

Arenaområdet vid Yttern

Kungälv kommun, Västra Götalands Län

PM Stabilitet för Damm A

Innehållsförteckning

1	UPPDRAG OCH OBJEKTBSKRIVNING	3
2	UNDERLAG	3
3	STYRANDE DOKUMENT OCH HANDBÖCKER	4
3.1	STYRANDE DOKUMENT	4
3.2	HANDBÖCKER, HJÄLPDOKUMENT MM	4
4	OMRÅDESBESKRIVNING	4
4.1	ALLMÄNT	4
5	GEOTEKNISKA FÖRHÅLLANDEN	5
5.1	JORDDJUP OCH JORDLAGERFÖLJD	5
5.2	JORDENS EGENSKAPER	5
5.3	GEOHYDROLOGISKA FÖRHÅLLANDEN.....	5
5.4	LERANS ODRÄNERADE SKJUVHÅLLFASTHET	5
5.5	BINDEMEDELSPELARE	7
6	DIMENSIONERANDE MATERIALEGENSKAPER – STABILITET.....	8
7	STABILITET	9
7.1	STABILITETSBERÄKNINGAR	9
7.3	RESULTAT.....	10
8	KALKCEMENTPELARE	10
9	KONKLUSION/ SLUTSATS	11

Bilaga 1 – Stabilitetsberäkningar

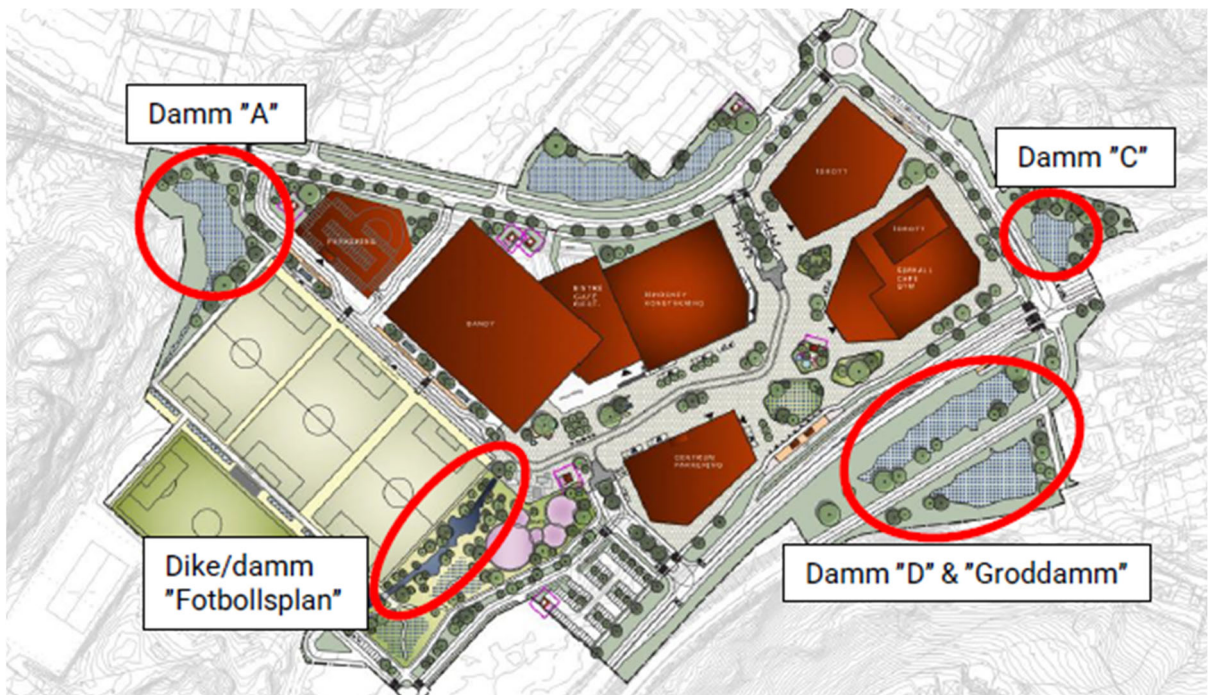
Bilaga 2 – Sammanställning odränerad skjuvhållfasthet och jordförstärkning

1 Uppdrag och objektbeskrivning

Geotechnica Sverige AB har på uppdrag av Kungälv kommun genomfört kompletterande stabilitetsberäkningar för Dam A. Syftet med den kompletterande beräkningen är att verifiera behovet av jordförstärkning med KC-pelare för att uppfylla tillfredställande säkerhet mot skred i lera.

Detta PM är en komplettering till PM Geoteknik – *Arenaområdet vid Yttern, upprättad av AWER Geoteknik, daterad 2023-10-06*, som behandlar stabiliteten i hela detaljplaneområdet.

Illustrationsplan i figur 1 visar detaljplaneområdet som ingår i PM Geoteknik där Dam A som detta PM behandlar visas i detaljplanens vänstra del. Området är beläget belägen i Rollsbo strax väst om Kungälv och sträcker sig över fastigheterna Rollsbo 1:32 m.fl.



Figur 1. Illustrationsplan, planerade och bemöta dagvattendammar. (PM Geoteknik /I/, figur 2-1)

2 Underlag

Underlag för stabilitetsberäkningar utgår från PM Geoteknik. Där avsteg från analyser i PM Geoteknik har gjorts eller justerats beskrivs detta separat.

/1/ PM Geoteknik – Arenaområdet vid Yttern, Kungälv kommun, upprättad av AWER Geoteknik, daterad 2023-10-06, rev 05, dokumentnummer: 1058-PM-01

/2/ Ritningar som visar damm A läge i plan.

/3/ Muntlig information från Kungälv kommun och precisering av uppdraget.

3 Styrande dokument och handböcker

Denna rapport ansluter till SS-EN 1997-1 med tillhörande nationella bilagor och tillämpningsdokument.

3.1 Styrande dokument

SS-EN 1997-1.

IEG Rapport 2:2008, Rev 3 Tillämpningsdokument Grunder.

IEG Rapport 6:2008, Rev 1 Tillämpningsdokument Slänter och bankar.

IEG Rapport 4:2010¹, Tillståndsbedömning/klassificering av naturliga slänter och slänter med befintlig bebyggelse och anläggning.

- ¹⁾ IEG Rapport 4:2010 är använd i [1] där stabilitetsanalyser utförts med totalsäkerhetsanalys. I detta PM har totalsäkerhetsanalys utförts för att jämföra med resultaten i [1] men som komplettering har föreslagna förstärkningsåtgärder beräknats enligt IEG Rapport 6:2008, Rev 1 med partialkoefficientmetoden.

3.2 Handböcker, hjälpdokument mm

TK och TR Geo 13 version 2.0 främst kapitel 13 – Djupstabilisering.

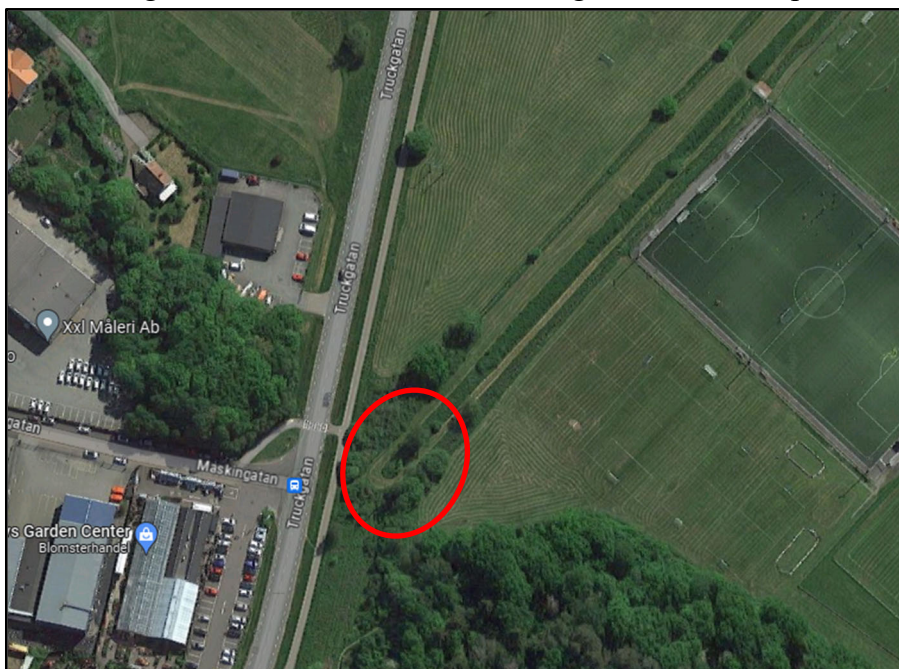
Anläggnings AMA 20.

Svensk djupstabilisering Rapport 17 – Djupstabilisering med bindemedelsstabiliserade pelare och masstabilisering – En vägledning.

4 Områdesbeskrivning

4.1 Allmänt

Damm A planeras anläggas öster om Truckvägen och GC-banan som löper parallellt med Truckgatan. Nivåskillnad mellan Truckgatan och botten på Damm A är ca 2,7m.



Figur 2. Planerad damm A är översiktligt markerad med röd cirkel, (källa:google.com/maps 2023).

5 Geotekniska förhållanden

De geotekniska förhållandena beskrivs utförligt i PM Geoteknik *[I]* kapitel 6 – Markförhållanden.

5.1 Jorddjup och jordlagerföljd

Jordlagerföljden i området vid dammen utgörs överst av mullhaltig jord som vilar på siltig lera ovan friktionsjord och därunder förmodat berg. För Truckgatan och GC-banan förekommer bankfyllnadsmassor för vägbank.

Djup till fast botten bedöms utifrån stabilitetsberäkningarna i *[I]* till mellan 12 och 15m.

5.2 Jordens egenskaper

Jordens egenskaper beskrivs enligt PM Geoteknik kapitel 6.3 enligt följande:

6.3 Jordegenskaper

Enligt nu och tidigare utförda geotekniska undersökningar bedöms leran ha varierande sensitivitet inom planområdet. Den uppmätta sensitiviteten varierar mellan 11 och 136 enligt utförda laboratorieförsök. Generellt klassificeras planområdet som mellansensitivt med lokal förekomst av högsensitiv och kvicklera i nordvästra planområdet vid Damm A.

Förekomst av kvicklera har kartlagts utifrån ostörd provtagning och rutinundersökningar. Kvicklera har påträffats i Damm A mellan djupen 5 och 7 m djup från markytan.

Som beskrivningen anger förekommer kvicklera i området.

5.3 Geohydrologiska förhållanden

Grundvattenytan har antagit hydrostatiskt från nivå +12 i Damm A enligt PM Geoteknik.

5.4 Lerans odränerade skjuvhållfasthet

Lerans odränerade skjuvhållfasthet är extremt låg ner till ca 3m djup för att därunder svagt öka mot djupet. Valda värden för stabilitetsberäkningar redovisas i tabell 7-10 i *[I]*, se nedan.

Damm A				
Jordlager	c_u [kPa]	Φ [°]	c' [kPa]	γ [kN/m ³]
Siltig Lera (siLe) (1 – 3 m djup)	10	30	$0,1 \times c_u$	14,6
Siltig Lera (siLe) (3 – 4 m djup)	10 + 2 kPa/m	30	$0,1 \times c_u$	15,0
Siltig Lera (siLe) (4 – 5 m djup)	12 + 1,5 kPa/m	30	$0,1 \times c_u$	15,0
Siltig Lera (siLe) (5 – 6 m djup)	13,5 + 0,5 kPa/m	30	$0,1 \times c_u$	15,2
Siltig Lera (siLe) (6 – 7 m djup)	14 + 1 kPa/m	30	$0,1 \times c_u$	15,2
Siltig Lera (siLe) > 7 m djup	15	30	$0,1 \times c_u$	16,9

Lagerindelning är omfattande med en meters skikt där både odränerad skjuvhållfasthet och tunghet utvärderats för varje enskilt lager.

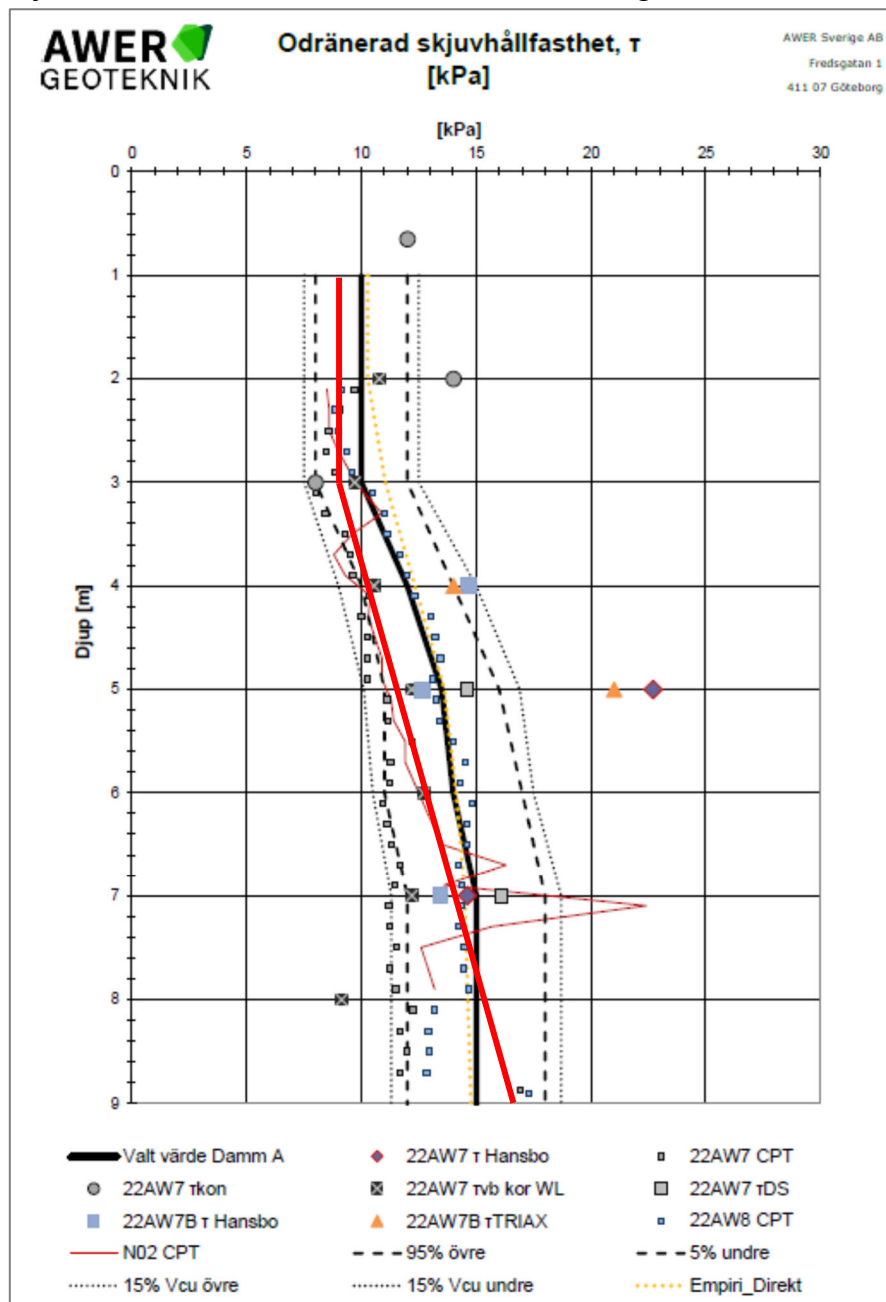
Vår bedömning är att skjuvhållfasthetsprofilen kan förenklas med indelning i två lager utifrån odränerad skjuvhållfasthet och tunghet enligt tabell 1 nedan.

Tabell 1 Sammanställning lerans valda odränerade skjuvhållfasthet och tunghet.

Jordlager för Damm A	Nivå (m)	c_{uk} [kPa]	γ [kN/m ³]
Lera 1 (siLe)	+12 till +9	9 kPa	14,6 kN/m ³
Lera 2 (siLe)	+9 > till Fr.	9+1,5 kPa/m	15,2 kN/m ³

Dränerade materialegenskaper för lera är utvärderad utifrån odränerad skjuvhållfasthet med $c' = 0,1 * c_u$ samt friktionsvinkel $\phi'_k = 30^\circ$.

Utvärderad odränerad skjuvhållfasthet visas i figur 3 från [1] där vi lagt in odränerad skjuvhållfasthet som använts i stabilitetsberäkningar.



Figur 3. Sammanställning av odränerad skjuvhållfasthet utifrån bilaga 1 – Valda värden [1]. Röd linje visar Geotechnica tolkade odränerad skjuvhållfasthet som använts i stabilitetsberäkningar.

5.5 Bindemedelspelare

För att säkerställa stabilitetsförhållanden för anläggning av damm A har det valts att installera bindemedelspelare i skivor vinkelrätt mot vägen. Beräkning för bindemedelspelare utförs i enlighet med TR/ TK Geo 13 utifrån framtagna beräkningsmodell med plasticering av pelare. Val av pelarnas odränerade skjuvhållfasthet C_{crit} baseras på erfarenhetsvärlden och valts konservativt till $C_{crit} = 75 \text{ kPa}$ ner till nivå +9 för att därunder öka linjärt med 5 kPa/m till max $C_{crit} = 100 \text{ kPa}$.

Kontroll av pelare kommer att utföras med förborrad KPS-vinge med CPT-spets.

Kritisk skjuvspänning

C_{crit} (utvärderas som $C_{KPS}/1,4$, dock max 100 kPa utnyttjas för stabilitet)

Elasticitetsmodul

$E_{pel} = 13 * C_{crit}^{1,6}$ (ej aktuellt)

Odränerad och dränerad skjuvhållfasthet i pelarna

$T_{fuk} = C_{crit}$ (max 100 kPa har valt att utnyttjas i dimensioneringsmodellen)

$$T_{fak} = c' + \sigma'_v * \tan \varphi'$$

$c' = 0,4 * C_{crit}$ (aktiv zon)

$c' = 0,1 * C_{crit}$ (direkta zon)

$\varphi' = 35^\circ$ (siltjord)

$\varphi' = 32^\circ$ (lera)

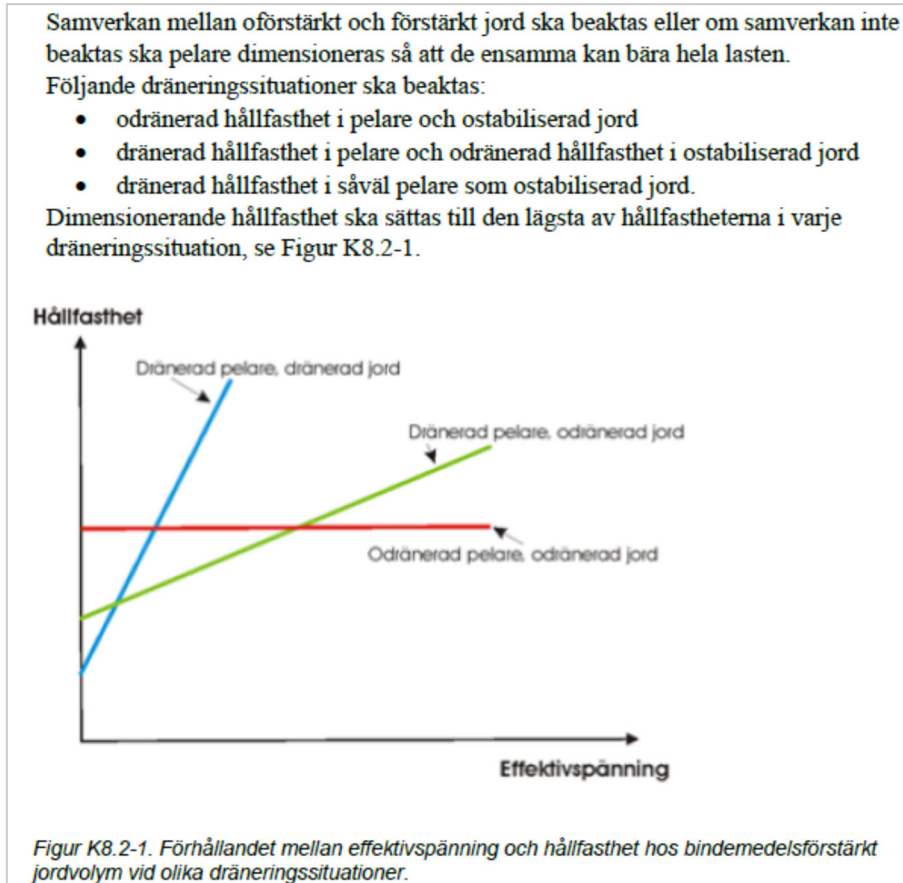
$\varphi' = 29^\circ$ (gyttja/ organisk jord)

Tabell 2 Sammanställning bindemedelspelare kritisk skjuvspänning och dränerande egenskaper.

Jordlager, Damm A	Nivå (m)	C_{crit} [kPa]	c' [kPa]	φ [deg.]
Lera 1 (siLe)	+12 till +9	75 kPa	30 kPa	32°
Lera 2 (siLe)	+9 > till Fr.	75+5 kPa/m	30+2 kPa/m	32°

Dränerade materialegenskaper för bindemedelspelare är utvärderad enligt TR Geo 13 utifrån skjuvhållfasthet C_{crit} med $c' = 0,4 * C_{crit}$ (aktiv zon) samt friktionsvinkel $\varphi'_k = 32^\circ$.

För förstärkt jordvolym utvärderas skjuvhållfasthet som viktat medelvärde mellan andel bindemedelspelare och oförstärkt jord. Vid kombinerad analys beaktas även effektivspänningen så att det mest ogynnsamma förhållandet mellan dränerad och odränerade förhållanden väljs, figur 4.



Figur 4. Samverkan mellan hållfasthet och effektivspänning i bindemedelsförstärkt jord. Figur och text från TRVINFRA-00230.

För aktuell situation med låg effektivspänningen på bindemedelspelarna så är fallet dränerad pelare-odränerad jord den dimensionerande i stabilitetsanalysen. Utvärdering av bindemedelspelare redovisas i dimensionerande jordmodell.
 Vid dimensionering har partialkoefficienter enligt tabell 1 använts.

6 Dimensionerande materialegenskaper – stabilitet

Stabilitetsanalys med dimensionerande materialegenskaper skall partialkoefficienter på materialet ansättas enligt tabell 3.

Tabell 3. Partialkoefficienter för dimensionerande jordegenskaper.

Jordparameter	Symbol	Värde
Friktionsvinkel	γ_ϕ	1,3
Effektiv kohesion	γ_c	1,3
Odränerad skjuvhållfasthet	γ_{cu}	1,5
Tunghet	γ_γ	1,0

Inverkan av säkerhetsklass har omformats till att resultatet från beräkningarna ska minst uppnå säkerhetsfaktorn F_{EN} i säkerhetsklass 3 (SK3) enligt tabell 4 för anläggningen.

Tabell 4. *Krav på säkerhetsfaktor F_{EN} vid beräkning.*

Säkerhetsklass	Faktor F_{EN}
SK1	0,9
SK2	1,0
SK3	1,1

Dimensionerande värde för respektive materialegenskap beräknas utifrån härledda medelvärden enligt nedan om lågt värde är dimensionerande.

$$X_d = \frac{1}{\gamma_M} * \eta * \bar{X}$$

Där:

X_d = Dimensionerande värde

γ_M = Partialkoefficient enligt tabell 1

η = Omräkningsfaktor

\bar{X} = Härlett medelvärde

Omräkningsfaktorn beräknas som produkten av delfaktorer enligt Rapport 6:2008, Rev 1 kap 3.4.1.

$$\eta = \eta_{(1,2)} * \eta_{(3)} * \eta_{(4,5,6,7)} * \eta_{(8)}$$

Där delfaktorerna vals till följande:

$$\eta_{(1,2)} = 0,9$$

$$\eta_{(3)} = 1,0$$

$$\eta_{(4,5,6,7)} = 1,0$$

$$\eta_{(8)} = 1,0$$

$$\eta_{(tot)} = \mathbf{0,9}$$

7 Stabilitet

7.1 Stabilitetsberäkningar

Stabilitetsberäkningar har dels utförts med Totalsäkerhetsanalys enligt IEG Rapport 4:2010. Totalsäkerhetsanalys har utförts då PM Geoteknik *[I]* som legat till grund för detaljplanen gjort alla beräkningar utifrån detta.

För att följa IEG Rapport 6:2008 har beräkningar även utförts med

partialkoefficientmetoden och dimensionerande materialegenskaper på jord.

Beräkningar har utförts för odränerad analys samt kombinerad analys med beräkningsprogrammet Geostudio SLOPE/W 2020 R2. Redovisade säkerhetsfaktorer avser Morgenstern-Price metod för cirkulär-cylindriska glidytor.

Anisotropi som använts för beräkningar i *[I]* har ej medräknats i denna utredning, vilket innebär att resultatet kan anses vara på säkra sidan.

7.2 Erforderlig säkerhetsfaktor

Geoteknisk kategori 2 (GK2) samt säkerhetsklass 3 (SK3) gäller för föreliggande utredning.

Erforderlig säkerhetsfaktor blivande förhållanden är $FOS = 1,65$ (SK3) med enligt totalsäkerhetsmetoden och IEG Rapport 4:2010.

Erforderlig säkerhetsfaktor blivande förhållanden är $F_{EN}=1,1$ (SK3) med enligt partialkoefficientmetoden och IEG Rapport 6:2008, rev 1.

7.3 Resultat

Resultat av utförda beräkningar redovisas i bilaga 1.

Tabell 5 och 6 nedan redovisar sammanställning av utförda beräkningar.

Tabell 5. Sammanställning av beräkningsresultat för utförda stabilitetsberäkningar - Totalsäkerhetsanalys.

Beräkning	Analys	Säkerhetsfaktor	Krav	Kommentar
1-1	Oförstärkt odrän	FOS = 1,41	$FOS \geq 1,7$	Med ytlast 15kPa (Truckgatan)
1-2	Oförstärkt komb ¹	FOS = 1,36	$FOS \geq 1,5$	
1-3	Oförstärkt komb	FOS = 1,59	$FOS \geq 1,5$	Utan ytlast
2-1	Förstärkt odrän	FOS = 2,37	$FOS \geq 1,7$	Med ytlast 15kPa (Truckgatan)
2-2	Förstärkt komb ¹	FOS = 2,16	$FOS \geq 1,5$	
2-3	Förstärkt komb	FOS = 2,01	$FOS \geq 1,5$	Utan ytlast

¹⁾ Ytlast ska ej vara med i kombinerad analys. Vi har valt att göra beräkning med kombinerad analys och ytlast som jämförelse mot odränerad analys.

Tabell 6. Sammanställning av beräkningsresultat för utförda stabilitetsberäkningar - Partialkoefficientmetoden.

Beräkning	Analys	Säkerhetsfaktor	Krav	Kommentar
1-1	Oförstärkt odrän	$F_{EN} = 0,88$	$F_{EN} \geq 1,1$	Med ytlast 19,1kPa (Truckgatan)
1-2	Oförstärkt komb ¹	$F_{EN} = 0,85$	$F_{EN} \geq 1,1$	
1-3	Oförstärkt komb	$F_{EN} = 1,21$	$F_{EN} \geq 1,1$	Utan ytlast
2-1	Förstärkt odrän	$F_{EN} = 1,54$	$F_{EN} \geq 1,1$	Med ytlast 19,1kPa (Truckgatan)
2-2	Förstärkt komb ¹	$F_{EN} = 1,35$	$F_{EN} \geq 1,1$	
2-3	Förstärkt komb	$F_{EN} = 1,49$	$F_{EN} \geq 1,1$	Utan ytlast

¹⁾ Ytlast ska ej vara med i kombinerad analys. Vi har valt att göra beräkning med kombinerad analys och ytlast som jämförelse mot odränerad analys.

8 Kalkcementpelare

Kalkcementpelare installeras för att öka stabiliteten. Pelarna installeras som skivor med 0,15m överlapp. Skivorna sätts vinkelrätt med dammen för att utgöra en säker och robust konstruktion avseende stabilitet. Utförda beräkningar visar att säkerhetsfaktorn

utan förstärkning är $FOS > 1,0$, vilket innebär att pelare ej behöver sättas i skivor men vi väljer att göra detta för en robust konstruktion. Skivorna utförs mellan Truckgatan och dammen på en bredd av ca 14m (ca 30 pelare i varje skiva). Avstånd mellan skivorna är 1,6m, vilket ger en täckningsgrad på 33% ($a=0,33$).

Installationsparametrar

Pelardiameter:	600mm
Bindemedel:	Kalk/ cement (KC 50/50)
Bindemedelsmängd:	92kg/m ³ (motsvarar 25kg/m för diameter 600mm)
Rotationshastighet:	150-180rpm
Stigningshastighet:	25mm/varv
Pelarlängd:	Fast botten, ca 8m långa pelare.

Kontroll av utförda KC-pelare

Pelare som installeras skall kontrolleras med FKPS med CPT-spets.

Omfattningen av kontrollsonderingar skall vara minst 1% av installerat antal pelare, dock minst 15st.

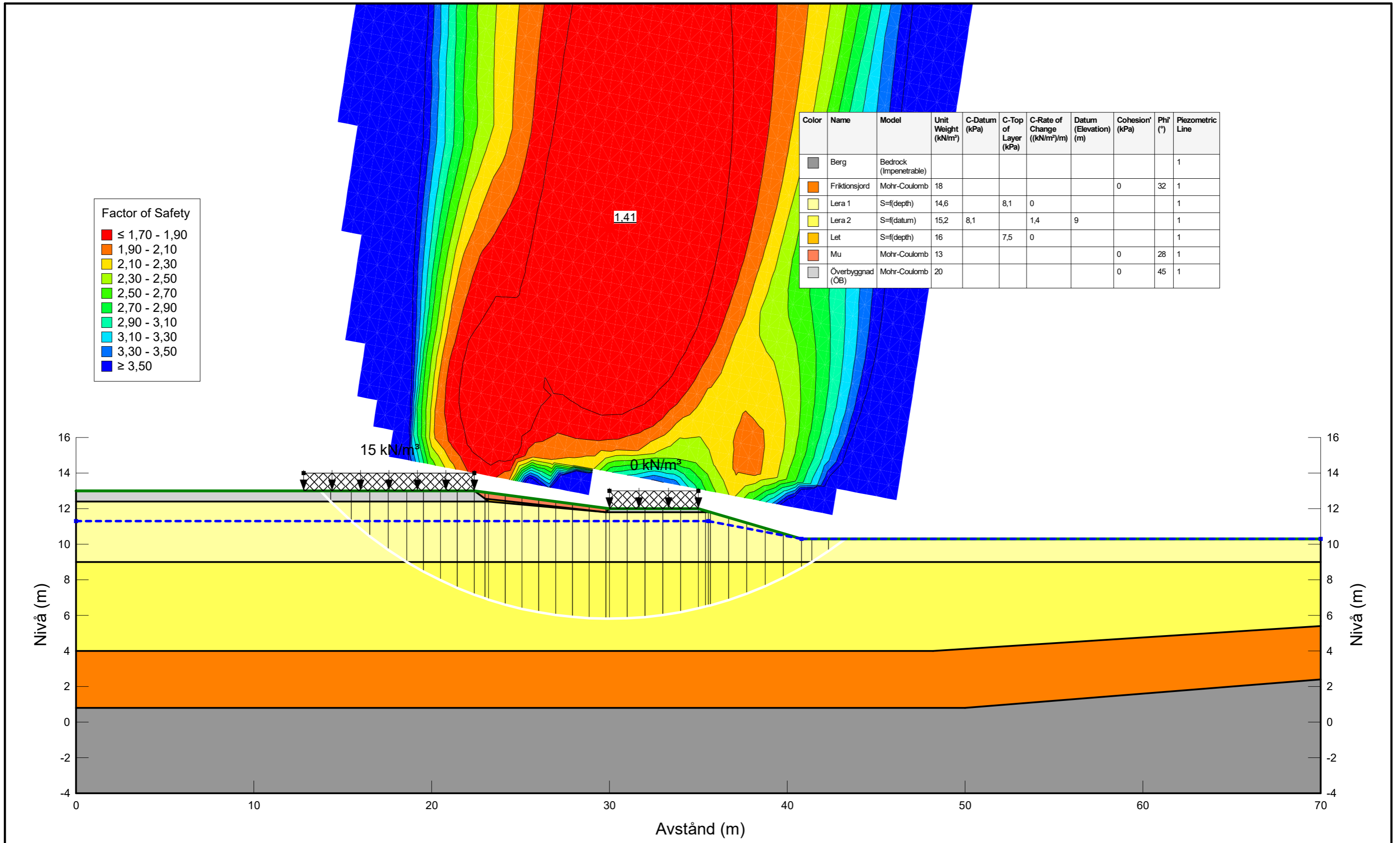
Kontrollsondering skall utföras vid två tidpunkter, 3-5 dygn efter installation samt 14-16 dygn efter installation. Om resultatet visar på lägre skjuvhållfasthet än förväntat vid 14-16dygns provningen skall en extra provning utföras efter 28-34 dygn.

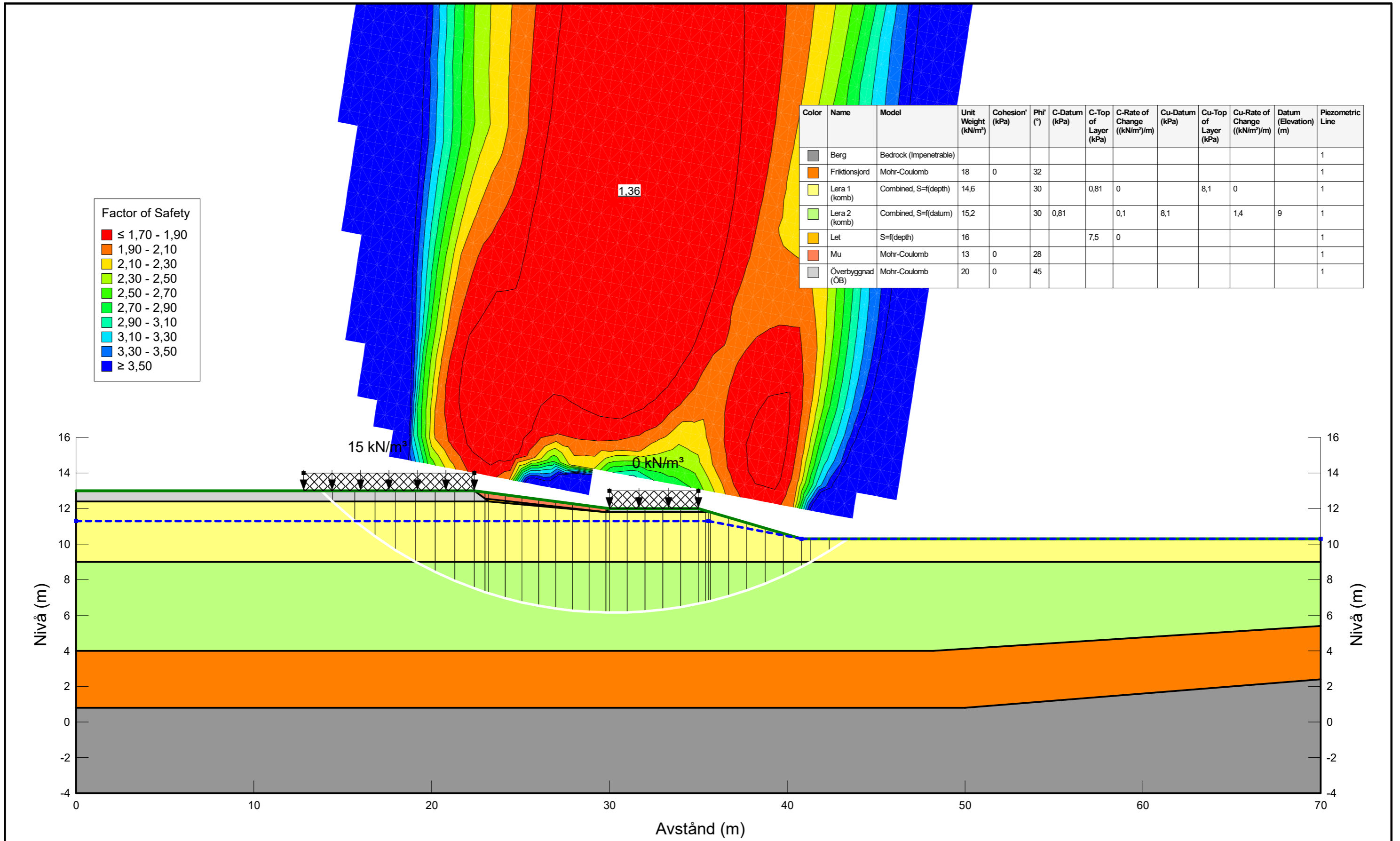
Ritningar för KC-förstärkningen tas fram innan produktionsstart och skall stämpas som bygghandling innan produktionen påbörjas.

9 Konklusion/ slutsats

Kompletterande beräkning av stabiliteten för damm A visar att dammen kan byggas på anvisad plats med tillfredställande säkerhet mot stabilitetsbrott i enlighet med säkerhetsklass 3 (SK3) efter att jordförstärkning med kalkcementpelare utförts.

Säkerhetsklass 3 är vald då det finns kvicklera i området och ett skred kan få betydande konsekvenser för Truckgatan. Området är förvisso relativt plant så ett kvicklera skred skulle inte kunna fortplanta sig på en större yta men med tanke på att det förekommer kvicklera är vald säkerhetsnivå relevant.





Beskrivning: 1-2 oförstärkt (komb) (med last)
1-Damm A

Analysdata: Analystyp: Totalstabilitetsanalys
Beräkningsmetod: Morgenstern-Price (optimization: No)
GW & portryck: Piezometric Line
Glidytor: Grid and Radius, Left to Right

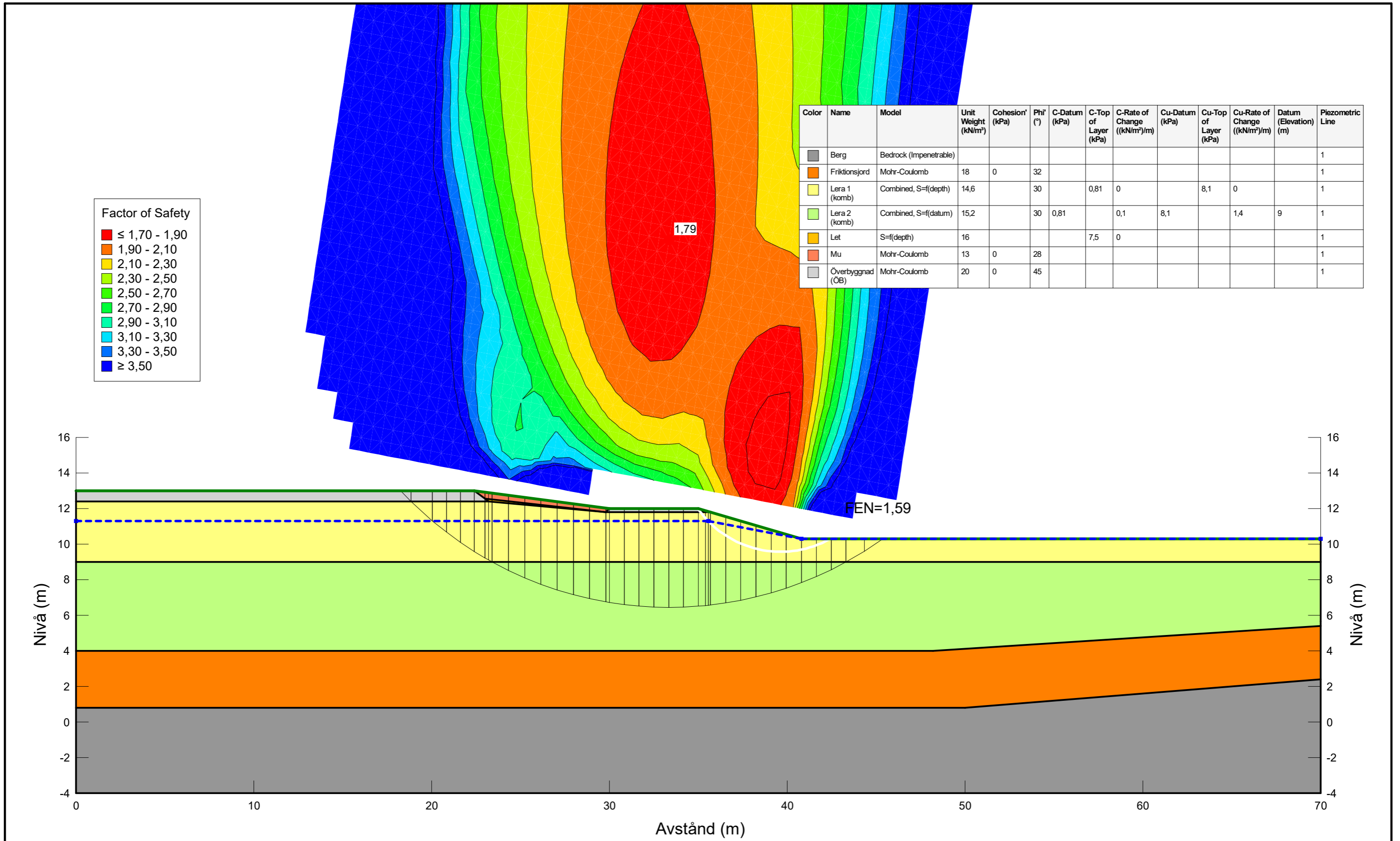
Uppdragsnummer: 23,226

Sektion: Damm A

Beräkning: 1-2 oförstärkt (komb) (med last)

Damm A Setkion Totalsäkerhetsanalys.gsz, 2023-11-03

1:200



Beskrivning: 1-3 oförstärkt (komb) (utan last)
1-Damm A

Analysdata: Analystyp: Totalstabilitetsanalys
Beräkningsmetod: Morgenstern-Price (optimization: No)
GW & portryck: Piezometric Line
Glidytor: Grid and Radius, Left to Right

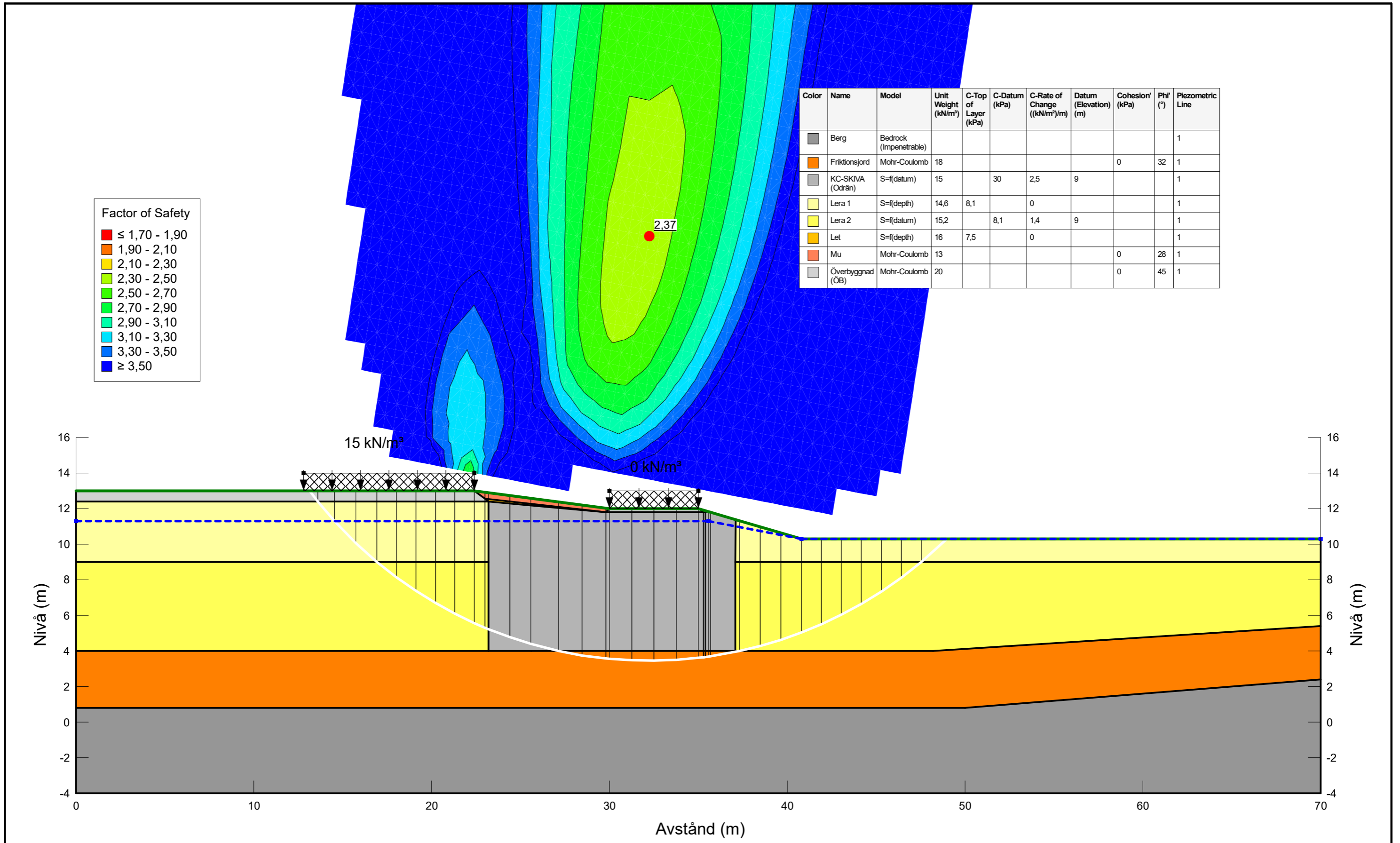
Uppdragsnummer: 23,226

Sektion: Damm A

Beräkning: 1-3 oförstärkt (komb) (utan last)

Damm A Setkion Totalsäkerhetsanalys.gsz, 2023-11-03

1:200



Beskrivning:
 2-1 förstärkt (odrän)
 2- Damm A

Analysdata:
 Analystyp: Totalstabilitetsanalys
 Beräkningsmetod: Morgenstern-Price (optimization: No)
 GW & portryck: Piezometric Line
 Glidytor: Grid and Radius, Left to Right

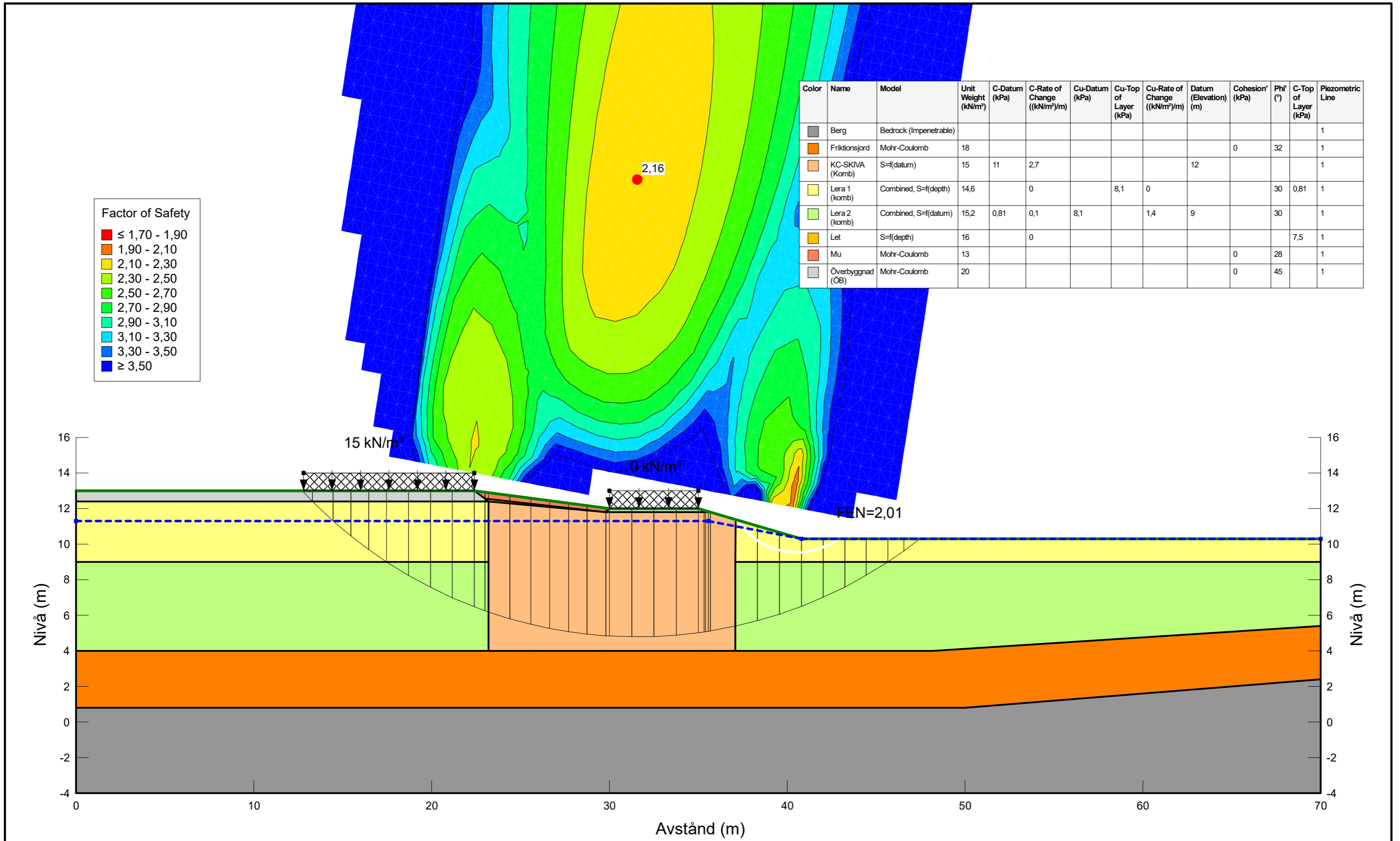
Uppdragsnummer: 23,226

Sektion: Damm A

Beräkning: 2-1 förstärkt (odrän)

Damm A Setkion Totalsäkerhetsanalys.gsz, 2023-11-03

1:200



Factor of Safety

- ≤ 1,70 - 1,90
- 1,90 - 2,10
- 2,10 - 2,30
- 2,30 - 2,50
- 2,50 - 2,70
- 2,70 - 2,90
- 2,90 - 3,10
- 3,10 - 3,30
- 3,30 - 3,50
- ≥ 3,50

Color	Name	Model	Unit Weight (kN/m³)	C-Datum (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m²)/m)	Cu-Datum (kPa)	Cu-Top of Layer (kPa)	Cu-Rate of Change ((kN/m²)/m)	Datum (Elevation) (m)	Cohesion' (kPa)	Phi' (°)	C-Top of Layer (kPa)	Piezometric Line
Grey	Berg	Bedrock (Impenetrable)											1
Orange	Friktionsjord	Mohr-Coulomb	18							0	32		1
Light Orange	KC-SKIVA (Komb)	S=f(datum)	15	11	2,7				12				1
Yellow	Lera 1 (komb)	Combined, S=f(depth)	14,6		0		8,1	0			30	0,81	1
Light Green	Lera 2 (komb)	Combined, S=f(datum)	15,2	0,81	0,1	8,1		1,4	9		30		1
Orange	Let	S=f(depth)	16		0							7,5	1
Red	Mu	Mohr-Coulomb	13							0	28		1
Grey	Överbyggnad (ÖB)	Mohr-Coulomb	20							0	45		1



Beskrivning: 2-2 förstärkt (komb) (med last)
2- Damm A

Analysdata: Analystyp: Totalstabilitetsanalys
Beräkningsmetod: Morgenstern-Price (optimization: No)
GW & portryck: Piezometric Line
Glidytor: Grid and Radius, Left to Right

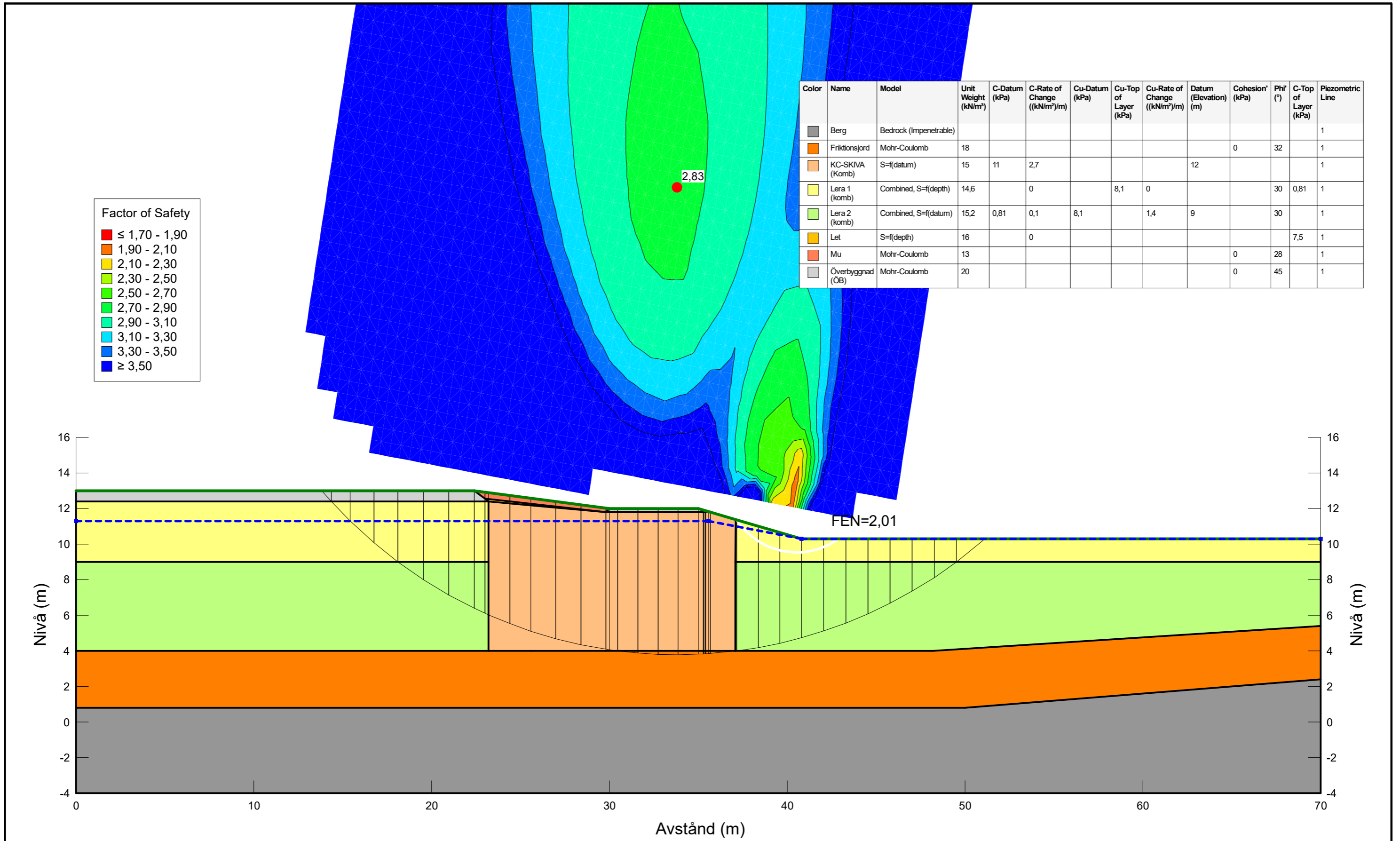
Uppdragsnummer: 23,226

Sektion: Damm A

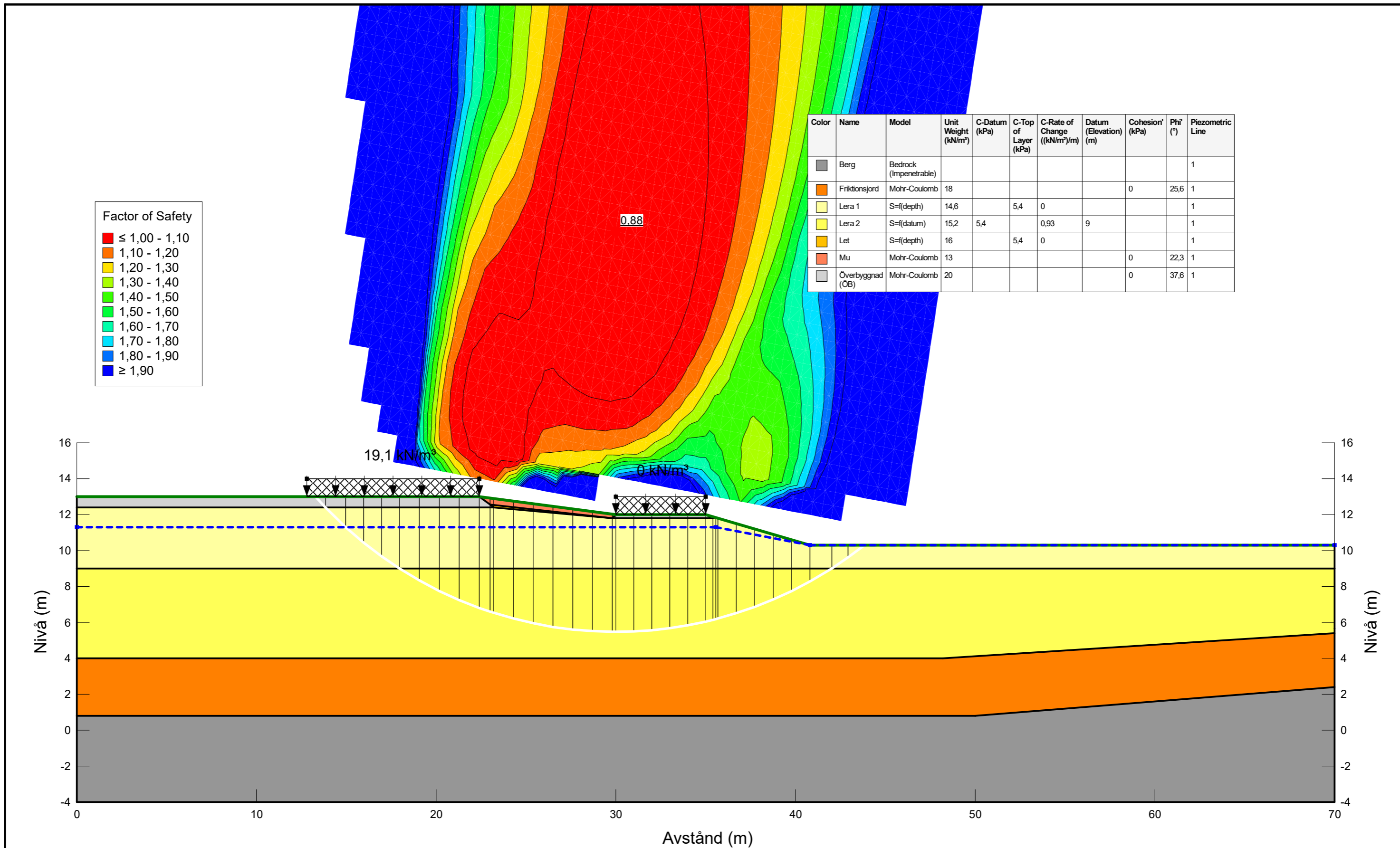
Beräkning: 2-2 förstärkt (komb) (med last)

Damm A Setkion Totalsäkerhetsanalys.gsz, 2023-11-03

1:200



Beskrivning:	2-3 förstärkt (komb) (utan last) 2- Damm A	Uppdragsnummer: 23,226	
	Analysdata:	Analystyp: Totalstabilitetsanalys Beräkningsmetod: Morgenstern-Price (optimization: No) GW & portryck: Piezometric Line Glidytor: Grid and Radius, Left to Right	Sektion: Damm A
			Beräkning: 2-3 förstärkt (komb) (utan last)
		Damm A Setkion Totalsäkerhetsanalys.gsz, 2023-11-03	1:200



GEO TECHNICA

Beskrivning: 1-1 oförstärkt (odrän)
1-Damm A

Analysdata: Analystyp: Partialkoefficientmetoden
Beräkningsmetod: Morgenstern-Price (optimization: No)
GW & portryck: Piezometric Line
Glidytor: Grid and Radius, Left to Right

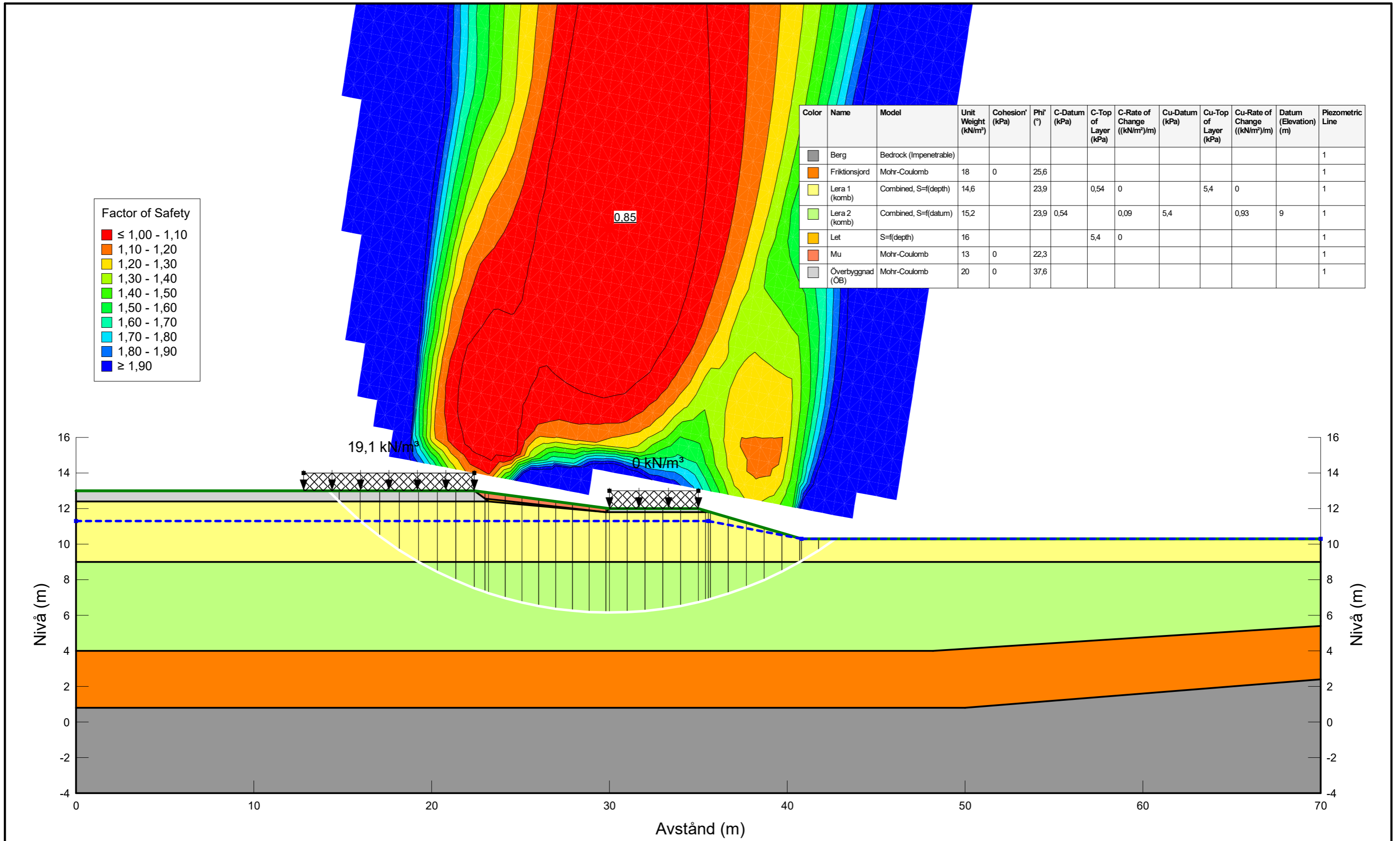
Uppdragsnummer: 23,226

Sektion: Damm A

Beräkning: 1-1 oförstärkt (odrän)

Damm A Sektion partialsäkerhetsanalys.gsz, 2023-11-03

1:200



GEO TECHNICA

Beskrivning:
1-2 oförstärkt (komb) (med last)
1-Damm A

Analysdata:
Analystyp: Partialkoefficientmetoden
Beräkningsmetod: Morgenstern-Price (optimization: No)
GW & portryck: Piezometric Line
Glidytor: Grid and Radius, Left to Right

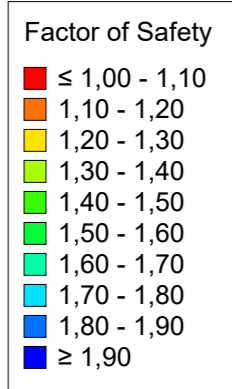
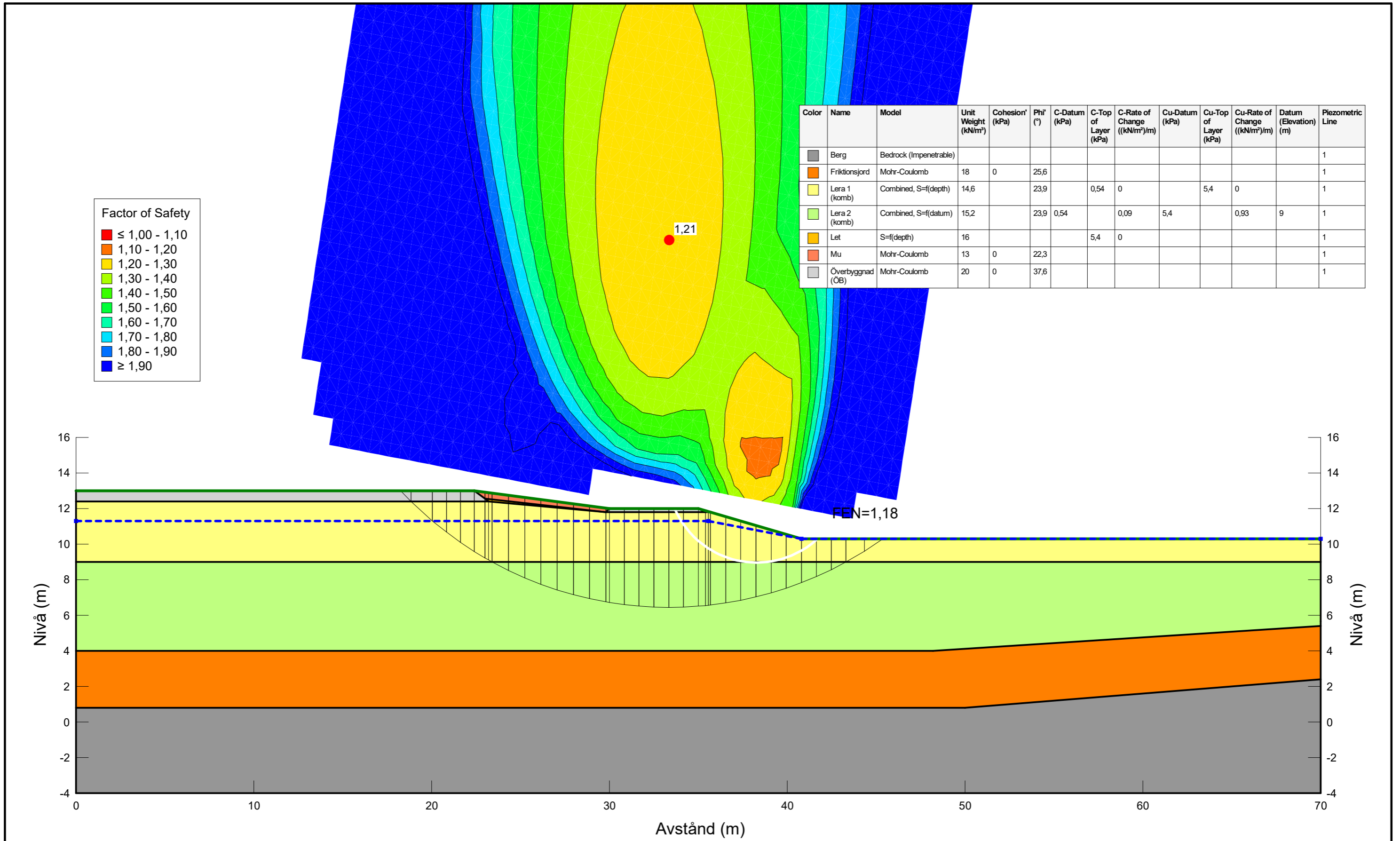
Uppdragsnummer: 23,226

Sektion: Damm A

Beräkning: 1-2 oförstärkt (komb) (med last)

Damm A Sektion partialsäkerhetsanalys.gsz, 2023-11-03

1:200

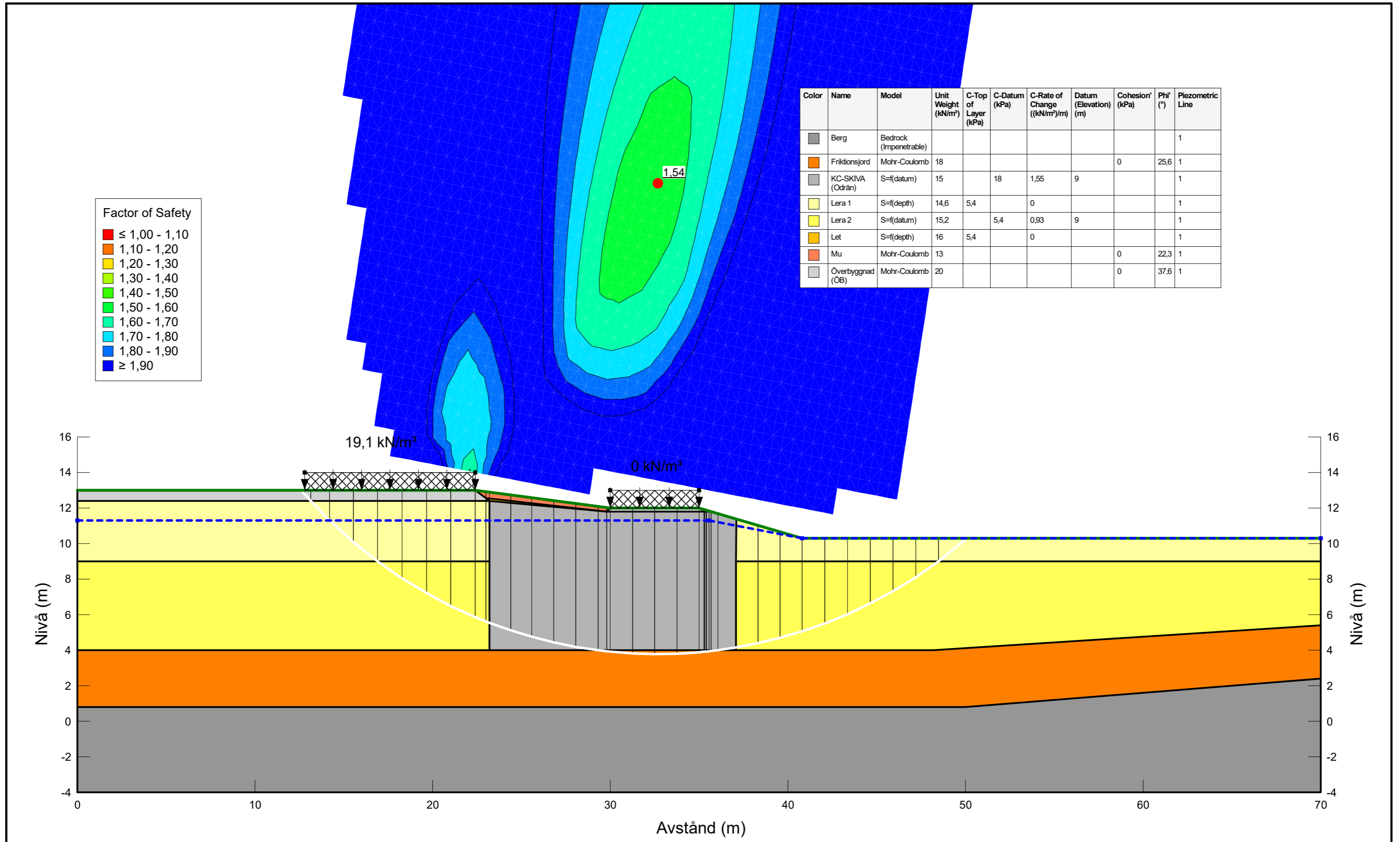


Color	Name	Model	Unit Weight (kN/m ³)	Cohesion (kPa)	Phi (°)	C-Datum (kPa)	C-Top of Layer (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m ²)/m)	Cu-Datum (kPa)	Cu-Top of Layer (kPa)	Cu-Rate of Change ((kN/m ²)/m)	Datum (Elevation) (m)	Piezometric Line
Grey	Berg	Bedrock (Impenetrable)											1
Orange	Friktionsjord	Mohr-Coulomb	18	0	25,6								1
Yellow	Lera 1 (komb)	Combined, S=f(depth)	14,6		23,9		0,54	0		5,4	0		1
Light Green	Lera 2 (komb)	Combined, S=f(datum)	15,2		23,9	0,54		0,09	5,4		0,93	9	1
Orange	Let	S=f(depth)	16				5,4	0					1
Red	Mu	Mohr-Coulomb	13	0	22,3								1
Grey	Överbryggnad (ÖB)	Mohr-Coulomb	20	0	37,6								1



Beskrivning: 1-3 oförstärkt (komb) (utan last) 1-Damm A	Uppdragsnummer: 23,226
	Sektion: Damm A
Analysdata: Analystyp: Partialkoefficientmetoden Beräkningsmetod: Morgenstern-Price (optimization: No) GW & portryck: Piezometric Line Glidytor: Grid and Radius, Left to Right	Beräkning: 1-3 oförstärkt (komb) (utan last)
	Damm A Setkion partialsäkerhetsanalys.gsz, 2023-11-03

1:200



Factor of Safety

- ≤ 1,00 - 1,10
- 1,10 - 1,20
- 1,20 - 1,30
- 1,30 - 1,40
- 1,40 - 1,50
- 1,50 - 1,60
- 1,60 - 1,70
- 1,70 - 1,80
- ≥ 1,90

Color	Name	Model	Unit Weight (kN/m³)	C-Top of Layer (kPa)	C-Datum (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m²)/m)	Datum (Elevation) (m)	Cohesion (kPa)	Phi (°)	Piezometric Line
Grey	Berg	Bedrock (Impenetrable)								1
Orange	Friktionsjord	Mohr-Coulomb	18					0	25,6	1
Grey	KC-SKIVA (Odrän)	S=f(datum)	15		18	1,55	9			1
Light Yellow	Lera 1	S=f(depth)	14,6	5,4		0				1
Yellow	Lera 2	S=f(datum)	15,2		5,4	0,93	9			1
Orange	Let	S=f(depth)	16	5,4		0				1
Red	Mu	Mohr-Coulomb	13					0	22,3	1
Grey	Överbyggnad (ÖB)	Mohr-Coulomb	20					0	37,6	1



Beskrivning:
 2-1 förstärkt (odrän)
 2- Damm A

Analysdata:
 Analystyp: Partialkoefficientmetoden
 Beräkningsmetod: Morgenstern-Price (optimization: No)
 GW & portryck: Piezometric Line
 Glidytor: Grid and Radius, Left to Right

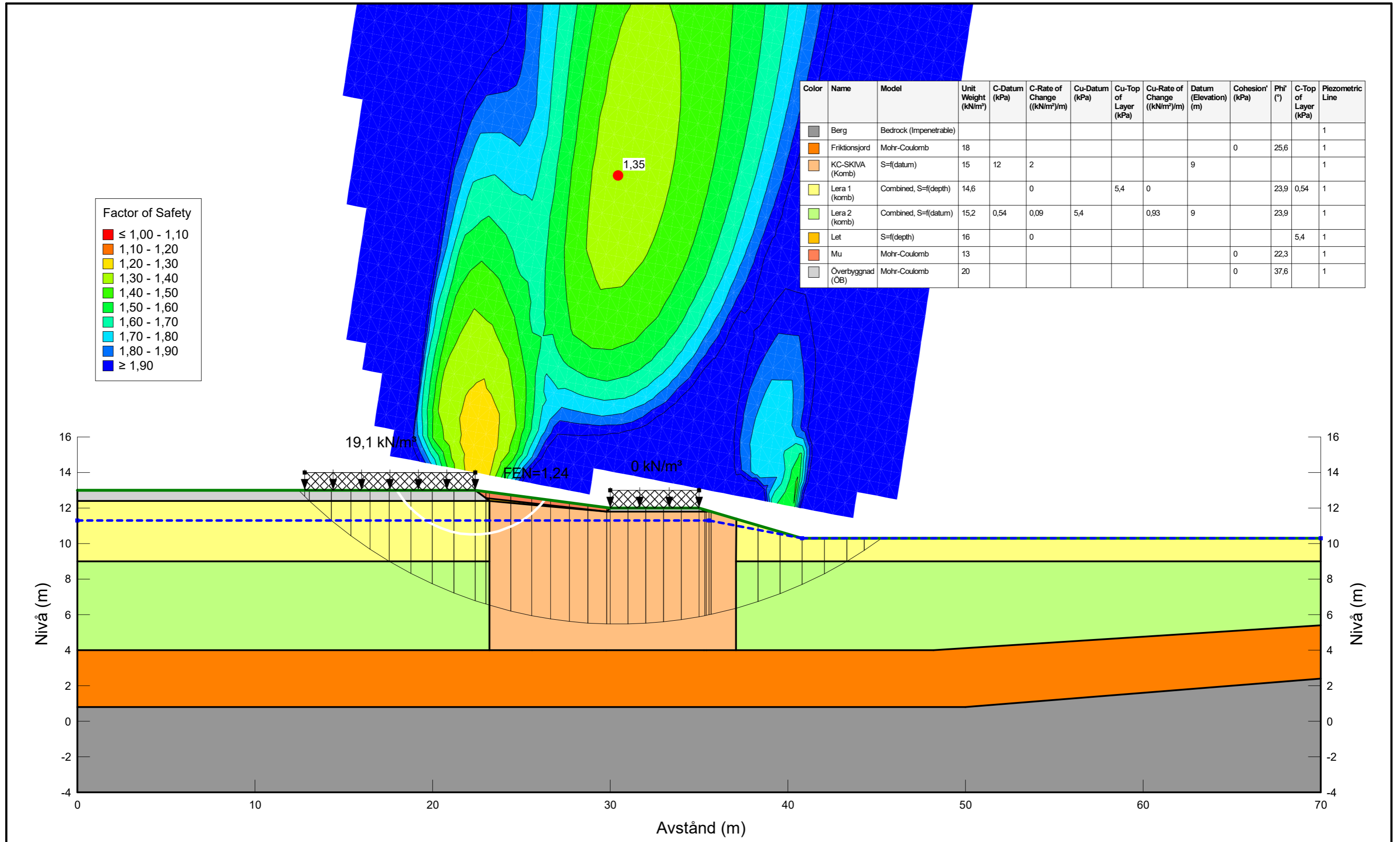
Uppdragsnummer: 23,226

Sektion: Damm A

Beräkning: 2-1 förstärkt (odrän)

Damm A Setkion partialsäkerhetsanalys.gsz, 2023-11-03

1:200



Color	Name	Model	Unit Weight (kN/m³)	C-Datum (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m³)/m)	Cu-Datum (kPa)	Cu-Top of Layer (kPa)	Cu-Rate of Change ((kN/m³)/m)	Datum (Elevation) (m)	Cohesion' (kPa)	Phi' (°)	C-Top of Layer (kPa)	Piezometric Line
Grey	Berg	Bedrock (Impenetrable)											1
Orange	Friktionsjord	Mohr-Coulomb	18							0	25,6		1
Light Orange	KC-SKIVA (Komb)	S=f(datum)	15	12	2				9				1
Yellow	Lera 1 (komb)	Combined, S=f(depth)	14,6		0		5,4	0			23,9	0,54	1
Light Green	Lera 2 (komb)	Combined, S=f(datum)	15,2	0,54	0,09	5,4		0,93	9		23,9		1
Yellow-Orange	Let	S=f(depth)	16		0							5,4	1
Red-Orange	Mu	Mohr-Coulomb	13							0	22,3		1
Grey	Överbyggnad (ÖB)	Mohr-Coulomb	20							0	37,6		1

GEO TECHNICA

Beskrivning: 2-2 förstärkt (komb) (med last)
2- Damm A

Analysdata: Analystyp: Partialkoefficientmetoden
Beräkningsmetod: Morgenstern-Price (optimization: No)
GW & portryck: Piezometric Line
Glidytor: Grid and Radius, Left to Right

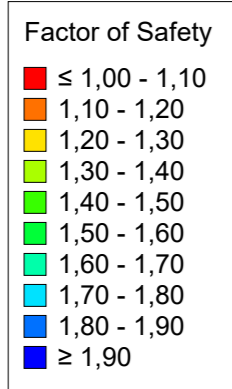
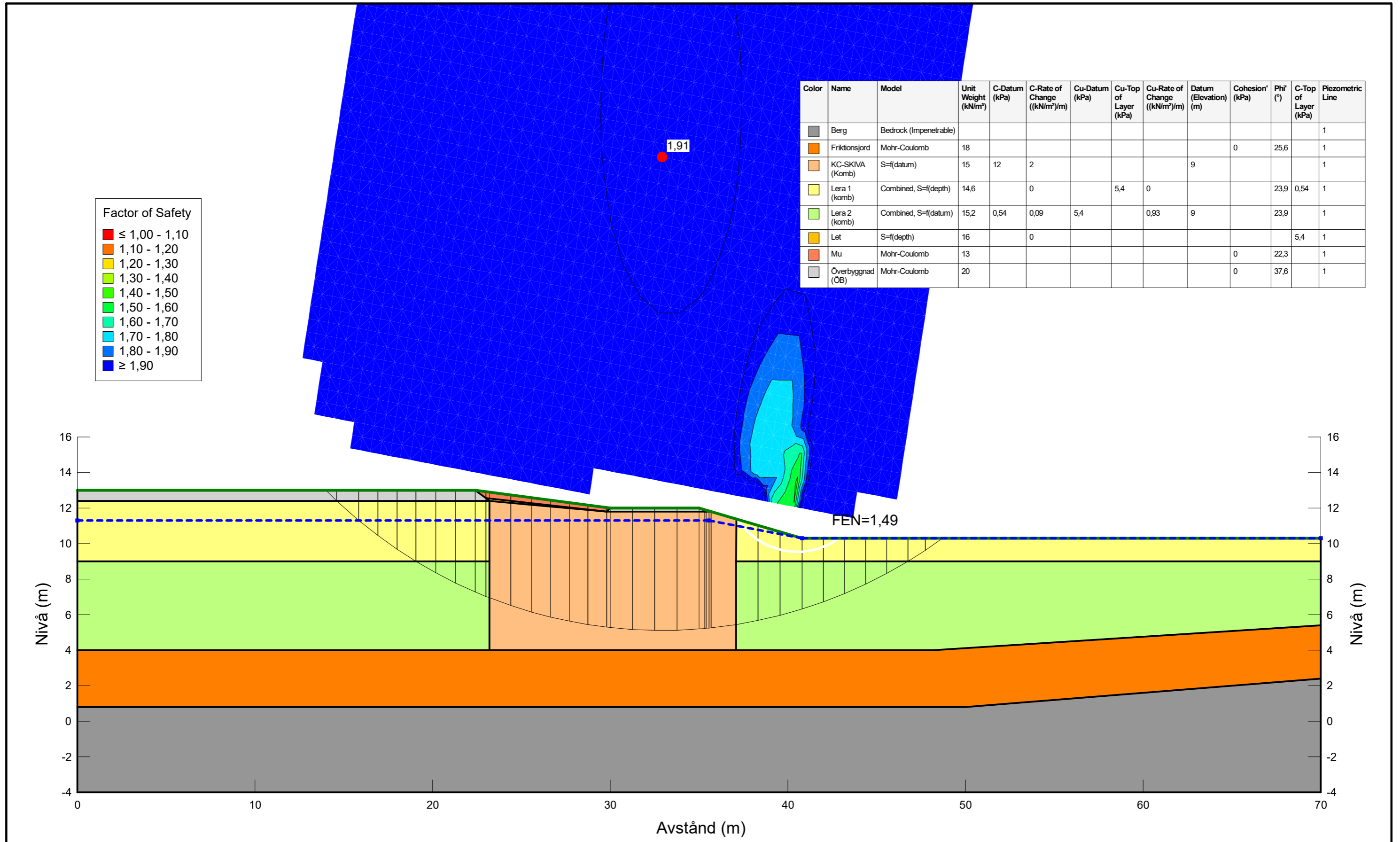
Uppdragsnummer: 23,226

Sektion: Damm A

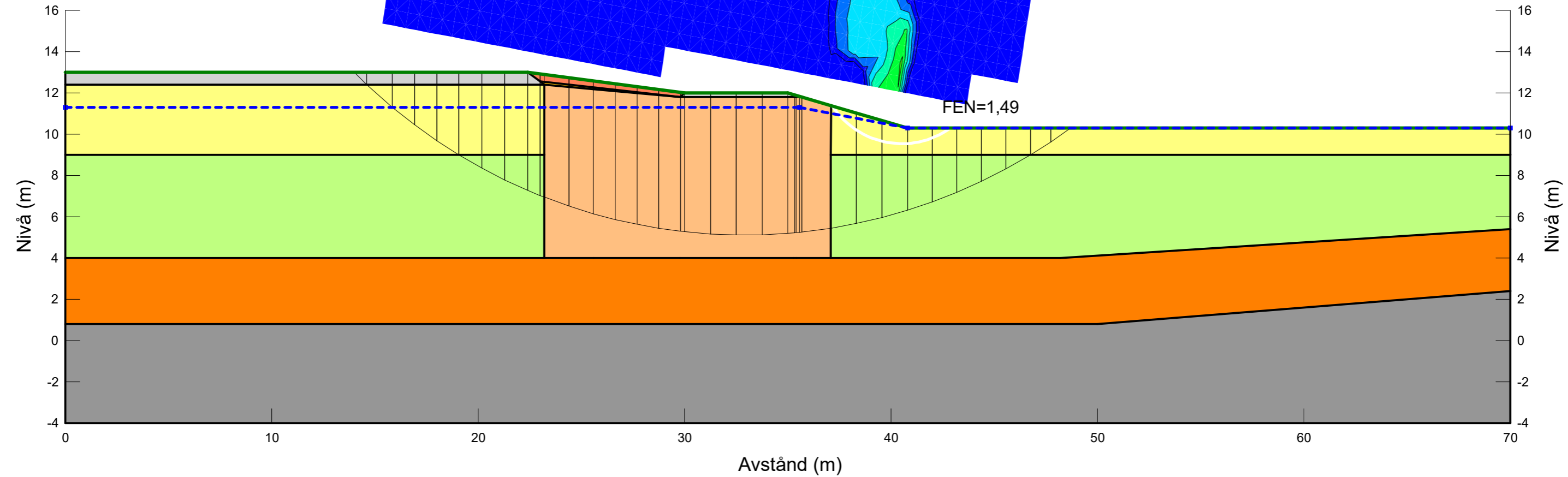
Beräkning: 2-2 förstärkt (komb) (med last)

Damm A Setkion partialsäkerhetsanalys.gsz, 2023-11-03

1:200



Color	Name	Model	Unit Weight (kN/m ³)	C-Datum (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m ²)/m)	Cu-Datum (kPa)	Cu-Top of Layer (kPa)	Cu-Rate of Change ((kN/m ²)/m)	Datum (Elevation) (m)	Cohesion' (kPa)	Phi' (°)	C-Top of Layer (kPa)	Piezometric Line
Grey	Berg	Bedrock (Impenetrable)											1
Orange	Friktionsjord	Mohr-Coulomb	18							0	25,6		1
Light Orange	KC-SKIVA (Komb)	S=f(datum)	15	12	2				9				1
Yellow	Lera 1 (komb)	Combined, S=f(depth)	14,6		0		5,4	0			23,9	0,54	1
Light Green	Lera 2 (komb)	Combined, S=f(datum)	15,2	0,54	0,09	5,4		0,93	9		23,9		1
Yellow-Orange	Let	S=f(depth)	16		0						5,4		1
Red-Orange	Mu	Mohr-Coulomb	13							0	22,3		1
Grey	Överbyggnad (ÖB)	Mohr-Coulomb	20							0	37,6		1



Beskrivning:
2-3 förstärkt (komb) (utan last)
2- Damm A

Analysdata:
Analystyp: Partialkoefficientmetoden
Beräkningsmetod: Morgenstern-Price (optimization: No)
GW & portryck: Piezometric Line
Glidytor: Grid and Radius, Left to Right

Uppdragsnummer: 23,226

Sektion: Damm A

Beräkning: 2-3 förstärkt (komb) (utan last)

Damm A Setkion partialsäkerhetsanalys.gsz, 2023-11-03

1:200

Nivå	Djup	GVY		u	σ'_{v0}	$\Delta\sigma'_V$	$\sigma'_{v0} + \sigma'_V$	$C_{u,lera}$	Cc _{crit}	Effektivspänningsanalys skivor pelare			
		γ	σ_{v0}							Aktivzon			
										$\tau_{fu, kar(odrän)}$	T_{fd}	T_{fud}	$\tau_{f, kar(komb)}$
	12	0	14,6	0	0,0	0,0	0,0	9,0	75	30,5	10,4	15,8	10,4
	11	1	14,6	15	4,6	0,0	4,6	9,0	75	30,5	13,1	16,8	13,1
	10	2	14,6	29	9,2	0,0	9,2	9,0	75	30,5	15,8	17,7	15,8
	9	3	14,6	44	13,8	0,0	13,8	9,0	75	30,5	18,5	18,6	18,5
	8	4	15,2	59	19,0	0,0	19,0	10,6	80	33,1	21,7	21,4	21,4
	7	5	15,2	74	34,2	0,0	34,2	12,1	85	35,8	30,8	26,2	26,2
	6	6	15,2	89	39,4	0,0	39,4	13,7	90	38,5	34,0	28,9	28,9
	5	7	15,2	105	44,6	0,0	44,6	15,2	95	41,2	37,2	31,7	31,7
	4	8	15,2	120	49,8	0,0	49,8	16,8	100	43,8	40,4	34,4	34,4
	3	9	15,2	135	55,0	0,0	55,0	18,3	100	44,9	43,6	36,5	36,5
	2	10	15,2	150	60,2	0,0	60,2	19,9	100	45,9	46,8	38,6	38,6
	1	11	15,2	165	65,4	0,0	65,4	21,4	100	47,0	50,0	40,7	40,7
	0	12	15,2	181	70,6	0,0	70,6	23,0	100	48,0	53,2	42,8	42,8
	-1	13	15,2	196	75,8	0,0	75,8	24,5	100	49,1	56,3	44,9	44,9
	-2	14	15,2	211	81,0	0,0	81,0	26,1	100	50,1	59,5	47,1	47,1
	-3	15	15,2	226	86,2	0,0	86,2	27,6	100	51,2	62,7	49,2	49,2
	-4	16	15,2	241	91,4	0,0	91,4	29,2	100	52,2	65,9	51,3	51,3
	-5	17	15,2	257	96,6	0,0	96,6	30,7	100	53,2	69,1	53,4	53,2
	-6	18	15,2	272	101,8	0,0	101,8	32,3	100	54,3	72,3	55,5	54,3
	-7	19	15,2	287	107,0	0,0	107,0	33,8	100	55,3	75,5	57,6	55,3
	-8	20	15,2	302	112,2	0,0	112,2	35,4	100	56,4	78,7	59,7	56,4
	-9	21	15,2	317	117,4	0,0	117,4	36,9	100	57,4	81,8	61,8	57,4

BILAGA 2:2

Dimensionerande värden	Härledda värden							
γ_{Mc}	1,5 Nivå	Cuk	τ_{fuk} (odrän)	τ_{fk} (komb)	Cud	τ_{fud} (odrän)	τ_{fd} (komb)	
$\gamma_{M\emptyset}$	1,3	12	8,1	30,0	11,0	5,4	18,0	8,0
η_{tot}	0,9	9	8,1	30,0	18,0	5,4	18,0	12,0
		0	20,7	53,0	44,0	13,8	32,0	30,0

Effektivspänningsanalys **skivor** pelare

Direkt skjuvzon			Aktivzon - Dim cud_komb				Direkt skjuvzon - Dim skjuvhållfasthet			
T_{fuk}	T_{fdk}	T_{fudk}	T_{fu}	T_{fd}	T_{fud}	$\tau_{f,dimA}$	T_{fuk}	T_{fdk}	T_{fudk}	$T_{f,dimD}$
30,5	4,3	9,7	18,3	7,2	10,4	7,2	18,3	3,0	6,2	3,0
30,5	7,0	10,7	18,3	9,1	11,0	9,1	18,3	4,8	6,8	4,8
30,5	9,7	11,6	18,3	11,0	11,7	11,0	18,3	6,7	7,5	6,7
30,5	12,4	12,5	18,3	12,8	12,3	12,3	18,3	8,6	8,1	8,1
31,5	15,6	14,6	19,9	15,5	14,2	14,2	18,9	10,8	9,5	9,5
32,6	24,7	18,8	21,5	22,3	17,4	17,4	19,5	17,1	12,2	12,2
33,6	27,9	20,9	23,1	24,9	19,2	19,2	20,2	19,3	13,6	13,6
34,7	31,1	23,0	24,7	27,6	21,0	21,0	20,8	21,5	15,0	15,0
35,7	34,3	25,1	26,3	30,2	22,8	22,8	21,4	23,8	16,3	16,3
36,7	37,5	27,2	26,9	32,4	24,2	24,2	22,0	26,0	17,7	17,7
37,8	40,7	29,3	27,6	34,6	25,5	25,5	22,7	28,2	19,0	19,0
38,8	43,9	31,4	28,2	36,8	26,9	26,9	23,3	30,4	20,4	20,4
39,9	47,1	33,5	28,8	39,1	28,2	28,2	23,9	32,6	21,8	21,8
40,9	50,2	35,6	29,4	41,3	29,6	29,6	24,6	34,8	23,1	23,1
42,0	53,4	37,7	30,1	43,5	31,0	30,1	25,2	37,0	24,5	24,5
43,0	56,6	39,8	30,7	45,7	32,3	30,7	25,8	39,2	25,8	25,8
44,1	59,8	41,9	31,3	47,9	33,7	31,3	26,4	41,4	27,2	26,4
45,1	63,0	44,0	31,9	50,1	35,0	31,9	27,1	43,6	28,6	27,1
46,2	66,2	46,1	32,6	52,3	36,4	32,6	27,7	45,8	29,9	27,7
47,2	69,4	48,2	33,2	54,5	37,7	33,2	28,3	48,0	31,3	28,3
48,2	72,6	50,3	33,8	56,7	39,1	33,8	28,9	50,2	32,6	28,9
49,3	75,7	52,4	34,5	58,9	40,5	34,5	29,6	52,4	34,0	29,6