Göteborgs Stad Trafikkontoret

Detaljplan för tvärförbindelse i Torslanda
Geoteknisk utredning

Uppdragsnr: 107 09 20 Version: 1 Datum: 2022-02-22

Norconsult

Uppdragsgivare:	Göteborgs Stad Trafikkontoret
Uppdragsgivarens kontaktperson:	Per Carlberg
Konsult:	Norconsult
Uppdragsledare:	Karin Gamberg
Teknikansvarig:	Daniel Strandberg
Handläggare:	Johanna Medin/Sid Patel/Simon Larsson

Version	Datum	Beskrivning	Upprättat	Granskat	Godkänt
1	2022-02-22	Färdig handling	D. Strandberg	M. Johansson	B. Gervide-Eckel

Detta dokument är framtaget av Norconsult AB som del av det uppdrag dokumentet gäller. Upphovsrätten tillhör Norconsult. Beställaren har, om inte annat avtalats, endast rätt att använda och kopiera redovisat uppdragsresultat för uppdragets avsedda ändamål.

Innehåll

1 Uppdrag och syfte 5

2 Underlag 6

3 Geotekniska förhållanden 6

3.1 Topografi mm 6
3.2 Jordlager 9
3.3 Hydrogeologi 15

4 Stabilitet 16

4.1 0/000-0/750 Bulyckevägen södra delen 16
4.2 0/750-0/900 Bulyckevägen norra delen 17
4.3 0/900-1/070 Deponiområdet 17
4.4 1/070 -1/450 Skogsparti söder om kraftledningsgatan 20
4.5 1/450-1/650 Skogsparti norr om kraftledningsgatan 20
4.6 1/650-1/900 Tidigare jordbruksmark 20
4.7 1/900-2/100 Skogsparti söder om Älvegårdsområdet 22
4.8 2/100-2/745 Älvegårdsområdet 22
4.9 Syrhålamotet 23

5 Bergras och blocknedfall 26

5.1 0/000–0/750 Bulyckevägen södra delen 26
5.2 0/750–0/900 Bulyckevägen norra delen 26
5.3 0/900–1/070 Deponiområdet 26
5.4 1/070–1/450 Skogsparti söder om kraftledningsgatan 26
5.5 1/450–1/650 Skogsparti norr om kraftledningsgatan 26
5.6 1/650-1/900 Tidigare jordbruksmark 26
5.7 1/900-2/100 Skogsparti söder om Älvegårdsområdet 27
5.8 2/100-2/745 Älvegårdsområdet 27
5.9 Syrhålamotet 27

6 Radon 27

7 Sättningar 27

7.1 0/000-0/750 Bulyckevägen södra delen 27
7.2 0/750-0/900 Bulyckevägen norra delen 27
7.3 0/900-1/070 Deponiområdet 28
7.4 1/070 -1/450 Skogsparti söder om kraftledningsgatan 34
7.5 1/450-1/650 Skogsparti norr om kraftledningsgatan 34
7.6 1/650-1/900 Tidigare jordbruksmark 35
7.7 1/900-2/100 Skogsparti söder om Älvegårdsområdet 36
7.8 2/100-2/745 Älvegårdsområdet 36

7.9 Syrhålamotet 36

8 Slutsats **37**

8.1 Stabilitet 37

8.2 Bergras och blocknedfall 37

8.3 Radon 37

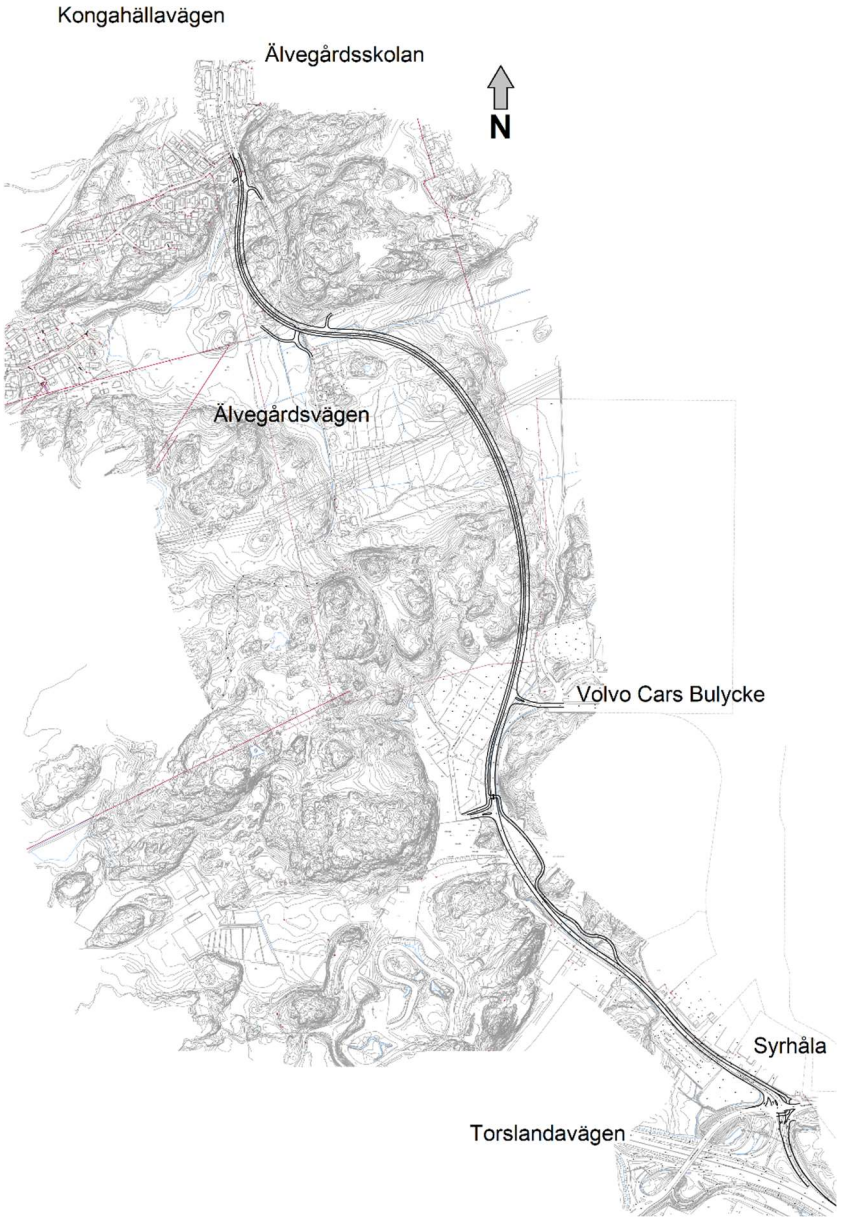
8.4 Grundläggning 37

Bilagor

Stabilitetsberäkningar 0/000 – 0/750 Bilaga 1:1 – 1:6
Stabilitetsberäkningar 0/900 – 1/070 Bilaga 2:1 – 2:9
Stabilitetsberäkningar 1/650 – 1/900 Bilaga 3:1 – 3:5

1 Uppdrag och syfte

På uppdrag av Trafikkontoret Göteborgs Stad har Norconsult AB utrett de geotekniska förutsättningarna inför detaljplan. Detaljplanens syfte är att möjliggöra en ny tvärförbindelse mellan Kongahällavägen och väg 155 i Torslanda. Planerad tvärförbindelse sträcker sig från Syrhålamotet i söder till Nya Älvegårdsvägen i norr, se figur 1-1 nedan.



Figur 1-1. Karta över aktuellt område med föreslagen vägsträckning inritad. Kongahällavägen återfinns norr i bild och Torslandavägen söder i bild.

2 Underlag

Nu samt tidigare utförda geotekniska undersökningar har sammanställts i handlingen ”Torslanda tvärförbindelse – Genomförandestudie. Markteknisk undersökningsrapport geoteknik.” Handlingen är daterad 2022-02-22.

Den bergtekniska utredningen presenteras i handlingen ”Torslanda tvärförbindelse – Genomförandestudie. Bergtekniskt PM.” Handlingen är daterad 2020-12-02.

3 Geotekniska förhållanden

3.1 Topografi mm

Aktuellt område är kuperat och karakteriseras av höjdpartier med berg i eller nära i dagen. I de flackare områdena mellan höjdpartierna utgörs de naturliga jordlagren i huvudsak av lera. Nedan följer en mer detaljerad beskrivning per delsträcka.

3.1.1 0/000-0/750 Bulyckevägen södra delen

Delsträckan går utmed befintlig Bulyckeväg från dess anslutning till Hamneviksvägen i söder och norr ut fram till Lilla Bulyckevägens anslutning.

Fram till km 0/250 utgörs angränsande mark av asfalterade ytor. Befintlig väg ligger här på nivå +4 till +5. Anslutande mark är att teckna som flack.

Därefter ökar nivåskillnaderna i och med att angränsande mark utgörs av höjdpartier där berg går i dagen. Befintlig vägs nivå stiger från +4,5 till +10 i sträckans slut.

På vägens högra sida, nordöst om vägen, stiger marken upp mot ett höjdparti vars toppar ligger på nivå +15 och +20. Marken är skogklädd och berg går i eller nära i dagen inom större delen av området. Marken fram till höjdpartiet sluttar relativt svagt, generellt 1:10. Mellan km 0/600 och km 0/700, där GC-vägen viker av österut från Bulyckevägen, finns en liten dalgång med björkskog mellan de angränsande höjdpartierna. Området mellan GC-vägen och Bulyckevägen utgörs här av uppstickande bergspartier och där i mellan liggande sankmark.

På vägens vänstra sida, väster om vägen, utgörs nivåskillnaden först av en lokal uppfyllnad inom den angränsande fastigheten, km 0/270 till km 0/320. Nivåskillnaden mot vägen uppgår till mellan 1,5 och 2,5 m och släntlutningen till ca 1:2. Därefter är anslutande mark, som i huvudsak utgörs av parkering till Gokart-banan, relativt plan fram till km 0/500. Ett mindre vägdike går ut med vägens vänstra sida. Från km 0/500 och fram till km 0/630, där diket är kulverterat, ökar nivåskillnaden mellan dikets botten och körytan till upp mot 3 m då bankhöjden ökar. Därefter är anslutande mark antingen flack eller utgörs av höjder där berg går i dagen. Mellan km 0/680 och km 0/710 går vägen i bergskärning på dess vänstra sida.

Planerad väg och öster om liggande GC-väg följer i huvudsak de befintliga i plan och profil. Vägen får en mindre profiljustering på några decimeter och GC-vägen breddas samt ges en annan sträckning närmare vägen mellan km 0/300 och km 0/500. Det medför at GC-vägen bitvis går i skärning. Skärningshöjden uppgår som mest till ca 2 m.

Vid km 0/200 har en ny anslutning för Syrhåla 4:1, 4:2 & 4:3 projekterats öster om Bulyckevägen. Marken är relativt plan och utgörs i huvudsak av asfalterade uppställningsytor. Vägen går dock längt åt öster in i den tidigare banvallen som här ligger ca 3 m högre än angränsande mark.

3.1.2 0/750-0/900 Bulyckevägen norra delen

Delsträckan går utmed befintlig Bulyckeväg fram till slutet av sträckan där den viker av norrut. Utmed vägens högra (östra) sida går GC-vägen parallellt med vägen åtskiljd av ett mindre vägdike. Befintlig väg och GC-väg ligger på ca nivå +11. I direkt anslutning till GC-vägens östra sida ligger ett skogsklätt höjdparti med brant lutning. Högsta nivå uppgår till +21. Berg går ställvis i dagen och GC-vägen går bitvis i bergskärning.

Väster om befintlig väg ligger ett tidigare verksamhetsområde. Ytorna är hårdgjorda och/eller uppgrusade. Marken är bitvis bevuxen med lövträd och buskar, främst i anslutning till Bulyckevägen. Området är relativt plant men ligger en till två meter högre än befintlig väg varpå en mindre slänt erhålls mot vägdiket.

Projekterad väg följder den befintliga i plan och profil fram till km ca 0/870 där den viker av norrut. Projekterad GC-väg breddas österut vilket ger något utökad bergskärning mellan km 0/780 och km 0/820.

3.1.3 0/900-1/070 Deponiområdet

Delsträckan går från befintlig Bulyckeväg ut över Syrhåla deponi. Marken utgörs av en för containerupplag uppgrusad yta fram till ett större höjdparti i norr. Efter ett trädbevuxet dike i sträckans början utgörs marken av en relativt plan yta täckt med krossgrus. Nivåerna inom ytan ligger mellan +10 och +12. Angränsande mark väster om ligger på nivå +11 till +12 och är därmed att teckna som plan. Öster om området går ett dike i syd-nordlig riktning. Diket ligger i släntfot av utfyllnaden på nivå ca +10. Släntlutningen uppgår till ca 1:4.

Projekterad väg och GC-väg går från att ligga i nivå med markytan i sträckans början till att gå på bank fram till sträckans slut. Bankhöjden understiger 2,5 m.

3.1.4 1/070 -1/450 Skogsparti söder om kraftledningsgatan

Delsträckan går utmed östra sidan av ett större skogsklätt höjdparti. Berg går ställvis i dagen, större kala bergsytor återfinns främst i sträckans början. Marken inom området sluttar från väster mot öster. I väster ligger närliggande toppar på nivå +25 till +30. I öster ansluter höjden till en smal dalgång med ett vattendrag. Marknivån ligger här på +7 till +6. Från km ca 1/300 breder en flackare höjdplatå ut sig väster om vägen varpå höjdskillnaden minskar. Anslutande höjder uppgår som mest till +15. Öster om delsträckan ökar dalgångens bredd markant och övergår i ett sammanhängande sankmarksområde. Området ligger på nivå +4 till +5.

Vid km ca 1/350 korsar en liten bäck delsträckan vilken rinner från väster ned mot lågmarken i öster. Bäcken är ca 0,3 m bred och 0,2 m djup. Sten och block syns i bäckfåran. Ingen synlig erosion.

Projekterad väg och GC-väg går delvis i skärning och delvis på bank utmed den kuperade slänten. Både skärningshöjd och bankhöjd uppgår som mest till 6 m jämfört med angränsande mark. I slutet av sträckan har en dagvattendamm projekterats väster om vägen.

3.1.5 1/450-1/650 Skogsparti norr om kraftledningsgatan

Delsträckan går utmed östra sidan av ett större skogsklätt höjdparti. Berg går ställvis i dagen. I början av delsträckan korsas en kraftledningsgata. Marken inom området sluttar från väster mot öster. I väster ligger en höjdplatå men några lokala höjder. Nivåerna ligger här mellan +15 och +20. Höjdpartiet ansluter i öster till en bred dalgång med ett sammanhängande sankmarksområde. Området ligger på nivå +4 till +5.

Projekterad väg och GC-väg går i huvudsak i skärning med moderat skärningsdjup. Största skärningsdjupet uppgår till knappt 6 m vid km ca 1/530.

3.1.6 1/650-1/900 Tidigare jordbruksmark

Delsträckan utgörs av en dalgång som sträcker sig i öst-västlig riktning mellan angränsande höjdpartier. Marken är gräsbeväxt, bitvis sank och bedöms utgöras av tidigare jordbruksmark. Marken direkt väster om delsträckan är relativt flack och ligger på ca nivå +17. Härifrån faller marken svagt ned mot ett plant våtmarksområde i öster, marknivå ligger här på ca +4 till +5. Markytan i dalgången sluttar svagt med lutning 1:10 till 1:20.

Mitt i dalgången som är svagt skålformad rinner en bäck från väst till öst, vilken delsträckan korsar vid km ca 1/780. I den västra delen övergår bäcken i ett dike. I nedre delen av slänten ligger bäcken ca 1,5 m djupare än angränsande mark med en släntlutning på ca 1:3. Kanterna på bäcken/diket är gräsklädda och visar inga tecken på erosion. I kanten av det norra höjdpartiet går en mindre grusväg från Nya Älvegårdsvägen ned till sankmarken i öster. Vid km ca 1/850 korsar delsträckan Nya Älvegårdsvägen där grusvägen ansluter.

Projekterad väg och GC-väg går på låg bank fram till sträckans slut där den går in i skärning. Bankhöjden uppgå till som mest ca 2 m. Från km ca 1/820 har en gångstig projekterats norr om vägen vilken ansluter till Nya Älvegårdsvägen i km ca 1/900. Gångstigen ligger i skärning i slänten av höjdpartiet. Skärningsdjupet uppgår till som mest ca 3 m.

3.1.7 1/900-2/100 Skogsparti söder om Älvegårdsområdet

Delsträckan går över ett skogklätt höjdparti där berg går i dagen. Parallellt öster om delsträckan går befintlig Nya Älvegårdsvägen över höjdpartiet. I väster går en smal dalsänka mellan höjdpartierna i nord-sydlig riktning. Marken i sänkan är sank och en bäck rinner i dess mitt åt norr. Området är kuperat och nivåerna varierar mellan ca +15 och +25

Projekterad väg och GC-väg går i skärning längs med sträckan, i slutet av sträckan går dock GC-vägen i eller strax över markytan. Skärningsdjupet är generellt måttligt men ökar mellan km 2/000-2/030 där det uppgår till som mest till ca 7 m.

3.1.8 2/100-2/745 Älvegårdsområdet

Delsträckan går ut från höjdpartiet i början av sträckan för att ansluta till den befintliga Nya Älvegårdsvägen. I början av sträckan gränsar vägen till ett brant bergsparti direkt öster om vägen, men från km 2/200 är angränsande mark flack och sluttar endast svagt åt norr. Nivåerna minskar från +15 i sträckans början till ca +9 i anslutning till Kongahällavägen. Marken utgörs av asfalterade ytor men anslutande gräsytor. Bäcken beskriven i föregående etapp övergår i ett dike som löper utmed vägens västra sida.

Projekterad väg och GC-väg går på låg bank fram till dess de ansluter mot befintliga vägar vid km 2/200. Bergskärning erhålls på vägens östra sida då den breddas in i ett höjdparti. Höjden på skärningsslänten uppgår som mest till ca 5 m.

3.1.9 Syrhålamotet

De asfalterade ytorna inom den planerade cirkulationsplatsen har idag en plushöjd på ca +5. Söderut, via Ramp 3, Ramp 4, GC2 och GC3 (se bilaga 15:1 i MUR Geoteknik) avtar plushöjden till ca +2-+3 i anslutning till Torslandavägen. Hamneviksvägen stiger till en plushöjd om ca +10 i anslutning till bron över Torslandavägen.

Anslutande mark faller generellt svagt från norr till söder. Nivåerna inom området varierar mellan +5 och +1 på grund av diken, dagvattendamm och uppfyllnader. Det ger att Hamneviksvägen som högst får en bankhöjd på 8-9 m. Släntlutningen uppgår till ca 1:2,5. Utmed GC2 uppgår bankhöjden till som mest 5 m. I övrigt understiger bankhöjderna 4 m och släntlutningarna ligger mellan 1:3 och 1:4.

Berg i eller nära i dagen förkommer på flera platser inom området. Bland annat längs med kanterna vid Fördelarvägen, i mitten av den planerade cirkulationsplatsen samt i olika områden norr om den planerade cirkulationsplatsen.

Projekterad väg och GC-väg innebär att den befintliga korsningen nu kommer utgöras av en cirkulationsplats. Till och frångående vägar och GC-vägar följer i huvudsak de befintliga i plan och profil. Vid rampen upp mot bron på Hamneviksvägen breddas väg och GC-väg med upp till ca 2 m mot söder. Den sydvästra delen av den planerade cirkulationsplatsen planeras byggas ut ytterligare ca 16 m från tidigare korsning. Både de nordvästra och nordöstra delarna av cirkulationsplatsen planeras byggas ut ca 7 m från tidigare korsning. Den östergående avfarten från Ramp 4 flyttas även ca 25-35 m mot söder. Den norra delen av Ramp 3, in mot cirkulationsplatsen, kommer även att flyttas upp till ca 10 m västerut. Korsningen mellan GC2 och Ramp 3 och 4 flyttas även ca 25 m söderut. Se planritning 225720-6601 i MUR Geoteknik för ökad förståelse.

3.2 Jordlager

3.2.1 0/000-0/750 Bulyckevägen södra delen

Berg går i eller nära i dagen inom delar av sträckan samt i dess anslutning, se planritning MUR Geo. Mellan bergspartierna ligger jordfyllda relativt grunda sänkor. Registrerade djup till fast botten ligger mellan 0 och 5 m undantaget en djuphåla vid km 0/050 där djup på upp till 10 m registrerats. De naturliga jordlagren utgörs av gyttja underlagrad av lera. Under leran följer friktionsjord på berg. Upptagna prover tyder på att friktionsjorden utgörs av sandmorän, finsandig. Inom högre liggande mark i anslutning till bergspartierna utgörs jordlagren helt av friktionsjord.

Inför byggandet av Bulyckevägen föreslogs massutskiftning av de övre gyttjiga lagren vid stora jordmäktigheter. I övrigt rekommenderades överhöjning där sättningar förväntades. Utifrån senare undersökning inför VA-läggning, se MUR Geo, ser rekommendationerna ut att ha följts. Fyllnadsmäktigheten vid djuphålan, km 0/050, uppgår till över 5 m och en fyllnadsmäktighet på 1,5-3 m vid övriga djuphålor har uppmätts. Vägen har en överbyggnad av 0,7 m.

Jordlagren inom anslutande mark samt för anslutningsväg för Syrhåla 4:1, 4:2 & 4:3 vid km 0/200 utgörs även de överst av fyllnadsmassor, i huvudsak förstärkningslager. Den totala mäktigheten av fyllnadsmassor är ej utredd i denna rapport.

3.2.2 0/750-0/900 Bulyckevägen norra delen

Befintlig Bulyckeväg ligger i kanten av ett område som tidigare utgjordes av en stor mosse. Direkt öster om vägen ligger ett stort bergsparti. De naturliga jordlagren i mossen utgjordes av dy och torv underlagrat av gyttja. Under gyttjan följer lera ovan friktionsjord på berg.

I början av 70-talet togs beslut att utföra en utfyllnad av mossen med schaktmassor. Nivån planerades att höjas från +6 till +11(5 m). Med tanke på sättningar rekommenderades en överhöjning/förbelastning med ytterligare 2 m. Utfyllnaden utfördes under -72 till -73. Utfyllnaden utfördes dels med schaktmassor (lera, sprängsten) dels med bygg- och rivningsavfall såsom virke och tegel. Sopor ska finnas i området. Vid utbyggnad av Bulyckevägen utfördes massutskiftning med sprängsten ned till mellan 2 och 4 m djup.

De naturliga jordlager i läge för befintlig GC-väg utgörs av berg eller friktionsjord på berg. Östra halvan av Bulyckevägen bedöms ligga på fastmark eller ligga på massutskiftning som når fast botten. Utmed västra sidan av vägen underlagras massutskiftningen ställvis av lösare jordar.

Nu utförda sonderingar utförda parallellt med Bulyckevägen, 10-15 m väster om vägen, visar djup till fast botten på mellan 3 och 10 m. Jordlagerföljden har inte gått att utläsa då sondstängerna har varit tvungna att vridas hela vägen på grund av hårt motstånd. Skruvprovtagningar visar dock på fyllnadsmassor ned till minst 3 m. Huvudjordarten är sand. Fyllnadsmassorna är förorenade och klassas ställvis som farligt avfall.

3.2.3 0/900-1/070 Deponiområdet

Sträckan korsar deponiområdet utmed dess östra sida. Den generella jordlagerföljden, se kapitel 3.2.2 ovan, utgörs av:

- Fyllnadsmassor
- Organisk jord
- Lera
- Friktionsjord
- Berg

Fyllnadsmassornas mäktighet har uppmätts till mellan 4 och 7 m i den tidigare mossen minskande till 1-2 m i anslutning till höjdpartiet i norr. De större mäktigheterna återfinns ungefär mitt på sträckan där djup till fast botten är som störst. Vid nu utförd undersökning påträffades i huvudsak friktionsjord (grus, sten och sand) i den övre delen övergående mot lerjordar mot djupet. Massorna är heterogena, bygg och rivningsavfall såsom trä och tegel påträffades vid undersökningen.

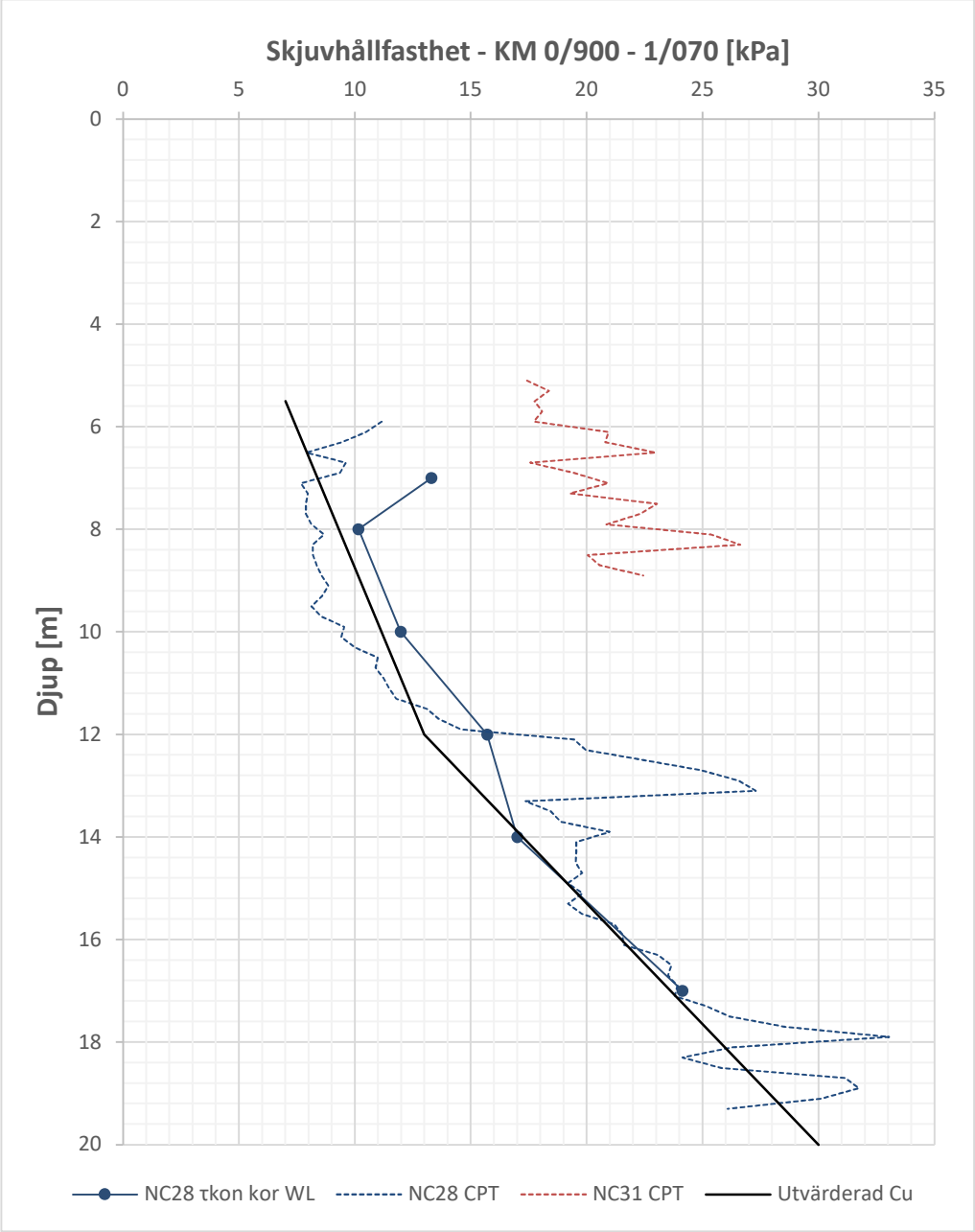
Organisk jord underlagrar fyllnadsmassorna**.** Inom mossens djupdelar utgörs den i huvudsak av lerig gyttja. Gyttja bedöms återfinnas ner till nivå +1, dvs 9 till 11 m djup under nuvarande markyta. I anslutning till höjdpartiet i norr, från ca 1/050, övergår den organiska jorden till gyttjig silt.

Lera underlagrar gyttjan. Den största mäktigheten, 12 m, har uppmätts mitt på sträckan där lerans underkant uppmätts till ca nivå -11.

Friktionsjordens mäktighet har inte undersökts närmare. De flesta sonderingar har avbrutits ca 1 m ner i friktionsjorden. Provtagningar i områdets ytterkant visar på silt.

Berg Djup till berg är ej undersökt.

Härledda värden jämte valt värde på odränerad skjuvhållfasthet i gyttjan och leran redovisas i Figur 3-1.



Figur 3-1. Utvärderad odränerad skjuvhållfasthet vid deponiområdet.

3.2.4 1/070 -1/450 Skogsparti söder om kraftledningsgatan

Sträckan karakteriseras av berg i dagen varpå endast ett tunnare jordtäcke förväntas. Vid fältkarteringen bedömdes ytjordlagret utgöras av morän med hög andel silt och sand.

3.2.5 1/450-1/650 Skogsparti norr om kraftledningsgatan

Sträckan karakteriseras av berg i eller nära i dagen varpå endast ett jordtäcke med relativt liten mäktighet förväntas. Vid fältkarteringen bedömdes ytjordlagret utgöras av finare friktionsjord. Tidigare sonderingar visar på 0 m till 2,5 m jordmäktighet. Det ska observeras att dessa utförts med stort inbördes avstånd.

3.2.6 1/650-1/900 Tidigare jordbruksmark

Sträckan går tvärs en dalgång på vars sidor berg går i eller nära i dagen. I början och slutet av sträckan utgörs jordlagren av friktionsjord. Jordmäktigheten ökar ut från bergspartierna och friktionsjorden överlagras vid större jordmäktigheter i huvudsak av lera.

Den generella jordlagerföljden utgörs av:

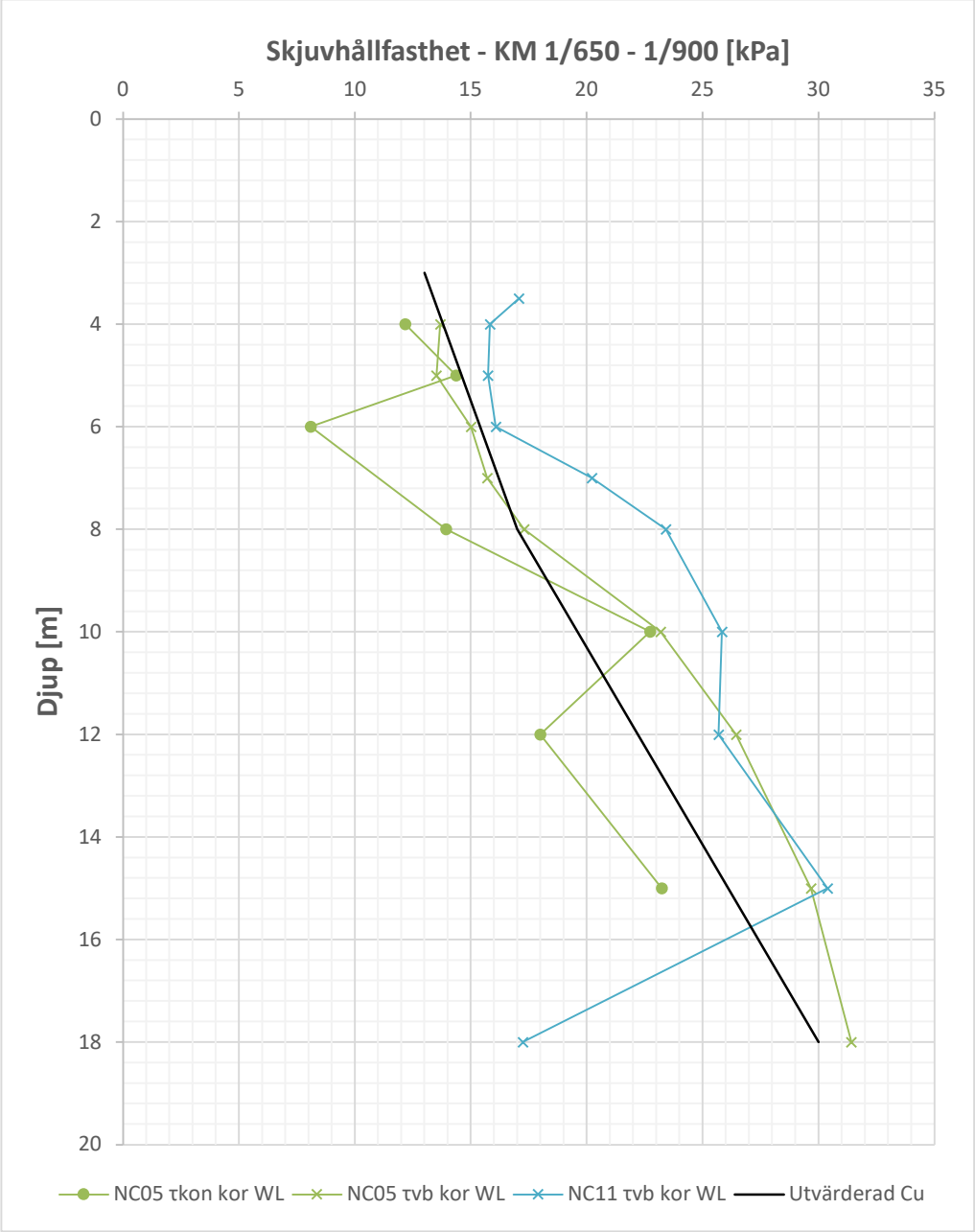
- Organisk jord
- Lera
- Friktionsjord
- Berg

Organisk jord har vid tidigare undersökning registrerats i den mellersta delen av dalgången. Mäktigheten uppgår i huvudsak till några decimeter. I anslutning till bäckravinen har större mäktighet påträffats, som mest ca 1,5 m.

Lerans mäktighet ökar snabbt ut från fastmarkområdena för att strax norr om bäckravinen vid km 1/700-1/750 ha uppmätts till ca 18 m. I läge för projekterad väg har lermäktigheten uppmätts till mellan 2 och 11 m. Leran har i den övre delen utbildat torrskorpa med en mäktighet på 1-2 m. Rutinanalysen på prover från kolvprovtagningen visar att leran ned till 8 m djup har relativt hög vattenkvot och konflytgräns samt låg densitet, se bilaga 10:1 i MUR Geo.

Friktionsjorden har okulärt bedömts till att i sträckans slut i huvudsak utgöras av sand. Den totala mäktigheten har inte undersökts då sonderingarna har avbrutits innan berg påträffats. En mäktighet på upp till två meter har dock registrerats i anslutning till höjdpartierna i början och slutet av sträckan.

Härledda värden jämte valt värde på odränerad skjuvhållfasthet i leran redovisas i Figur 3-2 nedan.



Figur 3-2. Utvärderad odränerad skjuvhållfasthet.

3.2.7 1/900-2/100 Skogsparti söder om Älvegårdsområdet

Sträckan karakteriseras av berg i eller nära i dagen. Jordmäktigheten har tidigare uppmätts till mellan 0 och 3 m. Vid fältkarteringen bedömdes ytjordlagret utgöras av friktionsjord med hög andel sand.

3.2.8 2/100-2/745 Älvegårdsområdet

I sträckans början, km 2/100-2/200, går berg i eller nära i dagen på båda sidor om vägen. Tidigare sonderingar har avbrutits på 3 m djup utan att stopp erhållits. Jordartskartan från Stadsbyggnadskontoret (SBK) visar på friktionsjord med ett mindre lerområde i sträckans början. Det är inte klarlagt i vilken omfattning som jordlagren utgörs av lera i dalgången. Utbredningen i tvärled torde dock vara mycket begränsad.

Från km 2/200 går sträckan ut över ett öppnare område där marken utgörs av lera. Uppmätt mäktighet varierar utmed sträckan mellan 2 och 15 m. De flesta sonderingar har dock avbrutits på ca 5 m djup utan att stopp erhållits. Leran har de översta 1 till 1,5 metrarna utbildat torrskorpa.

3.2.9 Syrhålamotet

Enligt utförda markundersökningar utgörs den naturliga jordlagerföljen från markytan i huvudsak av:

- Mulljord till ca 0,3 m djup
- Torrskorpelera till ca 1,5 m djup
- Lera till djup varierande mellan ca 0-14 m
- Friktionsjord
- Berg

Lerans mäktighet varierar kraftigt inom området, och uppskattas till ca 0-14 m. Ett område med stor lermäktighet identifierats, om ca 8-11 m djup, direkt väster om blivande cirkulationsplats. Området omfattar Hamneviksvägen sektion 0/025-0/055 samt GC2 sektion 0/400-0/480 enligt bilaga 15 i MUR Geoteknik. Även den sydöstra delen av området, runt ca Ramp 4 0/570 har en stor lermäktighet runt ca 14 m, se sondering 298.

Lerans skjuvhållfasthet varierar kraftigt inom hela området, med värden runt 7-30 kPa. Skjuvhållfastheten ökar med djupet vid en del av sonderingarna, dock är det svårt att utläsa en generell trend för området.

Laboratorieundersökningar har utförts i borrhål 204, 246 och 311, varav punkterna 246 och 311 är placerade inom det relevanta området. Punkt 246 är placerad vid ca GC2 km 0/400. Punkt 311 är placerad vid Hamneviksvägen km ca 0/050. Punkt 204 är placerad något utanför, vid Hamneviksvägen km ca 0/550, runt 400 m söder om det aktuella området.

CRS-försök har utförts vid 2 nivåer i punkt 204 och 3 nivåer i 246. Dessa CRS-försök visar att leran är svagt överkonsoliderad med uppskattad OCR runt 1,5.

I borrhål 204 och 246, som ligger i anslutning till respektive söder om Torslandavägen, har kvicklera påträffats från 4 m djup. I sonderingspunkt 311, placerad i Hamneviksvägen, bedöms inga nivåer som kvicklera.

Befintlig Hamneviksväg och påfartsramp till Torslandavägen är grundförstärkta. Förstärkningen för Torslandavägen omfattar, utgående från korsningen, av lättklinker övergående i KC-pelare. Närmare bron blir djup till fast botten mindre och här övergår KC-pelarförstärkningen i massutskiftning. Påfartsrampen har lastkompenserast med lättklinker inom två delsträckor. De grundförstärkta områdena redovisas på plan 225720-0101 i MUR Geoteknik.

3.3 Hydrogeologi

Grundvattennivåerna har i flera fall bara uppmätts i samband med sonderingar och långtidsobservationer saknas, vilket gör dem något osäkra. Nivåerna varierar mycket i området. I huvudsak verkar de flesta redovisade nivåerna i tidigare handlingar vara kopplade till grundvattentrycket i den underlagrande friktionsjorden.

3.3.1 0/000-0/750 Bulyckevägen södra delen

Ingen grundvattendata finns för delsträckan.

3.3.2 0/750-0/900 Bulyckevägen norra delen

Grundvattenytan ligger ca 1-2 m under mark.

3.3.3 0/900-1/070 Deponiområdet

Grundvattenytan ligger ca 1-2,5 m under mark i fyllnadsmassorna, motsvarande nivå ca +8 till +12. Grundvattnet återfinns på större djup under markytan vid högre nivå på markytan. Portrycksmätare installerad i underkant lera vid bh NC28 visar en resulterande grundvattenyta på nivå ca +7,7, vilket även motsvarar nivån på markytan öster om deponin. Grundvattentrycket i den underlagrande friktionsjorden antas motsvara en grundvattenyta på denna nivå.

3.3.4 1/070 -1/450 Skogsparti söder om kraftledningsgatan

Ingen grundvattendata finns för delsträckan.

3.3.5 1/450-1/650 Skogsparti norr om kraftledningsgatan

Ingen grundvattendata finns för delsträckan.

3.3.6 1/650-1/900 Tidigare jordbruksmark

Grundvattenytan ligger ca 0,2-0,5 m under mark närmast vägsträckningen. På norra sidan av bäcken har nivåer på ca 2 m under mark uppmätts. Området väster om Nya Älvegårdsvägen samt området söder om bäcken är sanka varpå grundvattenyta i eller nära i markytan är att förvänta. Grundvattenrör installerat i underlagrande friktionsjord i bh NC 14 visar en resulterande grundvattenyta på +14, ca 1 m under markytan.

3.3.7 1/900-2/100 Skogsparti söder om Älvegårdsområdet

Ingen grundvattendata finns för delsträckan.

3.3.8 2/100-2/745 Älvegårdsområdet

Grundvattenytan ligger ca 1-1,5 m under mark.

3.3.9 Syrhålamotet

Ingen grundvattendata finns för delsträckan.

4 Stabilitet

4.1 0/000-0/750 Bulyckevägen södra delen

4.1.1 Förutsättningar

Beräkningarna har utförts med Geostudio 2021, Slope/w i både kombinerad och odränerad analys. Beräkningarna har analyserats med Morgenstern-Price´s lamellmetod. Analysen är utförd med cirkulärcylindriska glidytor med karakteristiska värden enligt IEG:s tillämpningsdokument Rapport 4:2010 ”Tillståndsbedömning/klassificering av naturliga slänter och slänter med befintlig bebyggelse och anläggningar”.

4.1.1.1 Geoteknisk kategori och säkerhetsklass

Dimensionering och beräkningar för framtida förhållanden har utförts i geoteknisk kategori 2, GK 2 samt säkerhetsklass 2, SK 2. I enlighet med TK Geo 13 kap 2.1 har skärningsslänter betraktats som SK 1, då de ej omfattar körbanan.

Erforderlig säkerhetsfaktor mot stabilitetsbrott har hämtats från TK Geo 13, tabell 2.4-1. För SK 1 gäller F_c=1,35 och F_{komb}=1,20, och för SK 2 F_c=1,50 och F_{komb}=1,30.

4.1.1.2 Laster och geometri

Ovan släntkrön har en variabel ytlast på 10 kPa applicerats i odränerad analys.

Geometrin för respektive sektion utgår från grundkartan och projekterad väg.

4.1.1.3 Materialparametrar och jordmodell

Materialparametrarna är tagna ur Tekniskt PM Geoteknik, Bulyckevägen VA etapp 2 upprättad av ÅF. Dränerade parametrar har baserats på tabellvärden från TK Geo 13. Valda värden framgår av Tabell 4-1 nedan.

Tabell 4-1. Valda värden till beräkningsmodellen.

Material	Hållfasthetsparametrar	Tunghet [kN/m^3]
Torrskorpelera (Let)	Odränerad c_u=25 kPa Dränerad c'=0,1xc_u ϕ'=30°	γ=16,5 γ'=6,5
Lera	Odränerad c_u=12 kPa Dränerad c'=0,1xc_u ϕ'=30°	γ =15 γ'=5
Fyllning	ϕ'=36°	γ =20 γ'=13
Friktionsjord	ϕ'=38°	γ =21 γ'=13

I beräkningsmodellerna har en hydrostatisk grundvattenyta i underkant fyllning modellerats.

4.1.2 Beräkningar

Två stabilitetsberäkningar har utförts, en i sektion km ca 0/300 samt en vid km 0/320. Sektionerna har valts där nivåskillnad är som störst mot angränsande mark som inte utgörs av fastmark. Stabilitetsberäkning mot befintlig banvall för anslutningsväg för Syrhåla 4:1, 4:2 & 4:3 har ej utförts då geotekniskt underlag saknas. Vallen kan därmed inte säkerställas ha erforderlig stabilitet.

Övrig mark anses utifrån jordlager och lutningsförhållanden vara stabil.

4.1.2.1 Beräkningsresultat

Beräkningsresultaten är sammanställda i Tabell 4-2 nedan. Beräkningarna redovisas i sin helhet i Bilaga 1. För beräkningarna i sektion km 0/300 har SK1 applicerats då glidytan går genom en skärningsslänt och ej påverkar vägen. För att uppnå fullgod säkerhetsfaktor krävs att släntkrönet är obelastat.

Tabell 4-2. Sammanställning av beräkningsresultat.

Beräkning	Beräknad säkerhetsfaktor		Bilaga
KM 0/300 (utan last)	F_c=1,52 F_{komb}=1,45	OK > 1,35 (SK1) OK > 1,20 (SK1)	1:1 1:2
KM 0/320 – vänster sida	F_c=1,60 F_{komb}=1,80	OK > 1,50 (SK2) OK > 1,30 (SK2)	1:3 1:4
KM 0/320 – höger sida	F_c=2,28 F_{komb}=2,71	OK > 1,50 (SK2) OK > 1,30 (SK2)	1:5 1:6

Resultaten ger att belastningsrestriktioner krävs inom angränsande mark väster om vägen, km ca 0/265 till km ca 0/285. Uppfyllt område utanför fastmarksgränsen framgår av planritning i MUR Geo.

4.2 0/750-0/900 Bulyckevägen norra delen

Projekterad väg och GC-väg följer huvudsakligen befintlig sträckning där vägarna går på låg bank. GC-vägen breddas dock något in mot fastmarkspartiet, således har ingen stabilitetskontroll gjorts för den berörda sträckan. Stabileten inom delsträckan anses som tillfredsställande.

4.3 0/900-1/070 Deponiområdet

4.3.1 Förutsättningar

Beräkningarna har utförts med Geostudio 2021, Slope/w i både kombinerad och odränerad analys. Beräkningarna har analyserats med Morgenstern-Price. Analysen är utförd med cirkulärcylindriska glidytor med dimensionerande värden enligt IEG:s tillämpningsdokument Rapport 6:2008 Rev 1 ”Slänter och bankar”. Stabilitetsberäkningarna för sträckan har räknats med dimensionerande värden då olika förstärkningsåtgärder har analyserats.

4.3.1.1 Geoteknisk kategori och säkerhetsklass

Dimensionering och beräkningar för framtida förhållanden har utförts i geoteknisk kategori 2, GK 2 samt säkerhetsklass 2, SK 2. För tillfälliga schakter och arbetsskeden har beräkningar och dimensioneringar utförts i geoteknisk kategori 1, GK 1 samt säkerhetsklass 1, SK 1. Erforderlig säkerhetsfaktor är därmed F ≥ 1 i SK 2 och F ≥ 0,9 i SK 1.

4.3.1.2 Dimensionerande laster och geometri

Geometrin för respektive sektion är hämtad från grundkartan.

Trafiklasten för vägen och GC-vägen har modellerats som variabla ytlaster med karakteristiska värden av 15 kPa respektive 5 kPa enligt TK Geo 13. Dimensionerande last räknas fram genom följande ekvation:

$$Geo.last = Q_d = 1{,}0 \cdot G_{kj} + 1{,}27 \cdot Q_{kj}$$

där

G_{kj} permanent last
Q_{kj} variabel last

Dimensionerande laster blir således 19,1 kPa respektive 6,4 kPa i odränerad analys.

4.3.1.3 Dimensionerande värden och jordmodell

Jordlagerföljden har tolkats från både nu och tidigare utförda undersökningar. Materialparametrarnas dimensionerande värden har tagits fram utifrån valt värde som framgår av kapitel 3 ovan.

Dimensionerande värden har räknats fram genom följande ekvation:

$$X_d = \frac{1}{\gamma_M} \cdot \eta \cdot X_{valt}$$

där

X_d dimensionerande värde för aktuell materialparameter
γ_M partialkoefficient
η omräkningsfaktor, baseras på den geotekniska undersökningen
X_{valt} valt värde för aktuell materialparameter

Nedan följer en redogörelse för hur omräkningsfaktorerna är valda;

Odränerade parametrar

$\eta_{1,2}$=0,8 gyttjig lera/gyttja, en undersökningspunkt
η_3=1,0 två metoder har använts, liten spridning i resultatet
$\eta_{4,5,6,7}$=1,0 liten brottyta, medelvärde har använts

För dränerade parametrar har samtliga omräkningsfaktorer valts till 1,0 då materialparametrarna baseras på tabellvärden från TK Geo 13. I Tabell 4-3 nedan visas en sammanställning av valda omräkningsfaktorer för både odränerade och dränerade parametrar.

Tabell 4-3. Sammanställning av valda omräkningsfaktorer.

Materialparameter	$\eta_{1.2}$	η_3	$\eta_{4,5,6,7}$	η_{tot}
Odränerad skjuvhållfasthet (c_u)	0,8	1,0	1,0	0,8
Dränerad skjuvhållfasthet (c',ϕ')	1,0	1,0	1,0	1,0

I Tabell 4-4 nedan redovisas samtliga dimensionerande materialparametrar tillsammans med partialkoefficienterna som använts i stabilitetsberäkningarna.

Tabell 4-4. Sammanställning av materialparametrar och partialkoefficienter.

Material	Hållfasthetsparametrar			Tunghet [kN/m^3]	
	Valt värde	Partialkoeff.	Dim. värde	Valt värde	Partialkoeff.
Gyttja	Dränerad ϕ'=30° c'=0,1×c_u Odränerad c_u=7+0,92×z kPa (*)	γ'_M=1,3 γ'_M=1,5	Dränerad ϕ'_d=23,95° c'=0,54 Odränerad c_{ud}=3,73+0,49×z kPa (*)	γ=13,5 γ'=3,5	γ'_M=1,0
Lera	Dränerad ϕ'=30° c'=0,1×c_u Odränerad c_u=13+2,13×z* kPa (*)	γ'_M=1,3 γ'_M=1,5	Dränerad ϕ'_d=23,95° c'=1,00 Odränerad c_{ud}=6,93+1,13×z kPa (*)	γ=16 γ'=6	γ'_M=1,0
Krossmaterial	Dränerad ϕ'=37°	γ'_M=1,3	Dränerad ϕ'_d=30,1°	γ=19 γ'=12	γ'_M=1,0
Deponimassor	Dränerad ϕ'=35°	γ'_M=1,3	Dränerad ϕ'_d=28,3°	γ=18 γ'=11	γ'_M=1,0
Friktionsjord	Dränerad ϕ'=37°	γ'_M=1,3	Dränerad ϕ'_d=30,1°	γ=19 γ'=12	γ'_M=1,0
Vägbank/ Överlast	Dränerad ϕ'=34°(**)	γ'_M=1,3	Dränerad ϕ'_d=27,4°	γ=20 γ'=12	γ'_M=1,0

(*) z motsvarar djupet, (**) residualvärde

Enligt arkivmaterial har en övre grundvattenyta avlästs omkring ca 1 m under markytan inom delområdet. Enligt portrycksmätaren som installerats är portrycken motsvarande en hydrostatisk grundvattenyta ca 2,5 m under markytan i den underliggande friktionsjorden. I beräkningarna har därför en hydrostatisk grundvattenyta 1 m under markytan modellerats.

4.3.2 Beräkningar

Tre olika typer av stabilitetsberäkningar inom delområdet har utförts;

- Stabilitetsberäkning för planerad utformning
- Stabilitetskontroll av förbelastning med 3 m uppfyllnad med tunga massor
- Kontroll av tillfälliga schakter

Stabilitetsberäkning för den planerade utformningen samt förbelastning av tunga massor har utförts i två sektioner; km 1/030 samt km 1/050 då dessa anses vara i de mest ogynnsamma förhållandena utifrån geometrier och lastförutsättningar. Förbelastning kontrolleras då detta är en möjlig förstärkningsmetod för att minimera sättningar för framtida vägbank, se kapitel 7. Eftersom det saknas sonderingar i läge för sektion km 1/030, baseras jordlagerföljden i sektionen på det mest ogynnsamma av de närliggande sonderingarna.

Kontroll av tillfälliga schakter har utförts där massutskiftning kan tänkas vara aktuellt som förstärkningsmetod. Beräkningar har där utförts utifrån med ogynnsamma förhållandena utifrån jordlagerföljd, vilket bedöms vara vid km ca 0/950 – 0/960.

4.3.2.1 Beräkningsresultat

Beräkningsresultaten är sammanställda i Tabell 4-5 nedan. Beräkningarna redovisas i sin helhet i Bilaga 2.

Tabell 4-5. Sammanställning av beräkningsresultat.

Beräkning		Beräknas säkerhetsfaktor		Bilaga
Planerad utformning	km 1/030	F_c=1,08 F_{komb}=1,20	OK > 1,0 (SK2) OK > 1,0 (SK2)	2:1 2:2
	km 1/050	F_c=1,02 F_{komb}=1,20	OK > 1,0 (SK2) OK > 1,0 (SK2)	2:3 2:4
Överlast	km 1/030	F_c=0,87 F_{komb}=0,87	OK ~ 0,9 (SK1)* OK ~ 0,9 (SK1)*	2:5 2:6
	km 1/050	F_c=1,01 F_{komb}=1,01	OK > 0,9 (SK1) OK > 0,9 (SK1)	2:7 2:8
Tillfällig schakt** (lutning 1:1,5, djup 2,5 m)		F_c=0,89	OK ~ 0,9 (SK1)	2:9

* anses stabilt under förutsättning att diket tillfälligt kulverteras (beräkningarna har utförts med öppet dike).
** redovisad beräkning är den djupaste schakt som uppnår fullgod stabilitet. Kontroll har även utförts för djupare schakter vars säkerhetsfaktor blir för låg för att uppnå SK1.

4.4 1/070 -1/450 Skogsparti söder om kraftledningsgatan

Sträckan karakteriseras av berg i dagen. Förutsättningar för ras och skred föreligger inte.

4.5 1/450-1/650 Skogsparti norr om kraftledningsgatan

Sträckan karakteriseras av berg i eller nära i dagen. Förutsättningar för ras och skred föreligger inte.

4.6 1/650-1/900 Tidigare jordbruksmark

4.6.1 Förutsättningar

Beräkningarna har utförts med Geostudio 2021, Slope/w i både kombinerad och odränerad analys. Beräkningarna har analyserats med Morgenstern-Price´s lamellmetod. Analysen är utförd med cirkulärcylindriska glidytor med karakteristiska värden enligt IEG:s tillämpningsdokument Rapport 4:2010 ”Tillståndsbedömning/klassificering av naturliga slänter och slänter med befintlig bebyggelse och anläggningar”.

4.6.1.1 Geoteknisk kategori och säkerhetsklass

Dimensionering och beräkningar för framtida förhållanden har utförts i geoteknisk kategori 2, GK 2 samt säkerhetsklass 2, SK 2.

Erforderlig säkerhetsfaktor mot stabilitetsbrott har hämtats från TK Geo 13, tabell 2.4-1. För SK 2 gäller F_c=1,50 och F_{komb}=1,30.

4.6.1.2 Laster och geometri

Trafiklast från blivande väg samt GC-väg har modellerats som karakteristisk variabel ytlast av 20 kPa respektive 5 kPa enligt TK Geo 13.

Geometrin för respektive sektion utgår från grundkartan och projekterad väg.

4.6.1.3 Materialparametrar och jordmodell

Jordlagerföljden har tolkats från både nu och tidigare utförda undersökningar. Materialparametrarnas valda värden framgår av Tabell 4-6.

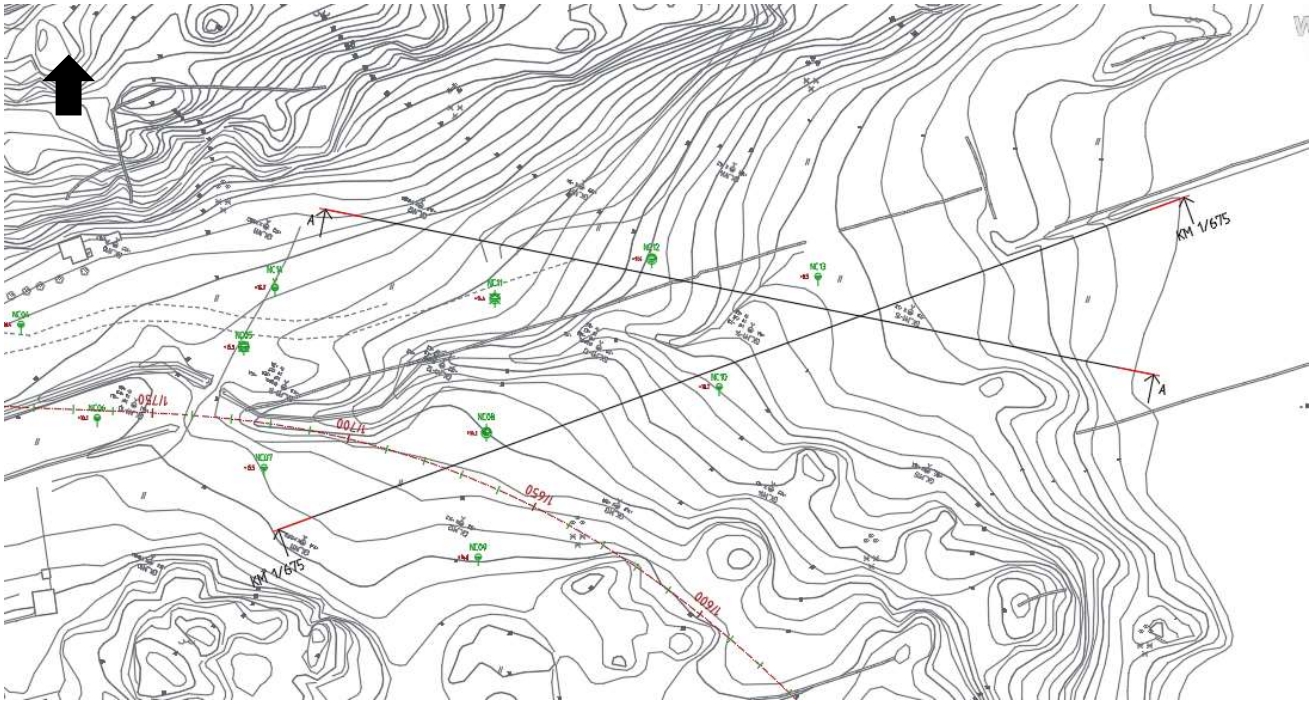
Tabell 4-6. Valda värden till beräkningsmodellen.

Material	Hållfasthetsparametrar	Tunghet [kN/m^3]
Torrskorpelera (Let)	Odränerad c_u=25 kPa Dränerad c'=0,1xc_u ϕ'=30°	γ=16 γ'=6
Lera 1 (5m djup från uk Let)	Odränerad c_u=13+0,8*z kPa, där z avser djupet uk Let Dränerad c'=0,1xc_u ϕ'=30°	γ =15 γ'=5
Lera 2	Odränerad c_u=17+1,3*z, där z avser djupet under uk Lera 1 Dränerad c'=0,1xc_u ϕ'=30°	γ =16 γ'=6
Friktionsjord	ϕ'=32°	γ =20 γ'=12
Vägbank	ϕ'=34° (residualvärde)	γ =22 γ'=12

I beräkningsmodellerna har en hydrostatisk grundvattenyta ca 1,5 m under befintlig markyta modellerats.

4.6.2 Beräkningar

Två stabilitetsberäkningar har utförts, en i sektion km ca 1/675 samt en för sektion A, se läget för respektive sektion i Figur 4-1 nedan. Sektion km 1/675 syftar till att undersöka stabilitetsförhållandena vid den mest kritiska sektionen för den planerade vägen utifrån jordlagerföljd och geometri. Sektionen har inte dragits vinkelrätt mot höjdkurvorna då detta skulle resultera ett mothåll från slänten norrifrån. Sektion A syftar till att kontrollera stabilitetsförhållandena för närområdet, sektionen har även den valts ut utifrån geometri och jordlagerföljd. Stabiliteten i sektionen har även kontrollerats med en variabel ytlast av 15 kPa ovan släntkrön.



Figur 4-1. Beräkningssektioner i plan.

4.6.2.1 Beräkningsresultat

Beräkningsresultaten är sammanställda i Tabell 4-7 nedan. Beräkningarna redovisas i sin helhet i Bilaga 3.

Tabell 4-7. Sammanställning av beräkningsresultat.

Beräkning	Beräknad säkerhetsfaktor		Bilaga
KM 1/675	F_c=4,29 F_{komb}=4,28	OK > 1,5 (SK2) OK > 1,3 (SK2)	3:1 3:2
Sektion A	F_c=2,31 F_{komb}=2,21	OK > 1,5 (SK2) OK > 1,3 (SK2)	3:3 3:4
Sektion A med last	F_c=1,84	OK > 1,5 (SK2)	3:5

4.7 1/900-2/100 Skogsparti söder om Älvegårdsområdet

Sträckan karakteriseras fatsmark med berg i eller nära i dagen. Området klassas som stabilt.

4.8 2/100-2/745 Älvegårdsområdet

Den del av sträckan som utgörs av lermark är flack och kan därmed klassas som stabil.

4.9 Syrhålamotet

För projekterad utformning har totalt fem delområden identifierats där grundförstärkning kan erfordras. För övriga sträckor ger topografin och/eller grundförhållandena att projekterad lösning kan klassas som stabil. För delområdena har fem representativa tvärsektioner studerats, se lista nedan samt *Figur 2*.

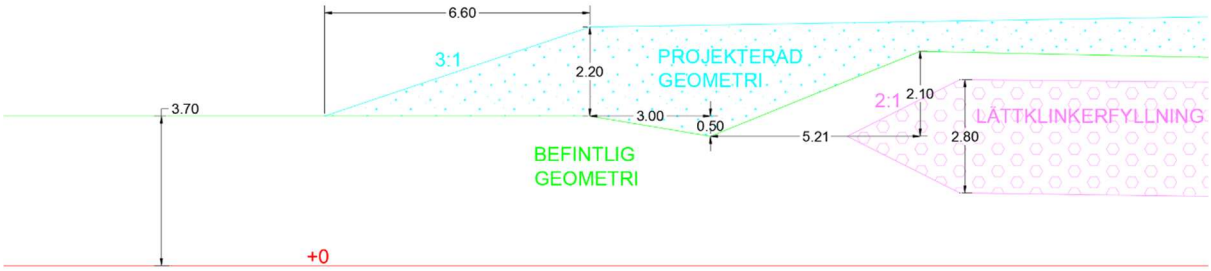
Sektion 1. Ca 0/030 för Hamneviksvägen mot nordväst.
Sektion 2. Ca Hamneviksvägen 0/060-0/085, alternativt GC2 0/500, mot söder.
Sektion 3. Slänten söderut från den nya GC-banan runt sondering 250, mot sydväst.
Sektion 4. Ca 0/550-560 vid Ramp 3, mot väster.
Sektion 5. Ca 0/510 för den förflyttade rampen, tidigare benämnd Ramp 4, mot öster.

I Figur 2, är sektionernas läge redovisade schematiskt. Vid de befintliga vägarna för sektion 1 och 2 är marken grundförstärkt med lättklinker respektive KC-pelare. För sektion 3, 4 och 5 är mycket få geotekniska undersökningar utförda. Ytterligare sonderingar bedöms nödvändiga för att kunna utreda släntstabiliten.

Figur 2. Schematisk figur över sektioner där stabiliteten bedömts som potentiellt kritisk.

Vid tvärsektion 1 breddas vägen som mest ca 7 m, samt höjs ca 0,6 m. Projekterad släntlutning är ca 1:3. Befintlig lättklinkerfyllning samt befintliga och nya geometrier visas schematiskt i Figur 6.

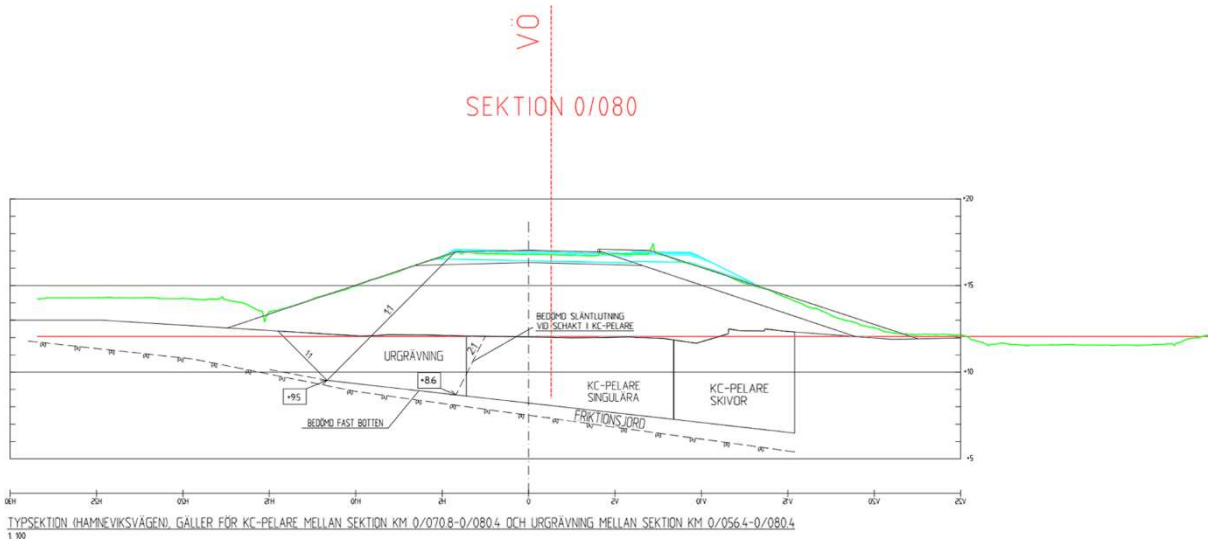
Lermäktigheterna i området vid tvärsektion 1 antas vara ca 10 m. Med hänsyn till sättningar och stabilitet bedöms kompletterande lättklinkerfyllning eller annan form av kompensationsgrundläggning vara nödvändig.



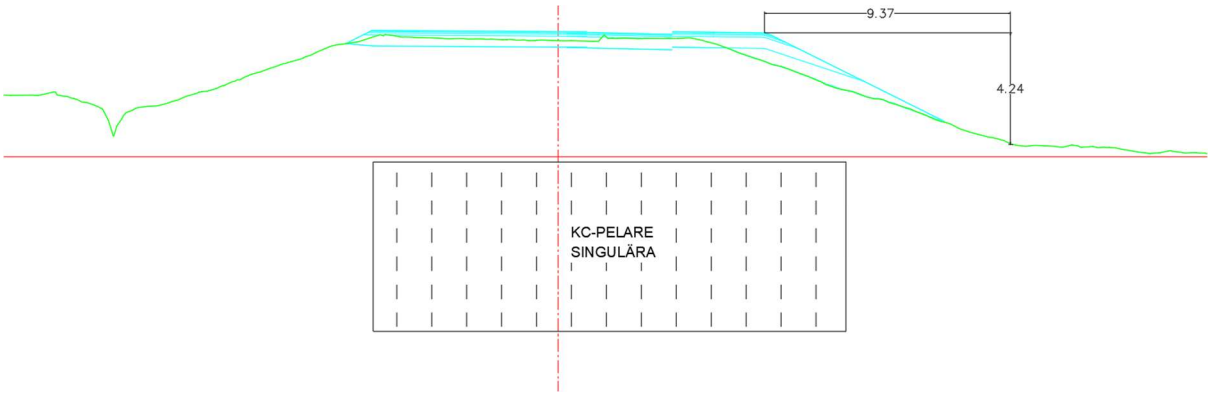
Figur 6. Skiss över tvärsektion 1, ca 0/030 för Hamneviksvägen mot nordväst.

Vid tvärsektion 2, rampen upp mot bron på Hamneviksvägen km ca 0/070-0/080, breddas väg och GC-väg ca 2,0 m mot söder. Detta innebär en ny lutning på slänten som är ca 1:2-1:2,5. Vid Hamneviksvägen km ca 0/070 – 0/080 är KC-pelare med skivor installerade mot vägens södra sida. Pelarna går ca 9 m ut i slänten från vägkanten. *Se* Figur 7.

Mot korsningen övergår skivorna i singulära KC-pelare vilka är installerade ca 6 m ut i slänten från vägkanten. Här breddas vägen ca 3 m i sydlig riktning, se figur 8. Breddningen innebär att grundförstärkning kan komma att erfordras. Åtgärd, exempelvis i form av lättfyllning, ryms inom vägbanken.

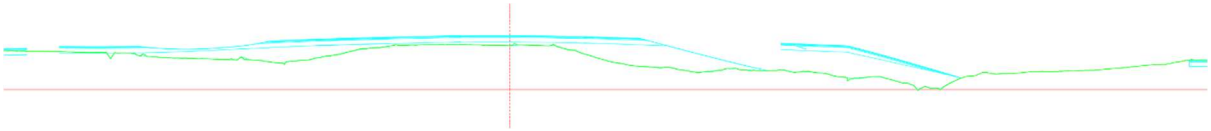


Figur 7. Tvärsektion 2, ca Hamneviksvägen 0/075.

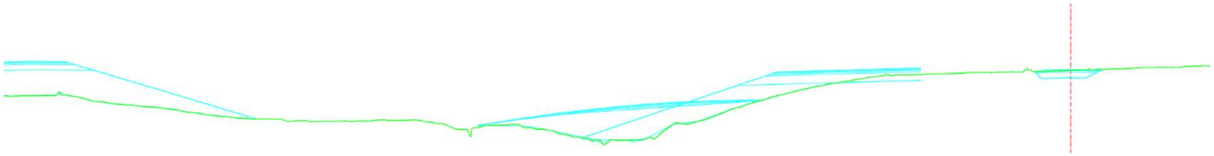


Figur 8. Tvärsektion 2, ca Hamneviksvägen 0/065.

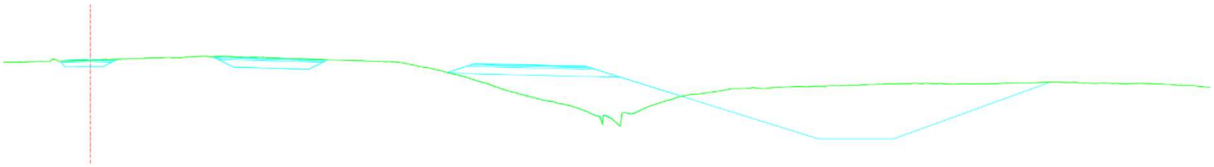
För tvärsektioner 3-5, *se* Figur 9, 10 och 11, saknas idag erforderliga geotekniska undersökningar. Ytterligare sonderingar bedöms vara nödvändiga för att kunna kontrollera släntstabilitet samt för att utreda sättningar. Troligtvis är det aktuellt med lättklinkerfyllning eller annan form av kompensationsgrundläggning för dessa områden.



Figur 9. Tvärsektion 3, slänten söderut från den nya GC-banan runt sondering 250, mot sydväst. Bankhöjden uppgår *till ca 3m.*



Figur 10. Tvärsektion 4, ca 0/550-560 vid Ramp 3, mot väster. Bankhöjden uppgår till ca 3m.



Figur 11. Tvärsektion 5, ca 0/510 för den förflyttade rampen, tidigare benämnd Ramp 4, mot öster. Bankhöjden räknad från dikesbotten uppgår till ca 4 m.

5 Bergras och blocknedfall

Bergförhållandena är beskrivna i Bergteknisk PM (Torslanda tvärförbindelse – genomförandestudie. Bergteknisk PM. Norconsult AB. Uppdragsnummer 107 09 20). I denna redovisas hällkarteringar, blockutfallsrisker och analysresultat från bergartsprovningar.

Generellt sett är bergkvaliteten god längs vägsträckningen med låg uppsprickningsgrad, men p g a förekommande sprickriktningar finns en risk att dessa sammanfaller i schaktväggar och ger upphov till instabila block. Denna risk är störst för skärningar som stupar åt väster.

5.1 0/000–0/750 Bulyckevägen södra delen

Bergskärning erhålls vid km 0/380-0/460 samt vid km 0/580 för GC-vägen. Vid km 0/700 finns utmed sträckans vänstra sida branta naturliga bergslänter. Vid dessa passager finns en liten risk för blockutfall, särskilt mot GC-vägen.

Block som riskerar att falla ut ur slänterna åtgärdas med bergrensning och/eller med selektiv bultning.

5.2 0/750–0/900 Bulyckevägen norra delen

Mellan km 0/770 och km 0/810 går GC-vägen utmed högra sidan i skärning i en ca 10 m hög naturlig brant slänt. Det finns en förhöjd risk för bergutfall ner mot GC-vägen för denna del.

Block som riskerar att falla ut ur slänterna åtgärdas med bergrensning och/eller med selektiv bultning.

5.3 0/900–1/070 Deponiområdet

Inget berg längs vägsträckningen förekommer i denna del.

5.4 1/070–1/450 Skogsparti söder om kraftledningsgatan

Hela sträckan är förlagd till berg. Det finns en förhöjd risk för bergutfall i skärningar på höger sida mot bilvägen. Risken för bergutfall på vänster sida mot GC-vägens sida bedöms vara liten.

Block som riskerar att falla ut ur slänterna åtgärdas med bergrensning och/eller selektiv bultning. Ifall denna del omfattar bergschaktade slänter ska dessa utföras med hänsyn till befintliga slag i syfte att optimera bergförstärkning i schaktade väggar.

5.5 1/450–1/650 Skogsparti norr om kraftledningsgatan

Hela sträckan är förlagd till berg. En liten risk för blockutfall föreligger för schaktväggar som hamnar på vänster sida (relativt längdmätningsriktningen).

Enstaka bergblock kan behöva åtgärdas med bergrensning och/eller selektiv bultning.

5.6 1/650-1/900 Tidigare jordbruksmark

Inget berg längs vägsträckning förekommer i denna del. En låg bergschakt är planerat mellan km 1/820 och km 1/900.

Bedömningen görs att ingen bergförstärkning är nödvändig i detta område.

5.7 1/900-2/100 Skogsparti söder om Älvegårdsområdet

På grund av mycket låga schakthöjder i berg föreligger endast en liten risk för blockutfall.

Enstaka bergblock kan behöva åtgärdas med bergrensning och/eller selektiv bultning.

5.8 2/100-2/745 Älvegårdsområdet

Mellan km 2/140 och km 2/200 passeras en brant naturlig slänt på höger sida som även kommer att schaktas. Det finns en förhöjd risk för bergutfall ner mot bilvägen.

Säkring av bergslänterna i denna del åtgärdas med bergrensning och bergbultning av instabila block.

5.9 Syrhålamotet

Inget berg längs vägsträckningen förekommer i denna del. Utmed infarten till Volvo, Fördelarvägen, har dock en ny GC-väg projekterats vilken skär igenom ett litet bergsparti på vägens södra sida.

Bergspartiet har en höjd av upp mot 4 m över befintlig väg. Skärningen medför dock att bergspartiet i stort försvinner. Bergskärningen utförs i 1:2 med en maxhöjda av 3 m. Inga förstärkningsåtgärder bedöms erfordras.

6 Radon

Radonutredning har inte utförts inom ramen för detta uppdrag.

7 Sättningar

7.1 0/000-0/750 Bulyckevägen södra delen

Området utgörs av fyllnadsmassor av krossmaterial ovan gyttjig lera. Ställvis har massutskiftning utförts. För områden som inte utgörs av fastmark enligt planritning i Mur Geo ska all ytterligare pålastning väntas ge långtidsbundna sättningar.

7.2 0/750-0/900 Bulyckevägen norra delen

De naturliga jordlagren i läge för befintlig GC-väg utgörs av berg eller friktionsjord på berg. Från mitten av Bulyckevägen och österut bedöms området utgöras av fastmark eller massutskiftning som når fast botten. Sättningar är inte att förvänta vid pålastning.

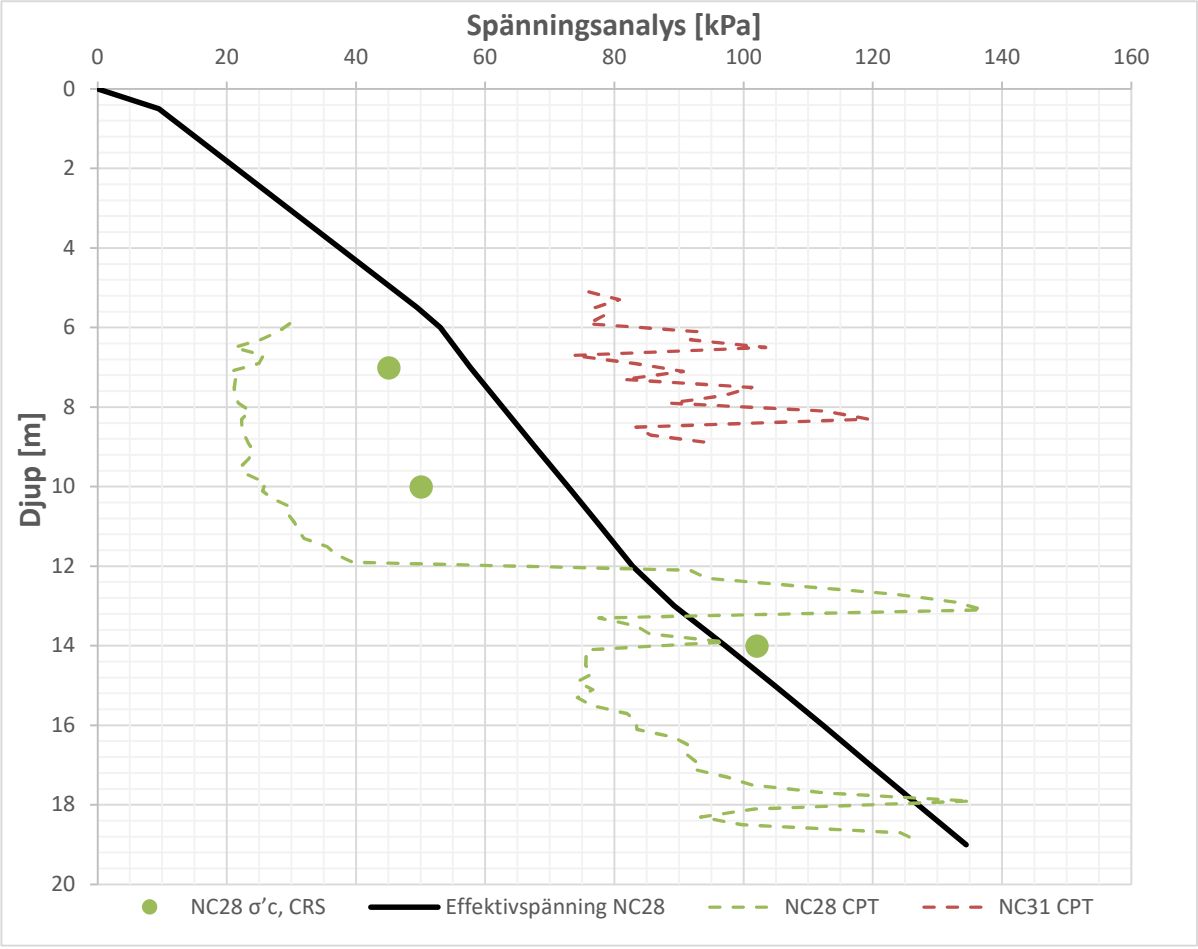
Utmed västra sidan av vägen underlagras massutskiftningen ställvis av lösare jordar och väster om vägen utgörs jordlagren av deponimassor ovan organisk jord. All ytterligare pålastning förväntas ge långtidsbundna sättningar inom denna del av området.

7.3 0/900-1/070 Deponiområdet

7.3.1 Förutsättningar

Sättningssituationen inom deponiområdet är svårbedömd då uppföljning av sättningar samt uppgifter om fyllnadsmassorna saknas. I tidigare utredningar finns uppgifter på projekterad utfyllnad i början av 70-talet. Omfattning och mäktighet verkar i stort stämma med vad som kan tolkas från nu utförda sonderingar. Det saknas dock uppgifter på om ytterligare utfyllnader inom deponin utförts sedan dess. Det bedöms som mycket troligt att någon typ av nivåjustering utförts en tid efter den initiala pålastningen. Dessutom kan det enligt tidigare utredning finnas organiskt material i deponimassorna som kan ge sättningar över tid även i fyllnadsmassorna.

Utifrån det spänningsdiagram som tagits fram baserat på undersökningar i bh NC28, se Figur 7-1 nedan, pågår fortfarande sättningar. Spänningsanalysen visar på att det pågår konsolideringssättningar i gyttjan och att leran under gyttjan i stort sett är normalkonsoliderad varpå krypsättningar kan förväntas. I analysen har en övre grundvattenyta på 0,5 m under markytan antagits. Portrycket ökar med 9 kPa/m för att vid nivå -9 överensstämma med uppmätt portryck (165 kPa). Den övre grundvattenytan baseras på arkivundersökningar.



Figur 7-1. Spänningsanalys vid borrhål NC28.

7.3.2 Beräkningar – förbelastning

För att erhålla en uppskattning av sättningsutvecklingen har en beräkning enligt Casagrande utförts, se Figur 7-2 nedan. Vid beräkningen har förutsatts 10 m sättningsbenägen jord med enkelsidig dränering uppåt. Antagandet baseras på att underlagrande friktionsjord bedöms ha ett porövertryck jämfört med ursprunglig markyta. Konsolideringskoefficienten har tolkats från nu utförda CRS-försök på gyttjan.

Tidsfaktorn $T_v=c_v*t/h^2$

t: tid (s)
h: längsta dräneringsvägen (m)

Konsolideringsgrad (enligt Casagrande, 1938):
Approximation av kurvan, om U<60% = T_v<0,28:
$U_v=2*\sqrt{(T_v/\pi)}$

Om U>60% = T_v>0,28:
T=1,781-0,933*log(100-U%)
==>
$U_v=1-0{,}810767*0{,}08476^{Tv}$

Annars gäller allmänt:

$$U = 1 - \frac{8}{\pi^2}\sum_{j=1}^{\infty}\frac{1}{(2j-1)^2}\exp\left[-(2j-1)^2\frac{\pi^2}{4}\frac{c_v t}{h^2}\right]$$

Figur 7-2. Sättningsberäkning enligt Casagrande.

Resultaten från sättningsberäkningar går att se i Figur 7-3.

h	10	m
$S_{tot}(z)$	1,000	m
$c_{v,\ lera,\ medel}$	3,00E-08	m^2/s

Tid	t	Tidsfaktorn	Medelkons.	S_{tot}	S_{tid}	$S_{kvarstående}$
[år]	[s]	T_v	U_v	[m]	[m]	[m]
0,083	2628000	0,000788	0,031683	1,000	0,032	0,968
0,167	5256000	0,001577	0,044807	1,000	0,045	0,955
0,25	7884000	0,002365	0,054877	1,000	0,055	0,945
1,5	47304000	0,014191	0,134420	1,000	0,134	0,866
6	189216000	0,056765	0,268840	1,000	0,269	0,731
7	220752000	0,066226	0,290381	1,000	0,290	0,710
10	315360000	0,094608	0,347072	1,000	0,347	0,653
20	630720000	0,189216	0,490833	1,000	0,491	0,509
30	946080000	0,283824	0,597569	1,000	0,598	0,402
40	1,261E+09	0,378432	0,681368	1,000	0,681	0,319
50	1,577E+09	0,473040	0,747717	1,000	0,748	0,252
100	3,154E+09	0,946080	0,921498	1,000	0,921	0,079
200	6,307E+09	1,892160	0,992399	1,000	0,992	0,008

Figur 7-3. Utförda sättningsberäkningar.

Utifrån beräkningen ovan kan ca 25% av den totala konsolideringssättningen kvarstå nu 50 år efter uppfyllnaden (Tid=50 år ger $s_{kvarstående}$=0,252 m av S_{tot}=1,0 m).

Vid rådande spänningsförhållanden bedöms det ge ytterligare 0,4 m sättning.

Det bedöms att max 0,1 m sättning kan tillåtas i bruksskedet för att klara differenssättningskraven. Vid deponin gäller VR=60 km/h och vertikalradie R=10000 m övergående till R=5000 m vid deponin.

Vid en förbelastning behöver således minst 0,3 m sättning fås ut innan vägen byggs.

Vid en förbelastning med 60 kPa (ca 3 m grovkrossad sprängsten) erhålls 0,3 m sättning efter 8 år. Vid 100 kPa förbelastning erhålls 0,3 m sättning efter 3 år.

Förbelastning behöver kompletteras med vertikaldränering då liggtiden annars bedöms bli orimligt lång. För att få 0,3 m sättning på 1,5 år med 60 kPa behöver vi öka konsolideringskoefficienten, cv, till $1,5*10^{-7}$ m^2/s.

Det kan erhållas genom installation av 0,1 m dränrör i ett kvadratiskt rutmönster c/c 2,5 m.

Beräkning är utförd utifrån vad som anges i TK Geo 13.

7.3.3 Beräkningar – lastkompensation

För att minska framtida sättningar har avlastning studerats som förstärkningsalternativ. Det har antagits att 20 kPa behöver lastas av för att kompensera för pågående sättningar.

Spänningsanalys har utförts för olika avlastningsalternativ i form av lastkompensation med lätta massor. Avlastning utförs för att minska pågående sättningar samt för att förhindra nya vid anläggande av ny vägbank. Som lättfyllning har skumglas antagits. Tre olika alternativ har studerats;

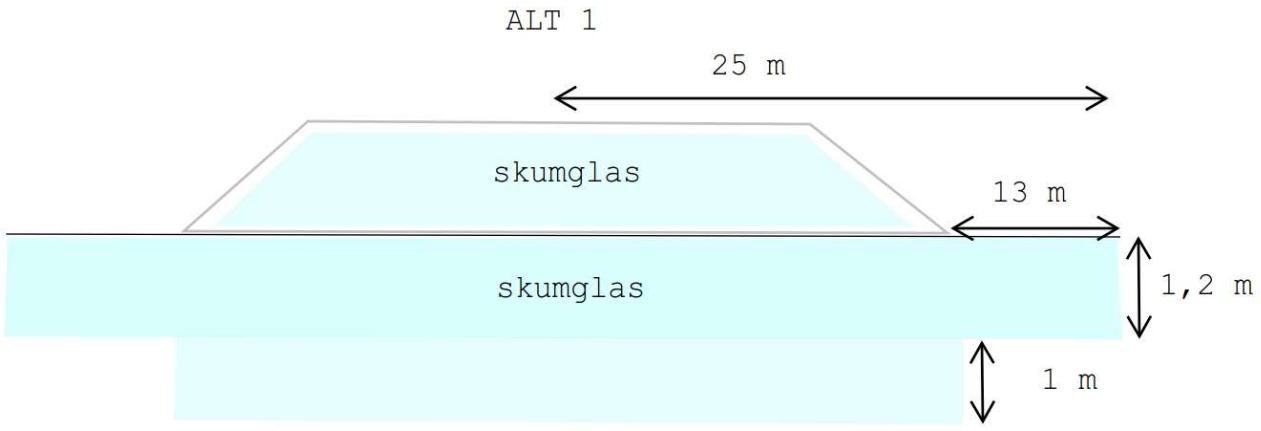
- Alternativ 1: Skumglas under planerad vägbank samt vid sidan av vägbanken. Detta alternativ syftade till att studera minsta möjliga schaktdjup under planerad vägbank.
- Alternativ 2. Skumglas endast under planerad vägbank.
- Alternativ 3: Skumglas under planerad vägbank samt vid sidan av vägbanken. Till skillnad från alternativ 1 undersöktes hur mycket det gick att minska utbredningen vid sidan av vägbanken, dvs minsta möjliga utbredningen i plan undersöktes.

7.3.4 Beräkningsresultat - lastkompensation

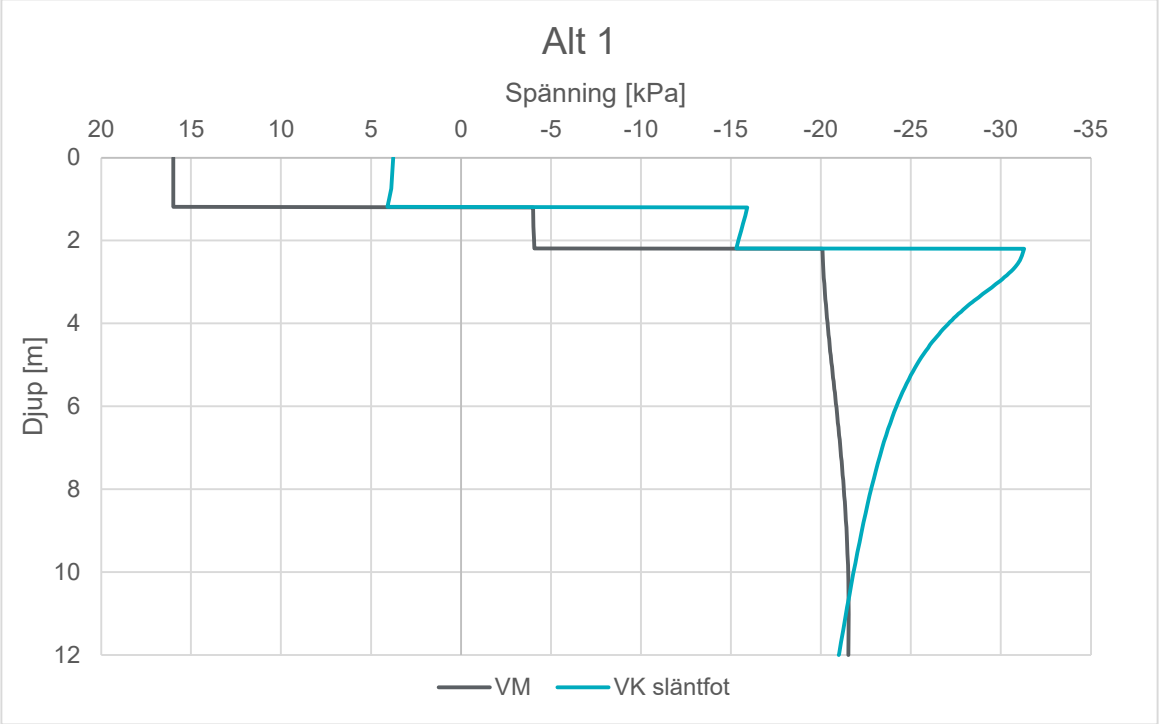
För att eliminera pågående sättningar behöver 1,2 m av befintlig markyta schaktas av och ersättas med skumglas. Detta gäller för samtliga förstärkningsalternativ. Med hjälp av att alternera utbredningen i plan kan schaktdjupet under vägbanken varieras. I resultaten som redovisas nedan redogörs hur utbredningen och djupet på massutskiftningen kan optimeras vid de olika alternativen som beskrivits ovan. Samtliga spänningsanalyser är utförda till underkant gyttja.

Alternativ 1

För att minimera det totala schaktdjupet behöver utbredningen i plan ökas för att uppnå fullgod avlastning ned till underkant gyttja. Vid en avschaktningsyta som sträcker sig 25 m om vardera sida av vägmitt och med schaktdjup av 1,2 m samt en djupare schakt under planerad vägbank (ytterligare 1 m schakt) uppnås fullgod avlastning. Principskiss över förstärkningsalternativet framgår av Figur 7-4 nedan. Spänningsanalys för förstärkningsalternativet redovisas i Figur 7-5.



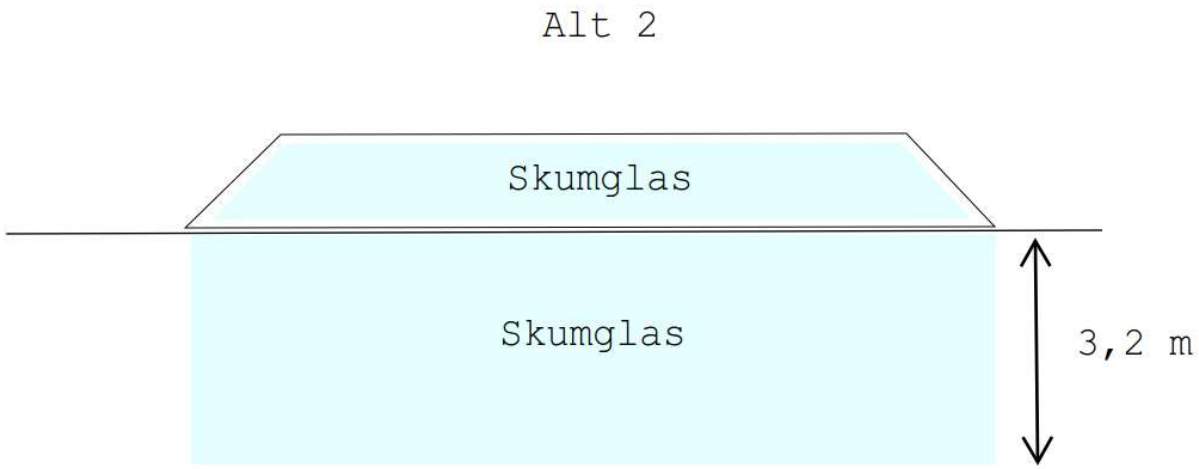
Figur 7-4. Beräknad utbredning av skumglas vid total lastkompensation (förstärkningsalternativ 1).



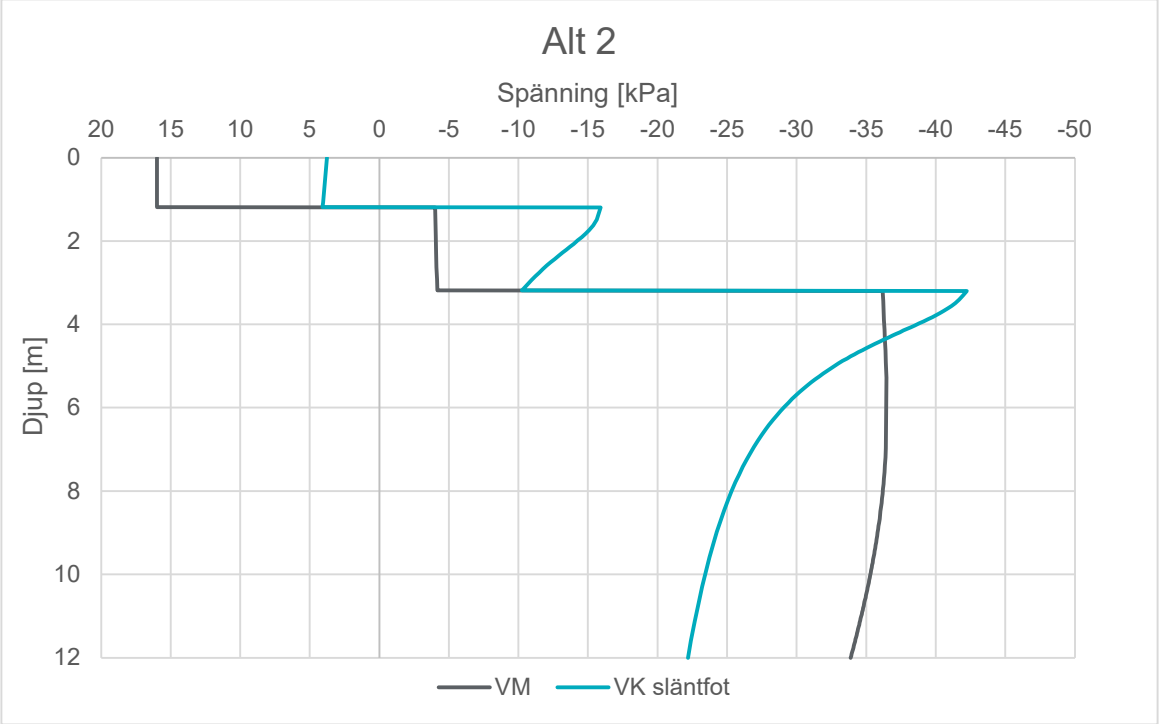
Figur 7-5. Spännigsanalys för förstärkningsalternativ 1. Grafen visar två studerade punkter: en i vägmitt samt en vid släntfot.

Alternativ 2

Vid massutskiftning under vägbanken erfordras att totalt 3,2 m av befintlig fyllnings ersätts med skumglas. I Figur 7-6 och Figur 7-7 nedan redovisas principskiss samt spänningsanalys för förstärkningsalternativet.



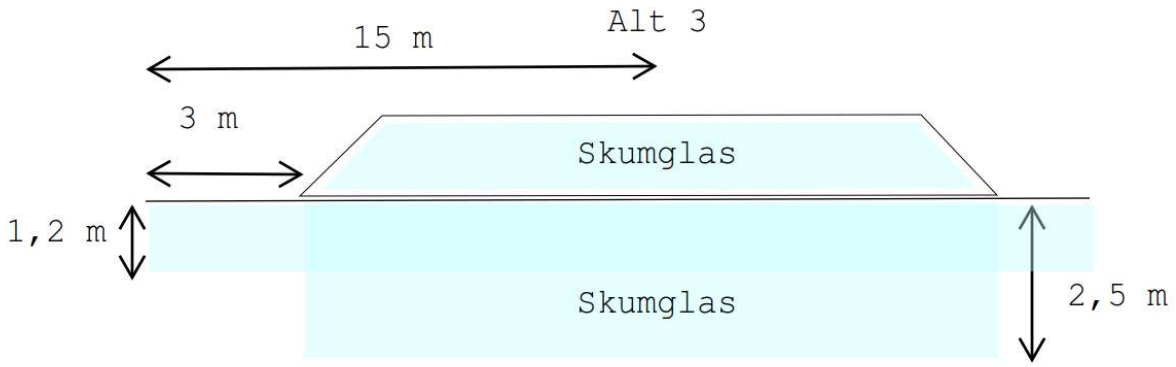
Figur 7-6. Principskiss över förstärkningsalternativ 2.



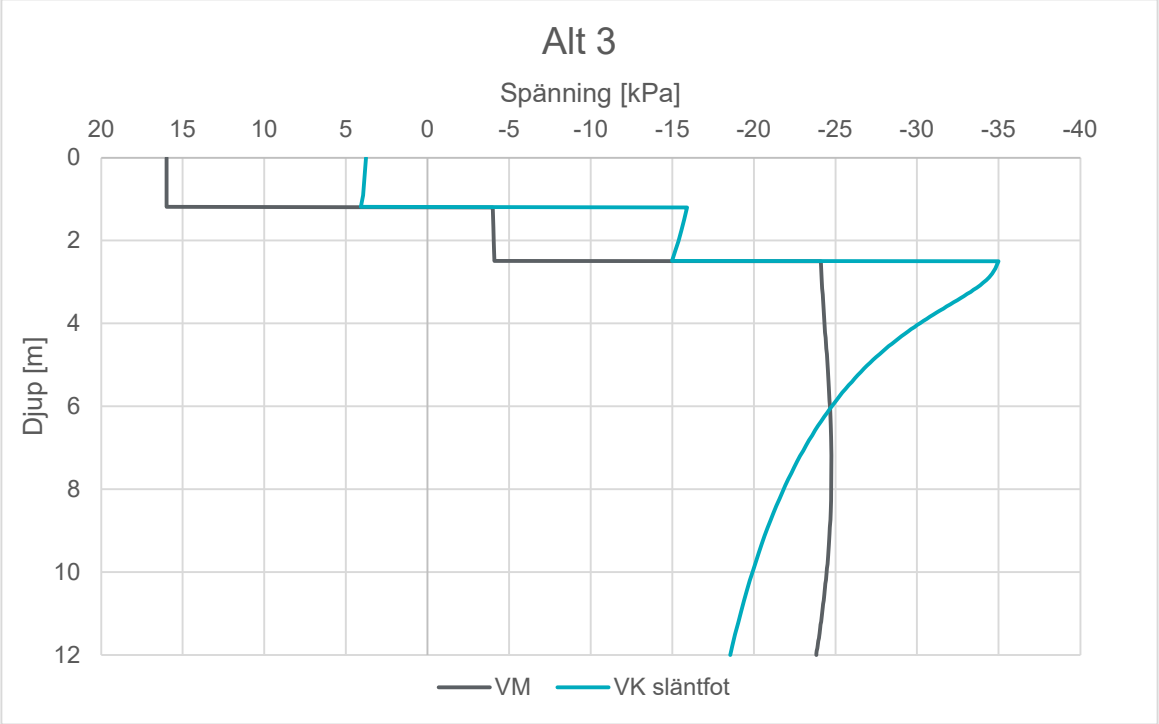
Figur 7-7. Spänningsanalys för förstärkningsalternativ 2. Grafen visar två studerade punkter: en i vägmitt samt en vid släntfot.

Alternativ 3

För att minska utbredningen i plan erfordras att schaktdjupet under planerade vägbank ökas jämfört med alternativ 1. Om schaktdjupet under planerad vägbank totalt blir 2,5 m (inkl. 1,2 m avschaktning för pågående sättningar), kan utbredningen i plan minskas till 15 m om vardera sida av vägmitt. Principskiss och spänningsanalys för förstärkningsalternativet framgår av Figur 7-8 och Figur 7-9 nedan.



Figur 7-8. Principskiss över förstärkningsalternativ 3.



Figur 7-9. Spänninganalys för förstärkningsalternativ 3. Grafen visar två studerade punkter: en i vägmitt samt en vid släntfot.

7.4 1/070 -1/450 Skogsparti söder om kraftledningsgatan

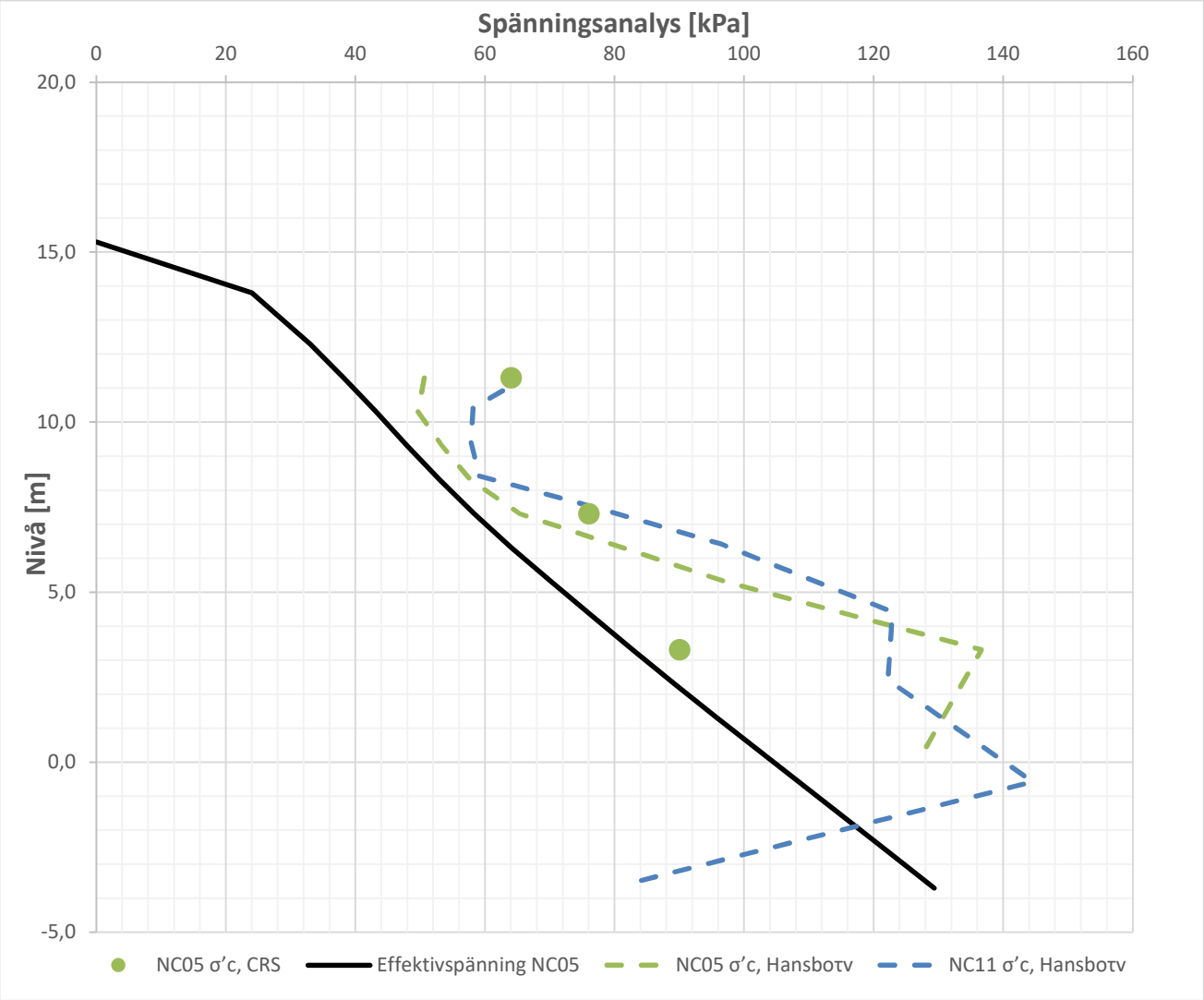
Området utgörs av fastmark med berg i eller nära i dagen. Sättningar är inte att förvänta vid pålastning.

7.5 1/450-1/650 Skogsparti norr om kraftledningsgatan

Området utgörs av fastmark med berg i eller nära i dagen. Sättningar är inte att förvänta vid pålastning.

7.6 1/650-1/900 Tidigare jordbruksmark

Baserat på spänningsanalys som utförts i leran (som baseras på empiri och CRS-försök), se Figur 7-10, bedöms ej sättningar uppstå vid pålastning av upp till 1m vägbank. Analysen visar på att leran är överkonsoliderad de översta 10 m övergående till normalkonsoliderad mot djupet. I slutet av sträckan uppgår bankhöjden till över 2 m varpå sättningar ska förväntas om vägen inte lastkompenseras med exempelvis lättklinker.



Figur 7-10. Spänningsanalys i leran vid tidigare jordbruksmark.

7.7 1/900-2/100 Skogsparti söder om Älvegårdsområdet

Området utgörs av fastmark med berg i eller nära i dagen. Sättningar är inte att förvänta vid pålastning.

7.8 2/100-2/745 Älvegårdsområdet

Sträckan utgörs i huvudsak av lermark. Lerans sättningsegenskaper har ej utretts inom ramen för detta projekt.

7.9 Syrhålamotet

De naturliga jordlagren i området utgörs till övervägande del av lera ovan friktionsmaterial. Lermäktigheten varierar kraftigt, mellan ca 0-14 m. På grund av stora variationer i lermäktighet och materialparametrar inom området är det svårt att dra en generell slutsats för hela området. Tidigare CRS-försök visar att leran är svagt överkonsoliderad med uppskattad OCR runt 1,5. En svagt överkonsoliderad lera innebär att marken kan vara känslig för sättningar. För att undvika ojämna differentialsättningar bedöms lättklinkerfyllning eller annan form av kompensationsgrundläggning vara nödvändig för de nyprojekterade områdena där en större lermäktighet råder.

8 Slutsats

Planens intentioner är genomförbara förutsatt att restriktioner/åtgärder nedan gällande stabilitet och bergras-blocknedfall implementeras. Observera att kompletterande fältundersökningar rekommenderas inom några delsträckor.

8.1 Stabilitet

Stabiliteten inom detaljplanen bedöms som tillfredsställande för befintlig mark såväl som för projekterad väg.

Vid km ca 0/265 till km ca 0/285 har utfyllnad på fastighet direkt väster om vägen/detaljplanen dock ej kunnat påvisas ha tillfredsställande stabilitet. För att glidytor in mot detaljplanen ska erhålla tillfredställande säkerhet mot skred krävs att marken inte belastas inom angränsande mark väster om vägen på denna sträcka. Belastningsrestriktionen gäller fram till fastmarksgränsen. Det ska observeras att beräkningarna baseras på en konservativ tolkning av jordlagerföljden. Kompletterande fältundersökningar kan eventuellt påvisa mer gynnsamma förhållanden.

Stabilitetsberäkning mot befintlig banvall för anslutningsväg för Syrhåla 4:1, 4:2 & 4:3 har ej utförts då geotekniskt underlag saknas. Banvallen är ca 3 m hög och uppgifter om dess uppbyggnad saknas. Förutsatt att banvallen inte belastas och ges en släntlutning på 1:5 ned mot vägen anses stabiliteten vara tillfredsställande.

Inom Syrhålamotet bedöms grundförstärkning erfordras för delar av projekterade vägbanker. Det krävs dock kompletterande fältundersökningar för att kunna analysera förstärkningsbehovet. Åtgärder som ryms inom detaljplanen, såsom lastkompensation, är dock möjliga att utföra. Befintliga vägbanker är projekterade på 2000-talet utifrån Vägverkets tekniska krav och kan därför ses som stabila.

8.2 Bergras och blocknedfall

Risk för bergras och blockutfall finns utmed delar av de sträckor där projekterad väg går i skärning, se kapitel 5. Risken bedöms kunna åtgärdas med bergrensning och/eller med selektiv bultning.

I slutet av sträckan, vid km 2/140 till km 2/200, bedöms dock en mer utförlig bergbultning och bergrensning erfordras

Samtliga åtgärder ryms inom detaljplaneområdet.

8.3 Radon

Radonutredning har inte utförts inom ramen för detta uppdrag.

8.4 Grundläggning

Huvuddelen av sträckan går över fastmark varpå grundförstärkning utöver mindre urgrävning av organiska och tjälskjutande ytjordlager ej bedöms erfordras.

Nedan ges sammanfattande rekommendationer för delsträckor som går över sättningsbenägna jordar.

8.4.1 0/000-0/750 Bulyckevägen södra delen

Där väg och GC-väg breddas ut över tidigare ej belastad mark ska sättningar väntas. Det går mycket ledningar utmed Bulyckevägen. För att inte skada dessa rekommenderas generellt att all tillförd last totalkompenseras med lättfyllning.

8.4.2 0/750-0/900 Bulyckevägen norra delen

Då projekterad GC-väg i huvudsak ligger inom befintlig sträckning och strax över markytan där breddning sker bedöms eventuella sättningar bli acceptabla. Mindre massutskiftning av ytliga sättningsbenägna jordar kan dock sträckvis erfordras. Ytjordlagren är kraftigt förorenade varpå kostnaden för kvittblivning av schaktmassor ska vägas mot risken för sättningar, se kapitlet nedan.

8.4.3 0/900-1/070 Deponiområdet

Marken bedöms vara utsatt för långtidsbundna sättningar varpå grundförstärkning erfordras, se kapitel 7.1.3.

Möjliga åtgärder bedöms vara förbelastning, lastkompensation med lättfyllning alternativt pålning. Nedan följer en mycket översiktlig kostnadsbedömning samt de för och nackdelar som föreligger vid respektive metodval.

8.4.3.1 Förbelastning

Vid kalkyl har förbelastning med 3 m hög sprängstensbank i kombination med vertikaldräner förutsatts. I anslutning till befintlig Bulyckeväg antas den behöva kombineras med lastkompensation med lättfyllning för att inte påverka befintlig väg och ledningar. Vägbanken förutsätts byggas upp med lättfyllning för att inte påföra last i permanentskedet. I anslutning mot fastmarken i norr har en övergång med massutskiftning förutsatts.

Arbete/Material	Volym	Enhet	á-pris	Summa
Förbelastning	9936	m^3	190	1 887 769 kr
Dräner, styck	395	st	0	0 kr
Dräner, längd	3769	m	312	1 175 117 kr
Schakt lättfyllnad	1041	m^3	1500	1 561 500 kr
Skumglas	1437	m^3	550	790 350 kr
Schakt massutskiftning	1060	m^3	1500	1 590 000 kr
Sprängsten utskiftning	1060	m^3	40	42 400 kr
			Totalsumma:	**7 047 136 kr**

Metoden i sig är relativt billig, som framgår av tabell ovan är det främst urgrävningarna i början och slutet av sträckan som är kostnadsdrivande. Åtgärden kräver åtkomst till marken i god tid innan färdigställandet för att med säkerhet hinna få ut sättningarna genom förbelastning, se vidare under kapitel 7.3.2.

8.4.3.2 Lastkompensation

Utskiftning av deponimassor och lastkompensation med skumglas har kostnadsberäknats utifrån utformning enigt alternativ 3 under kapitel 7.2 ovan. Detta med anledning att utformningen bedöms vara den mest optimala utifrån schaktstabilitet och total schaktvolym. I anslutning mot fastmarkspartiet i norr sker en övergång med massutskiftning och återfyllnad med sprängsten.

Arbete/Material	Volym	Enhet	á-pris	Summa
Schakt lättfyllnad	9175,5	m^3	1500	13 763 250 kr
Skumglas	14893,5	m^3	550	8 191 425 kr
Schakt massutskiftning	1060	m^3	1500	1 590 000 kr
Sprängsten utskiftning	1060	m^3	40	42 400 kr
			Totalsumma:	**23 587 075 kr**

Kostnaden för deponeringen av överskottsmassorna gör att metoden blir relativt kostsam. Schaktning kommer till viss del att ske under grundvattenytan vilket innebär att vattnet behöver länshållas. Länshållningsvattnet kommer att vara förorenat varpå det krävs särskild rening innan det kan släppas i närliggande recipient. Då massorna bedöms vara permeabla kan vattenvolymen bli påtaglig. Reningskrav för länshållningsvattnet bedöms ligga i nivå med dem i Miljöförvaltningen i Göteborgs stads dokument *Riktlinjer och riktvärden för utsläpp av förorenat vatten till dagvattennät och redcipient (R2020:13)* med tillägg av ytterligare förorenande ämnen, såsom klorerade alifater, som har påträffats inom deponin.

8.4.3.3 Bankpålning

Förstärkningsåtgärden har beräknats utifrån att vägbanken förläggs på spetsbärande pålar. Förborrning genom deponimassorna har förutsatts krävas. Mindre schakt har förutsatts för att erhålla erforderligt avstånd mellan pålplatta och vägöverbyggnad. I anslutning mot fastmarkspartiet i norr sker en övergång med massutskiftning och återfyllnad med sprängsten.

Arbete/Material	Volym	Enhet	á-pris	Summa
Antal pålar	580,8	st	0	0 kr
Längd pålar	7258	m	500	3 629 000 kr
Förborrning	3004,8	m	274	822 095 kr
Schakt till PA	3817,5	m^3	1500	5 726 250 kr
Antal plattor	580,8	st	2940	1 707 552 kr
Geonät	3217,5	m^2	200	643 500 kr
Schakt massutskiftning	1060	m^3	1500	1 590 000 kr
Sprängsten utskiftning	1060	m^3	40	42 400 kr
			Totalsumma:	**14 160 797 kr**

Utifall att sprängstenen i deponimassorna utgörs av block kan det förhindra förborrning med efterföljande pålning. Eventuella block kan då behöva schaktas ur vilket är mycket kostsamt givet massornas föroreningsgrad. Vid nu utförda fältundersökningar påträffades dock inga hinder som anger att förborrning inte ska vara möjligt.

8.4.4 1/650-1/900 Tidigare jordbruksmark

Projekterad vägbank bedöms erfordra grundförstärkning med hänsyn till sättningar där vägbanken höjd uppgår till ca 2 m.

8.4.5 Syrhålamotet

Då projekterad utformning innebär utfyllnad utanför befintliga vägbankar finns risk för oacceptabla sättningar för oförstärkt bank. Tillkommande laster ska förväntas behöva lastkompenseras. Det erfordras dock kompletterande geotekniska fältundersökningar för att analysera behovet.

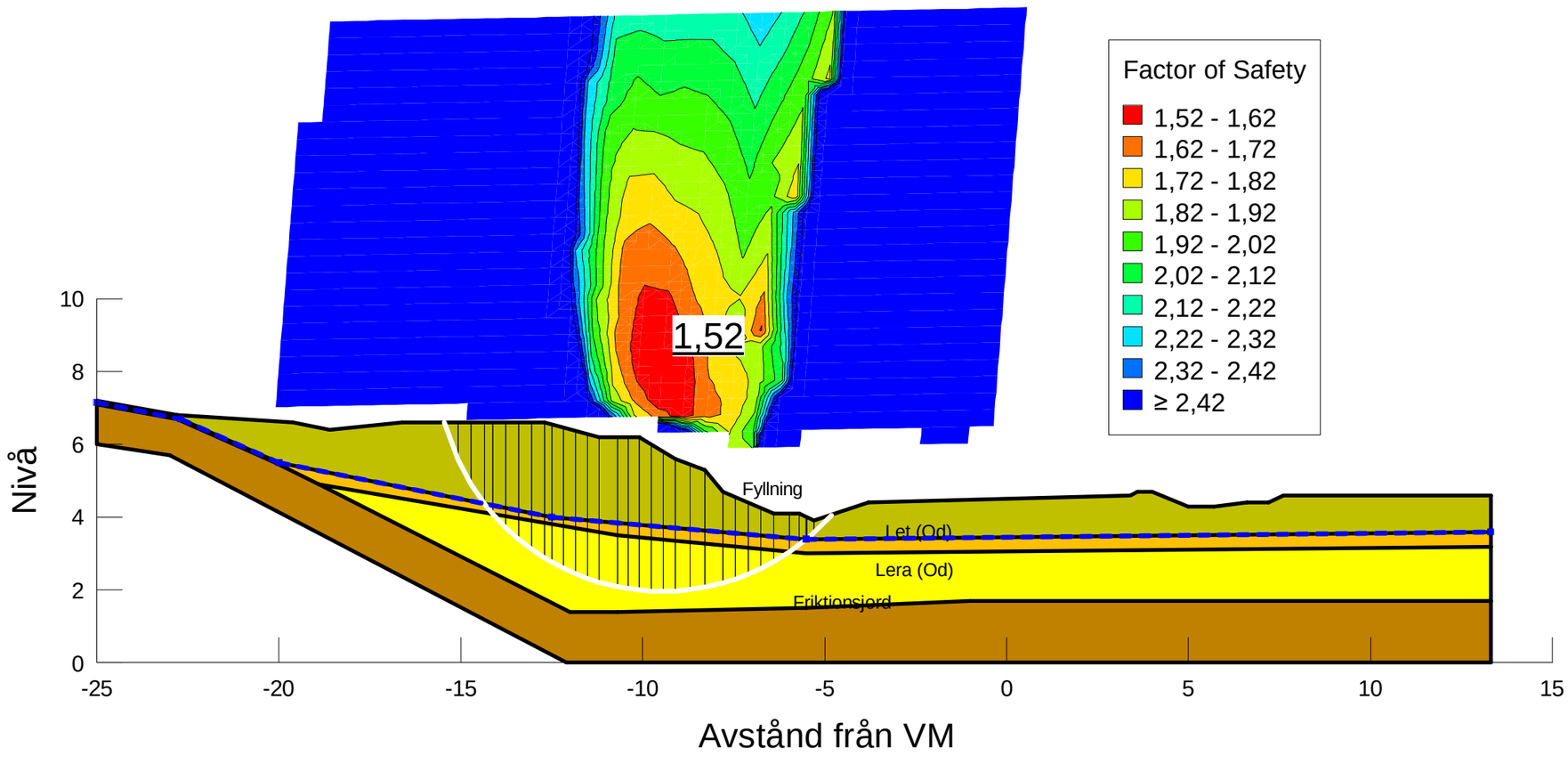
Norconsult

Torslanda tvärförbindelse
107 09 20

Sektion KM 0/300
Odränerad analys
Planerad utformning - utan last

Morgenstern-Price
Minsta glidytedjup: 1 m

Color	Name	Slope Stability Material Model	Unit Weight (kN/m³)	C-Top of Layer (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m²)/m)	C-Maximum (kPa)	Effective Cohesion (kPa)	Effective Friction Angle (°)	Constant Unit Wt. Above Water Table (kN/m³)
	Friktionsjord	Mohr-Coulomb	23				0	38	21
	Fyllning	Mohr-Coulomb	23				0	36	20
	Lera (Od)	S=f(depth)	15	12	0	0			
	Let (Od)	S=f(depth)	16,5	25	0	0			



N:\107\09\1070920\5 Arbetsmaterial\03 Beräkningar\G\Stab\ Sektion 0300.gsz
Senast redigerad: 2022-03-15, 15:37:47
Skapad av: Johanna Medin

Skala (A3): 1:150

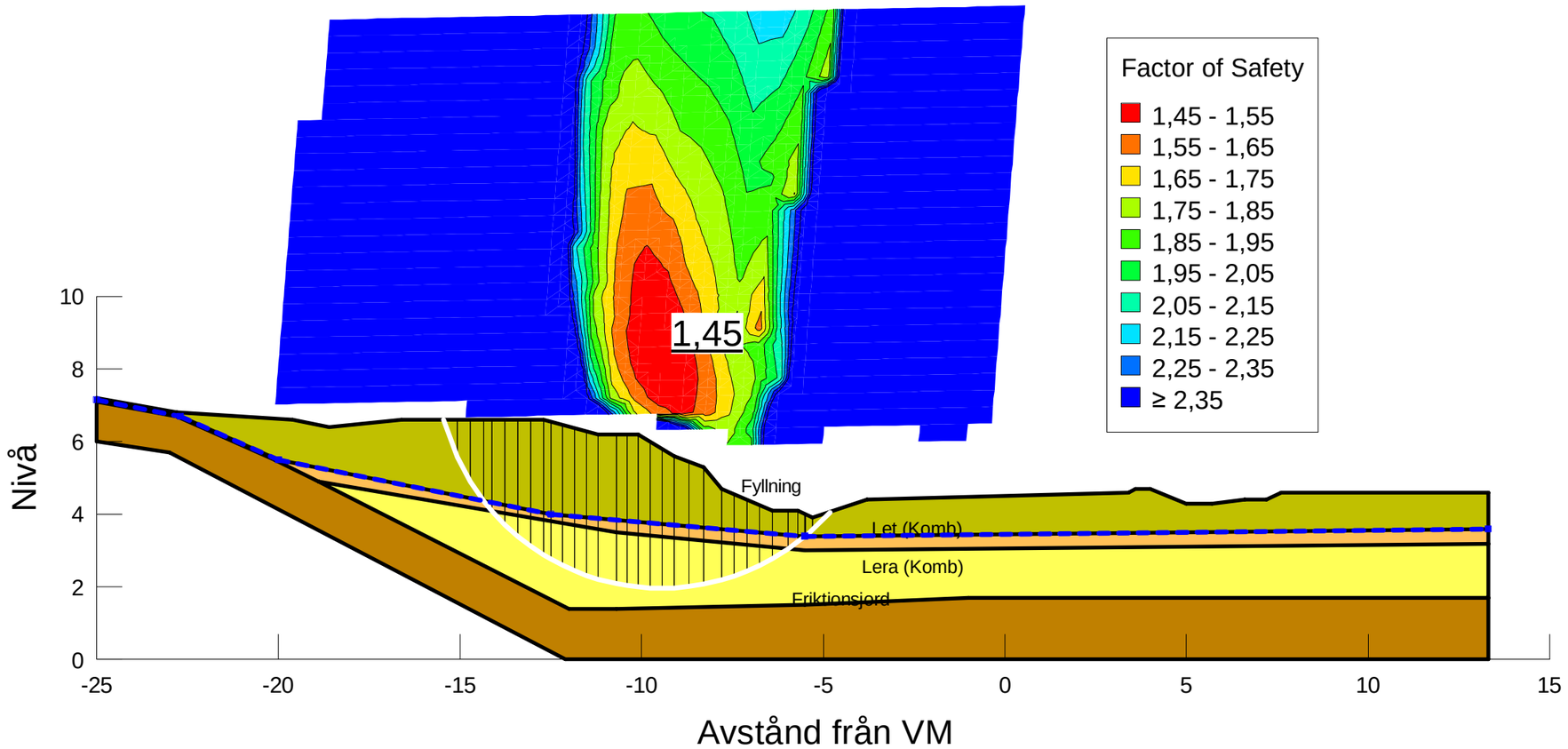
Norconsult

Torslanda tvärförbindelse
107 09 20

Sektion KM 0/300
Kombinerad analys
Planerad utformning - utan last

Morgenstern-Price
Minsta glidytedjup: 1 m

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 Water Table (kN/m³)
	Friktionsjord	Mohr-Coulomb	23	0	38						21
	Fyllning	Mohr-Coulomb	23	0	36						20
	Lera (Komb)	Combined, S=f(depth)	15		30	1,2	0	12	0	0,1	
	Let (Komb)	Combined, S=f(depth)	16,5		30	2,5	0	25	0	0,1	



N:\107\09\1070920\5 Arbetsmaterial\03 Beräkningar\G\Stab\ Sektion 0300.gsz
Senast redigerad: 2022-03-15, 15:37:47
Skapad av: Johanna Medin

Skala (A3): 1:150

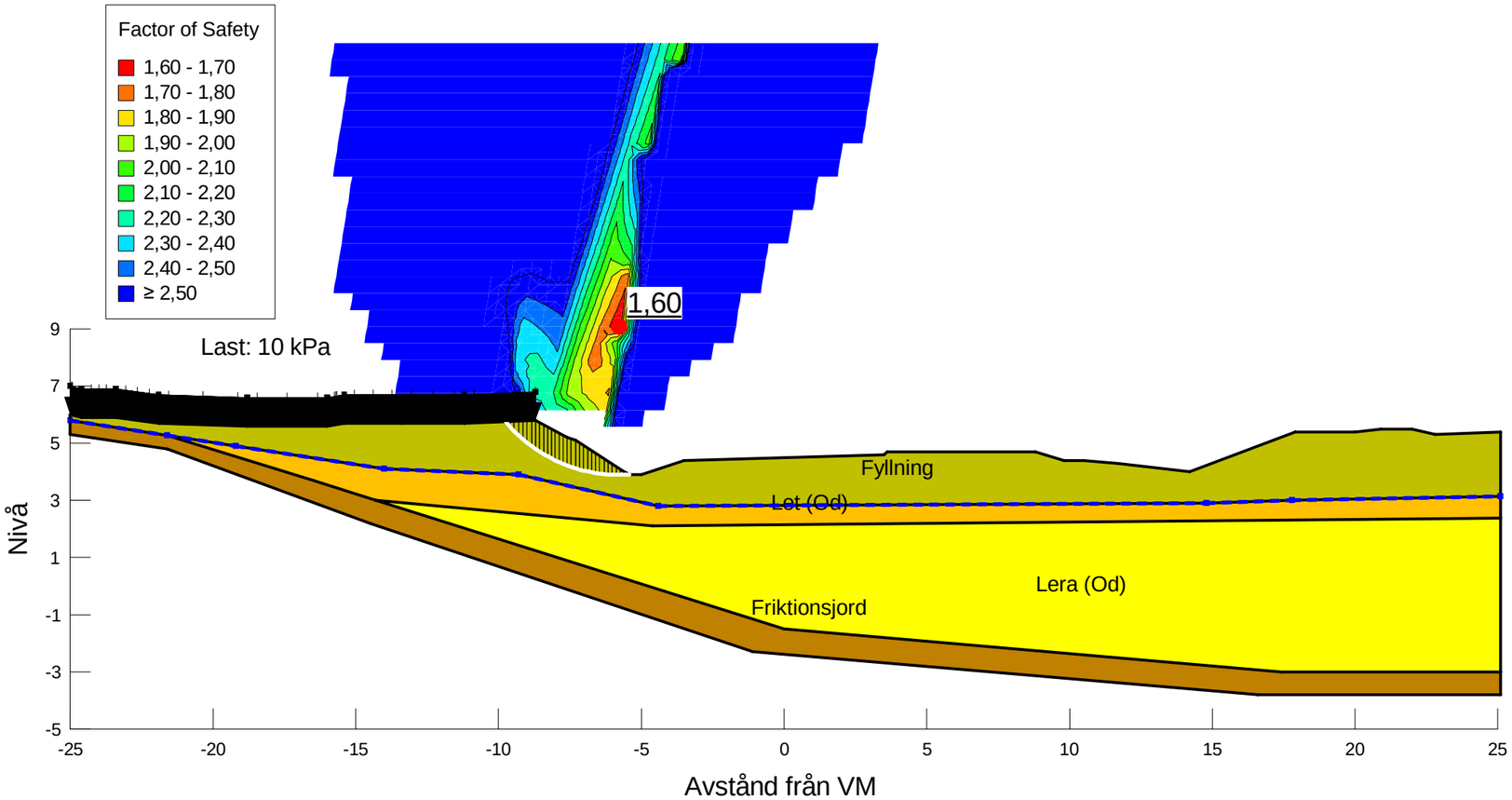
Norconsult

Torslanda tvärförbindelse
107 09 20

Sektion KM 0/320
Odränerad analys
Planerad utformning - vänster sida

Morgenstern-Price
Minsta glidytedjup: 1 m

Color	Name	Slope Stability Material Model	Unit Weight (kN/m³)	C-Top of Layer (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m²)/m)	C-Maximum (kPa)	Effective Cohesion (kPa)	Effective Friction Angle (°)	Constant Unit Wt. Above Water Table (kN/m³)
	Friktionsjord	Mohr-Coulomb	23				0	38	21
	Fyllning	Mohr-Coulomb	23				0	36	20
	Lera (Od)	S=f(depth)	15	12	0	0			
	Let (Od)	S=f(depth)	16,5	25	0	0			



N:\107\09\1070920\5 Arbetsmaterial\03 Beräkningar\G\Stab\ Sektion 0320.gsz
Senast redigerad: 2022-03-15, 15:43:06
Skapad av: Johanna Medin

Skala (A3): 1:200

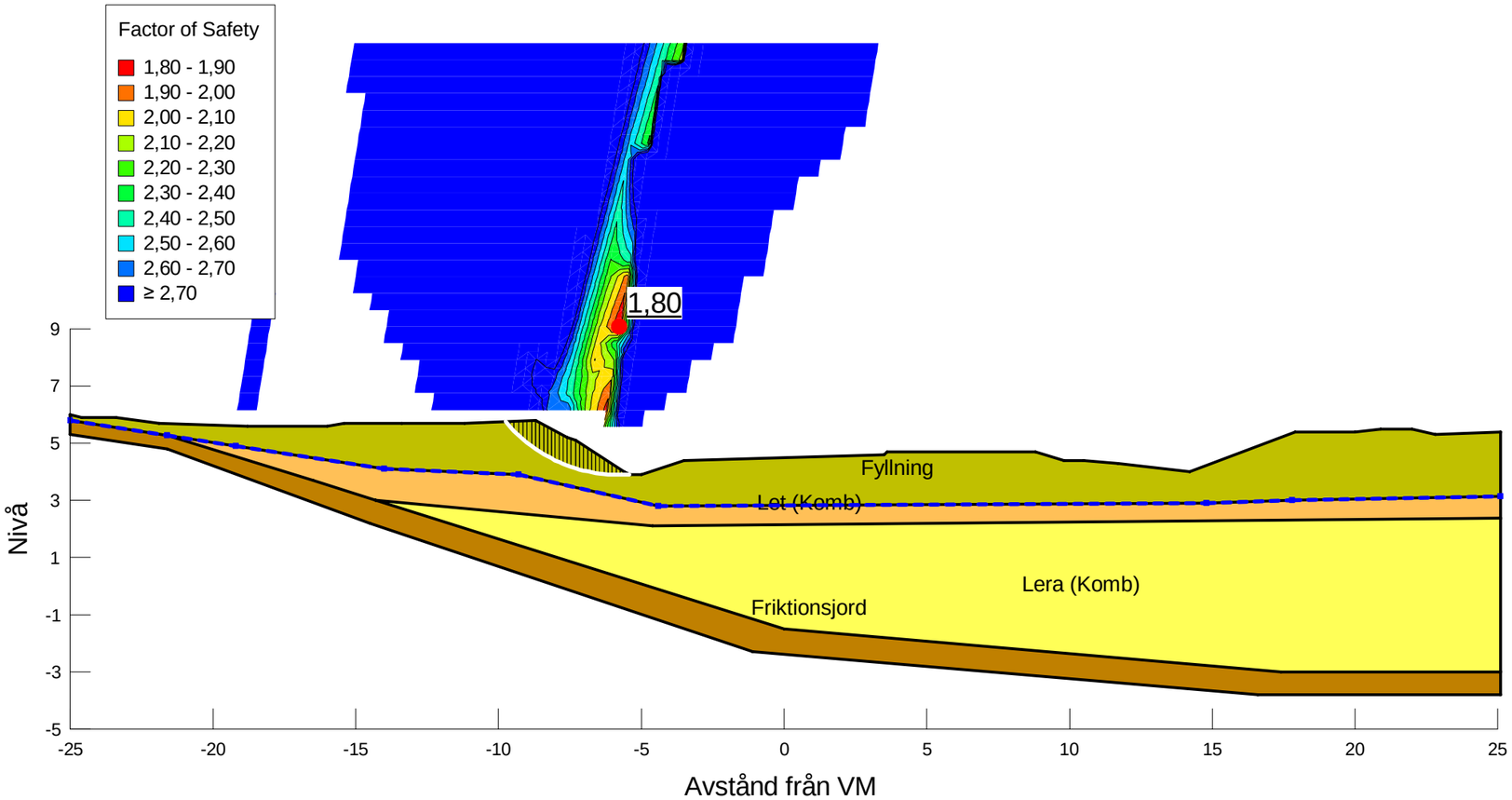
Norconsult

Torslanda tvärförbindelse
107 09 20

Sektion KM 0/320
Kombinerad analys
Planerad utformning - vänster sida

Morgenstern-Price
Minsta glidytedjup: 1 m

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 Water Table (kN/m³)
	Friktionsjord	Mohr-Coulomb	23	0	38						21
	Fyllning	Mohr-Coulomb	23	0	36						20
	Lera (Komb)	Combined, S=f(depth)	15		30	1,2	0	12	0	0,1	
	Let (Komb)	Combined, S=f(depth)	16,5		30	2,5	0	25	0	0,1	



N:\107\09\1070920\5 Arbetsmaterial\03 Beräkningar\G\Stab\ Sektion 0320.gsz
Senast redigerad: 2022-03-15, 15:43:06
Skapad av: Johanna Medin

Skala (A3): 1:200

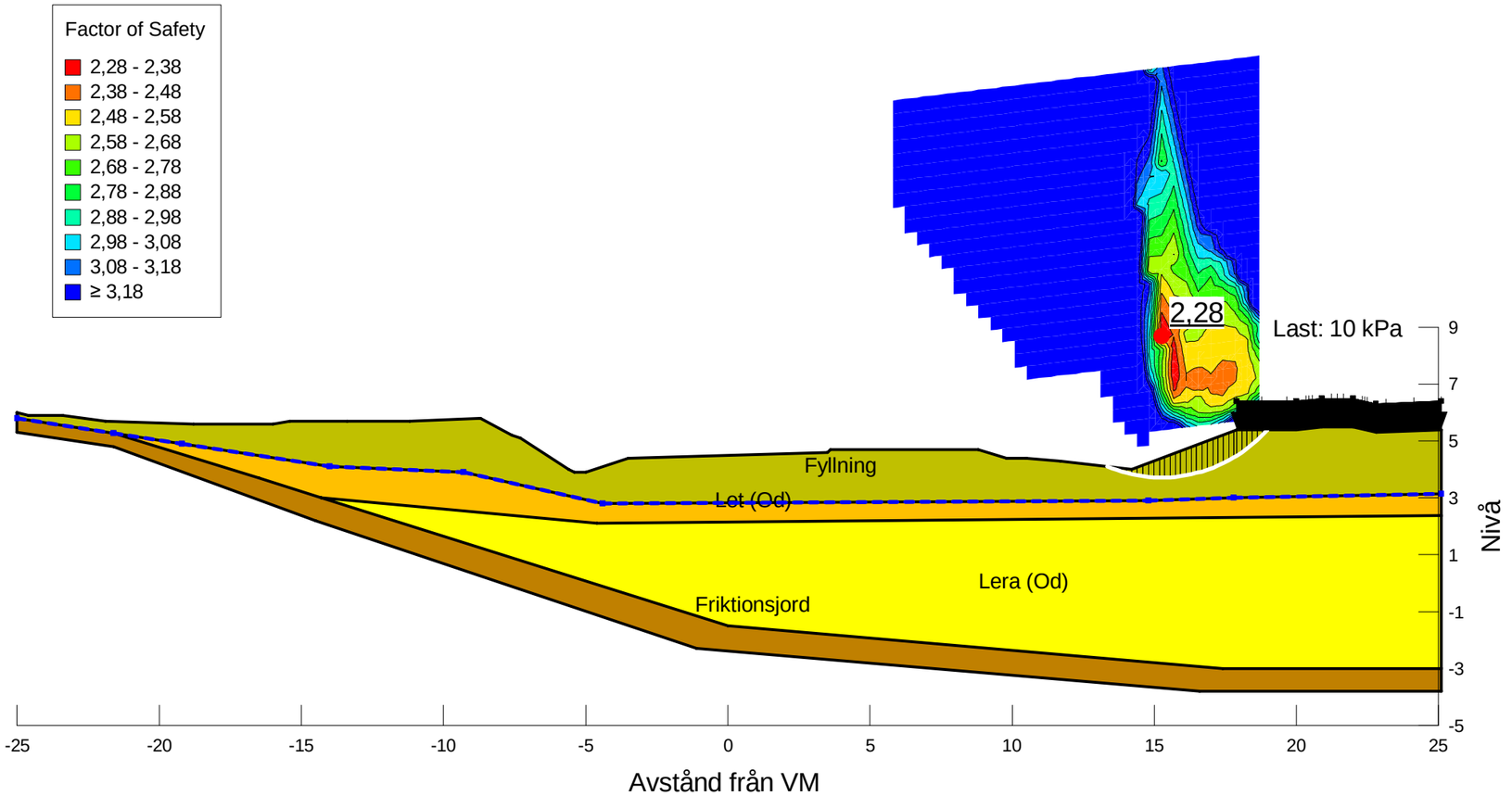
Norconsult

Torslanda tvärförbindelse
107 09 20

Sektion KM 0/320
Odränerad analys
Planerad utformning - höger sida

Morgenstern-Price
Minsta glidytedjup: 1 m

Color	Name	Slope Stability Material Model	Unit Weight (kN/m³)	C-Top of Layer (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m²)/m)	C-Maximum (kPa)	Effective Cohesion (kPa)	Effective Friction Angle (°)	Constant Unit Wt. Above Water Table (kN/m³)
	Friktionsjord	Mohr-Coulomb	23				0	38	21
	Fyllning	Mohr-Coulomb	23				0	36	20
	Lera (Od)	S=f(depth)	15	12	0	0			
	Let (Od)	S=f(depth)	16,5	25	0	0			



N:\107\09\1070920\5 Arbetsmaterial\03 Beräkningar\G\Stab\ Sektion 0320.gsz
Senast redigerad: 2022-03-15, 15:43:06
Skapad av: Johanna Medin

Skala (A3): 1:200

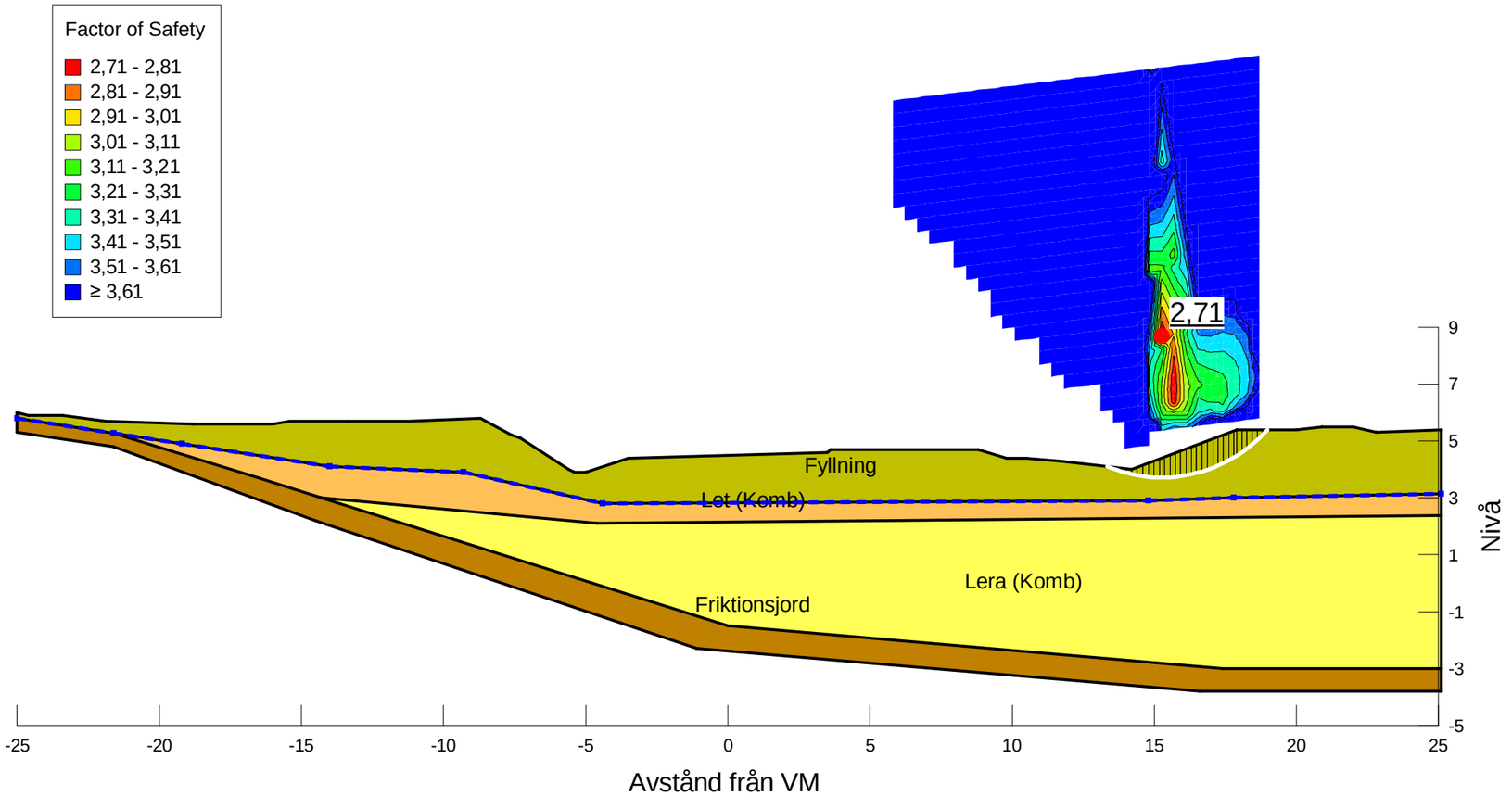
Norconsult

Torslanda tvärförbindelse
107 09 20

Sektion KM 0/320
Kombinerad analys
Planerad utformning - höger sida

Morgenstern-Price
Minsta glidytedjup: 1 m

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 Water Table (kN/m³)
	Friktionsjord	Mohr-Coulomb	23	0	38						21
	Fyllning	Mohr-Coulomb	23	0	36						20
	Lera (Komb)	Combined, S=f(depth)	15		30	1,2	0	12	0	0,1	
	Let (Komb)	Combined, S=f(depth)	16,5		30	2,5	0	25	0	0,1	



N:\107\09\1070920\5 Arbetsmaterial\03 Beräkningar\G\Stab\ Sektion 0320.gsz
Senast redigerad: 2022-03-15, 15:43:06
Skapad av: Johanna Medin

Skala (A3): 1:200

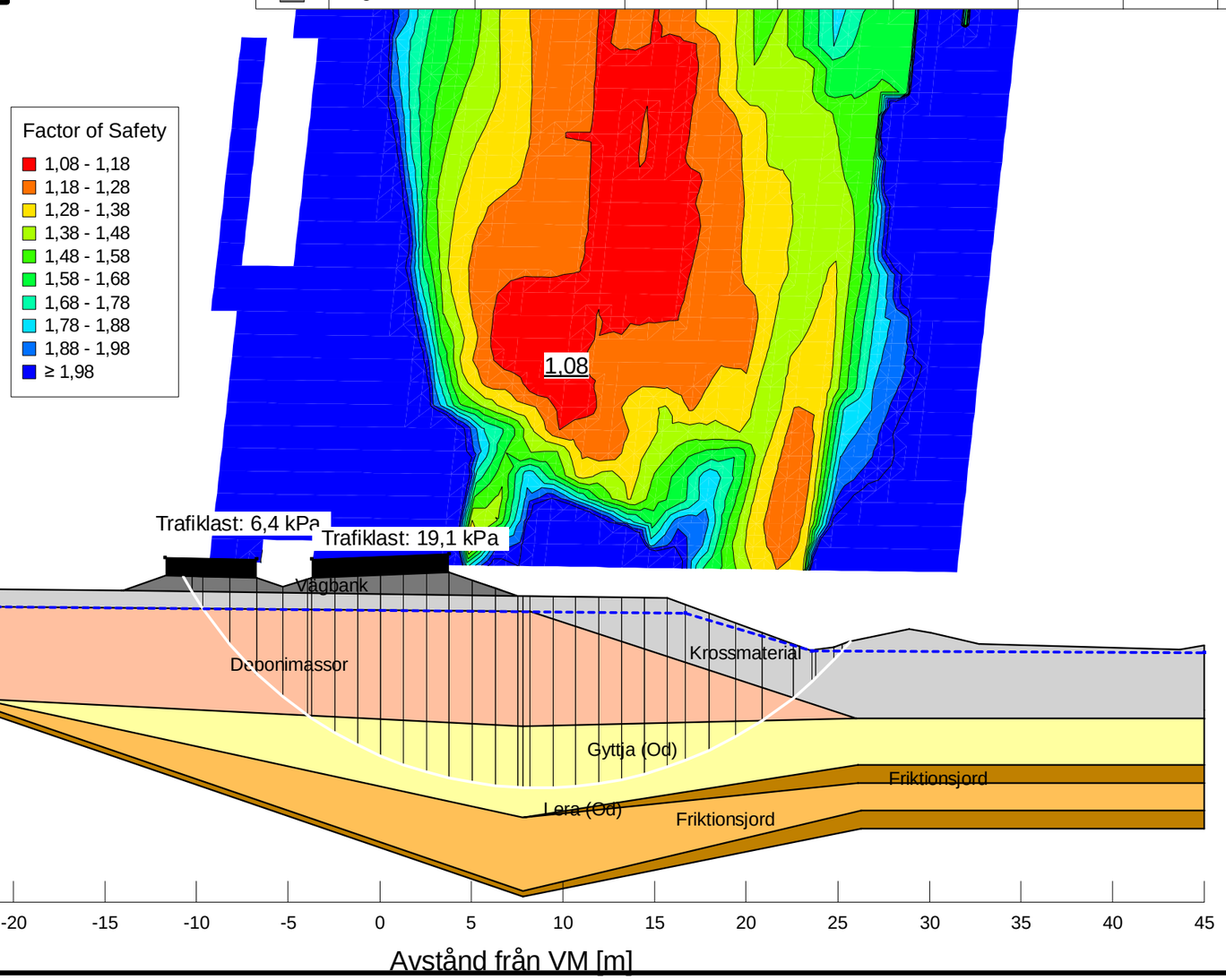
Norconsult

Torslanda tvärförbindelse
107 09 20

Sektion KM 1/030
Odränerad analys
Planerad utformning

Morgenstern-Price
Minsta glidytedjup: 0,1 m

Color	Name	Material Model	Unit Weight (kN/m³)	C-Top of Layer (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m²)/m)	C-Maximum (kPa)	Effective Cohesion (kPa)	Effective Friction Angle (°)	Constant Unit Wt. Above Water Table (kN/m³)
	Deponimassor	Mohr-Coulomb	21				0	28,3	18
	Friktionsjord	Mohr-Coulomb	22				0	30,1	19
	Gyttja (Od)	S=f(depth)	13,5	3,73	0,49	0			
	Krossmaterial	Mohr-Coulomb	22				0	30,1	19
	Lera (Od)	S=f(depth)	16	6,93	1,13	0			
	Vägbank	Mohr-Coulomb	22				0	27,4	20



N:\107\09\1070920\5 Arbetsmaterial\03 Beräkningar\G\Stab\Deponin\ Sektion 1030 ny.gsz
Senast redigerad: 2021-03-08, 14:08:28
Skapad av: Johanna Medin

Skala (A3): 1:300

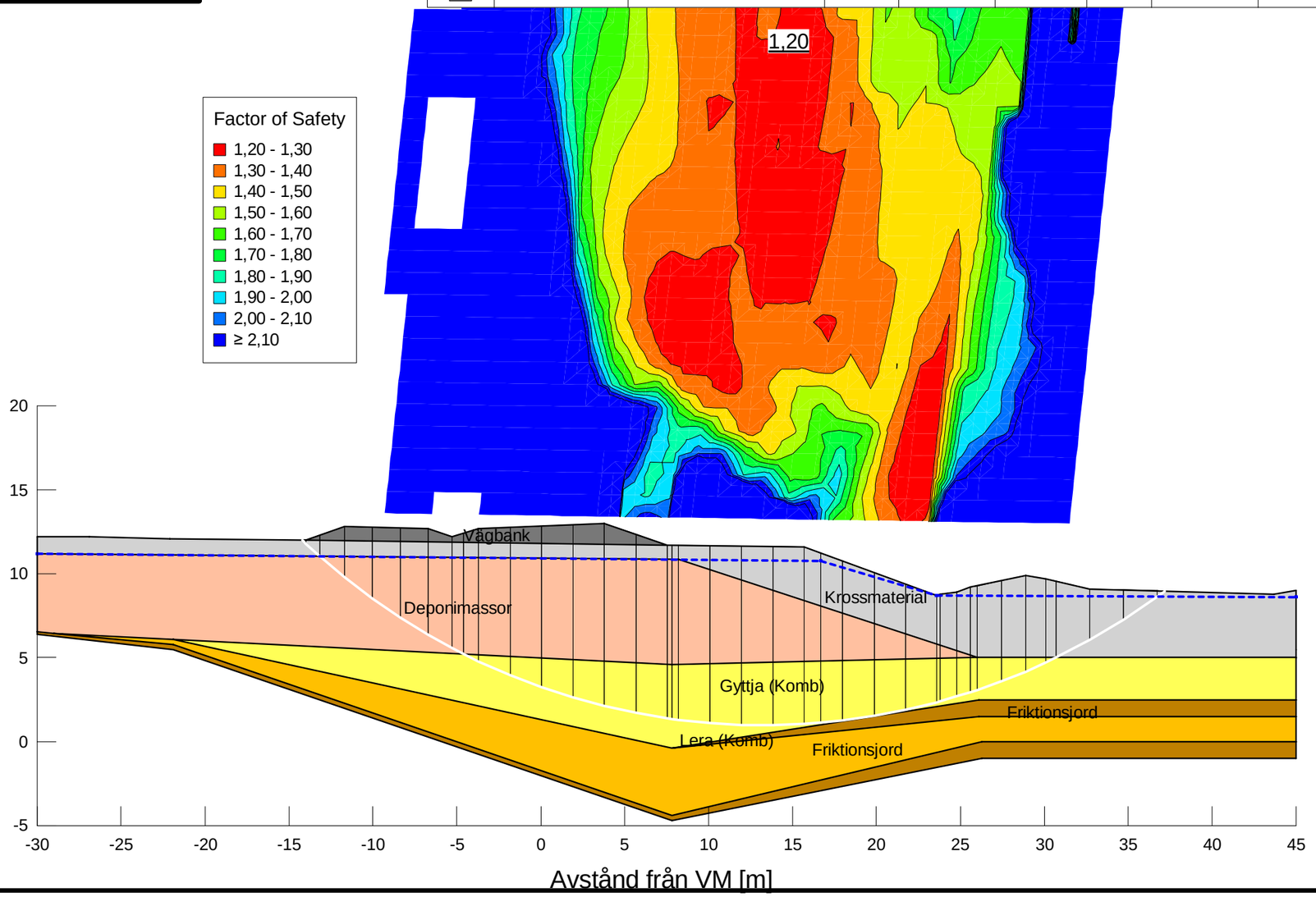
Norconsult

Torslanda tvärförbindelse
107 09 20

Sektion KM 1/030
Kombinerad analys
Planerad utformning

Morgenstern-Price
Minsta glidytedjup: 0,1 m

Color	Name	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 Water Table (kN/m³)
	Deponimassor	Mohr-Coulomb	21	0	28,3						18
	Friktionsjord	Mohr-Coulomb	22	0	30,1						19
	Gyttja (Komb)	Combined, S=f(depth)	13,5		23,95	0,54	0,07	3,73	0,49	0	
	Krossmaterial	Mohr-Coulomb	22	0	30,1						19
	Lera (Komb)	Combined, S=f(depth)	16		23,9	1	0,16	6,93	1,13	0	
	Vägbank	Mohr-Coulomb	22	0	27,4						20



N:\107\09\1070920\5 Arbetsmaterial\03 Beräkningar\G\Stab\Deponin\ Sektion 1030 ny.gsz
Senast redigerad: 2021-03-08, 14:08:28
Skapad av: Johanna Medin

Skala (A3): 1:300

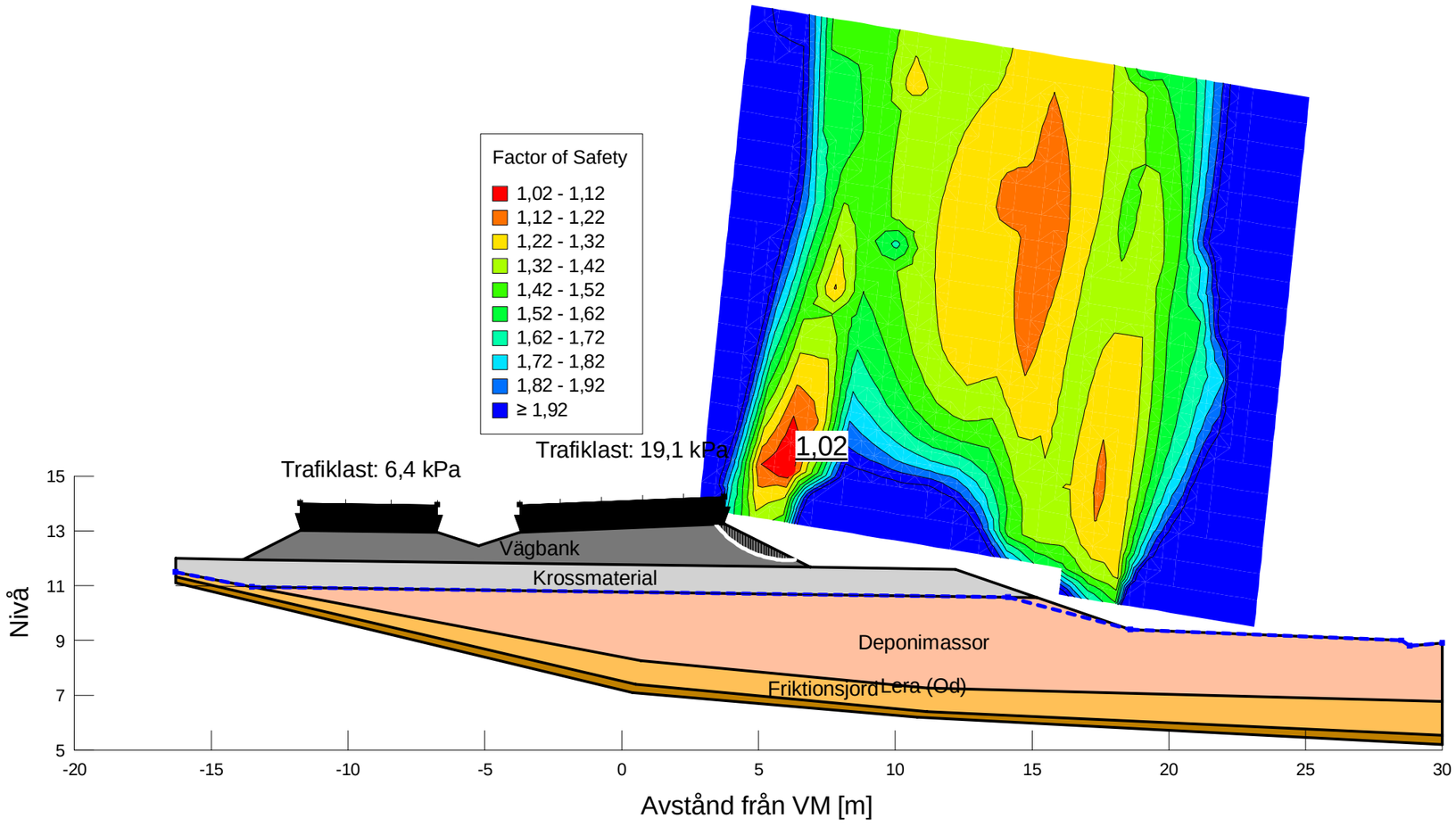
Norconsult

Torslanda tvärförbindelse
107 09 20

Sektion KM 1/050
Odränerad analys
Planerad utformning

Morgenstern-Price
Minsta glidytedjup: 0,5 m

Color	Name	Material Model	Unit Weight (kN/m³)	C-Top of Layer (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m²)/m)	C-Maximum (kPa)	Effective Cohesion (kPa)	Effective Friction Angle (°)	Constant Unit Wt. Above Water Table (kN/m³)
	Deponimassor	Mohr-Coulomb	21				0	28,3	18
	Friktionsjord	Mohr-Coulomb	22				0	30,1	19
	Krossmaterial	Mohr-Coulomb	22				0	30,1	19
	Lera (Od)	S=f(depth)	16	6,93	1,13	0			
	Vägbank	Mohr-Coulomb	22				0	27,4	20



N:\107\09\1070920\5 Arbetsmaterial\03 Beräkningar\G\Stab\Deponin\ Sektion 1050.gsz
Senast redigerad: 2021-03-06, 19:00:40
Skapad av: Johanna Medin

Skala (A3): 1:200

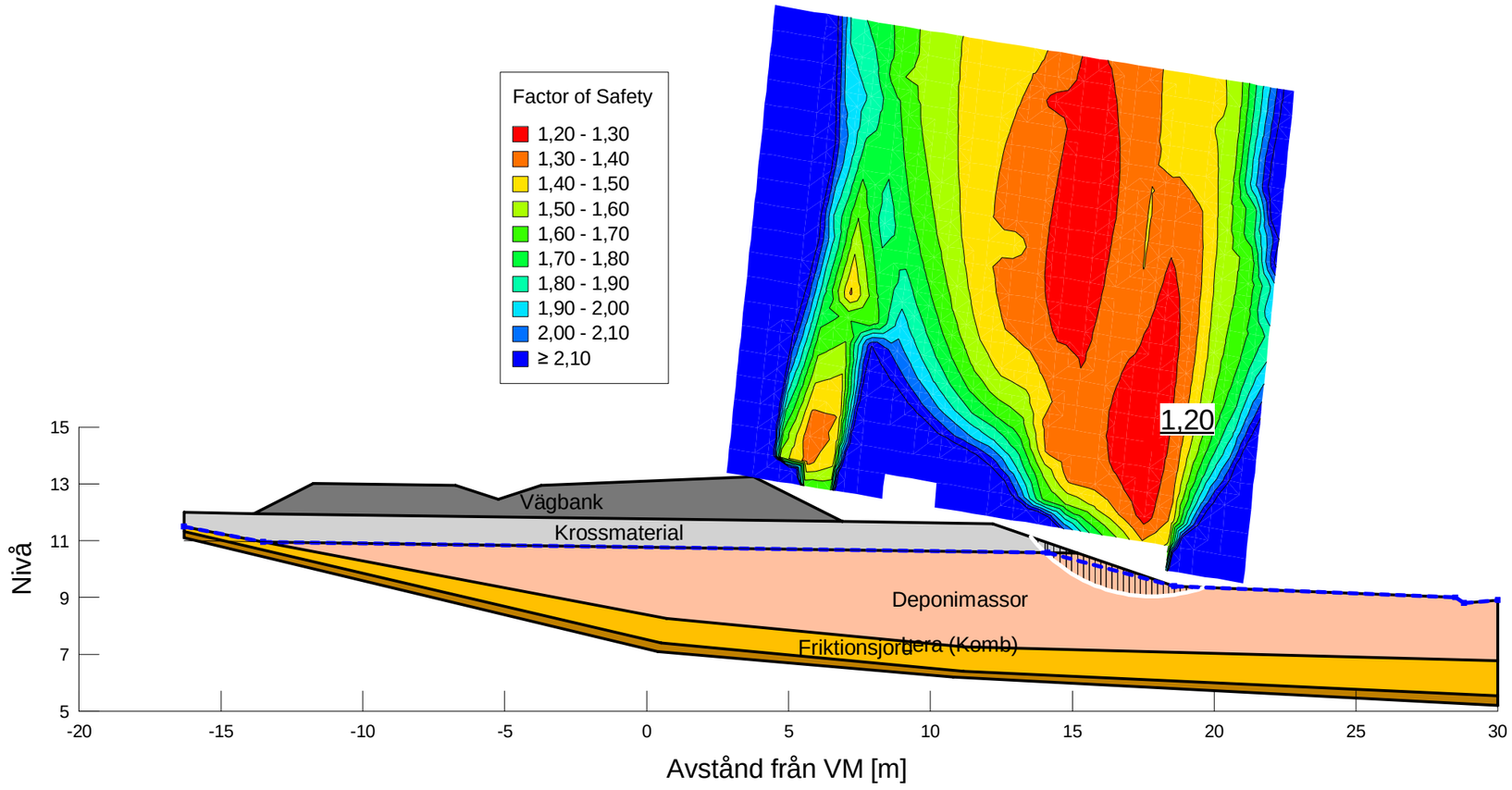
Norconsult

Torslanda tvärförbindelse
107 09 20

Sektion KM 1/050
Kombinerad analys
Planerad utformning

Morgenstern-Price
Minsta glidytedjup: 0,5 m

Color	Name	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 Water Table (kN/m³)
	Deponimassor	Mohr-Coulomb	21	0	28,3						18
	Friktionsjord	Mohr-Coulomb	22	0	30,1						19
	Krossmaterial	Mohr-Coulomb	22	0	30,1						19
	Lera (Komb)	Combined, S=f(depth)	16		23,9	1	0,16	6,93	1,13	0	
	Vägbank	Mohr-Coulomb	22	0	27,4						20



N:\107\09\1070920\5 Arbetsmaterial\03 Beräkningar\G\Stab\Deponin\ Sektion 1050.gsz
Senast redigerad: 2021-03-06, 19:00:40
Skapad av: Johanna Medin

Skala (A3): 1:200

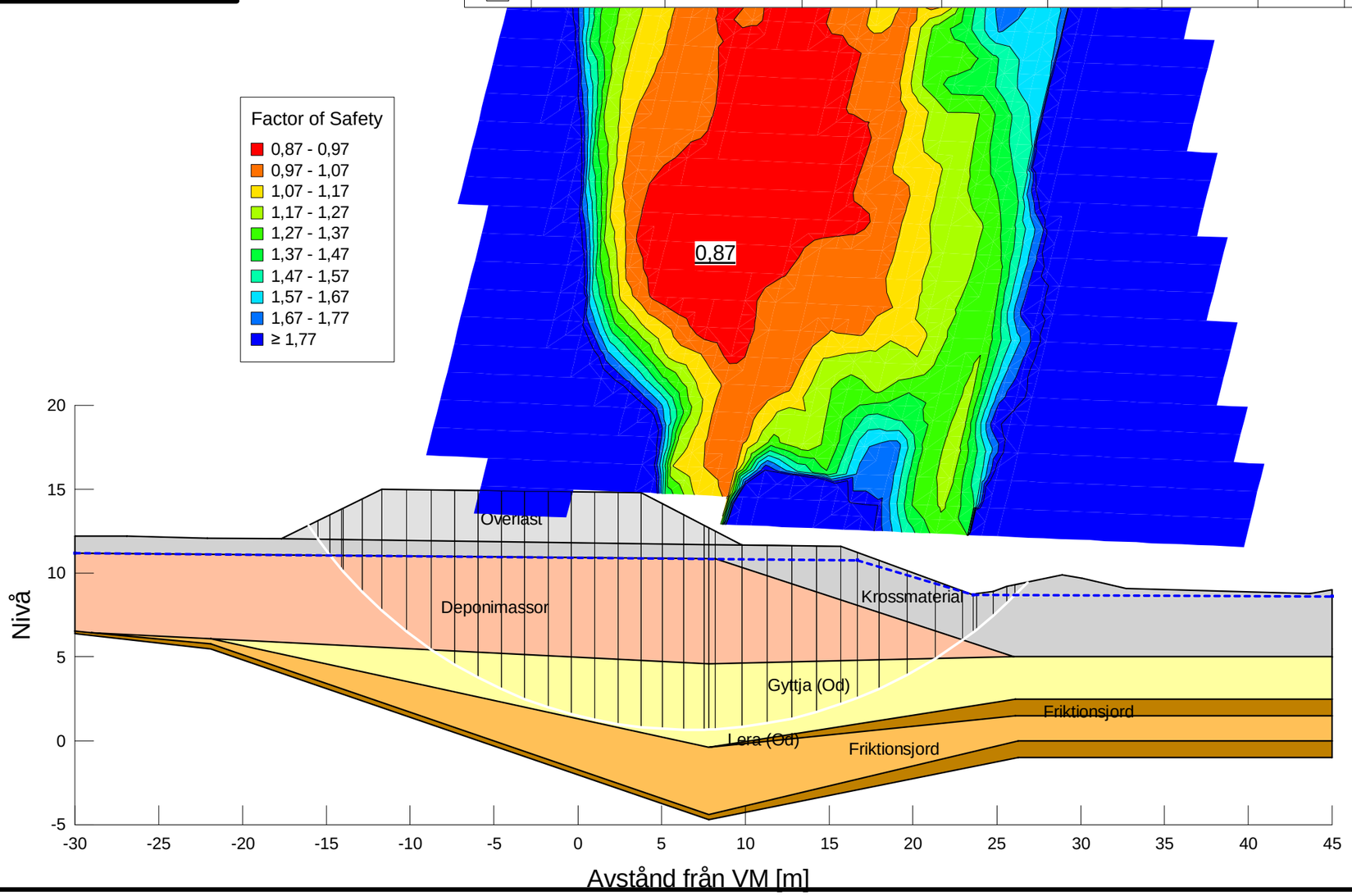
Norconsult

Torslanda tvärförbindelse
107 09 20

Sektion KM 1/030
Odränerad analys
Överlast

Morgenstern-Price
Minsta glidytedjup: 0,1 m

Color	Name	Material Model	Unit Weight (kN/m³)	C-Top of Layer (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m²)/m)	C-Maximum (kPa)	Effective Cohesion (kPa)	Effective Friction Angle (°)	Constant Unit Wt. Above Water Table (kN/m³)
	Deponimassor	Mohr-Coulomb	21				0	28,3	18
	Friktionsjord	Mohr-Coulomb	22				0	30,1	19
	Gyttja (Od)	S=f(depth)	13,5	3,73	0,49	0			
	Krossmaterial	Mohr-Coulomb	22				0	30,1	19
	Lera (Od)	S=f(depth)	16	6,93	1,13	0			
	Överlast	Mohr-Coulomb	22				0	27,4	20



N:\107\09\1070920\5 Arbetsmaterial\03 Beräkningar\G\Stab\Deponin\ Sektion 1030 ny.gsz
Senast redigerad: 2021-03-08, 14:31:05
Skapad av: Johanna Medin

Skala (A3): 1:300

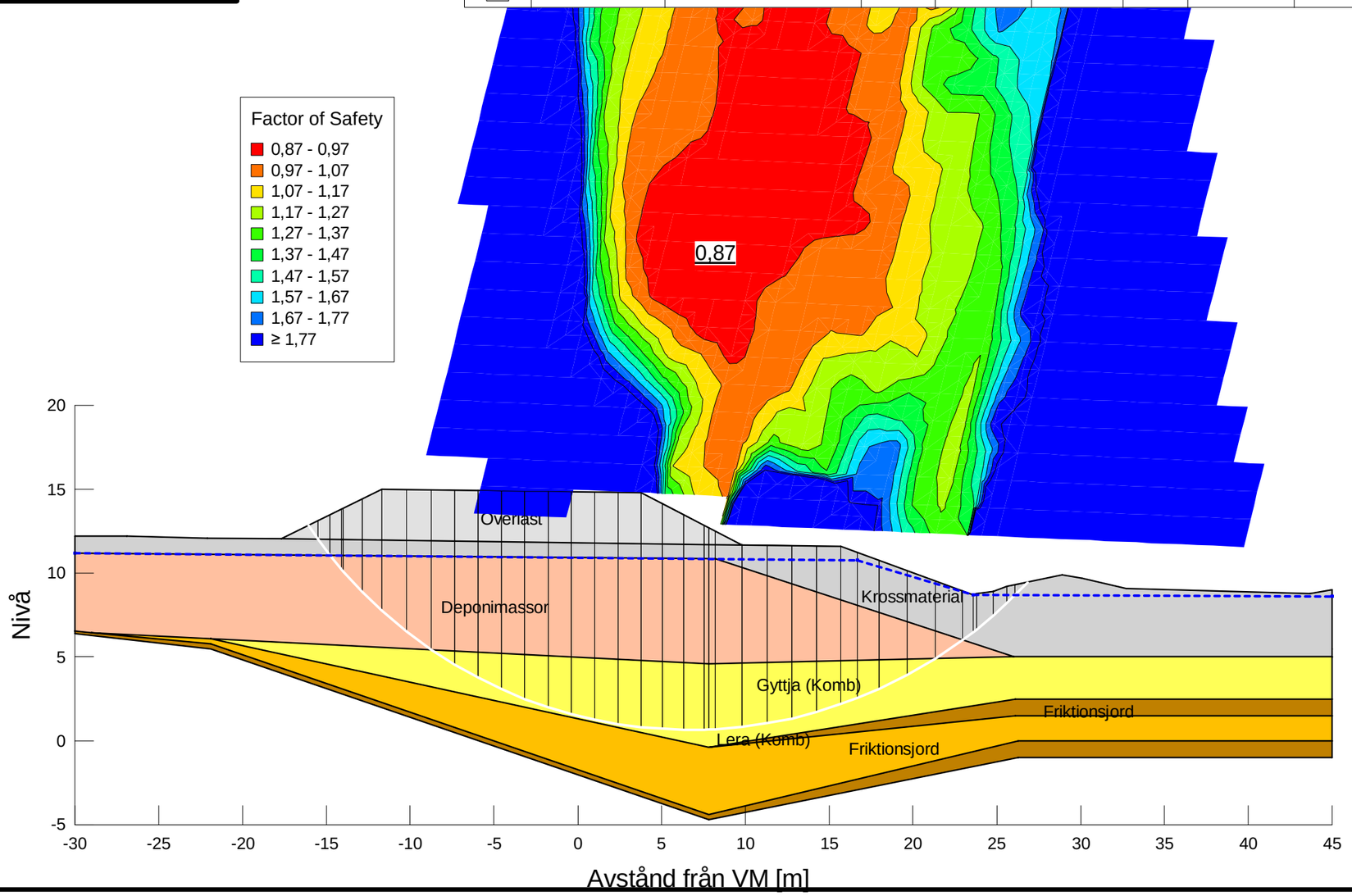
Norconsult

Torslanda tvärförbindelse
107 09 20

Sektion KM 1/030
Kombinerad analys
Överlast

Morgenstern-Price
Minsta glidytedjup: 0,1 m

Color	Name	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 Water Table (kN/m³)
	Deponimassor	Mohr-Coulomb	21	0	28,3						18
	Friktionsjord	Mohr-Coulomb	22	0	30,1						19
	Gyttja (Komb)	Combined, S=f(depth)	13,5		23,95	0,54	0,07	3,73	0,49	0	
	Krossmaterial	Mohr-Coulomb	22	0	30,1						19
	Lera (Komb)	Combined, S=f(depth)	16		23,9	1	0,16	6,93	1,13	0	
	Överlast	Mohr-Coulomb	22	0	27,4						20



N:\107\09\1070920\5 Arbetsmaterial\03 Beräkningar\G\Stab\Deponin\ Sektion 1030 ny.gsz
Senast redigerad: 2021-03-08, 14:31:05
Skapad av: Johanna Medin

Skala (A3): 1:300

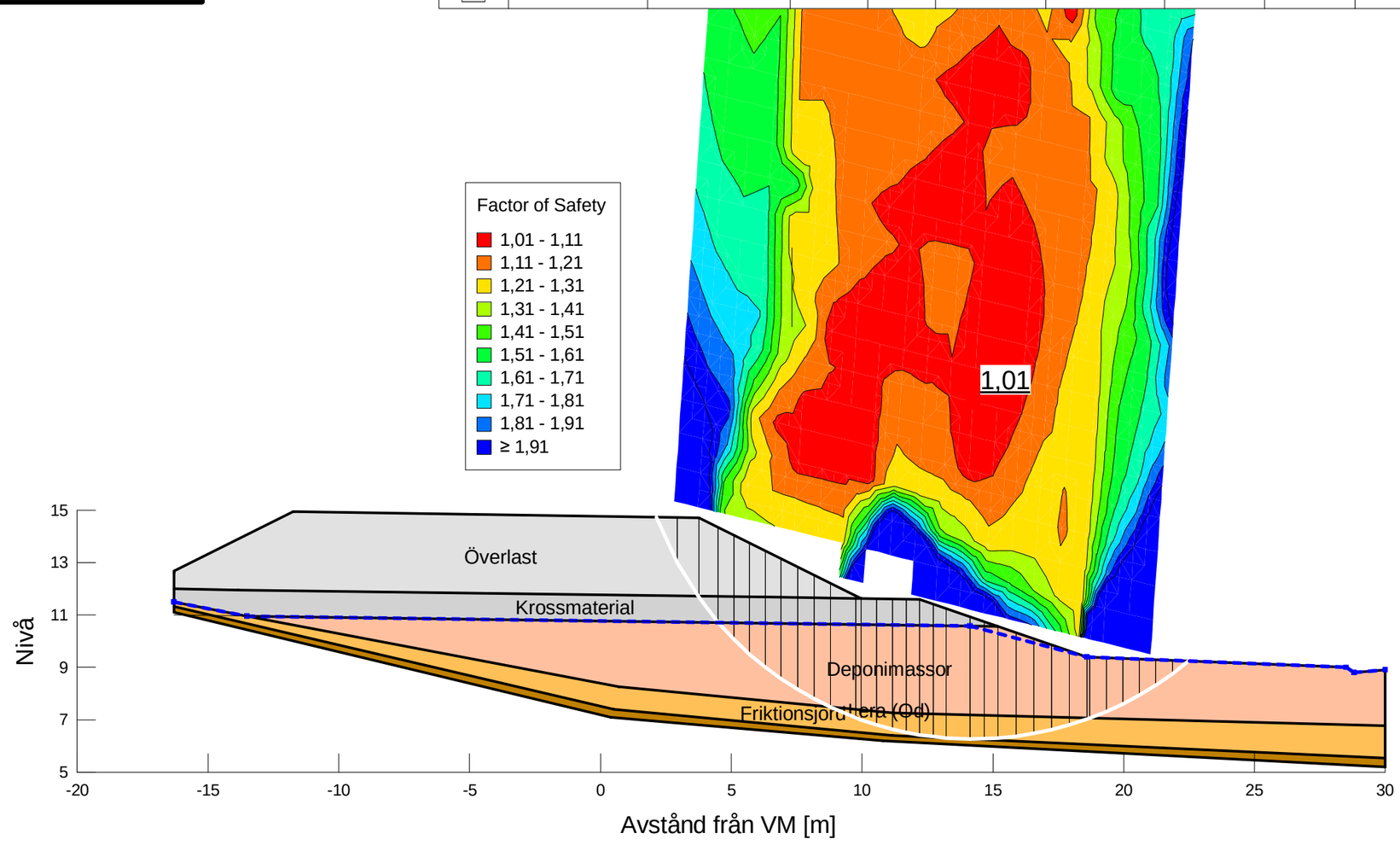
Norconsult

Torslanda tvärförbindelse
107 09 20

Sektion KM 1/050
Odränerad analys
Överlast

Morgenstern-Price
Minsta glidytedjup: 0,1 m

Color	Name	Material Model	Unit Weight (kN/m³)	C-Top of Layer (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m²)/m)	C-Maximum (kPa)	Effective Cohesion (kPa)	Effective Friction Angle (°)	Constant Unit Wt. Above Water Table (kN/m³)
	Deponimassor	Mohr-Coulomb	21				0	28,3	18
	Friktionsjord	Mohr-Coulomb	22				0	30,1	19
	Krossmaterial	Mohr-Coulomb	22				0	30,1	19
	Lera (Od)	S=f(depth)	16	6,93	1,13	0			
	Överlast	Mohr-Coulomb	22				0	27,4	20



N:\107\09\1070920\5 Arbetsmaterial\03 Beräkningar\G\Stab\Deponin\ Sektion 1050.gsz
Senast redigerad: 2021-03-08, 14:50:22
Skapad av: Johanna Medin

Skala (A3): 1:200

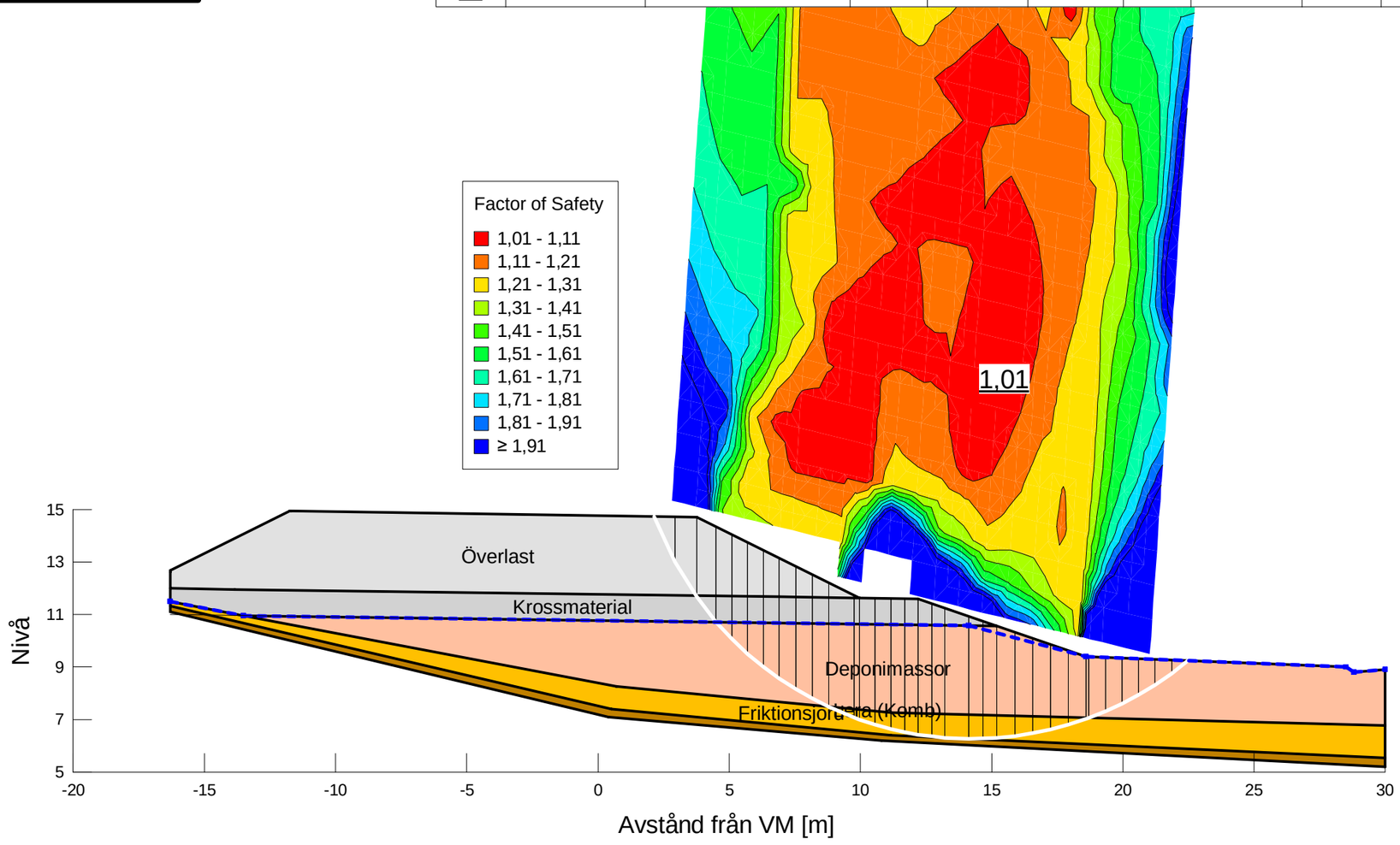
Norconsult

Torslanda tvärförbindelse
107 09 20

Sektion KM 1/050
Kombinerad analys
Överlast

Morgenstern-Price
Minsta glidytedjup: 0,1 m

Color	Name	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 Water Table (kN/m³)
	Deponimassor	Mohr-Coulomb	21	0	28,3						18
	Friktionsjord	Mohr-Coulomb	22	0	30,1						19
	Krossmaterial	Mohr-Coulomb	22	0	30,1						19
	Lera (Komb)	Combined, S=f(depth)	16		23,9	1	0,16	6,93	1,13	0	
	Överlast	Mohr-Coulomb	22	0	27,4						20



N:\107\09\1070920\5 Arbetsmaterial\03 Beräkningar\G\Stab\Deponin\ Sektion 1050.gsz
Senast redigerad: 2021-03-08, 14:50:22
Skapad av: Johanna Medin

Skala (A3): 1:200

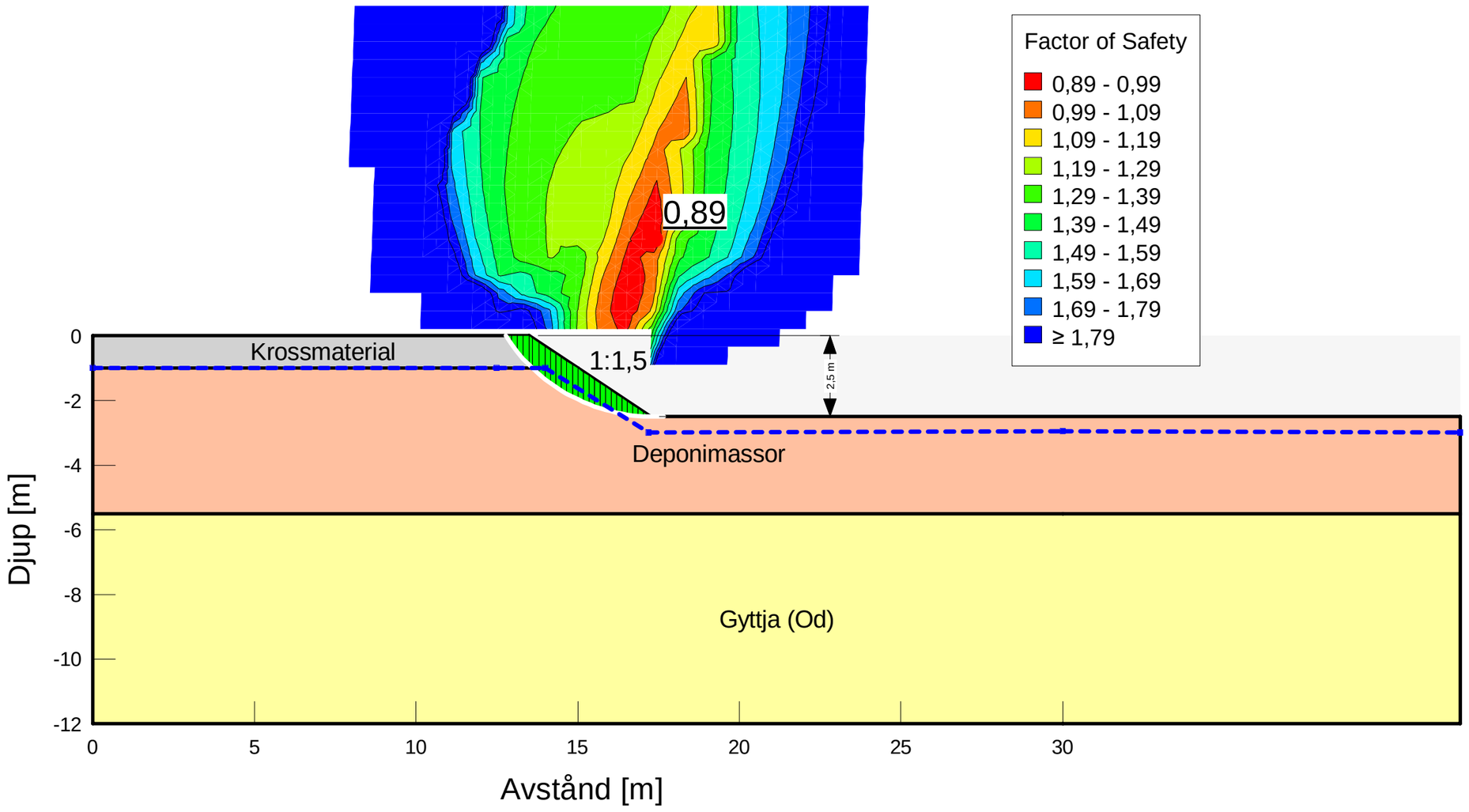
Norconsult

Torslanda tvärförbindelse
107 09 20

Tillfällig schakt
Odränerad analys
Schaktdjup: 2,5 m, släntlutning: 1:1,5

Morgenstern-Price
Minsta glidytedjup: 1 m

Color	Name	Material Model	Unit Weight (kN/m³)	C-Top of Layer (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m²)/m)	C-Maximum (kPa)	Effective Cohesion (kPa)	Effective Friction Angle (°)	Constant Unit Wt. Above Water Table (kN/m³)
	Deponimassor	Mohr-Coulomb	21				0	28,3	18
	Gyttja (Od)	S=f(depth)	13,5	3,73	0,49	0			
	Krossmaterial	Mohr-Coulomb	22				0	30,1	19



N:\107\09\1070920\5 Arbetsmaterial\03 Beräkningar\G\Stab\Deponin\Tillfällig schakt, deponi\ Tillfällig schakt NC28.gsz
Senast redigerad: 2021-04-08, 08:42:16
Skapad av: Johanna Medin

Skala (A3): 1:150

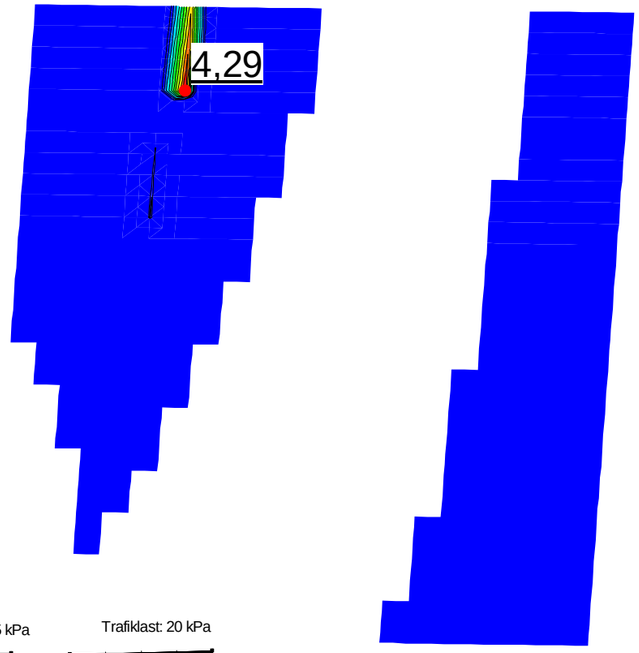
Norconsult

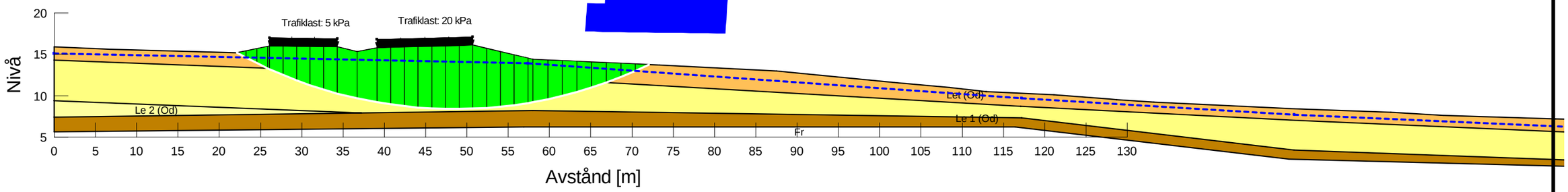
Torslanda tvärförbindelse
107 09 20

Sektion KM 1/675
Odränerad analys
Planerad utformning

Morgenstern-Price
Minsta glidytedjup: 2 m

Color	Name	Material Model	Unit Weight (kN/m³)	C-Top of Layer (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m²)/m)	C-Maximum (kPa)	Effective Cohesion (kPa)	Effective Friction Angle (°)	Constant Unit Wt. Above Water Table (kN/m³)
	Fr	Mohr-Coulomb	22				0	34	20
	Le 1 (Od)	S=f(depth)	15	13	0,8	0			
	Le 2 (Od)	S=f(depth)	16	17	1,3	0			
	Let (Od)	S=f(depth)	16	25	0	0			
	Vägbank	Mohr-Coulomb	22				0	34	





N:\107\09\1070920\5 Arbetsmaterial\03 Beräkningar\G\Stab\ Torslanda tvärförbindelse.gsz
Senast redigerad: 2021-04-08, 11:09:49
Skapad av: Johanna Medin

Skala (A3): 1:500

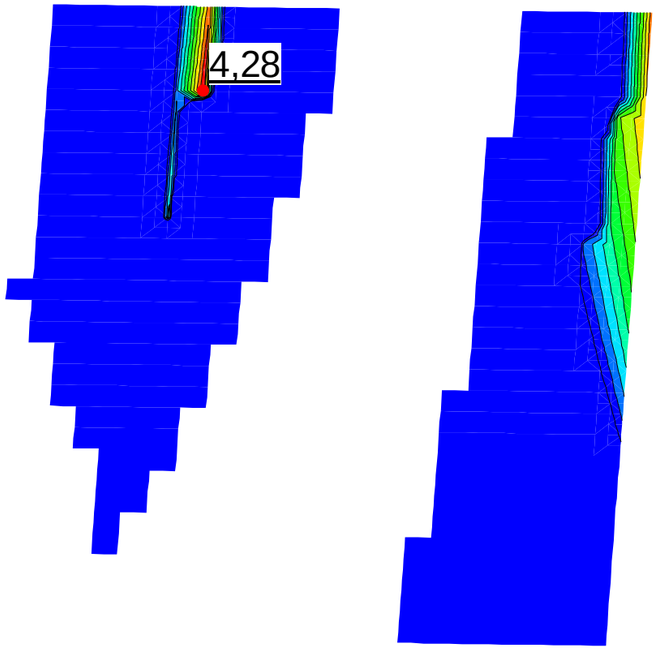
Norconsult

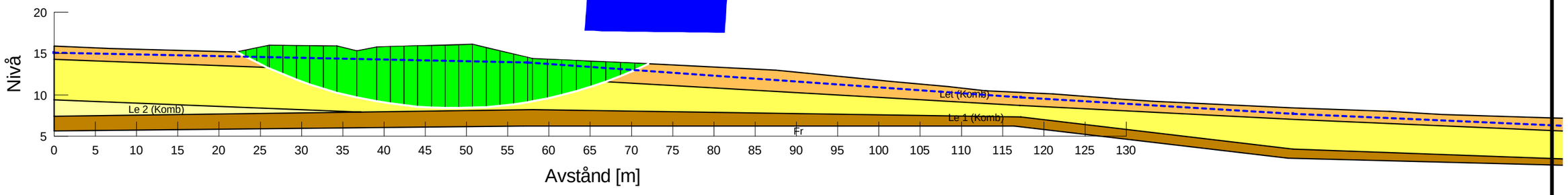
Torslanda tvärförbindelse
107 09 20

Sektion KM 1/675
Kombinerad analys
Planerad utformning

Morgenstern-Price
Minsta glidytedjup: 1 m

Color	Name	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 Water Table (kN/m³)
	Fr	Mohr-Coulomb	22	0	34						20
	Le 1 (Komb)	Combined, S=f(depth)	15		30	1,3	0,08	13	0,8	0	
	Le 2 (Komb)	Combined, S=f(depth)	16		30	1,7	0,13	17	1,3	0	
	Let (Komb)	Combined, S=f(depth)	16		30	2,5	0	25	0	0	
	Vägbank	Mohr-Coulomb	22	0	34						





N:\107\09\1070920\5 Arbetsmaterial\03 Beräkningar\G\Stab\ Torslanda tvärförbindelse.gsz
Senast redigerad: 2021-04-08, 11:09:49
Skapad av: Johanna Medin

Skala (A3): 1:500

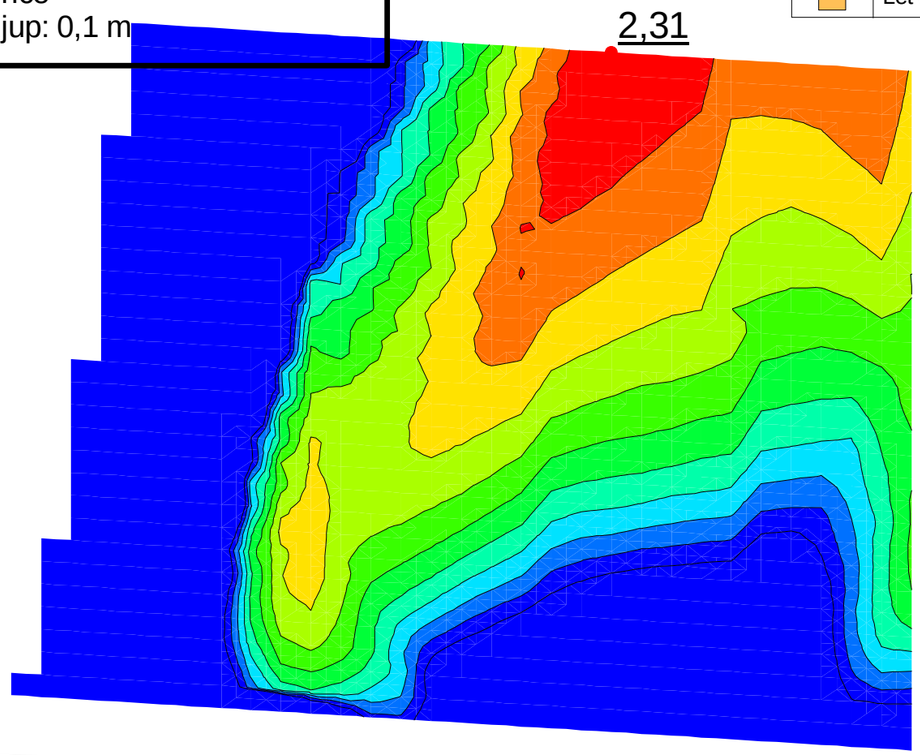
Norconsult

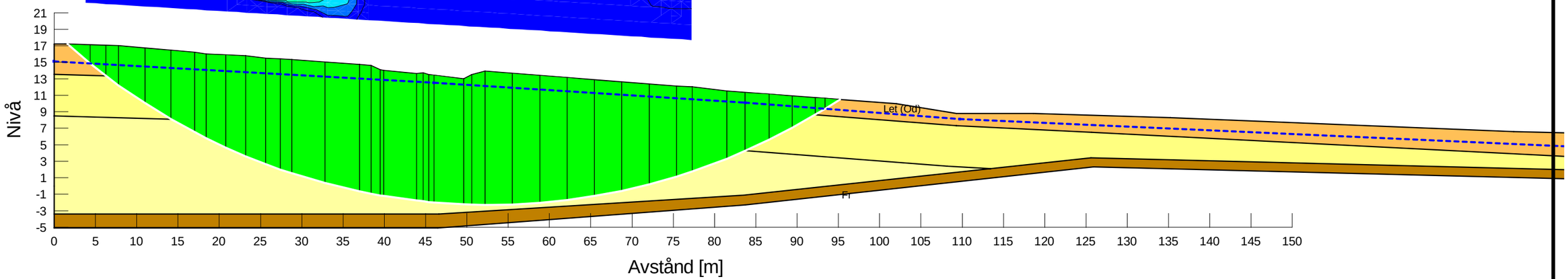
Torslanda tvärförbindelse
107 09 20

Sektion A
Odränerad analys
Befintlig

Morgenstern-Price
Minsta glidytedjup: 0,1 m

Color	Name	Material Model	Unit Weight (kN/m³)	C-Top of Layer (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m²)/m)	C-Maximum (kPa)	Effective Cohesion (kPa)	Effective Friction Angle (°)	Constant Unit Wt. Above Water Table (kN/m³)
	Fr	Mohr-Coulomb	22				0	34	20
	Le 1 (Od)	S=f(depth)	15	13	0,8	0			
	Le 2 (Od)	S=f(depth)	16	17	1,3	0			
	Let (Od)	S=f(depth)	16	25	0	0			





N:\107\09\1070920\5 Arbetsmaterial\03 Beräkningar\G\Stab\ Torslanda tvärförbindelse.gsz
Senast redigerad: 2021-04-08, 11:11:32
Skapad av: Johanna Medin

Skala (A3): 1:500

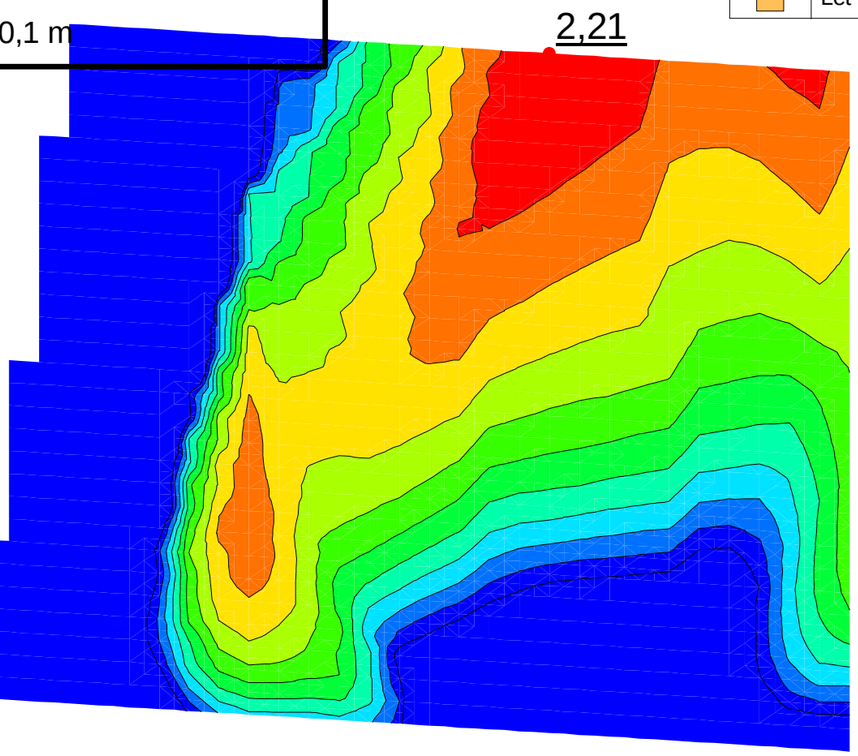
Norconsult

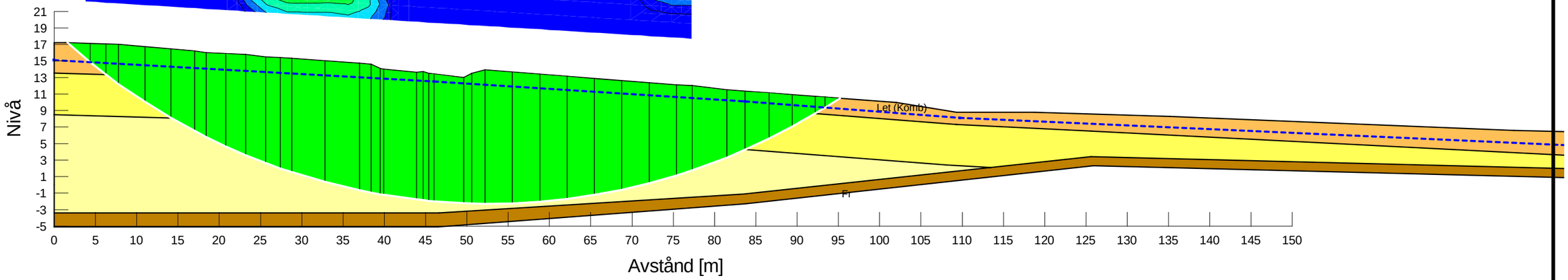
Torslanda tvärförbindelse
107 09 20

Sektion A
Kombinerad analys
Befintlig

Morgenstern-Price
Minsta glidytedjup: 0,1 m

Color	Name	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 Water Table (kN/m³)
	Fr	Mohr-Coulomb	22	0	34						20
	Le 1 (Komb)	Combined, S=f(depth)	15		30	1,3	0,08	13	0,8	0	
	Le 2 (Komb)	Combined, S=f(depth)	16		30	1,7	0,13	17	1,3	0	
	Let (Komb)	Combined, S=f(depth)	16		30	2,5	0	25	0	0	





N:\107\09\1070920\5 Arbetsmaterial\03 Beräkningar\G\Stab\ Torslanda tvärförbindelse.gsz
Senast redigerad: 2021-04-08, 11:11:32
Skapad av: Johanna Medin

Skala (A3): 1:500

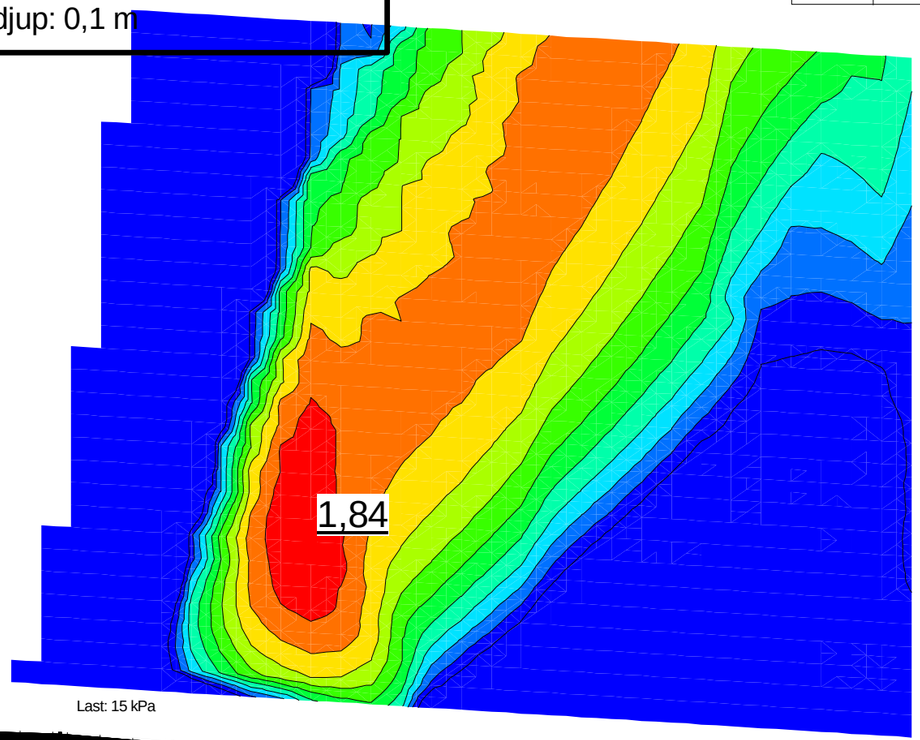
Norconsult

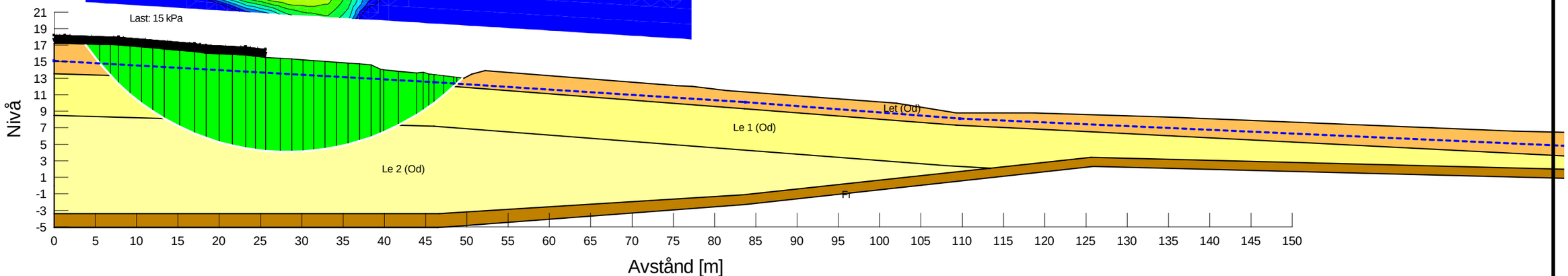
Torslanda tvärförbindelse
107 09 20

Sektion A
Odränerad analys
Med last

Morgenstern-Price
Minsta glidytedjup: 0,1 m

Color	Name	Material Model	Unit Weight (kN/m³)	C-Top of Layer (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m²)/m)	C-Maximum (kPa)	Effective Cohesion (kPa)	Effective Friction Angle (°)	Constant Unit Wt. Above Water Table (kN/m³)
	Fr	Mohr-Coulomb	22				0	34	20
	Le 1 (Od)	S=f(depth)	15	13	0,8	0			
	Le 2 (Od)	S=f(depth)	16	17	1,3	0			
	Let (Od)	S=f(depth)	16	25	0	0			





N:\107\09\1070920\5 Arbetsmaterial\03 Beräkningar\G\Stab\ Torslanda tvärförbindelse.gsz
Senast redigerad: 2021-04-08, 11:11:32
Skapad av: Johanna Medin

Skala (A3): 1:500