

Geoteknisk Utredning

UTREDNINGAR FÖR PLANARBETE HOVDE SYD VEMDALEN, SKISTAR



SKISTAR

Slutrapport

2024-05-06

Uppdrag: 329602 Utredningar för planarbete Hovde Syd
Vemdalen, Skistar
Titel på rapport: Geoteknisk Kartering, Hovde Syd
Status: Slutrapport
Datum: 2023-03-07

Medverkande

Beställare: Skistar AB
Kontaktperson: Lars Lifvendahl
Konsult: Tyréns Sverige AB
Uppdragsansvarig: Nils Edwards
Handläggare: Susanne Fritiofsson, Larissa Darvell och Joel Fahrman
Kvalitetsgranskare: Per Olof Sjödin, Lena Mören och Thomas Janson

Revideringar

Revideringsdatum: 2024-05-06
Version: 3.1
Initialer N.E.

Uppdragsansvarig



Datum: 2024-05-06

Handlingen granskad av:

Datum: 2024-05-06

Sammanfattning

Föreliggande geotekniska utredning utgör ett underlag för planarbete med Hovde Syd i Vemdalen.

Övre delen av berget består av frostsprängt berg av kantiga block (rösberg). Nedre delen av området utgörs av morän som sluttar ned mot myrmark i väst. Liftstolparna rekommenderas att anläggas med gravitationsfundament på berg eller morän. Byggnation bör vara under överinseende av geotekniker och följa rekommendationerna som ges i kapitel 11.

Det saknas förutsättningar för både slamströmmar och jordskred i området. Det finns förutsättningar för jordras lokalt i västra delen. I dessa slänter har stabiliteten beräknats. Slänterna bedöms vara stabila under nuvarande förhållanden. För att hantera osäkerhet har känslighetsanalyser utförts i stabilitetsberäkningarna. Känslighetsanalyserna representerar "värsta" tänkbara förutsättningar och baserat på dessa föreslås åtgärder/restriktioner för att uppnå erforderlig säkerhet. Det föreslås förändrad terrängprofil (utflackning av slänten) i planerad liftgata för Hovde Syd T-Bar samt för pister som anläggs i samma slänt. Det föreslås att placera dalstationen för Hovde Syd T-Bar med säkerhetsavstånd till slänten nedanför. Förutsättningarna för ras, skred och slamströmmar bedöms inte förändras nämnvärt av planerad avverkning eller ökad avrinning från snösmältning om rekommendationer om avskärande diken följs.

Det finns ett område i södra delen av planområdet som har förutsättningar för blocknedfall. Som en försiktighetsåtgärd bör ett skyddsnät uppföras under byggskedet. Exakt placering och utformning av nätet beror på schaktning i samband med anläggandet av liften, varför exakt läge och utformning inte kan ges i detaljplaneskedet. För att säkerställa säkerheten i branta bergslänter under byggskede rekommenderas närvaro av geolog/bergtekniker vid schaktning av befintliga block/bergslänter som har en lutning på $\geq 40^\circ$.

Innehållsförteckning

Objekt.....	6
1 Ändamål och syfte	6
2 Bedömning av planförslaget.....	7
3 Underlag	8
4 Styrande dokument	8
5 Geoteknisk kategori.....	9
6 Befintliga förhållanden	9
6.1 Topografi och ytbeskaffenhet.....	9
6.2 Befintliga konstruktioner.....	10
7 Geotekniska fältundersökningar	11
7.1 Platsbesök	12
7.2 Område 1: Hovde Syd Access Option.....	13
7.3 Område 2: Hovde Syd 2 Platter	18
7.4 Område 3: Hovde Syd T-Bar.....	22
7.5 Område 4: Västliften Extension.....	27
8 Geotekniska förhållanden	29
8.1 Jord	29
8.2 Berg.....	31
9 Geotekniska säkerhetsfrågor.....	32
9.1 Erosion och slamströmmar	32
9.2 Skred och ras.....	33
9.3 Blocknedfall och bergras.....	34
10 Stabilitetsberäkningar	35
10.1 Riktlinjer gällande stabilitet.....	35

10.2 Beräkningar	37
10.3 Resultat	39
10.3.1 Sektion A	40
10.3.2 Sektion B	41
11 Rekommendationer	42
12 Övrigt	43

Bilagor

Beteckning	Datum	Rev. datum
Bilaga 1 – Lutningskarta 1:6 000 (A3)	2023-01-11	2024-03-26
Bilaga 2 – Stabilitetsberäkningar	2024-03-26	
Bilaga 3 – Provtabell Klyftberget	2024-03-26	
Bilaga 4 – Markradarrapport Hovde Syd	2024-03-27	

Ritningar

Beteckning	Typ, skala	Datum	Rev. datum
G11-01-01	Plan Markradartolkning, Sticksonderingar, Stabilitet 1:500, Sektion	2023-01-11	2024-03-26
G11-03-01	Sticksonderingar 1:100 (A1) Enstaka Borrhål Sticksonderingar 1:100 (A1)	2023-01-11	2024-03-26

Tillhörande dokument/Hänvisningar

Beteckning	Datum	Rev. datum
Dagvattenutredning Vemdalen Hovde Syd	2024-04-04	
Miljökonsekvensbeskrivning Hovde Syd	2023-09-29	

Objekt

Tyréns Sverige AB har utfört en översiktlig geoteknisk kartering i samband med detaljplanering av skidområdet i Hovde Syd i Vemdals skalet, Härjedalens kommun.

Skistar AB har ansökt om planbesked för utveckling av skidområdet i Vemdals skalet på grund av de senaste årens utbyggnad av bostäder och ökad turism. Berg & Härjedalens bygg- och miljönämnd beviljade planbeskedet i december 2022 och inledde planarbetet 2023. Området är 21,8 hektar stort och ligger sydväst om de existerande liftarna och skidbackarna, se figur 1. Planen inkluderar nya pister samt två eller tre nya liftar och en förlängning av den existerande Västliften.



Figur 1. Översiktskarta över Vemdals skalet. Placeringen av det planerade skidområdet är markerat med röd cirkel. Karta från eniro.se 2023-01-10.

1 Ändamål och syfte

Utförd undersökning avser översiktligt beskriva de geotekniska och bergtekniska förutsättningarna inför planarbetet för nya liftar och pister/nedfarter på Hovde Syd i Vemdals skalet, Vemdalen (figur 2).



Figur 2. Förslag på markanvändning (Härjedalens kommun, 2024). Liftar och andra byggnader kan byggas i de orangemarkerade R1-områdena och pister kan anläggas inom de ljusgröna områdena. Områden markerat med mörkgrönt bevaras som naturmark.

2 Bedömning av planförslaget

Planförslaget bedöms vara genomförbart utan ökad risk för ras och skred om föreslagna åtgärder följs. Toppdelen av fjället består av frostsprängt berg av kantiga block. Risken för blocknedfall är avsevärt reducerad på grund av blockens geometriska egenskaper. Dessa block, karakteriserade av sina kantiga former, har en benägenhet att fastna och låsa sig inbördes, vilket minskar möjligheten till rörelse över avstånd. Bergmassan består huvudsakligen av uppsprucken och lagrad kvartsarenit. Områdena med morän som planläggs för liftstation och andra byggnader är mindre branta och med relativ fast och grovkornig morän. Då det inte är observerat några raviner och lutningen i moränslänterna inom planområdet till stor del är under 17° så bedöms det vara osannolikt att slamströmmar skulle kunna bildas. Det bedöms inte finnas förutsättningar för jordskred då det saknas finkorniga jordar i området. Förutsättningar för jordras finns endast lokalt i den västra delen av planområdet, se avsnitt 10.3 och kapitel 11 för förslag på åtgärder. Detaljerade grundläggningstekniska frågor behandlas inte i detaljplan utan omhändertas i bygglovsskede.

3 Underlag

Följande underlag har studerats inför upprättande av föreliggande rapport:

1. Jordarts-, berggrunds- och jorddjupskarta över området med tillhörande beskrivning från SGU, 2022/10/30.
2. Höjddata Grid 1+ från Metria, erhållet 2022/10/26
3. Kartmaterial tillhandahållet av Skistar AB, som visar planerad layout erhållet 2024-02-19.
4. Bilder, anteckningar, markradarmätningar och prover insamlade/ tagna i samband med platsbesök under tiden 2022-11-01 till 2022-11-02.
5. Plangränser och markanvändningsområden, från Härjedalens Kommun 2024-03-12.
6. Flygfoto från Lantmäteriet, hämtat 2023-02-27.
7. Strukturmätningar från SGU 3D-karta <https://apps.sgu.se/squ3d/>
8. Pistkarta Vemdalskalet, Skistar, hämtad 2024-01-16.
9. Ordlista, SGI, <https://www.sgi.se/sv/Forskning--larande/ordlista/#S>, besökt 2024-01-23.

4 Styrande dokument

Denna rapport ansluter till SS-EN 1997-1:2005 med tillhörande nationell bilaga. I tabellerna nedan redovisas styrande dokument för undersökningen.

Tabell 1. Planering, redovisning och utvärdering.

Undersökningsmetod	Standard eller annat styrande dokument
Fältplanering	SS-EN 1997-2:2007 (/AC:2010)
Fältutförande	SS-EN ISO 22475-1:2021 (eng), SGF Rapport 1:2013
Beteckningssystem	SGF/BGS beteckningssystem 2001:2 samt av SGF kompletterat beteckningsblad, 2016-11-01, TK Geo 13, 2016-02-29
Dokument	Datum
Plan- och Bygglagen (2010:900)	
TRVINFRA-00230 V1.0	2022-01-11
AMA Anläggning 20	
IEG 6:2008 R1 Tillämpningsdokument Slänter och Bankar	2010-01
SGI Vägledning 8 Utredning av släntstabilitet.	2023-03
SGI R68 Stability and run-off conditions	2005

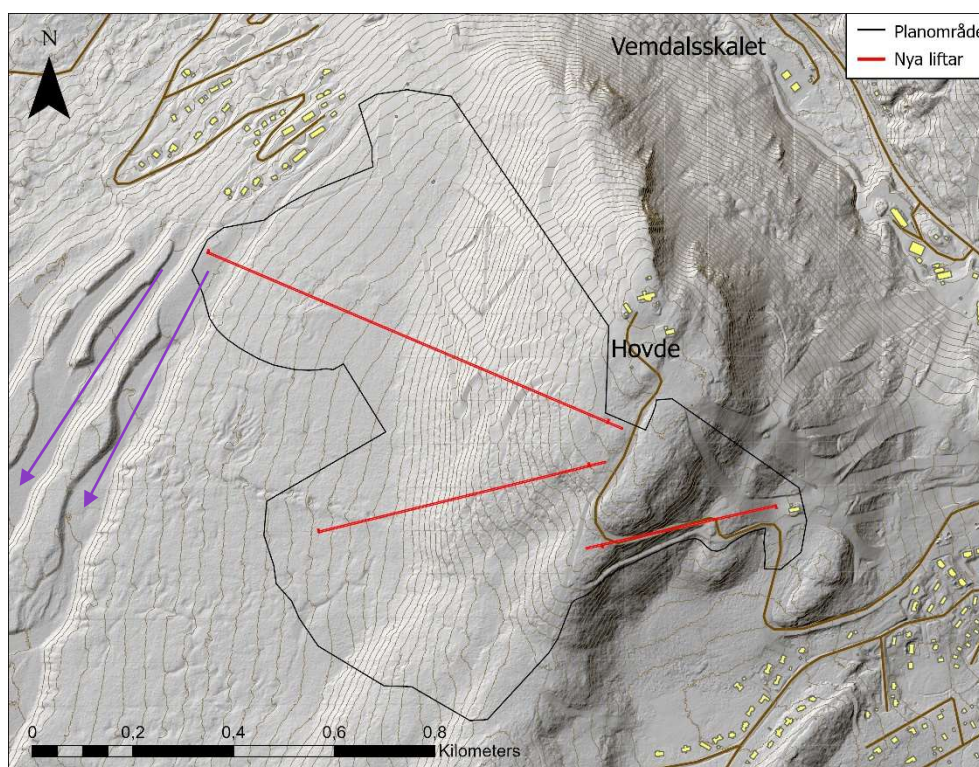
5 Geoteknisk kategori

Utförda undersökningar är utförda i enlighet med Geoteknisk kategori 1 för översiktlig kartering av området.

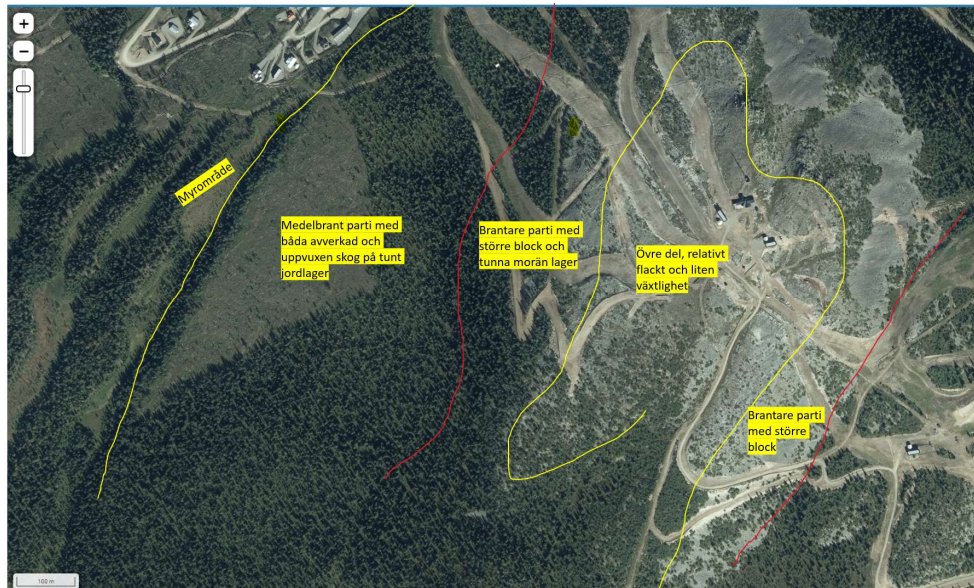
6 Befintliga förhållanden

6.1 Topografi och ytbeskaffenhet

Den övre delen av området är generellt sett relativt flack till medelbrant, mellan 0 till 17 graders lutning, och består främst av berg i dagen eller vittrade block (rösberg), se figur 3 samt bilaga 1. Här är det lite växtlighet förutom korta fjällbjörkar (figur 4).



Figur 3. Topografin i planområdet illustrerad med terrängskuggning och 5 meters höjdkurvor (Höjddata Grid 1+ © Metria). De tvärgående landskapsformer som finns väster om Hovde kallas isälvrännor och markeras med lila pilar i kartan.



Figur 4. Flygfoto från Lantmäteriet, 2023-02-27. Översiktligt indelning av topografi och ytbeskaffenhet.

Därefter kommer ett brantare parti (17-50° lutning) med större block och vissa ställen har tunna moränlager.

Efter det branta partiet är det igen medelbrant (2–17° lutning), med både uppvuxen skog och avverkade partier. Observationer av markytan och sondering med markundersökningskäpp visar att det är blockrikt med varierande blockstorlek.

Längst väster i planområdet karakteriseras terrängen av växlingar mellan korta branta slänter och flacka områden (figur 3). Slänterna är mellan 10-20 m höga med lutning över 25°. På de flacka ytorna finns områden med myrmark. Dessa landskapsformer kallas för isälvsrännor. Utöver de tvärgående isälvsrännorna finns inga ravininformationer inom planområdet.

Inga tecken på laviner observerades i områden. Bäckar eller rinnande vatten observerades endast i närheten av myrområdet. Däremot påträffades spår efter rinnvägar som vid platsbesöket tolkades som mindre smältvattenbäckar.

6.2 Befintliga konstruktioner

Runt om undersökningsområdet finns befintliga servicevägar från foten av berget till toppen. Hovde har nedfarter och liftar norr och öster längs berget samt en stuga vid toppen av Väst Express, se figur 5.



Figur 5. Övre bilden visar pistkarta för befintligt skidområde på Hovde, sett från öster (Pistkarta Vemdalskalet © Skistar). Nedre bilden visar karta med befintliga nedfarter och servicevägar inom eller i anslutning till planområdet.

7 Geotekniska fältundersökningar

Vid framtagandet av ett undersökningsprogram och valet av undersökningsmetoder inför nu utförd undersökning har SGUs kartunderlag studerats. Då framgår det att undersökningsområdet förväntas utgöras

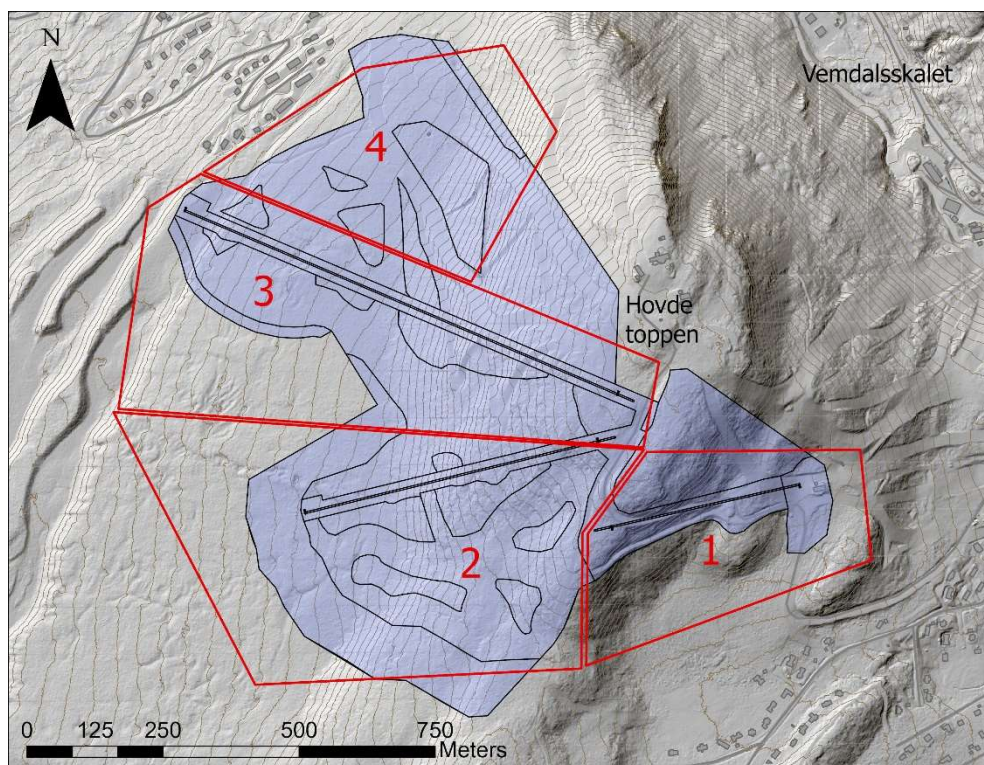
främst av berg i dagen och morän. Jorddjupet uppskattas enligt SGU vara från 0 till 20 m. Det finns inga raviner eller vattendrag i området.

För att effektivt kunna undersöka det relativt stora nya planområdet beslutades det att de geotekniska fältundersökningarna skulle utföras genom okulär besiktning samt sticksonderingar av myrar för att undersöka myrddjupet. Sonderingar, bilder och anteckningar registrerades i fältappen FieldMaps. I tillägg gjordes undersökningar med markradar (se Markradarrapport) och det användes drönare för att samla in översiktsbilder och bilder till underlag för att producera en 3D-modell.

7.1 Platsbesök

Platsbesöket utfördes av geolog Susanne Fritiofsson och geotekniker Nils Edwards, Tyréns Sverige AB, under tiden 2022-11-01 till 2022-11-02.

Inför platsbesöket delades hela området in i fyra delområden, se figur 6 och tabell 2 nedan.



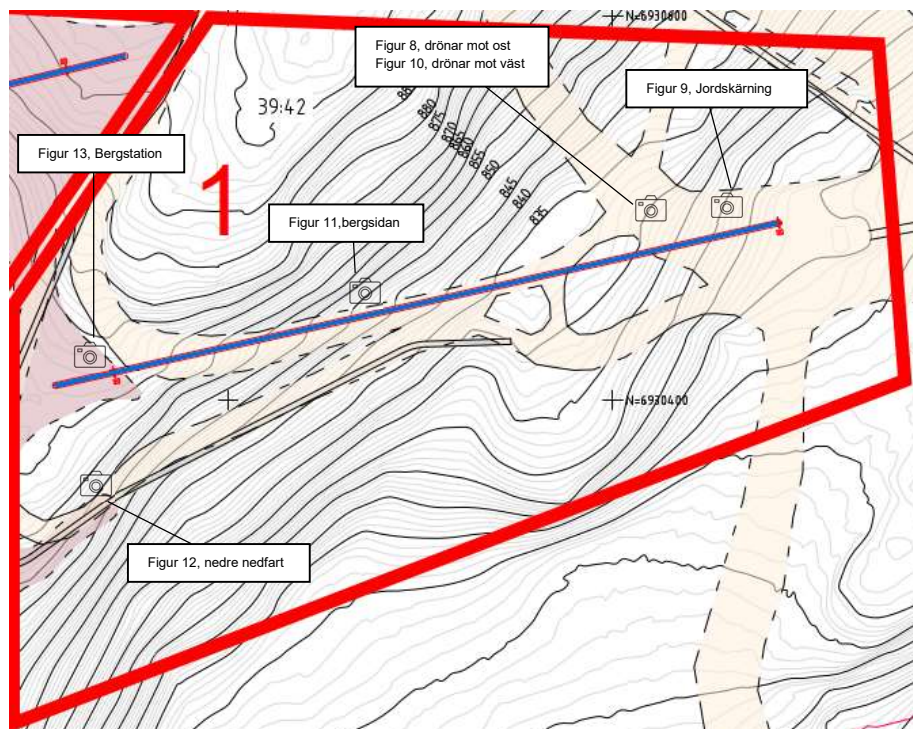
Figur 6. Indelning av undersökta områden 1-4 (Höjddata Grid 1+ © Metria). Planområdet är markerat med lila och svarta linjer visar markanvändningsgränser samt planerade liftar enligt planförslag från 2024-03-12 (Härjedalens kommun).

Tabell 2. Undersökta områden.

Område	Beskrivning	Aktivitet
1	Hovde Syd Access Option	Okulär kontroll, Drönarfoto + 3D-modell
2	Hovde Syd 2 Platter	Okulär kontroll
3	Hovde Syd T-Bar	Okulär kontroll, Markradar, Sticksondering
4	Västliften Extension	Okulär kontroll

7.2 Område 1: Hovde Syd Access Option

Inom detta område sluttar marken ($>17^\circ$) mot söder och har mindre en platå med flackare lutning ($0-10^\circ$) mot öst (figur 7).



Figur 7. Område 1 Hovde Syd Access Option. Kameraikoner indikerar vart bilderna i detta avsnittet blev tagna. Kartan är från Situationsplan 2023-02-21.

Planen är att bygga en lift från platån vid den befintliga Skalet Expressen-liften för att ge åtkomst till nya nedfarter på västra delen av berget (figur 8). Planerad dalstation för denna lift samt en byggrätt för värmestuga på 75 m^2 ligger i området som är mindre sluttande mot öst.



Figur 8. Bild tagen med drönare visar läget för dalstationen på den planerade Hovde Syd access option-liften, norr om (till vänster i bild om) den befintliga Skalet Expressen-liften.

Jorddjupet vid den planerade starten av Hovde Syd access option-liften uppskattades till minst 2-3 meter bestående av stenig sandig siltig morän som överlagras av ett ca 0,2 m tjockt lager av humus (figur 9). Enligt SGUs kartunderlag består området av morän och jorddjupet uppskattas vara mellan 5–10 meter.



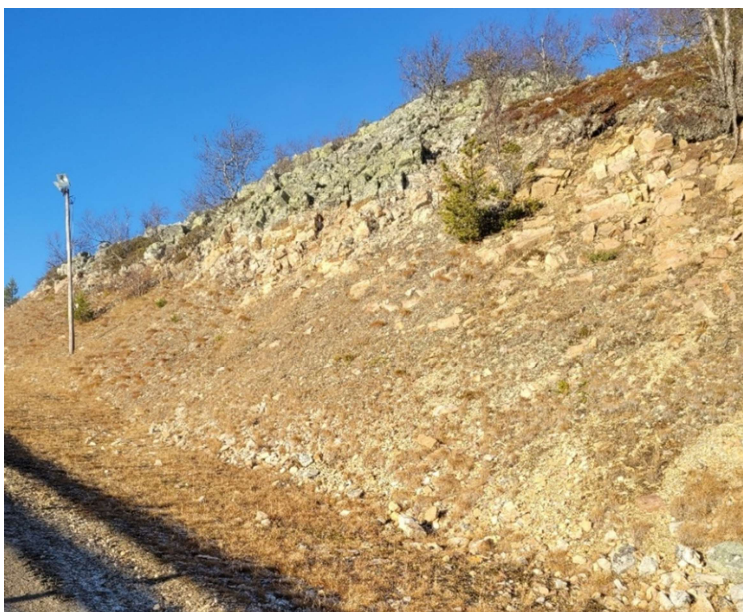
Figur 9. Bild av jordskärningen vid den planerade starten av liften.

Vidare västerut i området där den planerade liften ska gå upp är det redan två befintliga nedfarter som skär in i slänten. Det är i huvudsak jordskärning eller skärning i rösberg/talus. Planen är att utvidga den nedre nedfarten till dubbel bredd och göra den övre nedfarten till liftgata, se figur 10.



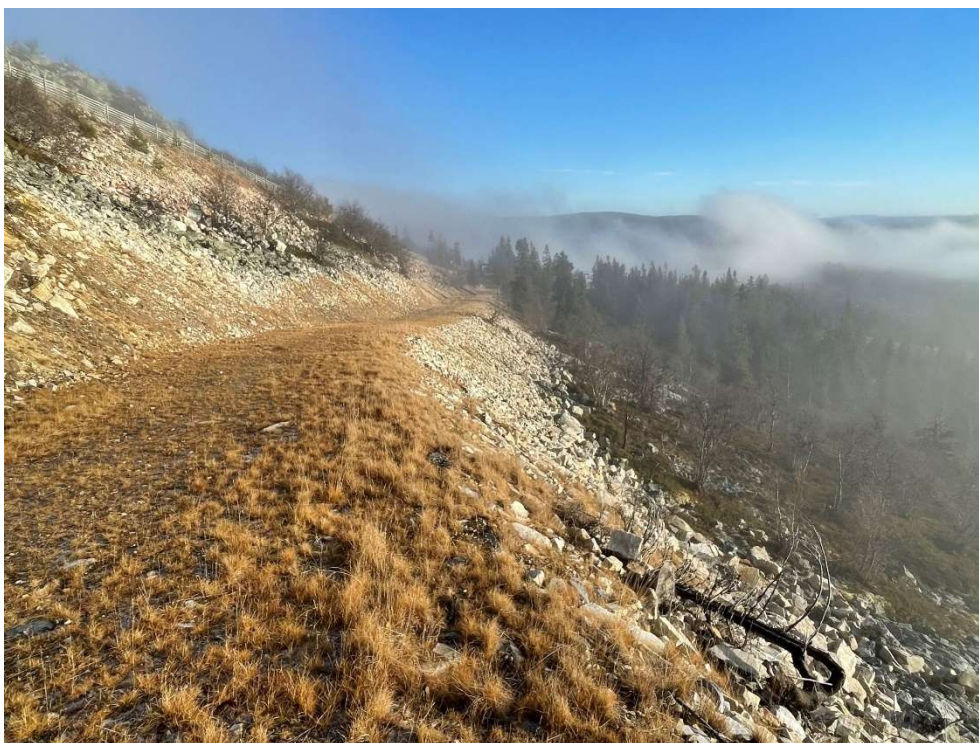
Figur 10. Drönbild mot väst visar den nedre nedfarten som planernas utvidgas samt den övre nedfarten som planeras bli liftgata.

Den övre nedfarten är placerad längs bergssidan och har fyllts upp med befintligt material längs bergets lutning (figur 11). Berget består av block och partier med berg i dagen av uppsprucken kvartsarenit. I de brantare sektionerna i detta område kan vittrade block sättas i rörelse vid frostsprängning men bedömningen är att blocken kommer låsas fast i terrängen relativt snabbt (se avsnitt 9.3 för utlåtande från bergtekniskt sakkunnig).



Figur 11. Bergssidan vid den övre nedfarten, fotad i riktning mot väst.

Den nedre nedfarten har en mindre skärning in i bergssidan och utfyllnad ner längs bergets lutning, se figur 12.



Figur 12. Nedre nedfarten i område 1, fotograferad i riktning mot öst.

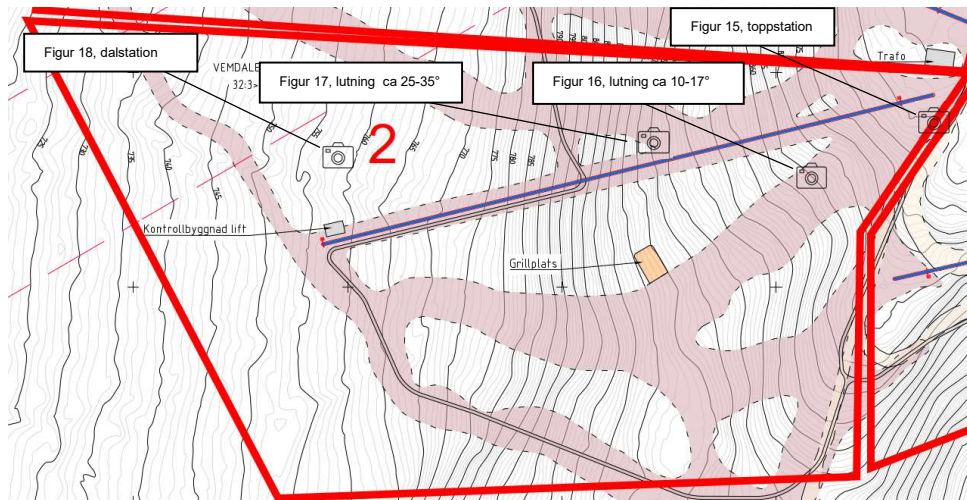
Mot toppen (väst) av område 1 och vid den planerade toppstationen för Hovde Syd Access Option-liften är terrängen platt med ett tunt jordlager. Växtligheten på toppen består av fjällbjörk och ljung. Markundersökningskäppen (MUK) påträffar block eller berg från 0,0 till 0,3 m djup, se figur 13.



Figur 13. Området där toppstationen för Hovde Syd Access Option-liften planeras.

7.3 Område 2: Hovde Syd 2 Platter

Område 2 utgör ca halva arealen för det planerade området med nya nedfarter. Figur 14 visar nedfarterna samt planerad 550 m lång släplift med tillhörande kontrollbyggnad. En tillkommande byggrätt på 300 m² och området för toppstationen utgörs av relativt flack terräng (ca 2-10° lutning) med block på berg.



Figur 14. Område 2 - Hovde Syd 2 Platter. Kameraikoner indikerar vart bilderna i detta avsnittet blev tagna. Karta från Situationsplan 2023-02-21.

Toppstationen för den planerade liften kommer bli placerad på platt och blockrik terräng med ett tunt humuslager och växtlighet på vissa ställen. Det växer ljung och fjällbjörkar i området men markytan utgörs till stor del av exponerad uppsprucken kvartsarenit, se figur 15.



Figur 15. Området där toppstationen för Hovde Syd 2 Platter-liften planeras.

Väster om toppstationen, i riktningen för den planerade liftsträckningen, har terrängen medellutning, 2 - 17°. Här finns stora och stabila block samt områden med morän, se figur 16. Växtligheten utgörs av olika sorters lavar, mossor och träd.



Figur 16. Området nedanför den planerade toppstationen för Hovde Syd 2 Platter-liften består av block och växtlighet.

Området vid ca 770 till 840 m ö.h. längst den planerade liftsträckningen utgörs av terräng med brantare lutning (>17 grader), se Bilaga 1 Lutningskarta. Det är fortfarande många exponerade block och markundersökningskäppen indikerar block eller berg på ett djup ner till 0,5 meter, se figur 17.



Figur 17. Bild från den branta delen av område 2.

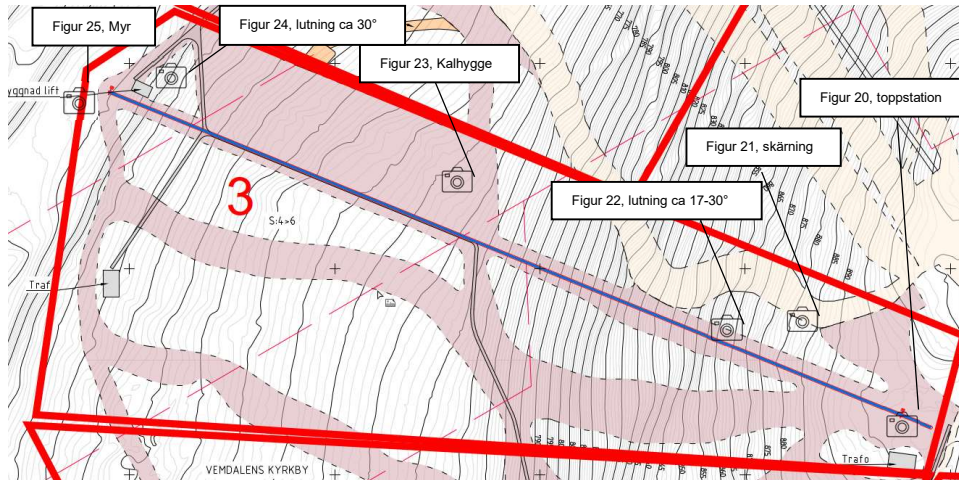
Längs de sista 100 meterna ner till läget för dalstationen planar terrängen ut till ca 2-10° lutning. Här är det färre block synliga och markundersökningskäppen indikerar morän med djup på minst 0,5 meter. Det observerades områden med ett större moräntäcke och även vissa områden med torv. Träden i området är högre och består främst av fjällbjörkar och granar med mycket skägglav. Den låga växtligheten består främst av vitmossor samt blåbärs- och lingonris, se figur 18.



Figur 18. Område med mindre lutning i läget för dalstation till Hovde Syd 2 Platter-liften.

7.4 Område 3: Hovde Syd T-Bar

Område 3, Hovde Syd T-Bar, är ganska likt område 2. I detta området finns befintliga nedfarter men det planeras flera nya nedfarter samt en ca 850 m lång släplift med tillhörande kontrollbyggnad (figur 19). Innanför området planläggs också två transformatorstationer.



Figur 19. Område 3 Hovde Syd T-Bar. Kameraikoner indikerar vart bilderna i detta avsnittet blev tagna. Karta modifierad från Situationsplan 2023-02-21.

Området för den planerade toppstationen och den ena transformatorstationen är relativt platt, har mycket exponerade block och lite vegetation, se figur 20.



Figur 20. Området där toppstationen för Hovde Syd T-Bar-liften planeras är relativt platt och blockrik.

Där lutningen på berget blir brantare är blocken större. De befintliga nedfarterna går längs fjällsidan och har en utfyllning längs lutningen. Figur 21 visar uppsprucket berg och block där nedfarten skär in i slänten.



Figur 21. Bilden visar befintlig nedfart som skär in i slänten.

Den planerade sträckningen för Hovde Syd T-bar-liften går genom ett brant parti nära de befintliga nedfarterna med inslag av flackare plåtåer (figur 22).



Figur 22. Brant parti i område 3. Befintlig nedfart kommer ned från höger i bild.

Nedanföör där den planerade liftens sträckning korsar den sista befintliga nedfarten sker en förändring i växtligheten. Där påträffas höga, fullvuxna granar och björkar till skillnad mot de låga fjällbjörkarna högre upp i området. Terrängen är mindre brant med färre synliga block.

Området där den andra transformatorn ska placeras består av ett kalhygge som blivit markberett och där det planterats nya granplantor, se figur 23. Vegetationen består främst av olika sorters mossor, lavar och gräs.



Figur 23. Mindre brant område i nedre halvan av liftsträckningen som består av ett nyligen planterat kalhygge.

I den nedersta delen av liftsträckningen övergår kalhygget till en kort, brant slänt som leder ner till ett flackt område med myrmark, se figur 24. Dalstationen planeras i det flacka området.



Figur 24. Kort, brantare parti ovanför läget för liftens dalstation.

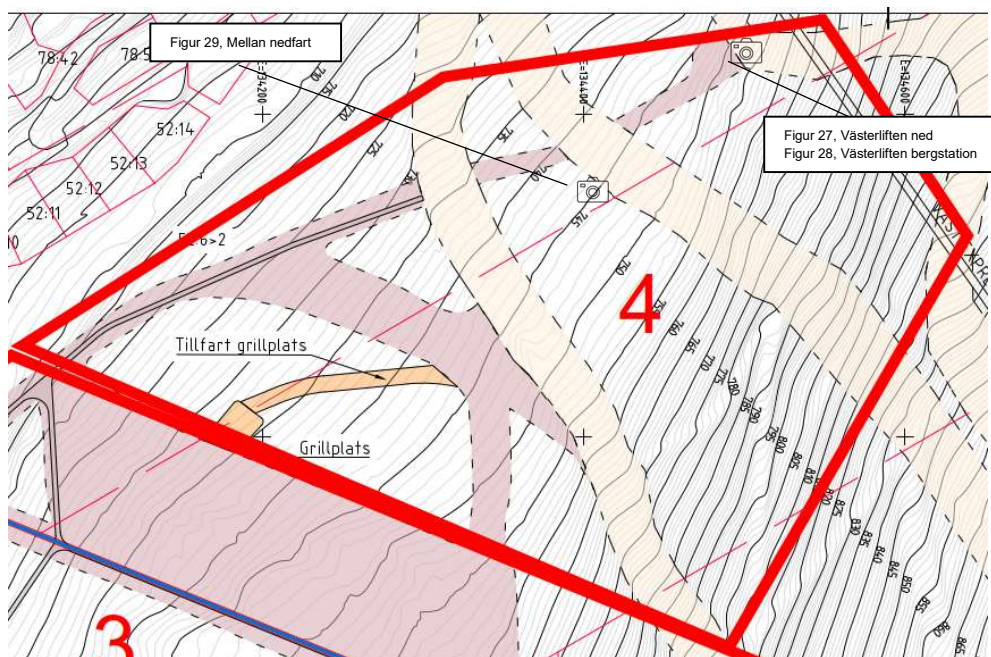
Myren startar direkt efter branten och markundersökningskäppen stoppar på 0,6 m djup direkt från fast mark (figur 25). Myren sticksonderades för att ta reda på djupet, vilket visade en mäktighet som varierar mellan 0,6 m och djupare än 5,0 m. Resultatet från sticksonderingen redovisas i ritning G11-01-01, G11-03-01 och G11-03-02.



Figur 25. Myren vid den planerade dalstation för Hovde Syd T-bar-lift.

7.5 Område 4: Västliften Extension

Vid område 4 är det planerat att förlänga den existerande Västliften med ca 150 meter, se figur 26. Liftgatan är avverkad och jorden består av morän, se figur 27. I övrigt består området av befintliga nedfarter och transportleder som leder till ett stugområde.



Figur 26. Område 4: Västliften Extension. Den planerade förlängningen av liften ska gå från nuvarande bergstation i toppen av det markerade området (vid norra kameraikonen) och vidare upp i sluttningen. Kameraikoner indikerar vart bilderna i detta avsnitt blev tagna. Karta modifierad från Situationsplan 2023-02-21.



Figur 27. Bild tagen i området där Västliften planeras förlängas.

Området där den nya toppstationen för Västliften planeras är relativt platt med ett lager av grusig sandig morän, se figur 28.

Området mellan den planerade liftgatan och befintlig nedfarten består av fjällbjörkar, granar samt markvegetation i form av olika mossor, lavar och blåbärsris (figur 29). Området är även blockrikt.



Figur 28. Området där nya toppstationen för Västliftens förlängning planeras.



Figur 29. Blockrikt och fjällbjörkar mellan nedfarterna.

8 Geotekniska förhållanden

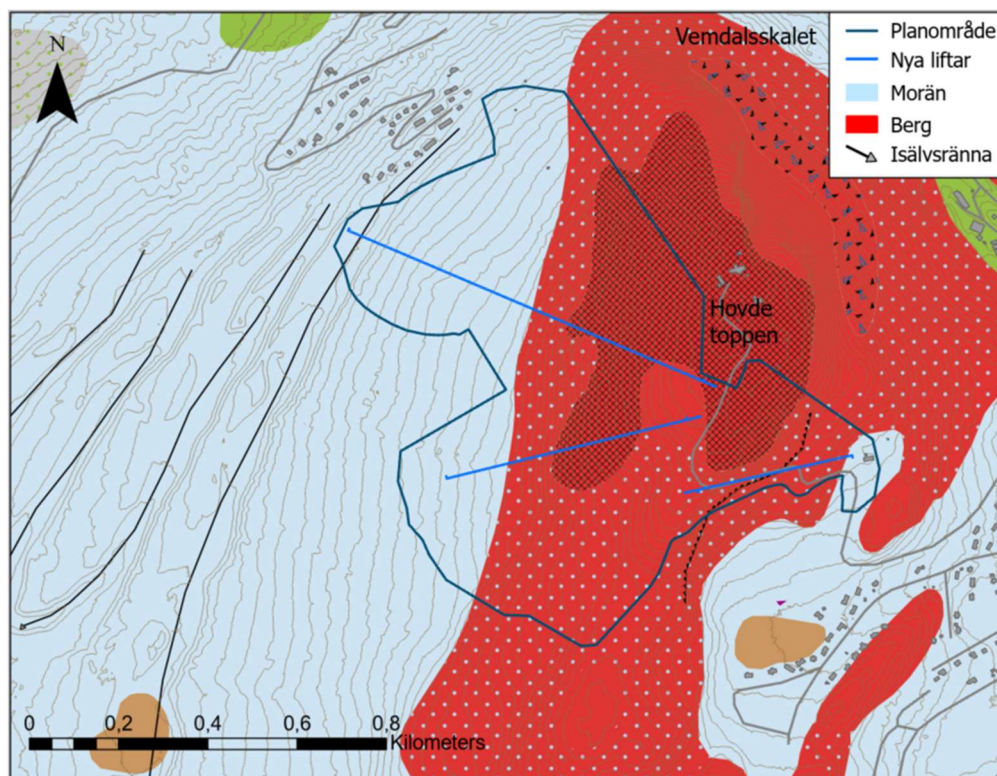
8.1 Jord

Jorden i området utgörs enligt SGUs jordartskarta till övervägande del av morän, se figur 30. Vid platsbesöket tolkades jorden som stenig sandig siltig morän i den östra delen av planområdet och som grusig sandig morän i den norra delen. Inga tecken på skred, ras eller slamströmmar observerades.

Den okulära bedömningen är att moränen i den östra delen av planområdet tillhör materialtyp 3B som är måttligt tjälfarlig, enligt AMA 20. Moränen i den norra delen bedöms tillhöra materialtyp 2 och klassas som icke tjällyftande jordart.

I väst på fjället Hovdes nedre sluttning korsas slänten enligt SGU av isälvsrännor. Både landskapsformerna och de avsatta sedimenten skapades i slutet av den senaste istiden.

De övre delarna av fjället Hovde klassas av SGU som berg som till stor del är täckt av ett tunt lager morän eller rösberg. Rösberg består av block och mindre bergartsfragment som spruckit sönder från berget under och vittrat på platsen. Inom område 1 - Hovde Syd Access Option, har SGU även kartlagt talus (rasmassor i form av block och bergartsfragment).

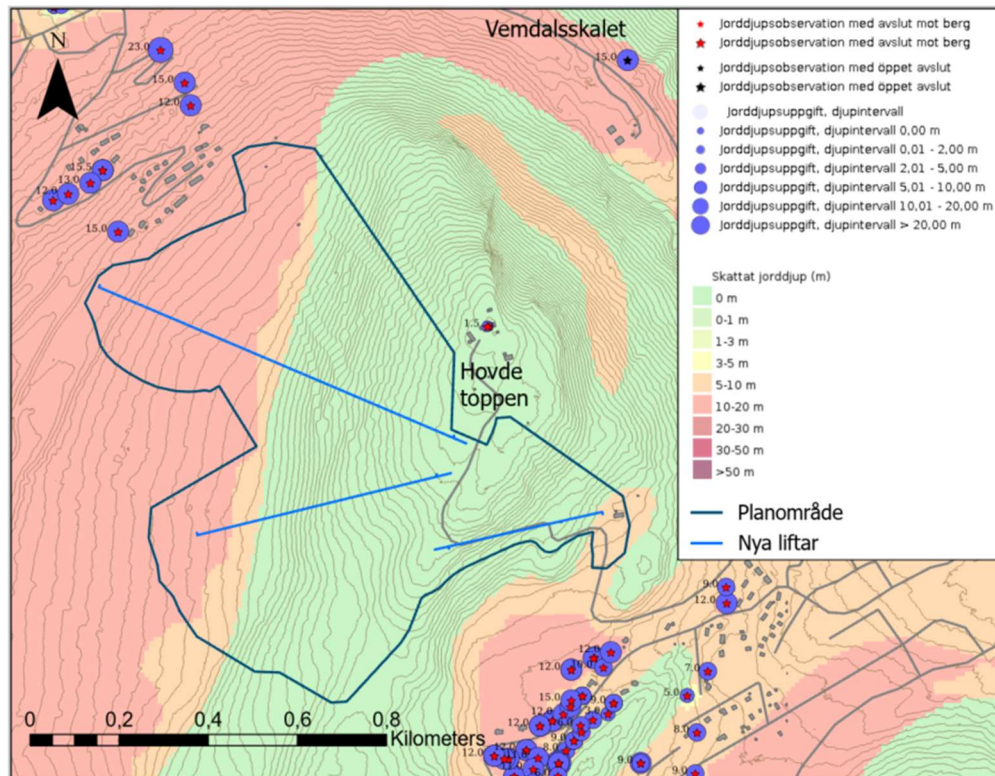


Figur 30. SGU:s jordartskarta visar att planområdet består av berg (rött) och morän (blått). Inom prickmönstrat område är berget täckt av ett tunt eller osammanhängande lager morän och rutmönstrat område utgörs av rösberg (Jordarter 1:25 000-1:100 000 © SGU).

Enligt SGUs jorddjupsmodell är det skattade jorddjupet 10-20 m i den västra delen av planområdet (figur 31). Längst österut i planområdet skattar SGU jorddjupet till 5-10 m. SGU har inga jorddjupsobservationer registrerade inom planområdet, men nordväst om planområdet finns jorddjupsobservationer på 12-15 m med avslut mot berg.

En markradarundersökning utfördes i läget för nedre halvan av Hovde Syd T-bar-liften, se detaljplanens tillhörande Markradarrapport (Tyréns, 2024). Tolkning av insamlade radardata visar att djup till berg i det nedre området är minst ca 5 m. På den nivån fås reflektioner som kan tolkas antingen som hårdare packad morän eller bergöveryta. I området med förmodad

moränjord hade radarsignalerna ett relativt stort penetrationsdjup utan partier med tydligt försvagad signal, vilket tyder på att jorden utgörs av friktionsjord som endast innehåller en begränsad andel silt eller lera.



Figur 31. SGU:s jorddjupskarta visar att jorddjupet varierar mellan 0-20 m inom planområdet (Jorddjup © SGU).

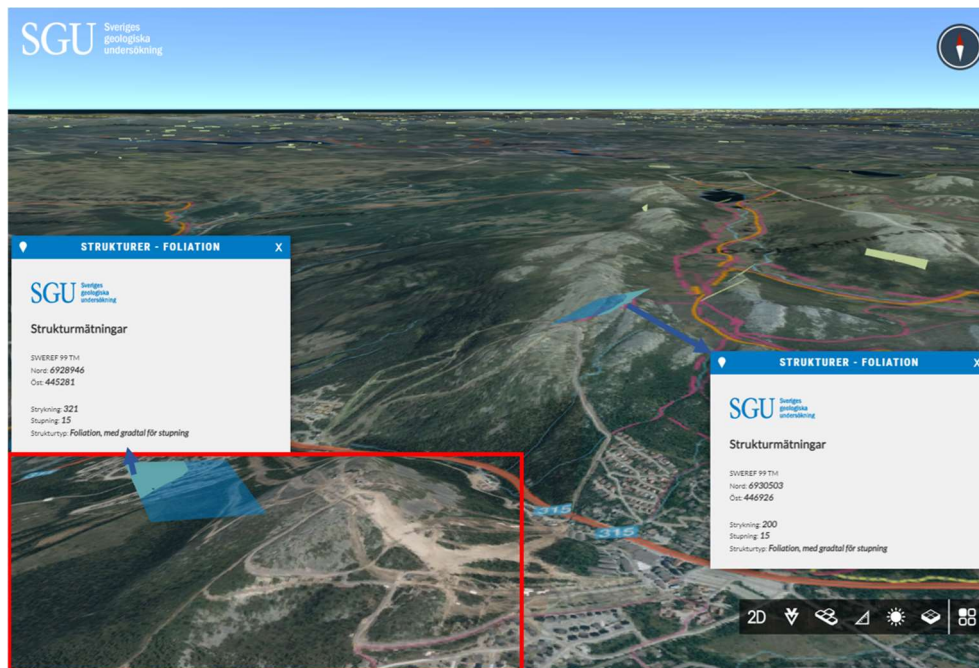
8.2 Berg

Enligt SGU:s berggrundskarta består berget inom planområdet huvudsakligen av kvartsarenit. Detta kunde verifieras vid platsbesöket. Kvartsarenit är en hård men spröd sedimentär bergart som domineras av kvarts och klassas som bergtyp 1, enligt AMA 20. I den norra delen av planområdet finns även ett litet område som enligt SGU består av slamsten.

Kvartsareniten i området var uppsprucken med varierade storlekar på blocken. I vissa delar i området noterades tecken på rörelse av blocken som mest troligt beror på snösmältning och frostsprängning i sluttande topografi.

Enligt SGU har bergmassan relativt flack stupning på foliationsstrukturer, cirka 15° i området. Den norra mätningen (vid Stöten, ungefär 2 km norrut)

har en strykning/stupning på 200/15 och området väster om området har en strykning på 320/15 enligt högerhandsregeln, se Figur 32. Detta överensstämmer väl med det planerade området där strykning har vridits med bibehållen, ungefär samma låga stupning.



Figur 32. Karterade strukturer i området enligt SGU's strukturmätningar redovisas i cyanfärgade planytor, det nya planerade skidområdet syns inom den röda rektangeln.

9 Geotekniska säkerhetsfrågor

9.1 Erosion och slamströmmar

Risken för slamströmmar är generellt kopplat till förekomsten av bäckraviner eller branta sluttningar, eroderbara jordmassor och kraftig nederbörd/snösmältning. Slamströmmar är ofta en återkommande process och spår från tidigare slamströmmar är en viktig del i att bedöma förutsättningarna för framtida aktivitet.

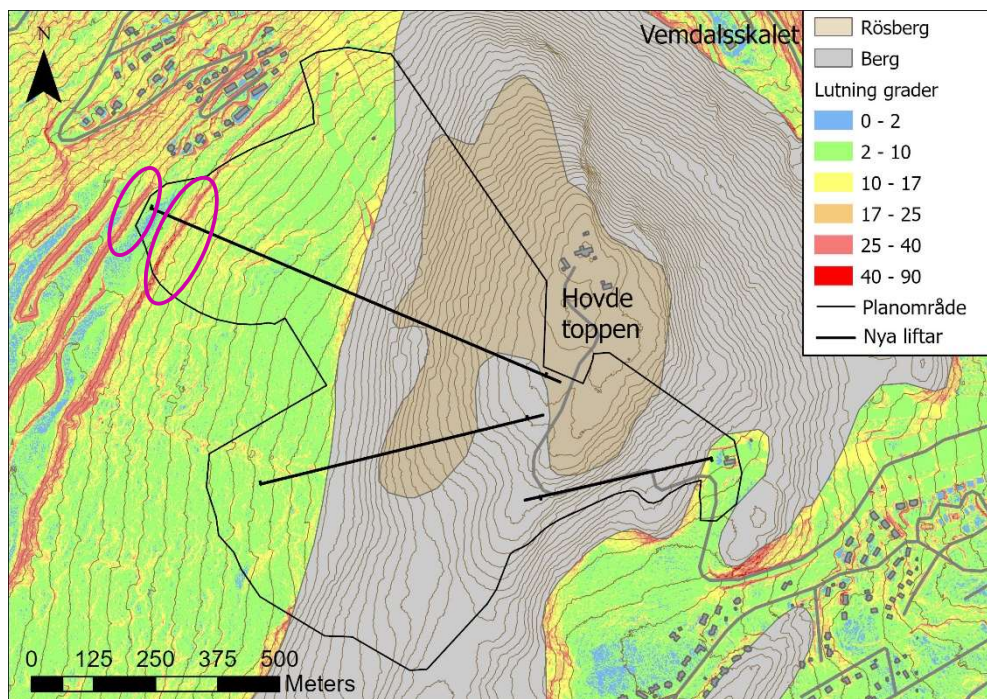
Det finns moränlager som kan ha mäktigheter upp mot 20 m (figur 31). Vid platsbesöket observerades inga tecken på pågående erosion. Det finns inga vattendrag, bäckraviner eller större branta jordslänter inom planområdet. Det saknas även spår från tidigare slamströmmar, så som skredärr i slänten eller alluvialkon vid fjällets fot. Den samlade bedömningen är att det saknas förutsättningar för slamströmmar inom eller

nedströms planområdet. Förutsättningarna bedöms inte heller förändras nämnvärt av planerad avverkning eller ökad avrinning från snösmältning.

Ett framtida förändrat klimat kommer att medföra kraftigare regn, se detaljplanens tillhörande dagvattenutredning (Tyréns, 2024).

9.2 Skred och ras

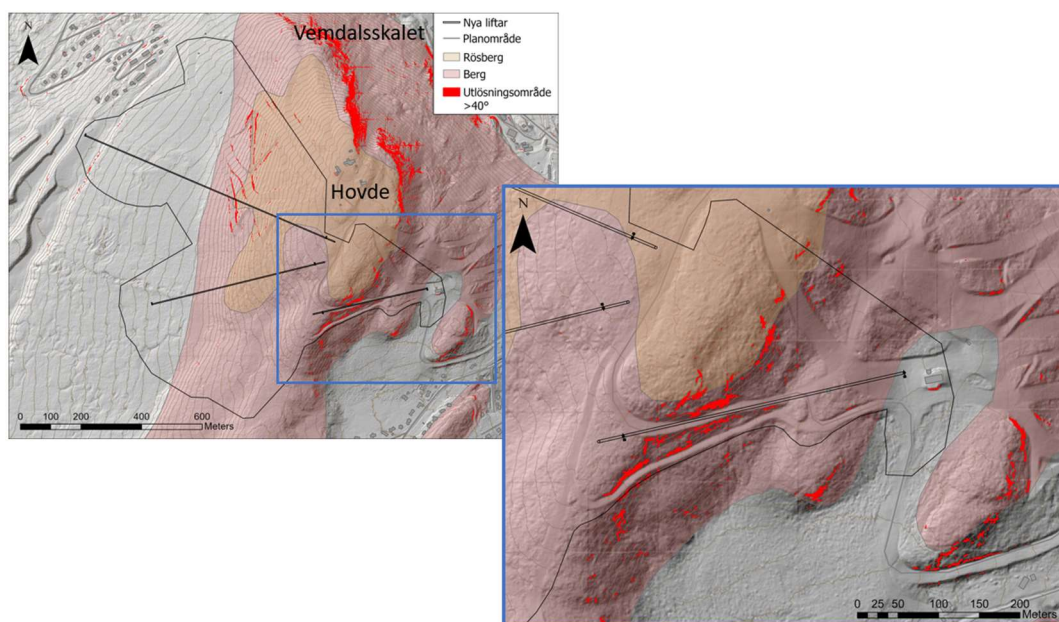
Eftersom området består av friktionsjordar och berg (se avsnitt 8.1) så saknas förutsättningar för jordskred, då skred inträffar i finkorniga jordar (Ordlista SGI, 2024-01-23). I områden där det förekommer friktionsjord och där släntlutningen är $\geq 17^\circ$ kan det finnas förutsättningar för jordras (SGI rapport 68, 2005). Figur 33 visar vilka ytor inom planområdet som uppfyller dessa kriterier markerade med röd och orange färg. Det har identifierats två korta, breda slänter som kan ha förutsättningar för jordskred, se inringade områden i lila. Dessa ligger i västra delen av området och utgör sidoslänterna till de isälvsrännor (se avsnitt 6.1 och 8.1) som korsar fjällsidan. För att vidare kunna utvärdera dessa slänter har stabilitetsberäkningar utförts i två sektioner i linje med den planerade Hovde Syd T-bar-liften, se kapitel 10.



Figur 33. Karta över planområdet där orangea/röda ytor har förutsättningar för jordras (Höjddata Grid 1+ © Metra och Jordarter 1:25 000-1:100 000 © SGU). Analysen baseras på släntlutning (över 17°) och tillgången till jordlager (ej berg/ytnära berg). Områden där förutsättningar finns som kan påverka planområdet är inringade med lila.

9.3 Blocknedfall och bergras

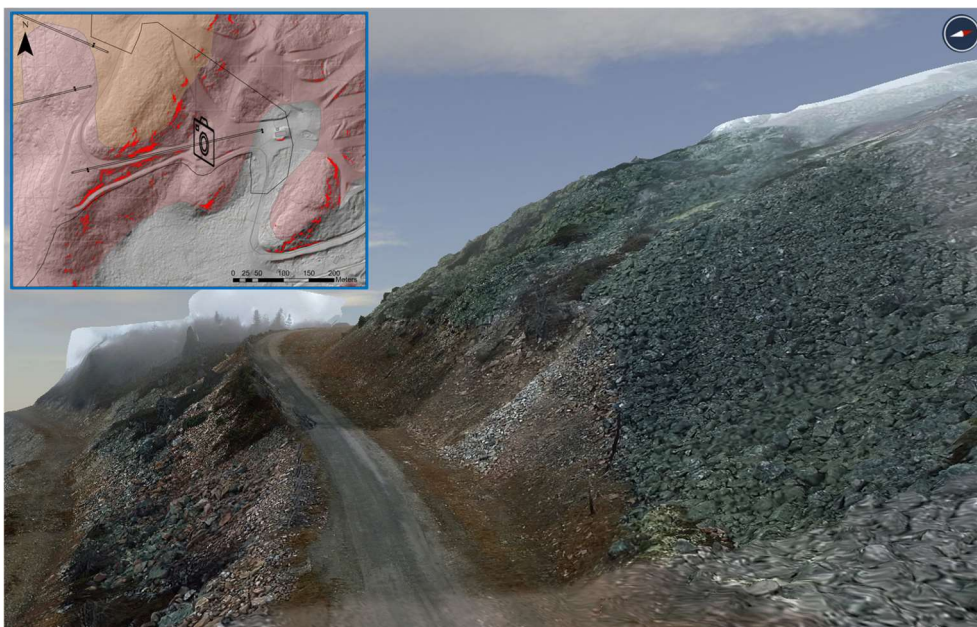
Förutsättningar för blocknedfall kan finnas där markytan består av berg/block och släntlutningen överstiger 40° , se Figur 34 för vilka delar av planområdet som uppfyller dessa kriterier. Analysen visar att det är i den östliga delen av planområdet som det finns potentiella utlösningssområden som kan ha betydelse för planen. Dessa möjliga utlösningssområden ligger i en slänt där skidåkare inte vistas då tillräckligt med snö ej ackumuleras. Bergytan består här av vittrade block som vid frostsprängning i branta slänter kan förflytta sig. Det är relativt kantiga block som ligger på plats. Om block kommer i rörelse är bedömningen att det låsas fast i terrängen relativt snabbt.



Figur 34. Karta med terrängskuggning, där vänstra figuren är en översiktsskild och den högra en inzoomning av området i den blå rektangeln (Höjddata Grid 1+ © Metria). Rödmarkerade områden har en släntlutning som överstiger 40° och dessa kan potentiellt utgöra utlösningssområden för blocknedfall.

Brotten i bergmassan sker inte som plana brott, utan snarare som överstjälpnings- eller kilbrott mot foliationsplanet. Detta leder till små volymer inom ett begränsat område eftersom bergmassan är kraftigt uppsprucken. De lossnade blocken, som tidigare nämnts, får en begränsad till liten energi som inte utgör en fara, se Figur 35. Dessa bergstycken frigörs oftast under snösmältning eller ytvattenerosion. Under dessa

tillfällen är nyttjandegraden av anläggningen begränsad till ingen, och eventuella blocknedfall anses ske i begränsad omfattning utan fara för tredje man.



Figur 35. Bilden är tagen från en 3D-modell som skapats med hjälp av drönbilder. Fotot är taget i riktning mot väster, och till vänster i figuren finns en plankarta som markerar var bilderna är tagna.

10 Stabilitetsberäkningar

10.1 Riktlinjer gällande stabilitet

För att geotekniskt bedöma områdets stabilitetssituation enligt SGI Vägledning 8 samt SGI rapport 68 görs en jämförelse mot angivna riktvärden för totalstabilitet i förhållande till planskede och planerad exploatering samt en objektspecifik tillståndsbedömning. Planerad anläggning bestående av skidliftar ska enligt SGI rapport 68 klassificeras som markanvändningstypen "nyexploatering" och skidpister klassificeras som annan mark. Tabell 3 ger rekommenderade riktvärden på totalstabilitet för de olika typerna av markanvändning. I tillägg finns det markområden som inte kommer exploateras och där naturen kommer bevaras. Dessa klassas som naturmark och kan vara relevanta för stabiliteten i angränsande områden där anläggning planeras. För naturmark är erforderlig säkerhetsfaktor 1,0.

Tabell 3. Riktvärden vid val av erforderlig säkerhetsfaktor, tabell från SGI Vägledning 8. Röd rektangel markerar vilka värden som är relevanta för aktuell markanvändning i planskede.

	Utredningsnivå	Markanvändning			
		Nyexploatering		Befintlig bebyggelse och anläggning	Annan mark
		Nybyggnation (GK1 och GK3)	Planläggning		
Tillståndsbedömning	Översiktlig	Ej tillämpbar	Minst detaljerad utredning ska utföras.	$F_c > 2$ $F_{komb}, F_{c\phi} > 1,5$	$F_c > 2$ $F_{komb}, F_{c\phi} > 1,5$
	Detaljerad	$F_c \geq 1,7-1,5$ $F_{komb} \geq 1,5-1,4$ $F_{c\phi} \geq 1,3$ (sand)	$F_c \geq 1,7-1,5$ $F_{komb} \geq 1,5-1,4$ $F_{c\phi} \geq 1,3$ (sand)	$F_c \geq 1,7-1,5$ $F_{komb} \geq 1,5-1,3$ $F_{c\phi} \geq 1,3$ (sand)	$F_c > 1,6-1,4$ $F_{komb} > 1,4-1,3$ $F_{c\phi} > 1,3$ (sand)
	Fördjupad	$F_c \geq 1,5-1,4$ $F_{komb} \geq 1,4-1,3$ $F_{c\phi} \geq 1,3$ (sand)	$F_c \geq 1,5-1,4$ $F_{komb} \geq 1,4-1,3$ $F_{c\phi} \geq 1,3$ (sand)	$F_c \geq 1,4-1,3$ $F_{komb} \geq 1,3-1,2$ $F_{c\phi} \geq 1,3$ (sand) Under förutsättning att restriktioner införs.	$F_c > 1,3-1,2$ $F_{komb} > 1,2$ $F_{c\phi} > 1,2$ (sand)
Projektering		Dimensionering utförs enligt IEG (2008b)/Trafikverket (2022).	Beroende på utredningsnivå, F_c och F_{komb} enligt tabellvärde ovan	Stabilitetsförbättrande åtgärd enligt 5.3.2 alternativt IEG (2008b)/Trafikverket (2022).	

Genom att beakta förhållanden inom området som markbeskaffenhet, släntens beständighet, ytvattenförhållanden mm bedöms dess påverkan på stabilitetssituationen. Den sammantagna tillståndsbedömningen av området ger att det i allmänhet råder gynnsamma förhållanden bl.a. utifrån att de planerade pistområdena kommer dikas och vara väldränerade och att slänten huvudsakligen har en jämn, flack lutning där det inte observerats några tecken på jordrörelser (tabell 4). De branta släntpartier som finns är relativt små och eventuella ras bedöms få en begränsad utbredning.

De faktorer som bedöms som ogynnsamma hänförs huvudsakligen till att omfattningen av undersökningarna är begränsad. Efter en platsspecifik värdering av områdets totalsäkerhetsfaktor med sammanvägning av inverkan av faktorer bedöms stabilitetsförhållandena vara tillfredsställande när $F > 1,3$ i planerad liftagata eller pist.

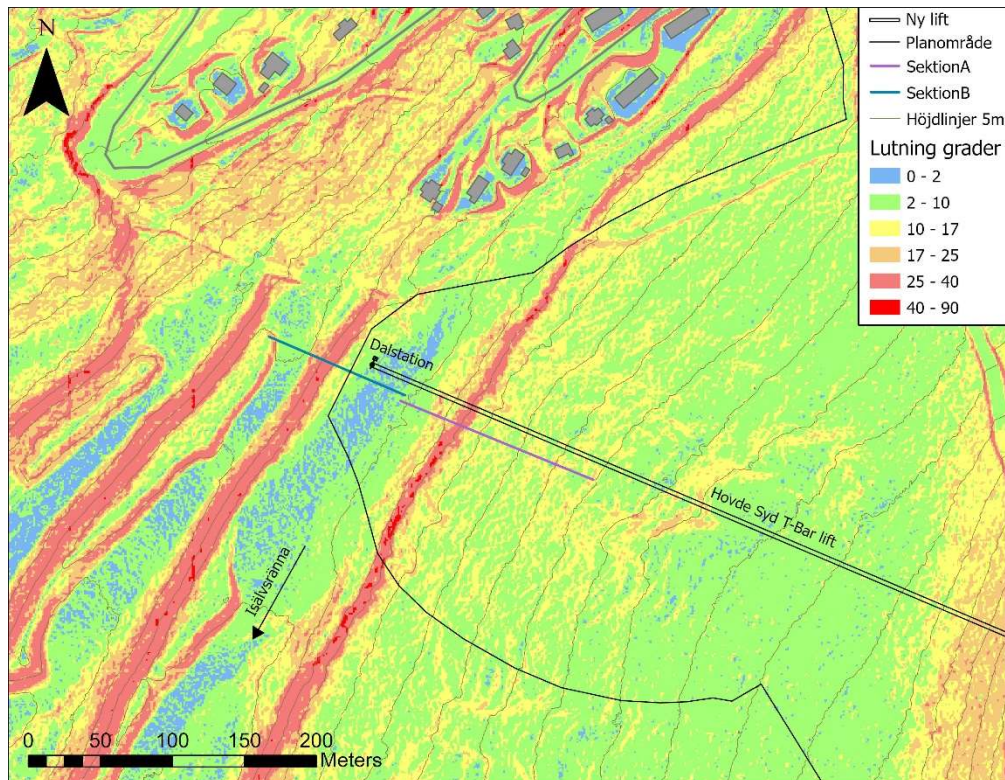
Tabell 4. Redovisning av relevanta förutsättningar som påverkar valet av erforderlig säkerhetsfaktor i aktuella slänter (SGI Vägledning 8).

Gynnsamma förhållanden	Ogynnsamma förhållanden
Ingen/liten risk för människoliv och ringa ekonomisk och/eller miljöskada	Vegetationsfria eller avverkade områden
Ingen/liten risk för omgivningspåverkan eller sekundär påverkan	Glest undersökt vilket kräver antaganden som påverkar stabilitetsberäkningen
Flack slänt	Lokala branta partier finns i slänten
Begränsad utbredning av skred	Undersökningar av grundvattenförhållanden saknas
Friktionsjordar	
Inga tecken på tidigare skred eller rörelser i slänten	
Inga ravinbildningar i området	
Ingen pågående erosion	
Välkänd geometri (Höjdmodell 1m)	
Känslighetsanalys utförd på valda jordparametrar och grundvattennivåer	
Tvådimensionell analys (som i regel ger resultat på något säker sida)	
Välldränerat och dikat område (enligt plan för anläggning)	
Glidyttans läge i plan vald i farligaste delen av slänten ur stabilitetssynpunkt	

10.2 Beräkningar

Jordslänterna inom planområdet har huvudsakligen flack lutning ($< 17^\circ$), förutom i den västra delen där det finns två lokala brantare partier som utgör sidoslänterna i de tvärgående isälvsrännorna.

Stabiliteten i påstigningsområdet för liften Hovde Syd T-bar har kontrollerats med stabilitetsberäkningar i två sektioner, se figur 36 samt ritning G11-01-01 för placering av sektionlinjerna.



Figur 36. Lutningskarta över den västra delen av planområdet (Höjddata Grid 1+ © Metria).
Lägen för utvalda sektioner där stabilitetsberäkningar utförts är markerade.

Då det inte utförts några geotekniska undersökningar med borrhandsvagn eller provtagningar så har karaktäristiska friktionsvärden för morän och torv använts enligt TRVINFRA-00230, Tabell A1-4 samt avsnitt A.1.8. Enligt okulär bedömning av jordarter inom planområdet består jorden av grusig sandig morän och stenig sandig siltig morän. Men eftersom de branta partierna utgör sidoslänter i isälvsrännor, där det per definition har runnit ett vattendrag (isälv) som transporterat sediment, är det rimligt att anta att jordmaterialet i dessa partier utgörs av en grov kornfördelning motsvarande sandig eller grusig morän. Ett argument som stödjer den bedömningen är att analysresultat för provtagning i samma typ av slänter på närliggande Klyftberget visar att jorden består av grusmorän och sandig grusmorän (se Bilaga 3). I botten av den översta isälvsrännan finns myrmark vars djup och utbredning i jordmodellen baseras på utförd sticksondering samt markradarundersökning (Tyréns, 2024).

Vid beräkningarna har friktionsvinkeln för morän 0-2 m under markytan satts till 35°, morän 2-5 m under markytan till 38° och för morän på 5-10 m djup har ett värde på 42° valts. De valda värdena motsvarar löst till fast lagrad sandig morän. Vad gäller torvlagren i jordmodellen så sattes friktionsvinkeln till 28° och kohesionen till 2 kPa.

Tungheten har valts till 20 kN/m³ för morän och till 12 kN/m³ för torv enligt TRVINFRA-00230, Tabell A1-1. I beräkningar har bergnivån antagits ligga ca 12-15 m under markytan baserat på SGUs jorddjupskarta (figur 31). I jordmodellen har djup till fast lagrad morän satts till 5 m, baserat på tolkade markradarmätningar (Tyréns, 2024). Detta är försiktigt valda jorddjup eftersom en möjlig tolkning av radardata visade bergöverytan på 5 m djup istället för fast lagrad morän.

Baserat på observationer av ytvatten i det övre myrområdet har grundvattenytan här antagits ligga i markytan. Då moränjorden har bedömts vara relativt grovkornig och det ej har observerats ytligt vatten i dessa områden så antas grundvattenytan ligga på minst 2 m djup. I beräkningarna för befintlig situation sattes grundvattenytan till ca 2 m djup och det representerar en maxnivå som kan inträffa vid kraftig/långvarig nederbörd och snösmältning.

Beräkningarna har utförts för befintlig situation samt en kombinerad känslighetsanalys avseende både friktionsvinklar och grundvattennivå. I känslighetsanalysen höjdes grundvattenytan med 1 m, vilket anses vara en extremt hög nivå under de förutsättningar som råder, och det användes karakteristiska friktionsvinklar för siltig morän (löst lagrad 33° och fast lagrad 42°). Syftet med att inkludera båda parametrarna i samma beräkning är att hantera de relativt stora osäkerheter som förknippas med vald geologisk modell eftersom inga geotekniska sonderingar eller provtagningar utförts. Till sist utfördes även beräkningar som inkluderar förslag på åtgärder/restriktioner för att uppnå erforderlig säkerhetsfaktor i känslighetsanalysen. Förslagen som utvärderas är förändrad topografi i liftgata (utflackning) samt säkerhetsavstånd till släntröner vid placering av dalstation.

Stabilitetsanalyserna är utförda enligt totalsäkerhetsmetoden. Dränerad analys har utförts i programmet GeoStudio version 2020 med analysmodulen Slope/W och beräkningsmetoden Morgenstern-Price. Vald sökrutin för kritisk glidyta är Entry and Exit där minsta djup till glidyta är 1 m.

10.3 Resultat

Resultatet av utförda beräkningar sammanställs i tabell 5 nedan och redovisas i Bilaga 2 – Stabilitetsberäkningar.

Tabell 5. Resultat av stabilitetsberäkningar, se även bilaga 2.

Område	Sektion	Beskrivning	Säkerhetsfaktor ($F_{c\phi}$)	Krav (F)
3, ovan T-bar dalstation	A1	Troligt rådande förhållanden	1,28*	1,3 (liftgata)
3, ovan T-bar dalstation	A2	Höjd gv-yta (+1m) + lägre friktionsvinklar (33°/36°/40°)	1,05*	1,3 (liftgata)
3, ovan T-bar dalstation	A3	Höjd gv-yta (+1m) + lägre friktionsvinklar (33°/36°/40°) + modifierad terrängprofil ¹	1,33*	1,3 (liftgata)
3, nedan T-bar dalstation	B1	Troligt rådande förhållanden + last 15kPa	1,19*/1,5**/1,8***	1,0 (naturlig slänt) 1,3 (dalstation)
3, nedan T-bar dalstation	B2	med höjd gv-yta (+1m) och lägre friktionsvinklar (33°/36°/40°) + last 15kPa	1,02*/1,3**/1,5***	1,0 (naturlig slänt) 1,3 (dalstation)

* Farligaste glidyten

** Farligaste glidyten inom 10 m från lasten

*** Farligaste glidyten som når lasten

¹ Brantaste släntpartiet modifierat från befintlig situation (ca 30° lutning) till ca 22° lutning genom flytt av massor från släntröner till slänthot

10.3.1 Sektion A

Sektion A går längs den nedre delen av planerad liftgata för Hovde Syd T-Bar (se figur 37). Stabiliteten under befintlig förhållanden redovisas i Sektion A1 och där ligger säkerhetsfaktorn beräkningsmässigt på $F_{c\phi} = 1,28$. Detta når nästan upp till det ställda kravet på säkerhetsfaktor ($F = 1,3$) men tar inte höjd för osäkerheten i den geologiska modellen.

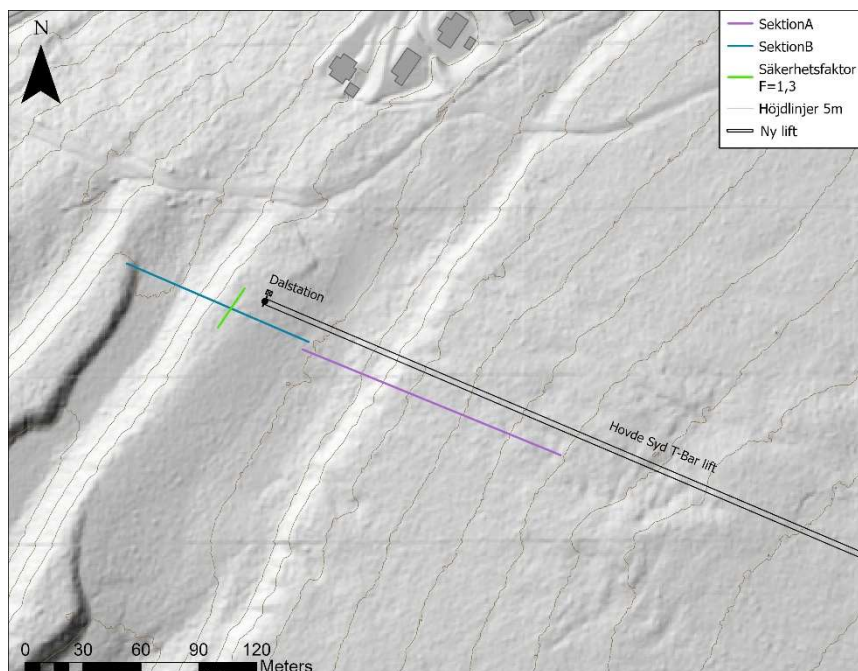
Resultatet från utförd känslighetsanalys i Sektion A2 ger en totalsäkerhetsfaktor som beräkningsmässigt ligger på $F_{c\phi} = 1,05$. Känslighetsanalysen visar att även om slänten nedanför planerad dalstation bedöms vara relativt stabil under rådande förhållanden så saknas marginaler för de osäkerheter som finns.

Förslag på åtgärd för att höja marginalerna är att förändra terrängprofilen genom att gräva ut massor i släntröner (flacka ut slänten) och fylla ut i slänthoten. Befintlig lutning i det branta släntpartiet är ca 30° och vi föreslår en förändring till ca 22°. Föreslagen åtgärd höjer den beräknade totalsäkerhetsfaktorn till $F_{c\phi} = 1,33$ vilket gör att det ställda kravet på säkerhetsfaktor $F = 1,3$ (nyexploatering – planläggning) uppnås.

10.3.2 Sektion B

Sektion B går genom det flacka området där dalstationen planeras för Hovde Syd T-Bar-liften och inkluderar en brant slänt i terrängen nedanför (se figur 37). Stabiliteten under befintliga förhållanden och med en tilläggslast ovanför slänten redovisas i Sektion B1. Lasten i beräkningarna är placerad i det läget vi rekommenderar för liftens vändhjul. Resultatet visar att säkerhetsfaktorn beräkningsmässigt ligger på $F_{c\phi} = 1,19$ i slänten och att den farligaste glidyten inom 10 m från lasten ligger på $F_{c\phi} = 1,5$. Detta är stabilt med hänsyn till det ställda kravet på säkerhetsfaktor $F = 1,0$ i slänten (naturmark) och $F = 1,3$ i området för skidliften (nyexploatering – planläggning).

Beräkningarna tar dock inte höjd för osäkerheten i den geologiska modellen. Resultatet från utförd känslighetsanalys i Sektion B2 med lägre friktionvinklar och högre grundvattenyta ger en totalsäkerhetsfaktor som beräkningsmässigt ligger på $F_{c\phi} = 1,02$ i slänten och ger $F_{c\phi} = 1,3$ för farligaste glidyten inom 10 m från lasten. Vi bedömer därmed att kravet på säkerhetsfaktor erhålls med god marginal om dalstationen placeras i det föreslagna läget. Intill vändhjulet finns även behov för en pistyta och den bör anläggas inom området som beräkningsmässigt når upp till minst $F_{c\phi} = 1,3$ (se figur 37 och ritning G11-01-01).



Figur 37. Den gröna linjen visar gränsen för säkerhetsfaktor $F_{c\phi} = 1,3$ utifrån stabilitetsberäkningar i sektion B (Höjddata Grid 1+ © Metria). Liftanläggning och pister bör ej placeras nordväst om gränsen.

11 Rekommendationer

Inom hela området kommer grundläggning av de planerade liftarna ske på uppsprucket berg av bergtyp 1 eller fast morän. Placering av dalstationen för Hovde Syd T-bar-liften i område 3 sker i närheten av en myr men rekommenderat läge ligger på mark med fast morän.

Liftstolparna bör grundläggas med gravitationsfundament på fast bottenmorän eller berg med den närliggande moränen som motfyll och återfyll. Före grundläggning och uppfyllning ska all förekommande organisk jord såsom humus eller torv schaktas bort. Schaktslänter bör skyddas från erosion och schaktgropar dräneras. Med grundläggning på berg anses inte stolpen inverka negativt på den naturliga stabiliteten i befintlig slänt.

Schaktning av liftspår såväl som backar bör täckas med växtlighet så snabbt som möjligt. Avskärande diken bör anläggas för att fördröja, leda ut och naturlig infiltrera ytvattnet från backarna.

Vid utförande av grundläggning rekommenderas det att det är geotekniker på plats för besiktning och rådgivning.

Den branta jordslätten i nedre del av planerad liftgata för Hovde Syd T-Bar saknar tillräcklig marginal mot ras i utförda stabilitetsberäkningar. Förslag på åtgärd är att minska släntlutningen till ca 22° genom att gräva ut massor i släntkrön och fylla ut i släntfoten. Observera att det inte får läggas massor i myren. Vid schaktning och fyll i den branta slätten bör arbetet utföras när grundvattnet står lågt för att minimera risken för ras. Dessa rekommendationer gäller även vid anläggandet av pister som korsar samma slänt.

För att säkerställa stabilitet och god marginal mot jordras rekommenderas att dalstationen för Hovde Syd T-Bar-liften placeras med ett säkerhetsavstånd till den branta slätten i terrängen nedanför (se figur 37 och ritning G11-01-01).

Säkerheten under grundläggning och byggskede behöver tillgodoses i de branta berg/blockslänterna. Vid schaktning av befintliga block/bergslänter som har en lutning på $\geq 40^\circ$ rekommenderas närvaro av en geolog/bergtekniker för kontroll och rådgivning.

Där det finns en förhöjd risk för blocknedfall föreslås att installera ett passivt skyddsnät intill nedfarter, liftar eller vägar. Nätet är fristående och kan justeras i höjd och längd beroende på platsens behov. Slutgiltig placering av liftgata och utformning av schakter i byggskede avgör vart behovet för skyddsnät uppstår. Kommunen behöver möjliggöra att sakkunnig inom

bergteknik fritt får placera skyddsnät där det behövs och gör mest nytta. Kommunen behöver möjliggöra en utformning av skyddsnätet som gör mest nytta. Det är i den södra delen av planområdet som det finns förutsättningar för blocknedfall och där passivt skyddsnät kan bli aktuellt som försiktighetsåtgärd, se Figur 38.



Figur 38. Den rosa cirkeln visar området där risken för blocknedfall kan göra det aktuellt att anlägga passiva skyddsnät. Området som berörs planläggs med markanvändning skydd (mörkgrönt) samt R₁ Skid- och friluftsanläggning (beige) (Härjedalens kommun, 2024).

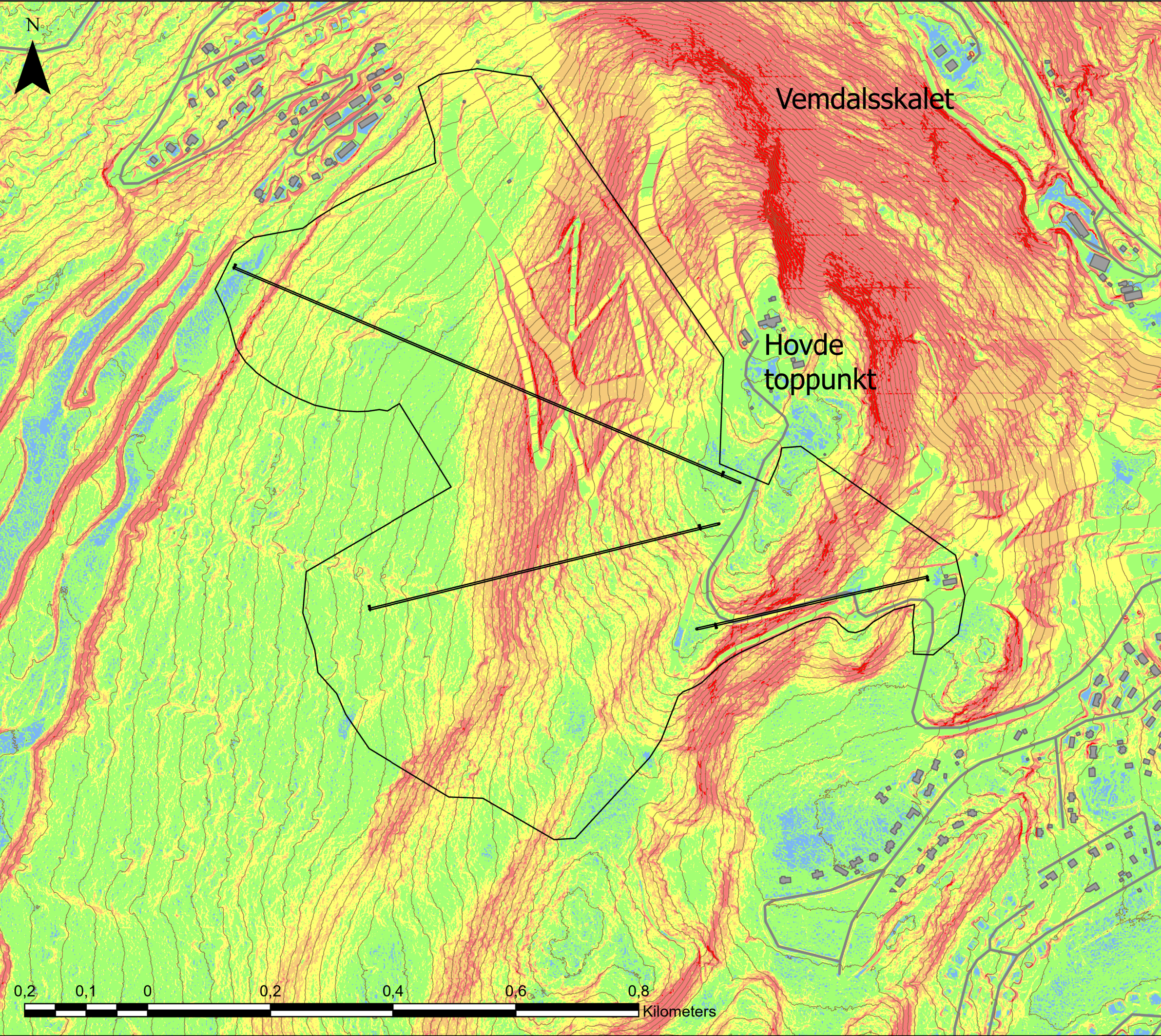
12 Övrigt

För förklaring till de geotekniska beteckningarna som redovisas i bifogade handlingar och ritningar, se SGF:s (Svenska Geotekniska Förening) hemsida: www.sgf.net.

Geoteknisk Utredning – Bilaga 1
LUTNINGSKARTA 1:6000



2024-05-06



— Höjdlinjer 5m

Lutning grader

- 0 - 2
- 2 - 10
- 10 - 17
- 17 - 25
- 25 - 40
- 40 - 90

— Planområde

— Nya liftar

In the general stability mapping, Stage 1, only slopes that fulfil all the following requirements are selected as areas in need of further investigation, see also Figure 2.

- Settlements within the areas. The buildings shall be situated closer than 250 m from the toe of the slope if the ground surface behind the crest of the slope is flat (inclination less than 2 degrees).
- Slopes with a minimum inclination of 17 degrees.
- Slopes with soil cover.

Note that in areas below the toe of the slope with an inclination larger than 2° material from a debris flow may remain in transport mode.

Figure 2. Areas in need of slope stability investigation.

22

SGI Report No 68

GRÄNSER ENLIGT SGI RAPPORT 68

HÖJDDATA ERHÅLET FRÅN
NATIONELLA HÖJDDATABASEN

SWEREF99 1415
RH2000

LUTNINGSKARTA			
HOVDE SYD	ÖVERSIKTIG GEOTEKNISK UNDERSÖKNING		
TYRÉNS			
HANDLAGGARE LARISSA DARVELL	ANSVARIG NILS EWDARDS	FORMAT A3	SKALA 1:6 000
ORT ÖSTERSUND	DATUM 2024-03-14	UPPDRAGSNUMMER	RITNINGSNR
BESTÄLLARE SKISTAR AB	329602		

Geoteknisk Utredning – Bilaga 2

STABILITETSBERÄKNINGAR



2024-05-06



TYRÉNS

Filnamn: Stabilitet_Hovde_Liftgata_T-bar.gsz

Uppdrag nr: 329602

Analys: Sand D15 GW2

Ritad av: Larissa Darvell

Metod: Morgenstern-Price

Ansvarig: Nils Edwards

Directory: O:\SUN\329602\G\Berakningar\

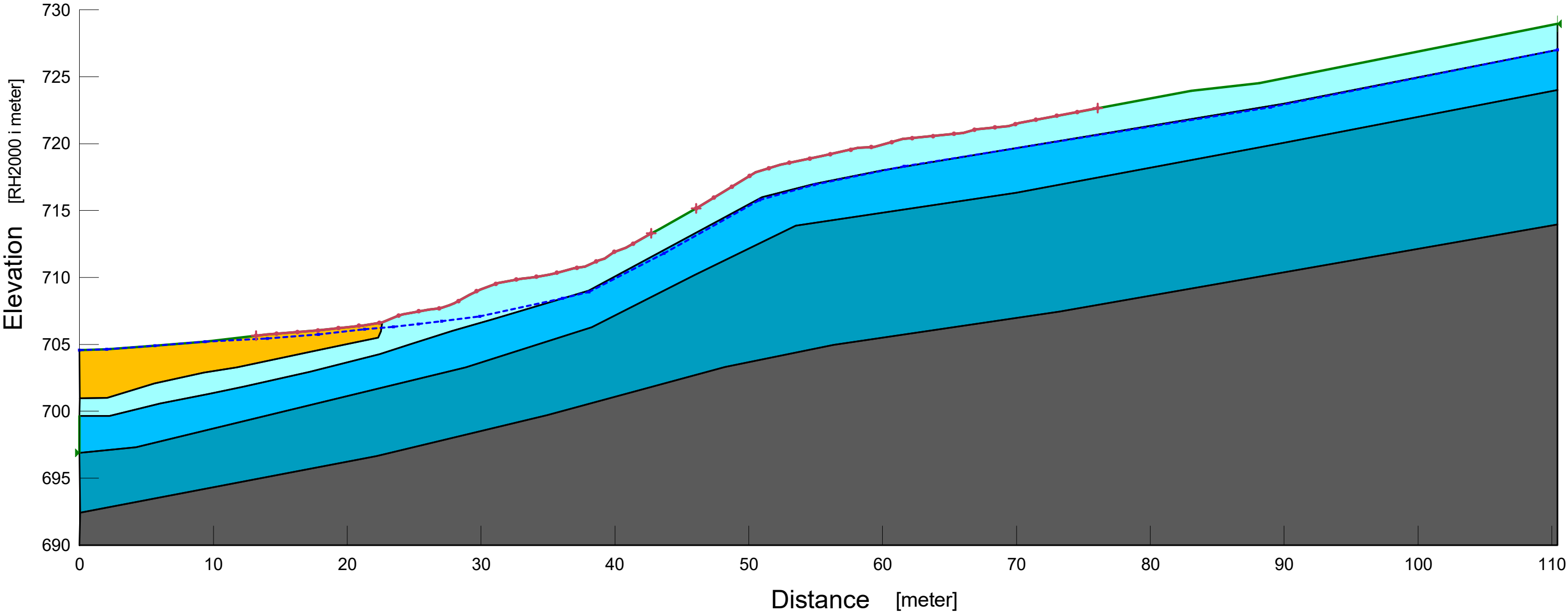
Stabilitetsberäkningar

Datum: 2024-03-18 Tid: 21:26:01

Sektion A1 - Geomodell

Skala : 1:300

Color	Name	Model	Unit Weight (kN/m³)	Cohesion' (kPa)	Phi' (°)	Phi-B (°)	Piezometric Line
	Berg	Bedrock (Impenetrable)					1
	Sandig morän lager 2	Mohr-Coulomb	20	0	38	0	1
	Sandig morän lager 3	Mohr-Coulomb	20	0	42	0	1
	Sandig morän ytlager	Mohr-Coulomb	20	0	35	0	1
	Torv	Mohr-Coulomb	12	2	28	0	1





TYRÉNS

Filnamn: Stabilitet_Hovde_Liftgata_T-bar.gsz

Analys: Sand D15 GW2

Metod: Morgenstern-Price

Directory: O:\SUN\329602\G\Berakningar\

Datum: 2024-03-18 Tid: 21:26:01

Uppdrag nr: 329602

Ritad av: Larissa Darvell

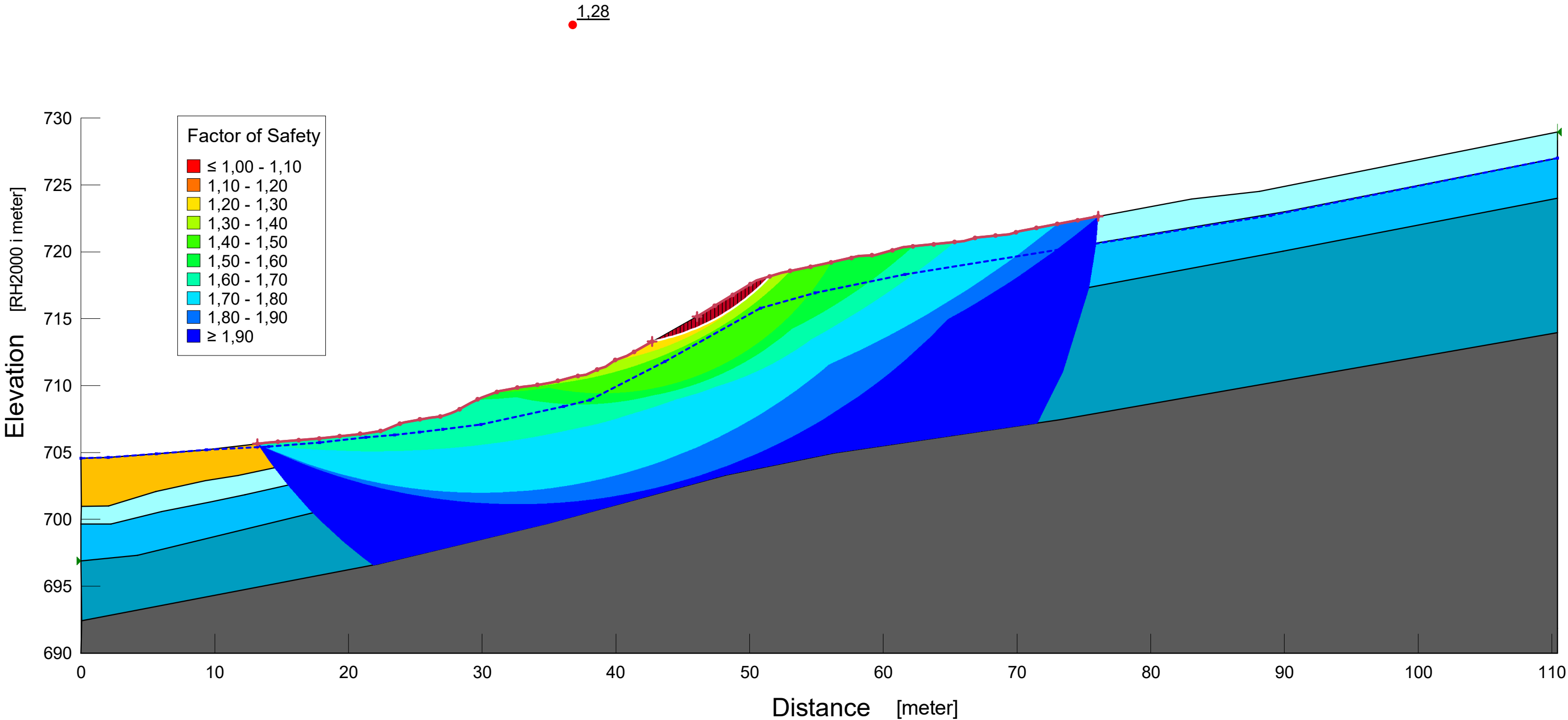
Ansvarig: Nils Edwards

Stabilitetsberäkningar

Sektion A1

Skala : 1:300

Color	Name	Model	Unit Weight (kN/m³)	Cohesion' (kPa)	Phi' (°)	Phi-B (°)	Piezometric Line
	Berg	Bedrock (Impenetrable)					1
	Sandig morän lager 2	Mohr-Coulomb	20	0	38	0	1
	Sandig morän lager 3	Mohr-Coulomb	20	0	42	0	1
	Sandig morän ytlager	Mohr-Coulomb	20	0	35	0	1
	Torv	Mohr-Coulomb	12	2	28	0	1





Filnamn: Stabilitet_Hovde_Liftgata_T-bar.gsz

Uppdrag nr: 329602

Analys: Silt D15 GW1

Ritad av: Larissa Darvell

Metod: Morgenstern-Price

Ansvarig: Nils Edwards

Directory: O:\SUN\329602\G\Berakningar\

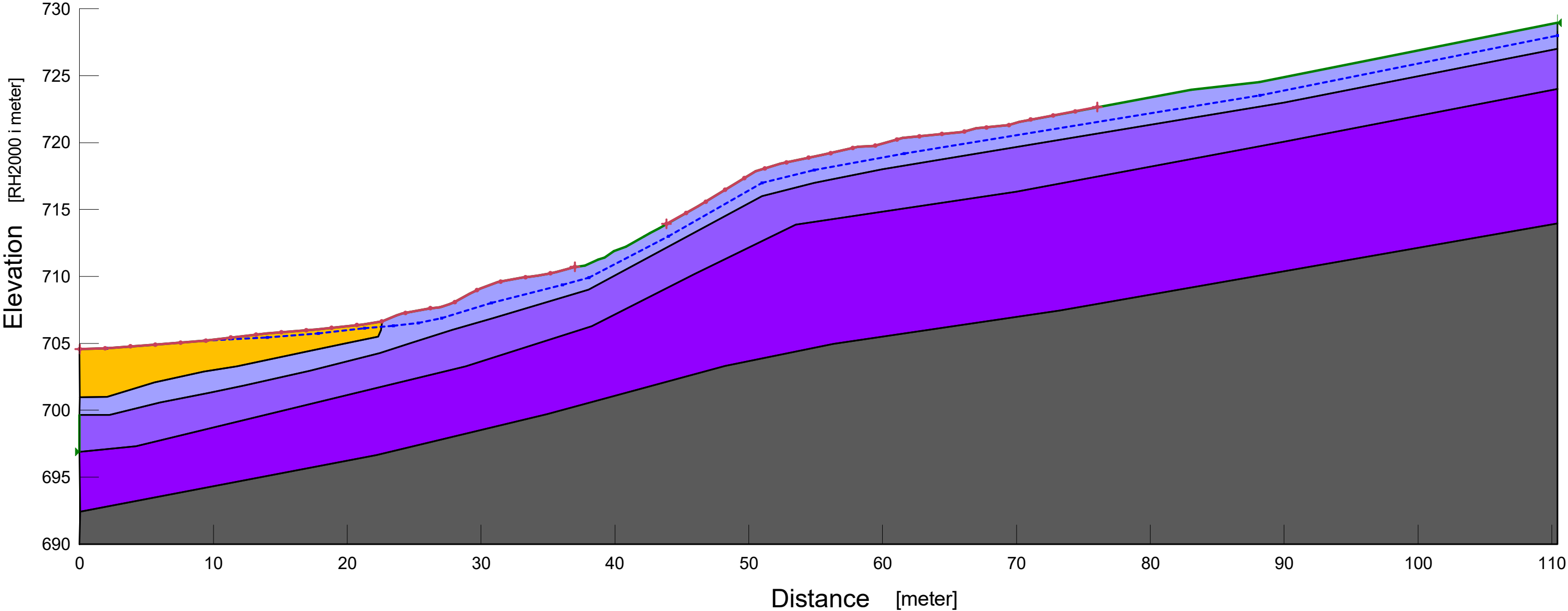
Stabilitetsberäkningar

Datum: 2024-03-18 Tid: 21:36:37

Sektion A2 - Geomodell

Skala : 1:300

Color	Name	Model	Unit Weight (kN/m³)	Cohesion' (kPa)	Phi' (°)	Phi-B (°)	Piezometric Line
	Berg	Bedrock (Impenetrable)					1
	Siltig morän lager 2	Mohr-Coulomb	20	0	36	0	1
	Siltig morän lager 3	Mohr-Coulomb	20	0	40	0	1
	Siltig morän ytlager	Mohr-Coulomb	20	0	33	0	1
	Torv	Mohr-Coulomb	12	2	28	0	1





TYRÉNS

Filnamn: Stabilitet_Hovde_Liftgata_T-bar.gsz

Analys: Silt D15 GW1

Metod: Morgenstern-Price

Directory: O:\SUN\329602\G\Berakningar\

Datum: 2024-03-18 Tid: 21:36:37

Uppdrag nr: 329602

Ritad av: Larissa Darvell

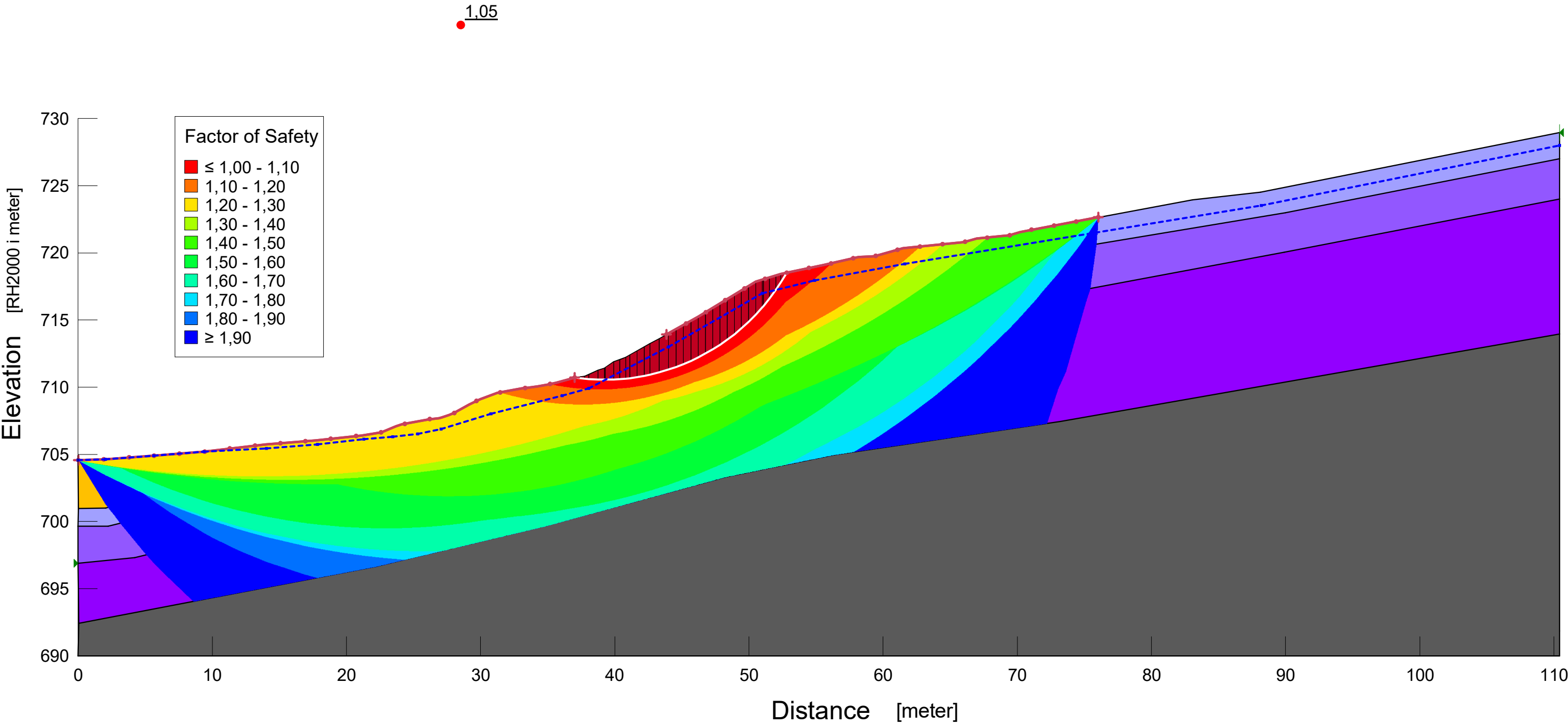
Ansvarig: Nils Edwards

Stabilitetsberäkningar

Sektion A2

Skala : 1:300

Color	Name	Model	Unit Weight (kN/m³)	Cohesion' (kPa)	Phi' (°)	Phi-B (°)	Piezometric Line
	Berg	Bedrock (Impenetrable)					1
	Siltig morän lager 2	Mohr-Coulomb	20	0	36	0	1
	Siltig morän lager 3	Mohr-Coulomb	20	0	40	0	1
	Siltig morän ytlager	Mohr-Coulomb	20	0	33	0	1
	Torv	Mohr-Coulomb	12	2	28	0	1





TYRÉNS

Filnamn: Stabilitet_Hovde_Liftgata_T-bar.gsz

Uppdrag nr: 329602

Analys: Silt FyllSiTi GW1

Ritad av: Larissa Darvell

Metod: Morgenstern-Price

Ansvarig: Nils Edwards

Directory: O:\SUN\329602\G\Berakningar\

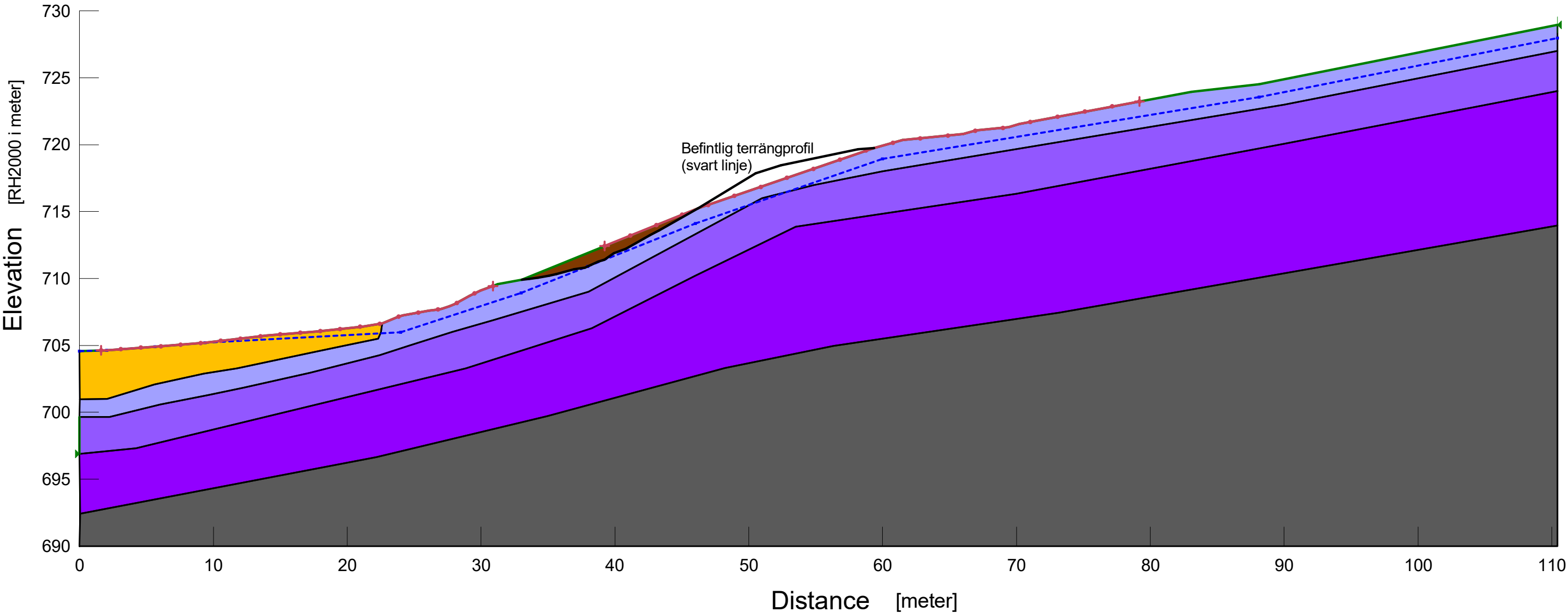
Stabilitetsberäkningar

Datum: 2024-03-18 Tid: 21:45:07

Sektion A3 - Geomodell

Skala : 1:300

Color	Name	Model	Unit Weight (kN/m³)	Cohesion' (kPa)	Phi' (°)	Phi-B (°)	Piezometric Line
	Berg	Bedrock (Impenetrable)					1
	Fyllning 2	Mohr-Coulomb	20	0	33	0	1
	Siltig morän lager 2	Mohr-Coulomb	20	0	36	0	1
	Siltig morän lager 3	Mohr-Coulomb	20	0	40	0	1
	Siltig morän ytlager	Mohr-Coulomb	20	0	33	0	1
	Torv	Mohr-Coulomb	12	2	28	0	1





TYRÉNS

Filnamn: Stabilitet_Hovde_Liftgata_T-bar.gsz

Uppdrag nr: 329602

Analys: Silt FyllSiTi GW1

Ritad av: Larissa Darvell

Metod: Morgenstern-Price

Ansvarig: Nils Edwards

Directory: O:\SUN\329602\G\Berakningar\

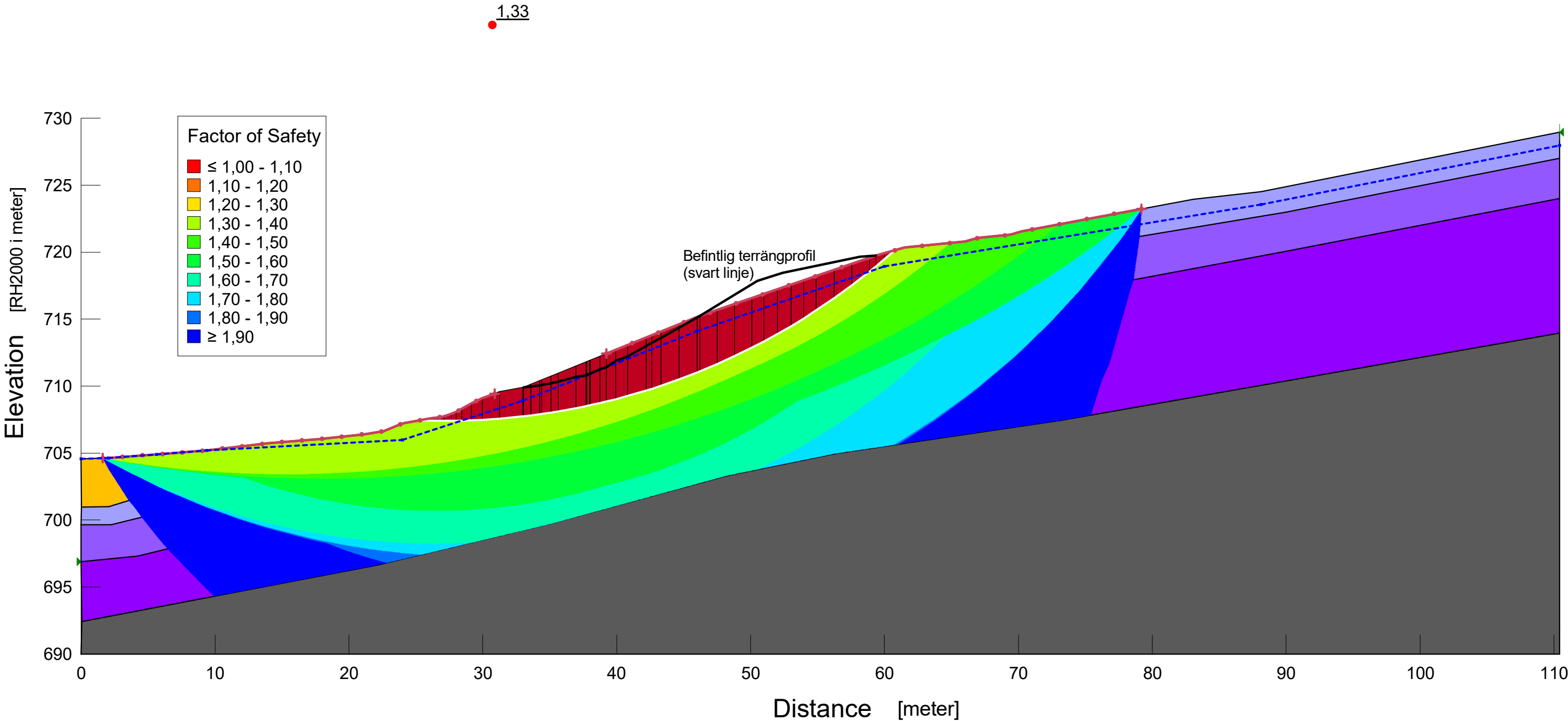
Stabilitetsberäkningar

Datum: 2024-03-18 Tid: 21:45:07

Sektion A3

Skala : 1:300

Color	Name	Model	Unit Weight (kN/m³)	Cohesion' (kPa)	Phi' (°)	Phi-B (°)	Piezometric Line
	Berg	Bedrock (Impenetrable)					1
	Fyllning 2	Mohr-Coulomb	20	0	33	0	1
	Siltig morän lager 2	Mohr-Coulomb	20	0	36	0	1
	Siltig morän lager 3	Mohr-Coulomb	20	0	40	0	1
	Siltig morän ytlager	Mohr-Coulomb	20	0	33	0	1
	Torv	Mohr-Coulomb	12	2	28	0	1



Filnamn: Stability_Hovde_NedanMyr2.gsz

Analys: Sand D15 GW2 Load15

Metod: Morgenstern-Price

Trafiklast: 15 kN/m³

Directory: O:\SUN\329602\G_Berakningar\

Datum: 2024-03-18 Tid: 22:28:15

Uppdrag nr: 329602

Ritad av: Larissa Darvell

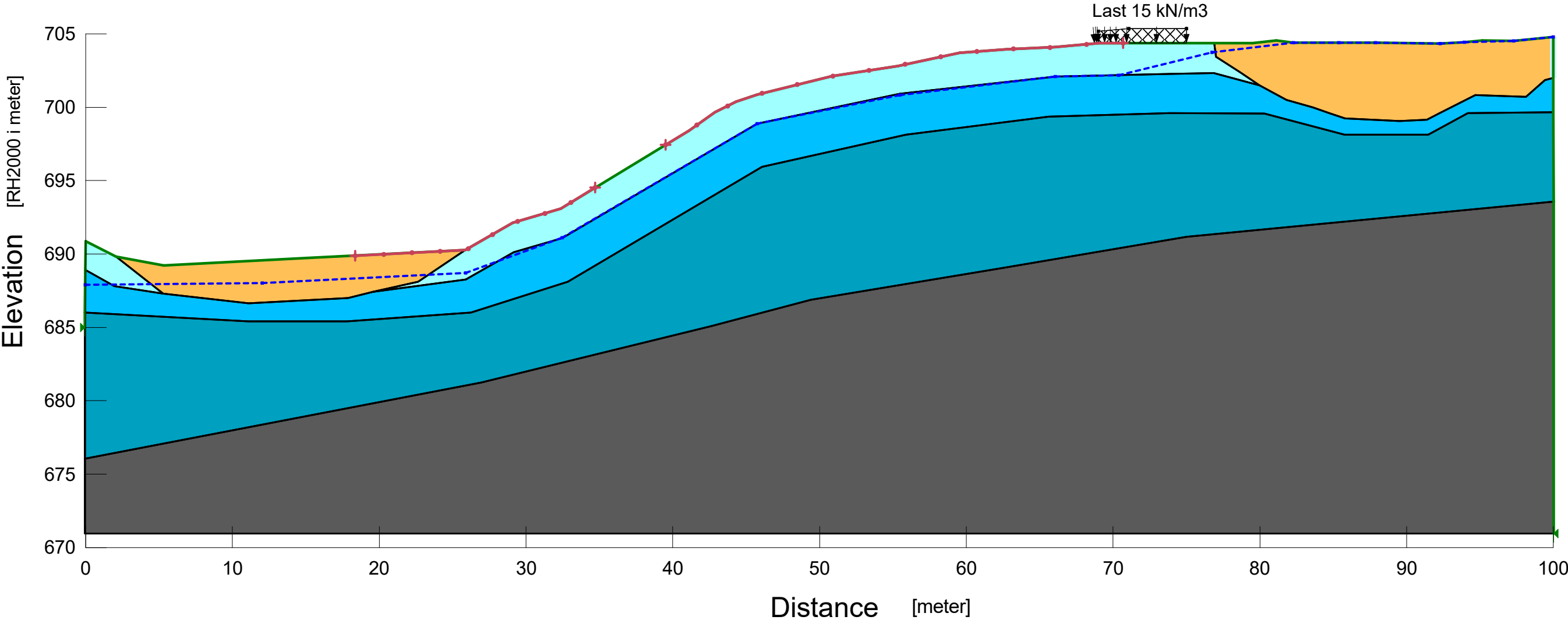
Ansvarig: Nils Edwards

Stabilitetsberäkningar

Sektion B1 - Geomodell

Skala : 1:300

Color	Name	Model	Unit Weight (kN/m³)	Cohesion' (kPa)	Phi' (°)	Phi-B (°)	Piezometric Line
	Berg	Bedrock (Impenetrable)					1
	Sandig morän lager 2	Mohr-Coulomb	20	0	38	0	1
	Sandig morän lager 3	Mohr-Coulomb	20	0	42	0	1
	Sandig morän ytlager	Mohr-Coulomb	20	0	35	0	1
	Torv	Mohr-Coulomb	12	2	28	0	1



Filnamn: Stability_Hovde_NedanMyr2.gsz

Analys: Sand D15 GW2 Load15

Metod: Morgenstern-Price

Trafiklast: 15 kN/m³

Directory: O:\SUN\329602\G_Berakningar\

Datum: 2024-03-18 Tid: 22:26:59

Uppdrag nr: 329602

Ritad av: Larissa Darvell

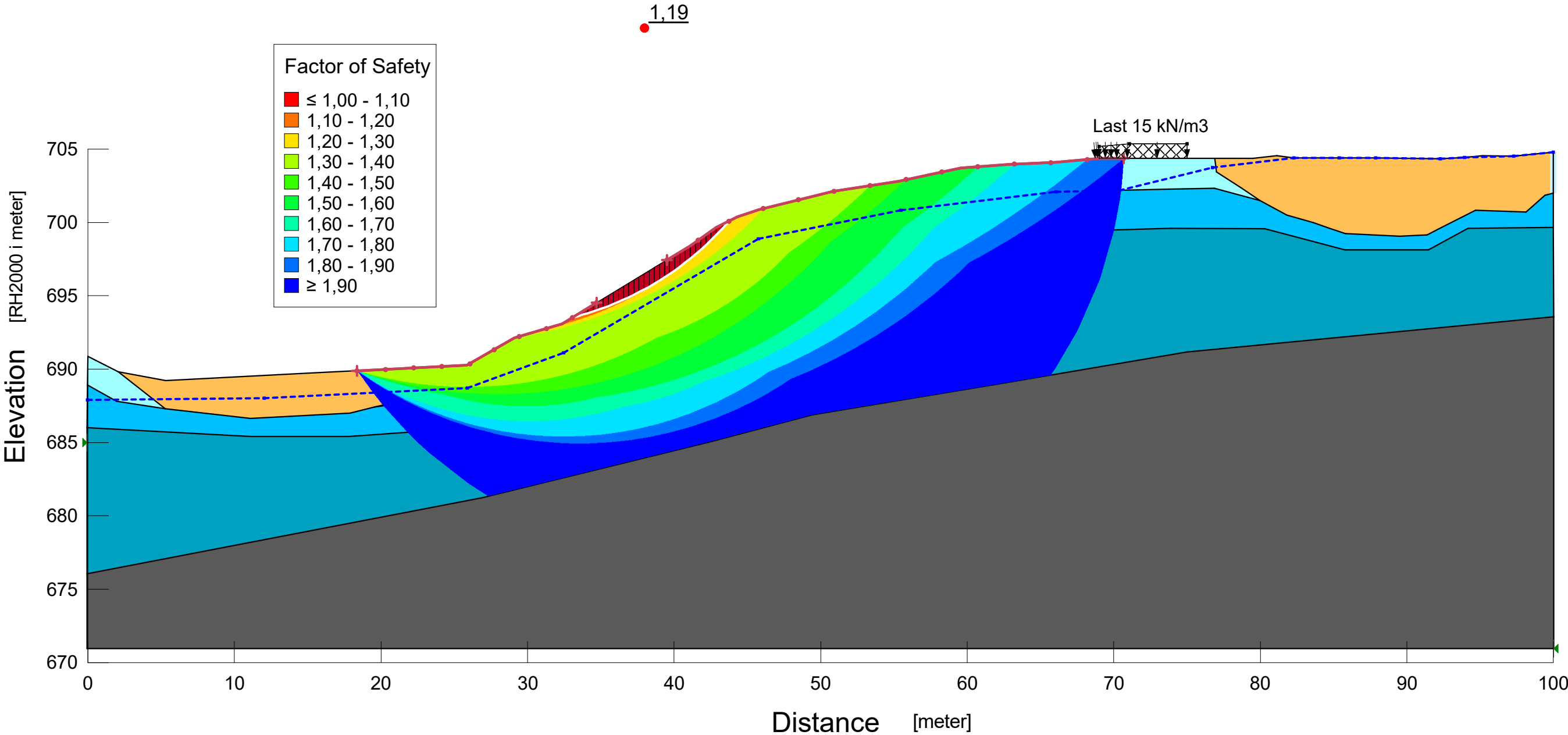
Ansvarig: Nils Edwards

Stabilitetsberäkningar

Sektion B1

Skala : 1:300

Color	Name	Model	Unit Weight (kN/m³)	Cohesion' (kPa)	Phi' (°)	Phi-B (°)	Piezometric Line
	Berg	Bedrock (Impenetrable)					1
	Sandig morän lager 2	Mohr-Coulomb	20	0	38	0	1
	Sandig morän lager 3	Mohr-Coulomb	20	0	42	0	1
	Sandig morän ytlager	Mohr-Coulomb	20	0	35	0	1
	Torv	Mohr-Coulomb	12	2	28	0	1



Filnamn: Stability_Hovde_NedanMyr2.gsz

Analys: Silt D15 GW1 Load15

Metod: Morgenstern-Price

Trafiklast: 15 kN/m³

Directory: O:\SUN\329602\G_Berakningar\

Datum: 2024-03-18 Tid: 22:19:45

Uppdrag nr: 329602

Ritad av: Larissa Darvell

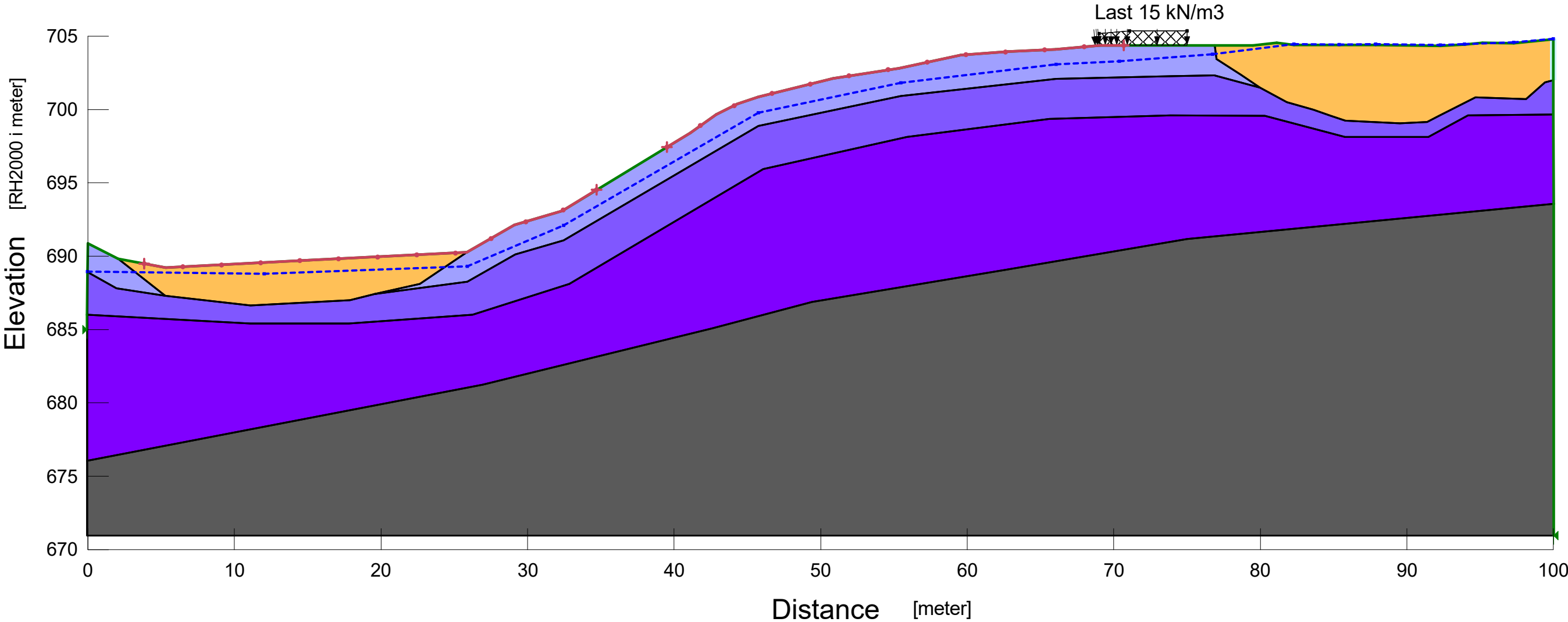
Ansvarig: Nils Edwards

Stabilitetsberäkningar

Sektion B2 - Geomodell

Skala : 1:300

Color	Name	Model	Unit Weight (kN/m³)	Cohesion' (kPa)	Phi' (°)	Phi-B (°)	Piezometric Line
	Berg	Bedrock (Impenetrable)					1
	Siltig morän lager 2	Mohr-Coulomb	20	0	36	0	1
	Siltig morän lager 3	Mohr-Coulomb	20	0	40	0	1
	Siltig morän ytlager	Mohr-Coulomb	20	0	33	0	1
	Torv	Mohr-Coulomb	12	2	28	0	1



Filnamn: Stability_Hovde_NedanMyr2.gsz

Analys: Silt D15 GW1 Load15

Metod: Morgenstern-Price

Trafiklast: 15 kN/m³

Directory: O:\SUN\329602\G_Berakningar\

Datum: 2024-03-18 Tid: 22:14:27

Uppdrag nr: 329602

Ritad av: Larissa Darvell

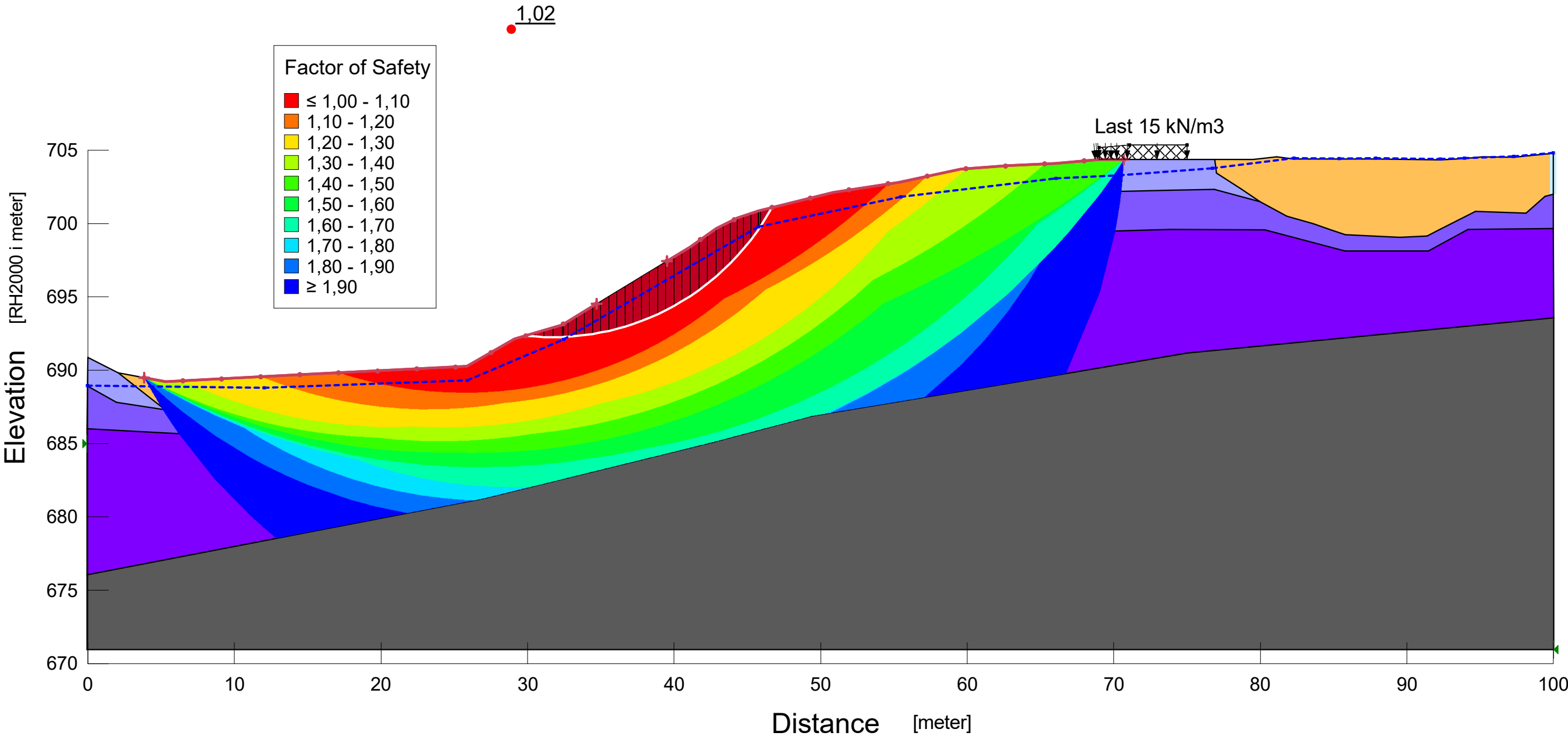
Ansvarig: Nils Edwards

Stabilitetsberäkningar

Sektion B2

Skala : 1:300

Color	Name	Model	Unit Weight (kN/m³)	Cohesion' (kPa)	Phi' (°)	Phi-B (°)	Piezometric Line
	Berg	Bedrock (Impenetrable)					1
	Siltig morän lager 2	Mohr-Coulomb	20	0	36	0	1
	Siltig morän lager 3	Mohr-Coulomb	20	0	40	0	1
	Siltig morän ytlager	Mohr-Coulomb	20	0	33	0	1
	Torv	Mohr-Coulomb	12	2	28	0	1



Geoteknisk Utredning – Bilaga 3

PROVTABELL KLYFTBERGET



2024-05-06

 TYRENS				DATUM 2023-10-16 BILAGA 1					
Uppdragsnamn Klyftberget				Uppdragsnummer: 333387					
Borrhåls- nummer	Djup under my/prov- tagningsniv å	Provtag- ningssätt	Jordart	Enligt TK Geo/AMA Anläggning Material-typ	Tjälfarlig- hetsklass	Finjordsh alt	Vatten- kvot	Konfl yt- gräns	Anm.
#1	0,2-0,3	PG	rödbrun Grusmorän, GrTi	2	1	8%	22%		Siktning
PG2	0,2-0,3	PG	brungrå sandig Grusmorän, saGrTi	2	1	8%	10%		Siktning
Lab. undersökare Olof Sjöström					Undersökningsdatum 2023-10-16				

Geoteknisk Utredning – Bilaga 4

MARKRADARRAPPORT HOVDE SYD



2024-05-06

TOLKNINGSRAPPORT
**MARKRADARUNDERSÖKNING
HOVDE SYD**



RAPPORT
2024-03-27

UPPDRAG

329602 Utredningar för planarbete Hovde Syd Vemdalen, Skistar
Titel på rapport: Markradarundersökning Hovde Syd
Status: Tolkningsrapport
Datum: 2024-03-27

MEDVERKANDE

Beställare: SkiStar AB

Konsult Tyréns Sverige AB
Uppdragsansvarig: Nils Edwards
Handläggare: Nils Edwards
Granskare: Jonas Siikanen och Larissa Darvell

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

1	INLEDNING.....	4
1.1	UPPDRAG OCH SYFTE.....	4
1.2	GEOFYSIKER.....	4
1.3	FÄLTARBETE.....	4
2	MARKRADARMETODIK.....	7
3	TOLKNING.....	7
4	RESULTAT.....	8
4.1	MYREN.....	8
4.2	MORÄNEN I LIFTLINJEN FRÅN MYREN.....	10
4.3	SAMMANFATTNING.....	10
5	VÄRDERING AV UNDERSÖKNING.....	10

1 INLEDNING

1.1 UPPDRAG OCH SYFTE

Syftet med den geofysiska undersökningen var att identifiera mäktighet och gränser i myren i undersökningsområdets västra del. Sekundärt syfte var att tolka djup till berg längs nedre delen av den planerade släpliften Hovde Syd T-bar, där SGUs kartunderlag visar morän.

1.2 GEOFYSIKER

Fältarbete har utförts av Nils Edwards, Geotekniker, Tyréns Sverige AB. Tolkning av fältresultat utfördes av Nils Edwards, Geotekniker, Tyréns Sverige AB.

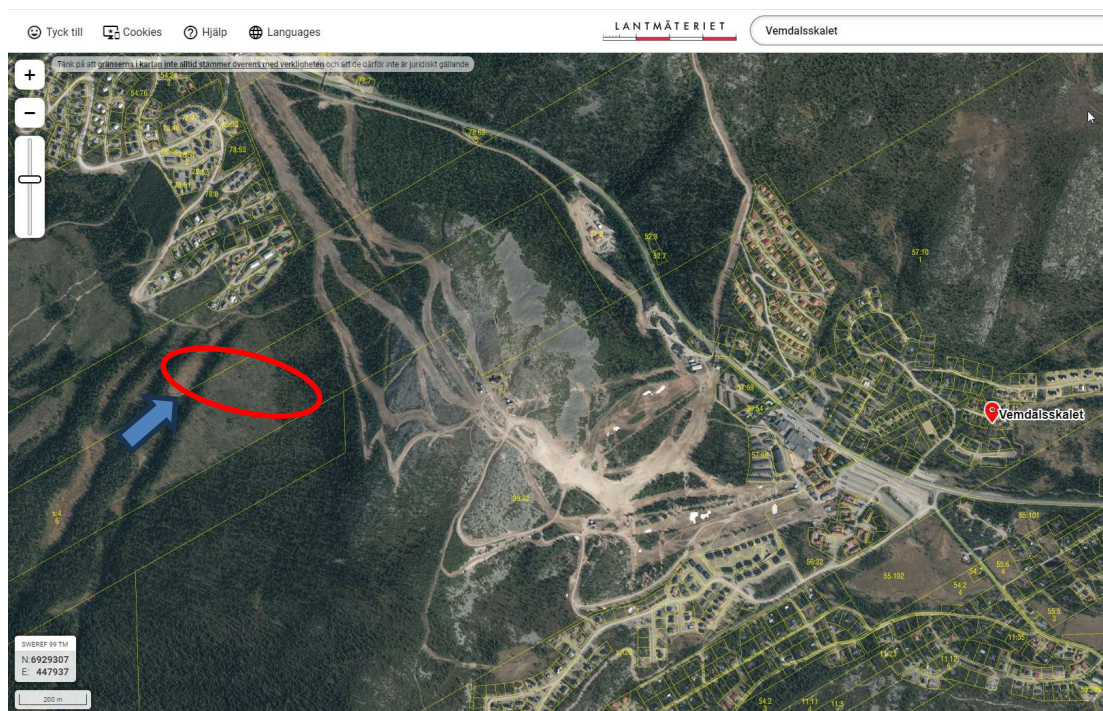
1.3 FÄLTARBETE

Mätningarna genomfördes med Malå GX (Ground Explorer) radarsystem med 160MHz skärmad antenn (figur 1). Positioneringen av linjerna utfördes med extern RTK GNSS. Undersökningarna utfördes den 2023/03/29. Markradarutrustningen drogs manuellt över snön.



Figur 1. Använd mätutrustning, Malå GX160 HDR, dragen manuellt (foto Tyréns). Bild tagen på annan plats samma dag som undersökningen (foto Tyréns).

Undersökningarna utfördes på västra sidan av fjället Hovde, se Figur 2.



Figur 2. Översiktskarta över Hovde med ungefärligt undersökningsområde markerat i rött (Min karta © Lantmäteriet). Blå pil visar myrområdet.

Utförd undersökning omfattar radarsektioner i myren och längs den planerade liftsträckan. Mätningarna inom myrområdet gjordes längs parallella linjer som korsar planerad liftgata, se figur 3. Mätlinjen som går längs liftsträckan startar i läget för planerad dalstation och fortsätter upp mot gränsen för området som SGU karterat som morän (figur 4).



Figur 3. Linjen i grått visar placeringen av mätningarna med 160 MHz-antenn den 2023-03-29. Grön punkt markerar mätlinjens start och röd punkt markerat slutet.



Figur 4. Linjen i grått visar placeringen av mätningarna med 160 MHz-antenn den 2023-03-29. Grön punkt markerar mätlinjens start vid planerad liftpåstigning och röd punkt markerar slutet.

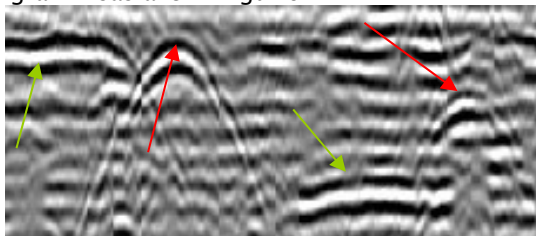
2 MARKRADARMETODIK

Markradar är en icke-förstörande och snabbskannande metod som kan urskilja olika lagergränser (t.ex. berg/jordlager) i marken och i konstruktioner samt kartlägga objekt (t.ex. block/ledningar/håligheter). Metoden använder sig av elektromagnetiska vågor som skickas ut från en sändarantenn och sedan reflekteras mot ytor och objekt och återsamlas med en mottagarantenn. Uppgifter lagras om hur lång tid dessa elektromagnetiska vågor färdats samt reflektionens styrka. Med markradar mäts oftast kontinuerligt längs med profiler (med ca 1–10 cm punktavstånd beroende på applikation) som sedan tolkas och redovisas i profiler.

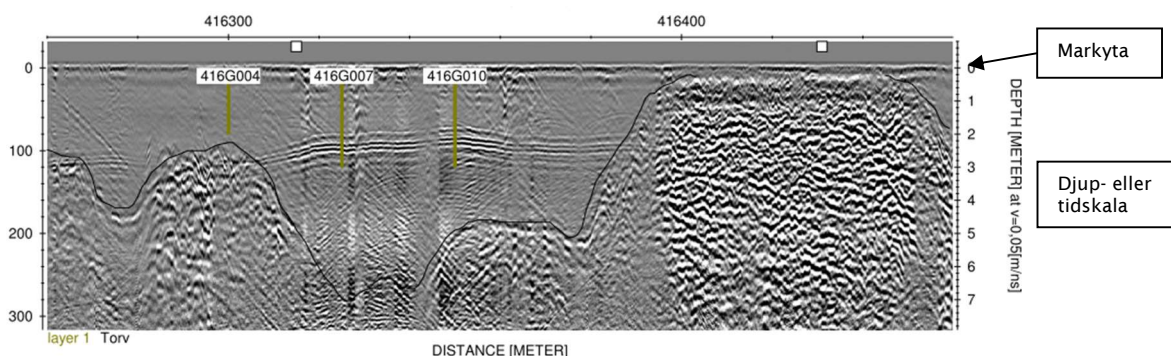
Det bör noteras att markradar inte är tillämplig om jordens/konstruktionens ledningsförmåga är för hög vilket den är i jordar som lera och silt eller i områden med markföroreningar eller i t.ex. blöt betong. De elektromagnetiska radiovågorna dämpas då effektivt ut och djupseendet försämras. Detta kan ses i resultaten som områden utan information från större djup.

3 TOLKNING

Gråskalan i resultatbilderna sträcker sig från vitt till svart (via grått) när intensiteten/styrkan i radarreflektionen ökar. Starka reflektioner (vitt och svart) fås när det är stora elektriska kontraster mellan olika material. Detta kan vara när det finns håligheter då radarvågen går från luft till jordlager eller t.ex. övergången från porös sand utan lermineral till sten. Svaga reflektioner eller inga alls (grått) fås i homogena områden, där det inte finns några skillnader mellan materialegenskaper eller i områden med konduktiva material såsom lera/silt/salter. Objekt i radargram (resultatet av radarmätningen, ett tvärsnitt) framträder som så kallade hyperbler, bågformade mönster (Se Figur 5). Toppen på hyperbeln (röd pil) ger objektets djup och läge. Det bör observeras att objekt, oavsett om det är rör, ledningar eller andra föremål som stenar och rötter ger liknande hyperbelformade reflektioner. Lagergränser (grön pil) som t.ex. berg eller jordartsgränser ger upphov till kontinuerliga linjer i radargrammen. Ett exempel på radargram visas även i Figur 6.



Figur 5. Exempel på radargram med objekt och lager, indikerat med röd respektive grön pil.



Figur 6. Exempel på radargram där det tydliga undulerande lagret motsvarar underkant torv. Två av de markerade sticksonderingarna har ej nått botten på torven.

4 RESULTAT

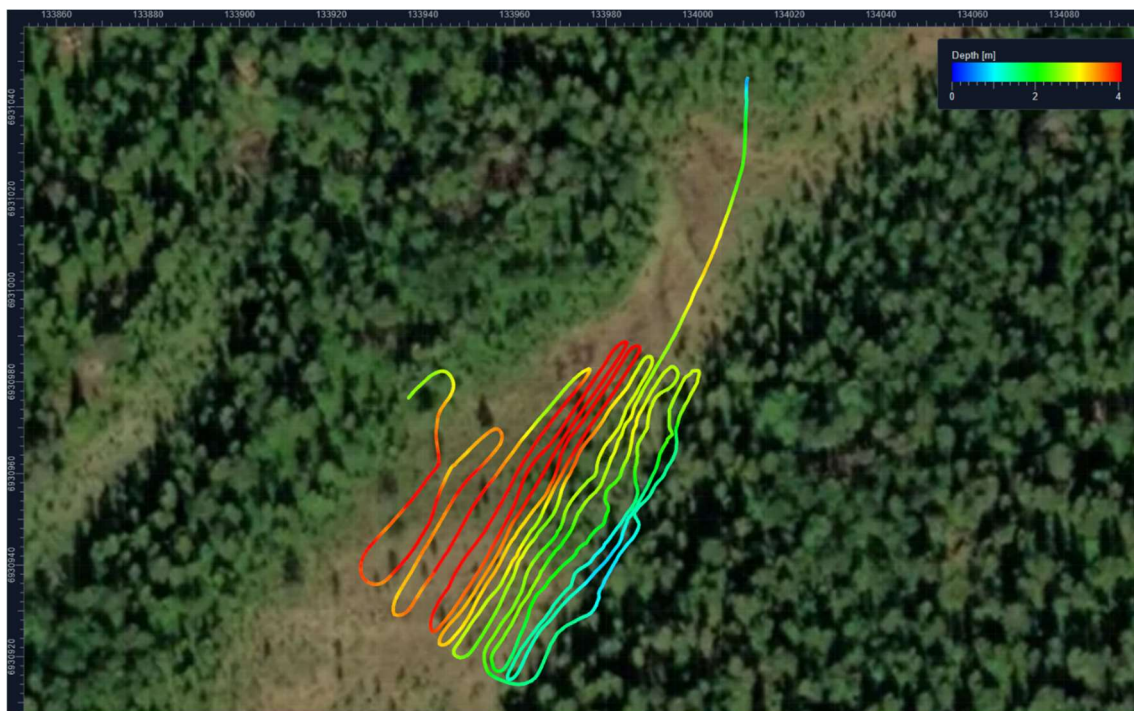
Tolkning av markradardata har utförts av Nils Edwards, geotekniker, Tyréns Sverige AB. Programvaran Malå Vision har använts för att bearbeta och tolka insamlat data.

Hastigheten för radarvågorna i den undersökta marken är efter en hastighetsanalys satt till 110 m/μs för morän och 40 m/μs för myr.

Generellt var det bra kvalitet på de insamlade radargrammen med tydlig reflektioner för gränsen mellan myr och underliggande fast mark. I moränen, och eventuellt det underliggande berget, penetrerar radarsignalerna ned till 13 meters djup.

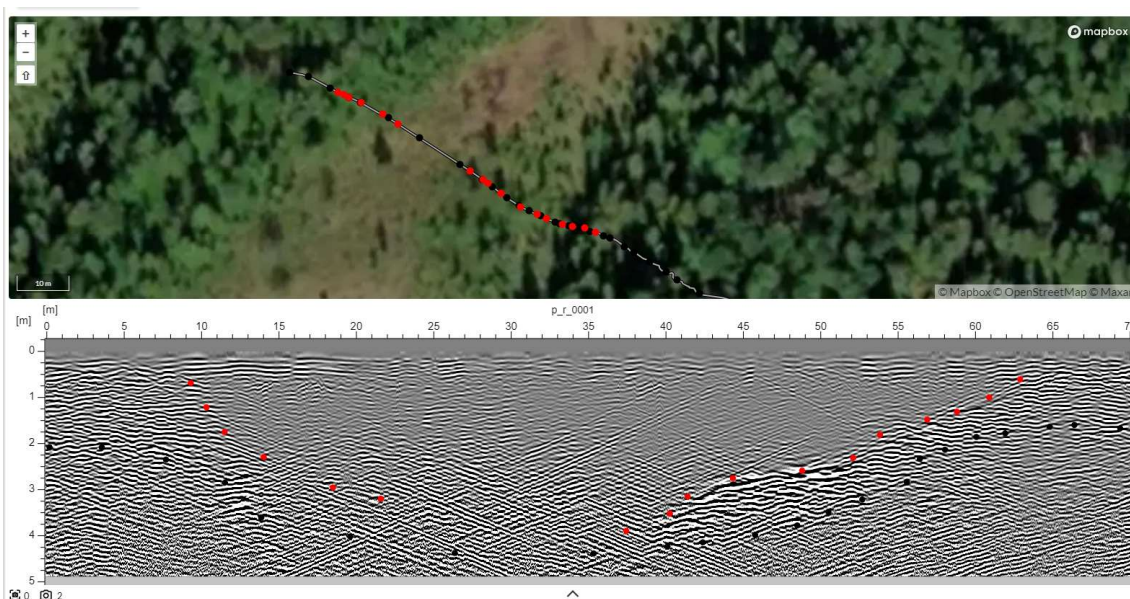
4.1 MYREN

Ett större område av myren undersöktes. Figur 7 visar tolkningen av myr-djup i plan. Mitten av myren är nog djupare än 4 meter, men skalan maxar ut på 4 meter.



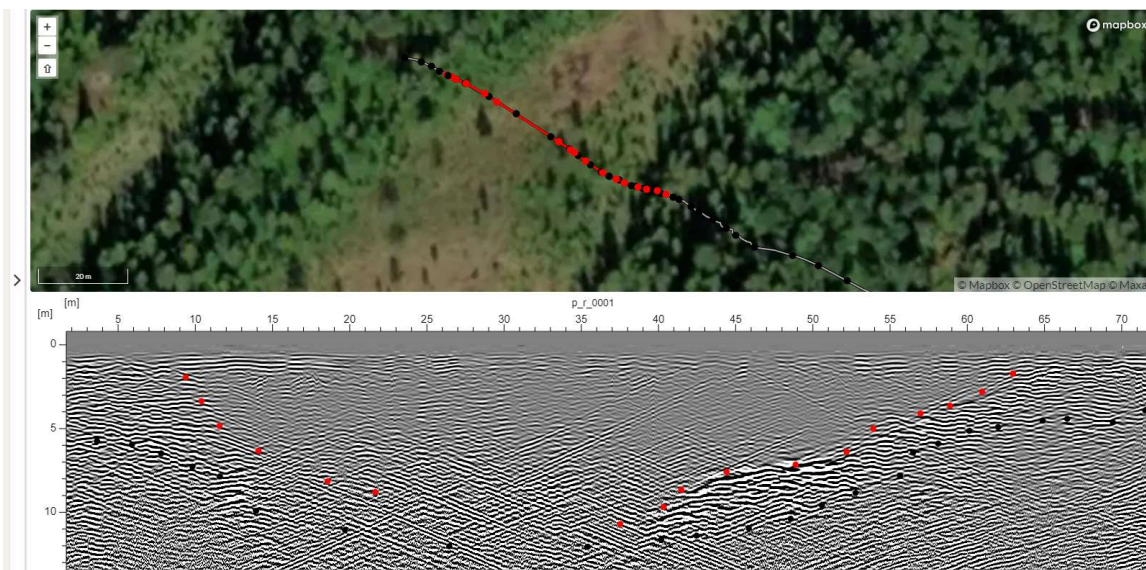
Figur 7. Radargrammet över myren i plan. Rött indikerar 4 meter eller djupare medans blått är marknivå. Denna tolkningen är gjord i geolitix software.

Figur 8 är från mätlinjen som går i liftlinjen och visar att myren från väst (vänster i radargrammet) dyker brant ned och når ett maximalt djup på över 4 meter. I radargrammet fås inte några tydliga reflektioner från torvbotten i myrens djupaste område. Radartolkningarna av myren stämmer överens med tidigare sticksonderingar.



Figur 8. Radargrammet över myren indikerar att myren dyker brant från väst (vänster) och fortsatt är 3-4 meter djup i området som motsvarar mitten av plankartan där markytan delvis är täckt av träd. I radargrammet är tolkad botten av myr indikerat med röda punkter, medans tolkat berg eller bottenmorän markeras med svarta punkter. Hastigheten för tolkningen i bild är satt till 40 m/μs.

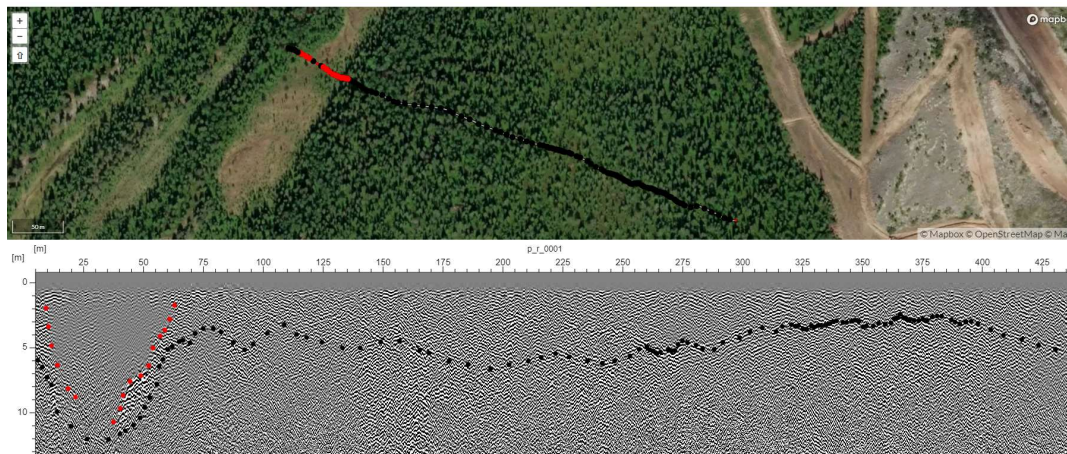
Då programvaran Malå Vision som används vid tolkning bara kan hantera en hastighet åt gången blir djup till berg felaktigt när signalhastigheten sätts till 40 m/μs, vilket är korrekt i förhållande till torven. Men när vi sätter hastigheten till 110 m/μs blir myrens djup fel och vi får istället en mer korrekt bergnivå utanför myren, se figur 9. Bergnivån tolkas ligga på 5-6 meters djup väster om myren och på 4-5 meters djup öster om myren.



Figur 9. Radargrammet över myren indikerar att berget ligger på 5-6 meters djup väster om myren och på 4-5 meters djup öster om myren. I radargrammet är tolkad botten av myr indikerat i rött, medans tolkat berg eller bottenmorän är svart. Hastigheten för tolkningen i bild är satt till 110 m/μs.

4.2 MORÄNEN I LIFTLINJEN FRÅN MYREN

Tolkat jorddjup för moränen, från myren och upp längs planerad liftgata, ligger på ca 2,5-7 meters djup (figur 10). Markytan har en ganska jämn lutning som ligger på ca 2-10°.



Figur 10. Radargrammet längs med planerad liftgata indikerar att djup till berg varierar mellan ca 2,5-7 meter. I radargrammet är tolkad botten av myr indikerad i rött, medans tolkat berg eller bottenmorän är svart. Hastigheten för tolkningen i bild är satt till 110 m/μs.

Under den tolkade bergnivån ser vi kontinuerliga reflektioner ned till botten av radargrammet (ca 13 meters djup) och dessa tolkas som sprickzoner.

Signalens relativt stora penetrationsdjup visar på att jorden inte innehåller någon större andel konduktivt material som silt och/eller lera.

4.3 SAMMANFATTNING

Undersökningen visade tydliga gränser i myren mellan torven och den underliggande fasta marken. Det maximala djupet till myrens botten beräknades ligga på över 4 meter i planerad liftgata. Myren dyker brant från väst och kommer upp före slänten i öst. Bergnivån tolkades i radargrammen. Djup till berg beräknades i moränområdena ligga på mellan 2,5 och nästan 7 meter i den relativt slacka lutningen upp längs planerad liftgata.

5 VÄRDERING AV UNDERSÖKNING

Bergnivån tolkas även under myren. Men då programvaran Malå Vision som användes för tolkning bara kan hantera en hastighet åt gången blir djup till berg felaktigt när man har mer korrekt signalhastighet för myren. I likhet blir det fel djup i myren när vi evaluerar djup till berg med korrekt signalhastighet för morän.

Det finns inga observationer av berg i dagen eller sonderingar med borrhandsvagn som kalibrerar insamlade radardata, något som skulle öka tolkningarnas pålitlighet.

Hastigheten är satt till 110 m/μs för tolkning av morän och 40 m/μs vid tolkning av myr. Dessa hastigheter kan variera lokalt, något som kan förändra djupet till tolkad yta.

Geoteknisk Utredning – Ritningar
G11-01-01 OCH G11-03-01



2024-05-06

GEOTEKNISKA UNDERSÖKNINGAR
SONDERING (PLANREDOVISNING)

FÖR MER DETALJERAD FÖRKLARING HÄNVISAS TILL
SGF/BGS BETECKNINGSSYSTEM SOM ÅTERFINNS PÅ
WWW.SGF.NET (PUBLIKATIONER -> SGF/BGS
BETECKNINGSSYSTEM)

I PLAN MED EN NOGGRANHET PÅ 1 METER
HÖJD ERSATT MED MARKYTA FRÅN
NH-DATA

-0,7 TOLKAT MYRDJUP
FRÅN MARKRADAR

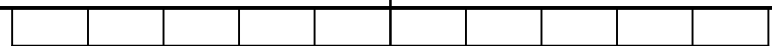


SKALA	NUMMER	BET
1:500/1:100(A1)	G11-01-01	

GEOTEKNISKA UNDERSÖKNINGAR
SONDERING (PLANREDOVISNING)

FÖR MER DETALJERAD FÖRKLARING HÄNVISAS TILL
SGF/BGS BETECKNINGSSYSTEM SOM ÅTERFINNS PÅ
WWW.SGF.NET (PUBLIKATIONER -> SGF/BGS
BETECKNINGSSYSTEM)

I PLAN MED EN NOGGRANHET PÅ 1 METER
HÖJD ERSATT MED MARKYTA FRÅN
NH-DATA



Plotted: 2024-03-27 12:23:09 by Hans Bydell Frelin
Path: 0:\SUN\329602\G\Ritdef\G11-03-01.dwg