Kungsbacka Kommun

DP Hedeleden och Klippenbergen

PM Geoteknik och Bergteknik

Uppdragsnr: 108 48 28 Version: Rev A Datum: 2023-09-13

Norconsult

Uppdragsgivare:	Kungsbacka Kommun
Uppdragsgivarens kontaktperson:	Sofia Wiman
Konsult:	Norconsult AB, Theres Svenssons gata 11, 417 55 Göteborg,
Uppdragsledare:	Katarina Engerberg
Teknikansvarig:	Katarina Engerberg
Handläggare:	Marcus Berghamn Claesson, Andrea Hultin

Version	Datum	Beskrivning	Upprättat	Granskat	Godkänt
Rev A	2023-09-13	PM Geoteknik & Bergteknik	Andrea Hultin, Marcus Berghamn Claesson	Tomas Björnell, Katarina Engerberg	Bernhard Gervide Eckel
1	2023-03-24	PM Geoteknik & Bergteknik	Andrea Hultin, Diego Bouzas	Tomas Björnell, Katarina Engerberg	Bernhard 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
2.1 Tidigare utförda undersökningar 6
2.2 Nu utförda undersökningar 6
2.3 Kart- och ritningsunderlag 6
3 Styrande dokument 6
4 Områdesbeskrivning 7
5 Geotekniska förhållanden 8
5.1 Topografi mm 8
5.2 Jordlager 8
5.3 Härledda egenskaper 8
5.4 Geohydrologi 10
6 Kvartärgeologisk och bergteknisk beskrivning 11
7 Blockutfallsrisk 19
7.1 Tidigare utpekat område 19
8 Stabilitet 21
8.1 Geoteknisk kategori, säkerhetsklass och laster 22
8.2 Omräkningsfaktorer 23
8.3 Karakteristiska värden 24
8.4 Dimensionerande värden 24
8.5 Hydrogeologiska förhållanden 25
8.6 Resultat stabilitetsberäkningar framtida förhållanden 25
8.7 Åtgärder 26
9 Radon 26
10 Sättningar 26
11 Dimensionering 28
11.1 Geoteknisk kategori och säkerhetsklass 28
11.2 Dimensionering 28
12 Slutsatser och rekommendationer 30
12.1 Geoteknik 30
12.2 Bergteknik 30

Bilagor

Bilaga 1	**Plankarta geologisk kartering**
Bilaga 2	**Sammanställning sjuvhållfasthet, diagram**
Bilaga 3:1-3:7	**Stabilitetsberäkningar**
Bilaga 4	**Spänningsdiagram**
Bilaga 5	**Översiktsplan planerad vägsträckning 2023-09-05**

1 Uppdrag och syfte

På uppdrag av Kungsbacka kommun har en geoteknisk och bergteknisk utredning gjorts med anledning av arbetet med detaljplan Hedeleden och Klippebergen. Den bergtekniska utredningen syftar till att undersöka om det finns risker kopplat till berget inom eller i anslutning till planområdet. Den geotekniska utredningen syftar till att klarlägga områdets lämplighet för exploatering samt grundläggningsförhållanden vid planerade planskilda korsningar.

Figur 1. Aktuellt område, utdrag ur förfrågningsunderlaget. Röd ring markerar område som pekats ut som potentiellt riskområde berg under planprogramskedet. Blå heldragna ringar markerar område där kompletterande fältundersökningar Geoteknik har utförts, streckad blå linje markerar ungefärligt nytt (2023-09-05) läge för norra planskilda korsningen.

Den bergtekniska utredningen har fokuserat på den södra delen av planområdet, vilken är planerad som naturmark (grönt i Figur 1). Under planprogramskedet identifierades här berg i dagen, och ett riskområde pekades ut, markerat med röd ring i Figur 1 ovan, vilket har undersökts närmare i denna utredning.

Den geotekniska utredningen har utförts genom arkivinventering och översiktlig stabilitetsutredning för hela planområdet. En geologisk kartering har utförts inom området som är planerat som naturmark (grönt i Figur 1) och kompletterande geotekniska undersökningar har utförts i läget för två planerade planskilda korsningar, blåa ringar i Figur 1 ovan. I senare skede i planprocessen har nytt läge för den norra planskilda korsningen tagits fram, ungefärligt inom blå streckad markering. Se Bilaga 5 för planerad vägsträckning. I anslutning till nytt läge för vägport finns tidigare utförda undersökningar, se ritningar i tillhörande MUR Geoteknik.

2 Underlag

2.1 Tidigare utförda undersökningar

För arkivstudie och fältförberedelser har underlag från tidigare undersökningar och utredningar använts. Dessa är:

- SKANSKA, 2011. ”TÖLÖ 4:13 m fl, KUNGSBACKA STAD”. Teknisk PM, Geoteknik. 2011-03-25
- Norconsult, 2016a. ”Nordöstra Kungsbacka”. Geoteknisk PM – underlag till planprogram. 2016-11-14
- Norconsult, 2016b. ”Nordöstra Kungsbacka”. Markteknisk undersökningsrapport, geoteknik. (MUR/Geo). 2016-11-14
- SIGMA Civil, 2021. ”HEDELEDEN KUNGSBACKA, KUNGSBACKA KOMMUN”. PM, väg. 2021-06-30

2.2 Nu utförda undersökningar

Nu utförda undersökningar redovisas i följande marktekniska undersökningsrapport:

- Norconsult, 2023. ”DP Hedenleden och Klippebergen, geoteknisk utredning”. MUR, Geoteknik. 2023-03-24.

2.3 Kart- och ritningsunderlag

- Geologiska kartor upprättade av Sveriges geologiska undersökning (SGU).
- Grundkarta i dwg format.
- SGI:s kartvisare https://gis.swedgeo.se/rasskrederosion/Vägledning Ras, skred, erosion (ver. 2023_1.4.5) (swedgeo.se)
- Planunderlag ”Översiktsplan väg, Sigma Civil 2023-09-05, projektnr 166508”

3 Styrande dokument

Denna rapport ansluter till SS-EN 1997–1:2005 med tillhörande nationell bilaga. Nedan listade tillämpningsdokument har använts i beräkningarna:

- TRINFRA-00230 Geokonstruktion Dim v1.0.
- IEG rapport 2:2008, R3 – Grunder
- IEG rapport 6:2008, Rev 1 – Slänter och bankar

4 Områdesbeskrivning

Området varierar i både topografi och vegetation, med de högsta höjderna förekommandes där det finns berg i dagen. Marknivån varierar mellan cirka 10 – 47 m ö h (RH2000).

Vid de lägre höjderna varierar markanvändningen från åker- och ängsmark till mer skogsmark. Skogsmarken varierar från slyrik björkskog till tallskog, och uppe på hällmarken vid Klippebergen består vegetationen till största del av mossa och enbuskar, tillsammans med enstaka lövträd, se Figur 2.

Figur 2. Exempel på vegetation och markyta vid toppen av Klippebergen.

5 Geotekniska förhållanden

Nedan beskrivs de geotekniska förhållandena inom området. För detaljer avseende nu utförda och tidigare utförda geotekniska undersökningar inom området se tillhörande MUR Geoteknik, uppdragsnr 1084828 daterad 2023-03-24.

5.1 Topografi mm

För detaljer avseende topografi, se planritning G 101 i tillhörande MUR Geoteknik.
Marken inom utredningsområdet har nivåer varierande mellan +7 och +28 i höjdsystem RH2000. Den jordtäckta marken är täckt av ängar och jordbruksmark och därför relativt plan utan kritiska marklutningar över 1/10. En viss lutning i sydostlig riktning råder och den planerade vägutbredningen startar på ca +10 i nordväst och når ca +23 i sydost. Lokala nivåökningar råder i området på grund av uppstickande berg i dagen.

5.2 Jordlager

Enligt utförda undersökningar utgörs jordlagren från markytan inom undersökningsområdet generellt av:

- Mulljord
- Torrskorpelera eller fyllning
- Lera
- Berg

Mulljorden har inom området påvisats med en mäktighet upp till ca 0,3–0,4 meter.

Torrskorpelera har en mäktighet upp till ca 1–3 meter. Vattenkvoten varierar mellan ca 22–26%. Torrskorpelera är siltig med sand- och siltskikt och växtrester.

Lera som underlagrar torrskorpeleran har en mäktighet upp till minst ca 7–24 meter. Vattenkvoten varierar mellan ca 34–82% och konflytgränsen varierar mellan ca 39–66%. Leran är sandig och siltig och har skalrester.

Lerans sensitivitet varierar kraftigt i området men leran kan generellt sett klassas som medelsensitiv. Dock förekommer högsensitiva områden vid djup mellan 5–15 meter i sonderingspunkt NC2302 vilka kan klassas som kvicklera. Sensitiviteten uppgår till 180 i det lokala området och det kan antas att fler liknande kvicklereområden befinner sig längs exploateringsområdet.

Leran är överkonsoliderad (OCR 2–3,5) på ca 0–8 meters djup för att sedan bli normalkonsoliderad vid ca 12 meters djup.

Jordbergsonderingar har avslutat på 11 m djup respektive 27 m djup mot berg (punkt NC2301, punkt NC2302).

CPT-sonderingar har avslutat på 6,5 m djup och 21 m djup mot förmodat block (punkt NC2301, punkt NC2302).

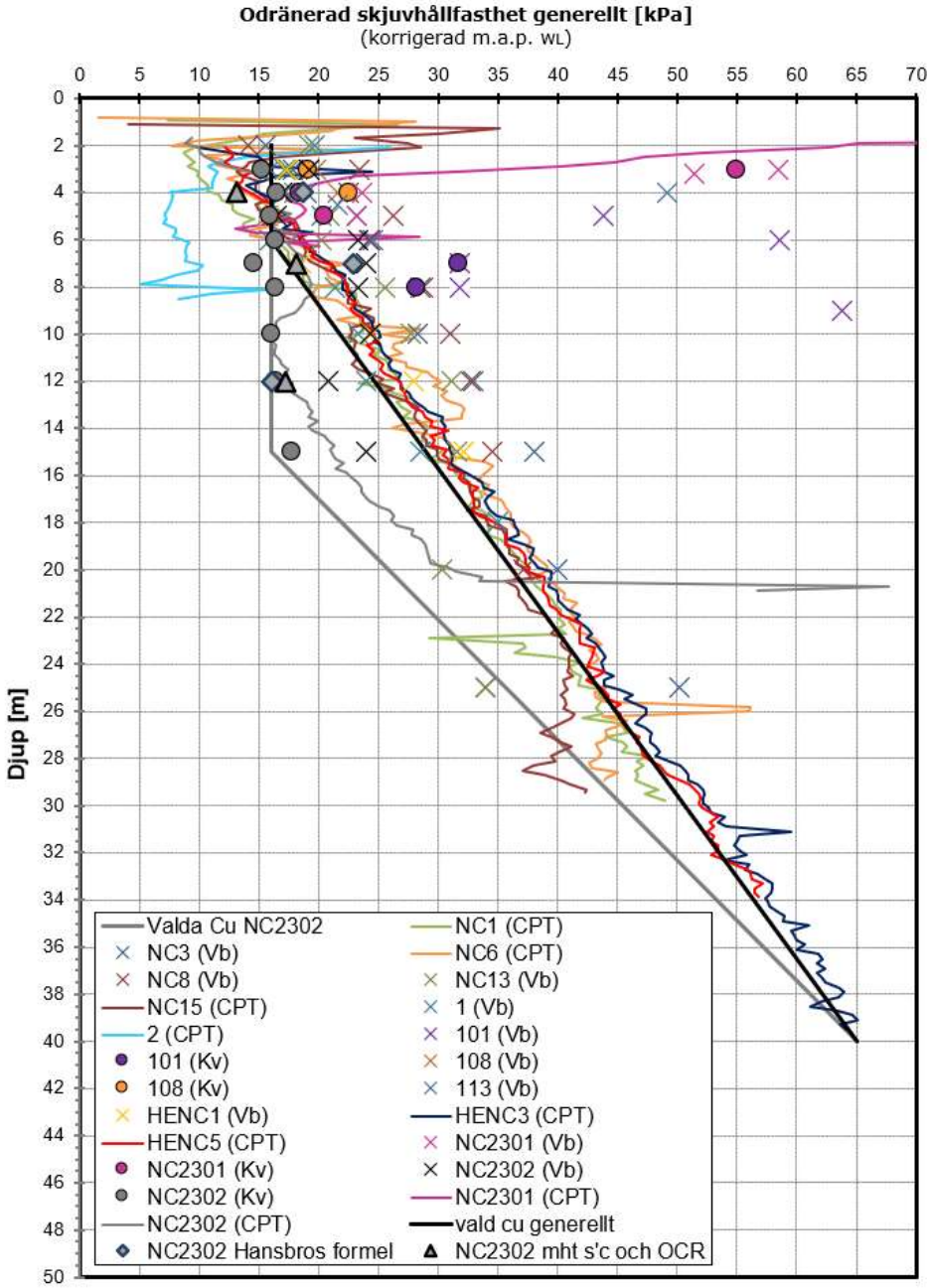
5.3 Härledda egenskaper

Värden för lerans korrigerade odränerade skjuvhållfasthet har utvärderats utifrån tidigare utförda undersökningar och bedömningar kompletterade med nu utförda undersökningar.

Lerans valda skjuvhållfasthet redovisas grafiskt i Bilaga 2. Två valda profiler har tagits fram, en över det generella området samt en över det lokala kvicklereområdet vid sonderingspunkt NC2302, båda redovisas i Figur 3. För det lokala området har empiriska samband också använts enligt följande ekvationer:

Skjuvhållfasthet mht σ_c' och OCR: $c_u = \sigma_c' \cdot (0{,}125 + \frac{0{,}205 \cdot w_L}{1{,}17}) \cdot OCR^{-0{,}2}$

Skjuvhållfasthet enligt Hansbo's formel: $c_u = \sigma_c' \cdot 0{,}45 \cdot w_L$



Figur 3. Valda profiler för odränerad skjuvhållfasthet.

Tabell 1 Valda härledda värden

Område	**Vald** c_{vald} [kPa]
Generellt område	16+1,44*x
Lokalt NC2302	16+1,76*y

x=0 på nivån +6
y=0 på nivå +15

5.4 Geohydrologi

Grundvattenobservationer i öppna skruvprovtagningshål visar på en grundvattenyta belägen ca 0,5–1 m under befintlig markyta.

6 Kvartärgeologisk och bergteknisk beskrivning

Berggrunden inom området består primärt av en ögonförande granit, så kallad Askimsgranit. Denna är röd, grovt medelkornig och ojämnkornig, med en generellt låg sprickfrekvens om <1 spricka per meter. Lokalt förekommer även kroppar med gabbro/diorit, vilken är mörkt grågrön, fint medelkornig och jämnkornig. Sprickfrekvensen i gabbron är något högre, med mellan 1 – 3 sprickor per meter.

Där berget kommer i dagen är hällarna släta och rundade. I väster stupar hällarna svagt västerut, medan de i öster stupar något brantare österut.

Figur 4. Rosa = Granit, askimsgranit. Grönt = Gabbro/diorit

Figur 5. Exempel på de branta granithällarna i östra delen av undersökningsområdet.

Figur 6. Själva Klippebergen domineras av rundade, flata hällar med tunt jordtäcke.

Figur 7. Exempel på gabbro/diorit vid norra delen av Klippebergen.

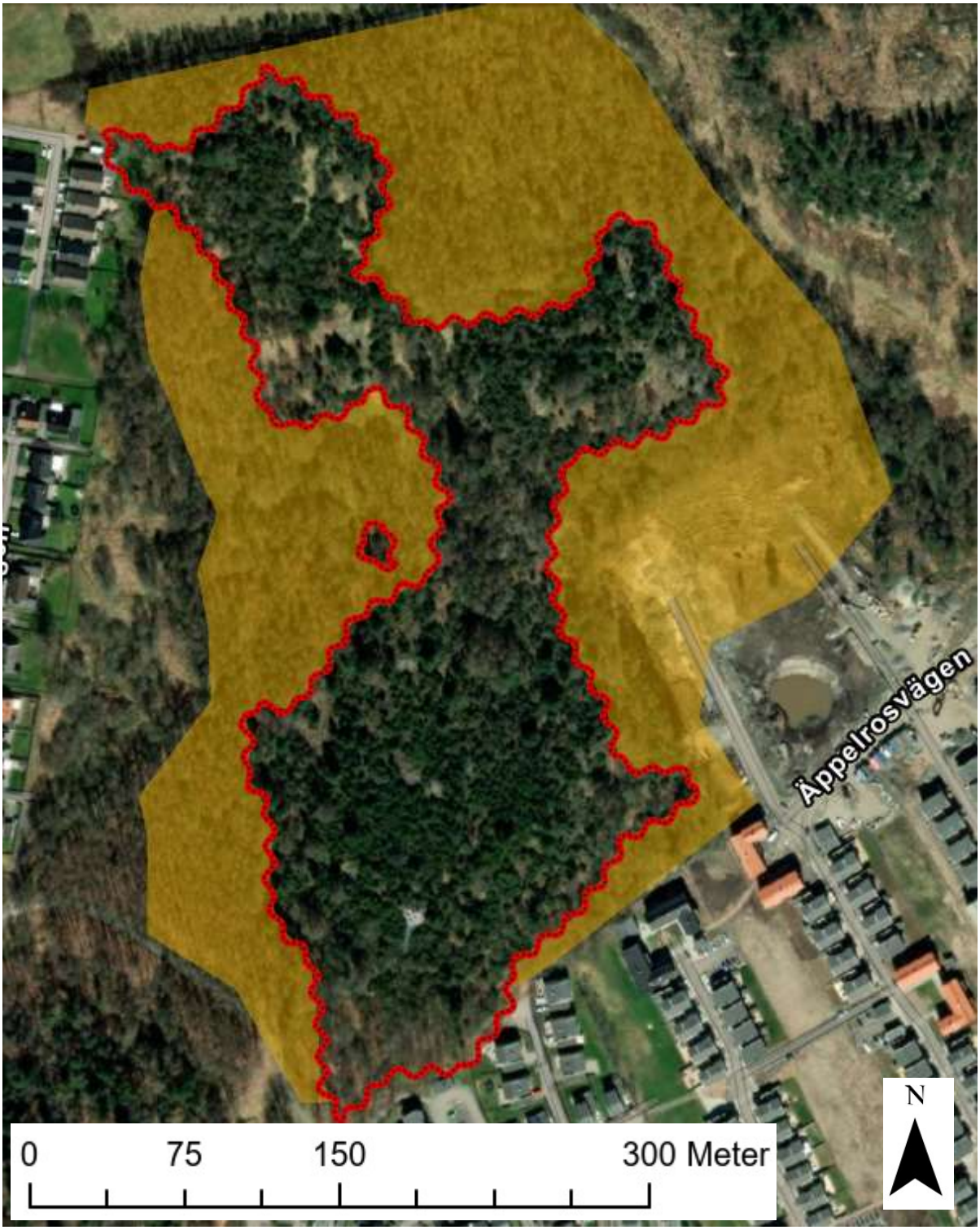
Figur 8. Exempel på kontakter mellan de två olika bergarterna i området. Blå markering visar en aplitgång, grön markering visar gräns mellan olika bergarter där berget innanför markeringen består av den lokala graniten och berget utanför av gabbro/diorit.

Figur 9. Exempel på de bergarter som förekommer inom undersökningsområdet. A) Ögonförande granit, röd, grovt medelkornig och ojämnkornig. B) Gabbro/diorit, mörkt gröngrå, fint medelkornig och jämnkornig.

Runt omkring närmast Klippebergen, där berg övergår till jord, förekommer flertalet block och stenar i ytan, se Figur 10. Vid sondering med hjälp av MUK känns det som att det finns en del friktionsmaterial i de översta jordlagerna, och hårt stopp nås på mellan 0,2 – 1,0 m u my. Dessa områden är markerade med orange i Figur 11.

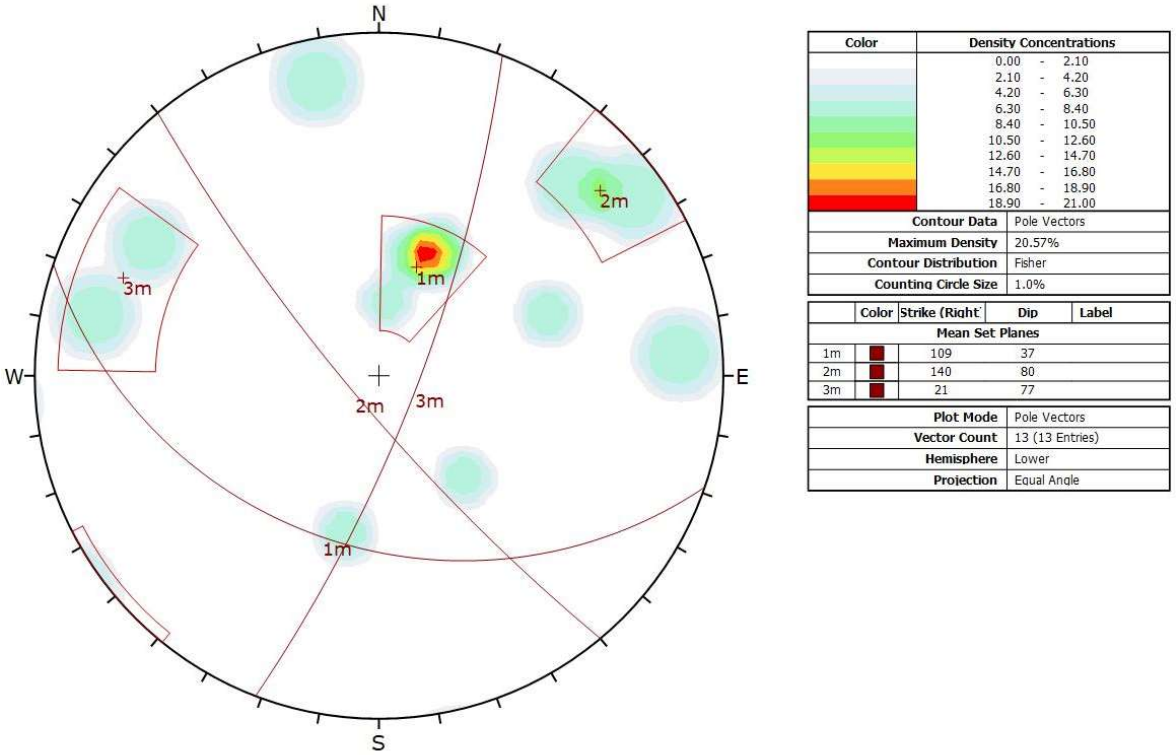
Utanför dessa områden övergår vegetationen till mer björk och marken blir betydligt mer sumpig. Här finns heller ingen kännbar friktion, utan marken bedöms utgöras av kohesionsjord baserat på de MUK-sonderingar som gjorts. I dessa områden påträffas heller inga hårda stopp med MUK:en.

Figur 10. Exempel på område i gränsen mellan jord och berg. Röd ring markerar ett block i ytan. I förgrunden syns en MUK.



Figur 11. Utdrag ur Bilaga 1. Figur modifierat efter ritning i Norconsult 2016b. Röd markering visar där jord övergår till berg eller tunt jordtäcke (<0,5 m), orange fält visar förmodat område med mer friktionsmaterial baserat på MUK-undersökning.

Under platsbesöket mättes ett antal sprickor i berget in. Dessa visas i Figur 12, där tre sprickgrupper för området även beräknats. Dessa är SG1 109/37, SG2 140/80 samt SG3 21/77. Då det fanns väldigt få sprickor i berget är underlaget för sprickmätningen något begränsad, och ska således inte tas som full sanning.

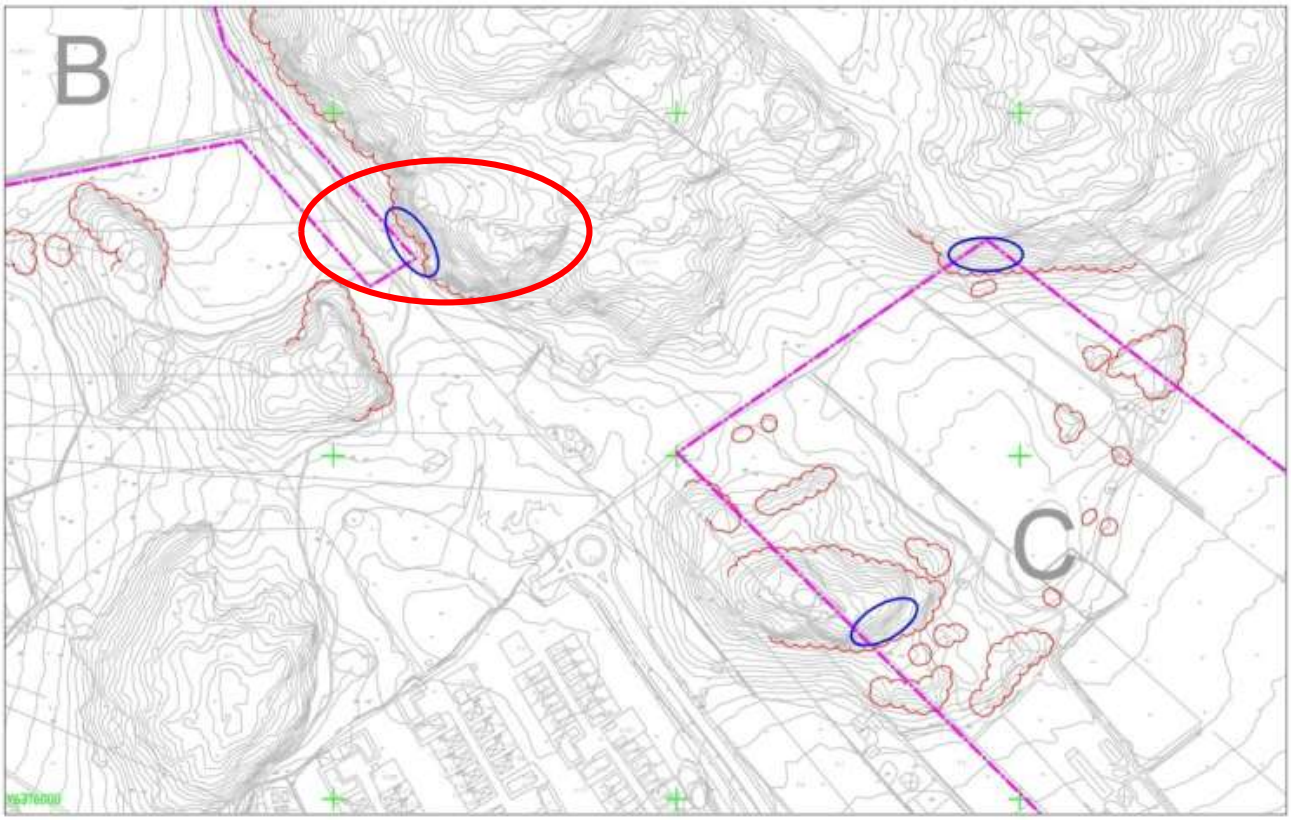


Figur 12. Stereonät med tre plottade sprickgrupper, SG1 109/37, SG2 140/80 samt SG3 21/77. Notera att antalet inlagda sprickor är få, vilket gör sprickgruppernas värden något osäkra.

7 Blockutfallsrisk

7.1 Tidigare utpekat område

I den geotekniska utredningen för planprogrammet pekades flera bergområden ut som i behov av en noggrannare utredning med avseende på risk för blockutfall. Endast ett av dessa ligger i anslutning till nu aktuellt planområde, se Figur 13.



Figur 13. Tidigare utpekade riskområden kopplat till bergslänter. Nu undersökt slänt har ytterligare ringats in med rött. Utdrag ur Nordöstra Kungsbacka. Geoteknisk PM - Underlag till planprogram (Norconsult, 2016).

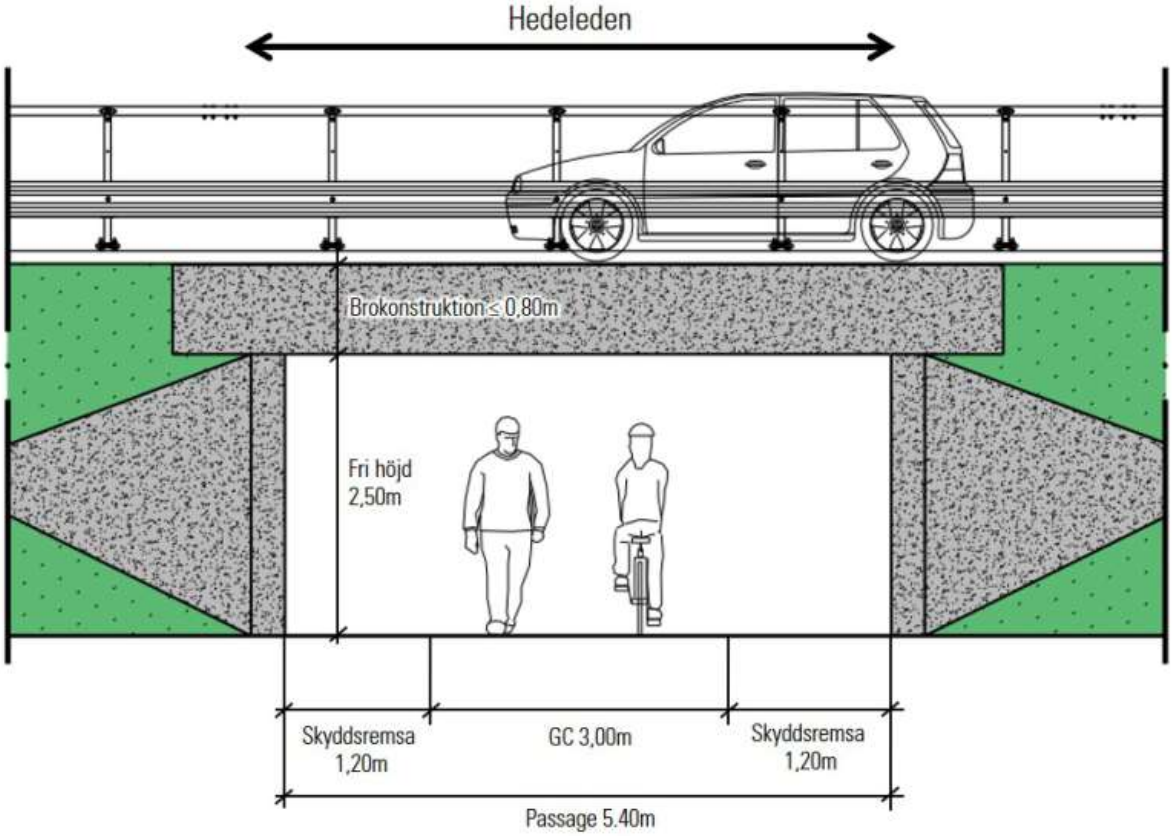
Bergslänten består av Askimsgranit, är plan och stupar brant västerut. Det är en naturlig slänt med låg sprickfrekvens, och det förekommer inga spår av tidigare blockutfall vid släntfoten vilket gör att slänten kan anses vara stabil, se Figur 14.

Figur 14. Slänt som tidigare pekats ut som potentiellt riskområde.

8 Stabilitet

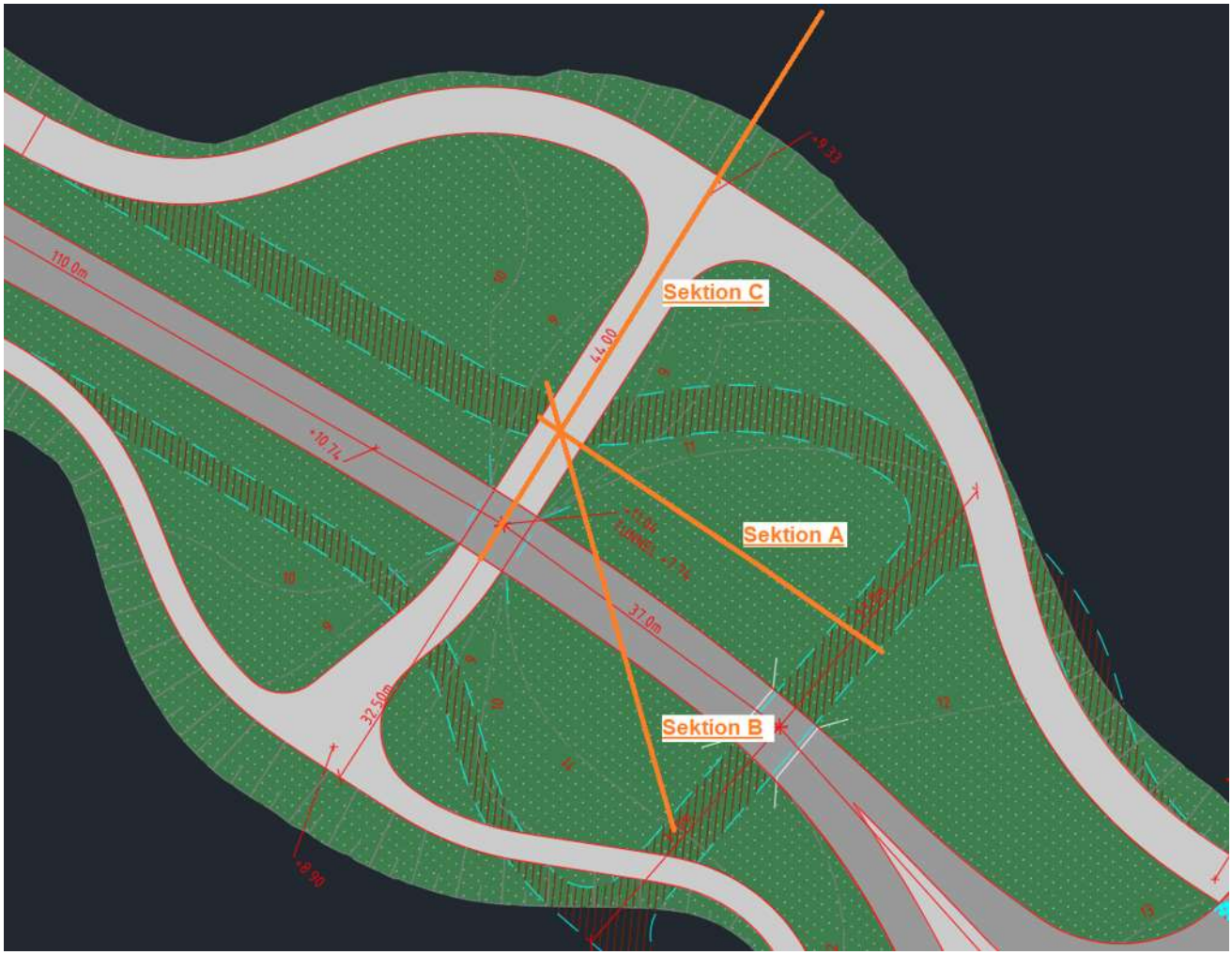
Området utgörs vid befintliga förhållanden till stor del av plan åkermark omgiven av höjdpartier där berget går i dagen. Områden i anslutning till bergspartier uppvisar en viss lutning som understiger 1:10, områdena har karterats med MUK och visar begränsade jorddjup som främst utgörs av friktionsmaterial.

Vid framtida förhållanden kommer nivåskillnader återfinnas vilka behöver beaktas för stabilitet. Dessa nivåskillnader tillkommer i samband med planerade planskilda korsningar vilket markeras i plan i Figur 1. Gångtunnel i norra delen av planområdet bedöms mest kritisk då det råder lokalt sämre markförhållanden i området. Nivåskillnader redovisas enligt (SIGMA Civil, 2021) i Figur 15.



Figur 15. Nivåskillnad på grund av gångtunnel enligt (SIGMA Civil, 2021).

På grund av dessa nivåskillnader skapas tre kritiska sektioner vilka redovisas i Figur 16 för framtida förhållanden.



Figur 16. Kritiska beräkningssektioner i plan för framtida förhållanden.

8.1 Geoteknisk kategori, säkerhetsklass och laster

Dimensionering och beräkningar för stabiliteten i området har utförts i geoteknisk kategori 2, GK 2 samt i säkerhetsklass 2 och 3 (SK 2 och SK 3). Säkerhetsklass 3 används då glidytor korsar lera som har egenskaper för att vara kvick, dvs då glidytor överstiger ett djup av 5 meter.

SK2 ➔ Partialkoefficient som beaktar säkerhetsklass vid variabel last $\gamma_d = 0{,}91$

➔ $F_{EN} = 1{,}0$

SK3 ➔ Partialkoefficient som beaktar säkerhetsklass vid variabel last $\gamma_d = 1{,}0$

➔ $F_{EN} = 1{,}1$

Permanenta pålastningar väljs till 10 kPa för planområden runt vägar. Detta för att ta hänsyn till snölaster samt eventuell uppfyllnad om 0,5 m vilket får uppföras utan tillstånd. Vägen ansätts en variabel last på 15 kPa enligt TRINFRA-00230. Dimensionerande laster uppgår därmed till:

SK2

$$Permanent\ last = \gamma_d \times 1{,}1 \times G = 0{,}91 \times 1{,}1 \times 10 = 10\ kPa$$
$$Variabel\ last = \gamma_d \times 1{,}4 \times Q_k = 0{,}91 \times 1{,}4 \times 15 = 19{,}11\ kPa$$

SK3

$$Permanent\ last = \gamma_d \times 1{,}1 \times G = 1{,}0 \times 1{,}1 \times 10 = 11\ kPa$$
$$Variabel\ last = \gamma_d \times 1{,}4 \times Q_k = 1{,}0 \times 1{,}4 \times 15 = 21{,}0\ kPa$$

8.2 Omräkningsfaktorer

Den lokala stabilitetsberäkningen utnyttjar bara en sonderingspunkt, dock används omräkningsfaktor $\eta_{(1,2)}$ för att ta hänsyn till lokala svaghetszoner varvid ett lågt värde ska väljas. Här har redan en lokal svaghetszon tagits hänsyn till, därav bedöms ett värde på 0,9 ansättas.

$\eta_{(1,2)}$=0,9

4 olika metoder har använts (CPT, vingsondering, konförsök och CRS försök) för att bestämma c_u, dessa bedöms ha en låg spridning och efterliknar empiriska samband.

$\eta_{(3)}$=1,05

Två typer av brottytor har upptäckts vilka leder till liknande faktor $\eta_{(4,5,6,7)}$. Figur 17 visar tabell från ”IEG 6 2008 Rev 1 Slänter och bankar” med inringade valda värden för $\eta_{(4,5,6,7)}$=1,0.

Omfattning av brottyta, konsekvens av brott	*Medelvärde[1]/ Svag zon[2]*	*Avstånd till undersökning*	$\eta_{(4,5,6,7)}$
Stor brottyta	Medel	-	1,0
	Svag zon	-	0,95
Liten brottyta, liten konsekvens av brott	-	-	1,0
Liten brottyta, stor konsekvens av brott	Medel	Kort[3]	1,0
		Långt[4]	0,95
	Svag zon	Kort[3]	0,95
		Långt[4]	0,90

Figur 17. Vald $\eta_{(4,5,6,7)}$ utifrån IEG 6 2008 Rev 1 Slänter och bankar.

Sammantaget ger detta:

η_{tot}= $\eta_{(1,2)}$ x $\eta_{(3)}$ x $\eta_{(4,5,6,7)}$ = 0,9 x 1,05 x 1,0 = 0,945

8.3 Karakteristiska värden

Det karakteristiska värdet för en materialparameter definieras som:

$X_k = \eta \times X$

Värden enligt Tabell 1 gäller för leran inom det lokala kvicklereområdet runt NC2302. Det skall förutsättas att jordprofilen överst utgörs av torrskorpelera till ca 1,3 m djup enligt utförd skruv i NC2302. Denna jord ges en karakteristisk odränerad skjuvhållfasthet c_{uk}= 25 kPa, baserat på de mest ytliga lerlagrens hållfasthet. Denna jord ges karakteristisk tunghet/effektiv tunghet på γ_k=17 kN/m^3 / γ'_k=7 kN/m^3. Lerans tunghet har valts enligt kolvprovtagning från NC2302 till γ_k=16,2 kN/m^3 / γ'_k=6,2 kN/m^3. Leran ansätts en friktionsvinkel på $30\ \varphi'_k$ [°] enligt TRINFRA-00230.

Tabell 1. Karakteristiska värden för hållfasthetsparametrar.

Material	c_{uk} [kPa]	c'_k [kPa]	φ'_k [°]
Torrskorpa	25	c_{uk} *0,1	30
Lera	15,12+1,66*y	c_{vald} *0,1	30

y=0 på nivån +6

Vägöverbyggnad antas ha en friktionsvinkel φ'_k = 36º samt en karakteristisk tunghet/effektiv tunghet på γ_k=19 kN/m^3/ γ'_k=12 kN/m^3. Vägöverbyggnad har antagits 0,5 m mäktig.

8.4 Dimensionerande värden

Det dimensionerande värdet beräknas enligt:

$$X_d = \frac{1}{\gamma_M} \times \eta \times X_k$$

För friktionsvinkeln innebär det:

$$\varphi'_d = tan^{-1}\left(\frac{1}{\gamma_{\varphi'}} \times \eta_{\varphi'} \times tan\varphi'\right)$$

Partialkoefficienter för jordmaterial, γ_M, enligt Tabell 2 nedan.

Tabell 2. Partialkoefficienter för jordparametrar.

Jordparameter	-	Värde
Friktionsvinkel (tan ϕ')	$\gamma_{\varphi'}$	1,3
Effektiv kohesion (c')	$\gamma_{c'}$	1,3
Odränerad skjuvhållfasthet (c_u)	γ_{cu}	1,5
Tunghet (γ)	γ_γ	1,0

En sammanställning av dimensionerande hållfasthetsvärden för kohesionsjorden redovisas i Tabell 3.

Tabell 3. Dimensionerande värden för hållfasthetsparametrar.

Material	c_{ud} [kPa]	c'_k [kPa]	φ'_d [°]
Torrskorpa	15,75	c_{vald} *0,1	23,08
Lera	10,08+y*0,907	c_{vald} *0,1	23,08

y=0 på nivån +6

I beräkningar redovisas c'_d i förhållande till c_{ud} enligt ekvationen nedan. Detta motsvarar c_{vald} *0,1 med gällande $\eta_{tot.}$

$$c'_d = 0{,}122 \times c_{ud}$$

Följande värden används som indata i beräkningsprogrammet, Geostudio Slope/W, för att kunna göra stabilitetsanalyser med partialkoefficienter enligt IEG:s Tillämpningsdokument EN 1997-1 ”Slänter och bankar”.

8.5 Hydrogeologiska förhållanden

Grundvattenytan antas generellt ligga en meter under den ursprungliga markytan vid nivå +11, för att avta till schaktbottennivån under schaktbotten. Vattentrycket antas hydrostatiskt.

8.6 Resultat stabilitetsberäkningar framtida förhållanden

Stabilitetsberäkningar har utförts i Sektion A-C. I samtliga sektioner har totalstabiliteten vid framtida förhållanden kontrollerats. Beräkningar har utförts i odränerad och kombinerad analys.

Utförda beräkningar redovisas i Bilaga 3 samt i Tabell 4. Tabellen redovisar även vilken säkerhetsklass beräkningen hamnar i. Detta avgörs beroende på om glidytan har ett djup på över 5 meter och därmed skär igenom kvicklera eller inte. Resultaten påvisar att sektion B inte uppfyller tillfredsställande säkerhetsfaktor $F_{EN} = 1{,}1$ i odränerad analys.

Tabell 4. Beräknad säkerhetsfaktor för Sektion A-C framtida förhållanden.

Sektion	Analys	Säkerhetsklass	Beräknad Säkerhetsfaktor	Bilaga
1	Odränerad	SK3 ($F_{EN} = 1{,}1$)	1,11	3:1
	Kombinerad	SK2 ($F_{EN} = 1{,}0$)	1,15	3:2
2	Odränerad	SK3 ($F_{EN} = 1{,}1$)	0,96	3:3
	Kombinerad	SK3 ($F_{EN} = 1{,}1$)	1,32	3:4
3	Odränerad	SK3 ($F_{EN} = 1{,}1$)	1,17	3:5
	Kombinerad	SK3 ($F_{EN} = 1{,}1$)	1,45	3:6

8.7 Åtgärder

För sektion B har ett 0,7 m tjockt lager lättfyllning (skumglas) placerats under vägöverbyggnaden som åtgärd till stabiliteten. Skumglas har enligt TRINFRA-00230 antagits tunghet γ_k= 3,5 kN/m^3 / γ'_k= -3 kN/m^3 samt en karakteristisk friktionsvinkel φ'_k = 45º vilket leder till en dimensionerande friktionsvinkel φ'_d = 34,6º. Resultatet leder till en godkänd säkerhetsfaktor om 1,10 och redovisas i Bilaga 3:7.

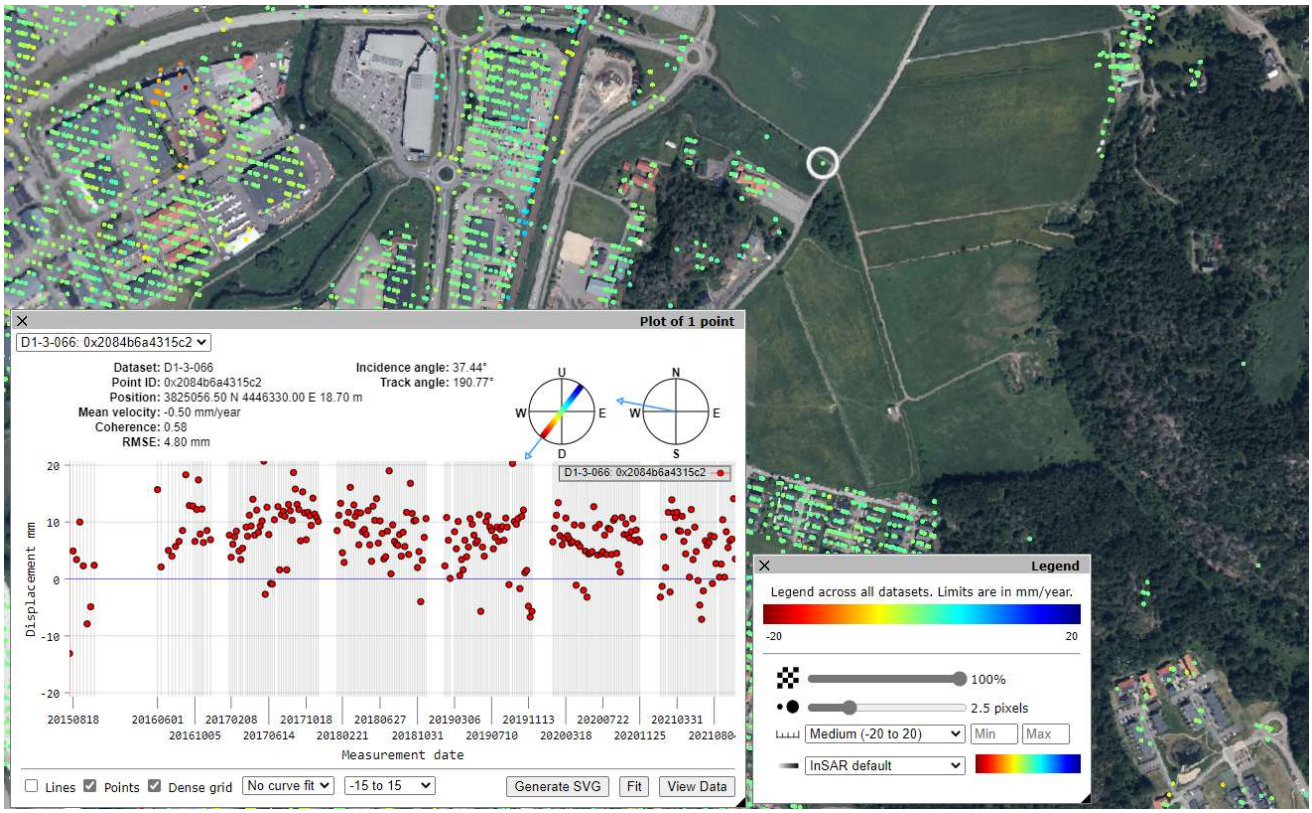
Kompletterande undersökningar inför projektering av vägportar kan även göras för att eventuellt påvisa bättre markförhållanden och att eventuella förstärkningsåtgärder avseende stabilitet och sättningar kan optimeras.

9 Radon

Radonmätning har inte utförts i samband med denna utredning.

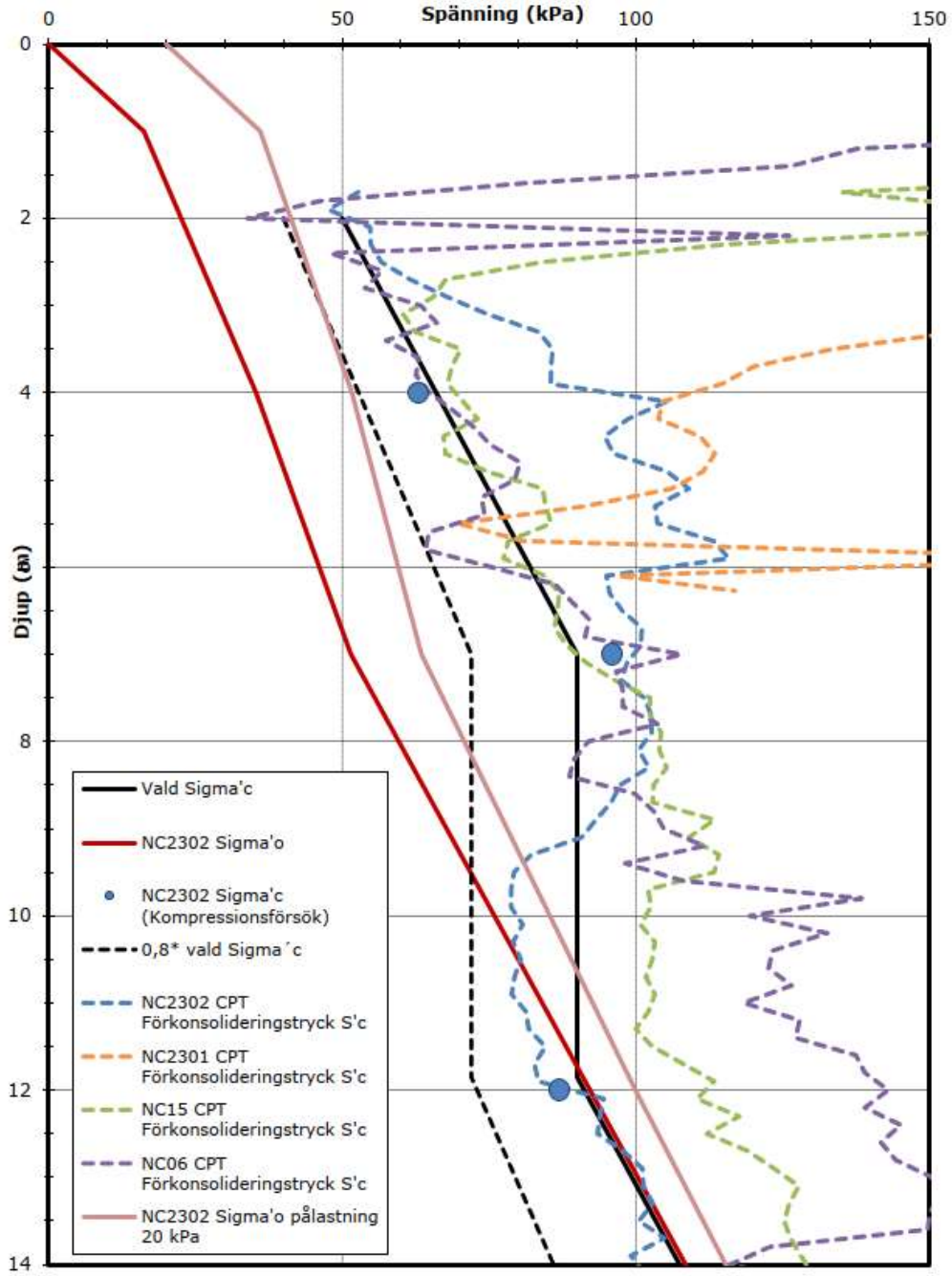
10 Sättningar

Leran i området är överkonsoliderad på ca 0-8 meters djup med OCR värde mellan 2-3,5. Vid större djup avtar överkonsolideringsgraden och leran blir normalkonsoliderad. Detta innebär att pågående krypsättningar kan förekomma i området. Dock visar Insar mätningar i området att det inte råder pågående sättningar, se Figur 18.



Figur 18. Insar mätning från området, hämtad 2023-04-03.

Pålastning i området leder till ”underkonsoliderad jord”, dvs pågående sättningar råder, och bör undvikas i den mån det är möjligt. Bilaga 4 samt Figur 19 visar spänningssituationen i området jämfört med utvärderade förkonsolideringstryck från CPT sonderingar och CRS försök. En spänningssituation med pålastning 20 kPa motsvarande 1 meter fyllning leder till ”underkonsoliderad jord från ca 11 meters djup. Pålastning är modellerad som en oändligt lång, 8 meter bred last och sprider sig enligt ”Finite Boussinesq”. Om pålastning sker måste en mer fördjupad undersökning göras med efterföljande sättningsberäkningar.



Figur 19. Spänningssituation med teoretisk pålastning 20 kPa

11 Dimensionering

11.1 Geoteknisk kategori och säkerhetsklass

Dimensionering, utförande och kontroll av permanenta och temporära grundkonstruktioner skall ske i geoteknisk kategori 2 (GK 2). Grundkonstruktioner hänförs till säkerhetsklass (SK 3) om inte annat kan påvisas.

11.2 Dimensionering

För dimensionering av schakt/stödkonstruktion skall följande valda härledda värden i Tabell 2 antas för kvicklereområdet vid NC2302.

T**abell 2** – *Materialparametrar för dimensionering av schakt/stödkonstruktioner*

Jordlager	Materialegenskap	Valt värde	Karakteristiskt värde
Torrskorpa (till ca 1,3 m djup	Tunghet Effektiv tunghet under gvy	γ = 17,0 kN/m^3 γ' = 7,0 kN/m^3	Samma som valt värde
	Odränerad skjuvhållfasthet (korrigerad)	25 kPa	Bestäms bl.a. m.h.t. brottyp och konstruktion utifrån omräkningsfaktor η
	Friktionsvinkel (dränerad analys)	ϕ' = 30º	Samma som valt värde
Lera 1 (till 6 m djup)	Tunghet Effektiv tunghet under gvy	γ = 16,2 kN/m^3 γ' = 6,2 kN/m^3	Samma som valt värde
	Odränerad skjuvhållfasthet (korrigerad)	16 kPa	Bestäms bl.a. m.h.t. brottyp och konstruktion utifrån omräkningsfaktor η
	Friktionsvinkel (dränerad analys)	ϕ' = 30º	Samma som valt värde
Lera 2 (från 6 m djup)	Tunghet Effektiv tunghet under gvy	γ = 16,2 kN/m^3 γ' = 6,2 kN/m^3	Samma som valt värde
	Odränerad skjuvhållfasthet (korrigerad)	c = 16 + 1,44*x, där x = 0 på djup 6 m	Bestäms bl.a. m.h.t. brottyp och konstruktion utifrån omräkningsfaktor η
	Friktionsvinkel (dränerad analys)	ϕ' = 30º	Samma som valt värde

För resterande områden kan följande dimensioneringsförutsättningar användas ifall det kan påvisas att ingen lokal svaghetszon råder, exempelvis den planskilda korsningen vid NC2301.

T**abell 3** – *Materialparametrar för dimensionering av schakt/stödkonstruktioner*

Jordlager	Materialegenskap	Valt värde	Karakteristiskt värde
Torrskorpa (till ca 1,3 m djup	Tunghet Effektiv tunghet under gvy	γ = 17,0 kN/m^3 γ' = 7,0 kN/m^3	Samma som valt värde
	Odränerad skjuvhållfasthet (korrigerad)	25 kPa	Bestäms bl.a. m.h.t. brottyp och konstruktion utifrån omräkningsfaktor η
	Friktionsvinkel (dränerad analys)	ϕ' = 30º	Samma som valt värde
Lera 1 (till 15 m djup)	Tunghet Effektiv tunghet under gvy	γ = 16,2 kN/m^3 γ' = 6,2 kN/m^3	Samma som valt värde
	Odränerad skjuvhållfasthet (korrigerad)	16 kPa	Bestäms bl.a. m.h.t. brottyp och konstruktion utifrån omräkningsfaktor η
	Friktionsvinkel (dränerad analys)	ϕ' = 30º	Samma som valt värde
Lera 2 (från 15 m djup)	Tunghet Effektiv tunghet under gvy	γ = 16,2 kN/m^3 γ' = 6,2 kN/m^3	Samma som valt värde
	Odränerad skjuvhållfasthet (korrigerad)	c = 16 + 1,76*y, där y = 0 på djup 15 m	Bestäms bl.a. m.h.t. brottyp och konstruktion utifrån omräkningsfaktor η
	Friktionsvinkel (dränerad analys)	ϕ' = 30º	Samma som valt värde

12 Slutsatser och rekommendationer

Området i sin helhet bedöms inte utgöra någon risk för allmänheten, varken i sin nuvarande form eller enligt föreslagen detaljplan.

12.1 Geoteknik

Det råder ingen stabilitetsproblematik i befintligt skede. Föreslagen detaljplan leder till stabilitetsproblematik i anslutning till planerade planskilda korsningar, se sektion B enligt Figur 16, vilket med nuvarande underlag kräver åtgärder. Ett förslag med 0,7 meter skumglas under vägen har påvisat tillfredsställd säkerhet, se Bilaga 3:7. Vidare rekommenderas platsspecifika geotekniska undersökningar som kan utgöra projekteringsunderlag för grundläggning av planerade gångtunnlar och för att optimera stabilitetshöjande och sättningsreducerande åtgärder i anslutning till dessa.

En preliminär bedömning av spänningssituationen visar att leran är normalkonsoliderad från ca 8 meters djup. Pålastningar leder då till en ”underkonsoliderad jord” vilket betyder att pågående sättningar tillkommer. Vid pålastning rekommenderas därför vidare undersökningar med medföljande sättningsberäkningar. Alternativt ska all pålastning totalkompenseras för.

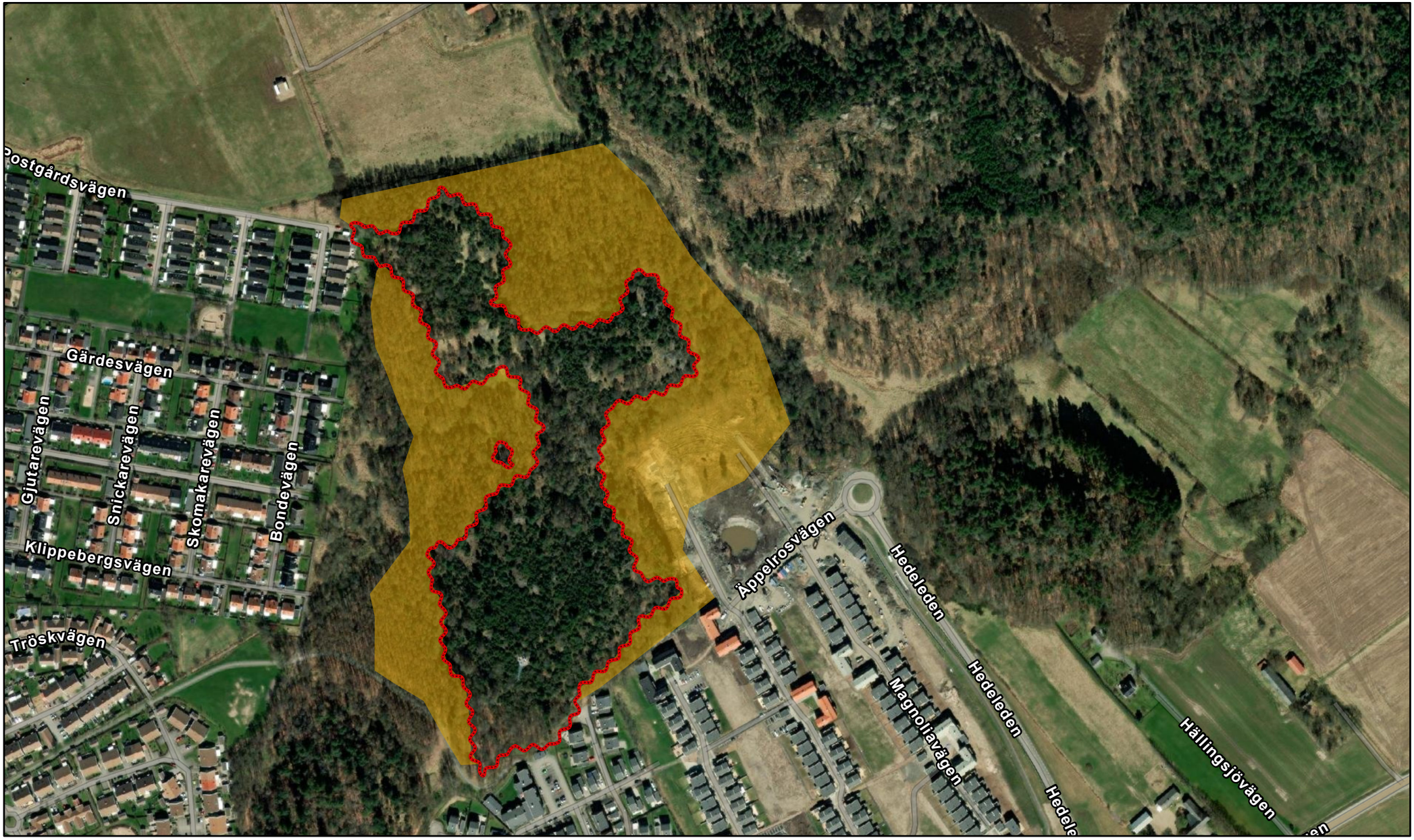
12.2 Bergteknik

Den bergslänt som i tidigare uppdrag pekats ut som i behov av närmre syn har vid denna undersökning visats vara stabil, med minimal till ingen risk för utfall.

Det föreligger inga rekommendationer om åtgärder för att öka säkerheten i området, utan det kan lämnas i nuvarande skick även i framtiden.

Innan eventuella vibrationsalstrande arbeten så som bergschakt, pålning och packning, ska en riskanalys med avseende på markvibrationer upprättas av vibrationssakkunnig. I denna sätts riktvärden för vibrationer för att säkerställa att närliggande anläggningar och byggnader inte skadas.

Om dessa bergschaktarbeten resulterar i nya bergskärningar/-slänter skall dessa besiktas av bergsakkunnig efter bergschaktarbetena för att utreda behov av eventuella stabilitetshöjande åtgärder. Färdig bergschakt och dess slänter ska vara långsiktigt stabila.



N

Ritad av: A. Hultin
Datum: 2022-12-15
Koordinatsystem: SWEREF 99 12 00

Jord/Berg gräns

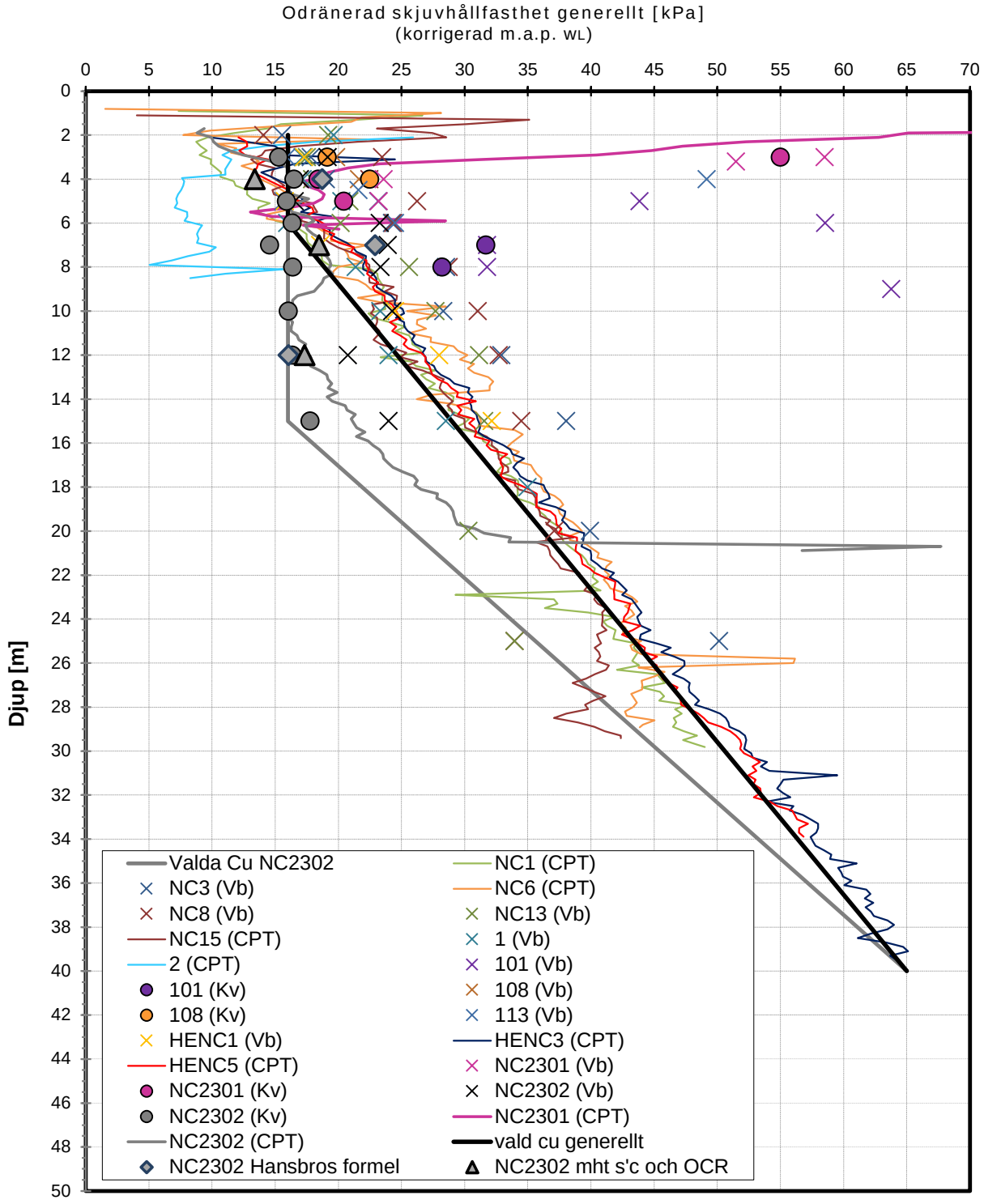
Tunt jordtäcke / Morän

Norconsult

0 75 150 300 Meter

Uppdragsnummer: 1084828

Projekt: Hedenleden



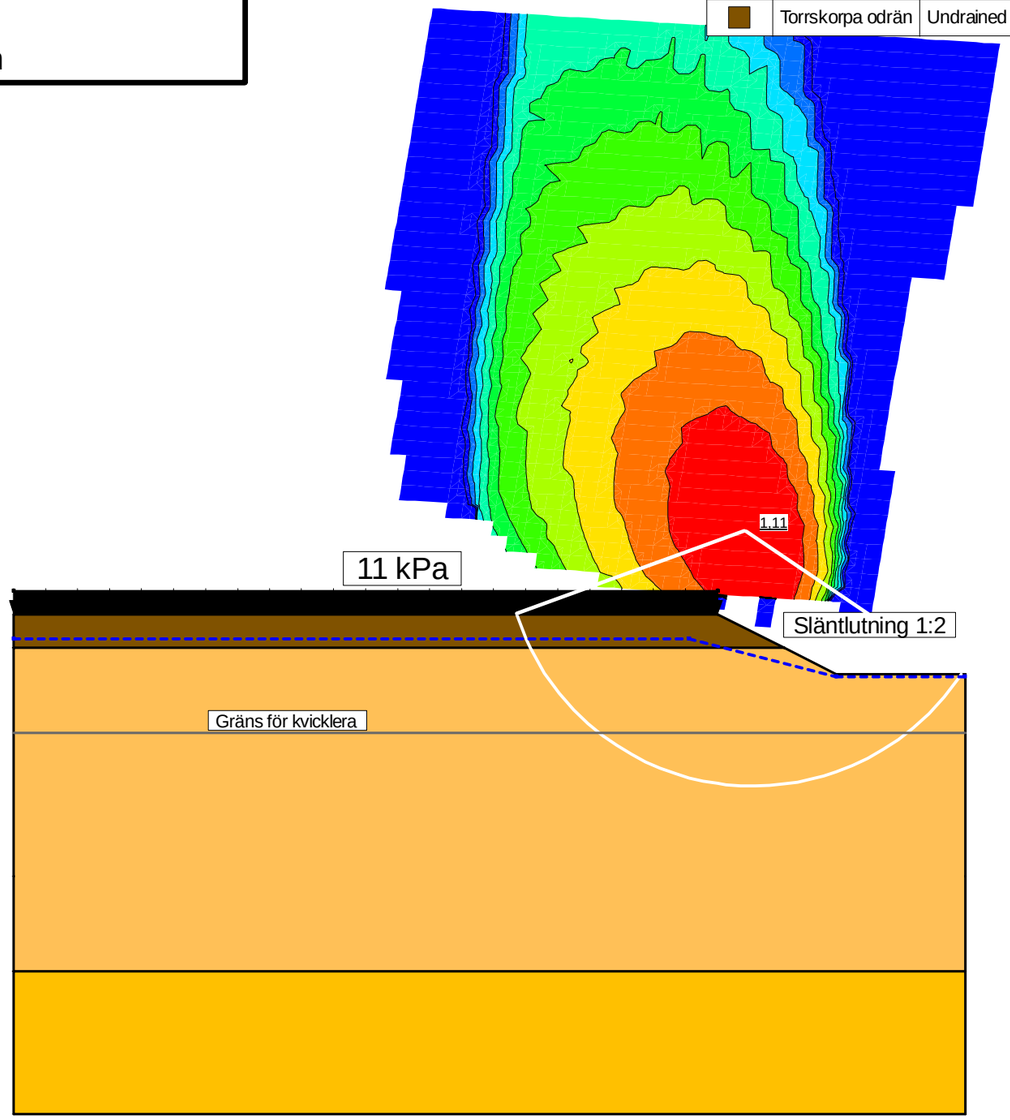
Norconsult

Uppdrag: DP Hedenleden & Klippenbergen
Uppdragsnummer: 108 48 28

Sektion A
Odränerad analys

Morgenstern-Price
Minsta glidytedjup: 0,01 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)	Total Cohesion (kPa)	Piezometric Surface
	Lera 1 odrän	Undrained (Phi=0)	16,2				10,08	1
	Lera 2 odrän	S=f(depth)	16,2	10,08	0,907	0		1
	Torrskorpa odrän	Undrained (Phi=0)	17				15,75	1



N:\108\48\1084828\5 Arbetsmaterial\03 Beräkningar\G\Stabilitet\ Sektion A-CNYNY.gsz
Senast redigerad: 2023-03-31, 14:21:58
Skapad av: Marcus Berghamn Claesson

Skala (A3): 1:258

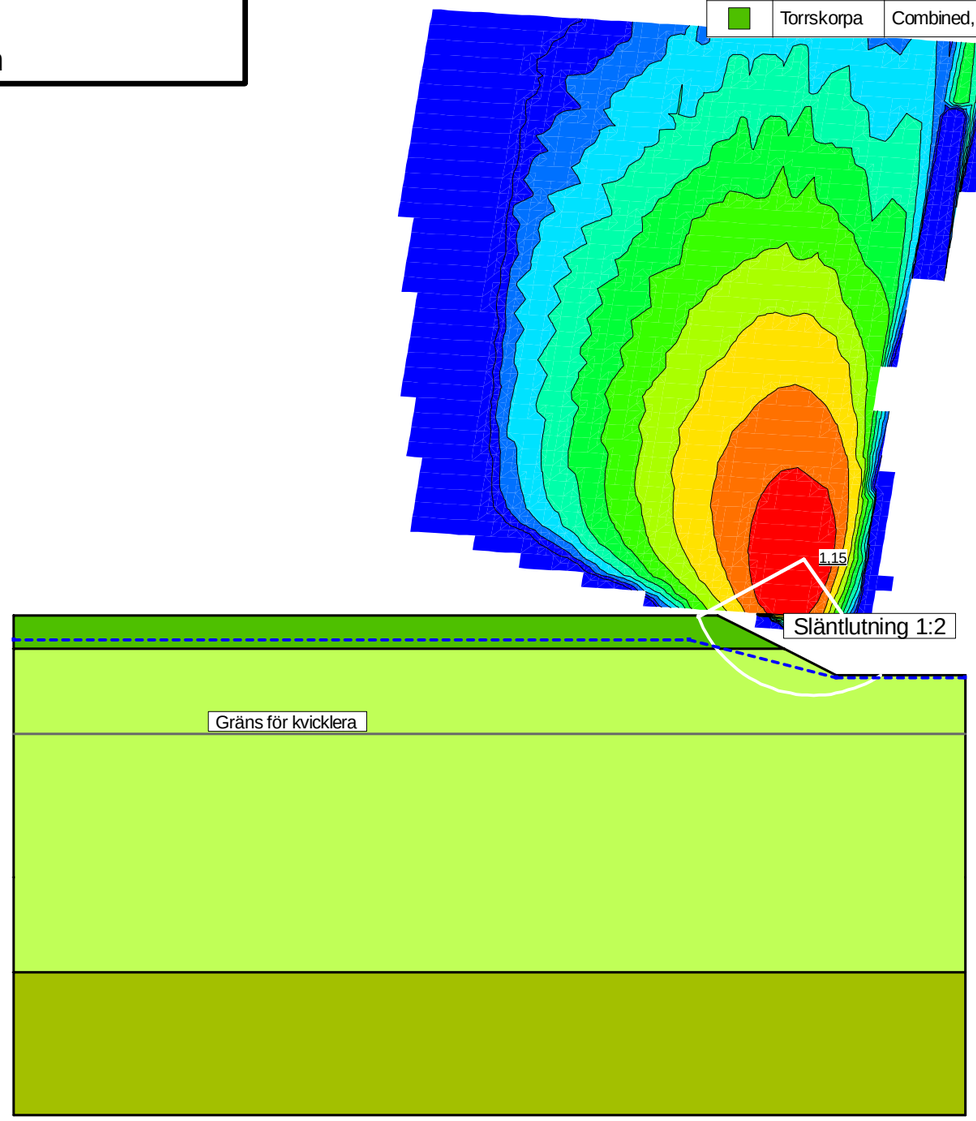
Norconsult

Uppdrag: DP Hedenleden & Klippenbergen
Uppdragsnummer: 108 48 28

Sektion A
Kombinerad analys

Morgenstern-Price
Minsta glidytedjup: 0,01 m

Color	Name	Slope Stability Material Model	Unit Weight (kN/m³)	Effective Friction Angle (°)	C-Top of Layer (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m²)/m)	Cu-Top of Layer (kPa)	Cu-Rate of Change ((kN/m²)/m)	C/Cu Ratio	Piezometric Surface
	Lera 1 komb	Combined, S=f(depth)	16,2	23,08	0	0	10,08	0	0,122	1
	Lera 2 komb	Combined, S=f(depth)	16,2	23,08	0	0	10,08	0,907	0,122	1
	Torrskorpa	Combined, S=f(depth)	17	23,08	0	0	15,75	0	0,122	1



N:\108\48\1084828\5 Arbetsmaterial\03 Beräkningar\G\Stabilitet\ Sektion A-CNYNY.gsz
Senast redigerad: 2023-03-31, 14:21:58
Skapad av: Marcus Berghamn Claesson

Skala (A3): 1:258

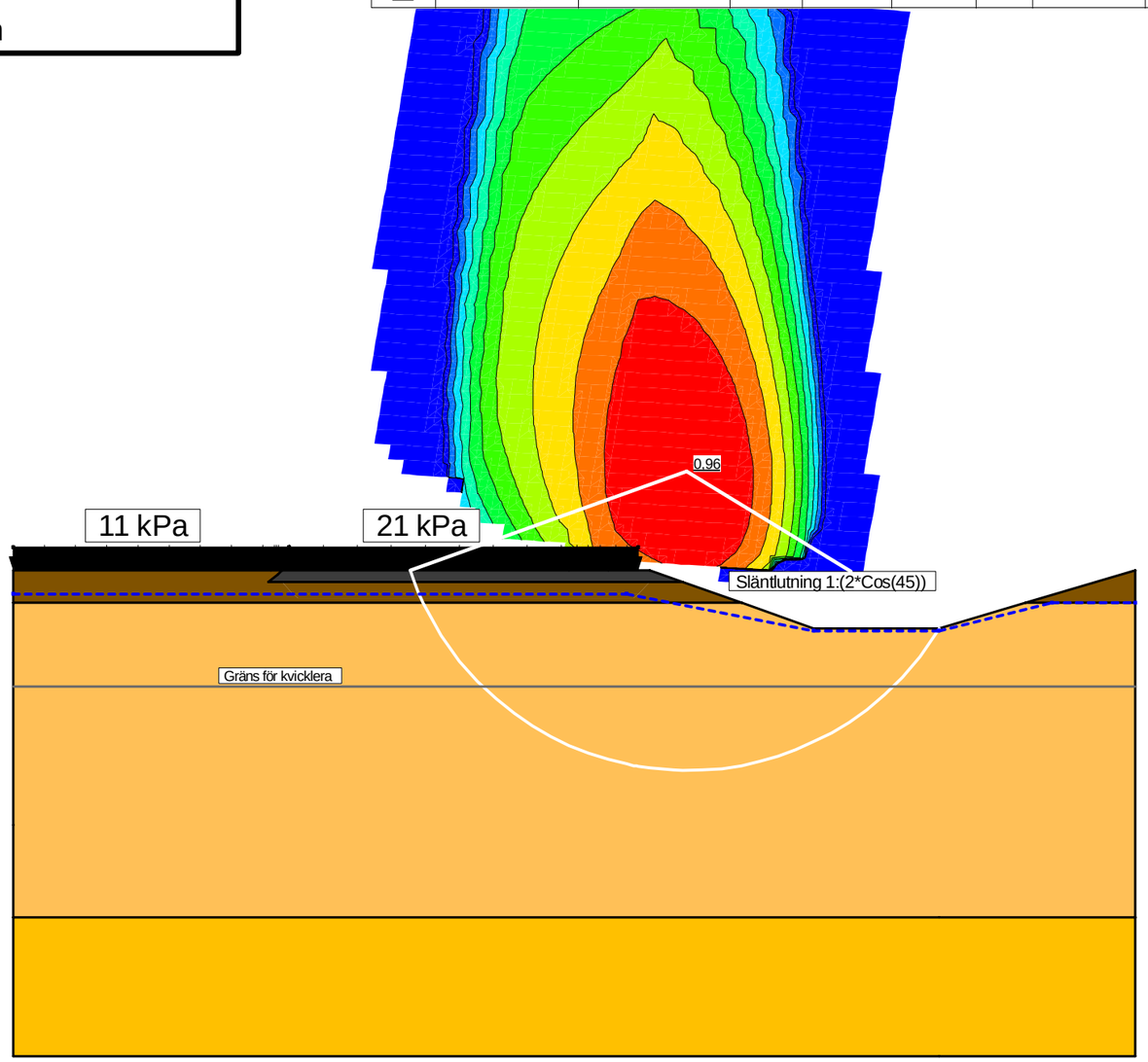
Norconsult

Uppdrag: DP Hedenleden & Klippenbergen
Uppdragsnummer: 108 48 28

Sektion B
Odränerad analys

Morgenstern-Price
Minsta glidytedjup: 0,01 m

Color	Name	Slope Stability Material Model	Unit Weight (kN/m³)	Effective Cohesion (kPa)	Effective Friction Angle (°)	Phi-B (°)	Constant Unit Wt. Above Piezometric Surface (kN/m³)	C-Top of Layer (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m²)/m)	C-Maximum (kPa)	Total Cohesion (kPa)	Piezometric Surface
	Lera 1 odrän	Undrained (Phi=0)	16,2								10,08	1
	Lera 2 odrän	S=f(depth)	16,2					10,08	0,907	0		1
	Torrskorpa odrän	Undrained (Phi=0)	17								15,75	1
	Vägöverbyggnad	Mohr-Coulomb	19	0	27,69	0	12					1



N:\108\48\1084828\5 Arbetsmaterial\03 Beräkningar\G\Stabilitet\ Sektion A-CNYNY.gsz
Senast redigerad: 2023-03-31, 16:47:02
Skapad av: Marcus Berghamn Claesson

Skala (A3): 1:258

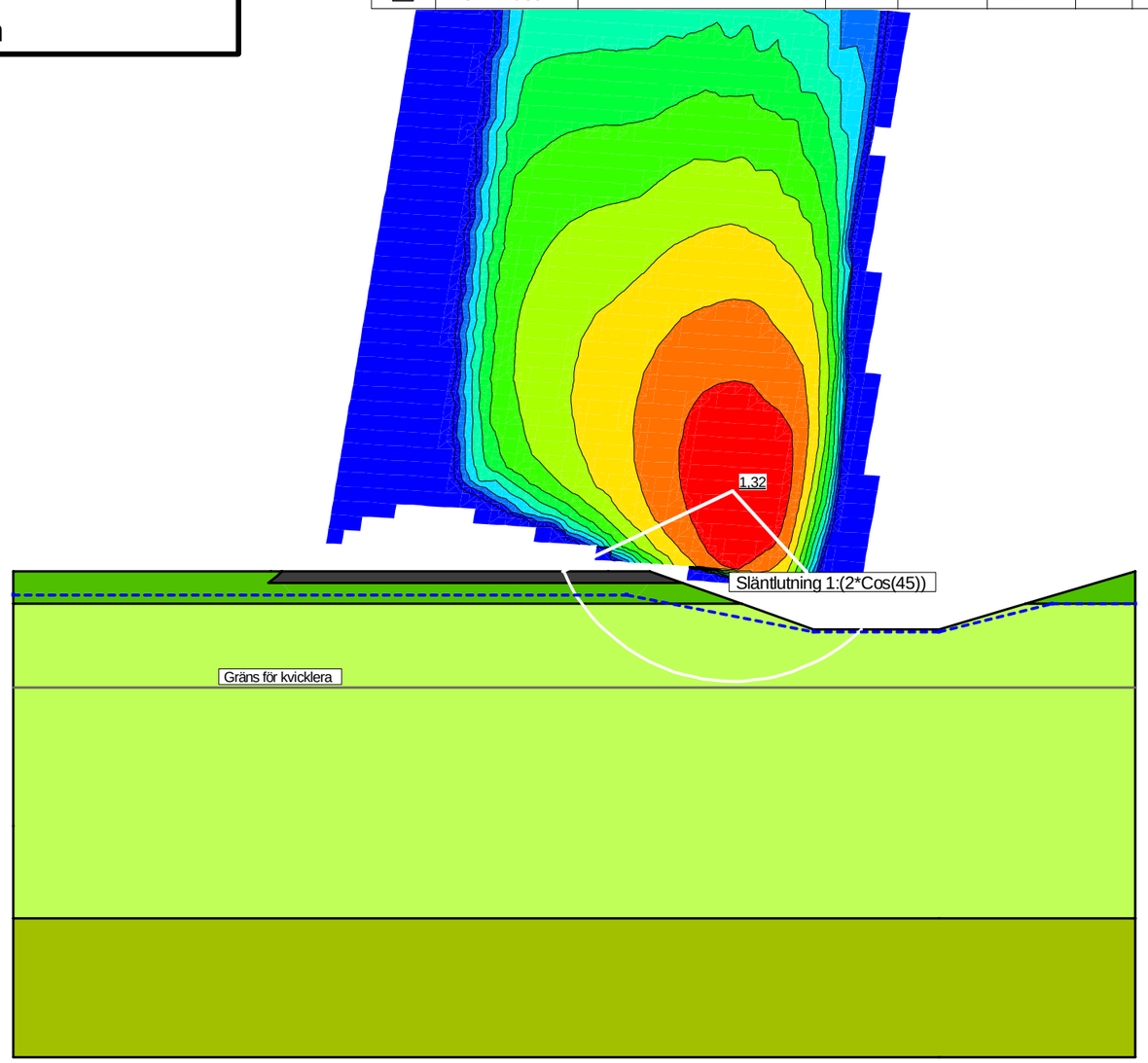
Norconsult

Uppdrag: DP Hedenleden & Klippenbergen
Uppdragsnummer: 108 48 28

Sektion B
Kombinerad analys

Morgenstern-Price
Minsta glidytedjup: 0,01 m

Color	Name	Slope Stability Material Model	Unit Weight (kN/m³)	Effective Cohesion (kPa)	Effective Friction Angle (°)	Phi-B (°)	Constant Unit Wt. Above Piezometric Surface (kN/m³)	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	Piezometric Surface
	Lera 1 komb	Combined, S=f(depth)	16,2		23,08			0	0	10,08	0	0,122	1
	Lera 2 komb	Combined, S=f(depth)	16,2		23,08			0	0	10,08	0,907	0,122	1
	Torrskorpa	Combined, S=f(depth)	17		23,08			0	0	15,75	0	0,122	1
	Vägöverbyggnad	Mohr-Coulomb	19	0	27,69	0	12						1



N:\108\48\1084828\5 Arbetsmaterial\03 Beräkningar\G\Stabilitet\ Sektion A-CNYNY.gsz
Senast redigerad: 2023-03-31, 16:10:18
Skapad av: Marcus Berghamn Claesson

Skala (A3): 1:258

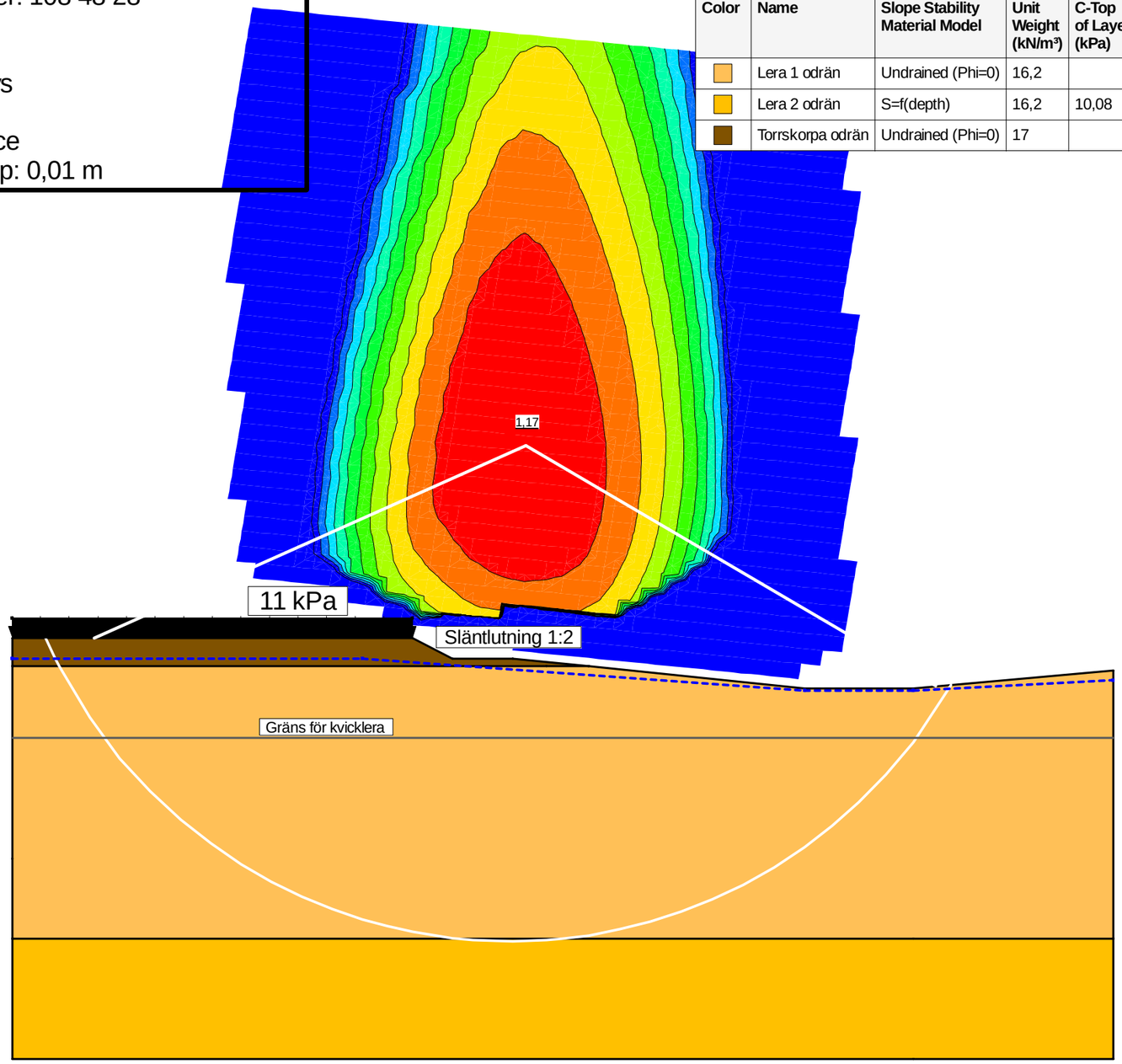
Norconsult

Uppdrag: DP Hedenleden & Klippenbergen
Uppdragsnummer: 108 48 28

Sektion C
Odränerad analys

Morgenstern-Price
Minsta glidytedjup: 0,01 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)	Total Cohesion (kPa)	Piezometric Surface
	Lera 1 odrän	Undrained (Phi=0)	16,2				10,08	1
	Lera 2 odrän	S=f(depth)	16,2	10,08	0,907	0		1
	Torrskorpa odrän	Undrained (Phi=0)	17				15,75	1



N:\108\48\1084828\5 Arbetsmaterial\03 Beräkningar\G\Stabilitet\ Sektion A-CNYNY.gsz
Senast redigerad: 2023-03-31, 14:21:58
Skapad av: Marcus Berghamn Claesson

Skala (A3): 1:258

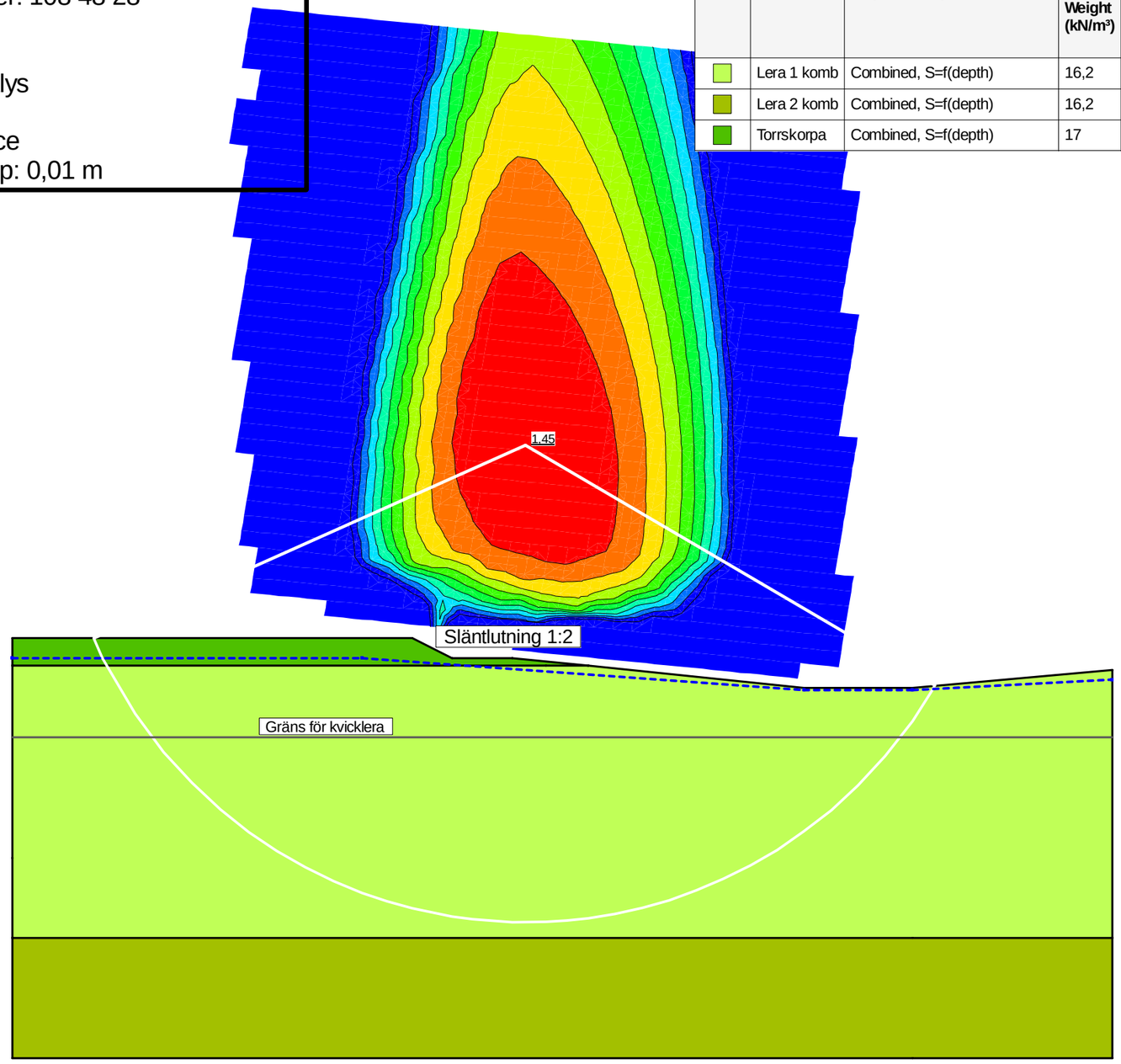
Norconsult

Uppdrag: DP Hedenleden & Klippenbergen
Uppdragsnummer: 108 48 28

Sektion C
Kombinerad analys

Morgenstern-Price
Minsta glidytedjup: 0,01 m

Color	Name	Slope Stability Material Model	Unit Weight (kN/m³)	Effective Friction Angle (°)	C-Top of Layer (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m²)/m)	Cu-Top of Layer (kPa)	Cu-Rate of Change ((kN/m²)/m)	C/Cu Ratio	Piezometric Surface
	Lera 1 komb	Combined, S=f(depth)	16,2	23,08	0	0	10,08	0	0,122	1
	Lera 2 komb	Combined, S=f(depth)	16,2	23,08	0	0	10,08	0,907	0,122	1
	Torrskorpa	Combined, S=f(depth)	17	23,08	0	0	15,75	0	0,122	1



N:\108\48\1084828\5 Arbetsmaterial\03 Beräkningar\G\Stabilitet\ Sektion A-CNYNY.gsz
Senast redigerad: 2023-03-31, 14:21:58
Skapad av: Marcus Berghamn Claesson

Skala (A3): 1:258

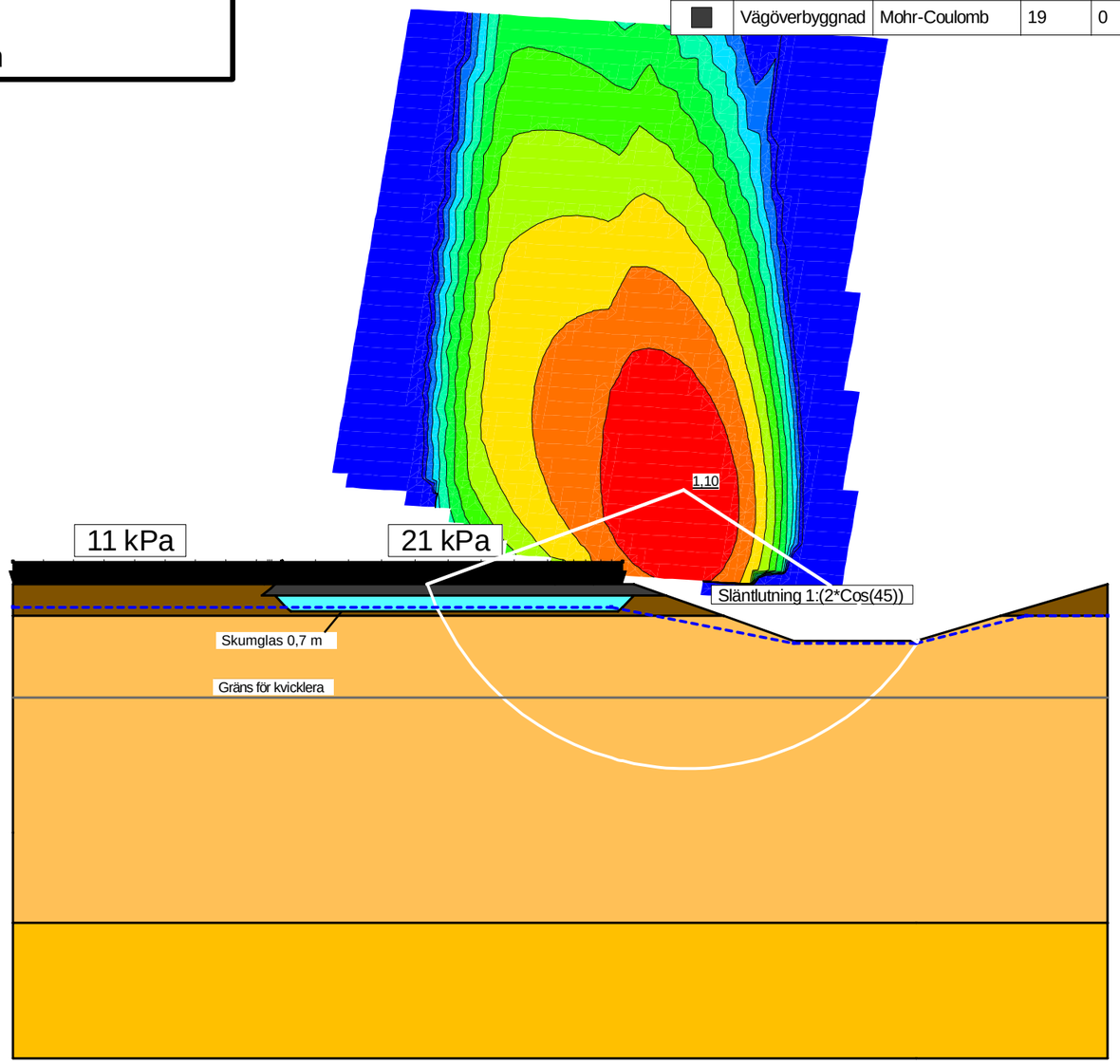
Norconsult

Uppdrag: DP Hedenleden & Klippenbergen
Uppdragsnummer: 108 48 28

Sektion B
Odränerad analys åtgärder

Morgenstern-Price
Minsta glidytedjup: 0,01 m

Color	Name	Slope Stability Material Model	Unit Weight (kN/m³)	Effective Cohesion (kPa)	Effective Friction Angle (°)	Phi-B (°)	Constant Unit Wt. Above Piezometric Surface (kN/m³)	C-Top of Layer (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m²)/m)	C-Maximum (kPa)	Total Cohesion (kPa)	Piezometric Surface
	Lera 1 odrän	Undrained (Phi=0)	16,2								10,08	1
	Lera 2 odrän	S=f(depth)	16,2					10,08	0,907	0		1
	Skumglas	Mohr-Coulomb	7	0	34,6	0	3,5					1
	Torrskorpa odrän	Undrained (Phi=0)	17								15,75	1
	Vägöverbyggnad	Mohr-Coulomb	19	0	27,69	0	12					1

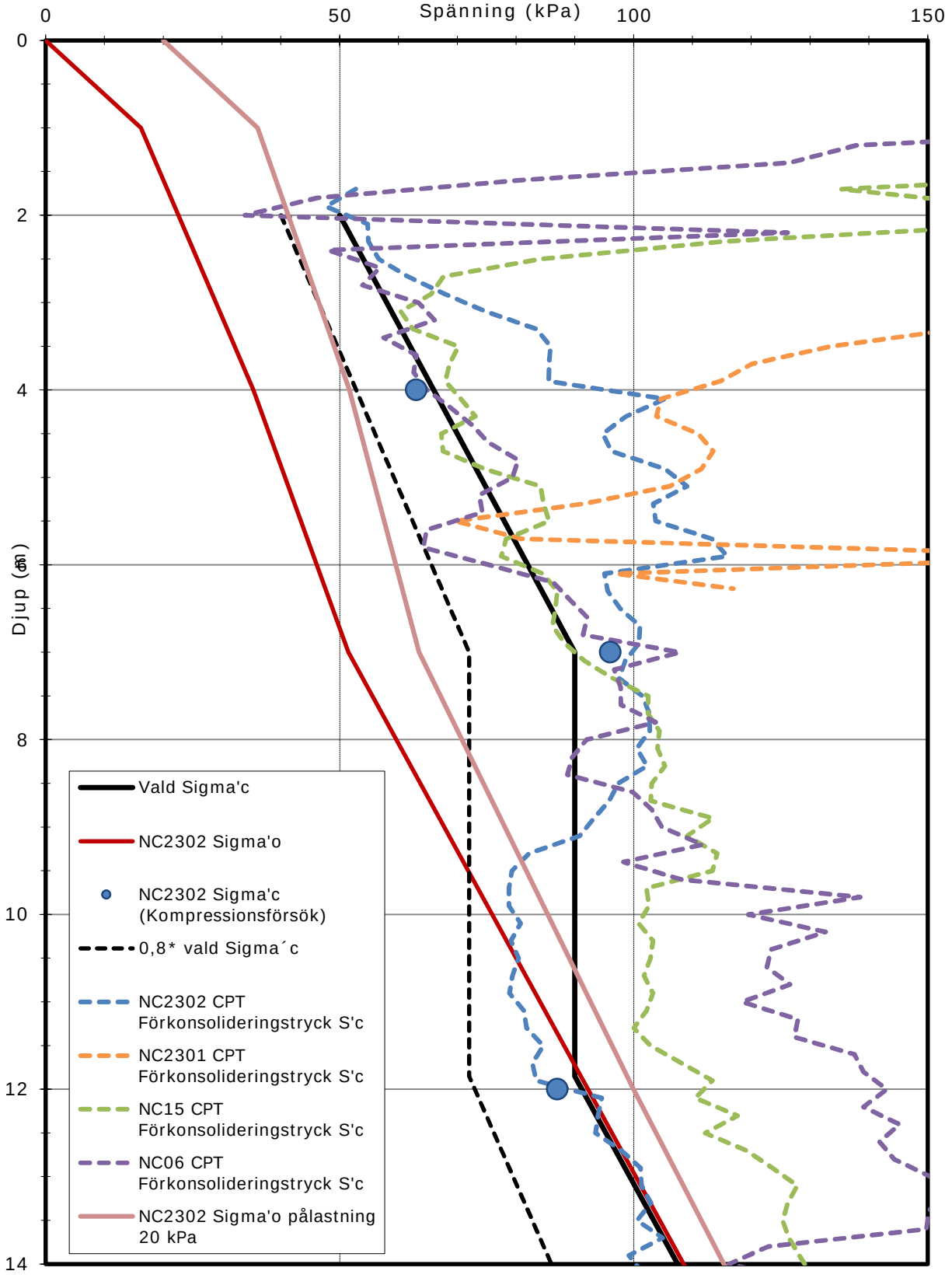


N:\108\48\1084828\5 Arbetsmaterial\03 Beräkningar\G\Stabilitet\ Sektion A-CNYNY.gsz
Senast redigerad: 2023-03-31, 16:13:55
Skapad av: Marcus Berghamn Claesson

Skala (A3): 1:258

Uppdragsnummer: 1084828

Projekt: Hedenleden



GRANSKNINGSHANDLING 2023-09-05

BET	ANT	ÄNDRINGEN AVSER	DATUM	SIGN

SKEDE

FÖRPROJEKTERING

HEDELEDEN
KUNGSBACKA KOMMUN

SIGMA Civil

Kungsbacka

PROJEKT NR	RITAD/KONSTRUERAD AV	HANDLÄGGARE
166508	A.J	A.FISCHER

DATUM 2023-XX-XX

ANSVARIG MAGNUS HANSSON

ÖVERSIKTSPLAN

FORMAT/SKALA	NUMMER	BET
A1 1:2000	C-01-1-001	

XREFS:
..\..\X\Modell\X-01-P-020.dwg
..\..\P\Modell\P-01-P-011.dwg
..\..\T\Modell\T-30-P-002.dwg
..\..\T\Modell\T-30-P-040.dwg
..\..\T\Modell\T-30-P-051.dwg
..\..\X\Modell\X-30-P-051.dwg
..\..\X\Modell\X-01-P-003.dwg
..\Modell\C-01-P-001.dwg
..\..\T\Arbetsarea\AlexanderKarta.dwg
..\..\T\Modell\T-30-P-020.dwg

Ritning: Q:\Projekt\166508\05 Teknisk Förprojektering\C-Bilder\C-01-1-001.dwg Skapad av: Alexander Johansson 2023 8 30 07:52