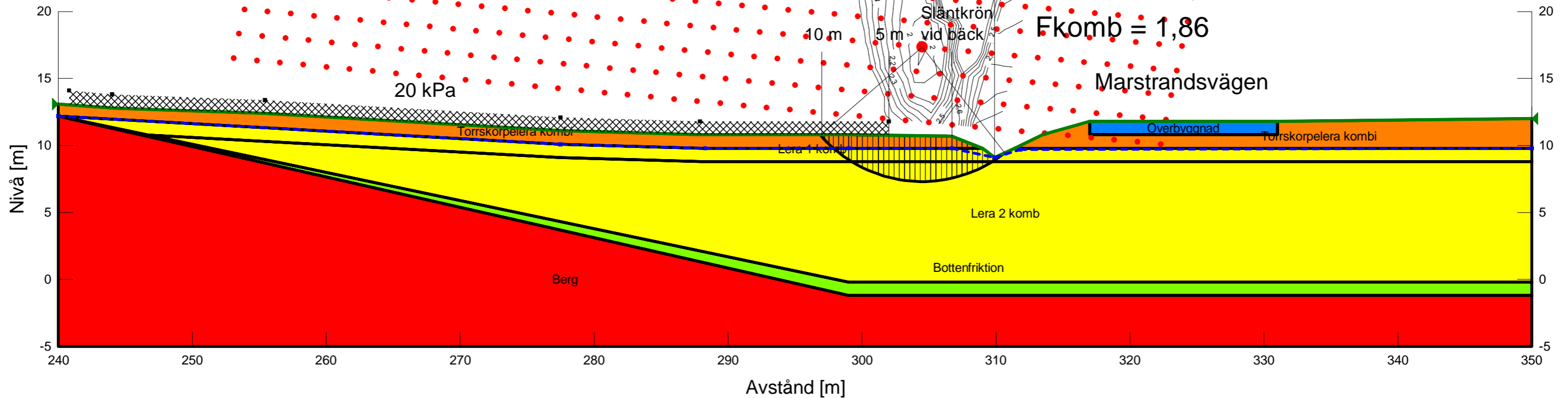


**KUNGÄLV  
KOMMUN**

DETALJPLAN YTTERBY-TUNGE 2:72  
KUNGÄLVS KOMMUN  
SEKTION: Sektion C-C största uppmätta lerdjup inom området  
Analysmetod: Kombinerad analys, 20 kPa 5 m fr. slänkrön

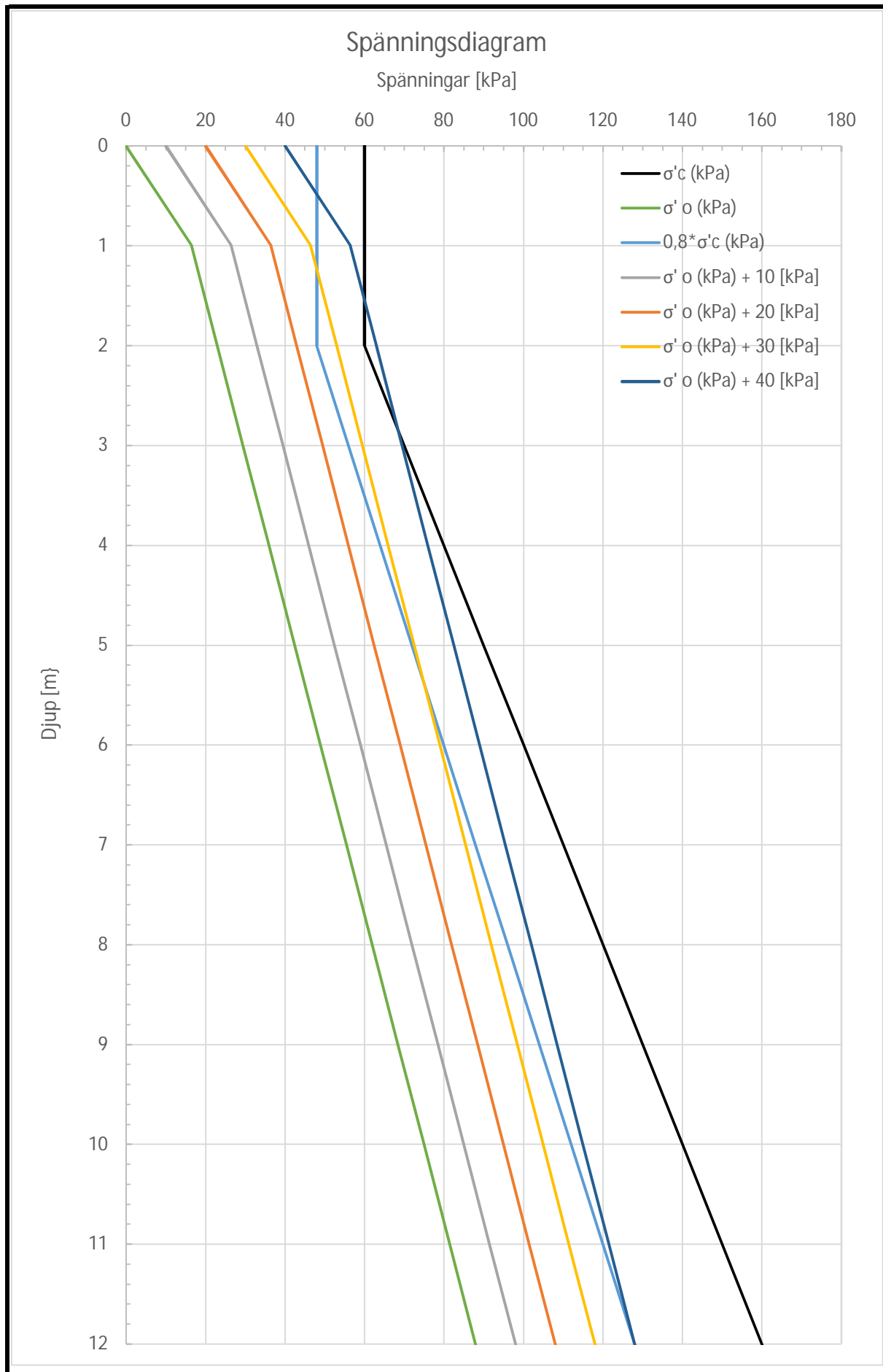
Beräkningsmodell: Morgenstern-Price  
Metod: Grid and Radius  
Portrycksmodell: Piezometric Line  
Datum: 2016-10-19

Name: Lera 1 komb Model: Combined, S=f(depth) Unit Weight: 16,5 kN/m<sup>3</sup> Phi: 30 ° C-Top of Layer: 1 kPa C-Rate of Change: 0 kPa/m Cu-Top of Layer: 10 kPa Cu-Rate of Change: 0 kPa/m C/Cu Ratio: 0,1  
Name: Torrskorpelera kombi Model: Combined, S=f(depth) Unit Weight: 16,5 kN/m<sup>3</sup> Phi: 30 ° C-Top of Layer: 1,5 kPa C-Rate of Change: 0 kPa/m Cu-Top of Layer: 15 kPa Cu-Rate of Change: 0 kPa/m C/Cu Ratio: 0,1  
Name: Bottenfriktion Model: Mohr-Coulomb Unit Weight: 20 kN/m<sup>3</sup> Cohesion: 0 kPa Phi: 35 ° Unit Wt. Above Water Table: 18 kN/m<sup>3</sup>  
Name: Berg Model: Bedrock (Impenetrable)  
Name: Överbyggnad Model: Mohr-Coulomb Unit Weight: 20 kN/m<sup>3</sup> Cohesion: 0 kPa Phi: 45 ° Unit Wt. Above Water Table: 18 kN/m<sup>3</sup>  
Name: Lera 2 komb Model: Combined, S=f(depth) Unit Weight: 16,5 kN/m<sup>3</sup> Phi: 30 ° C-Top of Layer: 1 kPa C-Rate of Change: 0,22 kPa/m Cu-Top of Layer: 10 kPa Cu-Rate of Change: 2,2 kPa/m C/Cu Ratio: 0,1



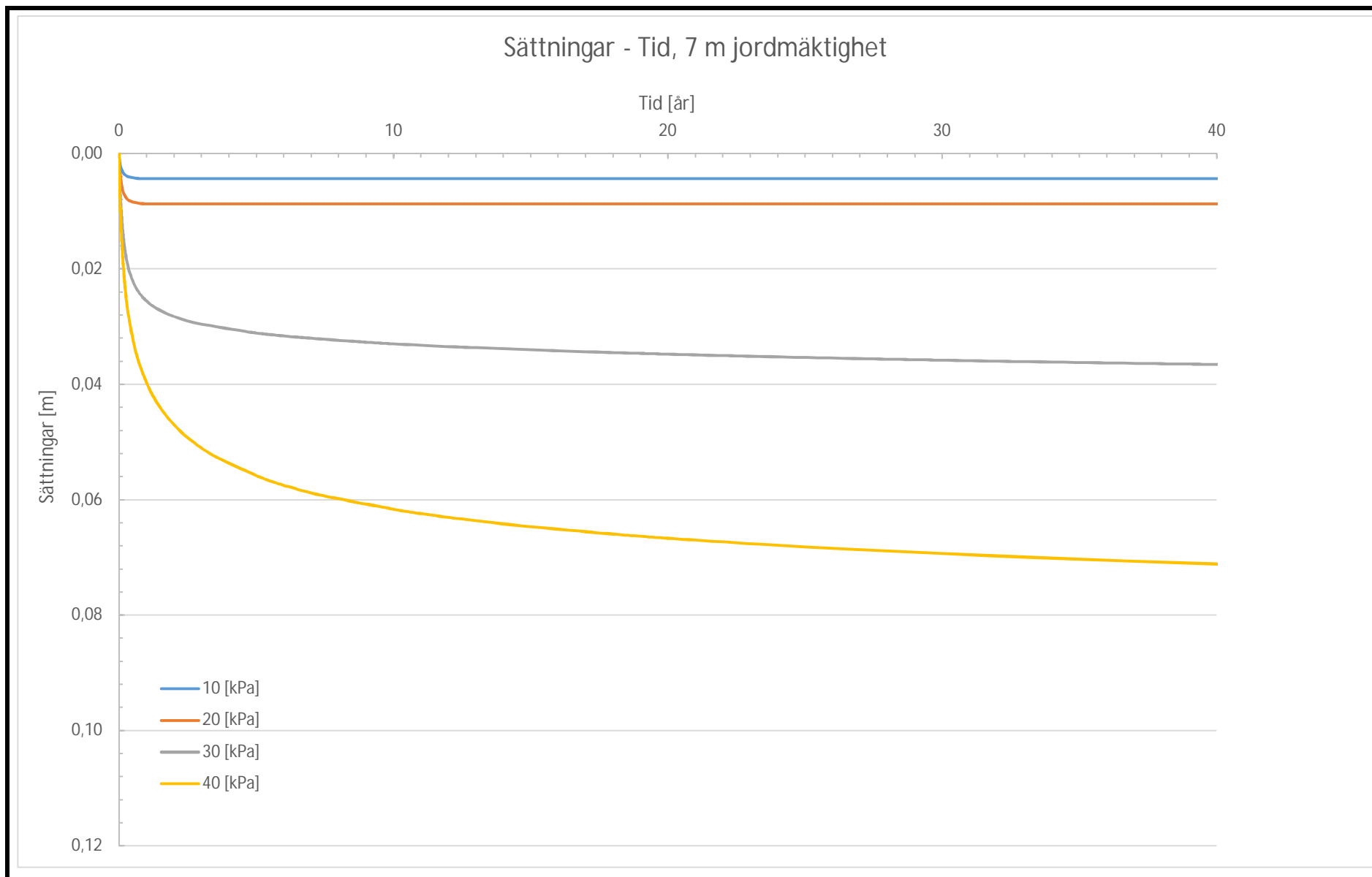
## BILAGA 4

Sättningsberäkningar





DPL Ytterby-Tunge  
Sättningsanalys för 40 år



DPL Ytterby-Tunge  
Sättningsanalys för 40 år

