

Underlag till detaljplan Västergärdetbron

PM Geoteknik

Slussar i Trollhätte kanal

Anläggande av sluss i Trollhättans kommun,
Västra Götalands län

2024-11-27



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

Författare: Folke Arvidsson, Filip Bergström, Oscar Päärt

Dokumentdatum: 2024-11-27

Ärendenummer: TRV 2021/84231

Rev.	Ändringen avser	Godkänd av	Ändringsdatum
A	Väg mellan bron och Åkersbergsvägen har tillkommit i utredningen. Dokumentet har kompletterats så att hela planområdet omfattas. Justeringar har gjorts i huvuddokumentet. Se Ändrings-PM S.14+TK.N.A00-VAP.T.004	MBn	2025-10-21
B	Väg över Västergärdet har tillkommit i planområdet. Dokumentet har kompletterats så att hela planområdet omfattas. Justeringar har gjorts i hela handlingen. Se Ändrings-PM S.14+TK.N.A00-VAP.T.005	MBn	2026-01-22
C	Västergärdetvägens dragning och plangänsen har justerats. Planritningar och figurer har uppdaterats. Slutsatser och rekommendationer avseende geoteknik och bergteknik påverkas inte av den justerade vägdragningen.	MBn	2026-04-17

Innehåll

Innehåll.....	3
1 Uppdrag.....	6
1.1 Bakgrund.....	6
1.1.1 Planerad byggnation.....	6
1.2 Dokumentets syfte.....	7
2 Befintliga förhållanden.....	8
2.1 Befintliga konstruktioner och ledningar.....	8
3 Marktekniska undersökningar och redovisning.....	9
3.1 Geoteknik.....	9
3.1.1 Nu utförda undersökningar.....	9
3.1.2 Tidigare utförda undersökningar.....	9
3.2 Markmiljöteknik.....	9
3.3 Bergteknik.....	9
4 Marktekniska förhållanden.....	10
4.1 Allmänt.....	10
4.2 Jordlagerföljd.....	10
4.2.1 Jordlager vid planerat broläge.....	10
4.2.2 Jordlager längs planerad ny väg och befintlig väg.....	12
4.3 Berggrundsgeologi.....	19
4.4 Hydrogeologiska förhållanden.....	20
4.4.1 Förhållanden under anläggningsskede för Västergärdetbron.....	20
4.5 Stabilitetsförhållanden.....	21
4.5.1 Befintliga förhållanden.....	22
4.5.2 Framtida förhållanden.....	22
4.6 Sättningsförhållanden.....	23
4.7 Omgivningspåverkan och klimatförändringar.....	23
4.8 Risk för ras och blocknedfall i bergslänter.....	23
5 Slutsatser och rekommendationer.....	31
5.1 Stabilitet.....	31

5.2 Sättningar.....	32
5.3 Grundläggning.....	32
5.3.1 Grundläggning – Berg	33
5.4 Risk för ras och blocknedfall.....	33
5.5 Bergschakt	33
5.6 Radon	34
5.7 Förslag till kompletterande undersökningar	34

Bilagor

Benämning	Beskrivning	Sidor	Rev
Bilaga 1	Valda värden	3	A
Bilaga 2	Stabilitetsberäkningar	16	A
Bilaga 3	Beräknings-PM stabilitet - Broläge	4	
Bilaga 4	Beräknings-PM stabilitet - Åkersbergsvägen	5	

Tillhörande dokument

Benämning	Dokumentnummer
Markteknisk undersökningsrapport (MUR) Geoteknik, Detaljplan Västergärdetbron	S.14+TK.K.B90-UGA.T.002
PM Jord och grundvatten	S.14+TK.K.B90-VCF.T.004

Sammanfattning av PM

Området vid planerad ny bro och ny väg består till största del av ytligt berg eller jordfyllnings- och friktionsmaterial ovan berg. Längs den befintliga Åkersbergsvägen utgörs jordlagerföljden huvudsakligen av lera ovan berg samt delvis av ytligt berg. Vid förekommande jordslänter råder inga stabilitetsproblem.

Berget på den östra sidan av bergkanalen har flertalet foliationsparallella sprickor som stupar mot kanalen. Bergstabiliteten är därmed sämre längsmed östra sidan jämfört med västra sidan av bergkanalen. Sex instabila block har identifierats i slänten. Vidare observerades en bergslänt i anslutning till detaljplaneområdets västra del med flera potentiellt instabila block som behöver skrotas ner. I samband med planerade entreprenadarbeten skall samtliga identifierade lösa block skrotas ner, eller säkras med bergbult.

Berggrunden i området tillhör Bergtyp 1 enligt TSFS 2018:57 och ett dimensionerande grundtryck på 3 – 10 MPa tillåts vid grundläggning på fast berg i området.

Ingen radonundersökning har utförts men enligt underlag från SGU klassas marken i området som normalradonmark.

1 Uppdrag

1.1 Bakgrund

På uppdrag av Trafikverket, som en del av projektet Slussar i Trollhätte kanal, har WSP utfört en geoteknisk utredning för detaljplan för Västergärdetbron. Aktuellt planområde visas i Figur 1 nedan.



Figur 1. Ungefärlig avgränsning av planområdet representeras av rödmarkerat område.

1.1.1 Planerad byggnation

Det som planeras inom aktuellt område är en ny bro över Bergkanalen och en ny väg mellan bron och Åkerbergsvägen. Den befintliga Åkersbergsvägens utformning kommer inte ändras. Situationsplan visas i Figur 2.



Figur 2. Planvy över planerad ny väg och bro.

1.2 Dokumentets syfte

Denna utredning och detta dokument utgör underlag för detaljplan samt har till syfte att undersöka om planområdet är lämpligt för byggnation utifrån geotekniska risker och säkerhetsfrågor.

2 Befintliga förhållanden

Befintlig markanvändning och lokalisering för området beskrivs i tillhörande handling ” Markteknisk undersökningsrapport (MUR) Geoteknik”, S.14+TK.K.B90-UGA.T.002, revidering C daterad 2026-04-17.

Markytan direkt väster om Bergkanalen är relativt flack och belägen på cirka nivå +48. Den västligaste delen av den planerade nya vägen passerar ett höjdparti där markytan som högst ligger på nivå ca +52. Den befintliga vägen vid Västergärdet ligger huvudsakligen på nivå ca +41. Närmast Bergkanalen sluttar marken ner till cirka nivå +40 vid kanalkanten som utgörs av en närmast lodrät bergsslänt.

Öster om Bergkanalen vid Åkersjövägen ligger markytan på nivå ca +48. Längs kanalkanten finns en gångstig på nivån ca +40. Mellan Åkerssjövägen och gångstigen finns en relativt brant bergsslänt.

2.1 Befintliga konstruktioner och ledningar

Bergkanalen är en konstruerad kanal i berg. Längs med denna finns ledverk samt mindre konstruktioner som stenmur, belysningsstolpar och dykdalber. Direkt öster om undersökningsområdet finns ett industriområde med tillhörande parkeringsplatser. I områdets västra del, i läget för den planerade vägen, finns ett upplag/förrådsområde med ett antal mindre byggnader. Ledningar för VA, El och Tele finns inom undersökningsområdet.

3 Marktekniska undersökningar och redovisning

Nedanstående undersökningar har utgjort underlag för denna handling PM Geoteknik.

3.1 Geoteknik

3.1.1 Nu utförda undersökningar

Fältundersökning har utförts i totalt 29 undersökningspunkter av WSP Sverige AB i januari och februari 2024 samt i september och november 2025.

För redovisning av resultat från geoteknisk undersökning hänvisas till handling "Markteknisk undersökningsrapport (MUR) Geoteknik", S.14+TK.K.B90-UGA.T.002, revidering C, daterad 2026-04-17.

3.1.2 Tidigare utförda undersökningar

Inga tidigare utförda undersökningar finns inom aktuellt område.

3.2 Markmiljöteknik

Markmiljötekniska undersökningar har utförts i 6 undersökningspunkter i form av skruvprovtagningar, 5 undersökningspunkter i form av provgropar samt installation av två ytliga grundvattenrör. Den markmiljötekniska undersökningen redovisas i helhet i "PM jord och grundvatten", S.14+TK.K.B90-VCF.T.004, daterad 2024-11-27, reviderad 2025-10-21.

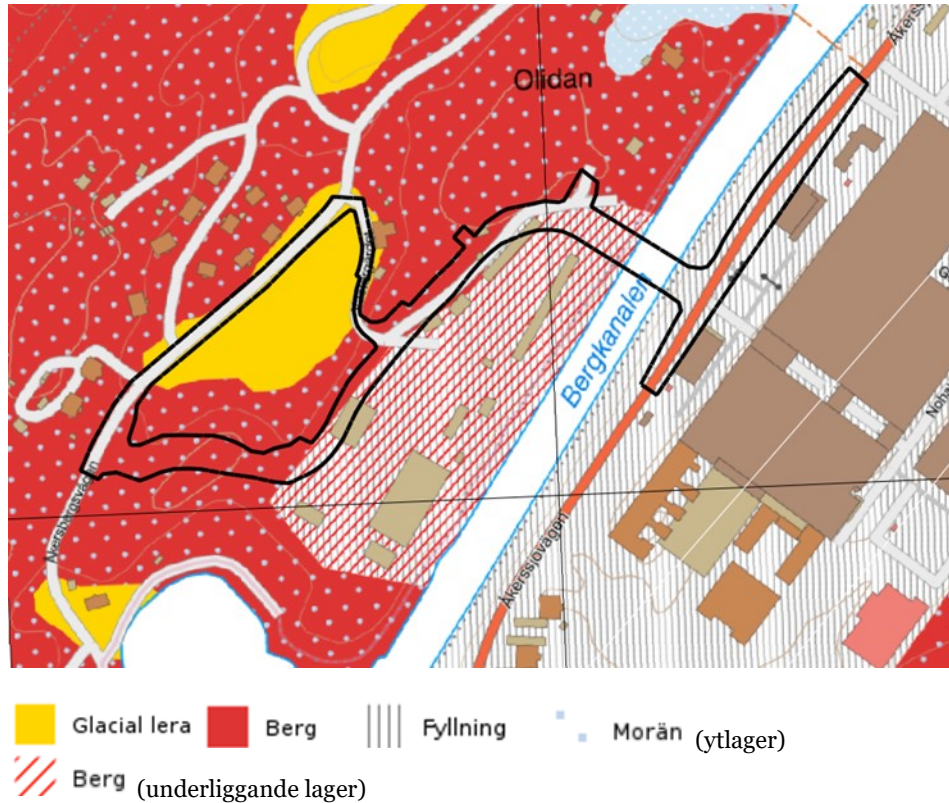
3.3 Bergteknik

Fältundersökningar har utförts vid 3 tillfällen, två tillfällen under 2023 och ett under 2024. Resultat redovisas i "Markteknisk undersökningsrapport (MUR) Geoteknik", S.14+TK.K.B90-UGA.T.002, revidering C, daterad 2026-04-17.

4 Marktekniska förhållanden

4.1 Allmänt

De marktekniska förhållandena stämmer generellt överens med SGU:s jordartskarta, se Figur 3.



Figur 3. Undersökningsområdet mot SGU:s jordartskarta (Källa: www.sgu.se)

4.2 Jordlagerföljd

4.2.1 Jordlager vid planerat broläge

Enligt utförda sonderingar och provtagningar består jordlagerföljden i läget för den planerade bron generellt av jordfyllning antingen direkt på berg eller på en fast lagrad friktionsjord. Jordfyllningen innehåller flertalet mindre block. Kohesionsjord har endast påträffats i tre undersökningspunkter i form av tunna lager blandat med fyllning och friktionsjord varför den inte bedöms som naturlig. Jorddjupet varierar mellan 1,5 och 8 m men är generellt cirka 3-5 m. En översikt över jordlagerföljd i undersökta punkter i läget för den planerade bron visas i Figur 4.



Figur 4. Översikt över tolkad jordlagerföljd inom området kring planerat brolägg.

Fyllnadsmaterial

Fyllnadsmaterialet utgörs i undersökta punkter huvudsakligen av sand med inslag av silt och grus. Block har påträffats i merparten av de undersökta punkterna. Fyllningen har en tjocklek på 1-4 m där hejarsondering indikerar på en friktionsvinkel på cirka 36° och E-modul på 20 MPa, CPT-sondering gick ej att driva ned i jorden varför den anses som fast lagrad. Densiteten är antagen till 1,9 t/m³ enligt TK Geo 13, detta då det dels förekommer mulljord och sand, dels tyngre material som block och grus.

Friktionsjord

Friktionsjorden under fyllnadsmaterialet har en tjocklek på 1-5 m och anses ha mycket lika egenskaper som fyllnadslagret, detta då utförda hejarsonderingar indikerar på samma friktionsvinkel och E-modul.

Berg

Samtliga jordbergsonderingar är neddrivna mellan 5-10 m i berg. Enligt dessa är bergkvaliteten sämre på västra sidan där neddrivningshastigheten är ungefär dubbelt så hög jämfört med på östra sidan. På västra sidan är berget uppsprucket och mjukare de första 2-4 m och det förekommer ett fåtal mindre sprickor på 3 respektive 4 m djup i flertalet punkter. På östra sidan är bergkvaliteten mer jämn utan tydliga sprickor eller lösare zoner, vilket indikerar ett mer solitt berg. Det bör observeras att skillnaden i

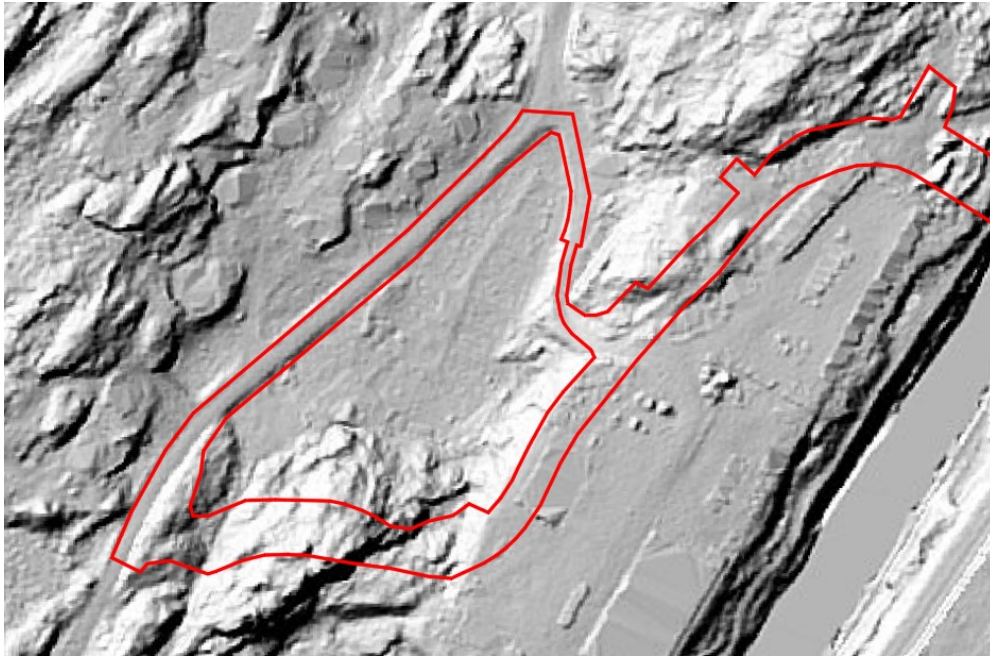
bergkvaliteten även förekommer på större djup, med tydliga svaghetszoner. Detta tillsammans med en tydlig övergångszon mellan friktionsjord och tolkat berg, samt tydligt berg i dagen, gör att det ej bedöms vara en fastare lagrad morän. Detta styrks även av att jorddjupen är snarlika på östra sidan med en tydlig övergångszon till tolkat berg.

4.2.2 Jordlager längs planerad ny väg och befintlig väg

Längs sträckningen av den planerade nya vägen utgörs marken delvis av ytligt berg och delvis av sprängstensfyllning. Sprängstensfyllningen finns inom upplagsområdet och utgör en flack yta som i väster avgränsas av områden med berg i dagen. Mellan upplagsytan och västergårdets koloniområde finns en höjdskillnad på ca 7 m som utgörs av en sprängstensslänt. Längs den befintliga Åkersbergsvägen utgörs marken omväxlande av lera eller ytligt berg som generellt överlagras av ett tunt lager fyllningsmaterial av friktionsjord. En översikt över tolkade jordlagerförhållanden visas i Figur 5. I Figur 6 visas terrängskuggning i planområdet sydvästra del där den flacka ytan med sprängstensfyllning framgår tydligt. Foton från området visas i Figur 7 - Figur 13.



Figur 5. Översikt över bedömda jordlagerförhållanden i planområdets sydvästra del samt fotonummer och fotoriktning för nedanstående foton. Blå markering visar bedömd utbredning av sprängstensfyllning. Gul markering visar bedömt område med lera. Röd linje markerar planområdesgränsen.



Figur 6. Planområdets sydvästra del med terrängskuggning. Planområdet visas med röd linje. (Källa: minkarta.lantmateriet.se)



Figur 7. Foto nr 1. Berg i dagen vid befintlig grusväg i utkanten av fyllningsområdet.



Figur 8. Foto nr 2. Sprängstensslänt mellan upplagsområdet och Västergårdets koloniområde.



Figur 9. Foto nr 3. Berg i dagen vid foten av sprängstensslänten.



Figur 10. Foto nr 4. Representativ bild av markförhållanden inom upplagsområdet.



Figur 11. Foto nr 5. Representativ bild av markförhållanden inom det skogsklädda höjdpaketet där den nya vägen planeras anläggas.



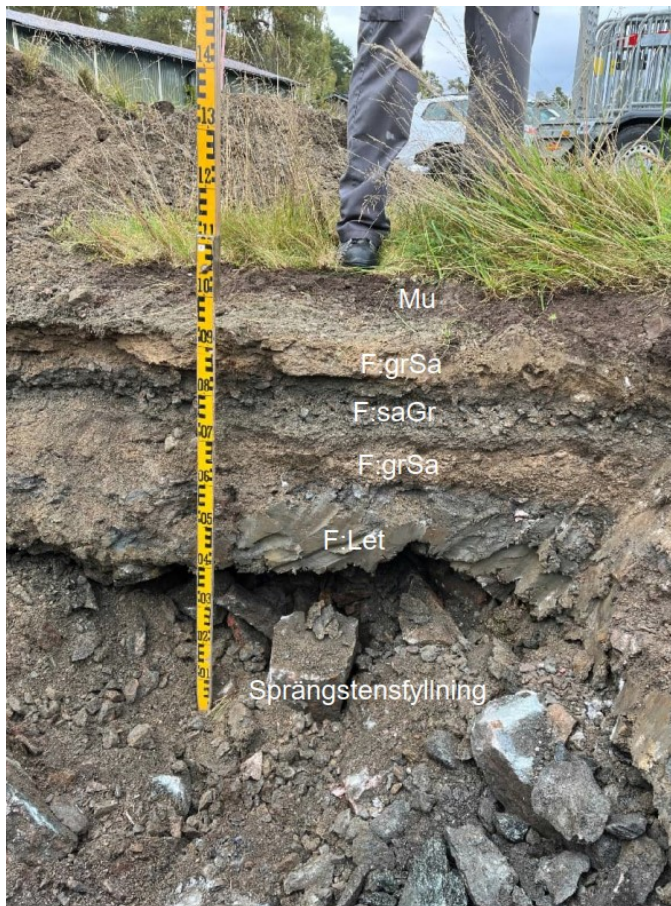
Figur 12. Foto nr 6. Den befintliga Åkersbergsvägen vid Västergården med koloniområdet till höger och bostadsområdet till vänster.



Figur 13. Foto nr. 7. Område med ytligt berg inom koloniområdet.

Sprängstensfyllning

I området med sprängstensfyllning utgörs jordlagerföljden överst av ca 0,5 m fyllning av sand och grus. Inom delar av området finns ett ca 0,3 m tjockt lager torrskorpelera mellan det övre fyllningsmaterialet och den underliggande sprängstensfyllningen. Figur 14 visar jordlagerföljden ovan sprängstensfyllningen i en av de undersökta punkterna. Den underliggande sprängstensfyllningen utgörs till största delen av sten och block. Generellt bedöms mindre fraktioner saknas i sprängstensfyllningen och utrymmet mellan stenarna och blocken utgörs till stor del av hålrum.



Figur 14. Övre delen av jordprofilen inom området med sprängstensfyllning.

Lera

Leran vid den befintliga Åkersbergsvägen är i undersökta punkter siltig och innehåller siltkörtlar. Djupet till lerans underkant varierar mellan 0 och ca 5 m. Lerans vattenkvot och konflytgräns har uppmätts till mellan ca 30 och ca 75 % med en generell ökning mot djupet. Den odränerade skjuvhållfastheten är uppmätt till ca 30 kPa vid lerlagrets överkant och minskar till ca 8 kPa vid ca 2 m djup under markytan.

4.3 Berggrundsgeologi

Berget utgörs huvudsakligen av gnejsig tonalit-granodiorit som huvudsakligen är stor- till medelblockigt uppsprucken. Det förekommer 4 huvudsprickgrupper i området varav den foliationsparallella är dominerande.

Huvudsprickgrupperna har följande orientering (strykning/stupning enligt högerhandsregeln):

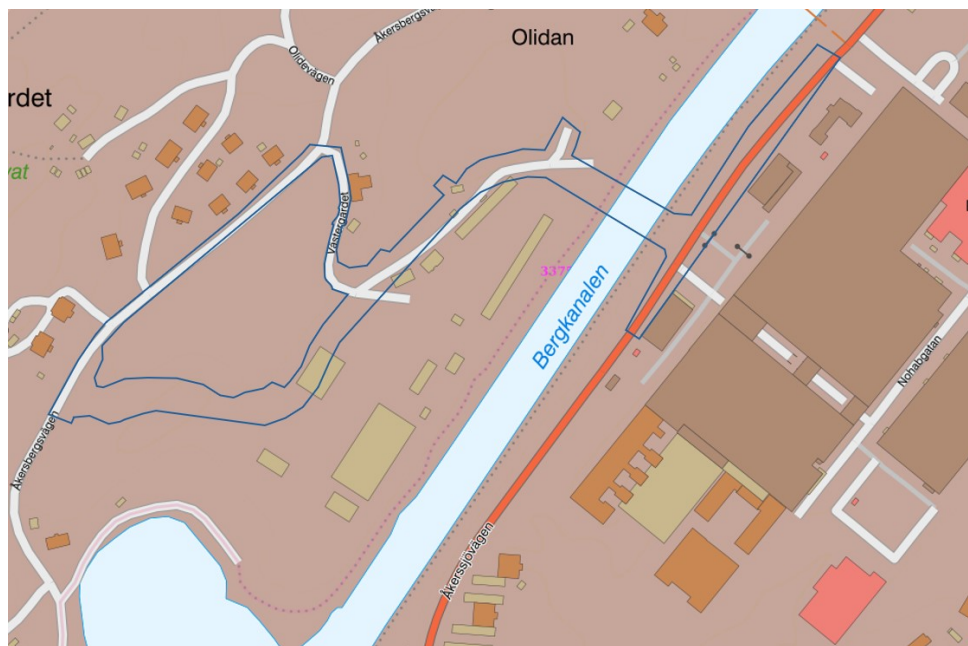
207/49° (foliationsparallell)

038/59°

124/82°

268/08°

Figur 15 visar planområdets gränser mot berggrundskarta från Sveriges geologiska undersökning.



Figur 15. Ungefärligt detaljplanområde markerat i blått, mot SGU:s berggrundskarta. Brun färg = tonalit/granodiorit.

4.4 Hydrogeologiska förhållanden

Vid läget för planerad ny bro

Inga grundvattenrör har installerats i berg i direkt anslutning till det planerade läget för anläggningen. Grundvattenrör har endast installerats i de ytliga jordlagren. I grundvattenröret 23W548GV, installerat i jordlagren på östra sidan av Bergkanalen, har en grundvattennivå på ca +44,8 (RH2000) uppmätts. Grundvattenröret 23W538GV, installerat i jordlagren på västra sidan, har varit torrt vid utförda mätningar.

Branta terrängförhållanden i kombination med kort avstånd till vattenytan i Bergkanalen medför att grundvattenytan i jord bedöms vara belägen i underkant av friktionsjorden och sammanfaller med grundvattentrycknivån i det ytliga berget.

Längs planerad ny väg

I området med sprängstensfyllning har ingen grundvattenyta observerats vid utförda provgropar. P.g.a. fyllningens höga genomsläpplighet bedöms sprängstensfyllningen vara helt dränerad ned till ca nivå +40 (ca 7 m under markytan) vilket motsvarar nivån för Bergkanalen i öster och marknivån vid koloniområdet i väster.

Längs den befintliga Åkersbergsvägen

I området kring den befintliga Åkersbergsvägen har en grundvattenyta observerats vid skruvprovtagning ca 0,5 m under markytan (ca nivå +40). Inom koloniområdet finns ett grundvattenrör (23W564GV) installerat i friktionsjorden under leran som visar på en grundvattentrycknivå som motsvarar den observerade grundvattenytan från skruvprovtagningen. Portrycket i leran bedöms därför öka hydrostatiskt mot djupet från nivån ca +40.

4.4.1 Förhållanden under anläggningsskede för Västergärdetbron

Vid det östra landfästet bedöms schakt för grundläggning ske till nivån ca +44. Det bedöms därmed behöva utföras ca 0,8 m grundvattensänkning tillfälligt under anläggningsskedet.

Vid planerat brofäste invid dragvägen vid östra sidan av kanalen bedöms grundvattennivån i berg befinna sig ungefärligen på samma nivå som i Bergkanalen. Schaktbotten bedöms hamna på ca +38,7. Nivån är ca 1,1 m under HVY för Bergkanalen, ca +39,8. Det bedöms inte vara möjligt att installera spont eller injektera berget för att hindra inläckage av vatten från Bergkanalen. Grundläggning bedöms därmed behöva utföras under vatten.

På västra sidan har ingen grundvattennivå uppmätts i installerat grundvattenrör. Närmst kanalen bedöms grundvattennivån i berg ligga på samma nivå som Bergkanalen, med ca +39,8 för HVY. Längre västerut förutsätts grundvattennivån ligga något högre. Planerad schaktbottenivå ligger på ca +34,75. Grundvattensänkning bedöms behöva utföras med minst ca 5 m tillfälligt under anläggningsskedet.

4.5 Stabilitetsförhållanden

Stabiliteten har kontrollerats i en sektion på vardera sida av Bergkanalen i läget för planerad bro samt i 3 sektioner vid befintliga vägar vid Västergärdet. Läget för beräkningssektionerna är redovisade i Figur 16. Stabilitetsberäkningarna redovisas i Bilaga 2 och redogörs för i sin helhet i Bilaga 3 och Bilaga 4.

Stabiliteten för lokala schaktsläntr i byggskedet är inte utredd i detta skede, utan endast befintlig och framtida stabilitet.



Figur 16. Sektioner där stabiliteten har kontrollerats.

4.5.1 Befintliga förhållanden

Vid läget för planerad ny bro

Stabiliteten vid befintliga förhållanden på såväl den västra som östra sidan av Bergkanalen bedöms som goda, detta tack vare kort avstånd till berg i kombination med fyllning och relativt fast lagrad friktionsjord. Då kanalen är belägen i berg betyder det att det inte finns någon risk för djupa glidytor utan att det endast kan förekomma ytliga glidytor. Topografin på östra sidan kan resultera i större glidytor, dessa har dock visat sig ha begränsad utbredning.

Längs planerad ny väg

Stabiliteten vid befintliga förhållanden längs sträckan för planerad ny väg bedöms vara tillfredsställande eftersom marken utgörs av berg alternativt sprängstenfyllning på berg.

Längs den befintliga Åkersbergsvägen

Utförda stabilitetsberäkningar visar på tillfredsställande stabilitet längs de befintliga vägarna kring koloniområdet. Vägarna ligger delvis på lös lera men eftersom vägbanken är låg och inga större slänter förekommer är säkerheten mot skred tillfredsställande god i samtliga kontrollerade sektioner. Beräknad säkerhetsfaktor i området med lera uppgår som minst till $F_c=1,60$ vilket är högre än det aktuella kravet på $F_c=1,50$.

4.5.2 Framtida förhållanden

Stabiliteten vid framtida förhållanden för slänter mot Bergkanalen är goda och är ej beroende av eventuell marklast, varför en mycket stor last kan påföras utan att påverka stabiliteten negativt. På östra sidan av Bergkanalen är stabiliteten oberoende av pålastning då samtliga glidytor går i berg, tack vare gynnsamma jorddjup och bergnivå.

Stabiliteten för planerad ny väg bedöms vara tillfredsställande eftersom vägen anläggs på sprängstensfyllning på berg, alternativt på berg. Inom området med sprängstenfyllning kommer vägens överyta ligga ungefär i nivå med den befintliga markytan, vilket innebär att inga ytterligare laster förutom trafiklast tillförs marken.

För den befintliga Åkersbergsvägen medför planförslaget inga förändringar som påverkar släntstabilitetsförhållandena. Släntstabiliteten bedöms därför vara tillfredsställande även för framtida förhållanden.

4.6 Sättningsförhållanden

Området i läget för planerad ny bro och ny väg är, tack vare förekomsten av fastare friktions- och fyllningsjordar, generellt inte känsligt för sättningar. Små momentana sättningar kan eventuellt förväntas vid mycket stora marklaster. Eftersom grundvattennivåerna ligger nere i berg eller i övergången mellan berg och jord bedöms inga sättningar uppstå av en eventuell grundvattensänkning.

Längs den befintliga Åkersbergsvägen bedöms marken vara sättningskänslig där lera förekommer. Sättningar skulle kunna orsakas av ökad markbelastning eller sänkta grundvattentrycknivåer. Inom detta område planeras dock inga förändringar av marknivåer eller uppförande av byggnader. Temporära grundvattensänkningar under anläggningsskedet vid planerad bro kommer tack vare det relativt stora avståndet inte påverka grundvattentrycknivåerna vid lerområdet. Planerad markanvändning enligt detaljplanen kommer därför inte orsaka sättningar inom området.

4.7 Omgivningspåverkan och klimatförändringar

Släntstabiliteten för slänter mot Bergkanalen är inte känslig för klimatförändringar, detta då det förekommer ytligt berg samt flacka slänter som tål mycket hög belastning innan släntstabiliteten försämras. Förändringar i form av eventuella sänkta grundvattennivåer under anläggningsskedet har liten till obetydlig påverkan, detta då redan mycket låga grundvattennivåer har beaktats vid beräkning av släntstabiliteten för slänter mot Bergkanalen.

Släntstabiliteten för den befintliga Åkersbergsvägen skulle potentiellt kunna påverkas av förhöjda portryck i leran orsakade av ökade nederbördsmängder. Men eftersom befintliga beräknade säkerhetsfaktorer för släntstabilitet är betydligt högre än de erforderliga enligt gällande krav kommer släntstabiliteten vara tillfredsställande god även med högre portryck i leran.

För driftskede bedöms grundvattennivåerna vid bron inte påverkas av klimatförändringar utöver hur nivån i Bergkanalen ändras, då nivån i Bergkanalen bedöms komma att vara styrande för grundvattennivån.

4.8 Risk för ras och blocknedfall i bergslänter

Under den bergtekniska undersökningen noterades sex block/områden där instabila block/stenar förekommer på östra sidan av bergkanalen där

de foliationsparallella sprickorna stryker längs kanalen och stupar ut mot kanalen, se Figur 17. Detta ger generellt stabilare slänter på den västra sidan och instabilare förhållanden på östra sidan längsmed bergkanalen.



Figur 17. Block 1–6 markerade på östra stranden av kanalen. Område för bergslänt med potentiellt instabila block ses även i figur. Röd linje visar var planområdets gräns går.

Den östra slänten är cirka 6 meter hög och ovan släntrönet ligger sprängsten och det växer stora träd. Slänrtlutningen är generellt cirka 60 grader. Block 1, se Figur 18, är ett instabilt block på cirka 0,3x1,5x1,5 meter i höjd med gångvägen.

På västra sidan av bergkanalen förekommer en bergslänt som är ca 7 meter hög och 60 meter lång. Bergslänten stryker i sydvästlig riktning och stupar åt sydöst. I bergslänten observerades flera potentiellt instabila block och stenar och vid släntrönet ligger flera block som fallit ner, se Figur 26 och Figur 27.



Figur 18. Instabilt block (1) i anslutning till gångväg.

Block 2 består av ett cirka 4 m långt parti med överhäng av flera potentiellt instabila block, se Figur 19. Ovanför detta parti förekommer sprängsten intill slänkrönet.



Figur 19. Block 2, större parti av uppsprucket berg som utan mothåll vilar mot ett sprickplan som stupar cirka 60° .

Block/område 3 utgörs av sprängsten som ligger högt upp i slänten/vid släntkrön ovanför block 2. Det förekommer flera mindre, lösa block, se Figur 20.



Figur 20. Block/område 3, lös sprängsten högt upp i slänten/ovan släntkrön.

Vid block 4 finns ett löst block om cirka $1,5 \times 1,0 \times 0,5$ m som saknar mothåll och anses instabilt. Blocket vilar på ett sprickplan som stupar med 58° , se Figur 21.



Figur 21. Block 4, stort instabilt block som saknar mothåll i släntfot.

Vid block 5 förekommer ett parti med flera block som ligger på varandra och saknar mothåll i släntfot, cirka 3x2x1,5 m, se Figur 22.



Figur 22. Block 5, flera block som ligger på varandra utan mothåll och lutar brant mot gångvägen.

Block 6 utgörs av ett större instabilt block som saknar mothåll i släntfot, cirka 1,5x1,5x0,5 m, se Figur 23.



Figur 23. Block 6, större instabilt block som saknar mothåll i släntfot.

Den västra sidan av bergkanalen kunde inte undersökas närmare men vid översiktlig bedömning på avstånd (från den östra sidan) identifierades inga potentiellt instabila block, inte heller från fotografi från tömd kanal, se Figur 24 och Figur 25. Denna bedömning medför viss osäkerhet eftersom den gjordes på avstånd. På den västra sidan har de foliationsparallella sprickorna en gynnsam orientering, där sprickplanen lutar/stupar inåt skärningen vilket gör block och storstabiliteten i slänten generellt god.



Figur 24. Västra sidan av Bergkanalen.



Figur 25. Västra sidan av Bergkanalen, fotografi taget 2021 med liknande snitt som i Figur 24.



Figur 26. Foto på bergsläntens sydvästra del. Foto taget åt öst.



Figur 27. Foto på bergsläntens nordvästra del. Foto taget åt nordöst.

5 Slutsatser och rekommendationer

Denna PM besvarar geotekniska säkerhetsfrågor för planförslaget, baserat på givet planändamål (i detta fall en ny bro och väg, samt en befintlig väg).

De geotekniska förutsättningarna, slutsatser och rekommendationer redovisas nedan.

Det råder inga geotekniska risker inom området och området anses väl lämpat för detaljplanens planändamål.

5.1 Stabilitet

Befintlig stabilitet är tillfredsställande inom samtliga delar av området. Utförda stabilitetsberäkningar redovisas i Bilaga 3 och Bilaga 4.

Stabiliteten för lokala schaktslänter i byggskedet är inte utredd i detta skede, varvid planering av schakter i samband med byggnation ska utföras i samråd med geotekniker.

På östra sidan av Bergkanalen kan små korta, mycket lokala, glidytor uppstå men då utbredningen av berg troligtvis är ytligare än vad som redovisas i beräkningarna har dessa ej bedömts som rimliga. Dessa ligger dock ovan krav på erforderlig säkerhetsfaktor. Pålastning medför inte någon skillnad i säkerhetsfaktor, för varken korta lokala glidytor eller längre glidytor, varför stabiliteten anses som tillfredsställande. Maximal last har ansatts till samma som den maximala lasten för västra sidan.

På västra sidan av Bergkanalen är stabiliteten mot kanalen tillfredsställande och topografin medför att längre glidytor uppstår, dock samtliga med tillräcklig säkerhetsfaktor. Vid mycket höga laster, 150 kN/m², påverkas stabiliteten och en last över detta medför stabilitetsbrott, varför 150 kN/m² bedöms som maximal last för båda sidor.

Längs planerad ny väg utgörs marken av ytligt berg eller av sprängstenfyllning på berg. Släntstabiliteten är tillfredsställande för både befintliga förhållanden och för planerad ny väg.

Längs den befintliga Åkersbergsvägen visar utförda stabilitetsberäkningar att stabiliteten är tillfredsställande för befintliga förhållanden och därmed också för framtida förhållanden.

5.2 Sättningar

Ny bro och ny väg

Jorden vid planerad ny bro och ny väg är ej sättningSkänslig vilket betyder att tillskottslast från framtida konstruktioner ej behöver lastkompenseras eller grundförstärkas på annat sätt. Detta förutsätter att lasten är mindre än 150 kN/m^2 . Momentana sättningar/kompaktering av jorden kan förekomma vid pålastning, dessa bedöms dock ha liten påverkan. På västra sidan av Bergkanalen finns få byggnader varför omgivningSpåverkan vid en grundvattensänkning för befintliga byggnader bedöms vara mycket liten. På östra sidan av kanalen ligger en större industrifastighet (Nohab), denna är dock grundlagd med fyllning direkt på berg. En grundvattensänkning bedöms inte ha någon sättningSpåverkan inom området eftersom de befintliga grundvattennivåerna är låga och marken utgörs av jordar som inte är sättningSkänsliga.

Befintlig väg

Längs den befintliga Åkersbergvägen är marken sättningSkänslig inom de delar där jorden utgörs av lera. Föreslagen markanvändning enligt ny detaljplan kommer dock inte orsaka några sättningar eftersom inga förändringar av marknivåer eller uppförande av byggnader planeras.

5.3 Grundläggning

Ny bro

Då jordlagren är grunda kan jorden schaktas bort och brostöden kan grundläggas direkt på berg. Vid plattgrundläggning på jord skall naturlig jordfyllning ersättas med förstärkningsmaterial, detta förutsätter laster lägre än 150 kN/m^2 .

Mycket lokala bärighetsbrott kan eventuellt uppstå där jordfyllningen är lösare, varför detta kan behöva beaktas vid nybyggnation. Det kan behövas bärighetslager för avjämna ytan och få en kontrollerad och tillräcklig lastspridning. Detta är dock något som inte bedöms ha en påverkan på släntstabiliteten, då detta inte framkommit i beräkningar vid reducerad hållfasthet i jorden.

All detaljprojektering av grundläggning kommer ske i ett senare skede och beaktas ej i detta PM. Då framtida laster är okända skall grundläggningsalternativen endast ses som möjliga alternativ utifrån rådande släntstabilitetsförhållanden och jordlagerförhållanden.

Uppfyllnad, väg, hårdgjorda ytor

Planerad markanvändning enligt planens ändamål, d.v.s planerad ny väg, kommer inte orsaka sättningar eller stabilitetsbrott. En ytterligare höjning av markytan med 0,5 m, vilket kan utföras utan marklov, kan utföras utan att sättningar eller stabilitetsproblem uppstår.

5.3.1 Grundläggning – Berg

Berggrunden i området tillhör Bergtyp 1 enligt TK Geo 13.

Vid grundläggning på fast berg i området kan ett dimensionerande grundtryck på 3 MPa tillåtas efter en enkel undersökning. En enkel undersökning omfattar enligt TSFS 2018:57 fastställande av bergart genom besiktning efter avtäckning av berget.

Efter en avancerad undersökning kan tillåtet dimensionerande grundtryck på fast berg ökas upp till emot 10 MPa. En avancerad undersökning innebär enligt TSFS 2018:57 att bergtekniskt sakkunnig besiktare grundläggningsytan efter avtäckning för bedömning av tillåten last på bergytan.

Vid grundläggning på packad sprängbotten eller packad sprängstensfyllning gäller maximalt dimensionerande grundtryck på 500 kPa. Detta värde förutsätter att krav på packning etc. enligt aktuell underkod till CEB i AMA Anläggning 13 uppfylls.

5.4 Risk för ras och blocknedfall

Inom området ska identifierade instabila block skrotas bort alternativt säkras med permanent bergförstärkning i form av bergbult i anläggningsskedet.

5.5 Bergschakt

Det föreligger inga hinder för bergschakt avseende stabilitet och längs planerad väg kan nya bergslänter ställas med släntlutning 5:1.

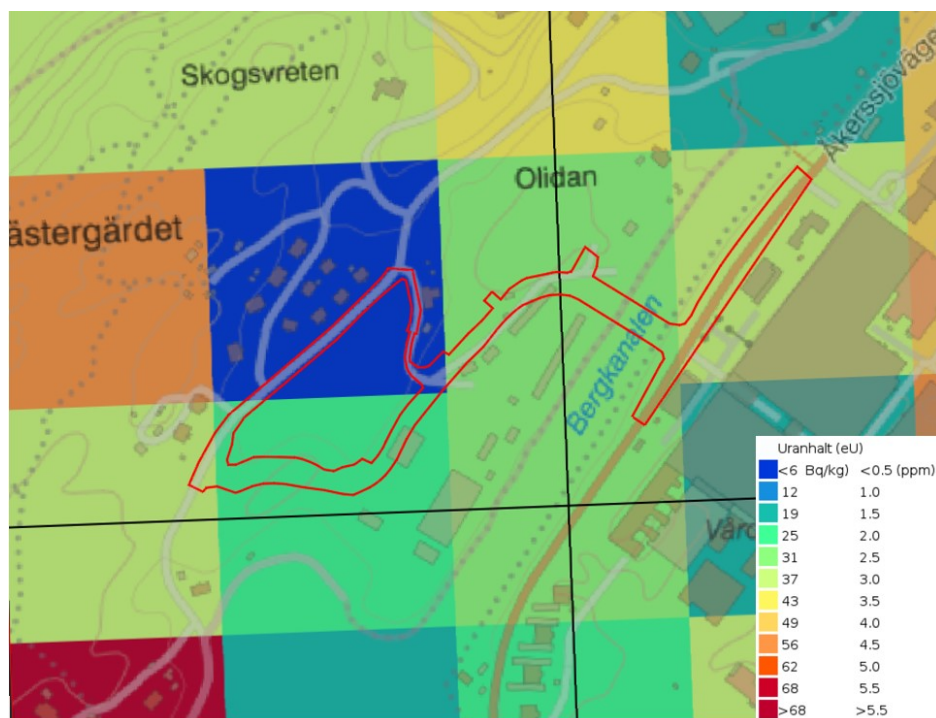
Innan bergschakt utförs i området ska det först upprättas en riskanalys med avseende på risk för omgivningspåverkan i närområdet. Riskanalysen upprättas i bygglovsskedet. I riskanalysen sätts bl.a. gränsvärden för maximala tillåtna vibrationer i omgivande byggnader samt gränser för luftstövåg från sprängning. Riskanalys ska utföras enligt SS 460 48 66:2011, SS 02 52 10 samt SS 02 52 11.

Om bergschakt ej kan utföras med sprängning på grund av i riskanalys satta vibrationsgränsvärden kan berget loss hållas med vibrationsfria metoder, som tex. snigeldynamit och/eller darda.

5.6 Radon

Ingen radonundersökning har utförts men enligt SGU:s kartvisare över uranstrålning är det medellåg strålning inom området och marken och klassas därmed som normalradonmark (10-50 Bq/kg), se Figur 28. Marken bedöms därmed som normalriskområde (35-50 Bq/kg) enligt Statens Planverk 1982.

Innan uppförande av byggnader inom området skall en radonundersökning utföras, annars skall grundläggningen vara radonskyddad mot normalradon. Vid sprängning kan radon frigöras varför radonhalten alltid skall mätas efter sprängningsarbeten och innan grundläggningsarbeten påbörjats. Likaså skall allt tillkommande fyllnadsmaterial vara radonkontrollerat.



Figur 28. Utklipp från SGU:s gammastrålningskarta. Planområdet visas med röd markering.

5.7 Förslag till kompletterande undersökningar

Kompletterande undersökning med avseende på geoteknik och bergteknik bedöms ej krävas för fortsatt utredning av detaljplan.

Trafikverket, 781 89 Borlänge. Besöksadress: Röda vägen 1

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

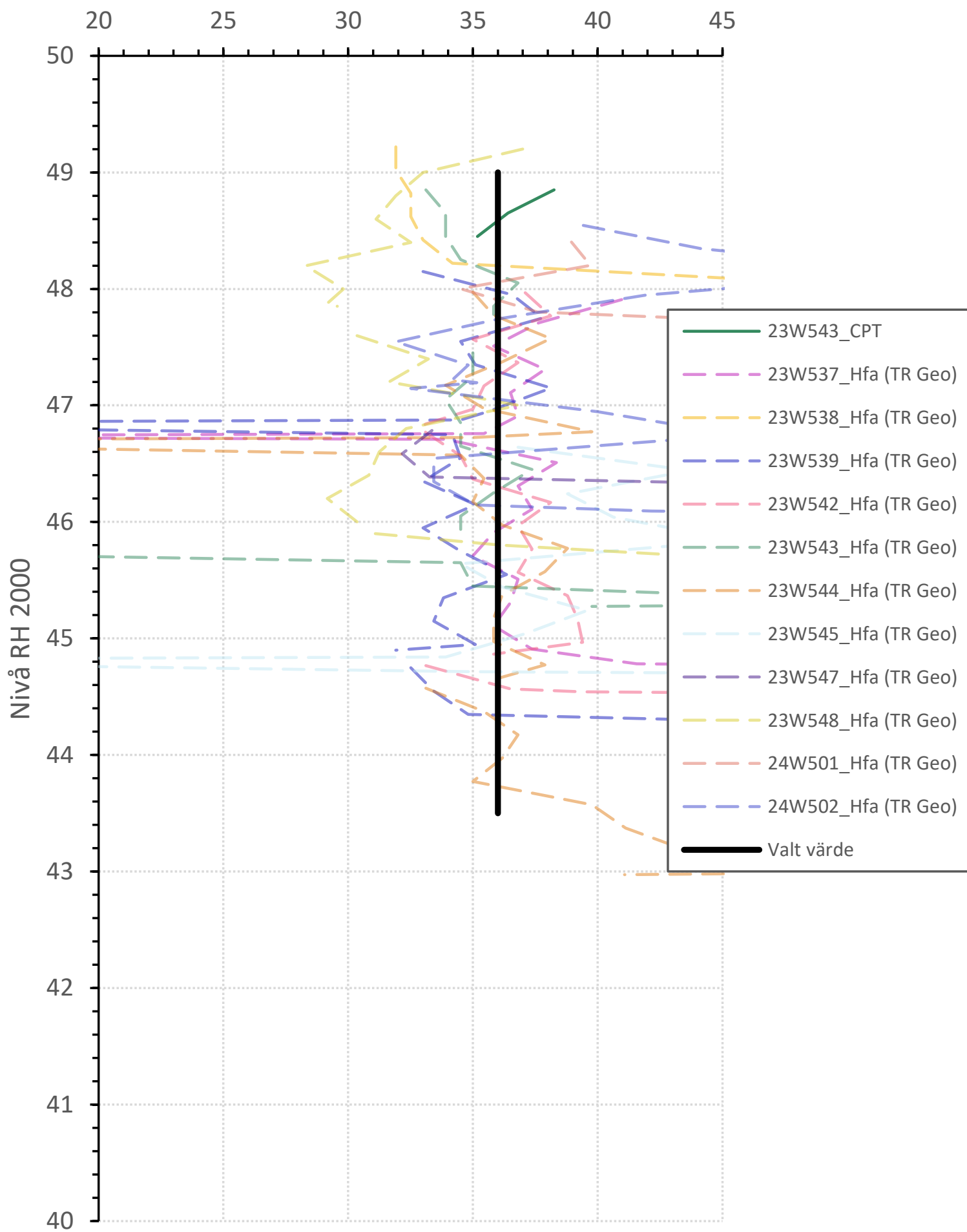
trafikverket.se



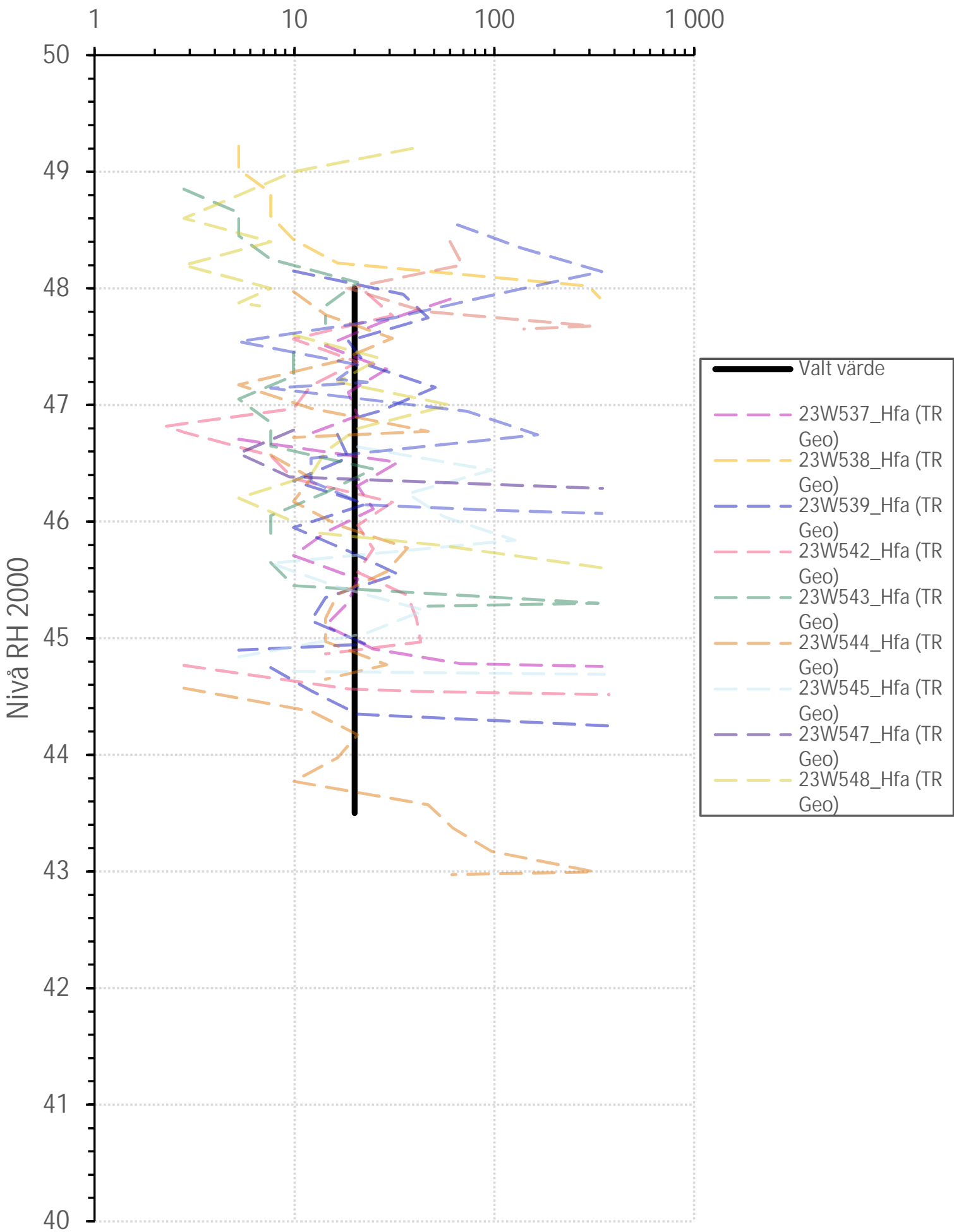
Bilaga 1

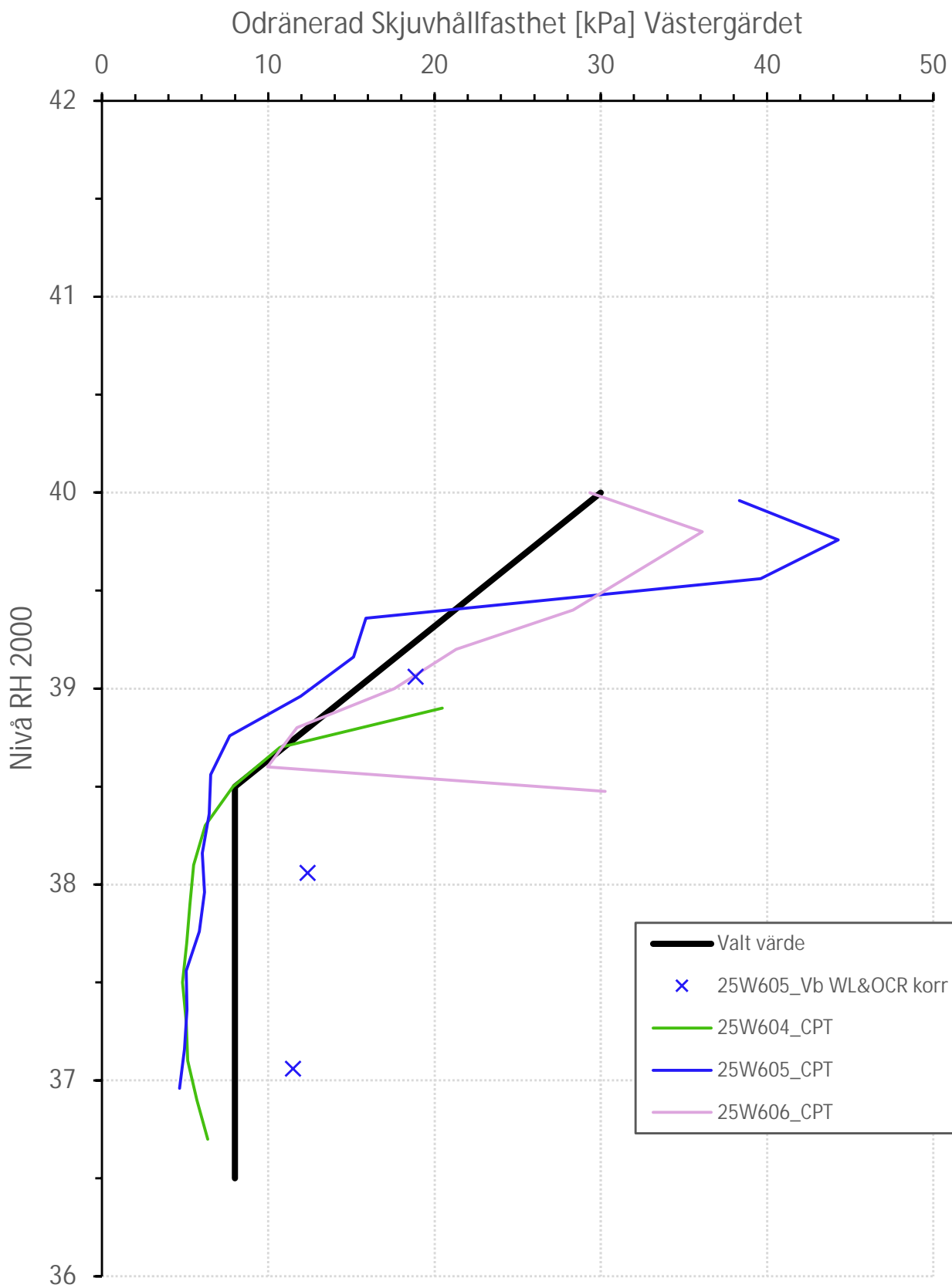
Valda värden

Friktionsvinkel Broläget



E-Modul Broläget







Bilaga 2

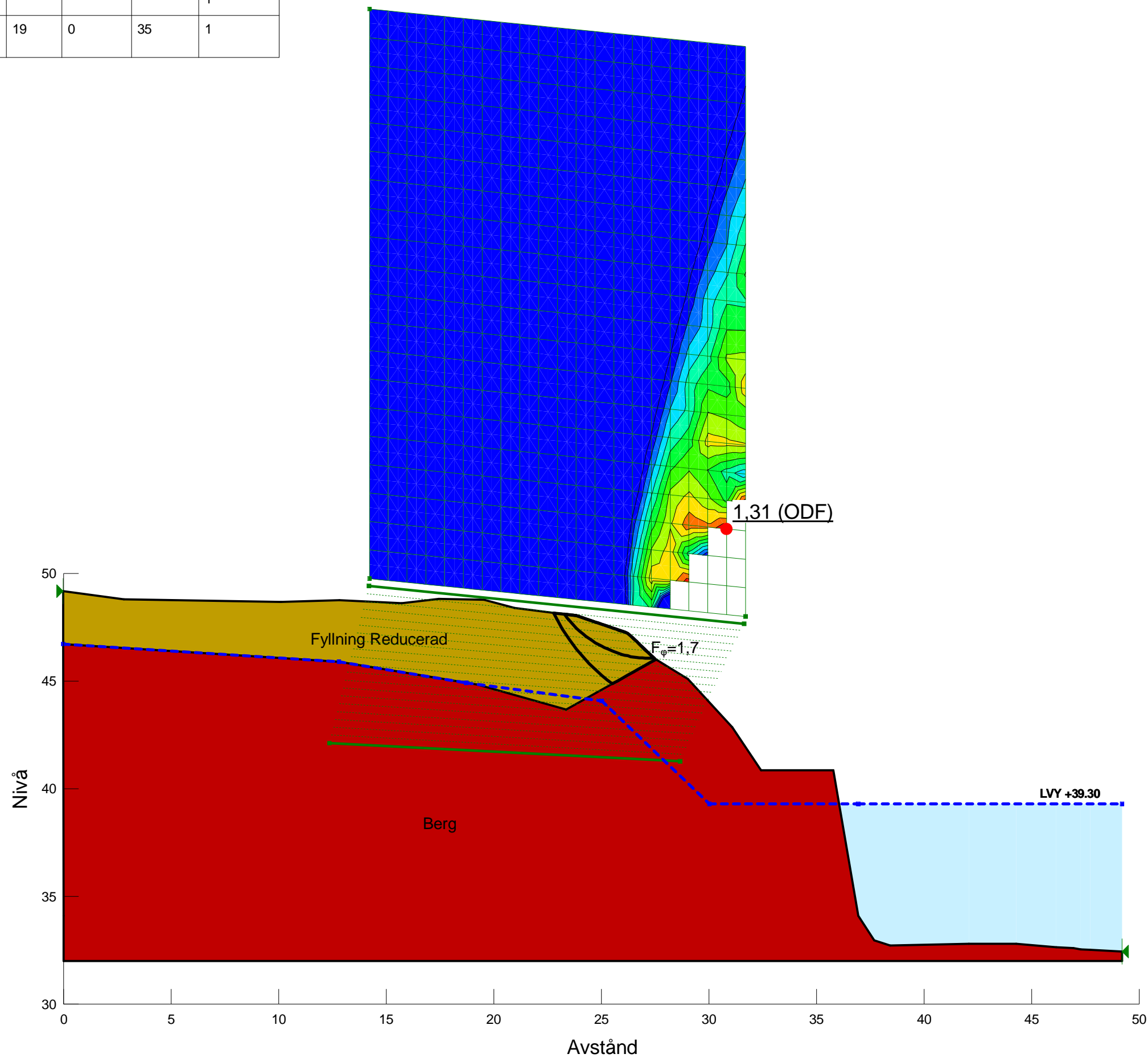
Stabilitetsberäkningar

Color	Name	Slope Stability Material Model	Unit Weight (kN/m³)	Effective Cohesion (kPa)	Effective Friction Angle (°)	Piezometric Surface
	Berg	Bedrock (Impenetrable)				1
	Fyllning Reducerad	Mohr-Coulomb	19	0	35	1

F=1,31

Partialkoefficienter:

Permanenta yt- och punktlaster
 γ_A : Favorable = 1, Unfavorable = 1
 Variabla yt- och punktlaster
 γ_A : Favorable = 1, Unfavorable = 1
 Egenvikt av jord
 γ_A : Favorable = 1, Unfavorable = 1
 Dränerad hållfasthet
 $\gamma_M=1$
 Odränerad hållfasthet
 $\gamma_M=1$



Stabilitetsberäkningar Västra och Östra sidan.gsz / SLOPE/W / 23.1.0.520



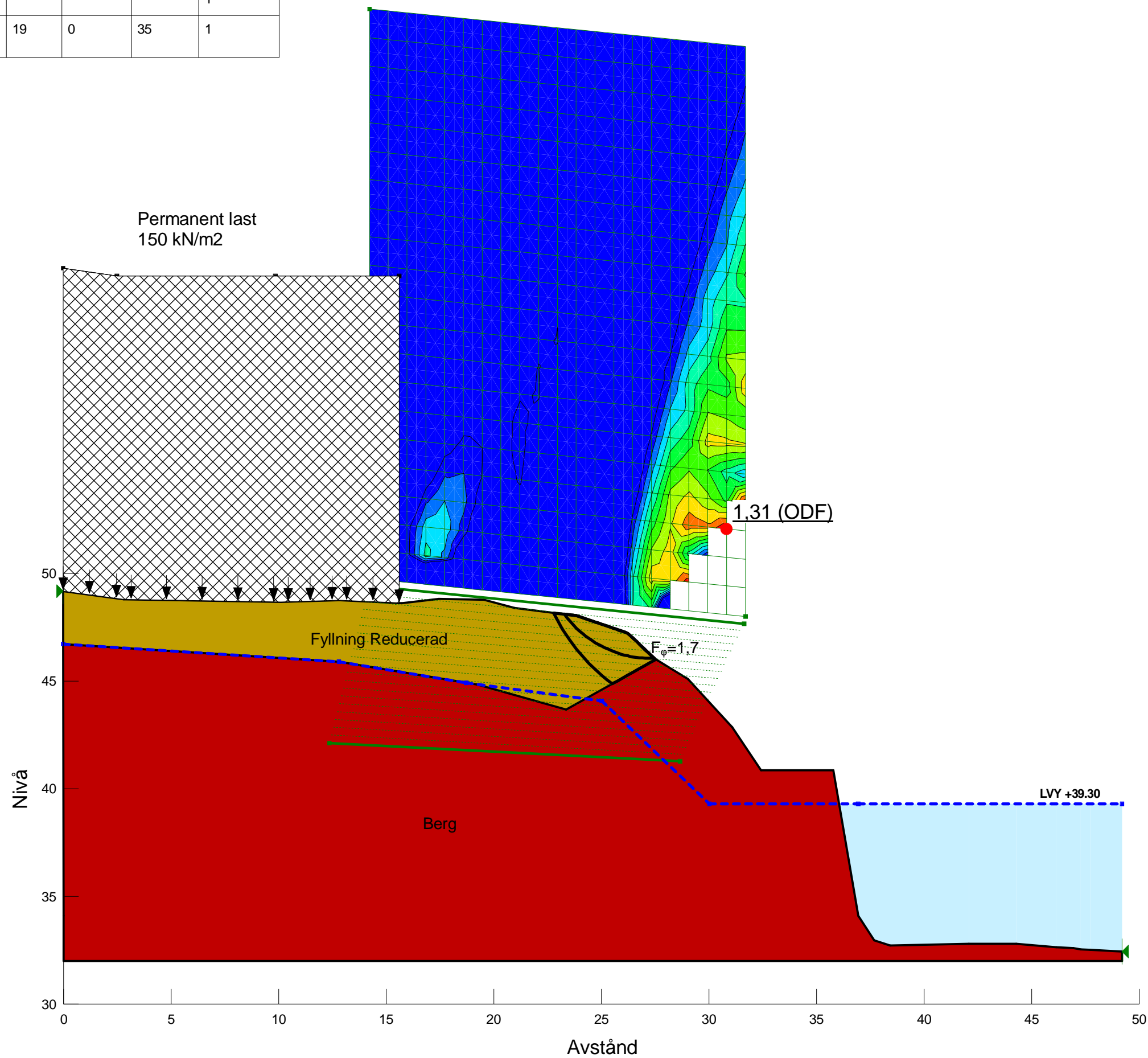
Sektion	Datum	Beräkningsmodell	Skala	Analysmetod, EC7 (EKS-DA3) alt. Tillståndsbedömning	Uppdragsnamn	Förklaring	Uppdragsnummer
C-C	2024-09-30	Morgenstern-Price	1:200 (A3)	Totalsäkerhet	Detaljplan bro över Bergkanalen Del av Slussar i Trollhätte kanal	Östra sidan dränerad analys	10362585

Color	Name	Slope Stability Material Model	Unit Weight (kN/m³)	Effective Cohesion (kPa)	Effective Friction Angle (°)	Piezometric Surface
■	Berg	Bedrock (Impenetrable)				1
■	Fyllning Reducerad	Mohr-Coulomb	19	0	35	1

F=1,31

Partialcoefficienter:

Permanenta yt- och punktlaster
 γ_A : Favorable = 1, Unfavorable = 1
 Variabla yt- och punktlaster
 γ_A : Favorable = 1, Unfavorable = 1
 Egenvikt av jord
 γ_A : Favorable = 1, Unfavorable = 1
 Dränerad hållfasthet
 $\gamma_M=1$
 Odränerad hållfasthet
 $\gamma_M=1$



Stabilitetsberäkningar Västra och Östra sidan.gsz / SLOPE/W / 23.1.0.520



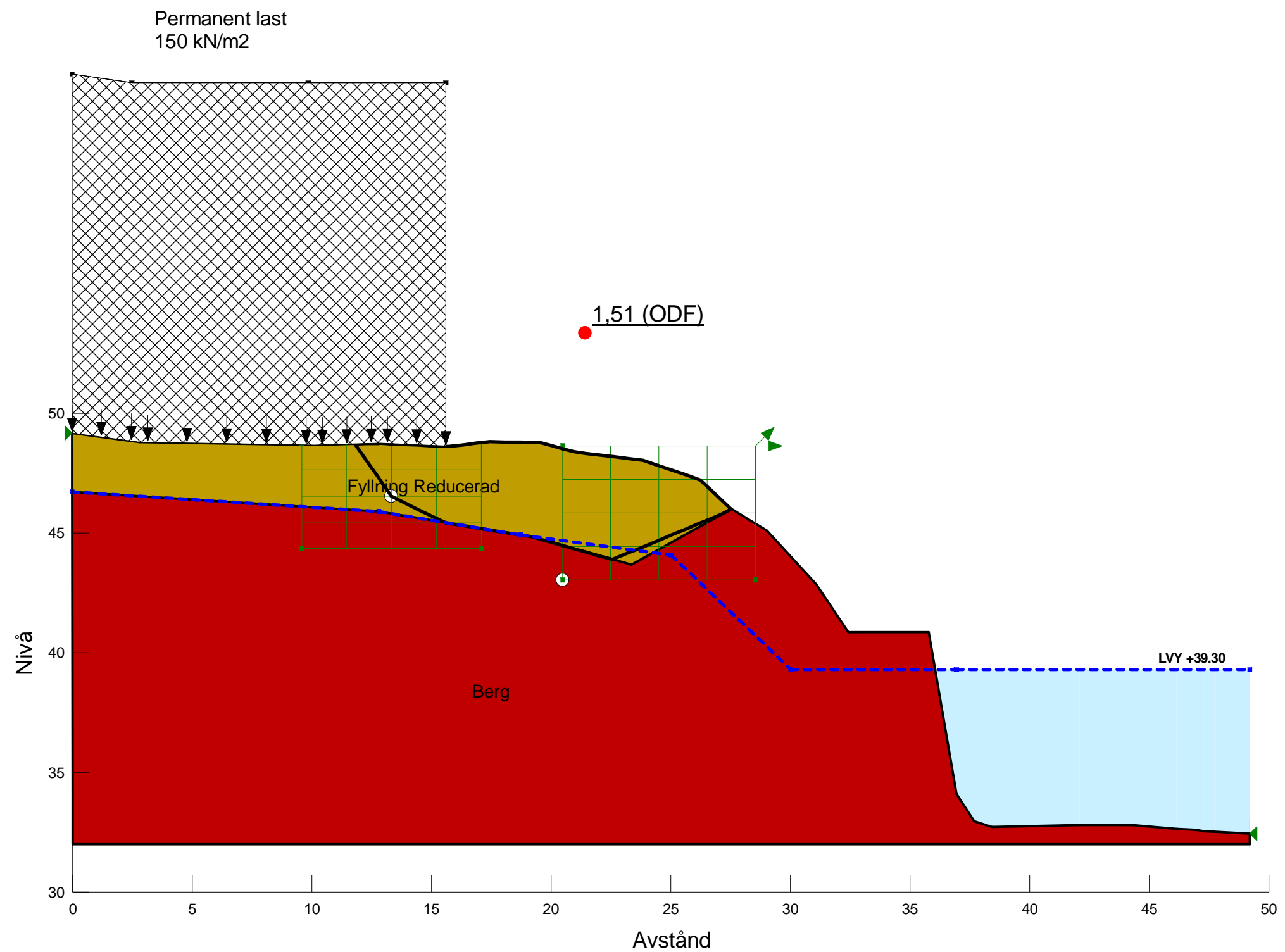
Sektion	Datum	Beräkningsmodell	Skala	Analysmetod, EC7 (EKS-DA3) alt. Tillståndsbedömning	Uppdragsnamn	Förklaring	Uppdragsnummer
C-C	2024-09-30	Morgenstern-Price	1:200 (A3)	Totalsäkerhet	Detaljplan bro över Bergkanalen Del av Slussar i Trollhätte kanal	Östra sidan med last dränerad analys	10362585

Color	Name	Slope Stability Material Model	Unit Weight (kN/m³)	Effective Cohesion (kPa)	Effective Friction Angle (°)	Piezometric Surface
■	Berg	Bedrock (Impenetrable)				1
■	Fyllning Reducerad	Mohr-Coulomb	19	0	35	1

F=1,51

Partialkoefficienter:

Permanenta yt- och punktlaster
 γ_A : Favorable = 1, Unfavorable = 1
 Variabla yt- och punktlaster
 γ_A : Favorable = 1, Unfavorable = 1
 Egenvikt av jord
 γ_A : Favorable = 1, Unfavorable = 1
 Dränerad hållfasthet
 $\gamma_M=1$
 Odränerad hållfasthet
 $\gamma_M=1$



Stabilitetsberäkningar Västra och Östra sidan.gsz / SLOPE/W / 23.1.0.520



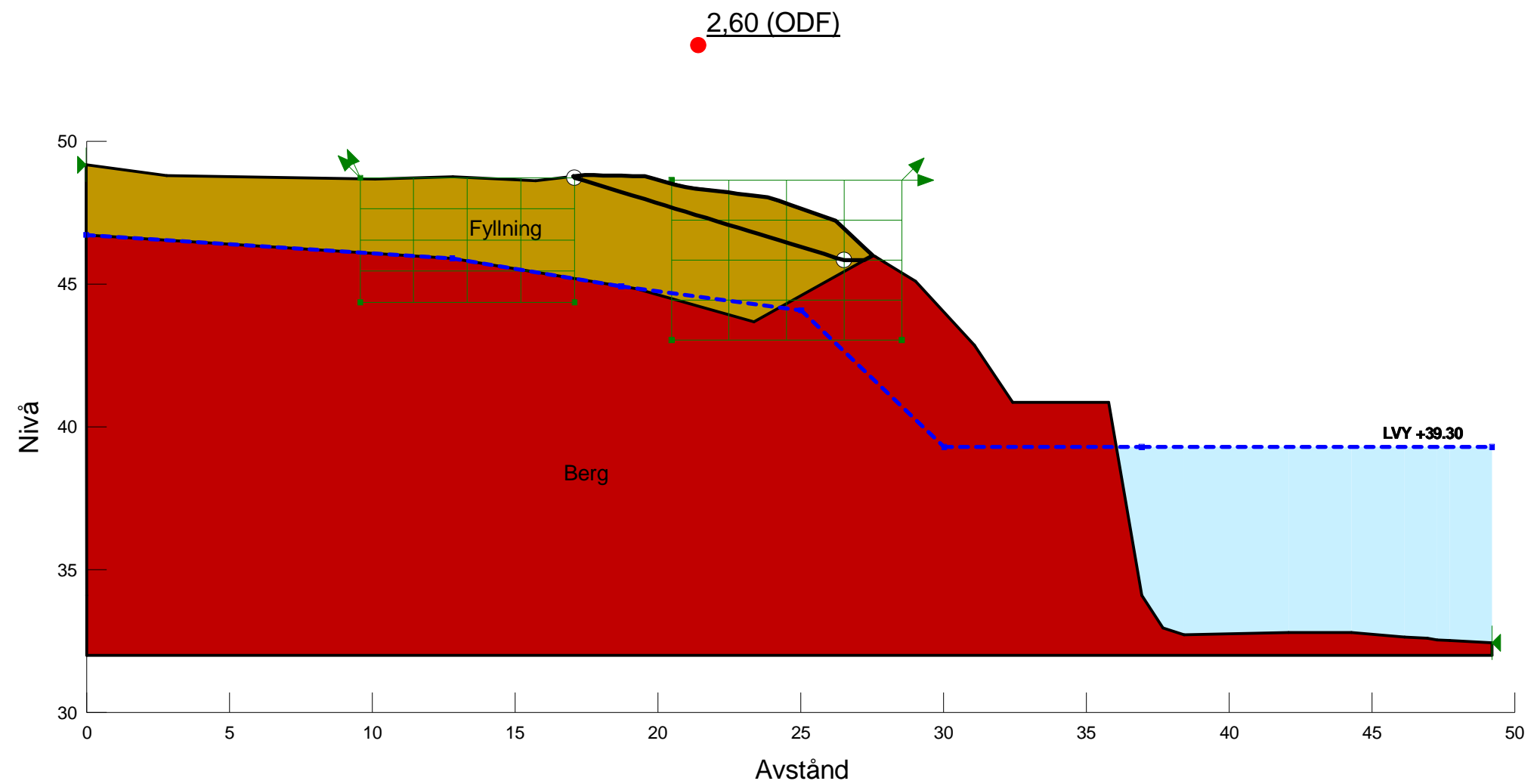
Sektion	Datum	Beräkningsmodell	Skala	Analysmetod, EC7 (EKS-DA3) alt. Tillståndsbedömning	Uppdragsnamn	Förklaring	Uppdragsnummer
C-C	2024-09-30	Morgenstern-Price	1:200 (A3)	Totalsäkerhet	Detaljplan bro över Bergkanalen Del av Slussar i Trollhätte kanal	Östra sidan med last dränerad analys	10362585

Color	Name	Slope Stability Material Model	Unit Weight (kN/m³)	Effective Cohesion (kPa)	Effective Friction Angle (°)	Piezometric Surface
■	Berg	Bedrock (Impenetrable)				1
■	Fyllning	Mohr-Coulomb	19	0	36	1

F=2,60

Partialkoefficienter:

Permanenta yt- och punktlaster
 γ_A : Favorable = 1, Unfavorable = 1
 Variabla yt- och punktlaster
 γ_A : Favorable = 1, Unfavorable = 1
 Egenvikt av jord
 γ_A : Favorable = 1, Unfavorable = 1
 Dränerad hållfasthet
 $\gamma_M=1$
 Odränerad hållfasthet
 $\gamma_M=1$



Stabilitetsberäkningar Västra och Östra sidan.gsz / SLOPE/W / 23.1.0.520



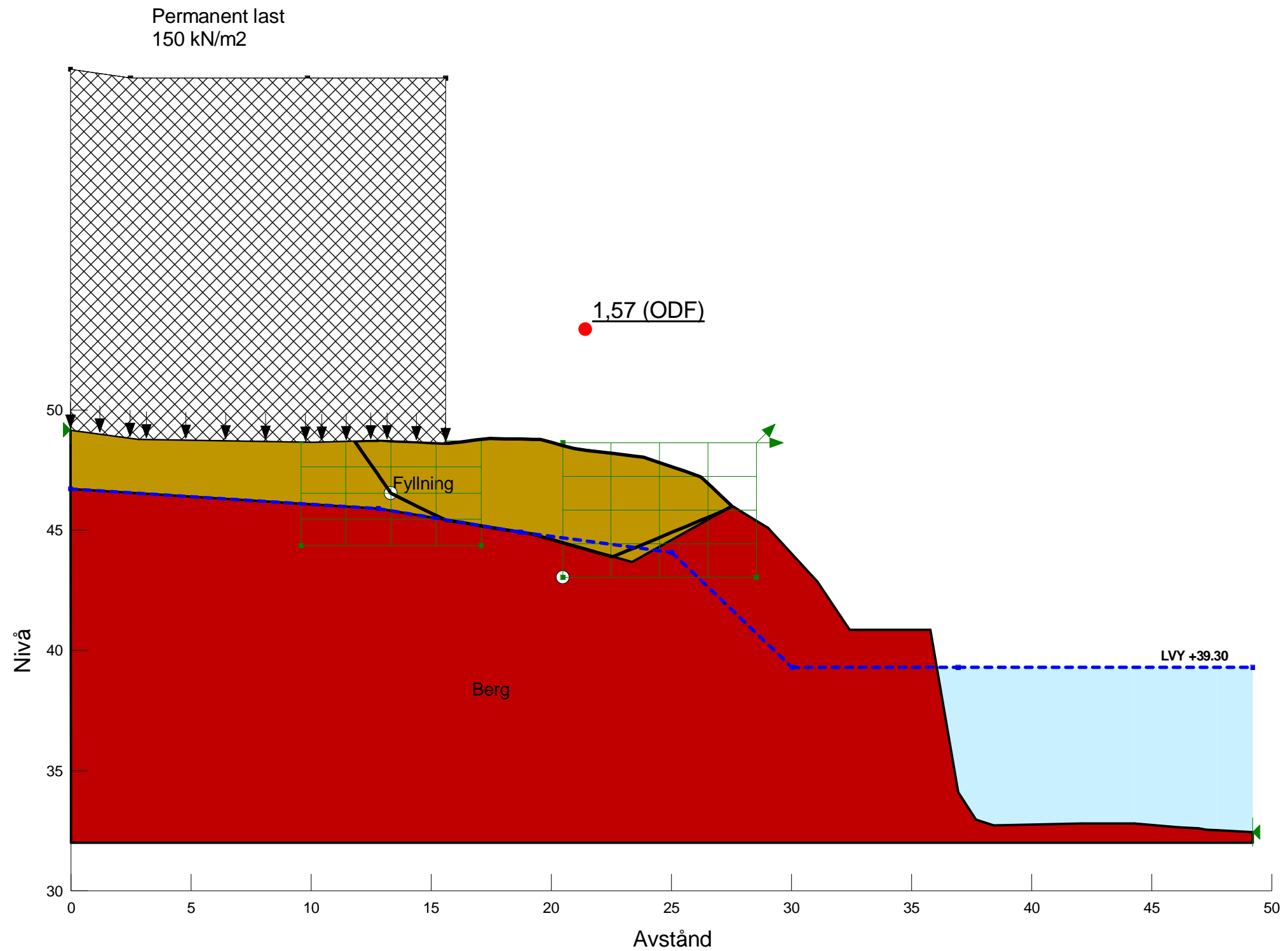
Sektion	Datum	Beräkningsmodell	Skala	Analysmetod, EC7 (EKS-DA3) alt. Tillståndsbedömning	Uppdragsnamn	Förklaring	Uppdragsnummer
C-C	2024-09-30	Morgenstern-Price	1:200 (A3)	Totalsäkerhet	Detaljplan bro över Bergkanalen Del av Slussar i Trollhätte kanal	Östra sidan dränerad analys	10362585

Color	Name	Slope Stability Material Model	Unit Weight (kN/m³)	Effective Cohesion (kPa)	Effective Friction Angle (°)	Piezometric Surface
■	Berg	Bedrock (Impenetrable)				1
■	Fyllning	Mohr-Coulomb	19	0	36	1

F=1,57

Partialkoefficienter:

Permanenta yt- och punktlaster
 γ_A : Favorable = 1, Unfavorable = 1
 Variabla yt- och punktlaster
 γ_A : Favorable = 1, Unfavorable = 1
 Egenvikt av jord
 γ_A : Favorable = 1, Unfavorable = 1
 Dränerad hållfasthet
 $\gamma_M=1$
 Odränerad hållfasthet
 $\gamma_M=1$



Stabilitetsberäkningar Västra och Östra sidan.gsz / SLOPE/W / 23.1.0.520



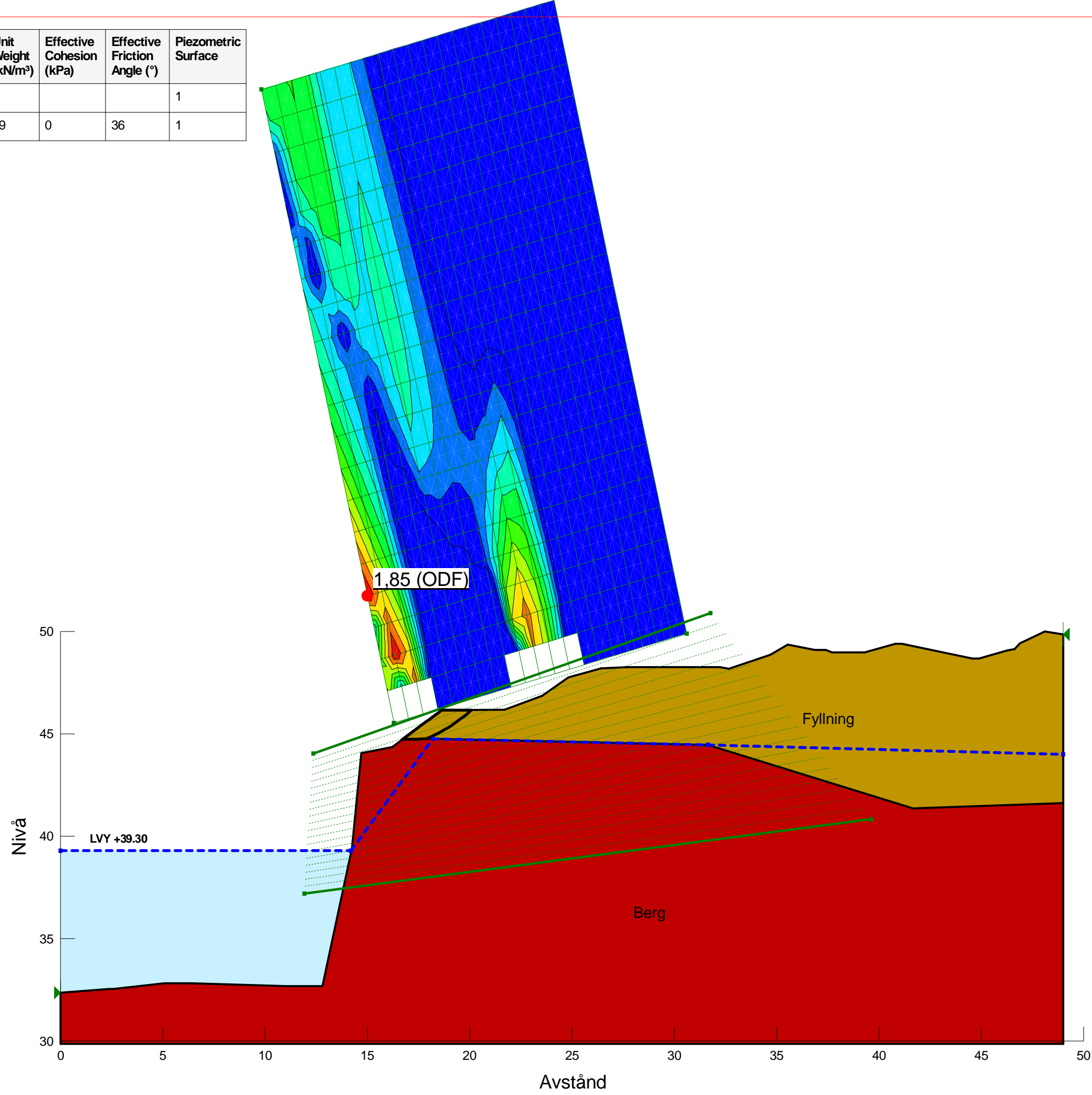
Sektion	Datum	Beräkningsmodell	Skala	Analysmetod, EC7 (EKS-DA3) alt. Tillståndsbedömning	Uppdragsnamn	Förklaring	Uppdragsnummer
C-C	2024-09-30	Morgenstern-Price	1:200 (A3)	Totalsäkerhet	Detaljplan bro över Bergkanalen Del av Slussar i Trollhätte kanal	Östra sidan med last dränerad analys	10362585

Color	Name	Slope Stability Material Model	Unit Weight (kN/m³)	Effective Cohesion (kPa)	Effective Friction Angle (°)	Piezometric Surface
■	Berg	Bedrock (Impenetrable)				1
■	Fyllning	Mohr-Coulomb	19	0	36	1

F=1,85

Partialkoefficienter:

Permanenta yt- och punktlaster
 γ_A : Favorable = 1, Unfavorable = 1
 Variabla yt- och punktlaster
 γ_A : Favorable = 1, Unfavorable = 1
 Egenvikt av jord
 γ_A : Favorable = 1, Unfavorable = 1
 Dränerad hållfasthet
 $\gamma_M=1$
 Odränerad hållfasthet
 $\gamma_M=1$



Stabilitetsberäkningar Västra och Östra sidan.gsz / SLOPE/W / 23.1.0.520



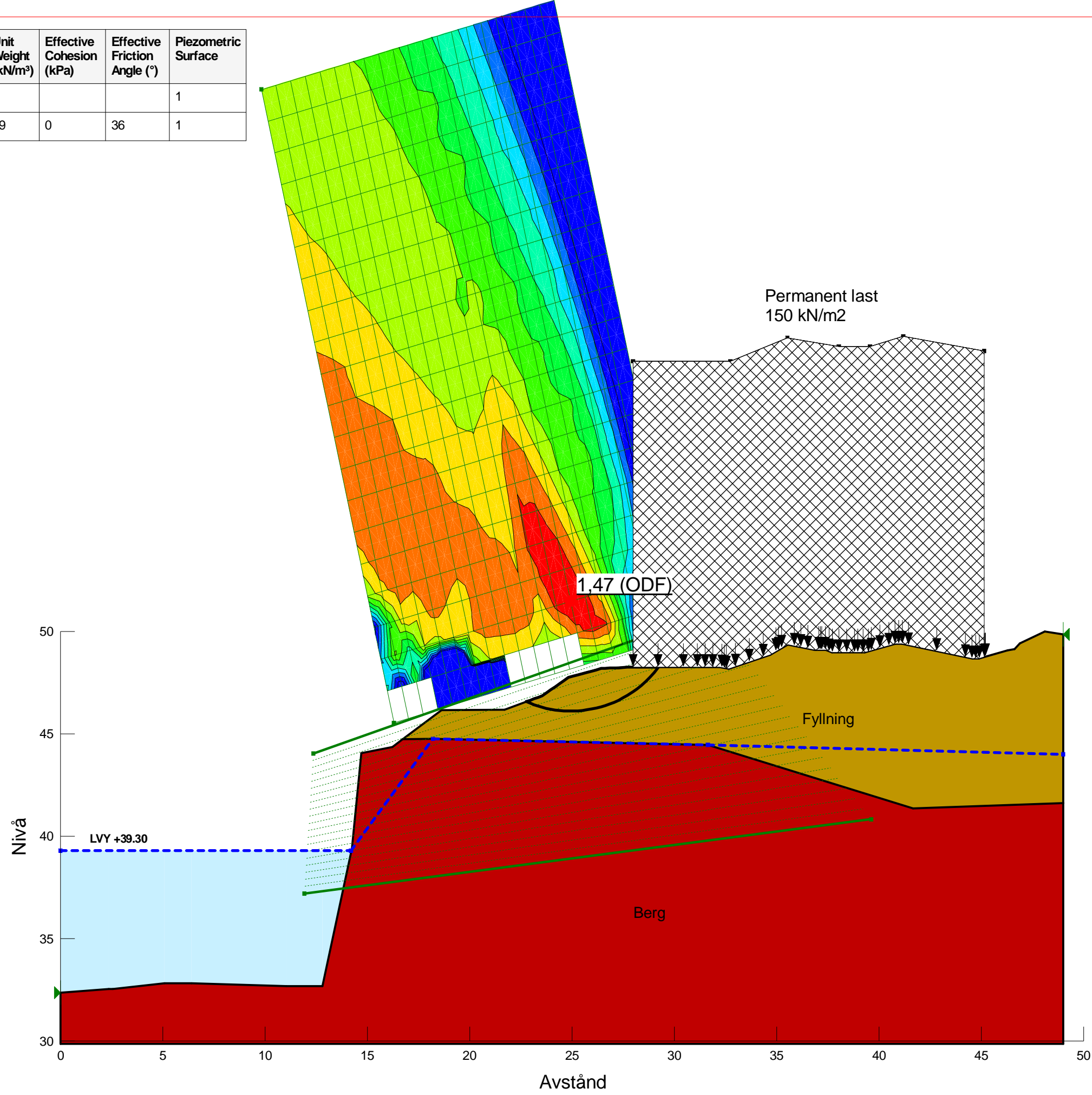
Sektion	Datum	Beräkningsmodell	Skala	Analysmetod, EC7 (EKS-DA3) alt. Tillståndsbedömning	Uppdragsnamn	Förklaring	Uppdragsnummer
B-B	2024-09-30	Morgenstern-Price	1:200 (A3)	Totalsäkerhet	Detaljplan bro över Bergkanalen Del av Slussar i Trollhätte kanal	Västra sidan dränerad analys	10362585

Color	Name	Slope Stability Material Model	Unit Weight (kN/m ³)	Effective Cohesion (kPa)	Effective Friction Angle (°)	Piezometric Surface
■	Berg	Bedrock (Impenetrable)				1
■	Fyllning	Mohr-Coulomb	19	0	36	1

F=1,47

Partialkoefficienter:

Permanenta yt- och punktlaster
 γ_A : Favorable = 1, Unfavorable = 1
 Variabla yt- och punktlaster
 γ_A : Favorable = 1, Unfavorable = 1
 Egenvikt av jord
 γ_A : Favorable = 1, Unfavorable = 1
 Dränerad hållfasthet
 $\gamma_M=1$
 Odränerad hållfasthet
 $\gamma_M=1$



Stabilitetsberäkningar Västra och Östra sidan.gsz / SLOPE/W / 23.1.0.520



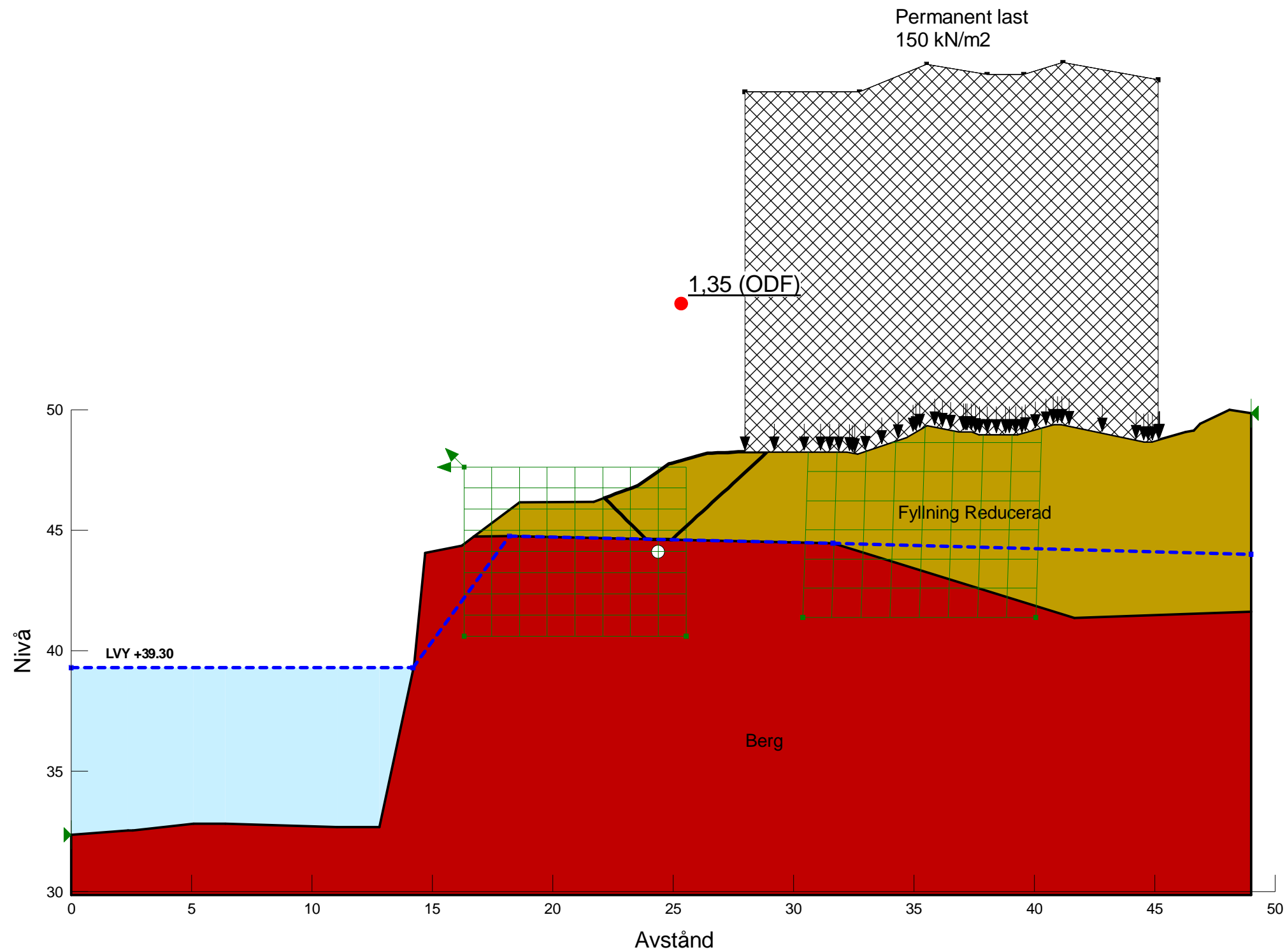
Sektion	Datum	Beräkningsmodell	Skala	Analysmetod, EC7 (EKS-DA3) alt. Tillståndsbedömning	Uppdragsnamn	Förklaring	Uppdragsnummer
B-B	2024-09-30	Morgenstern-Price	1:200 (A3)	Totalsäkerhet	Detaljplan bro över Bergkanalen Del av Slussar i Trollhätte kanal	Västra sidan med last dränerad analys	10362585

Color	Name	Slope Stability Material Model	Unit Weight (kN/m³)	Effective Cohesion (kPa)	Effective Friction Angle (°)	Piezometric Surface
■	Berg	Bedrock (Impenetrable)				1
■	Fyllning Reducerad	Mohr-Coulomb	19	0	35	1

F=1,35

Partialkoefficienter:

Permanenta yt- och punktlaster
 γ_A : Favorable = 1, Unfavorable = 1
 Variabla yt- och punktlaster
 γ_A : Favorable = 1, Unfavorable = 1
 Egenvikt av jord
 γ_A : Favorable = 1, Unfavorable = 1
 Dränerad hållfasthet
 $\gamma_M=1$
 Odränerad hållfasthet
 $\gamma_M=1$



Stabilitetsberäkningar Västra och Östra sidan.gsz / SLOPE/W / 23.1.0.520



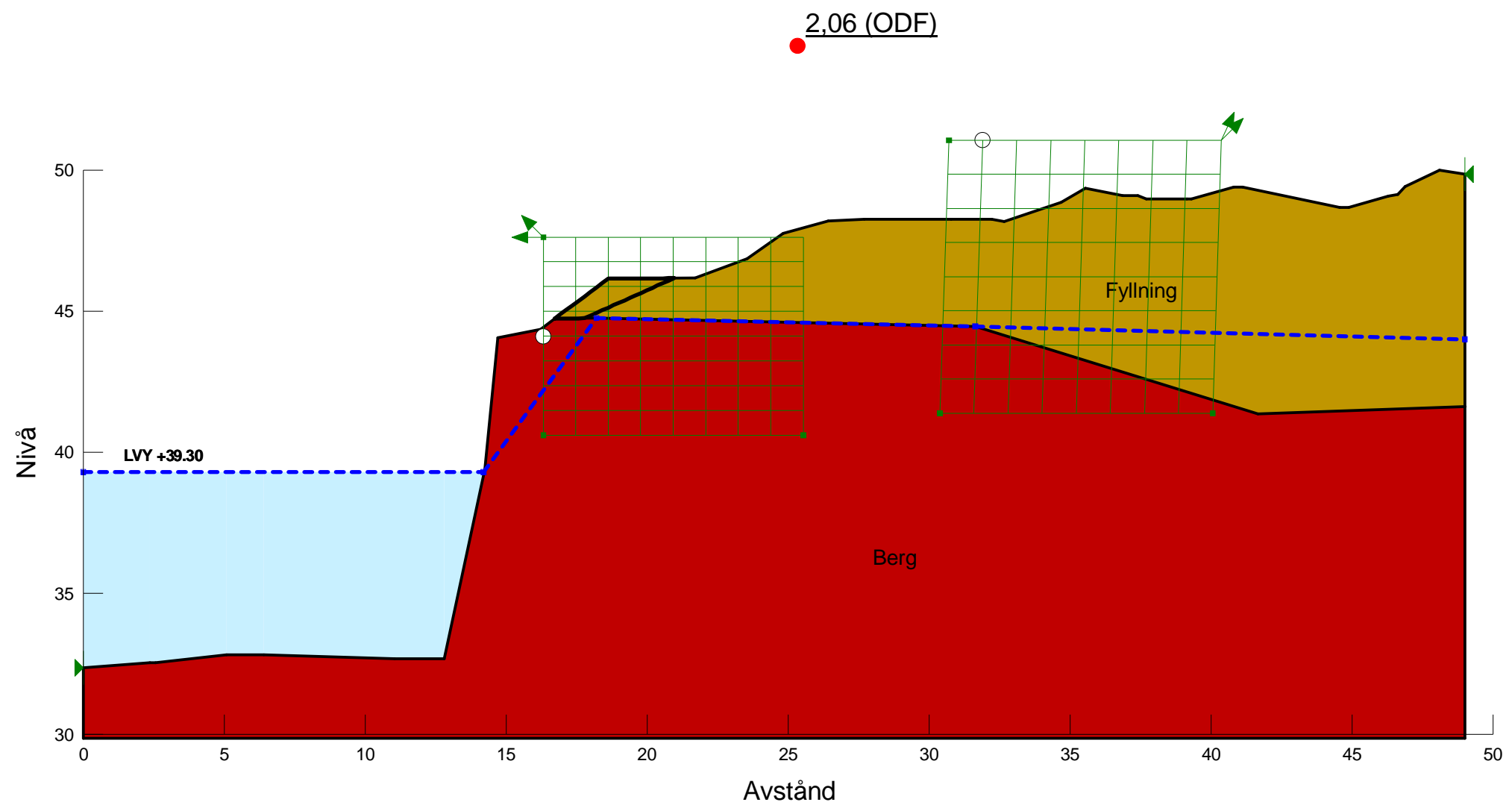
Sektion	Datum	Beräkningsmodell	Skala	Analysmetod, EC7 (EKS-DA3) alt. Tillståndsbedömning	Uppdragsnamn	Förklaring	Uppdragsnummer
B-B	2024-09-30	Morgenstern-Price	1:200 (A3)	Totalsäkerhet	Detaljplan bro över Bergkanalen Del av Slussar i Trollhätte kanal	Västra sidan med last dränerad analys	10362585

Color	Name	Slope Stability Material Model	Unit Weight (kN/m³)	Effective Cohesion (kPa)	Effective Friction Angle (°)	Piezometric Surface
■	Berg	Bedrock (Impenetrable)				1
■	Fyllning	Mohr-Coulomb	19	0	36	1

F=2,06

Partialkoefficienter:

Permanenta yt- och punktlaster
 γ_A : Favorable = 1, Unfavorable = 1
 Variabla yt- och punktlaster
 γ_A : Favorable = 1, Unfavorable = 1
 Egenvikt av jord
 γ_A : Favorable = 1, Unfavorable = 1
 Dränerad hållfasthet
 $\gamma_M=1$
 Odränerad hållfasthet
 $\gamma_M=1$



Stabilitetsberäkningar Västra och Östra sidan.gsz / SLOPE/W / 23.1.0.520



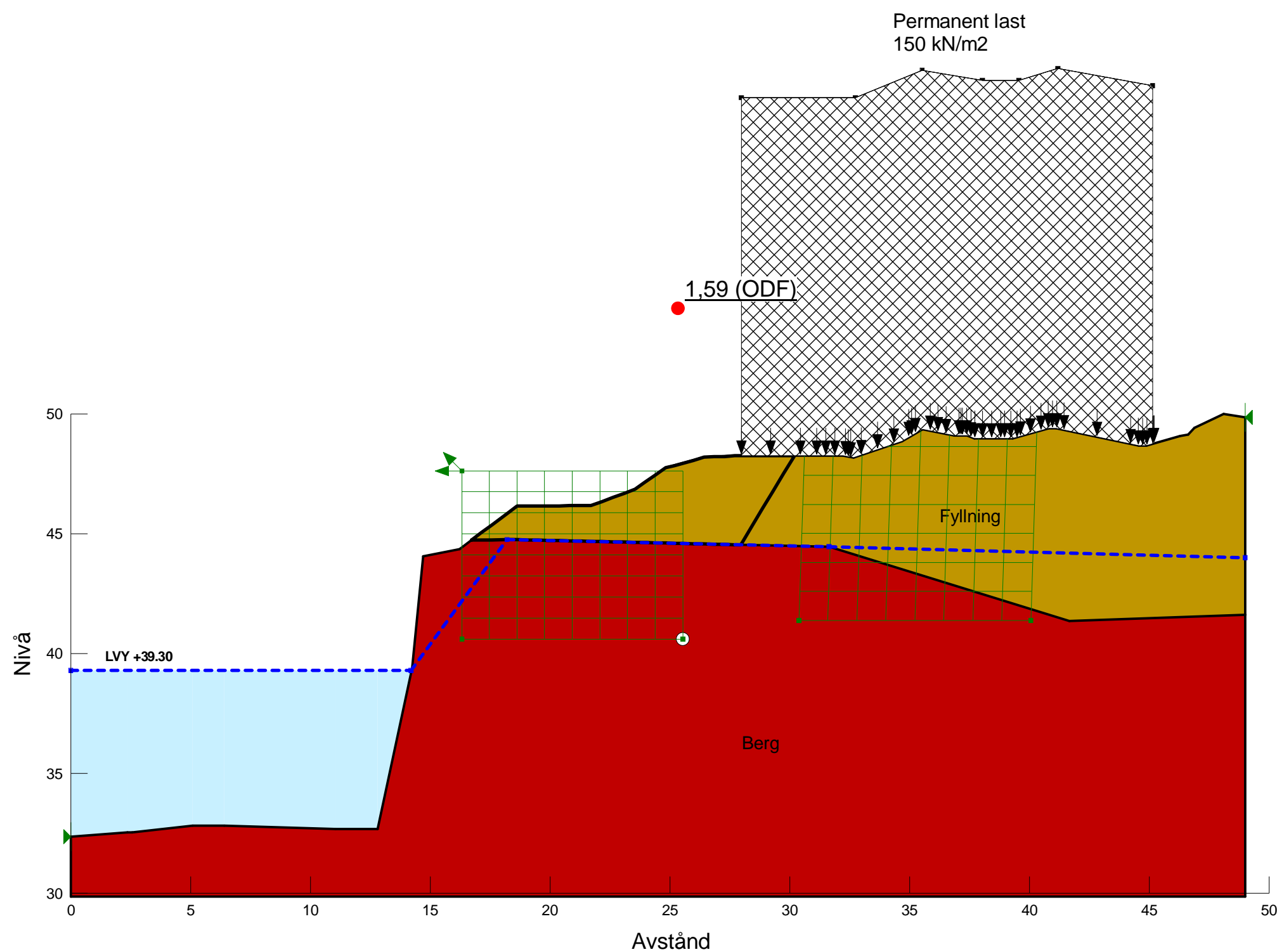
Sektion	Datum	Beräkningsmodell	Skala	Analysmetod, EC7 (EKS-DA3) alt. Tillståndsbedömning	Uppdragsnamn	Förklaring	Uppdragsnummer
B-B	2024-09-30	Morgenstern-Price	1:200 (A3)	Totalsäkerhet	Detaljplan bro över Bergkanalen Del av Slussar i Trollhätte kanal	Västra sidan dränerad analys	10362585

Color	Name	Slope Stability Material Model	Unit Weight (kN/m ³)	Effective Cohesion (kPa)	Effective Friction Angle (°)	Piezometric Surface
■	Berg	Bedrock (Impenetrable)				1
■	Fyllning	Mohr-Coulomb	19	0	36	1

F=1,59

Partialkoefficienter:

Permanenta yt- och punktlaster
 γ_A : Favorable = 1, Unfavorable = 1
 Variabla yt- och punktlaster
 γ_A : Favorable = 1, Unfavorable = 1
 Egenvikt av jord
 γ_A : Favorable = 1, Unfavorable = 1
 Dränerad hållfasthet
 $\gamma_M=1$
 Odränerad hållfasthet
 $\gamma_M=1$



Stabilitetsberäkningar Västra och Östra sidan.gsz / SLOPE/W / 23.1.0.520



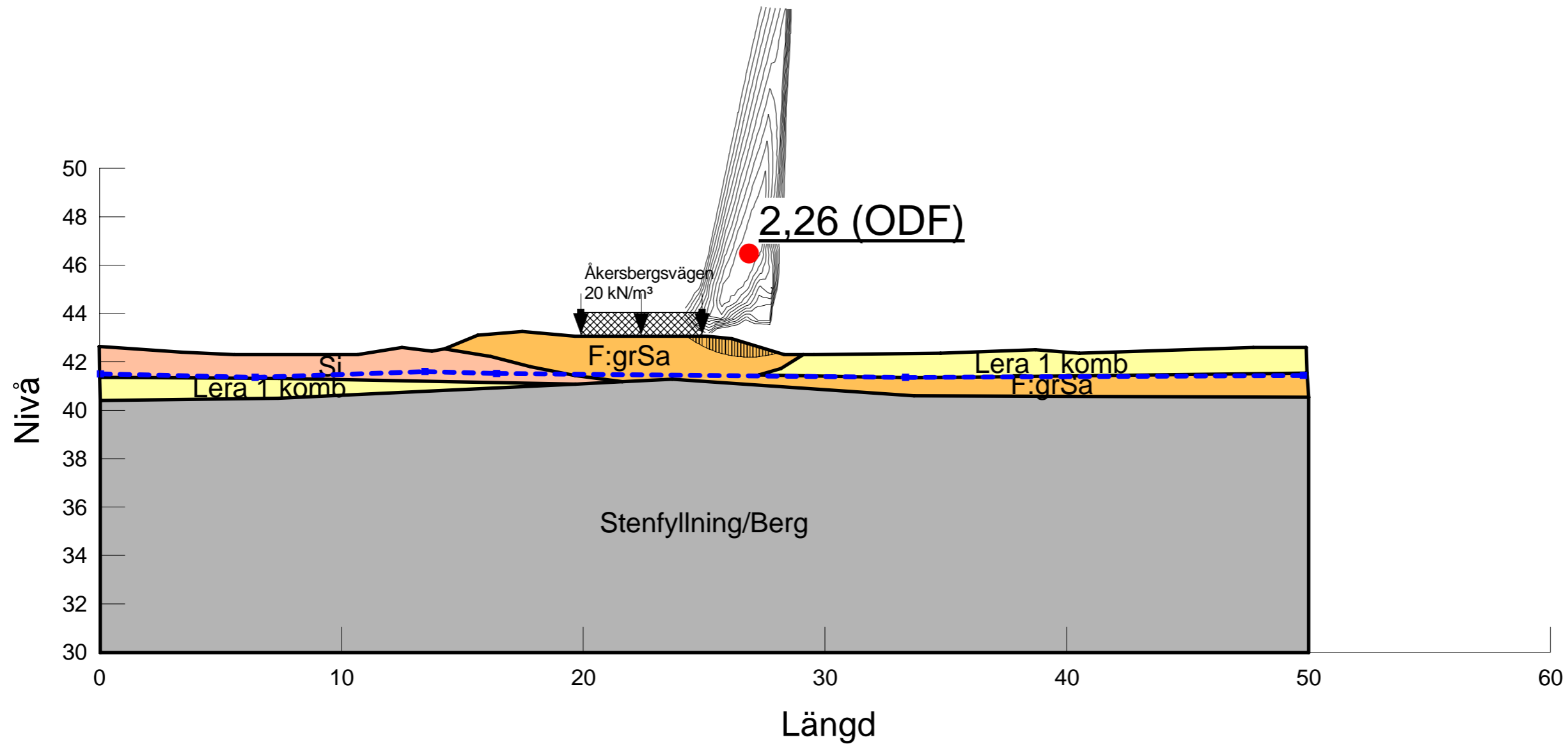
Sektion	Datum	Beräkningsmodell	Skala	Analysmetod, EC7 (EKS-DA3) alt. Tillståndsbedömning	Uppdragsnamn	Förklaring	Uppdragsnummer
B-B	2024-09-30	Morgenstern-Price	1:200 (A3)	Totalsäkerhet	Detaljplan bro över Bergkanalen Del av Slussar i Trollhätte kanal	Västra sidan med last dränerad analys	10362585

F=2,26

Filnamn: Sektion E.gsz
 Skapad av: Bergström, Filip
 Senast ändrad av: Bergström, Filip
 Analys: Sektion E [1] Komb
 Portryck: Piezometric line

Partialkoefficienter:
 Permanenta yt- och punktlaster
 γ_A : Favorable = 0, Unfavorable = 1
 Variabla yt- och punktlaster
 γ_A : Favorable = 0, Unfavorable = 1
 Egenvikt av jord
 γ_A : Favorable = 1, Unfavorable = 1
 Dränerad hållfasthet
 $\gamma_M=1$
 Odränerad hållfasthet
 $\gamma_M=1,0$

Color	Name	Slope Stability Material Model	Unit Weight (kN/m³)	Effective Friction Angle (°)	C-Top of Layer (kPa)	C-Datum (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m²)/m)	Cu-Top of Layer (kPa)	Cu-Datum (kPa)	Cu-Rate of Change ((kN/m²)/m)	C/Cu Ratio	Datum (Elevation) (m)	Constant Unit Wt. Above Piezometric Surface (kN/m³)
Orange	F:grSa	Mohr-Coulomb	21	32									19
Yellow	Lera 1 komb	Combined, S=f(datum)	15	30		0	0	30	-14,6	0,1	40		
Light Orange	Si	Combined, S=f(depth)	18	30	0		0	10		0			
Grey	Stenfyllning/Berg	Bedrock (Impenetrable)											

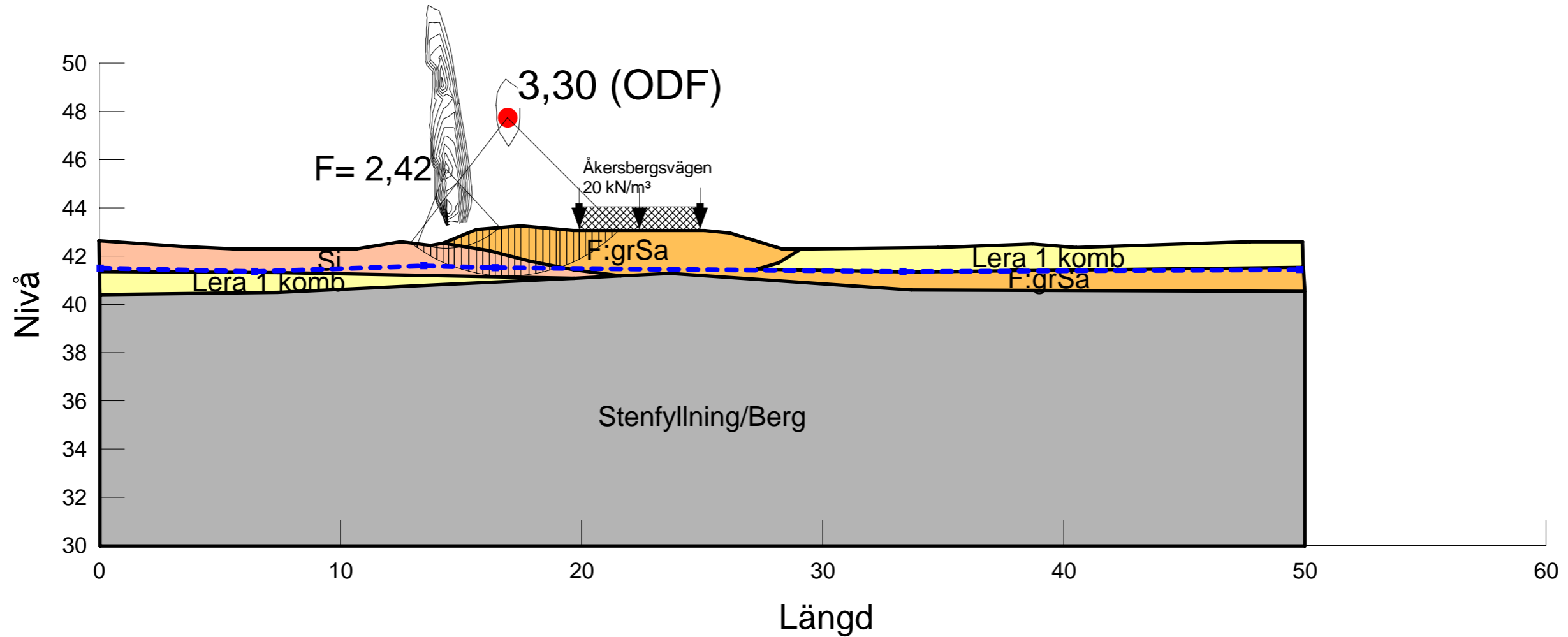


F=3,30

Filnamn: Sektion E.gsz
 Skapad av: Bergström, Filip
 Senast ändrad av: Bergström, Filip
 Analys: Sektion E [2] Komb
 Portryck: Piezometric line

Partialkoefficienter:
 Permanenta yt- och punktlaster
 γ_A : Favorable = 0, Unfavorable = 1
 Variabla yt- och punktlaster
 γ_A : Favorable = 0, Unfavorable = 1
 Egenvikt av jord
 γ_A : Favorable = 1, Unfavorable = 1
 Dränerad hållfasthet
 $\gamma_M=1$
 Odränerad hållfasthet
 $\gamma_M=1$

Color	Name	Slope Stability Material Model	Unit Weight (kN/m ³)	Effective Friction Angle (°)	C-Top of Layer (kPa)	C-Datum (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m ²)/m)	Cu-Top of Layer (kPa)	Cu-Datum (kPa)	Cu-Rate of Change ((kN/m ²)/m)	C/Cu Ratio	Datum (Elevation) (m)	Constant Unit Wt. Above Piezometric Surface (kN/m ³)
Orange	F:grSa	Mohr-Coulomb	21	32									19
Yellow	Lera 1 komb	Combined, S=f(datum)	15	30		0	0		30	-14,6	0,1	40	
Light Orange	Si	Combined, S=f(depth)	18	30	0		0	10		0	0		
Grey	Stenfyllning/Berg	Bedrock (Impenetrable)											



Sektion E.gsz / SLOPE/W / 23.1.0.520



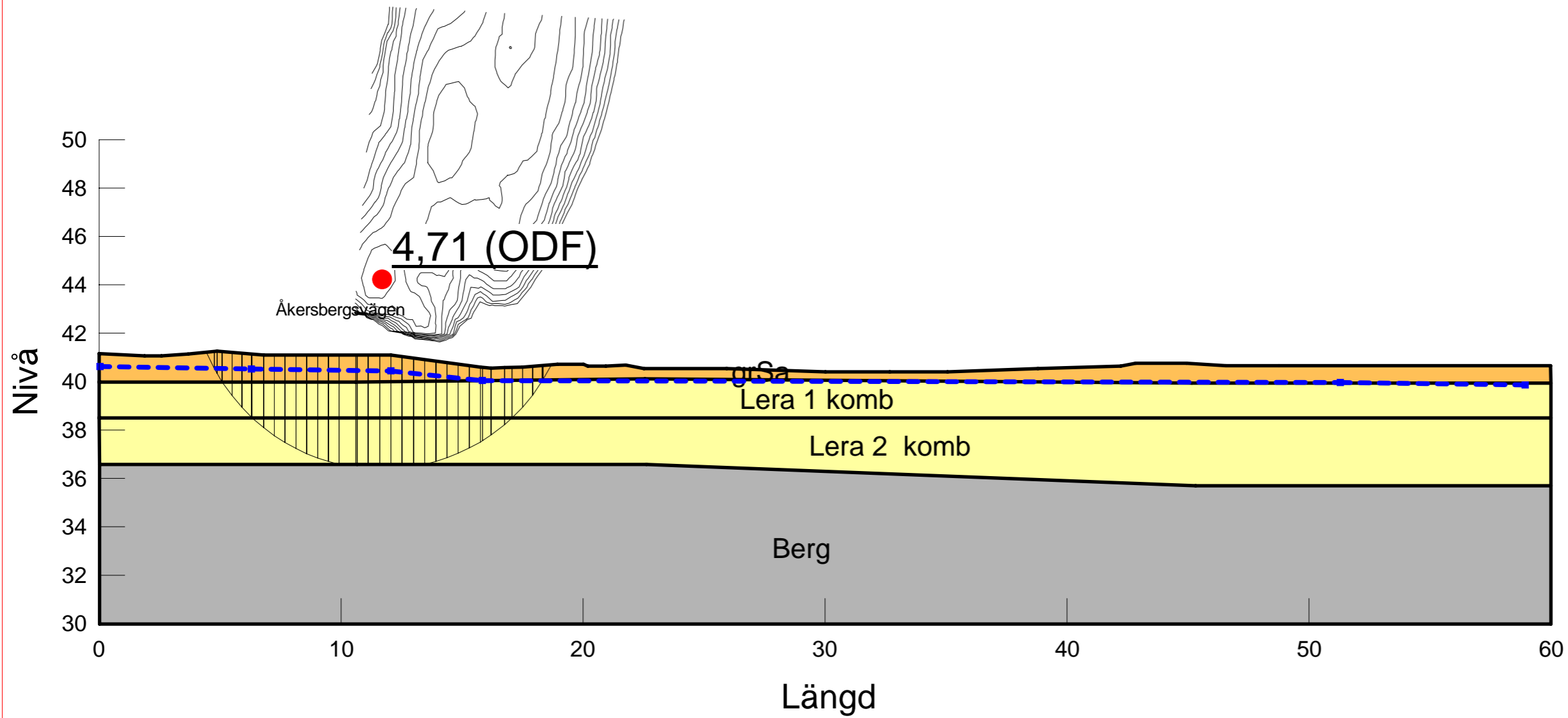
Sektion	Datum	Beräkningsmodell	Skala	Analysmetod, EC7 (EKS-DA3) alt. Tillståndsbedömning	Uppdragsnamn	Förklaring	Uppdragsnummer
Sektion E	2025-12-11	Morgenstern-Price	1:200 (A3)	Totalsäkerhet	Slussar i Trollhätte kanal - Trollhättan	Analys: Sektion E [2] Komb	WSP: 10362423

F=4,71

Filnamn: Sektion F.gsz
 Skapad av: Bergström, Filip
 Senast ändrad av: Bergström, Filip
 Analys: [1] Komb
 Portryck: Piezometric line

Partialkoefficienter:
 Permanenta yt- och punktlaster
 γ_A : Favorable = 0, Unfavorable = 1
 Variabla yt- och punktlaster
 γ_A : Favorable = 0, Unfavorable = 1
 Egenvikt av jord
 γ_A : Favorable = 1, Unfavorable = 1
 Dränerad hållfasthet
 $\gamma_M=1$
 Odränerad hållfasthet
 $\gamma_M=1,0$

Color	Name	Slope Stability Material Model	Unit Weight (kN/m³)	Effective Friction Angle (°)	C-Top of Layer (kPa)	C-Datum (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m²)/m)	Cu-Top of Layer (kPa)	Cu-Datum (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)											
■	grSa	Mohr-Coulomb	21	32									19
■	Lera 1 komb	Combined, S=f(datum)	15	30		0	0		30	-14,6	0,1	40	
■	Lera 2 komb	Combined, S=f(depth)	15	30	0,8		0	8		0	0,1		



Sektion F.gsz / SLOPEW / 23.1.0.520



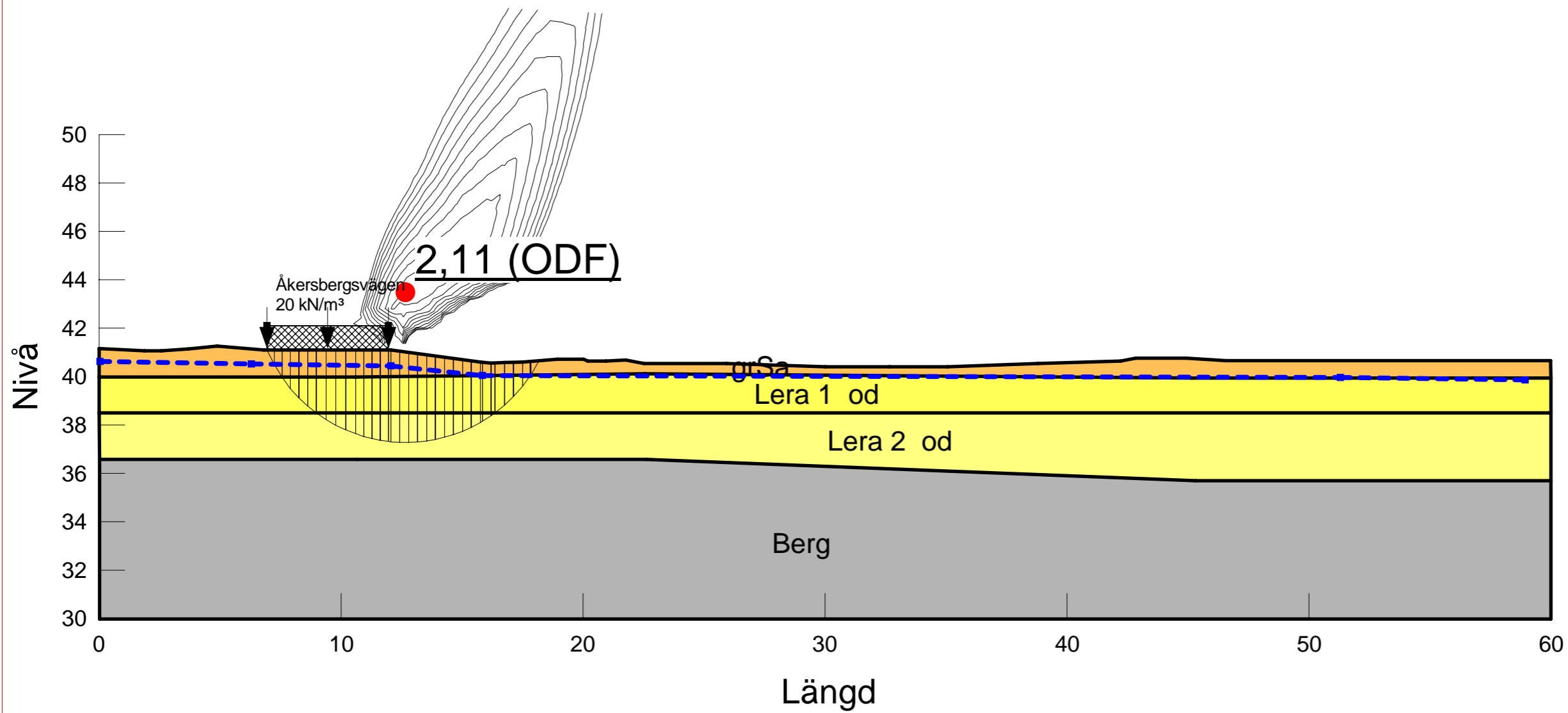
Sektion	Datum	Beräkningsmodell	Skala	Analysmetod, EC7 (EKS-DA3) alt. Tillståndsbedömning	Uppdragsnamn	Förklaring	Uppdragsnummer
Sektion F	2025-12-11	Morgenstern-Price	1:200 (A3)	Totalsäkerhet	Slussar i Trollhätte kanal - Trollhättan	Analys: [1] Komb	WSP: 10362423

F=2,11

Filnamn: Sektion F.gsz
 Skapad av: Bergström, Filip
 Senast ändrad av: Bergström, Filip
 Analys: [1] Odränerad
 Portryck: Piezometric line

Partialkoefficienter:
 Permanenta yt- och punktlaster
 γ_A : Favorable = 0, Unfavorable = 1
 Variabla yt- och punktlaster
 γ_A : Favorable = 0, Unfavorable = 1
 Egenvikt av jord
 γ_A : Favorable = 1, Unfavorable = 1
 Dränerad hållfasthet
 $\gamma_M=1$
 Odränerad hållfasthet
 $\gamma_M=1,0$

Color	Name	Slope Stability Material Model	Unit Weight (kN/m³)	C-Top of Layer (kPa)	C-Datum (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m²)/m)	Datum (Elevation) (m)	Effective Friction Angle (°)	Constant Unit Wt. Above Piezometric Surface (kN/m³)
■	Berg	Bedrock (Impenetrable)							
■	grSa	Mohr-Coulomb	21					32	19
■	Lera 1 od	S=f(datum)	15		30	-14,6	40		
■	Lera 2 od	S=f(depth)	15	8		0			



Sektion F.gsz / SLOPEW / 23.1.0.520



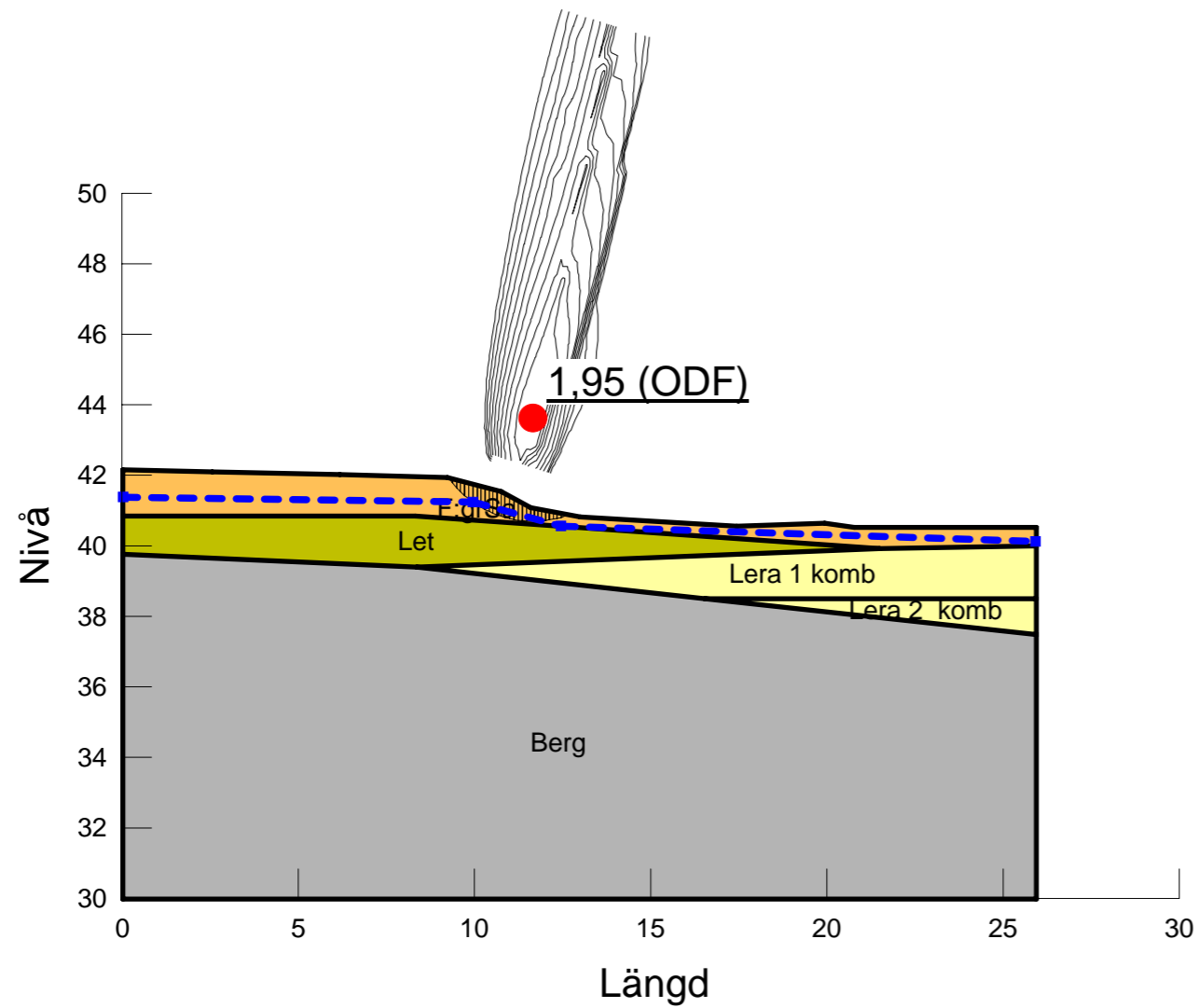
Sektion	Datum	Beräkningsmodell	Skala	Analysmetod, EC7 (EKS-DA3) alt. Tillståndsbedömning	Uppdragsnamn	Förklaring	Uppdragsnummer
Sektion F	2025-12-11	Morgenstern-Price	1:200 (A3)	Totalsäkerhet	Slussar i Trollhätte kanal - Trollhättan	Analys: [1] Odränerad	WSP: 10362423

F=1,95

Filnamn: Sektion G.gsz
 Skapad av: Bergström, Filip
 Senast ändrad av: Bergström, Filip
 Analys: Sektion G [1] komb
 Portryck: Piezometric line

Partialkoefficienter:
 Permanenta yt- och punktlaster
 γ_A : Favorable = 0, Unfavorable = 1
 Variabla yt- och punktlaster
 γ_A : Favorable = 0, Unfavorable = 1
 Egenvikt av jord
 γ_A : Favorable = 1, Unfavorable = 1
 Dränerad hållfasthet
 $\gamma_M=1$
 Odränerad hållfasthet
 $\gamma_M=1,0$

Color	Name	Slope Stability Material Model	Unit Weight (kN/m³)	Effective Friction Angle (°)	C-Top of Layer (kPa)	C-Datum (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m²)/m)	Cu-Top of Layer (kPa)	Cu-Datum (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)											
■	F:grSa	Mohr-Coulomb	21	32									19
■	Lera 1 komb	Combined, S=f(datum)	15	30		0	0		30	-14,6	0,1	40	
■	Lera 2 komb	Combined, S=f(depth)	15	30	0,8		0	8		0	0,1		
■	Let	Combined, S=f(depth)	18	30	0		0	20		0	0,1		



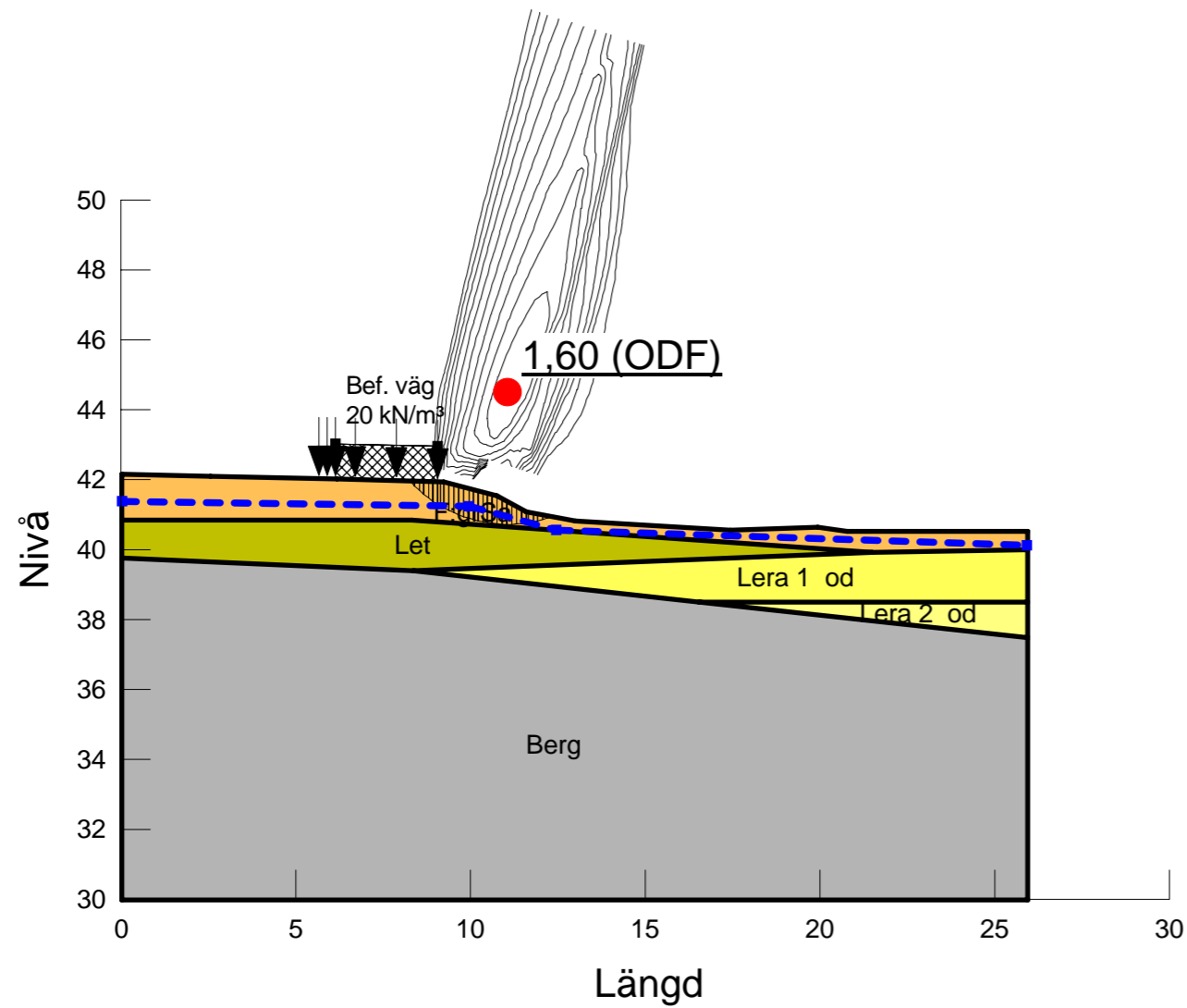
Sektion	Datum	Beräkningsmodell	Skala	Analysmetod, EC7 (EKS-DA3) alt. Tillståndsbedömning	Uppdragsnamn	Förklaring	Uppdragsnummer
Sektion G	2025-12-11	Morgenstern-Price	1:200 (A3)	Totalsäkerhet	Slussar i Trollhätte kanal - Trollhättan	Analys: Sektion G [1] komb	WSP: 10362423

F=1,60

Filnamn: Sektion G.gsz
 Skapad av: Bergström, Filip
 Senast ändrad av: Bergström, Filip
 Analys: Sektion G [1] od
 Portryck: Piezometric line

Partialkoefficienter:
 Permanenta yt- och punktlaster
 γ_A : Favorable = 0, Unfavorable = 1
 Variabla yt- och punktlaster
 γ_A : Favorable = 0, Unfavorable = 1
 Egenvikt av jord
 γ_A : Favorable = 1, Unfavorable = 1
 Dränerad hållfasthet
 $\gamma_M=1$
 Odränerad hållfasthet
 $\gamma_M=1,0$

Color	Name	Slope Stability Material Model	Unit Weight (kN/m ³)	C-Top of Layer (kPa)	C-Datum (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m ²)/m)	Cu-Top of Layer (kPa)	Cu-Rate of Change ((kN/m ²)/m)	C/Cu Ratio	Datum (Elevation) (m)	Effective Friction Angle (°)	Constant Unit Wt. Above Piezometric Surface (kN/m ³)
■	Berg	Bedrock (Impenetrable)										
■	F:grSa	Mohr-Coulomb	21								32	19
■	Lera 1 od	S=f(datum)	15		30	-14,6				40		
■	Lera 2 od	S=f(depth)	15	8		0						
■	Let	Combined, S=f(depth)	18	0		0	20	0	0,1		30	



Sektion	Datum	Beräkningsmodell	Skala	Analysmetod, EC7 (EKS-DA3) alt. Tillståndsbedömning	Uppdragsnamn	Förklaring	Uppdragsnummer
Sektion G	2025-12-11	Morgenstern-Price	1:200 (A3)	Totalsäkerhet	Slussar i Trollhätte kanal - Trollhättan	Analys: Sektion G [1] od	WSP: 10362423

BERÄKNINGS-PM STABILITET - BROLÄGE

1 ALLMÄNT

Stabilitetsberäkningarna har beräknats i väl valda sektioner där stabilitetsförhållanden anses som sämst.

Stabilitetsberäkningarna har utförts i beräkningsprogrammet GeoStudio Slope/w 2023.1.0 där både cirkulär cylindriska och plana glidytor har beaktats.

1.1 STYRANDE DOKUMENT

För stabilitetsberäkningar gäller krav enligt följande styrande dokument:

- SGI Vägledning 8, 2023
- TRVINFRA-00230 Version 1.0

1.2 KRAV PÅ SÄKERHETSFAKTOR

För en detaljerad stabilitetsutredning är lägsta erforderliga säkerhetsfaktor 1,5-1,7 för odränerad analys, 1,4-1,5 för kombinerad analys och 1,3 för dränerad analys (sand). Då samtliga sonderingar indikerar på dränerande friktionsjord beaktas endast kravet för dränerad analys, d.v.s. $F_\phi > 1,3$.

1.3 UNDERLAG

Underlag som beaktats och använts i beräkningarna är:

- Markmodell och batymetrisk mätning i vatten.
- Bergmodell erhållen från teknikområde Bergteknik.
- Bilder från platsbesök samt högupplöst ortofoto.

2 BEGRÄSNINGAR

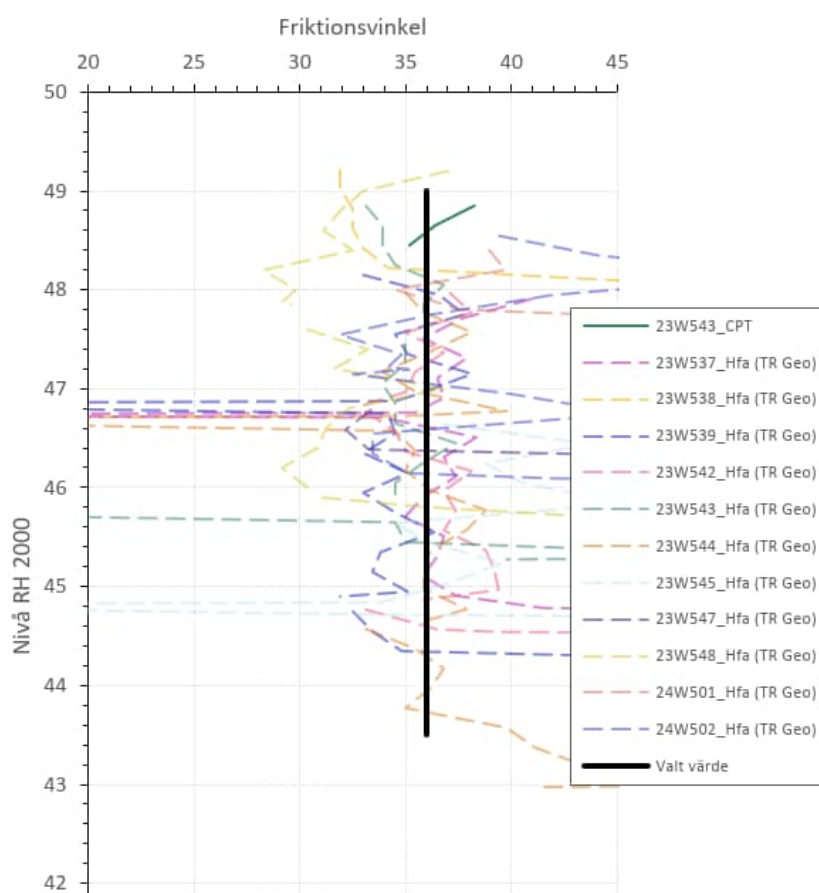
- Stabilitetsbrott i berg har ej beaktats i stabilitetsberäkningarna.
- Beräkningarna är utförda med en konservativ antagen bergnivå, för att beakta värsta möjliga förhållanden.
- Berg i dagen är ej inmätt vid området utan estimerat från underlag så som ortofoto, bergmodell och bilder från platsbesök.

3 SCENARIER

Stabilitetsberäkningar har utförts för så väl befintliga som framtida förhållanden, där det som särskiljer de två är ytlast från framtida konstruktioner eller uppfyllnader.

4 MATERIALPARAMETRAR

Materialparametrarna redovisas i Tabell 1 nedan. Då ingen skillnad i egenskaper kan tydas från utförda undersökningar, i kombination med en varierande friktionsjord, har endast ett material använts vid beräkning. Se val av friktionsvinkel i Figur 1.



Figur 1. Vald friktionsvinkel, observera att inga tydliga lager kan observeras varför allt klassats som samma lager.

4.1 KÄNSLIGHETSANALYS

Då det råder en spridning bland hejarsonderingarna har en känslighetsanalys utförts på friktionsvinkeln, där den är sänkt med 1°. Eftersom det finns tydliga spår av block och grus samt mycket fast jord vid sondering i jordfyllning inom området, bedöms den faktiska friktionsvinkeln vara högre än det valda värdet. Det valda

värdet beaktar och tar hänsyn för eventuella spridningar och bedöms därmed vara konservativt valt.

Tabell 1. Använda materialparametrar.

Material	Tunghet [kN/m³]	Friktionsvinkel [°]	Jordmodell
Fyllning/Friktionsjord	19	36	Mohr-Coulomb
Fyllning/Friktionsjord reducerad hållfasthet	19	35	Mohr-Coulomb

5 HYDROGEOLOGI

Vattennivån i kanalen har ansatts till lägsta lågvattenyta (LVY) +39,3 och grundvattennivån har ansatts till underkant av jordprofilen, om inget grundvattenrör finns tillgängligt, annars enligt uppmätta grundvattennivåer. Då jorden endast består av friktionsjord bedöms det endast finnas ett öppet grundvattenmagasin, varför ytliga grundvattenrör har nyttjats som underlag.

6 LAST

För framtida förhållanden har en största last om 150 kN/m² (motsvarande en markuppfyllnad om ca 7 m) använts för östra respektive västra området, detta då det är den maximala belastningen för att inte stabilitetsbrott skall uppstå på västra sidan.

7 RESULTAT

Resultaten från stabilitetsberäkningarna redogörs i Tabell 2.

Tabell 2. Resultat från stabilitetsberäkningar.

Sektion	Scenario	Beräknad säkerhetsfaktor (cirkulär cylindrisk glidyta) (F_{ϕ})	Beräknad säkerhetsfaktor (plan glidyta) (F_{ϕ})	Krav på säkerhetsfaktor (F_{ϕ})
B	Västra sidan Befintlig	1,85	2,06	1,3
B	Västra sidan Framtida	1,47	1,59	1,3
C	Östra sidan Befintlig	1,31	2,60	1,3
C	Östra sidan Framtida	1,31	1,57	1,3
B	Västra sidan Framtida, känslighetsanalys	1,30	1,35	1,3
C	Östra sidan Framtida, känslighetsanalys	1,31	1,51	1,3

BERÄKNINGS-PM STABILITET - ÅKERSBERG SVÄGEN

1 BERÄKNINGSFÖRUTSÄTTNINGAR

1.1 ALLMÄNNA FÖRUTSÄTTNINGAR

Stabiliteten har kontrollerats för befintliga förhållanden vilket även motsvarar framtida förhållanden eftersom inga förändringar av den aktuella vägsträckan planeras.

Stabilitetsberäkningarna har utförts med odränerad och kombinerad analys med totalsäkerhetsmetoden. Beräkningarna har utförts i beräkningsprogrammet GeoStudio Slope/w 2023.1.0 med cirkulär cylindriska glidytor och analysmetoden Morgenstern-Price.

1.2 STYRANDE DOKUMENT

För stabilitetsberäkningar gäller krav enligt följande styrande dokument:

- IEG Rapport 4:2010
- SGI Vägledning 8, 2023
- TRVINFRA-00230 Version 3.0

1.3 KRAV PÅ SÄKERHETSFAKTOR

Vid kontroll av befintliga förhållanden väljs erforderlig säkerhetsfaktor för totalsäkerhetsanalys enligt IEG Rapport 4:2010. Val av erforderlig säkerhetsfaktor har gjorts med ledning av Figur 1.

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	$F_c > 2 +$ $F_{\phi} > 1,5$	$F_c > 2 +$ $F_{\phi} > 1,5$
	Detaljerad utredning		$F_c \geq 1,7-1,5 +$ $F_{\text{komb}} \geq 1,5-1,4$ $F_{\phi} \geq 1,3$ (sand)	$F_c \geq 1,7-1,5 +$ $F_{\text{komb}} \geq 1,5-1,3$ $F_{\phi} \geq 1,3$ (sand)	$F_c \geq 1,6-1,4 +$ $F_{\text{komb}} \geq 1,4-1,3$ $F_{\phi} \geq 1,3$ (sand)
	Fördjupad utredning		$F_c \geq 1,5-1,4 +$ $F_{\text{komb}} \geq 1,4-1,3$ $F_{\phi} \geq 1,3$ (sand)	$F_c \geq 1,4-1,3 +$ $F_{\text{komb}} \geq 1,3-1,2$ $F_{\phi} \geq 1,3$ (sand) Under förutsättning att restriktioner införs	$F_c \geq 1,3-1,2 +$ $F_{\text{komb}} \geq 1,2$ $F_{\phi} \geq 1,2$ (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 1. 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 ($F_{\text{komb}} > 1,5 - 1,3$).

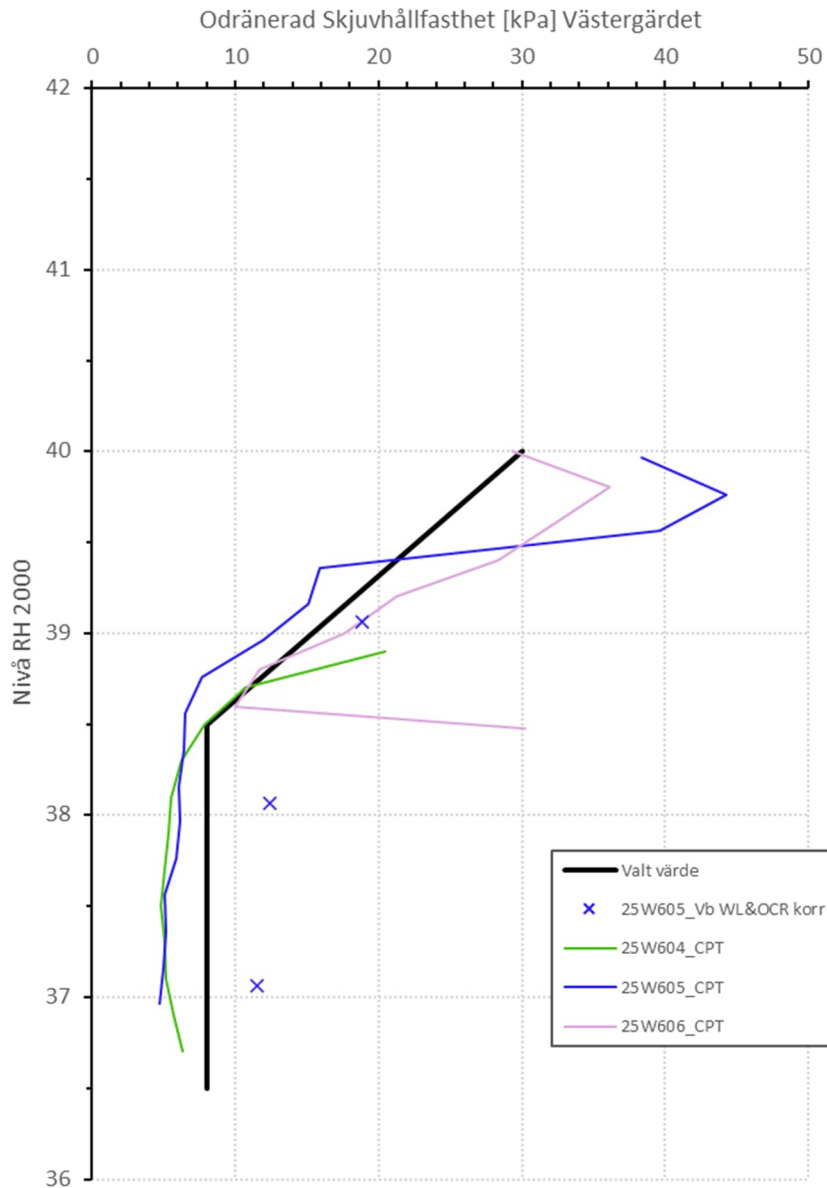
Värdering av gynnsamma och ogynnsamma faktorer har gjorts enligt IEG Rapport 4:2010 kap. 4.5.2 och sammantaget bedöms de gynnsamma faktorerna väga tyngre än de ogynnsamma varför vald erforderlig säkerhetsfaktor ansätts till den nedre delen av det angivna intervallet. Vald erforderlig säkerhetsfaktor är $F_c > 1,5$ och $F_{\text{komb}} > 1,3$.

1.4 MATERIALEGENSKAPER

Materialegenskaper har utvärderats för respektive jordlager.

1.4.1 Valda värden

Graf med resultat från fältundersökningar med valt värde för odränerad skjuvhållfasthet 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 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 utvärderats mot nivå.

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

Jordlager	Egenskap	Valda värden
Lera 1	Tunghet*	$\gamma = 15 \text{ kN/m}^3$
Nivå +40 >z> +38,5	Hållfasthet	$c_u = 30 \text{ kPa} - 14,6 * \text{kPa/m}$, $c' = 0,1 * C_u$, $\varphi' = 30^\circ$
Lera 2	Tunghet*	$\gamma = 15 \text{ kN/m}^3$
Nivå z > +38,5	Hållfasthet	$c_u = 8 \text{ kPa}$, $c' = 0,1 * C_u$, $\varphi' = 30^\circ$

*Konservativt antagande då uppgifter om lerans densitet saknas.

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

Jordlager	Egenskap	Valda värden
Befintlig fyllning (grSa)	Tunghet	$\gamma = 19 \text{ kN/m}^3$ $\gamma_m = 21 \text{ kN/m}^3$
	Hållfasthet	$\varphi' = 32^\circ$
Silt	Tunghet	$\gamma = 18 \text{ kN/m}^3$ $\gamma_m = -$
	Hållfasthet	$\varphi' = 30^\circ$

1.5 LASTER

Trafiklast på väg ansätts enligt TRVINFRA-00230 till 20 kPa/m^2 .

1.6 GRUNDVATTENNIVÅ OCH PORTRYCK

Grundvattennivån ligger enligt observationer från skruvprovtagning ungefär i nivå med lerans överkant. En hydrostatisk portrycksökning har antagits mot djupet.

2 RESULTAT STABILITETSBERÄKNINGAR

Sammanställning av resultat från utförda stabilitetsberäkningar för befintliga förhållanden redovisas i Tabell 3.

Tabell 3. Resultat från stabilitetsberäkningar för befintliga förhållanden.

Beräknings ID	Beskrivning	Säkerhetsfaktor		
		Odr.	Komb.	$F_{\text{komb}} \geq 1,3$ $F_c \geq 1,5$
Sektion E [1]	Befintliga förhållanden (höger sida)	-	2,26	OK
Sektion E [2]	Befintliga förhållanden (vänster sida)	-	2,42 (lokalt) 3,30 (från väg)	OK
Sektion F [1]	Befintliga förhållanden	2,11	4,71	OK
Sektion G [1]	Befintliga förhållanden	1,60	1,95	OK