

PM/ Geoteknik
FÅLLINGE 26:17 M.FL.



Slutrapport

2023-03-10

Uppdrag: 329233 Översiktlig MTU och Geoteknik Fållinge
26:17 m.fl.
Titel på rapport: PM/Geoteknik – Fållinge 26:17 m.fl.
Status: Slutrapport
Datum: 2023-03-10

Medverkande

Beställare: Mjölby kommun
Kontaktperson: Anna Lennartsson
Konsult: Tyréns Sverige AB
Uppdragsansvarig: Julia Kristiansson
Handläggare: Julia Kristiansson
Kvalitetsgranskare: Andreas Alpkvist

Uppdragsansvarig

Julia Kristiansson
Datum: 2023-03-10

Handlingen granskad av:

Andreas Alpkvist
Datum: 2023-03-10

Innehållsförteckning

1 Objekt och ändamål.....	5
2 Underlag för projekterings PM.....	6
3 Styrande dokument.....	7
4 Utförda undersökningar	7
5 Markförhållanden	7
5.1 Topografi, ytbeskaffenhet och befintliga konstruktioner.....	7
5.2 Geotekniska förhållanden	8
5.3 Hydrogeologiska förhållanden.....	10
6 Härledda värden.....	11
7 Stabilitet.....	14
8 Erosion.....	17
9 Rekommendationer.....	24
9.1 Grundläggning och sättningar	24
9.2 Schaktarbeten.....	25
9.3 Anläggning av hårdgjorda ytor	25
9.4 Lokalt omhändertagande av dagvatten (LOD).....	25
9.5 Stabilitet och erosion.....	25
9.6 Markradon.....	26
9.7 Sammanfattning.....	26
9.7.1 Restriktioner.....	26

Bilagor

Beteckning
Bilaga 1 – Beräkningsresultat stabilitet

Datum
2023-02-27

Tillhörande dokument/hänvisningar

Beteckning
MUR/Geoteknik – Fällinge 26:17 m.fl.

Datum
2023-03-10

Inledning

Föreliggande PM skall ej utgöra del av förfrågningsunderlag eller bygghandling. Föreliggande PM behandlar översiktligt de geotekniska förutsättningarna för vidare upprättande av detaljplan för rubricerat objekt.

Sammanställning av nu utförda undersökningar redovisas i en separat rapport MUR (Markteknisk undersökningsrapport)/Geoteknik. Samtliga höjder i detta PM är angivna i RH 2000.

1 Objekt och ändamål

Tyréns har på uppdrag av Mjölby kommun utfört en översiktlig geoteknisk utredning i Fällinge i centrala Skänninge för fastigheterna Fällinge 25:2, Fällinge 26:17 samt del av fastigheterna Fällinge 26:18 och Trojenborg 11. På den södra sidan av Skenån ned mot vattnet har även en stabilitetsutredning utförts motsvarande detaljerad nivå.

I samband med den geotekniska utredningen har även en miljöteknisk markundersökning utförts för samma undersökningsområde. De två utredningarna ska utgöra underlag för vidare planering av detaljplan för fastigheterna.

Anna Lennartsson har varit beställarens kontaktperson. Malin Bergman har varit uppdragsansvarig för Tyréns (sedan 3 mars Julia Kristiansson) och Julia Kristiansson har varit geoteknisk handläggare för rubricerad rapport. Intern granskning har utförts av Andreas Alpkvist.



Figur 1. Ungefärlig utbredning av undersökningsområdet markerat med rött (Google maps, hämtad 2022-01-25).

2 Underlag för projekterings PM

- 1) MUR(Markteknisk undersökningsrapport)/Geoteknik – Fällinge 26:17 m.fl., Tyréns daterad 2022-02-13.
- 2) Jordarts- och jorddjupskarta över området med tillhörande beskrivning från SGU.
- 3) Tidigare skrivbordsstudie: *Geotekniska förutsättningar vid Fällinge 26:17 m.fl.*, Tyréns daterad 2022-06-03.
- 4) Primärkarta och höjdkurvor i DWG-format, erhållet i samband med skrivbordsstudie (uppdragsnummer 323918).

3 Styrande dokument

Tabell 1. Styrande dokument.

Dokument
TK Geo 13
AMA Anläggning 20
IEG Slänter och bankar

4 Utförda undersökningar

De geotekniska undersökningarna utfördes 29 november till 1 december 2022. Utförda undersökningar för rubricerad utredning redovisas i separat handling (underlag 1).

Tidigare undersökning förekommer strax utanför området som delvis ligger till grund för tidigare utförd skrivbordsstudie. Eftersom tidigare undersökning inte ligger inom aktuellt undersökningsområdet har dessa dock ej använts i rubricerad rapport.

5 Markförhållanden

5.1 Topografi, ytbeskaffenhet och befintliga konstruktioner

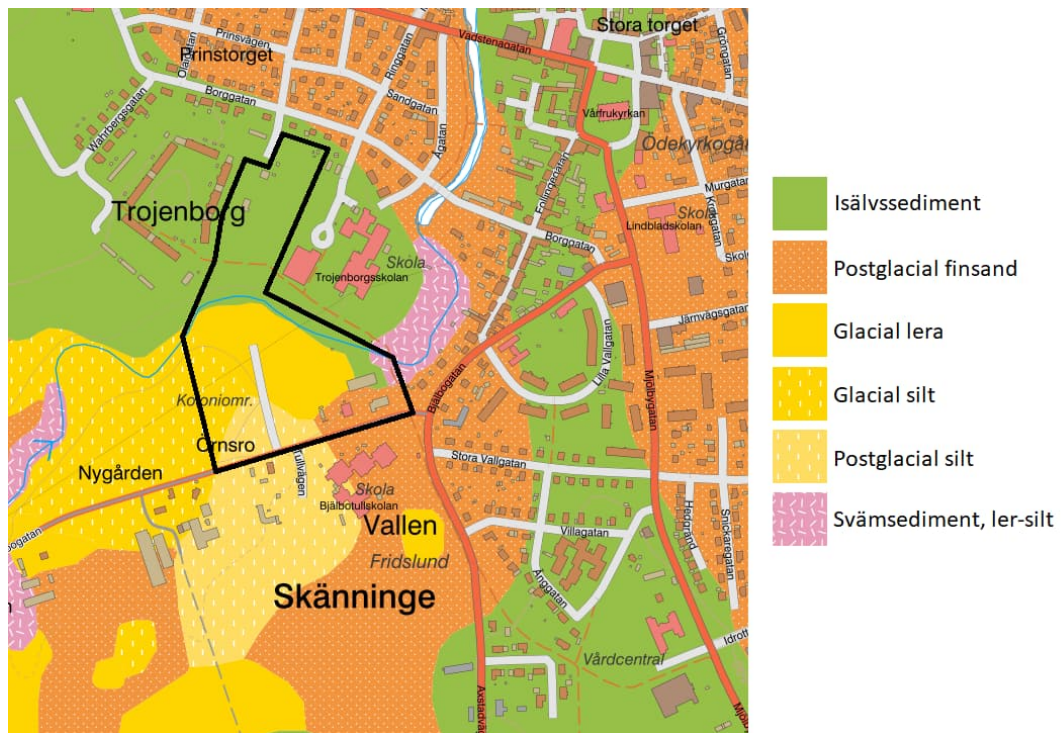
Skenaån rinner genom området i ungefärligt öst-västlig riktning. Undersökningsområdet är relativt flackt med en viss lutning från norr ned mot söder. Inmätta marknivåer vid utförda undersökningspunkter avseende miljö och geoteknik norr om Skenaån varierar mellan ca +96 och +98 (RH 2000). Inmätta marknivåer för undersökningspunkter avseende miljö och geoteknik söder om Skenaån varierar mellan ca +91 och +96. Skenaån är belägen lägre än marknivå på den norra och södra sidan där vattennivån blivit inmätt i samband med utförd undersökning till +90,1.

Den norra delen av området, det vill säga norr om Skenaån, består av en gräsyta med några planterade träd, gångvägar och en mindre anlagd kulle. Trojenborgsskolan angränsar till området nordöstra sida och flerbostadshus angränsar till området nordvästra sida. Inom gräsytan har det enligt skrivbordsstudien tidigare funnits huskroppar av flerbostadstyp under 1970- till 1990-talet som det finns misstanke kring att det lämnats kvar rivningsrester eller delar av byggnaderna i marken.

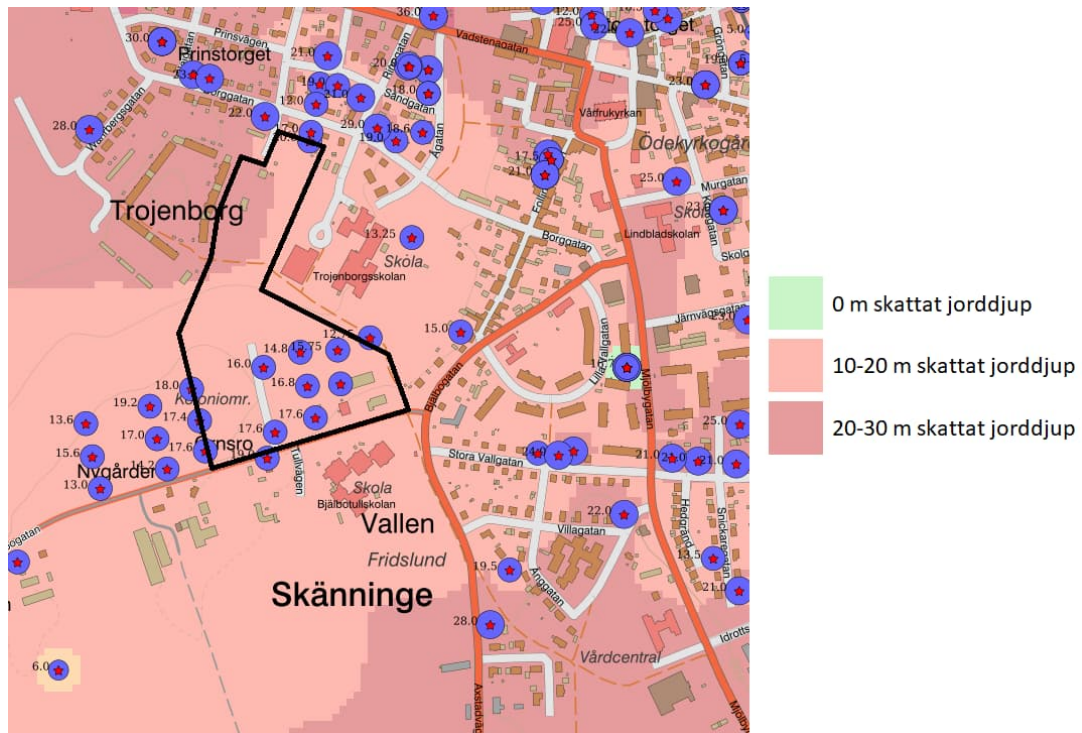
De västra delarna av undersökningsområdet, söder om Skenaån, består delvis av öppen åkermark. Centrerat i undersökningsområdet angränsar åkermarken till ett tidigare kolonilottsområde där det idag återfinns mindre stigar, vindskydd och en grillplats. Mellan det tidigare kolonilottsområdet och åkermarken finns det även en delvis igenväxt väg som lett till en bro över Skenaån, bron är numera riven.

5.2 Geotekniska förhållanden

Enligt SGU:s jordartskarta består de ytliga jordlagren inom undersökningsområdet av isälvsediment, postglacial finsand, glacial lera samt glacial- och postglacial silt, se Figur 2. Jorddjupet uppskattas till ca 10 till 30 m enligt SGU:s jorddjupskarta, se Figur 3.



Figur 2. Ungefärlig utbredning av undersökningsområdet markerat med svart på SGU:s jordartskarta (www.sgu.se, hämtad 2022-01-25).



Figur 3. Ungefärlig utbredning av undersökningsområdet markerat med svarta på SGU:s jorddjupskarta (www.sgu.se, hämtad 2022-01-25).

Efter utförd undersökning har det konstaterats att jordlagerföljden skiljer sig framförallt mellan den norra sidan gentemot den södra sidan av Skenaån.

Jordlagerföljden för den norra sidan generaliseras enligt följande:

Överst i jordlagerföljden förekommer fyllning av mulljord, lera och sand som ställvis är grusig. Fyllning har påträffats ned till ca 0,5-1,5 m under markytan. Under fyllningen förekommer ställvis ett lager av grusig, sandig lera ned till ca 1-1,5 m under markytan. I undersökningspunkten närmast Skenaån har det under fyllningen påträffats ett lager av silt ned till ca 3 m under markytan. Vidare fortsätter grusig sand innan morän påträffas från ca 1,5-3 m djup.

I den tidigare förstudien identifierades misstankar om att rester av tidigare bebyggelse skulle kunna finnas kvar i marken inom gräsytan, väster om Trojenborgsskolan. Undersökningspunkt 22T102 är placerad för att ge mer uppgifter kring denna misstanke. Efter utförda undersökningar kan det konstaterats att det förekommer fyllning inom ytan som inte kan uteslutas att fyllningen är från tidigare bebyggelse. Dock har inga distinkta stopp tytt på att eventuella byggnadsrester, såsom delar av grund eller väggar, lämnats kvar.

Jordlagerföljden för den södra sidan av Skenaån generaliseras enligt följande:

Överst i jordlagerföljden förekommer en humushaltig lera ned till ca 0,5 m under markytan. Fyllning har påträffats överst i jordlagerföljden för samtliga undersökningpunkter utförda i områdets östra del (22T108 och 22T110 samt 22T05M-22T10M) ned till ett varierande djup mellan ca 0,5-3 m under markytan. Vidare fortsätter en skiktad jordlagerföljd av silt och lera ned till ca 1-6 m under markytan. Lerlagren är som mäktigast i undersökningpunkt 22T108 vilken ligger i områdets östra del där mäktigheten är 2 m. Under leran och silten fortsätter fastare lagrad friktionsjord.

5.3 Hydrogeologiska förhållanden

Enligt tidigare undersökning ska Skenaån ha en vattennivå vid ca +89,6 (RH 2000). I samband med nu utförd undersökning mättes vattennivån in till +90,1 i två punkter. Övrig data så som låg- och högvattennivå i Skenaån är för Tyréns okänt.

Vid utförd undersökning installerades tre stålrör avseende geoteknik samt ett grundare PEH-rör avseende miljö. De fyra grundvattenrören har blivit installerade under perioden 29 november till 6 december 2022, för detaljerad information se underlag 1 och Tabell 2. Grundvattenrör 22T101GV är beläget norr om Skenaån och resterande tre grundvattenrör är belägna på södra sidan om Skenaån.

De tre grundvattenrören på södra sidan om Skenaån uppvisar nivåer för grundvattnets trycknivåer mellan +91,2 och +92,6, motsvarande ca 2-3 m under markytan. Trots att grundvattenrör 22T06MGV är installerat vid ett grundare djup stämmer uppmätt vattennivåer överens med de djupare installerade grundvattenrören 22T104GV och 22T109GV. Grundvattenröret på norra sidan om Skenaån uppvisar en något högre avläst trycknivå kring +95,5, dock är marknivån generellt högre på denna sida och motsvarar ändock ca 1,5 m under markytan.

Tabell 2. Grundvattenrör avläsning.

Grundvattenrör benämning	Datum avläsning	Grundvattnets trycknivå	Meter under markytan	Marknivå	Spetsnivå
22T101GV	2022-12-08	+95,5	1,7	+97,2	+89,3
22T104GV	2022-12-08	+91,2	3,0	+94,2	+82,8
22T109GV	2022-12-08	+92,6	1,8	+94,5	+80,0

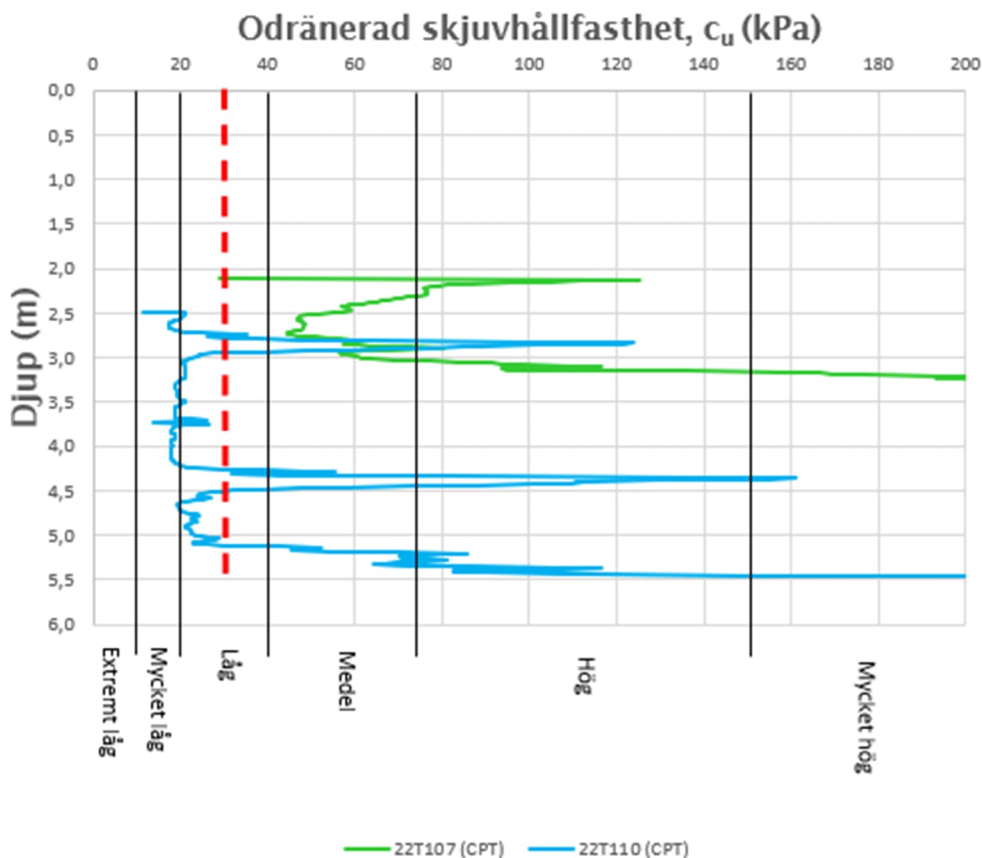
22T06MGV	2022-12-08	+91,9	2,1	+94,0	+91,1
	2022-12-15	+91,8	2,2		

6 Härledda värden

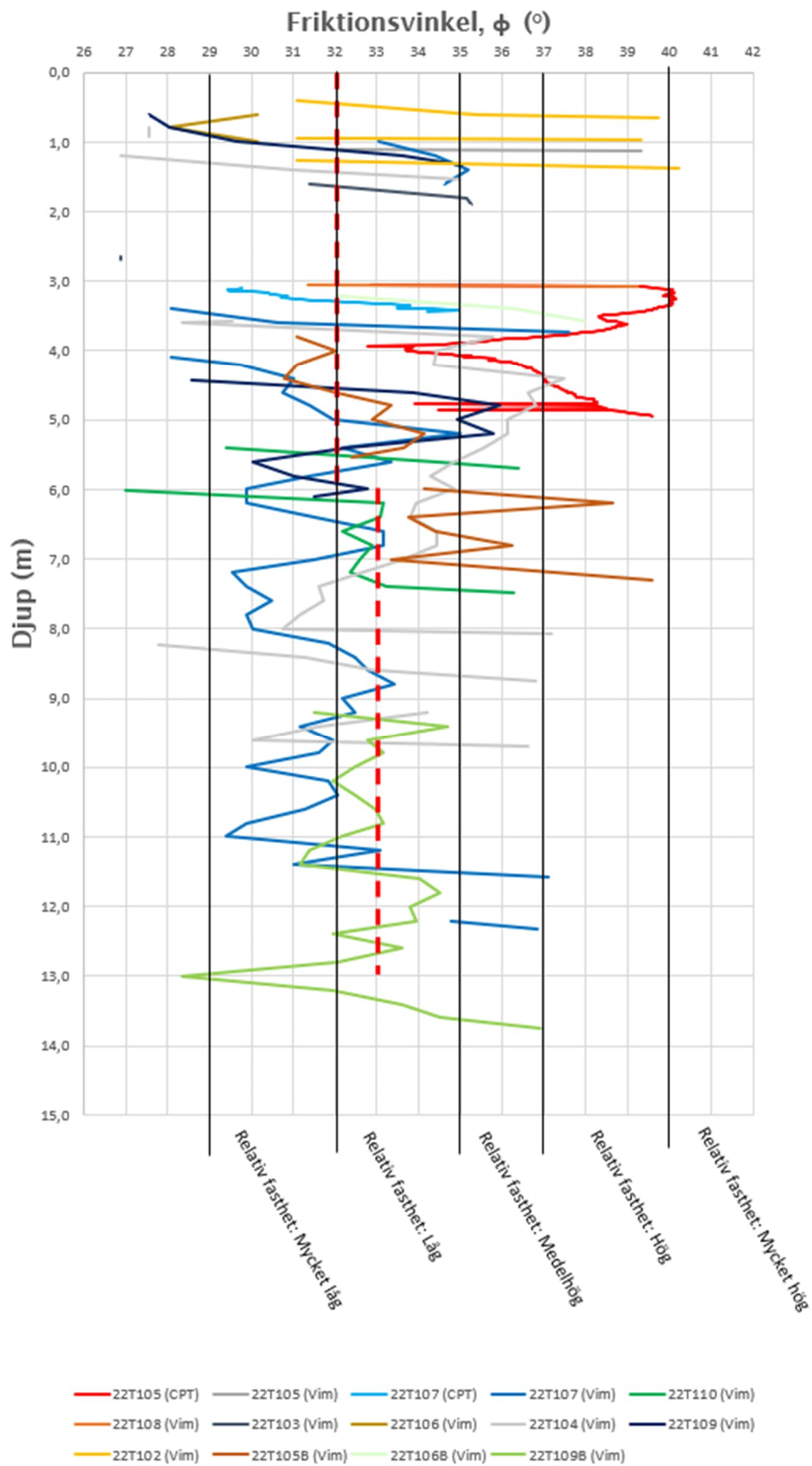
Odränerad skjuvhållfasthet är utvärderad från utförd CPT-sondering i två undersökningspunkter och tyds tillsammans med klassificering med avseende på odränerad skjuvhållfasthet samt markering för valt värde i utförda beräkningar, se figur 4. Ostörd provtagning har ej varit möjligt att utföra på grund av jordens fasthet.

Friktionsvinkel och E-modul för friktionsjord har utvärderats från viktsondering (Vim) och CPT-sondering (CPT) och tyds tillsammans med gräns för karakteristiska värden för relativ fasthet enligt plattgrundläggning, se figur 8 och 9.

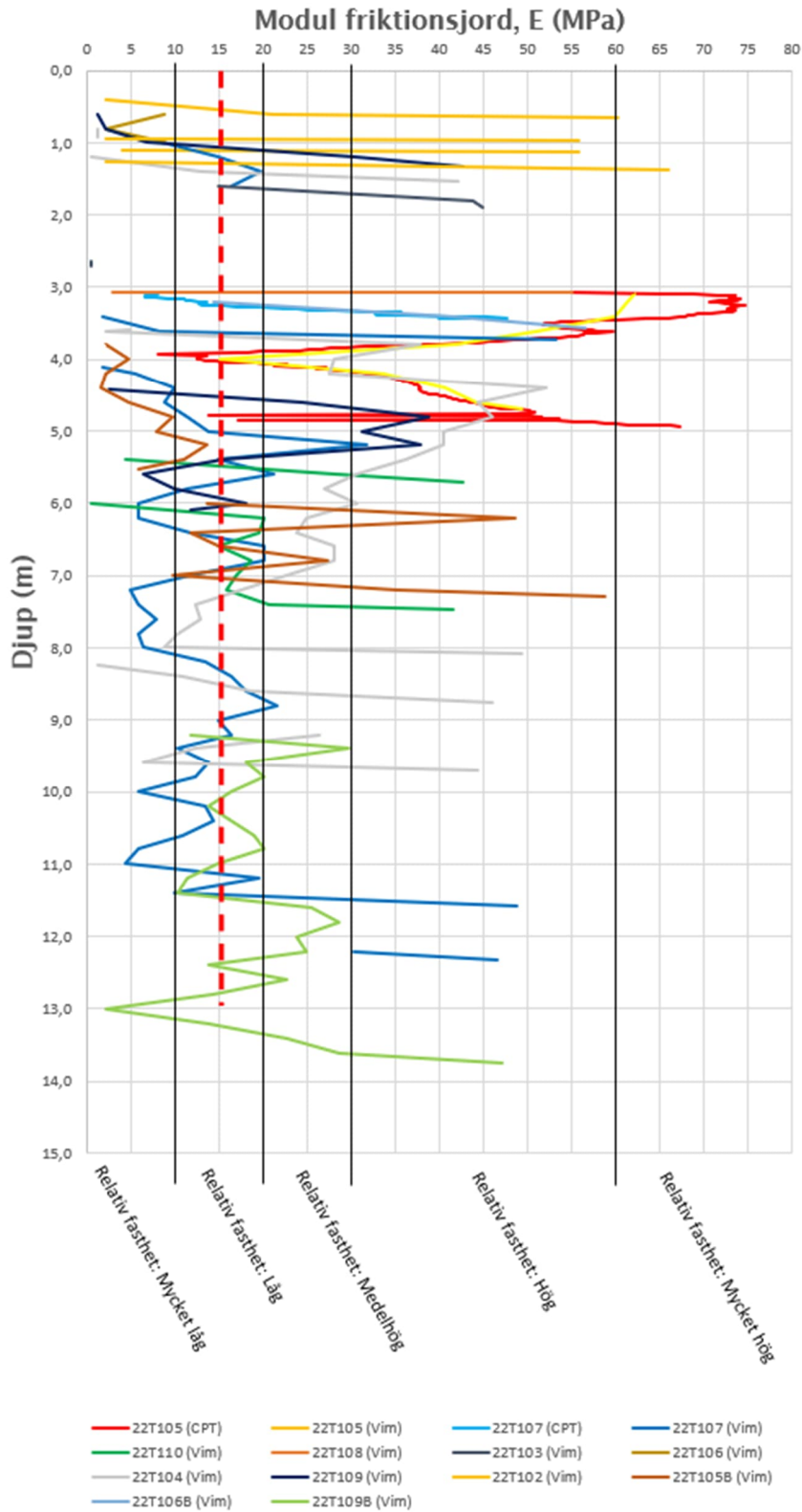
För detaljerad information kring härledda värden hänvisas till MUR (Markteknisk undersökningsrapport (underlag 1)).



Figur 4. Utvärderad odränerad skjuvhållfasthet från utförd CPT-sondering med klassificering med avseende på odränerad skjuvhållfasthet enligt svarta linjer (IEG Rapport 13). Valt värde för utförda beräkningar tyds enligt röstreckad linje.



Figur 5. Utvärderad friktionsvinkel från utförd viktsondering och CPT-sondering. Linjer i svart markerar gräns för karakteristiska värden för relativ fasthet enligt plattgrundläggning, Tabell 1:3, framtagen av SGI. Valt värde för utförda beräkningar tyds enligt rödstreckad linje.



Figur 6. Utvärderad E-modul från utförd viktsondering och CPT-sondering. Linjer i svart markerar gräns för karakteristiska värden för relativ fasthet enligt plattgrundläggning, Tabell 1:3, framtagen av SGI. Valt värde för utförda beräkningar tyds enligt rödstreckad linje.

7 Stabilitet

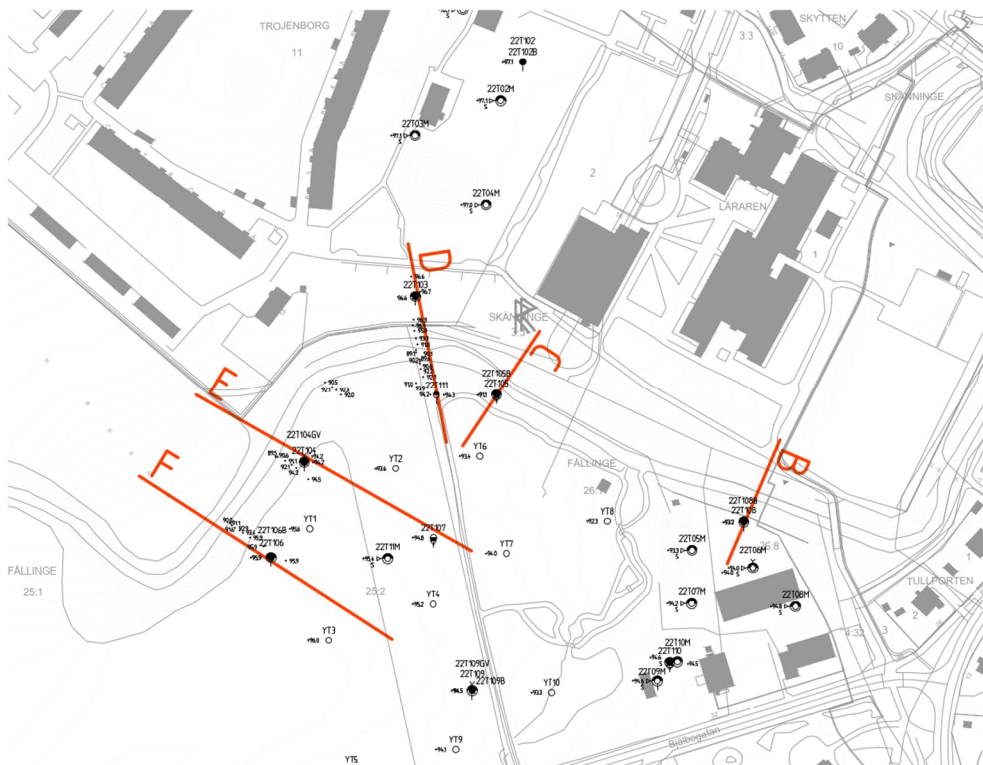
Stabiliteten har beräknats enligt IEG rapport 4:2010 *Vägledning för tillämpning av Skredkommissionens rapporter 3:95 och 2:96*, motsvarande nivå för detaljerad utredning. Utförda beräkningar har utförts med totalsäkerhetsmetoden, det vill säga att val av materialparametrar är ett sammanvägt härlett värde. Enligt rapportens anvisningar kan områden för utredning inför planläggning klassas som tillfredställande om F_c är större än 1,7-1,5 och $F_{\text{kombinerad}}$ är större än 1,5-1,4 samt i sand att F_ϕ är större än 1,3. I utförda beräkningar har antaganden gjorts konservativt för materialparametrar mm och därav har erforderliga säkerhetsfaktorer valts i den lägre delen av spannen, se tabell 3.

Beräkningar har utförts i programvaran Geostudio 2020 med Morgenstern Price metod. Beräkningar har utförts i fem sektioner benämnda enligt B-F ned mot Skenaån, se Figur 4, och redovisas i Bilaga 1 samt sammanställt i Tabell 4. I utförda beräkningar har vattennivån i Skenaån antagits till +90,1 enligt utförd inmätning av vattennivån, vattennivån och vattenhastighet i Skenaån diskuteras vidare under kapitel 8.

Beräknade sektioner har kompletterats med inmätning av slänt, enbart ett fåtal avvägningpunkter har kunnat utföras under vattennivån i Skenaån vilket innebär att profilen kring Skenaåns botten är delvis tolkad utifrån erhållna höjdkurvor samt bedömning i fält.

Tabell 3. Erforderlig säkerhetsfaktor i orange markering, enligt IEG rapport 4:2010 (Tabell 4.2).

		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		$F_c \geq 1,5-1,4 +$ $F_{komb} \geq 1,4-1,3$ $F_{\phi} \geq 1,3$ (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 7. Valda sektioner för stabilitetsberäkningar med programvaran SLOPE.

Tabell 4. Beräkningsresultat stabilitet, för mer information se vidare Bilaga 1. Grön markering representerar tillfredsställt resultat och orange markering representerar ej tillfredsställt resultat.

	Analys	Last	Säkerhetsfaktor		Bilaga 1
			F _{Beräknad}	F _{Erforderlig}	
Sektion B	Odrän.		1,5	1,7-1,5	Sida 1
	Odrän.	60 kPa ¹	1,3		Sida 2
	Odrän.	60 kPa ²	1,5		Sida 3
	Komb.		1,5	1,5-1,4	Sida 4
	Komb.	60 kPa ²	1,5		Sida 5
Sektion C	Odrän.		3,0	1,7-1,5	Sida 6
	Odrän.	60 kPa ¹	1,5		Sida 7
	Odrän.	60 kPa ²	2,0		Sida 8
	Komb.		1,9	1,5-1,4	Sida 9
	Komb.	60 kPa ²	1,7		Sida 10
Sektion D	Drän.		1,3	1,3	Sida 11
	Drän.	60 kPa ¹	1,3		Sida 12
	Drän.	60 kPa ²	1,3		Sida 13
Sektion D (norra)	Drän.		1,0	1,3	Sida 14
	Drän.	60 kPa ¹	1,0		Sida 15
	Drän.	60 kPa ²	1,0		Sida 16
Sektion E	Drän.		1,3	1,3	Sida 17
	Drän.	60 kPa ¹	1,0		Sida 18
	Drän.	60 kPa ²	1,3		Sida 19
Sektion F	Odrän.		1,5	1,7-1,5	Sida 20
	Odrän.	60 kPa ¹	1,1		Sida 21
	Odrän.	60 kPa ²	1,5		Sida 22
	Komb.		1,4	1,5-1,4	Sida 23
	Komb.	60 kPa ²	1,4		Sida 24
Sektion F (Skenaån +1)	Drän.		1,4	1,3	Sida 25

¹Last vid släntkrön

²Last 10 m från släntkrön

Samtliga sektioner på den södra sidan av Skenaån uppfyller kraven beräkningsmässigt med nuvarande förhållanden. Vid lastökning med 60 kPa, motsvarande ca 3 m uppfyllnad, vid släntkrön varierar dock resultatet där framförallt slänterna längst i väster, sektion E och F vilka är de brantaste beräknade slänterna (ca 1:2), samt sektion B, med störst förekomst av lera förekommer, som inte riktigt når fram till kraven. När lasten flyttas ca 10 m från släntkrön uppfylls kraven i samtliga sektioner på den södra sidan av Skenaån. Sektionerna har kontrollerats med en högre och lägre antagen vattennivå i Skenaån, 1 m lägre- och högre än uppmätt vattennivå +90,1. Glidyten vid en högre vattennivå går i silt och betraktas därmed som dränerad, även om analysen utförts odränerad med hänsyn till

förekommande lera som konservativt antagits kunna förekomma även längre ner i slänten.

En kontrollsektion har utförts för den norra sidan av Skenaån. Vid jämförelse av utförda beräkningar tyder beräkningarna på att slänten är relativt oberoende av om en ytterligare markbelastning, vare sig på släntkrön eller en bit från släntkrön. Däremot visar beräkningarna på att slänten idag står för brant (ca 1:2) och därmed beräkningsmässigt med gjorda konservativa antaganden inte når upp till kraven. Dessa glidytor är dock belägna i släntfoten och ett mindre ras där påverkar inte säkerheten för hela slänten. Vid ett kompletterande platsbesök den 9 mars 2023 noterades block och friktionsjord i Skenaån och sticksondering kunde enbart utföras till ett ytligt stopp i å-kant i läge för aktuell sektion. Det bedöms därför som att det sannolikt är ett grovt konservativt antagande att siltjord förekommer i åbotten.

8 Erosion

Slänterna ned mot Skenaån består i huvudsak av blandad naturlig växtlighet där generellt de brantare slänterna är lokaliserad i ytterkurvorna av Skenaån vilket kan vara tecken på pågående eller åtminstone historisk erosion. För en del av den norra sidan av Skenaån är det högre belägna släntkrönet en bit in från Skenaån och bildar i dag en lägre platå innan ån, se Figur 8. För den södra sidan av Skenaån där huvudsakligen stabilitetsberäkningar utförts förekommer generellt de brantare och högre slänterna i områdets västra del (se figur 9) medan flackare och lägre slänter förekommer inom områdets östra del (se figur 10).

Vid utfört platsbesök kunde inga färskas erosionsskador identifieras däremot finns tecken på att viss erosion har skett i samband med ett högre vattenstånd, se figur 11.



Figur 8. Fotografi från platsbesök på den norra sidan av Skenaån. Skenaån ligger till höger i bild.



Figur 9. *Fotografi taget från den södra sidan av Skenaån från den västra delen av området.*



Figur 10. Fotografi taget från den södra sidan av Skenaån från den mer östra delen av området.



Figur 11. Fotografi taget från den norra sidan där tecken på viss erosion kan skimras på den södra sidan av Skenaån.

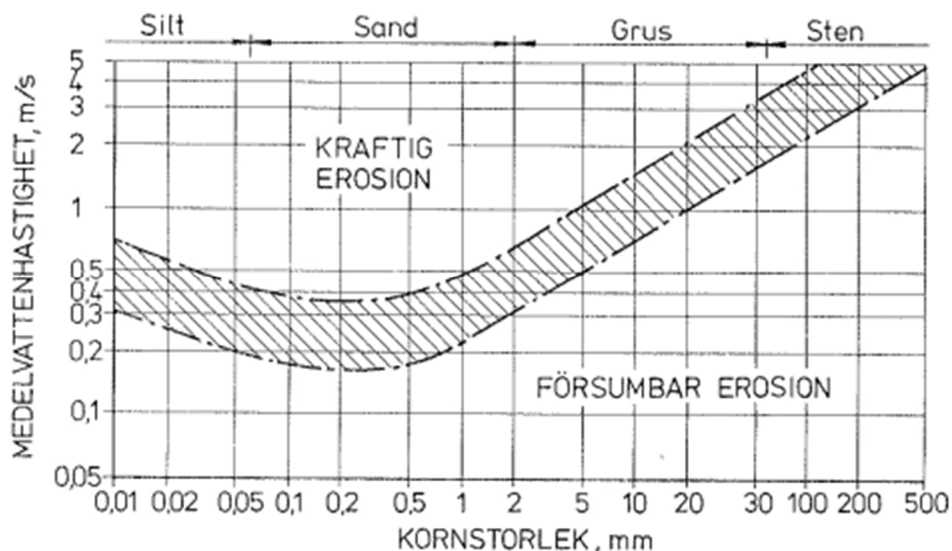
För att erhålla uppgifter kring ungefärlig vattenhastighet i Skenaån med hänsyn till risk för erosion har flödesuppgifter erhållits för delavrinningsområde 4143 på SMHI:s vattenwebb. Vattenhastighet och vattendjup har beräknats med Mannings formel för en antagen sektion om bottenbredd 1 m, släntlutning 1:2 och ett Mannings tal på 20. För beräknade värden se tabell 5.

Baserad på nedan beräknade värden var vattennivån den 24 januari troligtvis nära 1 m, det vill säga att vid 1 m lägre vattennivå är ån sannolikt mer eller mindre torrlagd. Vid 1 meter över inmätt vattennivå motsvarar detta ett års högsta värde, vilket också är i storleksordningen som ett 2-5 årsflöde.

Vid jämförelse av de beräknade hastigheter och figur 9 finns det risk för erosion vid de högre flödena samt om det förekommer finjord i åslänterna. Vid platsbesöket kunde det dock konstateras att det snarare redan skett viss erosion av finjord och att det i dag är större andel av blandjord med stenar och block som i huvudsak förekommer i Skenaån. Risk för erosion kan därför helt inte uteslutas men har som helhetsbedömning ingen avgörande påverkan för framtida bebyggelse.

Tabell 5. Beräknad hastighet, vattendjup för delavrinningsområde 4143.

	Total vattenföring [m ³ /s]	Beräknad hastighet [m/s]	Beräknat vattendjup [m]	Antagen släntlutning 1:k (under vattenytan)
HQ50	10,7	1,4	2,63	2
HQ25	9,47	1,3	2,5	2
HQ10	7,76	1,1	2,31	2
HQ5	6,41	1,0	2,13	2
HQ2	4,37	0,8	1,82	2
HHQ	4,75	0,9	1,89	2
MQ	0,47	0,2	0,68	2
MLQ	0,04	0,1	0,2	2
Q (24 jan 2023)	0,943	0,3	0,94	2



Figur 12. Diagram för samband mellan medelvattenhastighet, kornstorlek och erosionsrisk (Skredkommissionen, Rapport 3:95).



Figur 13. Fotografi taget från den norra sida där viss erosion kan skyntas på den södra sidan av Skenån.

9 Rekommendationer

9.1 Grundläggning och sättningar

För området norr om Skenån visar utförd undersökning på fast lagrade jordförhållanden med relativt små jordmäktigheter. Sättningar bedöms därför som små för bebyggelse där sättningar i huvudsak kommer uppkomma momentant med belastning. Grundläggning kommer sannolikt kunna utföras med plattgrundläggning för byggnadsstorlek upp till fyra våningsplan.

För området söder om Skenaån förekommer lera och en något lösare lagrad friktionsjord med förekomst av siltjord. Det saknas underlag för att göra detaljerade sättningsberäkningar kring förekommande lera, detta på grund av att lerans sättningssegenskaper inte gått att undersöka i laboratorium (på grund av för hög fasthet för att ta ostörda prover). Efter utförda undersökningar bedöms sättningar dock bli små vid mindre bebyggelse där byggnader upp till tre våningar sannolikt kunna utföras med plattgrundläggning. För den östra delen av området, där mäktigare lera förekommer vilket ökar sättningsstorleken, kan dock pålgrundläggning vara aktuellt för motsvarande byggnadsstorlek.

Det ska observeras att en högre höjdsättning i området kan begränsa byggnadshöjder eftersom byggnad tillsammans med markuppfyllnad ger en total markbelastning på marken, till exempel söder om Skenaån inom den västra delen där byggnation bedöms kunna utföras med plattgrundläggning för byggnader upp till tre våningsplan utan att skadliga sättningar uppstår. Detta bidrar med en ungefärlig markbelastning om ca 30 kPa där enbart normalt packningsarbete av dränerande fyllning under byggnad är inkluderat, det vill säga enbart några decimeter högre marknivå än befintliga marknivåer. Skulle marknivån höjas 0,5 m från befintliga markförhållande bidrar detta med en markbelastning om ca 10 kPa. Med 0,5 m uppfyllnad och gällande bedömning kring plattgrundläggning begränsas byggnadsstorleken till då till två våningsplan.

Planeras marken inom undersökningsområdet att höjas eller större byggnation än ovan angivet kan kompensationsgrundläggning eller pålning vara aktuellt.

När placering, höjdsättning och typ av byggnation är fastställd rekommenderas att objektspecifik undersökning utföras för varje byggnadsverk för att avgöra kring slutlig grundläggning.

9.2 Schaktarbeten

Det förekommer fyllningsjord huvudsakligen inom området norr om Skenaån samt inom den östra delen av området söder om Skenaån. Eftersom fyllningens exakta innehåll och packningsinformation saknas klassas befintlig fyllning som okontrollerad där dess hållfasthetsegenskaper ej går att säkerställa. Under ny byggnation rekommenderas därför att befintlig fyllning schaktas ur och ersätts och packas med ny kontrollerad fyllning enligt AMA Anläggning.

9.3 Anläggning av hårdgjorda ytor

De ytliga jordlagren inom undersökningsområdet varierar något mellan utförda undersökningspunkter och exakt planerad byggnation och höjdsättning av området är för Tyréns okänt. Generellt består de ytliga jordlagren inom området av fyllning, tillhörande materialtyp 2 och tjälfarlighetsklass 1, samt lera eller silt, tillhörande materialtyp 5B och tjälfarlighetsklass 4.

9.4 Lokalt omhändertagande av dagvatten (LOD)

Inom undersökningsområdet förekommer generellt relativt normala grundvattennivåer det vill säga ca 2-3 m under markytan. Dock består jordlagerföljden generellt av finjord vilket har en begränsad möjlighet för infiltration.

Det aktuella området är beläget över en reservgrundvattentäkt. Det finns en risk att infiltrera dagvatten då eventuell förorening i jord då kan spridas till grundvattentäkten. Omhändertagandet av dagvatten rekommenderas därför att i första hand ledas bort från skyddsområdet och i övrigt utförs med hjälp av tex dikning till fördröjningsmagasin för att klara av större flöden.

9.5 Stabilitet och erosion

Efter utförda beräkningar kan det konstaterats att med konservativt antagande kring delvis okända uppgifter (det vill säga bottenprofil och relativt få antal undersökningspunkter) är släntstabiliteten tillfredställande med dagens förhållanden. Dock vid en ökad markbelastning vid släntkrön eller vid en högre vattennivå i Skenaån är släntstabiliteten inte längre tillfredställande längs hela sträckan. Det rekommenderas därför att ett avstånd om 10 m från släntkrön lämnas byggnadsfritt och att marknivån

inom detta område ej ändras då detta kan bidra med en ökad markbelastning.

De brantaste partierna längst med Skenaån, framförallt på den norra sidan av Skenaån, rekommenderas vidare att man bevarar den växtlighet som förekommer som har en naturligt skyddande funktion mot erosion. Ska området närmst Skenaån användas för tex gångbanor eller dylikt rekommenderas det vidare att de brantaste slänterna flackas av. Det rekommenderas vidare på grund av den branta lutningen på den norra sidan att hålla ett avstånd om 10 m likt för den södra sidan där inte ytterligare belastningar från byggnader, väganläggning eller uppfyllnad får påföras.

9.6 Markradon

Undersökning för markradon har inte utförts i rubricerad utredning eftersom mätperioden för mätning av markradon ej lämpar sig för tidpunkten av utförd undersökning då tjäle i marken kan riskera felaktiga resultat. Det rekommenderas att mätning av markradon kompletteras i ett senare skede då risk för tjäle i marken ej finns.

9.7 Sammanfattning

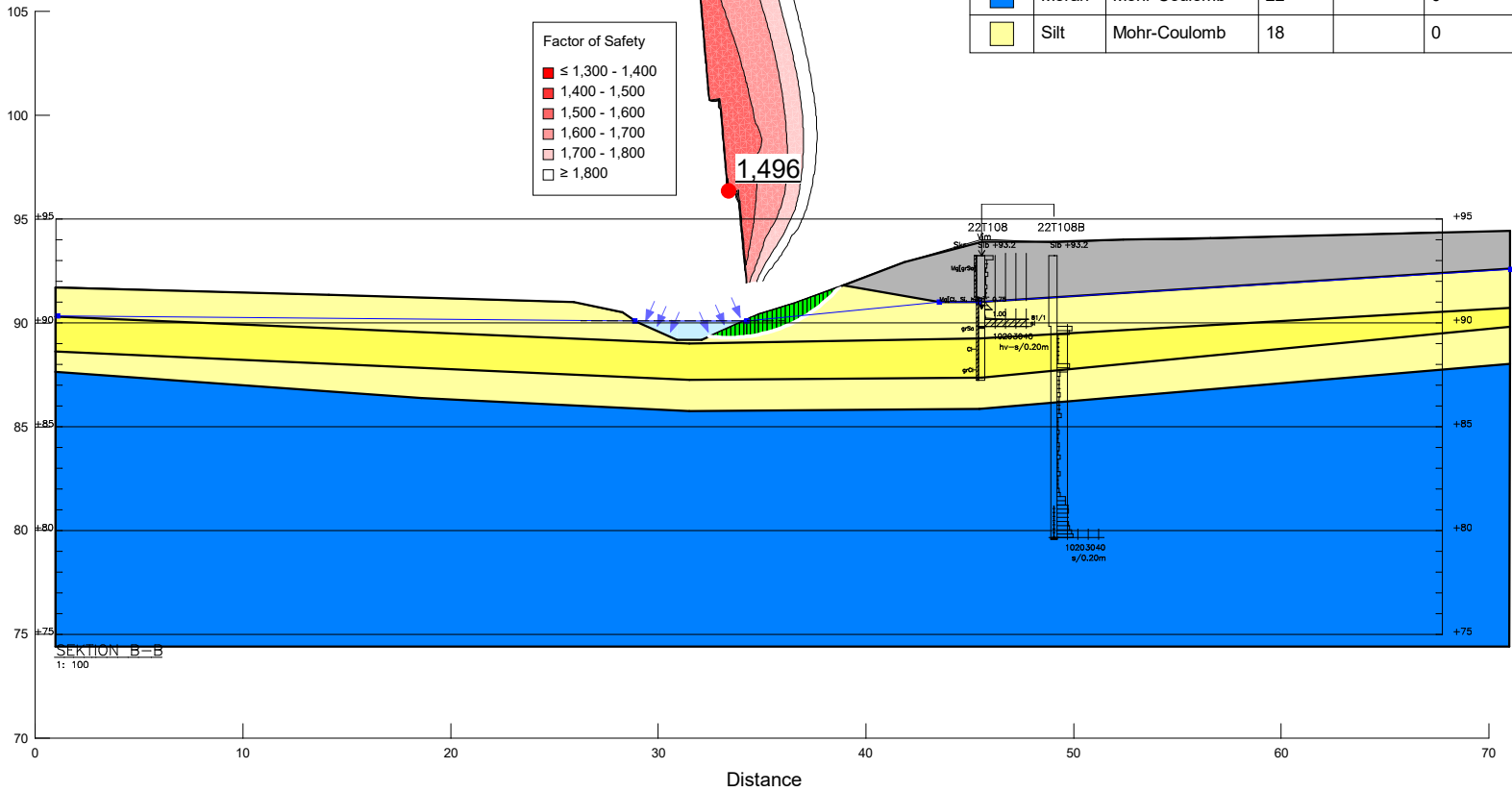
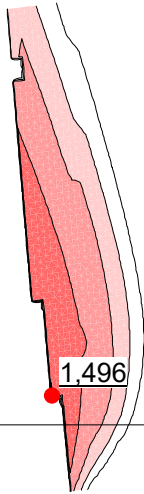
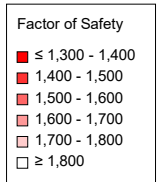
Områdets markförhållanden varierar framför allt mellan den norra och den södra sidan av Skenaån där det är generellt är fastare markförhållanden på den norra sidan.

För den södra sidan kan grundläggning och ytterligare höjning av mark behöva begränsas för att undvika skadliga sättningar. Med förutsättning att marknivån behålls med dagens nivå bedöms byggnader med våningsantal upp till tre kunna utföras med plattgrundläggning tex kantförstyvad platta på mark. För den östra delen av området är markförhållandena generellt något lösare där pålgrundläggning kan vara aktuellt för samma byggnadsstorlek.

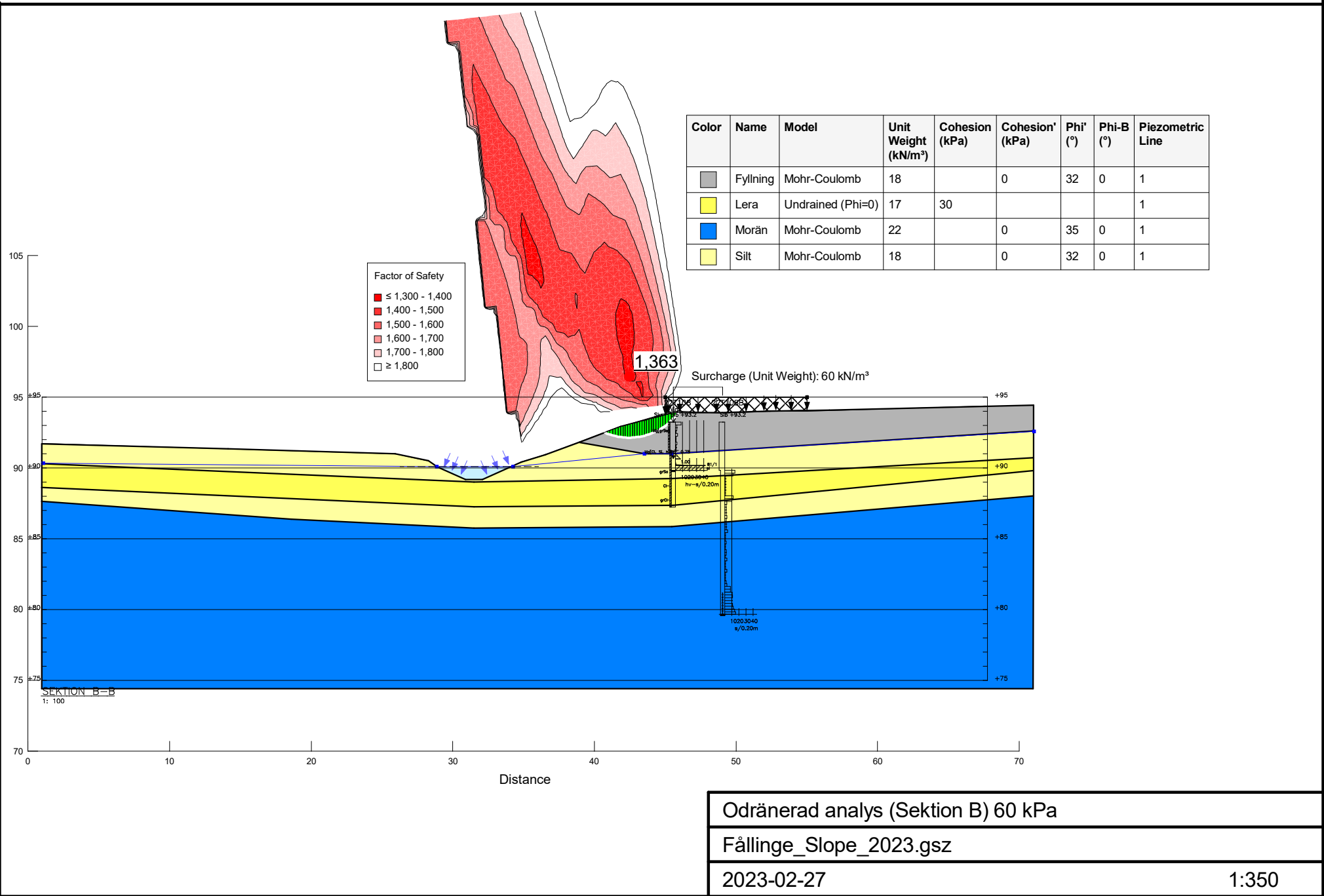
9.7.1 Restriktioner

- Att ett område om 10 m från släntröner vid Skenaån, på den norra och södra sidan, lämnas fritt från ökad belastning och marknivån behålls med dagens nivåer.
- Att befintlig växtlighet bevaras i branta slänter längs med Skenaån, i annat fall flackas ut eller förses med erosionsskydd.

Color	Name	Model	Unit Weight (kN/m³)	Cohesion (kPa)	Cohesion' (kPa)	Phi' (°)	Phi-B (°)	Piezometric Line
Grey	Fyllning	Mohr-Coulomb	18		0	32	0	1
Yellow	Lera	Undrained (Phi=0)	17	30				1
Blue	Morän	Mohr-Coulomb	22		0	35	0	1
Light Yellow	Silt	Mohr-Coulomb	18		0	32	0	1



Odränerad analys (Sektion B)
Fällinge_Slope_2023.gsz
2023-02-27
1:350



Color	Name	Model	Unit Weight (kN/m³)	Cohesion (kPa)	Cohesion' (kPa)	Phi' (°)	Phi-B (°)	Piezometric Line
Grey	Fyllning	Mohr-Coulomb	18		0	32	0	1
Yellow	Lera	Undrained (Phi=0)	17	30				1
Blue	Morän	Mohr-Coulomb	22		0	35	0	1
Light Yellow	Silt	Mohr-Coulomb	18		0	32	0	1

Factor of Safety

Dark Red	≤ 1,300 - 1,400
Red	1,400 - 1,500
Light Red	1,500 - 1,600
Pink	1,600 - 1,700
Light Pink	1,700 - 1,800
White	≥ 1,800

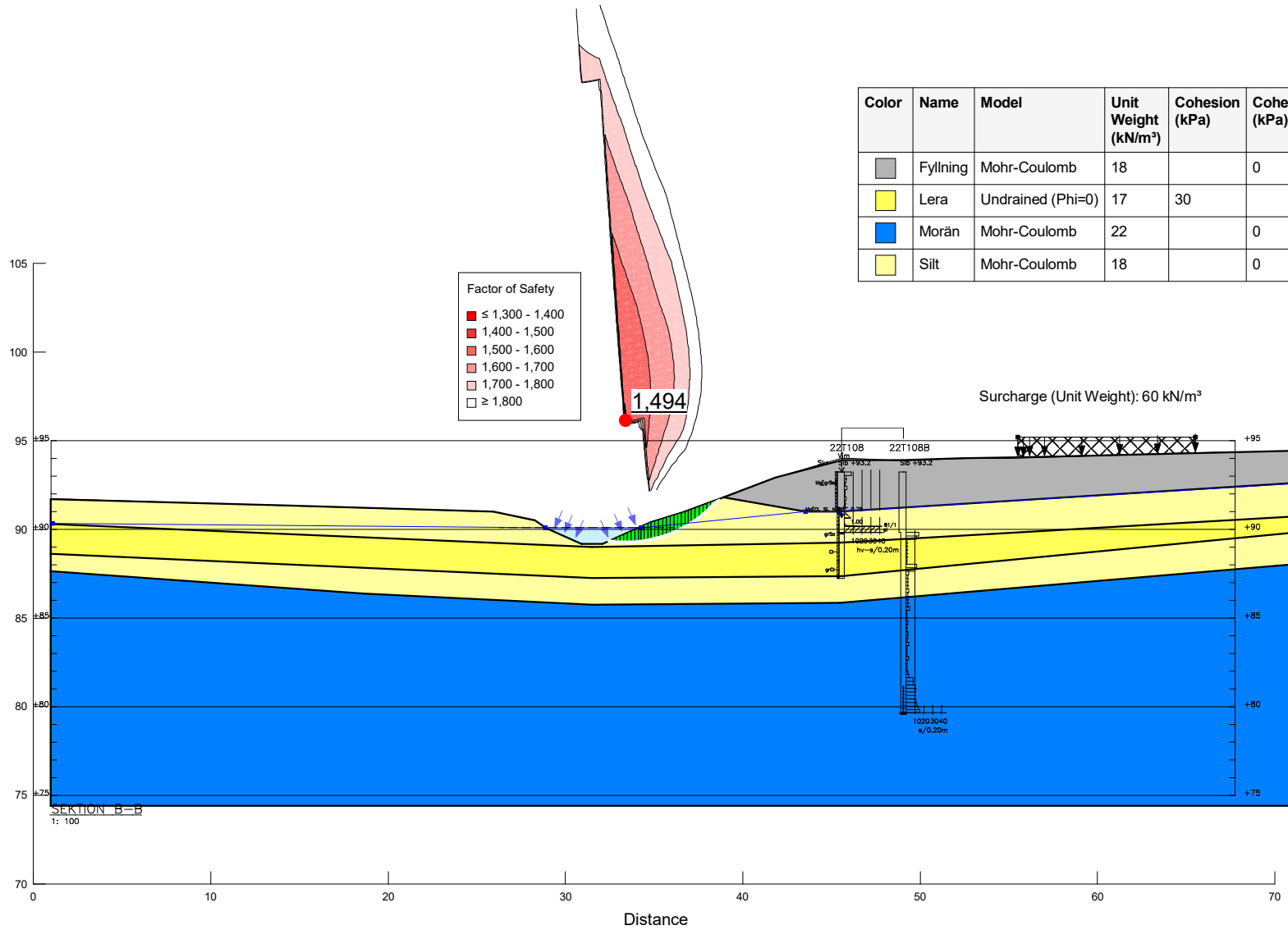
Odränerad analys (Sektion B) 60 kPa

Fällinge_Slope_2023.gsz

2023-02-27

1:350

Color	Name	Model	Unit Weight (kN/m ³)	Cohesion (kPa)	Cohesion' (kPa)	Phi' (°)	Phi-B (°)	Piezometric Line
Grey	Fyllning	Mohr-Coulomb	18		0	32	0	1
Yellow	Lera	Undrained (Phi=0)	17	30				1
Blue	Morän	Mohr-Coulomb	22		0	35	0	1
Light Yellow	Silt	Mohr-Coulomb	18		0	32	0	1



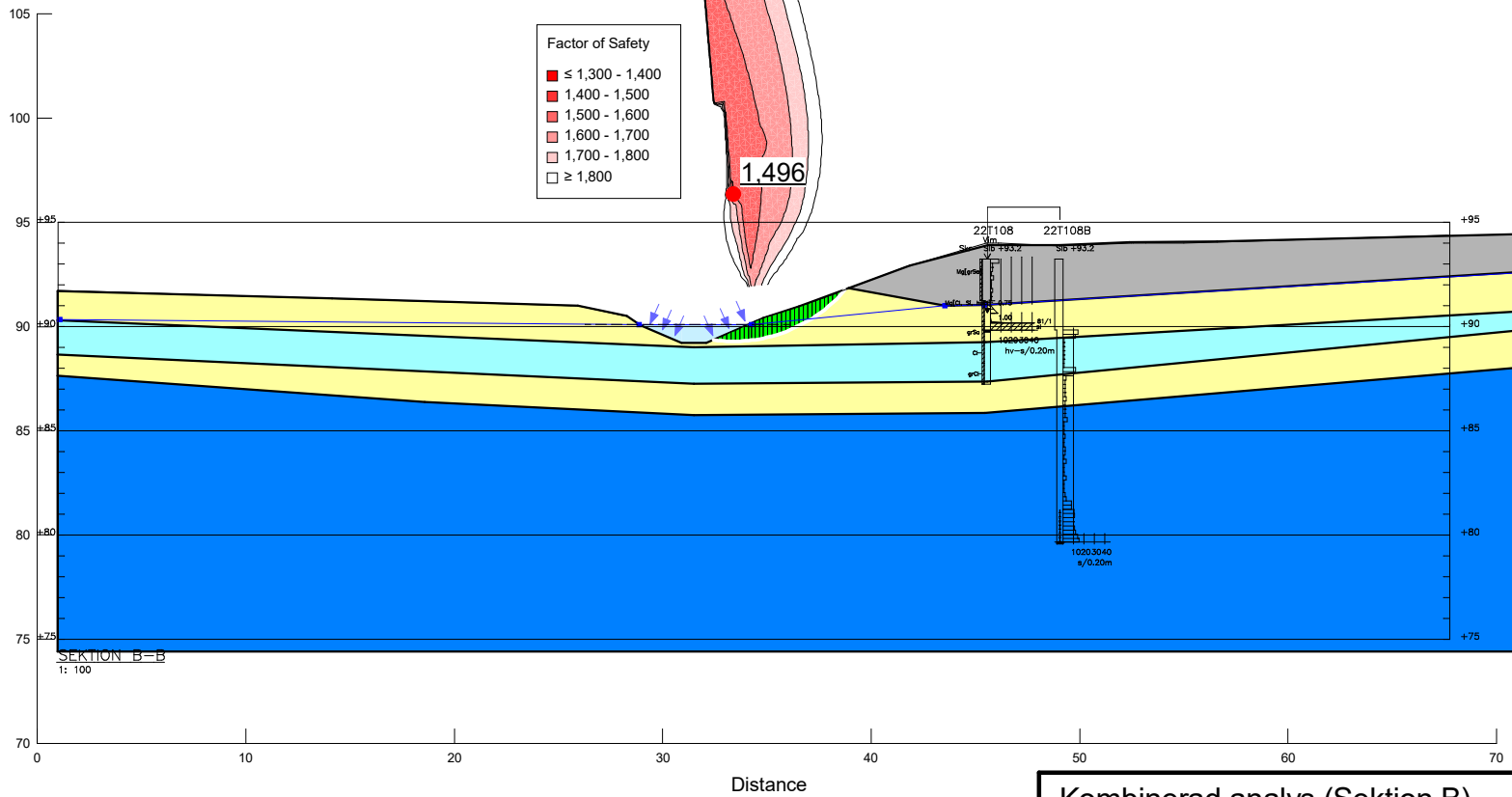
Odränerad analys (Sektion B) 60 kPa 10m

Fälling_Slope_2023.gsz

2023-02-27

1:350

Color	Name	Model	Unit Weight (kN/m³)	Cohesion' (kPa)	Phi' (°)	C-Top of Layer (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m²)/m)	Cu-Top of Layer (kPa)	Cu-Rate of Change ((kN/m²)/m)	C/Cu Ratio	Phi-B (°)	Piezometric Line
Grey	Fyllning	Mohr-Coulomb	18	0	32						0	1
Cyan	Lera (komb)	Combined, S=(depth)	17		30	0	0	30	0	0,1		1
Blue	Morän	Mohr-Coulomb	22	0	35						0	1
Yellow	Silt	Mohr-Coulomb	18	0	32						0	1



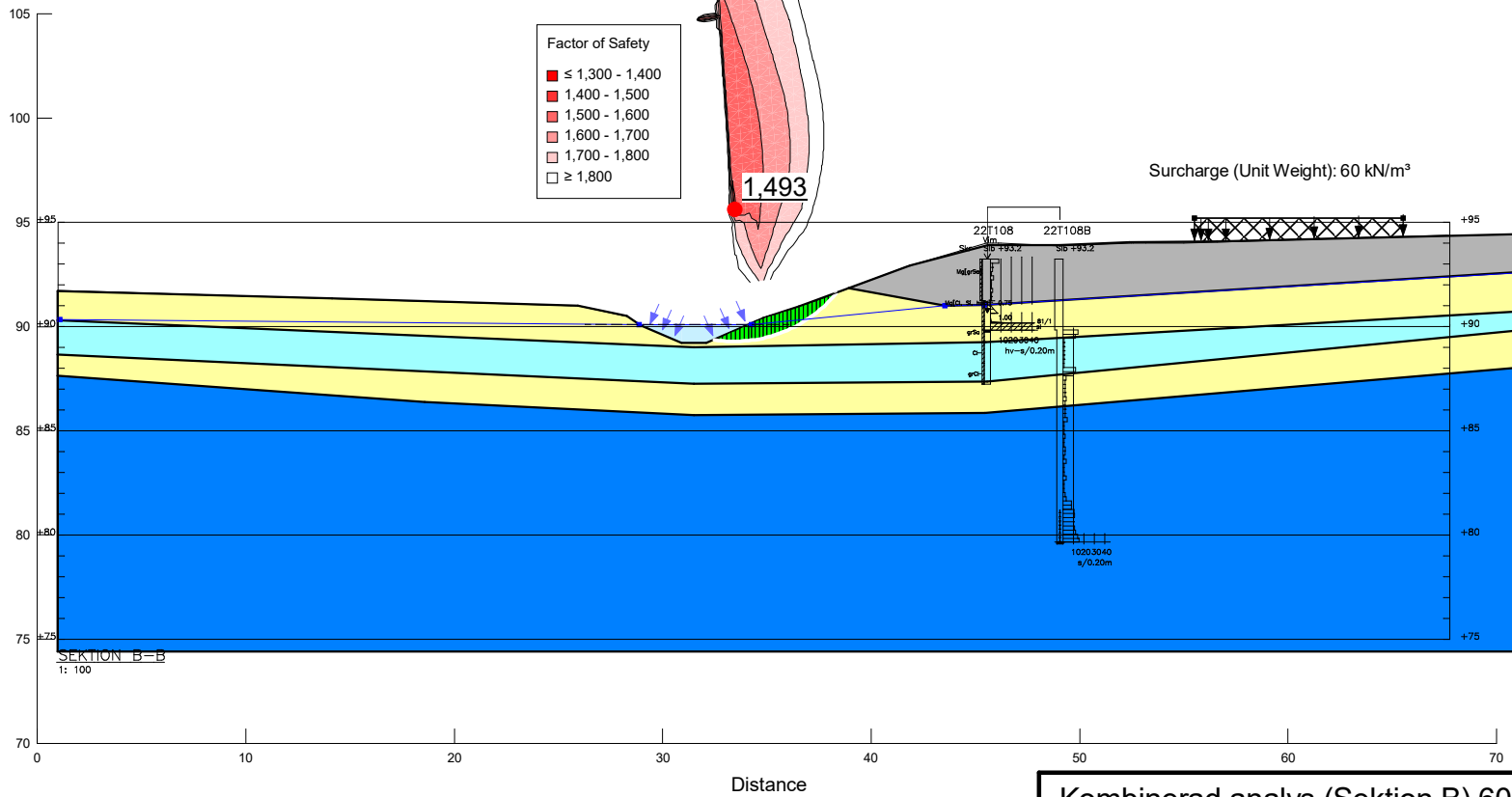
Kombinerad analys (Sektion B)

Fällinge_Slope_2023.gsz

2023-02-27

1:350

Color	Name	Model	Unit Weight (kN/m ³)	Cohesion' (kPa)	Phi' (°)	C-Top of Layer (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m ²)/m)	Cu-Top of Layer (kPa)	Cu-Rate of Change ((kN/m ²)/m)	C/Cu Ratio	Phi-B (°)	Piezometric Line
Grey	Fyllning	Mohr-Coulomb	18	0	32						0	1
Cyan	Lera (komb)	Combined, S=(depth)	17		30	0	0	30	0	0,1		1
Blue	Morän	Mohr-Coulomb	22	0	35						0	1
Yellow	Silt	Mohr-Coulomb	18	0	32						0	1



Kombinerad analys (Sektion B) 60 kPa 10m

Fällinge_Slope_2023.gsz

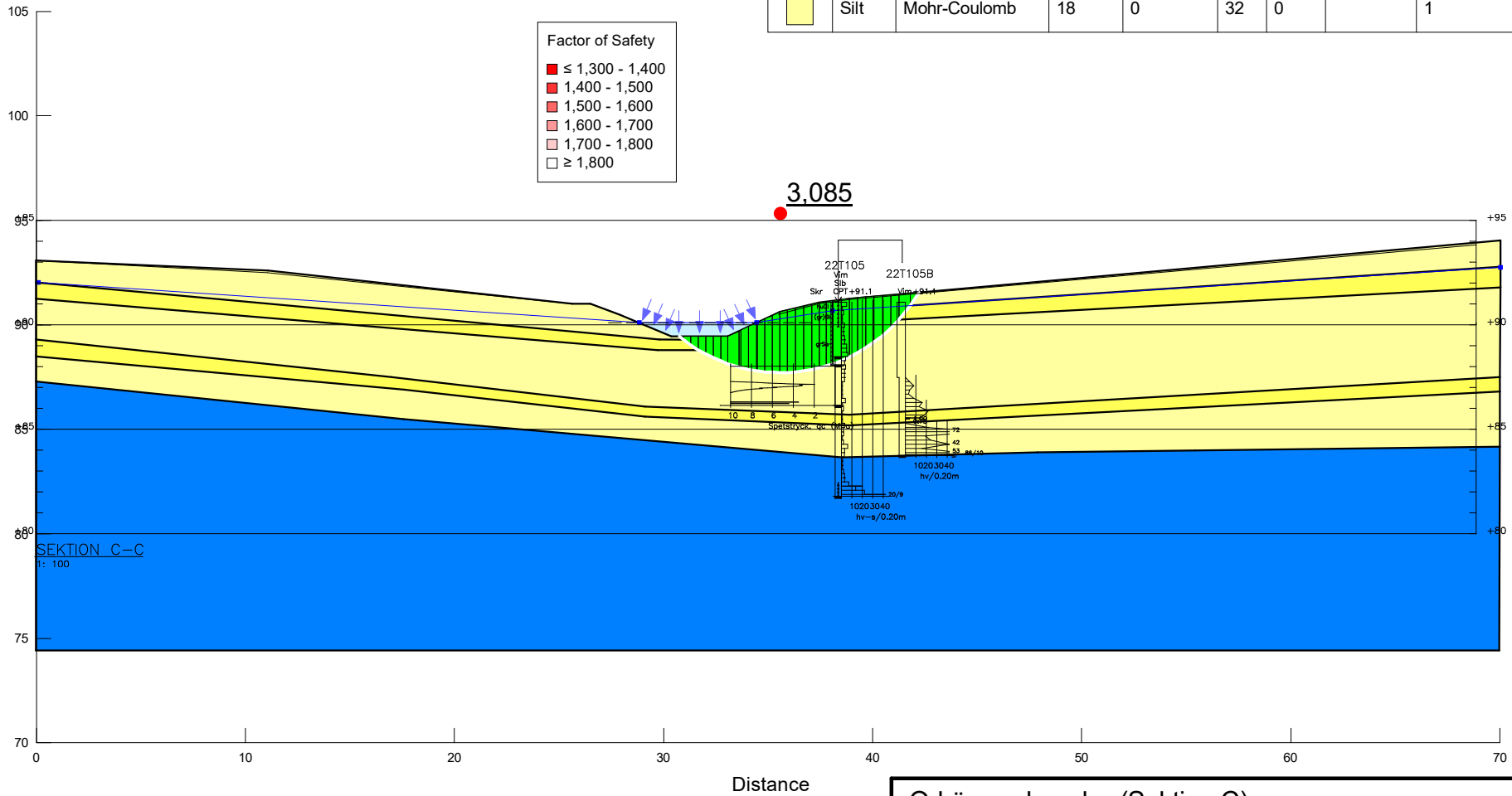
2023-02-27

1:350

Color	Name	Model	Unit Weight (kN/m ³)	Cohesion' (kPa)	Phi' (°)	Phi-B (°)	Cohesion (kPa)	Piezometric Line
Yellow	Lera	Undrained (Phi=0)	17				30	1
Blue	Morän	Mohr-Coulomb	22	0	35	0		1
Light Yellow	Silt	Mohr-Coulomb	18	0	32	0		1

Factor of Safety

Red	≤ 1,300 - 1,400
Dark Red	1,400 - 1,500
Light Red	1,500 - 1,600
Orange	1,600 - 1,700
Light Orange	1,700 - 1,800
White	≥ 1,800



Odränerad analys (Sektion C)

Fällinge_Slope_2023.gsz

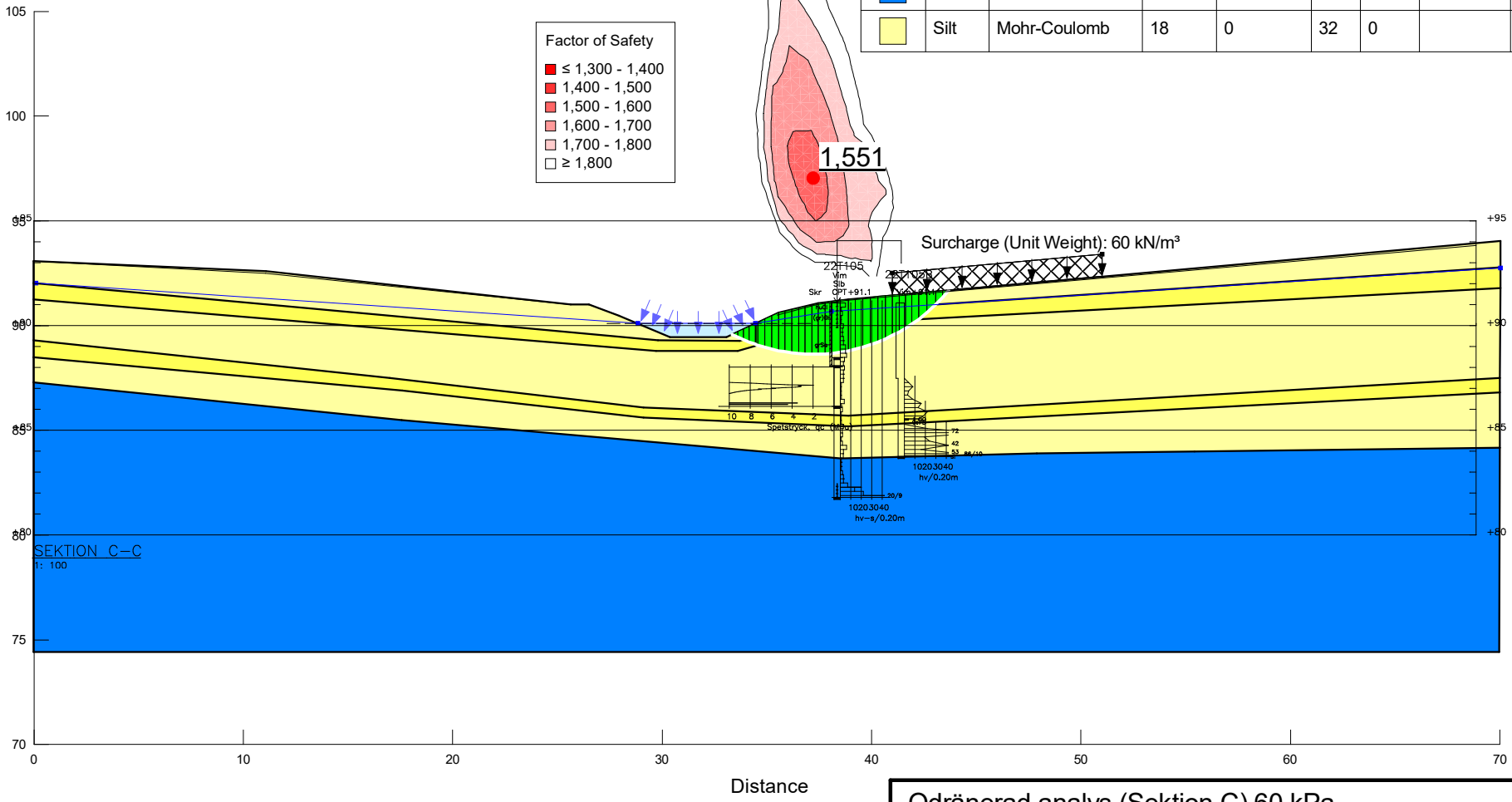
2023-02-27

1:300

Color	Name	Model	Unit Weight (kN/m³)	Cohesion' (kPa)	Phi' (°)	Phi-B (°)	Cohesion (kPa)	Piezometric Line
Yellow	Lera	Undrained (Phi=0)	17				30	1
Blue	Morän	Mohr-Coulomb	22	0	35	0		1
Light Yellow	Silt	Mohr-Coulomb	18	0	32	0		1

Factor of Safety

Dark Red	≤ 1,300 - 1,400
Red	1,400 - 1,500
Light Red	1,500 - 1,600
Very Light Red	1,600 - 1,700
White	1,700 - 1,800
White	≥ 1,800



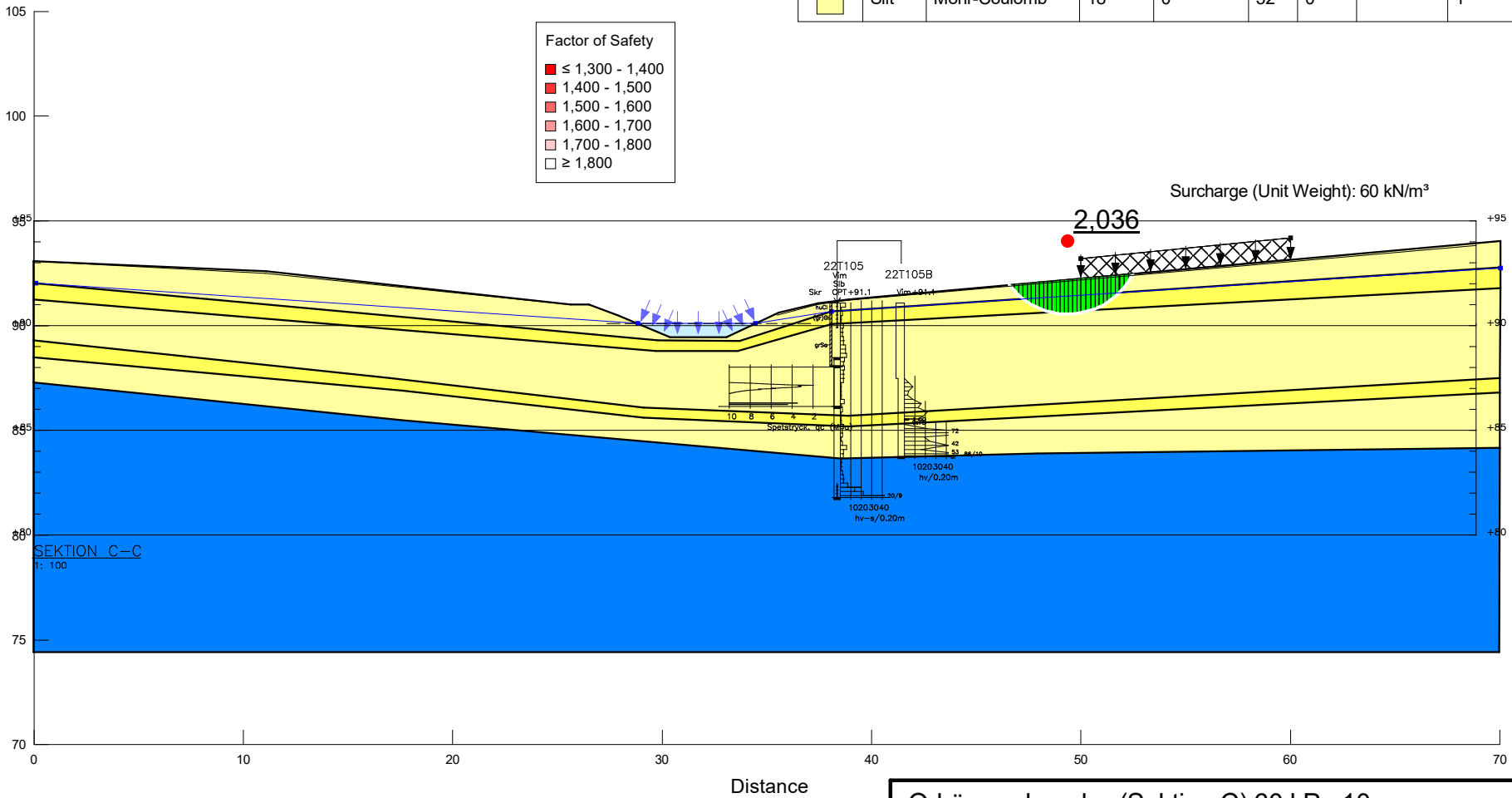
SEKTION C-C
1: 100

Odränerad analys (Sektion C) 60 kPa
Fällinge_Slope_2023.gsz
2023-02-27
1:300

Color	Name	Model	Unit Weight (kN/m ³)	Cohesion' (kPa)	Phi' (°)	Phi-B (°)	Cohesion (kPa)	Piezometric Line
Yellow	Lera	Undrained (Phi=0)	17				30	1
Blue	Morän	Mohr-Coulomb	22	0	35	0		1
Light Yellow	Silt	Mohr-Coulomb	18	0	32	0		1

Factor of Safety

Red	≤ 1,300 - 1,400
Dark Red	1,400 - 1,500
Light Red	1,500 - 1,600
Orange	1,600 - 1,700
Light Orange	1,700 - 1,800
White	≥ 1,800

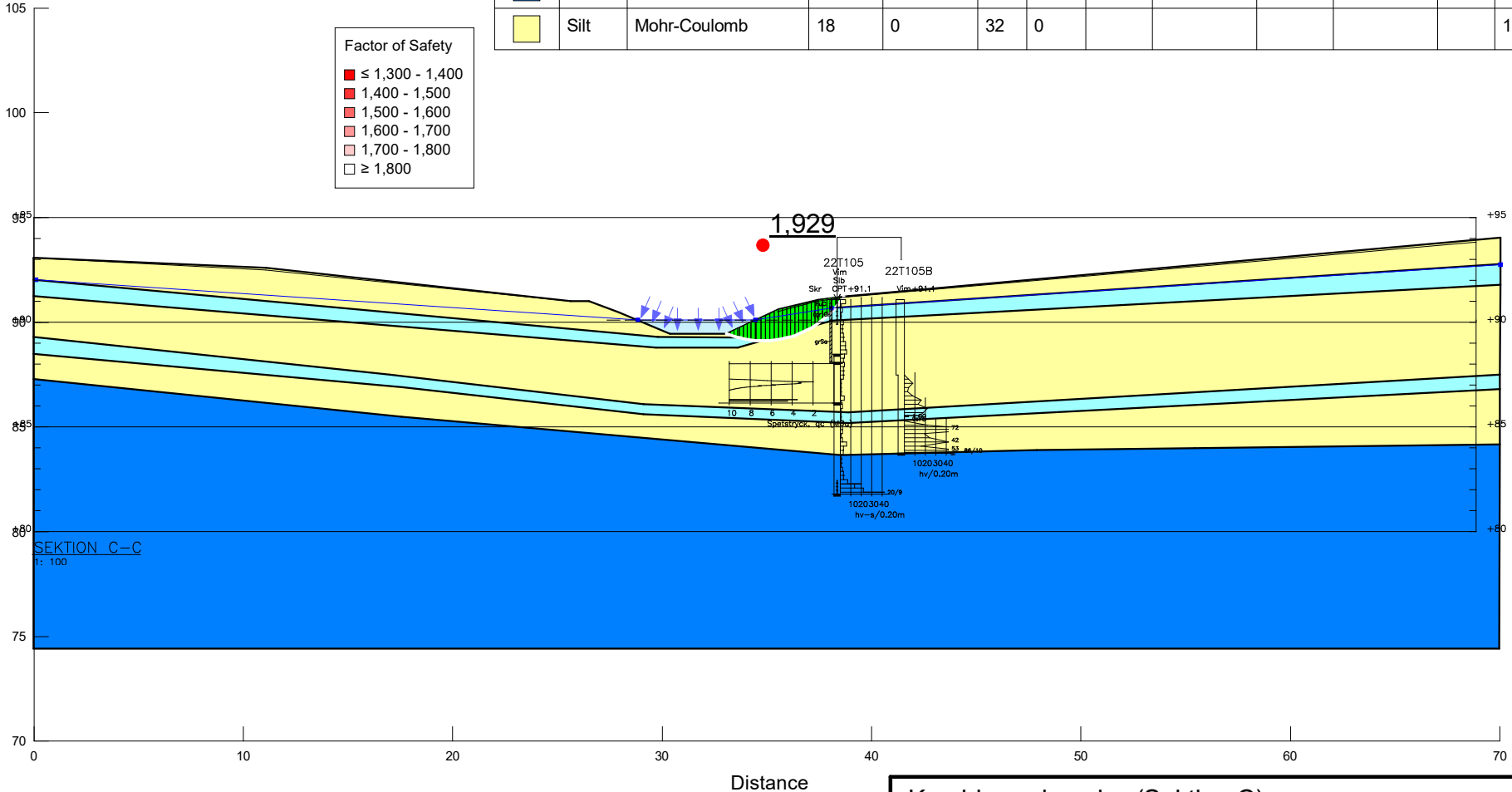


Odränerad analys (Sektion C) 60 kPa 10m
Fällinge_Slope_2023.gsz
2023-02-27
1:300

Color	Name	Model	Unit Weight (kN/m ³)	Cohesion' (kPa)	Phi' (°)	Phi-B (°)	C-Top of Layer (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m ²)/m)	Cu-Top of Layer (kPa)	Cu-Rate of Change ((kN/m ²)/m)	C/Cu Ratio	Piezometric Line
Light Blue	Lera (komb)	Combined, S=f(depth)	17		30		0	0	30	0	0,1	1
Blue	Morän	Mohr-Coulomb	22	0	35	0						1
Yellow	Silt	Mohr-Coulomb	18	0	32	0						1

Factor of Safety

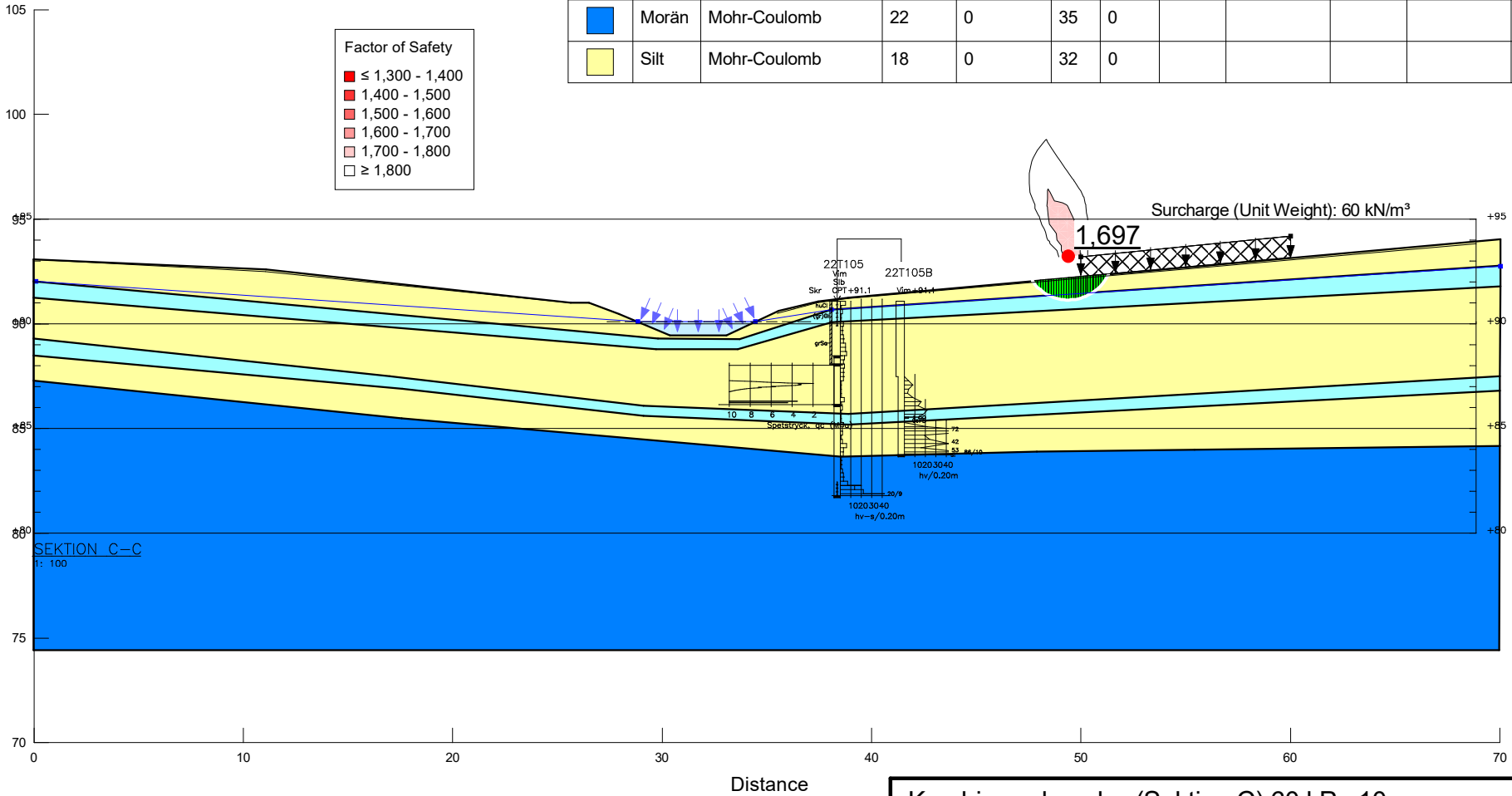
Red	≤ 1,300 - 1,400
Dark Red	1,400 - 1,500
Light Red	1,500 - 1,600
Orange	1,600 - 1,700
Light Orange	1,700 - 1,800
White	≥ 1,800



Kombinerad analys (Sektion C)
Fällinge_Slope_2023.gsz
2023-02-27
1:300

Color	Name	Model	Unit Weight (kN/m ³)	Cohesion' (kPa)	Phi' (°)	Phi-B (°)	C-Top of Layer (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m ²)/m)	Cu-Top of Layer (kPa)	Cu-Rate of Change ((kN/m ²)/m)	C/Cu Ratio	Piezometric Line
■	Lera (komb)	Combined, S=f(depth)	17		30		0	0	30	0	0,1	1
■	Morän	Mohr-Coulomb	22	0	35	0						1
■	Silt	Mohr-Coulomb	18	0	32	0						1

Factor of Safety	
■	≤ 1,300 - 1,400
■	1,400 - 1,500
■	1,500 - 1,600
■	1,600 - 1,700
■	1,700 - 1,800
■	≥ 1,800

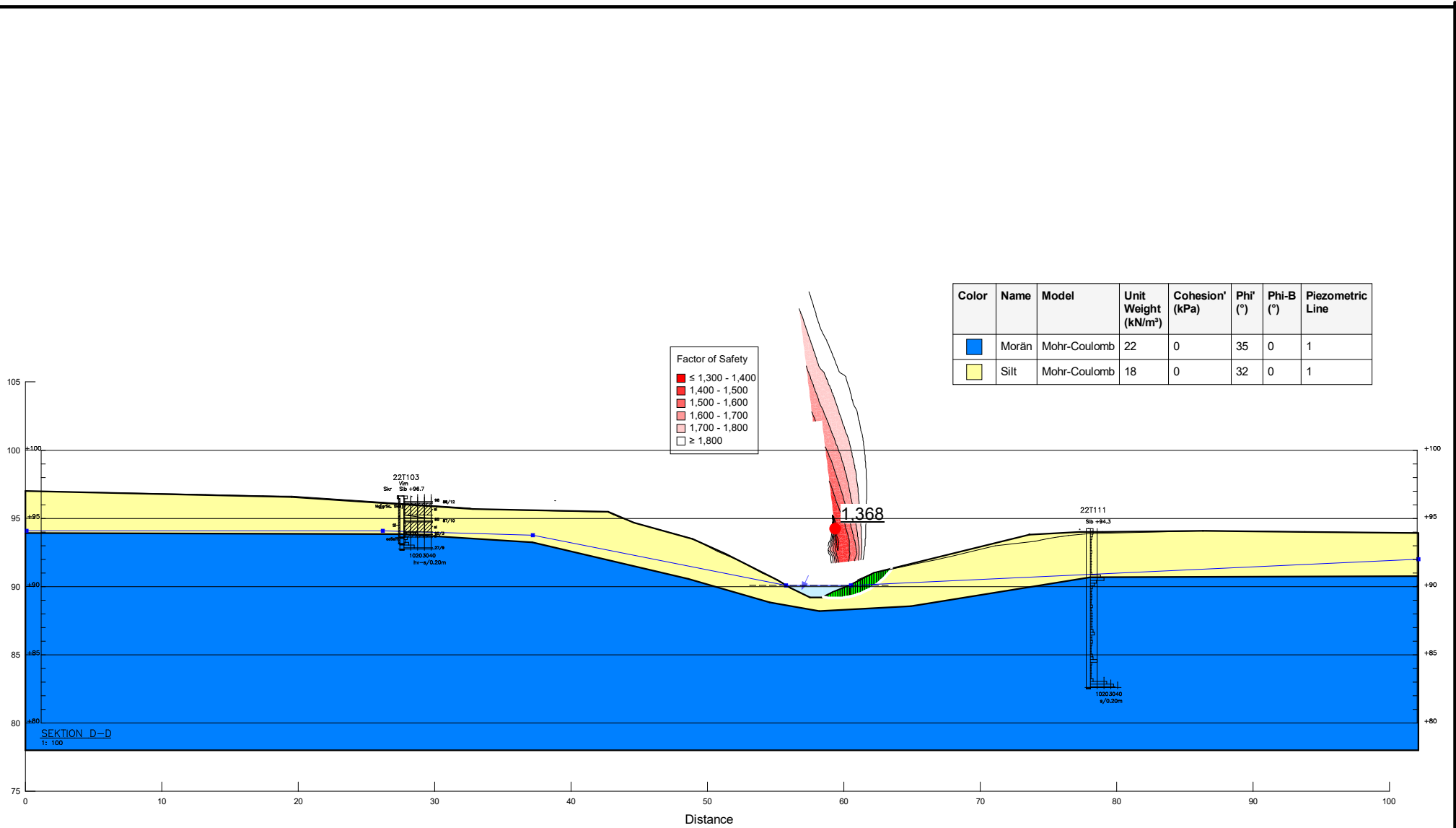


Kombinerad analys (Sektion C) 60 kPa 10m

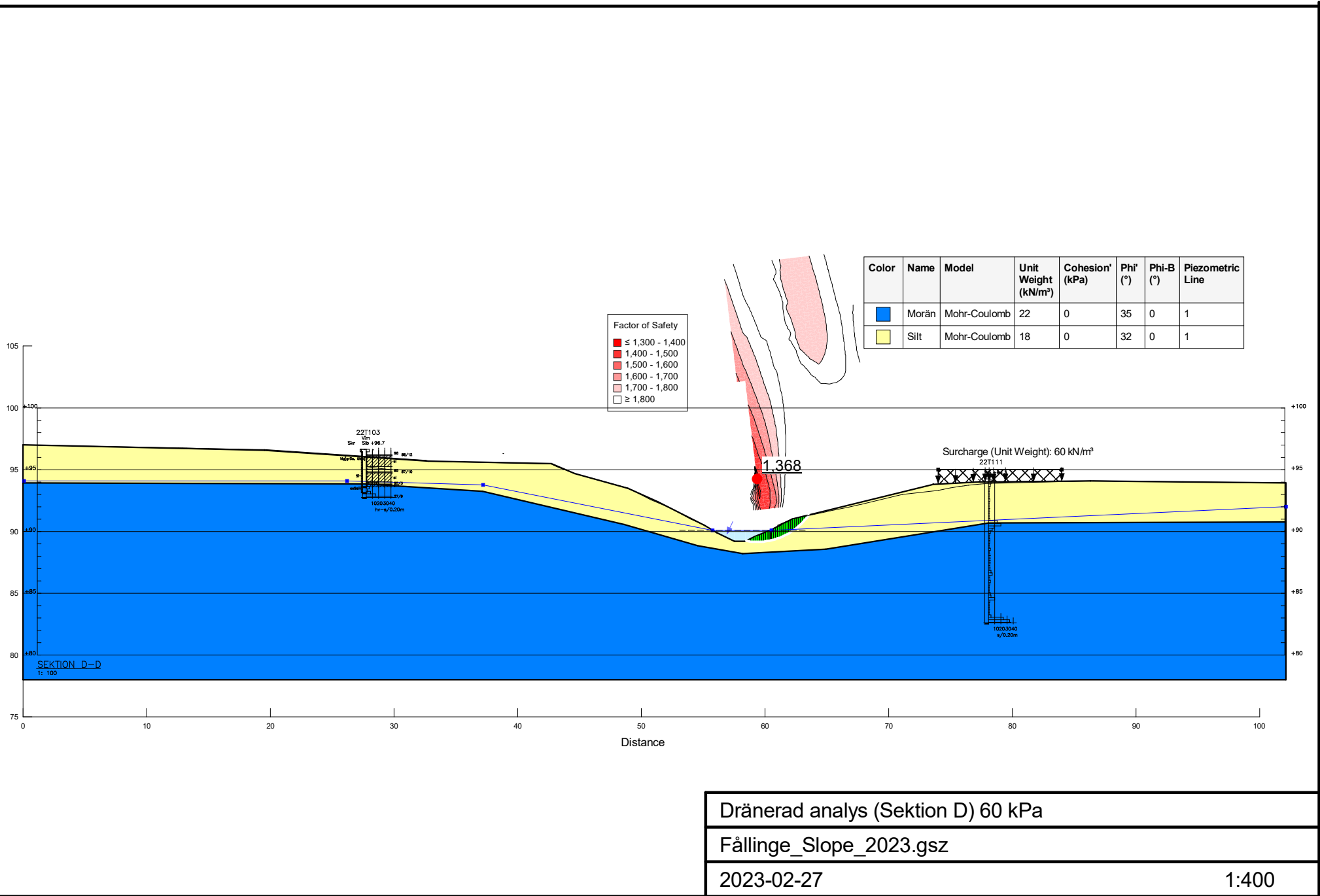
Fällinge_Slope_2023.gsz

2023-02-27

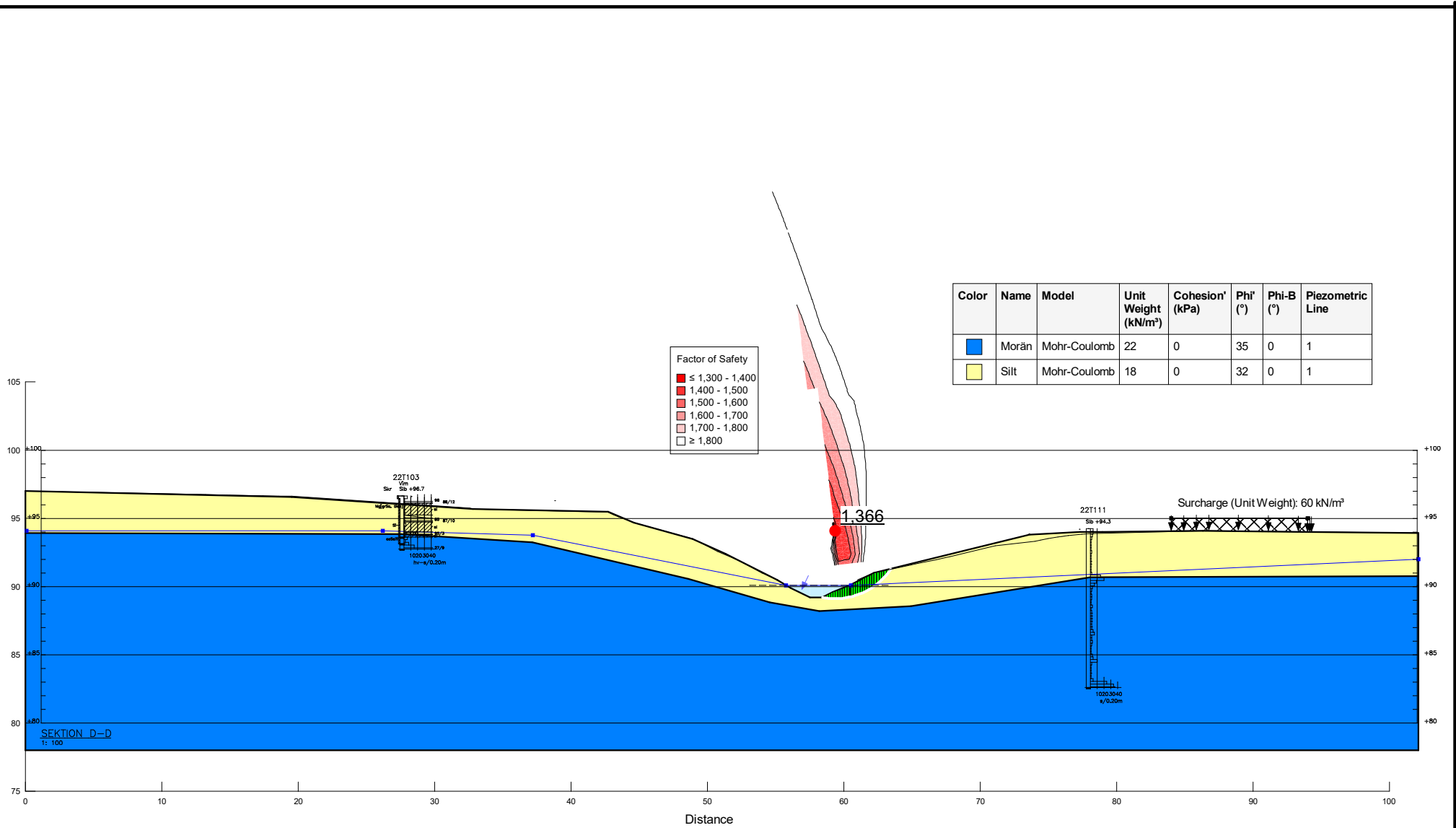
1:300



Dränerad analys (Sektion D)
Fällinge_Slope_2023.gsz
2023-02-27
1:400



Dränerad analys (Sektion D) 60 kPa
Fällinge_Slope_2023.gsz
2023-02-27
1:400



Dränerad analys (Sektion D) 60 kPa 10 m

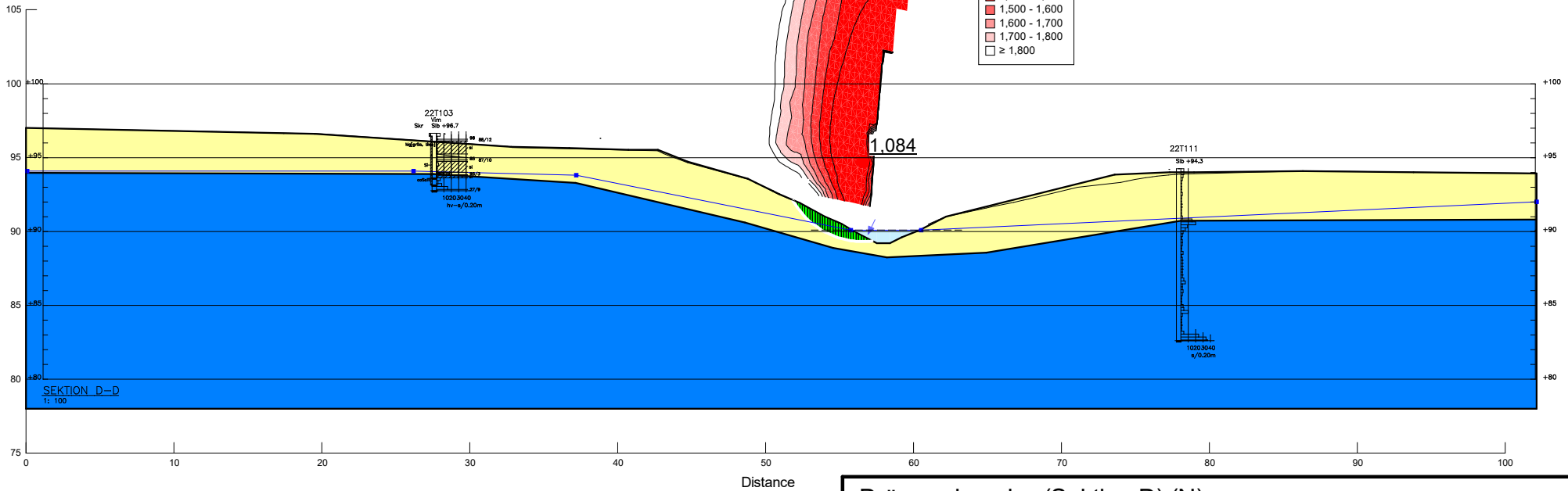
Fällinge_Slope_2023.gsz

2023-02-27

1:400

Color	Name	Model	Unit Weight (kN/m ³)	Cohesion (kPa)	Phi' (°)	Phi-B (°)	Piezometric Line
Blue	Morän	Mohr-Coulomb	22	0	35	0	1
Yellow	Silt	Mohr-Coulomb	18	0	32	0	1

Factor of Safety	
Dark Red	≤ 1,300 - 1,400
Red	1,400 - 1,500
Light Red	1,500 - 1,600
Very Light Red	1,600 - 1,700
White	1,700 - 1,800
White	≥ 1,800



Dränerad analys (Sektion D) (N)

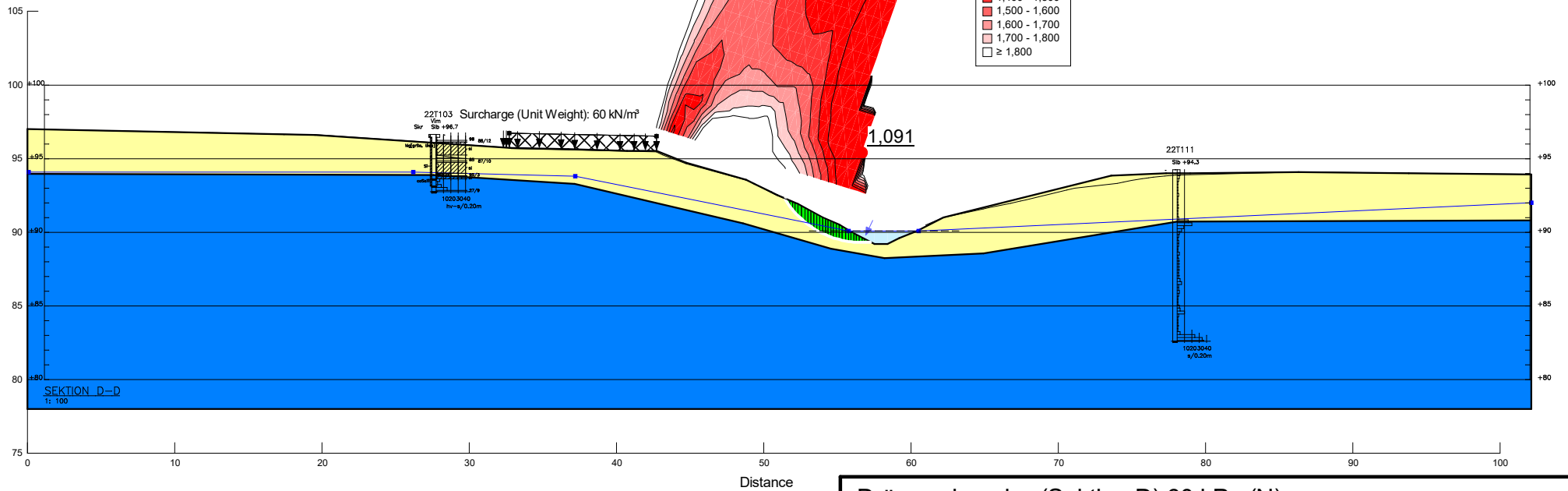
Fällinge_Slope_2023.gsz

2023-02-27

1:400

Color	Name	Model	Unit Weight (kN/m ³)	Cohesion (kPa)	Phi' (°)	Phi-B (°)	Piezometric Line
Blue	Morän	Mohr-Coulomb	22	0	35	0	1
Yellow	Silt	Mohr-Coulomb	18	0	32	0	1

Factor of Safety	
Red (darkest)	≤ 1,300 - 1,400
Red	1,400 - 1,500
Light Red	1,500 - 1,600
Very Light Red	1,600 - 1,700
White	1,700 - 1,800
White	≥ 1,800



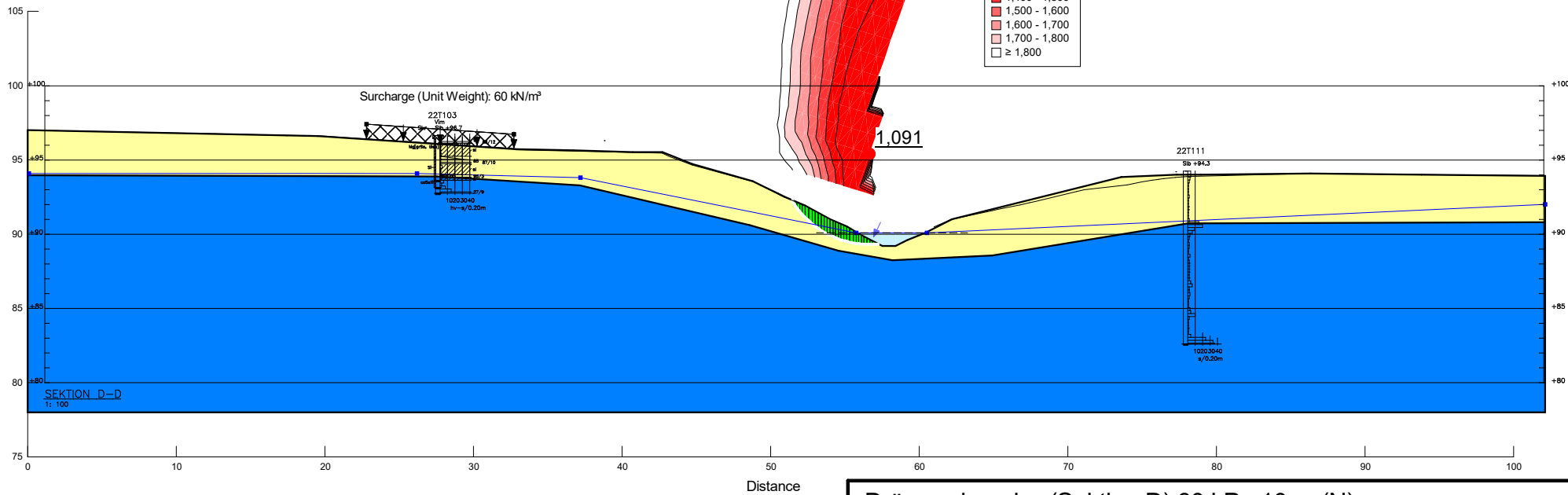
Dränerad analys (Sektion D) 60 kPa (N)

Fällinge_Slope_2023.gsz

2023-02-27 1:400

Color	Name	Model	Unit Weight (kN/m ³)	Cohesion (kPa)	Phi' (°)	Phi-B (°)	Piezometric Line
Blue	Morän	Mohr-Coulomb	22	0	35	0	1
Yellow	Silt	Mohr-Coulomb	18	0	32	0	1

Factor of Safety	
Red (darkest)	≤ 1,300 - 1,400
Red	1,400 - 1,500
Light Red	1,500 - 1,600
Very Light Red	1,600 - 1,700
White	1,700 - 1,800
White	≥ 1,800

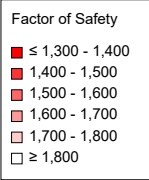


Dränerad analys (Sektion D) 60 kPa 10 m (N)

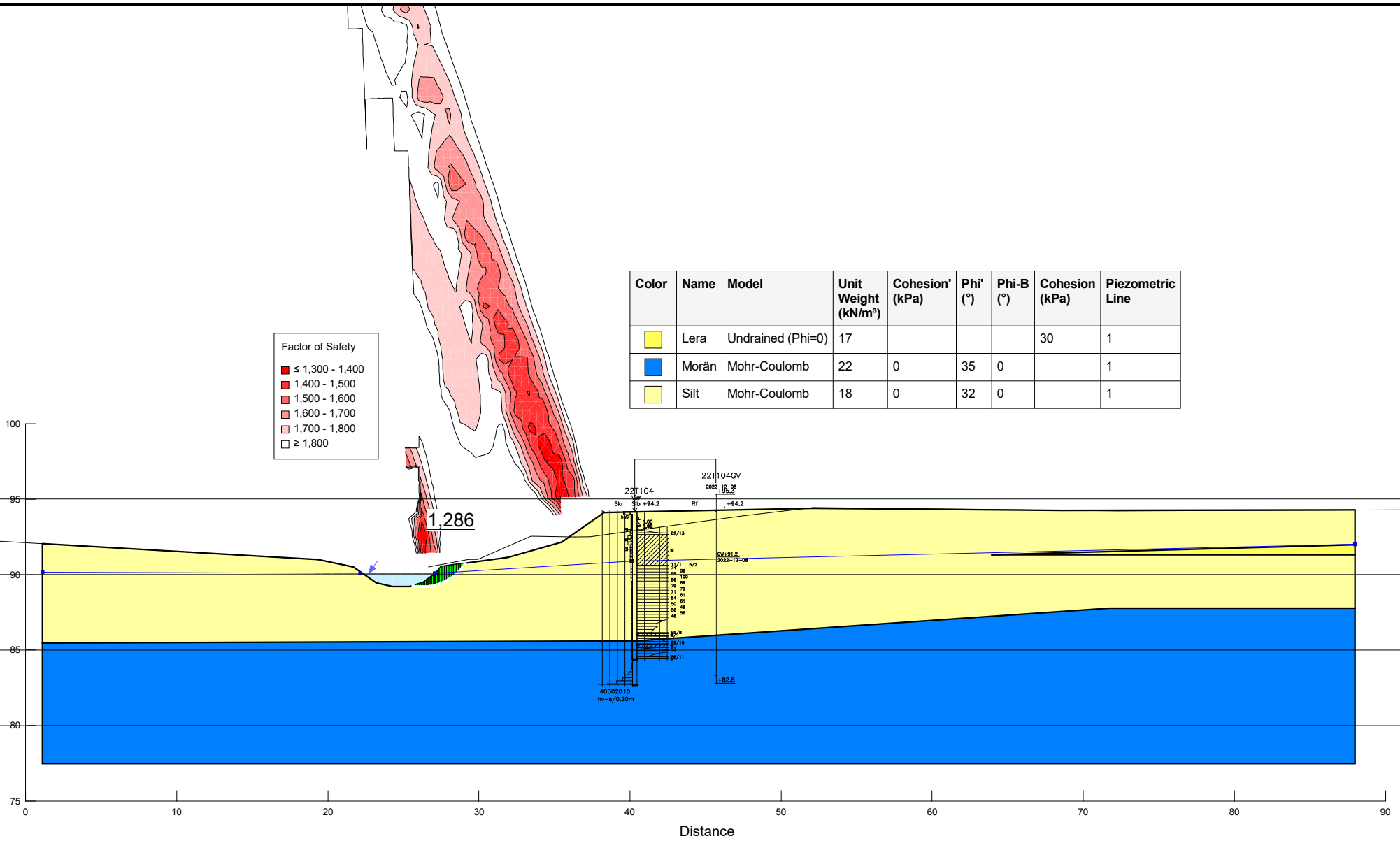
Fällinge_Slope_2023.gsz

2023-02-27

1:400



Color	Name	Model	Unit Weight (kN/m ³)	Cohesion (kPa)	Phi' (°)	Phi-B (°)	Cohesion (kPa)	Piezometric Line
Yellow	Lera	Undrained (Phi=0)	17				30	1
Blue	Morän	Mohr-Coulomb	22	0	35	0		1
Light Yellow	Silt	Mohr-Coulomb	18	0	32	0		1

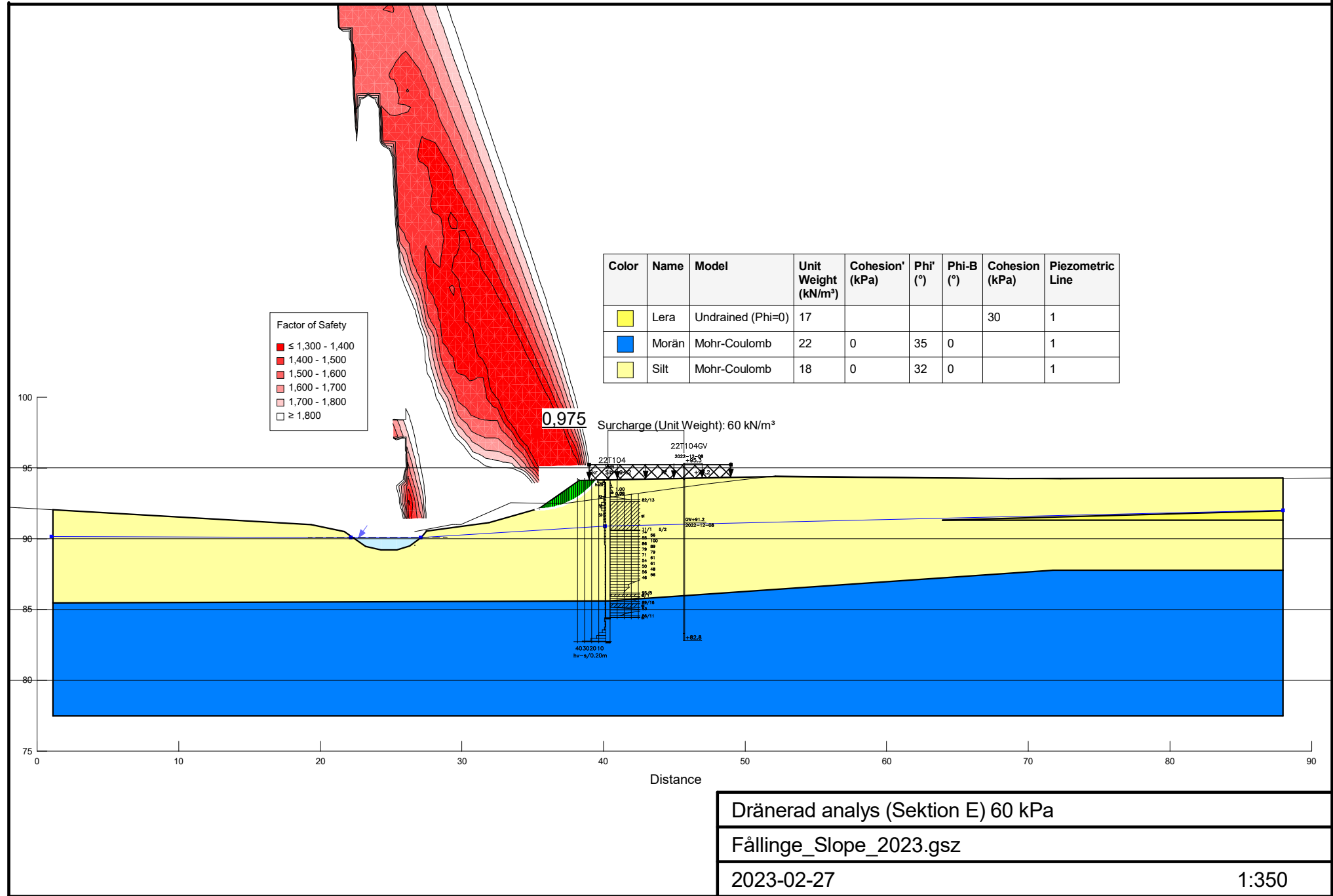


Dränerad analys (Sektion E)

Fällinge_Slope_2023.gsz

2023-02-27

1:350

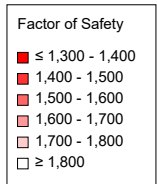


Factor of Safety

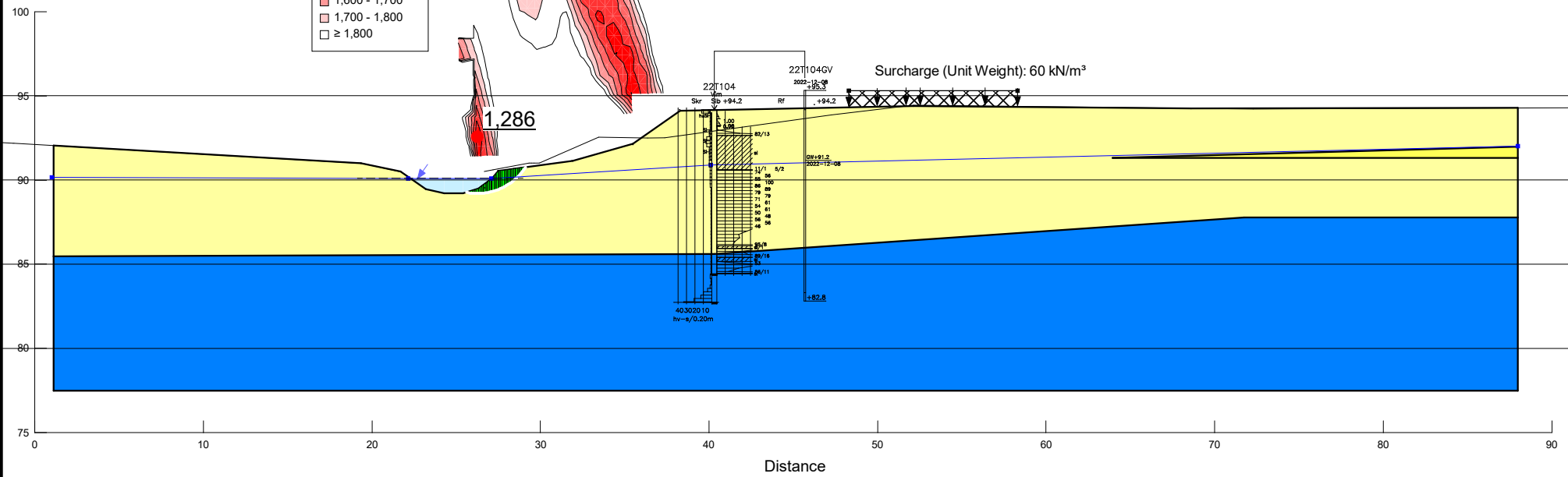
- ≤ 1,300 - 1,400
- 1,400 - 1,500
- 1,500 - 1,600
- 1,600 - 1,700
- 1,700 - 1,800
- ≥ 1,800

Color	Name	Model	Unit Weight (kN/m³)	Cohesion' (kPa)	Phi' (°)	Phi-B (°)	Cohesion (kPa)	Piezometric Line
Yellow	Lera	Undrained (Phi=0)	17				30	1
Blue	Morän	Mohr-Coulomb	22	0	35	0		1
Light Yellow	Silt	Mohr-Coulomb	18	0	32	0		1

Dränerad analys (Sektion E) 60 kPa
Fällinge_Slope_2023.gsz
2023-02-27
1:350



Color	Name	Model	Unit Weight (kN/m ³)	Cohesion (kPa)	Phi' (°)	Phi-B (°)	Cohesion (kPa)	Piezometric Line
Yellow	Lera	Undrained (Phi=0)	17				30	1
Blue	Morän	Mohr-Coulomb	22	0	35	0		1
Light Yellow	Silt	Mohr-Coulomb	18	0	32	0		1



Dränerad analys (Sektion E) 60 kPa 10 m

Fällinge_Slope_2023.gsz

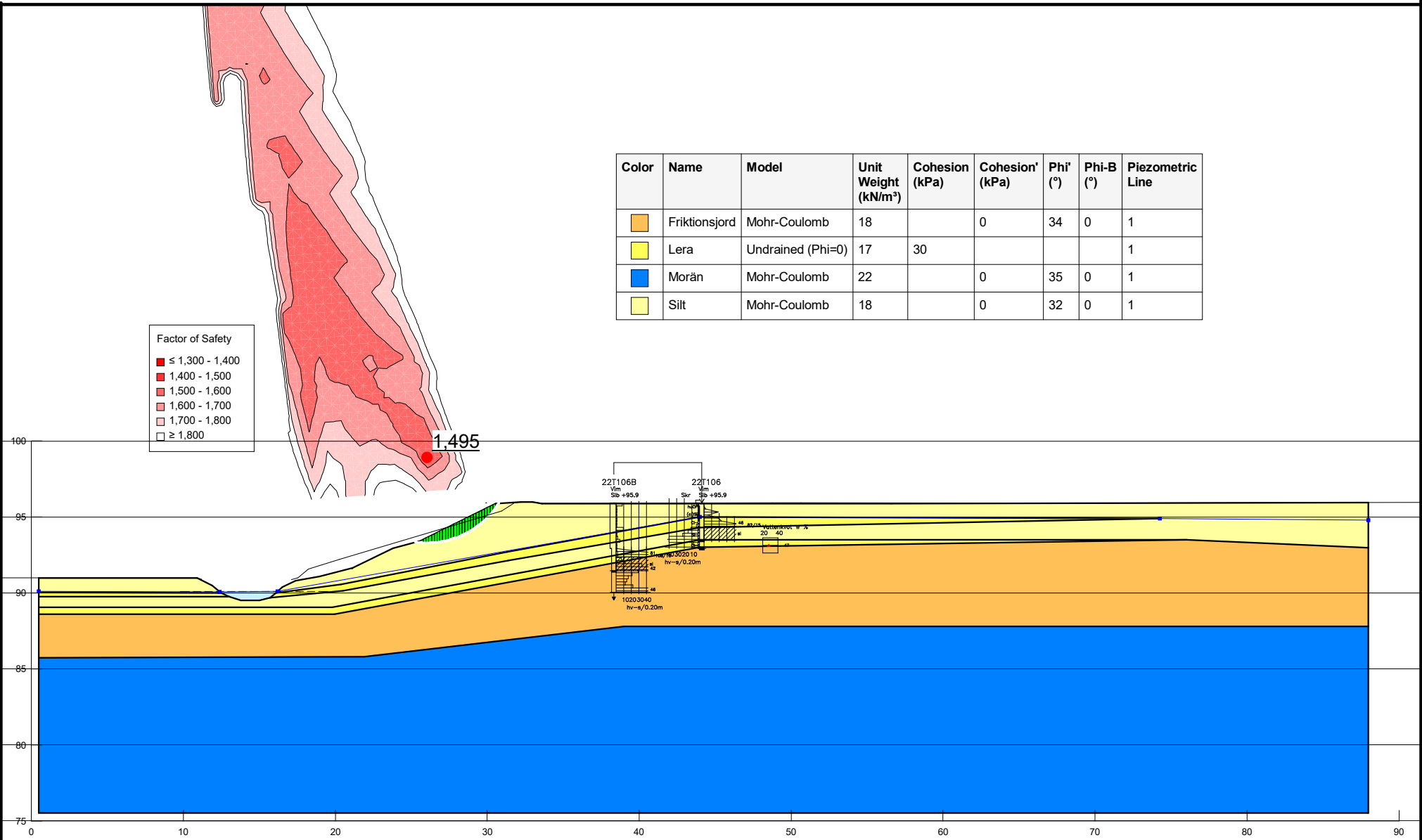
2023-02-27

1:350

Color	Name	Model	Unit Weight (kN/m³)	Cohesion (kPa)	Cohesion' (kPa)	Phi' (°)	Phi-B (°)	Piezometric Line
Orange	Friktionsjord	Mohr-Coulomb	18		0	34	0	1
Yellow	Lera	Undrained (Phi=0)	17	30				1
Blue	Morän	Mohr-Coulomb	22		0	35	0	1
Light Yellow	Silt	Mohr-Coulomb	18		0	32	0	1

Factor of Safety

- ≤ 1,300 - 1,400
- 1,400 - 1,500
- 1,500 - 1,600
- 1,600 - 1,700
- 1,700 - 1,800
- ≥ 1,800



Odränerad analys (Sektion F)

Fällinge_Slope_2023.gsz

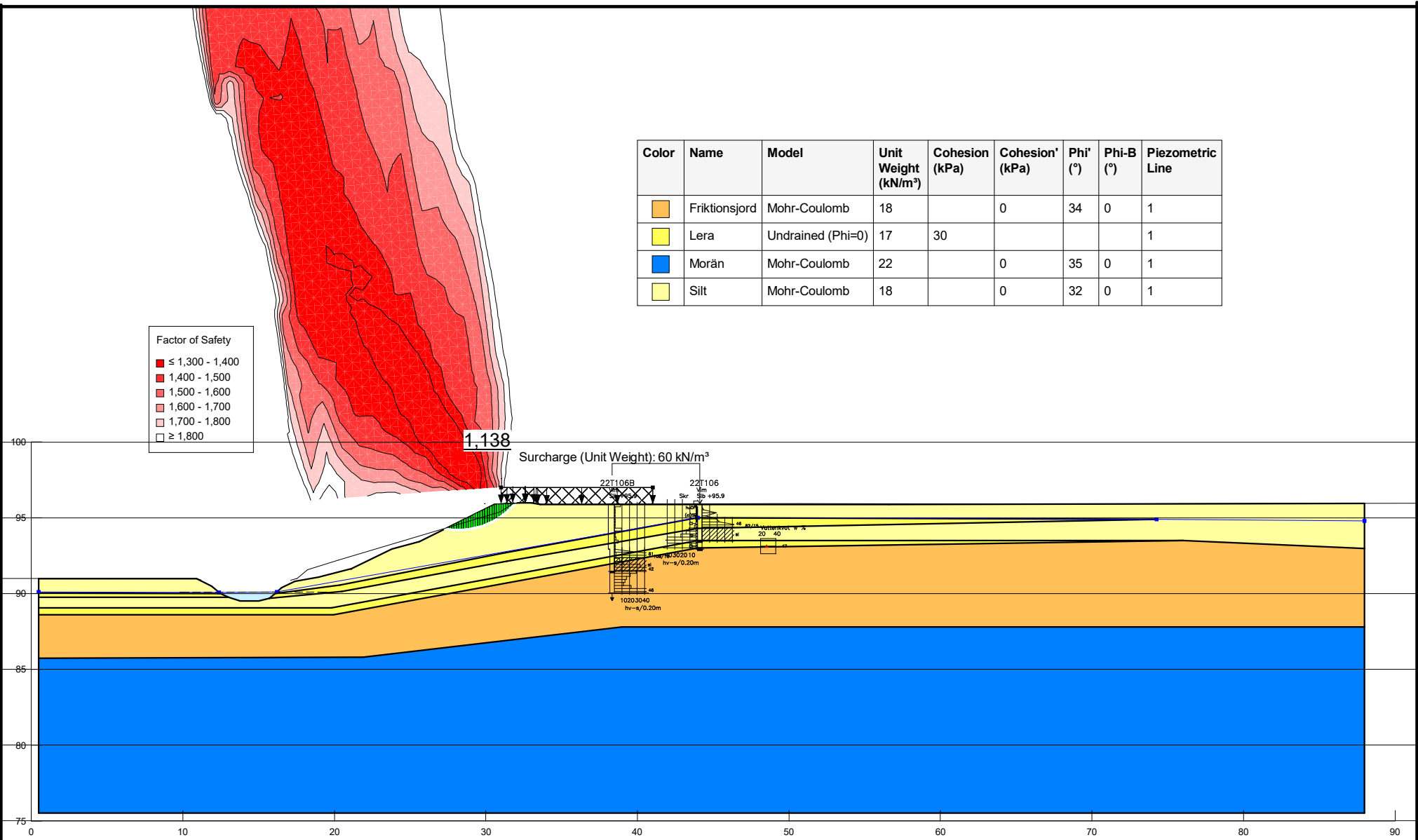
2023-02-27

1:350

Color	Name	Model	Unit Weight (kN/m ³)	Cohesion (kPa)	Cohesion' (kPa)	Phi' (°)	Phi-B (°)	Piezometric Line
Orange	Friktionsjord	Mohr-Coulomb	18		0	34	0	1
Yellow	Lera	Undrained (Phi=0)	17	30				1
Blue	Morän	Mohr-Coulomb	22		0	35	0	1
Light Yellow	Silt	Mohr-Coulomb	18		0	32	0	1

Factor of Safety

Dark Red	≤ 1,300 - 1,400
Red	1,400 - 1,500
Light Red	1,500 - 1,600
Very Light Red	1,600 - 1,700
White	1,700 - 1,800
White	≥ 1,800

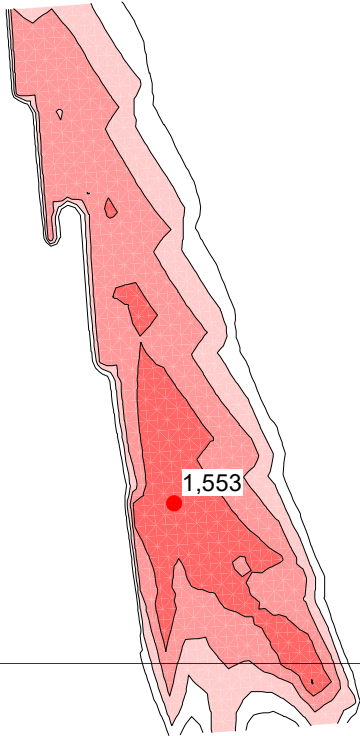


Odränerad analys (Sektion F) 60 kPa

Fällinge_Slope_2023.gsz

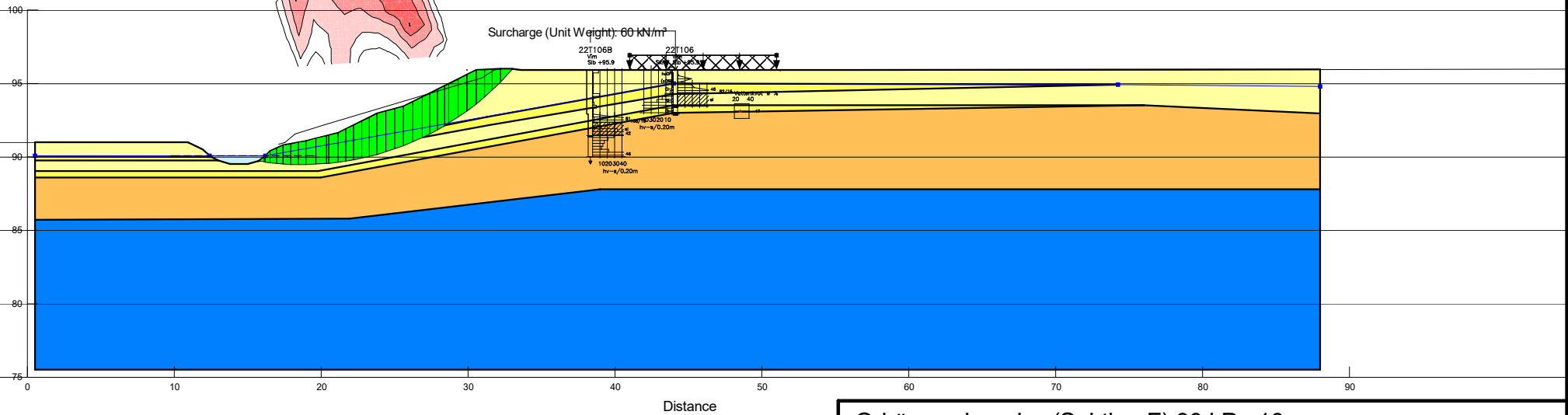
2023-02-27

1:350



Color	Name	Model	Unit Weight (kN/m³)	Cohesion (kPa)	Cohesion' (kPa)	Phi' (°)	Phi-B (°)	Piezometric Line
Orange	Friktionsjord	Mohr-Coulomb	18		0	34	0	1
Yellow	Lera	Undrained (Phi=0)	17	30				1
Blue	Morän	Mohr-Coulomb	22		0	35	0	1
Light Yellow	Silt	Mohr-Coulomb	18		0	32	0	1

Factor of Safety	
Dark Red	≤ 1,300 - 1,400
Red	1,400 - 1,500
Light Red	1,500 - 1,600
Orange-Red	1,600 - 1,700
Light Orange	1,700 - 1,800
White	≥ 1,800

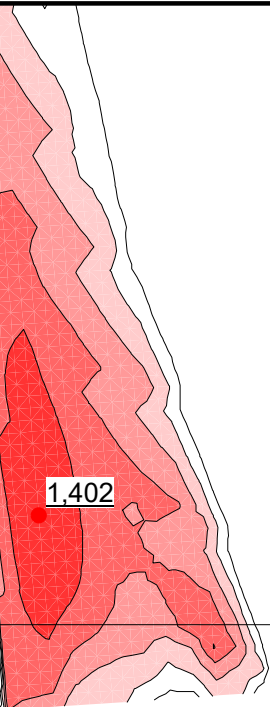
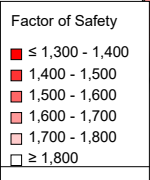


Odränerad analys (Sektion F) 60 kPa 10 m

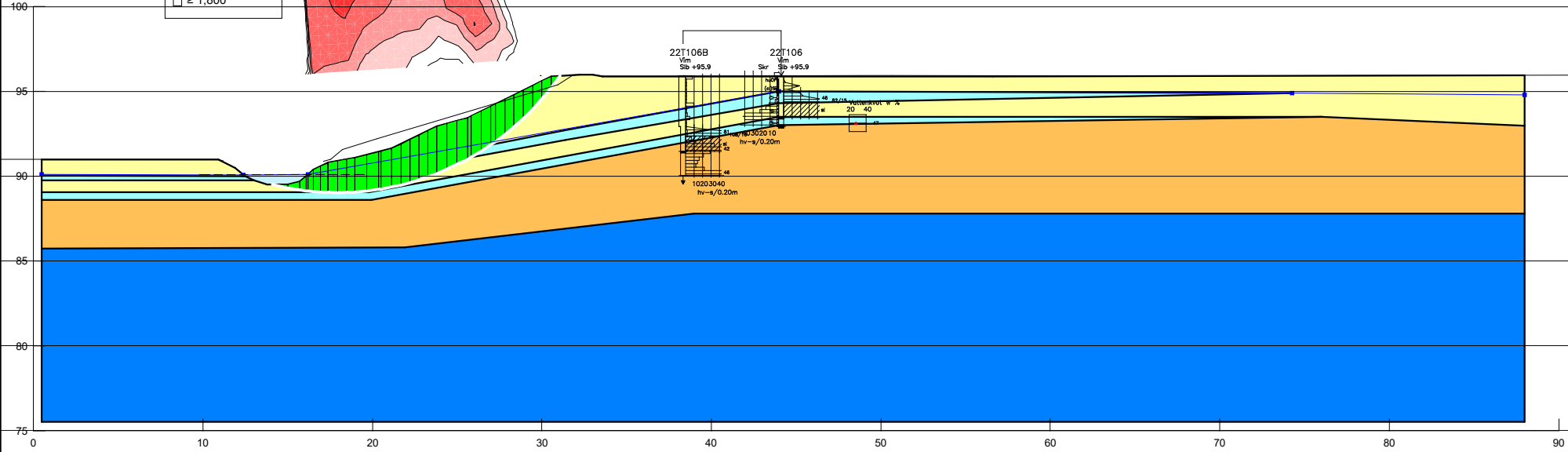
Fällinge_Slope_2023.gsz

2023-02-27

1:400



Color	Name	Model	Unit Weight (kN/m ³)	Cohesion' (kPa)	Phi' (°)	C-Top of Layer (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m ²)/m)	Cu-Top of Layer (kPa)	Cu-Rate of Change ((kN/m ²)/m)	C/Cu Ratio	Phi-B (°)	Piezometric Line
Orange	Friktionsjord	Mohr-Coulomb	18	0	34						0	1
Cyan	Lera (komb)	Combined, S=(depth)	17		30	0	0	30	0	0,1		1
Blue	Morän	Mohr-Coulomb	22	0	35						0	1
Yellow	Silt	Mohr-Coulomb	18	0	32						0	1

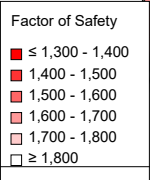


Kombinerad analys (Sektion F)

Fällinge_Slope_2023.gsz

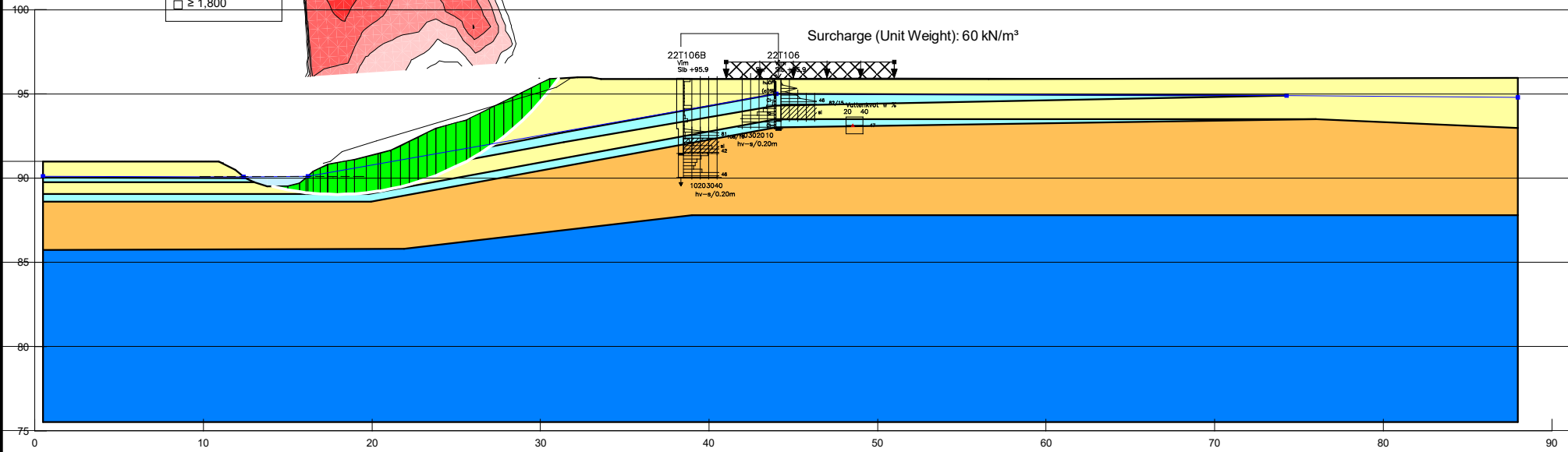
2023-02-27

1:350



1,402

Color	Name	Model	Unit Weight (kN/m ³)	Cohesion' (kPa)	Phi' (°)	C-Top of Layer (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m ²)/m)	Cu-Top of Layer (kPa)	Cu-Rate of Change ((kN/m ²)/m)	C/Cu Ratio	Phi-B (°)	Piezometric Line
Orange	Friktionsjord	Mohr-Coulomb	18	0	34						0	1
Cyan	Lera (komb)	Combined, S=f(depth)	17		30	0	0	30	0	0,1		1
Blue	Morän	Mohr-Coulomb	22	0	35						0	1
Yellow	Silt	Mohr-Coulomb	18	0	32						0	1

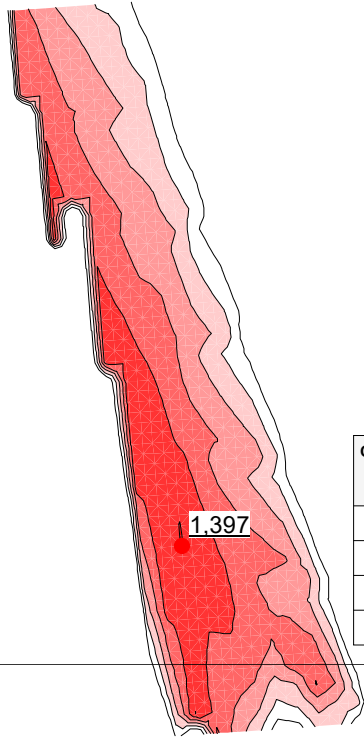


Kombinerad analys (Sektion F) 60 kPa 10 m

Fällinge_Slope_2023.gsz

2023-02-27

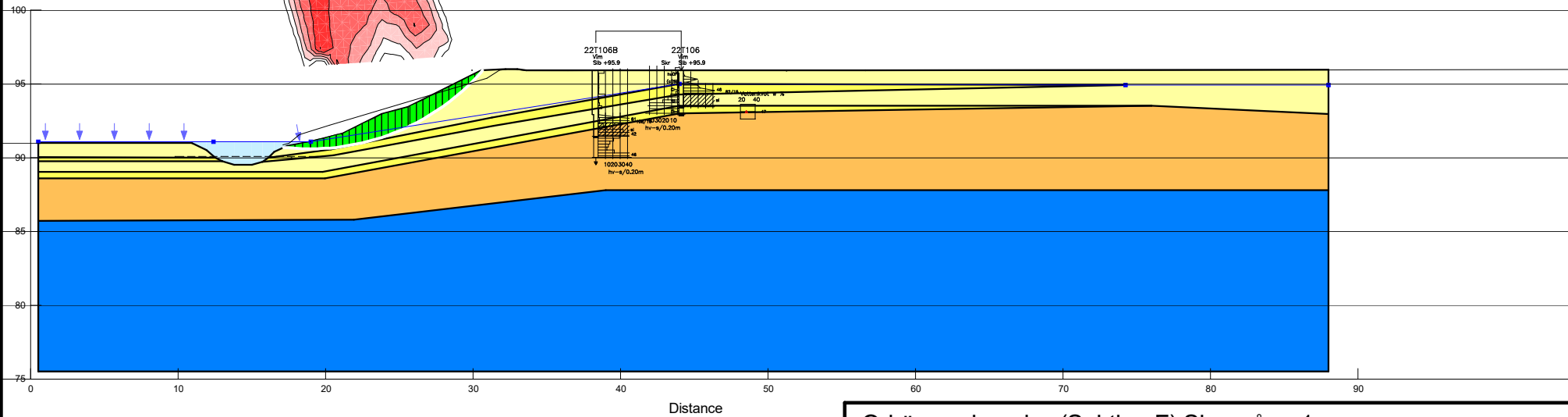
1:350



1.397

Color	Name	Model	Unit Weight (kN/m ³)	Cohesion (kPa)	Cohesion' (kPa)	Phi' (°)	Phi-B (°)	Piezometric Line
Orange	Friktionsjord	Mohr-Coulomb	18		0	34	0	1
Yellow	Lera	Undrained (Phi=0)	17	30				1
Blue	Morän	Mohr-Coulomb	22		0	35	0	1
Light Yellow	Silt	Mohr-Coulomb	18		0	32	0	1

Factor of Safety	
Dark Red	≤ 1,300 - 1,400
Red	1,400 - 1,500
Light Red	1,500 - 1,600
Orange-Red	1,600 - 1,700
Light Orange	1,700 - 1,800
White	≥ 1,800



Odränerad analys (Sektion F) Skenaån +1

Fällinge_Slope_2023.gsz

2023-02-27

1:400