

KUND

UPPSALA KOMMUN

TEKNISK PM GEOTEKNIK

BRO VID ULTUNA

STABILITETSUTREDNING



2022-09-09



TEKNISK PM GEOTEKNIK

Bro vid Ultuna

Uppdragsnamn	Bro vid Ultuna
Uppdragsnummer	10340611
Författare	Charlotta Carlsson
Datum	2022-09-09
Ändringsdatum	
Granskad av	Fredrik Clifford

KUND

Uppsala Kommun

KONSULT

WSP

Dragarbrunnsgatan 41

753 20 Uppsala

Besök: Dragarbrunnsgatan 41

Tel: +46 10 7225000

WSP Sverige AB

Org nr: 556057-4880

<http://www.wsp.com>

KONTAKTPERSONER

Uppdragsansvarig

Charlotta Carlsson

E-post: charlotta.carlsson@wsp.com

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

1	UPPDRAG	4
1.1	OBJEKT	4
1.2	PLANERAD BYGGNATION	5
1.3	DOKUMENTETS SYFTE	5
2	STYRANDE DOKUMENT	5
3	UNDERLAG	6
3.1	UTFÖRDA UNDERSÖKNINGAR	6
3.2	ARKIVMATERIAL	6
4	BEFINTLIGA FÖRHÅLLANDEN	6
4.1	ALLMÄNT	6
4.2	TOPOGRAFI, YTBESKAFFENHET OCH MARKANVÄNDNING	6
4.3	GEOLOGISKA FÖRHÅLLANDEN	6
4.4	BEFINTLIGA LEDNINGAR OCH KONSTRUKTIONER	7
5	GEOTEKNISKA FÖRHÅLLANDEN	7
5.1	JORDLAGERFÖLJD	7
5.2	GEOTEKNISKA EGENSKAPER	7
5.3	GEOHYDROLOGISKA FÖRHÅLLANDEN	10
6	STABILITET	10
6.1	ALLMÄNT	10
6.2	SÄKERHETSREKOMMENDATIONER	12
6.3	BERÄKNINGSFÖRUTSÄTTNINGAR	14
6.3.1	Beräkningsmodell	14
6.3.2	Geometri och lagergränser	14
6.3.3	Materialparametrar	14
6.3.4	Jordmodell	15
6.3.5	Grundvatten, portryck och vattennivå	15
6.3.6	Vibrationer	15
6.3.7	Trafiklast	15
6.4	STABILITETFÖRHÅLLANDEN	15
6.4.1	Beräkningsresultat	15
7	SLUTSATSER	16

BILAGOR

Bilaga 1 – Stabilitetsberäkningar

TILLHÖRANDE HANDLINGAR

Markteknisk undersökningsrapport (MUR), Geoteknik, daterad 2022-09-09, framtagen av WSP.

1 UPPDRAG

1.1 OBJEKT

WSP Sverige AB har på uppdrag av Uppsala kommun utfört en geoteknisk undersökning med tillhörande stabilitetsberäkningar för rubricerat objekt.

Undersökningsområdet ligger mellan Ultuna och Sävja i Uppsala kommun.



Figur 1.1. Flygbild över aktuellt område för geoteknisk undersökning (Källa: hitta.se, september 2022).

1.2 PLANERAD BYGGNATION

Inom aktuellt område planerar Uppsala kommun låta uppföra en bro över Fyrisån som en del av projektet Uppsala spårväg, se figur 1.2. Utformningen av bron är ej klar och man väger fortfarande mellan en lågbro och en högbro. Klart är att båda alternativen innebär grundläggning på pålar och tillhörande tillfartsbankar om ca 3 meter.



Figur 1.2. Planerad bro.

1.3 DOKUMENTETS SYFTE

Denna utredning och detta dokument har till syfte att översiktligt redogöra för de geotekniska och geologiska förutsättningarna på aktuellt område. Utredningen gäller främst tillståndsbedömning och ej projekterad anläggning.

Denna handling är ej framtagen som ett underlag för projektering.

2 STYRANDE DOKUMENT

Denna rapport ansluter till Eurokod 7 del 1 (SS-EN 1997-1) och SS-EN 1997-2, med tillhörande nationell bilaga.

Följande övriga styrande och rådgivande dokument har beaktats:

- TK Geo 13 (Publikation TDOK 2013:0667, version 2.0)
- TR Geo 13 (Publikation TDOK 2013:0668, version 2.0)
- Rapport 4:2010, IEGs Tillståndsbedömning/klassificering av naturliga slänter och slänter med befintlig bebyggelse och anläggningar
- Grunderna i Eurokod 7 (IEG Rapport 2:2008, revidering 3)

3 UNDERLAG

Nedanstående undersökningar har utgjort underlag för denna handling PM Geoteknik.

3.1 UTFÖRDA UNDERSÖKNINGAR

Fältundersökning har utförts av WSP Sverige AB i augusti 2022.

För redovisning av resultat från geoteknisk undersökning hänvisas till Markteknisk undersökningsrapport (MUR), daterad 2022-09-09.

3.2 ARKIVMATERIAL

Bjerkning har tidigare utfört geotekniska undersökningar inom det nu aktuella området. Uppdraget är benämnt Broförslag, Alternativ A och B, uppdragsnummer 20U0980, dat 2020-09-22 och reviderat 2020-10-05.

Resultat som bedömts relevanta har inarbetats i detta dokument.

SGU har undersökt vattenstånd och bottengeometri i Fyrisån. Resultatet från dessa undersökningar har använts som underlag till utförda beräkningar.

4 BEFINTLIGA FÖRHÅLLANDEN

4.1 ALLMÄNT

Aktuellt undersökningsområde ligger i södra Uppsala och bron planeras över Fyrisån mellan Ultuna och Sävja.

4.2 TOPOGRAFI, YTBEKÄFFENHET OCH MARKANVÄNDNING

I dagsläget utgörs undersökningsområdet främst av Fyrisån, grönytor, åkermark, buskage samt hårdgjorda ytor i form av GC-vägar.

Aktuellt område är kuperat och i utförda undersökningspunkter varierar marknivån mellan ca +1,3 och + 7,5 meter.

4.3 GEOLOGISKA FÖRHÅLLANDEN

I den västra delen av området så återfinns Uppsalaåsen och en så kallad svallkappa där lera delvis överlagrar åsmaterialet. Övriga delar av området utgörs enligt jordartskartan av gyttjelera, isälvsediment och postglacial sand. Spårvägens sträckning tangerar en gammal deponi med oklar utbredning. Se figur 4.1.



Figur 4.1. Jordartskartan (SGU.se). Gult = lera, grönt = åsmaterial, vitskafferat = fyllning.

4.4 BEFINTLIGA LEDNINGAR OCH KONSTRUKTIONER

Ett flertal ledningar återfinns inom undersökningsområdet.

5 GEOTEKNISKA FÖRHÅLLANDEN

5.1 JORDLAGERFÖLJD

Undergrunden i undersökta punkter utgörs generellt av kohesionsjord ovan friktionsjord och sedan berg. Kohesionsjorden överlagras av skiktad jord av sand och torrskorpelera.

Kohesionsjorden utgörs överst av upp till ca 1 – 1,5 meter torrskorpelera och överlagras ibland av sand. Därunder följer 0 – 14,5 meter sandig siltig sulfidhaltig lera eller gyttjelera.

Friktionsjorden under leran utgörs överst av lerig sand eller sand. Den underlagrande friktionsjorden har inte undersökts avseende mäktighet eller sammansättning. Tidigare undersökningar i närområdet har noterat friktionsjordens mäktighet till upp till 40 meter.

5.2 GEOTEKNISKA EGENSKAPER

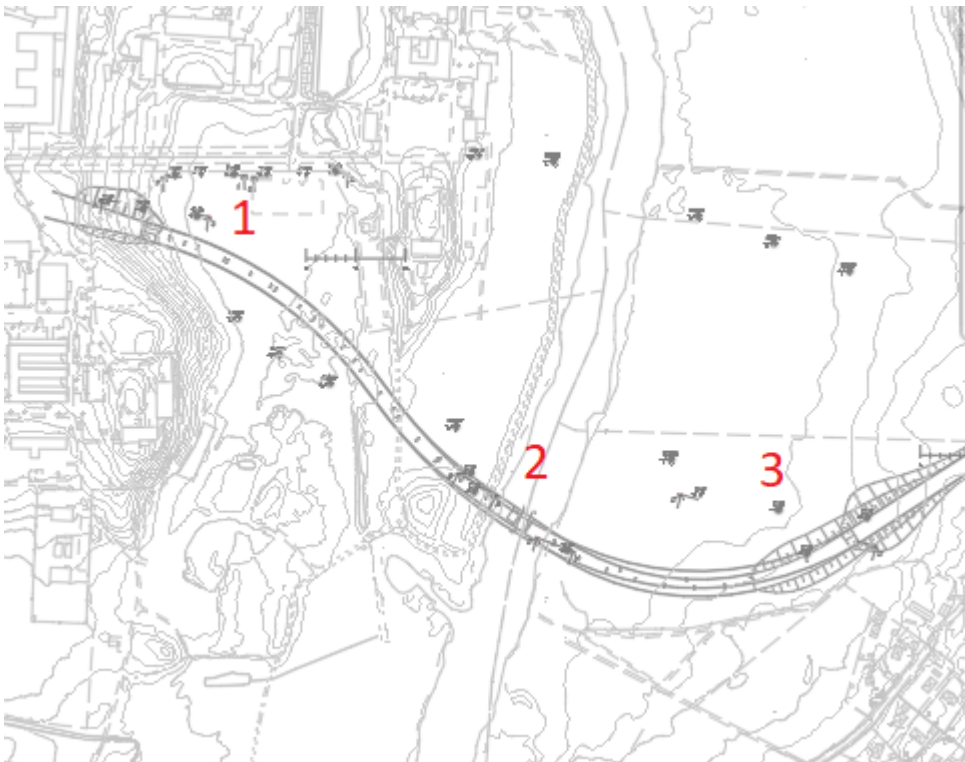
De översta 2 m av torrskorpeleran innehåller generellt skikt av sand och silt. Mot djupet återfinns lera med lägre skjuvhållfasthet.

Uppmätta vattenkvoter i leran varierar mellan 36 – 104% och konflytgränsen varierar mellan 25 – 101%.

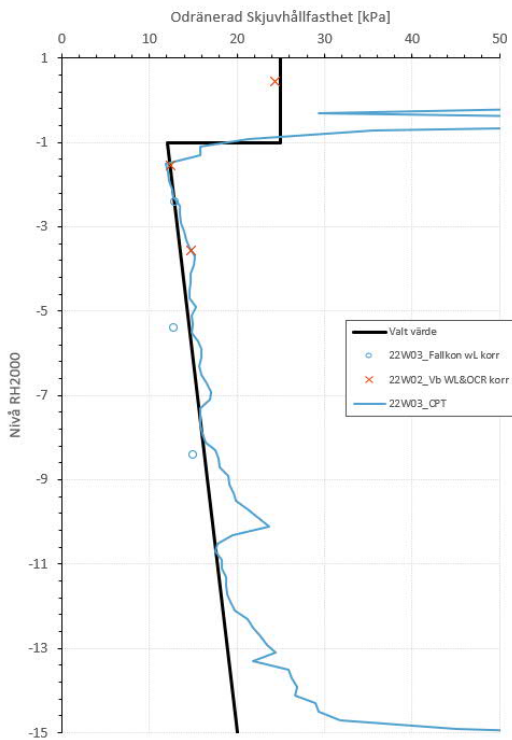
Leran är generellt lågsensitiv med sensitivetskvoter kring 5 – 16. I sonderingspunkt 22W06 nära Fyrisån har dock värden mellan 59 – 117 uppmätts, detta motsvarar högsensitiv lera. Dessutom är den omrörda hållfastheten mellan 0,1 – 0,2 kPa vilket gör att denna lera definieras som kvicklera.

Lerans odränerade skjuvhållfasthet är mycket låg till låg och varierar mellan ca 11 – 22 kPa. Den lägsta skjuvhållfastheten är noterad i sonderingspunkt 22W06.

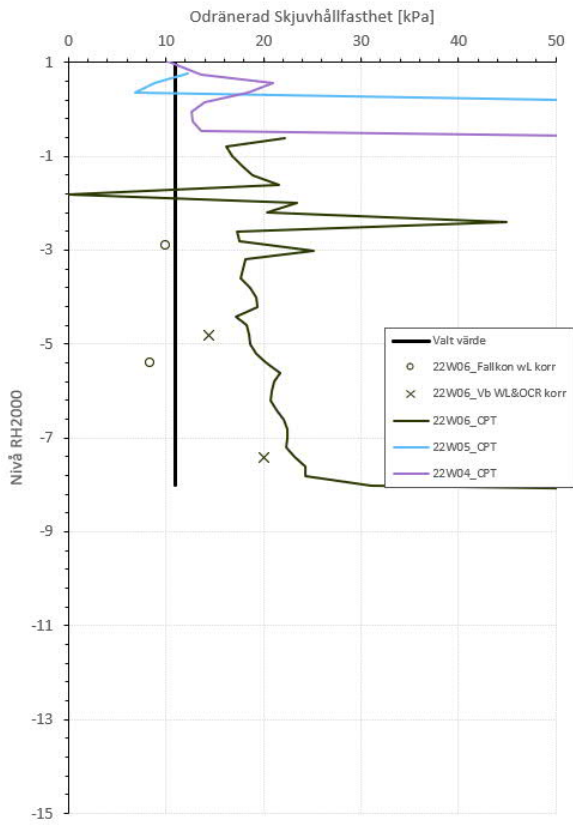
I figur 5.2 till 5.4 redovisas sammanställning av uppmätta hållfasthetsvärden i tre olika geologiska lokaler, se figur 5.1 för uppdelning av området.



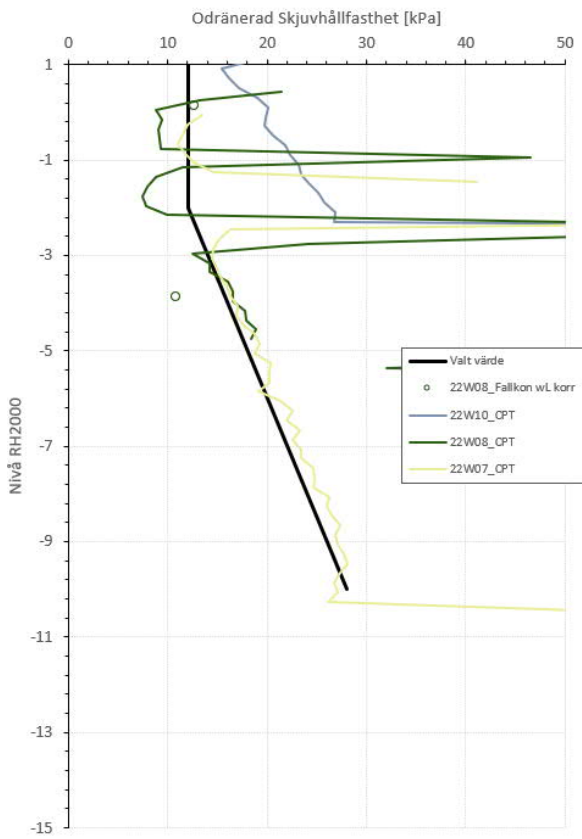
Figur 5.1. Områdesindelning



Figur 5.2. Vald skjuvhållfasthet område 1



Figur 5.3. Vald skjuvhållfasthet område 2.



Figur 5.4. Vald skjuvhållfasthet område 3.

5.3 GEOHYDROLOGISKA FÖRHÅLLANDEN

Inga grundvattenrör har installerats inom ramen för undersökningen.

Uppsala vatten har utfört grundvattenmätningar respektive ytvattenmätningar från rör benämnt 9806. Grundvattenmätningar av rör Rb9806 har utförts från maj 2015 och visar ett medelvärde motsvarande +0,94 (RH2000). Grundvattnets trycknivå för tidsperioden har ett minvärde och maxvärde motsvarande +0,58 respektive +1,63. Det aktuella grundvattenröret är placerat strax sydväst om broläget, se figur 5.5.

Det skall också nämnas att det i Ultuna källa, strax söder om planerad bro, förekommer artesiskt grundvatten. Artesiskt grundvatten innebär att grundvattenytans trycknivå ligger över marknivån.



Figur 5.5. Placering av grundvattenrör Rb9806. I figuren syns också Ultuna källa där artesiskt grundvatten förekommer.

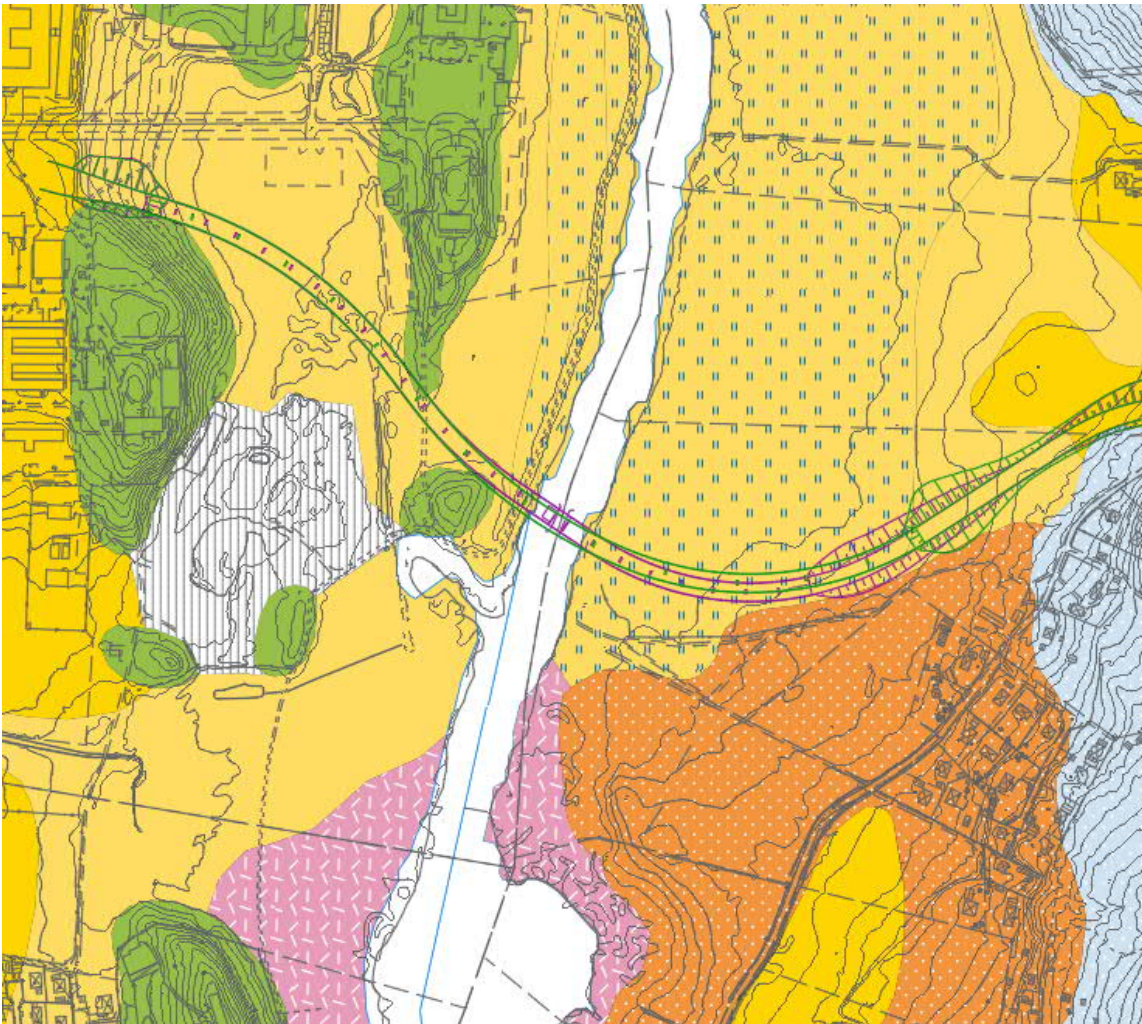
Grundvattennivåerna ska förväntas variera med årstid och nederbördsförhållandena.

Det skall också nämnas att området är beläget inom yttre skyddsområde för Uppsala kommuns vattentäkt och att friktionsjorden i de västra delarna av undersökningsområdet är i kontakt med det isälvmaterial som förekommer i åsen.

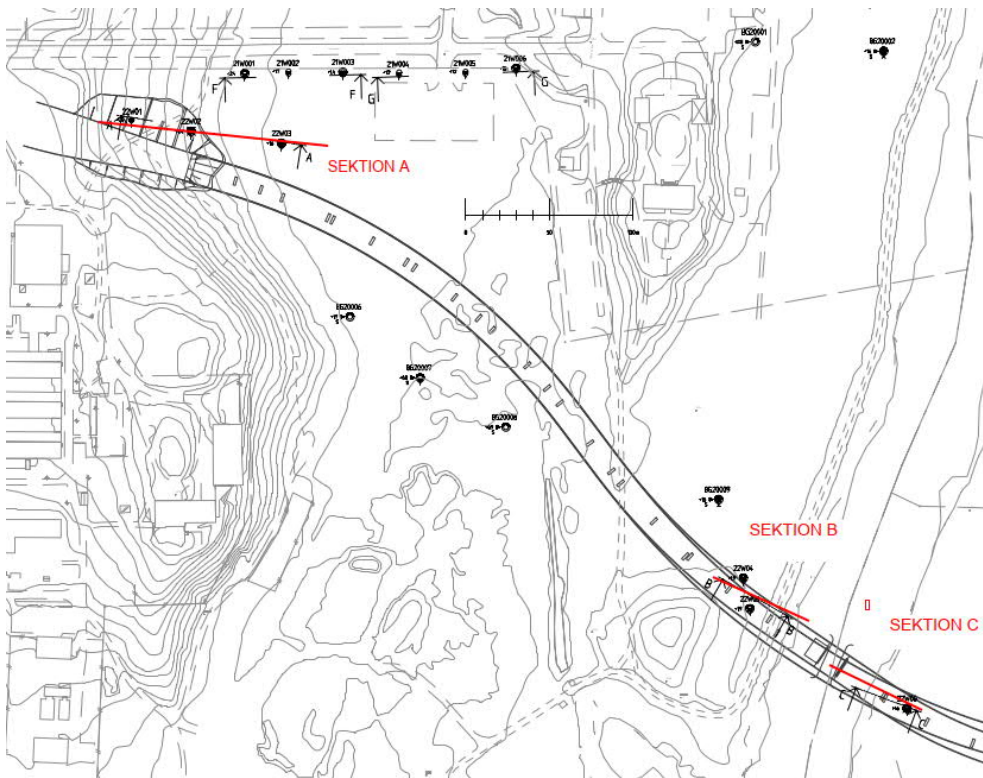
6 STABILITET

6.1 ALLMÄNT

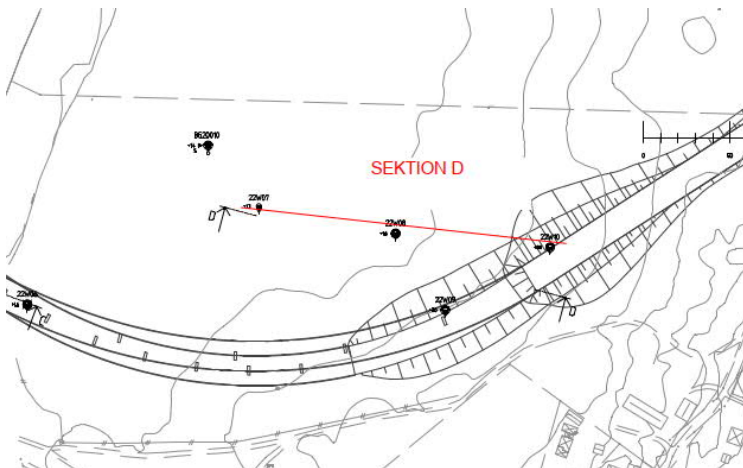
Stabiliteten har undersökts i sammanlagt 4 sektioner där bedömningen varit att stabilitetsproblem kan föreligga i anslutning till planerad bro. Bedömningen är utförd utifrån studier av jordartskartor och höjdkartor. Se figur 6.1.



Beräkningssektionernas läge framgår av figur 6.2 och 6.3 nedan.



Figur 6.2. Beräkningssektion A, B och C



Figur 6.3. Beräkningssektion D

I beräkningssektion A och B har friktionsjord noterats och sektionerna bedöms därför ha en erforderlig säkerhet mot stabilitetsbrott. Beräkningar utförs därför endast i sektion C och D.

6.2 SÄKERHETSREKOMMENDATIONER

Stabilitetsutredningen har utförts i enlighet med IEG:s Rapport 4:2010 med utredningsnivån detaljerad stabilitetsutredning. Erforderlig säkerhetsfaktor för stabilitetsbrott anges som ett spann beroende på utredningsnivå och markanvändning.

För markanvändning nyexploatering/planläggning gäller:

$F_C \geq 1,7-1,5$ $F_{KOMB} \geq 1,5-1,4$, se figur 6.4.

		Markanvändning			
		Nyexploatering		Befintlig bebyggelse och anläggning	Annan mark
		Nybyggnation	Planläggning		
Tillståndsbedömning	Översiktlig utredning	Ej tillämbart för denna rapport	Minst detaljerad utredning ska utföras	$F_c > 2 +$ $F_{\phi} > 1,5$	$F_c > 2 +$ $F_{\phi} > 1,5$
	Detaljerad utredning		$F_c \geq 1,7-1,5 +$ $F_{komb} \geq 1,5-1,4$ $F_{\phi} \geq 1,3$ (sand)	$F_c \geq 1,7-1,5 +$ $F_{komb} \geq 1,5-1,3$ $F_{\phi} \geq 1,3$ (sand)	$F_c \geq 1,6-1,4 +$ $F_{komb} \geq 1,4-1,3$ $F_{\phi} \geq 1,3$ (sand)
	Fördjupad utredning	Ej tillämbart för denna rapport	$F_c \geq 1,5-1,4 +$ $F_{komb} \geq 1,4-1,3$ $F_{\phi} \geq 1,3$ (sand)	$F_c \geq 1,4-1,3 +$ $F_{komb} \geq 1,3-1,2$ $F_{\phi} \geq 1,3$ (sand) Under förutsättning att restriktioner införs	$F_c \geq 1,3-1,2 +$ $F_{komb} \geq 1,2$ $F_{\phi} \geq 1,2$ (sand)
Projektering		Dimensionering utförs enligt TD "Slänter och bankar" alternativt TK Geo	Beroende på utredningsnivå, F_c och F_{komb} enligt tabellvärde ovan	Stabilitetsförbättrande åtgärd enligt kap 4.5.2.4 alternativt TD "Slänter och bankar" / TK Geo	

Figur 6.4. Val av rekommenderad säkerhetsfaktor enligt IEG Rapport 4, 2010.

Vald erforderlig säkerhetsfaktor inom angivet spann bedöms utifrån aktuella förutsättningar med hänsyn till gynnsamma och ogynnsamma förhållanden. I tabell 6.1 nedan listas gynnsamma och ogynnsamma förhållanden inom utredningsområdet.

Tabell 6.1. Gynnsamma och ogynnsamma förhållanden inom utredningsområdet

Förutsättning	Gynnsam	Ogynnsam
Konsekvens av skred		Risk för skada på tredje man samt ekonomisk skada
Släntens beständighet	Inga tecken på rörelser i slänterna	
Tidigare förändringar i slänten		Risk för erosion, särskilt i närhet till Fyrisån
Jordens egenskaper	Relativt liten spridning av hållfasthetsegenskaper i område 1 och 3	Kohesionsjord Relativt stor spridning i hållfasthetsegenskaper i område 2 Delvis skiktade jordar Kvicklera förekommer i område 2

Analys och beräkningsarbetets tillförlitlighet	Tvådimensionell analys, på säkra sidan	
Fält- och laboratorieundersökningar	CPT-sonderingar är utförda In situ-provning är utförd med vingförsök Konförsök är utförda	Relativt stor spridning på undersökningsresultaten i område 2. Glest undersökt vilket kräver antaganden som kan påverka beräkningarna
Släntens geometri	Relativt flacka slänter Fyrisåns geometri är känd	Ej inmätt i aktuella sektioner, geometrin delvis från grundkartor
Grundvatten och portrycksförhållanden		Grundvattendata saknas för delar av området

Utifrån listade förutsättningar rekommenderas följande säkerhetsnivå för aktuell detaljerad stabilitetsutredning.

$$F_c \geq 1,6 \quad F_{\text{KOMB}} \geq 1,45$$

6.3 BERÄKNINGSFÖRUTSÄTTNINGAR

6.3.1 Beräkningsmodell

Vid stabilitetsanalys har lamellmetoden använts. Beräkningarna har utförts numeriskt med hjälp av SLOPE/W 2019 R2, i september 2022. I beräkningarna har Morgenstern-Price's metod använts. För beräkningarna har en odränerad och kombinerad analys genomförts för befintliga förhållanden och vid markhöjning. Tredimensionella effekter har inte tagits med i beräkningarna.

Ytliga brott djup ner till 1 m i övre jordlagret har bortsetts från i denna analys, enbart cirkulära brott i jord har beaktats.

6.3.2 Geometri och lagergränser

Släntgeometrier för utförda beräkningssektioner har valts utifrån Uppsala kommuns grundkarta. Bottengeometrin i Fyrisån har valts utifrån data från SGU.

Jordlagerföljd, lagertjocklekar och egenskaper har utvärderats från de geotekniska undersökningarna.

6.3.3 Materialparametrar

Materialegenskaper har utvärderats utifrån i områdena utförda geotekniska fält- och laboratorieundersökningar. För leran har odränerad skjuvhållfasthet (c_u) och densitet (ρ) valts direkt från sammanställning av härledda värden. Den dränerade skjuvhållfastheten för kohesionsjord har beskrivits enligt praxis (Skredkommissionens riktlinjer) med hjälp av en inre friktionsvinkel $\phi'k = 30^\circ$, samt ett kohesionsintercept som är 10 % av den utvärderade odränerade skjuvhållfastheten ($c' = 0,1 \cdot c_u$). För friktions- och mellanjord har densitet valts enligt praxis (TK Geo), och materialegenskaperna utvärderats från Conrad-analys samt utifrån resultat av jordprover klassificerade i laboratorium och fält.

6.3.4 Jordmodell

Vald jordmodell för respektive beräkningssektion redovisas i bilaga 1 tillhörande denna PM.

6.3.5 Grundvatten, portryck och vattennivå

Grundvattennivåer har antagits utifrån Uppsala vattens grundvattenmätningar inom området. I beräkningarna har hydrostatisk grundvattenfördelning mot djupet från överkant lera antagits.

6.3.6 Vibrationer

Vibrationer har ej beaktats i utförda beräkningar.

6.3.7 Trafiklaster

Spårväglaster har ej beaktats då dessa ej är kända i dagsläget. Beräkningarna visar att stabiliteten för den östra banken ej är erforderlig även utan last.

6.4 STABILITETSFÖRHÅLLANDEN

6.4.1 Beräkningsresultat

Samtliga beräkningssektioner har beräknats i både odränerad och kombinerad analys för befintliga förhållanden. I sektion D så har även stabilitetsberäkningar för planerad tillfartsbank utförts. I tabell 6.2 nedan redovisas resultat från utförda beräkningar.

Sektion	Säkerhetsfaktor	Krav
Sektion C	$F_C = 2,26$, $F_{KOMB} = 2,09$	$F_C \geq 1,6$ $F_{KOMB} \geq 1,45$
Sektion D	$F_C = 7,40$, $F_{KOMB} = 6,45$	$F_C \geq 1,6$ $F_{KOMB} \geq 1,45$
Sektion D med planerad tillfartsbank	$F_C = 1,11$, $F_{KOMB} = 1,09$	$F_C \geq 1,6$ $F_{KOMB} \geq 1,45$

7 SLUTSATSER

- I sonderingspunkt 22W06 så har kvicklera påträffats. Detta innebär att vid projektering av planerad bro med tillhörande konstruktioner och kringarbeten så gäller säkerhetsklass 3. Utbredningen av kvicklera bör utredas vidare i projekteringskedet.
- Stabilitetsberäkningarna visar att stabiliteten inom området för planerad bro är erforderlig för befintliga förhållanden.
- Planerad bro kommer att grundläggas med pålar. Tillfartsbankarna innebär dock en belastningsökning som potentiellt skulle kunna äventyra stabiliteten i området. Undersökningar visar att den västra tillfartsbanken kommer att grundläggas i friktionsmaterial. Den östra tillfartsbanken grundläggs delvis på finjordar och beräkningar visar att stabiliteten inte är erforderlig för den tillskottslast som banken utgör. Vid projektering av denna bank bör stabiliteten fortsatt utredas och förstärkningsåtgärder projekteras. Möjliga grundförstärkningsåtgärder skulle exempelvis kunna bli tryckbankar, kc-pelarförstärkning lättfyllning eller en kombination av dessa.
- I de jordprover som analyserats ur geoteknisk synpunkt har vissa indikationer på miljöföroreningar påträffats. Vid analys av kolvprovtagning från 4 meters djup i sonderingspunkt 22W03 noterades en starkt blåaktig färg. Inga prover har dock skickats för miljöanalys. Det rekommenderas att man vidare undersöker denna lera.
- Fördjupad utredning/projektering av planerad bro innebär kompletterande undersökningar vad gäller lerans egenskaper och utbredning.
- Undergrunden bedöms som vibrationskänslig med tanke på förekomst av kvicklera. Man bör därför utreda risken för vibrationer från spårvägstrafiken.

VI ÄR WSP

WSP är en av världens ledande rådgivare och konsultbolag inom samhällsutveckling. Med cirka 55 000 medarbetare i över 40 länder samlar vi experter inom analys och teknik, för att framtidssäkra världen.

Tillsammans med våra kunder tar vi fram innovativa lösningar för en mänsklig, trygg och välfungerande morgondag. Vi planerar, projekterar, designar och projektleder olika uppdrag inom transport och infrastruktur, fastigheter och byggnader, hållbarhet och miljö, energi och industri samt urban utveckling. Så tar vi ansvar för framtiden.

wsp.com

WSP Sverige AB
Dragarbrunnsgatan 41
753 20 Uppsala
Besök: Dragarbrunnsgatan 41

T: +46 10 7225000
Org nr: 556057-4880
wsp.com

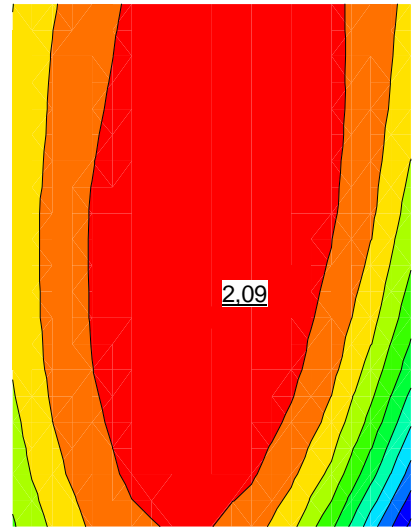


BILAGA 1

STABILITETSBERÄKNINGAR

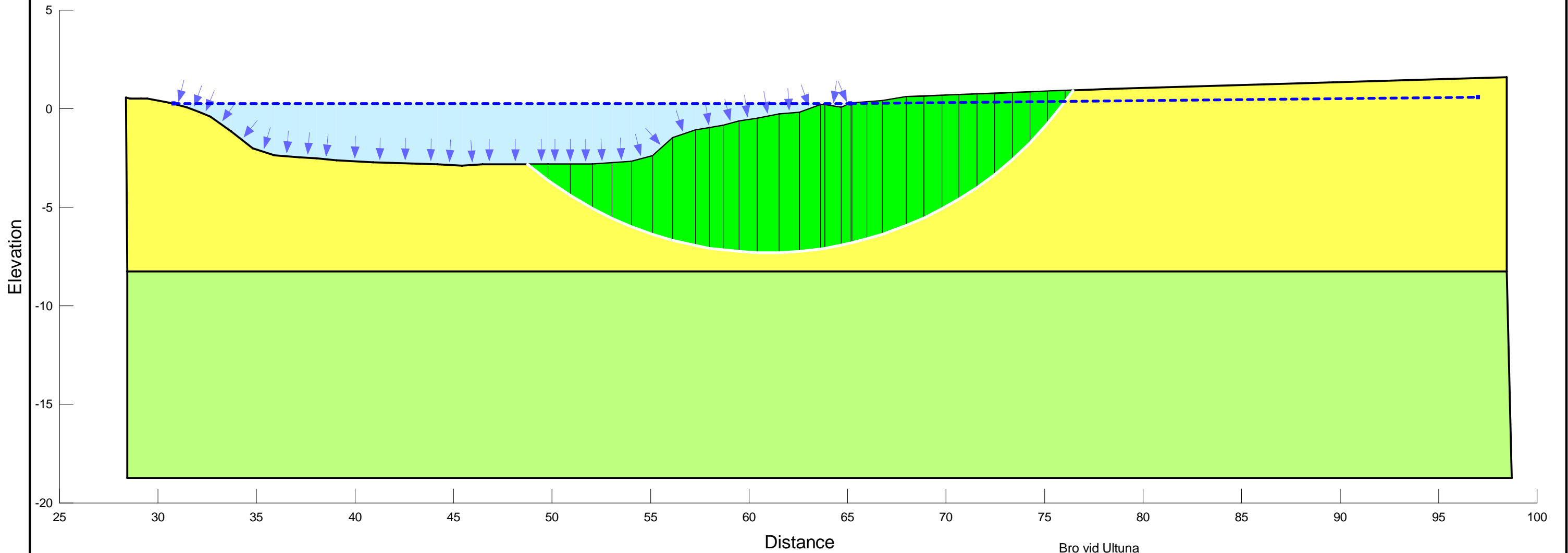
2022-09-09





■
Name: Lera (kvick)
Slope Stability Material Model: Combined, S=f(depth)
Unit Weight: 17,5 kN/m³
Effective Friction Angle: 30 °
C-Top of Layer: 0 kPa
C-Rate of Change: 0 (kN/m²)/m
Cu-Top of Layer: 11 kPa
Cu-Rate of Change: 0 (kN/m²)/m
C/Cu Ratio: 0,1



■
Name: Sand
Slope Stability Material Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 18 kN/m³
Effective Friction Angle: 35 °

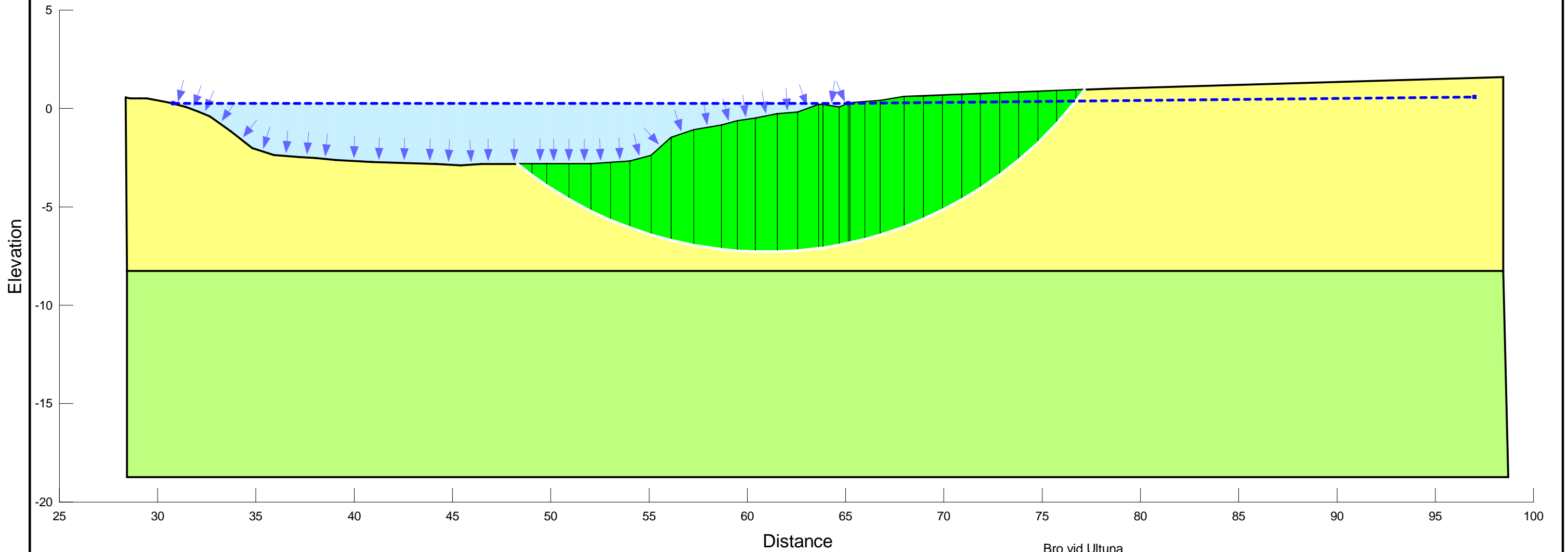
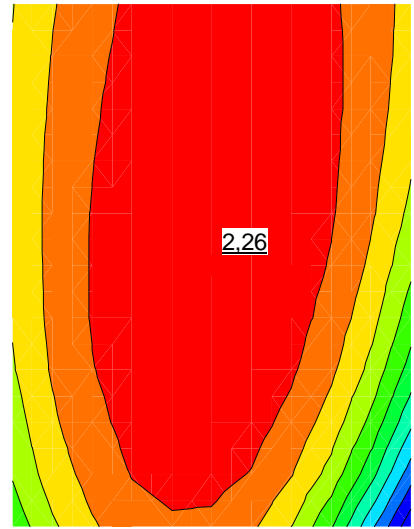


Bro vid Ultuna
Stabilitetsberäkning vid Sektion C öster om fyrisån, befintliga förhållanden.
Created By: Hagberg, Ludvig
Date: 2022-09-07

File Name: Sektion C.gsz

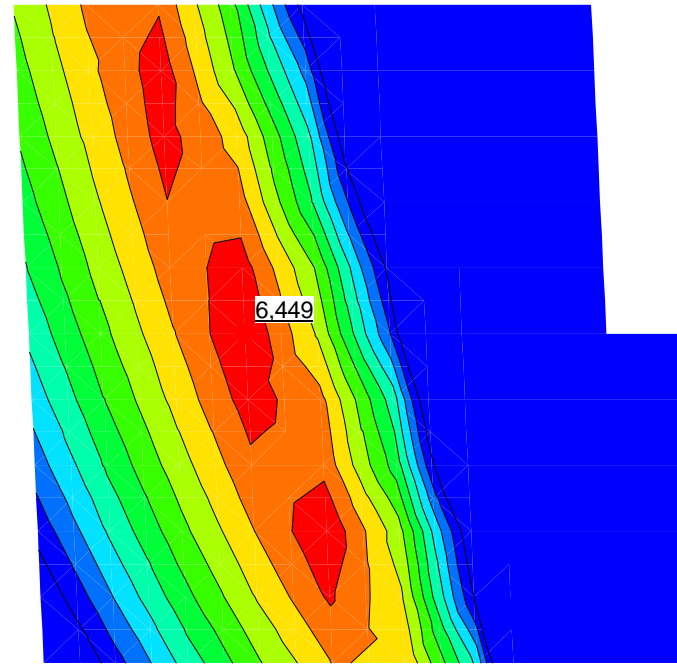
Bilaga 1

-  Name: Lera (kvick)
Slope Stability Material Model: S=f(depth)
Unit Weight: 17,5 kN/m³
C-Top of Layer: 11 kPa
C-Rate of Change: 0 (kN/m²)/m
C-Maximum: 11 kPa
-  Name: Sand
Slope Stability Material Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 18 kN/m³
Effective Friction Angle: 35 °



Bro vid Ultuna
Stabilitetsberäkning vid Sektion C öster om fyrisån, befintliga förhållanden.
Created By: Hagberg, Ludvig
Date: 2022-09-07

File Name: Sektion C.gsz



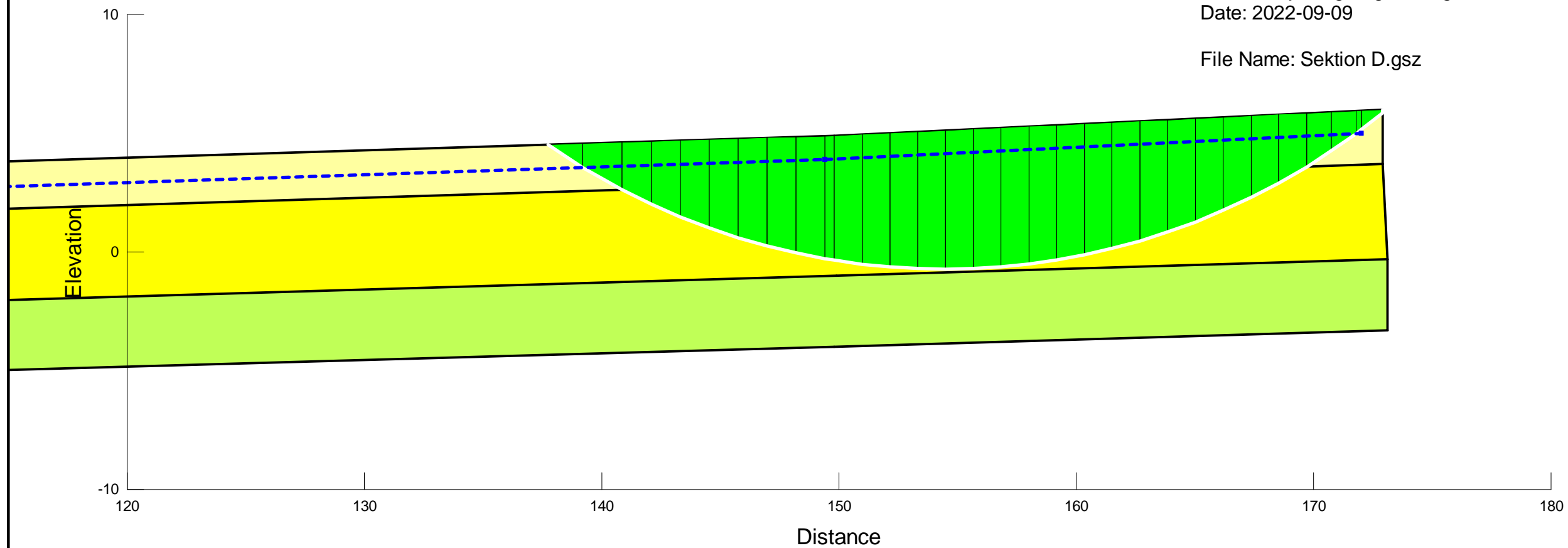
■ Name: sandig Torrsorpelera
Slope Stability Material Model: Combined, S=f(depth)
Unit Weight: 17,5 kN/m³
Effective Friction Angle: 30 °
C-Top of Layer: 0 kPa
C-Rate of Change: 0 (kN/m²)/m
Cu-Top of Layer: 25 kPa
Cu-Rate of Change: 0 (kN/m²)/m
C/Cu Ratio: 0,1

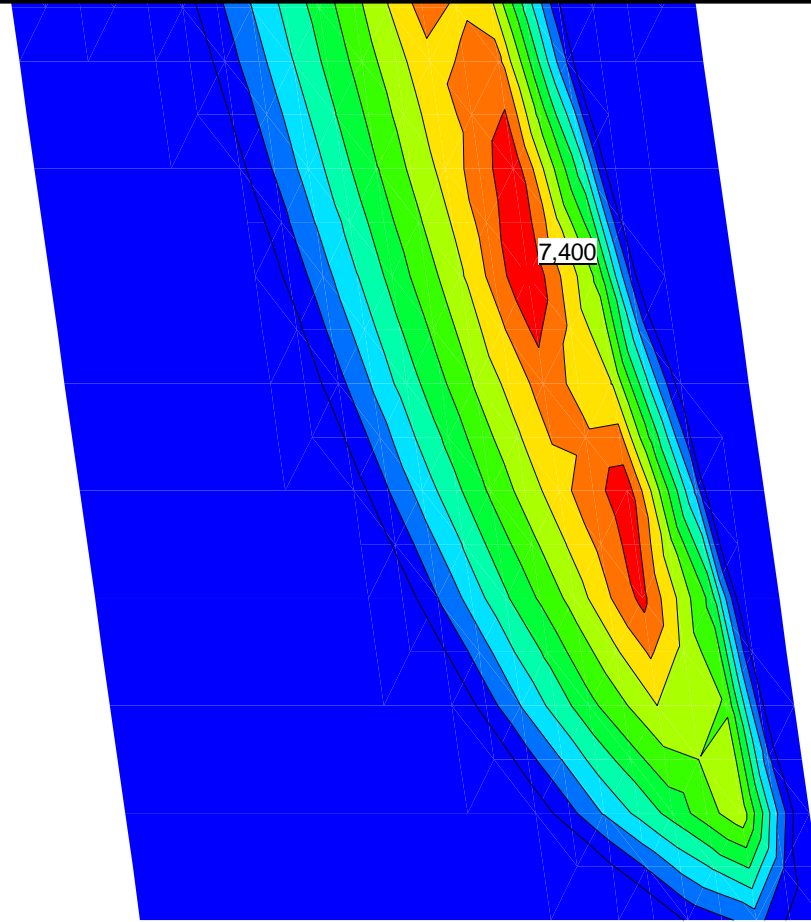
■ Name: Lera
Slope Stability Material Model: Combined, S=f(depth)
Unit Weight: 17,5 kN/m³
Effective Friction Angle: 30 °
C-Top of Layer: 0 kPa
C-Rate of Change: 0 (kN/m²)/m
Cu-Top of Layer: 12 kPa
Cu-Rate of Change: 2 (kN/m²)/m
C/Cu Ratio: 0,1

■ Name: Sand
Slope Stability Material Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 18 kN/m³
Effective Friction Angle: 35 °

Title: Bro vid Ultuna
Comments: Stabilitetsberäkning vid sektion D, befintliga förhållanden.
Created By: Hagberg, Ludvig
Date: 2022-09-09

File Name: Sektion D.gsz





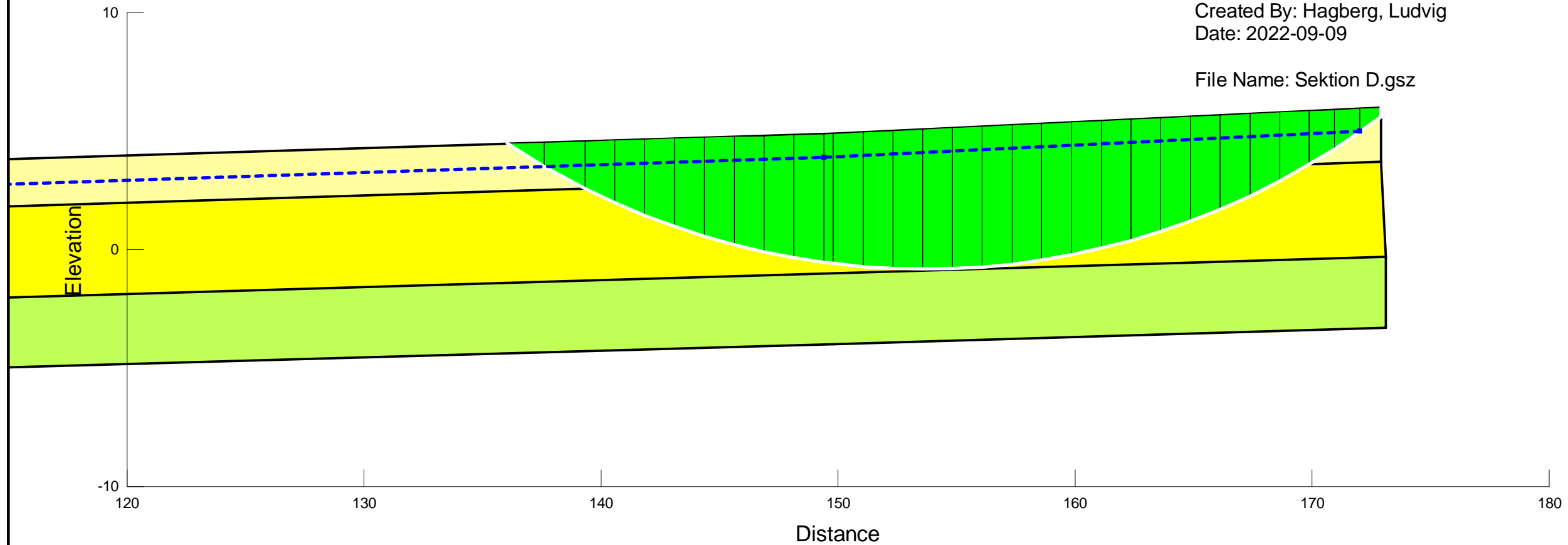
□ Name: sandig Torrskorpelera
Slope Stability Material Model: $S=f(\text{depth})$
Unit Weight: 17,5 kN/m³
C-Top of Layer: 25 kPa
C-Rate of Change: 0 (kN/m²)/m
C-Maximum: 25 kPa

□ Name: Lera
Slope Stability Material Model: $S=f(\text{depth})$
Unit Weight: 17,5 kN/m³
C-Top of Layer: 12 kPa
C-Rate of Change: 2 (kN/m²)/m
C-Maximum: 28 kPa

□ Name: Sand
Slope Stability Material Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 18 kN/m³
Effective Friction Angle: 35 °

Title: Bro vid Ultuna
Comments: Stabilitetsberäkning vid sektion D, befintliga förhållanden.
Created By: Hagberg, Ludvig
Date: 2022-09-09

File Name: Sektion D.gsz

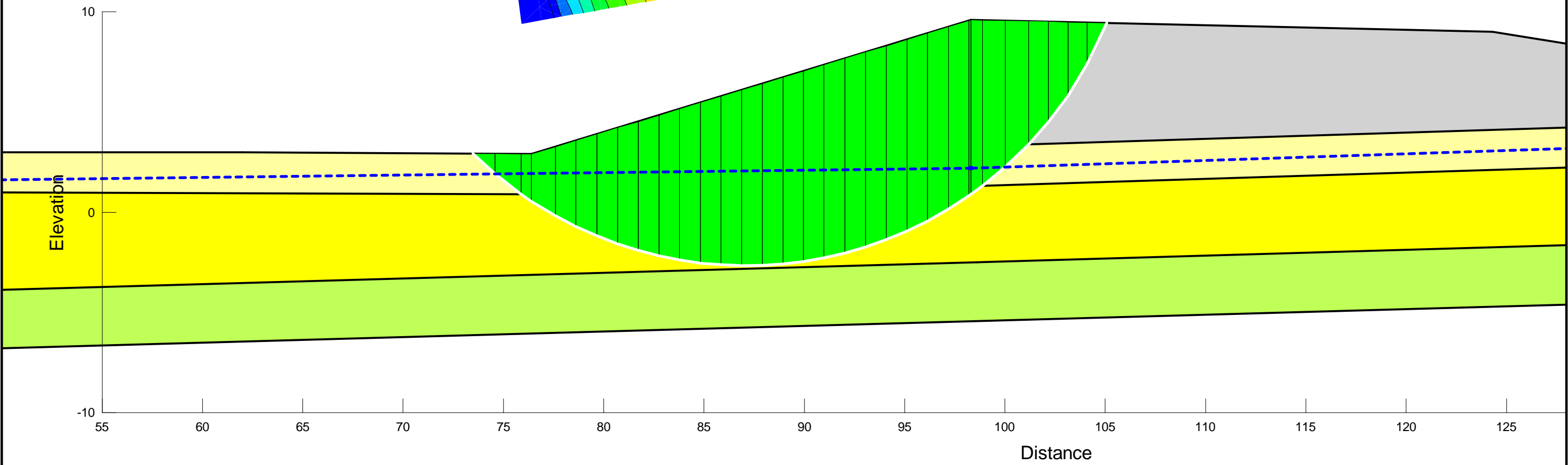
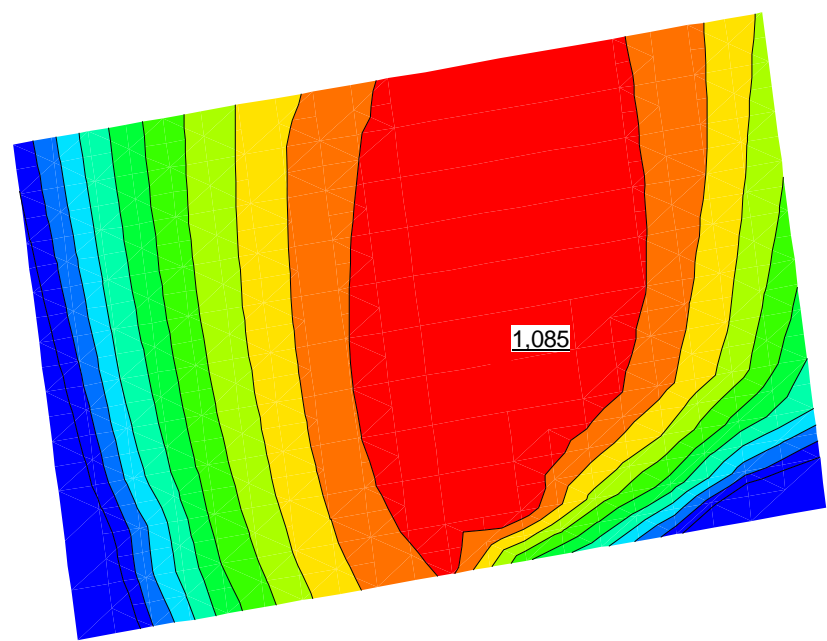


- Name: Bankfyllning
 Slope Stability Material Model: Mohr-Coulomb
 Unit Weight: 18 kN/m³
 Effective Friction Angle: 45 °

Name: Lera
 Slope Stability Material Model: Combined, S=f(depth)
 Unit Weight: 17,5 kN/m³
 Effective Friction Angle: 30 °
 C-Top of Layer: 0 kPa
 C-Rate of Change: 0 (kN/m²)/m
 Cu-Top of Layer: 12 kPa
 Cu-Rate of Change: 2 (kN/m²)/m
 C/Cu Ratio: 0,1

- Name: sandig Torrkorpelera
 Slope Stability Material Model: Combined, S=f(depth)
 Unit Weight: 17,5 kN/m³
 Effective Friction Angle: 30 °
 C-Top of Layer: 0 kPa
 C-Rate of Change: 0 (kN/m²)/m
 Cu-Top of Layer: 25 kPa
 Cu-Rate of Change: 0 (kN/m²)/m
 C/Cu Ratio: 0,1

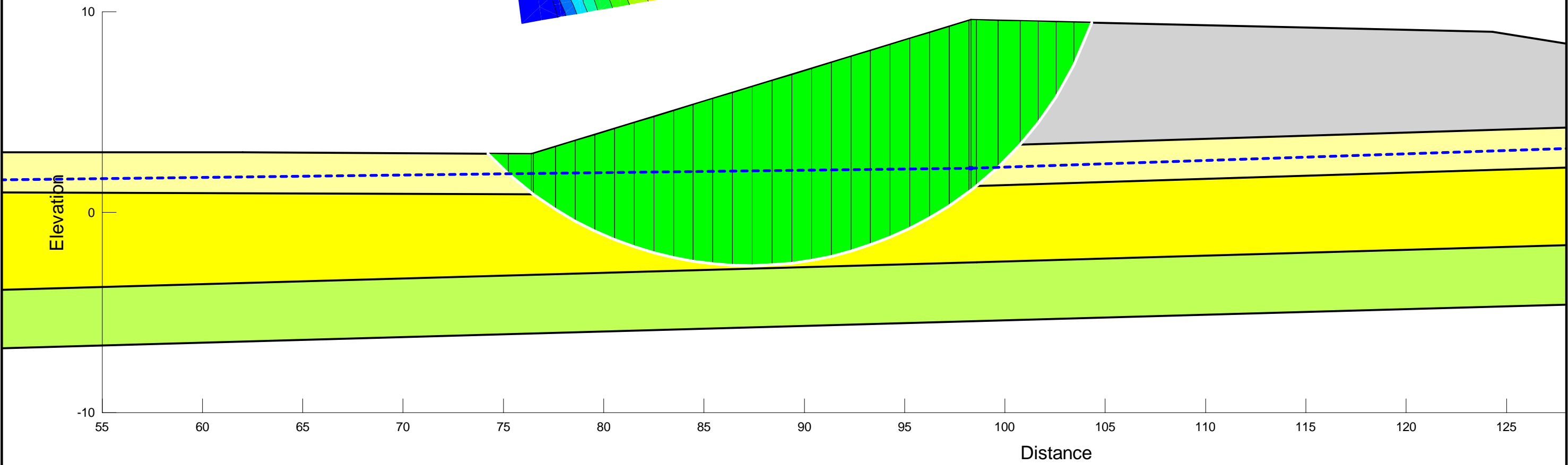
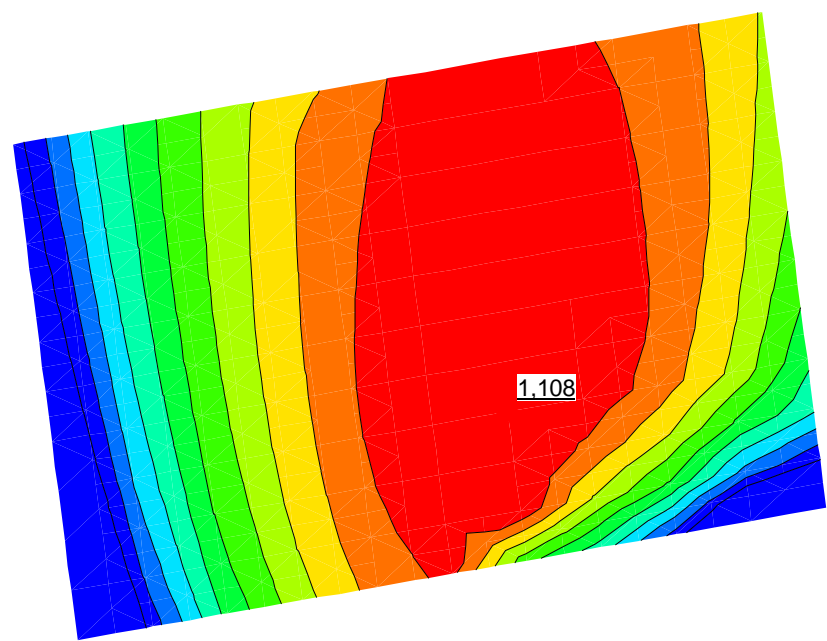
Name: Sand
 Slope Stability Material Model: Mohr-Coulomb
 Unit Weight: 18 kN/m³
 Effective Friction Angle: 35 °



Title: Bro vid Ultuna
 Comments: Stabilitetsberäkning vid sektion D, planerade förhållanden.
 Created By: Hagberg, Ludvig
 Date: 2022-09-09

 File Name: Sektion D - Planerade förhållanden.gsz

- Name: Bankfyllning
Slope Stability Material Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 18 kN/m³
Effective Friction Angle: 45 °
- Name: sandig Torrskorpelera
Slope Stability Material Model: S=f(depth)
Unit Weight: 17,5 kN/m³
C-Top of Layer: 25 kPa
C-Rate of Change: 0 (kN/m²)/m
C-Maximum: 25 kPa
- Name: Lera
Slope Stability Material Model: S=f(depth)
Unit Weight: 17,5 kN/m³
C-Top of Layer: 12 kPa
C-Rate of Change: 2 (kN/m²)/m
C-Maximum: 28 kPa
- Name: Sand
Slope Stability Material Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 18 kN/m³
Effective Friction Angle: 35 °



Title: Bro vid Ultuna
Comments: Stabilitetsberäkning vid sektion D, planerade förhållanden.
Created By: Hagberg, Ludvig
Date: 2022-09-09
File Name: Sektion D - Planerade förhållanden.gsz