

2023

# breccia

## PM, Geoteknik Södra Ekdalen, Salems kommun

Beställare: Salems kommun  
Uppdragsnummer: 2022148

Status: Slutversion

Upprättat datum: 2023-01-30  
Reviderat datum:



---

Karl Hedgärde

Geotekniker, handläggare

**breccia**

Breccia Konsult AB



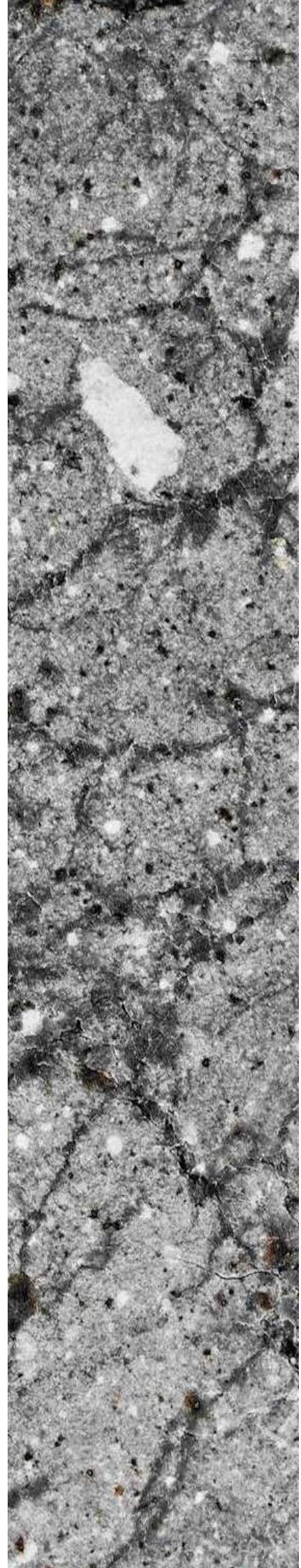
---

Jonas Edin

Geotekniker, granskare



Edin Geoteknik AB



## INNEHÅLLSFÖRTECKNING

SAMMANFATTNING.....	2
1. UPPDRAG OCH SYFTE.....	3
2. UNDERLAG FÖR PROJEKTERINGS PM.....	3
3. STYRANDE DOKUMENT.....	3
4. PLANERAD BYGGNATION.....	3
5. GEOTEKNISKA FÖRHÅLLANDEN.....	4
5.1    Generellt .....	4
5.2    Jordlagerföljd .....	4
5.3    Jordens materialegenskaper.....	5
5.4    Deformations- och hållfasthetsegenskaper för jordmaterial .....	5
5.5    Grundvatten.....	5
6. STABILITETSBERÄKNINGAR .....	6
6.1    Beräkningsmodell .....	6
6.2    Laster.....	6
6.3    Dimensionerande materialparametrar.....	7
6.4    Resultat .....	8
7. GEOTEKNISKA REKOMMENDATIONER.....	8
7.1    Grundläggning.....	8
7.2    Sättningar och stabilitet.....	9
7.3    Schakt-, fyllnings- och packningsarbeten.....	10
8. VIDARE PLANERING OCH PROJEKTERING.....	10

## Bilagor

Nr	Innehåll
1	Härledda deformations- och hållfasthetsegenskaper
2	Stabilitetsberäkningar

## Sammanfattning

Breccia konsult AB har utfört en geoteknisk undersökning inför detaljplaneläggningsen av flertalet fastigheter i Södra Ekdalen, Salems kommun. Undersökning har syftat till att beskriva de geotekniska förhållandena inom området, samt att utreda huruvida stabilitetssituationen inom området påverkas av planerad nybyggnation. Resultatet av undersökningen ska utgöra underlag i det fortsatta planarbetet.

Utförda undersökningar visar att marken generellt utgörs av fast morän och berg i dagen i de högre partierna i den nordöstra delen av undersökningsområdet. I lågpartierna i den västra och södra delen av området har lös till halvfast lera påträffats med mäktigheter på mellan ca 2 – 8 m.

Grundläggning av enklare byggnader, så som enfamiljshus, bedöms kunna grundläggas på konventionellt vis, utan markförstärkning, i den nordöstra delen av området. I de delar där lös lera påträffats, kommer sättnings- och bärighetsberäkningar att krävas för all typ av nybyggnation. Markförstärkning i form av t.ex. pålning, kan krävas för byggnader inom de områden där lera påträffats.

Uttringe gårds väg bedöms kunna byggas om utan att markförstärkning krävs och utförda undersökningar kan utgöra underlag för fortsatt projektering av vägen.

Stabilitetsberäkningar har utförts i totalt 4 sektioner, vilka bedöms som de mest kritiska ur släntstabilitetssynpunkt. Resultatet av beräkningarna visar på att rådande stabilitetsförhållanden är tillfredsställande. Utförda beräkningar visar också att släntstabiliteten är tillfredsställande även efter planerad nybyggnation av flertalet enfamiljshus med en antagen belastning på 25 kPa per hus.

Vid höjdsättningen av området bör höjningar större än 0,5 – 1 m undvikas i de partier där lös lera förekommer för att minska risken för att markförstärkning krävs och problem med sättningar uppstår.

De undersökningar som hittills utförts inom området bedöms som tillräckliga för att utgöra underlag för planarbetet. I detaljprojekteringskedet, när utformning, marknivåer och lägen för konstruktioner och infrastruktur är bestämda, krävs kompletterande geotekniska undersökningar i syfte att erhålla objektspecifika dimensionerande geotekniska parametrar.

## 1. Uppdrag och syfte

Breccia konsult AB har, på uppdrag av Salems kommun, utfört en geoteknisk undersökning inför detaljplaneläggningen av flertalet fastigheter i Södra Ekdalen, Salems kommun.

Undersökningsområdet visas blåmarkerat i Figur 1.



Figur 1. Karta över aktuellt undersökningsområde, blåmarkerat (Bildkälla: <https://minkarta.lantmateriet.se/>).

Denna undersökning syftar till att beskriva de geotekniska förhållandena inom området, samt att utreda huruvida stabilitetssituationen inom området påverkas av planerad nybyggnation. Undersökningen ska utgöra underlag i det fortsatta planarbetet. Föreliggande rapport redovisar de geotekniska förhållandena i form av jordlagerföljd och förekommande jordars tekniska egenskaper. Likaså redovisas utförda stabilitetsberäkningar samt grundlägningsrekommendationer för aktuell nybyggnation.

## 2. Underlag för projekterings PM

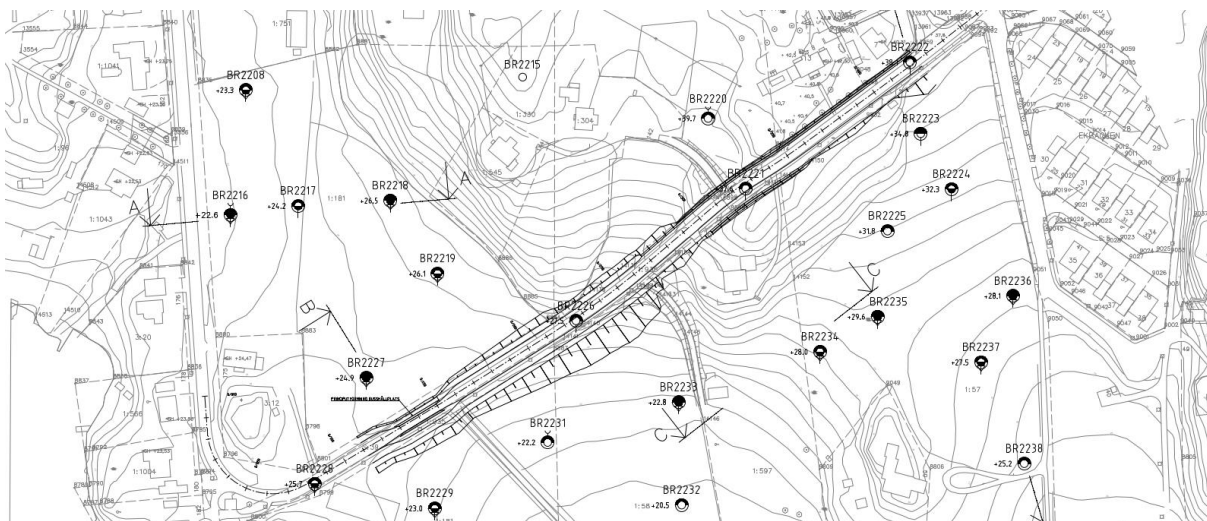
- MUR – Markteknisk undersökningsrapport, Geoteknik, Södra Ekdalen, Salems kommun, upprättad av Breccia Konsult AB, daterad 2023-01-30.
- Södra Ekdalen - Situationsplan-Skiss med hus 220621.

## 3. Styrande dokument

Denna rapport ansluter till SS-EN 1997-1 och SS-EN 1997-2 med tillhörande nationell bilaga BFS 2019:1 – EKS 11, AMA anläggning 20, TK GEO 13 v.2 TDOK.

## 4. Planerad byggnation

Salems kommun planerar att detaljplanelägga aktuellt område för att möjliggöra för en förtätning med ca 40 enbostadshus, och eventuellt parhus. Området omfattar totalt ca 18 hektar och utgörs av ett 10-tal fastigheter. Även det kommunala vägnätet samt vatten- och avloppsnätet ska byggas ut. Uttringe gårds väg ska byggas om och breddas något i öst-västlig riktning, detta innebär en höjning med som mest ca 1 m vid läget för undersökningspunkt BR2226, se Figur 2.



Figur 2. Planerad ombyggnation av Uttringe gårdsväg.

## 5. Geotekniska förhållanden

### 5.1 Generellt

Enligt SGU:s jordartskarta domineras undersökningsområdet av berg i dagen, sandig morän samt glacial- och postglacial lera och enligt SGU:s jorddjupskarta är skattat jorddjup mellan 0 och 20 m.

En del av fastigheterna inom undersökningsområdet är bebyggda med enbostadshus. Området utgörs av gles skog, ängsmark och lokaligator. Uttringe gårdsväg, vilken löper igenom hela området, är asfalterad. Undersökningsområdet är kuperat och uppmätta marknivåer varierar mellan +46,4 och +20,5 vid utförda undersökningspunkter.

### 5.2 Jordlagerföljd

En generaliserad jordlagerföljd beskrivs nedan från markytan mot djupet, avvikande förhållande mellan borrhål kan inte uteslutas.

Enligt utförda undersökningar varierar jordlagerföljden något inom området. I enlighet med SGU:s jordarts- och jorddjupskarta utgörs högpartierna i den nordöstra delen av området främst av berg i dagen och sandig morän. I den västra delen samt söder om Uttringe gårdsväg utgörs jordlagerföljden generellt av mulljord på lera på sandig morän.

Mulljorden har en mäktighet som varierar mellan ca 0,2 – 0,3 m.

Leran uppvisar torrskorpekaraktär i den översta delen, ca 1 – 2,5 m under befintlig markyta. Leran är ställvis varvig med tunn sand- eller siltskikt och har en mäktighet som varierar mellan ca 1,2 m och 8,0 m. Leran är lös till halvfast och uppvisar låg odränerad skjuvhållfasthet.

Under leran har sandig morän påträffats. Ställvis har även sandig grus påträffats. Moränen har troligen en mäktighet på ca 0,5 – 2,0 m. Utförda sonderingar har stoppat i moränen mot förmodat block eller berg. Moränen uppvisar medelfast till fast lagringstäthet.

Se ritningar G-10.1-001 och G-10.2-001 – G10.2-003 bilagda tillhörande Markteknisk undersökningsrapport Geoteknik (MUR/Geo) för mer detaljerad jordlagerföljd.

### 5.3 Jordens materialegenskaper

Materialegenskaperna för den naturligt lagrade jorden presenteras i Tabell 1.

Tabell 1. Materialegenskaper för förekommande jordar.

Material	Materialtyp	Tjälfarlighetsklass
Mulljord	-	-
Lera	5A	4
Sandig Morän	2	1

### 5.4 Deformations- och hållfasthetsegenskaper för jordmaterial

Härledda värden baseras på parametrar erhållna från CPT-sonderingar och hejarsonderingar samt jordartsbedömning och laboratorieförsök.

De härledda värdena utifrån CPT-sonderingar är framtagna med hjälp av programvaran Conrad. Utvärderingsmodellen i Conrad baseras på modell och beräkningsmetod som beskrivs i SGI Information 15. Utvärderingen har korrigerats med hänsyn till konflytgränsen som valts till 47% utifrån utförda laboratorieundersökningar.

Härledda värden utifrån hejarsonderingar i friktionsjord är framtagna med hjälp av formler för empiriska erfarenhetsvärden som presenteras i TR Geo 13 version 2.0 avsnitt 5.2.3.5.2 och 5.2.3.8.1.1.

Den dränerade skjuvhållfastheten i leran har utvärderats enligt kohesionsinterceptet  $c' = 0,1 * c_u$ , och att friktionsvinkeln antas vara  $\varphi' = 30^\circ$ . Lerans E-modul för odränerade förhållanden har utvärderats enligt  $E = 150 * c_u$ .

Valda värden på odränerade hållfasthetsparametrar ( $c_u$ ), dränerade hållfasthetsparametrar ( $\varphi'$ ,  $c'$ ), deformationsegenskaper (E-modulen) samt tunghet ( $\gamma$ ,  $\gamma'$ ) har sammanställt i Tabell 2 samt i Bilaga 1.

Tabell 2. Valda härledda värden.

Jordart	Cirka djup [m] <sup>*2</sup>	$\gamma/\gamma'^{*1}$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$c_u$ [kPa]	$c'$ [kPa]	$\phi$ [°]	E-modul [MPa]
Mulljord	0,0 – 0,3	-	-	-	-	-
Torrskorpelera	Varierande	19/9	30 <sup>*3</sup>	3	30	4,5
Lera	Varierande	18/8	25	2,5	30	3,5
Sandig morän	Varierande	20/12	-	-	36	15

\*1 – Naturfuktig jord över grundvattenytan/ effektiv tunghet under grundvattenytan.

\*2 – Varierande djup och nivåer, se ritningar G-10.1-001 och G-10.2-001 – G10.2-003 bilagda tillhörande MUR för exakta djup och nivåer.

\*3 – Begränsat till halva uppmätta värdet.

### 5.5 Grundvatten

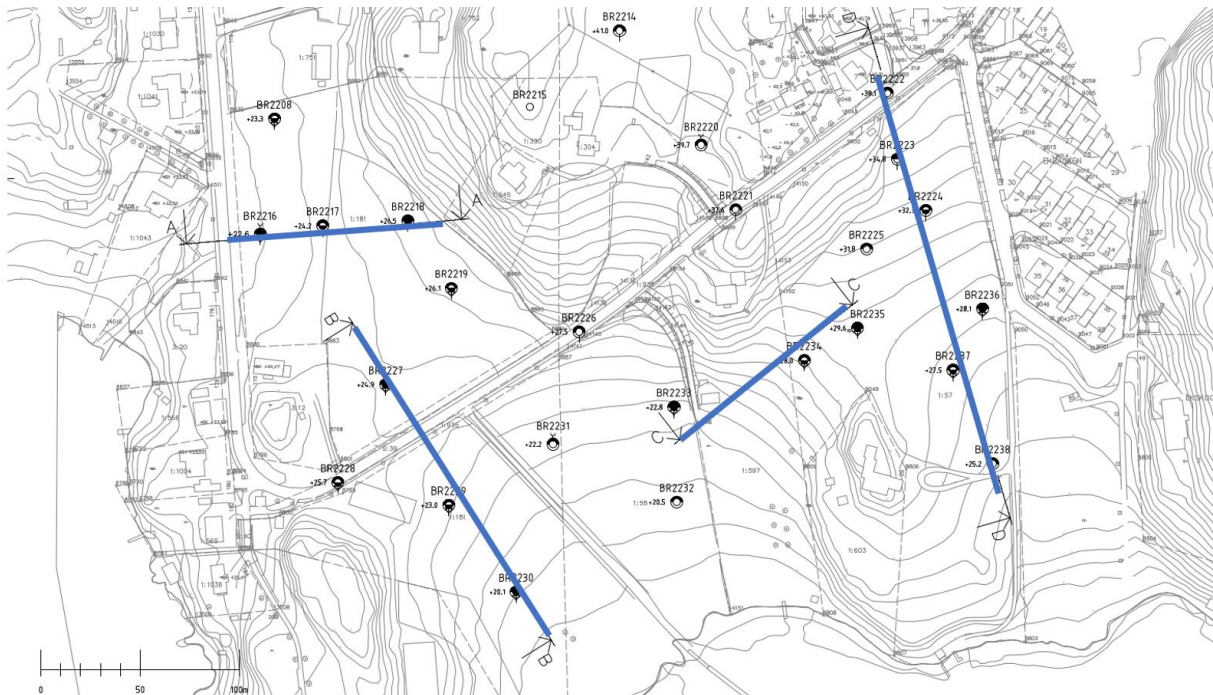
Grundvattennivån i installerade grundvattenrör har uppmätts på djup mellan 2,6 och 3,4 m under befintlig markyta i undersökningspunkterna BR2206, BR2216 och BR2231. Detta motsvarar nivåer på mellan +20,9 och +18,7. I undersökningspunkt BR2220 påträffades inget vatten i grundvattenröret, som är installerat till 3,2 m under befintlig markyta vilket motsvarar nivån +36,5.

Vid undersökningstillfället noterades även fritt vatten i en undersökningspunkt på djup 3,5 m under befintlig markyta, detta motsvarar nivån +20,5.

Grundvattenytans nivå kan förväntas variera med nederbördsförhållanden och årstid.

## 6. Stabilitetsberäkningar

Stabilitetsberäkningar har utförts i totalt 4 beräkningssektioner vilka benämns Sektion A – Sektion D. Dessa sektioner har valts ut där terrängen har som brantast lutning och där planerad nybyggnation förekommer. Beräkningarna har utförts med programmet Slide2 Modeler och utförda beräkningssektioner visas blåmarkerade i Figur 3.



Figur 3. Lägen för utvalda beräkningssektioner.

### 6.1 Beräkningsmodell

Jordlagerföljden har interpolerats mellan borrhålen i beräkningssektionerna. Bergnivån har antagits ligga ungefär i nivå med avslutade sonderingar och grundvattenytan har modellerats 2,5 m under befintlig markyta. Beräkningsmetoderna som använts är Morgenstern-Price och Bishop simplified och i beräkningarna har cirkulärcylindriska glidytor använts.

Beräkningar har gjorts dels för befintliga förhållanden dels med simulerad nybyggnation av hus och ny vägbank. För att simulera kommande hur släntstabiliteten kan komma att påverkas av kommande klimatförändringar har beräkningar utförts med både en höjd och sänkt grundvattenyta. Både odränerad och kombinerad analys har utförts. Då kombinerad analys visade sig vara minst gynnsam redovisas endast resultatet från dessa.

### 6.2 Laster

För planerade hus har en dimensionerande last på 25 kPa antagits och husen har antagits vara 10 m långa enligt tillhandahållen planskiss.

Den karakteristisk trafiklasten från Uttringe gårds väg har valts enligt TK Geo 13 till 15 kPa vilket ger en dimensionerande last på 21 kPa för odränerad analys i SK3. och reducerats till 10 kPa vid kombinerad analys.

### 6.3 Dimensionerande materialparametrar

Dimensionering har utförts med partialkoefficientmetoden, varvid dimensionerande parametervärden beräknas enligt ekvation 1.

$$X_d = \frac{1}{\gamma_m} \cdot \eta \cdot \bar{X} \quad (1)$$

där  $\gamma_m$  = fast partialkoefficient för materialparametrar, enligt SS-EN 1997-1.  
 $\eta$  = omräkningsfaktor som tar hänsyn till osäkerheter relaterade till jordens egenskaper och aktuell geokonstruktion. Tas fram enligt IEG tillämpningsdokument.  
 $\bar{X}$  = värderat medelvärde baserat på härledda materialparametervärden, se Tabell 2.

Partialkoefficient för materialparametrar har valts enligt Tabell 3 för dimensionering i brottsgränstillståndet.

Tabell 3. Partialkoefficienter för materialparametrar.

Materialparameter	$\gamma_m$
Effektiv kohesion, $c'$	1,3
Friktionsvinkel, $\phi'$	1,3
Odränerad skjuvhållfasthet, $c_u$	1,5
Tunghet, $\gamma$	1,0

Omräkningsfaktorn för sandig morän respektive lera redovisas i Tabell 4 och Tabell 5. Då dränerade hållfasthetsparametrar för kohesionsjord är uppskattade empiriskt ses de som karakteristiska värden och  $\eta = 1$  tillämpas. Även friktionsvinkeln i ny kontrollerad fyllning har valts empiriskt, enligt IEG 6 2008 Tabell 3.1, till  $45^\circ$  vilket ses som karakteristiskt värde och  $\eta = 1$  tillämpas även här.

Tabell 4. Omräkningsfaktorn för sandig morän.

Delfaktor	Friktionsvinkel, $\phi'$	Motivering
$\eta_{1,2}$	1	Det finns ett bra underlag med flertalet undersökningspunkter.
$\eta_3$	0,95	Hejarsondering har utförts.
$\eta_{4, 5, 6, 7}$	0,95	Liten och stor brottyta, dock ingen svag zon. Stor konsekvens.
$\eta_{tot}$	0,9	

Tabell 5. Omräkningsfaktorn för lera.

Delfaktor	Odränerad skjuvhållfasthet, $c_u$	Motivering
$\eta_{1,2}$	1	Det finns ett bra underlag med flertalet undersökningspunkter.
$\eta_3$	0,90	CPT har utförts.
$\eta_{4, 5, 6, 7}$	0,95	Liten och stor brottyta, dock ingen svag zon. Stor konsekvens.
$\eta$	0,86	

Dimensionerande materialparametrar redovisas Tabell 6.



Tabell 6. Dimensionerande materialparametrar.

Jordart	$\gamma_d/\gamma'_d$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$c_{ud}$ [kPa]	$c'_d$ [kPa]	$\phi'_d$ [°]
Fyllning	19/11			37,6
Torrskorpelera	19/9	17,1	2,3	23,9
Lera	18/8	14,3	1,9	23,9
Sandig morän	20/12	-	-	26,8

## 6.4 Resultat

Resultatet från utförda beräkningar redovisas i Bilaga 2 och har sammanställts i Tabell 7. Samtliga beräkningar är utförda med kombinerad analys och uppfyller kravet för säkerhetsklass 3 (SK3) med en säkerhetsfaktor  $F_{EN} > 1,1$ .

Tabell 7. Resultat av utförda stabilitetsberäkningar.

Sektion	Scenario	Säkerhetsfaktor ( $F_{EN}$ )	Kontroll (>1,1)
A	Befintliga förhållanden	7,03	OK
A	Med nybyggnation	2,11	OK
A	Höjd grundvattennivå	2,10	OK
A	Sänkt grundvattennivå	2,11	OK
B	Befintliga förhållanden	4,00	OK
B	Med nybyggnation	1,75	OK
B	Höjd grundvattennivå	1,75	OK
B	Sänkt grundvattennivå	1,75	OK
C	Befintliga förhållanden	3,46	OK
C	Med nybyggnation	1,34	OK
C	Höjd grundvattennivå	1,29	OK
C	Sänkt grundvattennivå	1,34	OK
D	Befintliga förhållanden	2,76	OK
D	Med nybyggnation	1,85	OK
D	Höjd grundvattennivå	1,84	OK
D	Sänkt grundvattennivå	1,85	OK

## 7. Geotekniska rekommendationer

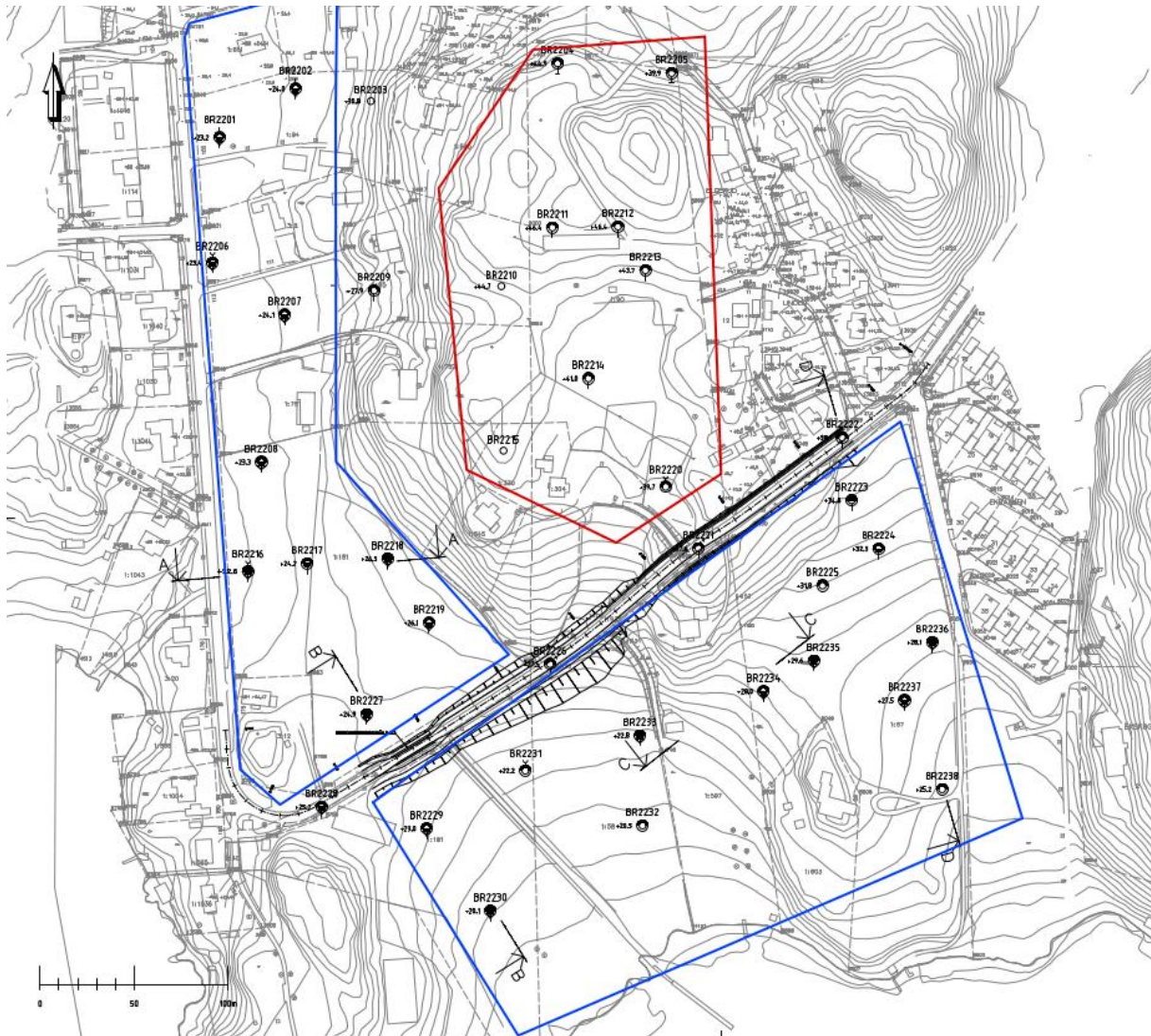
### 7.1 Grundläggning

I den nordöstra delen av området, se röd markering i Figur 4, förekommer fast morän ytligt och även berg i dagen. Här bedöms planerade villor kunna grundläggas på konventionellt vis med platta på mark i naturligt avlagrad jord. Grundläggningen kommer med stor sannolikhet att hänföras till Geoteknisk Kategori 1, och grundläggningen kan då dimensioneras med en förenklad verifiering baserad på ett tabellvärde för dimensionerande grundtryck.

I lågpartierna i den västra och södra delen av området, se blå markering i Figur 4, förekommer lös och medelfast lera, varför grundläggningen av planerade byggnader här kommer att hänföras till Geoteknisk Kategori 2 och sättnings- samt bärighetsberäkningar krävs för att kontrollera om planerad nybyggnation kan grundläggas med platta på mark. Möjligen kommer någon form av grundförstärkning att krävas, till exempel grundläggning med pålar.

Breddningen av Uttringe gårds väg, samt förändringen av vägprofilen, bedöms kunna utföras på konventionellt vis utan markförstärkning. Detta då ingen lera påträffats där vägen planeras att höjas som mest, med ca 1 m.

All grundläggning bör ske på torr och frostfri mark samt på fast och ostörd schaktbotten. Grundläggning av byggnader och hårdgjorda ytor får inte utföras på tjälat material.



Figur 4. Områden med förekomst av lös lera, blåmarkerade, samt fast morän och berg, rödmärkat.

## 7.2 Sättningar och stabilitet

För byggnader som grundläggs i lågpartierna i den södra och västra delen av undersökningsområdet, blåmarkerade områden i Figur 4, kommer sättningar troligen utvecklas vid grundläggning med platta på mark. Vidare sättningsutredningar krävs här i ett senare skede för att fastställa om någon form av grundförstärkning krävs.

Inom det rödmärkade området i Figur 4 utgörs jorden av fast jord alternativt berg och risken för sättningsproblematik här bedöms som mycket liten.

Resultatet av utförda stabilitetsberäkningar tyder på att planerad nybyggnation och förtätning av området kan utföras utan att risk för skred föreligger. Dessa beräkningar bygger på en tidig skiss och planerad nybyggnation har antagits vara konventionella enfamiljshus med en last på 25 kPa. Vid

beräkningarna har planerad nybyggnation modellerats med grundläggning i befintlig marknivå och inga större höjningar av marknivån har gjorts. Vid höjningar av marknivån över 1,0 m bör stabilitetsförhållandena för den nya geometrin kontrolleras.

För att se huruvida framtida klimatförändringar påverkar släntstabiliteten inom området har de olika beräkningssektionerna modellerats med höjd (1 m under m.y.) respektive sänkt (4 m under m.y.) grundvattennivå. Resultatet tyder på att varken en höjning eller sänkning av grundvattennivån påverkar stabiliteten avsevärt. En höjning av grundvattenytan sänker säkerhetsfaktorn något men inte i så stor grad att det har någon större inverkan.

På grund av förekomsten av lera rekommenderas att grundläggningen planeras för att utföras i befintlig marknivå vid höjdsättningen av området.

Anläggning av ledningar bedöms kunna utföras på konventionellt vis utan att markförstärkning krävs.

Det åligger konstruktören att säkerställa att framtida konstruktioner uppfyller ställda sättningskrav samt att bärigheten i marken är tillfredsställande för planerade laster.

### **7.3 Schakt-, fyllnings- och packningsarbeten**

Tillfälliga schakt ner till 2,0 meters djup i lera bedöms kunna utföras med släntlutning 1:2 ovan grundvattennivå eller under förutsättning att grundvattenytan kontinuerligt sänks. För djupare schakter kan spont eller annan förstärkning behövas och samråd med geoteknisk sakkunnig krävs.

Schakt-, fyllnings- och packningsarbeten föreslås ske enligt anläggnings AMA och Schakta Säkert.

Schakt- och grundläggningsarbeten bör utföras under torra väderleksförhållanden.

## **8. Vidare planering och projektering**

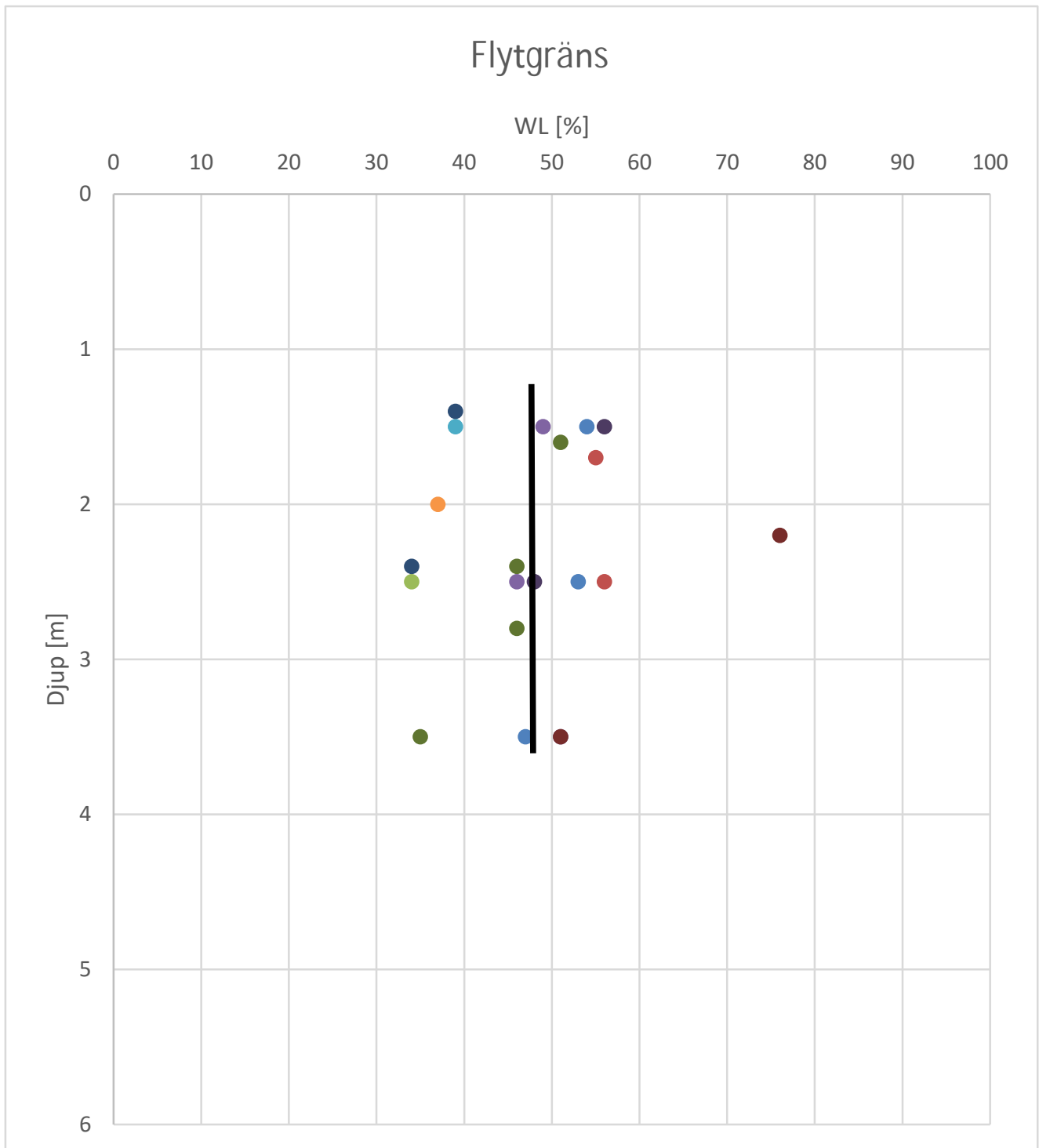
Utförda undersökningar och stabilitetsutredning har utförts enligt gällande standarder, styrande dokument och metodbeskrivningar. Resultaten bedöms spegla de geotekniska förhållandena inom området, och resultatet kan utgöra underlag för planarbetet. Inga ytterligare undersökningar bedöms nödvändiga i detta skede.

För ombyggnaden av Uttringe gårds väg bedöms framtaget underlag vara tillräckligt för att utgöra underlag för projekteringen.

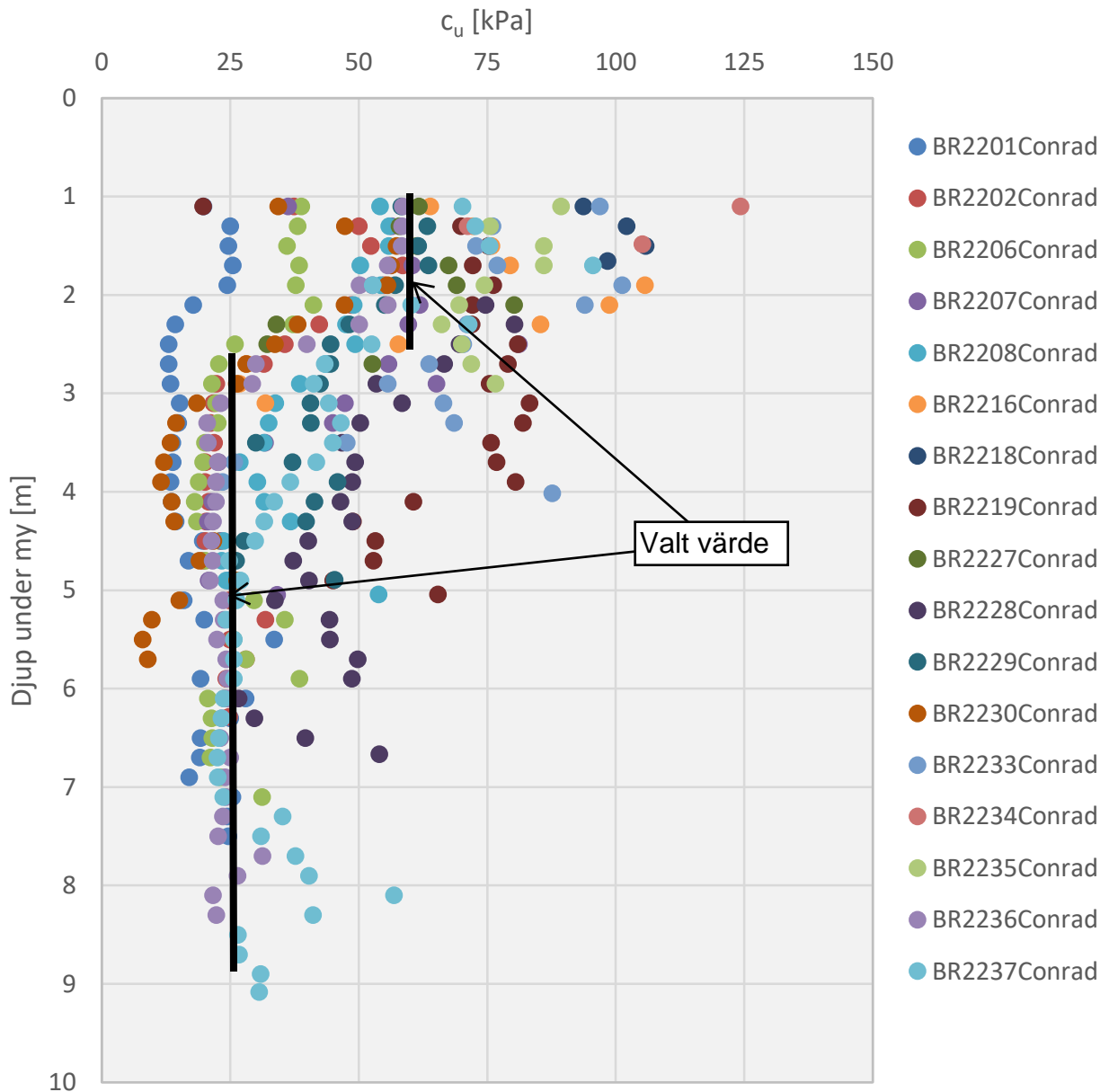
Projektering och dimensionering ska följa BFS 2011:10 Avdelning I – EN 1997 – Grundkonstruktioner med nationell bilaga och Implementeringskommission för Europastandarder inom Geotekniska rapporter, alternativt senare gällande versioner, krav och bestämmelser.

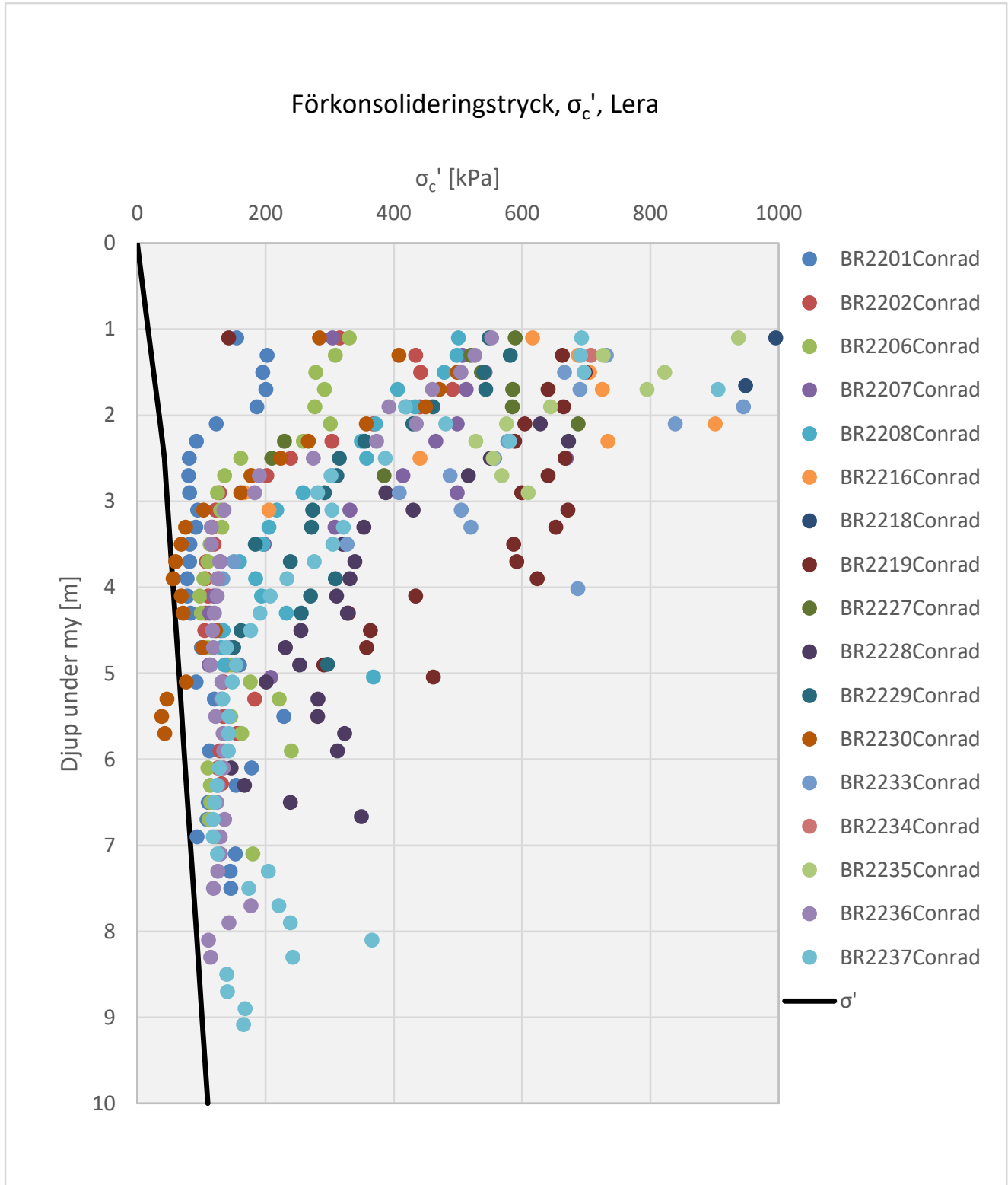
Föreliggande rapport, utförda undersökningar och utförda stabilitetsberäkningar, beskriver översiktligt de geotekniska förhållandena på fastigheten. Kompletterande undersökningar krävs i detaljprojekteringskedet, när utformning, marknivåer och lägen för konstruktioner och infrastruktur är bestämda, i syfte att erhålla objektspecifika dimensionerande geotekniska parametrar.

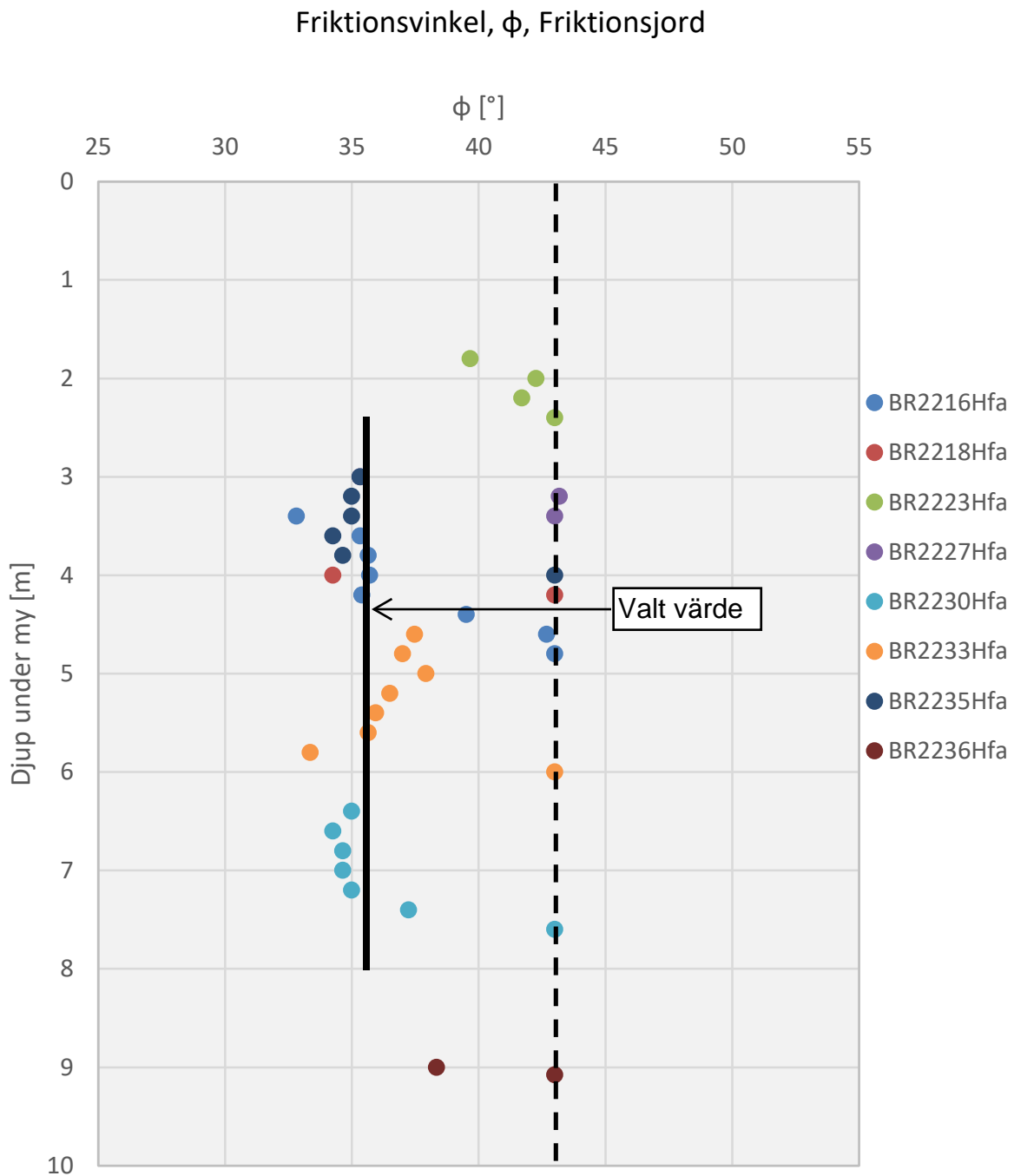
Vid framtida undersökningar rekommenderas att CRS-försök utförs på leran för att fastställa lerans deformationsegenskaper för sättningsberäkningar. Även jord-bergsonderingar kan bli aktuellt för att fastställa bergnivån och om bergschakt kommer krävas.



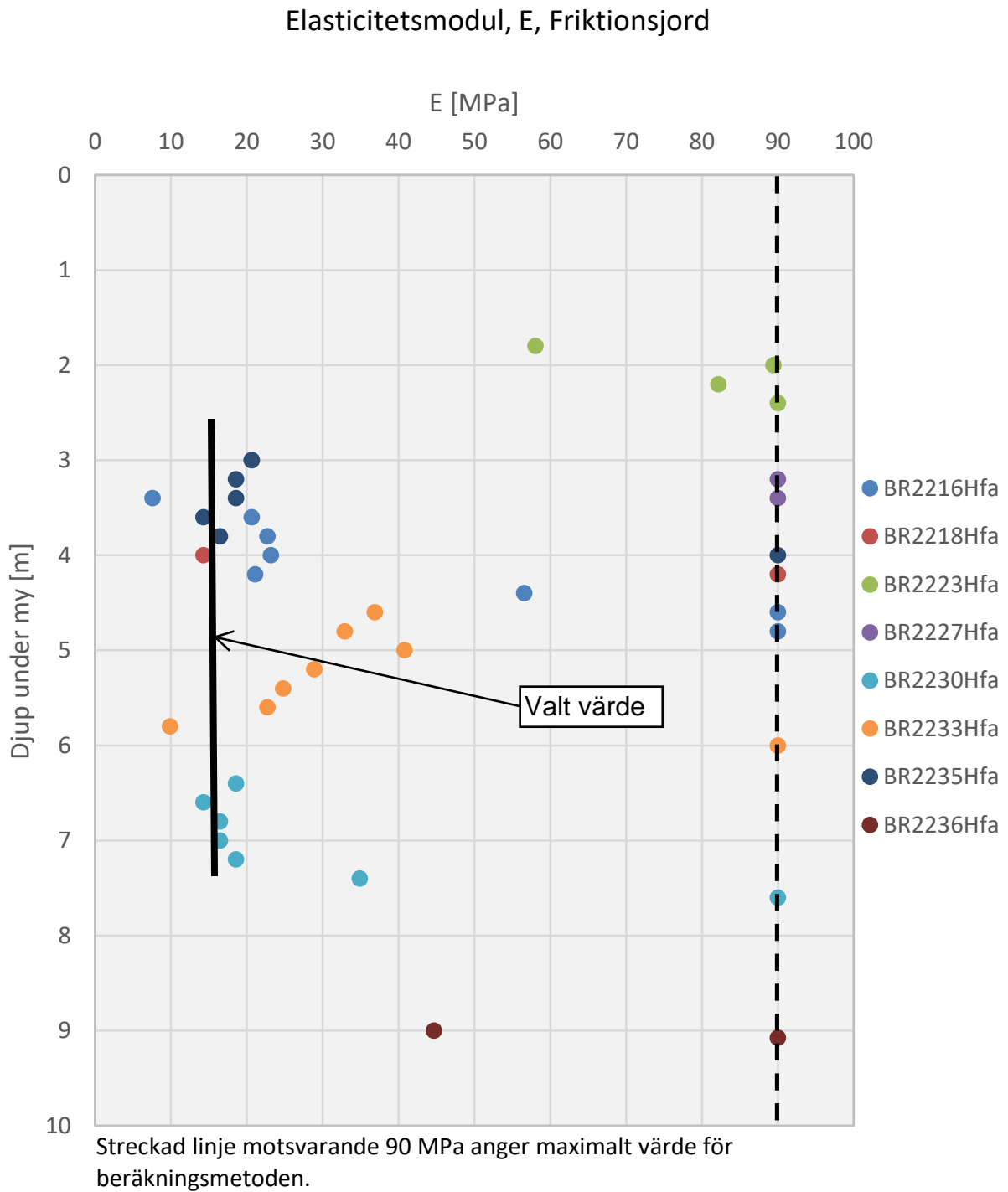
### Odränerad skjuvhållfasthet, $c_u$ , Lera







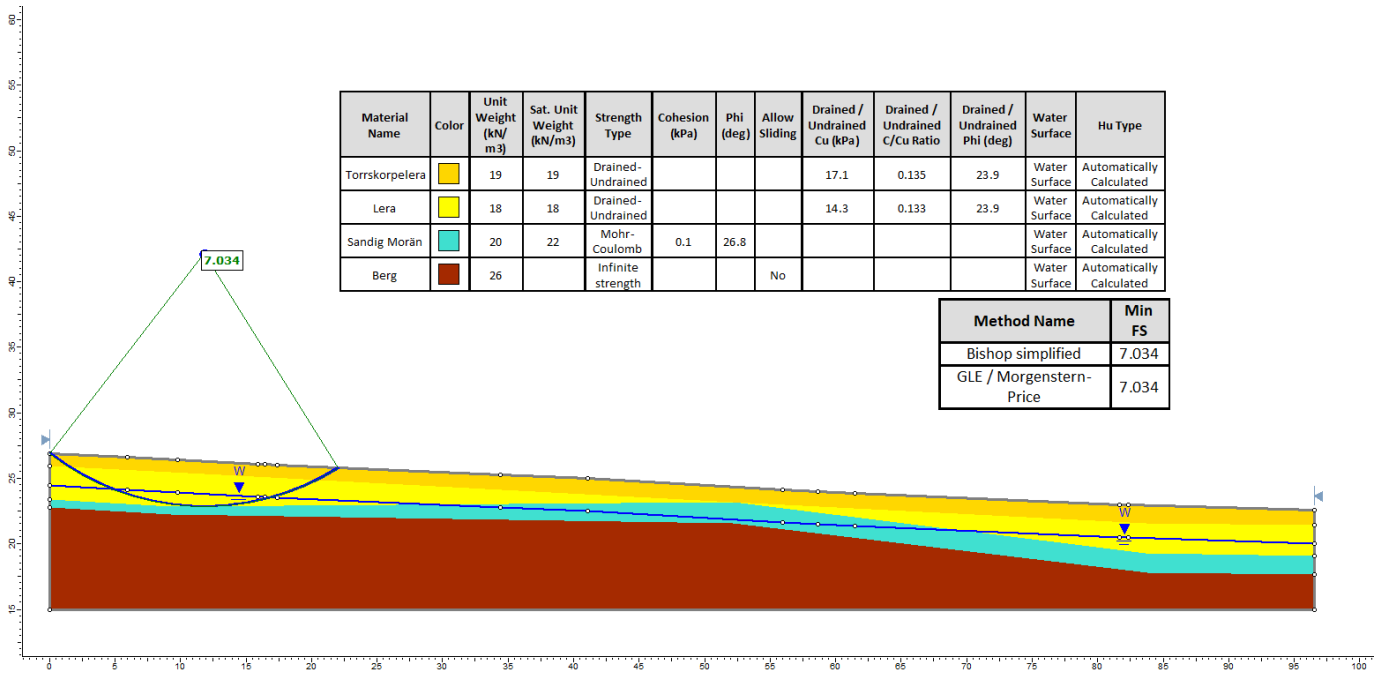
Streckad linje motsvarande 43° anger maximalt värde för beräkningsmetoden TR Geo 13.



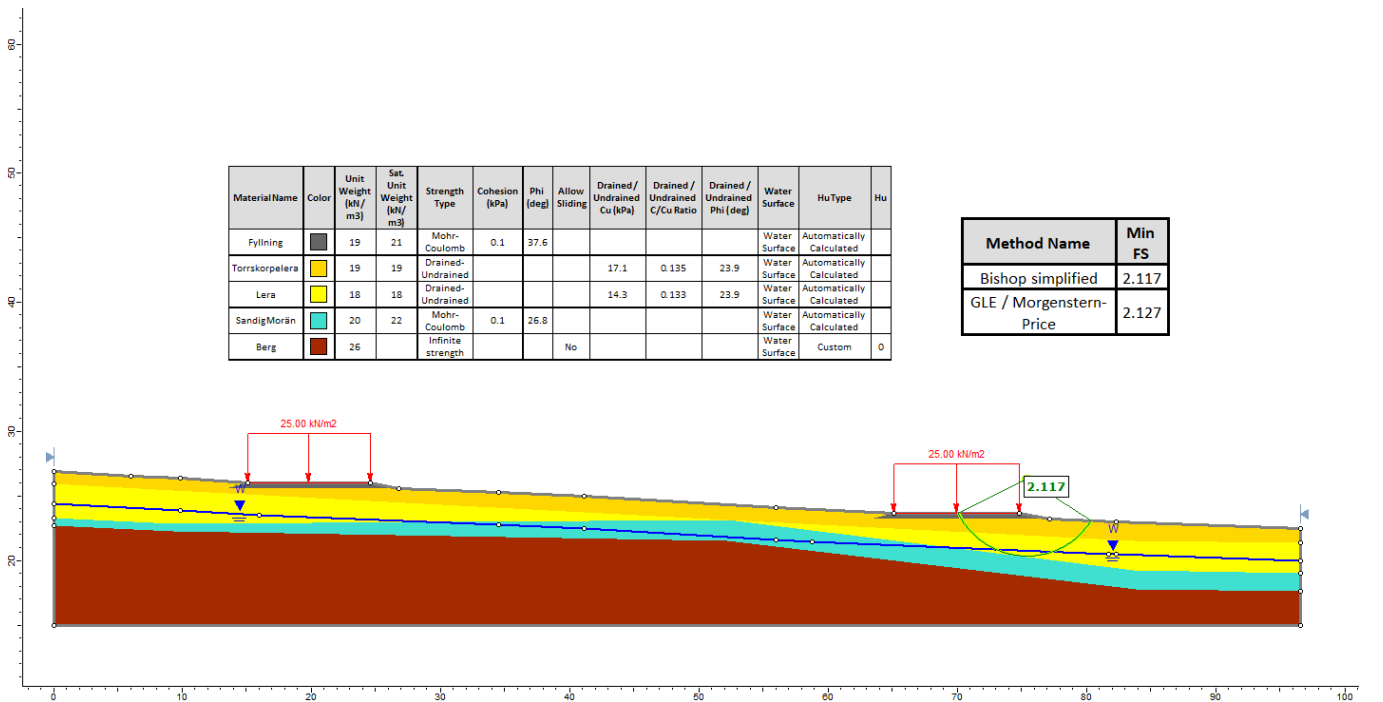


## Sektion A-A

Befintliga förhållanden – kombinerad

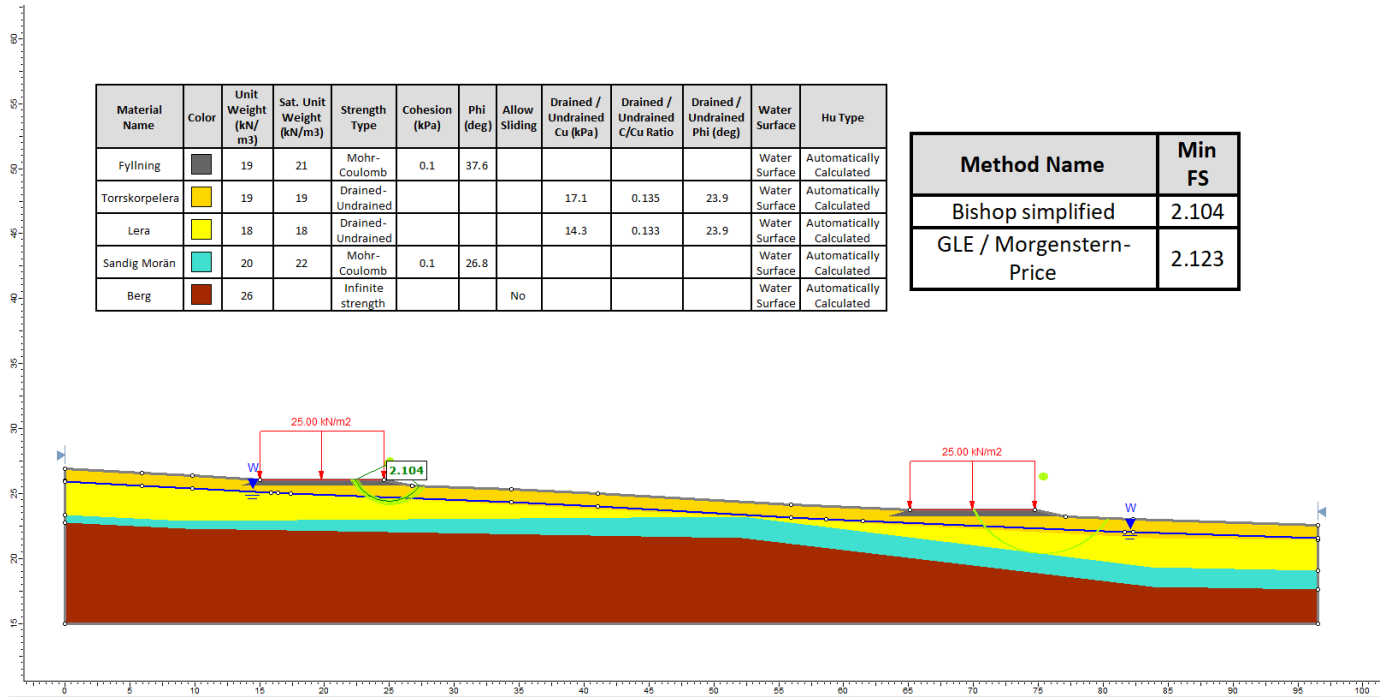


Med nybyggnation

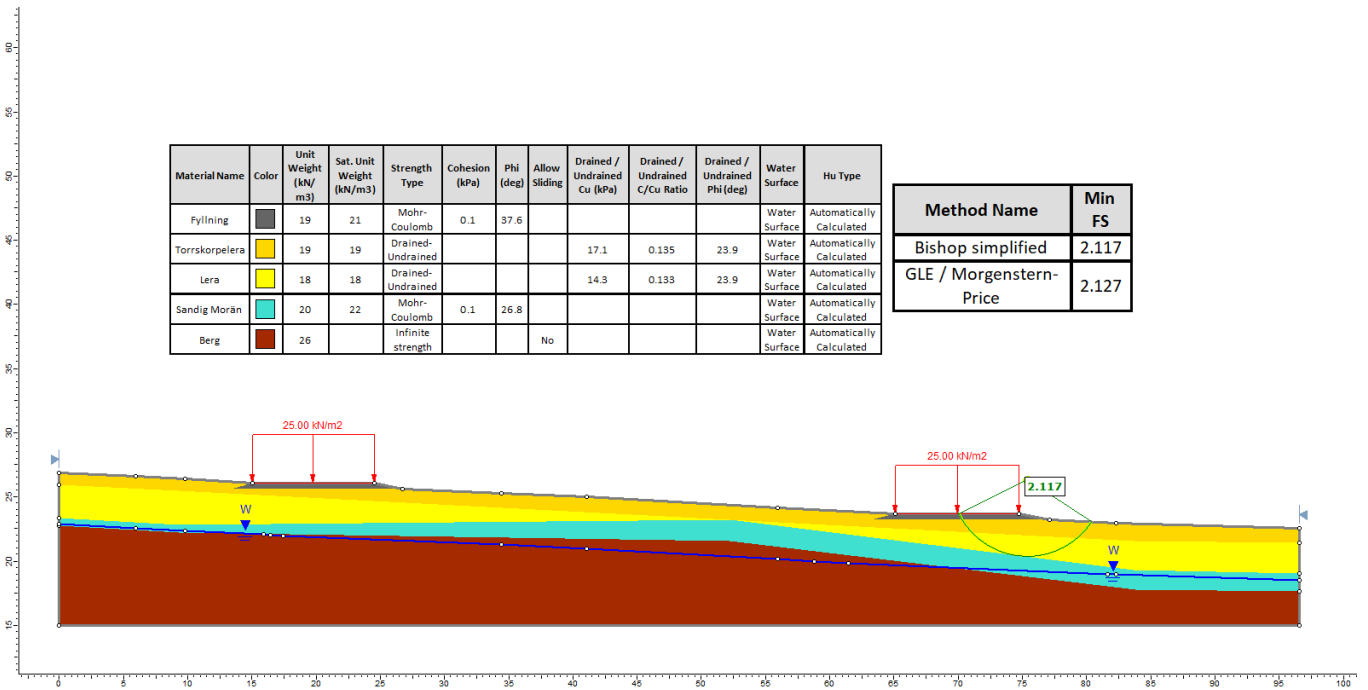


## Sektion A-A

### Höjd grundvattennivå

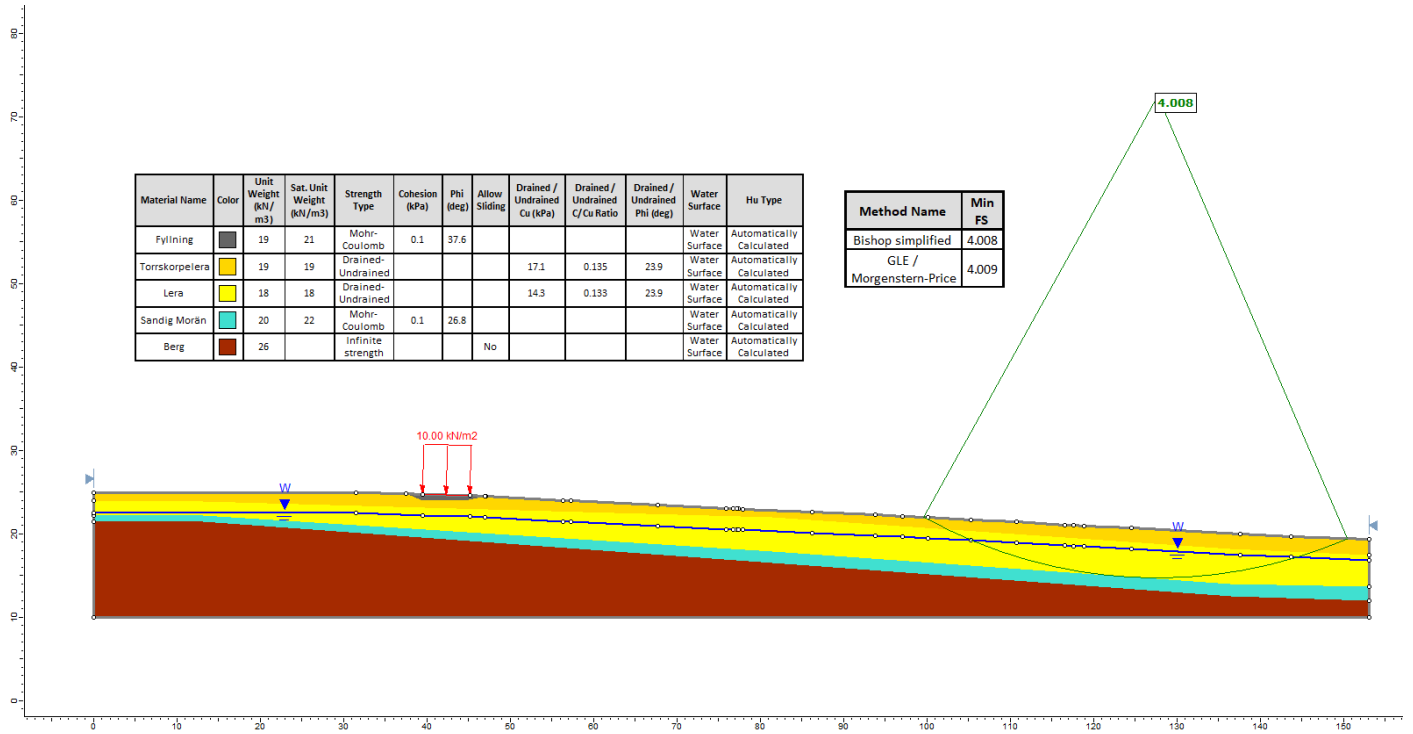


### Sänkt grundvattennivå

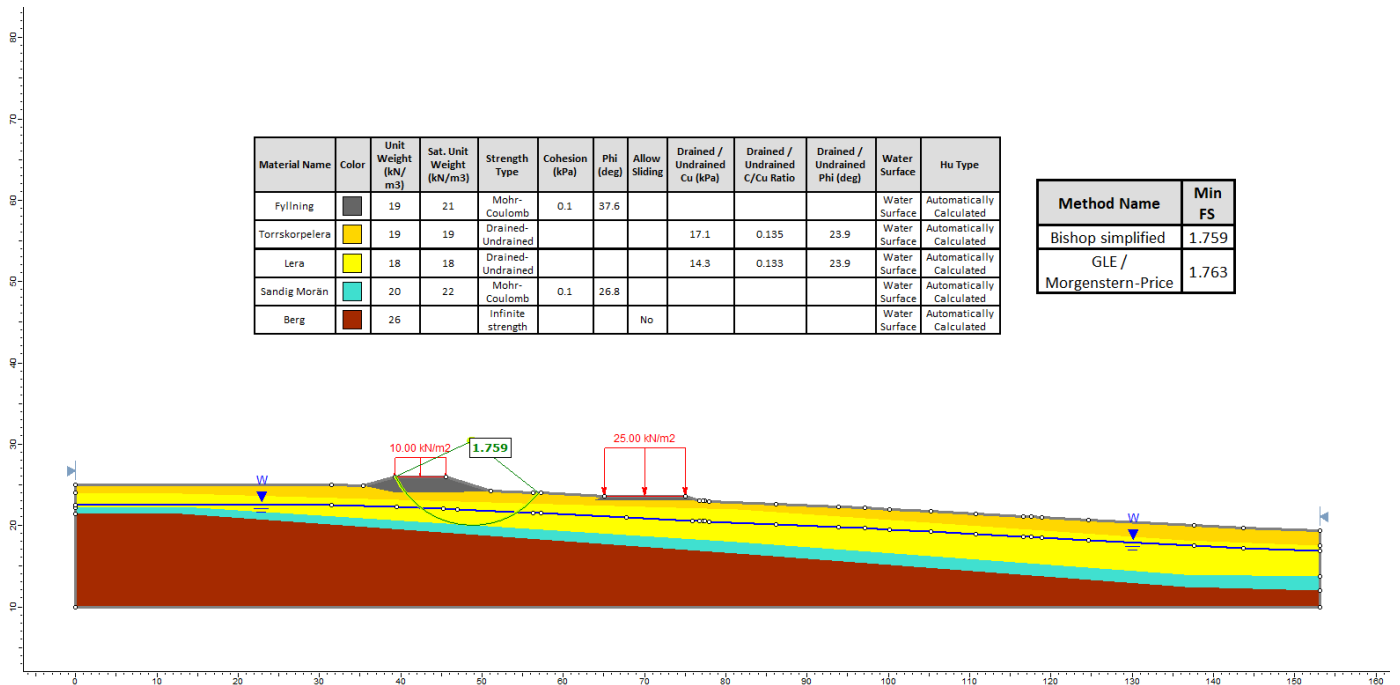


## Sektion B-B

Befintliga förhållanden – kombinerad

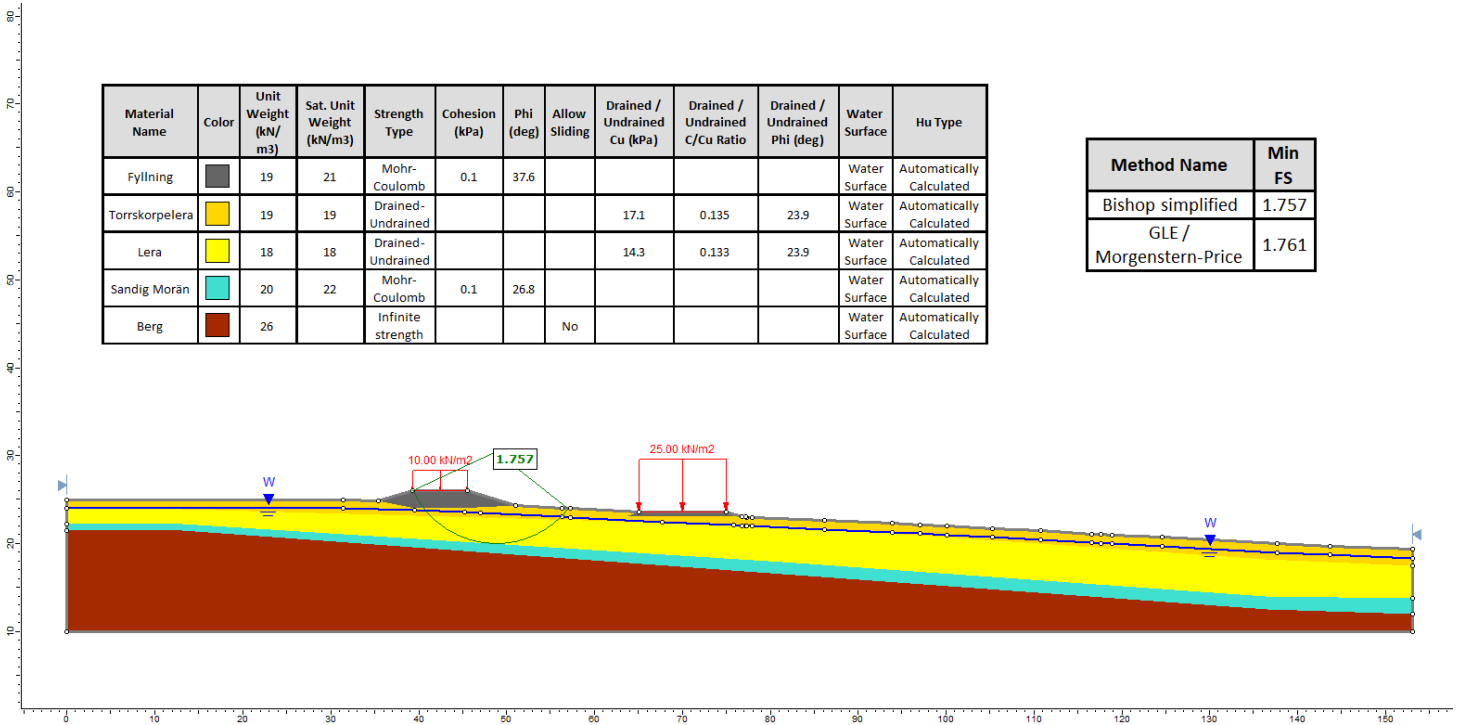


Med nybyggnation

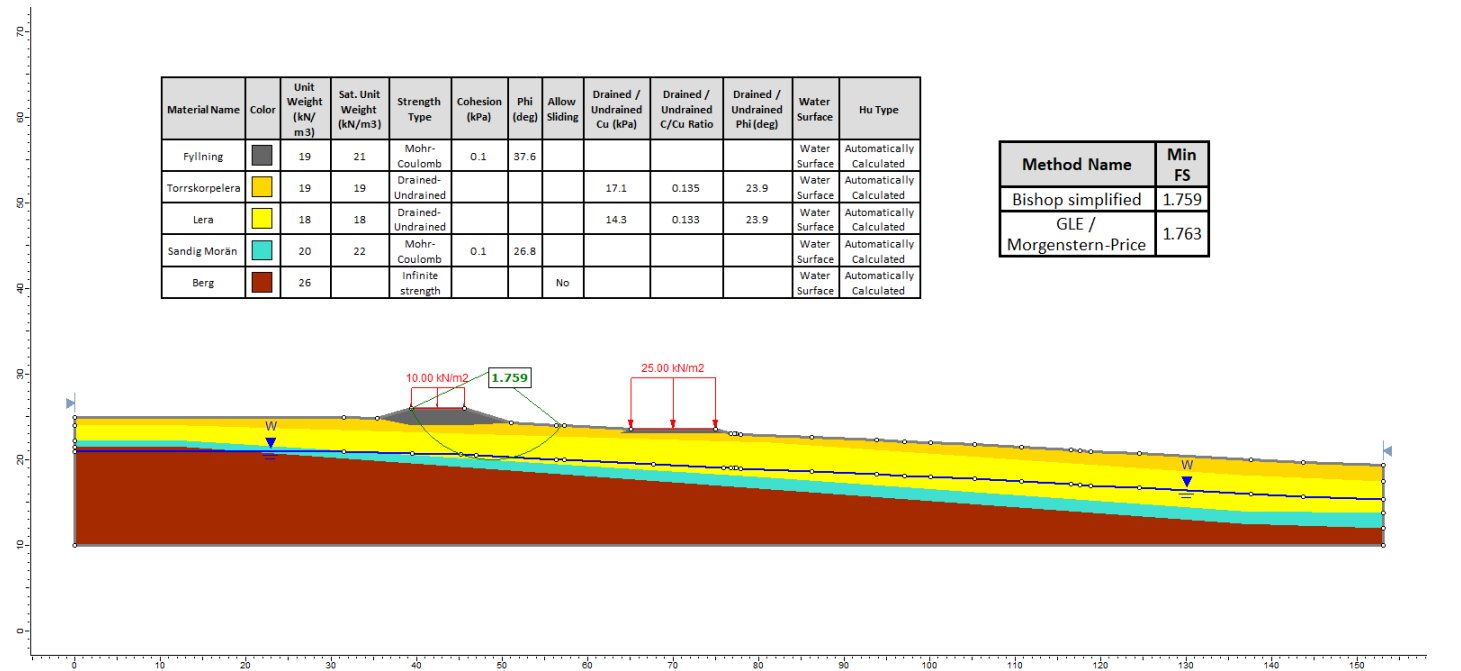


## Sektion B-B

Höjd grundvattennivå

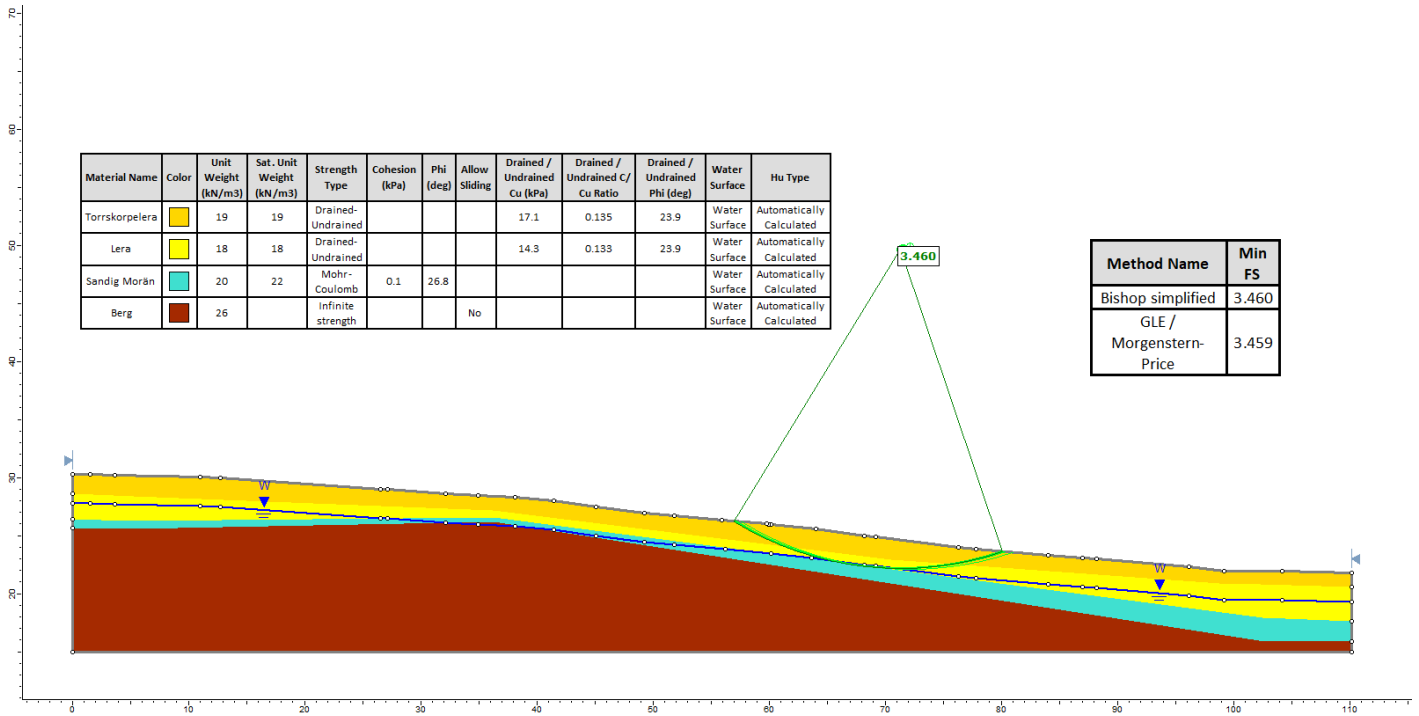


Sänkt grundvattennivå

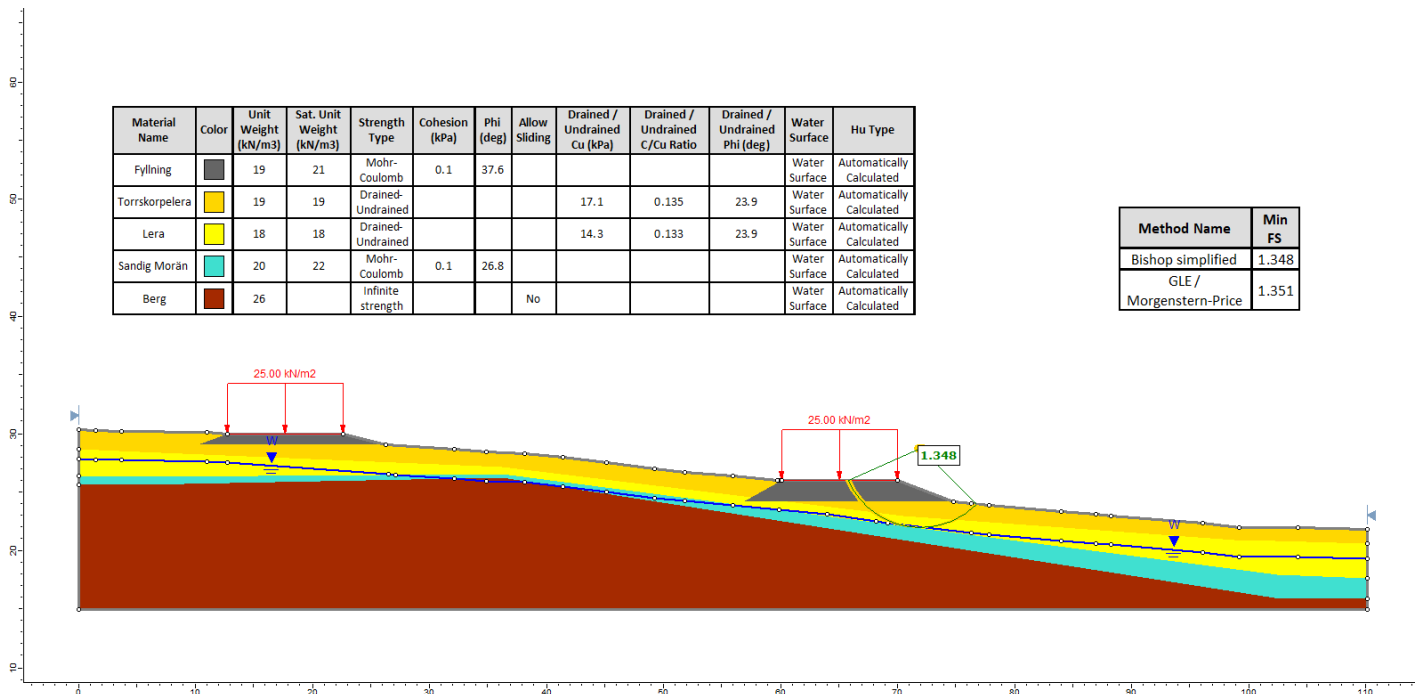


## Sektion C-C

Befintliga förhållanden – kombinerad

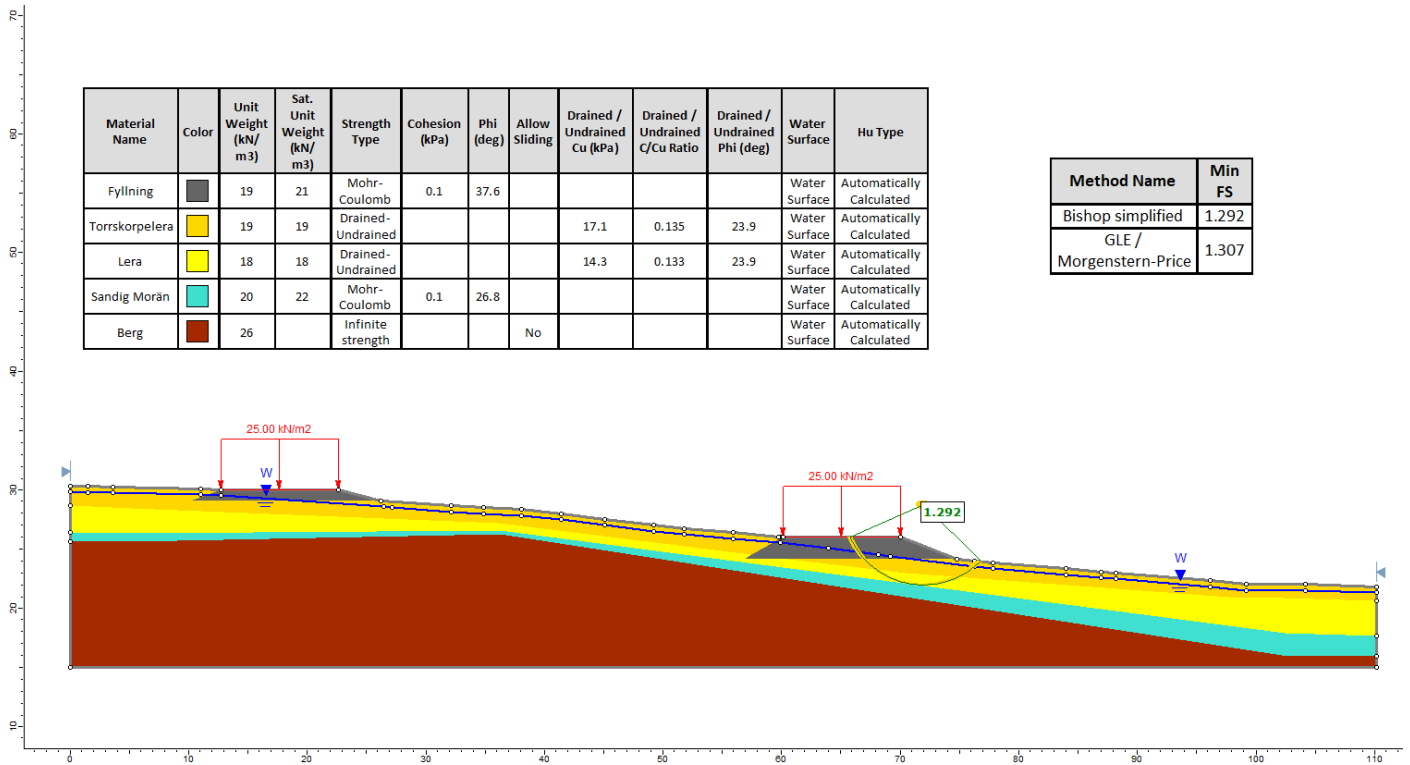


Med nybyggnation

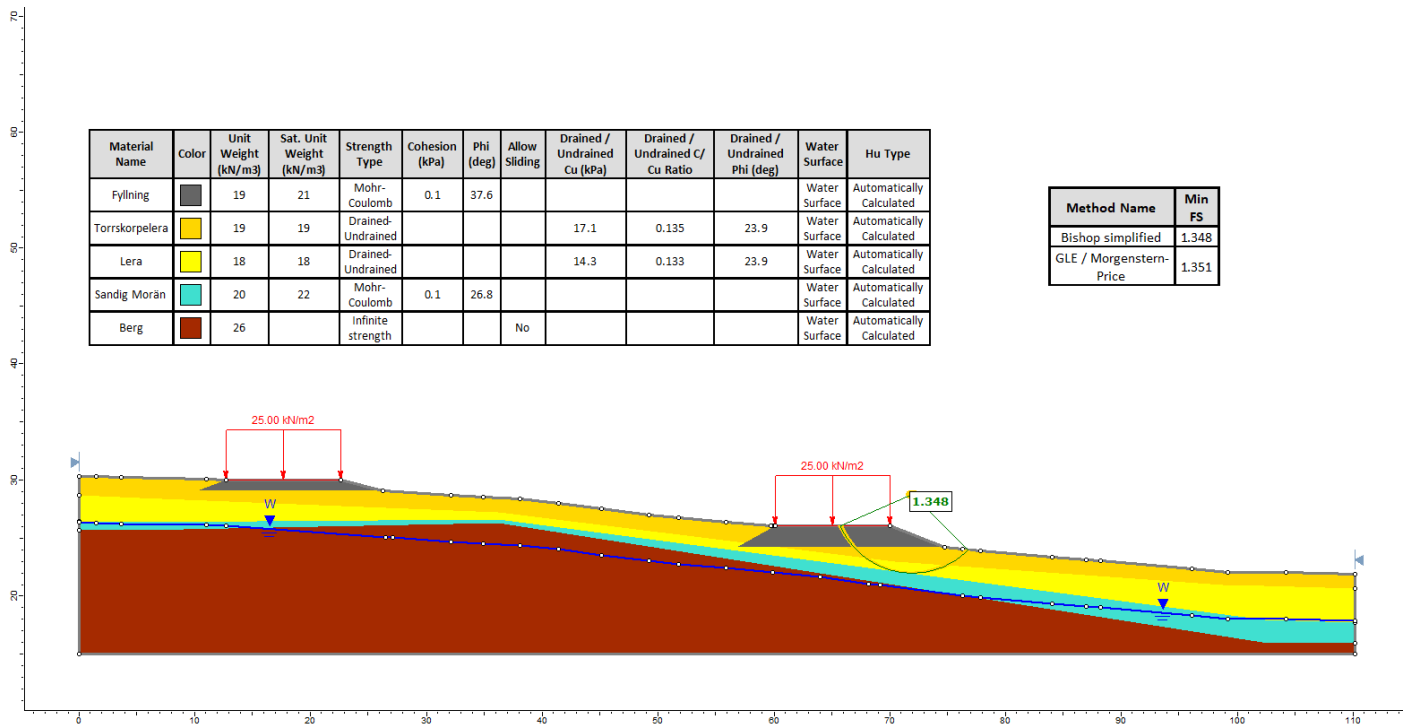


## Sektion C-C

### Höjd grundvattennivå

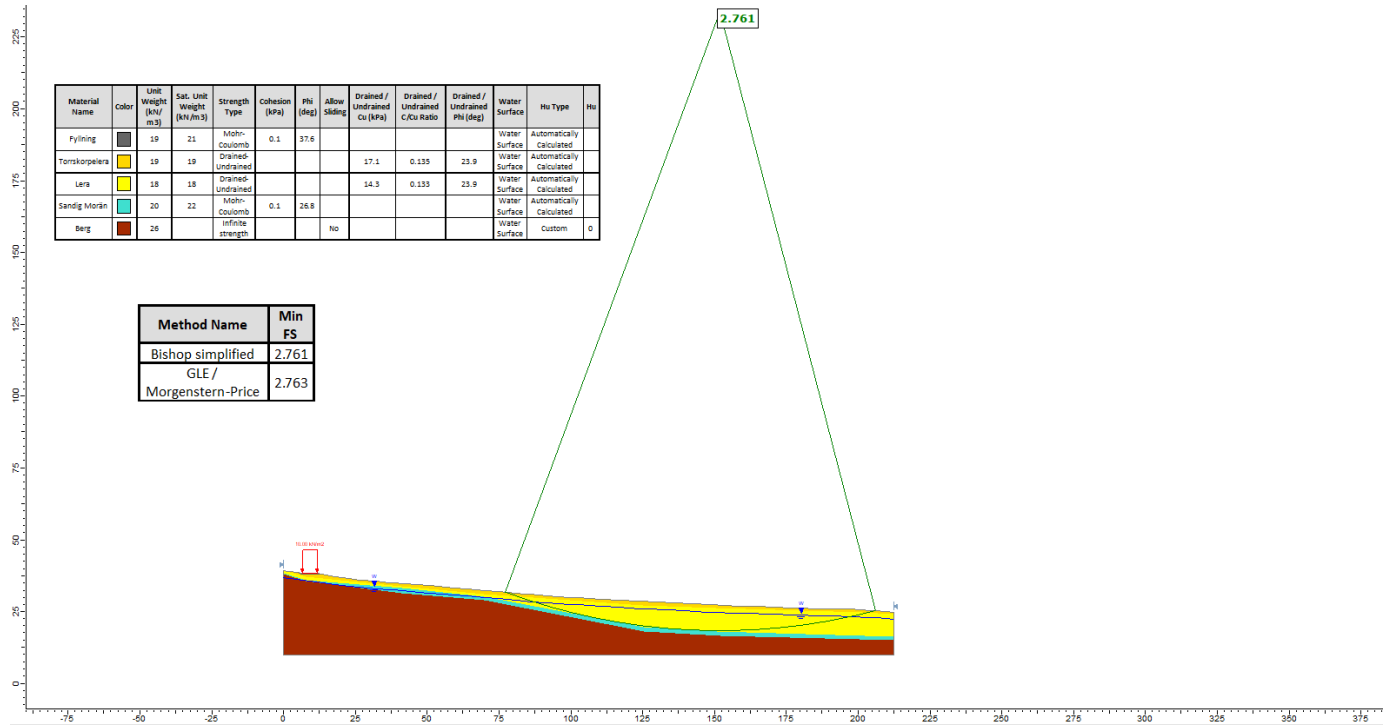


### Sänkt grundvattennivå

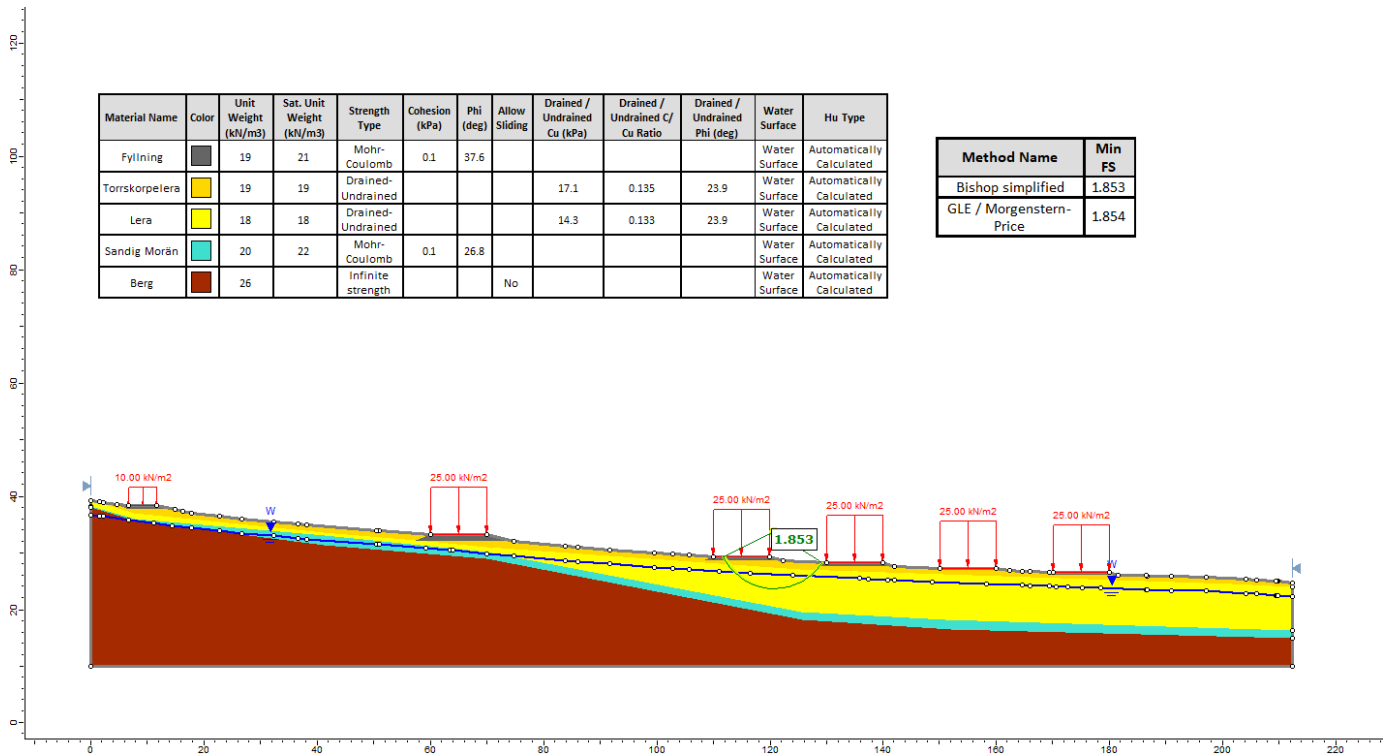


## Sektion D-D

### Befintliga förhållanden – kombinerad

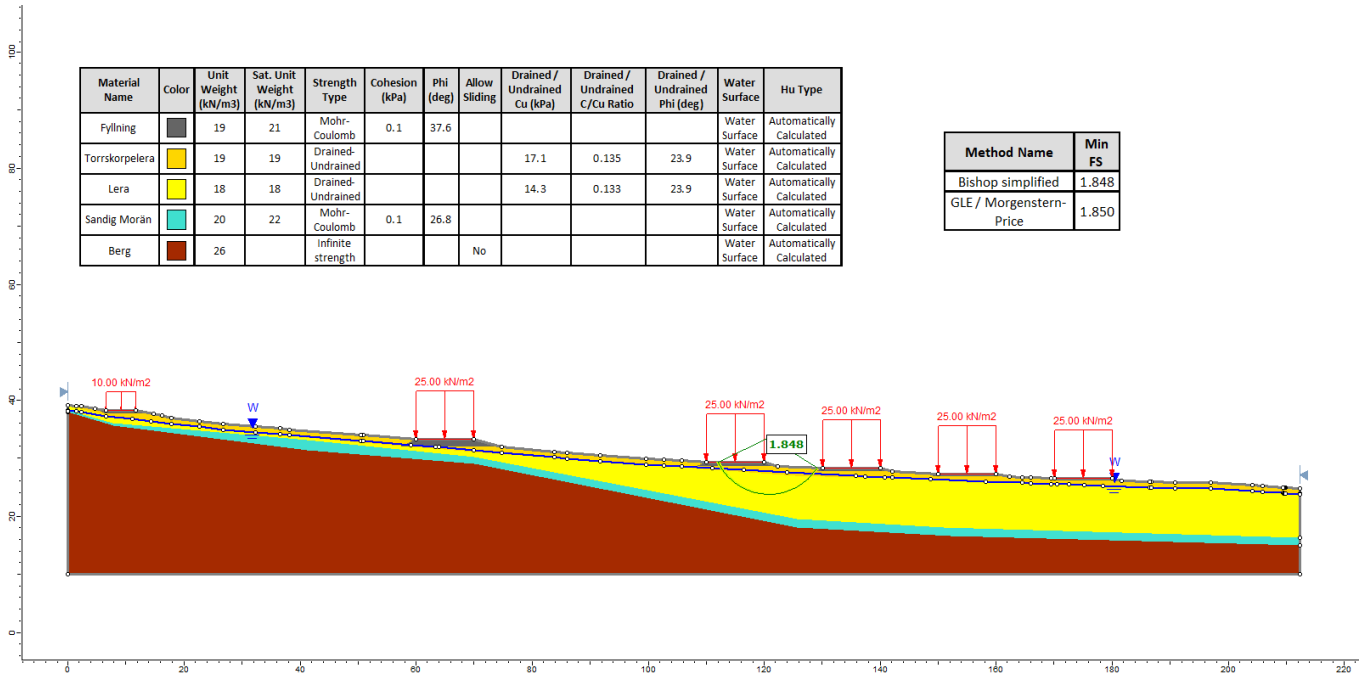


### Med nybyggnation



## Sektion D-D

### Höjd grundvattennivå



### Sänkt grundvattennivå

