

Underlag till detaljplan – Slussled/Bergkanalen

PM Geoteknik för detaljplan Slussled/Bergkanalen

Slussar i Trollhätte kanal

Anläggande av sluss i Trollhättans kommun,
Västra Götalands län

2025-04-15



Trafikverket

Postadress: Vikingsgatan 4, 411 01 Göteborg

E-post: trafikverket@trafikverket.se

Telefon: 0771-921 921, Texttelefon: 010-123 50 00

Konfidentialitetsnivå: 1 Ej känslig

Dokumenttitel: PM Geoteknik för detaljplan Slussled/Bergkanalen

Författare: Bergström, Filip

Dokumentdatum: 2025-04-15

Ärendenummer: TRV 2021/84231

Innehåll

Innehåll.....	3
1 Inledning	6
1.1 Bakgrund.....	6
1.1.1 Trollhättan	6
1.2 Uppdrag	7
1.2.1 Planerad byggnation.....	8
1.3 Syfte.....	11
1.4 Avgränsning	12
2 Underlag	13
2.1 Kartor, ortofoto, mätdata mm.....	13
2.2 Koordinat- och höjdsystem	13
2.3 Geotekniska undersökningar	13
2.3.1 Nu utförda undersökningar	13
2.3.2 Tidigare utförda undersökningar	13
2.4 Hydrogeologiska undersökningar	14
2.4.1 Nu utförda undersökningar	14
3 Områdesbeskrivning	15
3.1 Topografi och markanvändning	15
3.2 Befintliga konstruktioner	16
3.3 Befintliga byggnader.....	16
4 Geotekniska förhållanden.....	17
4.1 Översiktliga jordlagerförhållanden	17
4.2 Delområdesbeskrivning geotekniska förhållanden	17
4.2.1 Delområde 1	18
4.2.2 Delområde 2.....	22
4.2.3 Delområde 3.....	25
4.3 Stabilitetsförhållanden	29
4.3.1 Delområde 1	30
4.3.2 Delområde 2.....	32
4.3.3 Delområde 3.....	36

4.4 Sättningsförhållanden.....	38
5 Hydrogeologiska förhållanden	39
5.1 Översiktliga hydrogeologiska förhållanden	39
5.2 Delområdesbeskrivning hydrogeologiska förhållanden	39
5.2.1 Delområde 1.....	39
5.2.2 Delområde 2.....	39
5.2.3 Delområde 3.....	40
6 Omgivningspåverkan	41
7 Slutsatser och rekommendationer	43
7.1 Stabilitet	43
7.2 Sättningar.....	43
7.3 Grundläggning.....	43
7.4 Förslag till kompletterande undersökningar	44

Bilagor

Benämning	Beskrivning	Sidor	Rev
Bilaga 1	Översikt Geotekniska förhållanden	3	
Bilaga 2	Beräknings-PM Stabilitet Olidevägen	32	
Bilaga 3	Beräknings-PM Stabilitet Kanalön	16	
Bilaga 4	Beräknings-PM Stabilitet Sektion 0/920	12	
Bilaga 5	Beräknings-PM Stabilitet Sektion 0/980	15	
Bilaga 6	Beräknings-PM Stabilitet Sektion 1/065 – 1/080	32	

Tillhörande dokument

Benämning	Dokumentnummer
Markteknisk undersökningsrapport (MUR) Geoteknik	S.14+TK.N.A00-UGA.T.004
PM Bergteknik Detaljplan Slussled /Bergkanalen	S.14+TK.N.A00-ABA.T.014
Markteknisk undersökningsrapport (MUR) - Markmiljö	S.14+TK.N.A00-VFF.T.002
PM Föroreningar i jord och grundvatten	S.14+TK.N.A00-VFF.T.003

1 Inledning

1.1 Bakgrund

Projektet Slussar Trollhätte kanal syftar till att säkra Vänersjöfartens framtid genom att skapa förutsättningar för fortsatt sjöfart. Projektet omfattar byggnation av nya slussar i Lilla Edet, Trollhättan och Vänersborg.

Trollhätte kanal är den allmänna farleden mellan Vänersborg och Göteborg. Av dess totala längd på cirka 82 km lång är cirka 10 km grävd och sprängd kanal, resterande del utgörs av en naturlig fåra i Göta älv. Idag finns sex slussar i stråket mellan Göteborg och Vänern, en i Brinkebergskulle, fyra i Trollhättan och en i Lilla Edet. Slussarna kompenserar för den nivåskillnad på 44 meter som råder mellan Vänern och Kattegatt. I stråket finns tretton broar som trafikeras under hela dygnet, året om. Tio av dessa broar är öppningsbara.

Befintliga slussar i Trollhätte kanal bedöms ha nått slutet av sin tekniska livslängd år 2030 och behöver därför förnyas i syfte att kunna upprätthålla farledens funktion för sjöfarten, samt en fullgod dammsäkerhet.

Nya slussar är en förutsättning för att kunna säkerställa det nuvarande och framtida behovet av sjötrafik, där vissa industrier är helt beroende av sjöfarten. De är också en nödvändighet för att kunna realisera sjöfartens potential i stråket och därigenom på sikt avlasta järnvägen och minska andelen transporter med lastbil. Nya slussar möjliggör en framtida kapacitetshöjning, genom att större fartyg kan trafikera kanalen. Detta bedöms ge minskade transportkostnader och därmed bättre förutsättningar för näringslivet i regionen. Nya slussar gynnar även båtturismen och den lokala turistnäringen.

1.1.1 Trollhättan

Den befintliga slussanläggningen i Trollhättan består av en slusstrappa med tre steg samt en enkel sluss högre upp i kanalen. Trollhättans översiktsplan från 2013 anger en ny sträckning för sluss och kanal söder om befintliga slussar.

Göta älv rinner genom en kanjon med branta sidor väster om Trollhättans stadskärna. Området kring kanalen har en stadsmässig karaktär med bebyggelse kopplad till sluss- och kanalverksamheten. Olidans kraftstation ligger i älvens fåra och tar upp en nivåskillnad på cirka 33 meter.

Planerade slussar i Trollhättan berör flera riksintressen, inklusive kulturmiljövård, naturvård, friluftsliv och kommunikation. Området kring Trollhättefallen vittnar om en lång kulturhistorisk utveckling med lämningar från olika tidsperioder, och slussområdet samt Bergkanalen är viktiga kulturmiljöer med flera byggnadsminnen och värdefulla byggnader. Det finns också flera äldre slussanläggningar och andra fornlämningar i området. Naturreservaten Ryrbäcken och Älvrummet är viktiga för bevarande av värdefulla skogsmiljöer och friluftsliv.

Området kring Trollhättan är ett riksintresse för friluftsliv med goda förutsättningar för berikande naturupplevelser, med flera vandringsleder, promenadstråk och utsiktsplatser. Trollhättans centrala delar ligger nära Bergkanalen och bostadsområdet Västergärdet ligger i direkt anslutning till utredningsområdet för de nya slussarna

1.2 Uppdrag

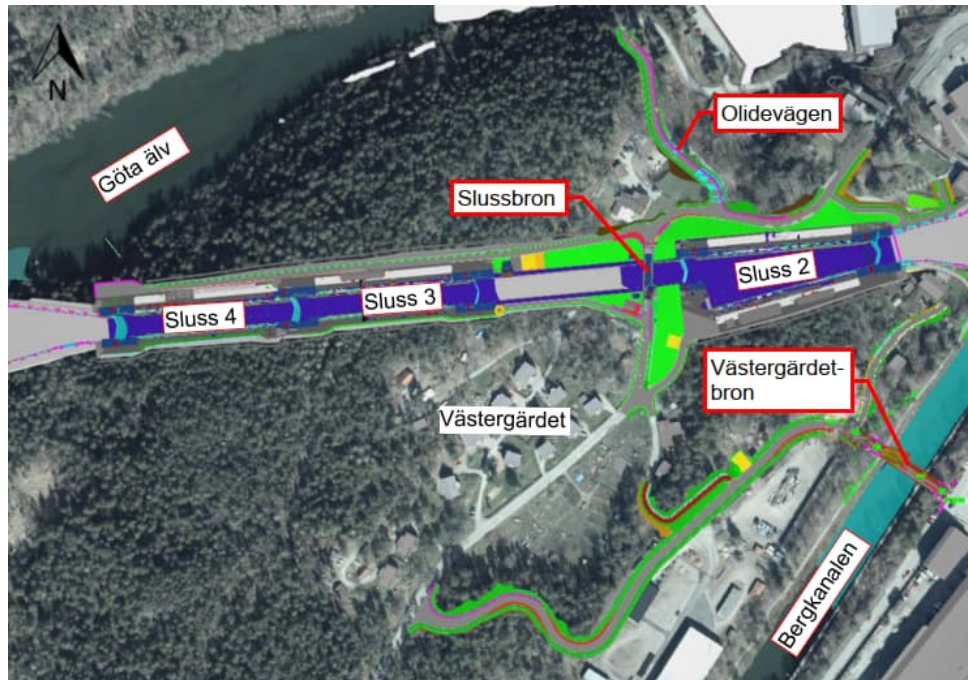
På uppdrag av Trafikverket har WSP Sverige AB utfört en geoteknisk utredning inför framtagande av detaljplan för planerad ny slussled i Trollhättan. Ungefärlig avgränsning av utredningsområdet framgår av Figur 1.



Figur 1. Ungefärlig avgränsning av utredningsområde för detaljplan (inom röd markering). (Källa flygfoto: Lantmäteriet)

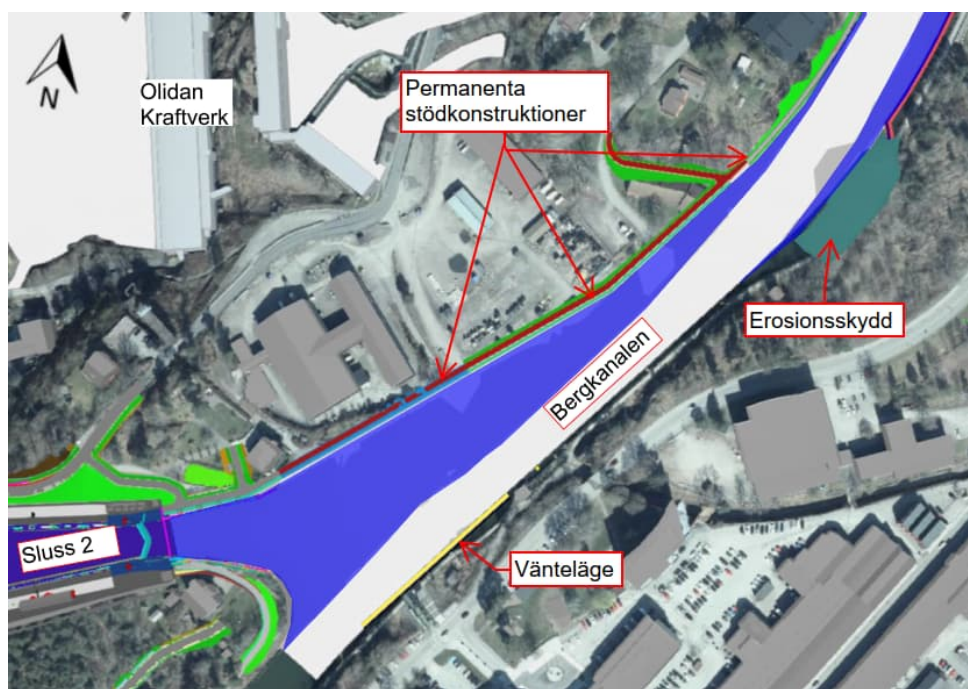
1.2.1 Planerad byggnation

Nya slussar planeras anläggas mellan Göta älv och Bergkanalen norr om Västergärdet. Två nya broar planeras inom området, "Slussbron" över den nya slussleden och "Västergärdetbron" över Bergkanalen. I anslutning till nya slussar och broar planeras även ett antal nya vägar. En översikt över planerade anläggningar mellan Göta älv och Bergkanalen visas i Figur 2.



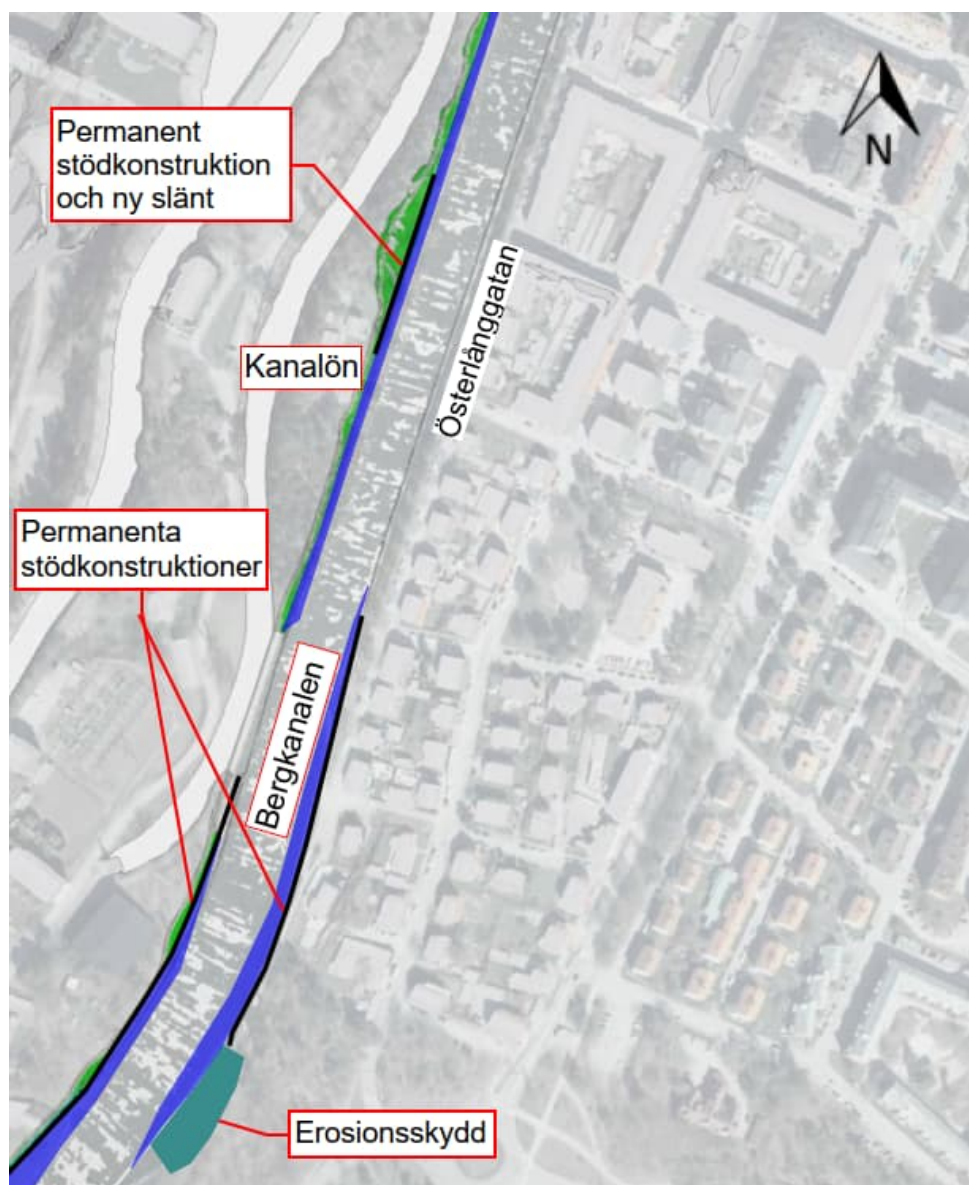
Figur 2. Planerade anläggningar mellan Göta älv och Bergkanalen.

På sträckan mellan de nya slussarna och Klaffbron planeras breddning och muddring av Bergkanalen. Vid anslutningen till ny sluss görs breddningen huvudsakligen på Bergkanalens nordöstra sida och en permanent stödkonstruktion planeras längs den nya kanalkanten, se Figur 3.

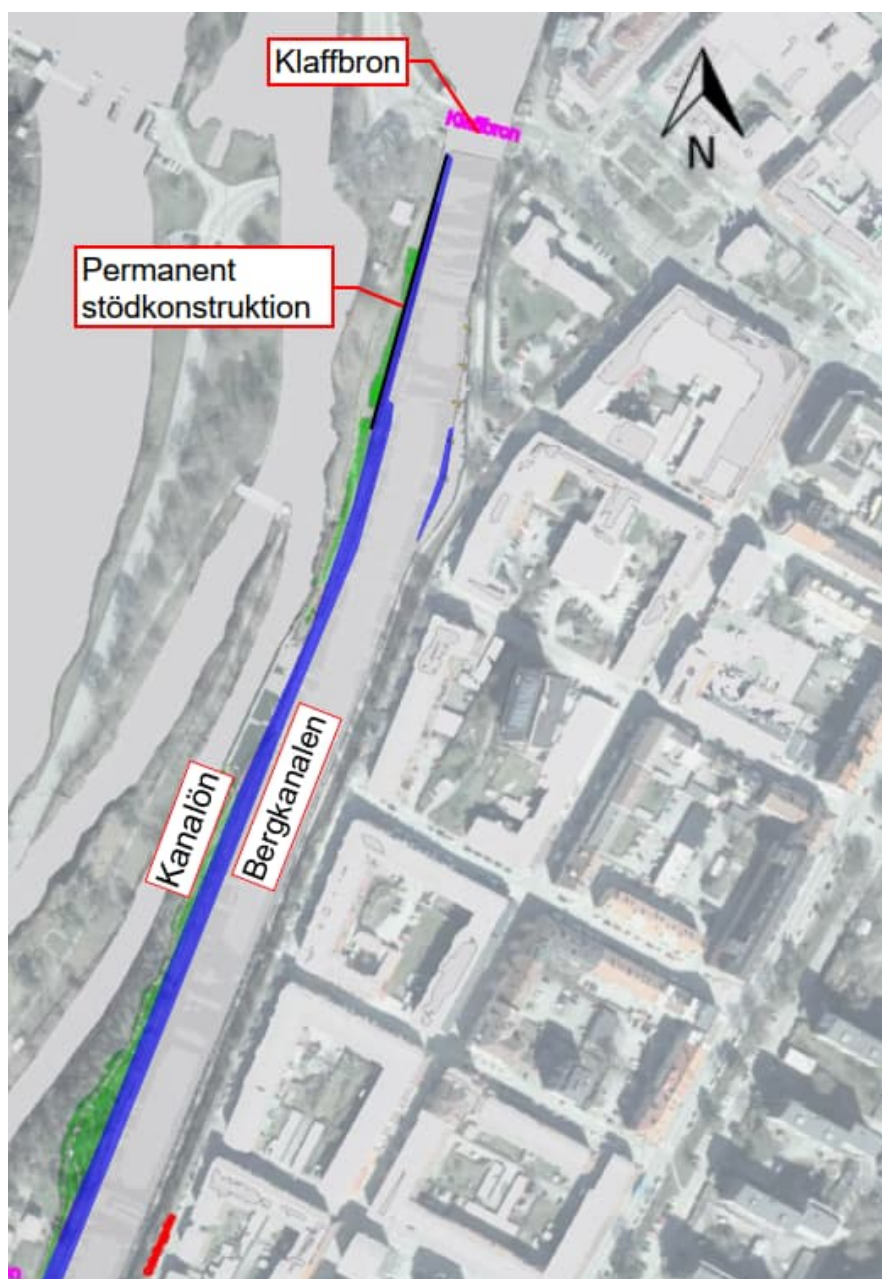


Figur 3. Planerade anläggningar norr om nya slussar. Ungefärligt område för breddning och muddring av Bergkanalen illustreras med blå markering.

Översiktlig illustration av planerad breddning och muddring av den norra delen av Bergkanalen visas i Figur 4 och Figur 5.



Figur 4. Översiktlig illustration av planerad breddning och muddring av Bergkanalen. Breddning/muddring illustreras med blå markering.



Figur 5. Översiktlig illustration av planerad breddning och muddring av Bergkanalen. Breddning/muddring illustreras med blå markering.

1.3 Syfte

Syftet med denna geotekniska utredning för detaljplan är att redogöra för de geotekniska förhållandena och hur de påverkar planerad exploatering enligt detaljplanen. Markens lämplighet för ändamålet enligt detaljplanen ska klargöras med avseende på de geotekniska förutsättningarna och geotekniska risker.

1.4 Avgränsning

Denna PM behandlar geotekniska säkerhetsfrågor inför upprättande av ny detaljplan. Frågor kopplade till bergteknik, inklusive radon, behandlas i en separat PM liksom markmiljöteknik (förorenad mark). Se hänvisningar under rubriken "Tillhörande dokument" ovan.

2 Underlag

2.1 Kartor, ortofoto, mätdata mm

Som underlag för denna geotekniska utredning för detaljplan har följande underlag nyttjats:

- SGU:s jordartskarta och jorddjupskarta
- Flygfoton erhållna från Lantmäteriet
- Terrängmodell upprättad inom projekt Slussar i Trollhätte kanal.
- 3D-modeller av projekterade anläggningar enligt projektets samordningsmodell (2025-04-01)

2.2 Koordinat- och höjdsystem

För projektet används koordinatsystem SWEREF 99 1200 och höjdsystem RH2000.

2.3 Geotekniska undersökningar

2.3.1 Nu utförda undersökningar

I samband med framtagandet av systemhandling för projekt Slussar i Trollhätte kanal har ett stort antal geotekniska fält- och laboratorieundersökningar utförts. Undersökningarna har utförts av WSP Sverige AB under perioden december 2023 – februari 2025.

Resultat från geotekniska undersökningar redovisas i sin helhet i ”Markteknisk undersökningsrapport/Geoteknik (MUR/GEO)”, S.14+TK.N.A00-UGA.T.004, daterad 2025-04-15.

2.3.2 Tidigare utförda undersökningar

Följande geotekniska utredningar har tidigare utförts inom aktuellt undersökningsområde:

- ”GC-bro över Bergkanalen, geoteknisk undersökning”, daterad 2016-01-14. Utförd av COWI på uppdrag av Trollhättans Stad.
- ”Åkersjövägen, Geoteknisk undersökning för markförhållanden och stabilitetsberäkningar”, daterad 2021-12-17. Utförd av Tyréns på uppdrag av SGI.

Relevanta undersökningsresultat har inarbetats i MUR/Geoteknik.

2.4 Hydrogeologiska undersökningar

2.4.1 Nu utförda undersökningar

I samband med framtagandet av systemhandling för projekt Slussar i Trollhätte kanal har hydrogeologiska undersökningar utförts. Undersökningarna har utförts av WSP Sverige AB under perioden mars 2024-mars 2025.

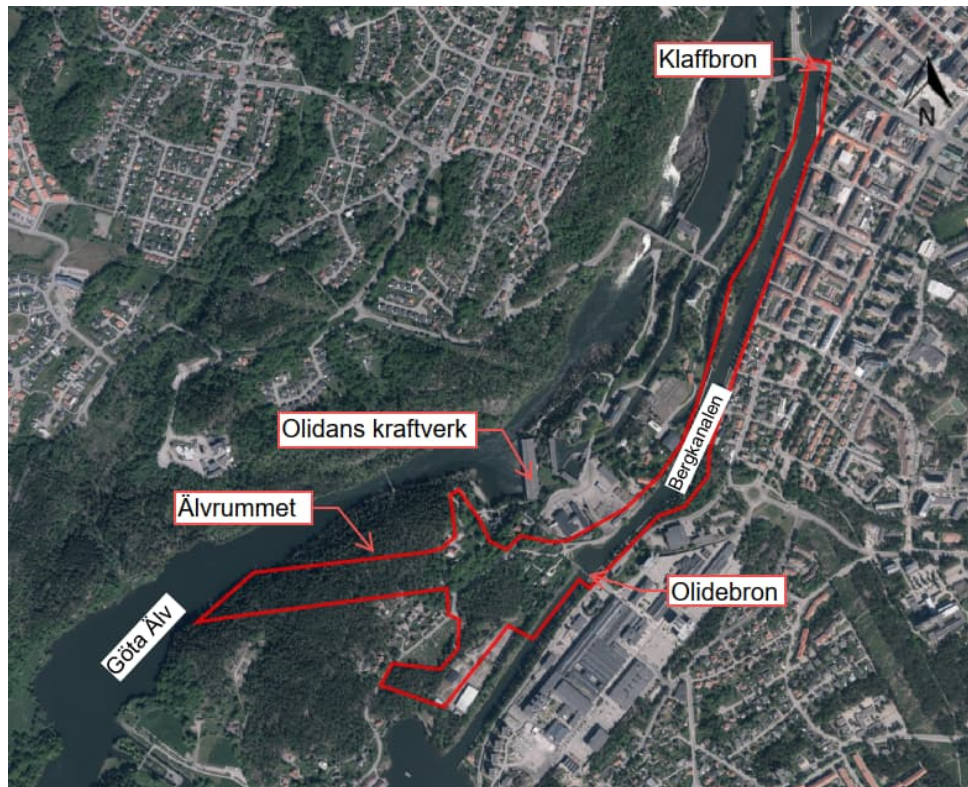
Mätning av grundvattennivåer påbörjades i mars 2024 och kommer att fortsätta framgent.

Resultat från hydrogeologiska undersökningar redovisas i sin helhet i ”Markteknisk undersökningsrapport/Geoteknik (MUR/GEO)”, S.14+TK.N.A00-UGA.T.004, daterad 2025-04-15.

3 Områdesbeskrivning

3.1 Topografi och markanvändning

Utredningsområdet innefattar östra och västra sidan av Bergkanalen mellan Klaffbron i norr och Olidebron i söder, samt området för planerade slussar mellan Bergkanalen och Göta älv, se Figur 6. Marken på bägge sidor om Bergkanalen utgörs av grönytor samt asfalterade eller grusade gångstigar och GC-vägar. Mellan Bergkanalen och Olidans kraftverk finns ett industriområde där marken utgörs av hårdgjorda eller grusade ytor. Undersökningsområdets västra del utgörs till stor del av skogsmark som ingår i naturreservaten Älvrummet. I västra delen av området återfinns även ett antal villor samt grönytor och vägar i anslutning till dessa.



Figur 6. Översikt över utredningsområdet. (Källa flygfoto: Lantmäteriet)

Topografin inom utredningsområdet är varierad. Översiktligt varierar marknivåerna inom området mellan ca +7 och ca +50.

Marknivåerna kring Bergkanalen varierar mellan ca +40 och +50. Bergkanalen karakteriseras av bergväggar och murar av olika höjder. Vid ett flertal ställen står bergskanten nästintill lodrätt mot kanalen. Vid kurvan på östra sidan av Bergkanalen finns en slänt ned från

Åkerssjövägen mot Bergkanalen med släntrön på +49 och med släntröt +42 som planar ut mot Bergkanalen på +41.

3.2 Befintliga konstruktioner

Vid Bergkanalens norra ände finns "Klaffbron" som är en cirka 50 m lång stålbro öppnad för trafik år 1959. Söder om Klaffbron, på den västra sidan av Bergkanalen, finns två skiljeväggar av sten och betong som gränsar till närliggande kraftverkskanal. Varje skiljevägg är cirka 100 m lång. För båda sidor av Bergkanalens norra del finns ledverk av trä samt farledmarkeringar av trä, stål och betong.

Strax norr om industriområdet vid Olidans kraftverk korsas kanalen av ett större kraftledningsstråk där en av kraftledningsstolparna är belägen i direkt närhet till kanalens västra kant.

Söderut längs Bergkanalen finns en gång- och cykelbro, "Olidebron", som byggdes 2016 och förbinder Åkerssjövägen och Kyrkbrovägen. Bron är en dubbelklaffbro med en längd om cirka 92 m. Norr om Olidebron finns även en svängbro på östra sidan av Bergkanalen. Bron används för transporter över kanalen via en insprängd nerfart i berg från Nohabgatan. Ovan det insprängda stråket finns Nohabbron som är en plattbro i betong.

Bergkanalens kanter utgörs främst av berg eller gravitationsmurar av natursten på berg. En noggrannare beskrivning av kanalmurarnas beskaffenhet ges i kap. 4.2 nedan.

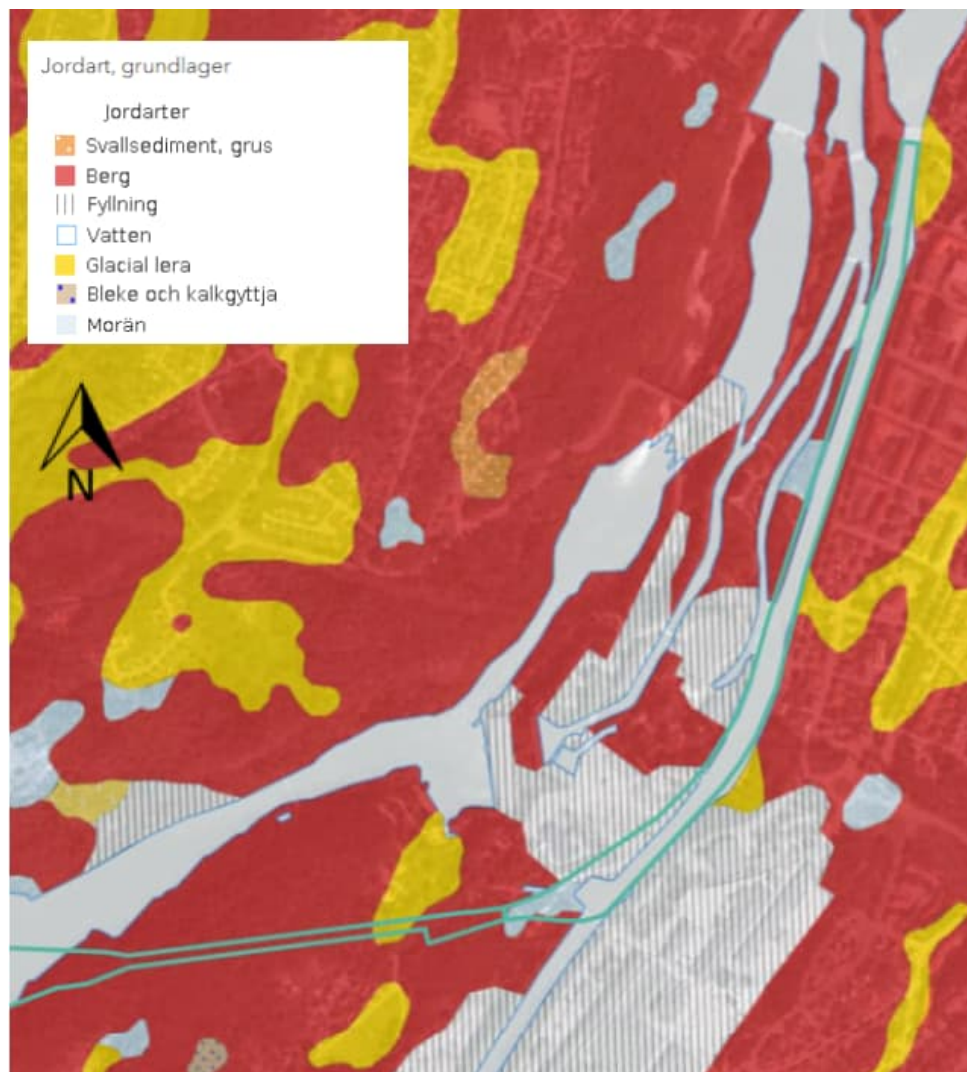
3.3 Befintliga byggnader

Befintliga byggnader längs den norra delen av Bergkanalen är huvudsakligen flerbostadshus och villor grundlagda på berg. Vid den södra delen av Bergkanalen finns främst industribyggnader. Dessa är huvudsakligen grundlagda med platta på mark på berg alternativt på fyllnadsmassor. I undersökningsområdets västra del utgörs befintlig bebyggelse främst av villor grundlagda på berg.

4 Geotekniska förhållanden

4.1 Översiktliga jordlagerförhållanden

Aktuellt område utgörs till stor del av ytligt berg som överlagras av ett tunt lager naturlig friktionsjord och/eller fyllning. Lokalt förekommer områden med lera, morän och fyllningsmaterial. Utsnitt ur SGU:s jordartskarta visas i Figur 7.



Figur 7. Utsnitt ur SGU:s jordartskarta. Ungefärlig utbredning av planerad slussled redovisas med blå linje.

4.2 Delområdesbeskrivning geotekniska förhållanden

I nedanstående kapitel ges en beskrivning av de geotekniska förutsättningarna i vilken planområdet har delats upp i mindre

delområden. Indelningen i delområden har gjorts uppströms till nedströms längs Bergkanalen och planerad ny slussled och redovisas i Figur 8.



Figur 8. Indelning i delområden för beskrivning av geotekniska förhållanden.

4.2.1 Delområde 1

Jordlagerföljden inom delområde 1 utgörs generellt av fyllning eller naturligt lagrad friktionsjord, ställvis med inslag av lera eller silt, ovan berg. En översikt över geotekniska förhållanden samt en översiktlig redovisning av kanalkanternas beskaffenhet redovisas i Bilaga 1.

I norra delen av området, vid Spikön och Karl Johans torg, varierar jorddjupet mellan 0 och ca 3 m. I undersökta punkter på Spikön (väster om kanalen) utgörs jorden av mulljord ovan fyllningsmaterial bestående av huvudsakligen siltig lera. Vid Karl Johans torg (öster om kanalen) består jorden enligt SGU:s jordartskarta av lera. Kanalkanterna utgörs av berg eller gravitationsmurar av natursten på berg, se Figur 9 och Figur 10.



Figur 9. Bergkanalen (tömd på vatten) vid Karl Johans torg. Foto taget från söder mot norr. På motstående sida syns kanalkanten mot Spikön. (Foto: Sjöfartsverket).



Figur 10. Bergkanalen (tömd på vatten) vid Karl Johans torg. Berg i dagen syns strax ovanför kanalbotten. (Foto: Sjöfartsverket)

På Kanalön utgörs jordlagerföljden av fyllning och/eller naturligt lagrad friktionsjord, delvis med inslag av lera eller torrskorpelera, ovan berg. Jorddjupet varierar mellan 0 och ca 6 m. Kanalkanten består

huvudsakligen av berg i dagen, med undantag för ett avsnitt där bergytan ligger under vatten och kanalkanten utgörs av en jordslänt, se Figur 11, Figur 12 och Figur 13.



Figur 11. Bergkanalen. Foto taget mot norr. På motstående sida syns Kanalön.
(Foto: WSP)



Figur 12. Bergkanalens västra sida. Bilden visar jordslänt på Kanalön. (Foto: WSP)



Figur 13. Bergkanalen (tömd på vatten). Foto taget mot norr. På motstående sida syns Kanalön. (Foto: Sjöfartsverket).

Resterande del av Bergkanalens östra sida inom delområde 1 utgörs av berg i dagen, se Figur 14. Kanalkanten består av en gravitationsmur på berg.



Figur 14. Bergkanalens östra sida. Foto taget från Kanalön mot sydost. (Foto: WSP)

4.2.1.1 Grundvatten och porttryck

Grundvattenytan i området bedöms följa vattennivån i Bergkanalen.

4.2.2 Delområde 2

Jordlagerföljden inom delområde 2 utgörs till stora delar av berg i eller nära dagen. I delar av området finns fyllning och/eller lera till ett djup av som mest ca 10 m. En översikt över geotekniska förhållanden samt en översiktlig redovisning av kanalkanternas beskaffenhet visas på sida 2 i Bilaga 1.

Fyllningens sammansättning är mycket varierande men utgörs generellt av sand och grus. Även fyllning bestående av lera och silt förekommer i området.

Påträffad lera på bägge sidor om kanalen är generellt siltig och har en vattenkvot mellan ca 20 och ca 60%. Inslag av sand, grus och gyttja förekommer. Lerans odränerade skjuvhållfasthet har på den västra sidan uppmätts till mellan ca 15 och ca 40 kPa. Förekommande lera vid kanalens östra sida har en odränerad skjuvhållfasthet på ca 16 kPa.

Kanalkanterna utgörs till största delen av berg eller gravitationsmurar av natursten på berg. Längs några sträckor utgörs kanalkanterna av jordslänter eller glacismurar (slänt beklädd med stenblock). Figur 15 och Figur 16 visar kanalkanterna strax norr och söder om korsande kraftledningar.



Figur 15. Bergkanalen, strax söder om korsande kraftledningar. Kanalkant med erosionsskyddad jordslänt till höger. Foto taget mot norr. (Foto: WSP)



Figur 16. Bergkanalen (tömd på vatten), strax norr om korsande kraftledningar. Foto taget mot sydväst, ungefärligen från korsningen Bergsgatan/Österlånggatan. På motstående sida syns kanalkant av berg samt glacismur. Till vänster kanalkant som utgörs av jordslänt. (Foto: Sjöfartsverket)

På sträckan strax norr om Svängbron utgörs kanalkanterna av gravitationsmurar på berg, se Figur 17. Söder om Svängbron finns en glacismur längs kanalens östra sida, se Figur 18.



Figur 17. Bergkanalen (tömd på vatten) vid Svängbron. Foto taget mot sydväst. På motstående sida syns kanalmuren längs Kyrkbrovägen. (Foto: Sjöfartsverket)



Figur 18. Bergkanalen (tömd på vatten) vid Svängbron. Foto taget mot norr. (Foto: Sjöfartsverket)

4.2.2.1 Grundvatten och porttryck

Grundvattenytan i området bedöms följa vattennivån i Bergkanalen.

4.2.3 Delområde 3

Marken inom delområde 3 utgörs till stor del av ytligt berg, med undantag för några lokala områden med större jorddjup. En översikt över geotekniska förhållanden i delområde 3 visas på sida 3 i Bilaga 1.

I områdets nordvästligaste del, där ny slussled planeras ansluta till Bergkanalen (se Figur 19) utgörs jordlagerföljden av fyllning och/eller naturlig friktionsjord på berg. Jorddjupet är som mest ca 4 m. Fyllningen och friktionsjorden utgörs av grus, sand och silt, ställvis med inslag av lera.



Figur 19. Nordvästra delen av Delområde 3, foto taget mot sydväst. Olidebron över Bergkanalen syns i bildens vänstra del. (Foto: WSP)

Kanalkanterna längs Bergkanalen söder om Olidebron utgörs av berg vid kanalens västra sida och av gravitationsmur av natursten på berg vid kanalens östra sida, se Figur 20.



Figur 20. Bergkanalen söder om Olidebron. Foto taget mot söder. (Foto: WSP)

Vid Olidevägen finns ett lerområde med slänter mot Olidehålan i nordost och mot en ravin i sydost. I väster avgränsas lerområdet av högre liggande bergspartier. Lerdjupet i området är som mest ca 8 m. Leran är siltig och sand/siltkörtlar förekommer i upptagna prover. Leran har en tunghet mellan ca 15,5 och 19,0 kN/m³. Vattenkvoten och konflytgränsen varierar mellan ca 35 och 90 % respektive ca 25 och 75 %. Leran klassas som högsensitiv, dock inte som kvicklera. Den odränerade skjuvhållfastheten har utvärderats till 19 kPa i den övre delen lerlagret med en ökning mot djupet till som mest ca 35 kPa.

Figur 21 visar ravinen mellan Olidevägen och Åkersbergsvägen. Figur 22 visar Olidevägen med slänten mot Olidehålan till höger.



Figur 21. Ravin mellan Olidevägen (vänster) och Åkersbergsvägen (höger). Foto taget mot nordost. (Foto: WSP)



Figur 22. Olidevägen mot nordväst. (Foto: WSP)

I skogsområdet mellan Olidevägen och Göta älv, i läget för planerade nya slussar, utgörs jordlagerföljden generellt av berg i dagen eller ett relativt tunt jordtäckte ovan berg, se Figur 23 och Figur 24. Jorddjupet varierar

generellt mellan 0 och ca 2 m och jorden utgörs av mulljord ovan torrskorpelera, silt eller torv. I enstaka undersökta punkter har lera påträffats till ett djup av ca 4 m.



Figur 23. Skogsmark med ytligt berg i läge för nya slussar. (Foto: WSP)



Figur 24. Skogsmark i sluttning mot Göta älv i undersökningsområdets västra del. Foto taget mot väst. (Foto: WSP)

Vid Göta älv utgörs älvkanten av berg i dagen, se Figur 25.



Figur 25. Göta älv vid läget för anslutning till planerade nya slussar. Foto taget mot sydväst. (Foto: WSP)

4.3 Stabilitetsförhållanden

Stabiliteten i området har analyserats i totalt 8 sektioner.

Beräkningssektionerna är placerade i lägen där jordslänter förekommer vid befintliga och/eller framtida förhållanden enligt planerad byggnation.

Kanalmurar som utgörs av olika typer av stödkonstruktioner såsom stödmurar av betong eller gravitationsmurar av natursten grundlagda på berg behandlas inte i utförda släntstabilitetsberäkningar. Nedan beskrivs stabilitetsförhållandena för respektive delområde. Utförda stabilitetsberäkningar redovisas i sin helhet i Bilaga 2-Bilaga 6.

Stabilitetsberäkningar för planerade förhållanden är utförda med partialkoefficientmetoden. Tillståndsbedömning av befintliga slänter har utförts med totalsäkerhetsmetoden.

4.3.1 Delområde 1

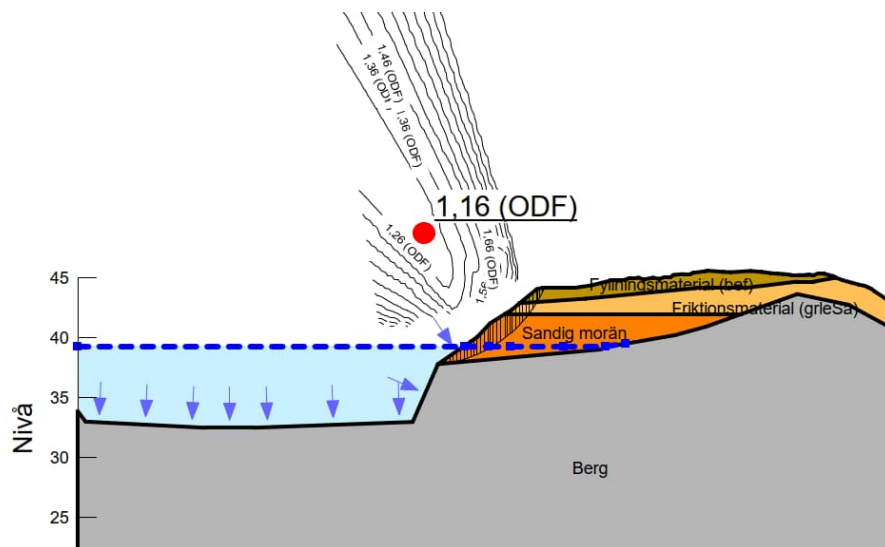
Inom delområde 1 finns befintliga jordslänter vid Bergkanalens västra sida på Kanalön. I övrigt utgörs kanalkanterna av berg eller gravitationsmurar på berg. Sektionsläge för stabilitetsanalys inom delområde 1 redovisas i Figur 26. Utförda stabilitetsberäkningar redovisas i Bilaga 3.



Figur 26. Sektionsläge för stabilitetsanalyser i delområde 1.

4.3.1.1 Befintliga förhållanden

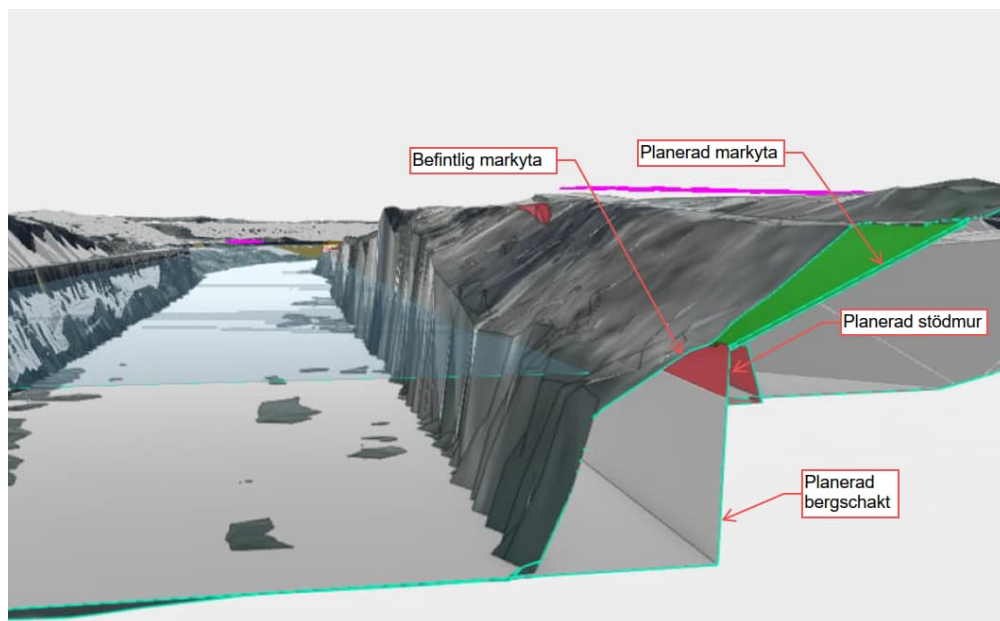
Slänten i den studerade sektionen utgörs av friktionsjord på berg där övergången mellan jord och berg ligger strax under vattenytan i kanalen. Stabiliteten har kontrollerats för befintliga förhållanden med vattennivå motsvarande lågvattenyta (LVY) samt för torrlagd kanal. Beräknad säkerhetsfaktor för befintliga förhållanden i den studerade sektionen är för båda fallen något lägre än gällande krav. Glidytorna med lägst säkerhetsfaktor är dock ytliga och området med otillfredsställande stabilitet har en mycket begränsad utbredning. Urklipp ur stabilitetsberäkning visas i Figur 27.



Figur 27. Urklipp ur stabilitetsberäkning för befintliga förhållanden vid Kanalön Sektion A.

4.3.1.2 Förutsättningar enligt ny detaljplan

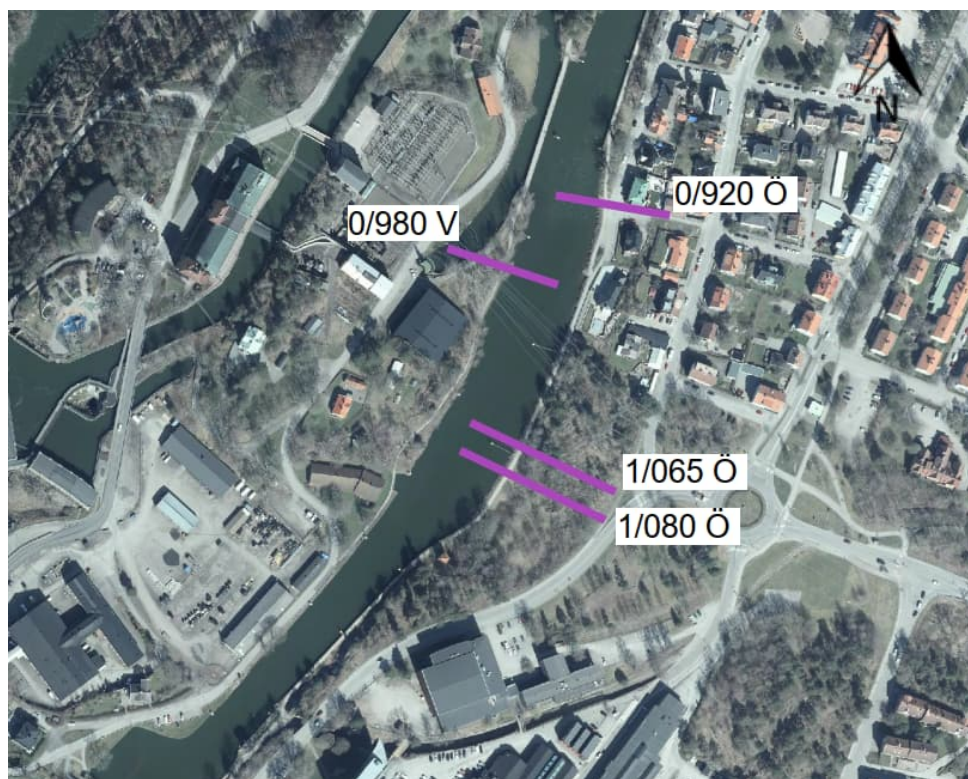
Planerade framtida förhållanden enligt ny detaljplan innebär att Bergkanalen breddas. Enligt planerad utformning kommer en stödmur anläggas på bergytan invid den nya kanalkanten, enligt principskiss i Figur 28. Utförd stabilitetsberäkning visar att stabiliteten för planerade förhållanden uppfyller gällande krav.



Figur 28. Planerad stödmur vid Kanalön. (Urklipp ur projektets samordningsmodell, vy mot sydväst.)

4.3.2 Delområde 2

Inom delområde 2 har stabilitetsanalyser utförts i 4 sektioner. Sektionslägen för stabilitetsanalyser redovisas i Figur 29. Sektionslägena är namngivna efter längdmätning för ny farled med startpunkt strax norr om Klaffbron. Stabiliteten har kontrollerats för befintliga förhållanden i samtliga sektioner och för framtida förhållanden enligt ny detaljplan i sektionerna 1/065Ö och 1/080Ö. I sektion 0/920Ö och 0/980V planeras stödkonstruktioner/kajmurar grundlagda på berg vilket innebär att frågan om släntstabilitet inte är aktuell för framtida förhållanden (se Figur 31 och Figur 31). Stabilitetsberäkningar har utförts med vattennivå motsvarande lågvattenyta (LVY) samt för torrlagd kanal. Utförda stabilitetsberäkningar redovisas i Bilaga 4, Bilaga 5 och Bilaga 6.



Figur 29. Sektionslägen för stabilitetsanalyser i delområde 2.

4.3.2.1 Befintliga förhållanden

Vid sektion 0/920Ö är stabiliteten tillfredsställande för befintliga förhållanden, både för fallet med vatten i kanalen och för torrlagd kanal.

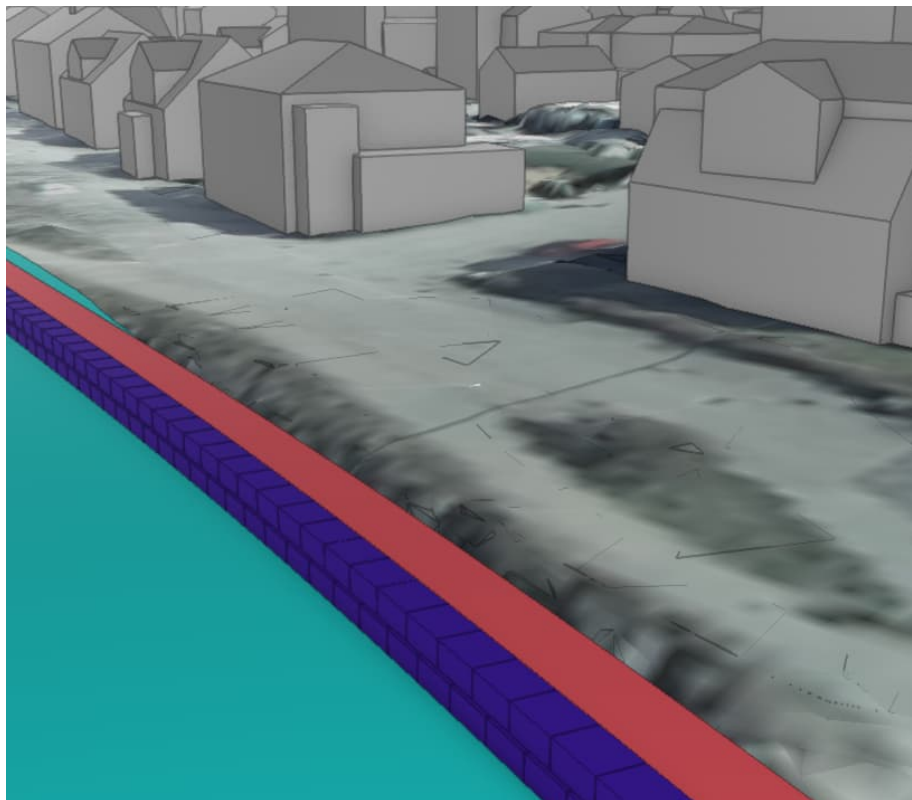
Vid sektion 0/980V visar utförda beräkningar på otillfredsställande stabilitet för befintliga förhållanden och beräknade säkerhetsfaktorer är betydligt lägre än de rekommenderade, både för fallet med vatten i kanalen och för torrlagd kanal. Dock finns osäkerheter kring beräkningsförutsättningarna, både vad gäller uppbyggnaden och

tjockleken av den glacismur som täcker jordslänten och den bakomliggande lerans hållfasthet.

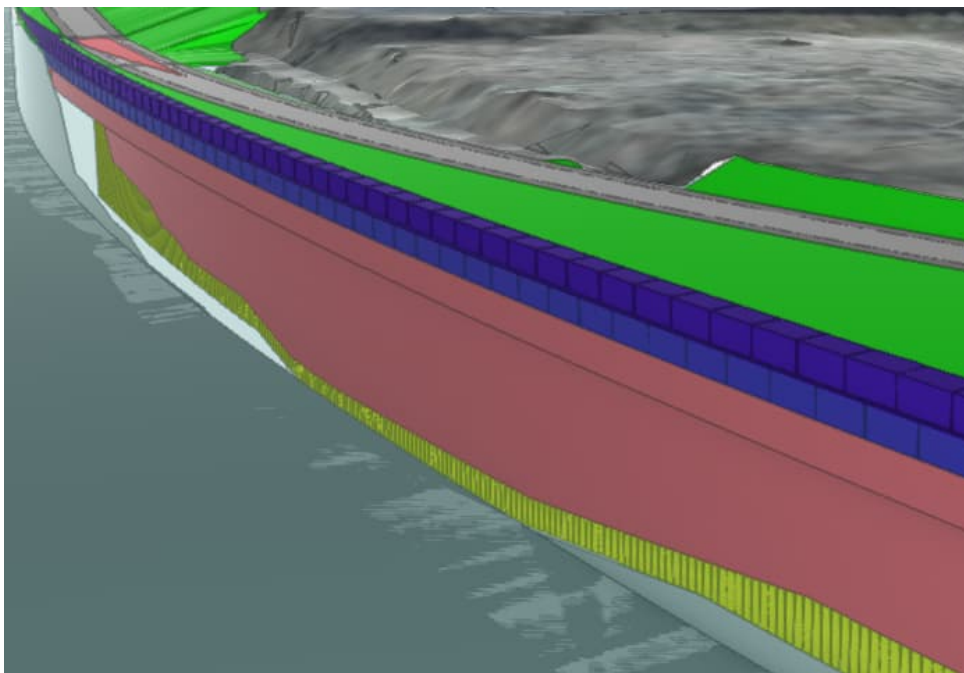
Även för sektion 1/065Ö och 1/080Ö visar utförda beräkningar att befintlig stabilitet är otillfredsställande för befintliga förhållanden. För fallet med torrlagd kanal är de beräknade säkerhetsfaktorerna betydligt lägre än de rekommenderade. Liksom vid sektion 0/980V finns osäkerheter i beräkningsmodellen, både gällande jordlagerföljden och lerans hållfasthet. Utförda stabilitetsberäkningar bygger på konservativa antaganden för de osäkra parametrarna.

4.3.2.2 Förutsättningar enligt ny detaljplan

Vid sektionerna 0/920Ö och 0/980V planeras framtida kanalkant utgöras av stödkonstruktioner/kajmurar som grundläggs på berg, se skisser i Figur 30 och Figur 31. Frågan om släntstabilitet är därför inte aktuell för framtida förhållanden för dessa sektioner.

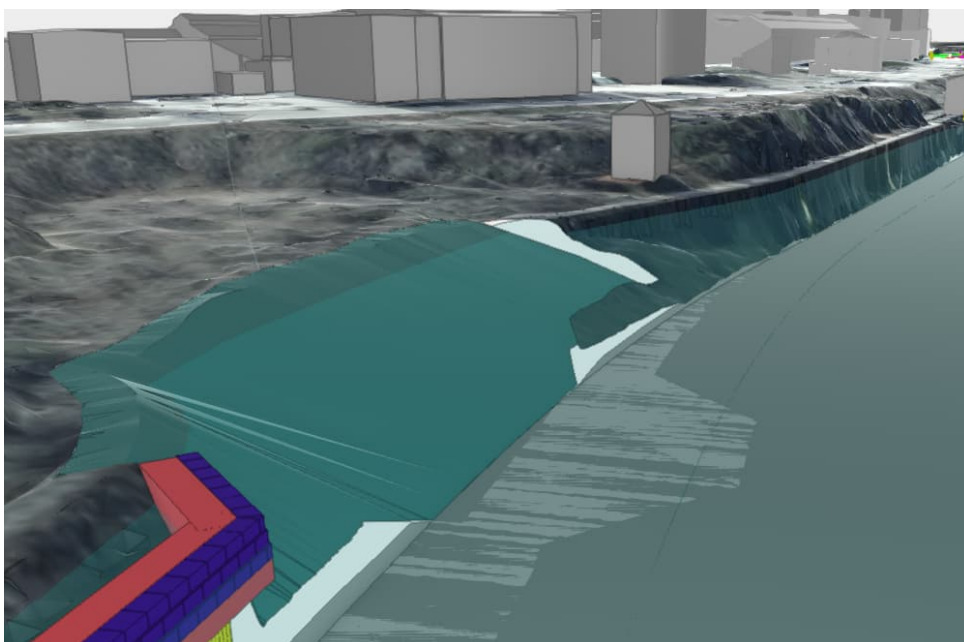


Figur 30. Planerad stödkonstruktion/kajmur vid sektion 0/920Ö. (Urklipp ur projektets samordningsmodell, vy mot nordost.)



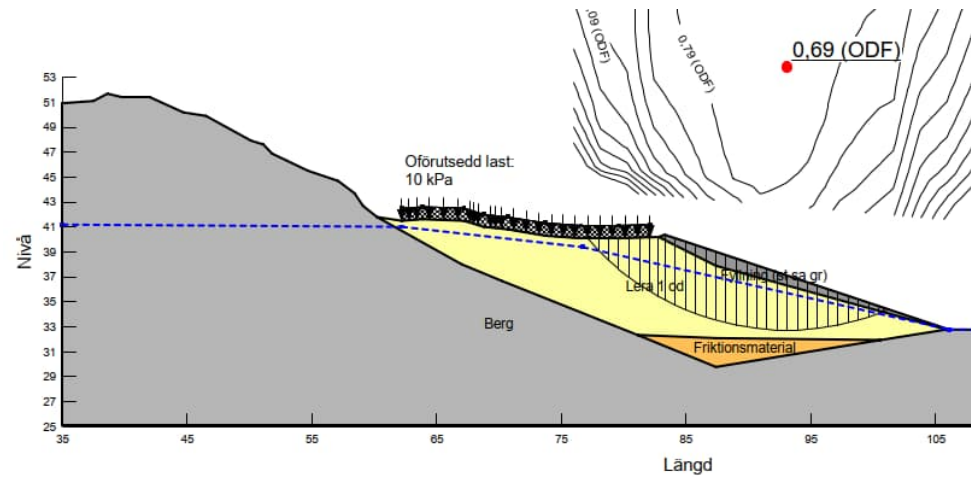
Figur 31. Planerad permanent stödkonstruktion vid läget för befintlig glacismur vid sektion 0/980. (Urklipp ur projektets samordningsmodell, vy mot sydväst.)

I slänten vid sektion 1/065Ö och 1/080Ö planeras Bergkanalen breddas och en ny jordslänth planeras anläggas. I Figur 32 visar planerad släntutformning.

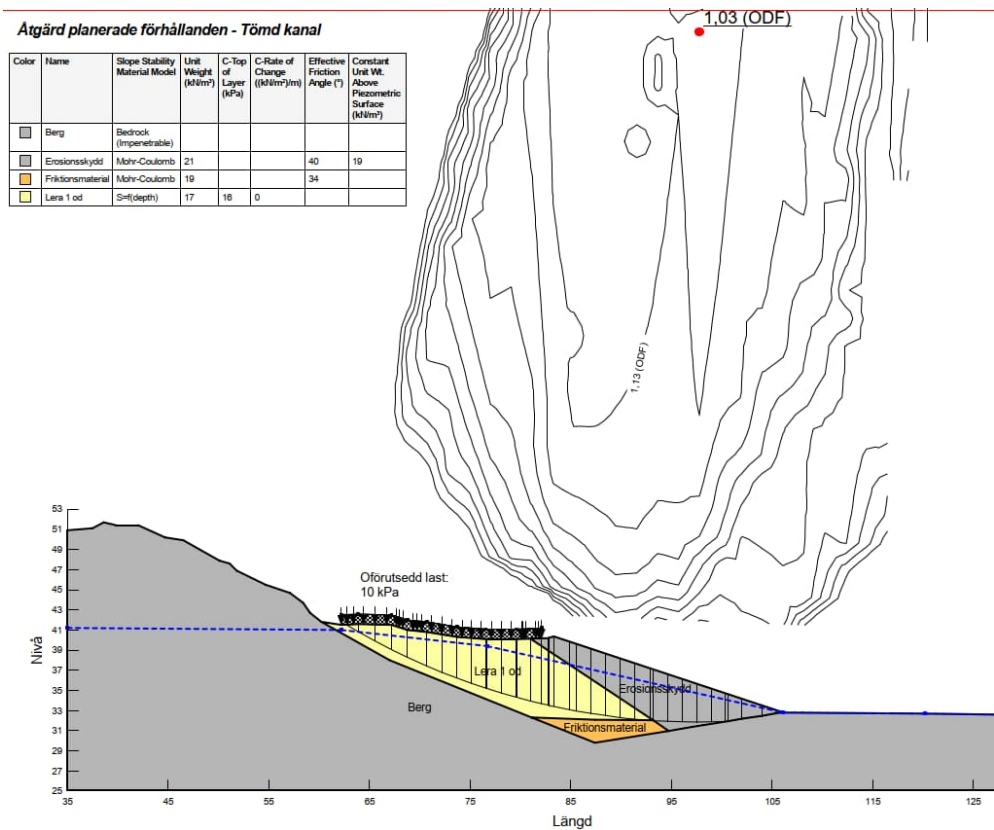


Figur 32. Planerad ny slänt längs Bergkanalens östra sida vid ca sektion 1/065 – 1/120. (Urklipp ur projektets samordningsmodell, vy mot söder.)

Utförda stabilitetsberäkningar visar att stabilitetshöjande åtgärder krävs för att erhålla tillfredsställande stabilitet för den planerade slänten. En möjlig åtgärd är att ersätta delar av leran med tung fyllning. Figur 33 och Figur 34 visar urklipp ur stabilitetsberäkningar med respektive utan stabilitetshöjande åtgärd.



Figur 33. Urklipp ur stabilitetsberäkning för planerad utformning i sektion 1/065, utan stabilitetshöjande åtgärd. Beräkningen är utförd med partialkoefficientmetoden.



Figur 34. Urklipp ur stabilitetsberäkning för planerad utformning i sektion 1/065, med stabilitetshöjande åtgärd. Beräkning utförd med partialkoefficientmetoden

4.3.3 Delområde 3

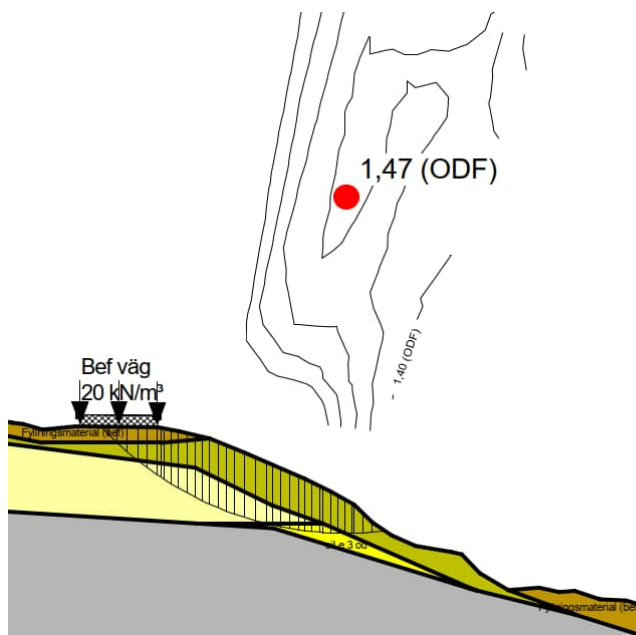
Inom delområde 3 har stabilitetsanalyser utförts i 3 sektioner längs Olidevägen vid slänten ner mot Olidehålan. Sektionslägen för stabilitetsanalyser redovisas i Figur 35. Utförda stabilitetsberäkningar redovisas i Bilaga 2.



Figur 35. Sektionslägen för stabilitetsanalyser i delområde 3.

4.3.3.1 Befintliga förhållanden

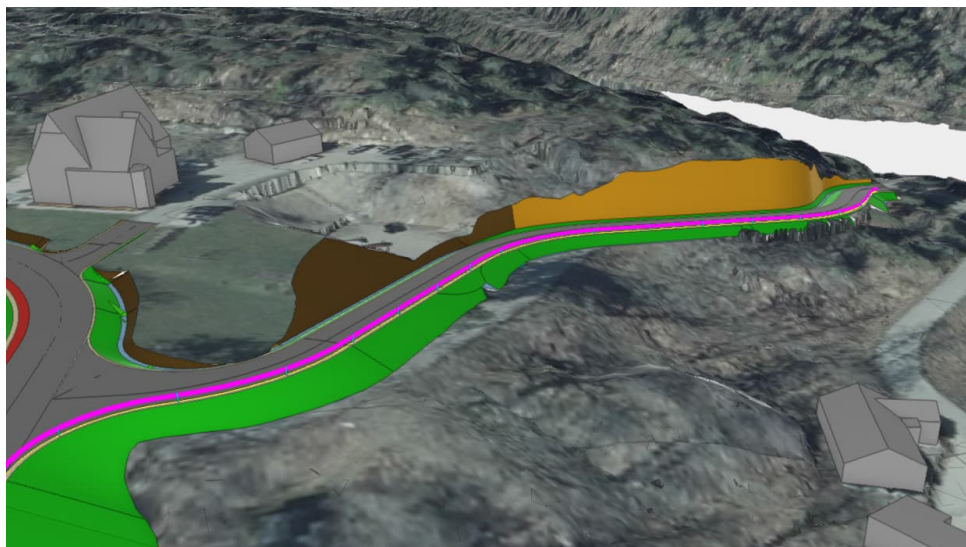
Beräknad säkerhetsfaktor mot stabilitetsbrott för befintliga förhållanden uppgår i Sektion A och Sektion J till $F_c=1,47$ vilket är något lägre än det ansatta kravet på $F_c>1,6$. Den beräknade säkerhetsfaktorn innebär dock inte att det föreligger hög sannolikhet för skred. Urklipp från stabilitetsberäkning för befintlig väg i Sektion A visas i Figur 36.



Figur 36. Urklipp ur stabilitetsberäkning för den befintliga Olidevägen, Sektion A. (Beräkning utförd med totalsäkerhetsmetoden, krav $F_c > 1,6$)

4.3.3.2 Förutsättningar enligt ny detaljplan

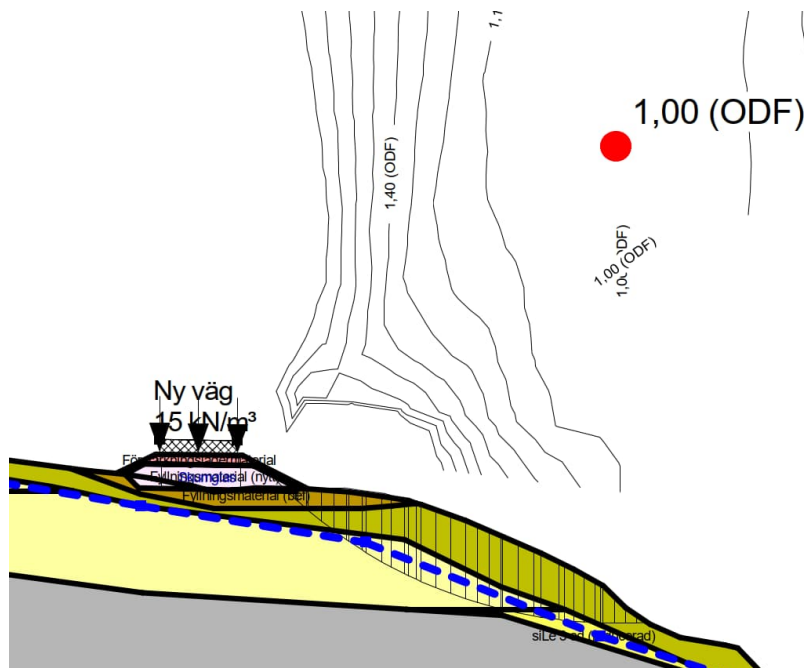
Planerade framtida förhållanden enligt ny detaljplan innebär att Olidevägen och Åkerbergsvägen byggs om för att anpassas mot planerad ny sluss. Olidevägen planeras flyttas mot sydväst och dess profil planeras höjas, se Figur 37.



Figur 37. Planerad utformning efter ombyggnad av Olidevägen. (Urklipp ur projektets samordningsmodell, vy mot sydväst.)

För att erhålla en tillfredsställande stabilitet för den nya vägen krävs geotekniska förstärkningsåtgärder. Exempel på möjlig förstärkningsåtgärd

är lättfyllning med skumglas i ny vägbank. Figur 38 visar urklipp ur stabilitetsberäkning för planerad ny utformning av vägen i Sektion A, med planerad förstärkningsåtgärd.



Figur 38. Urklipp ur stabilitetsberäkning för planerad ny utformning av Olidevägen, Sektion A. (Beräkning utförd med partialkoefficientmetoden, krav $F_{EN} > 1,0$).

4.4 Sättningsförhållanden

I dagsläget bedöms inga, eller mycket små, marksättningar pågå inom utredningsområdet. Bedömningen baseras på mätningar av markrörelser med satellitbaserad radar, kallad InSAR (Interferometrisk Syntetisk Apertur Radar). Mätningarna har erhållits från Rymdstyrelsens kartvisningstjänst (insar.rymdstyrelsen.se).

5 Hydrogeologiska förhållanden

5.1 Översiktliga hydrogeologiska förhållanden

Det storskaliga grundvattenflödet bedöms vara riktat från de högre liggande områdena öster om Bergkanalen ner mot Göta älv.

På en mer lokal skala påverkas flödesriktningen av topografi, skillnader i genomsläpplighet i jordlager och berg.

Det finns inga utpekade grundvattenmagasin eller grundvattenförekomster i området angivna i SGU:s kartvisare Grundvattenmagasin eller i VISS, Vatteninformationssystem Sverige. Det finns ingen allmän vattentäkt av grundvatten i området.

5.2 Delområdesbeskrivning hydrogeologiska förhållanden

I nedanstående kapitel ges en beskrivning av de hydrogeologiska förutsättningarna för olika delområden, uppdelat enligt samma indelning som redovisas i Figur 8.

5.2.1 Delområde 1

I delområde 1 saknas uppmätta grundvattennivåer. Grundvattenflödet österifrån bedöms vara riktat mot Bergkanalen. På västra sidan Bergkanalen är grundvattenflödet huvudsakligen riktat västerut ner mot Göta älv.

Grundvattenytan i delområdet bedöms luta ner mot Bergkanalen på östra sidan. På västra sidan följer grundvattenytan nivån i Bergkanalen och intagskanalerna till Olidans kraftverk.

5.2.2 Delområde 2

Även i delområde 2 bedöms grundvattenflödet österifrån vara riktat mot Bergkanalen och på västra sidan ner mot Göta älv.

Grundvattenytan i delområdet bedöms luta ner mot Bergkanalen på östra sidan. På västra sidan följer grundvattenytan nivån i Bergkanalen och intagskanalerna till Olidans kraftverk i den norra delen.

I den sydvästra delen ligger grundvattennivåerna i jordlagren något lägre, med uppmätta medelgrundvattennivåer kring ca +34,6 närmst dammen och ca +31,8 längre västerut jämfört med Bergkanalens nivå på ca +39.

Detta bedöms dels bero på att det i denna del finns en dammanläggning längs Bergkanalen, dels på att jordlagren väster om dammen är mer genomsläppliga än berget.

5.2.3 Delområde 3

I delområde 3 bedöms grundvattenflödet huvudsakligen vara riktat från höjdområdena vid Västergärdet ned mot Göta älv. Lokalt påverkas grundvattnets flödesriktning av skillnader i topografi.

I höjdområdet vid Olidan är uppmätta medelgrundvattennivåer i berg på mellan ca +41,4 till +42,5. Här bedöms flödesriktningen vara riktad huvudsakligen västerut mot dalgången mellan Västergärdet och Olidehålan, men kan även röra sig mot Bergkanalen i den nordöstra delen av delområde 3.

I dalgången mellan Västergärdet och Olidehålan ligger medelgrundvattennivån i berg på ca +32,7 till +36,2. I jordlagren ligger medelgrundvattennivån på ca +32,9. Från dalgången rör sig grundvatten huvudsakligen norrut mot Olidehålan, där Göta älv ligger på ca +7.

I höjdområdet väster om Västergärdet och Skogsvreten har medelgrundvattennivåer i berg på ca +44,2 till +44,9 uppmätts. Medelgrundvattennivåerna faller därefter av i området ner mot älven. Grundvattenflödet bedöms huvudsakligen vara riktat ner mot älven och till någon del österut mot dalgången mellan Västergärdet och Olidehålan. Baserat på uppmätta grundvattennivåer, där några mätpunkter uppvisar artesiska förhållanden med en grundvattennivå som befinner sig över markytan, bedöms det även finnas ett mindre grundvattenflöde riktat norrut, från de högsta delarna strax väster om Västergärdet mot en lågpunkt mellan Västergärdet och Skogsvreten.

6 Omgivningspåverkan

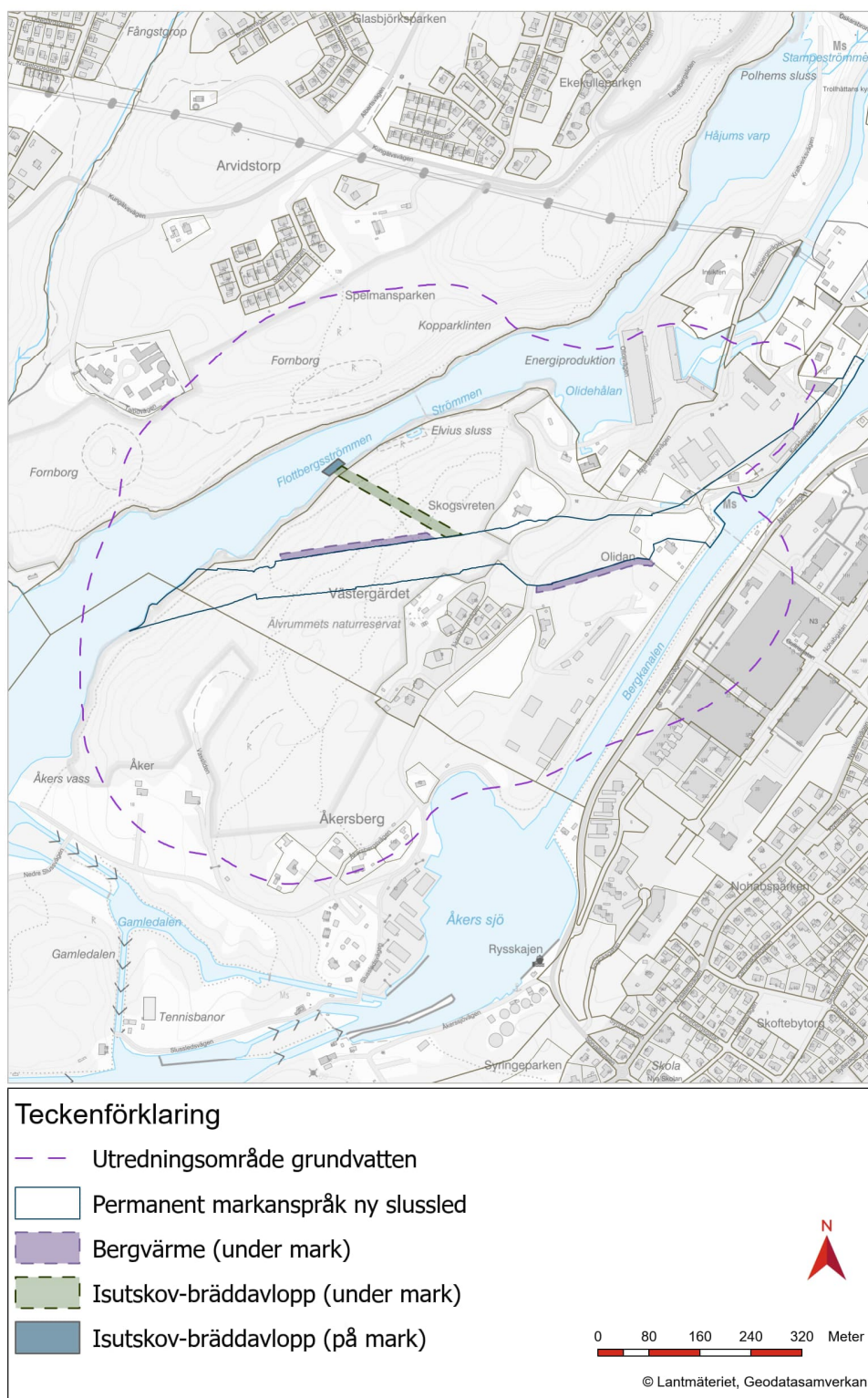
Faktorer som behöver beaktas avseende omgivningspåverkan under anläggningsskedet är huvudsakligen vibrationer vid sprängning, spontning och pålning samt tillfälliga grundvattensänkningar. Vibrationernas påverkan på omkringliggande byggnader och anläggningar behöver beaktas så att skador ej uppstår.

Vid arbetet med att bygga ny slussled, slussar och justerad farled kommer schakter att utföras under grundvattennivån, framför allt för slusskammare och slussportar. Även tunnel för isutskov-bräddavlopp kommer att utföras under grundvattennivån. De här arbetena innebär att grundvattennivån kommer att sänkas lokalt.

En första avgränsning av det område där grundvattennivån kan komma att sänkas benämns utredningsområde för grundvatten. Utredningsområdet omfattar större delen av landområdet mellan Bergkanalen i öster, Göta Älv i väster, Åker och Åkersberg i söder samt Olidan i norr, se Figur 39.

Grundvattensänkningen kan leda till sättningar i områden med jordlager som är känsliga för marksättningar, framför allt lera. Det finns då en risk för att skada kan uppstå på byggnader eller ledningar som är uppförda eller förlagda inom sådana områden. Risken för sättningar hos befintliga byggnader inom det aktuella området bedöms dock generellt vara liten eftersom de flesta byggnaderna är grundlagda på berg alternativt på fyllning på berg. För ledningar kan en viss risk förekomma.

Grundvattensänkning kan även påverka enskilda brunnar genom att den tillgängliga vattenpelaren minskar i brunnarna. I utförda inventeringar har det enbart påträffats borrhade brunnar inom utredningsområdet, huvudsakligen energibrunnar. Totaldjupet för energibrunnar är generellt större än 100 m, vilket gör att grundvattensänkningen inte riskerar att torrlägga brunnarna. Den tillgängliga vattenpelaren i brunnarna kan däremot minska, vilket gör att energiutbytet från brunnarna även minskar. Anläggningens påverkan på energibrunnarna kommer att beaktas.



Figur 39. Karta över det utredningsområde inom vilket grundvattennivån bedöms kunna påverkas.

7 Slutsatser och rekommendationer

Denna PM behandlar geotekniska säkerhetsfrågor för planförslaget, baserat på givet planändamål.

Slutsatser och rekommendationer redovisas nedan.

7.1 Stabilitet

Befintlig stabilitet har kontrollerats för förekommande jordslänter inom- och i anslutning till planområdet. För slänterna vid Olidevägen och vid Kanalön är beräknad säkerhet mot skred för befintliga förhållanden marginellt lägre än gällande krav. För slänterna vid sektion 0/980Ö och vid sektion 1/065 – 1/080 är beräknad säkerhet betydligt lägre än den rekommenderade. Dock finns osäkerheter i beräkningsförutsättningarna och utförda beräkningar är gjorda med konservativa antaganden för osäkra parametrar.

För framtida förhållanden kommer stabiliteten vara tillfredsställande inom planområdet. För slänten vid Kanalön visar utförd stabilitetsberäkning att stabiliteten är tillfredsställande för planerade förhållanden. Befintliga slänter vid sektion 0/920V och 0/980Ö kommer ersättas av stödkonstruktioner/kajmurar. Vid ombyggnad av Olidevägen och vid anläggande av ny slänt i sektion 1/065 – 1/080 för breddning av Bergkanalen kommer geotekniska förstärkningsåtgärder utföras för att uppfylla projekteringskraven med avseende på stabilitet enligt gällande regelverk (TRVINFRA-00230). Rekommenderade säkerhetsnivåer mot stabilitetsbrott kommer därmed att uppfyllas för givet planändamål.

7.2 Sättningar

Jorden inom planområdet bedöms generellt inte vara sättningskänslig. Undantaget är förekommande områden med lera inom vilka sättningar behöver beaktas vid projektering av nya vägar eller anläggningar. Risken för sättningar hos befintliga byggnader bedöms generellt vara liten eftersom de flesta byggnader i området är grundlagda på berg alternativt på fyllning på berg.

7.3 Grundläggning

Planerade anläggningar kommer generellt grundläggas direkt på berg.

7.4 Förslag till kompletterande undersökningar

Inga kompletterande geotekniska undersökningar bedöms krävas i fortsatt arbete med detaljplan. Inför detaljprojektering av geotekniska förstärkningsåtgärder rekommenderas att kompletterande undersökningar utförs för att bättre klargöra jordlagerförhållanden och lerans hållfasthet för att möjliggöra optimering av föreslagna lösningar.

Inför detaljprojektering av förstärkningsåtgärder, tätningsåtgärder och anläggningsdelar rekommenderas fortsatt mätning av grundvattennivåer för att utgöra underlag till kompletterande hydrogeologiska modelleringar för detaljprojekteringen.



Bilaga 1

Översikt geotekniska förhållanden

Översikt geotekniska förhållanden Delområde 1

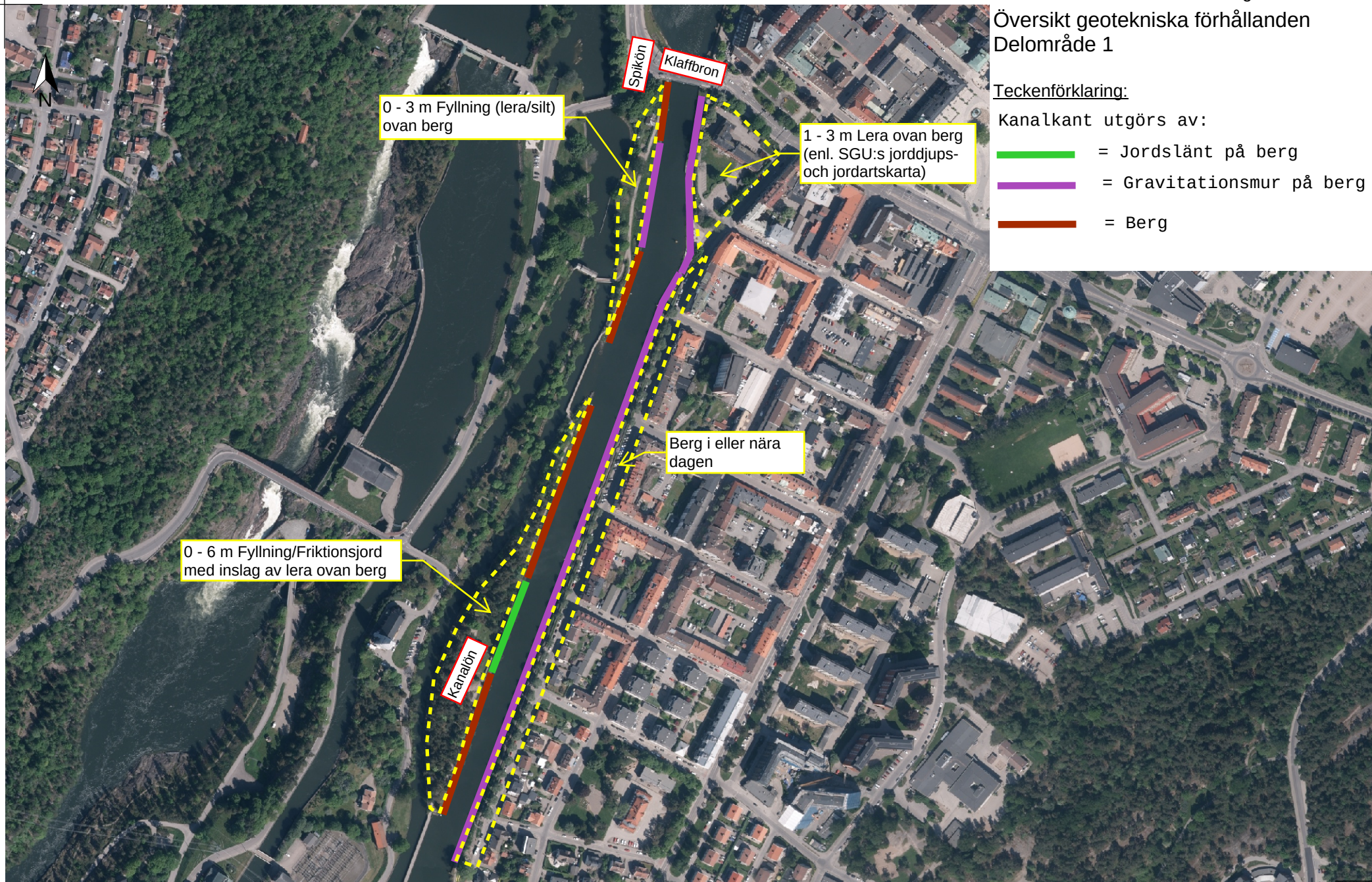
Teckenförklaring:

Kanalkant utgörs av:

- = Jordslänt på berg
- = Gravitationsmur på berg
- = Berg

N 6463618

E 340070



0 100 200 300 m

Skala 1:5 000, SWEREF 99 TM, RH 2000.

N 6462733

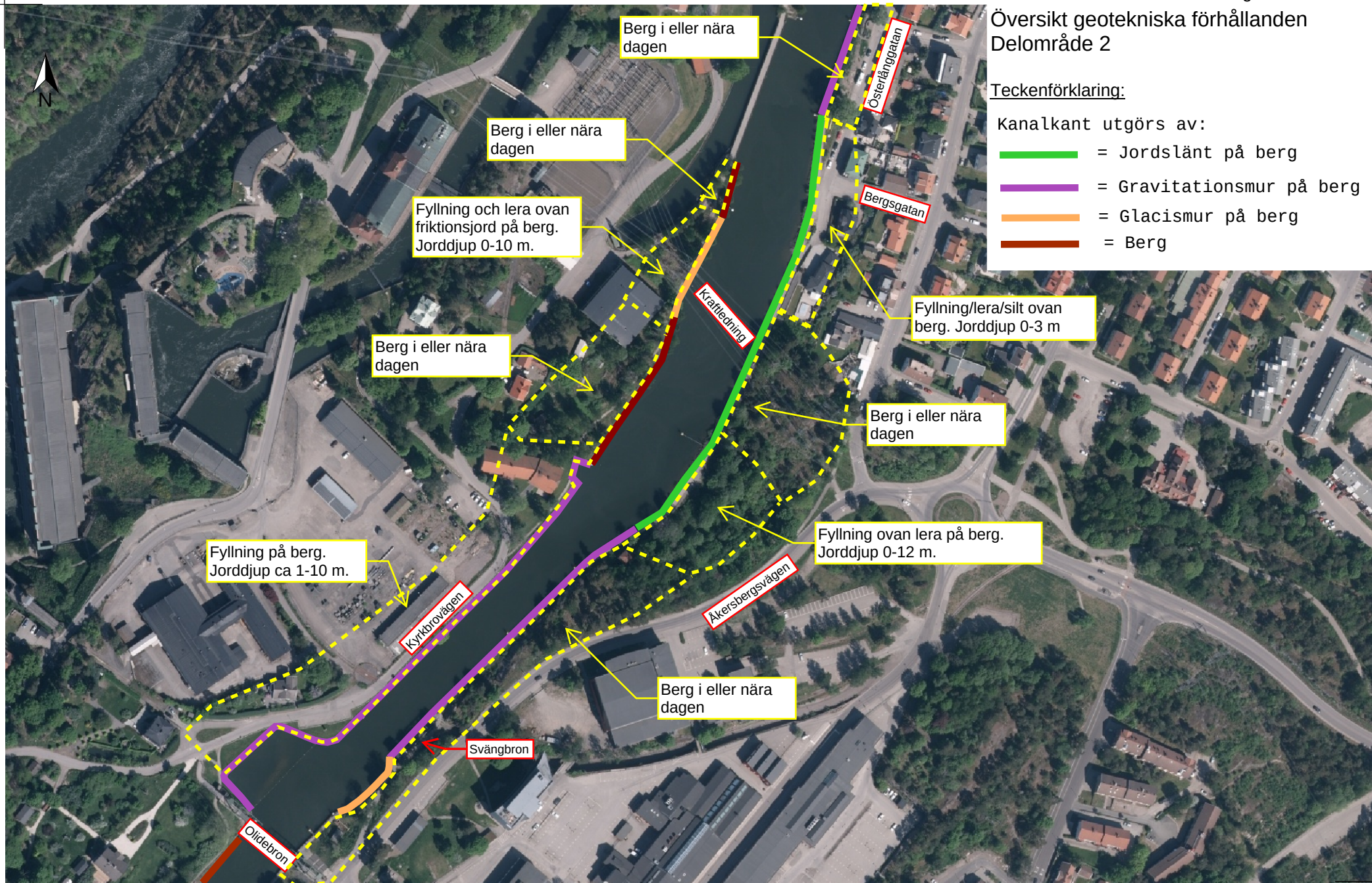
E 341450

Översikt geotekniska förhållanden Delområde 2

Teckenförklaring:

Kanalkant utgörs av:

- = Jordslänt på berg
- = Gravitationsmur på berg
- = Glacismur på berg
- = Berg



0 80 160 240 m

Skala 1:3 000, SWEREF 99 TM, RH 2000.

LANTMÄTERIET

N 6462281

E 340056

Översikt geotekniska förhållanden

Delområde 3

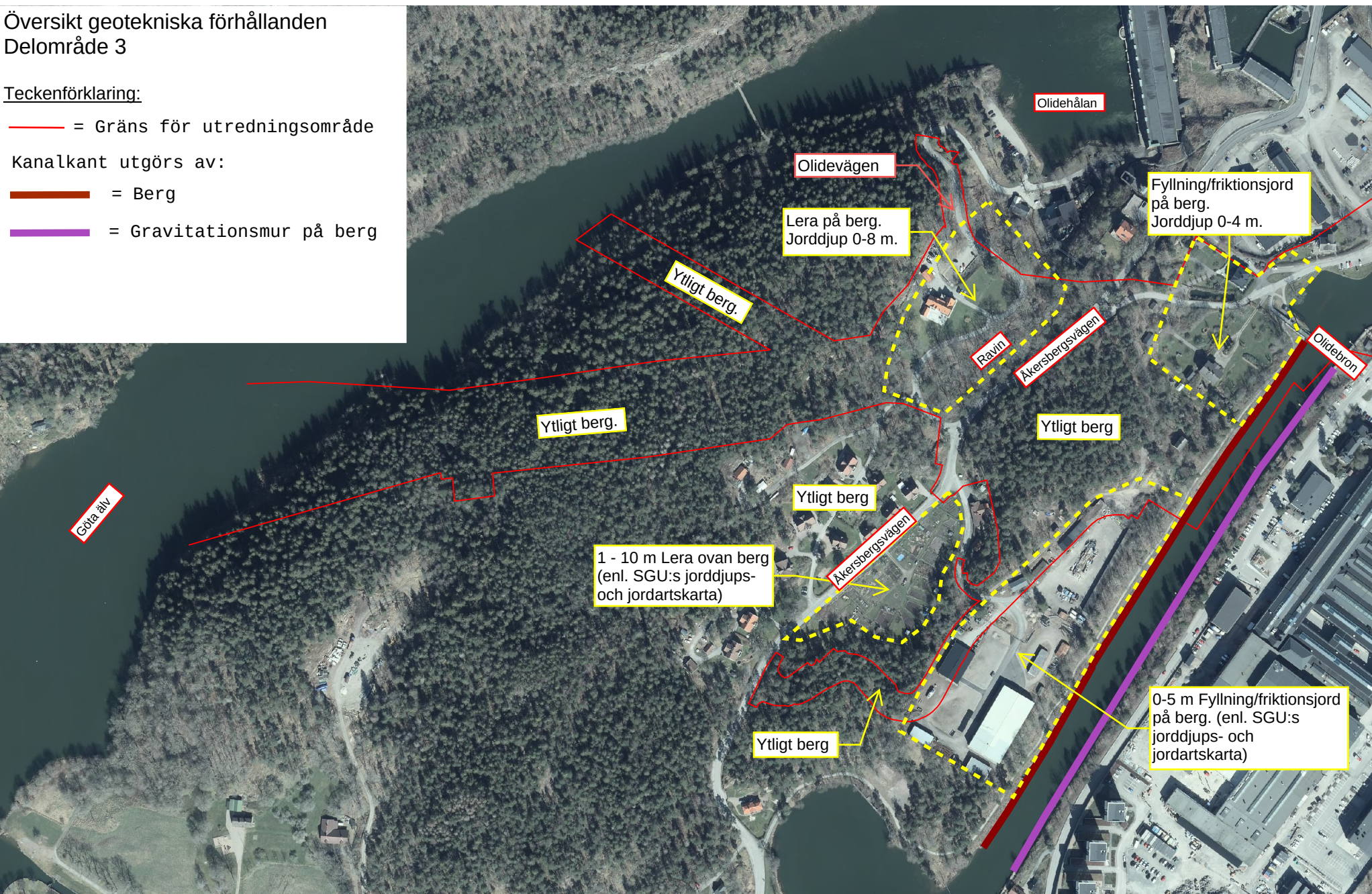
Teckenförklaring:

— = Gräns för utredningsområde

Kanalkant utgörs av:

 = Berg

 = Gravitationsmur på berg



Bilaga 2

Beräknings PM Stabilitet Oldevägen

Slussar i Trollhätte kanal

Anläggande av sluss i Trollhättans kommun,
Västra Götalands län

2025-04-15



Trafikverket

Postadress: Vikingsgatan 1, 411 01 Göteborg

E-post: trafikverket@trafikverket.se

Telefon: 0771-921 921, Texttelefon: 010-123 50 00

Konfidentialitetsnivå: 1 Ej känslig

Dokumenttitel: Beräknings-PM Stabilitet Olidevägen

Författare: Bergström, Filip

Dokumentdatum: 2025-04-15

Innehåll

1 Bakgrund och syfte	4
2 Beräkningsförutsättningar stabilitet	5
2.1 Allmänna förutsättningar	5
2.2 Säkerhetsklass och geoteknisk kategori	5
2.3 Beräkningssektioner	5
2.4 Erforderlig säkerhetsfaktor	6
2.5 Materialgenskaper	7
2.5.1 Valda värden	7
2.5.2 Reduktion av skjuvhållfasthet m.h.t sensitivitet	11
2.5.3 Partialkoefficienter	11
2.5.4 Omräkningsfaktor	12
2.6 Laster	13
2.7 Grundvattennivå och portryck	13
3 Resultat stabilitetsberäkningar	14
3.1 Befintliga förhållanden	14
3.2 Planerade förhållanden	14

Bilagor

Benämning	Beskrivning	Sidor	Rev
Bilaga 2A	Stabilitetsberäkningar Olidevägen	16	

1 Bakgrund och syfte

I samband med anläggande av nya slussar i Trollhättan planeras den övre delen av Olidevägen och dess anslutning till Åkersbergsvägen byggas om för att anpassas till de nya slussarnas läge. Denna PM syftar till att redovisa beräkningsförutsättningar och beräkningsresultat för utförda stabilitetsanalyser för detaljplan.

2 Beräkningsförutsättningar stabilitet

2.1 Allmänna förutsättningar

Stabiliteten har kontrollerats för befintliga förhållanden och för planerade förhållanden, med och utan förstärkningsåtgärder.

Stabilitetsberäkningar har utförts med partialkoefficientmetoden i odränerad och i kombinerad analys för planerade förhållanden. Vid tillståndsbedömning av befintliga förhållanden har totalsäkerhetsmetoden använts. För beräkningarna har programvaran Geostudio 2023.1.0 – Slope/W version 23.1.0.520 och analysmetoden Morgenstern-Price använts. I beräkningsprogrammet ansätts valda värden för materialegenskaper. Beräkning av dimensionerande värden utifrån partialkoefficienter och omräkningsfaktorer görs i beräkningsprogrammet.

2.2 Säkerhetsklass och geoteknisk kategori

Mot bakgrund av att ett eventuellt stabilitetsbrott längs den aktuella vägsträckan inte berör slussanläggningen och inte heller omfattar kvicklera tillämpas Säkerhetsklass 2 (SK2) vid dimensioneringen.

Aktuella åtgärder bedöms hänföras geoteknisk kategori 2 (GK2).

2.3 Beräkningssektioner

Stabilitetsberäkningar har utförts i 3 st sektioner. Sektionernas lägen framgår av Figur 1.



Figur 1. Beräkningssektioner för stabilitetsberäkningar.

2.4 Erforderlig säkerhetsfaktor

I enlighet med ”PM Projekteringsförutsättningar Geoteknik” dokument nr. S.14+TK.A.A00-AAB.T.001 gäller säkerhetsfaktorer enligt TRVINFRA-00230. För säkerhetsklass 2 är erforderlig säkerhetsfaktor vid beräkning med partialkoefficientmetoden $F_{EN} \geq 1,0$.

Vid kontroll av befintliga förhållanden väljs erforderlig säkerhetsfaktor för totalsäkerhetsanalys enligt IEG Rapport 4:2010. Val av erforderlig säkerhetsfaktor har gjorts med ledning av IEG Rapport 4:2010, se Figur 2.

Tabell Val av rekommenderad säkerhetsfaktor

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

Figur 2. Rekommenderade säkerhetsfaktorer enligt IEG rapport 4:2010.

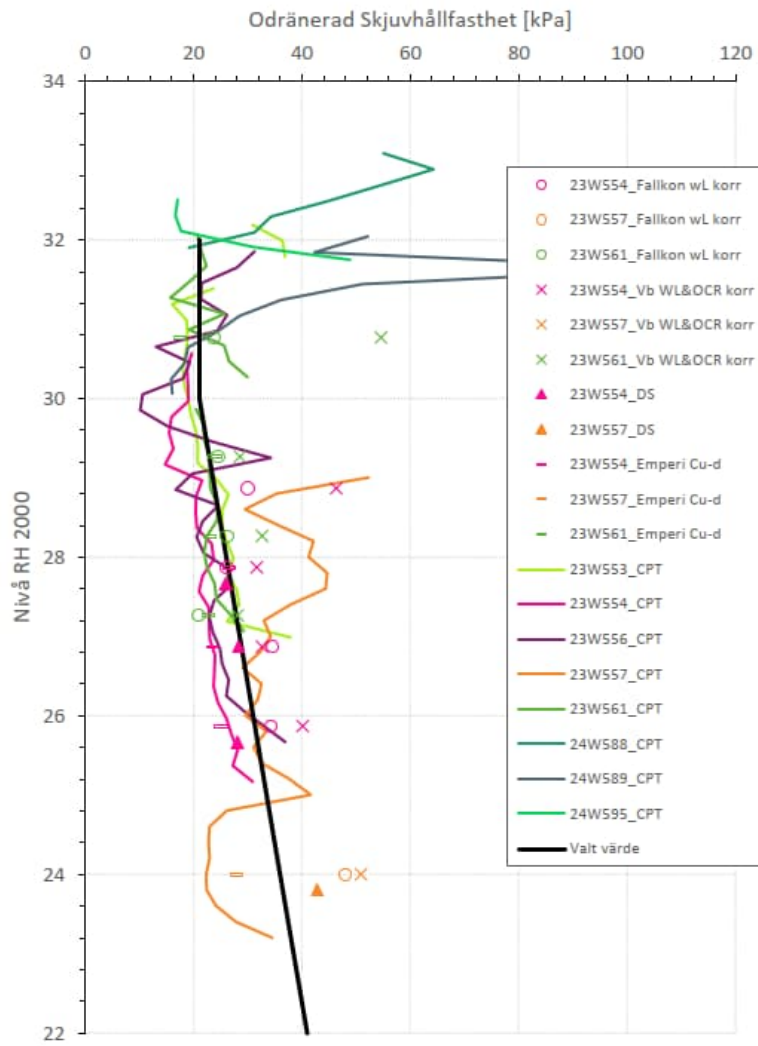
Eftersom utförda fältundersökningar bedöms motsvara Detaljerad utredningsnivå och stabilitetskontrollen avser Befintlig bebyggelse och anläggning kan slänten klassas som tillfredställande stabil om säkerhetsfaktorn mot skred i odränerad analys är större än 1,7–1,5 ($F_c > 1,7 - 1,5$), samtidigt som säkerhetsfaktorn mot skred i kombinerad analys är större än 1,5 - 1,3 ($F_{komb} > 1,5 - 1,3$).

Efter sammanvägning av gynnsamma och ogynnsamma faktorer enligt IEG Rapport 4:2010 kap. 4.5.2 har erforderlig säkerhetsfaktor ansatts till $F_c > 1,6$ och $F_{komb} > 1,4$.

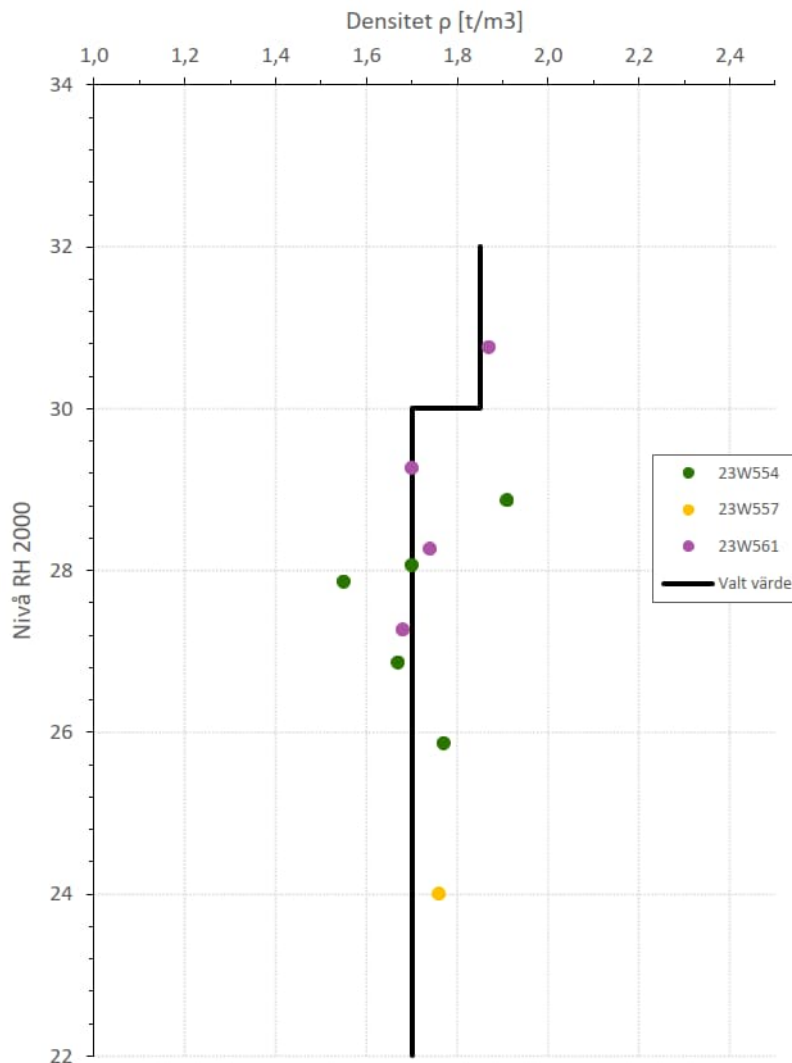
2.5 Materialgenskaper

2.5.1 Valda värden

Grafer med resultat från fält- och laboratorieundersökningar med valt värde för respektive jordparameter är sammanställt i Figur 3 och Figur 4. För jordegenskaper som ej erhållits från fält- och laboratorieundersökningar har värden valts utifrån rekommendationer i TRVINFRA-00230 Bilaga A.



Figur 3. Valt värde för odränerad skjuvhållfasthet.



Figur 4. Valt värde för densitet/tunghet.

Sammanställning av valda värden för hållfasthet och tunghet i kohesionsjord redovisas i Tabell 1. Valda värden för hållfasthet och tunghet för friktionsmaterial och lättfyllning redovisas i Tabell 2. Valda värden har generellt utvärderats mot nivå. I den branta delen av slänten, under- och norr om Olidevägen, på nivåer under den lägsta provtagningsnivå, har dock lerans skjuvhållfasthet modellerats med en ökning mot djup i stället för mot nivå. På detta sätt erhålls en odränerad skjuvhållfasthet som bedöms rimlig m.h.t rådande effektivspänningsnivåer.

Tabell 1. Valda värden för tunghet och hållfasthet i kohesionsjord.

Jordlager	Egenskap	Valda värden
Lera 1 Nivå $z > +30$	Tunghet	$\gamma = 18,5 \text{ kN/m}^3$
	Hållfasthet	$c_u = 21 \text{ kPa}$, $c' = 0,1 \cdot C_u$, $\varphi' = 30^\circ$
Lera 2 Nivå $+30 > z > +22$	Tunghet	$\gamma = 17 \text{ kN/m}^3$
	Hållfasthet	$c_u = 21 + 2,5 \cdot z \text{ kPa}$, $c' = 0,1 \cdot C_u$, $\varphi' = 30^\circ$
Lera 3 Nivå $z < +22$	Tunghet	$\gamma = 17 \text{ kN/m}^3$
	Hållfasthet	$c_u = 41 \text{ kPa}$, $c' = 0,1 \cdot C_u$, $\varphi' = 30^\circ$
Lera 3 (djuprelaterad) Nivå $z < +23$	Tunghet	$\gamma = 17 \text{ kN/m}^3$
	Hållfasthet	$c_u = 38,5 \text{ kPa} + 1,65 \cdot z \text{ kPa/m}$, $c' = 0,1 \cdot C_u$, $\varphi' = 30^\circ$

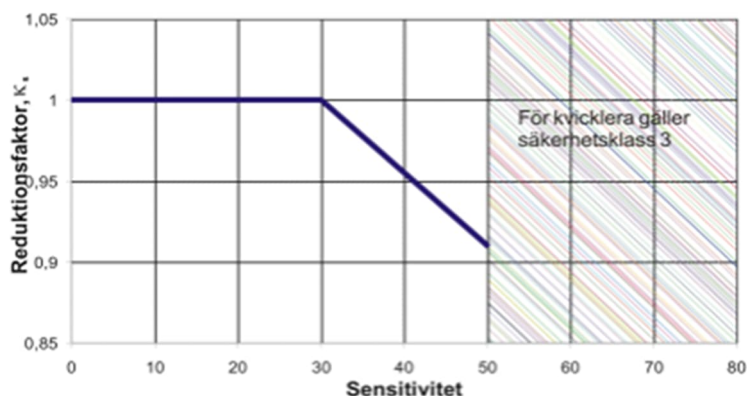
Tabell 2. Valda värden för hållfasthet och tunghet för friktionsmaterial och lättfyllning.

Jordlager	Egenskap	Valda värden
Befintlig fyllning (grSi/grSa)	Tunghet	$\gamma = 18 \text{ kN/m}^3$ $\gamma_m = 20 \text{ kN/m}^3$
	Hållfasthet	$\varphi' = 35^\circ$
Ny fyllning (sprängsten)	Tunghet	$\gamma = 18 \text{ kN/m}^3$ $\gamma_m = 21 \text{ kN/m}^3$
	Hållfasthet	$\varphi' = 45^\circ$
Förstärkningslagermaterial	Tunghet	$\gamma = 22 \text{ kN/m}^3$ $\gamma_m = -$
	Hållfasthet	$\varphi' = 45^\circ$
Torrskorpelera/Torrskorpesilt	Tunghet	$\gamma = 19 \text{ kN/m}^3$
	Hållfasthet	$c_u = 30 \text{ kPa}$, $c' = 0,1 \cdot C_u$, $\varphi' = 30^\circ$
Friktionsjord (saGr/grSa)	Tunghet	$\gamma = 18 \text{ kN/m}^3$ $\gamma_m = 20 \text{ kN/m}^3$
	Hållfasthet	$\varphi' = 35^\circ$
Lättfyllning (skumglas)	Tunghet	$\gamma = 4 \text{ kN/m}^3$ $\gamma_m = 11 \text{ kN/m}^3$
	Hållfasthet	$\varphi' = 42^\circ$

2.5.2 Reduktion av skjuvhållfasthet m.h.t sensitivitet

Leran inom området klassas som högsensitiv under nivå +30.

Skjuvhållfastheten för Lera 2 och Lera 3 har därför reducerats med faktorn κ_s i enlighet med TRVINFRA 00230, kap. 7.1.2.1., se Figur 5.



Figur 5. Reduktionsfaktor för skjuvhållfasthet i säkerhetsklass 2 m.h.t sensitivitet, enligt TRVINFRA 00230.

Lerans sensitivitet är ca 50, vilket ger en reduktionsfaktor $\kappa_s=0,91$.

Reducerad skjuvhållfasthet redovisas i Tabell 3.

Tabell 3. Skjuvhållfasthet för lera efter reduktion m.h.t sensitivitet.

Jordlager	Egenskap	Valda värden
Lera 2 Nivå +30 > z > +22	Hållfasthet	$c_u = 19,1 + 2,28 \cdot z$ kPa, $c' = 0,1 \cdot C_u$
Lera 3 Nivå z < +22	Hållfasthet	$c_u = 37,3$ kPa, $c' = 0,1 \cdot C_u$
Lera 3 (djuprelaterad) Nivå z < +23	Hållfasthet	$c_u = 35 \text{ kPa} + 1,5 \text{ kPa/m}$, $c' = 0,1 \cdot C_u$

2.5.3 Partialkoefficienter

Vid stabilitetsberäkningar med partialkoefficientmetoden bestäms relevanta dimensionerande parametervärden enligt IEG 6:2008 "Slänter och bankar" där:

Dimensionerande värden, $X_d = \frac{1}{\gamma_m} \cdot X_k$

Karakteristiska värden, $X_k = \eta \cdot \bar{X}$

Där

γ_m = fast partialkoefficient

η = omräkningsfaktor

$\bar{X}$ = valt värde från sammanställning av härledda värden

Partialkoefficienter för aktuella jordparametrar enligt TRVINFRA-00230 redovisas i Tabell 4.

Tabell 4. Partialkoefficienter för jordparametrar enligt TRVINFRA-00230

Jordparameter	Partialkoefficienter
Tunghet, γ_k	$\gamma_\gamma = 1,0$
Odränerad skjuvhållfasthet, c_{uk}	$\gamma_{cu} = 1,5$
Dränerad skjuvhållfasthet, c'_k	$\gamma_{c'} = 1,3$
Inre friktionsvinkel, ϕ'_k	$\gamma_\phi = 1,3$

2.5.4 Omräkningsfaktor

Val av η -faktorer utförs enligt IEG 6:2008. Omräkningsfaktorn, η_{tot} , för lerans odränerade skjuvhållfasthet beräknas som produkten av samtliga delfaktorer. För material där egenskaperna är ansatta enligt tabellvärde och inte mot bakgrund av en fältundersökning, sätts omräkningsfaktorn lika med 1,0.

För lera i det aktuella området sätts omräkningsfaktorn till **$\eta_{tot}=1,0$** . Sammanställning av delfaktorer redovisas i Tabell 5.

Tabell 5. Delfaktorer för omräkningsfaktorn η .

Delfaktorer	Valt värde
$\eta_{1,2}$	1,0
η_3	1,1
$\eta_{4,5,6,7}$	0,9
η_8	1,0
η_{tot}	1,0

- $\eta_{1,2}$ behandlar jordens naturliga spridning och antalet oberoende undersökningspunkter. "Normalsvensk lera" och >5 oberoende undersökningspunkter ger $\eta_{1,2}=1,0$.
- η_3 tar hänsyn till osäkerheter vid bestämning av jordens egenskaper. Direkta skjuvförsök bekräftar resultat från andra undersökningar samt empiri, därav väljs $\eta_3=1,1$.
- $\eta_{4,5,6,7}$ beaktar konsekvens av brott samt storlek på glidyta. Då brottytorna är relativt små och jorden längs brottytan inte utgörs av homogen lera väljs $\eta_{4,5,6,7}=0,9$.
- η_8 sätts för dimensionering av bankar och slänter till 1,0.

2.6 Laster

Trafiklast för väg har valts i enlighet med TRVINFRA-00230 till 15 kN/m² vid beräkning med partialkoefficientmetoden och 20 kN/m² vid beräkning med totalsäkerhet. Dimensionerande last beräknas i enlighet med kapitel 4.3.1.1 IEG rapport 6:2008, ekvation 4.1b. Vid kombinerad analys ansätts ingen trafiklast i fallet med lågpermeabla jordar.

2.7 Grundvattennivå och portryck

Porvattentrycket i leran antas öka hydrostatiskt med en nolltrycksnivå vid torrskorpelerans underkant.

3 Resultat stabilitetsberäkningar

3.1 Befintliga förhållanden

Sammanställning av resultat från utförda stabilitetsberäkningar för befintliga förhållanden redovisas i Tabell 6. Stabilitetsberäkningarna är utförda med totalsäkerhetsmetoden.

Tabell 6. Resultat från stabilitetsberäkningar för befintliga förhållanden.

Beräknings ID	Beskrivning	Säkerhetsfaktor		
		Odr.	Komb.	$F_{\text{komb}} \geq 1,40$ $F_c \geq 1,60$
Sektion A [0]	Befintliga förhållanden	1,47	1,50	Ej OK
Sektion B [1]	Befintliga förhållanden	1,63	1,60	OK
Sektion J [0]	Befintliga förhållanden	1,47	1,41	Ej OK

3.2 Planerade förhållanden

Sammanställning av resultat från utförda stabilitetsberäkningar för planerade förhållanden redovisas i Tabell 7. Stabilitetsberäkningarna är utförda med partialkoefficientmetoden.

Tabell 7. Resultat från stabilitetsberäkningar för planerade förhållanden.

Beräknings ID	Beskrivning	Säkerhetsfaktor		
		Odr.	Komb.	$F_{EN} \geq 1,0$
Sektion A [2]	Planerad väg, utan förstärkningsåtgärd	0,90	0,95	Ej OK
Sektion A [3]	Planerad väg, med förstärkningsåtgärd (lättfyllning)	1,00	1,00	OK
Sektion B [3]	Planerad väg, utan förstärkningsåtgärd	1,19	1,28	OK
Sektion J [2]	Planerad väg, utan förstärkningsåtgärd	0,96	0,98	Ej OK
Sektion J [3]	Planerad väg, med förstärkningsåtgärd (lättfyllning)	1,00	1,00	OK



Bilaga 2A

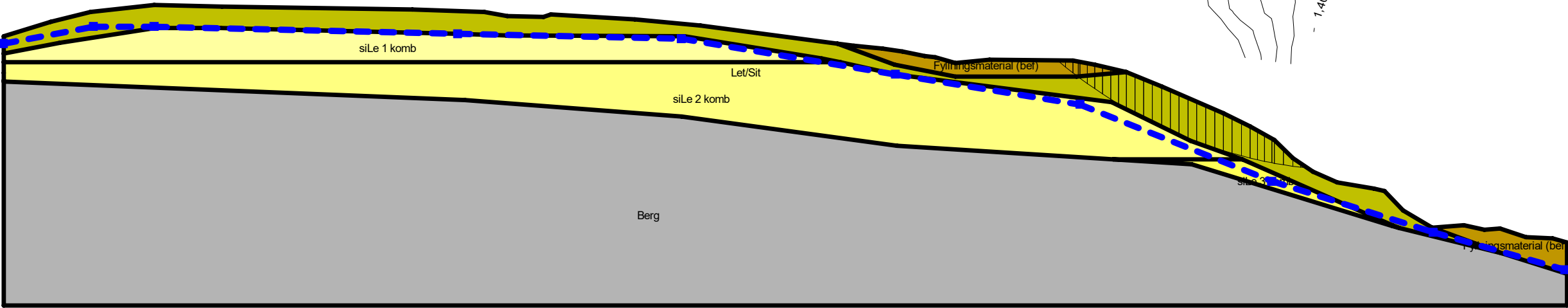
Stabilitetsberäkningar Olidevägen

F=1,50

Partialkoefficienter:

Permanenta yt- och punktlaster
γA: Favorable = 1, Unfavorable = 1
Variabla yt- och punktlaster
γA: Favorable = 0, Unfavorable = 1
Egenvikt av jord
γA: Favorable = 1, Unfavorable = 1
Dränerad hållfasthet
γM=1
Odränerad hållfasthet
γM=1

Color	Name	Slope Stability Material Model	Unit Weight (kN/m³)	Effective Cohesion (kPa)	Effective Friction Angle (°)	C-Datum (kPa)	C-Top of Layer (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m²)/m)	Cu-Datum (kPa)	Cu-Top of Layer (kPa)	Cu-Rate of Change ((kN/m²)/m)	C/Cu Ratio	Datum (Elevation) (m)	Constant Unit Wt. Above Piezometric Surface (kN/m²)
	Berg	Bedrock (Impenetrable)												
	Fyllningsmaterial (bef)	Mohr-Coulomb	20	0	35									18
	Let/Sit	Combined, S=f(depth)	19		30		0	0		30	0	0,1		
	siLe 1 komb	Combined, S=f(depth)	18,5		30		0	0		21	0	0,1		
	siLe 2 komb	Combined, S=f(datum)	17		30	0		0	21		2,5	0,1	30	
	siLe 3 komb	Combined, S=f(depth)	17		30		0	0		41	0	0,1		

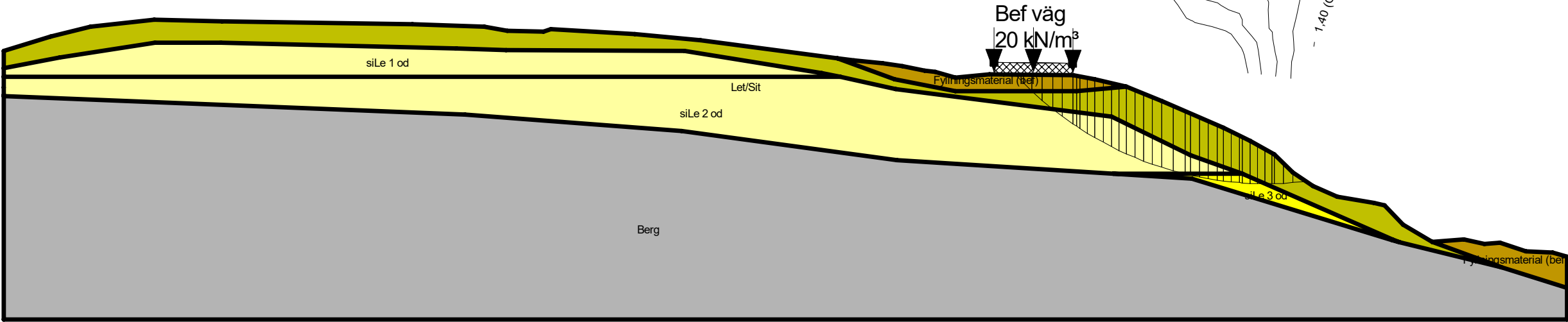


F=1,47

Partialkoefficienter:

Permanenta yt- och punktlaster
γA: Favorable = 1, Unfavorable = 1
Variabla yt- och punktlaster
γA: Favorable = 0, Unfavorable = 1
Egenvikt av jord
γA: Favorable = 1, Unfavorable = 1
Dränerad hållfasthet
γM=1
Odränerad hållfasthet
γM=1

Color	Name	Slope Stability Material Model	Unit Weight (kN/m³)	C-Datum (kPa)	Effective Cohesion (kPa)	Effective Friction Angle (°)	C-Top of Layer (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m²)/m)	C-Maximum (kPa)	Datum (Elevation) (m)	Cu-Top of Layer (kPa)	Cu-Rate of Change ((kN/m²)/m)	C/Cu Ratio	Constant Unit Wt. Above Piezometric Surface (kN/m²)
	Berg	Bedrock (Impenetrable)												
	Fyllningsmaterial (bef)	Mohr-Coulomb	20		0	35								18
	Let/Sit	Combined, S=f(depth)	19			30	0	0			30	0	0,1	
	siLe 1 od	S=f(depth)	18,5				21	0	0					
	siLe 2 od	S=f(datum)	17	21				2,5	0	30				
	siLe 3 od	S=f(depth)	17				41	0	0					

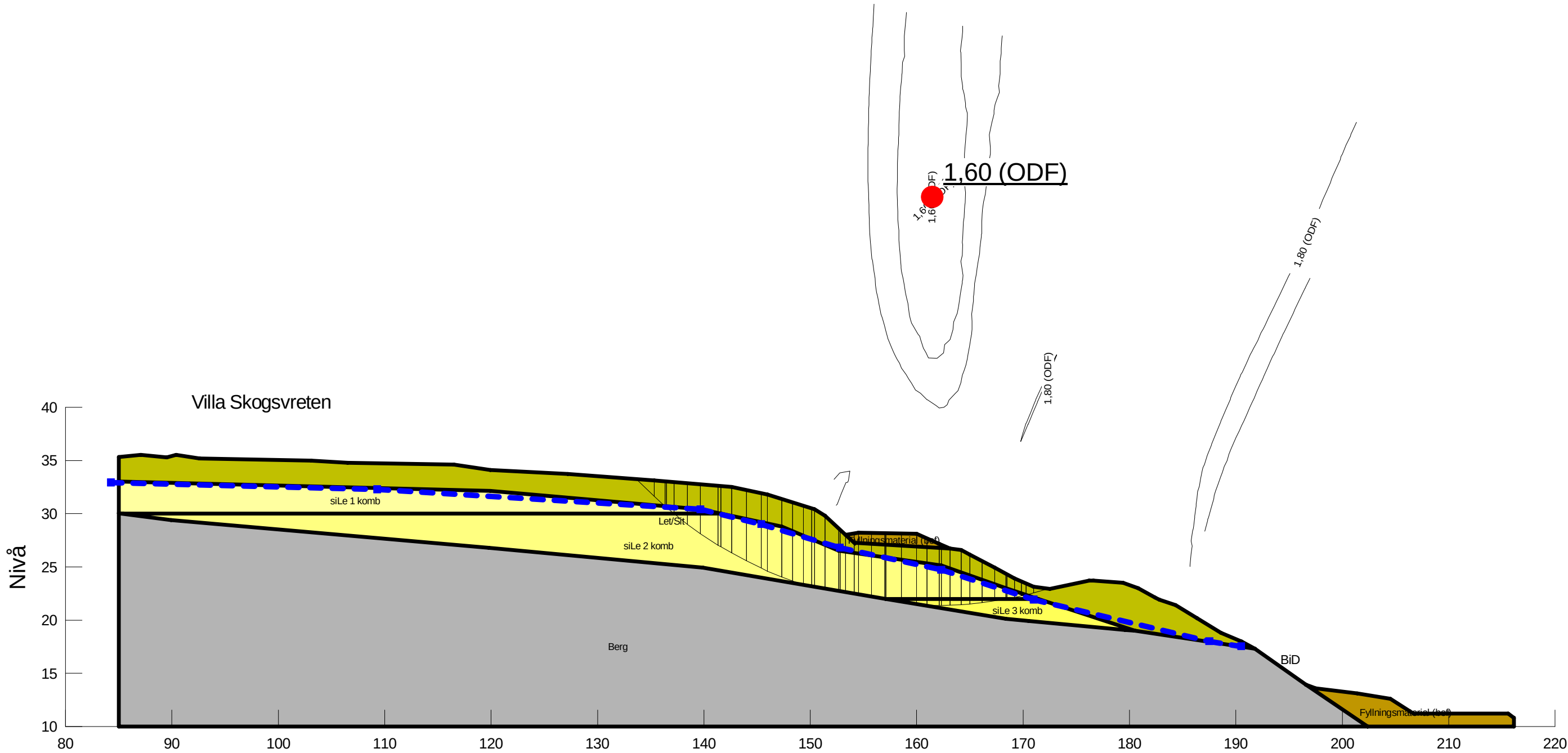


F=1,60

Partialkoefficienter:

Permanenta yt- och punktlaster
γA: Favorable = 1, Unfavorable = 1
Variabla yt- och punktlaster
γA: Favorable = 0, Unfavorable = 1
Egenvikt av jord
γA: Favorable = 1, Unfavorable = 1
Dränerad hållfasthet
γM=1
Odränerad hållfasthet
γM=1

Color	Name	Slope Stability Material Model	Unit Weight (kN/m³)	Effective Cohesion (kPa)	Effective Friction Angle (°)	C-Datum (kPa)	C-Top of Layer (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m²)/m)	Cu-Datum (kPa)	Cu-Top of Layer (kPa)	Cu-Rate of Change ((kN/m²)/m)	C/Cu Ratio	Datum (Elevation) (m)	Constant Unit Wt. Above Piezometric Surface (kN/m²)
	Berg	Bedrock (Impenetrable)												
	Fyllningsmaterial (bef)	Mohr-Coulomb	20	0	35									18
	Let/Sit	Combined, S=f(depth)	19		30		0	0		30	0	0,1		
	siLe 1 komb	Combined, S=f(depth)	18,5		30		0	0		21	0	0,1		
	siLe 2 komb	Combined, S=f(datum)	17		30	0		0	21		2,5	0,1	30	
	siLe 3 komb	Combined, S=f(depth)	17		30		0	0		41	0	0,1		



Ölidan Sektion B.gsz / SLOPEW / 23.10.520



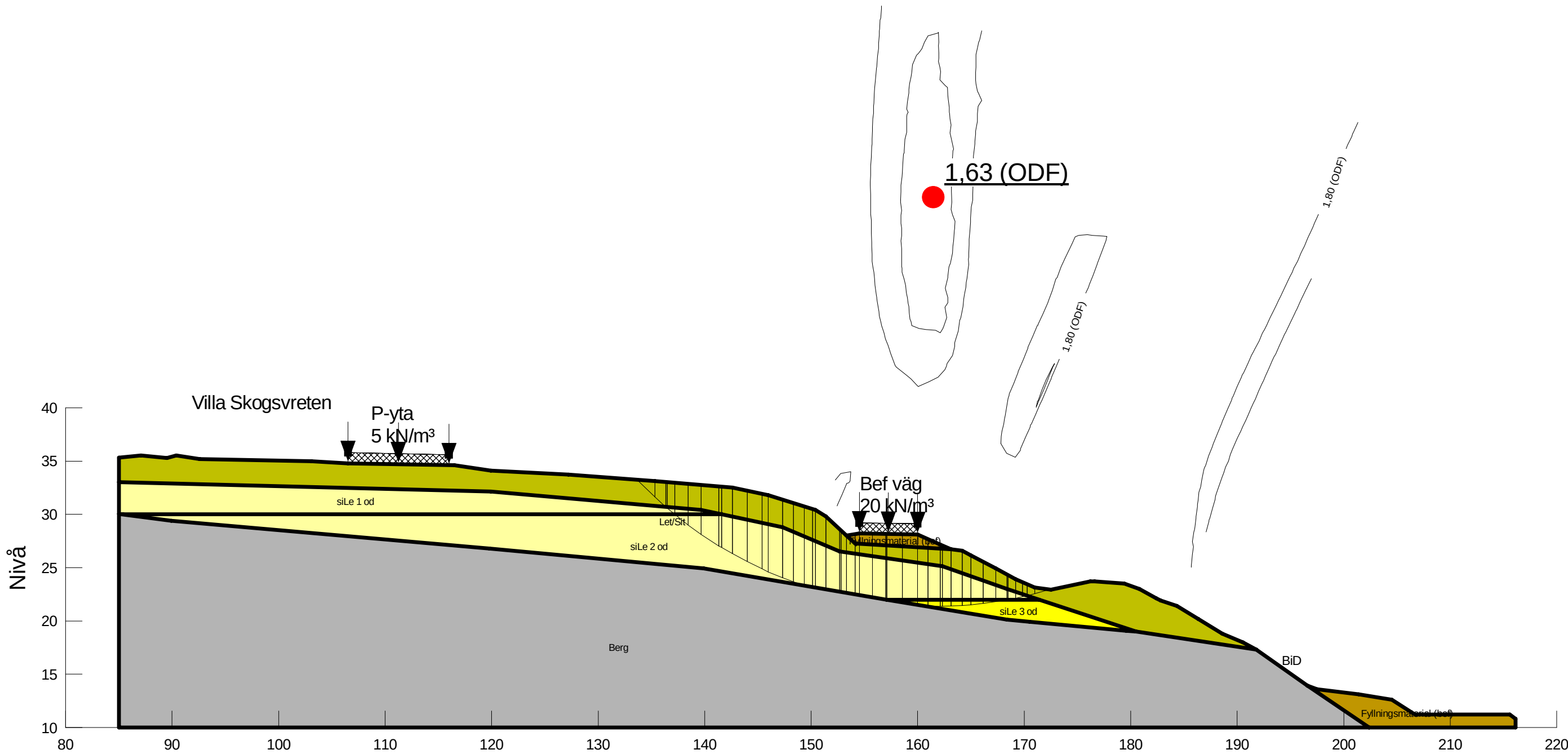
Sektion	Datum	Beräkningsmodell	Skala	Analysmetod, EC7 (EKS-DA3) alt. Tillståndsbedömning	Uppdragsnamn	Förklaring	Uppdragsnummer
Sektion B Bef.	2025-01-15	Morgenstern-Price	1:400 (A3)	Totalsäkerhet	Slussar i Trollhätte kanal	Sektion B [1] komb	

F=1,63

Partialkoefficienter:

Permanenta yt- och punktlaster
γA: Favorable = 1, Unfavorable = 1
Variabla yt- och punktlaster
γA: Favorable = 0, Unfavorable = 1
Egenvikt av jord
γA: Favorable = 1, Unfavorable = 1
Dränerad hållfasthet
γM=1
Odränerad hållfasthet
γM=1

Color	Name	Slope Stability Material Model	Unit Weight (kN/m³)	C-Datum (kPa)	Effective Cohesion (kPa)	Effective Friction Angle (°)	C-Top of Layer (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m²)/m)	C-Maximum (kPa)	Datum (Elevation) (m)	Cu-Top of Layer (kPa)	Cu-Rate of Change ((kN/m²)/m)	C/Cu Ratio	Constant Unit Wt. Above Piezometric Surface (kN/m³)
	Berg	Bedrock (Impenetrable)												
	Fyllningsmaterial (bef)	Mohr-Coulomb	20		0	35								18
	Let/Sit	Combined, S=f(depth)	19			30	0	0			30	0	0,1	
	siLe 1 od	S=f(depth)	18,5				21	0	0					
	siLe 2 od	S=f(datum)	17	21				2,5	0	30				
	siLe 3 od	S=f(depth)	17				41	0	0					



Olidan Sektion B.gsz / SLOPEW / 23.1.0.520



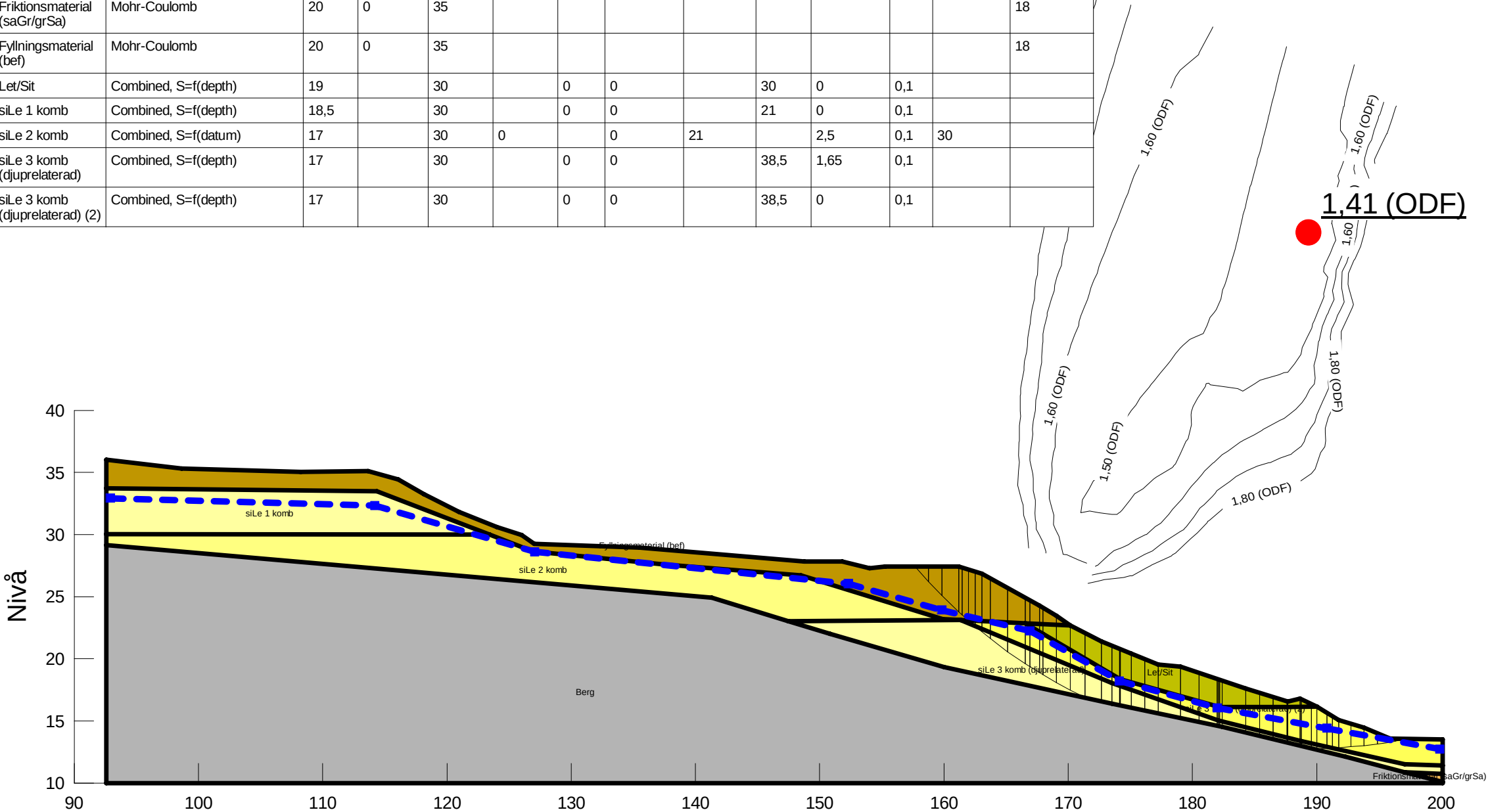
Sektion	Datum	Beräkningsmodell	Skala	Analysmetod, EC7 (EKS-DA3) alt. Tillståndsbedömning	Uppdragsnamn	Förklaring	Uppdragsnummer
Sektion B Bef.	2025-01-14	Morgenstern-Price	1:400 (A3)	Totalsäkerhet	Slussar i Trollhätte kanal	Sektion B [1] od	

F=1,41

Partialkoefficienter:

Permanenta yt- och punktlaster
γA: Favorable = 1, Unfavorable = 1
Variabla yt- och punktlaster
γA: Favorable = 0, Unfavorable = 1
Egenvikt av jord
γA: Favorable = 1, Unfavorable = 1
Dränerad hållfasthet
γM=1
Odränerad hållfasthet
γM=1

Color	Name	Slope Stability Material Model	Unit Weight (kN/m³)	Effective Cohesion (kPa)	Effective Friction Angle (°)	C-Datum (kPa)	C-Top of Layer (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m²)/m)	Cu-Datum (kPa)	Cu-Top of Layer (kPa)	Cu-Rate of Change ((kN/m²)/m)	C/Cu Ratio	Datum (Elevation) (m)	Constant Unit Wt. Above Piezometric Surface (kN/m³)
	Berg	Bedrock (Impenetrable)												
	Friktionsmaterial (saGr/grSa)	Mohr-Coulomb	20	0	35									18
	Fyllningsmaterial (bef)	Mohr-Coulomb	20	0	35									18
	Let/Sit	Combined, S=f(depth)	19		30		0	0		30	0	0,1		
	siLe 1 komb	Combined, S=f(depth)	18,5		30		0	0		21	0	0,1		
	siLe 2 komb	Combined, S=f(datum)	17		30	0		0	21		2,5	0,1	30	
	siLe 3 komb (djuprelaterad)	Combined, S=f(depth)	17		30		0	0		38,5	1,65	0,1		
	siLe 3 komb (djuprelaterad) (2)	Combined, S=f(depth)	17		30		0	0		38,5	0	0,1		



Olidan Sektion J gsz / SLOPEW / 23.1.0.520



Sektion
Sektion J [0] Bef.

Datum
2025-01-14

Beräkningsmodell
Morgenstern-Price

Skala
1:400 (A3)

Analysmetod, EC7 (EKS-DA3) alt. Tillståndsbedömning
Totalsäkerhet

Uppdragsnamn
Slussar i Trollhätte kanal

Förklaring
Sektion J [0] komb

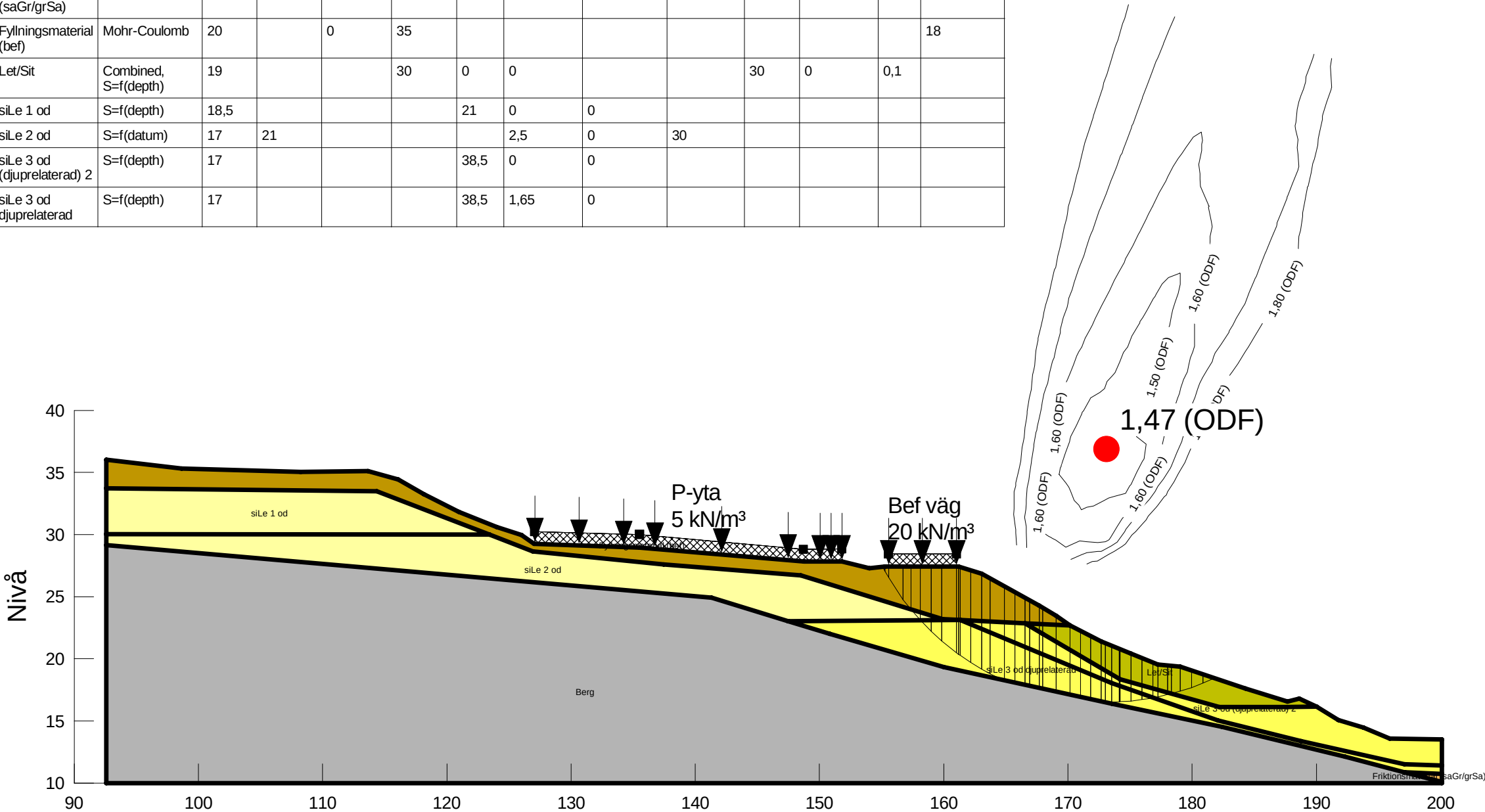
Uppdragsnummer

F=1,47

Partialkoefficienter:

Permanent ytt- och punktlast
γA: Favorable = 1, Unfavorable = 1
Variabla ytt- och punktlast
γA: Favorable = 0, Unfavorable = 1
Egenvikt av jord
γA: Favorable = 1, Unfavorable = 1
Dränerad hållfasthet
γM=1
Odränerad hållfasthet
γM=1

Color	Name	Slope Stability Material Model	Unit Weight (kN/m³)	C-Datum (kPa)	Effective Cohesion (kPa)	Effective Friction Angle (°)	C-Top of Layer (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m²)/m)	C-Maximum (kPa)	Datum (Elevation) (m)	Cu-Top of Layer (kPa)	Cu-Rate of Change ((kN/m²)/m)	C/Cu Ratio	Constant Unit Wt. Above Piezometric Surface (kN/m³)
	Berg	Bedrock (Impenetrable)												
	Friktionsmaterial (saGr/grSa)	Mohr-Coulomb	20		0	35								18
	Fyllningsmaterial (bef)	Mohr-Coulomb	20		0	35								18
	Let/Sit	Combined, S=f(depth)	19			30	0	0			30	0	0,1	
	siLe 1 od	S=f(depth)	18,5				21	0	0					
	siLe 2 od	S=f(datum)	17	21				2,5	0	30				
	siLe 3 od (djuprelaterad) 2	S=f(depth)	17				38,5	0	0					
	siLe 3 od djuprelaterad	S=f(depth)	17				38,5	1,65	0					



Olidan Sektion J gsz / SLOPEW / 23.1.0.520



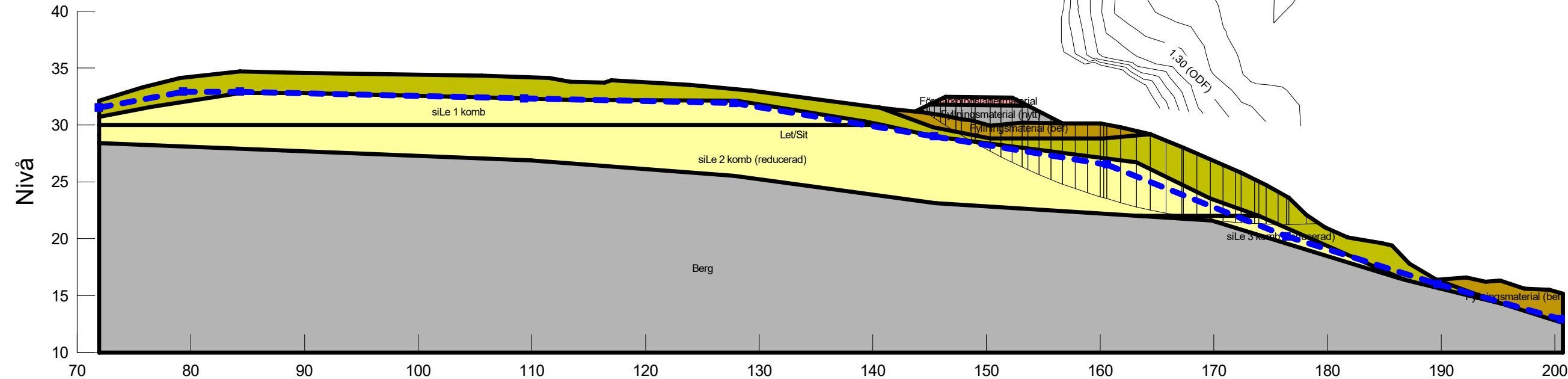
Sektion	Datum	Beräkningsmodell	Skala	Analysmetod, EC7 (EKS-DA3) alt. Tillståndsbedömning	Uppdragsnamn	Förklaring	Uppdragsnummer
Sektion J [0] Bef.	2025-01-14	Morgenstern-Price	1:400 (A3)	Totalsäkerhet	Slussar i Trollhätte kanal	Sektion J [0] od	

F=0,95

Partialkoefficienter:

Permanenta yt- och punktlaster
γA: Favorable = 1, Unfavorable = 1
Variabla yt- och punktlaster
γA: Favorable = 0, Unfavorable = 1.27
Egenvikt av jord
γA: Favorable = 1, Unfavorable = 1
Dränerad hållfasthet
γM=1,3
Odränerad hållfasthet
γM=1,5

Color	Name	Slope Stability Material Model	Unit Weight (kN/m³)	Effective Cohesion (kPa)	Effective Friction Angle (°)	C-Datum (kPa)	C-Top of Layer (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m²)/m)	Cu-Datum (kPa)	Cu-Top of Layer (kPa)	Cu-Rate of Change ((kN/m²)/m)	C/Cu Ratio	Datum (Elevation) (m)	Constant Unit Wt. Above Piezometric Surface (kN/m³)
	Berg	Bedrock (Impenetrable)												
	Fyllningsmaterial (bef)	Mohr-Coulomb	20	0	35									18
	Fyllningsmaterial (nytt)	Mohr-Coulomb	21	0	45									18
	Förstärkningslagermaterial	Mohr-Coulomb	22	0	45									
	Let/Sit	Combined, S=f(depth)	19		30		0	0		30	0	0,1		
	siLe 1 komb	Combined, S=f(depth)	18,5		30		0	0		21	0	0,1		
	siLe 2 komb (reducerad)	Combined, S=f(datum)	17		30	0		0	19,1		2,28	0,1	30	
	siLe 3 komb (reducerad)	Combined, S=f(depth)	17		30		0	0		37,3	0	0,1		



Olidan Sektion A.gsz /SLOPE/W/ 23.1.0.520



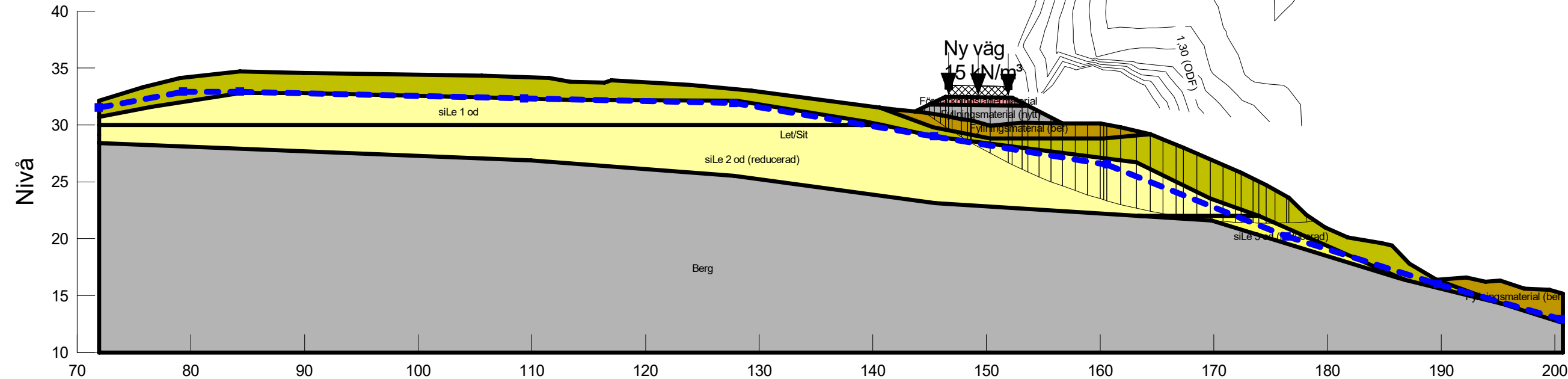
Sektion	Datum	Beräkningsmodell	Skala	Analysmetod, EC7 (EKS-DA3) alt. Tillståndsbedömning	Uppdragsnamn	Förklaring	Uppdragsnummer
Sektion A [2] Ny väg	2025-03-27	Morgenstern-Price	1:400 (A3)	Eurocode 7 - DA3	Slussar i Trollhätte kanal	Sektion A [2] komb	

F=0,90

Partialkoefficienter:

Permanent ytt- och punktlaster
γA: Favorable = 1, Unfavorable = 1
Variabla ytt- och punktlaster
γA: Favorable = 0, Unfavorable = 1.27
Egenvikt av jord
γA: Favorable = 1, Unfavorable = 1
Dränerad hållfasthet
γM=1,3
Odränerad hållfasthet
γM=1,5

Color	Name	Slope Stability Material Model	Unit Weight (kN/m³)	C-Datum (kPa)	Effective Cohesion (kPa)	Effective Friction Angle (°)	C-Top of Layer (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m²)/m)	C-Maximum (kPa)	Datum (Elevation) (m)	Cu-Top of Layer (kPa)	Cu-Rate of Change ((kN/m²)/m)	C/Cu Ratio	Constant Unit Wt. Above Piezometric Surface (kN/m³)
	Berg	Bedrock (Impenetrable)												
	Fyllningsmaterial (bef)	Mohr-Coulomb	20		0	35								18
	Fyllningsmaterial (nytt)	Mohr-Coulomb	21		0	45								18
	Förstärkningslagermaterial	Mohr-Coulomb	22		0	45								
	Let/Sit	Combined, S=f(depth)	19			30	0	0			30	0	0,1	
	siLe 1 od	S=f(depth)	18,5				21	0	0					
	siLe 2 od (reducerad)	S=f(datum)	17	19,1				2,28	0	30				
	siLe 3 od (reducerad)	S=f(depth)	17				37,3	0	0					



Olidan Sektion A.gsz / SLOPE/W / 23.1.0.520



Sektion

Datum

Beräkningsmodell

Skala

Analysmetod, EC7 (EKS-DA3) alt. Tillståndsbedömning

Uppdragsnamn

Förklaring

Uppdragsnummer

Sektion A [2] Ny väg

2025-03-27

Morgenstern-Price

1:400 (A3)

Eurocode 7 - DA3

Slussar i Trollhätte kanal

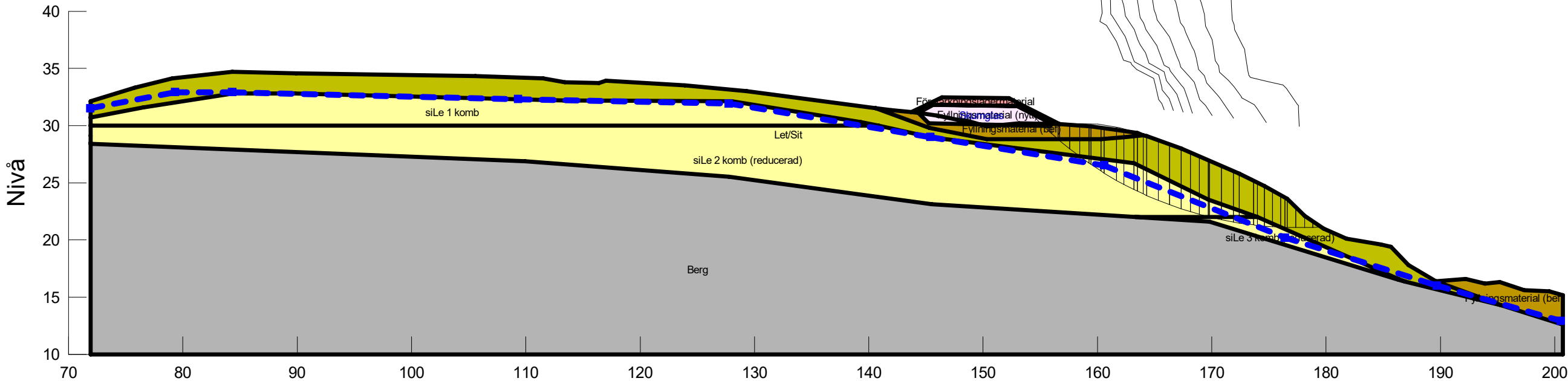
Sektion A [2] od

F=1,00

Partialkoefficienter:

Permanent y- och punktlaster
γA: Favorable = 1, Unfavorable = 1
Variabla y- och punktlaster
γA: Favorable = 0, Unfavorable = 1.27
Egenvikt av jord
γA: Favorable = 1, Unfavorable = 1
Dränerad hållfasthet
γM=1,3
Odränerad hållfasthet
γM=1,5

Color	Name	Slope Stability Material Model	Unit Weight (kN/m³)	Effective Cohesion (kPa)	Effective Friction Angle (°)	C-Datum (kPa)	C-Top of Layer (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m²)/m)	Cu-Datum (kPa)	Cu-Top of Layer (kPa)	Cu-Rate of Change ((kN/m²)/m)	C/Cu Ratio	Datum (Elevation) (m)	Constant Unit Wt. Above Piezometric Surface (kN/m²)
	Berg	Bedrock (Impenetrable)												
	Fyllningsmaterial (bef)	Mohr-Coulomb	20	0	35									18
	Fyllningsmaterial (nytt)	Mohr-Coulomb	21	0	45									18
	Förstärkningslagermaterial	Mohr-Coulomb	22	0	45									
	Let/Sit	Combined, S=f(depth)	19		30		0	0		30	0	0,1		
	siLe 1 komb	Combined, S=f(depth)	18,5		30		0	0		21	0	0,1		
	siLe 2 komb (reducerad)	Combined, S=f(datum)	17		30	0		0	19,1		2,28	0,1	30	
	siLe 3 komb (reducerad)	Combined, S=f(depth)	17		30		0	0		37,3	0	0,1		
	Skumglas	Mohr-Coulomb	11	0	42									4



Ölidan Sektion A.gsz / SLOPE/W / 23.1.0.520



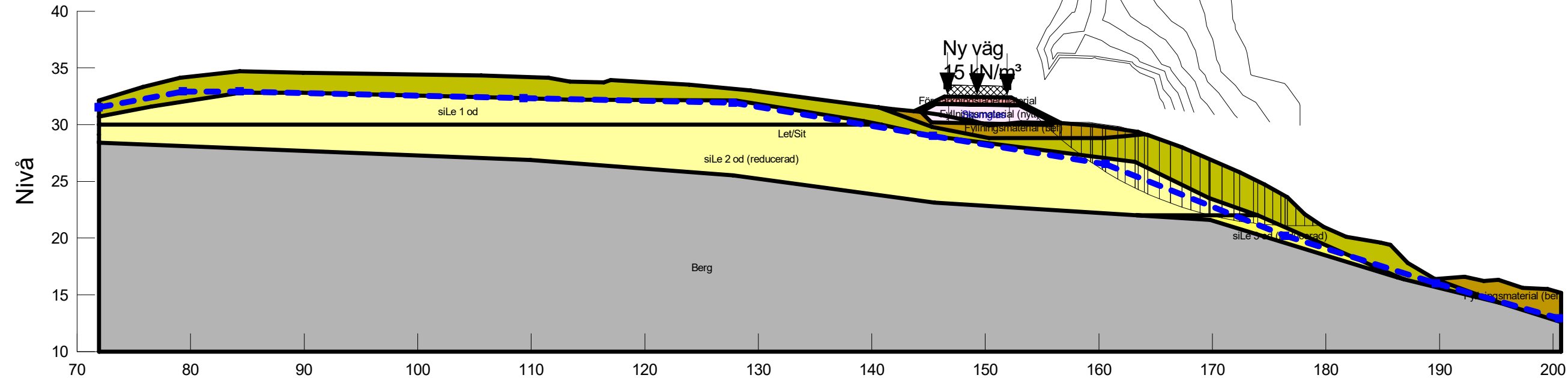
Sektion	Datum	Beräkningsmodell	Skala	Analysmetod, EC7 (EKS-DA3) alt. Tillståndsbedömning	Uppdragsnamn	Förklaring	Uppdragsnummer
Sektion A [3] Ny väg	2025-03-27	Morgenstern-Price	1:400 (A3)	Eurocode 7 - DA3	Slussar i Trollhätte kanal	Sektion A [3] komb	

Color	Name	Slope Stability Material Model	Unit Weight (kN/m³)	C-Datum (kPa)	Effective Cohesion (kPa)	Effective Friction Angle (°)	C-Top of Layer (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m²)/m)	C-Maximum (kPa)	Datum (Elevation) (m)	Cu-Top of Layer (kPa)	Cu-Rate of Change ((kN/m²)/m)	C/Cu Ratio	Constant Unit Wt. Above Piezometric Surface (kN/m³)
	Berg	Bedrock (Impenetrable)												
	Fyllningsmaterial (bef)	Mohr-Coulomb	20		0	35								18
	Fyllningsmaterial (nytt)	Mohr-Coulomb	21		0	45								18
	Förstärkningslagermaterial	Mohr-Coulomb	22		0	45								
	Let/Sit	Combined, S=f(depth)	19			30	0	0			30	0	0,1	
	siLe 1 od	S=f(depth)	18,5				21	0	0					
	siLe 2 od (reducerad)	S=f(datum)	17	19,1				2,28	0	30				
	siLe 3 od (reducerad)	S=f(depth)	17				37,3	0	0					
	Skumglas	Mohr-Coulomb	11		0	42								4

F=1,00

Partialkoefficienter:

Permanenta yt- och punktlaster
γA: Favorable = 1, Unfavorable = 1
Variabla yt- och punktlaster
γA: Favorable = 0, Unfavorable = 1.27
Egenvikt av jord
γA: Favorable = 1, Unfavorable = 1
Dränerad hållfasthet
γM=1,3
Odränerad hållfasthet
γM=1,5



Olidan Sektion A.gsz / SLOPE/W / 23.1.0.520



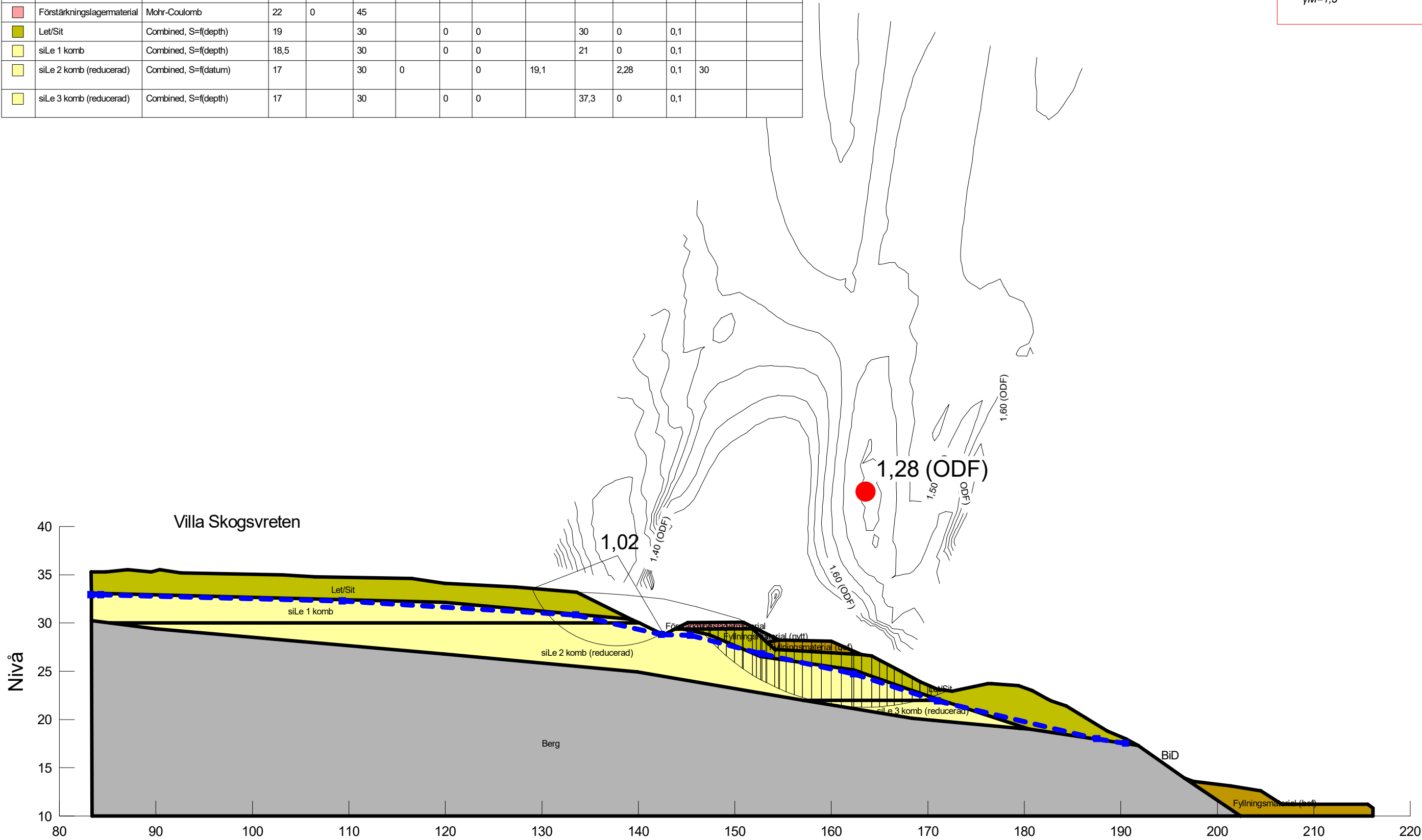
Sektion	Datum	Beräkningsmodell	Skala	Analysmetod, EC7 (EKS-DA3) alt. Tillståndsbedömning	Uppdragsnamn	Förklaring	Uppdragsnummer
Sektion A [3] Ny väg	2025-03-27	Morgenstern-Price	1:400 (A3)	Eurocode 7 - DA3	Slussar i Trollhätte kanal	Sektion A [3] od	

F=1,28

Partialkoefficienter:

Permanenta yt- och punktlaster
γA: Favorable = 1, Unfavorable = 1
Variabla yt- och punktlaster
γA: Favorable = 0, Unfavorable = 1.27
Egenvikt av jord
γA: Favorable = 1, Unfavorable = 1
Dränerad hållfasthet
γM=1,3
Odränerad hållfasthet
γM=1,5

Color	Name	Slope Stability Material Model	Unit Weight (kN/m³)	Effective Cohesion (kPa)	Effective Friction Angle (°)	C-Datum (kPa)	C-Top of Layer (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m²)/m)	Cu-Datum (kPa)	Cu-Top of Layer (kPa)	Cu-Rate of Change ((kN/m²)/m)	C/Cu Ratio	Datum (Elevation) (m)	Constant Unit Wt. Above Piezometric Surface (kN/m³)
	Berg	Bedrock (Impenetrable)												
	Fyllningsmaterial (bef)	Mohr-Coulomb	20	0	35									18
	Fyllningsmaterial (nytt)	Mohr-Coulomb	21	0	45									18
	Förstärkningslagermaterial	Mohr-Coulomb	22	0	45									
	Let/Sit	Combined, S=f(depth)	19		30		0	0		30	0	0,1		
	siLe 1 komb	Combined, S=f(depth)	18,5		30		0	0		21	0	0,1		
	siLe 2 komb (reducerad)	Combined, S=f(datum)	17		30	0		0	19,1		2,28	0,1	30	
	siLe 3 komb (reducerad)	Combined, S=f(depth)	17		30		0	0		37,3	0	0,1		



Ölidan Sektion B.gsz / SLOPE/W / 23.10.520



Sektion
Sektion B [3] Ny väg

Datum
2025-03-27

Beräkningsmodell
Morgenstern-Price

Skala
1:400 (A3)

Analysmetod, EC7 (EKS-DA3) alt. Tillståndsbedömning
Eurocode 7 - DA3

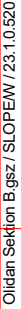
Uppdragsnamn
Slussar i Trollhätte kanal

Förklaring
Sektion B [3] komb

Uppdragsnummer

Partialkoefficienter:

Permanenta yt- och punktlaster
 y_A : Favorable = 1, Unfavorable = 1
 Variabla yt- och punktlaster
 y_A : Favorable = 0, Unfavorable = 1.27
 Egenvikt av jord
 y_A : Favorable = 1, Unfavorable = 1
 Dränerad hållfasthet
 $y_M=1,3$
 Odränerad hållfasthet
 $y_M=1,5$

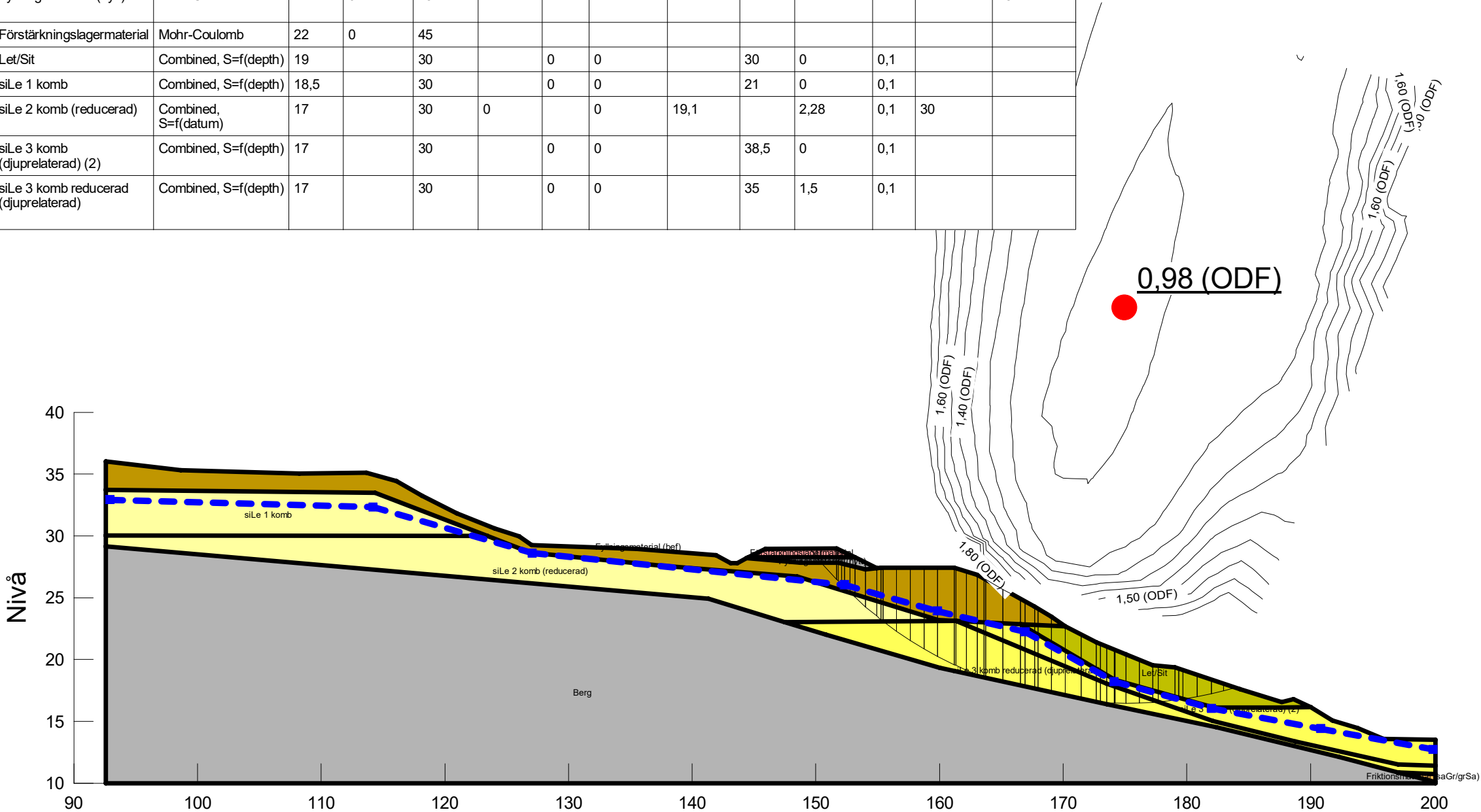


F=0,98

Partialkoefficienter:

Permanenta yt- och punktlaster
γA: Favorable = 1, Unfavorable = 1
Variabla yt- och punktlaster
γA: Favorable = 0, Unfavorable = 1.27
Egenvikt av jord
γA: Favorable = 1, Unfavorable = 1
Dränerad hållfasthet
γM=1,3
Odränerad hållfasthet
γM=1,5

Color	Name	Slope Stability Material Model	Unit Weight (kN/m³)	Effective Cohesion (kPa)	Effective Friction Angle (°)	C-Datum (kPa)	C-Top of Layer (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m²)/m)	Cu-Datum (kPa)	Cu-Top of Layer (kPa)	Cu-Rate of Change ((kN/m²)/m)	C/Cu Ratio	Datum (Elevation) (m)	Constant Unit Wt. Above Piezometric Surface (kN/m³)
	Berg	Bedrock (Impenetrable)												
	Friktionsmaterial (saGr/grSa)	Mohr-Coulomb	20	0	35									18
	Fyllningsmaterial (bef)	Mohr-Coulomb	20	0	35									18
	Fyllningsmaterial (nytt)	Mohr-Coulomb	21	0	45									18
	Förstärkningslagermaterial	Mohr-Coulomb	22	0	45									
	Let/Sit	Combined, S=f(depth)	19		30		0	0		30	0	0,1		
	siLe 1 komb	Combined, S=f(depth)	18,5		30		0	0		21	0	0,1		
	siLe 2 komb (reducerad)	Combined, S=f(datum)	17		30	0		0	19,1		2,28	0,1	30	
	siLe 3 komb (djuprelaterad) (2)	Combined, S=f(depth)	17		30		0	0		38,5	0	0,1		
	siLe 3 komb reducerad (djuprelaterad)	Combined, S=f(depth)	17		30		0	0		35	1,5	0,1		



Ölidan Sektion J gsz / SLOPE/W / 23.1.0.520



Sektion
Sektion J [2] Ny väg

Datum
2025-03-13

Beräkningsmodell
Morgenstern-Price

Skala
1:400 (A3)

Analysmetod, EC7 (EKS-DA3) alt. Tillståndsbedömning
Eurocode 7 - DA3

Uppdragsnamn
Slussar i Trollhätte kanal

Förklaring
Sektion J [2] komb

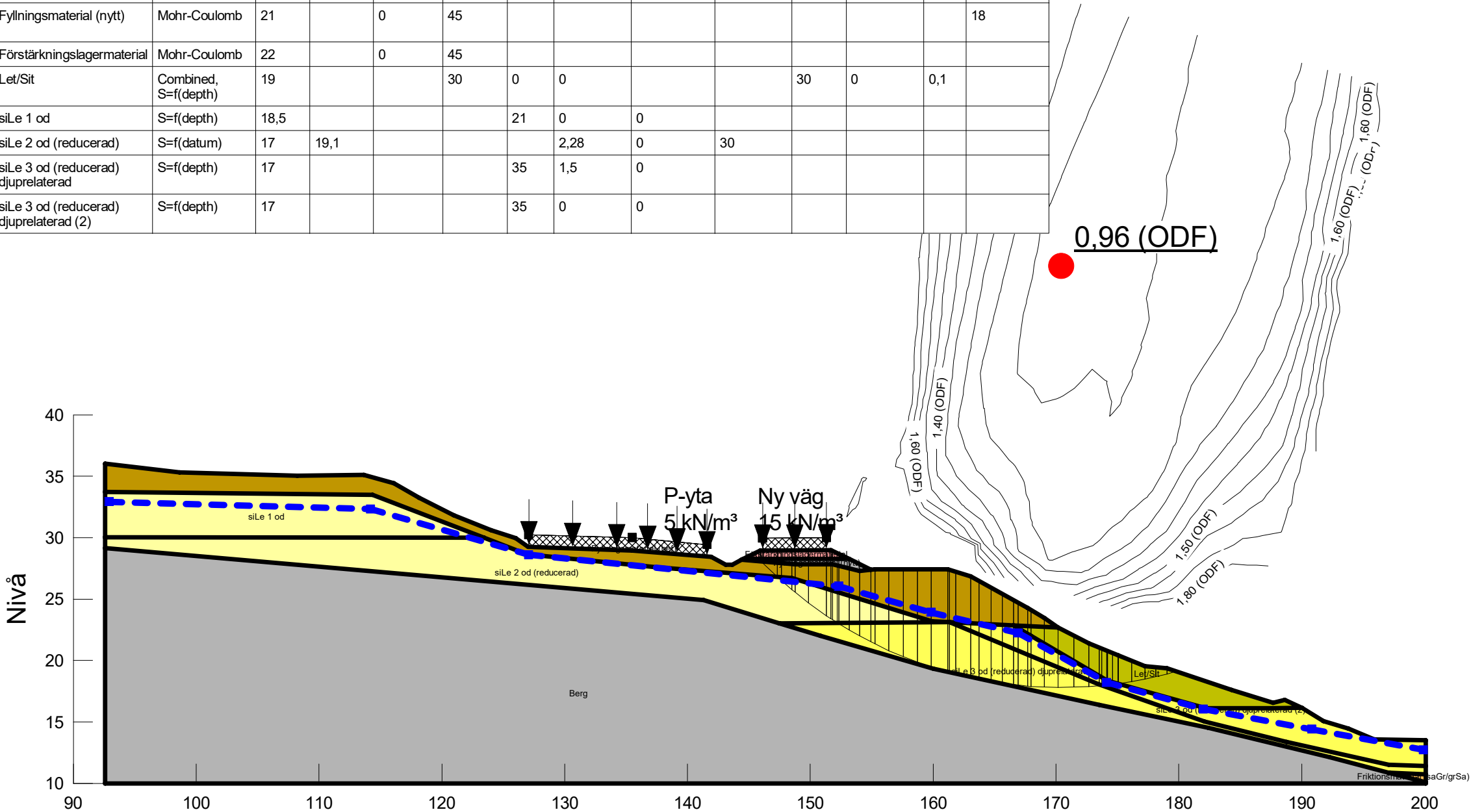
Uppdragsnummer

F=0,96

Partialkoefficienter:

Permanenta yt- och punktlaster
γA: Favorable = 1, Unfavorable = 1
Variabla yt- och punktlaster
γA: Favorable = 0, Unfavorable = 1.27
Egenvikt av jord
γA: Favorable = 1, Unfavorable = 1
Dränerad hållfasthet
γM=1,3
Odränerad hållfasthet
γM=1,5

Color	Name	Slope Stability Material Model	Unit Weight (kN/m³)	C-Datum (kPa)	Effective Cohesion (kPa)	Effective Friction Angle (°)	C-Top of Layer (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m²)/m)	C-Maximum (kPa)	Datum (Elevation) (m)	Cu-Top of Layer (kPa)	Cu-Rate of Change ((kN/m²)/m)	C/Cu Ratio	Constant Unit Wt. Above Piezometric Surface (kN/m²)
	Berg	Bedrock (Impenetrable)												
	Friktionsmaterial (saGr/grSa)	Mohr-Coulomb	20		0	35								18
	Fyllningsmaterial (bef)	Mohr-Coulomb	20		0	35								18
	Fyllningsmaterial (nytt)	Mohr-Coulomb	21		0	45								18
	Förstärkningslagermaterial	Mohr-Coulomb	22		0	45								
	Let/Sit	Combined, S=f(depth)	19			30	0	0			30	0	0,1	
	siLe 1 od	S=f(depth)	18,5				21	0	0					
	siLe 2 od (reducerad)	S=f(datum)	17	19,1				2,28	0	30				
	siLe 3 od (reducerad) djuprelaterad	S=f(depth)	17				35	1,5	0					
	siLe 3 od (reducerad) djuprelaterad (2)	S=f(depth)	17				35	0	0					

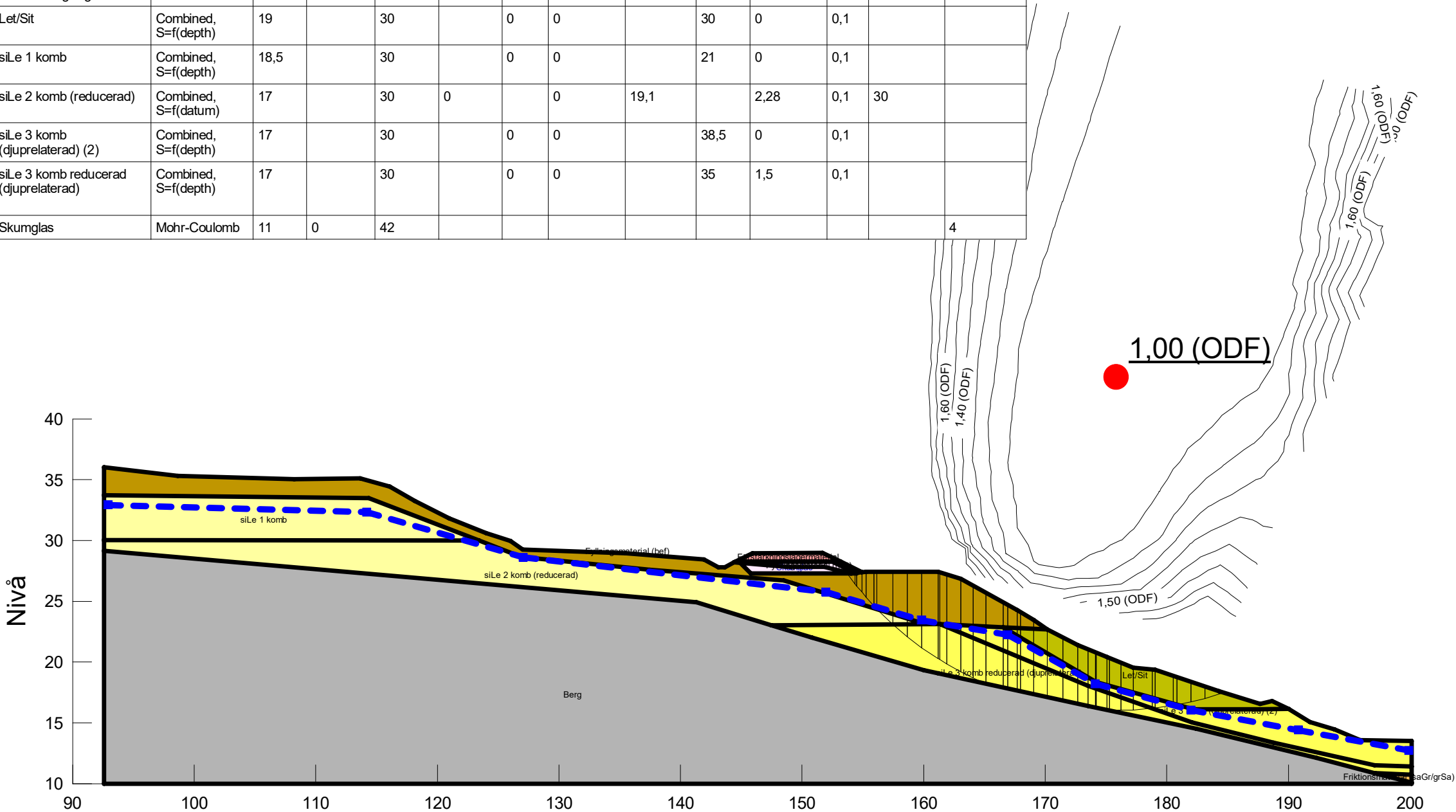


F=1,00

Partialkoefficienter:

Permanenta yt- och punktlaster
γA: Favorable = 1, Unfavorable = 1
Variabla yt- och punktlaster
γA: Favorable = 0, Unfavorable = 1.27
Egenvikt av jord
γA: Favorable = 1, Unfavorable = 1
Dränerad hållfasthet
γM=1,3
Odränerad hållfasthet
γM=1,5

Color	Name	Slope Stability Material Model	Unit Weight (kN/m³)	Effective Cohesion (kPa)	Effective Friction Angle (°)	C-Datum (kPa)	C-Top of Layer (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m²)/m)	Cu-Datum (kPa)	Cu-Top of Layer (kPa)	Cu-Rate of Change ((kN/m²)/m)	C/Cu Ratio	Datum (Elevation) (m)	Constant Unit Wt. Above Piezometric Surface (kN/m³)
	Berg	Bedrock (Impenetrable)												
	Friktionsmaterial (saGr/grSa)	Mohr-Coulomb	20	0	35									18
	Fyllningsmaterial (bef)	Mohr-Coulomb	20	0	35									18
	Fyllningsmaterial (nytt)	Mohr-Coulomb	21	0	45									18
	Förstärkningslagermaterial	Mohr-Coulomb	22	0	45									
	Let/Sit	Combined, S=f(depth)	19		30		0	0		30	0	0,1		
	siLe 1 komb	Combined, S=f(depth)	18,5		30		0	0		21	0	0,1		
	siLe 2 komb (reducerad)	Combined, S=f(datum)	17		30	0		0	19,1		2,28	0,1	30	
	siLe 3 komb (djuprelaterad) (2)	Combined, S=f(depth)	17		30		0	0		38,5	0	0,1		
	siLe 3 komb reducerad (djuprelaterad)	Combined, S=f(depth)	17		30		0	0		35	1,5	0,1		
	Skumglas	Mohr-Coulomb	11	0	42									4



Ölidan Sektion J gsz / SLOPE/W / 23.1.0.520



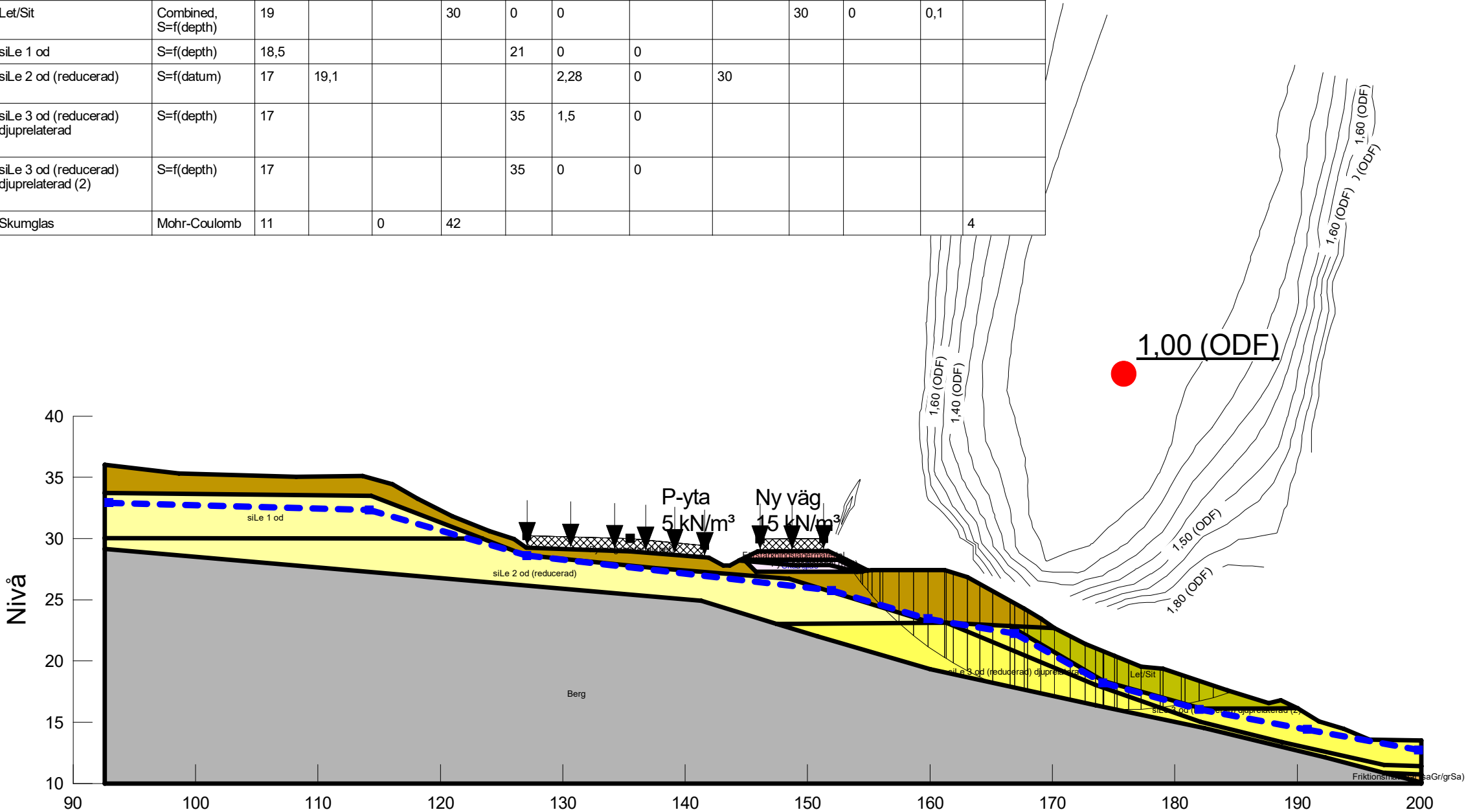
Sektion	Datum	Beräkningsmodell	Skala	Analysmetod, EC7 (EKS-DA3) alt. Tillståndsbedömning	Uppdragsnamn	Förklaring	Uppdragsnummer
Sektion J [3] Ny väg	2025-03-13	Morgenstern-Price	1:400 (A3)	Eurocode 7 - DA3	Slussar i Trollhätte kanal	Sektion J [3] komb	

F=1,00

Partialkoefficienter:

Permanenta yt- och punktlaster
γA: Favorable = 1, Unfavorable = 1
Variabla yt- och punktlaster
γA: Favorable = 0, Unfavorable = 1.27
Egenvikt av jord
γA: Favorable = 1, Unfavorable = 1
Dränerad hållfasthet
γM=1,3
Odränerad hållfasthet
γM=1,5

Color	Name	Slope Stability Material Model	Unit Weight (kN/m³)	C-Datum (kPa)	Effective Cohesion (kPa)	Effective Friction Angle (°)	C-Top of Layer (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m²)/m)	C-Maximum (kPa)	Datum (Elevation) (m)	Cu-Top of Layer (kPa)	Cu-Rate of Change ((kN/m²)/m)	C/Cu Ratio	Constant Unit Wt. Above Piezometric Surface (kN/m³)
	Berg	Bedrock (Impenetrable)												
	Friktionsmaterial (saGr/grSa)	Mohr-Coulomb	20		0	35								18
	Fyllningsmaterial (bef)	Mohr-Coulomb	20		0	35								18
	Fyllningsmaterial (nytt)	Mohr-Coulomb	21		0	45								18
	Förstärkningslagermaterial	Mohr-Coulomb	22		0	45								
	Let/Sit	Combined, S=f(depth)	19			30	0	0			30	0	0,1	
	siLe 1 od	S=f(depth)	18,5				21	0	0					
	siLe 2 od (reducerad)	S=f(datum)	17	19,1				2,28	0	30				
	siLe 3 od (reducerad) djuprelaterad	S=f(depth)	17				35	1,5	0					
	siLe 3 od (reducerad) djuprelaterad (2)	S=f(depth)	17				35	0	0					
	Skumglas	Mohr-Coulomb	11		0	42								4



Bilaga 3

Beräknings PM Stabilitet Kanalön

Slussar i Trollhätte kanal

Anläggande av sluss i Trollhättans kommun,
Västra Götalands län

2025-04-15



Trafikverket

Postadress: Vikingsgatan 1, 411 01 Göteborg

E-post: trafikverket@trafikverket.se

Telefon: 0771-921 921, Texttelefon: 010-123 50 00

Konfidentialitetsnivå: 1 Ej känslig

Dokumenttitel: Bilaga 3 Beräknings-PM Stabilitet Kanalön

Författare: Alice Hultin

Dokumentdatum: 2025-04-15

Innehåll

1 Bakgrund och syfte	4
2 Beräkningsförutsättningar stabilitet	5
2.1 Allmänna förutsättningar	5
2.2 Säkerhetsklass och geoteknisk kategori	5
2.3 Beräkningssektioner	5
2.4 Erforderlig säkerhetsfaktor.....	6
2.5 Materialgenskaper	6
2.5.1 Valda värden	6
2.5.2 Partialkoefficienter	8
2.5.3 Omräkningsfaktor	9
2.6 Laster	10
2.7 Grundvattennivå och portryck.....	10
3 Resultat stabilitetsberäkningar	11
3.1 Befintliga förhållanden	11
3.2 Planerade förhållanden.....	11

Bilagor

Benämning	Beskrivning	Sidor	Rev
Bilaga 3A	Stabilitetsberäkningar Kanalön	3	

1 Bakgrund och syfte

I samband med anläggande av nya slussar i Trollhättan planeras Bergkanalen breddas. Denna PM syftar till att redovisa beräkningsförutsättningar och beräkningsresultat för utförda stabilitetsanalyser för detaljplan vid Kanalön.

2 Beräkningsförutsättningar stabilitet

2.1 Allmänna förutsättningar

Stabiliteten har kontrollerats för befintliga förhållanden och för planerade förhållanden.

Stabilitetsberäkningar för planerade förhållanden har utförts med partialkoefficientmetoden. Tillståndsbedömning av befintliga förhållanden har utförts med totalsäkerhetsmetoden. Beräkningarna har omfattat två scenarier: ett som utgår från den lägsta vattennivån i Bergkanalen (LVY) +39,30 meter över havet, samt ett extremfall där kanalen antas vara torrlagd. För beräkningarna har programvaran Geostudio 2023.1.0 – Slope/W version 23.1.0.520 och analysmetoden Morgenstern-Price använts. Både cirkulär cylindriska och sammansatta/plana glidytor har kontrollerats. I beräkningsprogrammet ansätts valda värden för materialegenskaper. Beräkning av dimensionerande värden utifrån partialkoefficienter och omräkningsfaktorer görs i beräkningsprogrammet.

2.2 Säkerhetsklass och geoteknisk kategori

Mot bakgrund av att ett eventuellt stabilitetsbrott i den aktuella sektionen inte berör slussanläggningen och inte heller omfattar kvicklera tillämpas Säkerhetsklass 2 (SK2) vid dimensioneringen.

Aktuella åtgärder bedöms hänföras geoteknisk kategori 2 (GK2).

2.3 Beräkningssektioner

Översikt över beräkningssektionen A för kanalön redovisas i Figur 1.



Figur 1: Översikt över beräkningssektion A för Kanalön, samt närliggande geotekniska undersökningspunkter.

2.4 Erforderlig säkerhetsfaktor

I enlighet med ”PM Projekteringsförutsättningar Geoteknik” dokument nr. S.14+TK.A.A00-AAB.T.001 gäller säkerhetsfaktorer enligt TRVINFRA-00230. För säkerhetsklass 2 är erforderlig säkerhetsfaktor $F_{EN} \geq 1,0$.

Vid kontroll av befintliga förhållanden väljs erforderlig säkerhetsfaktor för totalsäkerhetsanalys enligt IEG Rapport 4:2010.

Eftersom utförda fältundersökningar bedöms motsvara Detaljerad utredningsnivå och stabilitetskontrollen avser Befintlig bebyggelse och anläggning kan slänten klassas som tillfredställande stabil om säkerhetsfaktorn mot skred i dränerad analys är större än 1,5 - 1,3.

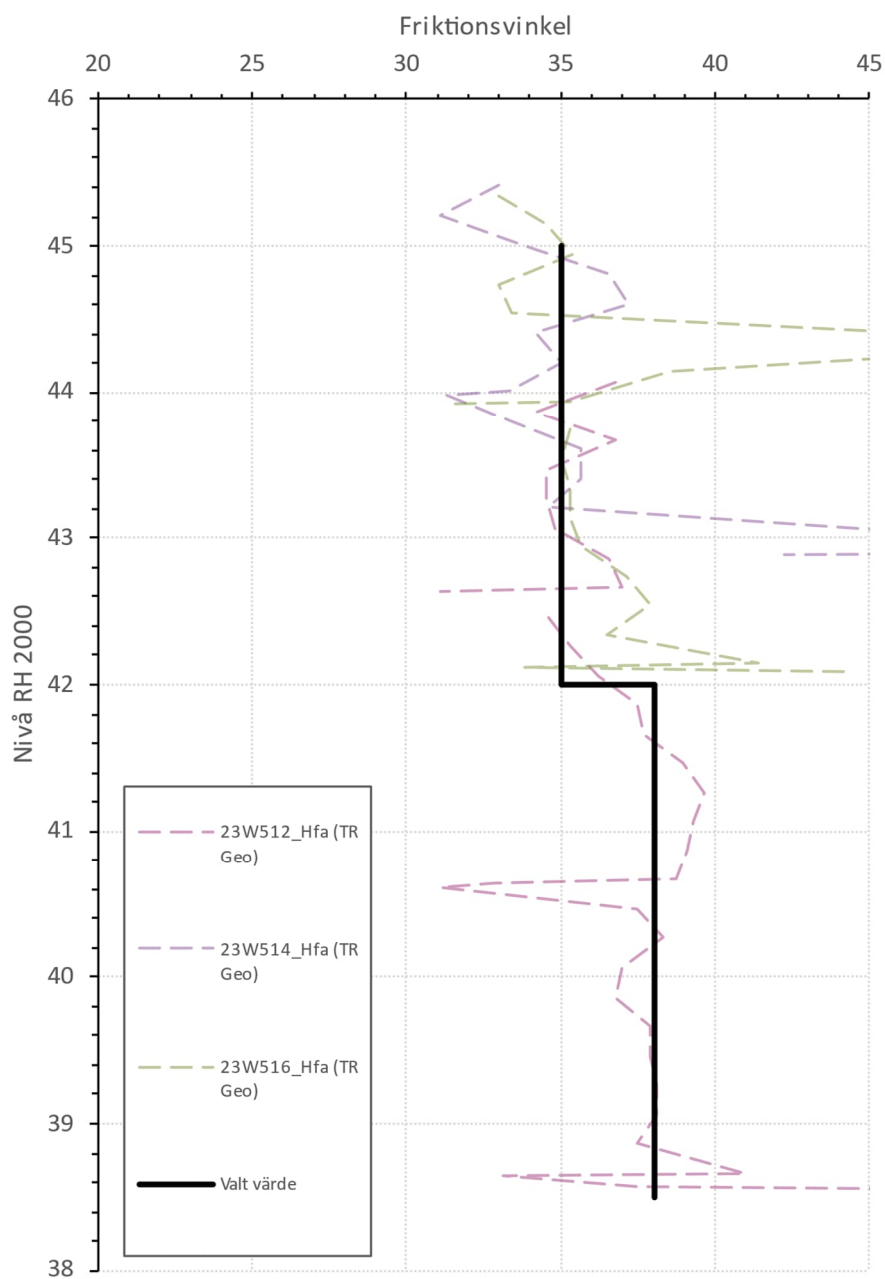
Värdering av gynnsamma och ogynnsamma faktorer har gjorts enligt IEG Rapport 4:2010 kap. 4.5.2 och sammantaget bedöms de gynnsamma faktorerna väga tyngre än de ogynnsamma varför vald erforderlig säkerhetsfaktor ansätts till $F_{\Phi} \geq 1,3$.

2.5 Materialgenskaper

2.5.1 Valda värden

Grafer med resultat från fältundersökningar med valt värde för respektive jordparameter är sammanställt i Figur 2. För jordegenskaper som ej

erhållits från fält- och laboratorieundersökningar har värden valts utifrån rekommendationer i TRVINFRA-00230 Bilaga A.



Figur 2. Valt värde för friktionsvinkel.

Valda värden för hållfasthet och tunghet för friktionsmaterial redovisas i Tabell 1. Valda värden har generellt utvärderats mot nivå. Empiriska värden för jordens densitet har tillämpats i enlighet med riktlinjerna i TRVINFRA 00230.

Tabell 1. Valda värden för hållfasthet och tunghet för friktionsmaterial.

Jordlager	Egenskap	Valda värden
Fyllningsmaterial (bef) Nivå z > +43	Tunghet	$\gamma = 18 \text{ kN/m}^3$ $\gamma_m = 20 \text{ kN/m}^3$
	Hållfasthet	$\varphi' = 35^\circ$
Friktionsjord (grSa/grleSa) Nivå +43 > z > +42	Tunghet	$\gamma = 20 \text{ kN/m}^3$ $\gamma_m = 19 \text{ kN/m}^3$
	Hållfasthet	$\varphi' = 35^\circ$
Sandig morän Nivå +42 > z > +38	Tunghet	$\gamma = 22 \text{ kN/m}^3$ $\gamma_m = 20 \text{ kN/m}^3$
	Hållfasthet	$\varphi' = 38^\circ$

2.5.2 Partialkoefficienter

Vid stabilitetsberäkningar med partialkoefficientmetoden bestäms relevanta dimensionerande parametervärden enligt IEG 6:2008 ”Slänter och bankar” där:

Dimensionerande värden, $X_d = \frac{1}{\gamma_m} \cdot X_k$

Karakteristiska värden, $X_k = \eta \cdot \bar{X}$

Där

γ_m = fast partialkoefficient

η = omräkningsfaktor

$\bar{X}$ = valt värde från sammanställning av härledda värden

Partialkoefficienter för aktuella jordparametrar enligt TRVINFRA-00230 redovisas i Tabell 2.

Tabell 2. Partialkoefficienter för jordparametrar enligt TRVINFRA-00230

Jordparameter	Partialkoefficienter
Tunghet, γ_k	$\gamma_\gamma = 1,0$
Dränerad skjuvhållfasthet, c'_k	$\gamma_{c'} = 1,3$
Inre friktionsvinkel, φ'_k	$\gamma_\varphi = 1,3$

2.5.3 Omräkningsfaktor

Val av η -faktorer utförs enligt IEG 6:2008. Omräkningsfaktorn, η_{tot} , för friktionsjordens och den sandiga moränens dränerade hållfasthetsparametrar beräknas som produkten av samtliga delfaktorer. För material där egenskaperna är ansatta enligt tabellvärde och inte mot bakgrund av en fältundersökning, sätts omräkningsfaktorn lika med 1,0.

För friktionsjorden och den sandiga moränen i det aktuella området sätts omräkningsfaktorn till **$\eta_{\text{tot}}=0,95$** . Sammanställning av delfaktorer redovisas i Tabell 3.

Tabell 3. Delfaktorer för omräkningsfaktorn η .

Delfaktorer	Valt värde
$\eta_{1,2}$	1,0
η_3	0,95
$\eta_{4,5,6,7}$	1,0
η_8	1,0
η_{tot}	0,95

- $\eta_{1,2}$ behandlar jordens naturliga spridning och antalet oberoende undersökningspunkter. "Silt och sand" och "Grus och morän" och >3 oberoende undersökningspunkter ger $\eta_{1,2}=1,0$.
- η_3 tar hänsyn till osäkerheter vid bestämning av jordens egenskaper. Hejasondering bekräftar resultat från andra undersökningar samt empiri, därav väljs $\eta_3=0,95$.
- $\eta_{4,5,6,7}$ beaktar konsekvens av brott samt storlek på glidyta. Då brottytorna är relativt små och jorden längs brottytan inte utgörs av homogen lera väljs $\eta_{4,5,6,7}=1,0$.
- η_8 sätts för dimensionering av bankar och slänter till 1,0.

2.6 Laster

Ingen trafiklast har beaktats i analysen för befintliga förhållanden, då det aktuella området utgörs av en mindre gångväg som inte trafikeras av snöröjningsfordon.

Vid stabilitetskontroll för framtida förhållanden ansätts en last på 10 kN/m² som motsvarar last av en eventuell markhöjning med 0,5 m, vilket tillåts utan beviljat marklov.

2.7 Grundvattennivå och portryck

Grundvattenrörmätningar indikerar att grundvattenytan ligger lägre än 2,5 meters djup under markytan, inga djupare mätningar har gjorts i området. Grundvattenytan i moränen bedöms följa vattennivån i kanalen (LVY).

3 Resultat stabilitetsberäkningar

3.1 Befintliga förhållanden

Sammanställning av resultat från utförda stabilitetsberäkningar för befintliga förhållanden redovisas i Tabell 4. Beräkningarna är utförda med totalsäkerhetsmetoden.

Tabell 4. Resultat från stabilitetsberäkningar för befintliga förhållanden

Beräknings ID	Beskrivning	Säkerhetsfaktor	
Sektion A [1]	Befintliga förhållanden med LVY	1,16	Ej OK
Sektion A [2]	Befintliga förhållanden med torrlagd kanal	1,15	Ej OK

3.2 Planerade förhållanden

Sammanställning av resultat från utförda stabilitetsberäkningar för planerade förhållanden redovisas i Tabell 5. Beräkningarna är utförda med partialkoefficientmetoden.

Tabell 5. Resultat från stabilitetsberäkningar för planerade förhållanden

Beräknings ID	Beskrivning	Säkerhetsfaktor	
Sektion A [3]	Planerade förhållanden	1,57	OK

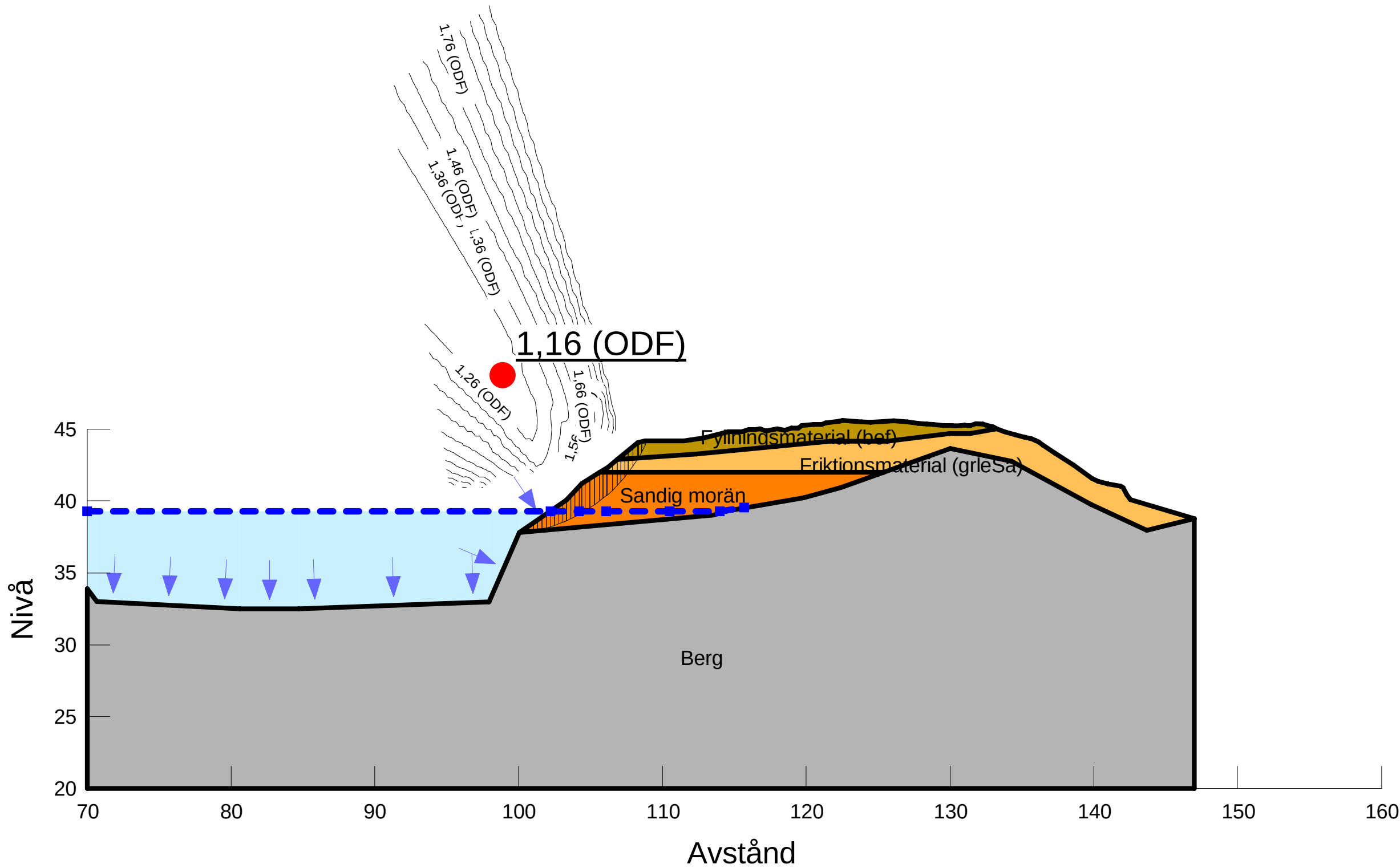


Bilaga 3A

Stabilitetsberäkningar Kanalön

Color	Name	Slope Stability Material Model	Unit Weight (kN/m³)	Effective Cohesion (kPa)	Effective Friction Angle (°)	Constant Unit Wt. Above Piezometric Surface (kN/m³)
	Berg	Bedrock (Impenetrable)				
	Friktionsmaterial (grleSa)	Mohr-Coulomb	20	0	35	19
	Fyllningsmaterial (bef)	Mohr-Coulomb	20	0	35	18
	Sandig morän	Mohr-Coulomb	22	0	38	20

Partialkoefficienter:
Permanent ytt- och punktlaster
γA: Favorable = 1, Unfavorable = 1
Variabla ytt- och punktlaster
γA: Favorable = 0, Unfavorable = 1
Egenvikt av jord
γA: Favorable = 1, Unfavorable = 1
Dränerad hållfasthet
γM=1
Odränerad hållfasthet
γM=1

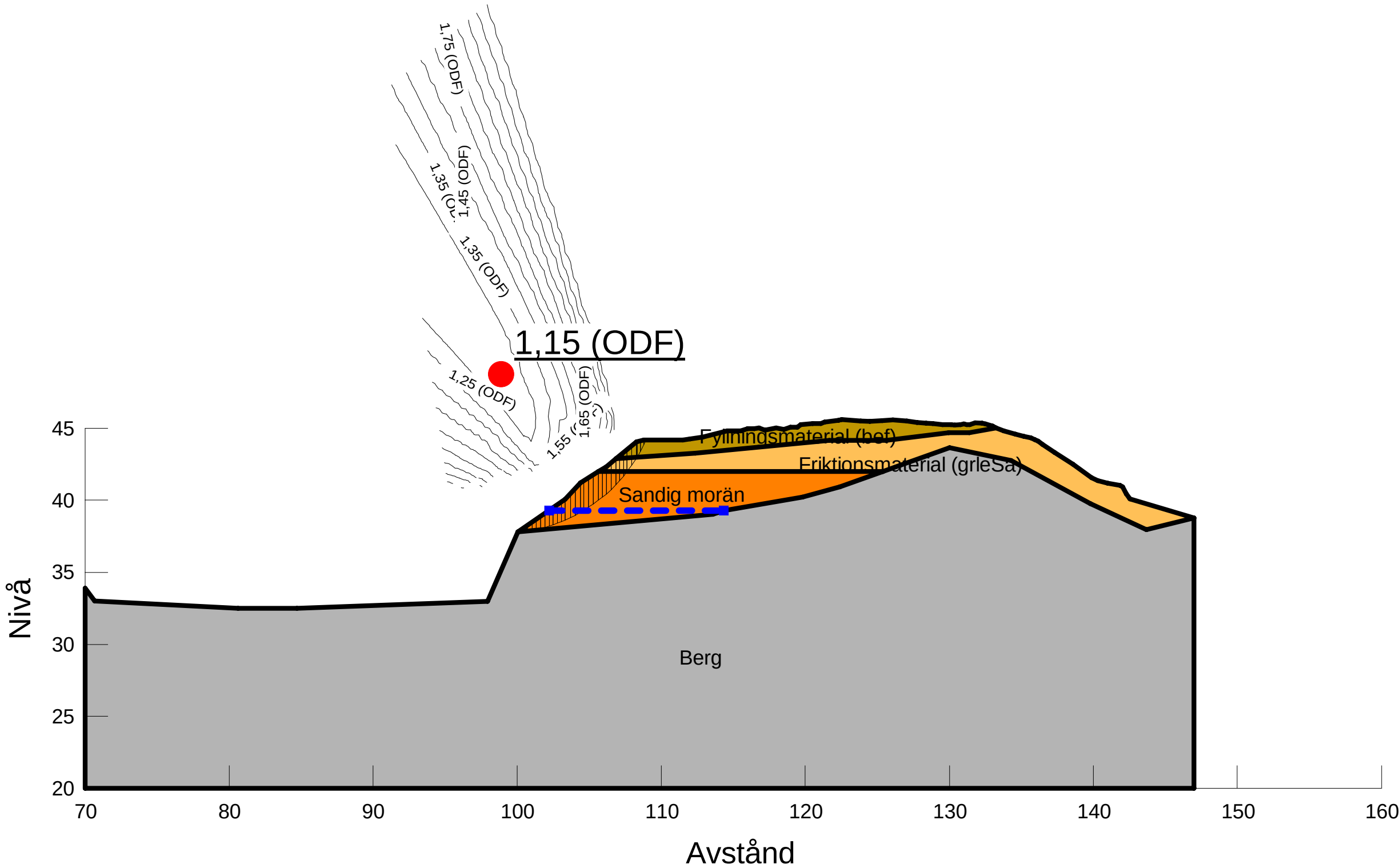


Sektion	Datum	Beräkningsmodell	Skala	Analysmetod, EC7 (EKS-DA3) alt. Tillståndsbedomning	Uppdragsnamn	Förklaring	Uppdragsnummer
Sektion A [1] Bef. LVY	2025-01-14	Morgenstern-Price	1:300 (A3)	Totalsäkerhet	Slussar i Trollhätte kanal	Sektion A [1b] drä.	WSP: 10362423

Color	Name	Slope Stability Material Model	Unit Weight (kN/m³)	Effective Cohesion (kPa)	Effective Friction Angle (°)	Constant Unit Wt. Above Piezometric Surface (kN/m³)
	Berg	Bedrock (Impenetrable)				
	Friktionsmaterial (grleSa)	Mohr-Coulomb	20	0	35	19
	Fyllningsmaterial (bef)	Mohr-Coulomb	20	0	35	18
	Sandig morän	Mohr-Coulomb	22	0	38	20

F=1,15

Partialkoefficienter:
Permanent ytt- och punktlaster
γA: Favorable = 1, Unfavorable = 1
Variabla ytt- och punktlaster
γA: Favorable = 0, Unfavorable = 1
Egenvikt av jord
γA: Favorable = 1, Unfavorable = 1
Dränerad hållfasthet
γM=1
Odränerad hållfasthet
γM=1



kanal0n.gsz / SLOPEW / 23.10.520



Sektion
Sektion A [2] Bef. Torr

Datum
2025-01-14

Beräkningsmodell
Morgenstern-Price

Skala
1:300 (A3)

Analysmetod, EC7 (EKS-DA3) alt. Tillståndsbedömning
Totalsäkerhet

Uppdragsnamn
Slussar i Trollhätte kanal

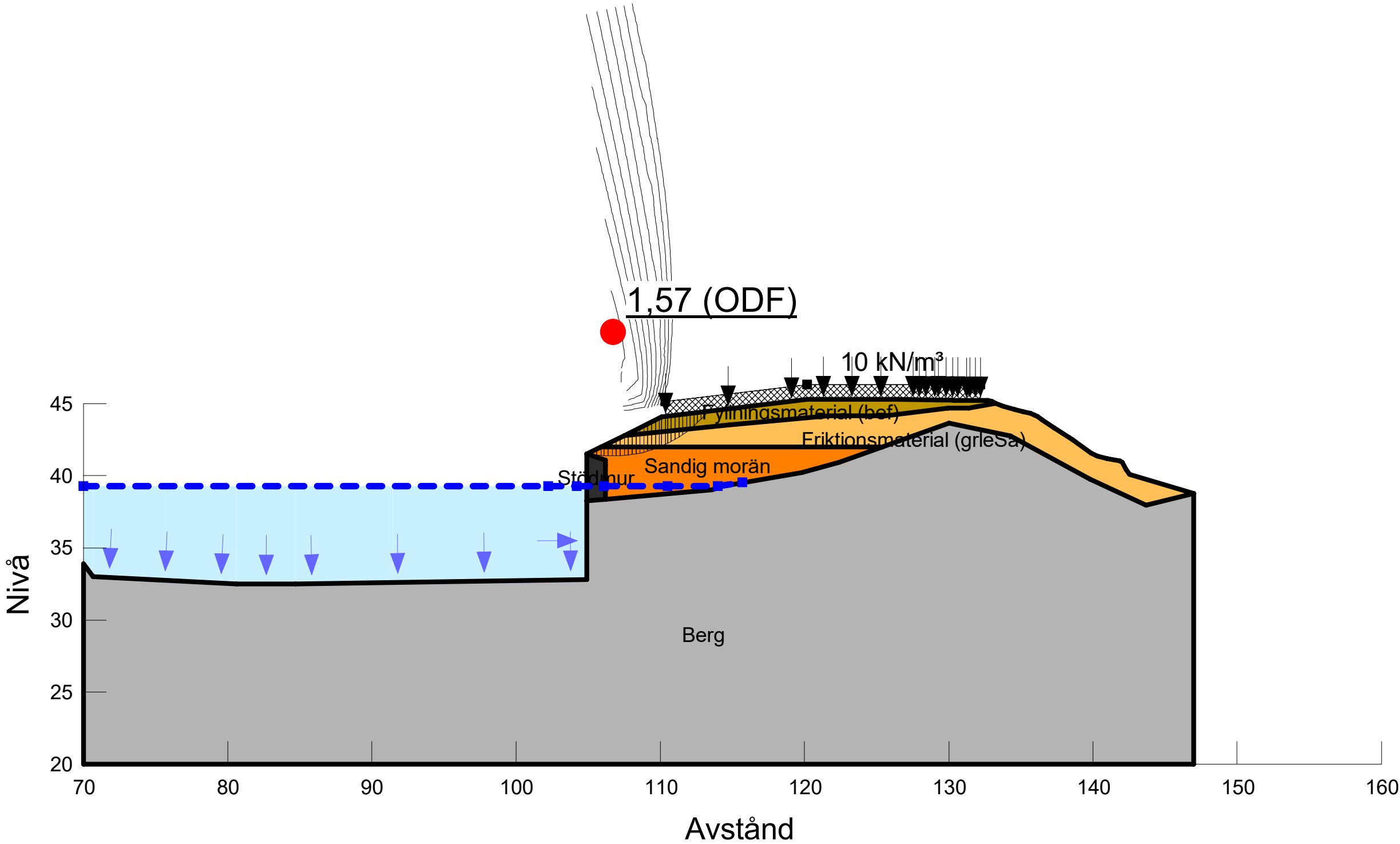
Förklaring
Sektion A [2b] drä.

Uppdragsnummer
WSP: 10362423

F=1,57

Partialkoefficienter:
Permanent y- och punktlaster
γA: Favorable = 1, Unfavorable = 1
Variabla y- och punktlaster
γA: Favorable = 0, Unfavorable = 1.27
Egenvikt av jord
γA: Favorable = 1, Unfavorable = 1
Dränerad hållfasthet
γM=1,36 (n=0,95)
Odränerad hållfasthet
γM=1,5

Color	Name	Slope Stability Material Model	Unit Weight (kN/m³)	Effective Cohesion (kPa)	Effective Friction Angle (°)	Constant Unit Wt. Above Piezometric Surface (kN/m³)
	Berg	Bedrock (Impenetrable)				
	Friktionsmaterial (grleSa)	Mohr-Coulomb	20	0	35	19
	Fyllningsmaterial (bef)	Mohr-Coulomb	20	0	35	18
	Sandig morän	Mohr-Coulomb	22	0	38	20
	Stödmur	High Strength	24			



Bilaga 4

Beräknings PM Stabilitet Bergkanal 0_920Ö

Slussar i Trollhätte kanal

Anläggande av sluss i Trollhättans kommun,
Västra Götalands län

2025-04-15



Trafikverket

Postadress: Vikingsgatan 1, 411 01 Göteborg

E-post: trafikverket@trafikverket.se

Telefon: 0771-921 921, Texttelefon: 010-123 50 00

Konfidentialitetsnivå: 1 Ej känslig

Dokumenttitel: Bilaga 4 Beräknings-PM Stabilitet Bergkanal Sektion 0_920Ö

Författare: Alice Hultin

Dokumentdatum: 2025-04-15

Innehåll

1 Bakgrund och syfte	4
2 Beräkningsförutsättningar stabilitet	5
2.1 Allmänna förutsättningar	5
2.2 Säkerhetsklass	5
2.3 Beräkningssektioner	5
2.4 Erforderlig säkerhetsfaktor.....	6
2.5 Materialgenskaper	7
2.5.1 Valda värden	7
2.6 Laster	8
2.7 Grundvattennivå och portryck.....	8
3 Resultat stabilitetsberäkningar	9

Bilagor

Benämning	Beskrivning	Sidor	Rev
Bilaga 4A	Stabilitetsberäkningar Bergkanal 0_920Ö	2	

1 Bakgrund och syfte

I samband med anläggande av nya slussar i Trollhättan planeras Bergkanalen breddas. Denna PM syftar till att redovisa beräkningsförutsättningar och beräkningsresultat för utförda stabilitetsanalyser för detaljplan vid Bergkanal Sektion o_920Ö.

2 Beräkningsförutsättningar stabilitet

2.1 Allmänna förutsättningar

Eftersom planerad byggnation innebär att en stödmur grundlagd på berg anläggs vid den breddade kanalens kant är frågan om släntstabilitet inte aktuell för framtida förhållanden. Stabiliteten har därför i denna sektion endast kontrollerats för befintliga förhållanden.

Stabilitetsberäkningar har utförts med totalsäkerhetsmetoden. Eftersom jordlagerföljden i sektionen till största del består av friktionsjord samt lera med stort innehåll av sand och silt har endast kombinerad analys utförts. Beräkningarna har omfattat två scenarier: ett som utgår från den avtalade lägsta vattennivån i Bergkanalen (LVY), vilken är fastställd till +39,30 meter över havet, samt ett fall där kanalen antas vara torrlagd.

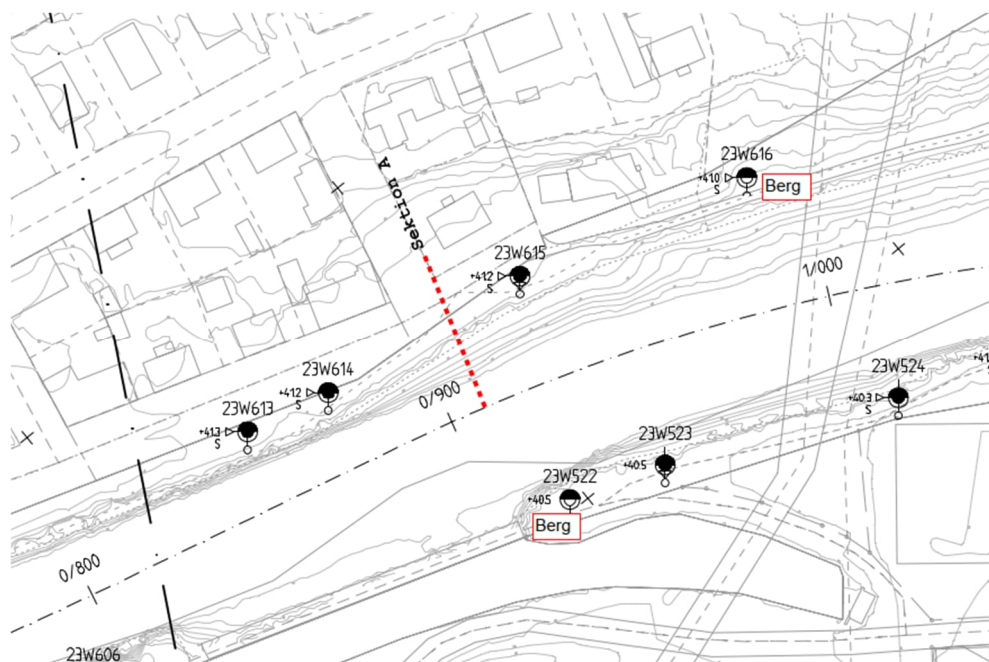
För beräkningarna har programvaran Geostudio 2023.1.0 – Slope/W version 23.1.0.520 och analysmetoden Morgenstern-Price använts.

2.2 Säkerhetsklass

Mot bakgrund av att ett eventuellt stabilitetsbrott i den aktuella sektionen inte berör slussanläggningen och inte heller omfattar kvicklera tillämpas Säkerhetsklass 2 (SK2) vid dimensioneringen.

2.3 Beräkningssektioner

Läge för aktuell beräkningssektion och närliggande undersökningspunkter redovisas i Figur 1.



Figur 1: Översikt över beräkningssektion Bergkanal 0_920Ö.

2.4 Erforderlig säkerhetsfaktor

Val av erforderlig säkerhetsfaktor har gjorts med ledning av IEG Rapport 4:2010, se Figur 2.

Tabell Val av rekommenderad säkerhetsfaktor

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

Figur 2. Rekommenderade säkerhetsfaktorer enligt IEG Rapport 4:2010.

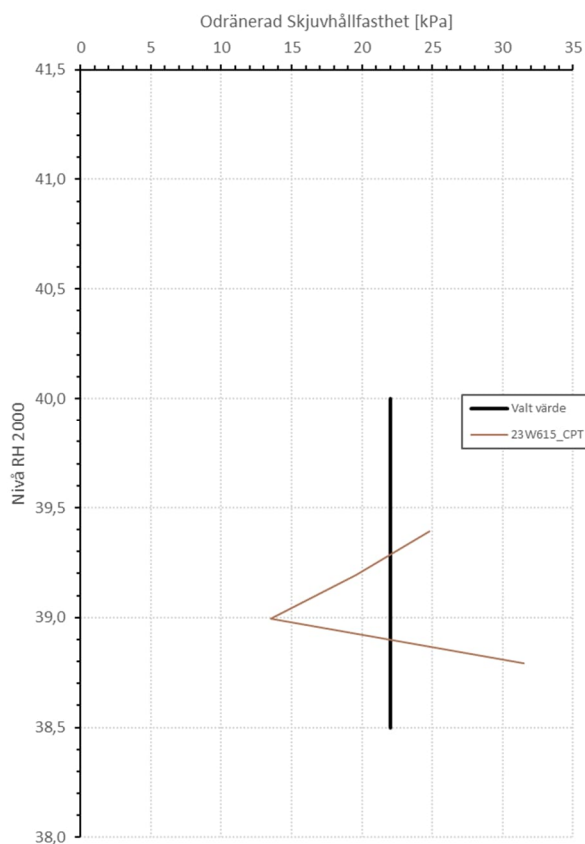
Eftersom utförda fältundersökningar bedöms motsvara Detaljerad utredningsnivå och stabilitetskontrollen avser Befintlig bebyggelse och anläggning kan slänten klassas som tillfredställande stabil om säkerhetsfaktorn mot skred i kombinerad analys är större än 1,5 - 1,3 ($F_{\text{komb}} > 1,5 - 1,3$).

Värdering av gynnsamma och ogynnsamma faktorer har gjorts enligt IEG Rapport 4:2010 kap. 4.5.2 och vald erforderlig säkerhetsfaktor ansätts till medelvärdet i det angivna intervallet. Vald erforderlig säkerhetsfaktor är $F_{\text{komb}} > 1,4$.

2.5 Materialgenskaper

2.5.1 Valda värden

Grafer med resultat från fält- och laborieundersökningar med valt värde för respektive jordparameter är sammanställt i Figur 3. För jordegenskaper som ej erhållits från fält- och laborieundersökningar har värden valts utifrån rekommendationer i TRVINFRA-00230 Bilaga A.



Figur 3. Valt värde för odränerad skjuvhållfasthet.

Sammanställning av valda värden för hållfasthet och tunghet i kohesionsjord redovisas i Tabell 1. Valda värden för hållfasthet och tunghet för det befintliga fyllningsmaterialet redovisas i Tabell 2. Valda värden har generellt utvärderats mot nivå. Empiriska värden för jordens densitet har tillämpats i enlighet med riktlinjerna i TRVINFRA 00230.

Tabell 1. Valda värden för tunghet och hållfasthet i kohesionsjord.

Jordlager	Egenskap	Valda värden
Lera 1	Tunghet	$\gamma = 17 \text{ kN/m}^3$
	Hållfasthet	$c_u = 22 \text{ kPa}$, $c' = 0,1 \cdot C_u$, $\varphi' = 30^\circ$

Tabell 2. Valda värden för hållfasthet och tunghet för friktionsmaterial.

Jordlager	Egenskap	Valda värden
Fyllningsmaterial (bef)	Tunghet	$\gamma = 18 \text{ kN/m}^3$ $\gamma_m = 20 \text{ kN/m}^3$
	Hållfasthet	$\varphi' = 35^\circ$
Sprängsten med fyllning och lera	Tunghet	$\gamma = 19 \text{ kN/m}^3$ $\gamma_m = 21 \text{ kN/m}^3$
	Hållfasthet	$\varphi' = 40^\circ$

2.6 Laster

En utbredd permanent last på 10 kN/m^3 har ansatts i beräkningen, motsvarande en eventuell framtida markhöjning på ca 0,5 m.

2.7 Grundvattennivå och portryck

Porvattentrycket i lera antas öka hydrostatiskt med en nolltrycksnivå vid fyllningsmaterialets underkant.

3 Resultat stabilitetsberäkningar

Sammanställning av resultat från utförda stabilitetsberäkningar redovisas i Tabell 3.

Tabell 3. Resultat från stabilitetsberäkningar

Beräknings ID	Beskrivning	Säkerhetsfaktor		
		Odr.	Komb.	
Sektion 0_920Ö [1]	Befintliga förhållanden med LVY	-	1,41	OK
Sektion 0_920Ö [2]	Befintliga förhållanden torrlagd kanal	-	1,53	OK

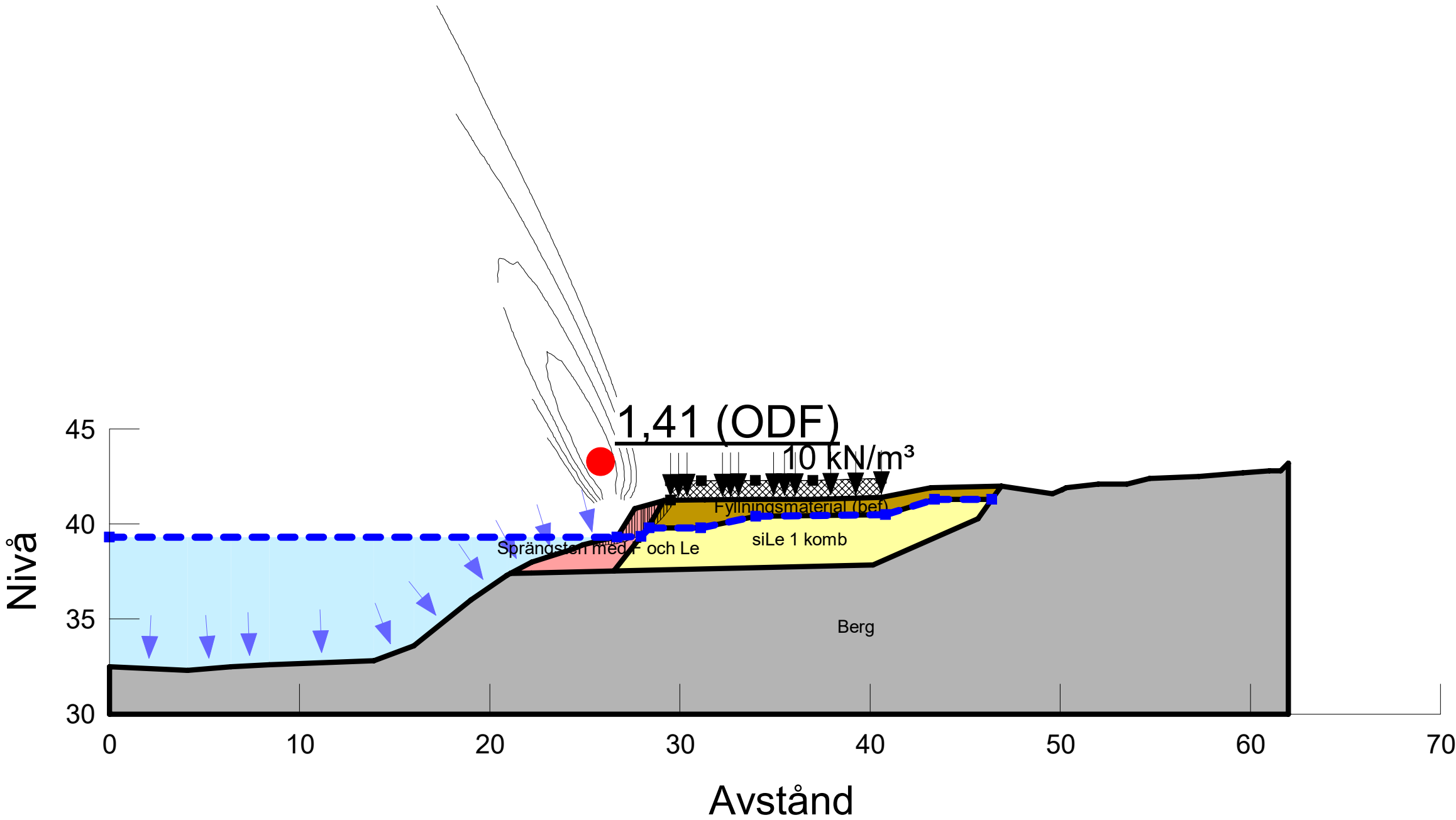


Bilaga 4A Stabilitetsberäkningar Sektion 0/920Ö

F=1,41

Partialkoefficienter:
Permanent ytt- och punktlaster
γA: Favorable = 1, Unfavorable = 1
Variabla ytt- och punktlaster
γA: Favorable = 0, Unfavorable = 1
Egenvikt av jord
γA: Favorable = 1, Unfavorable = 1
Dränerad hållfasthet
γM=1
Odränerad hållfasthet
γM=1

Color	Name	Slope Stability Material Model	Unit Weight (kN/m³)	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	Constant Unit Wt. Above Piezometric Surface (kN/m²)
■	Berg	Bedrock (Impenetrable)									
■	Fyllningsmaterial (bef)	Mohr-Coulomb	20	0	35						18
■	siLe 1 komb	Combined, S=f(depth)	17		30	0	0	22	0	0,1	
■	Sprängsten med F och Le	Mohr-Coulomb	21	0	40						19



Bergkanalen Sektion 0_920Ö gsz / SLOPEW / 23.1.0.520



Sektion
Sektion 0_920Ö [1] Bef.

Datum
2025-03-27

Beräkningsmodell
Morgenstern-Price

Skala
1:250 (A3)

Analysmetod, EC7 (EKS-DA3) alt. Tillståndsbedömning
Totalsäkerhet

Uppdragsnamn
Slussar i Trollhätte kanal

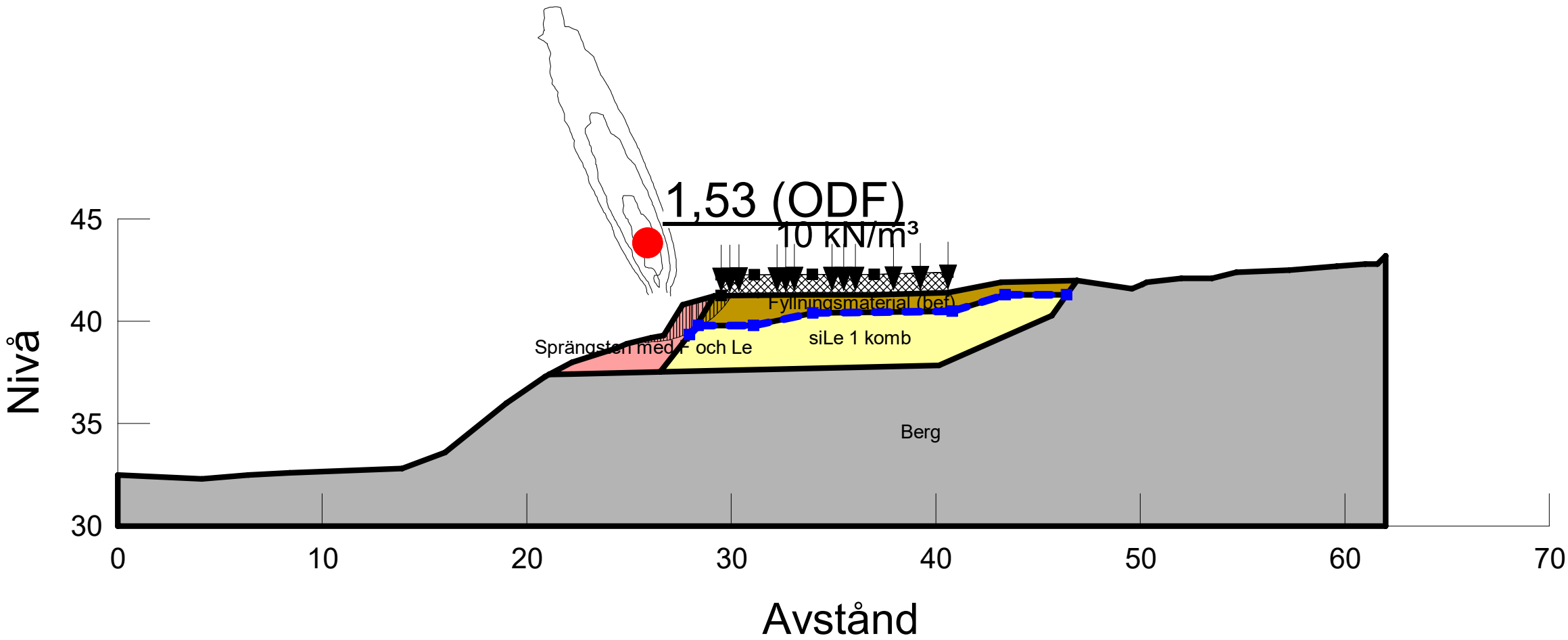
Förklaring
Sektion 0_920Ö [1] Komb.

Uppdragsnummer
WSP: 10362423

F=1,53

Partialkoefficienter:
Permanent y- och punktlaster
γA: Favorable = 1, Unfavorable = 1
Variabla y- och punktlaster
γA: Favorable = 0, Unfavorable = 1
Egenvikt av jord
γA: Favorable = 1, Unfavorable = 1
Dränerad hållfasthet
γM=1
Odränerad hållfasthet
γM=1

Color	Name	Slope Stability Material Model	Unit Weight (kN/m³)	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	Constant Unit Wt. Above Piezometric Surface (kN/m²)
	Berg	Bedrock (Impenetrable)									
	Fyllningsmaterial (bef)	Mohr-Coulomb	20	0	35						18
	siLe 1 komb	Combined, S=f(depth)	17		30	0	0	22	0	0,1	
	Sprängsten med F och Le	Mohr-Coulomb	21	0	40						19



Bergkanalen Sektion 0_920Ö gsz / SLOPEW / 23.1.0.520



Sektion
Sektion 0_920Ö [2] Bef. Torr

Datum
2025-03-27

Beräkningsmodell
Morgenstern-Price

Skala
1:250 (A3)

Analysmetod, EC7 (EKS-DA3) alt. Tillståndsbedömning
Totalsäkerhet

Uppdragsnamn
Slussar i Trollhätte kanal

Förklaring
Sektion 0_920Ö [2] Komb.

Uppdragsnummer
WSP: 10362423

Bilaga 5

Beräknings PM Stabilitet Bergkanal 0_980V

Slussar i Trollhätte kanal
Anläggande av sluss i Trollhättans kommun,
Västra Götalands län
2025-04-15



Trafikverket

Postadress: Vikingsgatan 1, 411 01 Göteborg

E-post: trafikverket@trafikverket.se

Telefon: 0771-921 921, Texttelefon: 010-123 50 00

Konfidentialitetsnivå: 1 Ej känslig

Dokumenttitel: Bilaga 5 Beräknings-PM Stabilitet Bergkanal 0_980V

Författare: Alice Hultin

Dokumentdatum: 2025-04-15

Innehåll

1 Bakgrund och syfte	4
2 Beräkningsförutsättningar stabilitet	5
2.1 Allmänna förutsättningar	5
2.2 Säkerhetsklass	5
2.3 Beräkningssektioner	5
2.4 Erforderlig säkerhetsfaktor.....	6
2.5 Materialgenskaper	7
2.5.1 Valda värden	7
2.6 Laster	9
2.7 Grundvattennivå och portryck.....	9
3 Resultat stabilitetsberäkningar	10

Bilagor

Benämning	Beskrivning	Sidor	Rev
Bilaga 5A	Stabilitetsberäkningar Bergkanal 0_980V	3	

1 Bakgrund och syfte

I samband med anläggande av nya slussar i Trollhättan planeras Bergkanalen breddas. Denna PM syftar till att redovisa beräkningsförutsättningar och beräkningsresultat för utförda stabilitetsanalyser för detaljplan vid Bergkanalen Sektion 0_980V.

2 Beräkningsförutsättningar stabilitet

2.1 Allmänna förutsättningar

Eftersom planerad byggnation innebär att en stödmur grundlagd på berg anläggs vid den breddade kanalens kant är frågan om släntstabilitet inte aktuell för framtida förhållanden. Stabiliteten har därför endast kontrollerats för befintliga förhållanden.

Stabilitetsberäkningar har utförts med metoden för beräkning av totalsäkerhet, i enlighet med riktlinjerna i IEG Rapport 4:2010. Beräkningarna har omfattat två scenarier: ett som utgår från den avtalade lägsta vattennivån i Bergkanalen (LVY), vilken är +39,30 meter över havet, samt ett extremfall där kanalen antas vara torrlagd.

För beräkningarna har programvaran Geostudio 2023.1.0 – Slope/W version 23.1.0.520 och analysmetoden Morgenstern-Price använts. I beräkningsprogrammet ansätts valda värden för materialegenskaper.

2.2 Säkerhetsklass

Mot bakgrund av att ett eventuellt stabilitetsbrott i den aktuella sektionen inte berör slussanläggningen och inte heller omfattar kvicklera tillämpas Säkerhetsklass 2 (SK2) vid dimensioneringen.

2.3 Beräkningssektioner

Läge för aktuell beräkningssektion och närliggande undersökningspunkter redovisas i Figur 1.

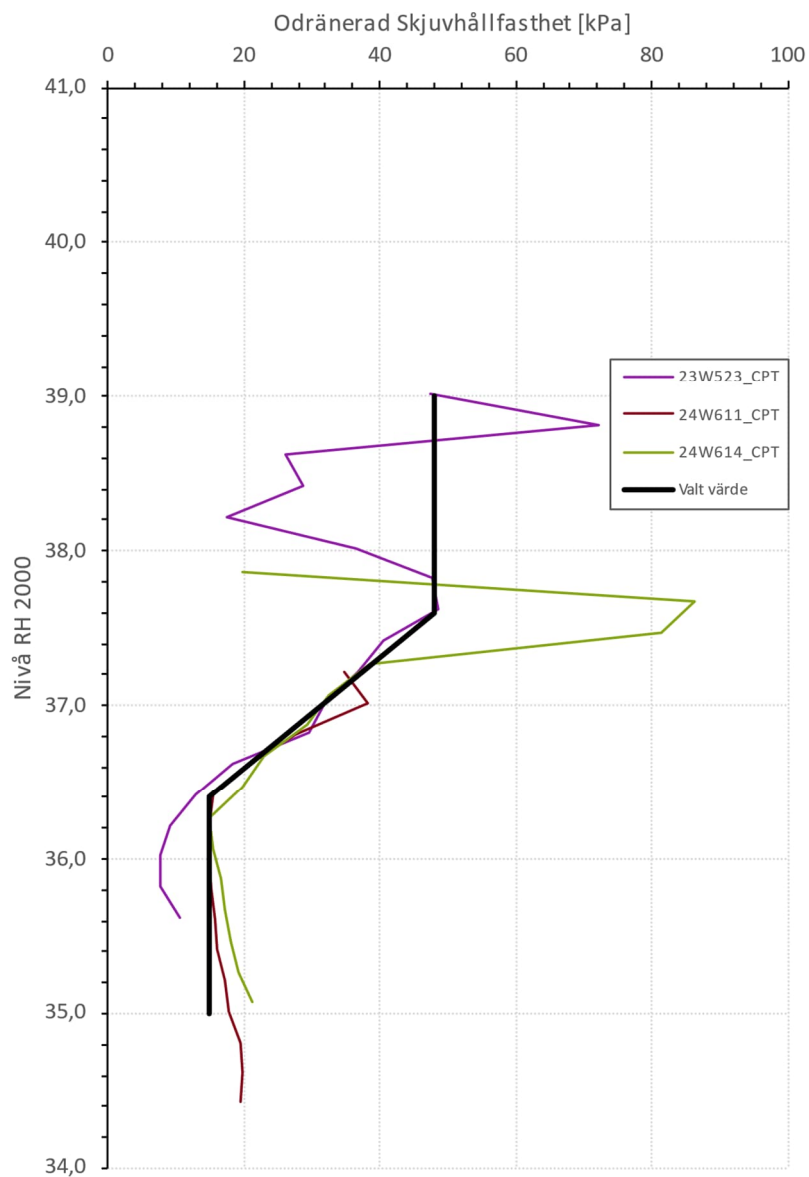
1,7 - 1,5), samtidigt som säkerhetsfaktorn mot skred i kombinerad analys är större än 1,5 - 1,3 ($F_{\text{komb}} > 1,5 - 1,3$).

Värdering av gynnsamma och ogynnsamma faktorer har gjorts enligt IEG Rapport 4:2010 kap. 4.5.2 och sammantaget bedöms de ogynnsamma faktorerna väga tyngre än de gynnsamma varför vald erforderlig säkerhetsfaktor ansätts något över medelvärdet i det angivna intervallet. Vald erforderlig säkerhetsfaktor är $F_c > 1,65$ och $F_{\text{komb}} > 1,45$.

2.5 Materialgenskaper

2.5.1 Valda värden

Grafer med resultat från fält- och laboratorieundersökningar med valt värde för respektive jordparameter är sammanställt i Figur 3. För jordegenskaper som ej erhållits från fält- och laboratorieundersökningar har värden valts utifrån rekommendationer i TRVINFRA-00230 Bilaga A.



Figur 3. Valt värde för odränerad skjuvhållfasthet.

Sammanställning av valda värden för hållfasthet och tunghet i kohesionsjord redovisas i Tabell 1. Valda värden för hållfasthet och tunghet för det befintliga fyllningsmaterialet redovisas i Tabell 2. Valda värden har generellt utvärderats mot nivå. Empiriska värden för jordens densitet har tillämpats i enlighet med riktlinjerna i TRVINFRA 00230.

Tabell 1. Valda värden för tunghet och hållfasthet i kohesionsjord.

Jordlager	Egenskap	Valda värden
Lera 1 Nivå $z > +37,6$	Tunghet	$\gamma = 17 \text{ kN/m}^3$
	Hållfasthet	$c_u = 48 \text{ kPa}$, $c' = 0,1 \cdot C_u$, $\varphi' = 30^\circ$
Lera 2 (djuprelaterad) Nivå $z < +37,6$	Tunghet	$\gamma = 17 \text{ kN/m}^3$
	Hållfasthet	$c_u = 48 \text{ kPa} - 27,5 \cdot \text{m}$, $c' = 0,1 \cdot C_u$, $\varphi' = 30^\circ$
Lera 3 Nivå $+36,5 > z > 34$	Tunghet	$\gamma = 17 \text{ kN/m}^3$
	Hållfasthet	$c_u = 15 \text{ kPa}$, $c' = 0,1 \cdot C_u$, $\varphi' = 30^\circ$

Tabell 2. Valda värden för hållfasthet och tunghet för friktionsmaterial.

Jordlager	Egenskap	Valda värden
Fyllningsmaterial (bef)	Tunghet	$\gamma = 18 \text{ kN/m}^3$ $\gamma_m = 20 \text{ kN/m}^3$
	Hållfasthet	$\varphi' = 35^\circ$
Friktionsmaterial (grleSa)	Tunghet	$\gamma = 19 \text{ kN/m}^3$ $\gamma_m = 21 \text{ kN/m}^3$
	Hållfasthet	$\varphi' = 34^\circ$
Glasismur	Tunghet	$\gamma = 21 \text{ kN/m}^3$ $\gamma_m = 23 \text{ kN/m}^3$
	Hållfasthet	$\varphi' = 45^\circ$

2.6 Laster

Ingen trafiklast har beaktats i analysen, då det aktuella området utgörs av en mindre gångväg som inte trafikeras av snöröjningsfordon.

2.7 Grundvattennivå och portryck

Porvattentrycket i leran antas öka hydrostatiskt, där nolltrycksnivån definieras vid den lägsta vattennivån i Bergkanalen (LVY).

3 Resultat stabilitetsberäkningar

Sammanställning av resultat från utförda stabilitetsberäkningar redovisas i Tabell 3.

Tabell 3. Resultat från stabilitetsberäkningar

Beräknings ID	Beskrivning	Säkerhetsfaktor		
		Odr.	Komb.	
Sektion 0_980V [1]	Befintliga förhållanden med LVY	1,41	1,15	Ej OK
Sektion 0_980V [2]	Befintliga förhållanden torrlagd	0,99	-	Ej OK

Trafikverket, 781 89 Borlänge. Besöksadress: Röda vägen 1

Telefon: 0771-921 921, Texttelefon: 010-123 50 00

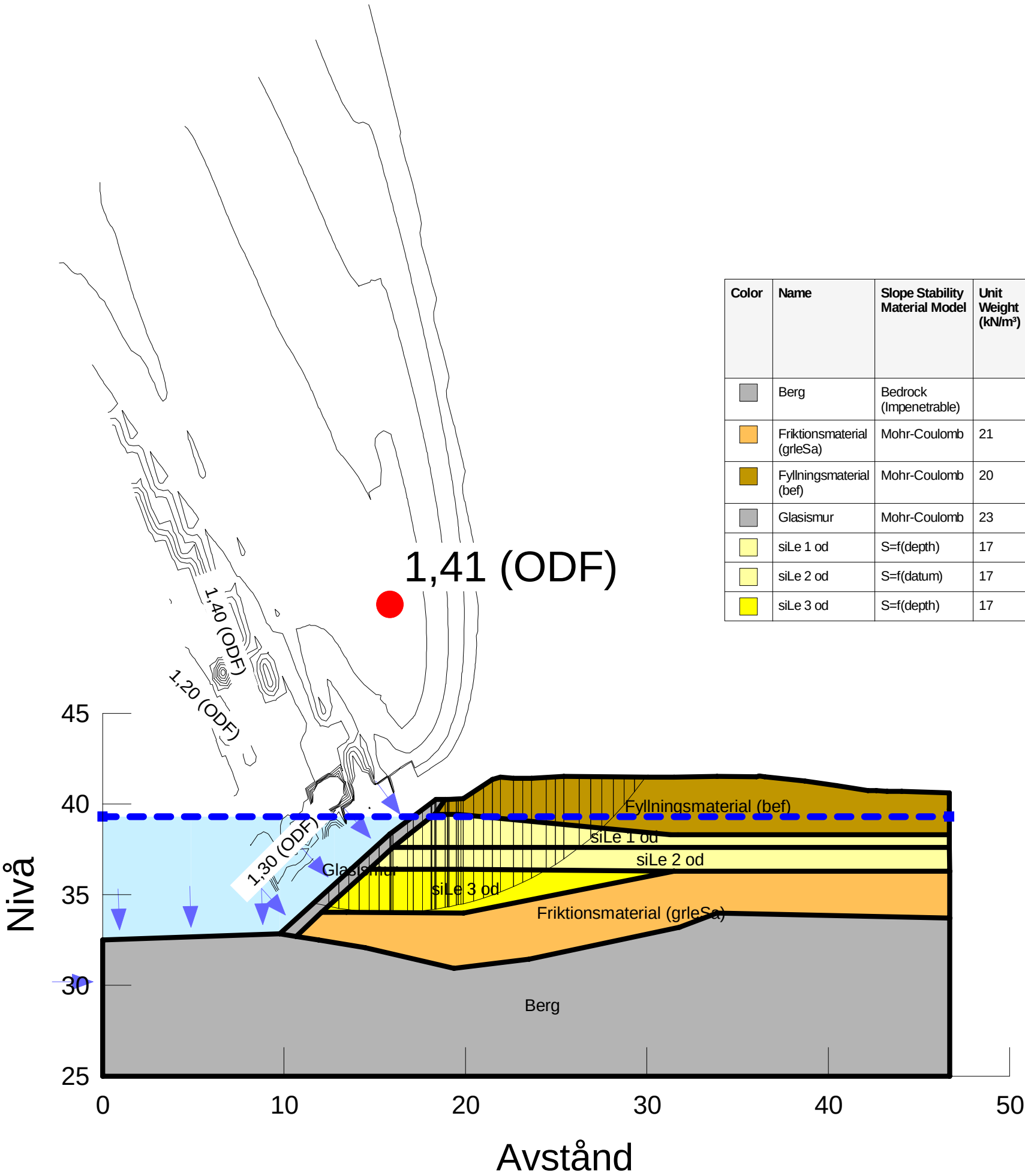
[trafikverket.se](https://www.trafikverket.se)

Bilaga 5A**Stabilitetsberäkningar Bergkanalen Sektion 0/980V**

F=1,41

Partialkoefficienter:
Permanenta yt- och punktlaster
γA: Favorable = 1, Unfavorable = 1
Variabla yt- och punktlaster
γA: Favorable = 0, Unfavorable = 1
Egenvikt av jord
γA: Favorable = 1, Unfavorable = 1
Dränerad hållfasthet
γM=1
Odränerad hållfasthet
γM=1

Color	Name	Slope Stability Material Model	Unit Weight (kN/m³)	C-Datum (kPa)	C-Top of Layer (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m²)/m)	C-Maximum (kPa)	Datum (Elevation) (m)	Effective Cohesion (kPa)	Effective Friction Angle (°)	Constant Unit Wt. Above Piezometric Surface (kN/m³)
	Berg	Bedrock (Impenetrable)									
	Friktionsmaterial (grleSa)	Mohr-Coulomb	21						0	34	19
	Fyllningsmaterial (bef)	Mohr-Coulomb	20						0	35	18
	Glasismur	Mohr-Coulomb	23						0	45	21
	siLe 1 od	S=f(depth)	17		48	0	0				
	siLe 2 od	S=f(datum)	17	48		-27,5	0	37,6			
	siLe 3 od	S=f(depth)	17		15	0	0				



Bergkanal 0_980 V Sektion A2.gsz / SLOPEM / 23.10.520



Sektion
Sektion 0_980 [1] TS 1m

Datum
2024-12-17

Beräkningsmodell
Morgenstern-Price

Skala
1:250 (A3)

Analysmetod, EC7 (EKS-DA3) alt. Tillståndsbedömning
Totalsäkerhet

Uppdragsnamn
Slussar i Trollhätte kanal

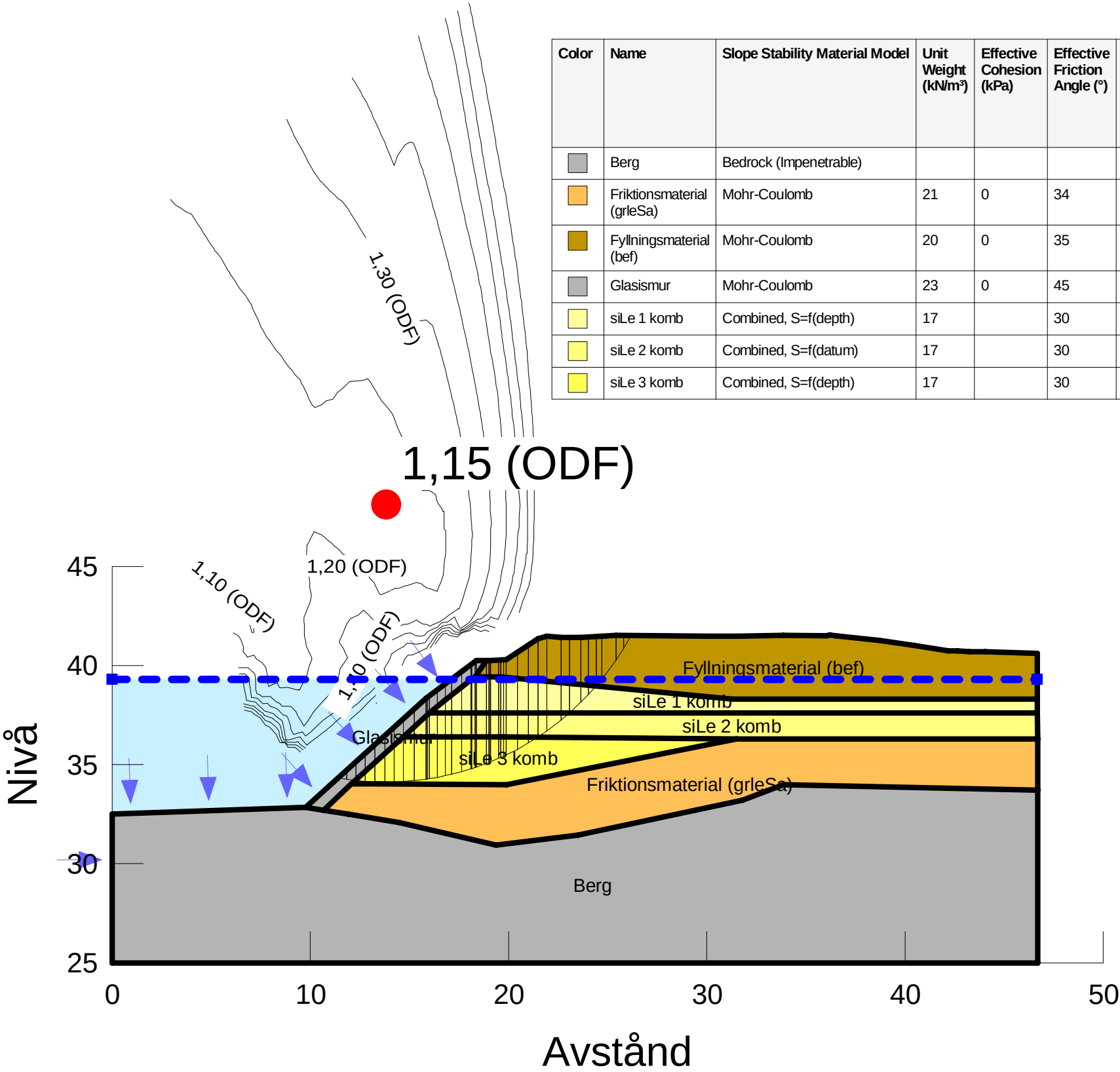
Förklaring
Sektion 0_980V [1] odr.

Uppdragsnummer
WSP: 10362423

F=1,15

Partialkoefficienter:
Permanenta yt- och punktlaster
γA: Favorable = 1, Unfavorable = 1
Variabla yt- och punktlaster
γA: Favorable = 0, Unfavorable = 1
Egenvikt av jord
γA: Favorable = 1, Unfavorable = 1
Dränerad hållfasthet
γM=1
Odränerad hållfasthet
γM=1

Color	Name	Slope Stability Material Model	Unit Weight (kN/m³)	Effective Cohesion (kPa)	Effective Friction Angle (°)	C-Datum (kPa)	C-Top of Layer (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m²)/m)	Cu-Datum (kPa)	Cu-Top of Layer (kPa)	Cu-Rate of Change ((kN/m²)/m)	C/Cu Ratio	Datum (Elevation) (m)	Constant Unit Wt. Above Piezometric Surface (kN/m³)
	Berg	Bedrock (Impenetrable)												
	Friktionsmaterial (grleSa)	Mohr-Coulomb	21	0	34									19
	Fyllningsmaterial (bef)	Mohr-Coulomb	20	0	35									18
	Glasismur	Mohr-Coulomb	23	0	45									21
	siLe 1 komb	Combined, S=f(depth)	17		30		0	0		48	0	0,1		
	siLe 2 komb	Combined, S=f(datum)	17		30	0		0	48		-27,5	0,1	37,6	
	siLe 3 komb	Combined, S=f(depth)	17		30		0	0		15	0	0,1		



Bergkanal_0_980 V Sektion A2.gsz / SLOPEM / 23.10.520



Sektion
Sektion 0_980 [1] TS 1m

Datum
2024-12-17

Beräkningsmodell
Morgenstern-Price

Skala
1:250 (A3)

Analysmetod, EC7 (EKS-DA3) alt. Tillståndsbedömning
Totalsäkerhet

Uppdragsnamn
Slussar i Trollhätte kanal

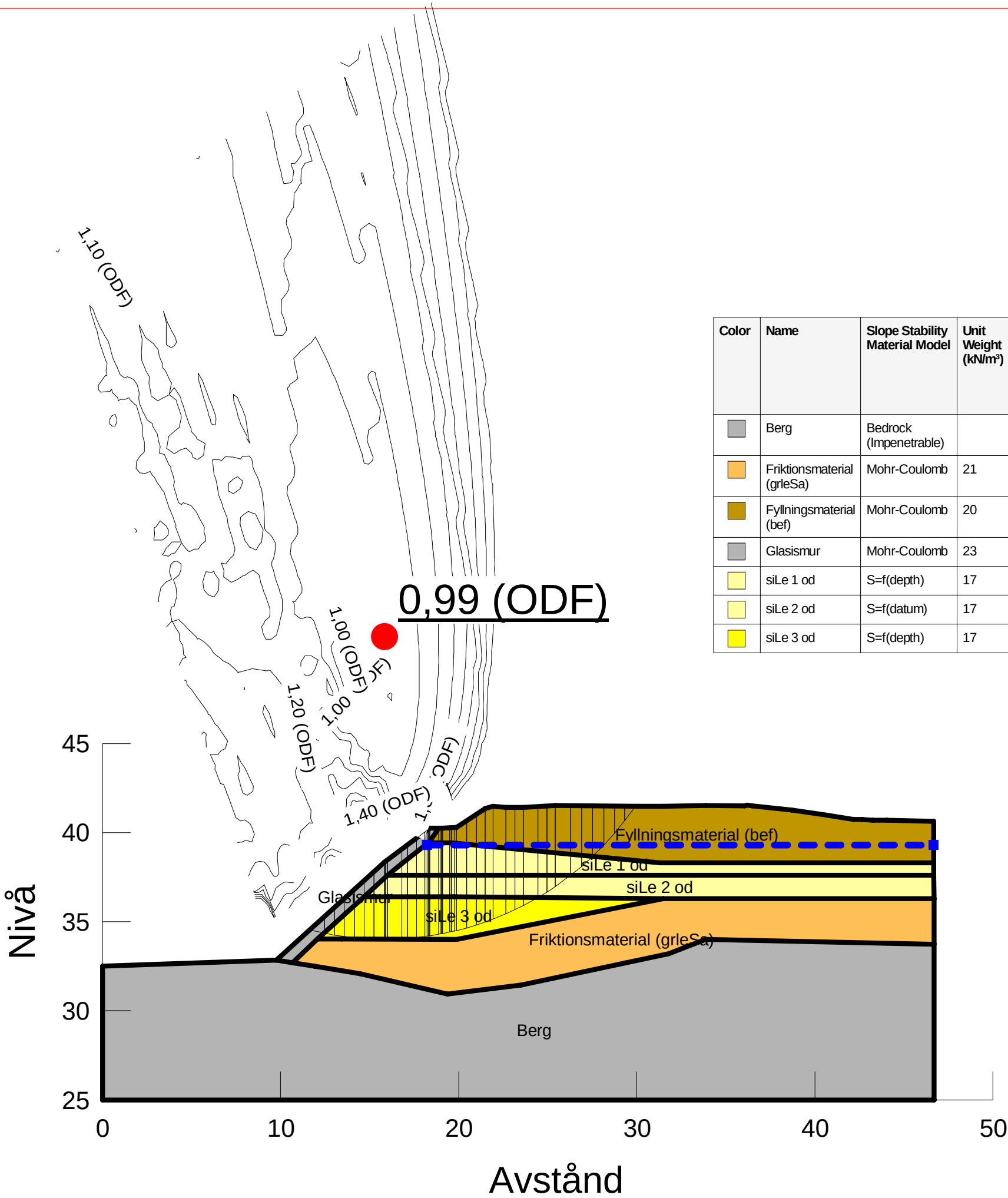
Förklaring
Sektion 0_980V [1] komb

Uppdragsnummer
WSP: 10362423

F=0,99

Partialkoefficienter:
Permanenta yt- och punktlaster
γA: Favorable = 1, Unfavorable = 1
Variabla yt- och punktlaster
γA: Favorable = 0, Unfavorable = 1
Egenvikt av jord
γM=1
Dränerad hållfasthet
γM=1
Odränerad hållfasthet
γM=1

Color	Name	Slope Stability Material Model	Unit Weight (kN/m³)	C-Datum (kPa)	C-Top of Layer (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m²)/m)	C-Maximum (kPa)	Datum (Elevation) (m)	Effective Cohesion (kPa)	Effective Friction Angle (°)	Constant Unit Wt. Above Piezometric Surface (kN/m³)
	Berg	Bedrock (Impenetrable)									
	Friktionsmaterial (grleSa)	Mohr-Coulomb	21						0	34	19
	Fyllningsmaterial (bef)	Mohr-Coulomb	20						0	35	18
	Glasismur	Mohr-Coulomb	23						0	45	21
	siLe 1 od	S=f(depth)	17		48	0	0				
	siLe 2 od	S=f(datum)	17	48		-27,5	0	37,6			
	siLe 3 od	S=f(depth)	17		15	0	0				



Bergkanal 0_980 V Sektion A2.gsz / SLOPE/W / 23.10.520



Sektion	Datum	Beräkningsmodell	Skala	Analysmetod, EC7 (EKS-DA3) alt. Tillståndsbedömning	Uppdragsnamn	Förklaring	Uppdragsnummer
Sektion 0_980 [2] TS tömd	2024-12-17	Morgenstern-Price	1:250 (A3)	Totalsäkerhet	Slussar i Trollhätte kanal	Sektion 0_980 [2] odr.	WSP: 10362423

Bilaga 6

Beräknings-PM Stabilitet Bergkanalen 1/065- 1/080Ö

Slussar i Trollhätte kanal

Anläggande av sluss i Trollhättans kommun,
Västra Götalands län

2025-04-15



Trafikverket

Postadress: Vikingsgatan 1, 411 01 Göteborg

E-post: trafikverket@trafikverket.se

Telefon: 0771-921 921, Texttelefon: 010-123 50 00

Konfidentialitetsnivå: 1 Ej känslig

Dokumenttitel: Bilaga 6 Beräknings-PM Stabilitet Sektion 1_065-1_080

Författare: Svensson, Andrea

Dokumentdatum: 2025-04-15

Innehåll

1 Bakgrund och syfte	4
2 Beräkningsförutsättningar stabilitet	5
2.1 Allmänna förutsättningar	5
2.2 Säkerhetsklass och geoteknisk kategori	5
2.3 Beräkningssektioner	5
2.4 Erforderlig säkerhetsfaktor.....	6
2.5 Materialegenskaper	7
2.5.1 Valda värden	7
2.5.2 Partialkoefficienter	9
2.5.3 Omräkningsfaktor	10
2.6 Laster	11
2.7 Grundvattennivå och portryck.....	11
3 Resultat stabilitetsberäkningar	12
3.1 Befintliga förhållanden	12
3.2 Planerade förhållanden.....	13

Bilagor

Benämning	Beskrivning	Sidor	Rev
Bilaga 6A	Stabilitetsberäkningar	18	

1 Bakgrund och syfte

I samband med anläggande av nya slussar i Trollhättan planeras delar av bergkanalen att breddas. Denna PM syftar till att redovisa beräkningsförutsättningar och beräkningsresultat för utförda stabilitetsanalyser för detaljplan för sträckan ca 1/065 – 1/120.

2 Beräkningsförutsättningar stabilitet

2.1 Allmänna förutsättningar

Stabiliteten har kontrollerats för befintliga förhållanden och för planerade förhållanden, med och utan förstärkningsåtgärder. Stabiliteten har även kontrollerats för tömd kanal.

Stabilitetsberäkningar har utförts med partialkoefficientmetoden i odränerad och i kombinerad analys för planerade förhållanden. I befintliga förhållanden har totalsäkerhetsanalys använts. För beräkningarna har programvaran Geostudio 2023.1.0 – Slope/W version 23.1.0.520 och analysmetoden Morgenstern-Price använts. I beräkningsprogrammet ansätts valda värden för materialegenskaper. Beräkning av dimensionerande värden utifrån partialkoefficienter och omräkningsfaktorer görs i beräkningsprogrammet.

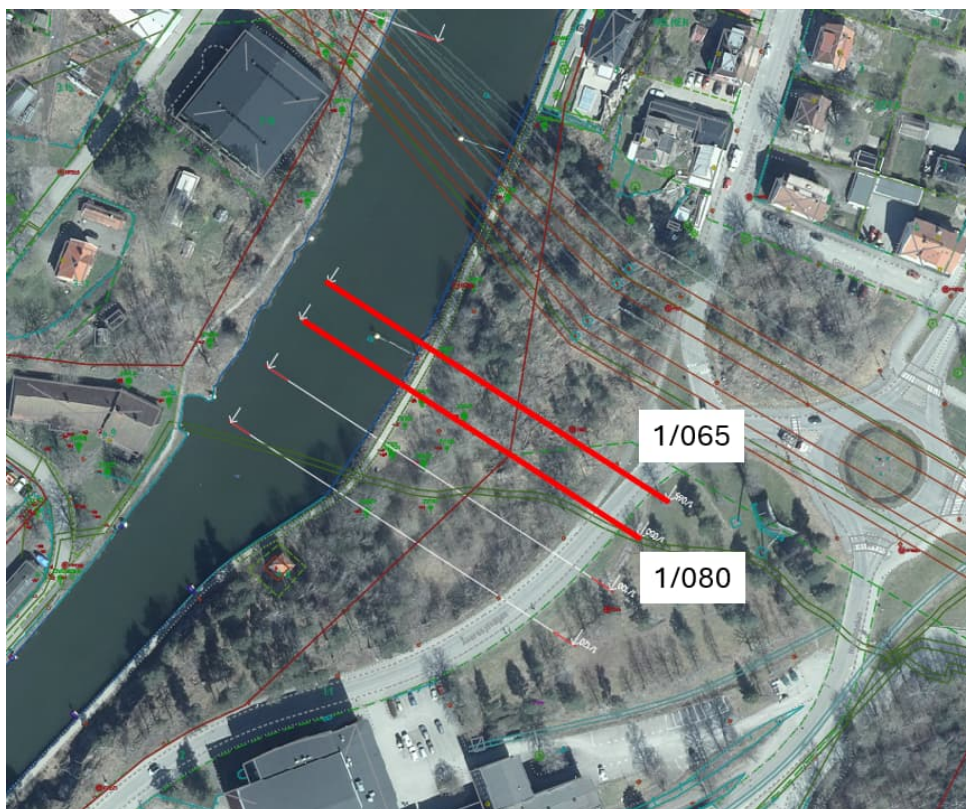
2.2 Säkerhetsklass och geoteknisk kategori

Mot bakgrund av att ett eventuellt stabilitetsbrott längs den aktuella sträckan inte berör slussanläggningen och inte heller omfattar kvicklera tillämpas Säkerhetsklass 2 (SK2) vid dimensioneringen.

Aktuella åtgärder bedöms hänföras geoteknisk kategori 2 (GK2).

2.3 Beräkningssektioner

Stabilitetsberäkningar har utförts i 2 st sektioner. Sektionernas lägen framgår av Figur 1.



Figur 1. Beräkningssektioner för stabilitetsberäkningar.

2.4 Erforderlig säkerhetsfaktor

I enlighet med ”PM Projekteringsförutsättningar Geoteknik” dokument nr. S.14+TK.A.A00-AAB.T.001 gäller säkerhetsfaktorer enligt TRVINFRA-00230. För säkerhetsklass 2 är erforderlig säkerhetsfaktor $F_{EN} \geq 1,0$.

Vid kontroll av befintliga förhållanden väljs erforderlig säkerhetsfaktor för totalsäkerhetsanalys enligt IEG Rapport 4:2010. Val av erforderlig säkerhetsfaktor har gjorts med ledning av IEG Rapport 4:2010, se Figur 2.

Tabell Val av rekommenderad säkerhetsfaktor

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

Figur 2. Rekommenderade säkerhetsfaktorer enligt IEG rapport 4:2010.

Eftersom utförda fältundersökningar bedöms motsvara Detaljerad utredningsnivå och stabilitetskontrollen avser Befintlig bebyggelse och anläggning kan slänten klassas som tillfredställande stabil om säkerhetsfaktorn mot skred i odränerad analys är större än 1,7–1,5 ($F_c > 1,7 - 1,5$), samtidigt som säkerhetsfaktorn mot skred i kombinerad analys är större än 1,5 - 1,3 ($F_{komb} > 1,5 - 1,3$).

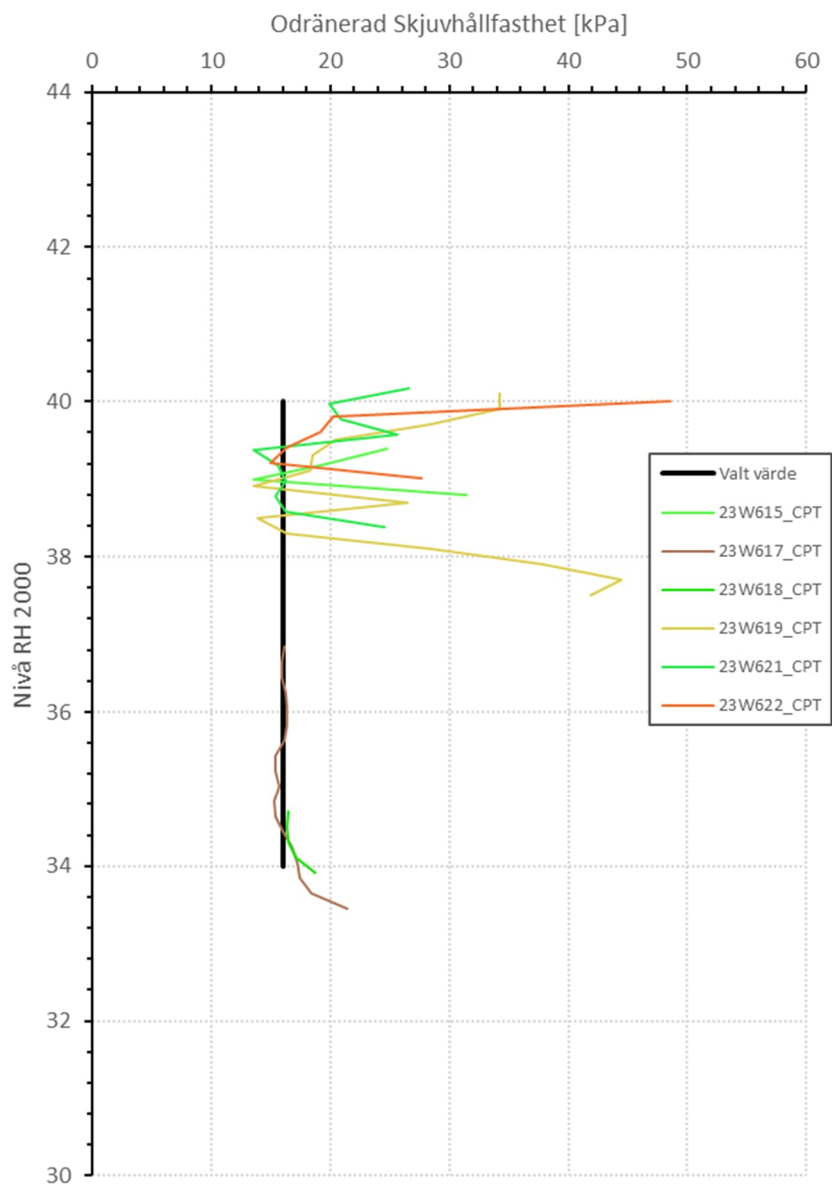
Värdering av gynnsamma och ogynnsamma faktorer har gjorts enligt IEG Rapport 4:2010 kap. 4.5.2 och sammantaget bedöms de ogynnsamma faktorerna väga tyngre än de gynnsamma varför vald erforderlig säkerhetsfaktor ansåts något över medelvärdet i det angivna intervallet. Vald erforderlig säkerhetsfaktor är **$F_c > 1,65$** och **$F_{komb} > 1,45$** .

2.5 Materialegenskaper

Materialegenskaper har utvärderats för respektive jordlager.

2.5.1 Valda värden

Graf med resultat från fält- och laboratorieundersökningar med valt värde för odränerad skjuvhållfasthet är sammanställt i Figur 3. För jordegenskaper som ej erhållits från fält- och laboratorieundersökningar har värden valts utifrån rekommendationer i TRVINFRA-00230 Bilaga A.



Figur 3. Valt värde för odränerad skjuvhållfasthet.

Sammanställning av valda värden för hållfasthet och tunghet i kohesionsjord redovisas i Tabell 1. Valda värden för hållfasthet och tunghet för friktionsmaterial redovisas i Tabell 2. Valda värden har generellt utvärderats mot nivå.

Tabell 1. Valda värden för tunghet och hållfasthet i kohesionsjord.

Jordlager	Egenskap	Valda värden
Lera 1	Tunghet*	$\gamma = 17 \text{ kN/m}^3$
Nivå $z > +40$	Hållfasthet	$c_u = 16 \text{ kPa}$, $c' = 0,1 \cdot C_u$, $\varphi' = 30^\circ$

*Tabellvärde TRVINFRA-00230

Tabell 2. Valda värden för hållfasthet och tunghet för friktionsmaterial.

Jordlager	Egenskap	Valda värden
Befintlig fyllning (st sa gr)	Tunghet	$\gamma = 19 \text{ kN/m}^3$ $\gamma_m = 21 \text{ kN/m}^3$
	Hållfasthet	$\varphi' = 38^\circ$
Ny fyllning/Erosionsskydd (sprängsten)	Tunghet	$\gamma = 19 \text{ kN/m}^3$ $\gamma_m = 21 \text{ kN/m}^3$
	Hållfasthet	$\varphi' = 40^\circ$
Friktionsjord	Tunghet	$\gamma = 19 \text{ kN/m}^3$ $\gamma_m = -$
	Hållfasthet	$\varphi' = 34^\circ$

*Tabellvärde TRVINFRA-00230

2.5.2 Partialkoefficienter

Vid stabilitetsberäkningar med partialkoefficientmetoden bestäms relevanta dimensionerande parametervärden enligt IEG 6:2008 "Slänter och bankar" där:

Dimensionerande värden, $X_d = \frac{1}{\gamma_m} \cdot X_k$

Karakteristiska värden, $X_k = \eta \cdot \bar{X}$

Där

γ_m = fast partialkoefficient

η = omräkningsfaktor

$\bar{X}$ = valt värde från sammanställning av härledda värden

Partialkoefficienter för aktuella jordparametrar enligt TRVINFRA-00230 redovisas i Tabell 3.

Tabell 3. Partialkoefficienter för jordparametrar enligt TRVINFRA-00230

Jordparameter	Partialkoefficienter
Tunghet, γ_k	$\gamma_\gamma = 1,0$
Odränerad skjuvhållfasthet, c_{uk}	$\gamma_{cu} = 1,5$
Dränerad skjuvhållfasthet, c'_k	$\gamma_{c'} = 1,3$
Inre friktionsvinkel, ϕ'_k	$\gamma_\phi = 1,3$

2.5.3 Omräkningsfaktor

Val av η -faktorer utförs enligt IEG 6:2008. Omräkningsfaktorn, η_{tot} , för lerans odränerade skjuvhållfasthet beräknas som produkten av samtliga delfaktorer. För material där egenskaperna är ansatta enligt tabellvärde och inte mot bakgrund av en fältundersökning, sätts omräkningsfaktorn lika med 1,0.

För lera i det aktuella området sätts omräkningsfaktorn till **$\eta_{tot}=0,9$** . Sammanställning av delfaktorer redovisas i Tabell 4.

Tabell 4. Delfaktorer för omräkningsfaktorn η .

Delfaktorer	Valt värde
$\eta_{1,2}$	1,0
η_3	0,9
$\eta_{4,5,6,7}$	1,0
η_8	1,0
η_{tot}	0,9

- $\eta_{1,2}$ behandlar jordens naturliga spridning och antalet oberoende undersökningspunkter. ”Normalsvensk lera” och >5 oberoende undersökningspunkter ger $\eta_{1,2}=1,0$.
- η_3 tar hänsyn till osäkerheter vid bestämning av jordens egenskaper. Då endast CPT-sondering har utförts vid bestämning av odränerad skjuvhållfasthet i lera väljs $\eta_3=0,9$.
- $\eta_{4,5,6,7}$ beaktar konsekvens av brott samt storlek på glidyta. Då brottytorna är relativt små och avstånd till undersökningarna är kort väljs $\eta_{4,5,6,7}=1,0$.
- η_8 sätts för dimensionering av bankar och slänter till 1,0.

2.6 Laster

För stabilitetskontroll vid framtagning av detaljplan ansätts en oförutsedd last på 10 kN/m^2 som motsvarar ca 0,5 m markhöjning vilket tillåts utan beviljat marklov.

2.7 Grundvattennivå och portryck

Grundvattennivån antas ha en direkt kontakt till vattennivån i Bergkanalen vilket medför att nolltrycksnivån i leran antas vara på samma nivå som vattennivån i bergkanalen. Vattennivån i bergkanalen är ansatt till medellågvattenyta på +39,4. Från nolltrycksnivån antas portrycket ha en hydrostatisk portrycksökning i leran. Scenariot med tömd kanal men med bibehållet portryck på land kan förekomma vid tömning av Bergkanalen.

3 Resultat stabilitetsberäkningar

3.1 Befintliga förhållanden

Sammanställning av resultat från utförda stabilitetsberäkningar för befintliga förhållanden redovisas i Tabell 5. Stabilitetsberäkningarna är utförda med totalsäkerhetsmetoden.

Tabell 5. Resultat från stabilitetsberäkningar för befintliga förhållanden.

Beräknings ID	Beskrivning	Säkerhetsfaktor		
		Odr.	Komb.	$F_{\text{komb}} \geq 1,45$ $F_c \geq 1,65$
Sektion 1/065 [1]	Befintliga förhållanden	1,29	1,29	Ej OK
Sektion 1/065 [2]	Befintliga förhållanden med tömd kanal	1,04	-	Ej OK
Sektion 1/080 [1]	Befintliga förhållanden	1,33	1,32	Ej OK
Sektion 1/080 [2]	Befintliga förhållanden med tömd kanal	1,13	-	Ej OK

3.2 Planerade förhållanden

Sammanställning av resultat från utförda stabilitetsberäkningar för planerade förhållanden redovisas i Tabell 6. Stabilitetsberäkningarna är utförda med partialkoefficientmetoden.

Tabell 6. Resultat från stabilitetsberäkningar för planerade förhållanden.

Beräknings ID	Beskrivning	Säkerhetsfaktor		
		Odr.	Komb.	$F_{EN} \geq 1,0$
Sektion 1/065 [3]	Planerade förhållanden	1,06	1,03	OK
Sektion 1/065 [6]	Planerade förhållanden med tömd kanal	0,69	-	Ej OK
Sektion 1/065 [5]	Åtgärd planerade förhållanden	1,42	1,41	OK
Sektion 1/065 [7]	Åtgärd planerade förhållanden med tömd kanal	1,03	-	OK
Sektion 1/080 [3]	Planerade förhållanden	0,81	0,79	Ej OK
Sektion 1/080 [6]	Planerade förhållanden med tömd kanal	0,54	-	Ej OK
Sektion 1/080 [5]	Åtgärd planerade förhållanden	1,24	1,24	OK
Sektion 1/080 [7]	Åtgärd planerade förhållanden med tömd kanal	1,01	-	OK

Bilaga 6A**Stabilitetsberäkningar Bergkanalen 1/065 - 1/080**

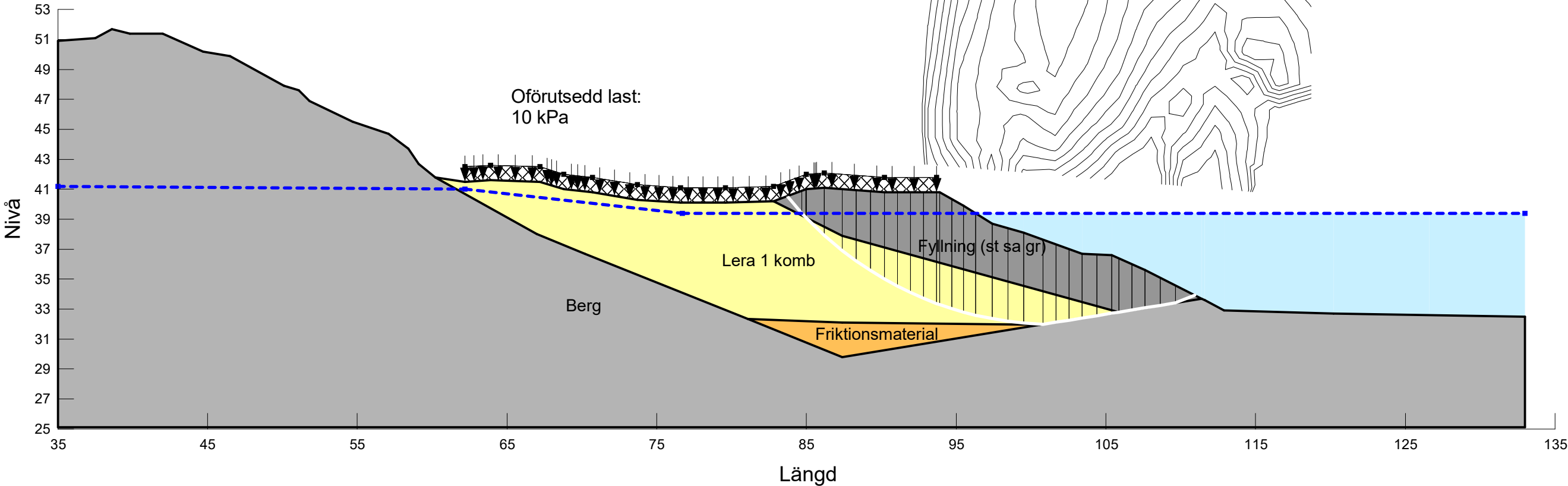
Befintliga förhållanden - Fylld kanal

Color	Name	Slope Stability 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	Constant Unit Wt. Above Piezometric Surface (kN/m³)
	Berg	Bedrock (Impenetrable)								
	Friktionsmaterial	Mohr-Coulomb	19	34						
	Fyllning (st sa gr)	Mohr-Coulomb	21	38						19
	Lera 1 komb	Combined, S=f(depth)	17	30	0	0	16	0	0,1	

F=1,29

Filnamn: Sektion 1.065.gsz
Skapad av: Svensson, Andrea
Senast ändrad av: Svensson, Andrea
Analys: [1] Kombinerad
Portryck: Piezometric line

Partialkoefficienter:
Permanenta yt- och punktlaster
γA: Favorable = 0, Unfavorable = 1
Variabla yt- och punktlaster
γA: Favorable = 0, Unfavorable = 1
Egenvikt av jord
γA: Favorable = 1, Unfavorable = 1
Dränerad hållfasthet
γM=1
Odränerad hållfasthet
γM=1,0



Sektion 1.065.gsz / SLOPEW / 23.10.520



Sektion	Datum	Beräkningsmodell	Skala	Analysmetod, EC7 (EKS-DA3) alt. Tillståndsbedömning	Uppdragsnamn	Förklaring	Uppdragsnummer
Sektion 1/065	2024-09-20	Morgenstern-Price	1:300 (A3)	Totalsäkerhet	Slussar i Trollhätte kanal - Trollhättan	Analys: [1] Kombinerad Befintliga förhållanden - Fylld kanal	WSP: 10362423

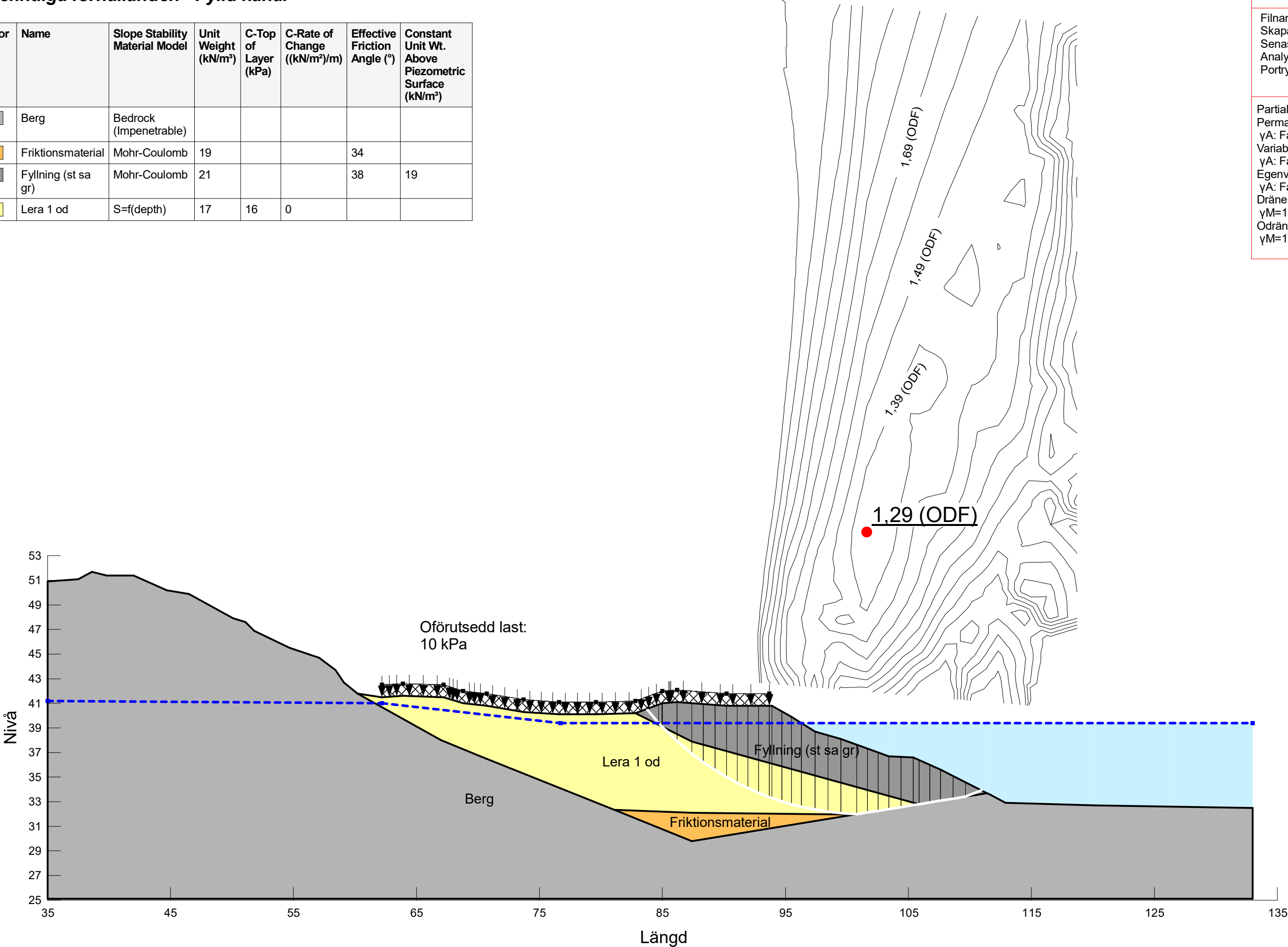
Befintliga förhållanden - Fylld kanal

Color	Name	Slope Stability Material Model	Unit Weight (kN/m³)	C-Top of Layer (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m²)/m)	Effective Friction Angle (°)	Constant Unit Wt. Above Piezometric Surface (kN/m³)
	Berg	Bedrock (Impenetrable)					
	Friktionsmaterial	Mohr-Coulomb	19			34	
	Fyllning (st sa gr)	Mohr-Coulomb	21			38	19
	Lera 1 od	S=f(depth)	17	16	0		

F=1,29

Filnamn: Sektion 1.065.gsz
Skapad av: Svensson, Andrea
Senast ändrad av: Svensson, Andrea
Analys: [1] Odränerad
Portryck: Piezometric line

Partialkoefficienter:
Permanenta yt- och punktlaster
γA: Favorable = 0, Unfavorable = 1
Variabla yt- och punktlaster
γA: Favorable = 0, Unfavorable = 1
Egenvikt av jord
γA: Favorable = 1, Unfavorable = 1
Dränerad hållfasthet
γM=1
Odränerad hållfasthet
γM=1,0



Sektion 1.065.gsz / SLOPEW / 23.10.520



Sektion	Datum	Beräkningsmodell	Skala	Analysmetod, EC7 (EKS-DA3) alt. Tillståndsbedömning	Uppdragsnamn	Förklaring	Uppdragsnummer
Sektion 1/065	2024-09-20	Morgenstern-Price	1:300 (A3)	Totalsäkerhet	Slussar i Trollhätte kanal - Trollhättan	Analys: [1] Odränerad Befintliga förhållanden - Fylld kanal	WSP: 10362423

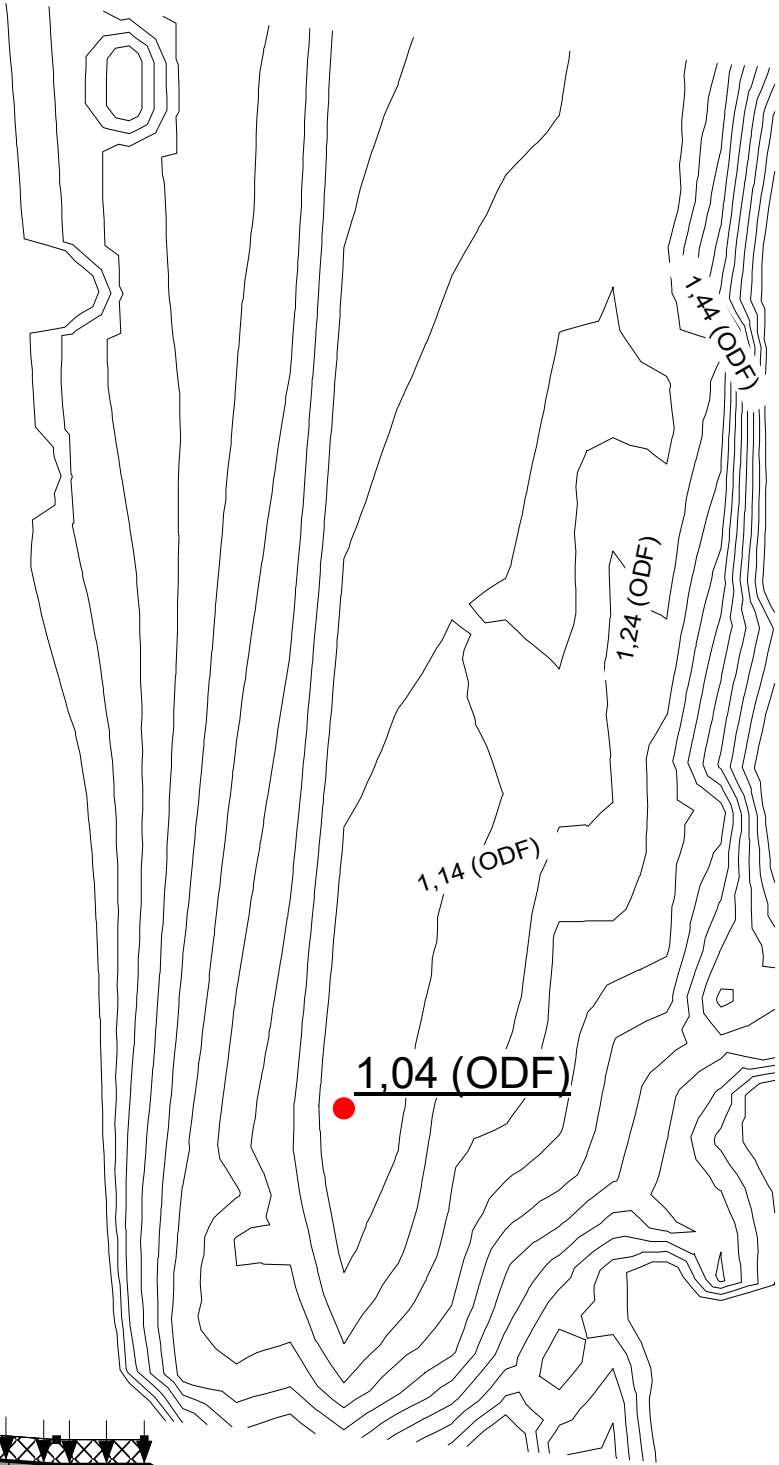
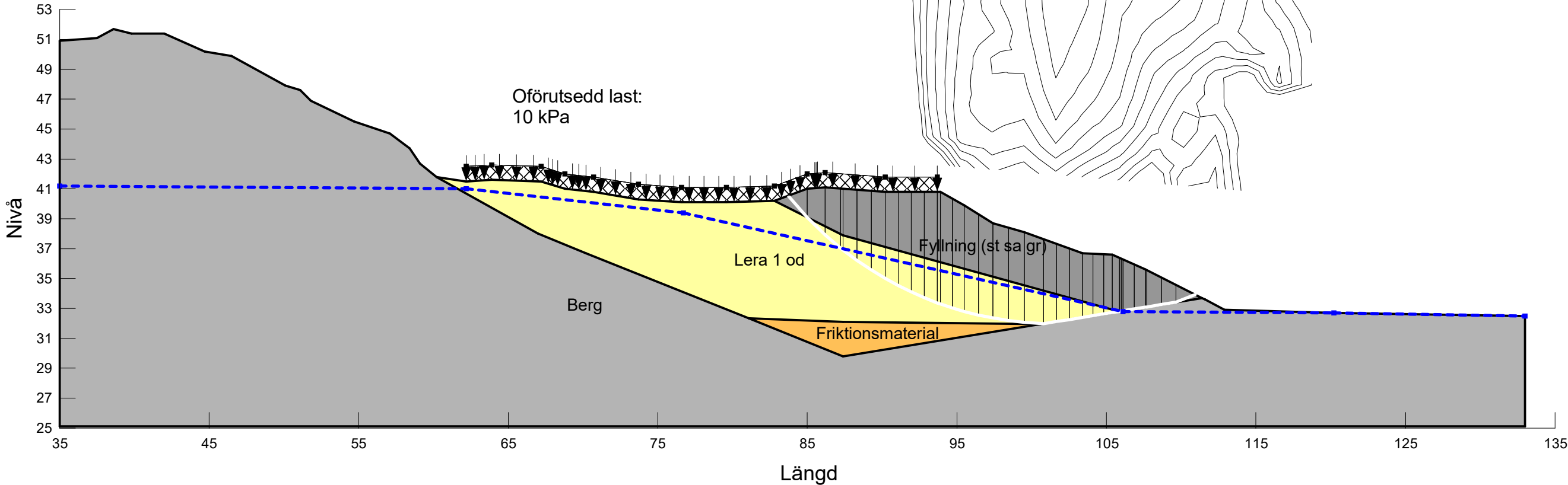
Befintliga förhållanden - Tömd kanal

Color	Name	Slope Stability Material Model	Unit Weight (kN/m³)	C-Top of Layer (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m²)/m)	Effective Friction Angle (°)	Constant Unit Wt. Above Piezometric Surface (kN/m³)
	Berg	Bedrock (Impenetrable)					
	Friktionsmaterial	Mohr-Coulomb	19			34	
	Fyllning (st sa gr)	Mohr-Coulomb	21			38	19
	Lera 1 od	S=f(depth)	17	16	0		

F=1,04

Filnamn: Sektion 1.065.gsz
Skapad av: Svensson, Andrea
Senast ändrad av: Svensson, Andrea
Analys: [2] Odränerad
Portryck: Piezometric line

Partialkoefficienter:
Permanenta yt- och punktlaster
γA: Favorable = 0, Unfavorable = 1
Variabla yt- och punktlaster
γA: Favorable = 0, Unfavorable = 1
Egenvikt av jord
γA: Favorable = 1, Unfavorable = 1
Dränerad hållfasthet
γM=1
Odränerad hållfasthet
γM=1,0



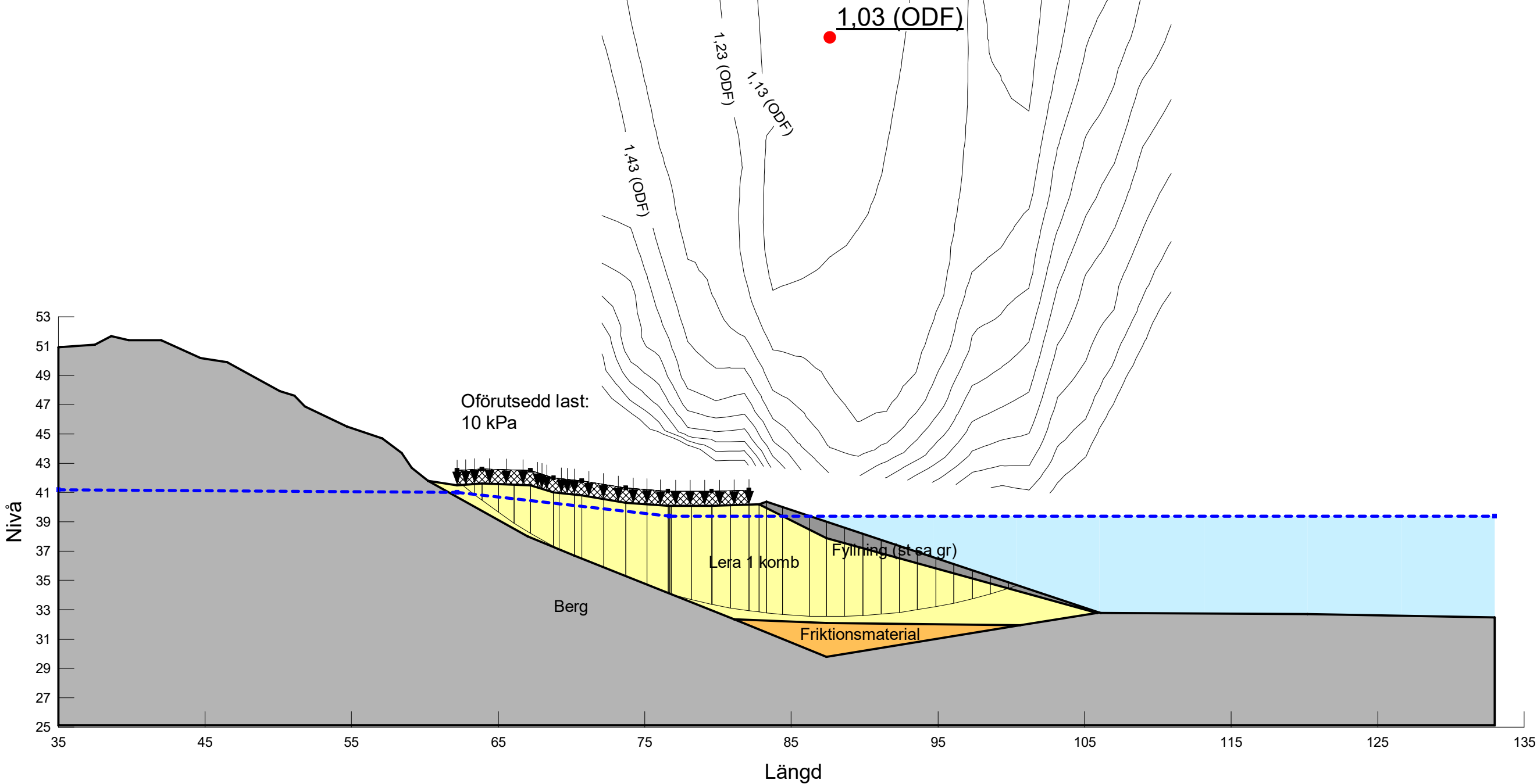
Sektion 1.065.gsz / SLOPEW / 23.10.520



Sektion	Datum	Beräkningsmodell	Skala	Analysmetod, EC7 (EKS-DA3) alt. Tillståndsbedömning	Uppdragsnamn	Förklaring	Uppdragsnummer
Sektion 1/065	2024-09-20	Morgenstern-Price	1:300 (A3)	Totalsäkerhet	Slussar i Trollhätte kanal - Trollhättan	Analys: [2] Odränerad Befintliga förhållanden - Tömd kanal	WSP: 10362423

Planerade förhållanden - Fylld kanal

Color	Name	Slope Stability 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	Constant Unit Wt. Above Piezometric Surface (kN/m³)
	Berg	Bedrock (Impenetrable)								
	Friktionsmaterial	Mohr-Coulomb	19	34						
	Fyllning (st sa gr)	Mohr-Coulomb	21	38						19
	Lera 1 komb	Combined, S=f(depth)	17	30	0	0	16	0	0,1	



F=1,03

Filnamn: Sektion 1.065.gsz
Skapad av: Svensson, Andrea
Senast ändrad av: Bergström, Filip
Analys: [3] Kombinerad
Portryck: Piezometric line

Partialkoefficienter:
Permanenta yt- och punktlaster
γA: Favorable = 1, Unfavorable = 1
Variabla yt- och punktlaster
γA: Favorable = 0, Unfavorable = 1.27
Egenvikt av jord
γA: Favorable = 1, Unfavorable = 1
Dränerad hållfasthet
γM=1,3
Odränerad hållfasthet
γM=1,67 och η=0,9

Sektion 1.065.gsz / SLOPEW / 23.1.0520



Sektion	Datum	Beräkningsmodell	Skala	Analysmetod, EC7 (EKS-DA3) alt. Tillståndsbedömning	Uppdragsnamn	Förklaring	Uppdragsnummer
Sektion 1/065	2024-09-20	Morgenstern-Price	1:300 (A3)	Partialkoefficientmetoden	Slussar i Trollhätte kanal - Trollhättan	Analys: [3] Kombinerad Planerade förhållanden - Fylld kanal	WSP: 10362423

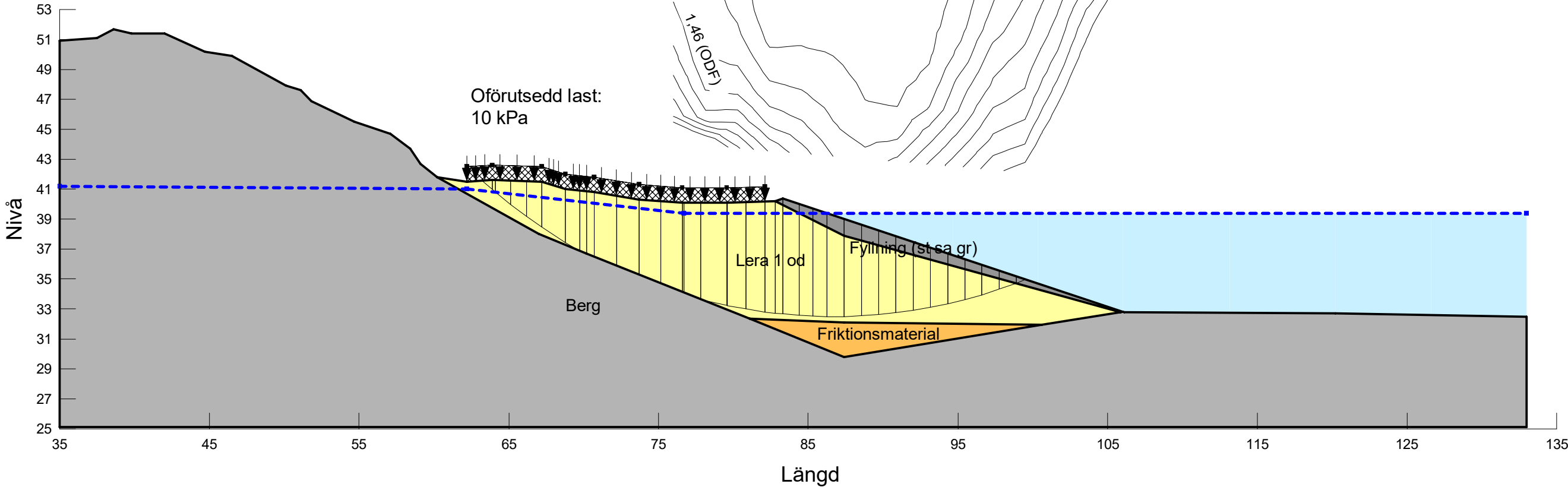
Planerade förhållanden - Fylld kanal

Color	Name	Slope Stability Material Model	Unit Weight (kN/m³)	C-Top of Layer (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m²)/m)	Effective Friction Angle (°)	Constant Unit Wt. Above Piezometric Surface (kN/m³)
	Berg	Bedrock (Impenetrable)					
	Friktionsmaterial	Mohr-Coulomb	19			34	
	Fyllning (st sa gr)	Mohr-Coulomb	21			38	19
	Lera 1 od	S=f(depth)	17	16	0		

F=1,06

Filnamn: Sektion 1.065.gsz
Skapad av: Svensson, Andrea
Senast ändrad av: Bergström, Filip
Analys: [3] Odränerad
Portryck: Piezometric line

Partialkoefficienter:
Permanenta yt- och punktlaster
γA: Favorable = 1, Unfavorable = 1
Variabla yt- och punktlaster
γA: Favorable = 0, Unfavorable = 1.27
Egenvikt av jord
γA: Favorable = 1, Unfavorable = 1
Dränerad hållfasthet
γM=1,3
Odränerad hållfasthet
γM=1,67 och η=0,9



Sektion 1.065.gsz / SLOPEW / 23.1.0520



Sektion	Datum	Beräkningsmodell	Skala	Analysmetod, EC7 (EKS-DA3) alt. Tillståndsbedömning	Uppdragsnamn	Förklaring	Uppdragsnummer
Sektion 1/065	2024-09-20	Morgenstern-Price	1:300 (A3)	Partialkoefficientmetoden	Slussar i Trollhätte kanal - Trollhättan	Analys: [3] Odränerad Planerade förhållanden - Fylld kanal	WSP: 10362423

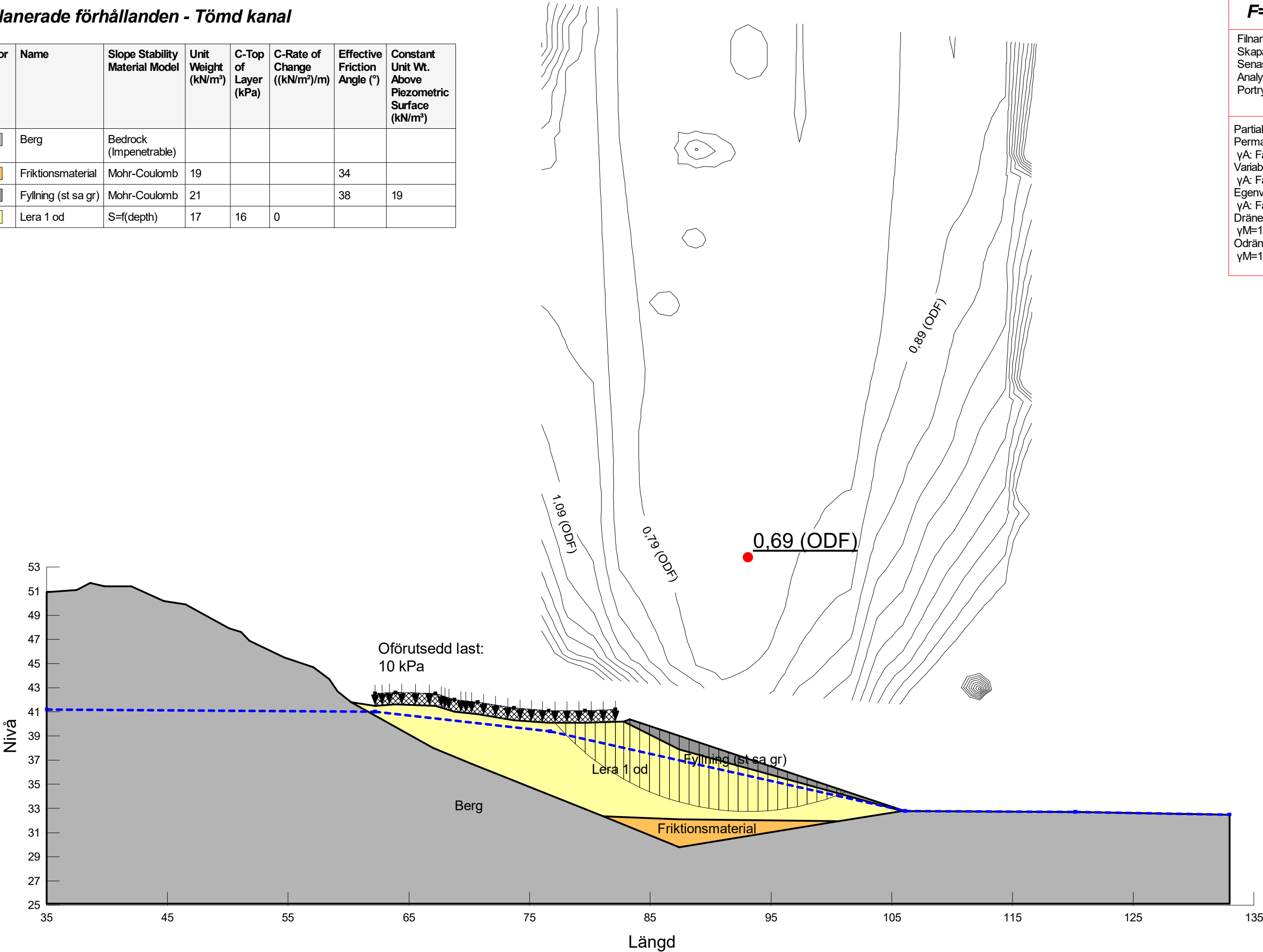
Planerade förhållanden - Tömd kanal

Color	Name	Slope Stability Material Model	Unit Weight (kN/m³)	C-Top of Layer (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m²)/m)	Effective Friction Angle (°)	Constant Unit Wt. Above Piezometric Surface (kN/m³)
	Berg	Bedrock (Impenetrable)					
	Friktionsmaterial	Mohr-Coulomb	19			34	
	Fyllning (st sa gr)	Mohr-Coulomb	21			38	19
	Lera 1 od	S=f(depth)	17	16	0		

F=0,69

Filnamn: Sektion 1.065.gsz
Skapad av: Svensson, Andrea
Senast ändrad av: Bergström, Filip
Analys: [6] Odränerad
Portryck: Piezometric line

Partialkoefficienter:
Permanent ytt- och punktlaster
γA: Favorable = 1, Unfavorable = 1
Variabla ytt- och punktlaster
γA: Favorable = 0, Unfavorable = 1.27
Egenvikt av jord
γA: Favorable = 1, Unfavorable = 1
Dränerad hållfasthet
γM=1,3
Odränerad hållfasthet
γM=1,67 och η=0,9



Sektion 1.065.gsz / SLOPEW / 23.1.0520



Sektion	Datum	Beräkningsmodell	Skala	Analysmetod, EC7 (EKS-DA3) alt. Tillståndsbedömning	Uppdragsnamn	Förklaring	Uppdragsnummer
Sektion 1/065	2024-09-20	Morgenstern-Price	1:300 (A3)	Partialkoefficientmetoden	Slussar i Trollhätte kanal - Trollhättan	Analys: [6] Odränerad Planerade förhållanden - Tömd kanal	WSP: 10362423

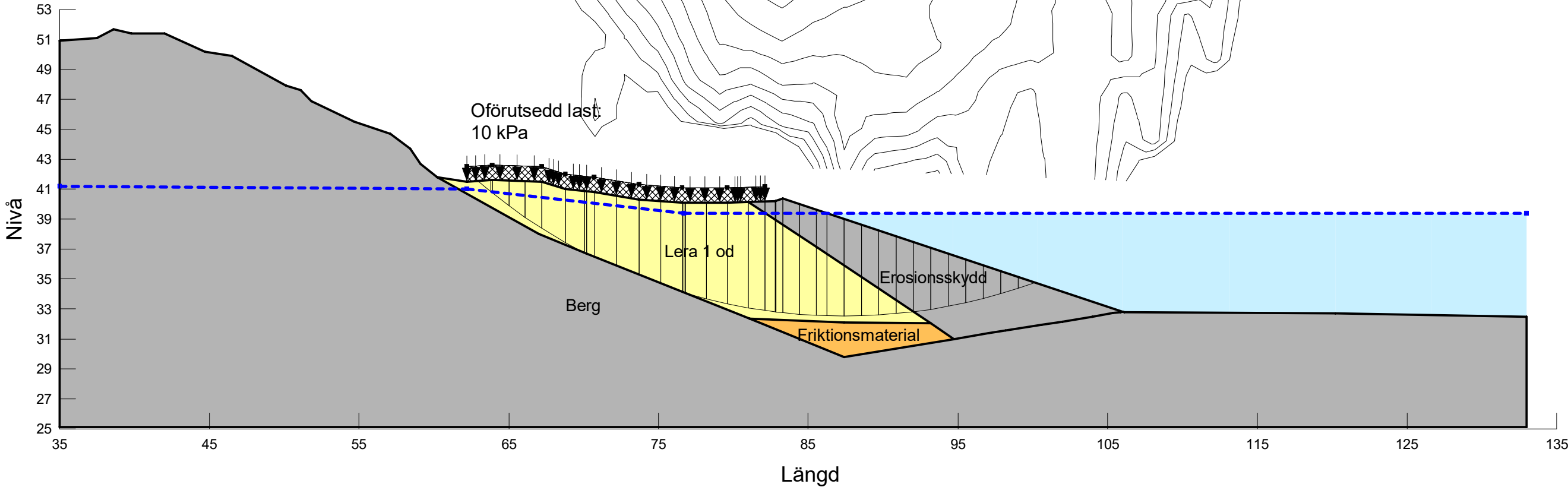
Åtgärd planerade förhållanden - Fylld kanal

Color	Name	Slope Stability Material Model	Unit Weight (kN/m³)	C-Top of Layer (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m²)/m)	Effective Friction Angle (°)	Constant Unit Wt. Above Piezometric Surface (kN/m³)
	Berg	Bedrock (Impenetrable)					
	Erosionsskydd	Mohr-Coulomb	21			40	19
	Friktionsmaterial	Mohr-Coulomb	19			34	
	Lera 1 od	S=f(depth)	17	16	0		

F=1,42

Filnamn: Sektion 1.065.gsz
Skapad av: Svensson, Andrea
Senast ändrad av: Bergström, Filip
Analys: [5] Odränerad
Portryck: Piezometric line

Partialkoefficienter:
Permanenta yt- och punktlaster
γA: Favorable = 1, Unfavorable = 1
Variabla yt- och punktlaster
γA: Favorable = 0, Unfavorable = 1.27
Egenvikt av jord
γA: Favorable = 1, Unfavorable = 1
Dränerad hållfasthet
γM=1,3
Odränerad hållfasthet
γM=1,0



Sektion 1.065.gsz / SLOPEW / 23.1.0520



Sektion	Datum	Beräkningsmodell	Skala	Analysmetod, EC7 (EKS-DA3) alt. Tillståndsbedömning	Uppdragsnamn	Förklaring	Uppdragsnummer
Sektion 1/065	2024-09-20	Morgenstern-Price	1:300 (A3)	Partialkoefficientmetoden	Slussar i Trollhätte kanal - Trollhättan	Analys: [5] Odränerad Åtgärd planerade förhållanden - Fylld kanal	WSP: 10362423

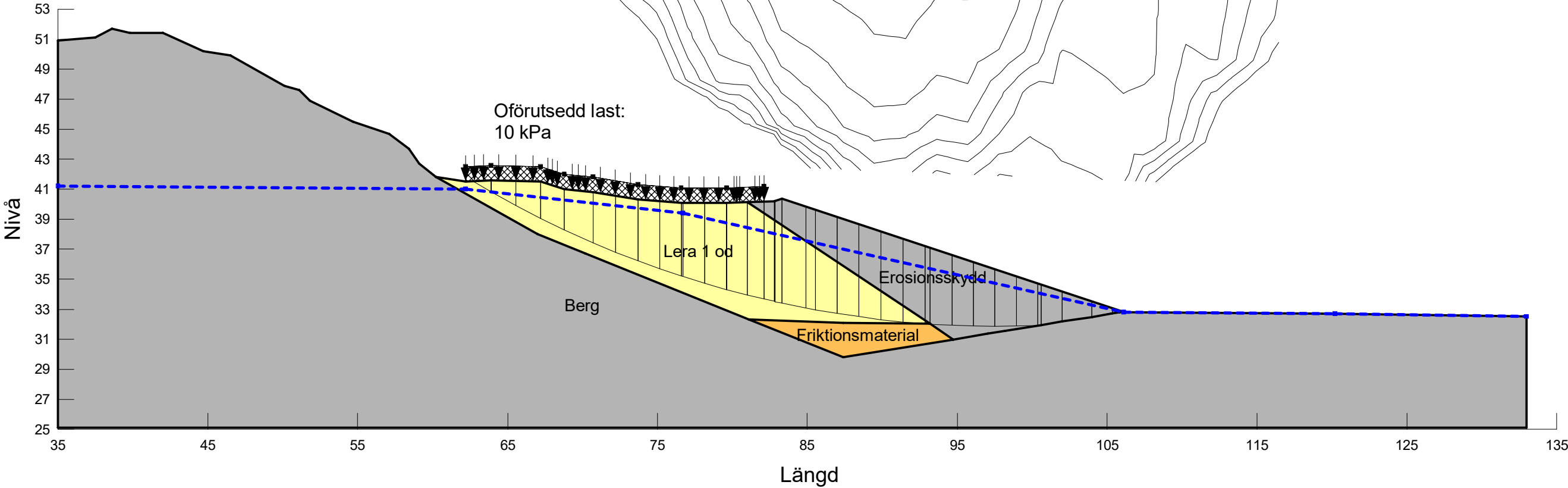
Åtgärd planerade förhållanden - Tömd kanal

Color	Name	Slope Stability Material Model	Unit Weight (kN/m³)	C-Top of Layer (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m²)/m)	Effective Friction Angle (°)	Constant Unit Wt. Above Piezometric Surface (kN/m³)
	Berg	Bedrock (Impenetrable)					
	Erosionsskydd	Mohr-Coulomb	21			40	19
	Friktionsmaterial	Mohr-Coulomb	19			34	
	Lera 1 od	S=f(depth)	17	16	0		

F=1,03

Filnamn: Sektion 1.065.gsz
Skapad av: Svensson, Andrea
Senast ändrad av: Bergström, Filip
Analys: [7] Odränerad
Portryck: Piezometric line

Partialkoefficienter:
Permanenta yt- och punktlaster
γA: Favorable = 1, Unfavorable = 1
Variabla yt- och punktlaster
γA: Favorable = 0, Unfavorable = 1.27
Egenvikt av jord
γA: Favorable = 1, Unfavorable = 1
Dränerad hållfasthet
γM=1,3
Odränerad hållfasthet
γM=1,67 och η=0,9



Sektion 1.065.gsz / SLOPEW / 23.10.520



Sektion	Datum	Beräkningsmodell	Skala	Analysmetod, EC7 (EKS-DA3) alt. Tillståndsbedömning	Uppdragsnamn	Förklaring	Uppdragsnummer
Sektion 1/065	2024-09-20	Morgenstern-Price	1:300 (A3)	Partialkoefficientmetoden	Slussar i Trollhätte kanal - Trollhättan	Analys: [7] Odränerad Åtgärd planerade förhållanden - Tömd kanal	WSP: 10362423

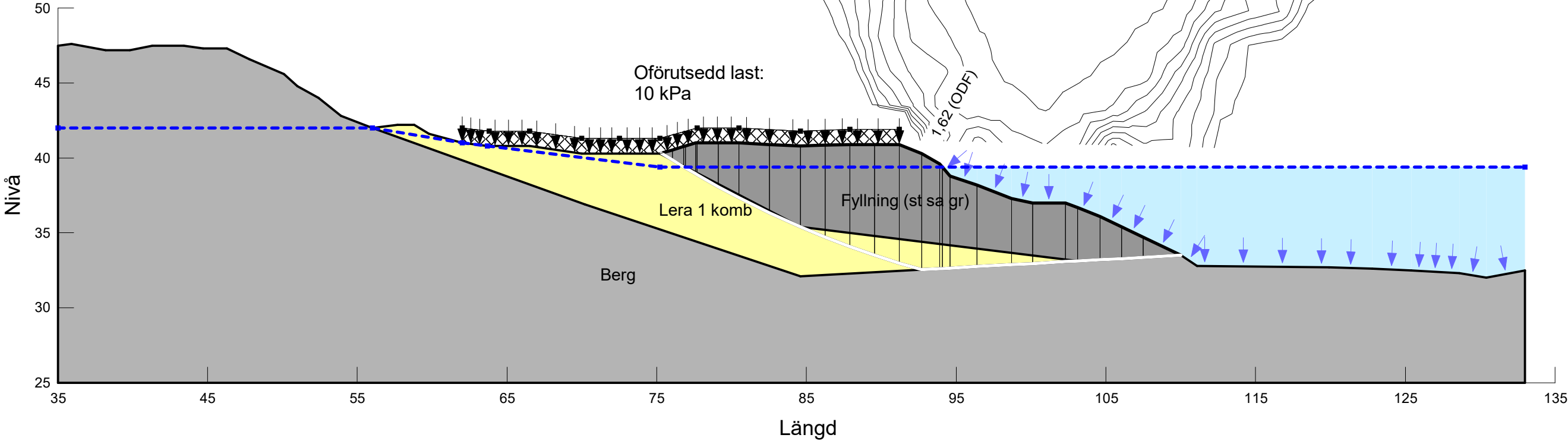
Befintliga förhållanden - Fylld kanal

Color	Name	Slope Stability 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	Constant Unit Wt. Above Piezometric Surface (kN/m³)
	Berg	Bedrock (Impenetrable)								
	Fyllning (st sa gr)	Mohr-Coulomb	21	38						19
	Lera 1 komb	Combined, S=f(depth)	17	30	0	0	16	0	0,1	

F=1,32

Filnamn: Sektion 1.080.gsz
Skapad av: Svensson, Andrea
Senast ändrad av: Svensson, Andrea
Analys: [1] Kombinerad
Portryck: Piezometric line

Partialkoefficienter:
Permanenta yt- och punktlaster
γA: Favorable = 0, Unfavorable = 1
Variabla yt- och punktlaster
γA: Favorable = 0, Unfavorable = 1
Egenvikt av jord
γA: Favorable = 1, Unfavorable = 1
Dränerad hållfasthet
γM=1
Odränerad hållfasthet
γM=1,0



Sektion 1.080.gsz / SLOPEW / 23.10.520



Sektion	Datum	Beräkningsmodell	Skala	Analysmetod, EC7 (EKS-DA3) alt. Tillståndsbedömning	Uppdragsnamn	Förklaring	Uppdragsnummer
Sektion 1/080	2024-09-20	Morgenstern-Price	1:300 (A3)	Totalsäkerhet	Slussar i Trollhätte kanal - Trollhättan	Analys: [1] Kombinerad Befintliga förhållanden - Fylld kanal	WSP: 10362423

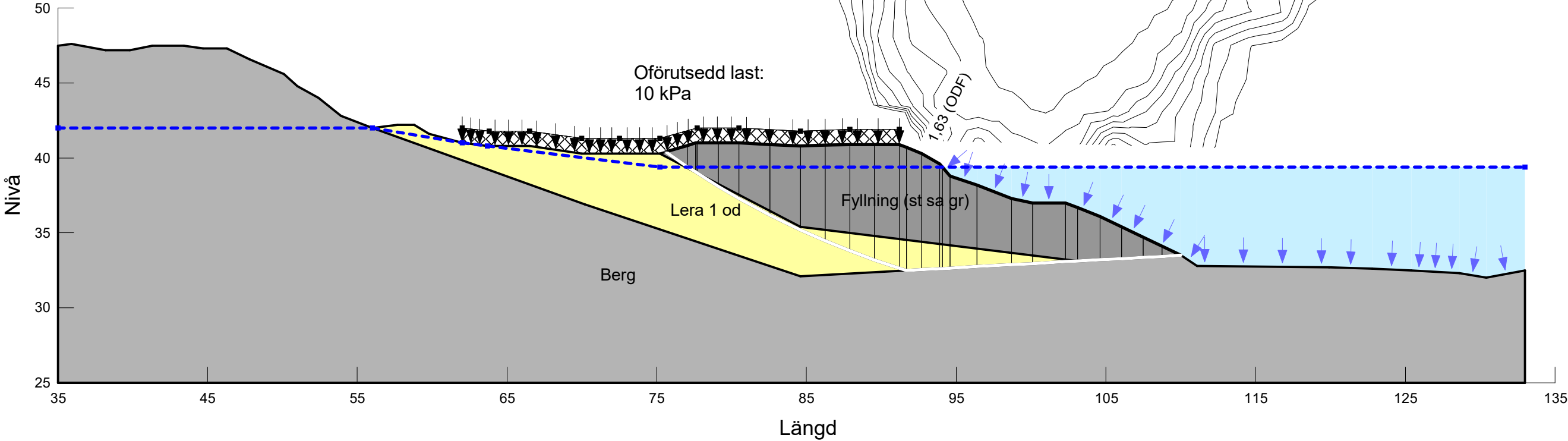
Befintliga förhållanden - Fylld kanal

Color	Name	Slope Stability Material Model	Unit Weight (kN/m³)	C-Top of Layer (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m²)/m)	Effective Friction Angle (°)	Constant Unit Wt. Above Piezometric Surface (kN/m³)
	Berg	Bedrock (Impenetrable)					
	Fyllning (st sa gr)	Mohr-Coulomb	21			38	19
	Lera 1 od	S=f(depth)	17	16	0		

F=1,33

Filnamn: Sektion 1.080.gsz
Skapad av: Svensson, Andrea
Senast ändrad av: Svensson, Andrea
Analys: [1] Odränerad
Portryck: Piezometric line

Partialkoefficienter:
Permanenta yt- och punktlaster
γA: Favorable = 0, Unfavorable = 1
Variabla yt- och punktlaster
γA: Favorable = 0, Unfavorable = 1
Egenvikt av jord
γA: Favorable = 1, Unfavorable = 1
Dränerad hållfasthet
γM=1
Odränerad hållfasthet
γM=1,0



Sektion 1.080.gsz / SLOPEW / 23.10.520



Sektion	Datum	Beräkningsmodell	Skala	Analysmetod, EC7 (EKS-DA3) alt. Tillståndsbedömning	Uppdragsnamn	Förklaring	Uppdragsnummer
Sektion 1/080	2024-09-20	Morgenstern-Price	1:300 (A3)	Totalsäkerhet	Slussar i Trollhätte kanal - Trollhättan	Analys: [1] Odränerad Befintliga förhållanden - Fylld kanal	WSP: 10362423

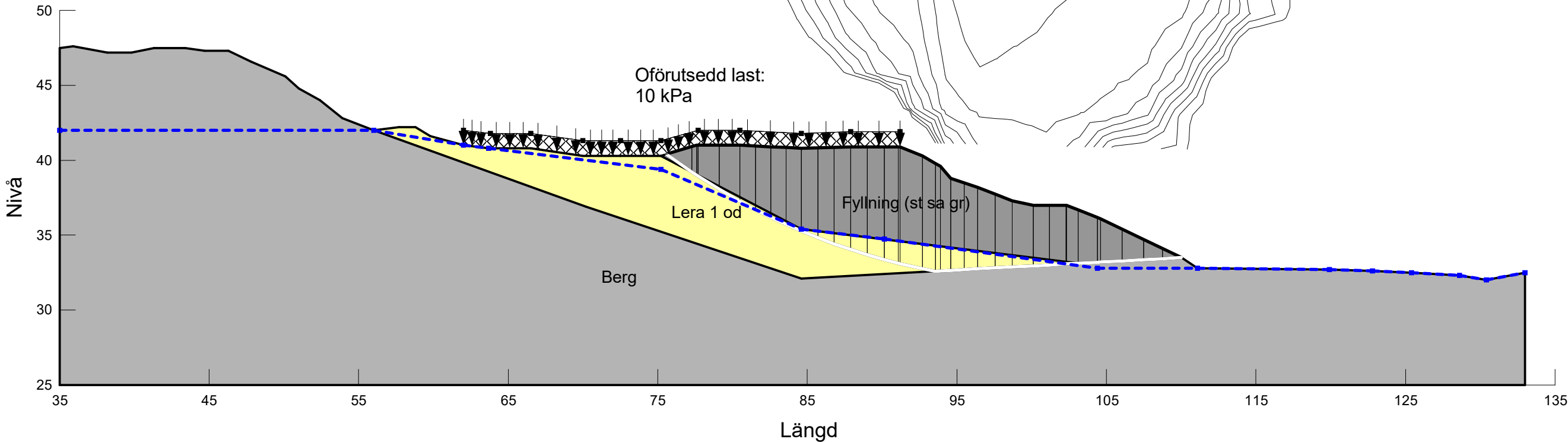
Befintliga förhållanden - Tömd kanal

Color	Name	Slope Stability Material Model	Unit Weight (kN/m³)	C-Top of Layer (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m²)/m)	Effective Friction Angle (°)	Constant Unit Wt. Above Piezometric Surface (kN/m³)
	Berg	Bedrock (Impenetrable)					
	Fyllning (st sa gr)	Mohr-Coulomb	21			38	19
	Lera 1 od	S=f(depth)	17	16	0		

F=1,13

Filnamn: Sektion 1.080.gsz
Skapad av: Svensson, Andrea
Senast ändrad av: Svensson, Andrea
Analys: [2] Odränerad
Portryck: Piezometric line

Partialkoefficienter:
Permanenta yt- och punktlaster
γA: Favorable = 0, Unfavorable = 1
Variabla yt- och punktlaster
γA: Favorable = 0, Unfavorable = 1
Egenvikt av jord
γA: Favorable = 1, Unfavorable = 1
Dränerad hållfasthet
γM=1
Odränerad hållfasthet
γM=1,0



Sektion 1.080.gsz / SLOPEW / 23.10.520



Sektion	Datum	Beräkningsmodell	Skala	Analysmetod, EC7 (EKS-DA3) alt. Tillståndsbedömning	Uppdragsnamn	Förklaring	Uppdragsnummer
Sektion 1/080	2024-09-20	Morgenstern-Price	1:300 (A3)	Totalsäkerhet	Slussar i Trollhätte kanal - Trollhättan	Analys: [2] Odränerad Befintliga förhållanden - Tömd kanal	WSP: 10362423

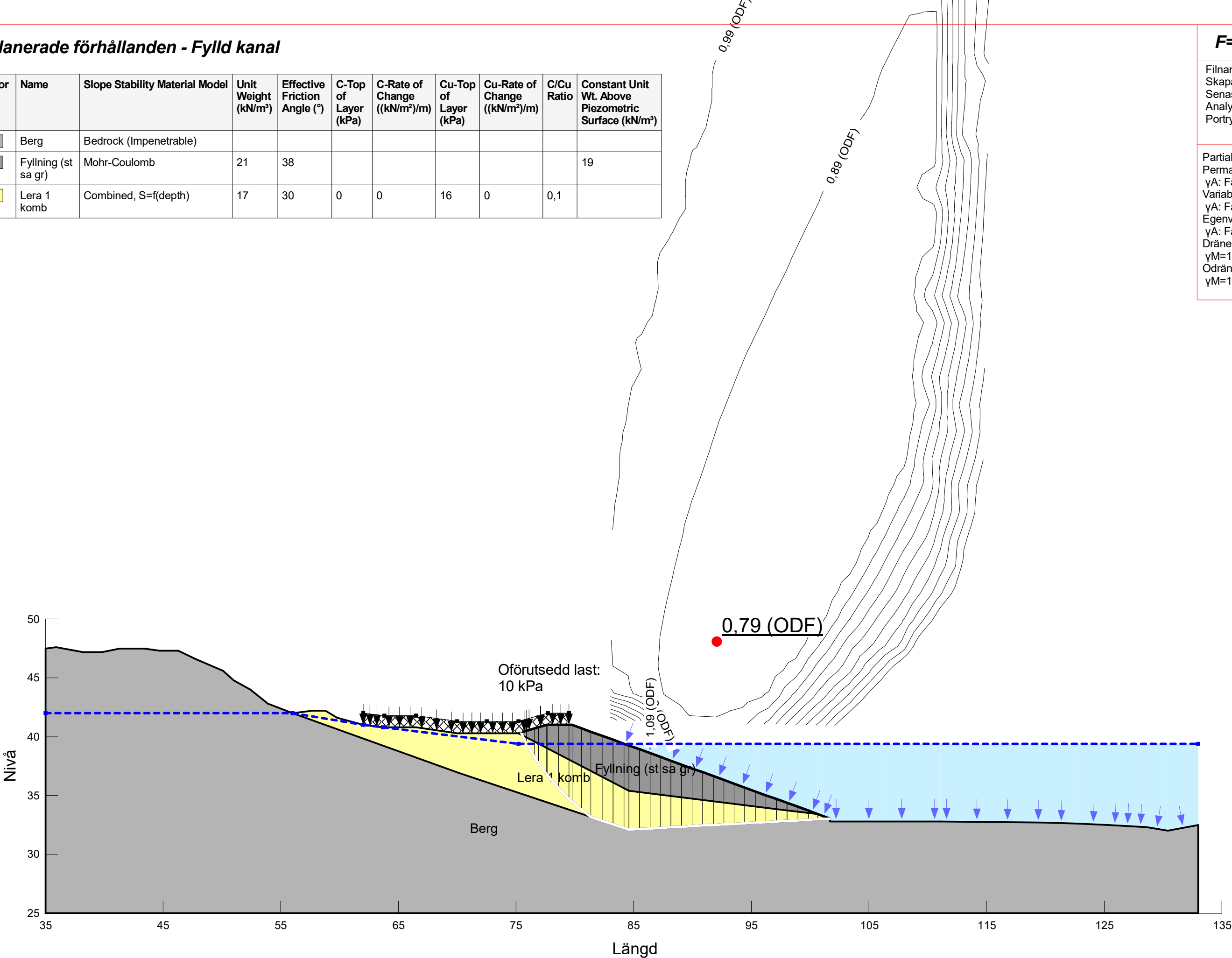
Planerade förhållanden - Fylld kanal

Color	Name	Slope Stability 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	Constant Unit Wt. Above Piezometric Surface (kN/m³)
	Berg	Bedrock (Impenetrable)								
	Fyllning (st sa gr)	Mohr-Coulomb	21	38						19
	Lera 1 komb	Combined, S=f(depth)	17	30	0	0	16	0	0,1	

F=0,79

Filnamn: Sektion 1.080.gsz
Skapad av: Svensson, Andrea
Senast ändrad av: Svensson, Andrea
Analys: [3] Kombinerad
Portryck: Piezometric line

Partialkoefficienter:
Permanenta yt- och punktlaster
γA: Favorable = 1, Unfavorable = 1
Variabla yt- och punktlaster
γA: Favorable = 0, Unfavorable = 1.27
Egenvikt av jord
γA: Favorable = 1, Unfavorable = 1
Dränerad hållfasthet
γM=1,3
Odränerad hållfasthet
γM=1,67 och η=0,9



Sektion 1.080.gsz / SLOPEW / 23.10.520



Sektion	Datum	Beräkningsmodell	Skala	Analysmetod, EC7 (EKS-DA3) alt. Tillståndsbedömning	Uppdragsnamn	Förklaring	Uppdragsnummer
Sektion 1/080	2024-09-20	Morgenstern-Price	1:300 (A3)	Partialkoefficientmetoden	Slussar i Trollhätte kanal - Trollhättan	Analys: [3] Kombinerad Planerade förhållanden - Fylld kanal	WSP: 10362423

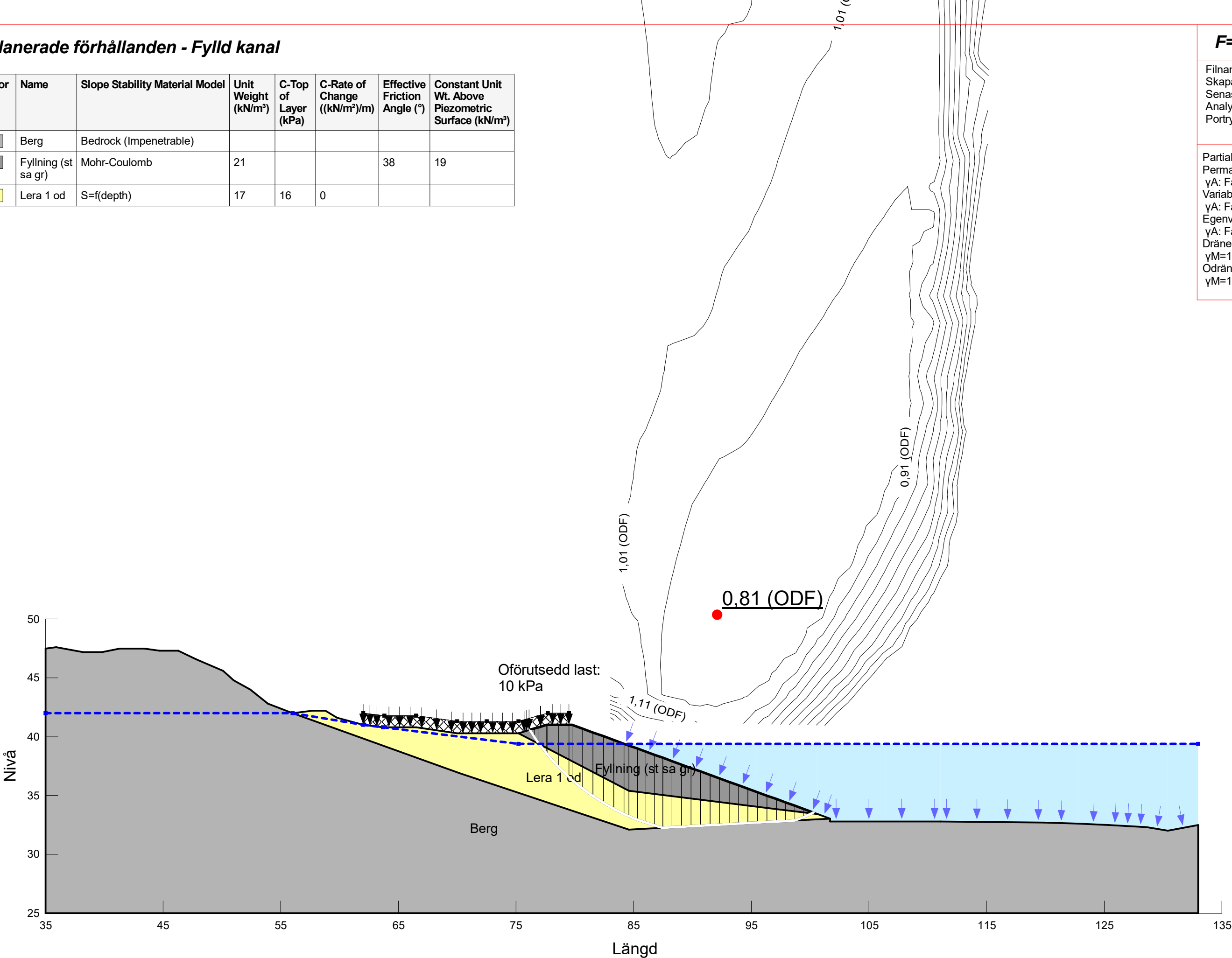
Planerade förhållanden - Fylld kanal

Color	Name	Slope Stability Material Model	Unit Weight (kN/m³)	C-Top of Layer (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m²)/m)	Effective Friction Angle (°)	Constant Unit Wt. Above Piezometric Surface (kN/m³)
	Berg	Bedrock (Impenetrable)					
	Fyllning (st sa gr)	Mohr-Coulomb	21			38	19
	Lera 1 od	S=f(depth)	17	16	0		

F=0,81

Filnamn: Sektion 1.080.gsz
Skapad av: Svensson, Andrea
Senast ändrad av: Svensson, Andrea
Analys: [3] Odränerad
Portryck: Piezometric line

Partialkoefficienter:
Permanenta yt- och punktlaster
γA: Favorable = 1, Unfavorable = 1
Variabla yt- och punktlaster
γA: Favorable = 0, Unfavorable = 1.27
Egenvikt av jord
γA: Favorable = 1, Unfavorable = 1
Dränerad hållfasthet
γM=1,3
Odränerad hållfasthet
γM=1,67 och η=0,9



Sektion 1.080.gsz / SLOPEW / 23.10.520



Sektion	Datum	Beräkningsmodell	Skala	Analysmetod, EC7 (EKS-DA3) alt. Tillståndsbedömning	Uppdragsnamn	Förklaring	Uppdragsnummer
Sektion 1/080	2024-09-20	Morgenstern-Price	1:300 (A3)	Partialkoefficientmetoden	Slussar i Trollhätte kanal - Trollhättan	Analys: [3] Odränerad Planerade förhållanden - Fylld kanal	WSP: 10362423

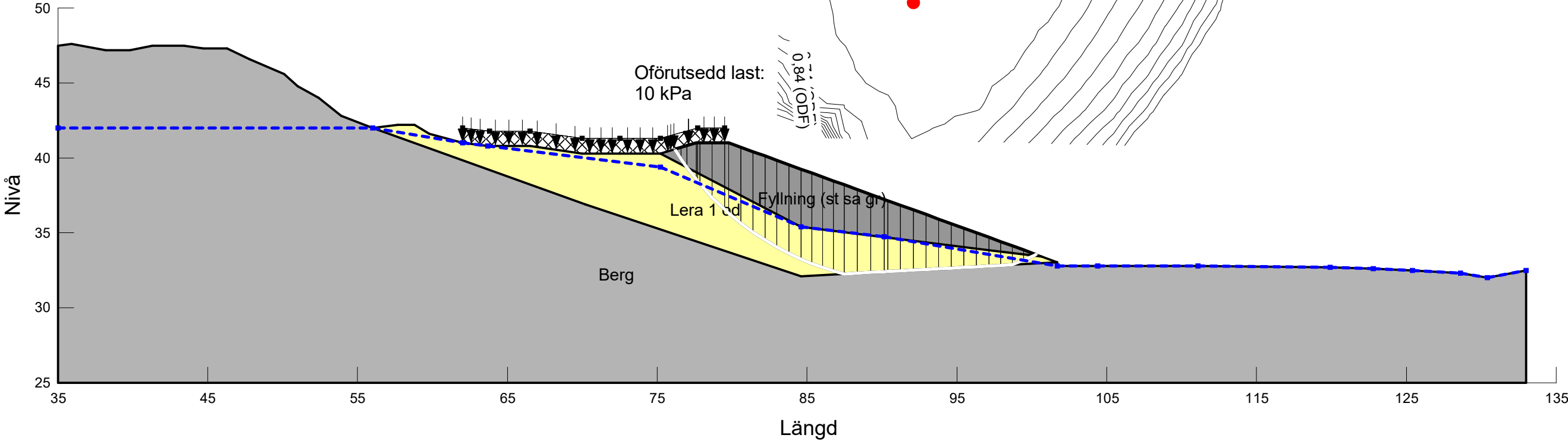
Planerade förhållanden - Tömd kanal

Color	Name	Slope Stability Material Model	Unit Weight (kN/m³)	C-Top of Layer (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m²)/m)	Effective Friction Angle (°)	Constant Unit Wt. Above Piezometric Surface (kN/m³)
	Berg	Bedrock (Impenetrable)					
	Fyllning (st sa gr)	Mohr-Coulomb	21			38	19
	Lera 1 od	S=f(depth)	17	16	0		

F=0,54

Filnamn: Sektion 1.080.gsz
Skapad av: Svensson, Andrea
Senast ändrad av: Svensson, Andrea
Analys: [6] Odränerad
Portryck: Piezometric line

Partialkoefficienter:
Permanenta yt- och punktlaster
γA: Favorable = 1, Unfavorable = 1
Variabla yt- och punktlaster
γA: Favorable = 0, Unfavorable = 1.27
Egenvikt av jord
γA: Favorable = 1, Unfavorable = 1
Dränerad hållfasthet
γM=1,3
Odränerad hållfasthet
γM=1,67 och η=0,9



Sektion 1.080.gsz / SLOPEW / 23.10.520



Sektion	Datum	Beräkningsmodell	Skala	Analysmetod, EC7 (EKS-DA3) alt. Tillståndsbedömning	Uppdragsnamn	Förklaring	Uppdragsnummer
Sektion 1/080	2024-09-20	Morgenstern-Price	1:300 (A3)	Partialkoefficientmetoden	Slussar i Trollhätte kanal - Trollhättan	Analys: [6] Odränerad Planerade förhållanden - Tömd kanal	WSP: 10362423

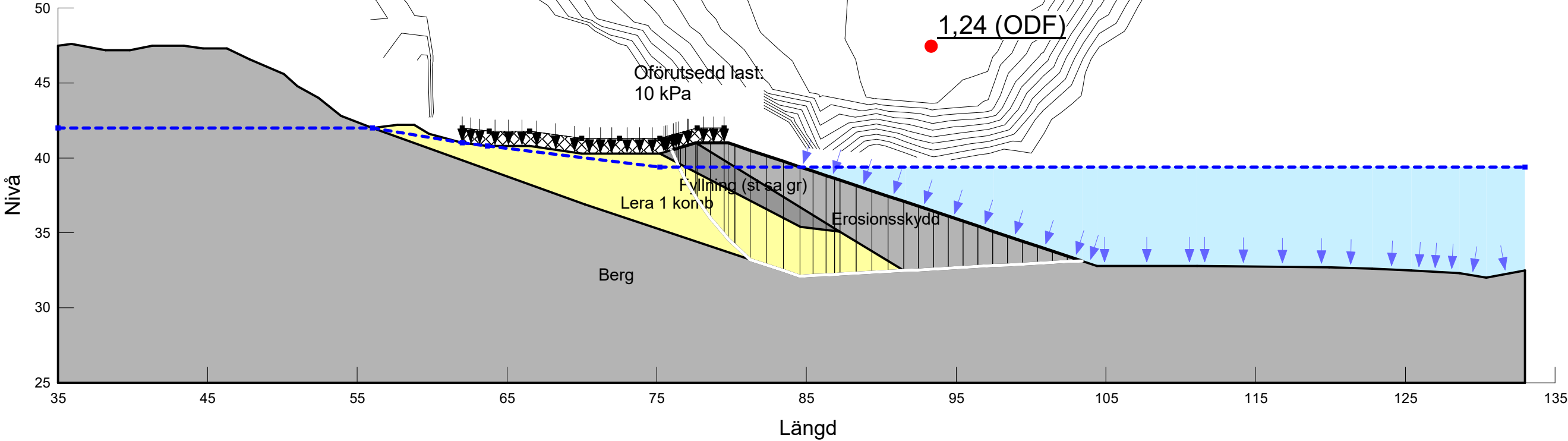
Åtgärd planerade förhållanden - Fylld kanal

Color	Name	Slope Stability 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	Constant Unit Wt. Above Piezometric Surface (kN/m³)
	Berg	Bedrock (Impenetrable)								
	Erosionsskydd	Mohr-Coulomb	21	40						19
	Fyllning (st sa gr)	Mohr-Coulomb	21	38						19
	Lera 1 komb	Combined, S=f(depth)	17	30	0	0	16	0	0,1	

F=1,24

Filnamn: Sektion 1.080.gsz
Skapad av: Svensson, Andrea
Senast ändrad av: Svensson, Andrea
Analys: [5] Kombinerad
Portryck: Piezometric line

Partialkoefficienter:
Permanenta yt- och punktlaster
γA: Favorable = 1, Unfavorable = 1
Variabla yt- och punktlaster
γA: Favorable = 0, Unfavorable = 1.27
Egenvikt av jord
γA: Favorable = 1, Unfavorable = 1
Dränerad hållfasthet
γM=1,3
Odränerad hållfasthet
γM=1,67 och η=0,9



Sektion 1.080.gsz / SLOPEW / 23.10.520



Sektion	Datum	Beräkningsmodell	Skala	Analysmetod, EC7 (EKS-DA3) alt. Tillståndsbedomning	Uppdragsnamn	Förklaring	Uppdragsnummer
Sektion 1/080	2024-09-20	Morgenstern-Price	1:300 (A3)	Partialkoefficientmetoden	Slussar i Trollhätte kanal - Trollhättan	Analys: [5] Kombinerad Åtgärd planerade förhållanden - Fylld kanal	WSP: 10362423

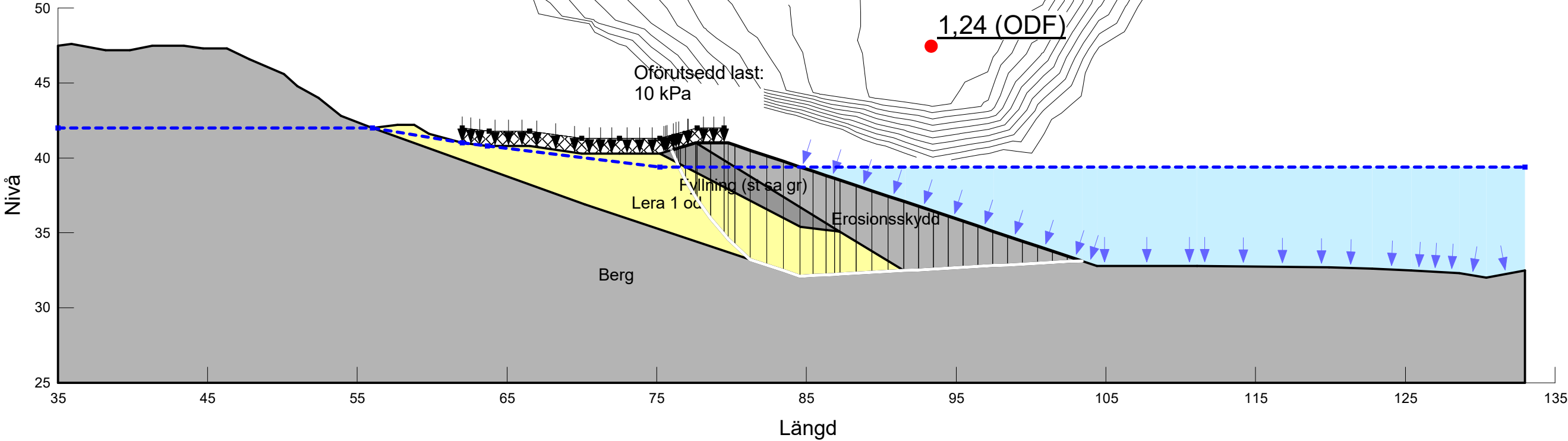
Åtgärd planerade förhållanden - Fylld kanal

Color	Name	Slope Stability Material Model	Unit Weight (kN/m³)	C-Top of Layer (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m²)/m)	Effective Friction Angle (°)	Constant Unit Wt. Above Piezometric Surface (kN/m³)
	Berg	Bedrock (Impenetrable)					
	Erosionsskydd	Mohr-Coulomb	21			40	19
	Fyllning (st sa gr)	Mohr-Coulomb	21			38	19
	Lera 1 od	S=f(depth)	17	16	0		

F=1,24

Filnamn: Sektion 1.080.gsz
Skapad av: Svensson, Andrea
Senast ändrad av: Svensson, Andrea
Analys: [5] Odränerad
Portryck: Piezometric line

Partialkoefficienter:
Permanenta yt- och punktlaster
γA: Favorable = 1, Unfavorable = 1
Variabla yt- och punktlaster
γA: Favorable = 0, Unfavorable = 1.27
Egenvikt av jord
γA: Favorable = 1, Unfavorable = 1
Dränerad hållfasthet
γM=1,3
Odränerad hållfasthet
γM=1,67 och η=0,9



Sektion 1.080.gsz / SLOPEW / 23.10.520



Sektion	Datum	Beräkningsmodell	Skala	Analysmetod, EC7 (EKS-DA3) alt. Tillståndsbedömning	Uppdragsnamn	Förklaring	Uppdragsnummer
Sektion 1/080	2024-09-20	Morgenstern-Price	1:300 (A3)	Partialkoefficientmetoden	Slussar i Trollhätte kanal - Trollhättan	Analys: [5] Odränerad Åtgärd planerade förhållanden - Fylld kanal	WSP: 10362423

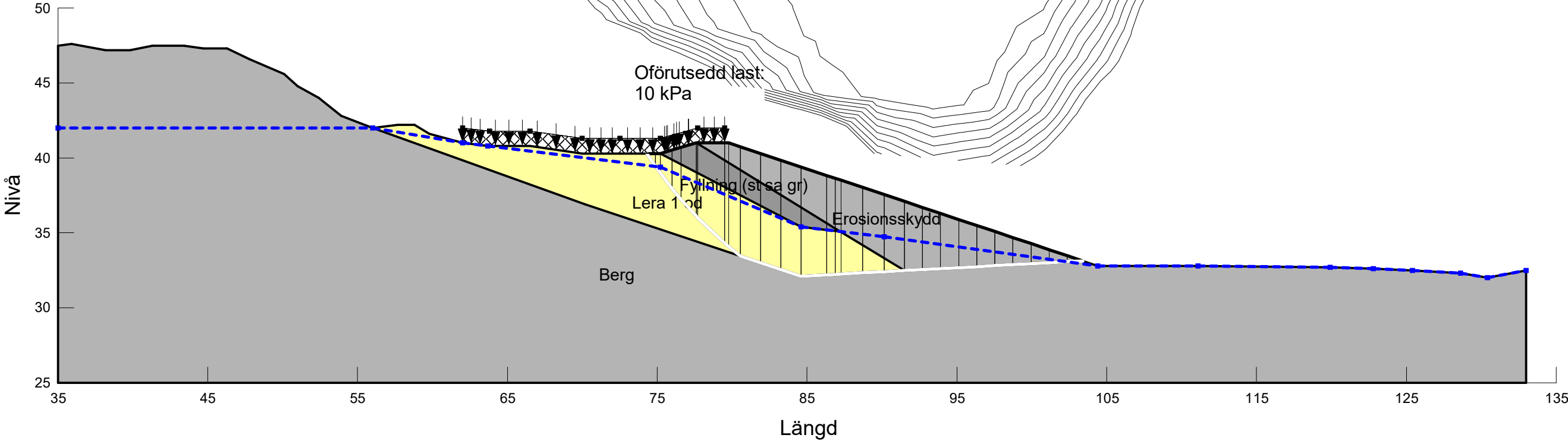
Åtgärd planerade förhållanden - Tömd kanal

Color	Name	Slope Stability Material Model	Unit Weight (kN/m³)	C-Top of Layer (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m²)/m)	Effective Friction Angle (°)	Constant Unit Wt. Above Piezometric Surface (kN/m³)
	Berg	Bedrock (Impenetrable)					
	Erosionsskydd	Mohr-Coulomb	21			40	19
	Fyllning (st sa gr)	Mohr-Coulomb	21			38	19
	Lera 1 od	S=f(depth)	17	16	0		

F=1,01

Filnamn: Sektion 1.080.gsz
Skapad av: Svensson, Andrea
Senast ändrad av: Svensson, Andrea
Analys: [7] Odränerad
Portryck: Piezometric line

Partialkoefficienter:
Permanenta yt- och punktlaster
γA: Favorable = 1, Unfavorable = 1
Variabla yt- och punktlaster
γA: Favorable = 0, Unfavorable = 1.27
Egenvikt av jord
γA: Favorable = 1, Unfavorable = 1
Dränerad hållfasthet
γM=1,3
Odränerad hållfasthet
γM=1,67 och η=0,9



Sektion 1.080.gsz / SLOPEW / 23.10.520



Sektion	Datum	Beräkningsmodell	Skala	Analysmetod, EC7 (EKS-DA3) alt. Tillståndsbedömning	Uppdragsnamn	Förklaring	Uppdragsnummer
Sektion 1/080	2024-09-20	Morgenstern-Price	1:300 (A3)	Partialkoefficientmetoden	Slussar i Trollhätte kanal - Trollhättan	Analys: [7] Odränerad Åtgärd planerade förhållanden - Tömd kanal	WSP: 10362423