

PM Geoteknik

Rådmansbackarna, Trosa



Ändringsförteckning

Ver	Datum	Ändringsbeskrivning	Granskad	Godkänd av

Uppdrag

Uppdragsnummer

Kund

Datum

Dokumentreferens

Rådmansbackarna, Trosa

30048128

Trosa kommun

2024-10-04

WG

\\sestofs010\projekt\22284\30048128_dp_rådmansbackarna_trosa\000\10_text\lg\30048128 pm geoteknik rådmansbackarna.docx

Innehållsförteckning

1	Uppdragsinformation	5
2	Ändamål	6
3	Underlag	7
3.1	Koordinat- och höjdsystem	8
3.2	Geotekniska undersökningar	8
4	Styrande dokument	9
5	Projekteringsanvisningar	9
5.1	Indelning och redovisning av stabilitetsförutsättningar	9
6	Geotekniska förhållanden	11
6.1	Topografi och områdesbeskrivning	11
6.1.1	Trosaåns topografi	12
6.2	Geologiska förutsättningar	12
6.3	Geoteknisk översikt	14
6.3.1	Jordlagerförhållanden	14
6.4	Jordens deformationsegenskaper	21
7	Tidigare utförda stabilitetsberäkningar och resultat	23
7.1.1	Resultat från Trafikverket utredning	23
7.1.2	Resultat från Nyängsområdet	25
7.1.3	Resultat från Miljöstation	26
8	Vattenstånd och flöden i Trosaån	28
8.1	Karakteristiska portryck och vattenstånd i Trosaån	29
8.1.1	Erosion	30
9	Dimensioneringsparametrar för stabilitetsberäkningar	31
9.1	Jordens skjuvhållfasthet	31
9.1.1	Odränerad skjuvhållfasthet	32
9.2	Dränerad skjuvhållfasthet	33
9.3	Densitet	34
9.4	Konflytgräns	34
9.5	Sensitivitet	34
10	Säkerhetskrav	37
11	Stabilitetsberäkningar	38
11.1	Beräkningsförutsättningar	38
11.1.1	Stabiliteten för kvartersmarken	38

11.1.2	Stabilitet mot Trosaån, utanför detaljplan.....	41
11.1.3	Begränsningar i laster och beräkningar	44
11.2	Beräkningsresultat.....	44
11.2.1	Kommentarer till stabilitetsberäkningarna	48
11.2.2	Åtgärder	49
11.3	Sammanfattande slutsats	51
12	Fördröjningsmagasin	51
12.1	Stabilitet vid fördröjningsmagasin.....	52
12.2	Restriktioner vid fördröjningsmagasin	52
13	Geotekniska aspekter.....	52
13.1.1	Stabilitet.....	52
13.1.2	Marknivåer	53
13.1.3	Bärighet	54
13.1.4	Sättningar	54
13.1.5	Schakter och fyllnadsarbeten	55
13.1.6	Ledningar.....	55
13.1.7	Radon	55
13.1.8	Omhändertagande av dagvatten.....	55
13.1.9	Detaljplanens östra sida	56
14	Kommentarer och rekommendationer	57
14.1	Samordning	57
15	Bilagor	58

1 Uppdragsinformation

På uppdrag av Trosa kommun, Linda Axelsson, har Sweco Sverige AB utfört en inläsning och sammanfattning av äldre geotekniska undersökningar samt kompletterat utredningen med markundersökningar inom området vid direkt anslutning till Rådmansbackarna, Trosa. Den geotekniska utredningen redovisas som underlag för planerad verksamhets- och bostadsbebyggelse vid Rådmansbackarna i Trosa kommun.

Se Figur 1 för översikt av detaljplan med omgivande områden.



Figur 1. Illustration av föreslagen struktur inom planområdet. Trosaån i väster och fördröjningsmagasin i söder samt befintlig parkering [1].

Syftet med den geotekniska utredningen var att bedöma, dokumentera och beskriva de geotekniska förutsättningarna som ska ligga till underlag för upprättande av detaljplan.

Under hösten 2023 genomförde Sweco en kompletterande geoteknisk utredning. Syftet med den kompletterande geotekniska utredningen var att besvara granskningssynpunkterna från Statens Geotekniska Institut genom att förtydliga och komplettera den tidigare geotekniska utredningen.

Inom ramen för planprocessen har ett omfattande äldre material framtaget av såväl Trosa kommun som Trafikverket använts. Dessa underlag redovisas i Bilaga Underlagsförteckning i slutet av denna handling. Planområdet är totalt cirka 15 hektar.

I underlag [1] visas på struktur inom planområdet, se Figur 1. Rådmansbackarna ska med hänsyn till omgivningarna utvecklas till en ny stadsdel för verksamheter, med handel, en drivmedelstation i norr och ny vårdcentral med familjecentral & folktandvård, bostäder i söder samt ett dagvattenmagasin.

Befintlig bebyggelse inom området begränsas till en miljöstation och parkeringsplatser i detaljplanens södra ände. Resterande mark är odlingsmark. Intill odlingsmarken väster om och utanför detaljplanen finns ängsmark och ett träd- och buskbeväxt stråk utmed Trosaån i väster. Öster om detaljplan finns väg 218 och i norr ett skogbevuxet fastmarksparti.

Vidare skrivs i [1] att ”Ny bebyggelse och i viss mån även infrastruktur kommer att kräva stabiliseringsåtgärder. Marken kommer även behöva justeras vid genomförandet vilket också kommer kräva geotekniska åtgärder.”

Detaljplan har förändrats under framtagande och detaljplanens omfattning framgår av Figur 1. Koloniområde i norr och grönområde mellan Trosaån och nyexploatering inte längre ingår i detaljplanen.

I nuläget går Sörmlandsleden genom det planerade grönstråket utanför detaljplanen cirka tio meter öster om släntrönen Trosaån.

2 Ändamål

Syftet med denna kompletterande utredning har varit att ge underlag för den hänsynstaganden som behöver inarbetas vid projektering av byggnadernas grundläggning, ledningar, gator samt höjdsättningen av området samt utreda, bedöma, dokumentera de geotekniska förutsättningarna som ska ligga till grund för detaljplanen.

Den geotekniska totalstabiliteten mot Trosaån som ligger utanför detaljplan är undersökt för att säkerställa att otillfredsställande stabilitet utanför planområdet inte påverkar planområdets stabilitet.

Denna redovisning är ett projekteringsunderlag som avses ligga till grund för detaljplanearbete och fortsatt projekteringen. För bygghandling skall redovisningen omarbetas.

3 Underlag

Underlag för denna utredning har varit följande utredningar:

- [1] PLANBESKRIVNING, Dnr SBN 2021/26, Detaljplan för Rådmansbackarna 11:1 m.fl., Rådmansbackarna, Trosa kommun, antagandehandling, daterad 2024-09-27
- [2] Trosa, Nyängen, Kv Kungsstrand 2, Geoteknisk utredning, projekteringsunderlag, SWECO VBB AB Geoteknik/Stockholm, daterad 2003-10-01
- [3] TROSA KOMMUN, MILJÖSTATION TROSA, Geoteknisk PM Projekteringsunderlag, Sweco Infrastructure AB, Uppdragsnummer 2180513000, daterad 2009-12-11
- [4] MUR, Markteknisk undersökningsrapport, GC-bro vid Nyängsvägen, Geoteknisk undersökning, Trosa, Trotab, Sweco Infrastructure AB, Uppdragsnummer 2180659000, daterad 2012-03-13
- [5] Trosaån, Teknisk PM Geoteknik, Förstudie, Grontmij, uppdragsnummer: 10005317, handlingsnummer 0G140001, daterad 2012-06-04
- [6] Hydrologisk/hydraulisk utredning för Trosaån vid Nyängen och i Vagnhärad, VVB Viak AB, daterad 1991-02-19
- [7] Markteknisk undersökningsrapport, Detaljplan Rådmansbackarna, uppdragsnummer 30048128, Sweco Sverige AB, daterad 2023-01-26, uppdaterad 2024-10-04
- [8] Översiktlig kartering av stabilitetsförhållanden i bebyggda områden, Trosa kommun, Södermanlandslän, Statens geotekniska institut, dnr 2-9706-284, daterad 1997-11-24, nedladdad från MSB:s hemsida 2022-10-23
- [9] Samrådsunderlag, Tre fiskpassager i Trosaån – åtgärder av vandringshinder för fisk, Sweco Environment AB, daterad 2019-01-09
- [10] Fortune fastighets AB, Trosa, Västra Nyängen, Villaområde, Geoteknisk rapport, VVB VIAK AB, uppdragsnummer 1172-96046, daterad 1996-08-12
- [11] Vägledning för erosionsutredning i vattendrag. Förstudie, Statens geotekniska institut, Linköping, 2020-12-07
- [12] Muntligt om Trosas lokala höjdsystems relation till RH2000, Karin Söderström Metria, 2023-03-21 (+0,74 m).
- [13] Markteknisk undersökningsrapport / Geoteknik, Ny infart västra Trosa, Vägplan Trafikverket, Granskningshandling projektnummer 152126, handlingsnummer 1G14GT01, 2017-07-05, rev datum 2018-10-11
- [14] Teknisk PM / Geoteknik, Ny infart västra Trosa, Vägplan Trafikverket, projektnummer 152126, Handlingsnummer 1G14GT02, 2017-07-05

- [15] PM Vattenståndsberäkningar Trosaån, Infart Västra Trosa, uppdragsnummer 22030820, handlingsnummer 1W14PM02, 2017-05-08
- [16] Teknisk PM geoteknik samt Projekterings PM Geoteknik, Ny infart västra Trosa, Vägplan med tillhörande bilagor, Trafikverket, projektnummer 152126, Handlingsnummer 1G14GT02 respektive 1G14GT03, 2017-07-05
- [17] Markteknisk undersökningsrapport / Geoteknik, Vägplan, Infart västra Trosa, projektnummer 134151 handlingsnummer 1G140001, 2020-11-13
- [18] Beslut: Fastställelsebeslut av vägplan för Infart västra Trosa samt förändring av kommunalt väghållningsområde och indragning av väg, Trosa kommun, Södermanlands län, TRV ärendenummer 2018/52334, dokumentdatum 2019-01-18
- [19] Metodik för kartläggning av kvicklera, SGI Publikation 46, Linköping 2018
- [20] SGU Jordarts och jorddjupskartor, digitalt www.sgu.se
- [21] Yttrande över granskningshandling, Detaljplan för del av Trosa 11:1 m.fl., Rådmansbackarna, Trosa kommun, diarienummer 5.1-2206-0605, SGI, 2022-11-17
- [22] Yttrande över förnyad granskningshandling, Detaljplan för del av Trosa 11:1 m.fl., Rådmansbackarna, Trosa kommun, diarienummer 5.1-2206-0605, SGI, 2023-05-05
- [23] Fördjupad stabilitetsutredning, Trosa kvarn – Smäckbrogatan, Trosa kommun, Uppdragsnummer 1110445000, VBB VIAK AB, Stockholm 2001-07-16 Rev 2002-07-09
- [24] PLANKARTA, Detaljplan för Rådmansbackarna 11:1 m.fl., Rådmansbackarna, Trosa kommun, antagandehandling, daterad 2022-10-24, uppdaterad 2024-09-27
- [25] Yttrande över granskningshandling, Detaljplan för del av Trosa 11:1 m.fl., Rådmansbackarna, Trosa kommun, diarienummer 4.3.1-2403.0402, SGI, 2024-04-26

3.1 Koordinat- och höjdsystem.

Ny detaljplan upprättas i koordinatsystem SWEREF 99 18 00 och höjdsystem RH2000. Samtligt underlagsmaterial har erhållits eller transformerats till dessa system.

3.2 Geotekniska undersökningar

I samband med framtagandet av vägplan och förfrågningsunderlag för Infart västra Trosa, handlingarna [5],[15],[16],[17] respektive [18] har ett stort antal geotekniska fält- och laboratorieundersökningar genomförts under åren 2012–2020. Dessa undersökningar berör den norra delen av aktuell detaljplan och markområde västerut fram till Trosaån och åns motstående västra sida. Utredningarna i norr resulterade i att Trafikverket fastställde vägplan för infart Västra Trosa, 2019-01-18, se underlag [18].

I den södra delen av aktuellt utredningsområde har tidigare geotekniska undersökningar gjorts för Nyängsområdet och miljöstation, handlingarna [2],[3] och [4].

Inom denna utredning har kompletterande geotekniska undersökningar gjorts i två omgångar och dessa har inarbetats i en markteknisk undersökningsrapport. Handling [7].

4 Styrande dokument

Denna rapport ansluter till SS-EN 1997-1.

- Skredkommissionens rapporter 3:95.
- IEG Rapport 4:2010, Tillståndsbedömning/klassificering av naturliga slänter och slänter med befintlig bebyggelse och anläggningar.
- IEG Rapport 6:2008, revidering 1, EN 1997-1 kapitel 11 och 12, Slänter och bankar
- SGI Vägledning 8

5 Projekteringsanvisningar

Nybyggnation kan förväntas utföras i säkerhetsklass 2, SK2 och Geotekniskt kategori 2, GK2.

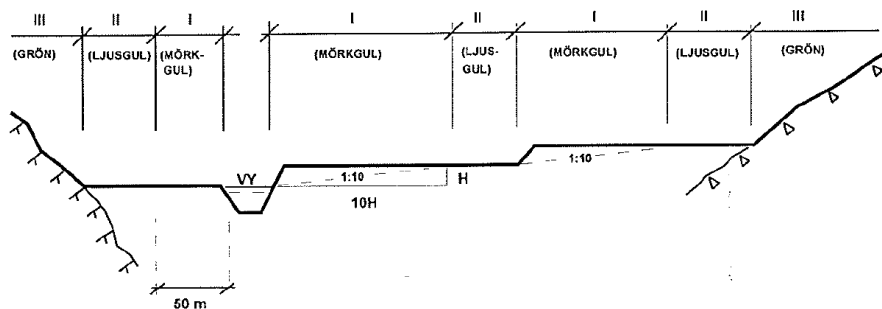
För mark utanför detaljplan i delområde där kvicklera finns tillämpas SK3.

Krav för stabilitet mot Trosaån framgår från tabell 8.1 i Skredkommissionens rapport 3:95 alternativt IEG 4:2010 tabell 4.2, med tillhörande texter, samt av SGI Vägledning 8.

Trosa kommun har historisk låtit utföra en mängd stabilitetsutredningar från centralorten Trosa utmed ån till och inom Vagnhärad. Dessa är utförda med karaktäristiska värden och redovisade med totalstabilitetsfaktorer. För tydlighets skull och minimerande av missförstånd fortsätter denna utredning med redovisning med totalsäkerhetsfaktor.

5.1 Indelning och redovisning av stabilitetsförutsättningar

Enligt översiktlig kartering av stabilitetsförhållanden i bebyggda områden, handling [8] så finns kriterier för indelning och redovisning av stabilitetsförhållanden i lermark. Se Figur 2. Med underlag ur översiktlig kartering av stabilitetsförhållanden i bebyggda områden, Trosa kommun, Södermanlandslän, SGI, dnr 2-9706-284, daterad 1997-11-24.



FIGUR 1. Kriterier för indelning och redovisning av stabilitetsförutsättningarna i lermark.

Figur 2 Kriterier för indelning enligt Statens geotekniska instituts översiktliga skredriskkartering [8].

Om en 1:10 slänt läggs från åbotten så hamnar den minst 40 meter från ån. Beroende på högre markyta längre från ån så hamnar skärningslinjen med markytan och den teoretiska linjen längre än 40 m från ån.

Att jämföra med så kallade skredriskzoner och indelning i zon 1 respektive 2. Se översiktlig kartering av stabilitetsförhållanden i bebyggda områden, Trosa kommun, Södermanlandslän, SGI, dnr 2-9706-284, daterad 1997-11-24 för kriterier avseende klass II (ljusgul) mark

LERA (ljusgul) (FIGUR 1)		
II	Mark på längre avstånd än 10 x slänthöjden räknat från släntfot/strandlinje dock minst 50 m från vattenområden	Normalt tillräckligt med en erfarenhetsbaserad bedömning utförd av geotekniker. I vissa fall kan undersökningar och beräkningar behöva utföras.

Figur 3. Enligt översiktlig kartering av stabilitetsförhållanden i bebyggda områden så beskrivs behov av bedömningar och beräkningar [8].

Geotekniska undersökningar för vägar, TU 158, Vägverket daterad 1984–08. I vägverkets skrift TU 158 beskrivs område för kontroll av släntstabilitet i sidled enligt Figur 4.

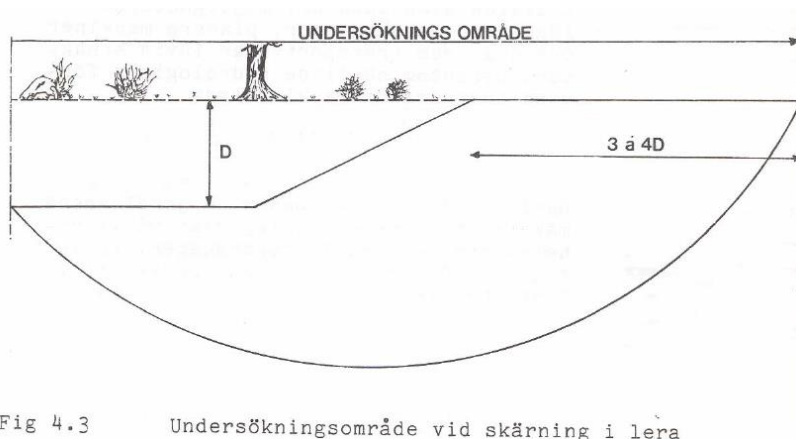


Fig 4.3 Undersökningsområde vid skärning i lera

Figur 4. Utbredning av undersökningsområde vid skärning i lera.

Undersökningsområde i sidled vid Trosaån. Kan även ses som ett påverkansområde på omfattning av markundersökningar. Med en nivåskillnad mellan åbotten och omgivande mark på cirka 3,8 m blir område för påverkan 4 gånger 4 meter, det vill säga cirka 16 meter.

Tidigare utredningar inom området [2] och [16] visar på storlek på påverkansområde bakåt och hur djupa kritiska glidytor beräkningsmässigt blir för aktuella geometri och jordegenskaper.

I Skredkommissionens rapport 3:95 föreslås för detaljerad utredning att 2–3 punkter per sektion utförs varav en sonderingspunkt bör placeras i närheten av släntens fot och en i närheten av dess krön. Vidare finns förslag på att den översta punkten sätts vid fastmarksgränsen om denna ligger inom ett avstånd att ett skred kan tänkas utvecklas dit. Vid stort djup till fastbotten kan undersökningar begränsas till vad som anses vara motiverat.

I SGI vägledning 8 skrivs att lämplig omfattning av sonderingarna är två till tre punkter per sektion, varav en sonderingspunkt bör placeras i närheten av släntfoten och en vid släntkrönet.

Vattendragets begränsade nivåskillnader bredd och vattendjup samt att ån är nedskuren i mäktiga sedimenterade jordar ger andra geometriska förutsättningar för placering av sonderingspunkter än föreslaget i de ovan nämnda skrifterna. Rekommendationer som är mer tillämpbara om en mer markerad slänt finns inom utredningsområdet. Med aktuell geometri vid Trosaån så är en sondering vid släntkrön nära släntfoten. Aktuella jorddjup är i många fall större än djupet hos de glidytor med lägst säkerhetsfaktor som utbildas. Fastmarksområdena ligger på stora avstånd från eventuella möjliga skredytor.

6 Geotekniska förhållanden

6.1 Topografi och områdesbeskrivning

Området består av obebyggd åkermark i nordväst och delvis bebyggd mark i syd. Byggnationen består av en parkering och en miljöstation. Marken är relativt plan och ligger mellan nivåerna +2,7 till +7 (RH2000) där de högsta nivåerna återfinns i de östra delarna av området. Aktuellt område ligger på östra sidan om Trosaån och är lätt sluttande ned mot ån.

Utanför detaljplanen och av intresse för stabilitetsfrågor finns Trosaån.

Av ritning i MUR [7] framgår nivåer för befintliga förhållanden inom planområdet och nivåer vid Trosaåns släntrön. Av plankartan [24] framgår planerade framtida marknivåer inom detaljplaneområdet.

6.1.1 Trosaåns topografi

Inom [5] som ligger i områdets norra del beskrivs att i området väster om ån består marken av odlingsmark samt av äng- och betesmark. Närmast strandlinjen växer träd. Vid östra sidan av ån finns en våtmarksanläggning med tillhörande bäck. Öster om denna bäck finns åkermark. Marknivåerna varierar mellan +3,2 och +3,5.

Åfåran är relativt rak i området och löper i riktning NNV – SSO. På den bågiga sidan om ån är strandkanten trädbevuxen medan den västra sidan utgörs av öppen gräsyta/vass. Längs ån finns bestånd av lövträd. [2] Marken på bågiga sidan kring ån ligger till största delen på en relativt flack lutning mot ån.

Nivåskillnaden mellan åbotten och släntrön varierar mellan ca 3 och 4 m. Marken ligger cirka 1–1,5 m över medelvattenståndet i ån [2] och [16].

Angränsande till Trosaåns södra del har småhusbebyggelse anlagts utmed åns västra strand. Det så kallade Nyängsområdet från tidigt 2000-tal.

Inom [2] som ligger i aktuellt områdes södra del har det bottenprofilen undersökts, och efter Swecos platsbesök den 2022-09-23, bedöms uppgifterna vara giltiga även för delar på motsatta sidan ån. Åbotten ligger cirka 3,8 m under omgivande mark. Äldre geotekniska undersökningar visar på att markytan ligger på nivån cirka +3,0 vid södra änden av detaljplan och ned vid ån. [3]

I de fall där äldre undersökningar nyttjar Trosas lokala höjdsystem så har nivåerna transformerats till RH2000 genom att addera 0,74 m (enligt uppgift från Metria, 2023-03-21). Trosaåns topografi och bottenprofil har mätts in av Metria i detta uppdrag. Kompletterande mätningar har sedan utförts av Sweco i samband med undersökningar hösten 2023.

Trosa kvarn är en betongdamm cirka 400 meter nedströms detaljplanen. Dämningsgräns vid Trosa kvarn är +2,58 (RH2000) enligt [6]. Vattenståndet uppströms Trosa kvarn varierar vanligtvis cirka 20 cm [9].

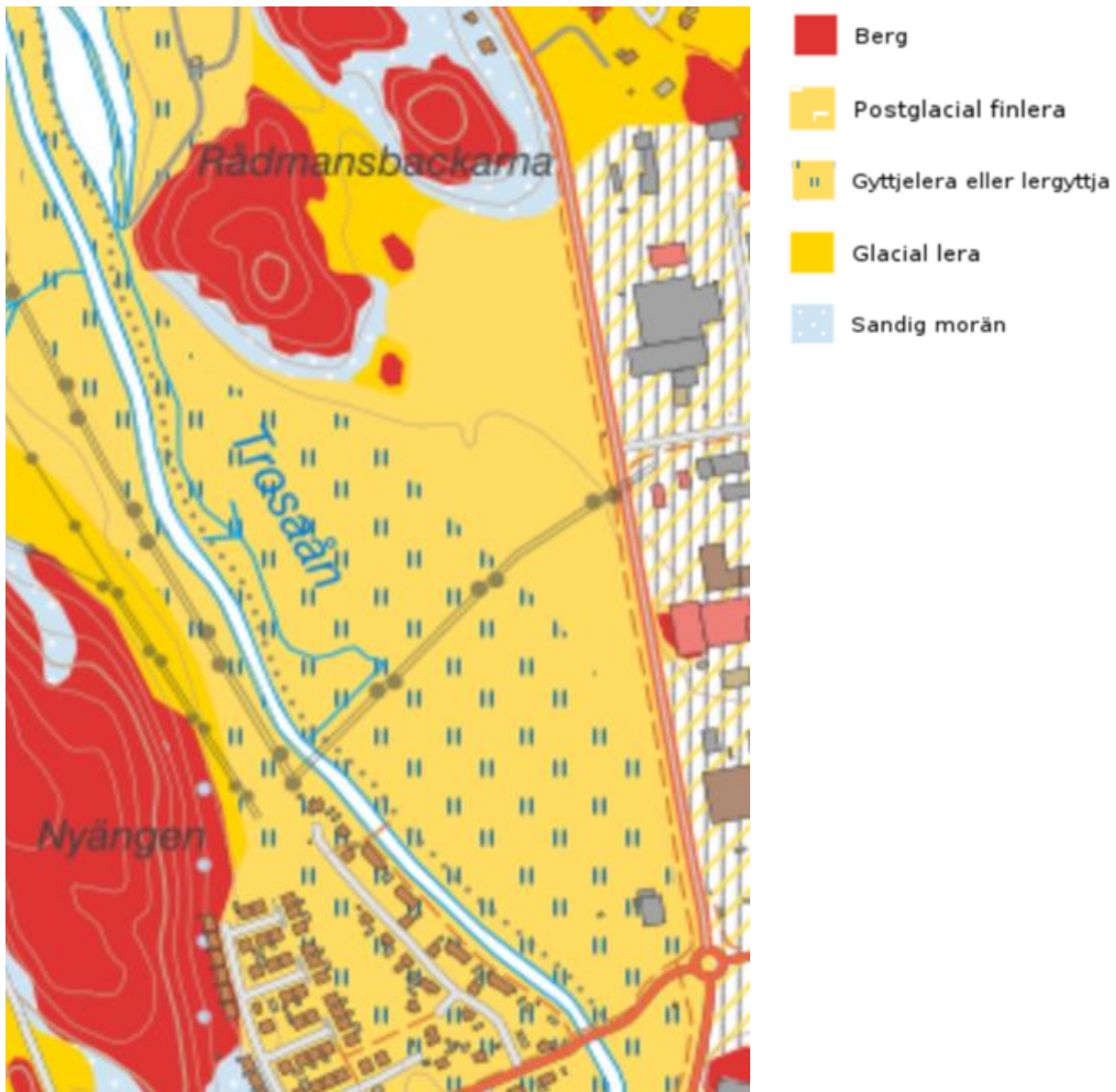
6.2 Geologiska förutsättningar

Detaljplanen utgörs huvudsakligen av postglacial finlera med inslag av glacial lera och berg i dagen i nordost.

Finsedimenten utgörs överst av siltskiktad lera med ökat siltinnehåll mot djupet. På stora djup består sedimenten av lerig silt och silt. Finsedimentens mäktighet är störst i områdets centrala delar av det undersökta området där sonderingar visar på maximalt cirka 35 m mäktighet. Ett område med gyttjelera återfinns i anslutning till Trosaån. Jorden består av finsediment som vilar på friktionsjord på berg. Finsedimenten utgörs överst av siltskiktad lera med ökat siltinnehåll mot djupet. Ytliga jordarter i området enligt Jordartskarta, se Figur 5.

Å-fåran är nedskuren i de sediment som ån själv avsatt i botten av den havsvik som området tidigare utgjort, för cirka 500 år sedan.[10]. Nedskärningen/fördjupningen av åfåran har nu upphört.

De utförda undersökningarna återfinns inom en och samma geologisk formation. (En sådan formation som benämns Ground Model i kommande standard EN 1997-2:202X Geotechnical Design – Part 2: Ground Properties som är under framtagande.)

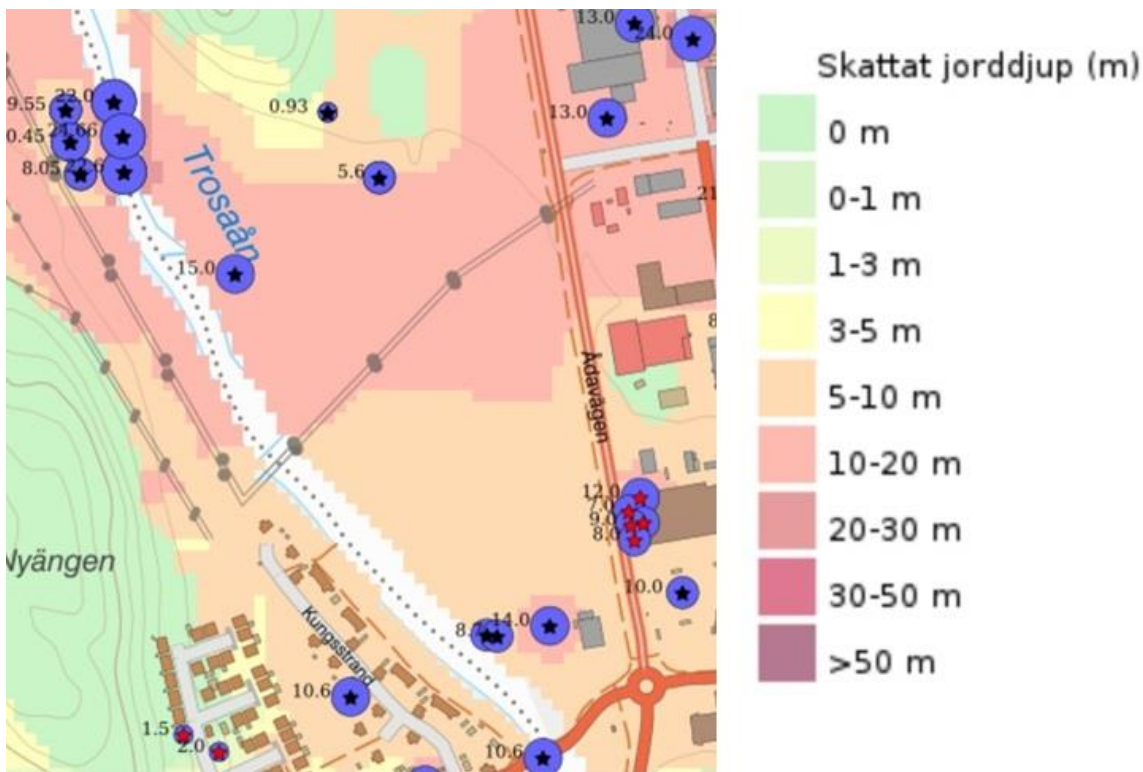


Figur 5. Jordartskarta över planområdet och omkringliggande mark. Morän och berg i dagen-området, markerat med grått respektive rött, begränsar utbredning av eventuella skred vid planområdets nordöstra del. SGU, [20].

Området utmed Trosaån har delats in i delområden där varje del bedömts ha jämförbara egenskaper och liknande jordlagerföljder som uppstått genom samma bildningssätt och påverkats av samma belastningshistorik. Inga belastningar har påförts leran förutom de som kommer av landhöjningen.

Vattenståndet bestäms av en bergtröskel i kvarnfallet cirka 400 m nedströms södra änden av detaljplanen. På grund av åfårans bildningssätt står slänterna i naturlig lutning och i ett stabilitetstillstånd som svarar mot mest ogynnsamma påverkan som hittills uppträtt.

Finsedimentens mäktighet och de totala jorddjupen varierar inom området, se Figur 6.



Figur 6. Jorddjupskarta. Jorddjup enligt SGU [20]. Ledmäktigheten bedöms som mäktigast i de centrala delarna av detaljplanen och minskar norrut och söderut.

Variationer i jorddjup förekommer naturligt inom området dock så kan de övre jordlagrens egenskaper förutsätts vara likartade inom området. Se figur 6.

6.3 Geoteknisk översikt

6.3.1 Jordlagerförhållanden

Underlag från tidigare utförda geotekniska markundersökningar inom detaljplanen och intilliggande områden är utnyttjade för utvärdering av jordegenskaper.

Äldre geotekniska utredningar med stabilitetsberäkningar biläggs denna handling. Översikt undersökningspunkter och sektionsindelning enligt Figur 7.



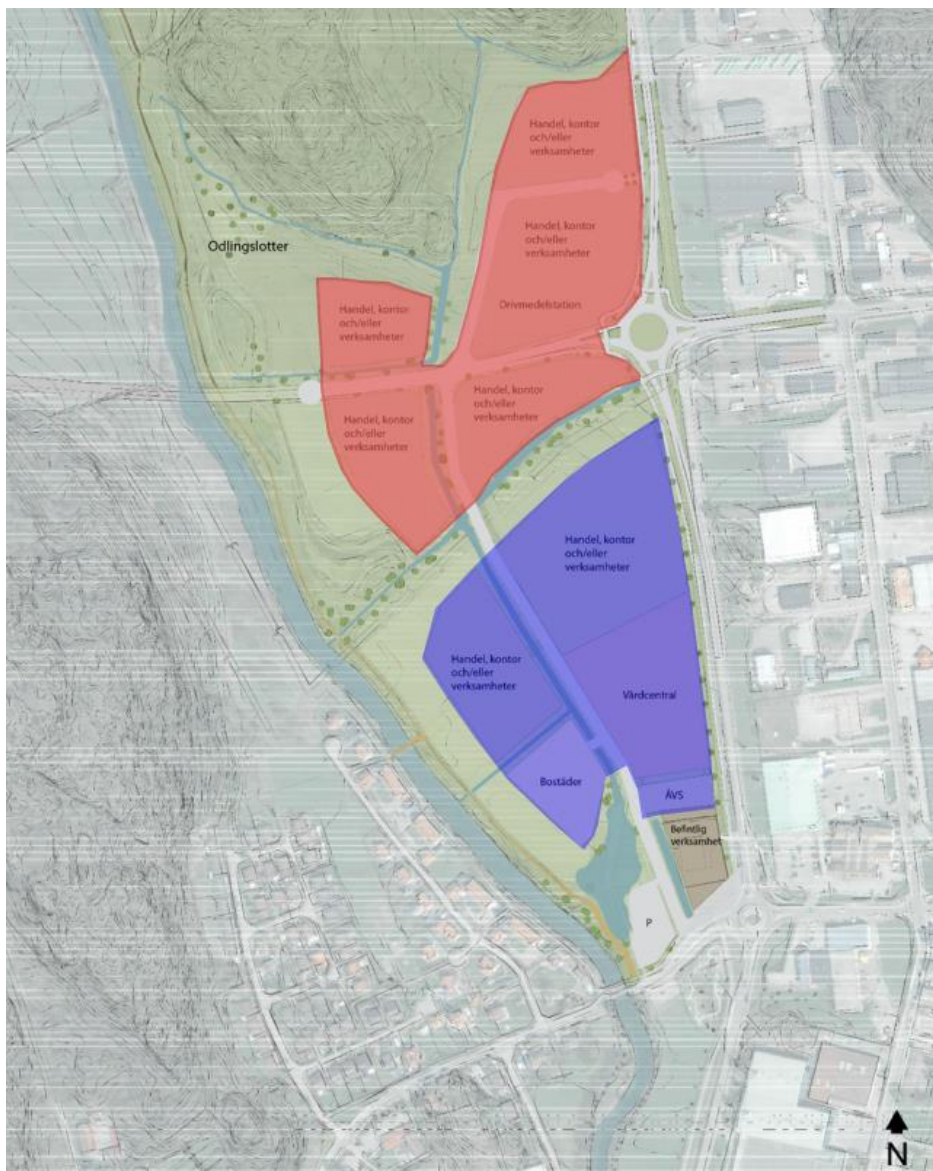
Figur 7 Äldre och nya undersökningspunkter samt beräkningssektioner för stabilitet inom planområdet och mot Trosaån [7].

6.3.1.1 Norra detaljplaneområdet

Längre från ån och österut inom detaljplan utgörs jorden huvudsakligen av något sluttande åkermark. Marknivåerna faller, västerut ned mot ån, från ca +7,0 till +3,0. Se Figur 8 och det röd markerade området.

Jorden utgörs huvudsakligen av ca 0,2 - 0,5 m mullhaltig ytjord (vegetationsskikt) på 2 - 10 m lera vilande antingen direkt på berg eller på högst någon meter naturligt lagrad friktionsjord på berg. Leran är huvudsakligen varvig med ett varierande innehåll av siltskikt. Leran är normalkonsoliderad för rådande spänningssituation.

Lerans skjuvhållfasthet är huvudsakligen låg till extremt låg med lägsta karakteristisk skjuvhållfasthet fastställd till cirka 7–8 kPa. Lerans översta del, ned till ca 1–1,5 m djup, är torrskorpefast på större delen av sträckan, men ju närmare ån desto svagare utbildning av torrskorpan. Där markytan ligger kring nivån +4 eller lägre är torrskorpan endast svagt utbildad eller saknas helt.

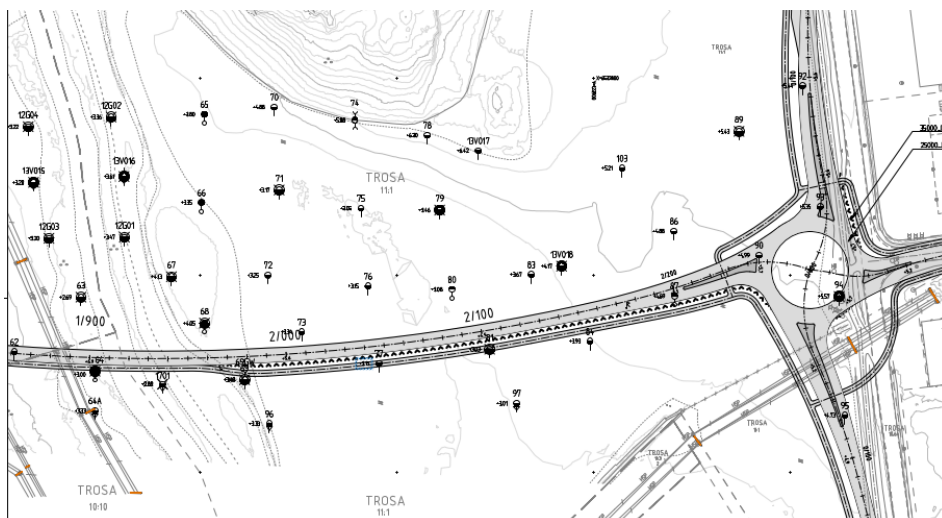


Figur 8. Detaljplanen, indelat i två delområden, det norra och det södra. Förröjningsmagasin i söder samt befintlig parkering inte inkluderade i markerade delytor [1].

Den naturligt lagrade friktionsjorden bedöms huvudsakligen utgöras av sand och/eller morän.

Grundvattennivån bedöms huvudsakligen ligga mellan ca 0,2–1,0 m under befintlig markyta och förutsätts vara hydrostatisk ner till ca 3–10 m djup, beroende på lermäktigheten därunder.

Av de underlag som tagits fram för Vägplan infart Västra Trosa [5],[15],[16],[17] respektive [18] framgår de geotekniska förutsättningarna inom och väster om detaljplanens norra del. Läget för tidigare planerad vägsträckning genom detaljplaneområdet visas i Figur 9.



Figur 9. Läge i plan för tidigare planerad väg för "Infart Västra Trosa" vars beräknade säkerhetsfaktor redovisats nedan. Sektion i läge för planerad väg. Antal och spridning av markundersökningar framgår som "symboler" på ritning. Sektion vid ån markeras av den planerade brokonstruktion vid längdmätning 1/903. [17]. Rondell i samma läge som i Figur 8.

6.3.1.2 Jordlagerförhållanden södra delområdet vid planerad vårdcentral och intilliggande bebyggelse

För det blå området i Figur 8 beskrivs marken enligt nedan.

Jorden utgörs huvudsakligen av ca 0,2 - 0,5 m mullhaltig yttjord (vegetationsskikt) på 13–14 m lera vilande på någon meter naturligt lagrad friktionsjord på berg. Leran är huvudsakligen varvig, med ett varierande innehåll av siltskikt. Leran är normalkonsoliderad för rådande grundvattenförhållanden.

Lerans odränerade skjuvhållfasthet är huvudsakligen låg till extremt låg, med lägsta utvärderade värde utvärderad till cirka 7 kPa. Lerans översta del, ned till ca 1 – 1,5 m djup, är torrskorpefast. Lerans siltinnehåll ökar mot djupet. I takt med siltinnehålls ökning, ökar även den odränerade skjuvhållfastheten, som vid 12 meters djup uppmätts till 20 kPa.

Den naturligt lagrade friktionsjorden bedöms huvudsakligen utgöras av sand och/eller morän. Djup till berg har inte undersökts inom delområdet, djup till fast botten varierar mellan 14 m och 19 m som djupast.

Grundvattennivån bedöms huvudsakligen ligga mellan ca 0,2–1,0 m under befintlig markyta och förutsätts vara hydrostatisk ner till ca 3 - 10 m djup, beroende på lermäktigheten.

6.3.1.3 Sektioner mot Trosaån vid infart Västra Trosa handlingar [5] [15][16] och [17].

Enligt Trafikverkets utredning handling [16] belägen i den norra delen av utanför detaljplanen Området utgörs huvudsakligen av plan och horisontell åkermark, med marknivåerna mellan +2,5 och +3,0. Bottennivån ligger på cirka +0,0.

Jorden utgörs huvudsakligen av ca 0,2 – 0,5 m mullhaltig yttjord (vegetationsskikt) på finsediment av lera/silt. Sedimenten utgörs överst av lera

som med djupet får mer och mer siltinslag för att övergå till lerig silt och ren silt. Sedimenten är avlagrade på grövre friktionsjord av sand och möjligen morän.

Djupet till fast botten varierar mellan den östra och västra sidan av Trosaån. I den västra sidan är djupet till fast botten ca 8 – 9 m. Vid den östra sidan uppgår djupet till ca 22,5 m.

Under det att Infart västra Trosa utreddes har omfattande geotekniska undersökningar gjorts utmed planerad vägsträcka i olika skeden av olika konsulter. Beslut om antagande av vägplan [18] finns. Dock så har planering av väcksträckan inte realiserats.

I underlaget beskrivs förekomst av kvicklera [16] och [22]. detta underlag är inarbetat i Bilaga Inventering av kvicklera bifogad denna handling.

Vid ån utgörs jorden av ca 10 - 25 m lera och silt på ca 1,0–2,0 m friktionsjord på berg. Profil redovisas i för tidigare planerad bro i Figur 10. Utvärdering av skjuvhållfastheten redovisas i Figur 11 [16, bilaga1].

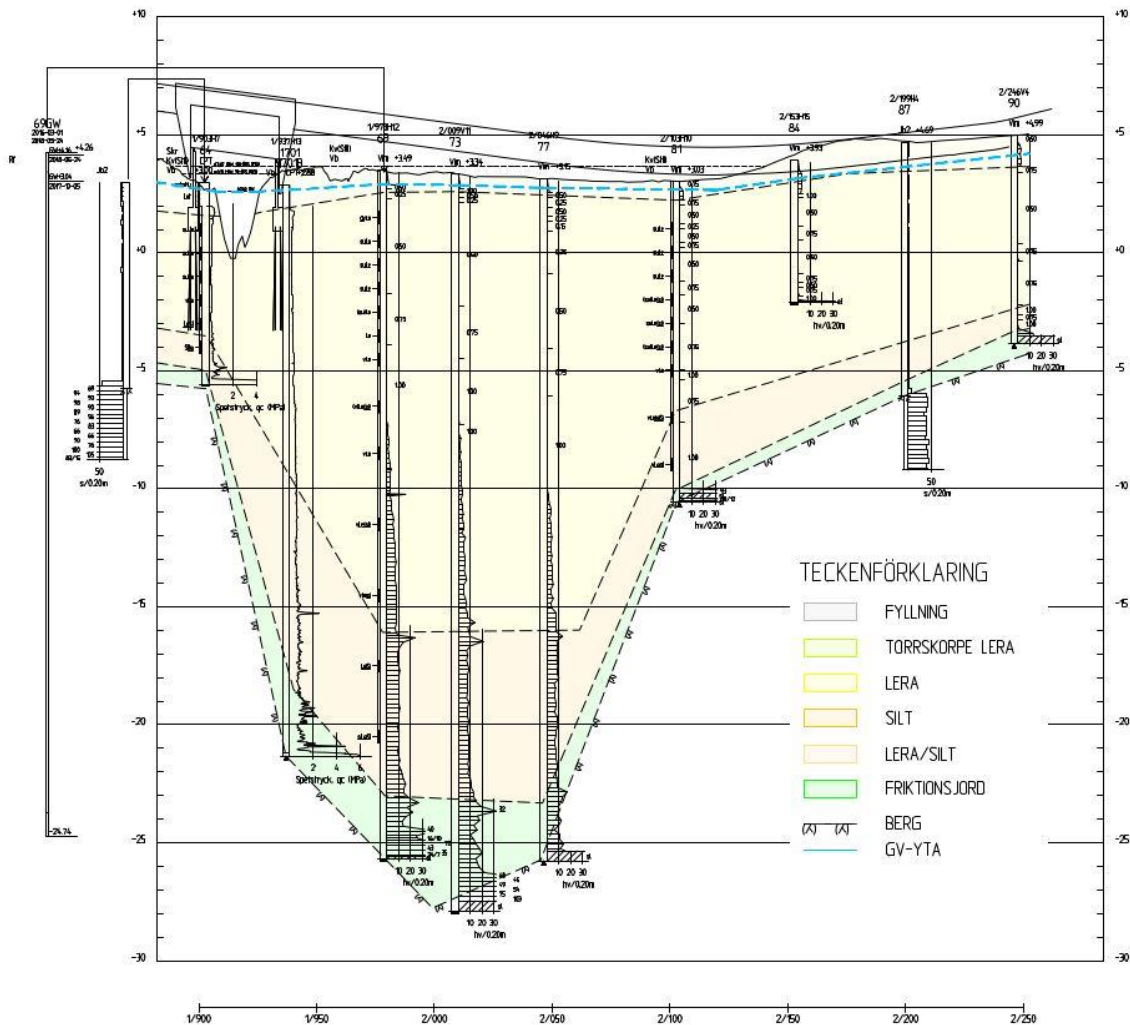
Leran är huvudsakligen varvig med ett varierande innehåll av siltskikt. Mot djupet ökar siltinnehållet jorden har på laboratorium benämnts som silt och lera.

Leran är normalkonsoliderad, dock mot djupet med en mindre överkonsolidering. Lerans spänningssituation inom området innebär att det pågår sättningar i marken. Lerans skjuvhållfasthet är huvudsakligen låg till extremt låg med lägsta karakteristisk skjuvhållfasthet fastställd till 8 kPa.

Vid Trosaån varierar sensitiviteten mellan 30 - >100 varvid leran i dessa delar klassificeras som högsensitiv och ställvis kvick.

Den naturligt lagrade friktionsjorden bedöms huvudsakligen utgöras av sand och/eller morän. Grundvattennivån bedöms huvudsakligen ligga mellan ca 0 — 0,7 m under befintlig markyta och förutsätts vara hydrostatisk ner till ca 10 — 20 m djup, beroende på lermäktigheten.

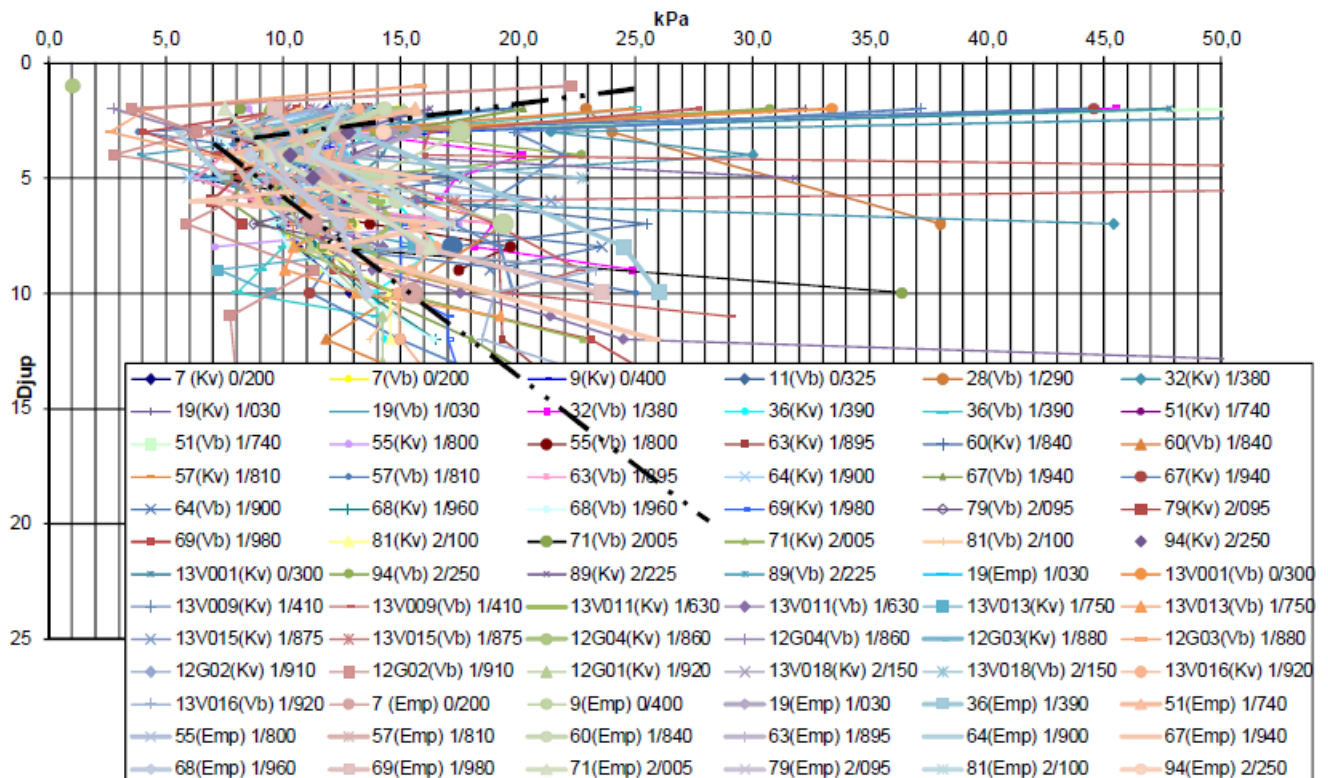
Detaljplanens gräns i förhållande beräkningssektion Infart Västra Trosa ligger cirka 80 m öster om dock färdigt golv planeras bli +3,8, vilket är 0,3 m över befintlig mark vid slänkrön till Trosaån [se plankarta].



Figur 10. Tolkad geoteknik vid sektion vid läge för planerad bro för infart Västra Trosa [16].

I norr i del närmast Trosaån angränsar detaljplanen till ett skogbevuxet höjdparti på fastmark, morän och berg. Detta fastmarksparti begränsar möjlighet för skred ut mot Trosaån i de nordöstra delarna av detaljplanen eftersom berg och morän ligger mellan Trosaån och område i detaljplanen. Se Figur 5 Jordartskarta, SGU.

Tidigare utvärderad skjuvhållfasthet utmed vägsträckan som delvis går genom aktuell detaljplan visas i Figur 11.



Figur 11. Samtliga skjuvhållfasthetsbestämningar relativt djup [16, bilaga 1].

6.3.1.4 Sektionerna A, B, C

Geotekniska markundersökningar har gjorts i mars 2023 och dessa redovisas i markteknisk undersökningsrapport [7]

I den mellersta delen där kompletterande fältundersökningar utförts består finsedimenten av överst 0,6 - 0,8 m svagt utbildad torrskorpefast lera, överlagrande ett tunt lager med lera ovan ett cirka 0,8 m mäktigt lager med gyttjeler ovan en halvfast lera som mot djupet, 13–15 m, bedöms bli siltig. Lerans odränerade skjuvhållfasthet har på 3 m djup uppmätts till 9 kPa. Mot djupet ökar jordens innehåll av silt och därmed också fastheten. Avslut av sonderingar bedöms har gjorts i morän. Jorddjupen varierar mellan 18 till 28 m djup med de mindre djupen till fast botten i söder.

6.3.1.5 Sektionerna C, D, E; F

Enligt handling [2] belägen i södra delen utmed Trosaåns västra sida består jorden av finsediment som vilar på friktionsjord på berg. Finsedimentens mäktighet varierar mellan 8 och 15 m och de totala jorddjupen i området varierar mellan 9 och 35 m.

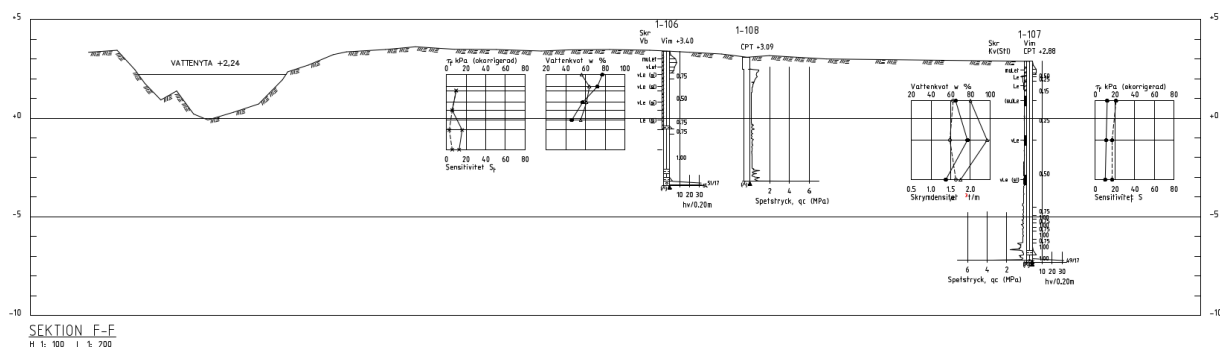
I den nordvästra delen består finsedimenten av överst 0,5 – 1 m svagt utbildad torrskorpefast lera, på lös lera som mot djupet blir siltskiktad och halvfast. Lerans odränerade skjuvhållfasthet har på 3 m djup uppmätts till 11 kPa. Mot djupet ökar jordens innehåll av silt och därmed också fastheten. Fastare lager

av friktionsjord har påträffats på ca 20 – 25 m djup. Största uppmätta jorddjup är 35 m.

I den sydvästra delen består finsedimenten av överst 0,5 – 1 m svagt utbildad torrskorpefast lera, på lös lera som mot djupet blir siltskiktad och halvfast. Lerans odränerade skjuvhållfasthet har på 3 m djup uppmätts till 9 kPa. Mot djupet ökar jordens innehåll av silt och därmed också fastheten. Jorddjupen varierar mer än i de nordvästra delarna. Fastare lager av friktionsjord har påträffats på 8 m djup i några punkter och på ca 20 - 25 m djup i några punkter.

Sektion F-F (äldre sektion D-D vid utredande av miljöstation) ligger i ungefärligt läge för fördröjningsmagasin redovisat i Figurerna 1 och 8.

Se Figur 12 för sektion visandes utförda undersökningar i ungefärligt läge för fördröjningsmagasin.



Figur 12. Tidigare utförda geotekniska undersökningar i sektion F-F. I utredning om miljöstation nordost om Nyängsbron [3] var detta tidigare sektion D-D.

6.3.1.6 Sektionerna G och H

Vid Nyängsbron har parkering och miljöstation anlagts på åns östra sida. Markytan bestod av cirka 1,0 m mullhaltig torrskorpa alternativt av fyllning som underlagras av en lös lera med förekomst av siltskikt följt av silt, friktionsmaterial ovan berg. Lerans odränerade skjuvhållfasthet är på 3 m djup uppmätts till 7 kPa. Fastare lager av friktionsjord har påträffats på 7 m djup.

Borrstopp mot sten, block eller berg har erhållits närmast ån på djup av cirka 7 meter, nivå -4. (punkterna 105, 106 och 108). Längre från ån har borrstopp erhållits på djup av cirka 10–11 m (punkt 103 och 107).

6.4 Jordens deformationsegenskaper

Torrskorpan är svagt utbildad inom stora områden. Inom området förekommer mäktiga lerlager med normal- till svagt överkonsoliderad lera vilket innebär att tilläggslaster ger upphov till sättningar. Sättningsbenägna lerlager förekommer inom hela det undersökta området.

Sättningarnas storlek påverkas av tilläggslaster storlek och utbredning samt det sättningskänsliga lagrets mäktighet. Lerans mäktighet är som störst inom områdets centrala delar och minskar mot planens norra och södra delar. Sättningarna kommer alltså att variera inom området beroende på utformning av planerade konstruktioner och jordlagerförhållanden i läge för dessa.

Den förekommande leran är siltig och innehåller siltskikt, vilket påverkar dess sättningsbeteende. Skikten kan verka dränerande, vilket gör att sättningarna kan utformas snabbare än beräknat.

Kompressionsförsök typ CRS och CPT-tolkningar visar att jordens egenskaper varierar och att den lösa leran är normalkonsoliderad till svagt överkonsoliderad samt ställvis överkonsoliderad för aktuell grundvattennivå.

De utförda CPT-sonderingarna visar att leran generellt har en viss överkonsolidering i övre och djupare delar. Däremellan är leran normal- till svagt överkonsoliderad $OCR=1,0-1,5$. Vid lastökning över förkonsolideringstrycket är jorden mycket sättningsskänslig. Beräknade sättningar av varierande last och sättningarnas tidsförlopp redovisas i nedanstående Tabellerna 1 och 2 där sättningarna redovisas för jorddjupen 10 m och 18 m samt för 5, 10, 30 år samt en slutsättning.

Som framgår av tabellerna blir sättningarna stora av en allmän uppfyllnad, medan en last med begränsad utsträckning medför avsevärt mindre sättningar. Detta beror på att lastspridning medför att last med begränsad utbredning endast medför sättningar i lerans övre lager. Det innebär att en mindre last med begränsad utbredning kan utföras utan att sättningar uppkommer.

Sättningarna blir jämna om belastningen är jämn och om marken inte tidigare varit belastad. Där marken tidigare varit belastad av byggnader, upplag eller uppfyllnad inom del av en byggnadsyta finns risk att sättningarna blir ojämna. I detaljplanens södra del vid befintlig miljöstation finns obekräftade uppgifter om att ytan tidigare använts som timmerupplag.

Inom delar av området kan krypsättningar förväntas uppstå utan att någon extern belastning tillförts.

Med varierande jorddjup inom området kommer sättningarna att bli olika vid lika last.

Tabell 1. Sättningar vid lerdjup av 10 m.

Belastning	Sättningar i cm							
	5 år		10 år		30 år		Slutsättning	
	Utan kryp	Med kryp	Utan kryp	Med kryp	Utan kryp	Med kryp	Utan kryp	Med kryp
Utbredd last 10 kPa (motsvarar ca 0,5 m uppfyllnad)	3	10	4	13	4	18	4	21
Utbredd last 20 kPa (motsvarar ca 1 m uppfyllnad)	11	18	16	26	25	45	29	75
Utbredd last 30 kPa (motsvarar ca 1,5 m uppfyllnad)	21	29	30	44	50	77	58	123

Tabell 2.Sättningar vid lerdjup av 18 m.

Belastning	Sättningar i cm							
	5 år		10 år		30 år		Slutsättning	
	Utan kryp	Med kryp	Utan kryp	Med kryp	Utan kryp	Med kryp	Utan kryp	Med kryp
Utbredd last 10 kPa (motsvarar ca 0,5 m uppfyllnad)	6	12	8	18	13	32	15	51
Utbredd last 20 kPa (motsvarar ca 1 m uppfyllnad)	14	21	21	31	36	58	53	106
Utbredd last 30 kPa (motsvarar ca 1,5 m uppfyllnad)	24	31	35	47	62	87	94	157

Enligt Rymdstyrelsens satellitmätningar (Insar) så har sättningarna direkt utanför detaljplanen vid rondellen i sydöst varit mellan cirka 3–6 mm per år under perioden från år 2015 till 2021.

7 Tidigare utförda stabilitetsberäkningar och resultat

Stabilitetsberäkningar inom området är tidigare utförda i handlingarna [2] [5] och [16]. Dessa handlingar biläggs denna handling.

7.1.1 Resultat från Trafikverket utredning

I handling [5] som är en förstudie finns beräkningsredovisning för befintliga förhållanden där det konstateras att kombinerad analys B – B höger är beräkningsmässigt lägre än övriga säkerhetsfaktorer. Utvärdering av skjuvhållfastheten bygger på medelvärdesbildning. Om en sammanvägd bedömning med värdering av olika metoders fördel respektive nackdel gjorts framgår inte av underlaget. (Föreslås med kompletterande undersökningar, typ CPT) Se Figur 13.

Stabilitetsberäkningarna är utförda med SLOPE/W 6.22 (Geostudio 2004) och Morgenstern – Prices metod. Inga tredimensionella effekter har tagits i hänsyn.

Resultaten av säkerhetsfaktorer redovisas i tabell 6-4 nedan. För grafisk redovisning av släntberäkningsresultat se bilagor 1 – 8.

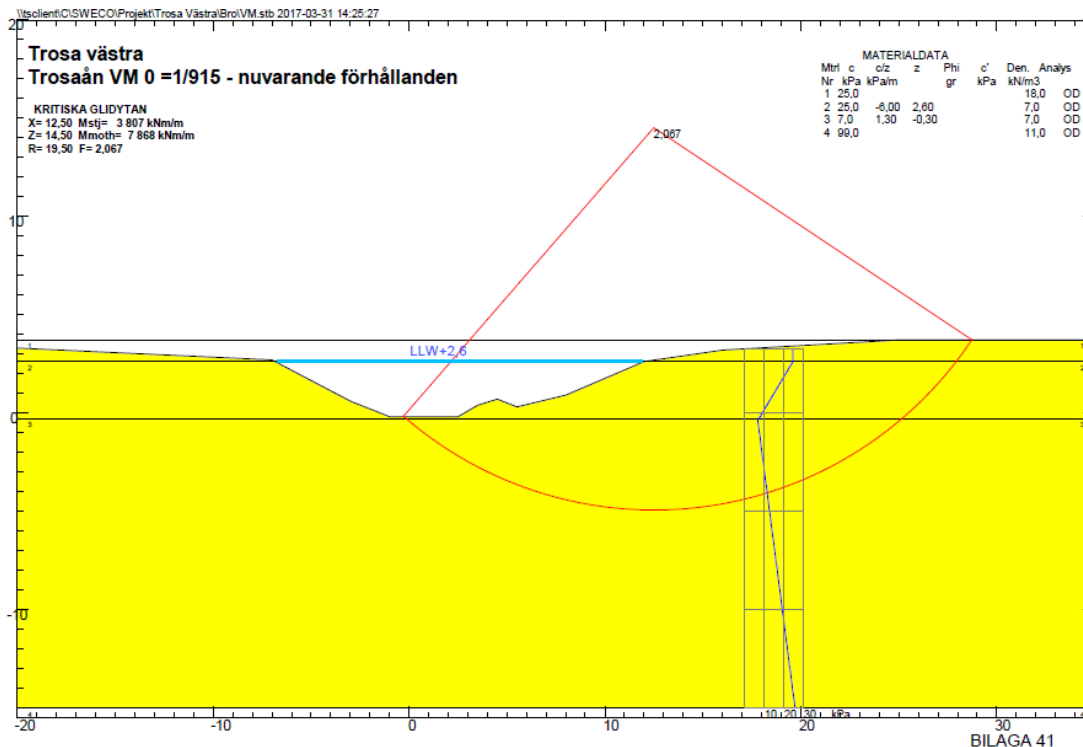
Tabell 6-4 Resultat av säkerhetsfaktor

Typ	F_c	F_{komb}
Sektion A-A, höger	1,96	1,76
Sektion A-A, vänster	2,67	1,67
Sektion B-B, höger	1,56	1,26
Sektion B-B, vänster	1,864	1,774

Figur 13. Sammanställning stabilitetsberäkningar från Trafikverkets rapport. Lägsta F_{komb} kommenteras i handling som beroende på beräkningsprogram [5].

I handling [16], en vägplan, och dess bilaga 1 (Stabilitets och sättningsberäkningar för km 0/000–2/250 beräknas stabiliteten analytiskt med

SSTAB till 2,06 med en vattenyta i ån på +2,6 m. (Medelvatten; MW +2,6, Lägsta lågvatten; LLW +2,57). Utbredning av glidyta bort från ån och djup visas i Figur 14.



Figur 14. Stabilitetsberäkning vid Trosaån naturliga förhållanden [16]. Skrivning uppe tillvänster i figur "Västra" är en redovisningsfel. Säkerhetsfaktor 2,067.

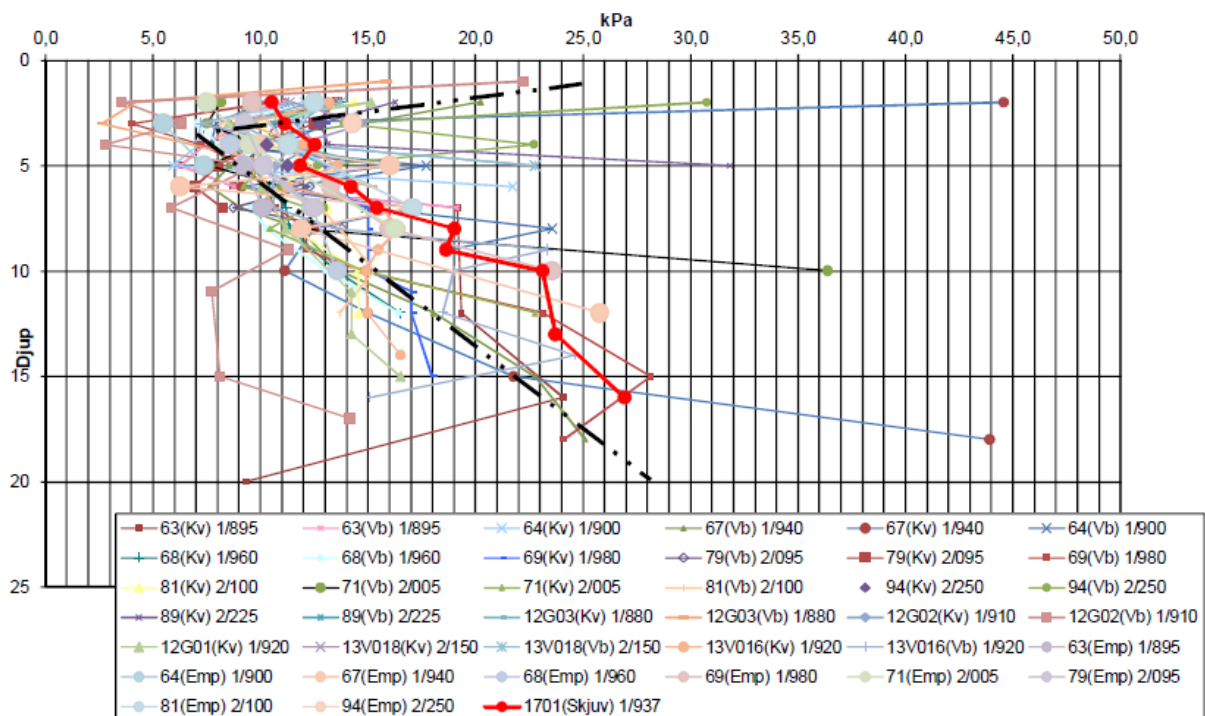
Motsvarande beräkningssektion på västra stranden har säkerhetsfaktor 2,097 [handling 16, bilaga 1, underbilaga 47].

I handling [16] och dess bilaga 2 (Stabilitets- och känslighetsanalys för tänkt broläge vid Trosaån) så anges Trosaåns säkerhet för östra stranden, ursprungliga förhållanden, till 1,64 med odränerad analys. Säkerhetsfaktorn är framtagen med hjälp av PLAXIS-beräkningar (Finita Element Program, FEM) och slutsats från erhållna beräkningar var att stabiliteten är större än 1,6. Huvuddelen av bilaga 2 behandlar påverkan på stabilitet av påslagning för planerad bro.

I handling [16] bilaga 1 kommenteras skjuvhållfasthetsbestämningar för område vid Trosaån enligt nedan.

"I området närmast Trosaån har även skjuvförsök utförts på flera nivåer. I beräkningarna använd jordmodell har under beräkningsarbetet utförts ett stort antal skjuvförsök i en provtagningspunkt (punkt 1701) vid Trosaån. Skjuvförsöken visar att använd jordmodell är försiktigt vald, men avviker inte mer än att utförda beräkningar ligger i nivå som kan förväntas i pågående vägutredning.

Utifrån skjuvförsöken synes använd jordmodell underskatta skjuvhållfastheten med ca 2 a 3 kPa". Redovisade skjuvhållfasthetsbestämningar invid Trosaån framgår av Figur 15.



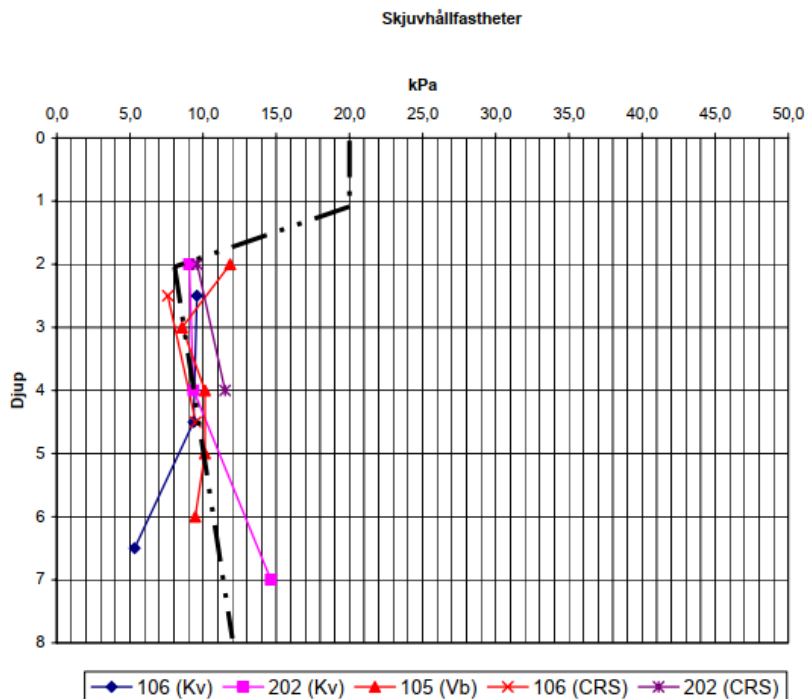
Figur 15. Skjuvhållfasthetsbestämningar – empiri utifrån förkonsolideringsspänning (CRS) och skjuvförsök inlagt med rött [16, bilaga 1].

Att den då använda jordmodellen underskattar skjuvhållfastheten betyder att säkerheten är högre än det beräkningsmässigt redovisade. För kombinerade analyser blir säkerhetsfaktorerna vid dessa förhållanden erfarenhetsmässigt något lägre än den odränerade.

Ovanstående utredning "Vägplanen" är granskad och antagen, se handling [18]. Stabilitetsförhållandena är i norr om sektion A vid området för Infart Västra Trosa, för läge beräkningssektion se Figur 7.

7.1.2 Resultat från Nyängsområdet

Utvärdering av skjuvhållfasthet enligt Figur 16. Beräkningarna är utförda med stabilitetsprogrammet SSTAB [2] för befintliga förhållanden. Åbotten ligger ca 3,8 m under omgivande mark. Slänten ligger i lutning ca 1:2.



Odränerad skjuvhållfasthet

$z < 1,0$	$\tau_{fu} = 20 \text{ kPa}$
$1,0 < z < 2$	$\tau_{fu} = 20 - 12 \times (z - 1) \text{ kPa}$
$z > 2$	$\tau_{fu} = 8 + 0,67 \times (z - 2) \text{ kPa}$

Figur 16. Tidigare utvärderad odränerad skjuvhållfasthet enligt [2]. Notera att mätningar för utvärdering avslutas på 7 m djup.

Beräkningar med odränerad analys ger för nuvarande förhållanden med:

odränerad analys säkerhetsfaktorn $F_c = 1,99$

kombinerad analys säkerhetsfaktorn $F_{\text{Komb}} = 1,59$.

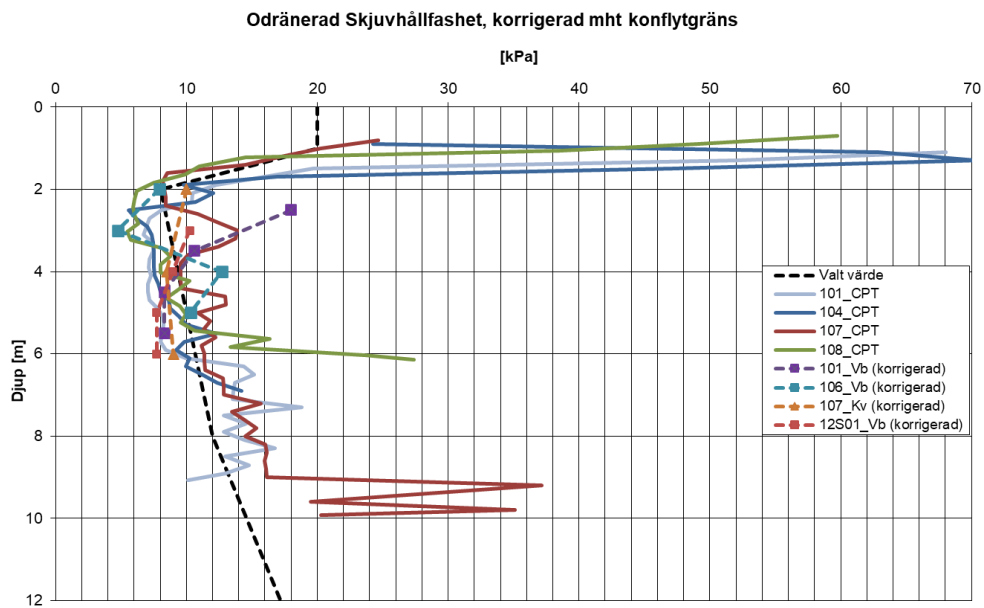
Beräkningarna visar att vid nuvarande förhållanden är stabiliteten tillfredsställande. Även vid en uppfyllnad av marken 10 m från ån upp till nivån ca +3,74 ger beräkningarna tillfredsställande säkerhetsfaktor med $F_c = 1,68$.

Med vissa inskränkningar med avseende på utnyttjandet av zonen närmast ån kan konstateras att det ur stabilitetssynpunkt inte föreligger hinder för planerad bebyggelse på västra Nyängsområdet [2].

7.1.3 Resultat från Miljöstation

Vid miljöstationen har tidigare säkerhetsfaktorerna beräknats till $F_c = 1,65$ och $F_{\text{Komb}} = 1,38$ med restriktion att fyllnadsmassor inte får läggas inom 10 m från ån [3].

Kombinerad skjuvhållfasthetsbestämningarna från [2] [3] och [4] erhålls diagram enligt Figur 17.



Figur 17. Utvärderad odränerad skjuvhållfasthet vid område vid Nyängen [2], miljöstation [3] och Nyängsbron [4]. Undersökningarna avslutas på 10 m djup.

8 Vattenstånd och flöden i Trosaån

Vattenståndet i Trosaån har studerats av VBB VIAK i "Hydrologisk/hydraulisk utredning för Trosaån vid Nyängen och i Vagnhärad" daterad 1991-02-19 [6].

I utredningen anges att vid Trosa kvarn är dämningssgränsen +1,84 i Trosa lokala höjdsystem och +2,58 i höjdssystem RH2000. Vid denna nivå kan dammen och kraftstationen avbörda max 19 m³/s om samtliga luckor är helt öppna.

Vid vattenföringen 19 m³/s erhålls vattenståndet +2,84 m i övre delen av Nyängen. Inom det aktuella området Kv Kungsstrand 2 varierar högvattenytan mellan +2,74 i den sydöstra delen +2,84 ca 150 m uppströms den nordvästra änden av området.

Den naturliga högvattenföringen med 50-års återkomsttid i Trosaån är 23 m³/s enligt SMHI [6]. Detta innebär att vid en höglödessituation med 23 m³/s som toppvärde måste vattenföringen strypas till 19 m³/s alla dagar som den är högre än detta värde. Detta kan göras med en ökad magasinering i sjön Sillen som är belägen strax uppströms Vagnhärad. Detta leder till en vattenstandsökning i Sillen på 0,3 m.

Alternativa lösningar, som att sänka tröskeln vid Trosa kvarn eller förbiledning av vatten runt Nyängen och kvarnen, är inte aktuella eftersom då erhålls för höga vattenföringar genom Trosa samhälle med översvämningsrisk som följd.

Dämningströskeln vid Trosa kvarn är reglerad i vattendom.

Vattnets medelhastighet vid Nyängen har beräknats till 0,5–0,6 m/s [6].

Enligt handling [15] så är det vid klimatanpassade 100-årsfödet strömningshastigheten i norra delen av Trosaån utanför detaljplanen 0,64 m/s.

Lägsta lågvattenytan i Trosaån är inte känd dock styrs lägsta lågvatten av dämningssnivån av dammen vid Trosa kvarn 400 m nedström räknat från detaljplanens södra del.

Enligt [6] har havsvattenståndets inverkan på nivåerna undersökts. Havsvattennivåerna saknar betydelse i detta läge. Någon påverkan av förändrade havsvattenstånd beaktas därför inte i denna PM.

Beräkningar visar att nedströms kvarnen [6], genom Trosa samhälle, kan avbörda maximalt 19 m³/s utan att översvämningar uppstår. Vid denna vattenföring blir vattenståndet cirka +2,54 50 m nedströms Trosa kvarn.

Som extremfall för stabilitetsberäkningarna beaktas vattenytan vid dammen vid Trosa kvarn sänks av lägre en avbördningströskeln. Lägsta lågvattennivån antas samma som i handling [2] till +2,24 i RH2000.

Att vattenståndet var extremt lågt konstaterades vid platsbesök hösten 2022. Den reglerade sjön Sillen, uppströms Trosaån, hade tillförts mindre vatten än normalt med tillrinnande och därför var alla vattennivåer låga inom sjö- och å-systemet. [Personlig kommunikation Björn Wieslander, Trosa kommun.]

Att vattenytan är lägre än avbördningströskeln kan inträffa i slutet av torra regnfria perioder. I händelse av regn däms vattnet och vattennivån stiger i ån och i omgivningen. Efter regn hålls vattenytan vid lägst dämningssnivån.

8.1 Karakteristiska portryck och vattenstånd i Trosaån

I arkivhandlingarna beskrivs portryck och vattenstånd enligt nedan.

I det monterade grundvattenröret (GW106) [2] har grundvattenytan avlästs på nivån +2,64 samtidigt som vattenytan i ån låg på nivån +2,44 (2003-09-28). Mätningen indikerar att grundvattentrycken korresponderar med vattenståndet i ån, men det konstateras att en längre mätperiod erfordras för att säkerställa detta påstående.

I handling [5] beskrivs att i samtliga undersökningspunkter observerades grundvatten cirka 0,7 m under markytan, dvs. på ca nivå +2,5. Vattenytan i Trosaån inmättes till nivå +2,52 den 10 april 2012.

För att här angivna krav skall vara tillfyllest krävs att geotekniska undersökningarna är genomförda i en omfattning så att utredningen motsvarar IEG rapport 4:2010 krav för en "detaljerad utredning", vilket i detta skede inte är uppfyllt med avseende på por- och grundvattentrycksmätningar utan baseras på hydraulisk utredning [6] samt tidigare ansatt nivå i handling [2].

I handling [16] har grundvattennivåer mätts och utvärderats så att krav på detaljerad utredning uppfylls.

Vattenområdet som huvudsakligen utgörs av Trosaån och dess slänkrön med närliggande åkermark är handling [16] som nedan.

HHW-100 år +3,67

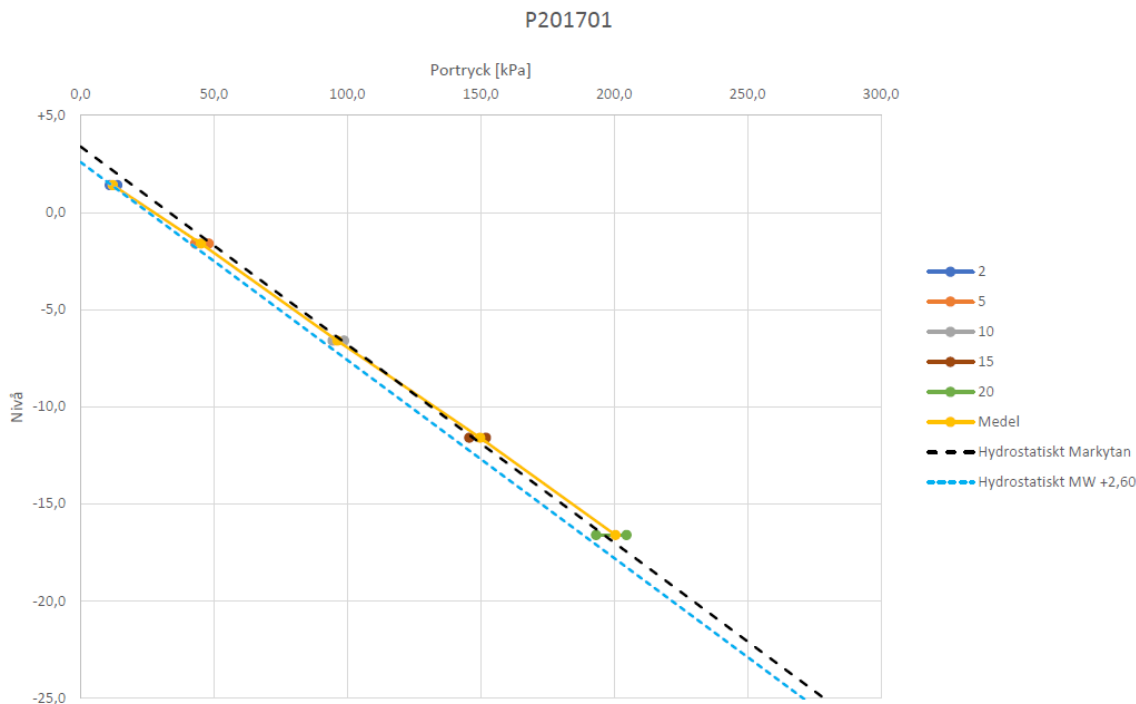
HHW 50-år +3,35

MW +2,6

LLW +2,57 (bergtröskel vid Trosa kvarn)

Känslighetsanalysberäkningarna har gjorts där extremlägstannivån antagits till +2,24 enligt handling [2]. Ett scenario som kan tänkas uppträda när vattnet i dammen vid Trosa kvarn är lägre än bergtröskel. Ett scenario som kan uppträda vid längre frånvaro av regn.

I handling [17] redovisas mätresultat från långtidsmätningar under perioden mars till september 2020 vid portrycksstation (P201401) belägen öster om Trosaån. Resultat är sammanställda utifrån nivå en redovisas i Figur 18. Hydrostatisk portrycksprofil gäller inom de delar där glidytor med lägst säkerhetsfaktor utbildas.



Figur 18. Utvärderade portryck med avseende på nivå för portrycksstation P201701 öster om Trosaån.[17].

Nästan samtliga rör vid Trosaån [23] visar att största tryckskillnad mellan grundvattenyta och vattenytan i ån uppnås i perioder när vattenytan i ån har varit relativt hög och därefter avsänkts, vilket är en förväntad effekt. Slänter dimensioneras för förhöjda portryck i slänt. Nolltrycksnivån ansätts 0,1–0,2 meter under markytan vid sidan om ån.

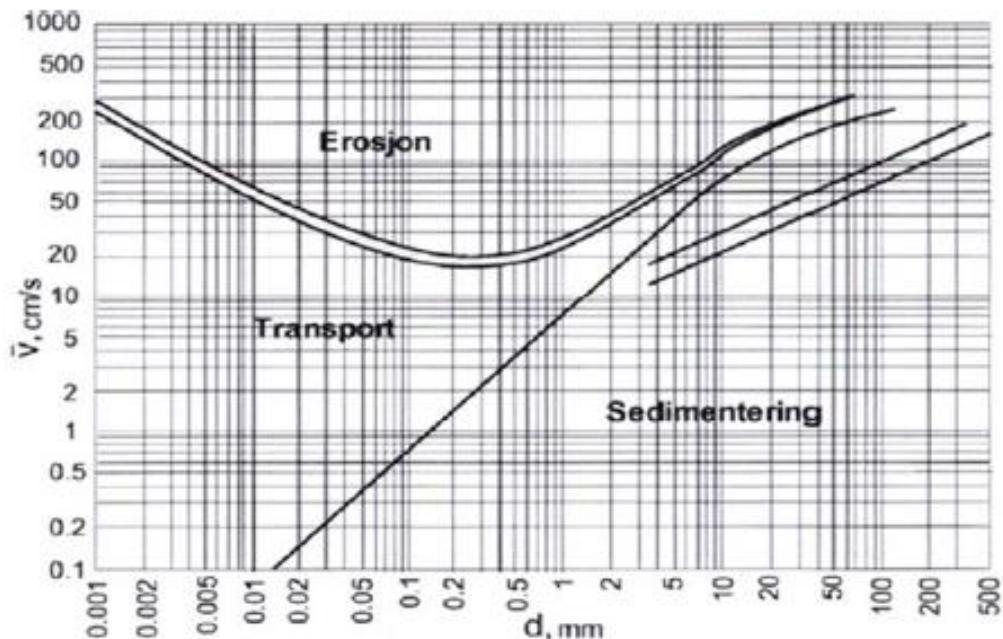
I en dränerad analys är höga portryck på pådrivande sidan dimensionerande men stabiliteten påverkas samtidigt av vattenståndet i ån. Den mest ogynnsamma kombinationen är högsta förväntade portryck i kombination med LLW i ån. Denna kombination är dock högst osannolik i och med när portrycken är stora brukar även flödet i ån vara relativt stort och därmed ligger vattenytan även relativt högt.

Portrycksprofilen bedöms vara hydrostatisk fördelad genom hela jordprofilen [16] och [17].

8.1.1 Erosion

Enligt handling [10] från 1996 noteras att längs med åns stränder finns bestånd av al och sålg med inslag av pil. Någon aktiv erosion pågår synbarligen inte. Vid platsbesök 2022-09-23 var slutsatsen densamma, det vill säga inga tecken på aktiv erosion observerades.

Enligt handlingarna [6] och [15] så beskrivs flöden och vattnets medelhastighet för den i huvudsak raka åfåran med symmetrisk tvärsektion. Enligt Figur 19 så förhåller sig kritisk vattenhastighet och partikelstorlekar enligt diagrammet och visar när det sker transport, erosion respektive sedimentering av partiklar i raka vattendrag.



Figur 19. Hjulström diagram, som beskriver vid vilka hastigheter som olika jordmaterial eroderar samt gränser mellan erosion och avlagring [11]. Aktuell vattenhastighet i vattendrag omkring 0,4–0,64 m/s.

När kornstorleken kommer ner i området för lerpartiklar ($<0,002$) krävs det en större hastighet för att erosion skall uppstå, beroende på att de kohesiva krafterna ökar. Lerjordarna bedöms inte som erosionskänsliga vid nuvarande förhållanden.

Växternas rötter förstärker bankarna vilket bidrar till skydd av strandbankarna mot erosion. Då det planeras en förändring av markanvändningen inom detaljplanen så kan mängden vatten som rinner som ytvatten mot ån påverkas. Vid utformning av avvattningsplaner ska vatten från hårdgjorda ytor, tak och asfalt, inte ledas mot ån utan avledas på sådant sätt att risk för erosion inte uppstår genom avbördning av ytvatten. Erosionsförhållanden kan även förändras av åtgärder utanför detaljplan.

9 Dimensioneringsparametrar för stabilitetsberäkningar

9.1 Jordens skjuvhållfasthet

Skjuvhållfasthetsbestämning har gjorts utifrån vingförsök och fallkonförsök på kolvprover samt empiriskt utifrån för konsolideringsspänningar bestämda med CRS-försök samt CPT-sonderingar.

Bestämning av skjuvhållfasthetsvärden på grund av lerans siltinnehåll kan påverka vingborrförsök och konförsöken mer än CPT-sonderingarna. Vid kompletterande markundersökningar har CPT-sonderingar utförts. Extremvärden har inte beaktats vid utvärdering av hållfastheten.

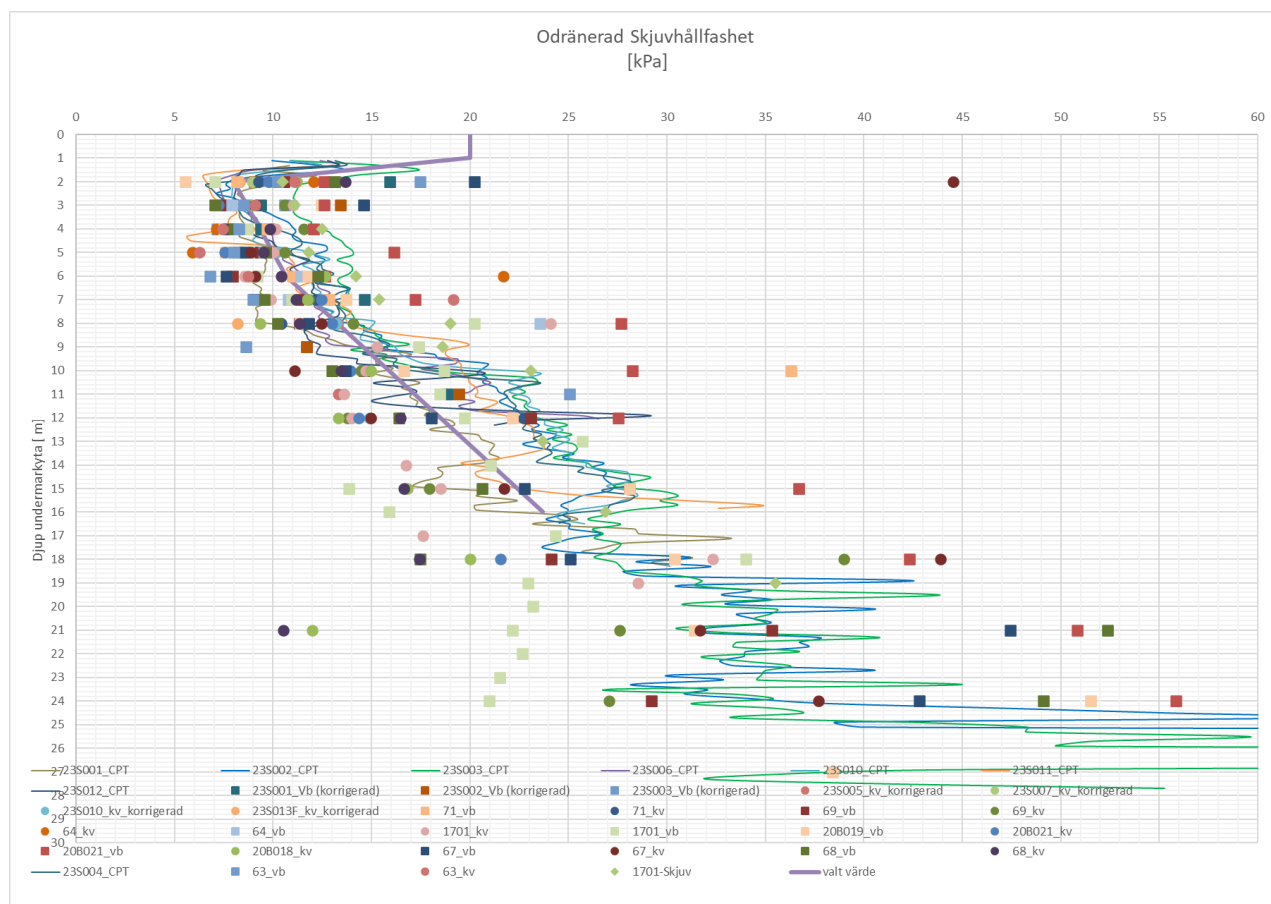
Utförda direkta skjuvförsök visar att vald skjuvhållfasthetsmodell är konservativ.

Baserade på sammanlagda äldre undersökningar och en gemensam bedömning har antagen hållfasthetsprofil enligt nedan antagits.

9.1.1 Odränerad skjuvhållfasthet

För denna utredning har tidigare och nu utförda skjuvhållfasthetsbestämningar sammanställts. Diagram för de olika delområde redovisas nedan i Figurena 20 till 21.

9.1.1.1 Beräkningssektioner i norr A-A till D-D



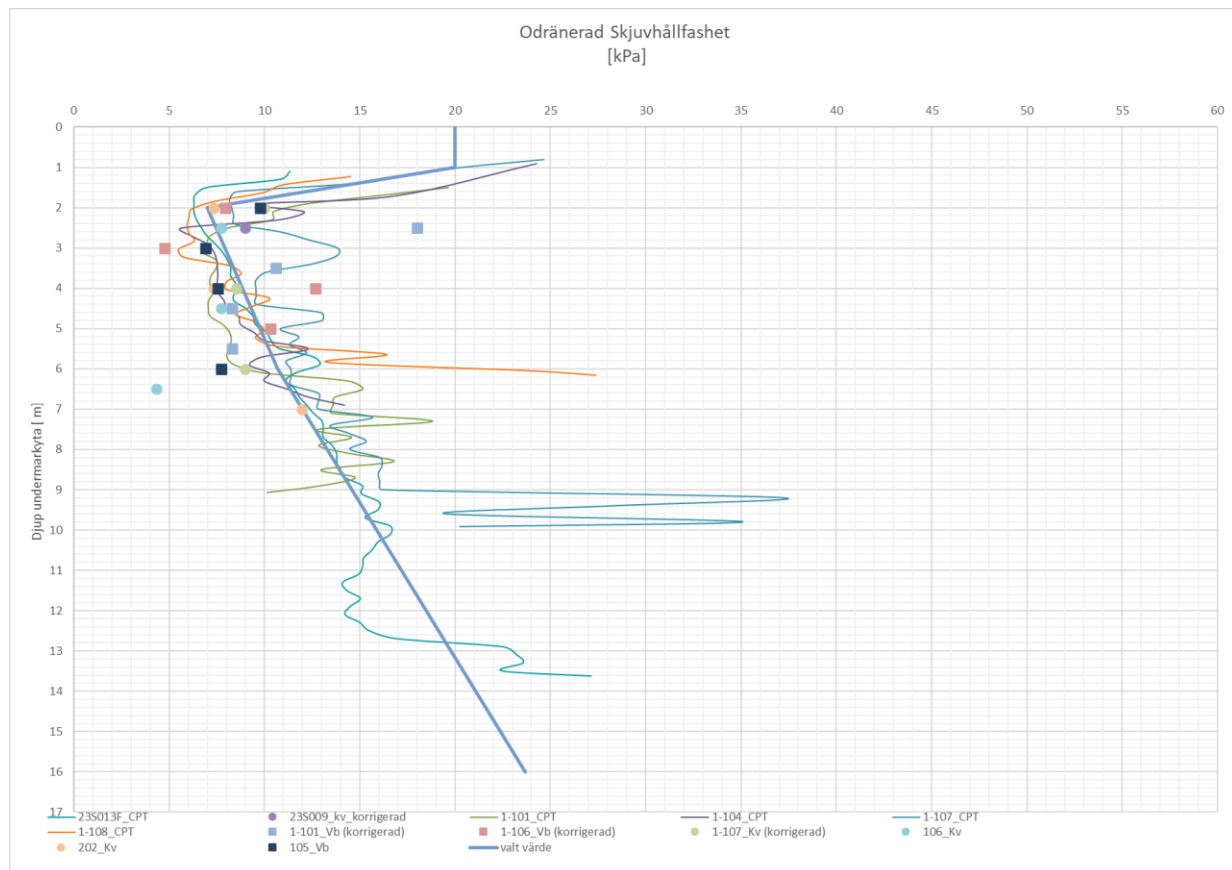
Figur 20. Vald jordmodell norra sektionerna, skjuvhållfasthet korrigerad med hänsyn till konflytgräns mot djup. Nya och äldre undersökningar inarbetade.

Som karaktäristiskt värde för stabilitetsberäkningar inom denna del har nedanstående odränerade hållfasthet nyttjas. karakteristiska värden och skjuvhållfasthetsbestämningarna framgår av det lila strecket i Figur 20.

Djup	Skjuvhållfasthet
$z < 1,0$	$C_u = 20 \text{ kPa}$
$1,0 < z < 2,0$	$C_u = 20 - 12 \cdot (z - 1) \text{ kPa}$
$2 < z < 8$	$C_u = 8 + 0,67 \cdot (z - 2) \text{ kPa}$
$8 < z < 16$	$C_u = 12 + 1,3 \cdot (z - 8) \text{ kPa}$

9.1.1.2 Beräkningssektioner i söder E-E till H-H

För sektionerna E till H har bedömts ha en något lägre lägsta skjuvhållfasthet än den nordligare delen. Se Figur 21 för utvärderad skjuvhållfasthet.



Figur 21. Vald jordmodell södra sektionerna, skjuvhållfasthet korregerad med hänsyn till konflytgräns mot djup. Nyängen [2], Miljöstation [3] och nya kompletterande markundersökningar inarbetade.

Som karaktäristiskt värde för stabilitetsberäkningar inom denna del har nedanstående odränerade hållfasthet nyttjas. karaktäristiska värdet och skjuvhållfasthetsbestämningarna framgår av det blåa strecket i Figur 21.

Djup	Skjuvhållfasthet
$z < 1,0$	$C_u = 20 \text{ kPa}$
$1,0 < z < 2,0$	$C_u = 20 - 13 \cdot (z - 1) \text{ kPa}$
$2 < z < 8$	$C_u = 7 + 0,67 \cdot (z - 2) \text{ kPa}$
$8 < z < 16$	$C_u = 12 + 1,3 \cdot (z - 8) \text{ kPa}$

9.2 Dränerad skjuvhållfasthet

Den dränerade skjuvhållfastheten har valts enligt empiriska samband och satts till:

$$c' = 0,1 \times C_u \text{ och } \varphi' = 30^\circ.$$

9.3 Densitet

För torrskorpefast lera har densiteten satts till 1,7 t/m³ och för lös lera till 1,65 t/m³ i stabilitetsberäkningarna.

9.4 Konflytgräns

Leran i norra delområdet har en konflytgräns, w_L , på cirka 50–80 %. [5]. Inom södra delområdet [3] varierar konflytgräns, w_L , mellan 40–80 %.

9.5 Sensitivitet

I handling [5], [16] och [17] så noteras förekomst av högsensitiv lera och den lerans klassificeras som kvicklera. I handling [16] skrivs att närmast Trosaån varierar sensitiviteten mellan 30 - >100 varvid leran i dessa delar klassificeras som högsensitiv.

För att lerans ska klassificeras som kvicklera skall ett till kriterium vara uppfyllt. Skjuvhållfastheten i lera minskar vid omrörning. Drastisk minskning sker hos så kallade kvickleror som efter en deformation blir mer eller mindre flytande. Jorden benämns som kvicklera om den omrörda skjuvhållfastheten är mindre än 0,4 kPa och sensitiviteten över 50.

I handling [17] finns redovisande diagram med sensitivitet och omrörd skjuvhållfasthet för alla i den utredningen ingående egenskapsbestämningar. Dessa redovisas i bilaga Inventering av kvicklera.

Stabilitetsfrågorna sammanhänger med omfattningen av åtgärder och den trafikled som handlingarna [5], [13], [14], [15], [16] och [17] avser är inte längre aktuell eftersom vägsträckan inte kommer att anläggas.

I Bilaga Inventering av kvicklera framgår att det finns tre punkter med konstaterad kvicklera (varav två punkter med var sin avgränsad nivå) inom detaljplanen. Mätningar visar att ingen kvicklera har påträffats i jordvolymen mellan Trosaån och detaljplaneområdet i samband med de geotekniska undersökningarna. Se Figur 22, där förekomsten av funnen kvicklera redovisas tillsammans med undersökningspunkter där leran konstaterats vara icke-kvick.

Med de fåtal punkter med konstaterad kvicklera inom detaljplanen och med mätningar som visar på områden mellan Trosaån och detaljplanen utan kvicklera bedöms risk för bakåtgripande skred som kan påverka planområdet som icke-signifikant. Undersökningarna visar på att i jordvolymen mellan Trosaån och detaljplaneområdet har ingen kvicklera konstaterats.

I Bilaga Inventering av kvicklera, se Tabell 1, och handling [17]

I handling [19] skrivs att vingborr inte rekommenderas för bedömning av kvicklera.

Punkterna 20B025 och 20B027 ligger omgivna av undersökningspunkter där det konstaterats att kvicklera inte förekommer, även kolven vid punkt 81 som visar på att kvicklera inte förekommer.

Punkt 79 har flertalet punkter (67, 68, 69, 73, 1701, och 20B021) mellan sig och Trosaån där det konstaterats att kvicklera inte förekommer. Vid läget för den planerade bron över Trosaån, Infart Västra, är de beräknade säkerhetsfaktorer i odränerad analys över 2,0.

Kvicklera inom planområdet förekommer ställvis och endast på ett fåtal punkter. I två av dessa punkter, 20B025 och 20B027, har laboratoriet dessutom satt resultat inom parentes för att markera osäkerhet kring värdena. Vid ojämn konintryckning blir mätvärdet för ostörd hållfasthet osäkert, vilket i sin tur gör att sensitivetsvärdet också blir osäkert som en följdfeffekt. Baserat på undersökningar längs ån, där det har konstaterats att leran inte är kvicklera, har säkerhetsfaktorer valts utifrån detta.

Möjligheten för att ett eventuellt initialskred/primärscred vid Trosaån skulle utvecklas till ett sekundärscred i eventuell kvicklera finns inte. Relevanta glidytor skär genom områden där det har konstaterats att leran inte är kvick. De topografiska och geologiska förutsättningarna för att ett bakåtgripande skred skulle kunna uppstå saknas. Dessutom, med en relativt hög säkerhetsfaktor, uppstår inga skred. Eftersom ingen glidyta bildas och därmed ingen omrörning sker, uppstår heller inga problem.

I Bilaga stabilitetsberäkningar finns för sektion H-H, där Trosaån ligger närmast detaljplanen, beräkningar som visar att primärscred inte påverkar detaljplanen. Åbotten ligger på nivån ± 0 och slänkrön vid ån på +3,46. Marknivån vid detaljplan har lägsta nivå färdigt golv på cirka +3,2 till +3,8.

I SGI Vägledning 8 skrivs att:

Ett kvicklereområde avses ur stabilitetssynpunkt vara områden:

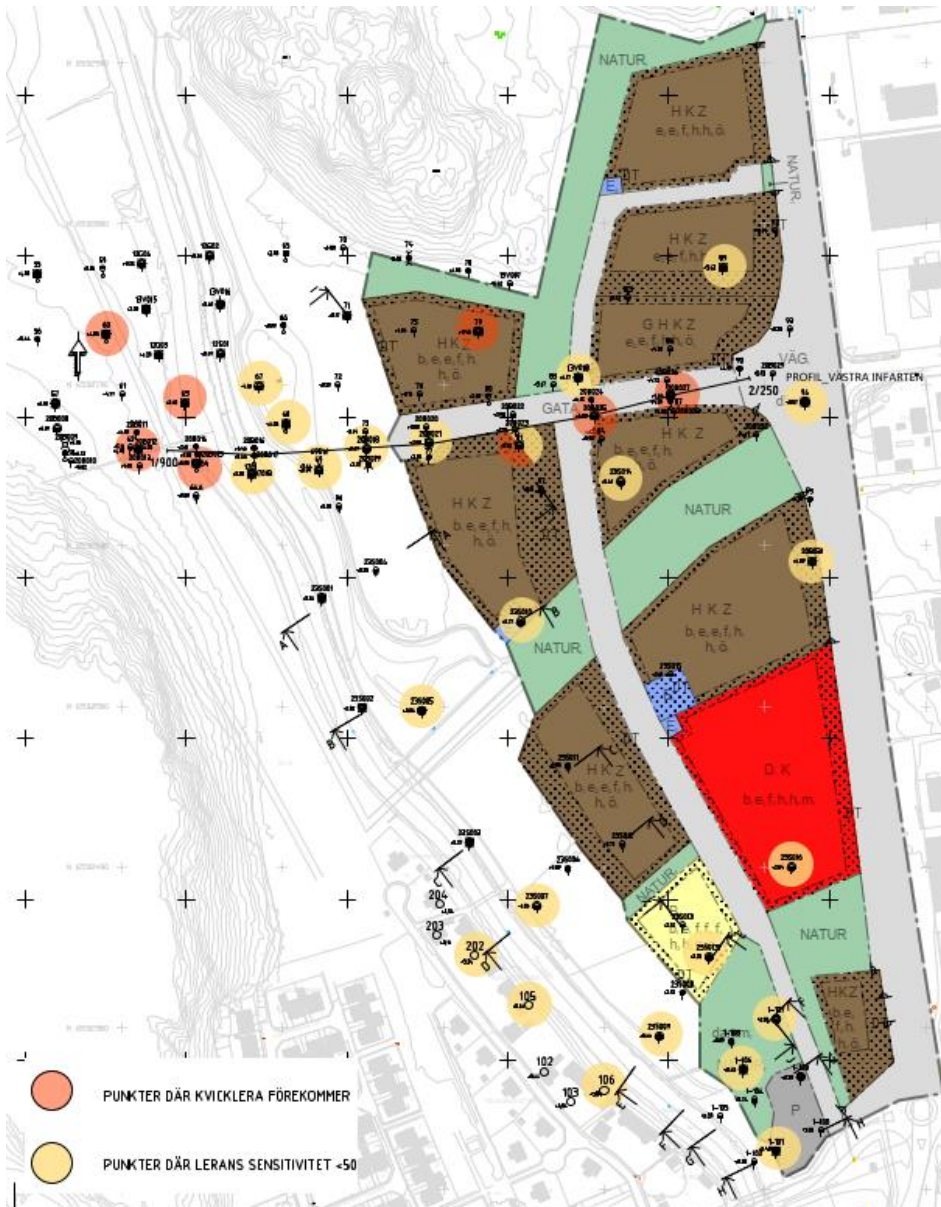
- där en glidyta helt eller delvis kan gå genom kvicklera och konsekvenserna för det aktuella partiet och/eller nedanförliggande områden kan bli stora
- där ett initialskred och dess skredmassor kan påverka ett nedanförliggande område med kvicklera och därmed få stora följdkonsekvenser eller
- där ett initialskred kan påverka ett bakomliggande parti med kvicklera med stora följdkonsekvenser.

Swecos bedömning är att inga av dessa kriterier är uppfyllda.

Tillräcklig provtagning har genomförts för att klassificera den totala sammanhängande jordvolymen som icke-kvicklera. Se Figur 22, som visar en plan över återfunnen kvicklera samt provtagningar där leran genom laboratorietester bekräftats inte vara kvick. Tillräckligt många ändamålsenliga provtagningar har utförts inom detaljplanen och längs Trosaån för att uppnå en rimlig säkerhetsnivå. "Rimlig säkerhet" innebär i detta sammanhang en hög grad av säkerhet.

På västra sidan om Trosaån finns kvicklera. Detta område har inte studerats vidare eftersom det ligger på erforderligt avstånd > 50 m, från detaljplanens gräns i ett område där bakåtgripande skred sker bort från planområdet.

På västra sidan om Trosaån är lerans mäktighet mindre än på östra och leran kan därmed ha lakats ur.



Figur 22. Röda punkter markerar där kvicklera förekommer, medan gula punkter visar områden där lerans sensitivitet är lägre än 50, det vill säga där det inte är kvicklera. Punkt 81 är både gul och röd, se förklaring i texten. Det bör noteras att förstärkning med inblandningspelare planeras inom planområdet för att bland annat motverka framtida sättningar, vilket kommer att förbättra lerans egenskaper.

Trosaån har en begränsad tvärsnitt och relativt liten volym strömmande vatten. Jordmassorna blir kvar i åfåran och transporteras inte bort med strömmen. Förutsättningarna är på så sätt annorlunda än exempelvis för Göta Älv.

10 Säkerhetskrav

Stabilitetsberäkningar har därför utförts i sektioner inom planområdet samt för slänt ned mot ån, se Figur 7 samt planritning i bilaga 1 för lägen för beräkningssektioner.

Stabilitetsberäkningarna har utförts enligt SIG Vägledning 8 och "Anvisningar för släntstabilitetsutredningar, Rapport 3:95, Skredkommissionen, november 1995", nivå detaljerad utredning för nyexploatering inom detaljplan och naturmark liggande utanför detaljplanen.

För bedömning av släntens status ur stabilitetssynpunkt har använts IEG Rapport 4:2010 tabell 4.1 för "Detaljerad utredning". Där följande krav på totalsäkerhetsfaktorn gäller för detaljerad utredning:

Totalsäkerhetsfaktorn:

Nyexploatering

$$F_c = 1,7 - 1,5$$

$$F_{\text{Komb}} = 1,5 - 1,4$$

Annan mark

$$F_c = 1,6 - 1,4$$

$$F_{\text{Komb}} = 1,4 - 1,3.$$

Mark utmed Trosaån utanför detaljplanen förutsätts tillhöra "Annan mark" och område vid inom detaljplan förutsätts tillhöra "Nyexploatering".

Om påverkan av belastning från område inom detaljplanen går ut i "Annan mark" gäller säkerhetsfaktorer för nyexploatering.

11.2 Värdering av erforderlig säkerhetsfaktor.

Värdering och motivering av valda erforderliga säkerhetsfaktorer har utförts för respektive område enligt IEG:s Rapport 4:2010 och redovisas bilaga värdering av erforderliga säkerhetsfaktorer.

Val av erforderlig säkerhetsfaktor redovisas nedan:

Planläggning för nyexploatering

Detta avser mark belägen inom planerat exploateringsområde.

$$F_c \geq 1,55 + F_{\text{komb}} \geq 1,45.$$

Med beaktande av förekomst av kvicklera utanför detaljplanen längst i norr väljs för denna del säkerhetsfaktorerna:

Nyexploatering (nordligaste delen) (planläggning): $F_c \geq 1,65 + F_{\text{komb}} \geq 1,5.$

Annan mark (nordligaste delen): $F_c \geq 1,6 + F_{\text{komb}} \geq 1,4$

Annan mark:

Avser mark, grönområde, mellan detaljplan och Trosaån där det inte finns kvicklera.

$$F_c \geq 1,45 + F_{\text{komb}} \geq 1,35$$

Annan mark: (avser markanvändning som endast medför dagvistelse och anläggningar av mindre betydelse).

11 Stabilitetsberäkningar

11.1 Beräkningsförutsättningar

Stabilitetsanalyserna har utförts med odränerad och kombinerad analys med stabilitetsprogrammet Geostudio 2021. Antaganden och förutsättningar redovisas fullständigt i beräkningsbilagan.

Följande förutsättningar och indata har använts i beräkningarna:

- Topografin har tolkats från erhållna inmätningar av markyta och åfåra. Undersökningspunkter har mätts in.
- Avbördningsnivån, LLW, är +2,58 i Trosaån
- Vattennivån, extrem LLW, är +2,24 i Trosaån vid tömmande av damm under tröskelnivå vid längre torrperioder.
- Slänten beräknas för ett porövertryck motsvarande 0,1–0,2 m under omgivande markyta. Ett porövertryck över åns lägsta vattenyta som i storlek varierar beroende på markytans nivå.
- Djup på glidytor är i programvaran satt till ≥ 1 m
- Grundvattenytan har antagit utifrån arkivmaterial till underkant torrskorpan. Hydrostatiskt grundvattentryck har ansats utifrån arkivmaterial
- 3D-effekter (ändyteffekter) har inte beaktats vid beräkningarna.
- De 10 metrarna bakom släntröner till Trosaån förutsätts vara obelastade
- Tolkad jordlagerföljd enligt bifogade sektionsritningar och beräkningar.
- Konservativ jordmodell där resultat från direkta skjuvförsök noteras men inte inarbetas.

Analysen har utförts som odränerad respektive kombinerad analys samt beräkningar med en tillkommande 10 kPa ytlast. Den karaktäristiska lasten som applicerats kan sägas representera att mindre justeringar upp till 0,5 m höjd som inte är marklovpliktiga. De närmaste tio metrarna bakom släntröner är obelastade. Avståndet motsvarar avståndet mellan släntröner och Sörmlandsleden där vegetationen är frodig. Belastning med 10 kPa och framräknad distans om 10 meter för belastning från släntröner är en form av känslighetsanalys i sig. Ingen markjusteringen eller belastning finns planerad från kommunens sida.

Dagvattendammar innebär en avschaktning och är en avlastning av mark och därmed stabilitetshöjande för den geotekniska totalstabiliteten. Eventuella vallar runt dagvattendammen behöver med anledning av lerans sättningsbenägenhet, anläggas på förstärkt jord. Stabilitetsberäkningar vid dagvattendam beskrivs i avsnitt 12 Fördröjningsmagasin och redovisas i Bilaga stabilitetsberäkningar.

11.1.1 Stabiliteten för kvartersmarken

Stabiliteten för kvartersmarken har utretts med hänsyn till de höjdskillnader som skapas. Angivna nivåer på plankartan för färdigt golv är +3,2 och +3,8. Toleransen för dessa nivåer är + 0,5 m. Om nivån sjunker finns risk att vatten rinner ned på fastighetsmarken. Om nivån höjs ökar belastningen på marken av

uppfylld jords egenvikt och behoven av jordförstärkning ökar. Kommunen kan låta bli att bevilja startbesked/bygglov om marknivån höjs.

Nivåskillnader inom detaljplanen är små. Den ansatta vertikala lasten på 50 kPa som ansatts i beräkningarna inkluderar trafiklast av 20 kPa och uppfyllning av 1,5 m höjd, vilket ger ett tillskott på last av $1,5\text{m} \times 20\text{ kN/m}^3$ (egenvikt jord). Dessa beräkningar kan brukas på såväl geoteknisk totalstabilitet mot Trosaån utanför detaljplan samt för vilka belastningar som av stabilitetsskäl kan läggas ut på plan yta.

(En konsekvens av beräkningarna och begränsningarna är exempelvis att "förbelastning" som metod att stärka jorden inte är möjlig.)

På samma sätt som redovisning av beräkningar för område norr om sektion A-A återfinns för belastning av storleken 50 kPa respektive 15 kPa beräkningarna i Bilaga stabilitetsberäkningar.

Ansatt last av 15 kPa i den södra delen motsvarar trafiklast för befintlig parkering som ska bibehållas i sitt befintliga skick.

Dessa beräkningar visar att parkeringsytan inte ska överbelastas och att begränsning av last ger erforderlig säkerhet.

Med tanke på antalet delytor inom planen finns en mycket stor mängd lastkombinationer där marks höjs, med max 0,5 m mer uppfyllning än angiven nivå för färdigt golv samt att vissa ytor inte är förstärka eller belastade.

Exempelvis så finns ett grönstråk med befintlig kraftledning och befintligt dike som korsar området i sydvästlig – nordöstlig riktning, se figur 7 samt med dike markerat på flygfoto, Lantmäteriverket i Figur 23.



Figur 23. Flygfoto där befintligt diken framgår, Lantmäteriverket.

Enligt plankartan [24] är färdigt golv är satt till nivån +3,2 (B1) på omgivande framtida fastigheter. Se plankarta [24] där det framgår att befintlig mark i grönstråket ligger mellan nivåerna +2,88 och +3,72. Lastillskottet av fyllning blir $0,3\text{m} \times 20\text{ kN/m}^3 = 6\text{ kPa}$ där marken höjer sig över grönytan i väster. I öster ligger färdigt golv lägre än grönstråket. Det behöver släntas mot väg 218 och angränsande grönstråk med följd att dikesanvisningar krävs. Dessa dikesanvisningar påverkar inte den geotekniska totalstabiliteten utan projekteras i senare skede. Då beaktas lokal stabilitet vid anläggande på samma sätt som för en ledningsschakt.

Sättningarnas storlek påverkas av tilläggslasters storlek och utbredning samt det sättningskänsliga lagrets mäktighet. Lerans mäktighet är som störst inom områdets centrala delar och minskar mot planens norra och södra delar. Sättningarna kommer alltså att variera inom området beroende på lastillskott och aktuellt jorddjup.

En konsekvens av detta blir att jorden behöver förstärkas av för att motverka dessa beskrivna sättningar. En fördel därav är att jordens hållfasthet och därmed bärförmåga samt stabilitet förbättras av jordförstärkningen. I redovisade

beräkningar i Bilaga stabilitetsberäkningar har denna förbättrade jord, med högre skjuvhållfasthet inte tagits i anspråk.

Denna indelning i zoner gör att beräkningar på olika samverkande delar vid olika belastningar blir omfattande med "orimligt" antal lastfall.

Nivåskillnader mellan befintlig mark och angivna minsta färdiga golvnivå är små.

- Sju delar har b_1 med +3,2 som lägsta nivå färdigt golv
- Ett område har b_2 med +3,8 som nivå färdigt golv
- Tre områden, längst i nordväst, saknar b_1 och b_2 detaljering. Dessa tre områden ligger på naturlig mark som ligger lite högre nivå >+3,8 och vars norra ände mot fastmarkspartier ligger på nivån +7.

Dock poängteras att det för detaljplan och den detaljerade stabilitetsutredningen inte är meningen att detaljprojektera hela området. Utan i stället ska det visas att det är genomförbart och vad som krävs i åtgärder och restriktioner för att detaljplan och dess närmaste omgivning ska vara säker.

I den utbredda beräknade lasterna av 50 kPa ingår belastning av väg och trafik. Byggnader föreskrivs bli pågrundlagda så att last från byggnad förs ned till fastare botten. Därmed påverkar byggnaden inte den geotekniska totalstabiliteten.

Att skapa dessa dikesanvisningar i jordförstärkt mark (eftersom behovet av markförstärkning finns inom hela området för gatorna. Se avsnitt om sättningar).

Utformning av diken och dikesanvisningar görs i samband med projektering av området. De nedsänka diket som planeras utmed väg, se figur 1. måste även utformas så att de är trafiksäkra. Lokalstabilitet mot dike hanteras i senare skede på samma sätt som en projektering av en ledningsgrav.

I planbeskrivningen [1] står det under avsnittet om dagvattenflöden att "Planområdet sluttar från norr mot syd/sydväst. Efter denna sluttning finns ett lägre område som är inramat i alla väderstreck. Vattnet avleds genom ett T-format dike som löper genom området och leds vidare genom två kulvertar under Nyängsvägen."

Vid fördröjningsmagasinet i söder, vars bottennivå är begränsad på grund av risk för bottenuppträckning, kompletteras planen (plankarta/planbestämmelse) med att omgivande mark och gata projekteras med jordförstärkning, till exempel inblandningspelare, för att den föreskrivna belastningen ska kunna hållas.

På samma sätt säkerställs stabiliteten för diken vid projekteringen av jordförstärkningen för gatu- och ledningsnätet.

11.1.2 Stabilitet mot Trosaån, utanför detaljplan

Beräkningsresultat från känslighetsanalys där en extremt låg vattenyta där Trosaåns damm tömts under sin avbördningsnivå redovisas i kolumn 5, Tabell 3. Tömningen av dammen under avbördningströskeln är en långsamprocess och portryck i slänt närmast ån sjunker med viss fördröjning till i nivå med vattenytan. Vid nederbörd sker påfyllning av vatten i dammen och vattennivån stiger. Dessa resultat är inte dimensionerande utan en känslighetsanalys.

För beräkningssektion vid infarten Västra Trosa, norr om sektion A-A, så är geometrierna återskapade baserat på äldre underlag. Tidigare planerad

brokonstruktion i bakgrund finns inbäddad i geometri för Trosaån och omgivande mark. Se Figur 25 för odränerad analys.

Nedan redovisas känslighetsanalys avseende skjuvhållfasthet. Utvärderad skjuvhållfasthet har minskats med 10 %. Valda 10 procents reducering baseras på skrivning i SGI Vägledning 8 avsnitt känslighetsanalys. Känslighetsanalys avseende på skjuvhållfasthet visar att säkerhetskrav enligt SK3 innehålls när skjuvhållfastheten minskas med 10 %.

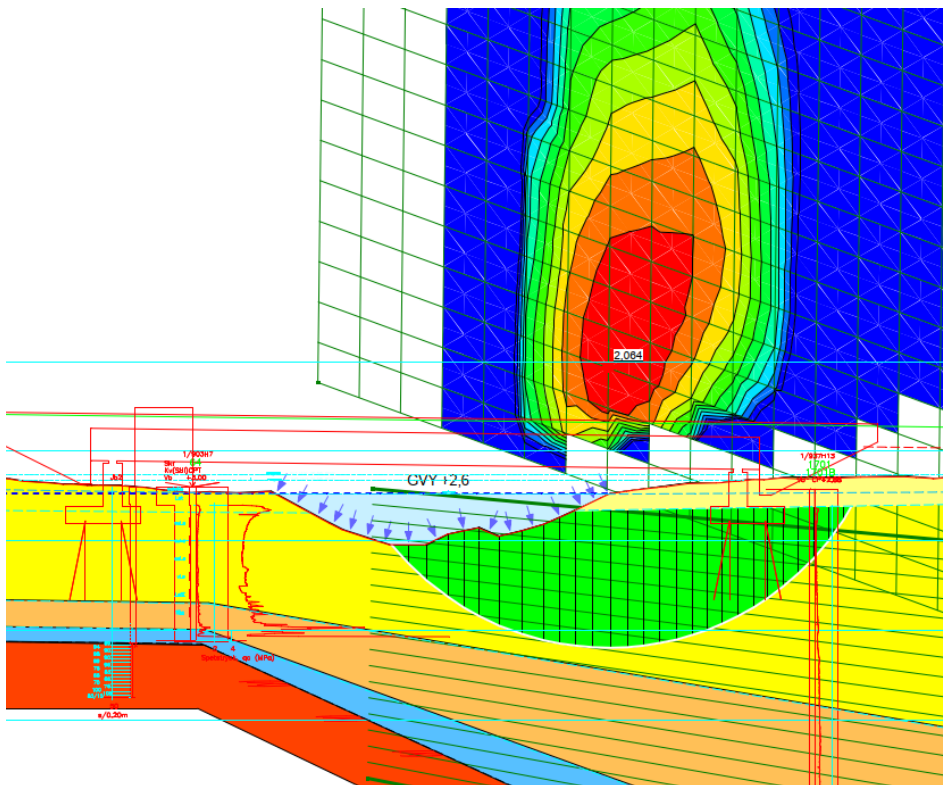
Känslighetsanalys avseende förhöjda portryck, där vattennivån sätts vid markytan och hydrostatiskt sjunker nedåt i beräkningen. Detta resulterar i ett mer ogynnsamt scenario än om vatten fyllts på ovanifrån, vilket endast påverkat den översta halvmeteren och den hydrostatiska nivån varit jämn med djupet. I detta fall ökar portrycken med djupet i stället för att vara konstanta. I de ursprungliga beräkningarna är nolltrycksnivån för vattnet 0,5 meter under markytan, vilket innebär att portrycken har beräknats med en nolltrycksnivå 0,5 meter under markytan. Se Figur 26 för presentation av beräkning. Känslighetsanalys avseende skjuvhållfasthet- och portrycksvariation finns redovisat i Bilaga Stabilitetsberäkningar.

Eftersom den uppdämda delen uppströms Trosa kvarn utgör en liten recipient, fylls vattendraget snabbt, vilket leder till en liten nivåskillnad mellan vattnet i ån och portrycken i marken.

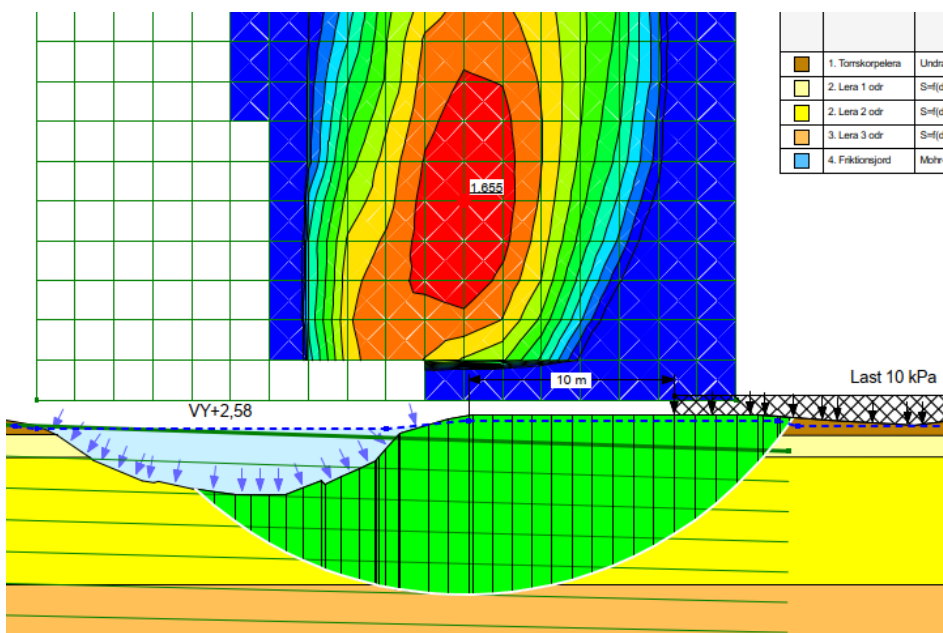
Vatten som avleds bör samlas upp och ledas till avsedda lägen där lämpligt ytskikt tillskapas för att förhindra erosion vid extrema regnförhållanden.

Känslighetsanalys avseende "vall utmed Trosaån" har gjorts eftersom fråga om behov av vall vid dagvattendamm lyfts.

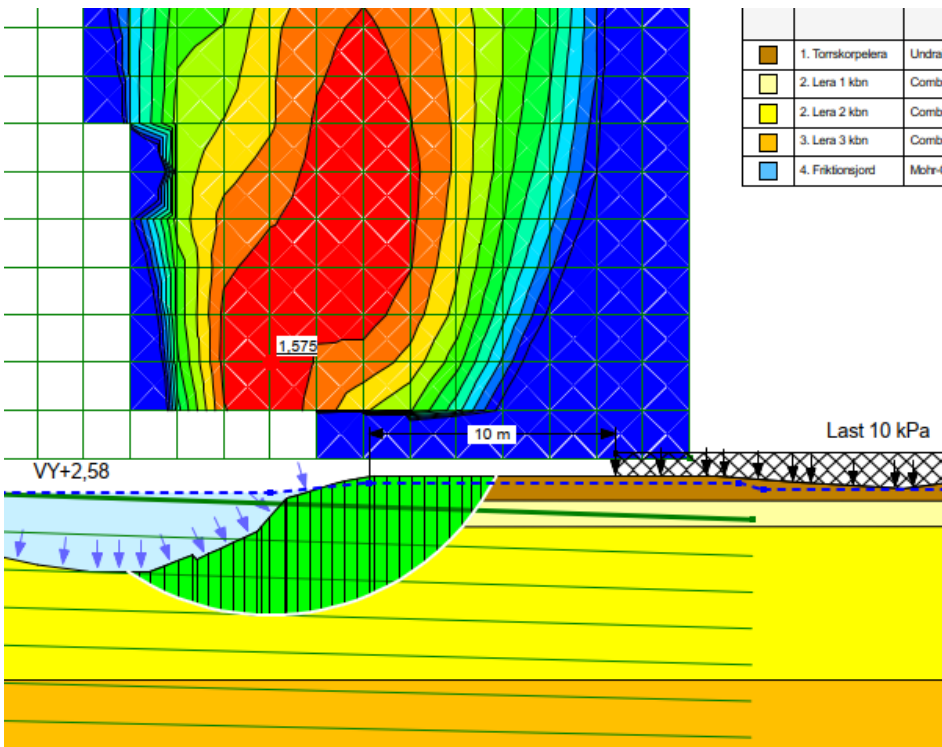
Området är så flackt att om vallar anläggs med överhöjning riskerar vatten att stängas in, vilket kan leda till översvämning inom planområdet. Detta gäller även för fördröjningsmagasin i planområdets södra del. För att skapa dessa magasin behöver marken schaktas bort. Eftersom jord är tyngre än vatten, förbättras stabiliteten genom avschaktningen. Dock får schaktningen inte ske så djupt att det skapar risk för bottenuppträckning. Vallar som anläggs på befintlig markyta riskerar att sätta sig om undergrunden inte är förstärkt.



Figur 24. Beräkningssektion vid infarten Västra Trosa, norr om sektion A-A, odränerad analys. Tidigare planerad brokonstruktion i bakgrund finns inbäddad i geometri för Trosaån och omgivande mark. Säkerhetsfaktor blir 2,06 vilket ger tillfredsställande säkerhet.



Figur 25. Känslighetsanalys sektion A-A odränerad analys, lerans hållfasthet reducerad till 90% av utvärderad skjuvhållfasthet.



Figur 26. Känslighetsanalys sektion A-A kombinerad analys, lerans hållfasthet reducerad till 90% av utvärderad skjuvhållfasthet.

Se Tabellerna 3 till 6 för sammanställning av stabilitetsberäkningarna.

Förändringar av befintlig geometri invid Trosaån planeras inte av kommunen. Därför är beräkningar utifrån befintlig geometri tillämpbar. Området närmast Trosaån omfattas av strandskydd, samt är ägt av Trosa kommun. Planerade justeringar av marknivåerna inom grönområdet utanför detaljplan är inte aktuella.

11.1.3 Begränsningar i laster och beräkningar

Vid stora utbredda laster inom delar av detaljplanen kan det i befintlig naturlig jord bildas långa flacka glidytor ut mot Trosaån. Som beroende på belastningen storlek ger olika säkerhetsfaktorer. Inverkan av last är större i de södra delarna där detaljplanen ligger närmare ån. Dessa belastningsfall gör att lastbegränsningar tas fram och inarbetas i detaljplanen.

11.2 Beräkningsresultat

Beräkningar har gjorts i totalt sju sektioner, se Figur 7 och Bilaga Stabilitetsberäkningar. Redovisning av resultat enligt Tabell 3. Se beräkningsbilaga för detaljer. I några fall uppstår mycket korta branta glidytor i slänt under vattenytan.

Dimensionerande är de två vänstra kolumnerna med "Odränerad analys – befintligt obelastat. Förhöjt portryck i mark, vattenstånd +2,58" och "Kombinerad analys – befintligt obelastat. Förhöjt portryck i mark, vattenstånd +2,58" är dimensionerande för sektioner "Infart Västra Trosa, norr om A-A" till F-F. För sektionerna G-G och H-H ska de två högra kolumnerna beaktas på grund av

detaljplanens närhet till ån. Ett porövertryck motsvarande nolltrycksnivå 0,1–0,2 m under markytan är ansatt i beräkningarna.

Ett porövertryck motsvarande nolltrycksnivå 0,1–0,2 m under markytan i kombination med extremt lägsta lågvatten (+2,24) är ett fall som inte kan förväntas uppstå. Volymen i dammen uppströms Trosa kvarn är liten och fylls snabbt vid riklig nederbörd. Däremot visar beräkningarna på slänternas tillfredsställande stabilitet vid extremvärden kopplade till klimatförändringen.

Samtliga sektioner bedöms vara geotekniskt tillfredsställande stabila. Sektion H-H är beräkningsmässig under uppställt kriterium. Med beaktande av befintlig växtlighet som beskrivet i avsnitt 11.2.1.1 bedöms sektionen vara tillfredsställande stabil.

Inom lokala delar, där sensitiviteten (S_t) har bestämts kring 50 eller större erfordras enligt Trafikverkets TK Geo 13, säkerhetsklass 3 vilket medför att totalsäkerhetsfaktor $F_c > 1,65$ och $F_{Komb} \geq 1,40$, vilket gäller området närmast Trosaån i norr där sensitiviteten konstaterats vara hög.

Inom övriga delar gäller SK2. Sektion A-A har bedömts ligga utanför område med kvicklera. Beräknade säkerhetsfaktorerna vid känslighetsanalys uppfyller dock även de krav på erforderliga säkerhetsfaktorer för mark med kvicklera också.

Tabell 3. Beräknad geoteknisk totalstabilitet, karaktäristiska värden. Beräkningar redovisas i bilaga 1 Stabilitetsberäkningar.

Sektion	Djup till fastbotten cirka [m]	Odränerad analys – befintligt obelastat. Förhöjt portryck i mark, vattenstånd +2,58	Kombinerad analys – befintligt obelastat. Förhöjt portryck i mark, vattenstånd +2,58	Kombinerad analys Känslighetsanalys. Förhöjt portryck i mark, extremt lågt vattenstånd +2,24	Odränerad analys – belastat 10 kPa – 10 m ifrån släntrönn. Förhöjt portryck i mark, vattenstånd +2,58	Kombinerad analys – belastat 10kPa - 10 m ifrån släntrönn. Förhöjt portryck i mark, vattenstånd +2,58
"Infart Västra"		2,06*	2,06*			
Resultat Jmf krav enligt SK3		>1,65	>1,5			
A-A	16	1,86	1,68	1,53	1,77	1,68
B-B	25	2,30	2,08	1,80	2,10	2,03
C-C	26	1,82	1,61	1,47	1,72	1,67
D-D	14	2,26	1,52	1,52	2,01	1,71
E-E	8	1,82	1,68	1,52	1,57	1,51
F-F	7	1,98	1,84	1,65	1,87	1,80
G-G	7	2,03	1,92	1,72	1,78	1,74
G-G (med vall +5,0)		1,70	1,64			
H-H	11	1,77	1,38	1,23	1,58	1,39
I-I (20 kPa inom detaljplan)		1,82	1,80			
I-I (30 kPa inom detaljplan)**		1,39	1,37			
J-J (fördröjningsmagasin)		1,81	1,76			
J-J (LW fördröjningsmagasin)		1,46	1,42			
Resultat		>1,55 >1,45	>1,45 >1,35 Utom i sektion H-H	>1,45 >1,35 Utom i sektion H-H	>1,55 >1,45	>1,45 >1,35 Utom i sektion H-H

* Beräknade med underlag från handling [16].

** befintlig mark förstärks så att den tål minst 50 kPa utbredd belastning [24].

Tabell 4. Känslighetsanalys avseende skjuvhållfasthet. Beräknade säkerhetsfaktorer sektion A-A respektive sektion C-C.

	Odränerad analys	Kombinerad analys
100 % hållfasthet (ursprunglig beräkning A-A)	1,77	1,68
90 % hållfasthet	1,65	1,57
Resultat jämfört med krav enligt SK3.	>1,65	>1,5
Resultat jämfört med krav enligt SK2.		
För planerat exploateringsområde enligt utv.	>1,55	>1,45
För annan mark, enligt utv.	>1,45	>1,35

Tabell 5. Känslighetsanalys avseende förhöjt portryck. Beräknade säkerhetsfaktorer sektion C-C.

	Odränerad analys	Kombinerad analys
Förhöjt portryck (ursprunglig beräkning C-C)	1,73	1,67
Förhöjt portryck	1,73	1,66
Resultat jämfört med krav enligt SK3.	>1,65	>1,5
Resultat jämfört med krav enligt SK2.		
För planerat exploateringsområde, enligt utv.	>1,55	>1,45
För annan mark, enligt utv.	>1,45	>1,35

Tabell 6. Känslighetsanalys avseende vall med överkant på nivån +5,0 utmed Trosaån. Beräknade säkerhetsfaktorer i sektion G-G.

	Odränerad analys	Kombinerad analys
Vall (ursprunglig beräkning G-G)	1,79	1,74
Vall	1,70	1,65
Resultat jämfört med krav enligt SK3.	>1,65	>1,5
Resultat jämfört med krav enligt SK2.		
För planerat exploateringsområde, enligt utv.	>1,55	>1,45
För annan mark, enligt utv.	>1,45	>1,35

11.2.1 Kommentarer till stabilitetsberäkningarna

Stabilitet definierad som säkerhet mot större skred ut mot ån förbättras snabbt i riktningen från ån.

Område norr om sektion A-A där Trafikverket inom projekt infart Västra Trosa utrett stabiliteten är säkerheten även där tillfredsställande enligt tidigare beräkningar som redovisats i denna handling samt handling [16].

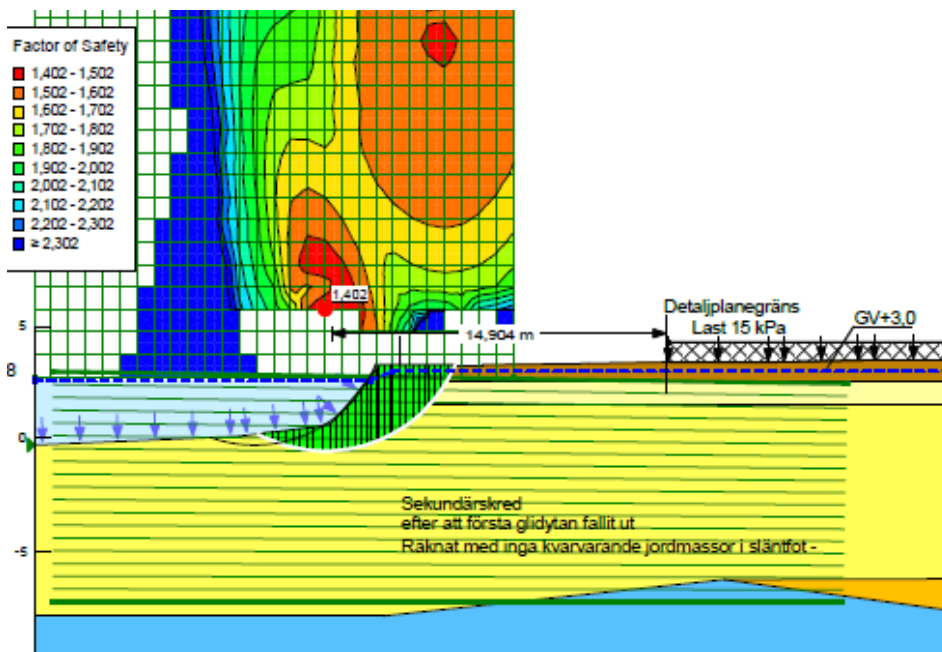
Området i norr uppfyller de högre valda säkerhetsfaktorerna (SK3). Beräkningar i kombinerad analys kommer inte understiga krav på $>1,5$.

De beräknade säkerhetsfaktorerna uppfyller väl kriterier för annan mark vilket grönområdet tillhör. Enbart i en sektion uppfylls inte de högre ställda kraven, som inte gäller detta område, för nyexploatering. I-I sektion H-H med en säkerhetsfaktor på 1,38 i kombinerad analys som behandlas nedan.

Resultatet av beräkningar, vilka redovisas i denna stabilitetsutredning för detaljplanen, visar att lokalstabiliteten är tillfredsställande för både befintliga och blivande förhållanden med föreslagna geometriska begränsningar och en marklast på 10 kPa med förbehållet att slänkrönet och de bakomvarande 10 metrarna ska vara obelastade. Beräkningar med 10 kPa last har gjorts för att visa på känsligheten i systemet.

Detta oavsett att det inte finns planer på att belasta grönområdet. Busk- och trädvegetationen sträcker sig cirka 10 meter bakom slänkrön och tillser rent praktiskt att zonen inte belastas.

Kontroll av påverkan av sekundärskred har gjorts för en utbredd last av 15 kPa vid detaljplanegränsen. Se beräkning i Figur 27, där primärskredet har fallit ut och beräkning av sekundärskred gjorts för kvarvarande slänt.



Figur 27. Sekundärskred i slänt sektion H-H, kombinerad analys (den korta glidyten). Odränerad analys ger annan form på glidyten.

Beräkningen är gjord med inga kvarvarande massor i släntfot vilket är ett konservativt antagande. Detaljplaneområdet påverkas inte.

11.2.1.1 Inverkan av växtlighet

Vid känslighetsanalysen för extremvärde LLW är den beräknade säkerhetsfaktorn vid kombinerad analys lägre än uppsatt rekommendation. Glidyten är relativt kort, ytlig och slår ut nära den relativt branta slänten. Med beaktande av, buskar och framför allt träden, den vedartade vegetationen, som ger en mer djupverkande rotutveckling, i en slänt är sektionen ändå att betrakta som tillfredsställande säker.

Strandbrinken är brant och glidyten är kort och går igenom vegetationens rotsystem. Inverkan av vegetation är inte beaktad i beräkningarna.

Sektion H med beräknad säkerhetsfaktor 1,38 i kombinerad analys utan last och 1,39 med 10 kPa last 10 m från släntrönen.

Krav annan mark $F_{komb} \geq 1,35$ (annan mark) är beräkningsmässigt uppfyllda.

Sektionen ligger i del där detaljplanen är närmast Trosaån och kriterium för säkerhetsfaktor inom detaljplan tillämpas. $F_{komb} \geq 1,45$.

Sektionen bedöms vara stabil med beaktande av ett mindre positivt tillskott av växtlighet som beskrivet ovan.

11.2.1.2 3D

Eventuella mindre fordonsekipage som färdas på Sörmlandsleden, såsom skötsel- och underhållsfordon, ryms inom de 10 kPa som använts i beräkningarna.

Om 3D-effekter nyttjas i beräkningarna på de begränsade fordonen, utan 10 kPa utbredd last blir beräknade säkerhetsfaktorerna än högre. Se bilaga 3D beräkning som exemplifierar detta.

11.2.2 Åtgärder

Med avseende på de rådande geotekniska förhållandena och förutsättningarna inom och i anslutning till det aktuella planområdet anses det erfordras planbestämmelser med avseende på de geotekniska förutsättningarna och belastningar på befintlig naturlig jord.

Gatemark förutsätts bli jordförstärkt med inblandningspelare.

Byggnader förutsätts bli pålade, vilket gör att de inte belastar marken.

Ifall annan geometri eller andra lastförutsättningar avses genomföras än nu befintlig erfordras lastkompenserande åtgärder eller förstärkningsåtgärder för genomförandet.

11.2.2.1 Laster och nivåjusteringar inom detaljplan

Inom de norra delarna

Vid stora utbredda belastningar (<50 kPa, motsvarande 2,5 meter fyllningshöjd) vid justeringar av befintliga marknivåer bildas långa flacka glidytor ut mot Trosaån. Därför begränsas högsta tillåten justeringsnivå på naturlig jord. Om jorden under markfyllning förstärks kan högre nivåer. Högsta tillåtna justering är

inom norra delarna 50 kPa motsvarande 2,5 m (1,5-faldig säkerhet). Notera att en utbredd fyllning av denna storlek skapar stora sättningar i jorden.

Beräkningar för 50 kPa utbredd belastning vid detaljplanegräns, alternativt utbedd belastning och fordon, sektion A-A samt sektion E-E redovisas i Bilaga Stabilitetsberäkningar.

Inom den södra delarna

I de södra delarna som ligger närmare Trosaån; dagvattendamm och parkeringsplats rekommenderas att befintliga marknivåer bibehålls och att belastningen på naturlig jord begränsas till 15 kPa.

Vid den befintliga och planerade parkeringsplatsen gäller stabilitetsberäkningarna för nuvarande marknivå och en last begränsad till 15 kPa. Den nuvarande funktionen av pendlerparkering och Eftersom det är svårt att kontrollera i framtiden hur parkeringsplatsen brukas bör den maximala belastningen av 15 kPa säkras som planbegränsning och skyltning alternativt så framtidssäkras marken för långsiktig stabilitet för högre laster genom jordförstärkning med inblandningspelare.

Beräkningar för 15 kPa utbredda belastning vid detaljplanegräns, sektion H-H redovisas i Bilaga Stabilitetsberäkningar. Beräkningar visar att för utbredd last 10 m bakom slänkrön så förändras säkerhetsfaktorerna med storleken lasten. För 10, 15 och 20 kPa utbredd last i odränerad analys i sektion H erhålls säkerhetsfaktorerna 1,66, 1,5 respektive 1,37 för de olika belastningsfallen.

En konsekvens av lastbegränsningarna är att metodik med att ta ut sättningar i förväg med hjälp av så kallad överlast inte är lämpligt eftersom det vid stora uppfyllnader kan skapas beräkningsmässigt långa flacka glidytor ut mot Trosaån.

Utförande

Vid utföranden kan tyngre maskiner krävas för arbeten med exempelvis pålning, inblandningspelare, grävmaskiner och transporter. Antalet olika belastningsfall är i det närmaste oändligt. Vid genomförande ska geotekniker medverka vid planering av arbetsmoment. Exempelvis i de södra områdena där Trosaån är som närmast detaljplanen kan installation av inblandningspelare, som skapar förhöjda portryck i marken. Med hänsyn till Trosaåns närhet måste jordförstärknings- och pålningsarbetena göras med detaljerade direktiv i kombination med kontrollprogram/kontrollplaner som bevakar såväl rörelser som portrycksförändringar.

11.3 Sammanfattande slutsats

Med ovan angivna begränsningar för last och restriktioner avseende utförande på befintliga oförstärkta jordar är detaljplanen tillfredsställande geoteknisk totalstabil för befintliga och planerade förhållanden.

En belastningsfri zon på 10-meter närmast ån, utanför detaljplanen, är en förutsättning för befintligt och planerad detaljplan och grönområdes geotekniska tillfredsställande stabilt.

Med de punkter med noterad kvicklera inom detaljplanen och med mätningar som visar på områden mellan Trosaån och detaljplaneområdet där lerans sensitivitet visar på att leran inte är kvick så bedöms risk för bakåtgripande skred som kan påverka planområdet som obetydlig.

12 Fördröjningsmagasin

Anläggande av fördröjningsmagasin innebär en avlastning av marken. Jord är tyngre än vatten. Därför innebär avlastningen en höjning av den geotekniska stabiliteten mot ån jämfört med befintlig stabilitet. Stabilitetsutredning för miljöstation [3] som ligger närmare ån än planerat fördröjningsmagasin visar att området är geotekniskt stabilt.

Alla nivåjusteringar, exempelvis vallar runt fördröjningsmagasin bör förväntas bli byggda ovan förstärkt jord eftersom det annars kommer att uppstå sättningar i jorden. Exempelvis genom inblandningspelare. I annat fall kan sättningar påverka vallarnas långtidsfunktion. Vid installation av inblandningspelare mot den del som ligger vid detaljplanegräns närmast Trosaån ska kontrollprogram tas fram för att säkerställa att förhöjda porttryck vid installation av pelare och tunga maskiner inte påverkar stabiliteten mot Trosaån. Se handling [16, bilaga 2] för tidigare utredning av problematiken med installationer i marken nära Trosaån.

Då silt förekommer i jorden som vid väta och mekanisk bearbetning kan bilda flytjord så rekommenderas att arbeten i möjlig mån utförs i torrhet.

Fördröjningsmagasin ska dimensioneras med beaktande av risk för brott i jord. Med de förekommande lerjordarna kan instabilitet av schaktbotten genom hydraulisk upptryckning av botten ske om det schaktas för djupt. På samma sätt måste hänsyn till att kunna underhålla magasinet inarbetas. Fördröjningsmagasinet bör kunna tömmas vid underhåll utan att den täta bottenduken flyter upp.

Där jorden under schaktbotten är tät och överlagrar ett genomsläppligt lager av friktionsjord måste tyngden på det täta jordlagret vara större än rådande tryck i friktionsjorden. Om vattentrycket mot det täta lagrets undersida är större än lagrets tyngd uppkommer teoretiskt lyftning av lerlagret. Följande villkor (enligt sponthandboken 1996) skall vara uppfyllt för att undanröja risken för upptryckning av botten.

$$\rho_w \cdot g \cdot H \leq 0,9 \cdot \rho_m \cdot g \cdot d$$

Där ρ_m är jordens vattenmättade densitet, ρ_w är vattnets densitet, d är avståndet från lerlagrets underkant till schaktbotten och H är avståndet från lerlagrets underkant till den dimensionerande grundvattennivån.

Med $\rho_m=1,5 \text{ ton/m}^3$ och med markyta på nivå +3,0 samt en vattennivå jäms med markytan (mycket konservativt fall) kan urschaktning ned till nivå +1,0 göras (två meters djup). Jorddjup för beräkning är lägsta uppmätta.

Homogen lera utan dränerande skikt där vatten kan strömma och åstadkomma bottenuppträckning krävs inom området för fördröjningsmagasinet. Om skikt där vatten kan tillföras finns risk för hydraulisk bottenuppträckning.

Dimensionerande grundvattennivåer tas fram innan detaljprojekteringen samt att kontroll av lermåktighet och eventuella dränerande skikt inom ytan för fördröjningsmagasinet verifieras för området och inarbetas i fördröjningsmagasinets slutliga utformning.

12.1 Stabilitet vid fördröjningsmagasin

Stabiliteten mot fördröjningsmagasin där last på omgivande mark ansatts (15 kPa) och ovan angiven miniminivå för botten på +1,0 i beräkningarna. Magasin ligger inte vid fastighetsgräns. Dels av trafiksäkerhetsskäl, dels av tillgänglighet vid underhåll. En obelastad markyta med sex meter bredd har ansatts mellan belastad yta och släntrönn fördröjningsmagasin. Den beräknade stabiliteten blir tillfredsställande för de ovan angivna förutsättningarna. Tillfälligt lägre säkerhetsfaktor vid lägsta lågvatten (LW) i fördröjningsmagasinet är acceptabelt, eftersom geometrin är begränsad i längdled och 3D-effekter kan tillgodoräknas. Se Bilaga Stabilitetsberäkningar för redovisning av beräknade sektioner.

12.2 Restriktioner vid fördröjningsmagasin

Höjd på eventuella vallar begränsas till 0,5 m som stabilitetsberäkningarna förutsatt. Om högre vallar projekteras ska jordförstärkning, typ inblandningspelare förutsättas. Dessa eventuella pelare förstärker jorden och ökar stabiliteten förutom att de motverkar sättningar.

Vid befintlig planerat dagvattenmagasin begränsas uppfyllning och maskiners belastning kombinerat till max 10 kPa. (10 meters lastfrizon bakom släntrönn ska fortfarande innehållas) Lasten kan förändras efter att jordförstärkning genomförts. Vid genomförande av eventuell jordförstärkning skall geotekniker involveras för att säkerställa genomförandefrågor.

Dagvattenmagasinet ligger i detaljplanens lågpunkt och därför innebär uppfyllning av område vid magasin ökar mängd jordförstärkning för hela detaljplaneområdet eftersom resterande del måste höjas mer och markbelastningen ökar.

Runt fördröjningsmagasinet ska en obelastad zon närmast släntrönn med en bredd på minst sex meter upprätthållas.

13 Geotekniska aspekter

13.1.1 Stabilitet

Den geotekniska totalstabiliteten för befintliga och planerade förhållanden är tillfredsställande. Hänsynstagande vid genomförande avseende metodval och lastbegränsningar finns beskrivna. Lastbegränsningen varierar beroende på detaljplanens avstånd till Trosaån.

Tidigare beräkningarna, vid infart Västra Trosa, norr om sektion A, visar att vid nuvarande förhållanden är stabiliteten tillfredsställande för sitt planerade användningsområde. Med hänsyn till förekomst av kvicklera väljs säkerhetsfaktor 3 (SK3) och säkerhetsfaktorer i det högre delen av spannet för detta naturområde i norr.

Den med undersökningar konstaterande frånvaron av kvicklera mellan detaljplanen och kvicklera utanför detaljplanen på västra sidan om Trosaån gör de två nivåer vid olika undersökningspunkter där kvicklera påträffats inom detaljplanen inte påverkar detaljplaneområdets säkerhet.

Stabiliteten mot ån har berörts i tidigare utredningar och nya beräkningar har utförts. Den föreslagna dispositionen av området ger tillfredsställande säkerhet mot skred för bebyggelsen inom detaljplan och för områden utanför planområdet.

En 10 meter obelastad zon närmast släntkrön utanför detaljplanen ska innehållas. Denna zon motsvarar den busk- och trädområde som finns där idag. Vidare skall marknivån mellan Trosaån och detaljplanen bibehållas. Markytan tillhör kommun och därmed har kommunen rådighet över eventuella fyllningar.

13.1.2 Marknivåer

Marken kommer att fordra nivåjusteringar för att säkerställa att de flöden som området skall dimensioneras för inte orsakar skador på byggnader eller anläggningar. Detta kommer i vissa områden att fordra kalk/cementpelarförstärkning för att eliminera risken för sättningar i känsliga ytor som vägar och trafikytor samt för markförlagda ledningar.

Sättningsproblem kan förväntas vara generella och åtgärder för ledningar kommer att fordras. Sättningar och frånvaro av sättningar beroende på åtgärd kan skapa ytor där avrinning inte sker och hanterande och styrning av olika markförstärkningsåtgärder bör utföras med en helhetssyn över planområdet. Handling [1] beskriver Klimatanpassning och höga vattenflöden. Plan- och bygglagen har kompletterats för att kommuner i högre utsträckning ska hantera klimatanpassningsfrågor i detaljplaneprocessen. Inom ramen för aktuell detaljplan har en dagvattenutredning tagits fram i syfte att studera påverkan på området från bland annat höga flöden i Trosaån och skyfall.

Detaljplanen anger bestämmelser för att säkerställa långsiktighet och hållbarhet. Ett omfattande dagvattensystem ska byggas ut för fördröjning, rening och avledning. Inom kvartersmark ska dagvatten renas och fördröjas vilket kommer att villkoras i kommande köpeavtal. Marknivåer och exempelvis placering och utformning av byggnader anpassas för att säkerställa avrinning med mera för att undvika skador från framtida höga flöden i Trosaån eller skyfall. Utmed ån planläggs ett omfattande naturstråk som förstärker Våtmarkspromenaden, garanterar befintliga albårder för rening och stabilitet och samtidigt utgör en naturlig översvåmningsyta

Kvartersmarken inom planområdet kommer att justeras i höjdlid jämfört med befintlig marknivå vid ett genomförande av detaljplanen. Detta tillsammans med att vattennivån i Trosaån generellt kommer att sänkas något uppströms när vandringshindret vid Trosa kvarn tas bort gör att översvåmningsrisken vid höga flöden i Trosaån minskar eller i vissa fall byggs bort inom detaljplanen.

De vägar in för Trosaån via dikessystem och lågpunkter som visar sig i de generella översvåmningskarteringar som tagits fram och som redovisas i

Länsstyrelsens kartdatabas kommer således att försvinna vid ett genomförande av detaljplanen.

Utifrån ett översvämningsperspektiv är det viktigt att framtida projektering utförs med en helhetssyn över planområdet och dess omgivningar.

13.1.3 Bärighet

Markens bärighet är begränsad.

Notera att lasterna avser mark inom detaljplanen och bärighet/stabilitet och är korttidslaster. I långtidsperspektivet, ur sättningssynpunkt kan marken inte belastas utan förstärkning eftersom betydande sättningar bildas. Sättningar som kommer innebära att avvattningsytan påverkas negativt.

Inga problem med totalstabiliteten bedöms föreligga inom av detaljplanen för befintliga eller planerade förhållanden under förutsättning av belastningsrestriktioner följs.

Området är stabilt (1,5-faldig säkerhet) för lastdifferenser upp till 50 kPa, motsvarandes cirka 2,5 meters fyllnadshöjd. (Baserat på rådande skjuvhållfasthet och stabilitetsberäkningar.)

Lastbegränsning 15 kPa gäller inom område för dagvattendammar och parkering i söder.

Utbredda lasters begränsningar styrs av stabilitetsförhållandena.

13.1.4 Sättningar

Marken inom området är mycket sättningsbenägen. Förändringar av marknivån förutsätts medföra sättningar.

Området består i huvudsak av sättningskänslig lera. Leran i detta område bedöms generellt som normalkonsoliderad vilket betyder att även mindre laster skapar relativt stora sättningar. Det uppkommer även krypsättningar även om jorden inte belastas. Dessa kan ta mycket lång tid att utvecklas.

Jorden bedöms vara dålig och byggnader inom detaljplan förutsätts bli pålade.

Eventuella byggnader utförda med platta på mark kan erhålla sättningar av enbart uttorkning av leran när den överbyggs och underliggande lera torkar ut. Är därtill byggnaden uppvärmd ökar lerans uttorkning och efterföljande sättningar.

Vägar och uppfyllnader inte bör utföras utan att kompletterande geotekniska undersökningar och en detaljerad geoteknisk projektering utförs. Höga uppfyllnader av till exempel materialupplag är direkt olämpligt i detta område.

Sättningar kan förväntas utbildas av markuppfyllnader, nivåjusteringar, och jordförstärkning behöver göras under såväl vägar, parkeringar som även eventuellt helt eller delvis under de pålade husen.

Nya byggnader och tyngre sättningskänsliga konstruktioner grundläggs lämpligen med pålgrundläggning. Någon form av utjämning rekommenderas vid övergångar mellan pålade konstruktioner och omgivande mark, vid exempelvis entréer eller inom trafikerade ytor, för att hantera stora sättningsdifferenser. Utjämning kan exempelvis ske genom utspetsning med lättfyllning, länkplattor etcetera. Ledningar som skall anslutas till byggnader måste utformas så att de kan hantera/klara vissa påkänningar i form av rörelser.

Översiktliga sättningsberäkningar har utförts och redovisas i Tabellerna 1 och 2 och i bilaga Sättningsberäkningar.

Kompletterande geotekniska undersökningar bedöms behövas inför projektering av bebyggelse.

13.1.5 Schakter och fyllnadsarbeten

Vid schaktarbeten, med och utan temporära stödkonstruktioner, samt fyllnadsarbeten ska risk för stabilitetsbrott och markrörelser beaktas. Schaktslänter och temporära stödkonstruktioner ska anpassas efter jordlagrens uppbyggnad och hållfasthet, samt med beaktande av förekommande belastningar och pågående trafik intill schakt.

Schakter och temporära stödkonstruktioner ska utformas så att inte uppstår portrycks och grundvattenförändringar vilka kan leda till skada på byggnader och anläggningar. Grundvattensänkning etcetera medför långtidsbundna sättningar

I samband med detaljprojekteringen av området bör den sannolika förstärkningen av lösare sättningsbenägna jordlager för ledningsgravar och trafikytor planeras i samband med planeringen av dessa schakter och ledningsgravar. Förstärkningar tidigt i projektet kan minska behovet av stödkonstruktioner, typ sponter och schaktslädar för dessa arbeten.

13.1.6 Ledningar

I samband med anläggande och nivåsättning av området skall hänsyn tas till befintliga ledningar inom det aktuella området så att dessa inte kommer till skada till följd av belastningar och sättningar från markuppfyllnader. För djupa schakter (över 2 m) erfordras spont (alternativt flacka slänter).

13.1.7 Radon

Enligt tidigare utredning kan marken inom fastigheten, tack vare det tjocka lerlagret, klassas som lågradonmark. Undersökning av fyllnadsmassorna vid återvinningsstation i söder har inte utförts med avseende på radon.

13.1.8 Omhändertagande av dagvatten

Jordarna i området är relativt täta, och infiltrationsförmågan därmed mycket begränsad. På grund av jordens täthet bedöms marken inte vara lämplig för lokalt omhändertagande av dagvatten (LOD).

13.1.9 Detaljplanens östra sida

Väg 218 går nedskuren längs med detaljplanens östra sida. Se Figur 28 med väg och parallell GC-väg. Det är inte kartlagt hur vägen är grundlagd. Vid schakter där öppna stora ytor med nya lägre nivåer tillskapas djupare än 2 m inom 5 m från väg 218 ska temporära stabilitetssäkrande åtgärder utredas.



Figur 28. Väg 218 utmed detaljplanens östra gräns.

På liknande sätt får inte belastningar i form av uppfyllningar läggas utmed väg 218 eftersom om marken närmast vägen sätter sig så riskerar vägen att även den sätta sig.

13.1.9.1 *Bergteknik*

Risk för bergras och blocknedfall finns inte eftersom det saknas berg inom detaljplanen

14 Kommentarer och rekommendationer

Med beaktande av beräknade säkerhetsfaktorer, utförd inventering av kvicklera konstateras att säkerheten mot ras och skred är god för det detaljplanelagda området och att ingen verksamhet från område utanför detaljplan ska påverka planområdets stabilitet.

Sättningar och förstärkningsåtgärder för grundläggning projekteras i senare skede. Byggnader förutsätts bli pålade och allmän platsmark för infrastruktur, kvartersmark och ledningsstråk kan förutsättas förstärkas för att minimera marksättsättningar. Marken är mycket sättningsbenägen.

Hur vatten avleds i framtiden bör beaktas så att erosion (erosion i slänt mot ån och i ån) eller att förhöjda portryck på grönytan utmed ån inte skapas. Erosionsförhållanden kan även förändras av omdaningar utanför detaljplanen.

I område i norr där Trafikverket funnit lera med hög sensitivitet, kvick, höjs säkerhetskravet till, säkerhetsklass 3 (SK3). Säkerhetsfaktorerna är erforderligt höga i befintlig mark och några förändringar som påverkar stabiliteten planeras inte. Gräns för detaljplanen ligger cirka 80 m österut och färdigt golv planeras bli +3,8, vilket är 0,3 m över befintlig mark.

Den damm/vattenfördröjningsmagasin som planeras i de södra delarna av detaljplanen projekteras med hänsyn inarbetat till att marken invid ån och närmaste del av dammen inte får belastas samt att inga upplag, trafik eller maskiner får finnas i grönområdet utmed ån.

Projekteringen av fördröjningsmagasin kräver verifiering av geotekniska förutsättningar avseende dränerande skikt och minsta djup till underliggande vattenförande jordlager.

Förhöjda marknivåer, släntas av inom den egna kvartersmarken. Så att all naturmark förblir opåverkad av tillkommande last. (Eventuellt kan markförstärkning krävas även för slänter för att motverka marksättningar.) Inga materialupplag, parkeringar, byggtrafik/trafik, snöupplag, uppjusteringar av marknivån tillåts inom området väster om detaljplaneområdet och Trosaån.

En zon om minst 10 meter ska hållas helt obelastad närmast åfårans krön samt att vegetationen skall bevaras.

Kontrollprogram/kontrollplaner för att säkerställa geoteknisk stabilitet under utförandet, med hänsyn till tillfälligt förhöjda portryck, belastning från maskiner och massundanträngning vid pålning, ska tas fram innan respektive arbetsmoment påbörjas. Kontrollprogram/kontrollplaner ska vara godkända av kommunen innan utförandet får påbörjas.

14.1 Samordning

Sweco bedömer det som synnerligen viktigt att en helhetslösning utarbetas för hela området så att respektive exploatör får klara riktlinjer för vad som får/måste göras för att området i slutskedet ska ha en fungerande helhet med avseende på sättningar och vattenfrågorna.

Det finns ett behov av övergripande samordning av alla arbeten så att det finns ett övergripande ansvar för alla olika åtgärder som vidta inom och angränsande till detaljplanen. Detta så att olika ingående arbeten är genomtänkta och beaktar helheten under hela processen från projektering, genomförande och underhåll. Detta avser exempelvis styrning av bygggrätter. Det gäller exempelvis

förstärkningar, ledningar, översvämning, höjdsättning, kontroll vid inblandningspelare- och pålningsarbeten.

15 Bilagor

Bilaga 1 Stabilitetsberäkningar

Bilaga 2 Sättningsberäkningar

Bilaga 3 Inventering av kvicklera

Bilaga 4 3D Beräkning

Bilaga 5 Värdering av säkerhetsfaktorer

Bilaga 6 Underlagsförteckning

BILAGA 1 – STABILITETSBERÄKNING

Rådmansbackarna
Trosa kommun

UPPDRAGSNUMMER 30048128

GEOTEKNISK UNDERSÖKNING

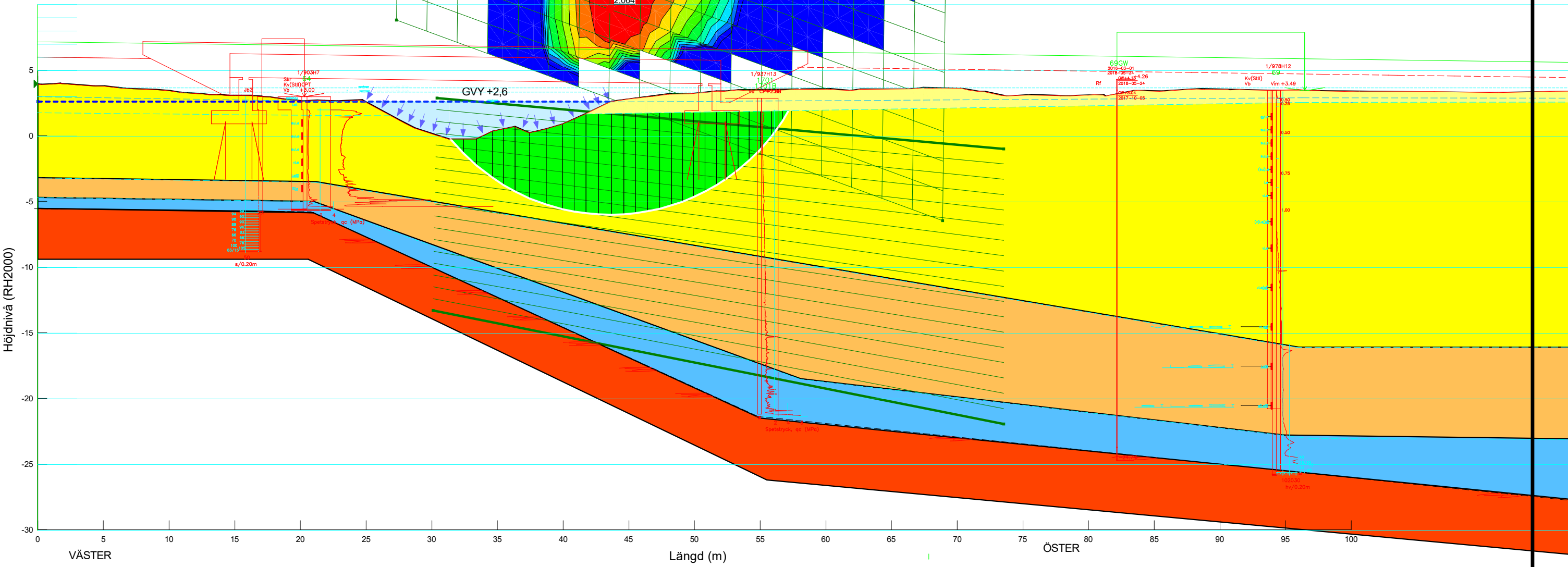
Projektnamn
Rådmansbackarna, Trosa
Västra Infarten ODR. Analys

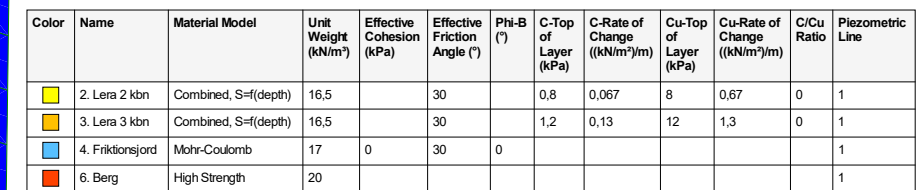
Beställare: TROSA KOMMUN
Skapad av: R. PAAKKONEN
Uppdragsledare: G. WESTBERG
Skala (A3): 1:300

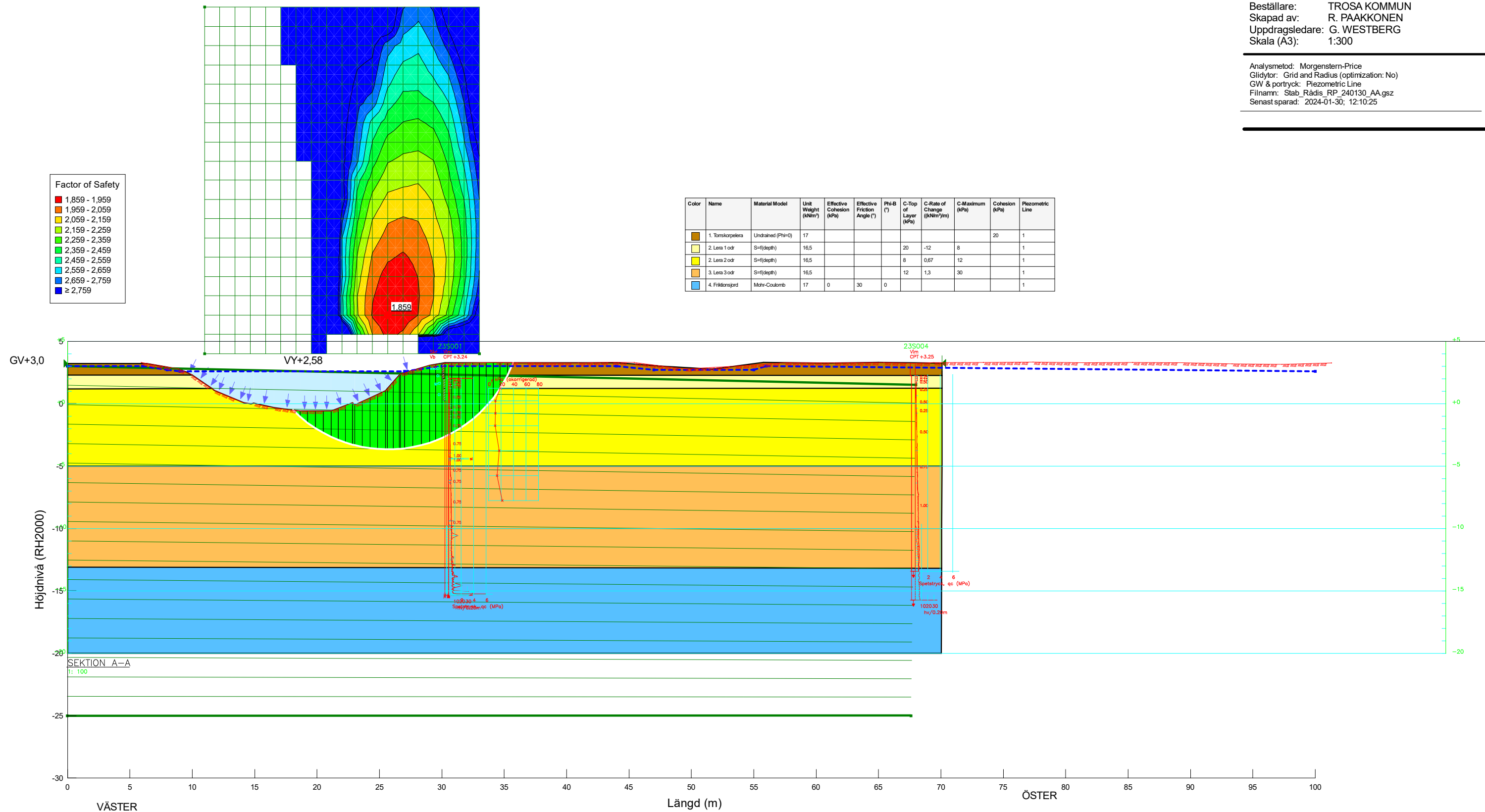
Analysmetod: Morgenstern-Price
Glidytor: Grid and Radius (optimization: No)
GW & portryck: Piezometric Line
Filnamn: Stab Rådis RP_240209_norr.gsz
Senast sparad: 2024-02-09; 10:31:33

Factor of Safety	
2,064 - 2,164	
2,164 - 2,264	
2,264 - 2,364	
2,364 - 2,464	
2,464 - 2,564	
2,564 - 2,664	
2,664 - 2,764	
2,764 - 2,864	
2,864 - 2,964	
≥ 2,964	

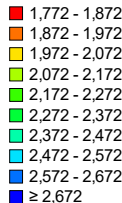
Color	Name	Material Model	Unit Weight (kN/m³)	Effective Cohesion (kPa)	Effective Friction Angle (°)	Phi-B (°)	C-Top of Layer (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m³)/m)	C-Maximum (kPa)	Piezometric Line
Yellow	2. Lera 2 odr	S=f(depth)	16,5				8	0,67	12	1
Orange	3. Lera 3 odr	S=f(depth)	16,5				12	1,3	30	1
Blue	4. Friktionsjord	Mohr-Coulomb	17	0	30	0				1
Red	6. Berg	High Strength	20							1



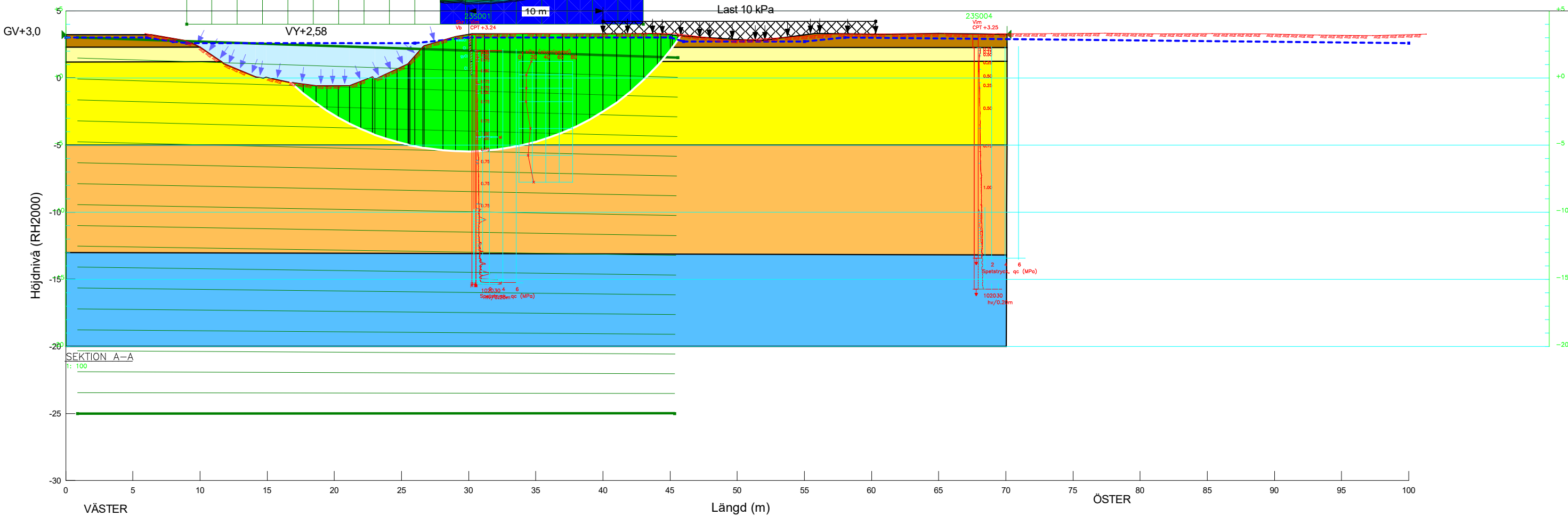


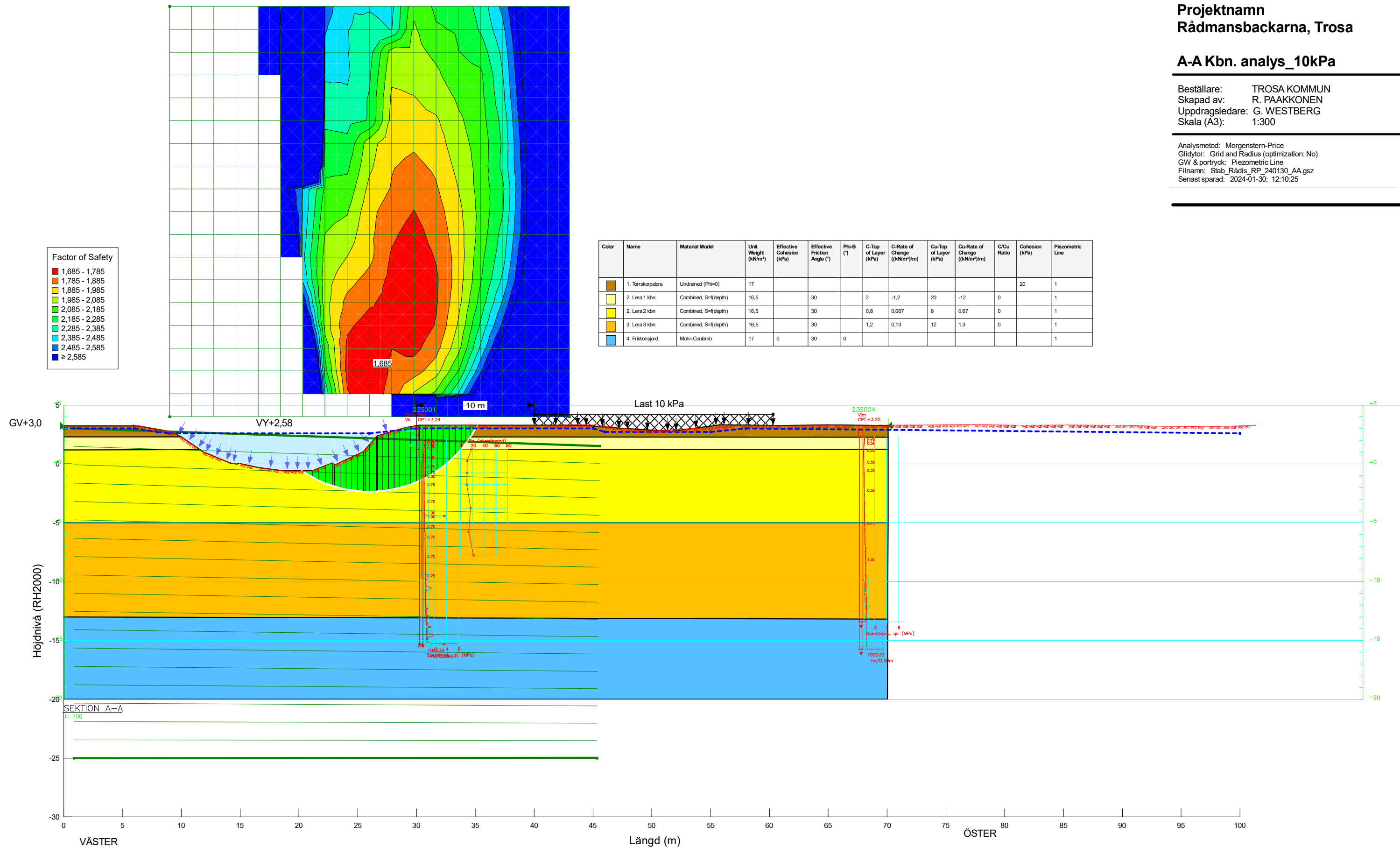


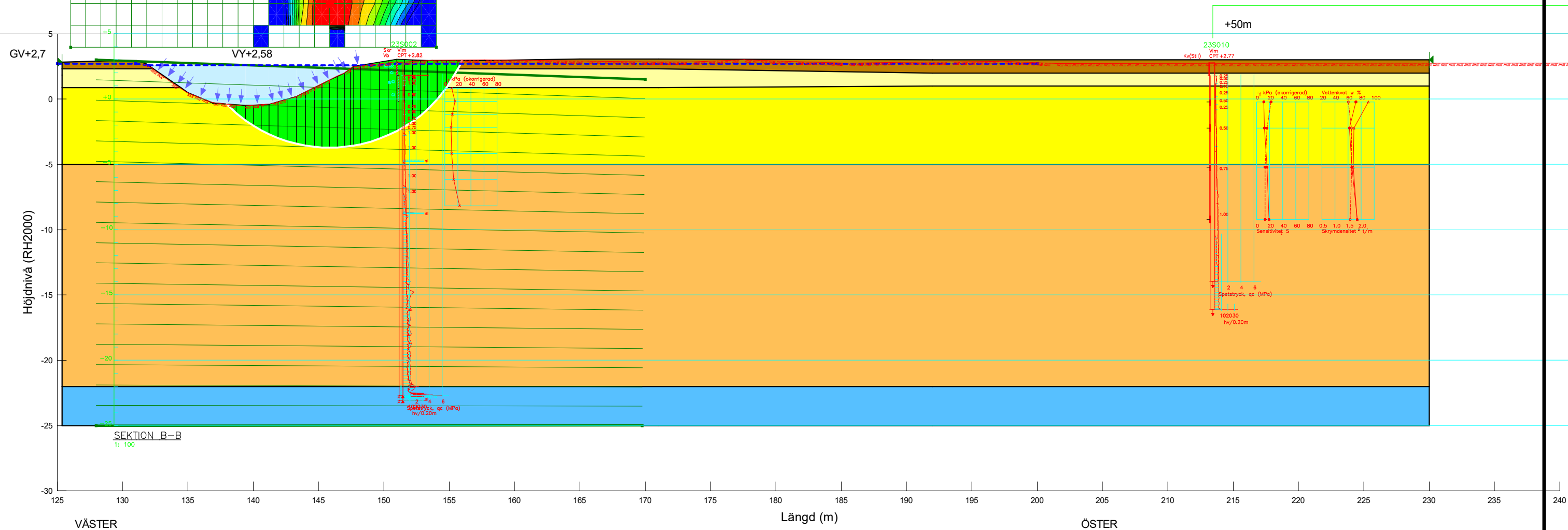
Factor of Safety

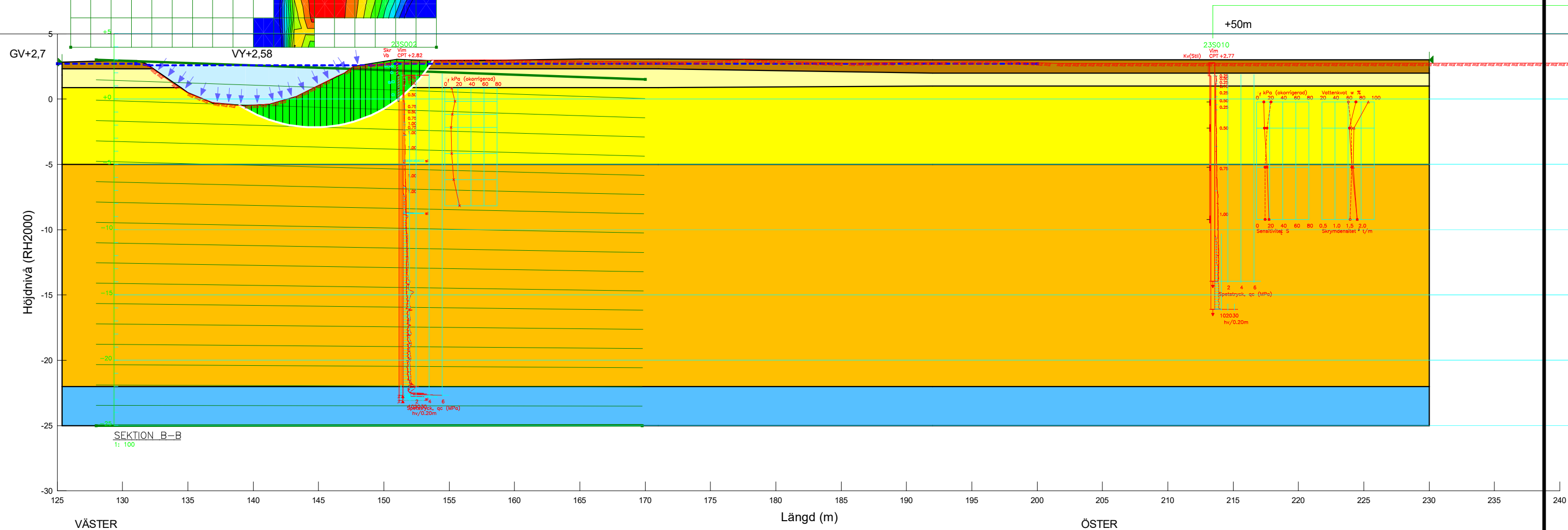


Color	Name	Material Model	Unit Weight (kN/m³)	Effective Cohesion (kPa)	Effective Friction Angle (°)	Phi-B (°)	C-Top of Layer (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m²)/m)	C-Maximum (kPa)	Cohesion (kPa)	Piezometric Line
1. Torrskorpelera	Undrained (Phi=0)	17								20	1
2. Lera 1 odr	S=f(depth)	16,5				20	-12	8		1	
2. Lera 2 odr	S=f(depth)	16,5				8	0,67	12		1	
3. Lera 3 odr	S=f(depth)	16,5				12	1,3	30		1	
4. Friktingsjord	Mohr-Coulomb	17	0	30	0					1	









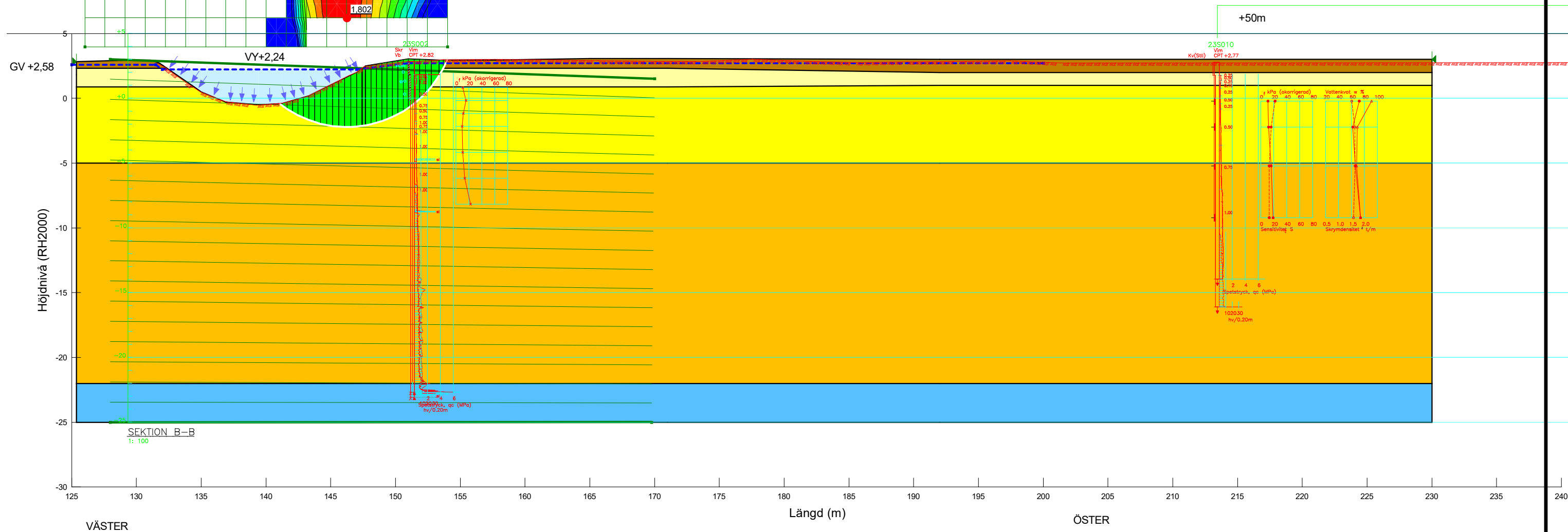
Projektnamn
Rådmansbackarna, Trosa

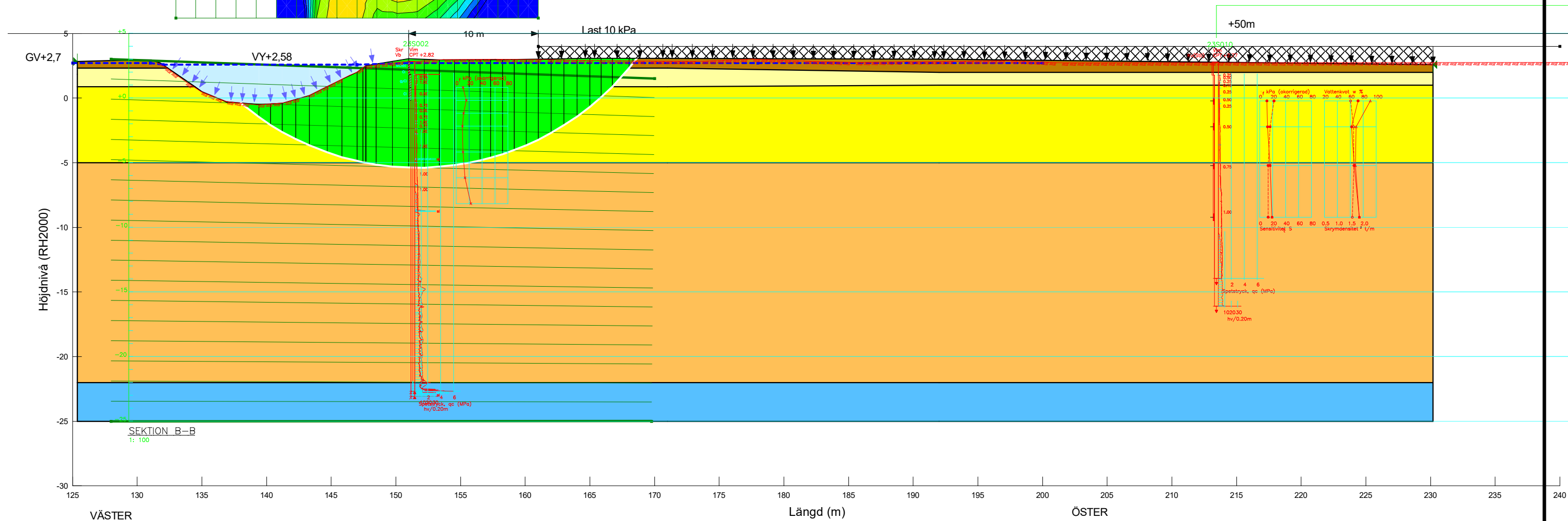
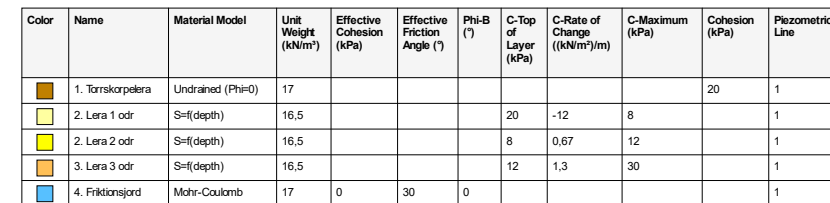
B-B Kbn. analys_känslig_GV

Beställare: TROSA KOMMUN
Skapad av: R. PAAKKONEN
Uppdragsledare: G. WESTBERG
Skala (A3): 1:300

Analysmetod: Morgenstern-Price
Glidytor: Grid and Radius (optimization: No)
GW & portryck: Piezometric Line
Filnamn: Stab Rådis RP_240130_BB.gsz
Senast sparad: 2024-01-30; 12:33:08

Color	Name	Material Model	Unit Weight (kN/m³)	Effective Cohesion (kPa)	Effective Friction Angle (°)	Phi-B (°)	C-Top of Layer (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m³)/m)	Cu-Top of Layer (kPa)	Cu-Rate of Change ((kN/m³)/m)	C/Cu Ratio	Cohesion (kPa)	Piezometric Line
	1. Torrskorpelera	Undrained (Phi=0)	17									20	1
	2. Lera 1 kbn	Combined, S=f(depth)	16,5		30		2	-1,2	20	-12	0		1
	2. Lera 2 kbn	Combined, S=f(depth)	16,5		30		0,8	0,067	8	0,67	0		1
	3. Lera 3 kbn	Combined, S=f(depth)	16,5		30		1,2	0,13	12	1,3	0		1
	4. Friktionsjord	Mohr-Coulomb	17	0	30	0							1



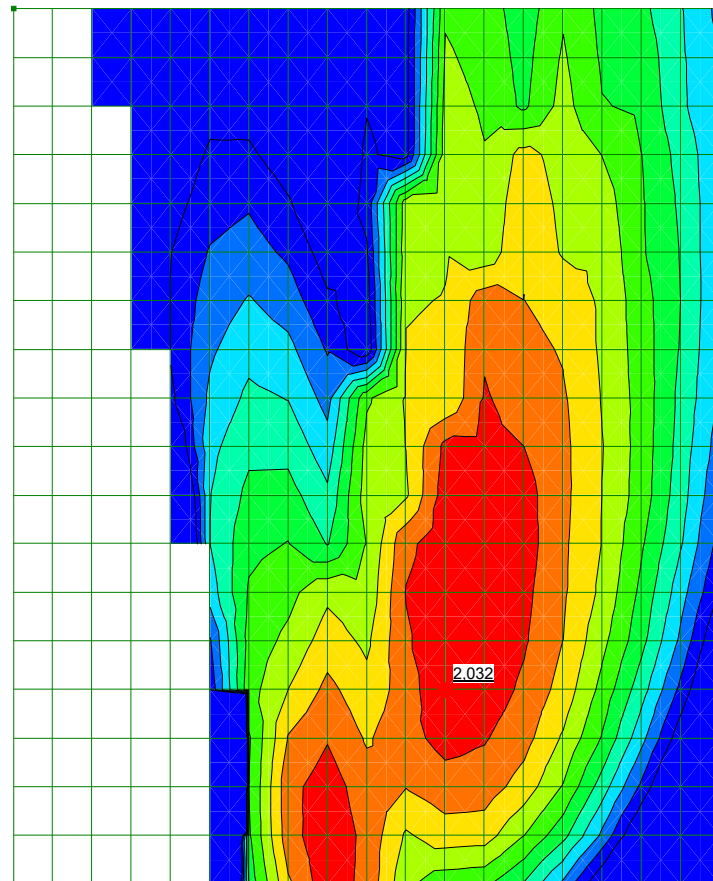


Projektnamn
Rådmansbackarna, Trosa

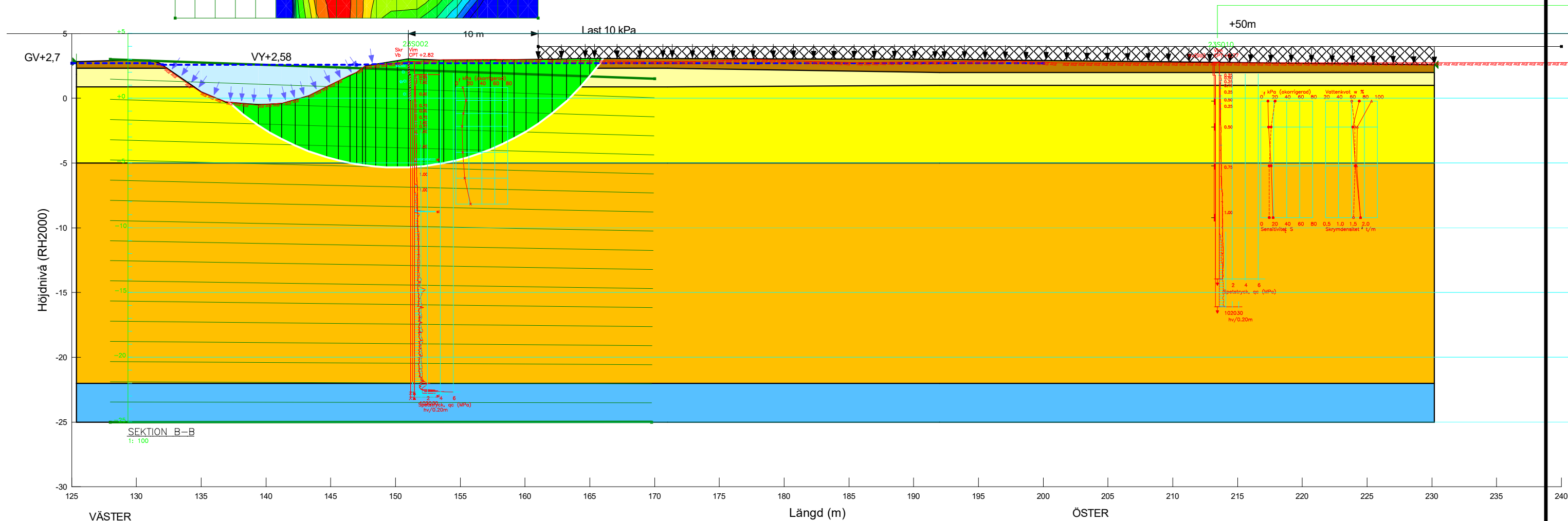
B-B Kbn. analys_10kPa

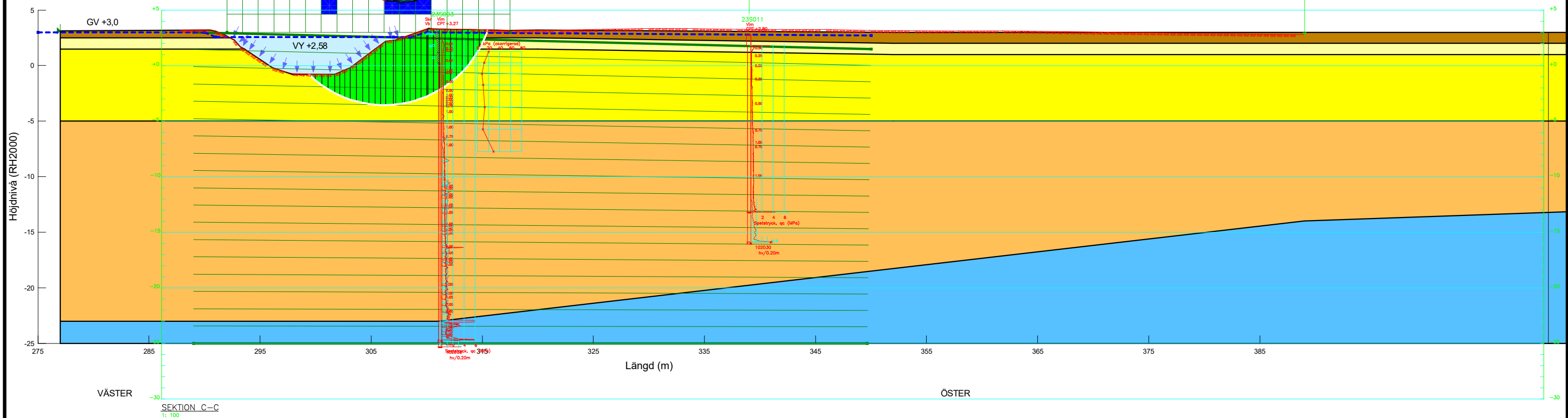
Beställare: TROSA KOMMUN
Skapad av: R. PAAKKONEN
Uppdragsledare: G. WESTBERG
Skala (A3): 1:300

Analysmetod: Morgenstern-Price
Gridtyor: Grid and Radius (optimization: No)
GW & portryck: Piezometric Line
Filnamn: Stab Rådis RP_240130_BB.gsz
Senast sparad: 2024-01-30; 12:50:33

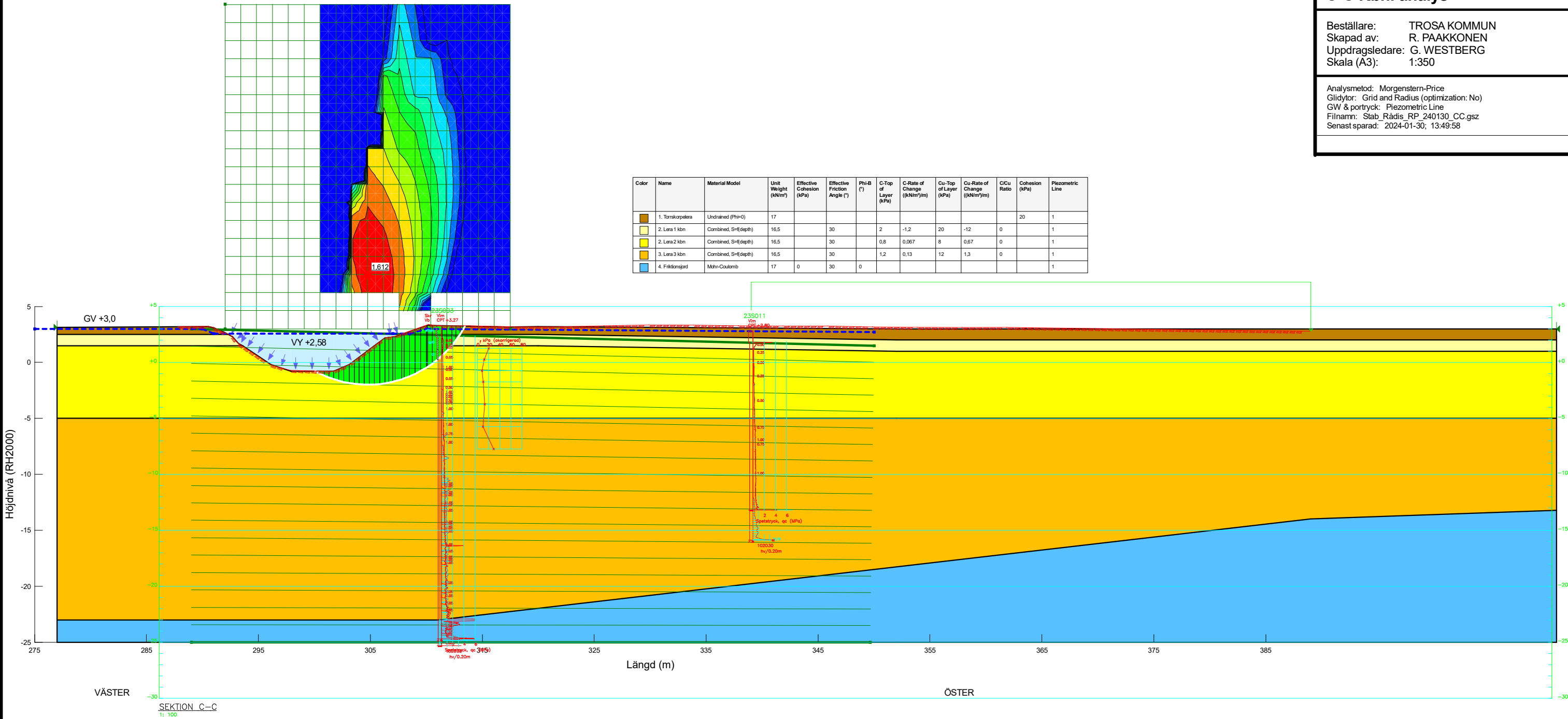


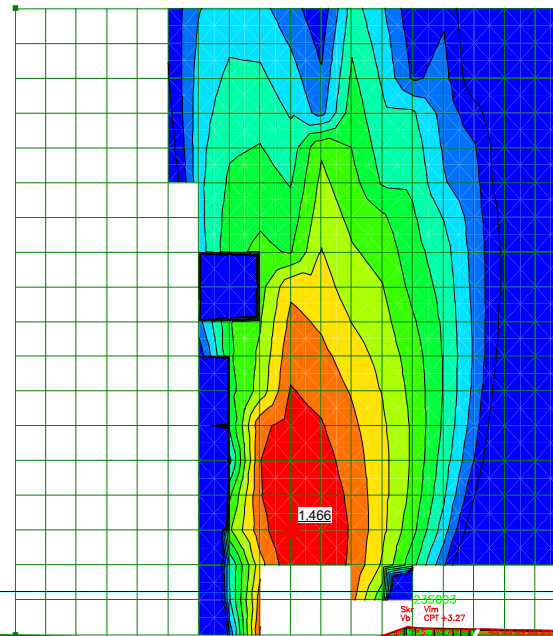
Color	Name	Material Model	Unit Weight (kN/m³)	Effective Cohesion (kPa)	Effective Friction Angle (°)	Phi-B (°)	C-Top of Layer (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m²)/m)	Cu-Top of Layer (kPa)	Cu-Rate of Change ((kN/m²)/m)	Ci/Cu Ratio	Cohesion (kPa)	Piezometric Line
1. Torrskorpelera		Undrained (Phi=0)	17									20	1
2. Lera 1 kbn		Combined, S=f(depth)	16,5		30		2	-1,2	20	-12	0		1
2. Lera 2 kbn		Combined, S=f(depth)	16,5		30		0,8	0,067	8	0,67	0		1
3. Lera 3 kbn		Combined, S=f(depth)	16,5		30		1,2	0,13	12	1,3	0		1
4. Friktionsjord		Mohr-Coulomb	17	0	30	0							1



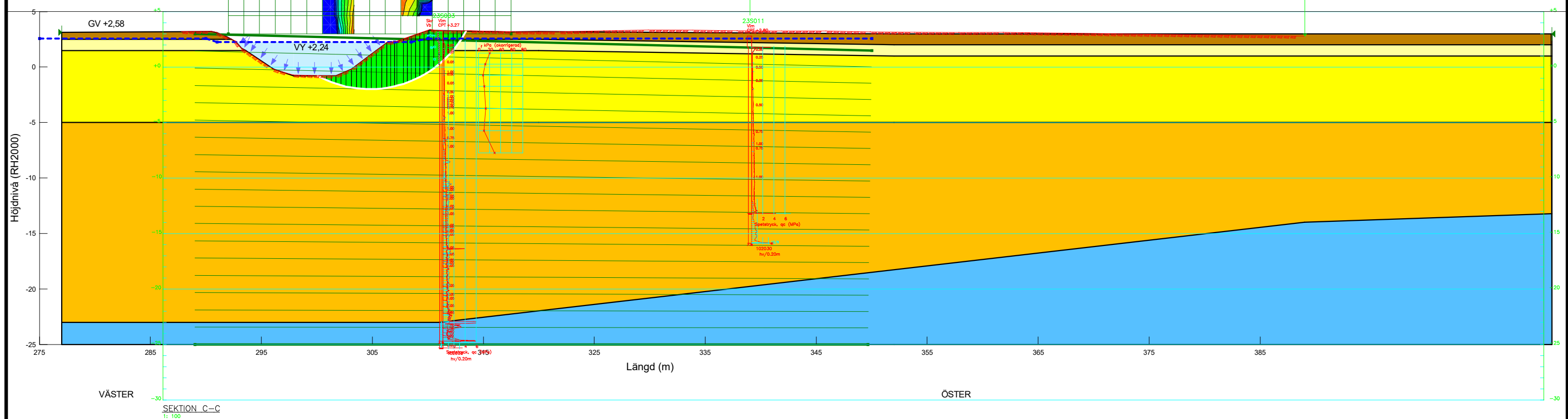


Color	Name	Material Model	Unit Weight (kN/m³)	Effective Cohesion (kPa)	Effective Friction Angle (°)	Phi-B (°)	C-Top of Layer (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m³)/m)	Cu-Top of Layer (kPa)	Cu-Rate of Change ((kN/m³)/m)	CCu Ratio	Cohesion (kPa)	Piezometric Line
	1. Tonskorpelera	Undrained (Phi=0)	17									20	1
	2. Lera 1 kbn	Combined, S=I(depth)	16,5		30		2	-1,2	20	-12	0		1
	2. Lera 2 kbn	Combined, S=I(depth)	16,5		30		0,8	0,067	8	0,67	0		1
	3. Lera 3 kbn	Combined, S=I(depth)	16,5		30		1,2	0,13	12	1,3	0		1
	4. Fälskingsjord	Mohr-Coulomb	17	0	30	0							1

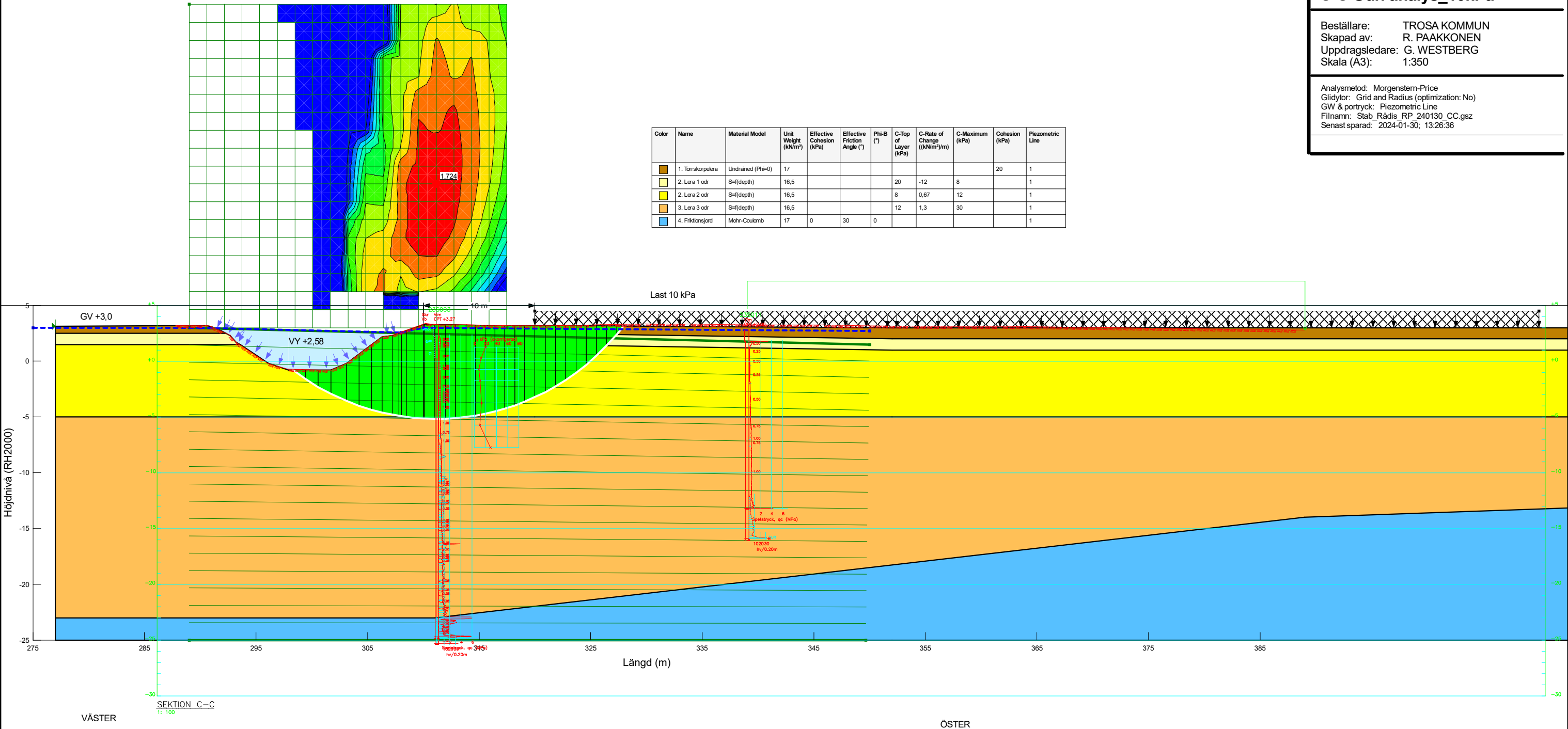


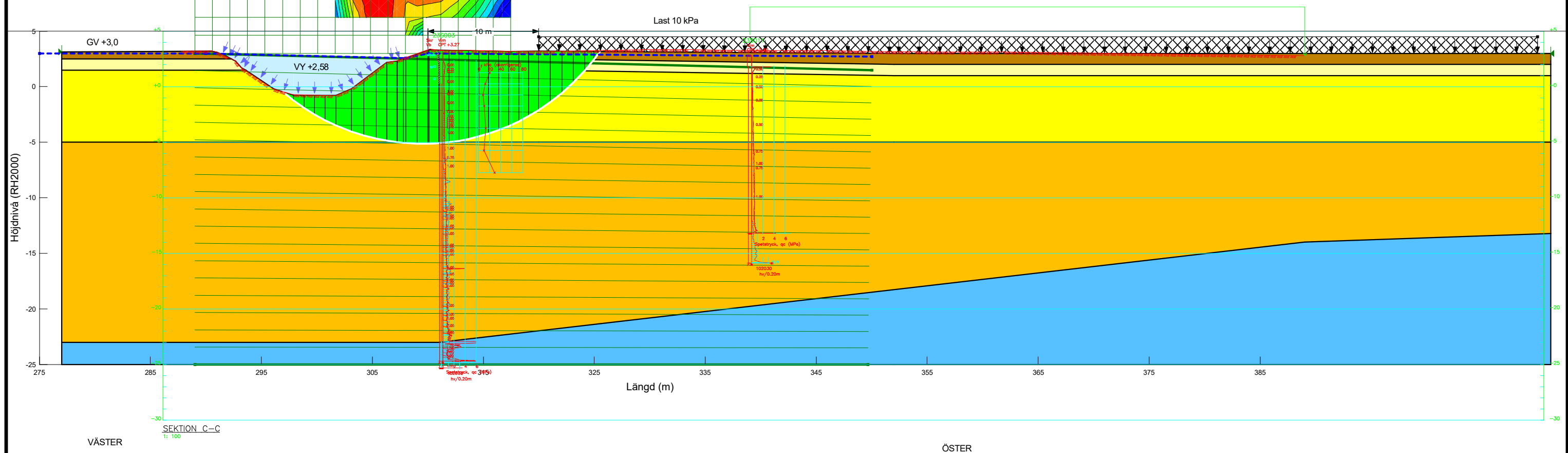
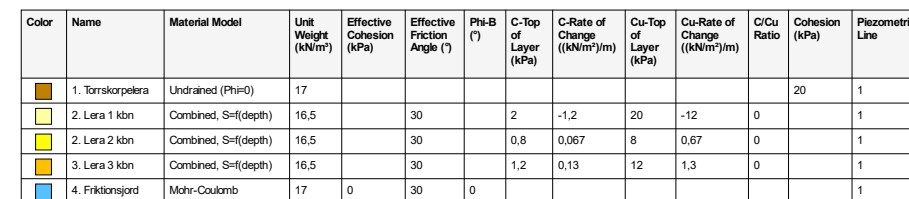


Color	Name	Material Model	Unit Weight (kN/m ³)	Effective Cohesion (kPa)	Effective Friction Angle (°)	Phi-B (°)	C-Top of Layer (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m ²)/m)	Cu-Top of Layer (kPa)	Cu-Rate of Change ((kN/m ²)/m)	C/Cu Ratio	Cohesion (kPa)	Piezometric Line
	1. Torskopelera	Undrained (Phi=0)	17									20	1
	2. Lera 1 kbn	Combined, S=I(depth)	16,5		30	2	-1,2		20	-12	0	1	1
	2. Lera 2 kbn	Combined, S=I(depth)	16,5		30	0,8	0,067		8	0,67	0	1	1
	3. Lera 3 kbn	Combined, S=I(depth)	16,5		30	1,2	0,13		12	1,3	0	1	1
	4. Friktionsjord	Mohr-Coulomb	17	0	30	0							1

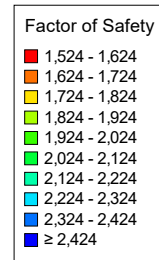


Color	Name	Material Model	Unit Weight (kN/m³)	Effective Cohesion (kPa)	Effective Friction Angle (°)	Phi-B (°)	C-Top of Layer (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m³)/m)	C-Maximum (kPa)	Cohesion (kPa)	Piezometric Line
	1. Torrskorpelera	Undrained (Phi=0)	17							20	1
	2. Lera 1 odr	S=f(depth)	16,5				20	-12	8		1
	2. Lera 2 odr	S=f(depth)	16,5				8	0,67	12		1
	3. Lera 3 odr	S=f(depth)	16,5				12	1,3	30		1
	4. Friktionsjord	Mohr-Coulomb	17	0	30	0					1

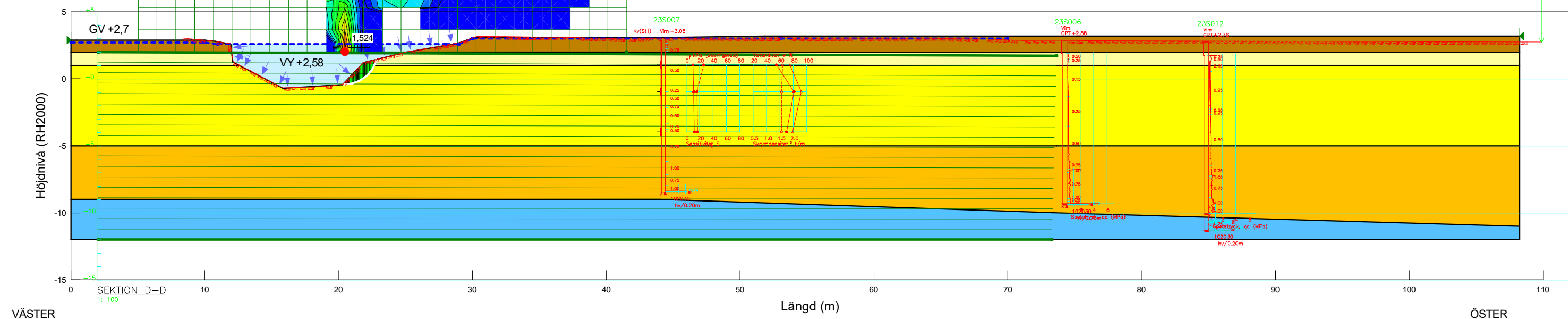


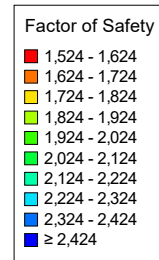




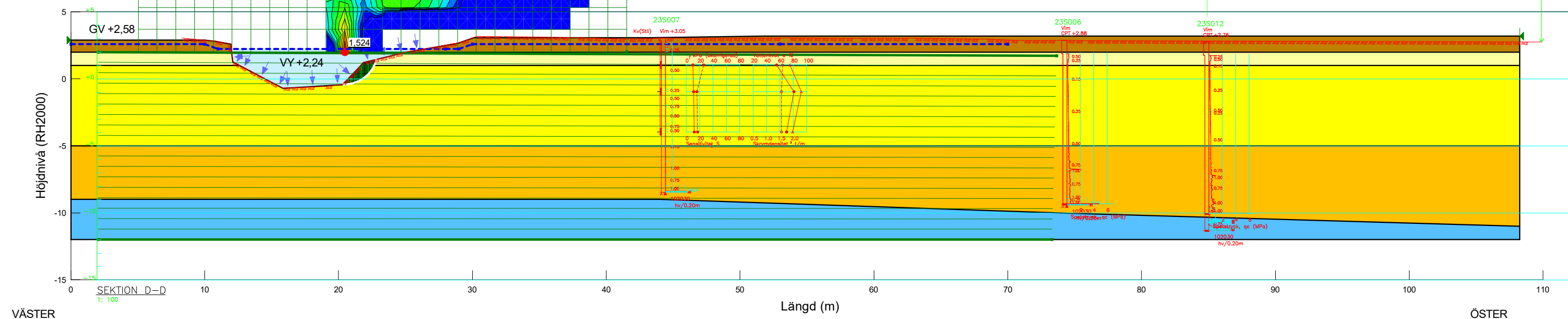


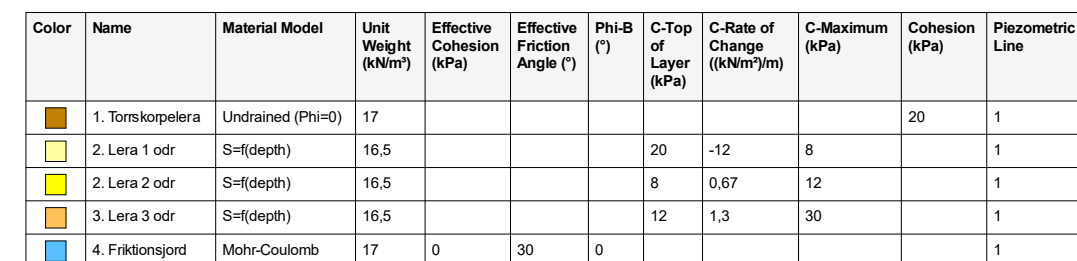
Color	Name	Material Model	Unit Weight (kN/m³)	Effective Cohesion (kPa)	Effective Friction Angle (°)	Phi-B (°)	C-Top of Layer (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m²)/m)	Cu-Top of Layer (kPa)	Cu-Rate of Change ((kN/m²)/m)	C/Cu Ratio	Cohesion (kPa)	Piezometric Line
	1. Torrkorpelera	Undrained (Phi=0)	17									20	1
	2. Lera 1 kbn	Combined, S=f(depth)	16,5		30		2	-1,2	20	-12	0		1
	2. Lera 2 kbn	Combined, S=f(depth)	16,5		30		0,8	0,067	8	0,67	0		1
	3. Lera 3 kbn	Combined, S=f(depth)	16,5		30		1,2	0,13	12	1,3	0		1
	4. Friktionsjord	Mohr-Coulomb	17	0	30	0							1

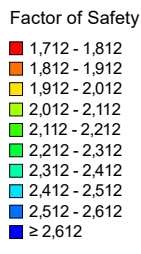




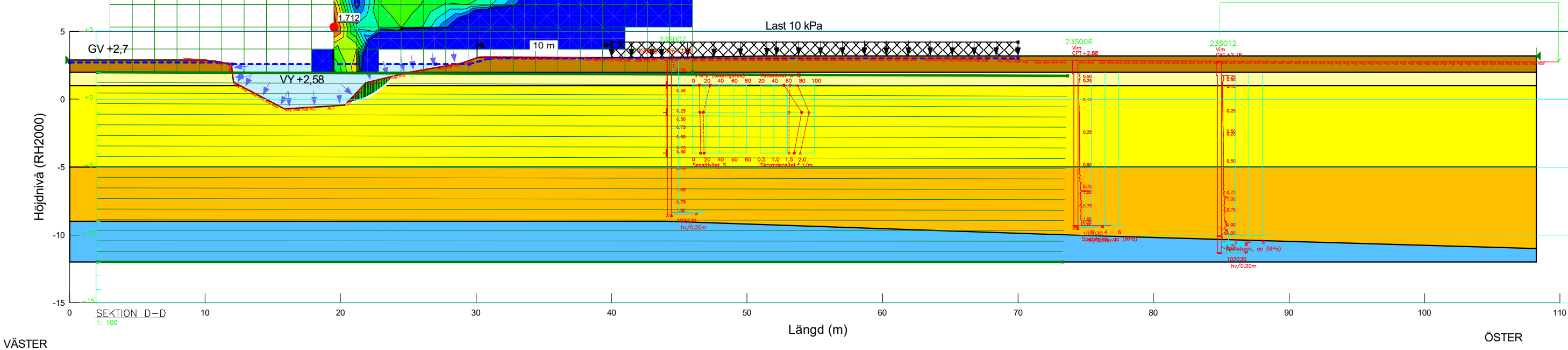
Color	Name	Material Model	Unit Weight (kN/m³)	Effective Cohesion (kPa)	Effective Friction Angle (°)	Phi-B (°)	C-Top of Layer (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m²)/m)	Cu-Top of Layer (kPa)	Cu-Rate of Change ((kN/m²)/m)	C/Cu Ratio	Cohesion (kPa)	Piezometric Line
	1. Torrkorpelera	Undrained (Phi=0)	17									20	1
	2. Lera 1 kbn	Combined, S=f(depth)	16,5		30		2	-1,2	20	-12	0		1
	2. Lera 2 kbn	Combined, S=f(depth)	16,5		30		0,8	0,067	8	0,67	0		1
	3. Lera 3 kbn	Combined, S=f(depth)	16,5		30		1,2	0,13	12	1,3	0		1
	4. Friktionsjord	Mohr-Coulomb	17	0	30	0							1

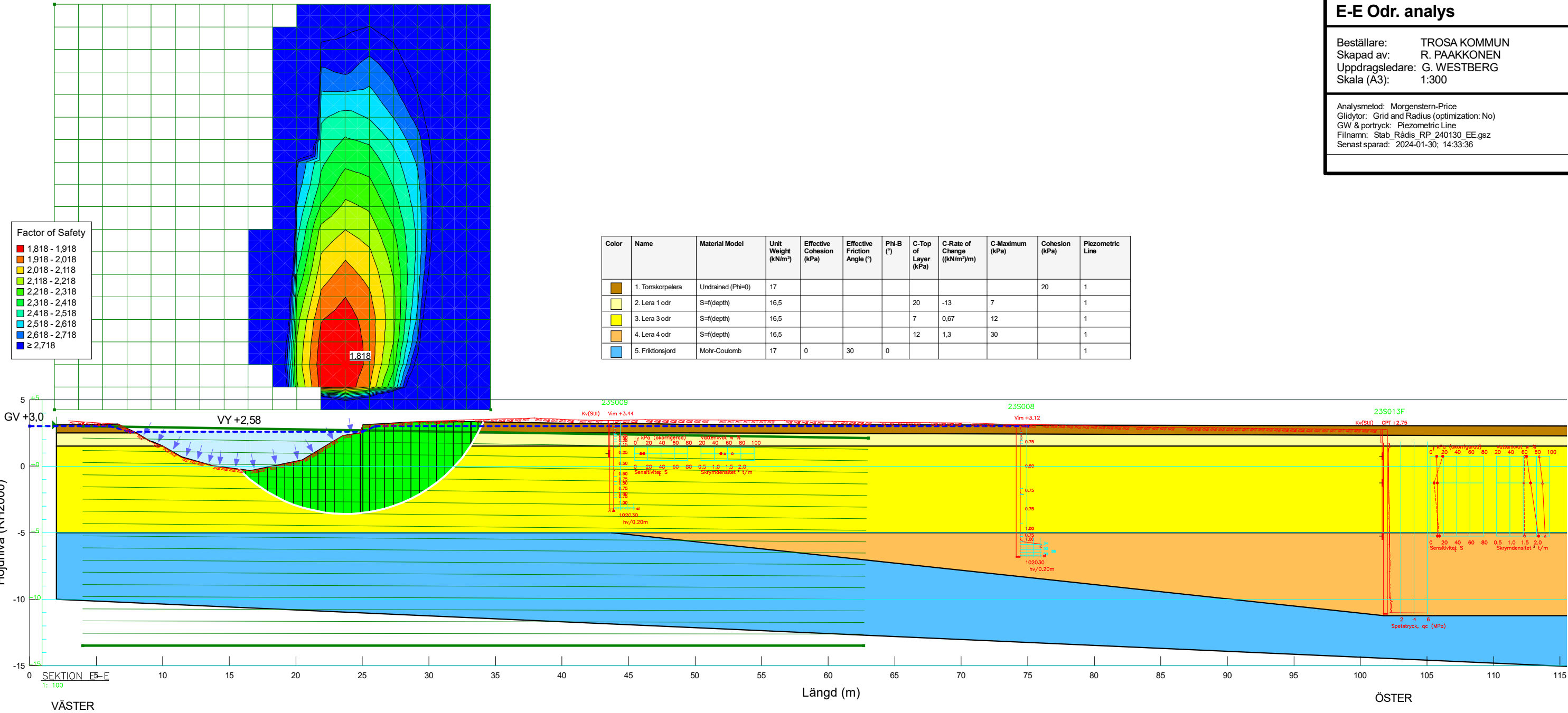


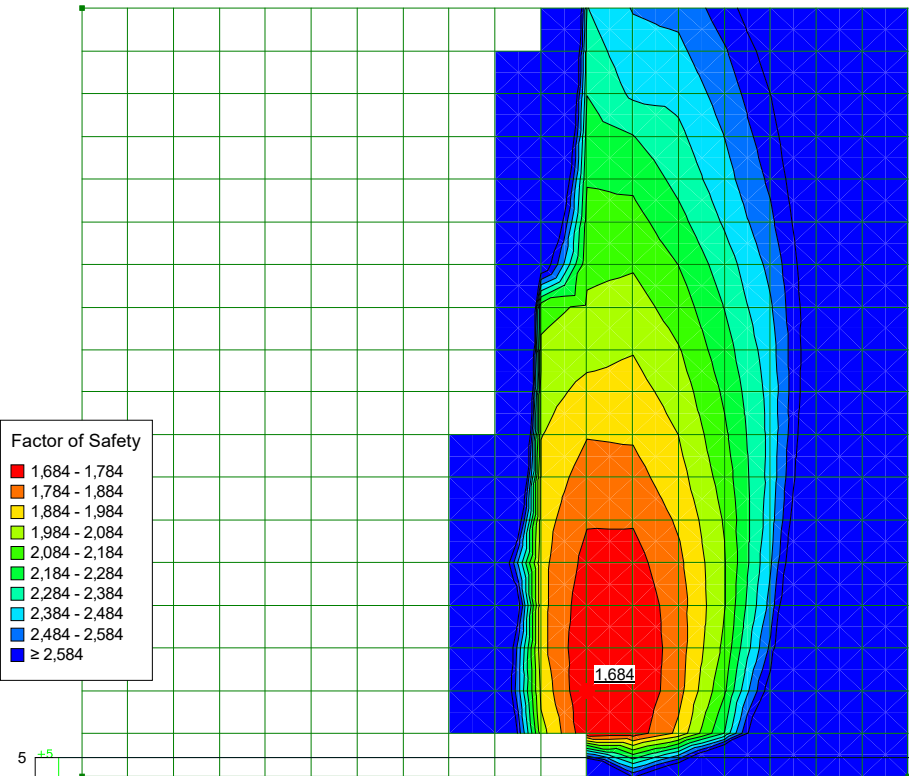




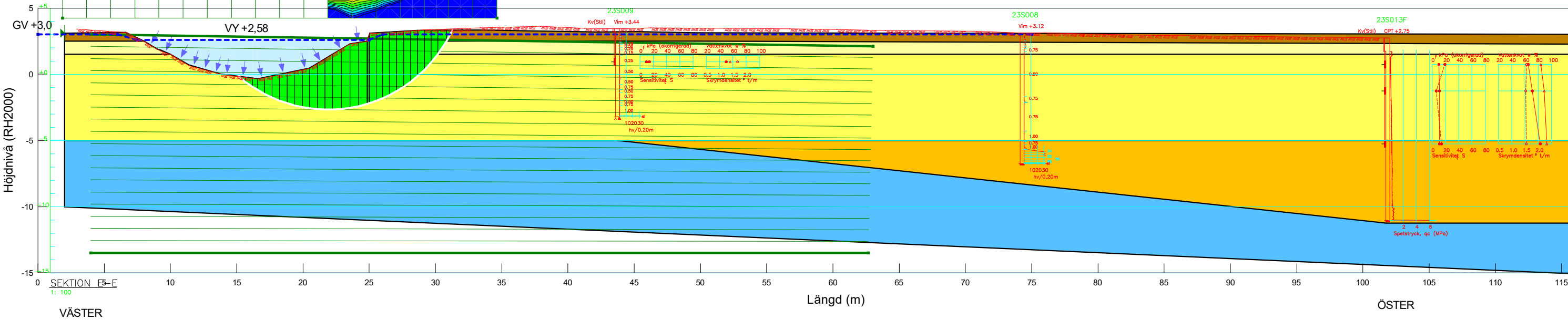
Color	Name	Material Model	Unit Weight (kN/m³)	Effective Cohesion (kPa)	Effective Friction Angle (°)	Phi-B (°)	C-Top of Layer (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m³)/m)	Cu-Top of Layer (kPa)	Cu-Rate of Change ((kN/m³)/m)	C/Cu Ratio	Cohesion (kPa)	Piezometric Line
	1. Torsskorpelera	Undrained (Phi=0)	17									20	1
	2. Lera 1 kbn	Combined, S=f(depth)	16,5		30		2	-1,2	20	-12	0		1
	2. Lera 2 kbn	Combined, S=f(depth)	16,5		30		0,8	0,067	8	0,67	0		1
	3. Lera 3 kbn	Combined, S=f(depth)	16,5		30		1,2	0,13	12	1,3	0		1
	4. Friktionsjord	Mohr-Coulomb	17	0	30	0							1

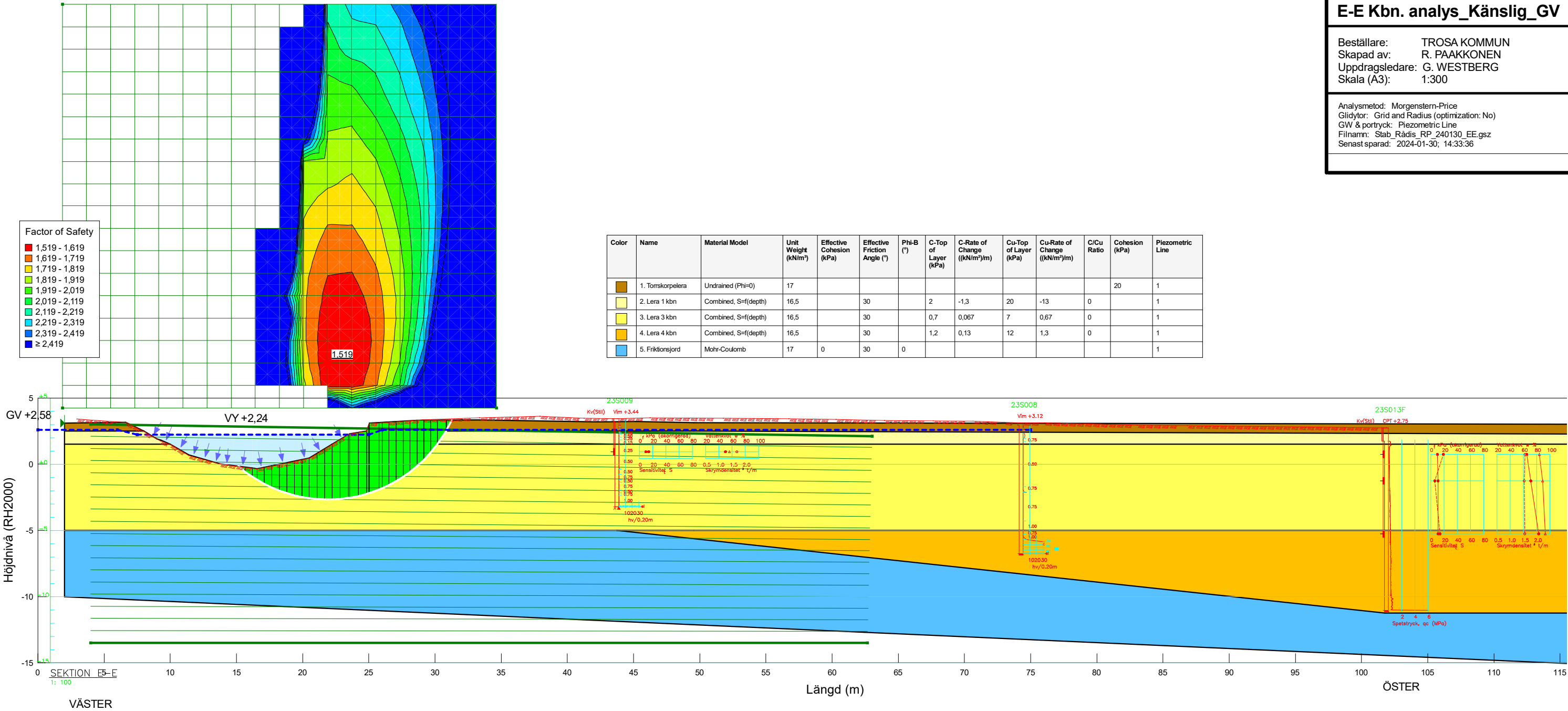


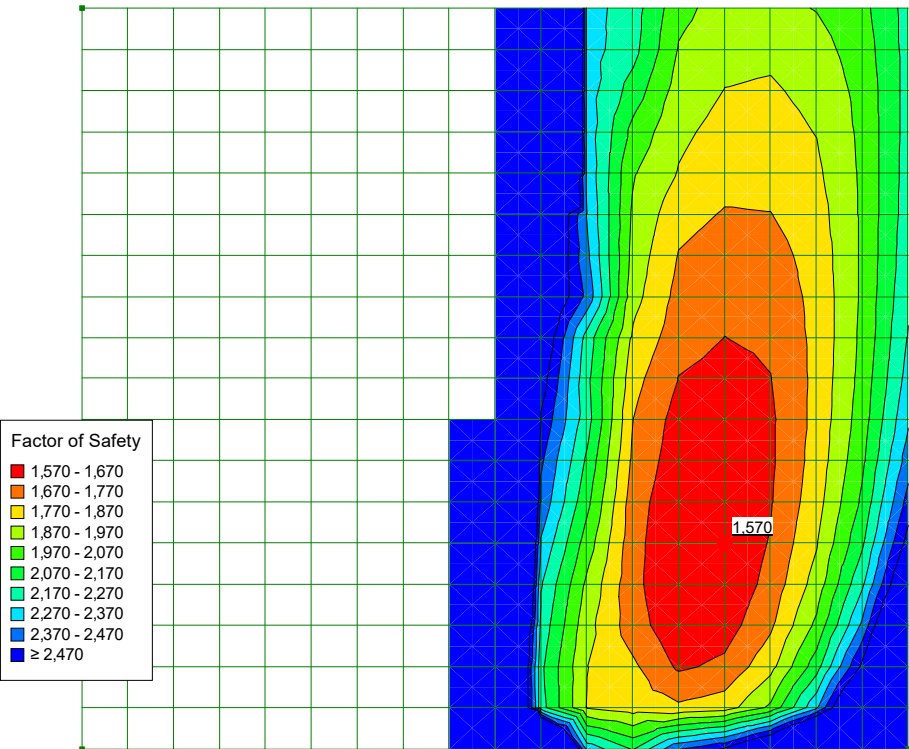




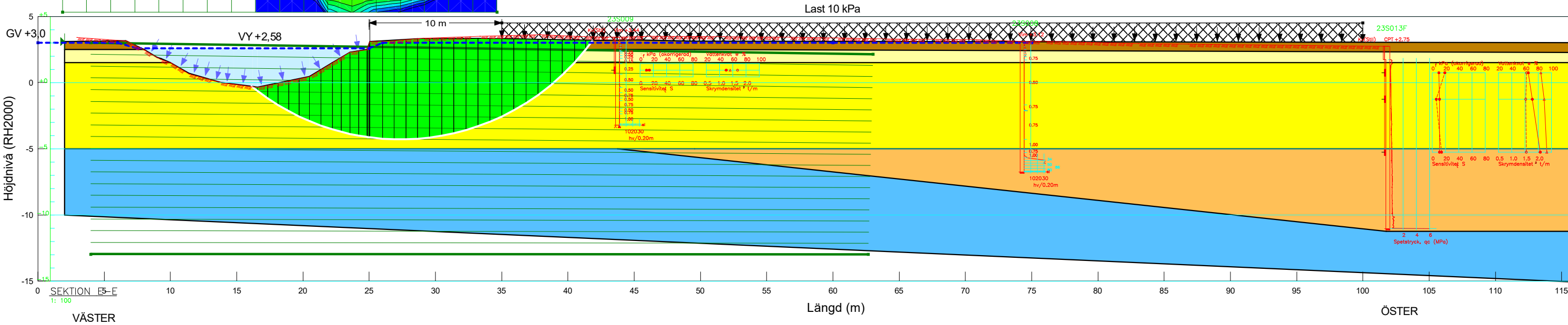
Color	Name	Material Model	Unit Weight (kN/m³)	Effective Cohesion (kPa)	Effective Friction Angle (°)	Phi-B (°)	C-Top of Layer (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m²)/m)	Cu-Top of Layer (kPa)	Cu-Rate of Change ((kN/m²)/m)	C/Cu Ratio	Cohesion (kPa)	Piezometric Line
	1. Torrskorpelera	Undrained (Phi=0)	17									20	1
	2. Lera 1 kbn	Combined, S=f(depth)	16,5		30		2	-1,3	20	-13	0		1
	3. Lera 3 kbn	Combined, S=f(depth)	16,5		30		0,7	0,067	7	0,67	0		1
	4. Lera 4 kbn	Combined, S=f(depth)	16,5		30		1,2	0,13	12	1,3	0		1
	5. Friktionsjord	Mohr-Coulomb	17	0	30	0							1

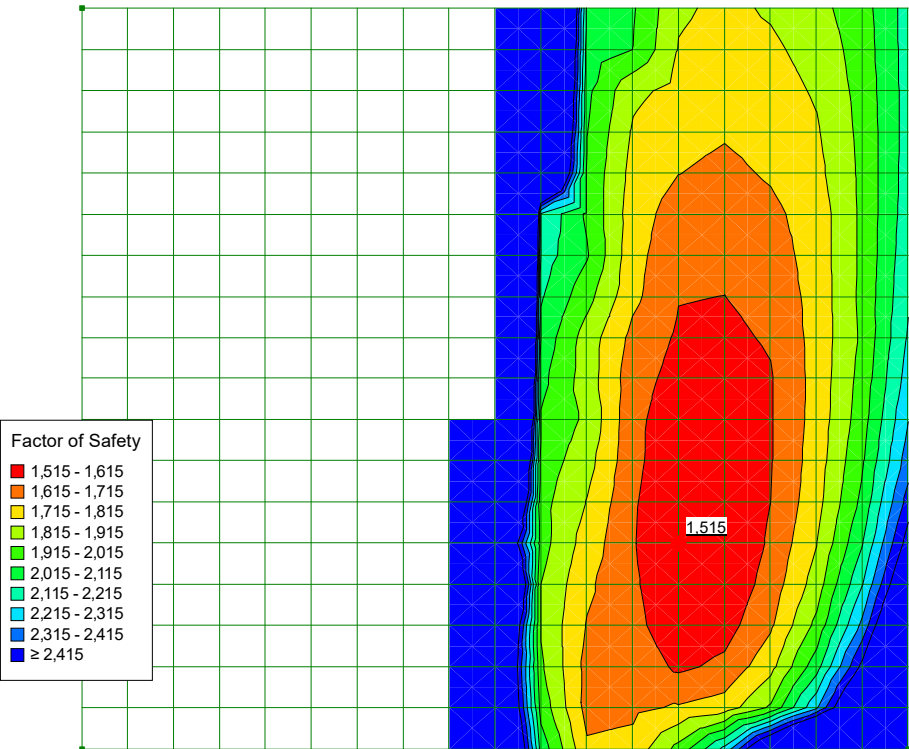




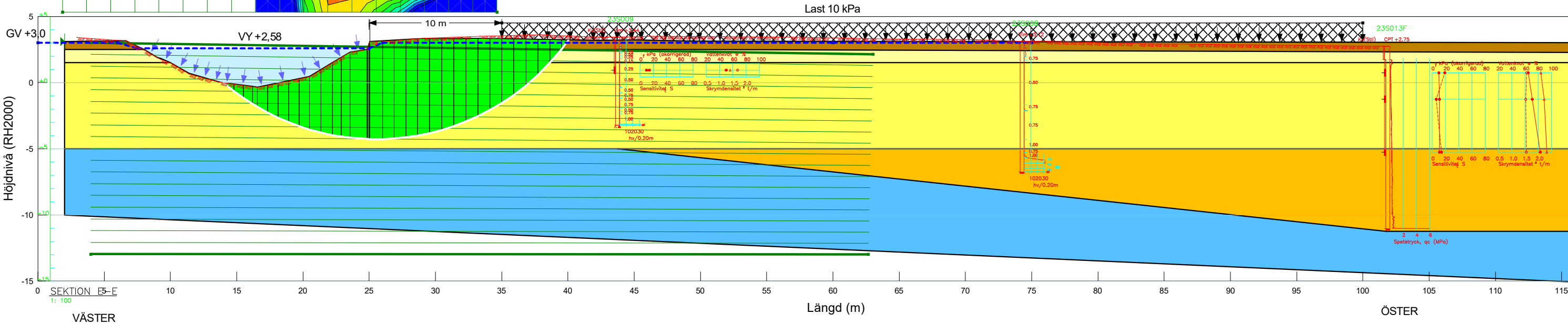


Color	Name	Material Model	Unit Weight (kN/m³)	Effective Cohesion (kPa)	Effective Friction Angle (°)	Phi-B (°)	C-Top of Layer (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m³)/m)	C-Maximum (kPa)	Cohesion (kPa)	Piezometric Line
	1. Tonskorpelera	Undrained (Phi=0)	17							20	1
	2. Lera 1 odr	S=f(depth)	16,5				20	-13	7		1
	3. Lera 3 odr	S=f(depth)	16,5				7	0,67	12		1
	4. Lera 4 odr	S=f(depth)	16,5				12	1,3	30		1
	5. Friktionsjord	Mohr-Coulomb	17	0	30	0					1

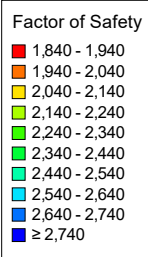




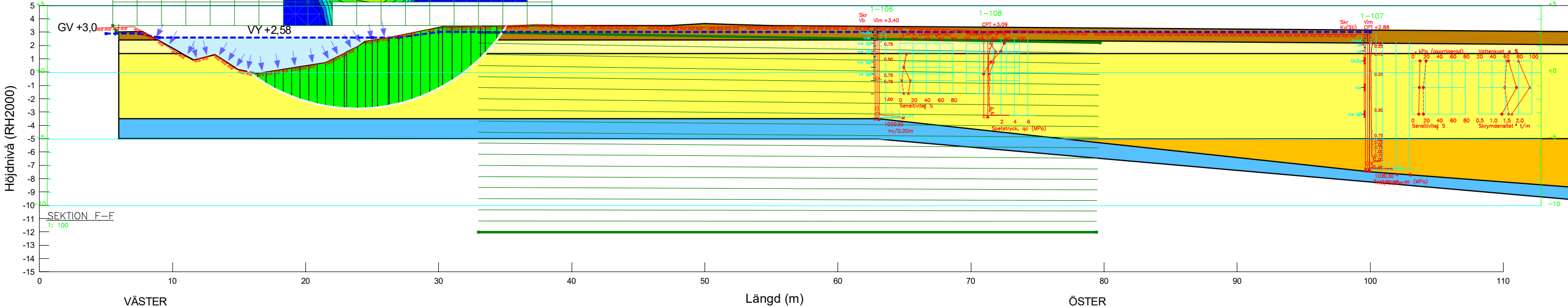
Color	Name	Material Model	Unit Weight (kN/m³)	Effective Cohesion (kPa)	Effective Friction Angle (°)	Phi-B (°)	C-Top of Layer (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m³)/m)	Cu-Top of Layer (kPa)	Cu-Rate of Change ((kN/m³)/m)	C/Cu Ratio	Cohesion (kPa)	Piezometric Line
	1. Torsskorpelera	Undrained (Phi=0)	17									20	1
	2. Lera 1 kbn	Combined, S=f(depth)	16,5		30		2	-1,3	20	-13	0		1
	3. Lera 3 kbn	Combined, S=f(depth)	16,5		30		0,7	0,067	7	0,67	0		1
	4. Lera 4 kbn	Combined, S=f(depth)	16,5		30		1,2	0,13	12	1,3	0		1
	5. Friktionsjord	Mohr-Coulomb	17	0	30	0							1

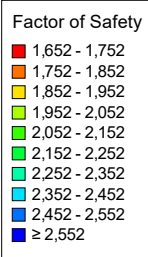




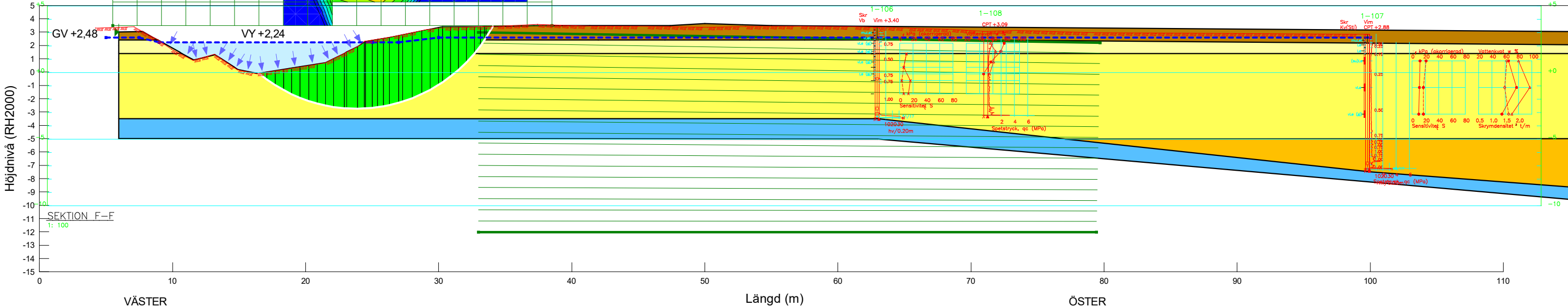


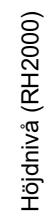
Color	Name	Material Model	Unit Weight (kNm ³)	Effective Cohesion (kPa)	Effective Friction Angle (°)	Phi-B (°)	C-Top of Layer (kPa)	C-Rate of Change ((kNm ³)/m)	Cu-Top of Layer (kPa)	Cu-Rate of Change ((kNm ³)/m)	CI/Cu Ratio	Cohesion (kPa)	Piezometric Line
	1. Tonsköpeleren	Undrained (Phi=0)	17									20	1
	2. Lera 1 kbn	Combined, S=f(depth)	16,5		30		2	-1,3	20	-13	0		1
	3. Lera 3 kbn	Combined, S=f(depth)	16,5		30		0,7	0,067	7	0,67	0		1
	4. Lera 4 kbn	Combined, S=f(depth)	16,5		30		1,2	0,13	12	1,3	0		1
	5. Fyllningsjord	Mohr-Coulomb	17	0	30	0							1

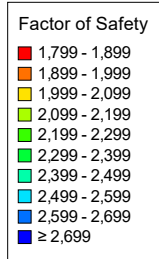


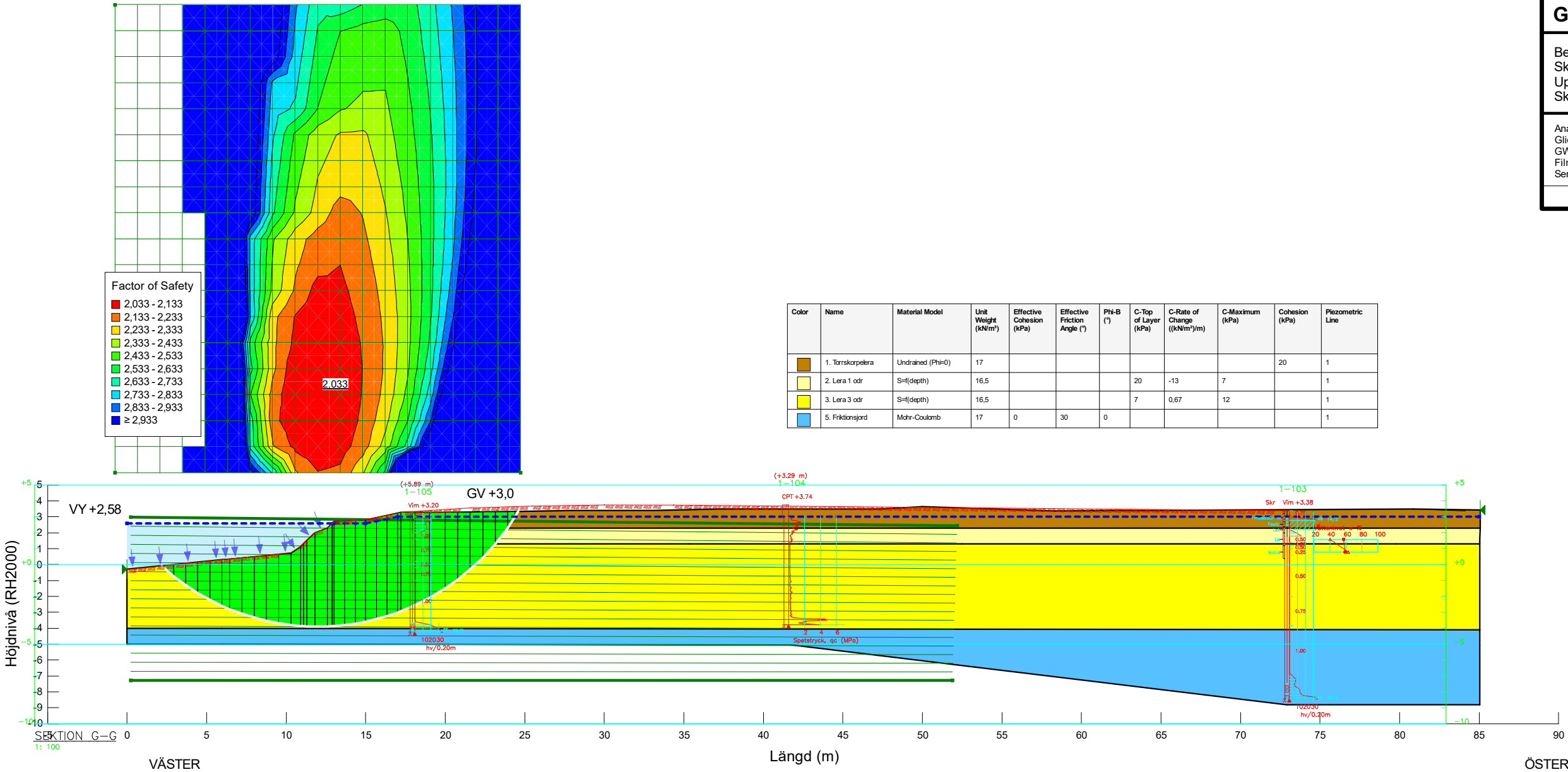


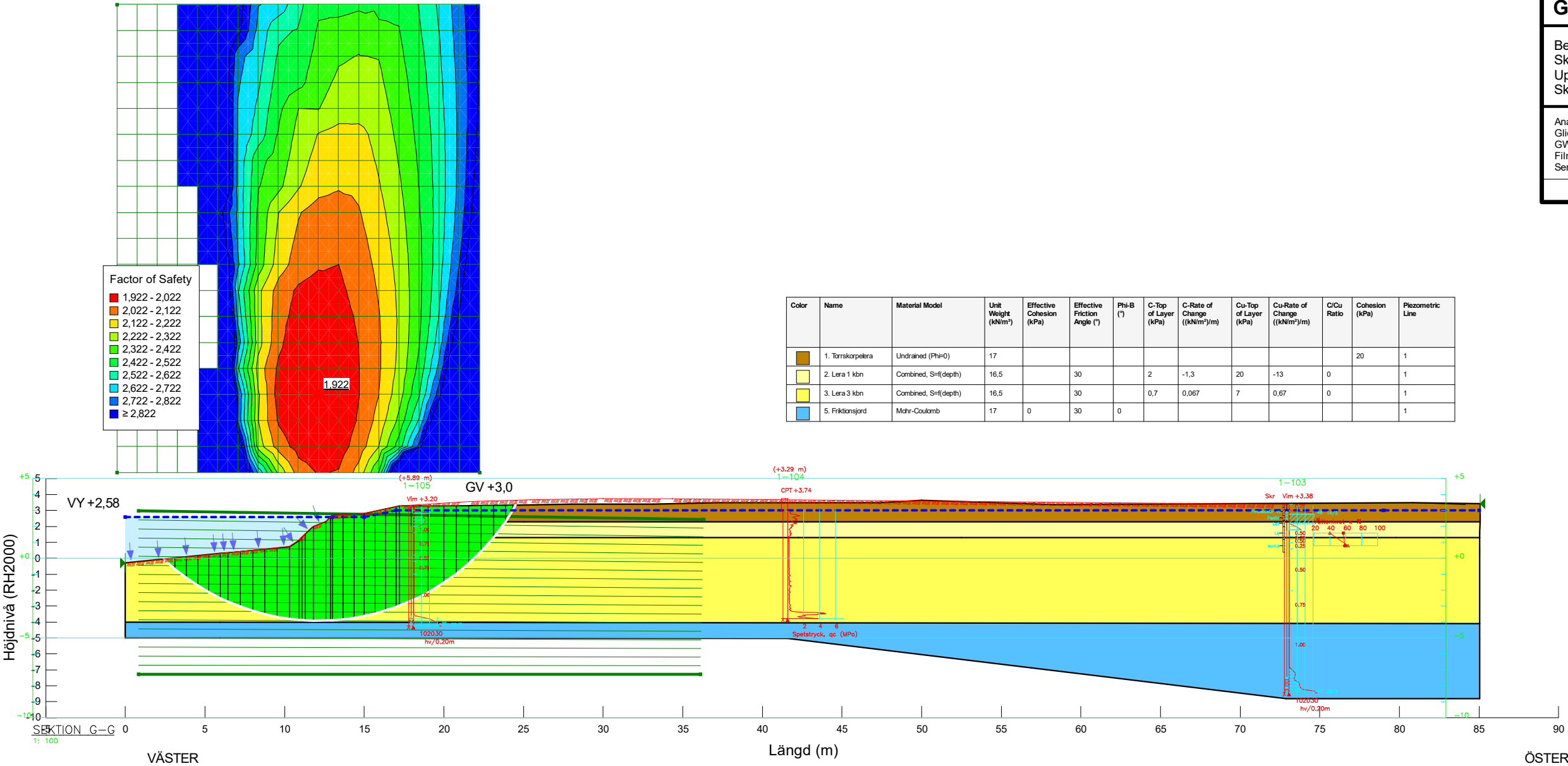
Color	Name	Material Model	Unit Weight (kNm ³)	Effective Cohesion (kPa)	Effective Friction Angle (°)	Phi-B (°)	C-Top of Layer (kPa)	C-Rate of Change ((kNm ³)/m)	Cu-Top of Layer (kPa)	Cu-Rate of Change ((kNm ³)/m)	CI-Cu Ratio	Cohesion (kPa)	Piezometric Line
	1. Tonsköpeleren	Undrained (Phi=0)	17									20	1
	2. Lera 1 kbn	Combined, S=f(depth)	16.5		30		2	-1.3	20	-13	0		1
	3. Lera 3 kbn	Combined, S=f(depth)	16.5		30		0.7	0.067	7	0.67	0		1
	4. Lera 4 kbn	Combined, S=f(depth)	16.5		30		1.2	0.13	12	1.3	0		1
	5. Fyllningsjord	Mohr-Coulomb	17	0	30	0							1

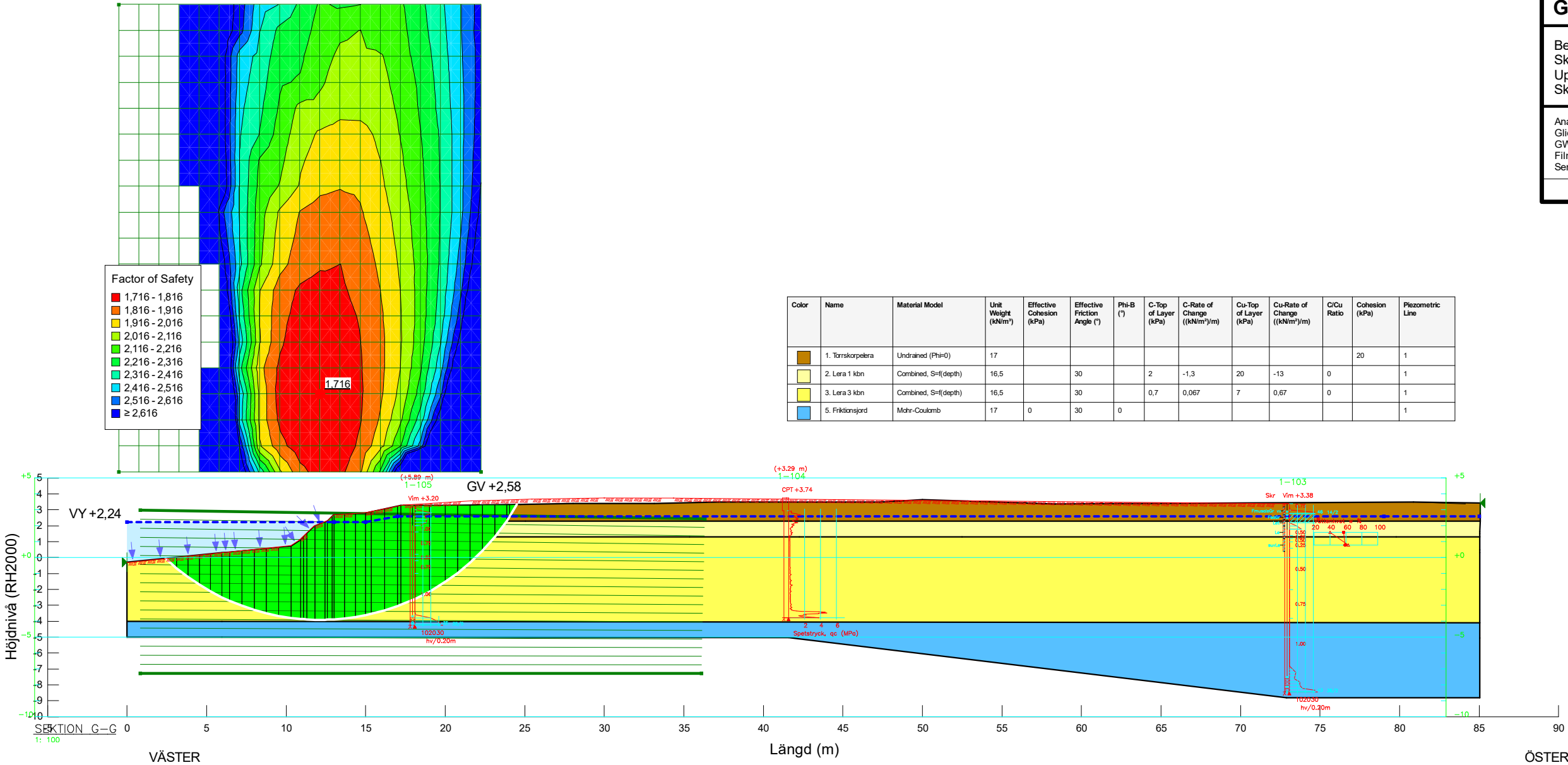


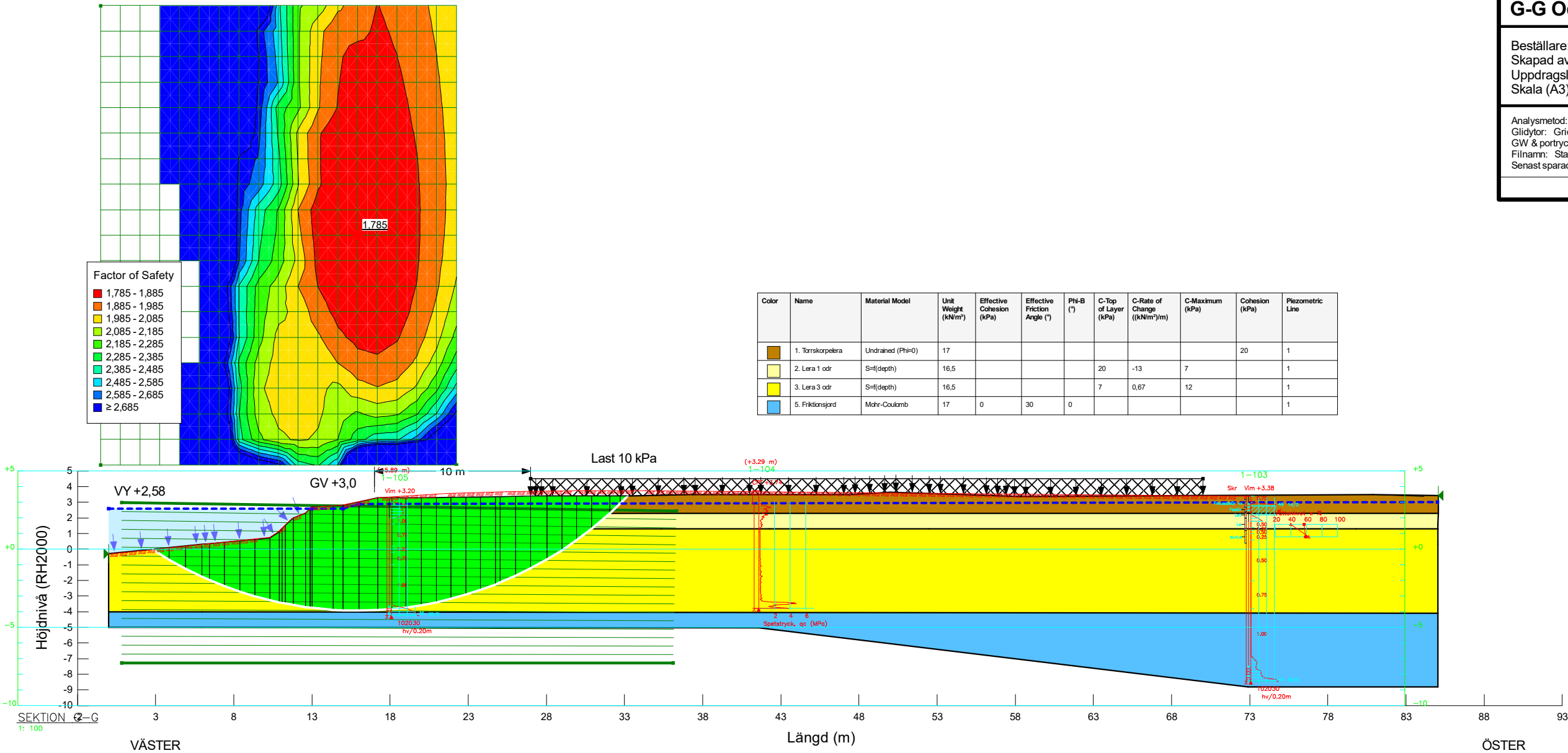


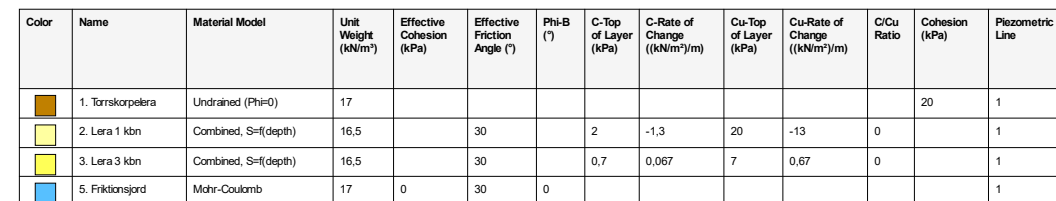


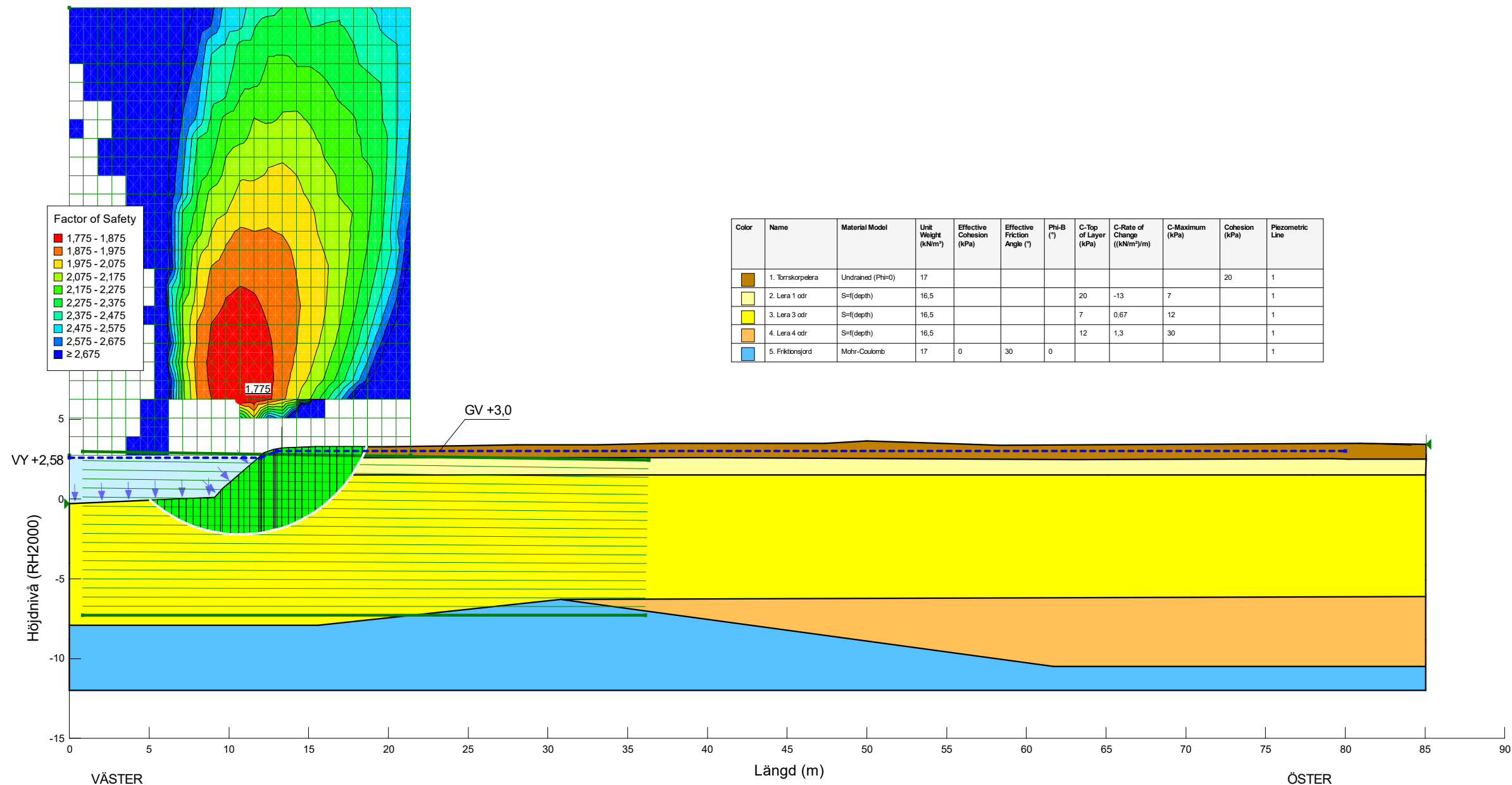


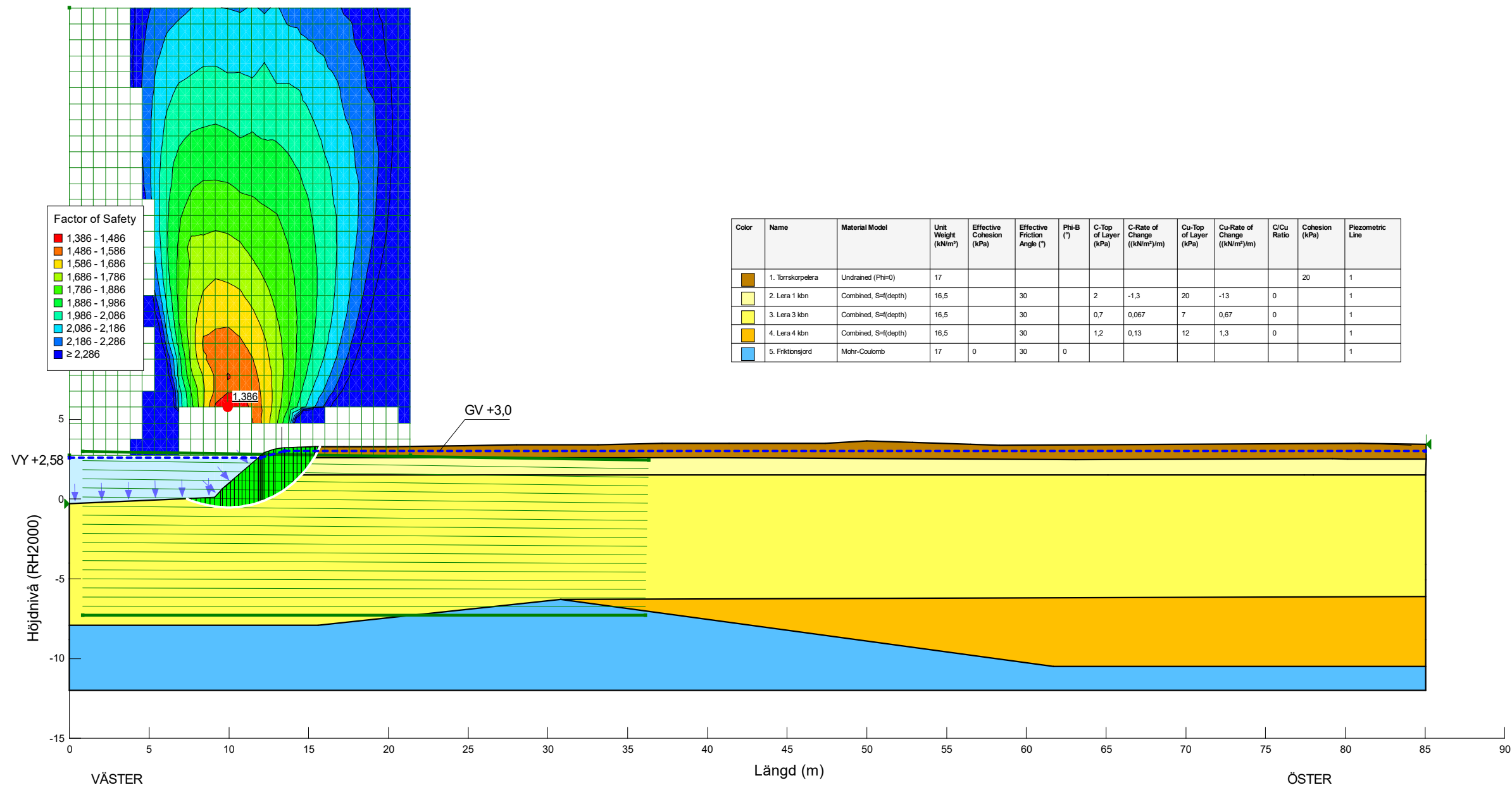












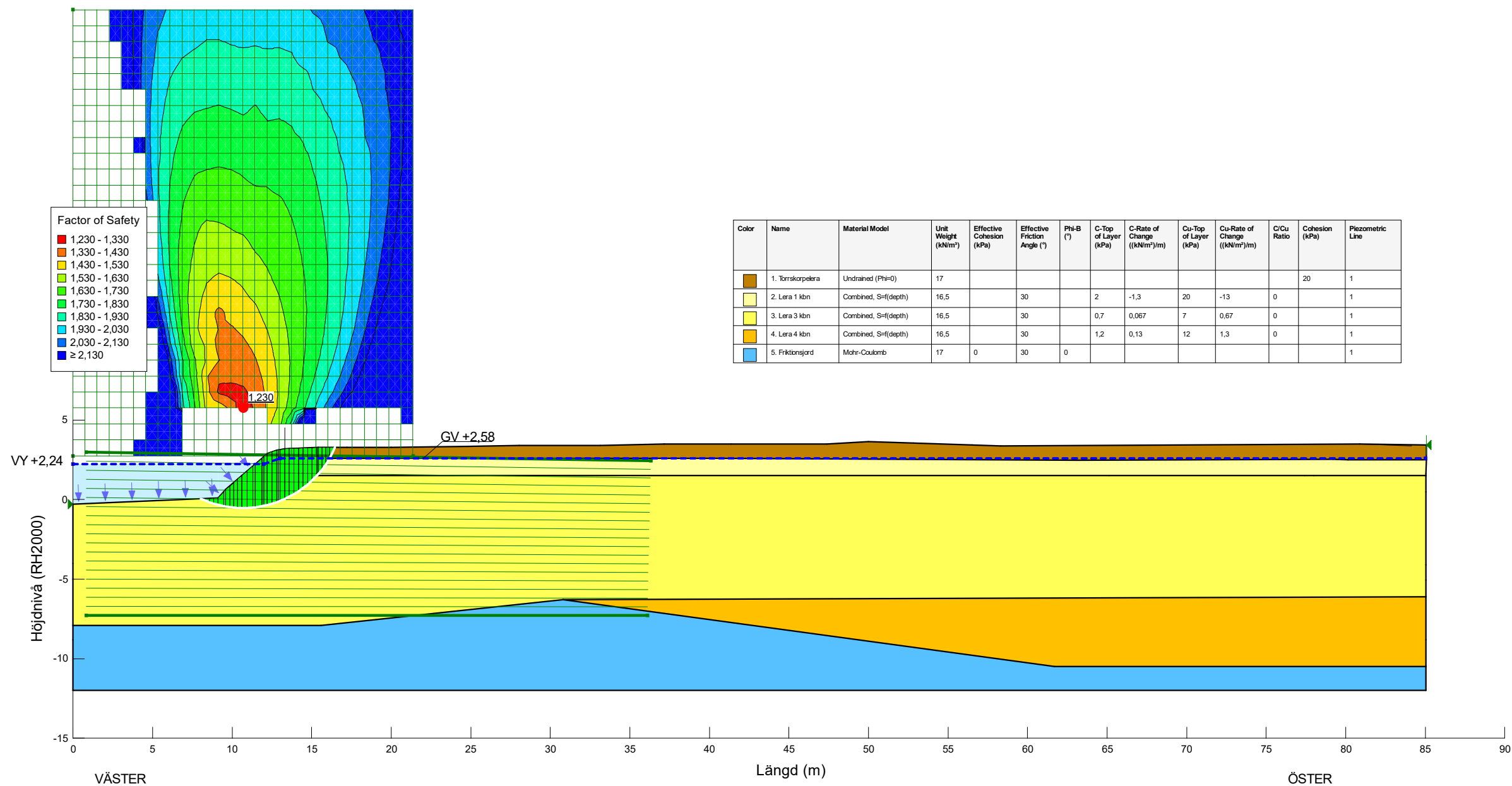


Projektnamn
Rådmansbackarna, Trosa

H-H Kbn. analys_Känslighet_GV

Beställare: TROSA KOMMUN
Skapad av: R. PAAKKONEN
Uppdragsledare: G. WESTBERG
Skala (A3): 1:300

Analysmetod: Morgenstern-Price
Glidytor: Grid and Radius (optimization: No)
GW & portryck: Piezometric Line
Filnamn: Stab Rådis RP_240130_HH.gsz
Senast sparad: 2024-01-30; 13:02:00

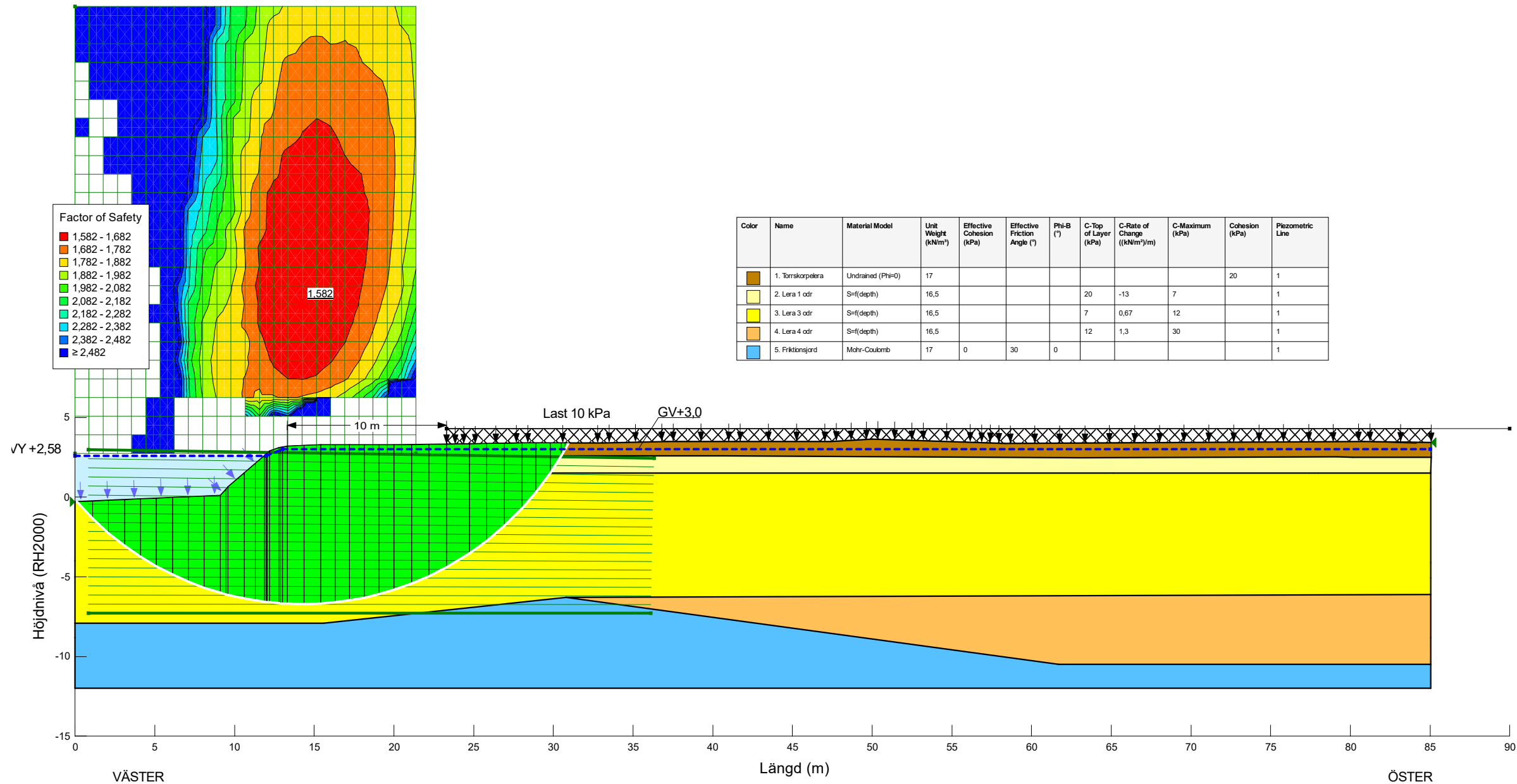


Projektnamn
Rådmansbackarna, Trosa

H-H Odr. analys_10kPa

Beställare: TROSA KOMMUN
Skapad av: R. PAAKKONEN
Uppdragsledare: G. WESTBERG
Skala (A3): 1:300

Analysmetod: Morgenstern-Price
Glidytor: Grid and Radius (optimization: No)
GW & portryck: Piezometric Line
Filnamn: Stab Rådis RP_240130_HH.gsz
Senast sparad: 2024-01-30; 13:02:00

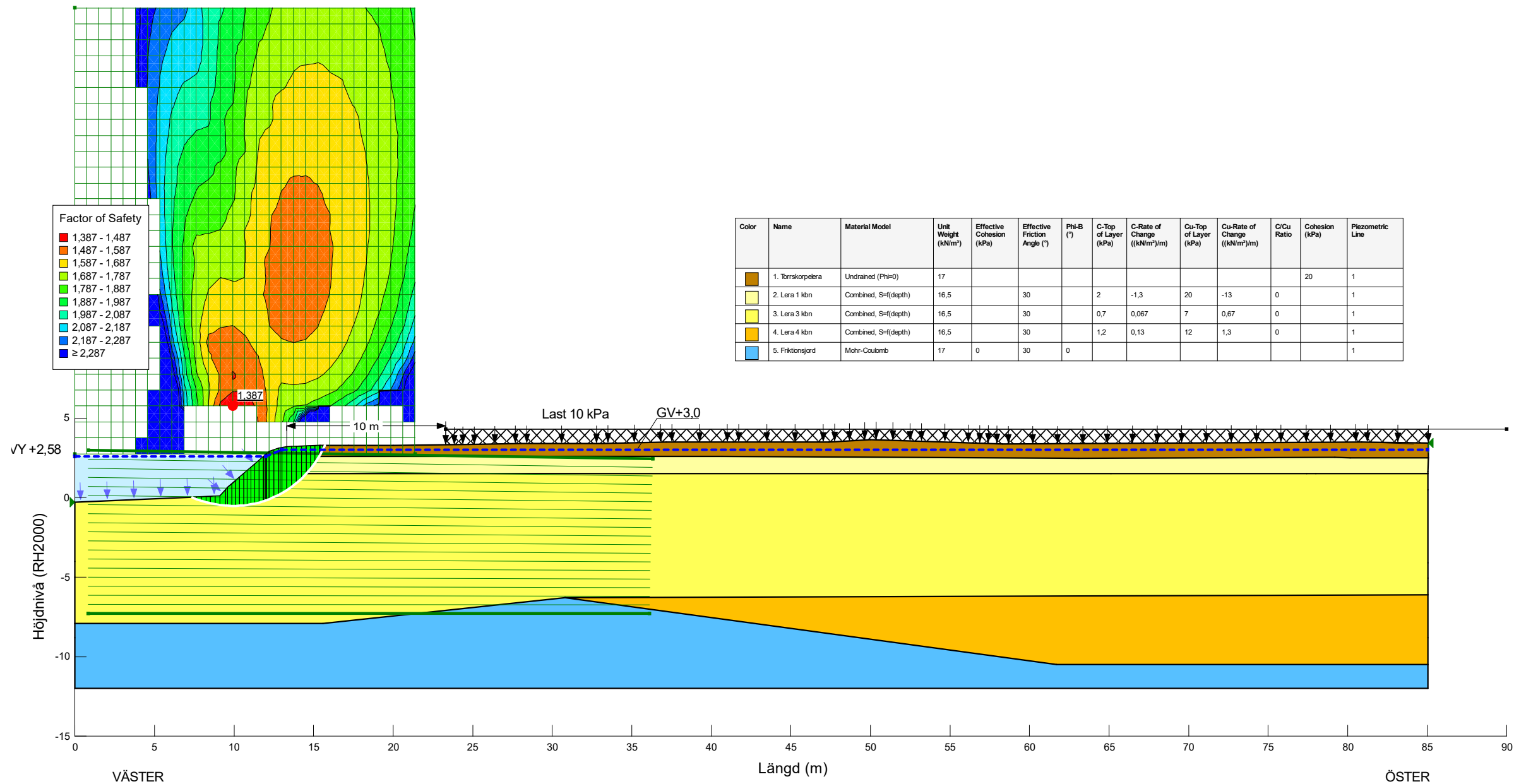


Projektnamn
Rådmansbackarna, Trosa

H-H Kbn. analys_10kPa

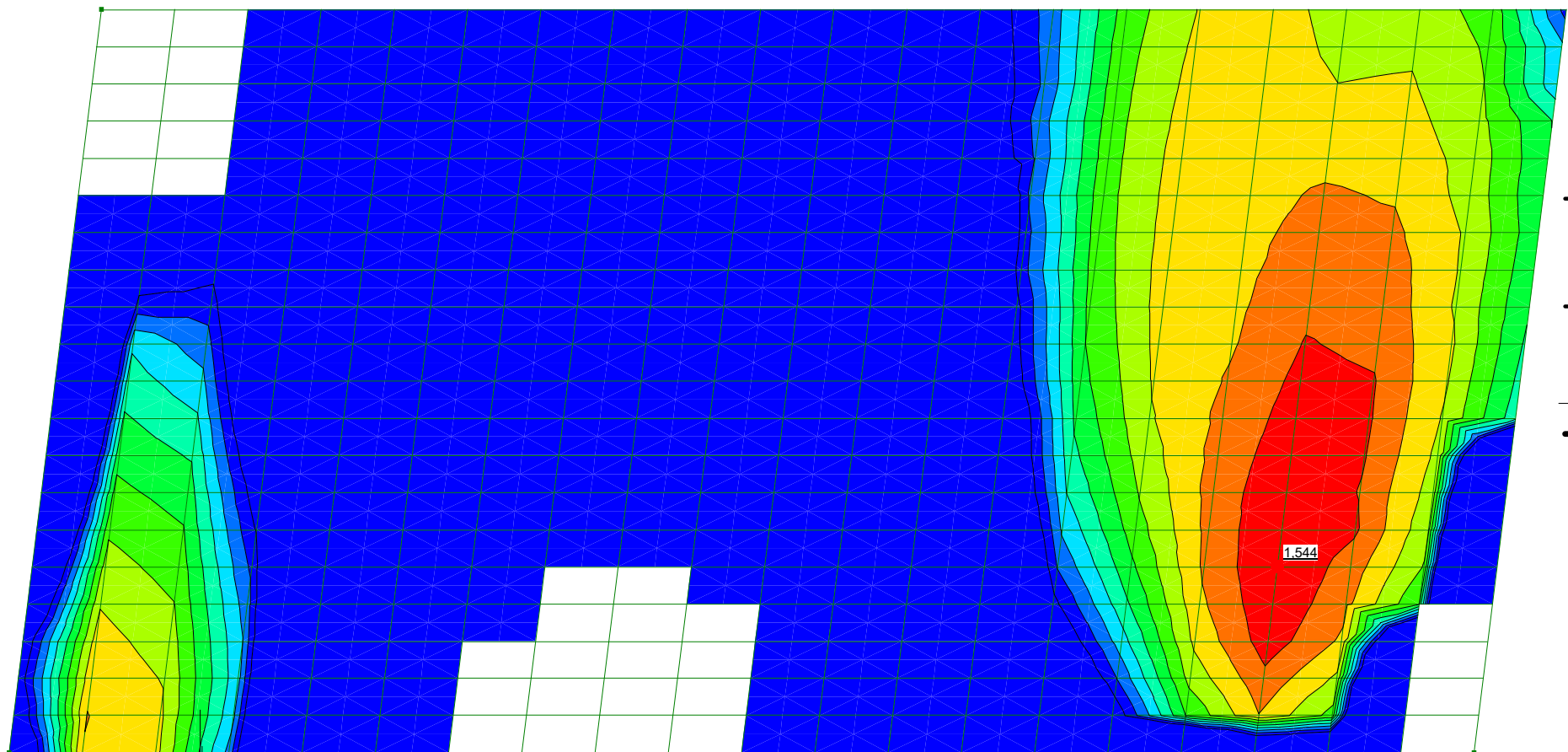
Beställare: TROSA KOMMUN
Skapad av: R. PAAKKONEN
Uppdragsledare: G. WESTBERG
Skala (A3): 1:300

Analysmetod: Morgenstern-Price
Glidytor: Grid and Radius (optimization: No)
GW & portryck: Piezometric Line
Filnamn: Stab Rådis RP_240130_HH.gsz
Senast sparad: 2024-01-30; 13:02:00



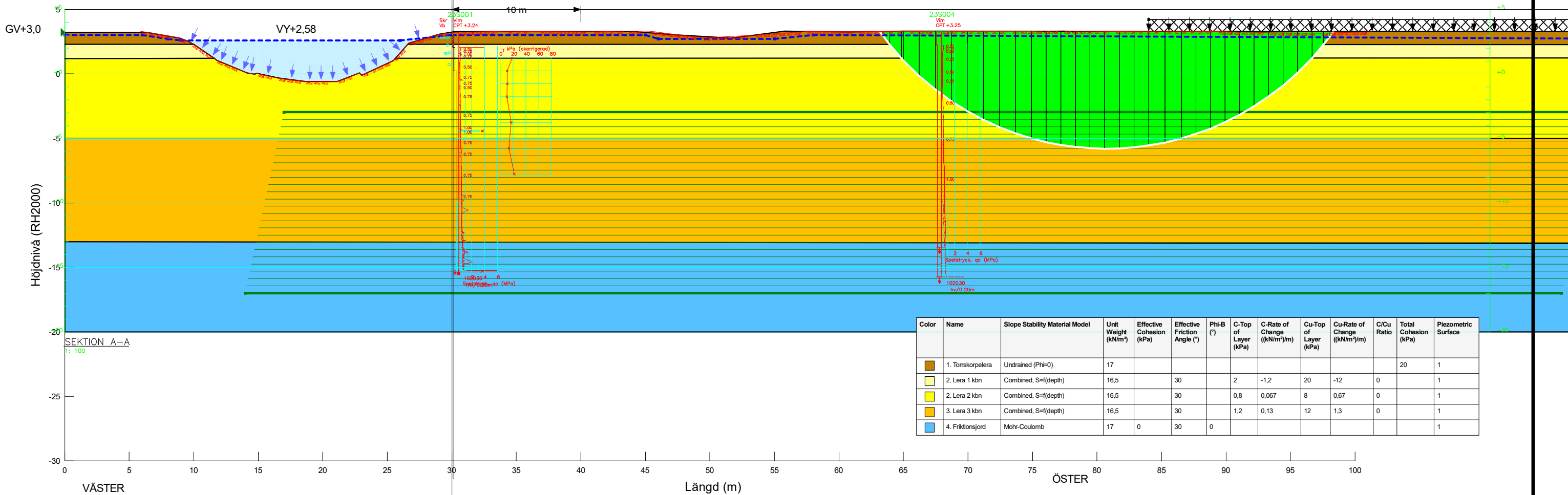
Factor of Safety

- 1,544 - 1,644
- 1,644 - 1,744
- 1,744 - 1,844
- 1,844 - 1,944
- 1,944 - 2,044
- 2,044 - 2,144
- 2,144 - 2,244
- 2,244 - 2,344
- 2,344 - 2,444
- ≥ 2,444



Detaljplanegräns

50 kPa



Color	Name	Slope Stability Material Model	Unit Weight (kN/m³)	Effective Cohesion (kPa)	Effective Friction Angle (°)	Phi-B (°)	C-Top of Layer (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m³)/m)	Cu-Top of Layer (kPa)	Cu-Rate of Change ((kN/m³)/m)	C/Cu Ratio	Total Cohesion (kPa)	Piezometric Surface
	1. Tonskorpelera	Undrained (Phi=0)	17									20	1
	2. Lera 1 kbn	Combined, S=f(depth)	16,5		30		2	-1,2	20	-12	0		1
	2. Lera 2 kbn	Combined, S=f(depth)	16,5		30		0,8	0,067	8	0,67	0		1
	3. Lera 3 kbn	Combined, S=f(depth)	16,5		30		1,2	0,13	12	1,3	0		1
	4. Friktionsjord	Mohr-Coulomb	17	0	30	0							1

Fkomb=1,65



Projektnamn
Rådmansbackarna, Trosa

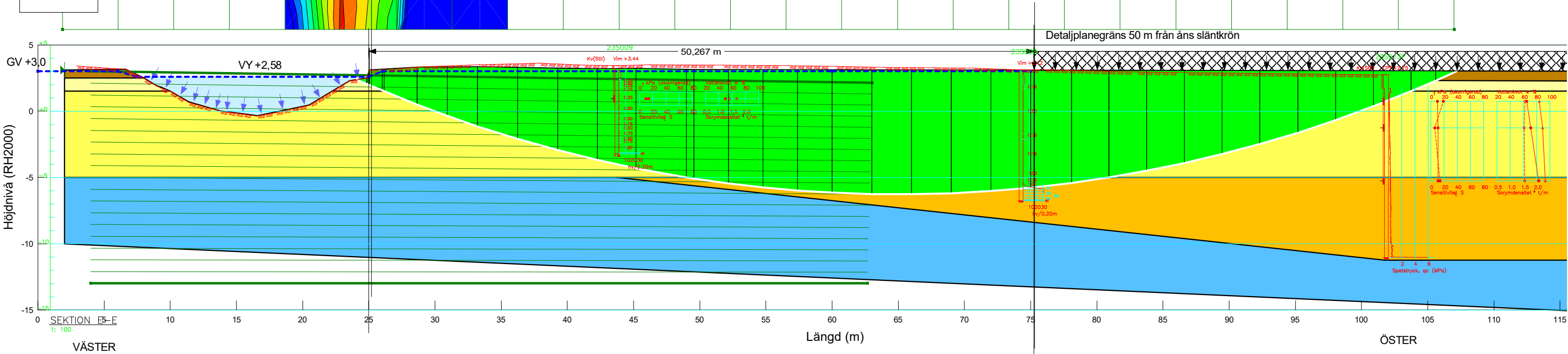
E-E Kbn. analys_50kPa-50m

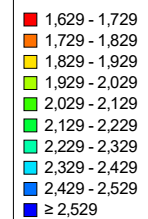
Beställare: TROSA KOMMUN
Skapad av: R. PAAKKONEN
Uppdragsledare: G. WESTBERG
Skala (A3): 1:300

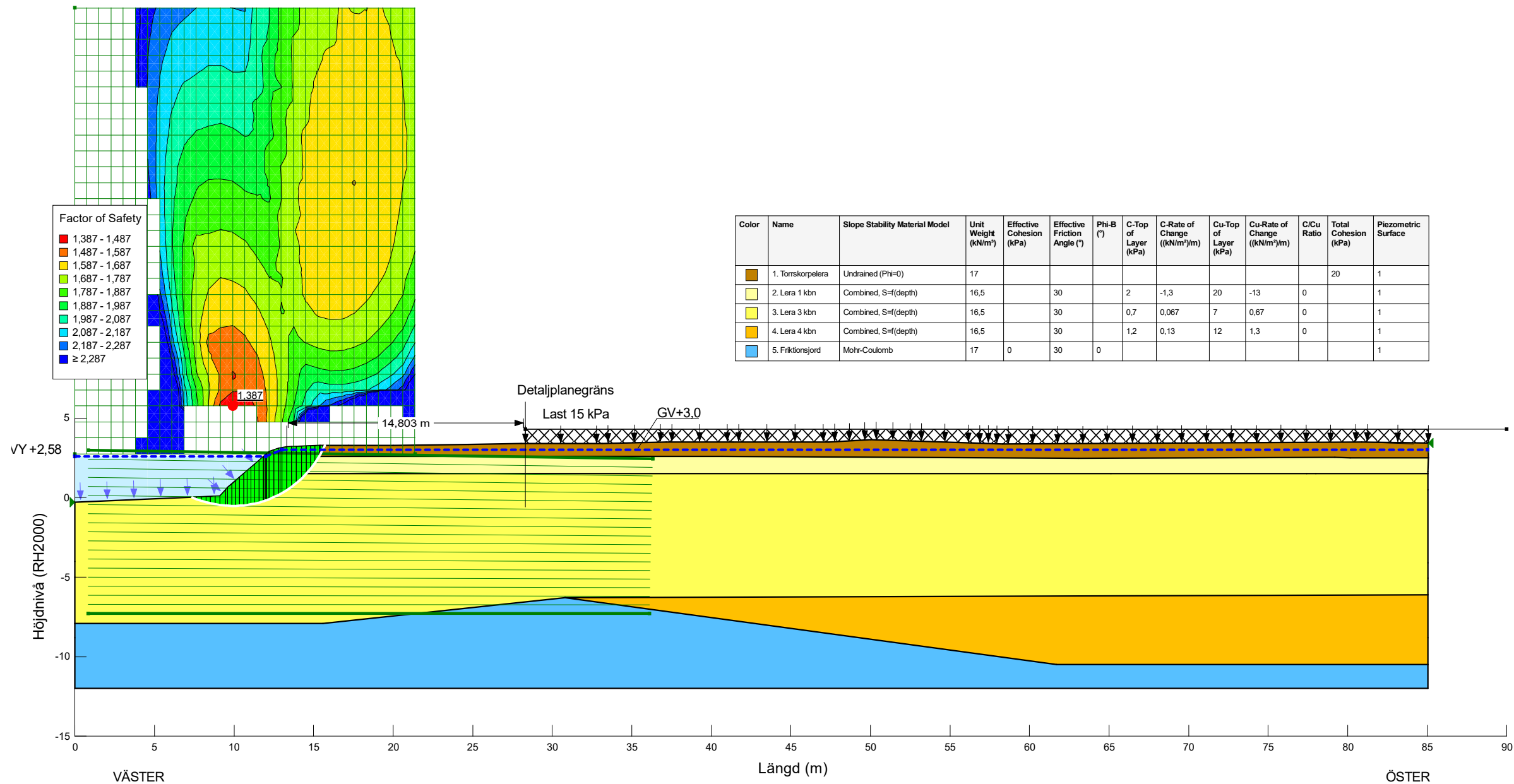
Analysmetod: Morgenstern-Price
Glidtyor: Grid and Radius (optimization: No)
GW & portryck: Piezometric Surfaces
Filnamn: Stab Rådis RP_240130_EE - DPgränslast50m.gsz
Senast sparad: 2024-02-09; 17:41:51

- Factor of Safety
- 1,615 - 1,715
 - 1,715 - 1,815
 - 1,815 - 1,915
 - 1,915 - 2,015
 - 2,015 - 2,115
 - 2,115 - 2,215
 - 2,215 - 2,315
 - 2,315 - 2,415
 - 2,415 - 2,515
 - ≥ 2,515

Color	Name	Slope Stability Material Model	Unit Weight (kN/m³)	Effective Cohesion (kPa)	Effective Friction Angle (°)	Phi-B (°)	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	Total Cohesion (kPa)	Piezometric Surface
	1. Torrskorpelera	Undrained (Phi=0)	17									20	1
	2. Lera 1 kbn	Combined, S=f(depth)	16,5		30		2	-1,3	20	-13	0		1
	3. Lera 3 kbn	Combined, S=f(depth)	16,5		30		0,7	0,067	7	0,67	0		1
	4. Lera 4 kbn	Combined, S=f(depth)	16,5		30		1,2	0,13	12	1,3	0		1
	5. Friktionsjord	Mohr-Coulomb	17	0	30	0							1





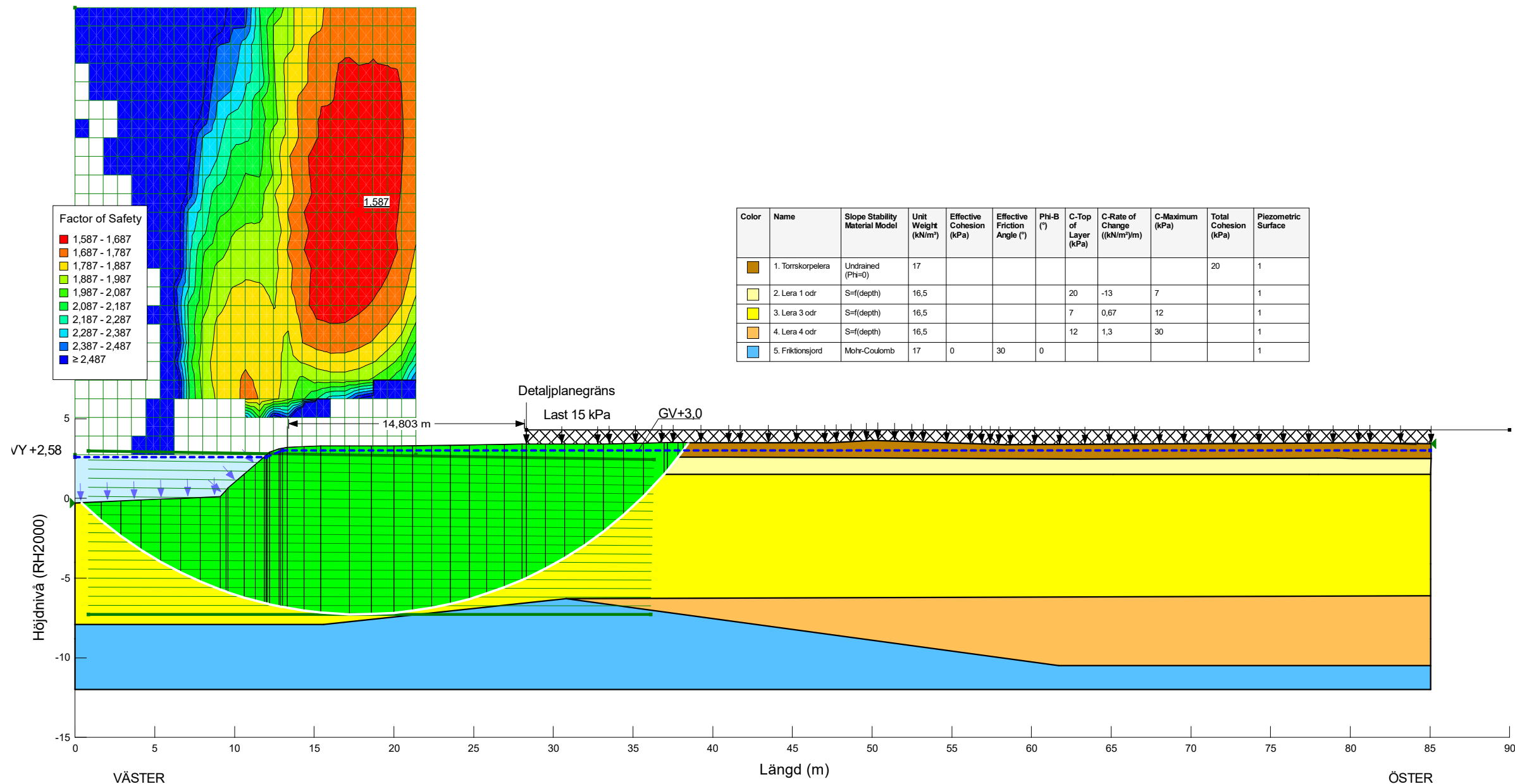


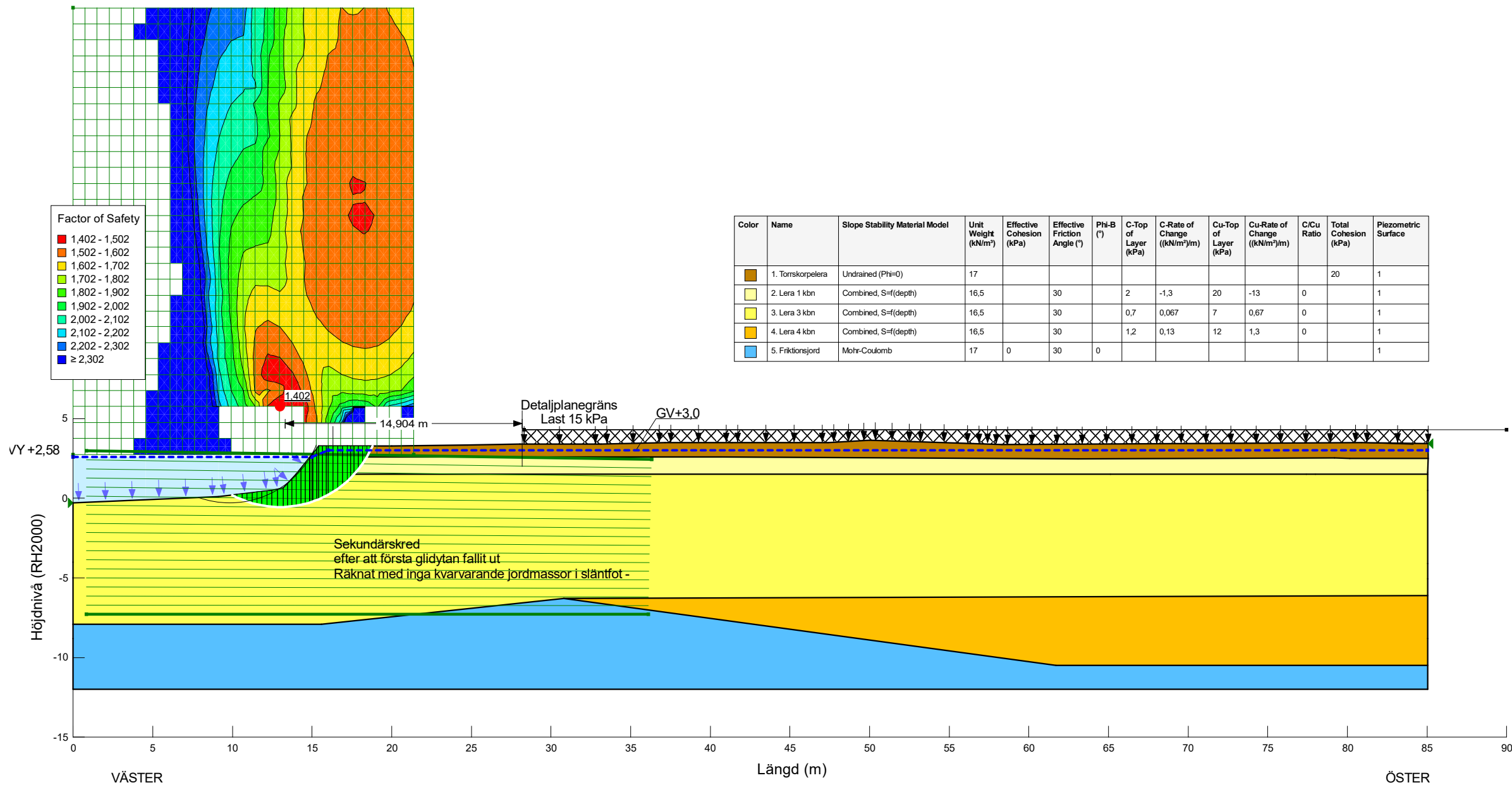
Projektnamn
Rådmansbackarna, Trosa

H-H Odrän_15kPa vid DP-gräns

Beställare: TROSA KOMMUN
Skapad av: R. PAAKKONEN
Uppdragsledare: G. WESTBERG
Skala (A3): 1:300

Analysmetod: Morgenstern-Price
Glidytor: Grid and Radius (optimization: No)
GW & portryck: Piezometric Surfaces
Filnamn: Stab Rådis RP_240130_HH - DPgräns15m.gsz
Senast sparad: 2024-02-09; 16:37:54





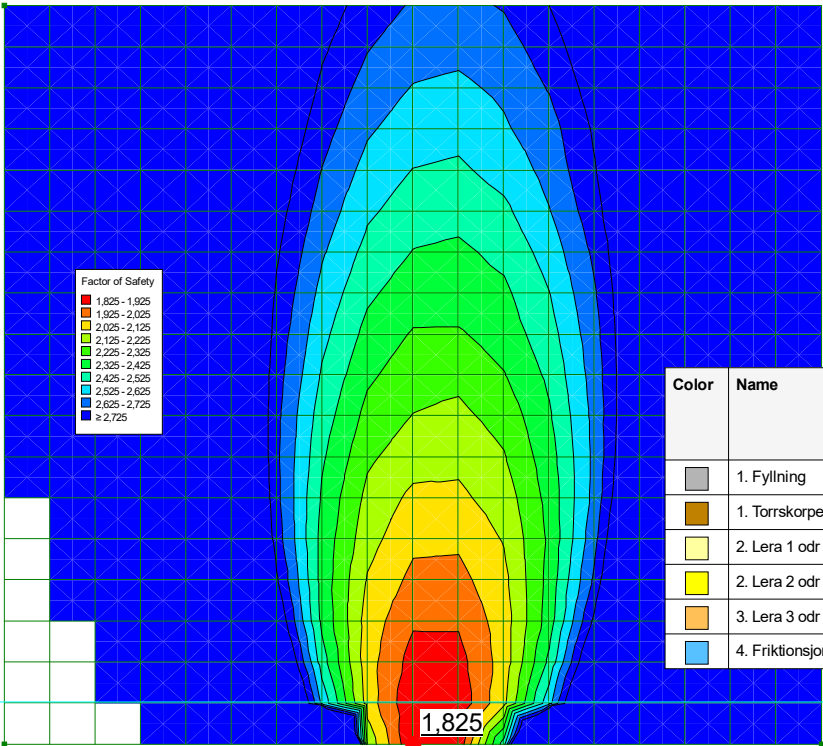
SEKTION I-I MED OLIKA HÖJDNIVÅER INOM DETALJPLANEN

Projektnamn
Rådmansbackarna, Trosa

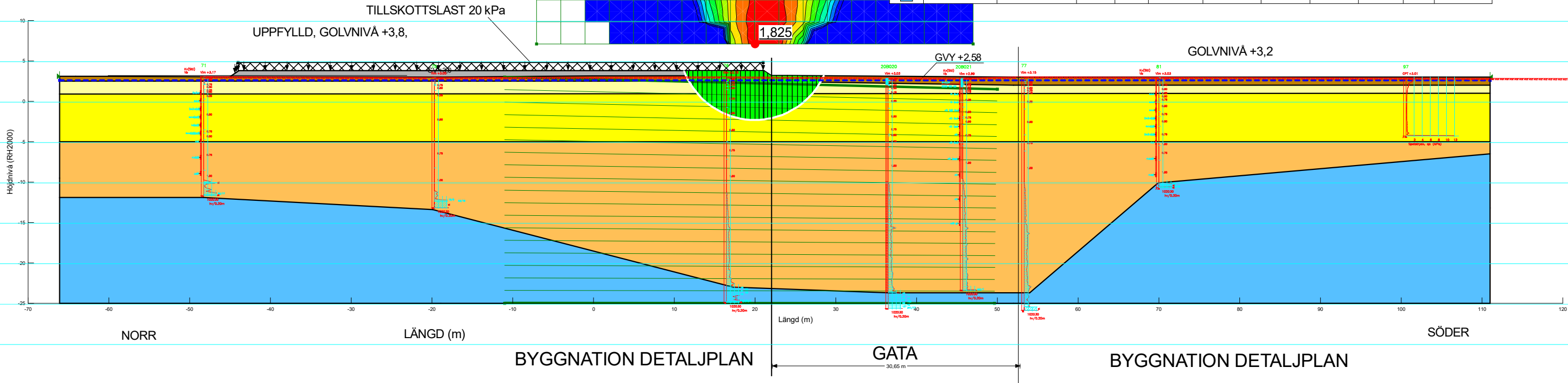
I-I Odr. analys_20

Beställare: TROSA KOMMUN
Skapad av: R. PAAKKONEN
Uppdragsledare: G. WESTBERG
Skala (A3): 1:500

Analysmetod: Morgenstern-Price
Glidtyör: Grid and Radius (optimization: No)
GW & portryck: Piezometric Line
Filnamn: Stab Rådis RP_240531_IL.gsz
Senast sparad: 2024-05-31; 14:16:43



Color	Name	Material Model	Unit Weight (kN/m³)	C-Top of Layer (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m²)/m)	C-Maximum (kPa)	Cohesion (kPa)	Effective Cohesion (kPa)	Effective Friction Angle (°)	Phi-B (°)	Piezometric Line
	1. Fyllning	Mohr-Coulomb	20					5	45	0	1
	1. Torrskorpelera	Undrained (Phi=0)	17				20				1
	2. Lera 1 odr	S=f(depth)	16,5	20	-12	8					1
	2. Lera 2 odr	S=f(depth)	16,5	8	0,67	12					1
	3. Lera 3 odr	S=f(depth)	16,5	12	1,3	30					1
	4. Friktionsjord	Mohr-Coulomb	17					0	30	0	1



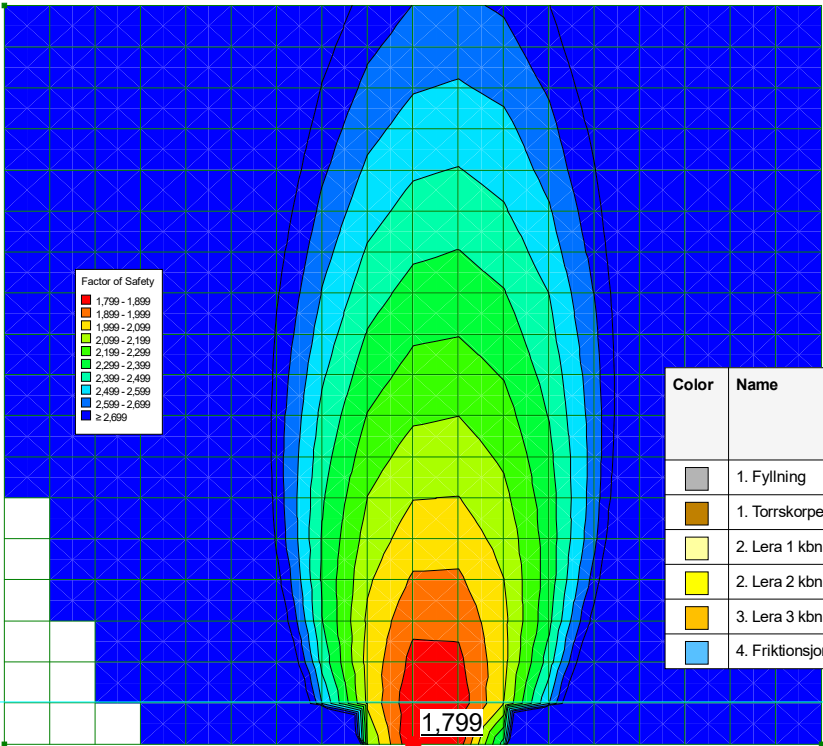
SEKTION I-I MED OLIKA HÖJDNIVÅER INOM DETALJPLANEN

Projektnamn
Rådmansbackarna, Trosa

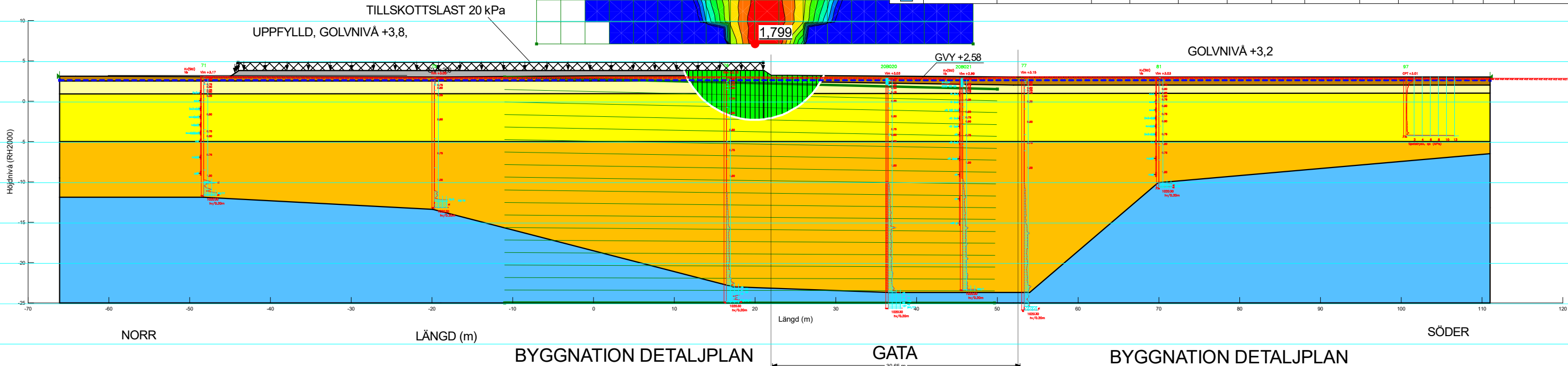
I-I Kbn. analys_20

Beställare: TROSA KOMMUN
Skapad av: R. PAAKKONEN
Uppdragsledare: G. WESTBERG
Skala (A3): 1:500

Analysmetod: Morgenstern-Price
Glidytor: Grid and Radius (optimization: No)
GW & portryck: Piezometric Line
Filnamn: Stab Rådis RP_240531_ILgsz
Senast sparad: 2024-05-31; 14:16:43



Color	Name	Material Model	Unit Weight (kN/m³)	Cohesion (kPa)	Effective Cohesion (kPa)	Effective Friction Angle (°)	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
	1. Fyllning	Mohr-Coulomb	20		5	45					0	1	
	1. Torrskorpelera	Undrained (Phi=0)	17	20									1
	2. Lera 1 kbn	Combined, S=f(depth)	16,5			30	2	-1,2	20	-12	0		1
	2. Lera 2 kbn	Combined, S=f(depth)	16,5			30	0,8	0,067	8	0,67	0		1
	3. Lera 3 kbn	Combined, S=f(depth)	16,5			30	1,2	0,13	12	1,3	0		1
	4. Friktionsjord	Mohr-Coulomb	17		0	30					0		1



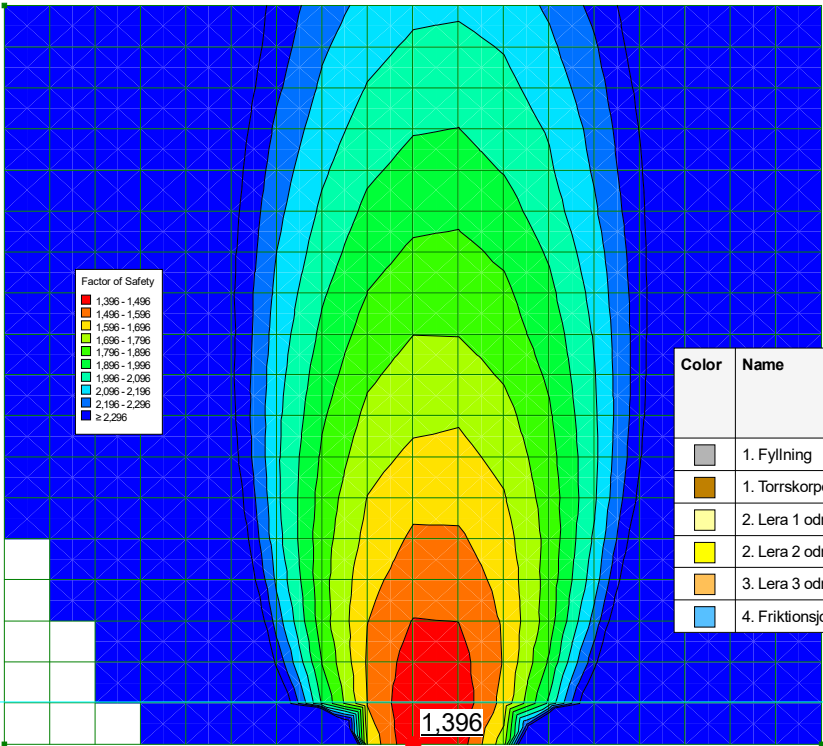
SEKTION I-I MED OLIKA HÖJDNIVÅER INOM DETALJPLANEN

Projektnamn
Rådmansbackarna, Trosa

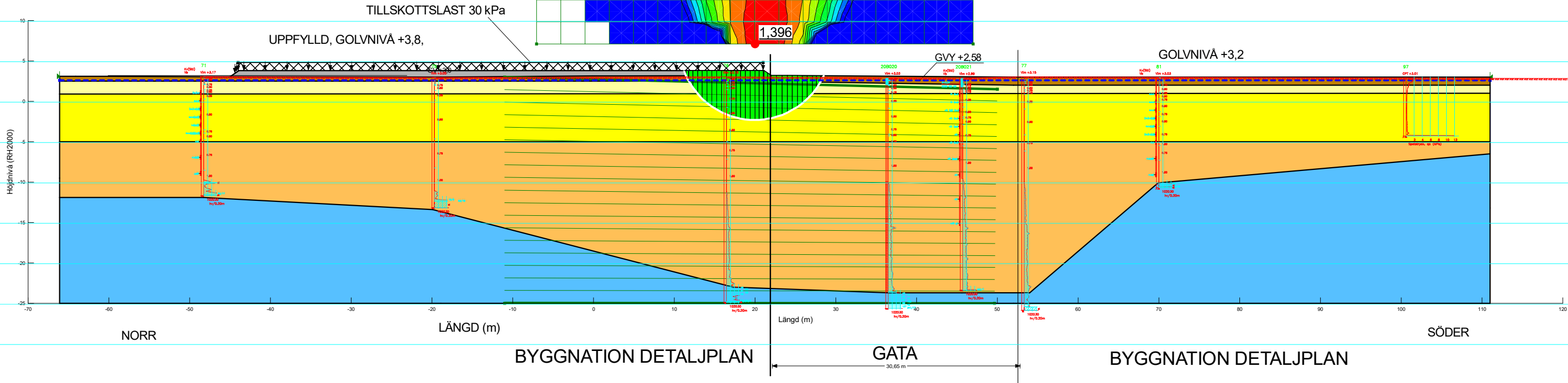
I-I Odr. analys_30

Beställare: TROSA KOMMUN
Skapad av: R. PAAKKONEN
Uppdragsledare: G. WESTBERG
Skala (A3): 1:500

Analysmetod: Morgenstern-Price
Glidtyör: Grid and Radius (optimization: No)
GW & portryck: Piezometric Line
Filnamn: Stab Rådis RP_240531_IL.gsz
Senast sparad: 2024-05-31; 14:33:44



Color	Name	Material Model	Unit Weight (kN/m³)	C-Top of Layer (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m²)/m)	C-Maximum (kPa)	Cohesion (kPa)	Effective Cohesion (kPa)	Effective Friction Angle (°)	Phi-B (°)	Piezometric Line
	1. Fyllning	Mohr-Coulomb	20					5	45	0	1
	1. Torrskorpelera	Undrained (Phi=0)	17				20				1
	2. Lera 1 odr	S=f(depth)	16,5	20	-12	8					1
	2. Lera 2 odr	S=f(depth)	16,5	8	0,67	12					1
	3. Lera 3 odr	S=f(depth)	16,5	12	1,3	30					1
	4. Friktionsjord	Mohr-Coulomb	17					0	30	0	1



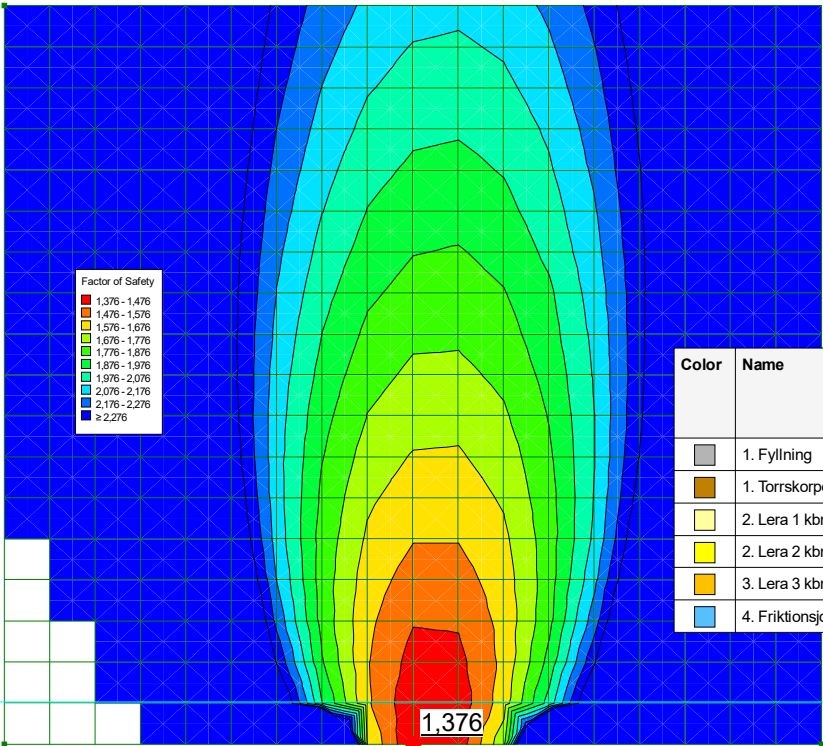
SEKTION I-I MED OLIKA HÖJDNIVÅER INOM DETALJPLANEN

Projektnamn
Rådmansbackarna, Trosa

I-I Kbn. analys_30

Beställare: TROSA KOMMUN
Skapad av: R. PAAKKONEN
Uppdragsledare: G. WESTBERG
Skala (A3): 1:500

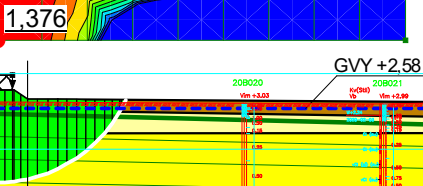
Analysmetod: Morgenstern-Price
Glidytor: Grid and Radius (optimization: No)
GW & portryck: Piezometric Line
Filnamn: Stab Rådis RP_240531_IL.gsz
Senast sparad: 2024-05-31; 14:33:44



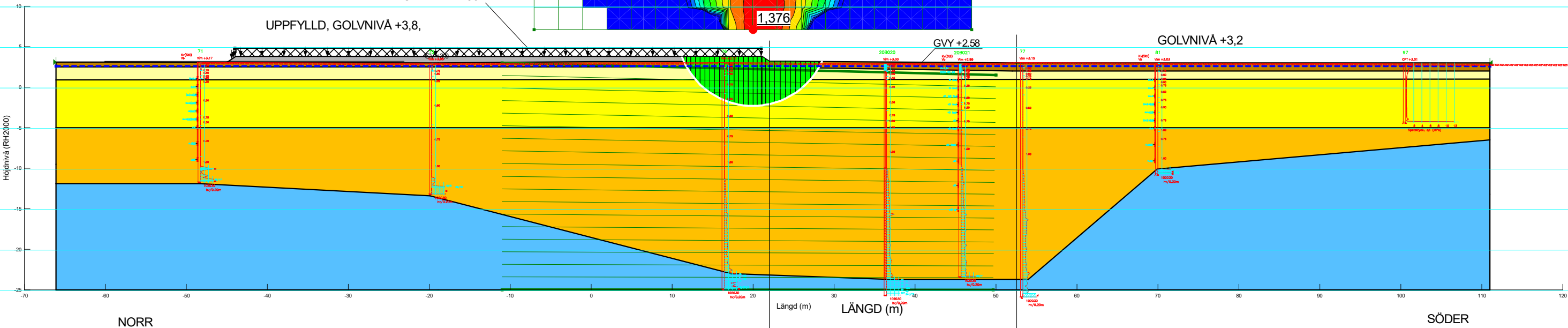
Color	Name	Material Model	Unit Weight (kN/m³)	Cohesion (kPa)	Effective Cohesion (kPa)	Effective Friction Angle (°)	C-Top of Layer (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m²)/m)	Cu-Top of Layer (kPa)	Cu-Rate of Change ((kN/m²)/m)	C/Cu Ratio	Phi-B (°)	Piezometric Line
	1. Fyllning	Mohr-Coulomb	20		5	45						0	1
	1. Torrskorpelera	Undrained (Phi=0)	17	20									1
	2. Lera 1 kbn	Combined, S=f(depth)	16,5			30	2	-1,2	20	-12	0		1
	2. Lera 2 kbn	Combined, S=f(depth)	16,5			30	0,8	0,067	8	0,67	0		1
	3. Lera 3 kbn	Combined, S=f(depth)	16,5			30	1,2	0,13	12	1,3	0		1
	4. Friktionsjord	Mohr-Coulomb	17		0	30						0	1

TILLSKOTTSLAST 30 kPa

UPPFYLLD, GOLVNIVÅ +3,8,



GOLVNIVÅ +3,2

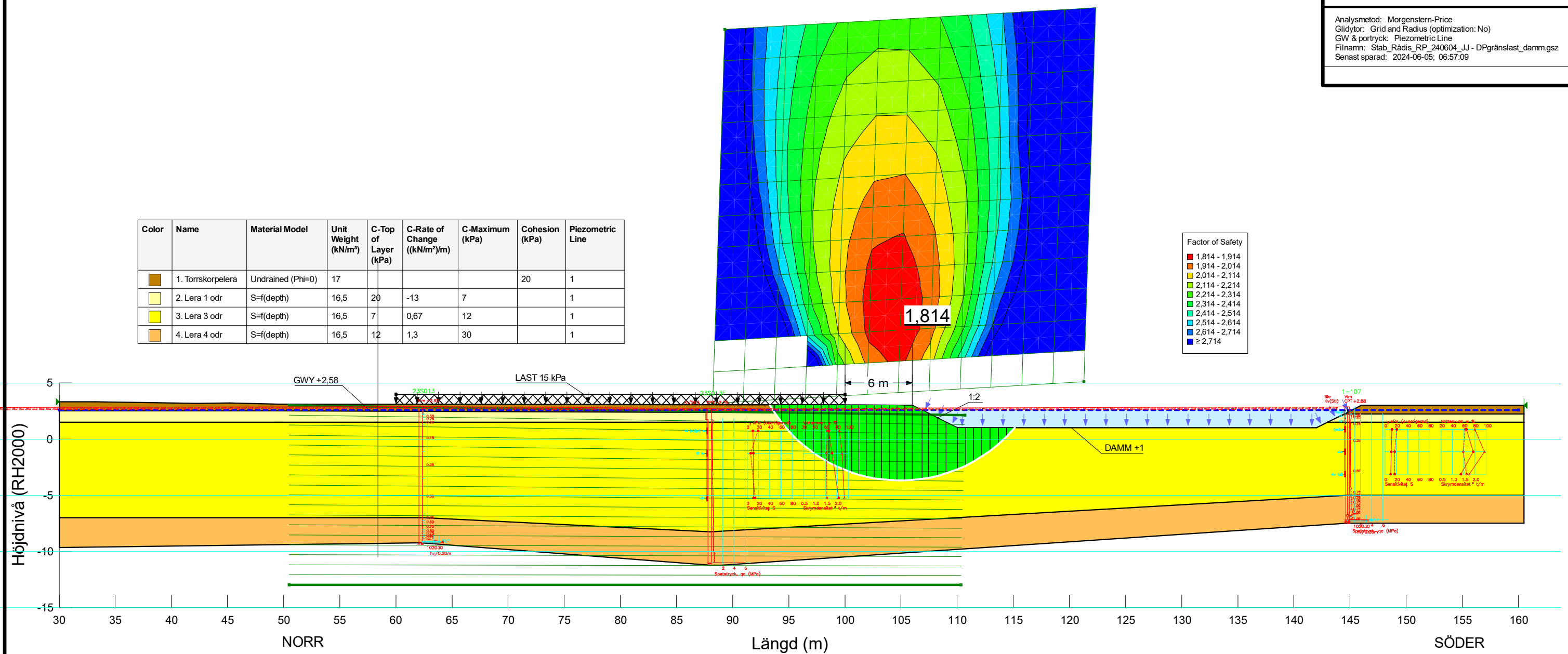


BYGGNATION DETALJPLAN

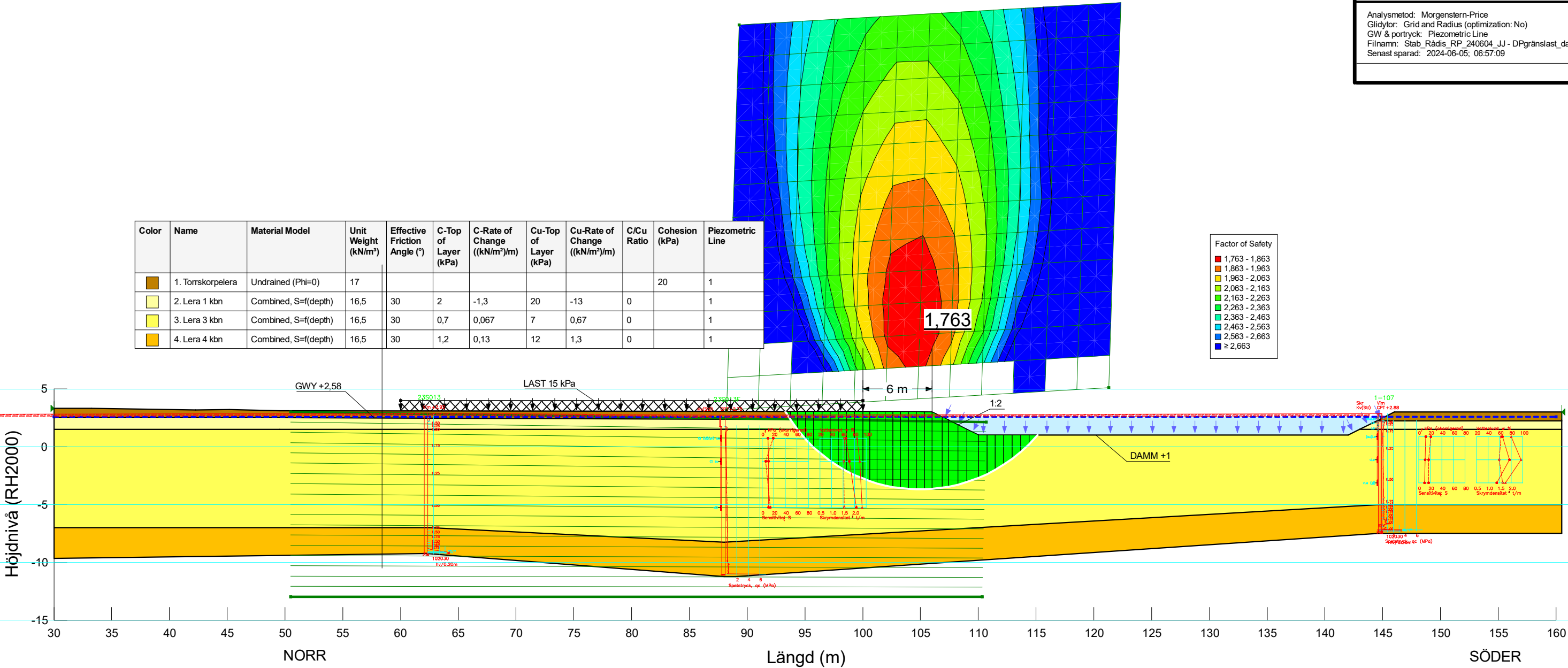
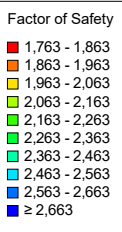
GATA

BYGGNATION DETALJPLAN

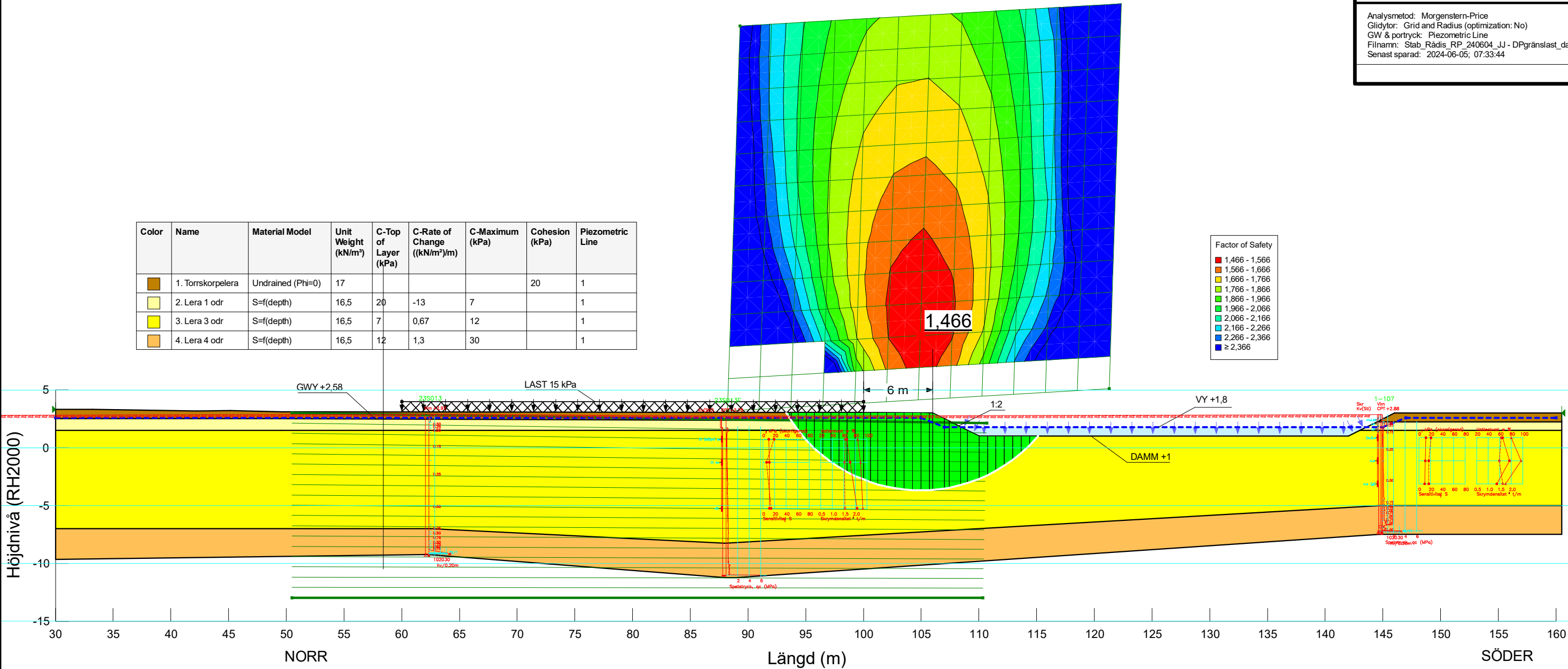
Color	Name	Material Model	Unit Weight (kN/m³)	C-Top of Layer (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m²)/m)	C-Maximum (kPa)	Cohesion (kPa)	Piezometric Line
	1. Torrsörpelera	Undrained (Phi=0)	17				20	1
	2. Lera 1 odr	S=f(depth)	16,5	20	-13	7		1
	3. Lera 3 odr	S=f(depth)	16,5	7	0,67	12		1
	4. Lera 4 odr	S=f(depth)	16,5	12	1,3	30		1



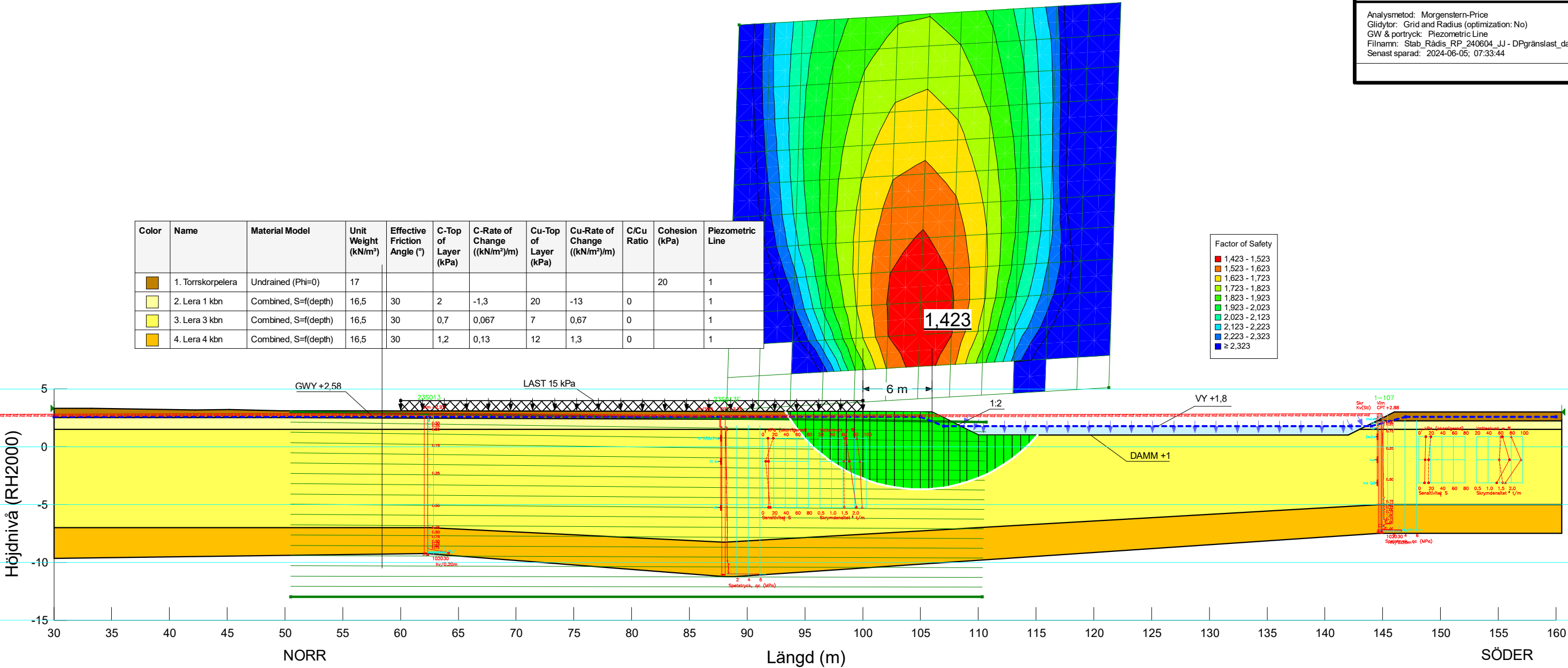
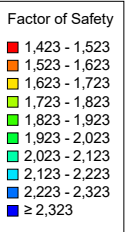
Color	Name	Material Model	Unit Weight (kN/m³)	Effective Friction Angle (°)	C-Top of Layer (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m²)/m)	Cu-Top of Layer (kPa)	Cu-Rate of Change ((kN/m²)/m)	C/Cu Ratio	Cohesion (kPa)	Piezometric Line
	1. Torrskorpelera	Undrained (Phi=0)	17							20	1
	2. Lera 1 kbn	Combined, S=f(depth)	16,5	30	2	-1,3	20	-13	0		1
	3. Lera 3 kbn	Combined, S=f(depth)	16,5	30	0,7	0,067	7	0,67	0		1
	4. Lera 4 kbn	Combined, S=f(depth)	16,5	30	1,2	0,13	12	1,3	0		1



Color	Name	Material Model	Unit Weight (kN/m³)	C-Top of Layer (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m²)/m)	C-Maximum (kPa)	Cohesion (kPa)	Piezometric Line
	1. Torrskorpelera	Undrained (Phi=0)	17				20	1
	2. Lera 1 odr	S=f(depth)	16,5	20	-13	7		1
	3. Lera 3 odr	S=f(depth)	16,5	7	0,67	12		1
	4. Lera 4 odr	S=f(depth)	16,5	12	1,3	30		1



Color	Name	Material Model	Unit Weight (kN/m³)	Effective Friction Angle (°)	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	Cohesion (kPa)	Piezometric Line
	1. Torrskorpelera	Undrained (Phi=0)	17							20	1
	2. Lera 1 kbn	Combined, S=f(depth)	16,5	30	2	-1,3	20	-13	0		1
	3. Lera 3 kbn	Combined, S=f(depth)	16,5	30	0,7	0,067	7	0,67	0		1
	4. Lera 4 kbn	Combined, S=f(depth)	16,5	30	1,2	0,13	12	1,3	0		1



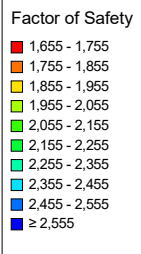
KÄNSLIGHETSANALYS MED REDUCERAD SKJUVHÅLLFASTHET 90%

Projektnamn
Rådmansbackarna, Trosa

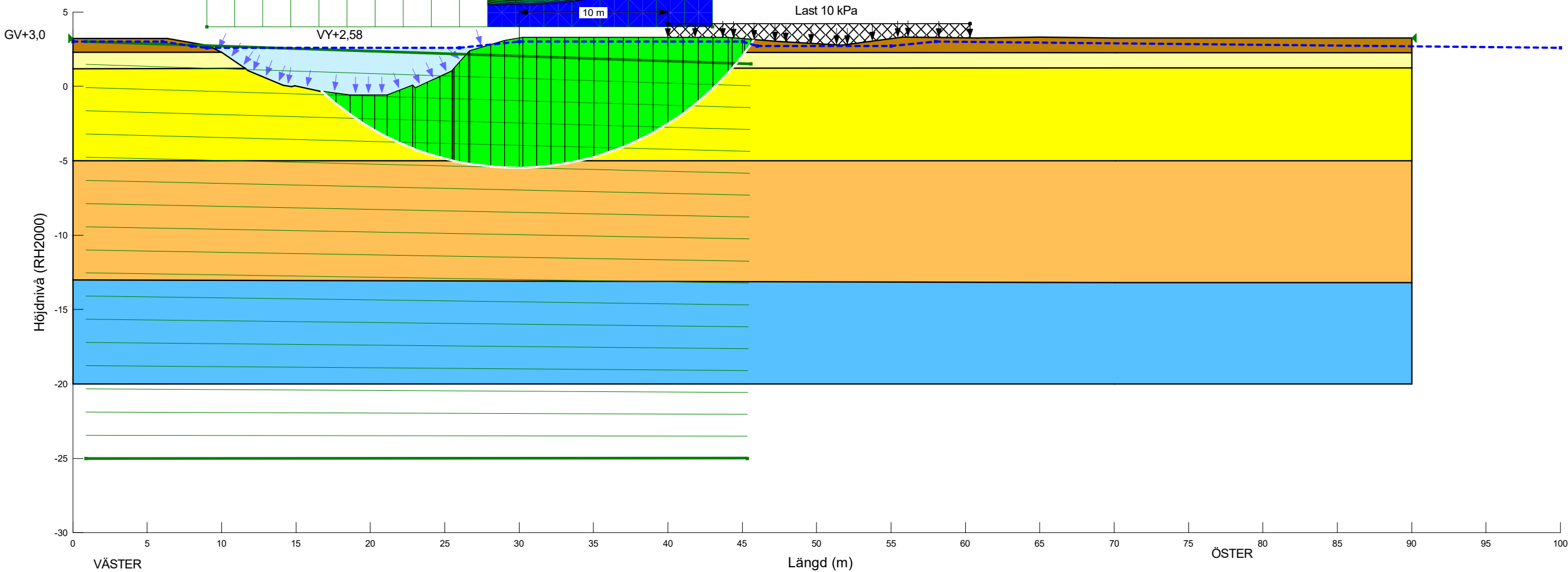
A-A Odr. analys_10kPa

Beställare: TROSA KOMMUN
Skapad av: R. PAAKKONEN
Uppdragsledare: G. WESTBERG
Skala (A3): 1:300

Analysmetod: Morgenstern-Price
Glidytor: Grid and Radius (optimization: No)
GW & portryck: Piezometric Line
Filnamn: Stab Rådis RP_240520_AA.gsz
Senast sparad: 2024-05-20; 13:16:29



Color	Name	Material Model	Unit Weight (kN/m³)	Effective Cohesion (kPa)	Effective Friction Angle (°)	Phi-B (°)	C-Top of Layer (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m²)/m)	C-Maximum (kPa)	Cohesion (kPa)	Piezometric Line
	1. Torrskorpelera	Undrained (Phi=0)	17							20	1
	2. Lera 1 odr	S=f(depth)	16,5				18	-14	7,2		1
	2. Lera 2 odr	S=f(depth)	16,5				7,2	0,8	11		1
	3. Lera 3 odr	S=f(depth)	16,5				11	1,3	27		1
	4. Friktionsjord	Mohr-Coulomb	17	0	30	0					1



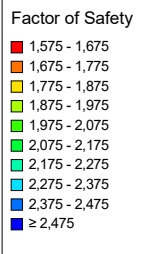
KÄNSLIGHETSANALYS MED REDUCERAD SKJUVHÅLLFASTHET 90%

Projektnamn
Rådmansbackarna, Trosa

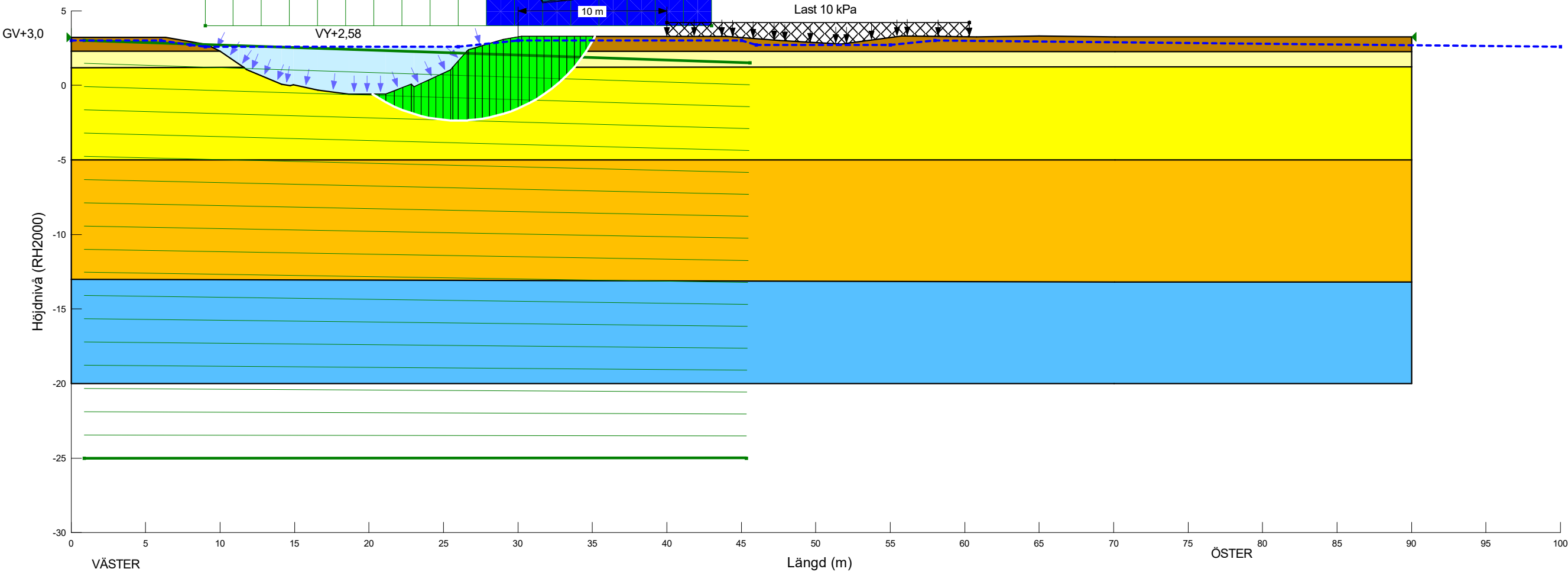
A-A Kbn. analys_10kPa

Beställare: TROSA KOMMUN
Skapad av: R. PAAKKONEN
Uppdragsledare: G. WESTBERG
Skala (A3): 1:300

Analysmetod: Morgenstern-Price
Glidytor: Grid and Radius (optimization: No)
GW & portryck: Piezometric Line
Filnamn: Stab Rådis RP_240520_AA.gsz
Senast sparad: 2024-05-20; 13:44:44



Color	Name	Material Model	Unit Weight (kN/m³)	Effective Cohesion (kPa)	Effective Friction Angle (°)	Phi-B (°)	C-Top of Layer (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m³)/m)	Cu-Top of Layer (kPa)	Cu-Rate of Change ((kN/m³)/m)	C/Cu Ratio	Cohesion (kPa)	Piezometric Line
	1. Torrskorpelera	Undrained (Phi=0)	17									20	1
	2. Lera 1 kbn	Combined, S=f(depth)	16,5		30		1,8	-1,2	18	-12	0		1
	2. Lera 2 kbn	Combined, S=f(depth)	16,5		30		0,7	0,067	7,2	0,67	0		1
	3. Lera 3 kbn	Combined, S=f(depth)	16,5		30		1,1	0,13	11	1,3	0		1
	4. Friktionsjord	Mohr-Coulomb	17	0	30	0							1



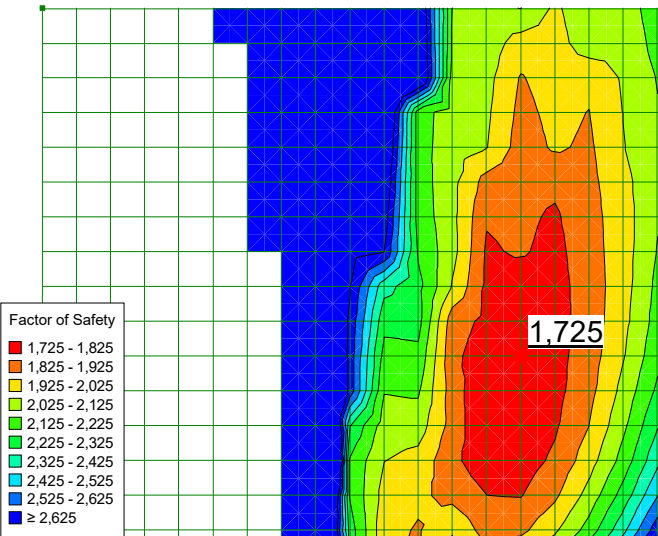
KÄNSLIGHETSANALYS MED FÖRHÖJT PORTRYCK

Projektnamn
Rådmansbackarna, Trosa

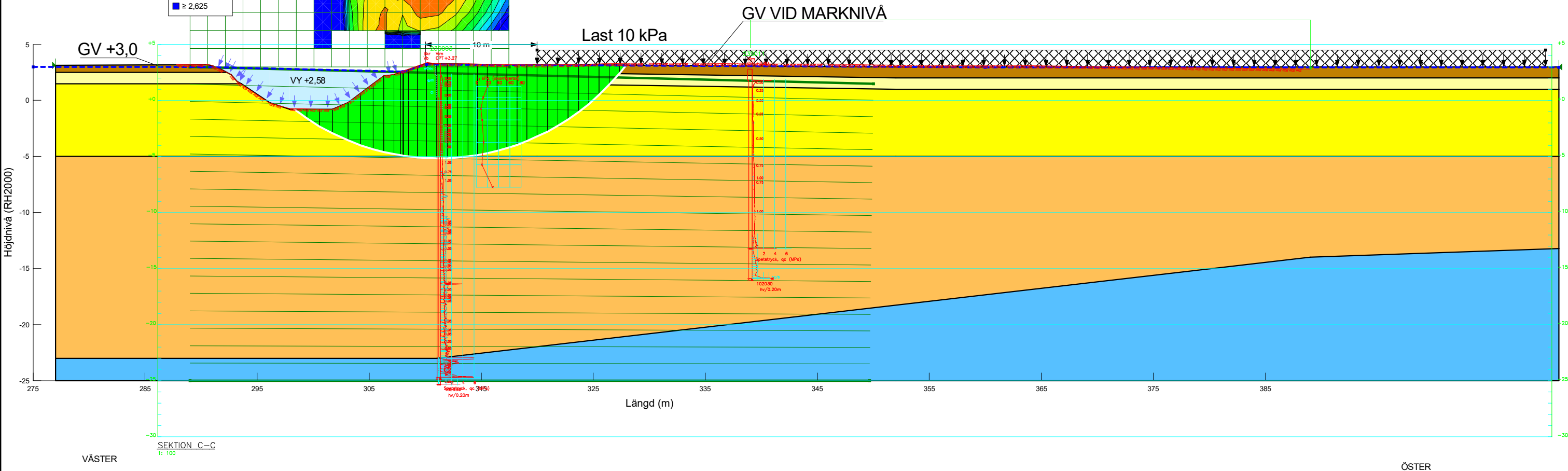
C-C Odr. analys_10kPa

Beställare: TROSA KOMMUN
Skapad av: R. PAAKKONEN
Uppdragsledare: G. WESTBERG
Skala (A3): 1:350

Analysmetod: Morgenstern-Price
Glidytor: Grid and Radius (optimization: No)
GW & portryck: Piezometric Line
Filnamn: Stab Rådis RP_240529_CC - Portryck.gsz
Senast sparad: 2024-05-31; 13:24:26



Color	Name	Material Model	Unit Weight (kN/m³)	Effective Cohesion (kPa)	Effective Friction Angle (°)	Phi-B (°)	C-Top of Layer (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m²)/m)	C-Maximum (kPa)	Cohesion (kPa)	Piezometric Line
	1. Torrskorpelera	Undrained (Phi=0)	17							20	1
	2. Lera 1 odr	S=f(depth)	16,5				20	-12	8		1
	2. Lera 2 odr	S=f(depth)	16,5				8	0,67	12		1
	3. Lera 3 odr	S=f(depth)	16,5				12	1,3	30		1
	4. Friktionsjord	Mohr-Coulomb	17	0	30	0					1



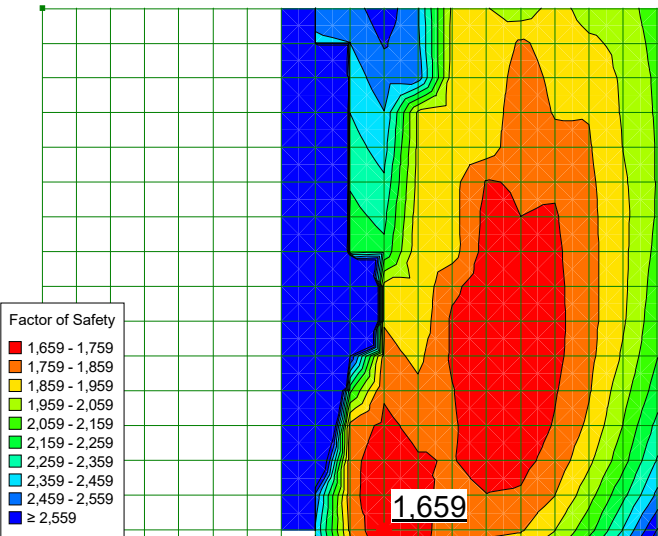
KÄNSLIGHETSANALYS MED FÖRHÖJT PORTRYCK

Projektnamn
Rådmansbackarna, Trosa

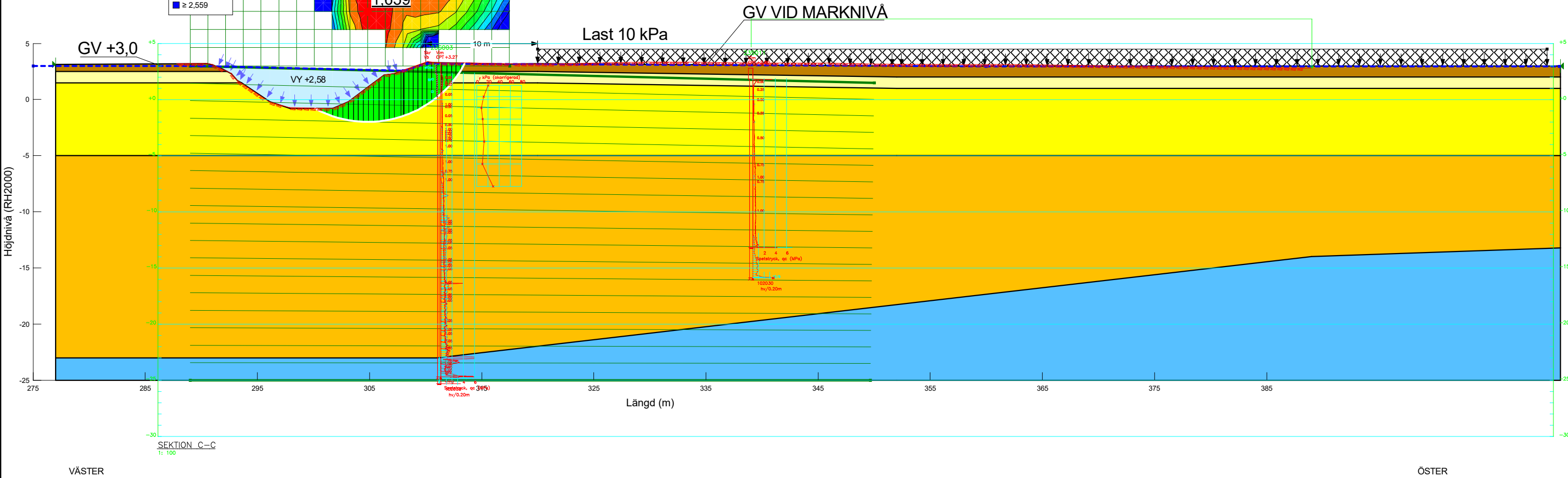
C-C Kbn. analys_10kPa

Beställare: TROSA KOMMUN
Skapad av: R. PAAKKONEN
Uppdragsledare: G. WESTBERG
Skala (A3): 1:350

Analysmetod: Morgenstern-Price
Glidytor: Grid and Radius (optimization: No)
GW & portryck: Piezometric Line
Filnamn: Stab Rådis RP_240529_CC - Portryck.gsz
Senast sparad: 2024-05-31; 13:24:26



Color	Name	Material Model	Unit Weight (kN/m³)	Effective Cohesion (kPa)	Effective Friction Angle (°)	Phi-B (°)	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	Cohesion (kPa)	Piezometric Line
	1. Torrskorpelera	Undrained (Phi=0)	17									20	1
	2. Lera 1 kbn	Combined, S=f(depth)	16,5		30		2	-1,2	20	-12	0		1
	2. Lera 2 kbn	Combined, S=f(depth)	16,5		30		0,8	0,067	8	0,67	0		1
	3. Lera 3 kbn	Combined, S=f(depth)	16,5		30		1,2	0,13	12	1,3	0		1
	4. Friktionsjord	Mohr-Coulomb	17	0	30	0							1



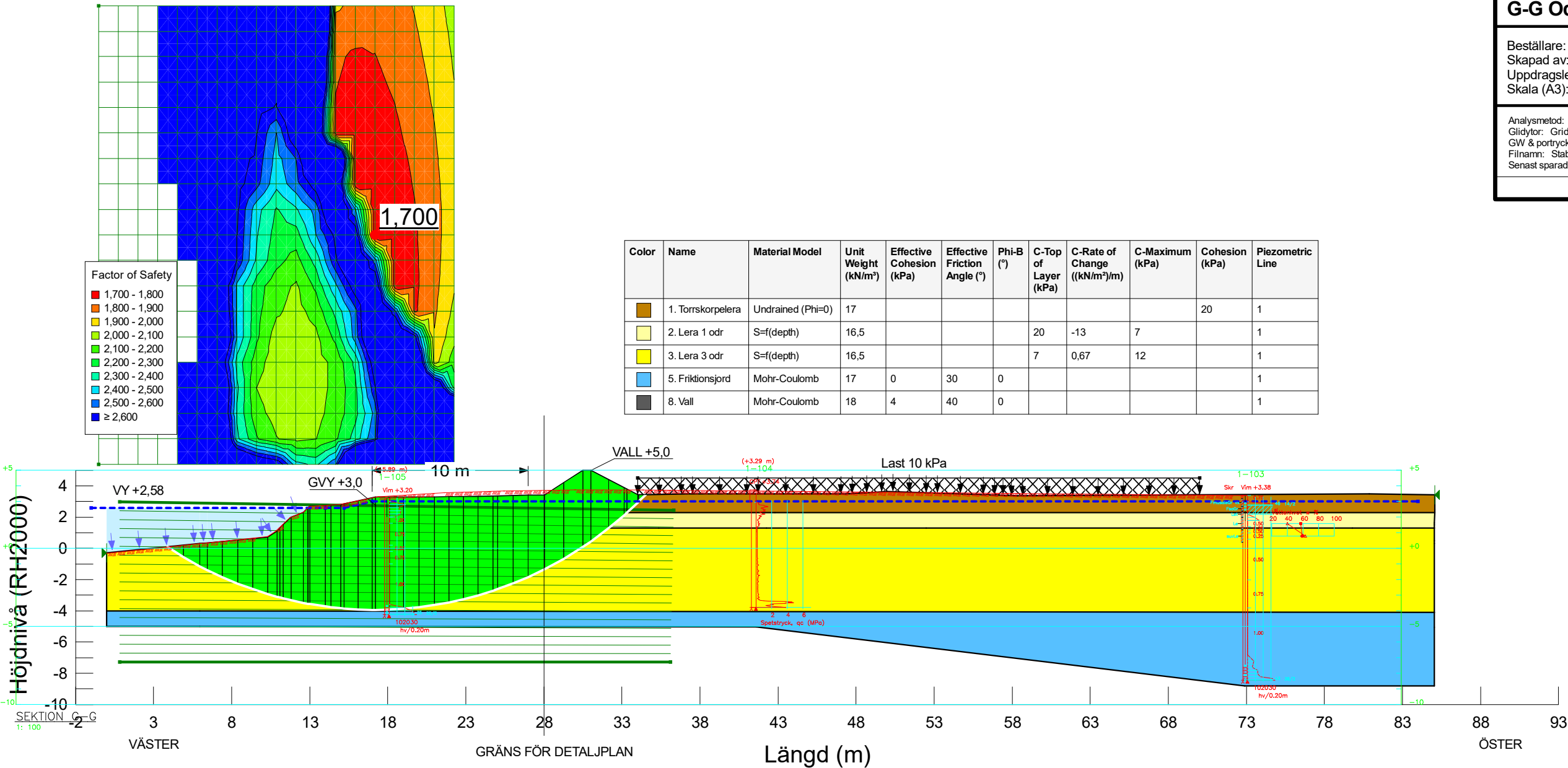
SEKTION G-G MED VALL

Projektnamn
Rådmansbackarna, Trosa

G-G Odr. analys_10kPa

Beställare: TROSA KOMMUN
Skapad av: R. PAAKKONEN
Uppdragsledare: G. WESTBERG
Skala (A3): 1:300

Analysmetod: Morgenstern-Price
Glidytor: Grid and Radius (optimization: No)
GW & portryck: Piezometric Line
Filnamn: Stab_Rådis_RP_240531_GG_Vall.gsz
Senast sparad: 2024-05-31; 15:35:10



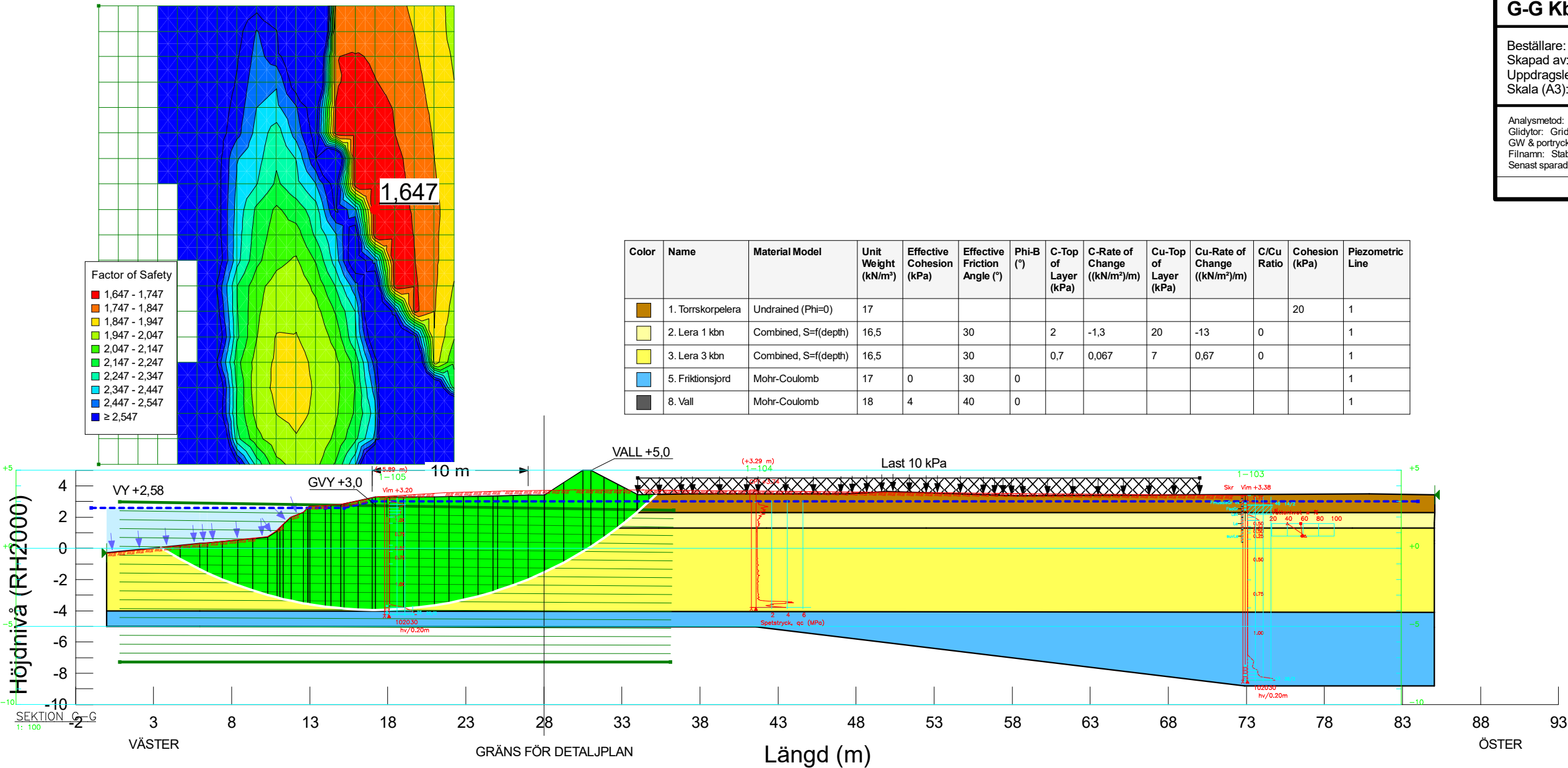
SEKTION G-G MED VALL

Projektnamn
Rådmansbackarna, Trosa

G-G Kbn. analys_10kPa

Beställare: TROSA KOMMUN
Skapad av: R. PAAKKONEN
Uppdragsledare: G. WESTBERG
Skala (A3): 1:300

Analysmetod: Morgenstern-Price
Glidytor: Grid and Radius (optimization: No)
GW & portryck: Piezometric Line
Filnamn: Stab_Radis_RP_240531_GG_Vall.gsz
Senast sparad: 2024-05-31; 15:35:10

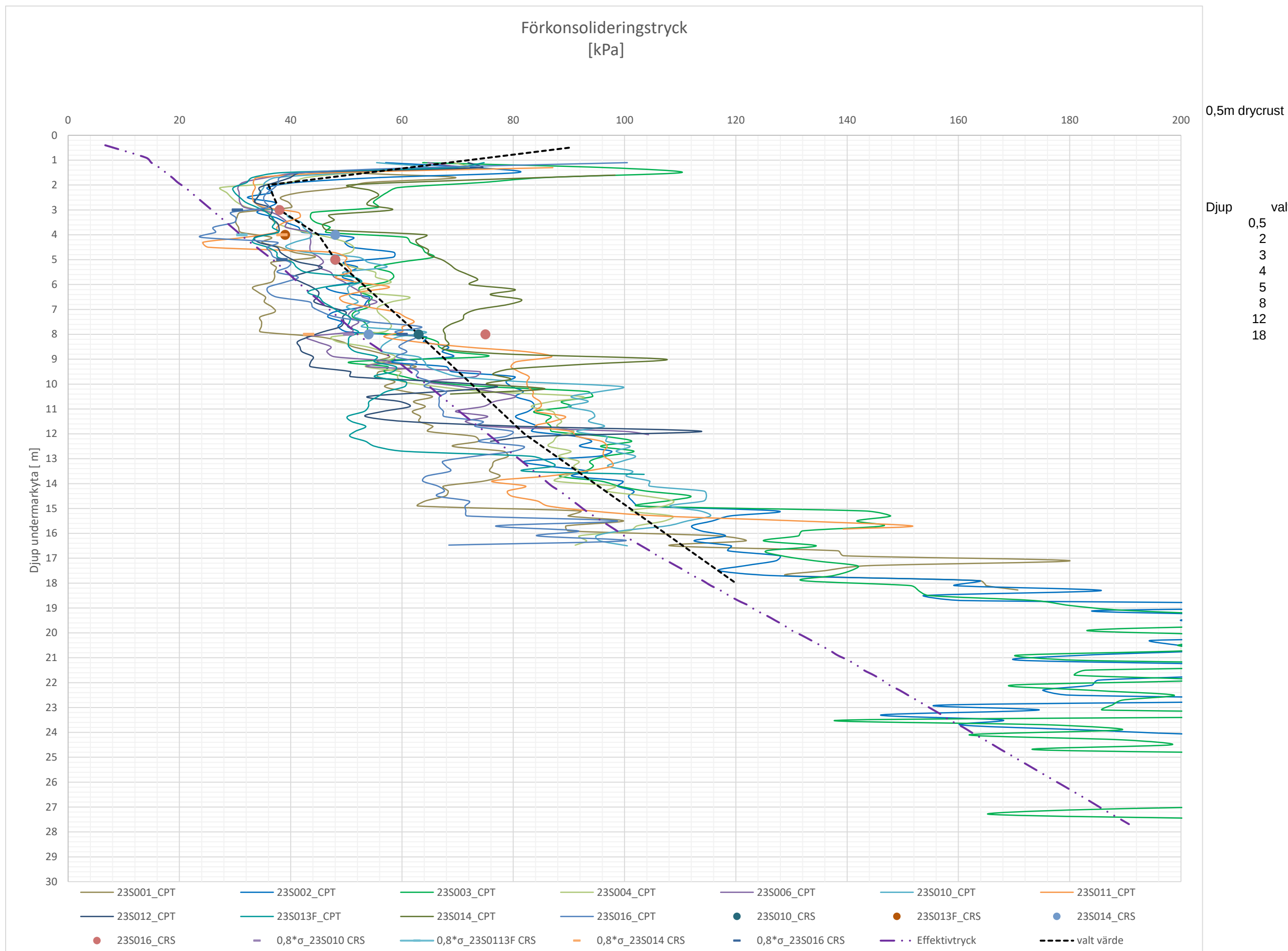


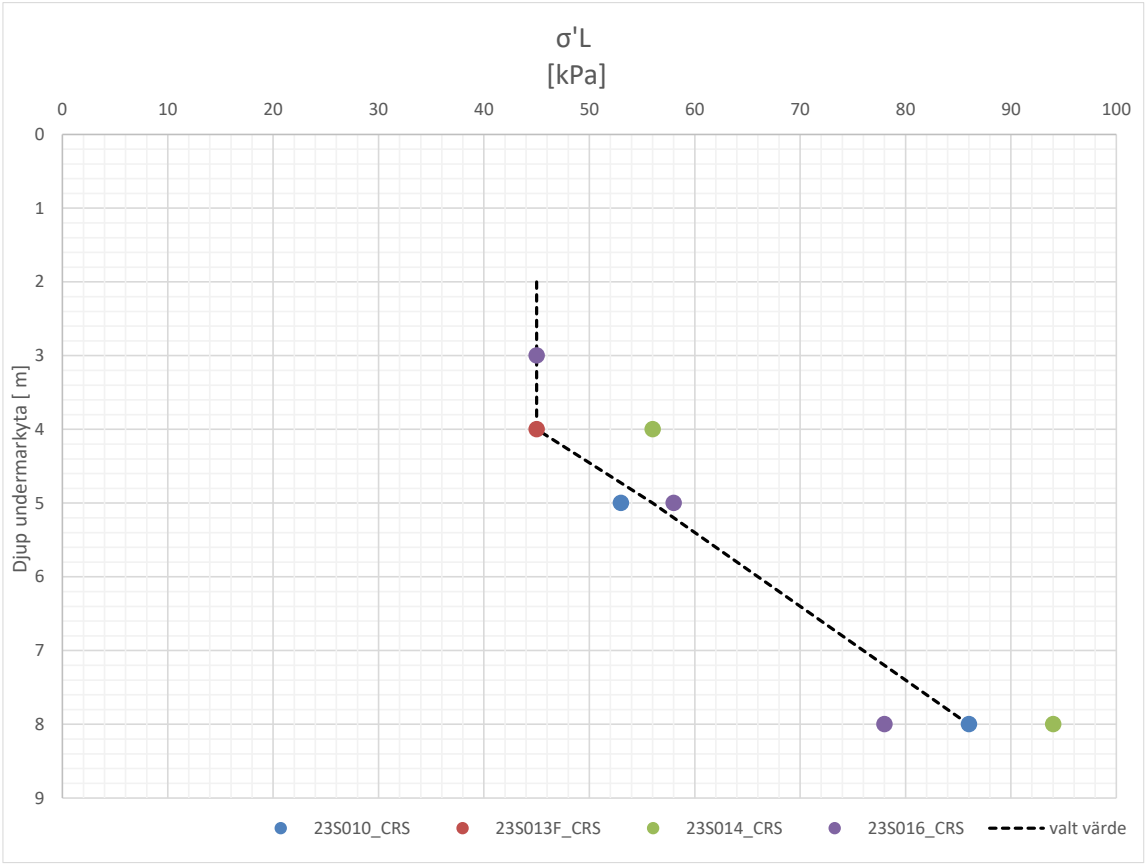
BILAGA 2 – SÄTTNINGSBERÄKNING

Rådmansbackarna
Trosa kommun

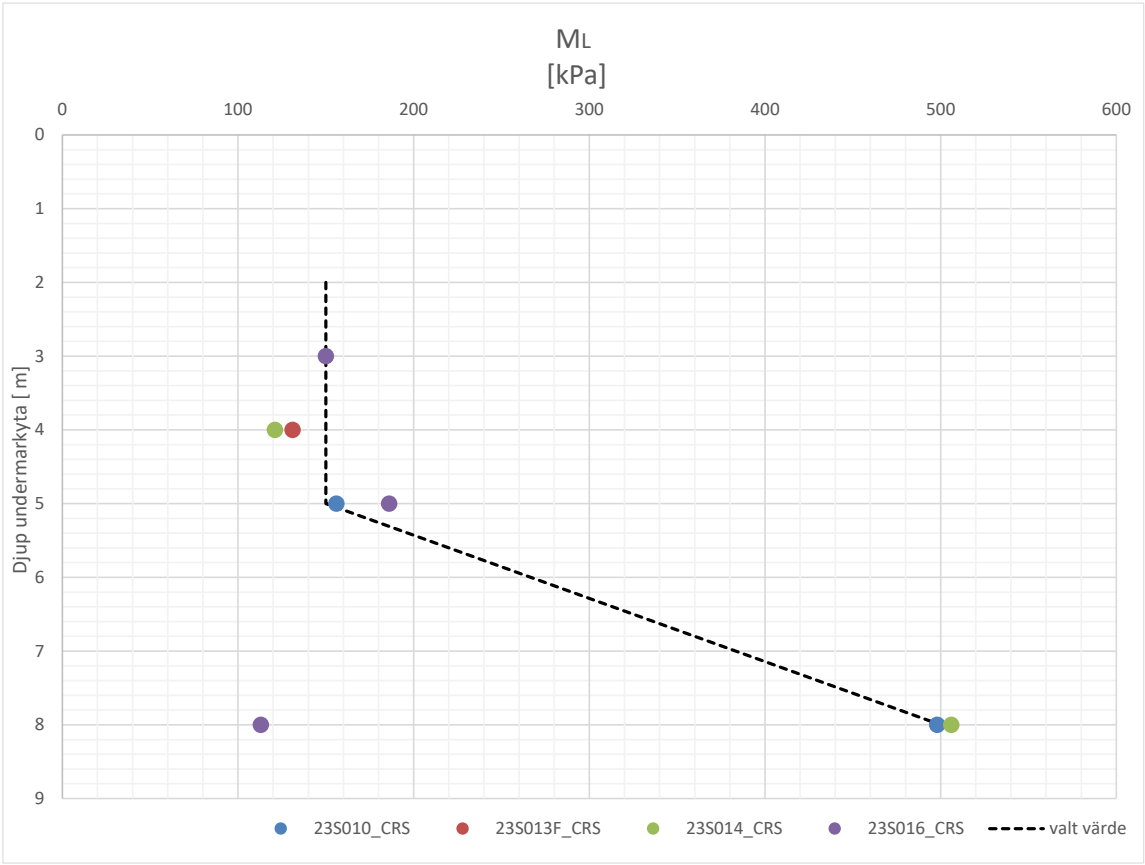
UPPDRAGSNUMMER 30048128

GEOTEKNISK UNDERSÖKNING

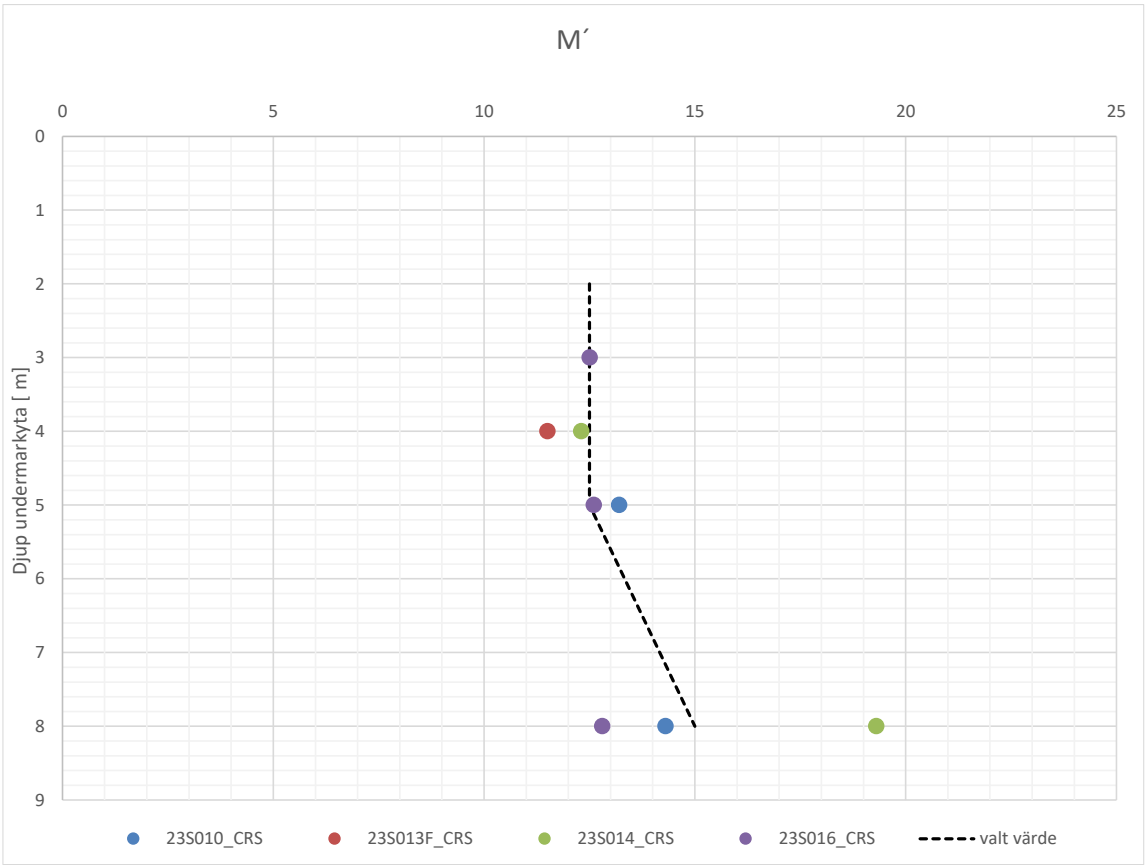




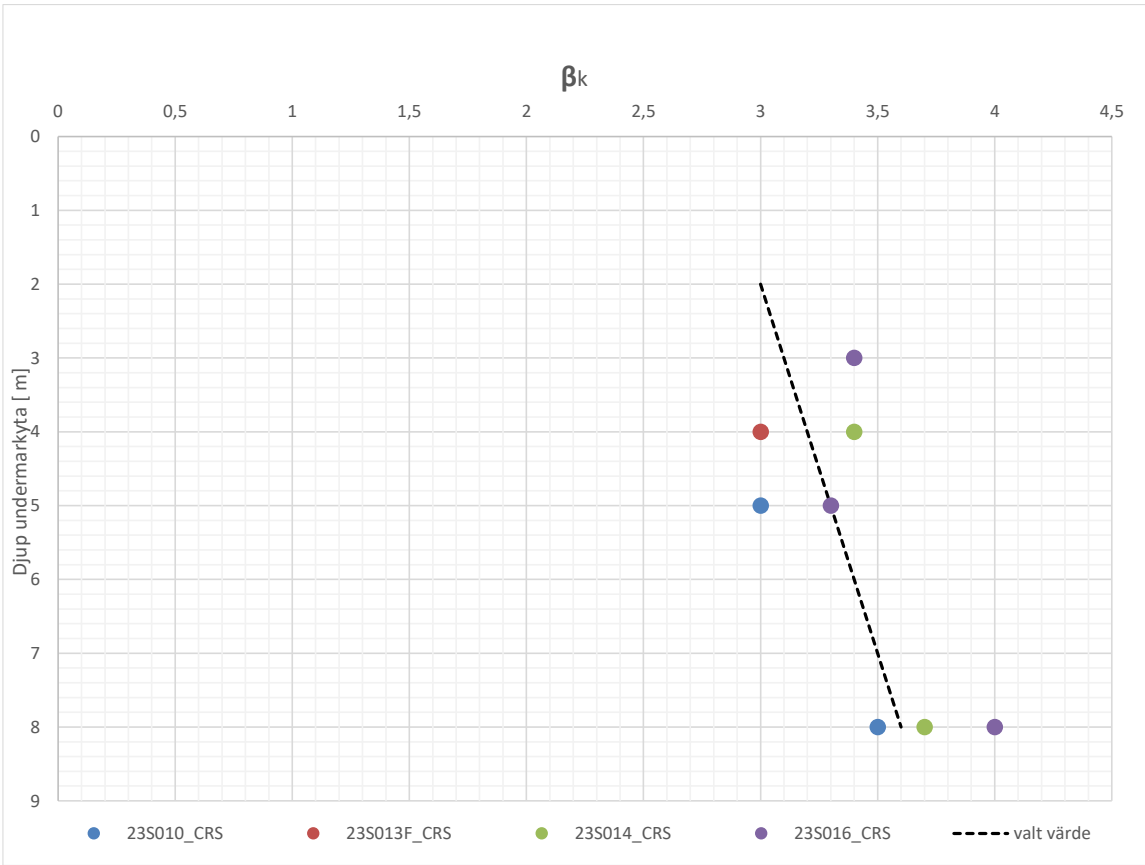
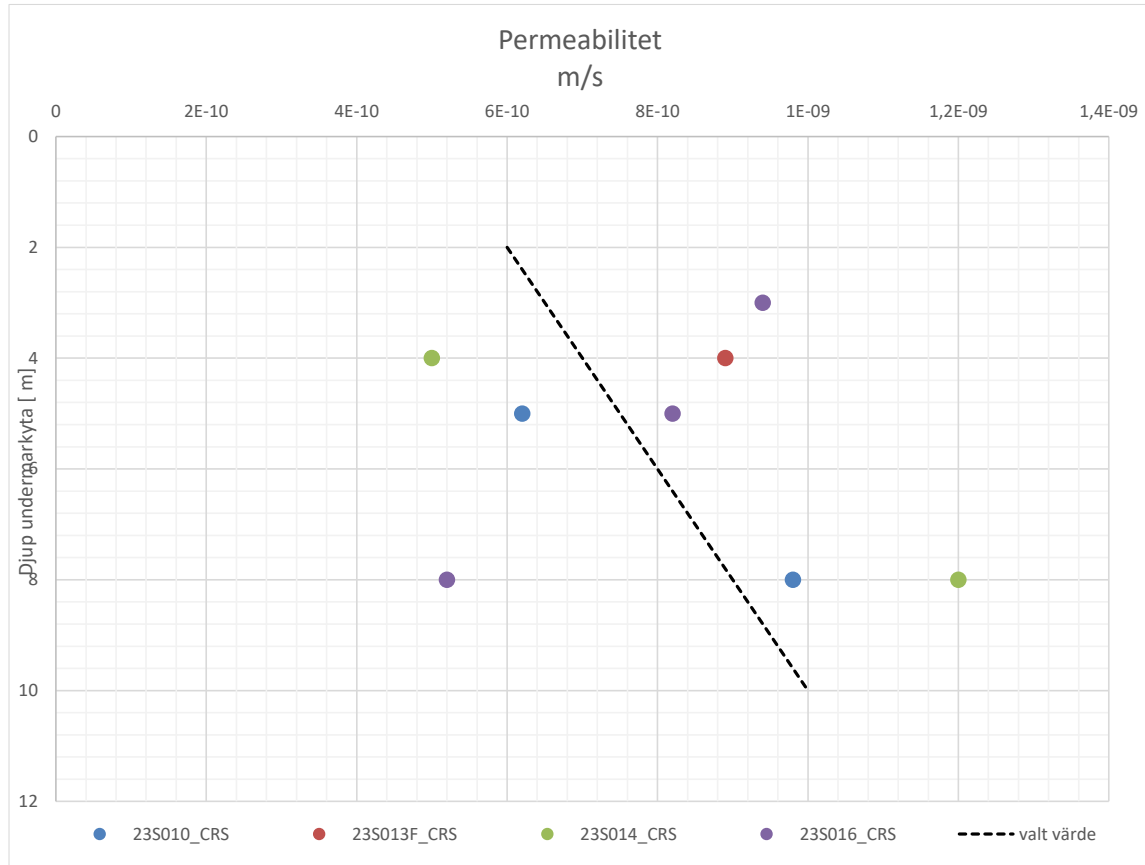
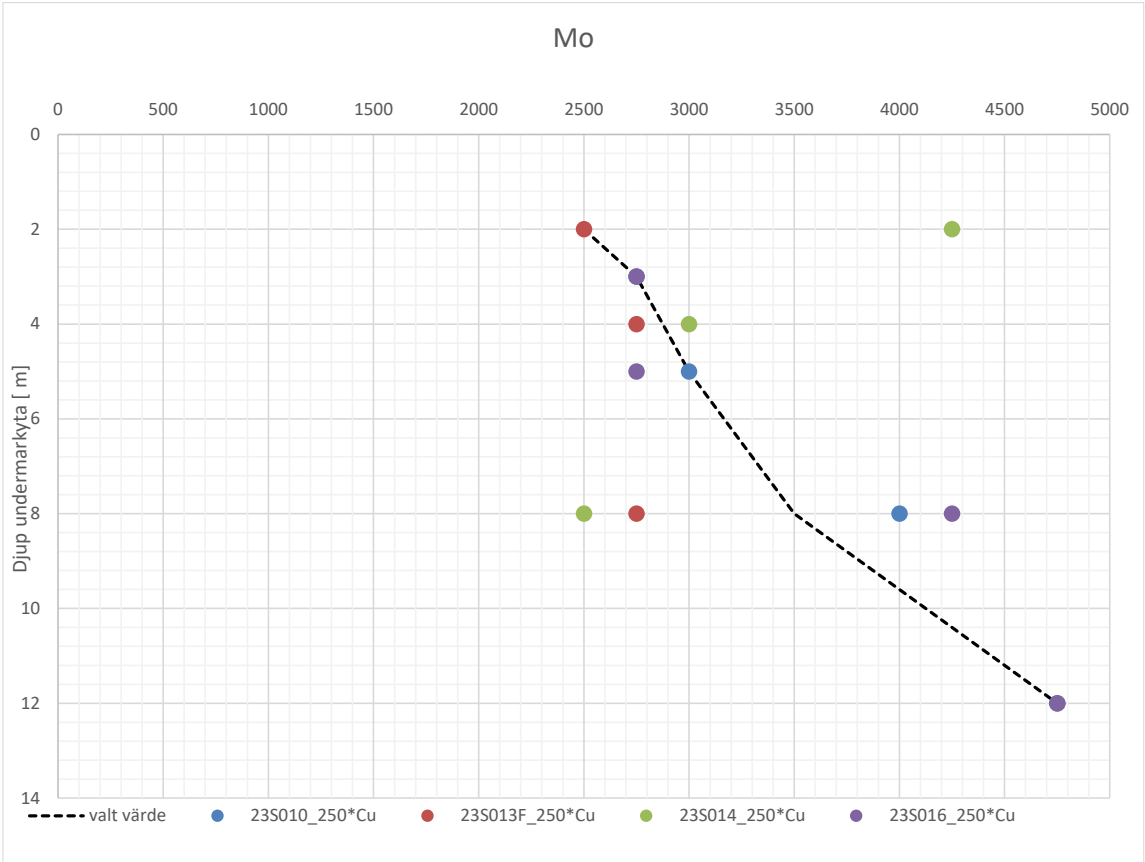
Djup	valt värde
2	45
4	45
5	56
5	56
8	86



Djup	valt värde
2	150
4	150
4	150
5	150
8	500

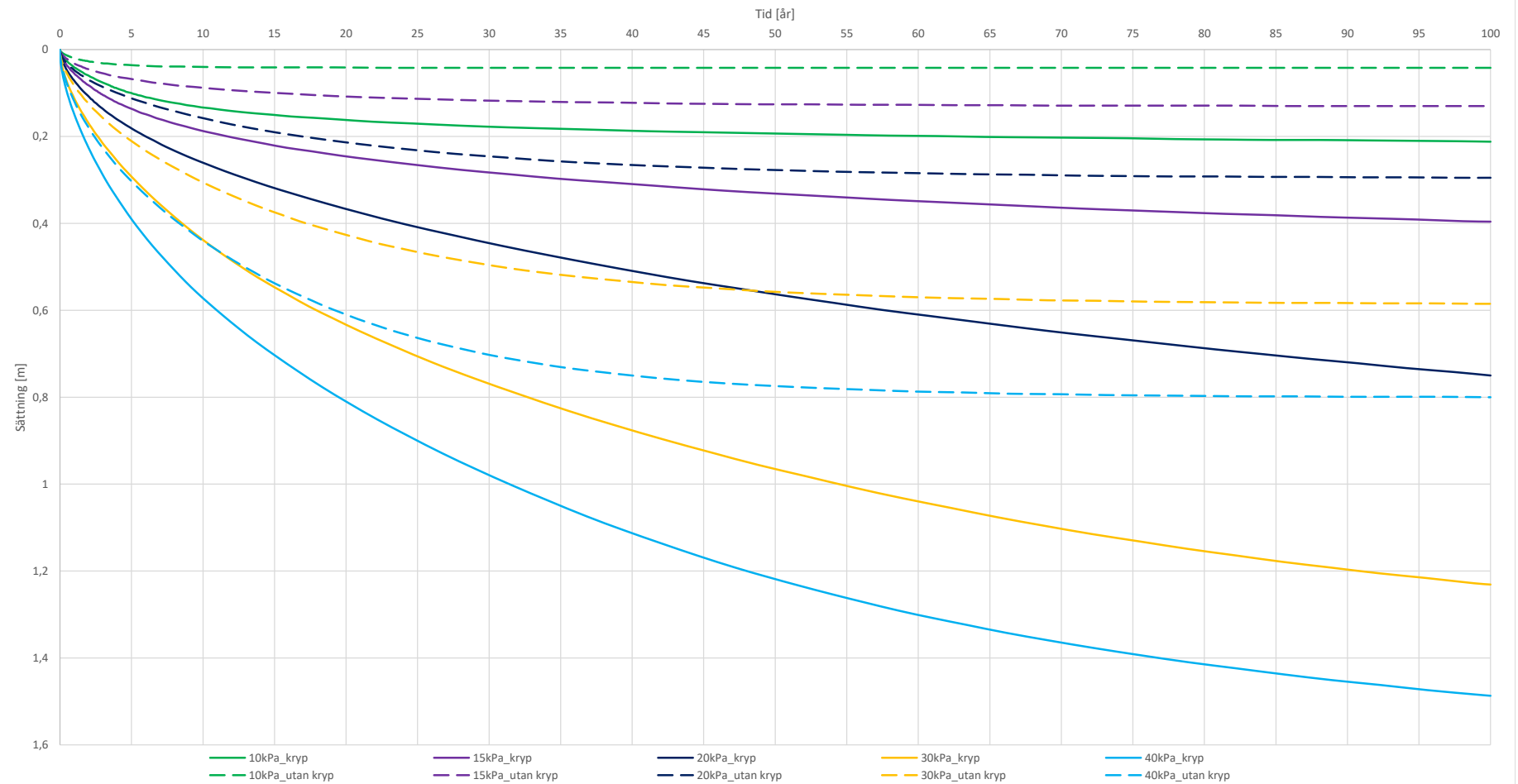


Djup	valt värde
2	12,5
4	12,5
4	12,5
5	12,5
8	15



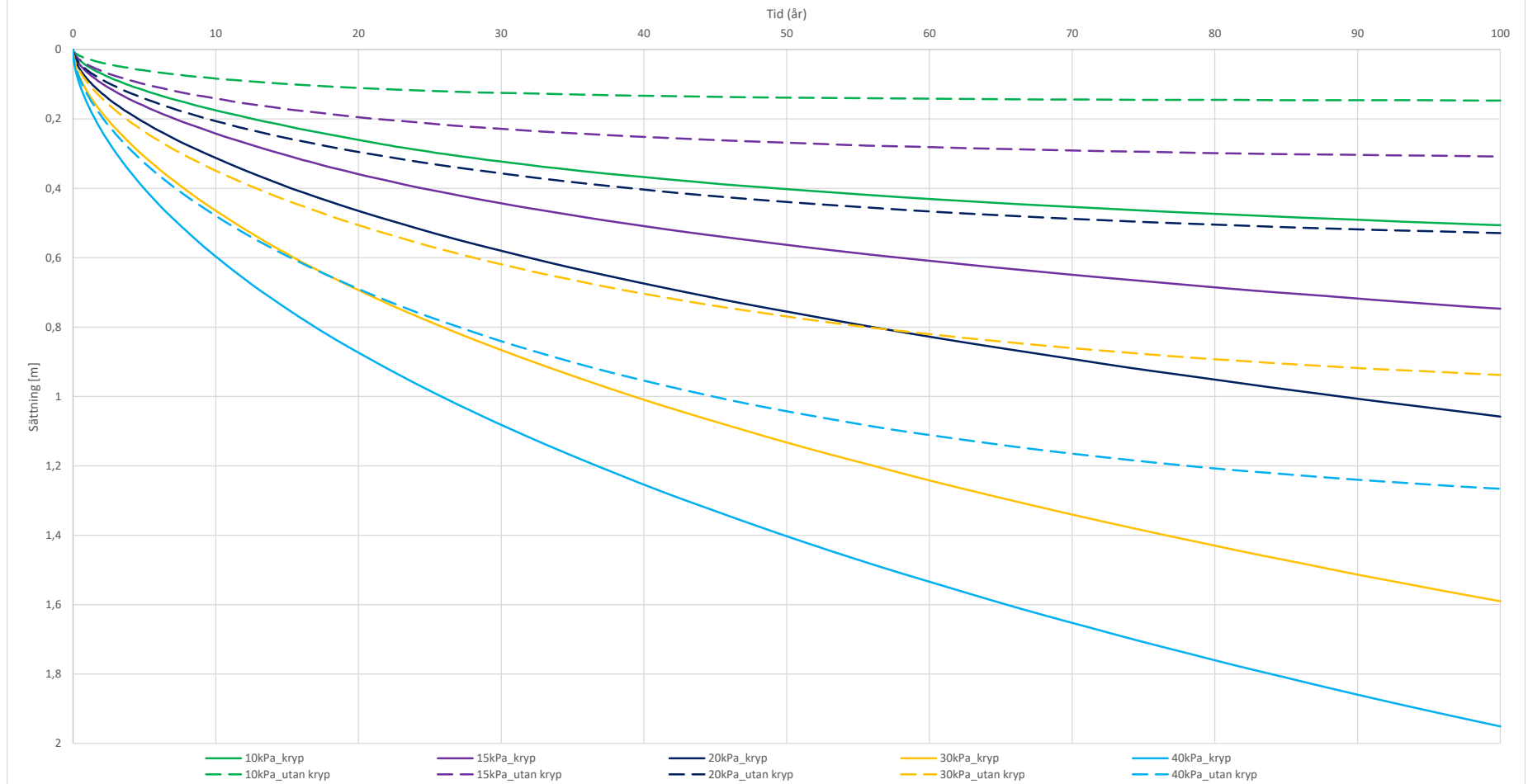
Tidförlopp sättningar [m]

Lerdjup 10m



Tidförlopp sättningar [m]

Lerdjup 18m



Soil layers

Point No 1, <Enter description of calculation point here>

Layer 1

Depth [m]	Sub-layers	Soil Weight [kN/m3]	M0 [kN/m2]	ML [kN/m2]	M' [-]	a0 [-]	a1 [-]	sig_pc [kN/m2]	sig_pL [kN/m2]
0,00	5	17	15000	1500	100	0,8	1	90	120
0,5		17	15000	1500	100	0,8	1	90	120

Depth [m]	k_init [m/years]	Beta_k [-]							
0,00	0,0473	5							
0,5	0,0473	5							

Layer 2

Depth [m]	Sub-layers	Soil Weight [kN/m3]	M0 [kN/m2]	ML [kN/m2]	M' [-]	a0 [-]	a1 [-]	sig_pc [kN/m2]	sig_pL [kN/m2]
0,5	15	17	15000	1500	12,5	0,8	1	90	120
2		16,3	2500	150	12,5	0,8	1	36	45

Depth [m]	t_ref [years]	b0 [-]	b1 [-]	r0 [-]	r1 [-]	k_init [m/years]	Beta_k [-]		
0,5	-0,00274	0,09	1,1	2640	126	0,0473	5		
2	-0,00274	0,5	1,1	1635	126	0,0189	3		

Layer 3

Depth [m]	Sub-layers	Soil Weight [kN/m3]	M0 [kN/m2]	ML [kN/m2]	M' [-]	a0 [-]	a1 [-]	sig_pc [kN/m2]	sig_pL [kN/m2]
2	10	16,3	2500	150	12,5	0,8	1	36	45
3		15,3	2750	150	12,5	0,8	1	38	45

Depth [m]	t_ref [years]	b0 [-]	b1 [-]	r0 [-]	r1 [-]	k_init [m/years]	Beta_k [-]		
2	-0,00274	0,5	1,1	1635	126	0,0189	3		
3	-0,00274	0,61	1,1	1321	92	0,0205	3,1		

Layer 4

Depth [m]	Sub-layers	Soil Weight [kN/m ³]	M0 [kN/m ²]	ML [kN/m ²]	M' [-]	a0 [-]	a1 [-]	sig_pc [kN/m ²]	sig_pL [kN/m ²]
3	10	15,3	2750	150	12,5	0,8	1	38	45
4,00		15,4	2875	150	12,5	0,8	1	45	45

Depth [m]	t_ref [years]	b0 [-]	b1 [-]	r0 [-]	r1 [-]	k_init [m/years]	Beta_k [-]		
3	-0,00274	0,61	1,1	1321	92	0,0205	3,1		
4,00	-0,00274	0,63	1,1	1259	91	0,0221	3,2		

Layer 5

Depth [m]	Sub-layers	Soil Weight [kN/m ³]	M0 [kN/m ²]	ML [kN/m ²]	M' [-]	a0 [-]	a1 [-]	sig_pc [kN/m ²]	sig_pL [kN/m ²]
4,00	10	15,4	2875	150	12,5	0,8	1	45	45
5,00		15,9	3000	150	12,5	0,8	1	48	56

Depth [m]	t_ref [years]	b0 [-]	b1 [-]	r0 [-]	r1 [-]	k_init [m/years]	Beta_k [-]		
4,00	-0,00274	0,63	1,1	1259	91	0,0221	3,2		
5,00	-0,00274	0,72	1,1	1064	102	0,0237	3,3		

Layer 6

Depth [m]	Sub-layers	Soil Weight [kN/m ³]	M0 [kN/m ²]	ML [kN/m ²]	M' [-]	a0 [-]	a1 [-]	sig_pc [kN/m ²]	sig_pL [kN/m ²]
5,00	30	15,9	3000	150	12,5	0,8	1	48	56
8		16	3500	500	15	0,8	1	63	86

Depth [m]	t_ref [years]	b0 [-]	b1 [-]	r0 [-]	r1 [-]	k_init [m/years]	Beta_k [-]		
5,00	-0,00274	0,72	1,1	1064	102	0,0237	3,3		
8	-0,00274	0,83	1,1	792	113	0,0284	3,6		

Layer 7

Depth [m]	Sub-layers	Soil Weight [kN/m ³]	M0 [kN/m ²]	ML [kN/m ²]	M' [-]	a0 [-]	a1 [-]	sig_pc [kN/m ²]	sig_pL [kN/m ²]
8	40	15,9	3500	500	15	0,8	1	63	86
12		15,7	4750	500	15	0,8	1	82	102

Depth [m]	t_ref [years]	b0 [-]	b1 [-]	r0 [-]	r1 [-]	k_init [m/years]	Beta_k [-]		
8	-0,00274	0,83	1,1	792	113	0,0284	3,6		
12	-0,00274	0,92	1,1	568	110	0,0315	3,6		

Layer 8

Depth [m]	Sub- layers	Soil Weight [kN/m ³]	M0 [kN/m ²]	ML [kN/m ²]	M' [-]	a0 [-]	a1 [-]	sig_pc [kN/m ²]	sig_pL [kN/m ²]
12	60	15,7	4750	500	15	0,8	1	82	102
18		16	5000	500	15	0,8	1	120	140
Depth [m]	t_ref [years]	b0 [-]	b1 [-]	r0 [-]	r1 [-]	k_init [m/years]	Beta_k [-]		
12	-0,00274	0,92	1,1	568	110	0,0315	3,6		
18	-0,00274	0,93	1,1	562	128	0,0315	3,6		

Bilaga Inventering av kvicklera

Detaljplan Rådmansbackarna, Trosa



Ändringsförteckning

Ver	Datum	Ändringsbeskrivning	Granskad	Godkänd av

Uppdrag

Uppdragsnummer

Kund

Datum

Dokumentreferens

Rådmansbackarna, Trosa

30048128

Trosa kommun

2024-10-04

PR

p:\22284\30048128_dp_rådmansbackarna_tro

sa\000\10_text\lg\30048128 pm

inventering_kvicklera_rådmansbackarna.docx

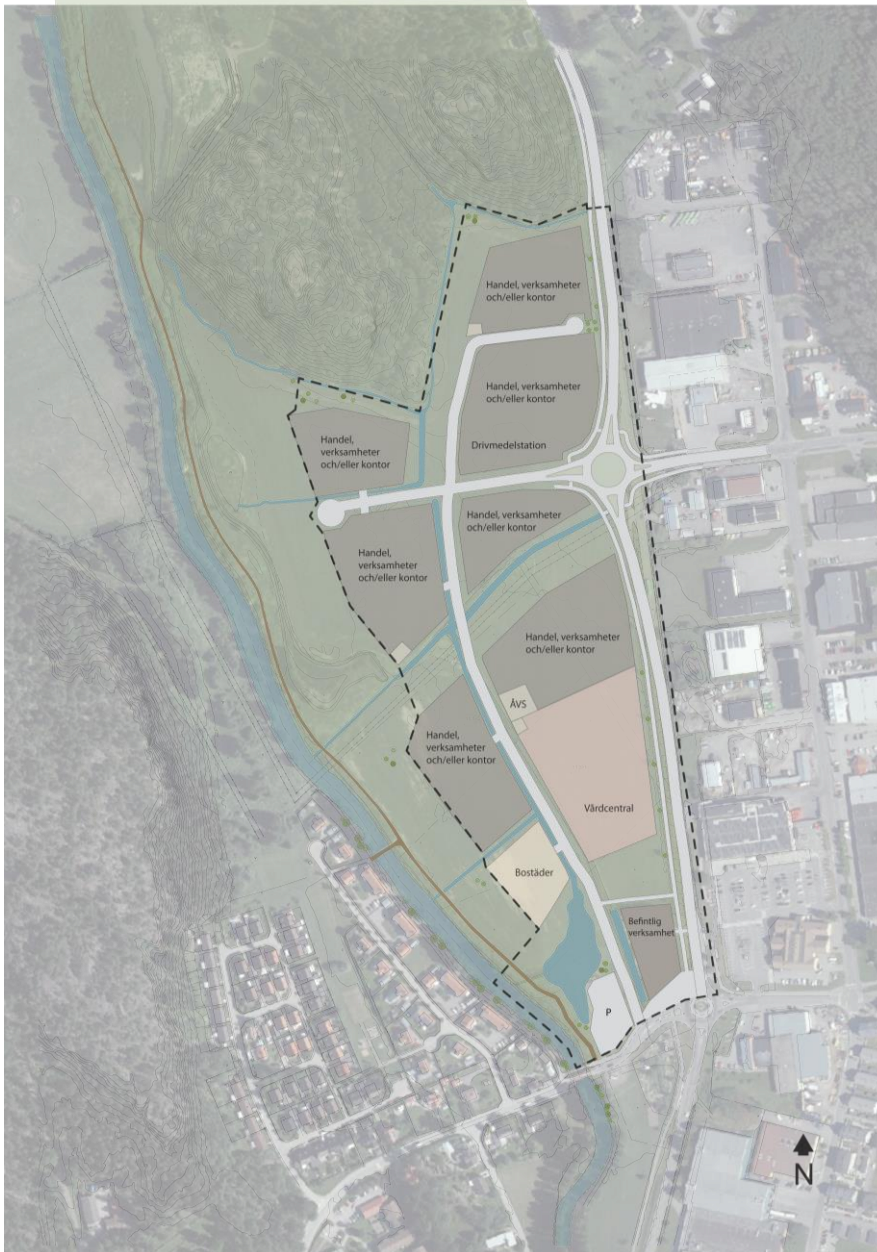
Innehållsförteckning

1	Uppdrag	4
2	Ändamål	5
3	Underlag för utredningen.....	5
4	Tillvägagångssätt.....	5
5	Inventeringsresultat	5
6	Diskussion och slutsats	12
7	Bilagor	12

1 Uppdrag

På uppdrag av Trosa kommun, Björn Wieslander, har Sweco Sverige AB utfört en inventering av eventuell förekomst av kvicklera inom området vid Rådmansbackarna och närliggande områden, Trosa.

Planområdet är totalt ca 20 hektar. Se Figur 1 för planområdet.



Figur 1. Illustration av föreslagen struktur inom planområdet. Trosaån i väster och fördröjningsmagasin i söder med befintlig parkering.

2 Ändamål

I norra delen av området finns det enligt Trafikverkets rapporter [5][16] [22] lera med hög sensitivitet. Det behöver säkerställas att ett kvicklereskred inte påverkar planområdet. SIG [SGI230505] anser att det behöver säkerställas

att i planen föreslagen markanvändning inte orsakar otillfredsställande stabilitet inom planområdet. Det behöver även säkerställas att otillfredsställande stabilitet utanför planområdet inte påverkar planområdets stabilitet.

Syftet med denna kartering av förekomst kvicklera är att ge underlag för framtida utredningsarbeten och stabilitetsanalyser.

Denna redovisning är ett projekteringsunderlag som avses ligga till grund för den fortsatta projekteringen. För bygghandling skall redovisningen omarbetas.

3 Underlag för utredningen

Underlag listas i utredningens huvuddokument PM Geoteknik.

4 Tillvägagångssätt

Tidigare utredningar listade under kapitel 3 har inventerats, för att kartlägga om risk för kvicklera förekommer.

För att lera i Sverige ska definieras som kvicklera ska båda följande villkor uppfyllas (Larsson, 2008 Sveriges Geotekniska Institut):

- Sensitiviteten (kvoten mellan lerans ostörda och omrörda skjuvhållfasthet) vara större än 50
- Den omrörda odränerade skjuvhållfastheten ska vara mindre än 0,4 kPa

Lerans omrörda skjuvhållfasthet kan utvärderas med hjälp av insitu-försök med vingborr, alternativt rutinförsök av ostörda prover (kolvprovtagning) utförda på geotekniskt laboratorium. Därför har endast borrhäls punkter där antingen vingborr eller kolvprovtagning legat till grund för inventeringen av kvicklera.

I tillägg till ovan nämnda metoder har SGI:s excelverktyg för att bedöma kvickleraförekomst utifrån CPT-sondering. Verktöget är hämtat från SGI:s hemsida där metoden beskrivs med en instruktion. Efter att resultaten från Excelverktöget granskats har kontakt tagits med SIG för att diskutera resultat och efter det har kommunicerats att verktygets upplägg inte applicerbart för aktuella CPT-sonderingar samplingsfrekvens.

Redogörelse enligt handling [19] där faktorer som kan ge eller indikera förutsättningar för kvicklera behandlas. I handlingen beskrivs och värderas olika metoder för kartering.

5 Inventeringsresultat

Totalt tolv borrhäls punkter med förekomst av kvicklera har identifierats och listas i Tabell 1. Fyra av dessa punkter ligger inom detaljplaneområdet.

Kolvprovtagning benämns Kv, vingborr benämns Vb. Analys av dessa fyra punkter redovisas mer ingående i Tabell 2.

Kartläggningen redovisas även på planritning, som bilagas denna bilaga som Planritning kvicklereinventering. På planritningen har borrhöjningar där kvicklara förekommer, markerats med rött. Identifierade punkter där lerans uppmätta sensitivitet understiger 50 har markerats med gult.

Lokalt har högre sensitivitet uppmätts vilket kan bero på störningar av proverna bland annat på grund av siltinnehåll men skikt av högsensitiv lera kan inte uteslutas.

Tabell 1. Inventeringsresultat kolvprovtagning och vingborr

Borrhöjning-ID	Metod	Djup under markytan (m)	Omrörd skjuvhållfasthet	Sensitivitet	Kvicklara	Kommentar från lab.
20B012						Utanför detaljplan väster om Trosaån
	Kv	6	0,15	106	JA	
20B025						Inom detaljplan
	Kv	4	0,18	90	JA	
20B027						Inom detaljplan
	Kv	6	0,2	95	JA	
20B041						Utanför planritning
	Kv	2	2,22	17	Nej	
	Kv	3	0,81	26	Nej	
	Kv	4	0,24	64	JA	
	Kv	8,5	0,51	52	Nej	
	Kv	10	0,88	31	Nej	
20B045						Utanför planritning
	Kv	4	1,47	14	Nej	
	Kv	5	0,75	33	Nej	
	Kv	6	0,65	30	Nej	
	Kv	8	0,41	(111)	Nej	Lab: SILT, tunna lerskikt (stört prov)
51						Utanför planritning
	Kv	5	0,07	149	JA	
	Kv	6	0,08	149	JA	

60	Kv	7	0,13	80	JA	Utanför detaljplan väster om Trosaån
	Kv	5	0,21	52	JA	Lab:Skiktad lera och silt
	Kv	6	0,29	(52)	JA	
	Kv	7	0,40	52	JA	
63						Utanför detaljplan väster om Trosaån
	Kv	3	0,12	82	JA	
	Kv	4	0,14	60	JA	
	Kv	5	0,22	36	Nej	
	Kv	6	0,17	53	JA	
	Kv	7	0,10	164	JA	
64						Utanför detaljplan väster om Trosaån
	Kv	2	0,06	60	JA	Lab: Skiktad lera och silt
	Kv	3	0,07	112	JA	
	Kv	4	0,06	122	JA	
	Kv	5	0,11	70	JA	
	Kv	6	0,06	(323)	JA	
79						Inom detaljplan
	Kv	3	0,2	65	JA	
	Kv	4	0,19	56	JA	
	Kv	5	0,34	29	Nej	
	Kv	6	0,41	19	Nej	
	Kv	7	0,24	38		
81						Inom detaljplan
	Vb	3	0,20	50	JA	Vb mindre tillförlitlig
	Kv	2	0,81	22	Nej	
	Kv	3	0,72	18	Nej	
	Kv	4	0,82	17	Nej	
	Kv	5	0,89	18	Nej	

Kv	6	0,57	23	Nej	
Kv	7	1,29	14	Nej	
Kv	8	1,00	16	Nej	
Kv	10	1,12	17	Nej	
Kv	12	1,07	15	Nej	
89					
Kv	2	1,20	15	Nej	
Kv	3	0,62	21	Nej	
Kv	4	0,46	28	Nej	
Kv	5	0,58	(50)	Nej	Lab: Skiktad lera och silt

Tabell 2. I aktuella undersökningspunkter inom detaljplan finns följande undersökningar med kvicklera:

Metod/punkt	Kvicklerereförekomst med avseende på djup	Noteringar
Kolv 79	Kolvprovtagning från sex nivåer (2, 3, 4, 5, 6 och 7 m djup) där det noterats en sensitiviteten av 65 och 56 på 3 respektive 4 m djup. Kolvar ovan och under 3 till 4 m djupet redovisar sensitivitet mellan 16 och 38. Se handling [13].	
Vingborr 81	Vingborren är en mindre tillförlitlig metod enligt handling [19]. Noteringar om kvicklera tolkad med vingborr (Vb) vid en nivå samtidigt som kolvprovtagning i samma punkt påvisar sensitivitet mellan 14 och 23. I handling [19] skrivs att vingborr inte rekommenderas för bedömning av kvicklera. Kolv vid punkt 81 redovisar sensitivitet mellan 14 till 23. Det vill säga de olika undersökningsmetoderna ger motstridiga besked. Enligt handling [19] så är kolvprovtagningen den tillförlitliga metoden.	I inventeringens bilaga 1 är punkt 81 markerad röd för att belysa värsta utfall av inventering. Enligt kolvprovtagning förekommer ingen kvicklera. Med beaktande av att punkt 81 kan "gulmarkeras" och konstaterad icke-kvick lera i undersökningspunkterna utmed östra stranden av Trosaån så bedöms leran vid sektion A-A vara "icke kvick".
Kolv 20B025	Kolvprovtagning från tre nivåer (2, 3 och 4 m djup) där det noterats en sensitiviteten av (90) med parenteser runt på 4 m djup. Parentesen förklaras med stor variation i konintryck. Kolvar ovan 4 m djupet redovisar sensitiviteten mellan 11–16.	() runt värde innebär en deklaration av osäkerhet i kvalitet av utfört prov.
Kolv 20B027	Kolvprovtagning från sex nivåer (2, 3, 4, 5, 6 och 7 m djup) där det noterats en sensitiviteten av (95) med parenteser runt på 6 m djup. Parentesen förklaras med avvikande densitet i undertub pga. glapp, konflytgräns påverkad av silt samt stor variation i konintryck. Kolvar ovan och under 6 m djupet redovisar sensitiviteten mellan 10–26. Parenteser runt siffrorna i laboratorierapporten indikerar att resultatet är mindre tillförlitliga.	() runt värde innebär en deklaration av osäkerhet i kvalitet av utfört prov.

Vid ojämn konintryckning blir den mätvärde för ostörd hållfasthet osäker och då blir värde på sensitiviteten osäker som en följeffekt.

I handling [19] skrivs att vingborr inte rekommenderas för bedömning av kvicklera.

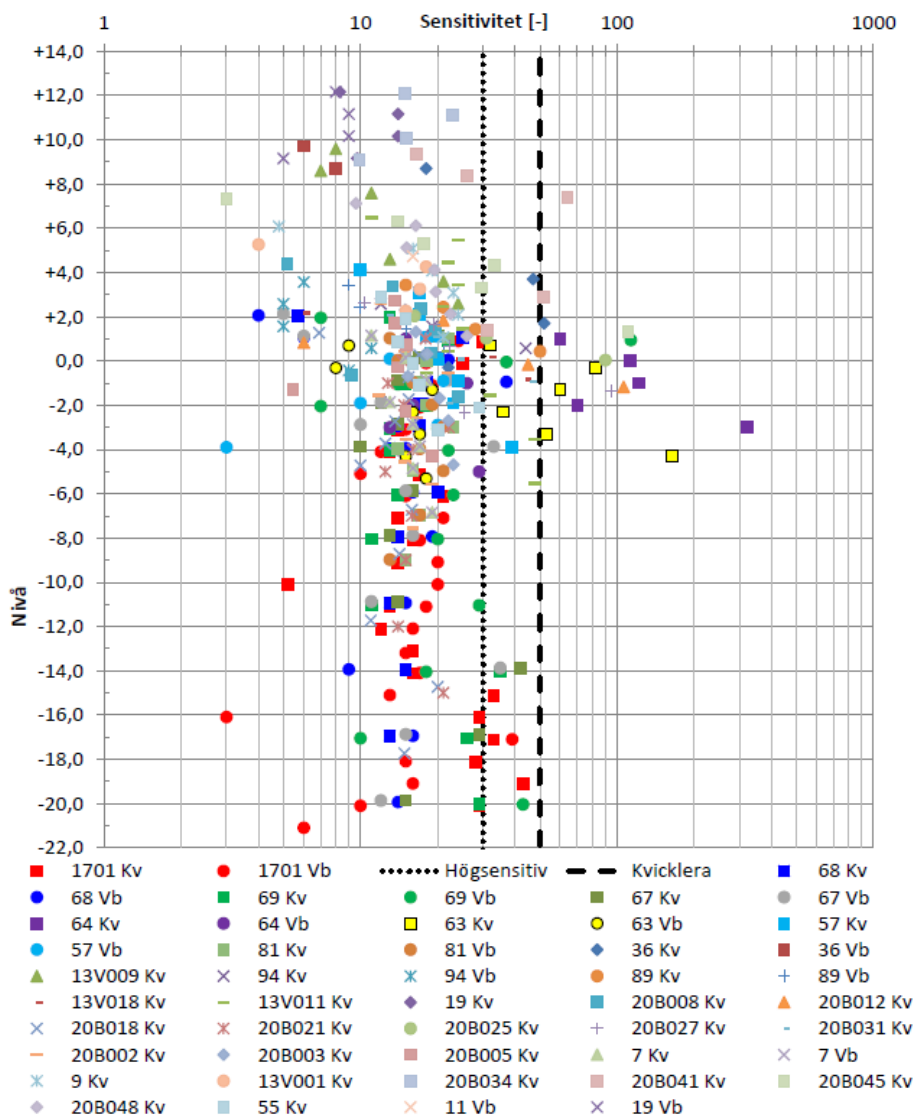
Baserat på kolvprovtagning och efterföljande laboratorieundersökningar inom detaljplanen så har inget sammanhängande skikt av kvicklera påträffats. Kvicklera har påträffats i två kolvprovspunkter på skilda nivåer, 4 respektive 6 meter. I en punkt är sensitiviteten (50) med notering från laboratorium om att det är skiktad lera och silt. Omrörda skjuvhållfastheten är högre än kriterium för att det ska vara kvicklera. I en ytterligare en punkt finns det notering om kvicklera tolkad från Vingborr (Vb) vid en nivå samtidigt som kolvprovtagning i samma punkt påvisar sensitivitet mellan 14 och 23. I handling [19] skrivs att vingborr inte rekommenderas för bedömning av kvicklera.

Där kvicklera påträffats inom detaljplanen är det i det närmaste plan mark, avstånd till vattendrag ligger på cirka 50 m avstånd. Mellan Trosaån och funnen kvicklera och vattendrag finns kolvundersökningar där kvicklera inte påträffats. Utbredning av ett eventuellt bakåtgripande skred skapat vid ån av kvicklera som inte återfunnits i markundersökningar är därför begränsat, och utanför detaljplan.

Utanför detaljplanen på västra sidan av Trosaån har kvicklera påträffats i fyra sonderingar på flera nivåer.

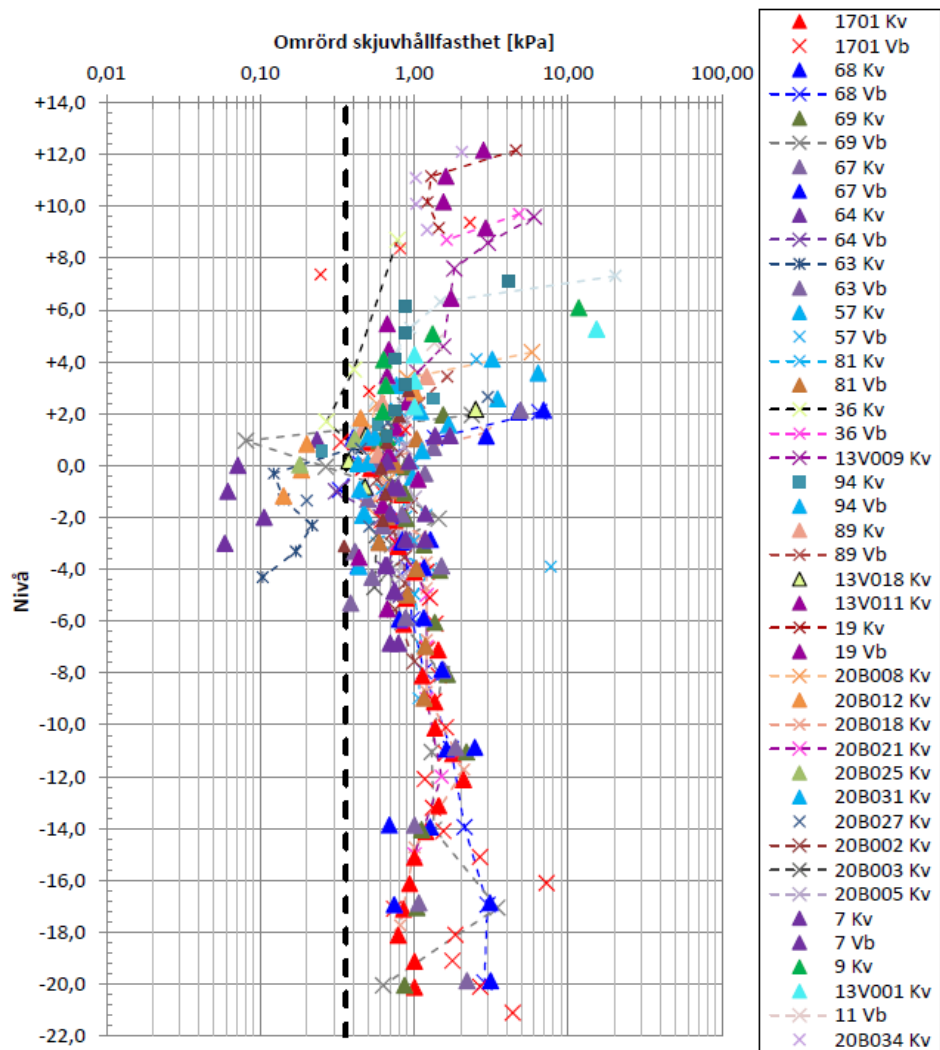
Kvicklera har även konstaterats i fyra punkter som ligger utanför ritningsbegränsningen för detta uppdrag. Dessa bedöms ligga erforderligt långt bort för att kunna bortses ifrån.

Sammanställning sensitivitet och omrörd skjuvhållfasthet redovisas i Figurerna 1 och 2.



Figur 1. Sensitivitet, uppmätt med fallkon- och vingförsök (logaritmisk skala) [20].

].



Figur 2. Omrörd odränerad skjuvhållfasthet, uppmätt med fallkon- och vingförsök (logaritmisk skala) [20].

6 Diskussion och slutsats

Baserat på resultatet förekommer borrhävar i områdets norra del, där kvicklara identifierats med hjälp av vingbora eller laboratorieundersökning från ostörd provtagning.

Vid stabilitetsberäkningssektionerna A-A till H-H, visar laboratorieundersökning från ostörd provtagning att det inte förekommer kvicklara i någon av punkterna nära Trosaån. I de norra delarna där kvicklara väl förekommer är punkterna belägna tillräckligt långt från Trosaån för att utgöra problem för totalstabiliteten. Stabilitetsberäkningen bedöms därför tillhöra säkerhetsklass 2.

I norr vid utredningsområde Infart västra Trosa finns inga sammanhängande skikt med kvicklara finns inom eller i detaljplanens närhet som kan orsaka skred som påverkar detaljplaneområdet och nyexploateringen.

Resultatet från utvärderingsverktyget visar att utvärderade CPTu-sonderingar visar att det föreligger förutsättningar för kvicklara. Dock visar utförda laboratorieundersökningar i samma undersökningspunkter att sensitiviteten understiger 25, vilket innebär att leran inte klassas som sensitiv vilket är ett av villkor för att kvicklara ska förekomma. Det finns med andra ord en skillnad i utvärderingsresultat mellan de respektive metoderna.

Orsaken till varför CPTu-utvärderingen och laboratorieundersökningen ger olika resultat kan vara olika.

Excelverktyget togs fram för de förhållanden som råder i Göta älvdalen. En möjlig orsak till varför CPTu-utvärderingen är att de förhållanden som råder i Trosa skiljer sig, med en varvig lera innehållande siltskikt.

En annan möjlig orsak är utvärderingsverktyget är skrivet för en annan samplingsfrekvens och medelvärdesbildning med sjunkning av mätresultaten från matningskraften än vid utförandet av CPTu-sonderingen.

Slutsatsen är dock att uppmätt sensitivitet och omrörd skjuvhållfasthet från upptagna kolvprover är den mest pålitliga metoden och rekommendationerna baseras därför på dessa resultat.

7 Bilagor

Bilaga 1 Planritning kartering förekomst kvicklara

BILAGA 3D BERÄKNING

UPPDRAG Detaljplan Rådmansbackarna	UPPDRAGSLEDARE Gunnar Westberg	DATUM 2024-02-19
UPPDRAGSNUMMER 30048128	KUND TROSA KOMMUN	REVDATUM
STATUS	TEKNIKOMRÅDE GEOTEKNIK	

Beräkning av stabilitet med beaktande av 3D-effekter för fordon alternativ tillfällig last 10 m från slänkrön.

Sektion F-F odränerat

Med 30 kPa last, ansatt 10 m från slänkrön och tio meter lång. Bredd enligt 3D-beräkning.

Denna last är större än de underhållsfordon som rör sig på Sörmlandsleden.

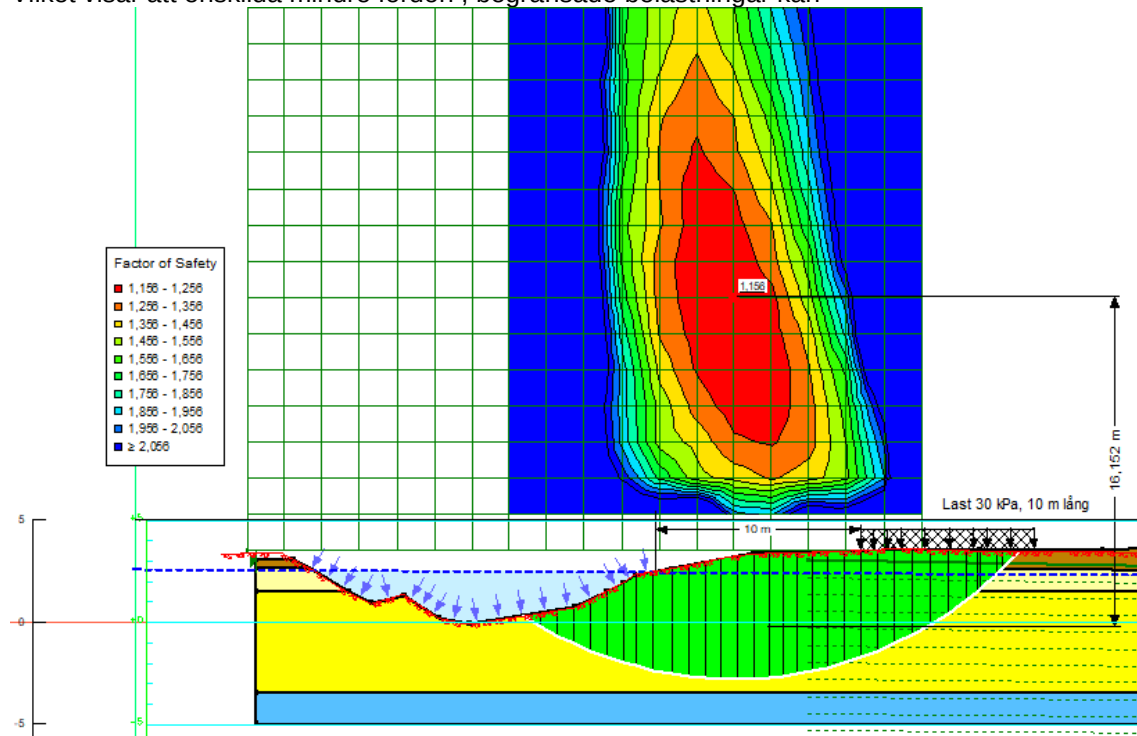
Utan 3d effekter $FS=1,156$

Med 3D effekter $FS_{3D-10mbredd}=1,58$

Med 3D effekter $FS_{3D-20mbredd}=1,37$

Se figur från Geostudio med parametrar och beräkningar nedan.

Vilket visar att enskilda mindre fordon , begränsade belastningar kan



Skredkommissions rapport 3:95

sida 7.59

Vid med djupet varierande skjuvhållfasthet används ett viktat medelvärde av skjuvhållfastheten i ändytorna. Viktningen görs med avseende såväl på den yta som skjuvhållfastheterna verkar över som respektive ytas momentarm.

I denna beräkning är $C_u=8$ kPa och är en konservativt lågt vald hållfasthet.

2 (6)

BILAGA 3D BERÄKNING
2024-02-19
DETALJPLAN RÅDMANSBACKARNA

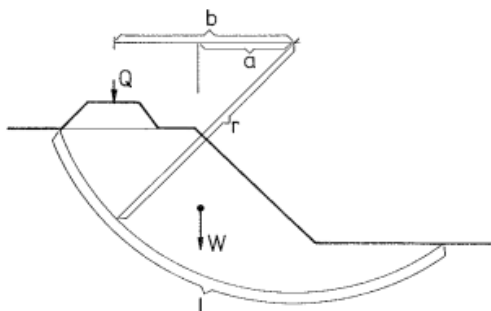
$$F_{3-Dim} = F_{2-Dim} + 0,75 \left(\frac{F_p}{F_{2-Dim}} - 1 \right)$$

där F_{2-Dim} är den normalt beräknade 2-dimensionella säkerhetsfaktorn

Beräkningsgången framgår av nedanstående beräkningsschema

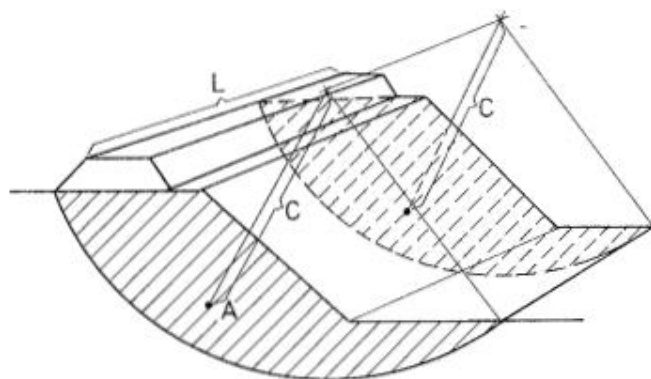
1. Beräkna säkerhetsfaktorn utan beaktande av ändyteffekter,
 F_{2-Dim}

$$F_{2-Dim} = \frac{M_{(\tau_{fu} \cdot l \cdot r)}}{M_{(W \cdot a + Q \cdot b)}}$$



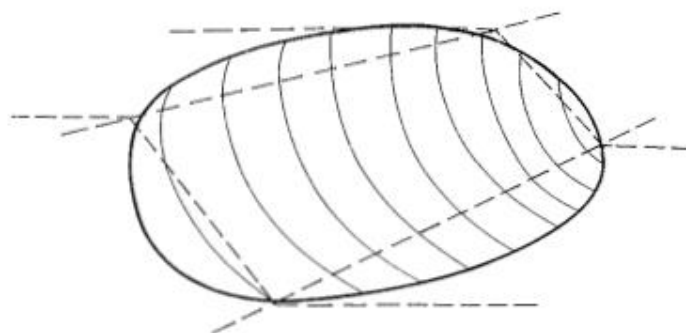
2. Beräkna säkerhetsfaktorn med plana ändytor, F_p

$$F_p = \frac{M_{(\tau_{fu} \cdot l \cdot r \cdot L)} + 2 M_{(\tau_{fu} \cdot A \cdot c)}}{M_{(W \cdot a + Q \cdot b) L}}$$



3. Beräkna den 3-dimensionella säkerhetsfaktorn, F_{3-Dim}

$$F_{3-Dim} = F_{2-Dim} + 0,75 \left(\frac{F_p}{F_{2-Dim}} - 1 \right)$$



OBS! Denna formel har justerats april-2020.

Den nya formeln ser ut såhär:

$$F_{3D_kalott} = F_{2D} + 0,75 \cdot (F_{3D_plan} - F_{2D})$$

och ersätter:

$$F_{3-Dim} = F_{2-Dim} + 0,75 \cdot \left(\frac{F_p}{F_{2-Dim}} - 1 \right)$$

Enligt tidigare beteckningar gäller följande:

$$F_{3D_kalott} = F_{3-Dim}$$

$$F_{2D} = F_{2-Dim}$$

$$F_{3D_plan} = F_p$$

Sektion F										
2024-01-31										
				1,156						
						Dim. Värde				
F2 dim	L	Mmob	Mmot	A	tau	C	Fp	F3dim		
0	1,156	3	4590	5304	98	8	16,5	3,03	2,56	
1	1,156	4	4590	5304	98	8	16,5	2,56	2,21	
2	1,156	5	4590	5304	98	8	16,5	2,28	2,00	
3	1,156	6	4590	5304	98	8	16,5	2,09	1,86	
4	1,156	7	4590	5304	98	8	16,5	1,96	1,76	
5	1,156	8	4590	5304	98	8	16,5	1,86	1,68	
6	1,156	9	4590	5304	98	8	16,5	1,78	1,63	
7	1,156	10	4590	5304	98	8	16,5	1,72	1,58	
8	1,156	11	4590	5304	98	8	16,5	1,67	1,54	
9	1,156	12	4590	5304	98	8	16,5	1,63	1,51	
0	1,156	13	4590	5304	98	8	16,5	1,59	1,48	
1	1,156	14	4590	5304	98	8	16,5	1,56	1,46	
2	1,156	15	4590	5304	98	8	16,5	1,53	1,44	
3	1,156	16	4590	5304	98	8	16,5	1,51	1,42	
4	1,156	17	4590	5304	98	8	16,5	1,49	1,40	
5	1,156	18	4590	5304	98	8	16,5	1,47	1,39	
6	1,156	19	4590	5304	98	8	16,5	1,45	1,38	
7	1,156	20	4590	5304	98	8	16,5	1,44	1,37	
8	1,156	21	4590	5304	98	8	16,5	1,42	1,36	
9	1,156	22	4590	5304	98	8	16,5	1,41	1,35	
0	1,156	23	4590	5304	98	8	16,5	1,40	1,34	

6 (6)

BILAGA 3D BERÄKNING
2024-02-19
DETALJPLAN RÅDMANSBACKARNA

BILAGA 5 VÄRDERING AV ERFORDERLIGA SÄKERHETSFAKTORER

UPPDRAG Detaljplan Rådmansbackarna	UPPDRAGSLEDARE Gunnar Westberg	DATUM 2024-02-19
UPPDRAGSNUMMER 30048128	KUND TROSA KOMMUN	REVDATUM
STATUS GH	TEKNIKOMRÅDE GEOTEKNIK	

Värderingen kommenteras under respektive avsnitt

En värdering av erforderlig säkerhetsfaktor har utförts för aktuella förhållanden enligt IEG rapport 4:2010.

Stabilitetsutredning uppfyller nivån detaljerad utredning. Värdering av erforderliga säkerhetsfaktorer enligt tabell 4.1 i IEG rapport 4:2010:
Inom gällande intervall bedöms normalt erforderlig säkerhetsfaktor utifrån hur gynnsamma förhållandena är utifrån faktorer enligt tabell 4.1a-e i IEG Rapport 4:2010. Är förhållandena gynnsamma kan således en lägre säkerhetsfaktor väljas än vid ogynnsamma förhållanden.

Utförda utvärderingar av relevanta faktorer vid val av erforderlig säkerhetsfaktor framgår av Tabellerna 1 - 9 nedan med fallande vikt.

Tabell 1. Konsekvenser av skred.

Gynnsamma förhållanden		Ogynnsamma förhållanden	
Ingen risk för människoliv och ringa ekonomisk skada.	x	Risk för människoliv eller stor ekonomisk skada.	
Begränsad utbredning av skred.	x	Risk för bakåt- eller framåtgripande skred.	
Ingen risk för omgivningspåverkan eller sekundär påverkan.	x	Risk för omgivningspåverkan eller sekundär påverkan.	
Ej kvicklera.	x	Kvicklereområde enligt kap 4.4.3.	x

Kommentar: Ett skred vid Trosaån påverkar inte primärt exploateringsområdet. Exploateringsområdet försämrar således inte stabiliteten inom området.

Tabell 2. Släntens beständighet.

Gynnsamma förhållanden		Ogynnsamma förhållanden	
Inga tecken på rörelser i slänten.	x	Observerade rörelser i slänten, sprickbildning m. m.	
Ingen risk för ytvatten- och/eller yterosion.	x	Risk för erosion/pågående ytvatten- och/eller yterosion.	
Intakt gräs-, busk- eller trädvegetation.	x	Vegetationsfria eller avverkade områden alt. lutande och/eller nedfallna träd.	

Kommentar: Ingen erosion är observerad historisk eller i samband med denna Utredning.

Tabell 3. Tidigare förändringar i slänten.

Gynnsamma förhållanden		Ogynnsamma förhållanden	
Utlagda fungerande erosionsskydd.	-	Pågående erosion.	-
Utförda stabilitetsförbättrande åtgärder.	-	Ingrepp som försämrat stabiliteten.	-
Belastningsminskningar.	-	Belastningsökningar.	-
Gynnsam reglering av vattendrag.	-	Ogynnsam reglering av vattendrag.	x
Ingen avverkning.	x	Avverkning.	

Kommentar: inga tidigare förändringar i slänten har noterats.

Tabell 4. Jordens egenskaper.

Gynnsamma förhållanden		Ogynnsamma förhållanden	
Friktionsjordar.		Kohesionsjordar.	x
Låg sensitivitet.	x	Hög sensitivitet, kvicklera.	(x)
Liten spridning i bestämda hållfasthetsegenskaper.	x	Stor spridning i bestämda hållfasthetsegenskaper.	
Homogen jord.		Skiktade jordar.	x

Kommentar: Inom området finns kohesionsjordar som vilar på friktionsjordar. generellt mot norr. Lera med hög sensitivitet (>50) har i var sin separat nivå i två punkter i norr och utanför detaljplaneområdet på västra sidan av Trosaån där marken lutar ned mot aktuellt utredningsområde.

Tabell 5. Analys- och beräkningsarbetets tillförlitlighet.

Gynnsamma förhållanden		Ogynnsamma förhållanden	
Stort antal beräknade glidytor.	x	Litet antal beräknade glidytor.	
Känslighetsanalys utförd på valda parametrar.	x	Ingen känslighetsanalys utförd på valda Parametrar.	
Samtidigt valda ogynnsammaste extremvärden för last, portryck och vattenstånd. Ringa sannolikhet för att vald kombination inträffar samtidigt.	x	Vald kombination för last, portryck och vattenstånd motsvarar normaltillståndet för slänten.	
Utförd känslighetsanalys av svårtolkade förutsättningar ger endast ringa förändring på beräkningsresultatet.	x	Utförd känslighetsanalys av svårtolkade förutsättningar ger betydelsefull förändring av beräkningsresultat.	
Kritiska glidytan omfattar mycket stor jordvolym med ett stort antal hållfasthetsbestämningar och mindre glidytor har god beräkningsmässig säkerhet.	x	Kritiska glidytan omfattar mindre jordvolym med ett fåtal hållfasthetsbestämningar.	x

2 (4)

BILAGA 5 VÄRDERING AV
ERFORDERLIGA SÄKERHETSFAKTORER
2024-02-19
DETALJPLAN RÅDMANSBACKARNA

Förhållandena är enkla med små variationer i yta, jordlagerföljd eller hållfasthet.	x	Förhållandena är komplicerade med stora variationer i yta, jordlagerföljd eller hållfasthet.	
Glidyntans läge i plan vald i farligaste delen av slänten ur stabilitetssynpunkt.	x	Glidyntans läge i plan representerar släntens genomsnittliga geometri.	
Tvådimensionell analys (som regel något på säkra sidan).	x	Tredimensionell analys (begränsad erfarenhet för stora slänter).	

Kommentar: Beräkningar har gjorts utmed Trosaån i sju sektioner. Även äldre utförda markundersökningar stabilitetsberäkningar i närområdet har studerats. Kritisk glidyntas storlek varierar med lutning på åfåran.

Tabell 6. Fält- och laboratorieundersökningens innehåll och omfattning.

Gynnsamma förhållanden		Ogynnsamma förhållanden	
Tätt undersökt, dvs undersökningarna ger bra geotekniskt underlag av hela utredningsområdet.	x	Glest undersökt vilket kräver antaganden som påverkar stabilitetsberäkningen.	
CPT-sonderingar är utförda.	x	Endast sonderingar typ Tr, Vim är utförda.	
Stort antal undersökta prover i lab.	x	Litet antal undersökta prover i lab.	
Kompressionsförsök utförda.	x	Kompressionsförsök saknas.	
Direkta skjuvförsök är utförda.	(x)	Direkta skjuvförsök saknas.	
Triaxialförsök är utförda.		Triaxialförsök saknas.	x
In situ-provning är utförd med vingförsök och/eller dilatometerförsök.	x	Ingen eller ringa provning i fält (vingförsök och/eller dilatometerförsök).	

Kommentar: Vid utvärdering av egenskaper har både äldre och nya markundersökningar använts. Direkta skjuvförsök är utförda i områdets norra del. Empiri (CRS) nyttjas i utvärderingen. Vingförsök i den siltiga skiktade jorden är i planering inför markundersökningar identifierat som en osäkerhetsfaktor (förutom att metoden inte ska bör nyttjas för utvärdering av kvicklera, enligt handling [19] och därför har CPT-sonderingar valts).

Tabell 7. Släntens geometri.

Gynnsamma förhållanden		Ogynnsamma förhållanden	
Välkänd geometri (bra grundkarta, utförda avvägningar, lodningar etc.).	x	Glest avvägt och/eller lodat.	
Flack slänt.	x	Brant slänt.	(x)
Lokala branta partier finns ej i slänten.	x	Lokala branta partier finns i slänten.	

Kommentar: Släntens geometri är väl bestämd. I respektive sektion är inmätning av mark och botten i Trosaån utförd. I en sektion är slänten brantare än för de 6+1 övriga redovisade sektionerna.

Tabell 8. Grundvatten- och porttrycksförhållanden.

Gynnsamma förhållanden		Ogynnsamma förhållanden	
Känslighetsanalys med avseende på grundvatten- och porttrycksförhållandena utförd.	x	Känslighetsanalys med avseende på grundvatten- och porttrycksförhållandena inte utförd.	
Långtidsobservationer finns.	x	Långtidsobservationer saknas.	
Begränsade förväntade tryckvariationer.	x	Risk för stora tryckvariationer.	
God kännedom om porttrycksfördelning såväl med djupet som i slänten som helhet.	x	Ringa kännedom om porttrycksfördelningen i slänten.	

Kommentar: Observationer från flera tidiga utredningar samt två äldre hydrologiska utredningar har inarbetats. Ett värsta fall med porövertryck cirka 0,1–0,2 m under omgivande markytan kombinerat med LLW har använts i beräkningarna.

Tabell 9. Ytvattenförhållanden.

Gynnsamma förhållanden		Ogynnsamma förhållanden	
Karakteristiska vattenstånd är kända.	x	Karakteristiska vattenstånd är okända.	
Små vattenståndsvariationer.	x	Stora vattenståndsvariationer.	
Långsam förändring i vattenstånd.	x	Hastiga förändringar i vattenstånd.	
Välldränerat och dikat område.	x	Stor risk för lokala vattensamlingar.	

Kommentar: Karaktäristiska vattenstånd påverkas av damm nedströms detaljplaneområdet.

Sammanfattande bedömning:

Föreliggande geotekniska förhållanden bedöms till övervägande del vara gynnsamma. Baserat på utförd värdering har nedanstående val av erforderliga säkerhetsfaktorer gjorts för respektive markanvändning.

För aktuella förhållanden bedöms flertalet av faktorerna som gynnsamma medan 15 som ogynnsamma. Eftersom detta ger en stor övervikt mot gynnsamma förhållanden motiverar det att välja ett lägre värde på säkerhetsfaktorn inom Sektion A till H enligt angivet intervall.

Nyexploatering (planläggning): $F_c \geq 1,55 + F_{komb} \geq 1,45$.

Annan mark: $F_c \geq 1,45 + F_{komb} \geq 1,35$

Med beaktande av förekomst av kvicklera utanför detaljplanen längst i norr väljs för denna del säkerhetsfaktorerna:

Nyexploatering (norr) (planläggning): $F_c \geq 1,65 + F_{komb} \geq 1,5$.

Annan mark: $F_c \geq 1,6 + F_{komb} \geq 1,4$

4 (4)

BILAGA 5 VÄRDERING AV
ERFORDERLIGA SÄKERHETSFAKTORER
2024-02-19
DETALJPLAN RÅDMANSBACKARNA

BILAGA 6 UNDERLAGSFÖRTECKNING

UPPDRAG Detaljplan Rådmansbackarna	UPPDRAGSLEDARE Gunnar Westberg	DATUM 2024-02-19
UPPDRAGSNUMMER 30048128	KUND TROSA KOMMUN	REVDATUM 2024-10-04
STATUS	TEKNIKOMRÅDE GEOTEKNIK	

HANDLINGENS BETECKNING	HANDLINGENS BENÄMNING	DATUM	NOTERING
1	PLANBESKRIVNING, Dnr SBN 2021/26, Detaljplan för Rådmansbackarna 11:1 m.fl., Rådmansbackarna, Trosa kommun, antagandehandling	2024-09-27	
2	Trosa, Nyängen, Kv Kungsstrand 2, Geoteknisk utredning, projekteringsunderlag, SWECO VBB AB Geoteknik/Stockholm	2003-10-01	KOMMUNENS ARKIV
3	TROSA KOMMUN, MILJÖSTATION TROSA, Geoteknisk PM Projekteringsunderlag, Sweco Infrastructure AB, Uppdragsnummer 2180513000	2009-12-11	KOMMUNENS ARKIV
4	MUR, Markteknisk undersökningsrapport, GC-bro vid Nyängsvägen, Geoteknisk undersökning, Trosa, Trotab, Sweco Infrastructure AB, Uppdragsnummer 2180659000	2012-03-13	KOMMUNENS ARKIV
5	Trosaån, Teknisk PM Geoteknik, Förstudie, Grontmij, uppdragsnummer: 10005317, handlingsnummer 0G140001	2012-06-04	KOMMUNENS ARKIV
6	Hydrologisk/hydraulisk utredning för Trosaån vid Nyängen och i Vagnhärad, VVB Viak AB	1991-02-19	KOMMUNENS ARKIV
7	Markteknisk undersökningsrapport, Detaljplan Rådmansbackarna, uppdragsnummer 30048128, Sweco Sverige AB	2023-03-31	KOMMUNENS ARKIV
8	Översiktlig kartering av stabilitetsförhållanden i bebyggda områden, Trosa kommun, Södermanlandslän, Statens geotekniska institut, dnr 2-9706-284	Daterad 1997-11-24, nedladdad från MSB:s hemsida 2022-10-23	BIFOGAS EJ
9	Samrådsunderlag, Tre fiskpassager i Trosaån – åtgärder av vandringshinder för fisk, Sweco Environment AB	2019-01-09	KOMMUNENS ARKIV
10	Fortune fastighets AB, Trosa, Västra Nyängen, Villa område, Geoteknisk rapport, VVB VIAK AB, uppdragsnummer 1172-96046	1996-08-12	KOMMUNENS ARKIV
11	Vägledning för erosionsutredning i vattendrag. Förstudie, Statens geotekniska institut, Linköping	2020-12-07	BIFOGAS EJ
12	Muntligt om Trosas lokala höjdsystems relation till RH2000, Karin Söderström Metria (+0,74 m).	2023-03-21	

13	Markteknisk undersökningsrapport / Geoteknik, Ny infart västra Trosa, Vägplan Trafikverket, Granskningshandling projektnummer 152126, handlingsnummer 1G14GT01	2017-07-05, rev datum 2018-10-11	KOMMUNENS ARKIV
14	Teknisk PM / Geoteknik, Ny infart västra Trosa, Vägplan Trafikverket, projektnummer 152126, Handlingsnummer 1G14GT02	2017-07-05	KOMMUNENS ARKIV
15	PM Vattenståndsberäkningar Trosaån, Infart Västra Trosa, uppdragsnummer 22030820, handlingsnummer 1W14PM02	2017-05-08	KOMMUNENS ARKIV
16	Projekterings PM Geoteknik, Ny infart västra Trosa, Vägplan Trafikverket, projektnummer 152126, Handlingsnummer 1G14GT03	2017-07-05	KOMMUNENS ARKIV
17	Markteknisk undersökningsrapport / Geoteknik, Vägplan, Infart västra Trosa, projektnummer 134151 handlingsnummer 1G140001	2020-11-13	KOMMUNENS ARKIV
18	Beslut: Fastställelsebeslut av vägplan för Infart västra Trosa samt förändring av kommunalt väghållningsområde och indragning av väg, Trosa kommun, Södermanlands län, TRV ärendenummer 2018/52334	2019-01-18	KOMMUNENS ARKIV
19	Metodik för kartläggning av kvicklera, SGI Publikation 46, Linköping 2018	2018	BIFOGAS EJ
20	SGU Jordarts och jorddjupskartor, digitalt www.sgu.se		BIFOGAS EJ
21	Yttrande över granskningshandling, Detaljplan för del av Trosa 11:1 m.fl, Rådmansbackarna, Trosa kommun, diarienummer 5.1-2206-0605, SGI	2022-11-17	KOMMUNENS ARKIV
22	Yttrande över förnyad granskningshandling, Detaljplan för del av Trosa 11:1 m.fl, Rådmansbackarna, Trosa kommun, diarienummer 5.1-2206-0605, SGI,	2023-05-05	KOMMUNENS ARKIV
23	Fördjupad stabilitetsutredning, Trosa kvarn – Smäckbrogatan, Trosa kommun, Uppdragsnummer 1110445000, VBB VIAK AB, Stockholm 2001-07-16 Rev 2002-07-09	2002-07-09	KOMMUNENS ARKIV
24	PLANKARTA, Detaljplan för Rådmansbackarna 11:1 m.fl., Rådmansbackarna, Trosa kommun, antagandehandling	2024-09-27	
25	Yttrande över granskningshandling, Detaljplan för del av Trosa 11:1 m.fl., Rådmansbackarna, Trosa kommun, diarienummer 4.3.1-2403.0402, SGI	2024-04-26	KOMMUNENS ARKIV

2 (2)

BILAGA 6 UNDERLAGSFÖRTECKNING
2024-02-19
DETALJPLAN RÅDMANSBACKARNA