

PM Geoteknik

Målö ängar, etapp 1 & 2

Jönköpings kommun



Datum: 2022-08-23	Rev. datum: 2024-04-04	Uppdragsnummer: 3220290
Upprättad av: Anton Laitila		Granskad av: Håkan Rosén



ADMINISTRATIVA UPPGIFTER

UPPDRAGSNAMN: Målö ängar
Geoteknisk undersökning

UPPDRAGSNUMMER: 3220290
UPPRÄTTAD DATUM: 2022-08-23
REVIDERAD DATUM: 2024-04-04

BESTÄLLARE: Jönköpings kommun
BESTÄLLARENS OMBUD: Fredrik Sandberg Svärd

KONSULT: Mitta AB
Organisationsnummer:
556676-6647

Projektledare:
Anton Laitila

Handläggande geotekniker:
Anton Laitila

Granskare:
Håkan Rosén

INNEHÅLL

1	UPPDRAG OCH SYFTE	4
2	UNDERLAG	5
3	STYRANDE DOKUMENT	5
4	MARKFÖRHÅLLANDEN	5
4.1	TOPOGRAFI OCH YTBESKAFFENHET	5
4.2	GEOLOGI	6
4.3	JORDLAGERFÖLJD OCH MATERIALEGENSKAPER	7
5	SÄTTNINGSFÖRHÅLLANDEN	13
6	STABILITETSBERÄKNINGAR	13
6.1	ALLMÄNT	13
6.2	GEOTEKNISK KATEGORI OCH SÄKERHETSKLASS	15
6.3	PROGRAMVARA	15
6.4	STABILITETSKRAV	16
6.5	GEOMETRI OCH BERÄKNINGSSEKTIONER	16
6.6	VALDA PARAMETRAR	16
6.7	PORTRYCK	16
6.8	LASTER	16
6.9	RESULTAT	16
6.10	SLUTSATS	17
6.11	KÄNSLIGHETSANALYS/100-ÅRS PERSPEKTIV	17
7	REKOMMENDATIONER	18
7.1	ALLMÄNT	18
7.2	GRUNDLÄGGNING	18
7.3	KOMPLETTERANDE GEOTEKNIK INFÖR BYGGSKEDET	19
7.4	SKRED OCH EROSION	20
7.5	BÄRIGHET	20
7.6	RADON	20
7.7	SCHAKT OCH FyllNING	21
8	BILAGOR	21

Omslagsbild: Vy mot norr över slänt ned mot Tabergså.

Bilagor

Bilaga 1 Stabilitetsberäkningar

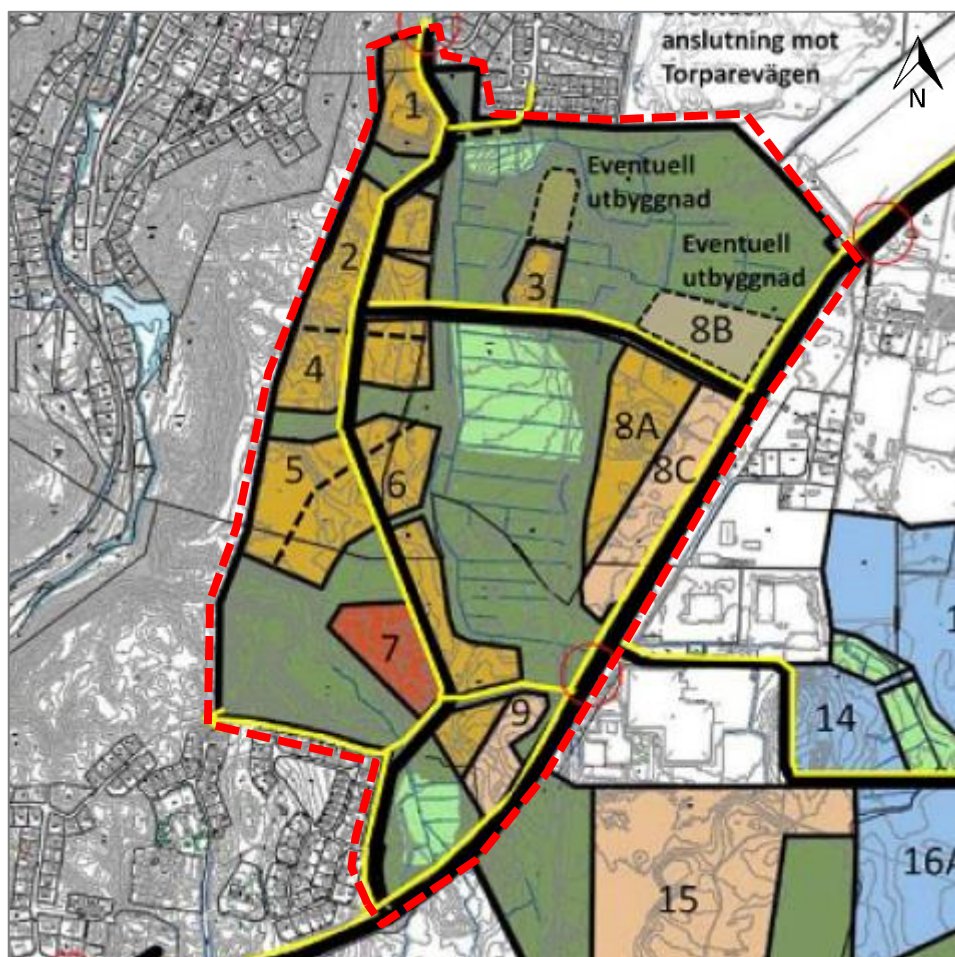
Bilaga 2 Plankarta med förslag på ny vägsträckning

1 UPPDRAG OCH SYFTE

MITTA AB har på uppdrag av Jönköpings kommun utfört en geoteknisk undersökning inför upprättande av detaljplan för planområdet Målö ängar. Området är beläget väster om Tahevägen, mellan befintlig bebyggelse i Tahe i söder och Smedjehov i norr, se Figur 1 för översikt. På området planeras ca 300 – 450 nya bostäder byggas, varav ca 50 – 90 % villor och gruppbyggda villor. Vidare planeras utbyggnad av ny skola, verksamheter samt två nya huvudgator.

Undersökningsresultaten redovisas i tillhörande Markteknisk undersökningsrapport (MUR), dat. 2022-08-23.

Föreliggande PM har utförts med syfte att klargöra de geotekniska förhållandena i området och förutsättningar för bebyggelse. Följande PM nyttjas som underlag för fortsatt projektering. Vid upprättande av bygghandling inarbetas de geotekniska uppgifter och rekommendationer som överensstämmer med planerat grundläggningsarbete.



Figur 1. Översiktskarta med aktuellt område inom röd streckad linje.

2 UNDERLAG

För detta arbete har följande underlag använts:

- Markteknisk undersökningsrapport (MUR), dat. 2022-08-23, upprättad av Mitta AB

3 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 och redovisning

Typ av utredning	Styrande dokument
Alla utredningar	SS-EN 1997-1 SS-EN 1997-2 IEG Rapport 2:2008, rev 3 IEG Rapport 4:2008, rev 1
Projektering	Skredkommissionens rapport 3:95 IEG Rapport 4:2010

4 MARKFÖRHÅLLANDEN

4.1 Topografi och ytbeskaffenhet

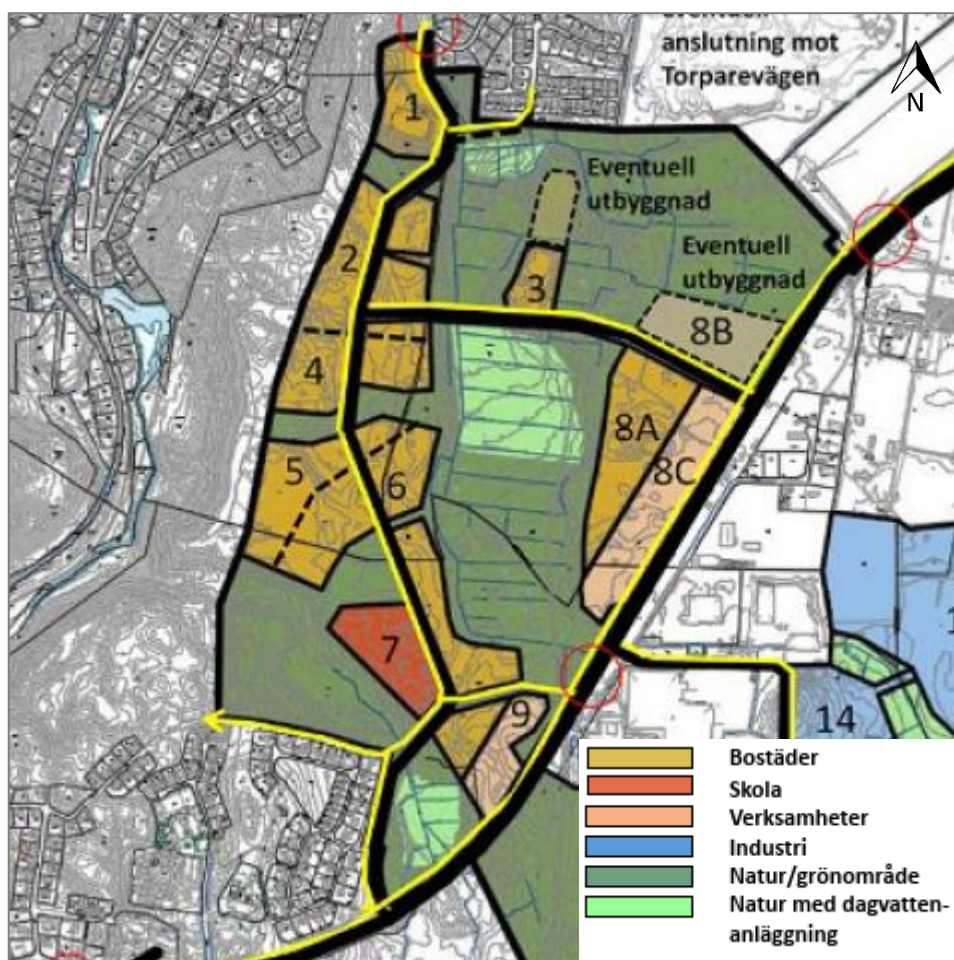
Området är idag huvudsakligen obebyggt och utgörs mestadels av skogsmark. Det förekommer några torvområden/våtmarker i områdets lägre partier lokaliserade framför allt i mitten av planområdet (mellan delområde 2 och 3 respektive 6 och 8). Dessa partier planeras utgöra grönområden och områden för omhändertagande av dagvatten. Se Figur 2 för illustration över delområdena.

Angränsande mot planområdet i väster löper en brant slänt som sluttar ned mot Tabergsån med stora nivåskillnader (>50 m) mellan släntkrön och släntfot. I norra delen av planområdet (delområde 1) finns en relativt brant slänt som sluttar ned mot Smedjehov med höjdskillnader på ca 20 m. Längs planområdet i sydväst påträffas en slänt/dalgång som sluttar ned åt söder och vars nivåskillnad succesivt ökar i västlig riktning, dvs mot Tabergsån. Nivåskillnaden ökar från några meter till ca 15 m.

I övrigt lutar marken övergripande ned mot torvområdena i planområdets mittpartier. Inom de planerade bebyggelseområdena är markytan i huvudsak plan eller svagt kuperad.

Markytans nivå inom bebyggelseområdena uppgår generellt mellan ca +216 till +223. I torvområdena ligger markytan generellt några meter lägre.

Det finns två mindre bäckar som rinner genom planområdet. Den ena korsar planområdets södra del i nordvästlig/västlig riktning ned mot Tabergsån, den andra löper genom centrala delen av området i nordlig riktning mot Smedjehov.



Figur 2. Delområden inom programområdet. (Inhämtat från planprogram Målö ängar och Målön dat. 2022-01-12).

4.2 Geologi

Enligt jordartskarta från SGU, se Figur 3, domineras området uteslutande av isälvssediment. Då området legat under högsta kustlinjen är det finkorniga materialet sannolikt ursvallat från isälvssedimenten. I låga partier inom området överlagras isälvssedimenten av torv. Ställvis påträffas berg i dagen.



Figur 3. Utdrag ur SGU:s jordartskarta, ungefärligt aktuellt område inom röd streckad markering.

4.3 Jordlagerföljd och materialegenskaper

En områdesindelning av har gjorts efter planområdets delområden med beaktande av de geotekniska förhållandena.

Geotekniska parametrar redovisas i detta kapitel i Tabell 2 – 5. Värdena är karakteristiska. Friktionsvinkel och elasticitetsmodul har valts utifrån härledda värden på materialegenskaper redogjorda i tillhörande MUR samt empiri (se bl.a. TK Geo 13).

För låg- mellanförmultnad torv (Ptf) har E-modul ansatts till 300 kPa. För högförmultnad torv (Pta) har E-modul ansatts till $150 \times c_u$ (rekommendationer från TR Geo 13).

Generellt påträffas överst ett ca 0,1 m tjockt ytskikt av organisk jord/sandig humusjord i isälvssedimentområdena som inte omnämns i texter nedan.

Delområde 1

Sektionsritningar (tillhör MUR Geoteknik)
G-10-2-001 & G-10-2-002

Geotekniska parametrar (tillhör MUR Geoteknik)

Friktionsvinkel: Bilaga 3 – Sida 1

Elasticitetsmodul: Bilaga 4 – Sida 1

Delområde 1 ligger nedanför en slänt som omgärdar området från söder till nordväst. Nivåskillnaderna från släntfot upp till krön uppgår till ca 20 m. Området verkar till synes utgöra en tidigare sandtäckt. I dagsläget finns en ishall på området och marken är till stor del asfalterad. Delområde 1 ligger inom ett parti som karterats för jordrörelser av MSB¹ men bedöms ha låg säkerhetsklassning, fyra på en fyrgradig skala, vilket innebär att risken för skred bedöms som liten. Även stabilitetsberäkningar i sektion A som skär igenom området tyder på en hög säkerhetsfaktor, se kapitel 6.9.

Jordlagerföljden bedöms huvudsakligen utgöras av fyllning på isälvssediment på berg eller fyllning direkt på berg. Markytan är till stor del täckt av bitumenasfalt som bedöms vara ca 5 cm tjockt.

Fyllningen har i en borrhäls punkt verifierats bestå av grusig siltig sand med mycket fast lagringstäthet. Mäktigheten bedöms enligt utförda sonderingar variera mellan ca 0 – 3 m över området.

Underliggande isälvssediment kan antas vara sandiga med fast till mycket fast lagringstäthet.

Bergets överyta har i två punkter verifierats ligga på ca 2,5 respektive 4 m under markytan.

Grundvattnet har uppmätts i en punkt till omkring 2 m under markytan, men kan antas fluktuera med nederbörd och årstid.

Tabell 2. Geotekniska parametrar för delområde 1. Materialtyp och tjälfarlighetsklass har utvärderats enligt AMA 20 tabell CE/1.

Jordart	Materialtyp/Tjälklass (AMA)	Friktionsvinkel (°)	Elasticitetsmodul (MPa)	Odränerad skjuvhållfasthet (kPa)
Mg[grsiSa]	3B/2	40	40	-
Sa/siSa	1-2/2-3B	35	20	-

¹ MSB, Förstudie och Översiktlig kartering av stabiliteten i raviner och slänter i morän och grov sedimentjord, 2011 MSB Dnr 2010-7948.

Delområde 2, 4, 5, 6, och 7

Sektionsritningar (tillhör MUR Geoteknik)
G-10-2-003 – G-10-2-010

Geotekniska parametrar (tillhör MUR Geoteknik)

Friktionsvinkel: Bilaga 3 – Sida 2, 4 & 5

Elasticitetsmodul: Bilaga 4 – Sida 2, 4 & 5

Områdena karakteriseras av mäktiga lager av isälvssediment. Samtliga delområden utgörs av skogsmark. Markytan är generellt svagt kuperad med små höjdvariationer.

Jordlagerföljden utgörs generellt av sand med omväxlande inslag av grus eller silt. Sanden är huvudsakligen medelfast till fast avlagrad. I några enstaka borrhöjningar var sanden delvis siltig och löst lagrad.

Mäktigheten på sanden har i flertal borrhöjningar verifierats till över 15 m. Hejarsöndering har utförts som djupast 23 m innan stopp mot block eller berg inträffade.

Berg i dagen har påträffats på några ställen i området, se till exempel jordartskarta i Figur 3. Sandlagren kan antas tunna ut mot dessa. En generell lutning på bergets överyta har inte kunnat klarläggas. Sannolikt varierar bergets nivå över hela området.

Grundvattnet bedöms generellt luta ned åt väst/nordväst. Då området domineras av ett stort parti isälvsmaterial görs bedömningen att det är en sammanhängande akvifer. Torvområden uppstår förmodligen där grundvattnet går i dagen i relativa sänkor i terrängen. I öster (delområde 8) ligger grundvattennivån omkring +220. I västra delområdena (delområden 2 – 7) ligger grundvattenytan omkring +217,5 i sydost (se exempelvis borrhöjning 22M075 och 22M087) för att succesivt minska åt väst/nordväst där grundvattenrör har installerats ned till nivåer omkring +203 och varit torra i samband med utförda avvägningar (se borrhöjning 22M005 och 22M070). Detta motsvarar djup ned till grundvattenytan från som ytligast 3 m till som djupast minst 20 m under markytan.

Tabell 3. Geotekniska parametrar för delområde 2, 4, 5, 6, och 7. Materialtyp och tjälfarlighetsklass har utvärderats enligt AMA 20 tabell CE/1.

Jordart	Materialtyp/Tjf-klass (AMA)	Friktionsvinkel (°)	Elasticitetsmodul (MPa)	Odränerad skjuvhållfasthet (kPa)
saHu	6A/3	-	-	-
Sa/siSa/grSa	1-2/2-3B	35	20	-

Delområde 3

Sektionsritningar (tillhör MUR Geoteknik)
G-10-2-003 & G-10-2-004

Geotekniska parametrar (tillhör MUR Geoteknik)

Friktionsvinkel: Bilaga 3 – Sida 3

Elasticitetsmodul: Bilaga 4 – Sida 3

Skjuvhållfasthet: Figur 3

Området karakteriseras av skogsmark med två höjdpartier/isälvsformationer som omgärdas av torvområden. Höjdskillnader upp mot 10 m är aktuella.

Isälvsedimenten utgörs av sand med huvudsakligen medelfast lagringstäthet. Skikt av grus eller silt har ställvis påträffats i sanden. Vid delområdets högsta punkt erhöles stopp i block eller berg med hejarsondering på ca 15 m djup under markytan.

Sanden överlagras av torv i de lägsta partier, dvs utkanterna av delområdet. Som mest har ett torvdjup på ca 2 m verifierats med sondering i borrhål 22M032. Torven var högförmultnad med en vattenkvot mellan ca 600 – 800 %.

Grundvattenytan har verifierats i områdets högsta punkt på ett djup om ca 10 m under markytan. I de lägsta partierna låg grundvattnet någon decimeter under markytan.

Nivån på bergets överyta har inte fastställts med undersökningar.

Tabell 4. Geotekniska parametrar för delområde 3. Materialtyp och tjälfarlighetsklass har utvärderats enligt AMA 20 tabell CE/1.

Jordart	Materialtyp/Tjf-klass (AMA)	Friktionsvinkel (°)	Elasticitetsmodul (MPa)	Odränerad skjuvhållfasthet (kPa)
Pta	6B/1	30	1,5	10
Sa/siSa	1-2/2-3B	34	15	-

Delområde 8

Sektionsritningar (tillhör MUR Geoteknik)
G-10-2-010 – G-10-2-012

Geotekniska parametrar (tillhör MUR Geoteknik)

Friktionsvinkel: Bilaga 3 – Sida 6
Elasticitetsmodul: Bilaga 4 – Sida 6
Skjuvhållfasthet: Figur 3

Området utgörs helt av skogsmark. Angränsande till väster om delområde 8A finns en våtmark som markytan lutar ned mot. Våtmarken befinner sig emellertid helt utanför bebyggelseområdet. Under torven består jordarten av isälvssediment, dels i norra området (delområde 8B), dels utanför området i våtmarkspartiet åt väst.

Isälvssedimenten utgörs av sand eller siltig sand med låg till medelfast lagringstäthet. Stopp med sondering har inträffat i sanden mellan ca 9 – 18 m under markytan. Mäktigheten på sandlagret kan dock vara större än djup för sonderingsstopp.

Torvens mäktighet uppgår till som mest 7 m (enligt borrhål 22M039) i centrum av delområde 8B. Troligen tunnas torvlagret ut när man rör sig längre ifrån punkt 22M039.

Torven är generellt lågförmultnad med en vattenkvot som uppgår till ca 1400 % i de ytligaste skikten och minskar succesivt med djupet till som lägst ca 600 %.

Grundvattnet har verifierats på nivåer från några decimeter upp till som mest 2 m under markytan, som ytligast i torvområdena och djupast i isälvssedimentområdena.

Nivån på bergets överyta har inte fastställts med undersökningar.

Tabell 5. Geotekniska parametrar för delområde 8. Materialtyp och tjälfarlighetsklass har utvärderats enligt AMA 20 tabell CE/1

Jordart	Materialtyp/Tjf-klass (AMA)	Friktionsvinkel (°)	Elasticitetsmodul (MPa)	Odränerad skjuvhållfasthet (kPa)
saHu	6A/3	-	-	-
Ptf	6B/1	30	0,3	5
Sa/siSa	1-2/2-3B	34	15	-

Delområde 9

Sektionsritningar (tillhör MUR Geoteknik)

G-10-2-013

Delområdet utgörs av skogs- eller åkermark. Områdets högsta punkt ligger åt öster. Härifrån lutar marken svagt åt nordväst och sydväst. Marknivån bedöms variera med några meter.

Arkeologiska lämningar i oklart läge gjorde man valde att inte borra direkt i bebyggelseområdet. Utifrån jordartskartan samt likvärdigheten i uppmätta sonderingsresultat över hela planområdet bedöms marken även här domineras av medelfasta till fasta sandiga sediment. Materialegenskaper kan ansättas enligt Tabell 3 ovan.

Då berg i dagen finns observerat inom delområdet ligger bergets överyta sannolikt något högre, uppskattningsvis på djup mellan 0 – 10 m.

Grundvattnet ligger troligen några meter under markytan.

5 SÄTTNINGSFÖRHÅLLANDEN

Inom delområden som helt domineras av isälvsediment är marken inte särskilt sättningsskänslig upp till måttliga belastningar, från till exempel en- till tvåplansvillor, uppfyllnader upp till 1 m eller en måttlig sänkning av grundvattennivån. Vid större belastningar, från till exempel högre flerbostadshus eller uppfyllnader över 1 m kan det, beroende på val av grundläggningsmetod, vara nödvändigt att kontrollera sättningar och bärighet med beräkningar.

Isälvsedimenten kan betraktas som i princip helt friktionära och sättningar kommer genereras snabbt, dvs inga långvariga konsolideringsförlopp är aktuella. Som en grov uppskattning bedöms 1 m uppfyllning med friktionsjord, utan beaktande av lastspridning, medföra sättningar i storleksordning 1 – 2 cm vilket bedöms som acceptabelt. Sättningar sker snabbt och sannolikt jämnt över det område som belastas.

Inom torvområdena är undergrunden å andra sidan mycket känslig för belastning. Redan vid små tillskottslaster kommer stora sättningar bildas. Detta berör framför allt område 8B. Torvjordar har i naturligt tillstånd relativt hög permeabilitet men minskar drastiskt då den komprimeras. Som räkneexempel (med stöd av Figur 19.2-2 i TR Geo 13) bedöms i mitten av delområde 8B ca 90% av sättningarna bildas efter 115 dagar med en torvmäktighet på 7 m och en last på **20 kPa**. Sättningsförloppet är dock beroende på storleken på belastningen.

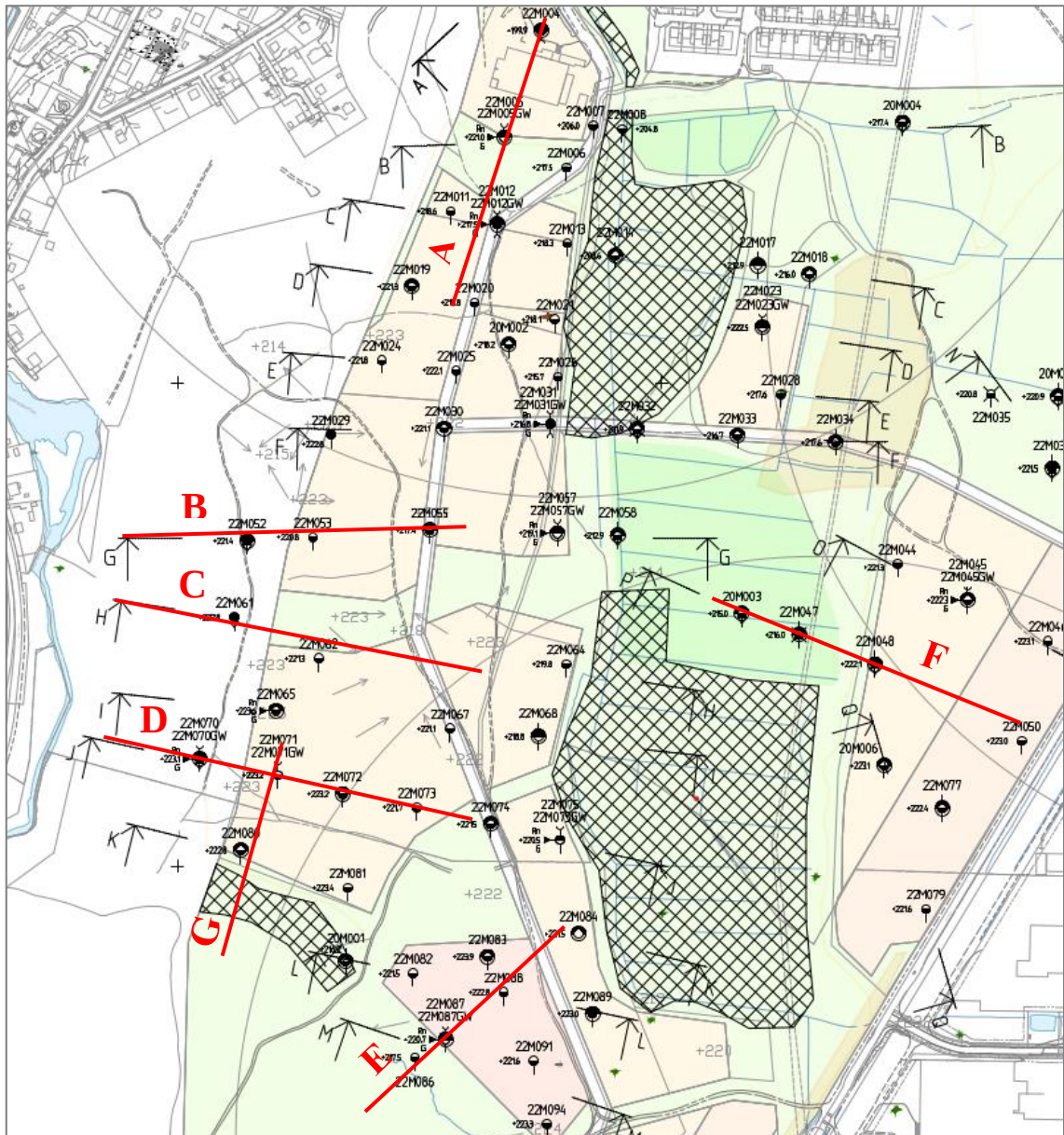
Där torvmäktigheten är som störst i planområdet (8B) bedöms en uppfyllning på ca 1 m kunna medföra sättningar i storleksordning upp till 0,5 m. Detta anses inte acceptabelt, för byggnation.

6 STABILITETSBERÄKNINGAR

6.1 Allmänt

Totalt har sju sektioner studerats avseende marklutning och geotekniska förhållanden. Av dessa har verifierande stabilitetsberäkningar utförts i fem. De övriga två redovisas ej då stabilitetsproblem kan uteslutas utifrån rådande markförhållanden och beräkningsresultat från övriga sektioner. Sektionernas lägen framgår av Figur 4.

Sektionerna A, B, C, D och G lutar omkring 20 – 25 grader. Sektion E lutar ca 7 grader och sektion F 10 grader. Det bedöms inte föreligga några stabilitetsproblem. Som exempel har sektion F som har den största lutningen och går över torvmark en säkerhetsfaktor på 3,1. 1,5 anses tillräckligt inom bebyggda områden. Som marginal mot torven sätts ändå fem meter från slänkrön. Det skall dock påpekas att torvens utbredning bara är översiktligt känd och att den kan behöva förtydligas i byggskedet om man väljer att gå vidare med t ex område 3 eller 8B.

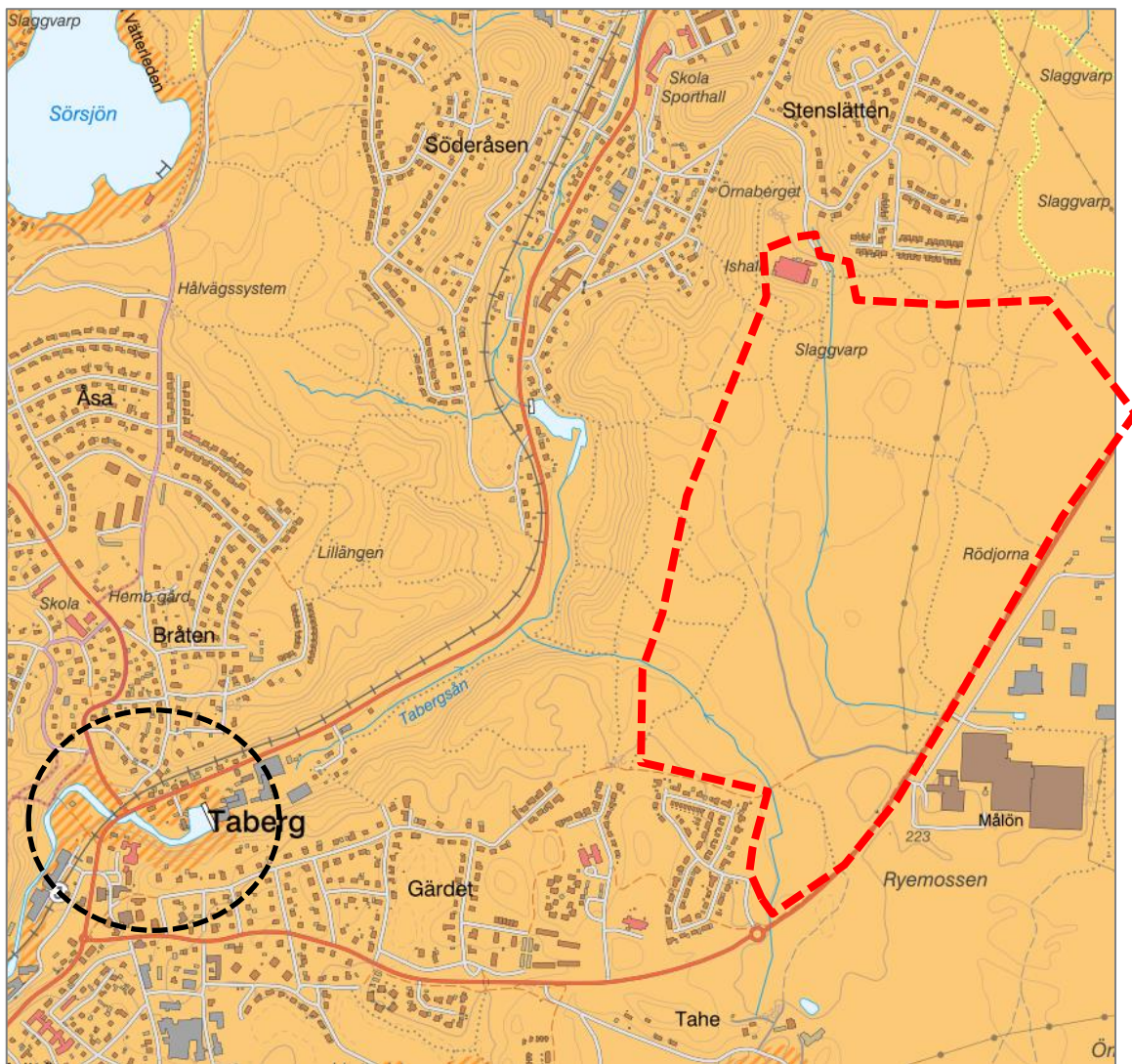


Figur 4. Översiktskarta över utvalda sektioner för kontroll av stabilitet.

Enligt SGU:s kartvisare (Förutsättningar för skred i finkorniga jordarter) förekommer inga riskområden i planområdets direkta närhet. Som närmast finns ett område intill Tabergsån ca 1 km väster om planområdet som klassificeras som *Aktsamhetsområde – Skred i finkornig jordart*, se Figur 4.

MSB (MSB, 2011)² kategorisera partiet där delområde 1 är belägget som intressant ur jordrörelsesynpunkt men området har en hög säkerhetsklassning vilket också stöds av stabilitetsberäkningarna i sektion A (Bilaga 1).

² MSB, Förstudie och Översiktlig kartering av stabiliteten i raviner och slänter i morän och grov sedimentjord, 2011 MSB Dnr 2010-7948.



Figur 5. Utklipp från SGU:s kartvisare. Inringat område i sydväst klassificeras som aktsamhetsområde (orange skraffering)

6.2 Geoteknisk kategori och säkerhetsklass

Beräkningar är utförda för permanentskedet, i geoteknisk kategori 2 (GK2) och säkerhetsklass 2 (SK2).

6.3 Programvara

Stabilitetsberäkningarna har utförts med programmet SLOPE/W 2021. I Slope/W beräknas säkerhetsfaktorer mot skred med jämviktsteorier i det vertikala planet.

I de aktuella analyserna har cirkulär cylindriska glidytor beräknats med Morgenstern-Price's lamellmetod. Beräkningarna har utförts med både kombinerad och dränerad analys. Inga tredimensionella effekter är medtagna i beräkningarna.

6.4 Stabilitetskrav

Stabilitetsberäkningar har utförts med kombinerad och dränerad analys enligt IEG Rapport 4:2010. Det innebär att indata i form av jordegenskapers karakteristiska värden ska nyttjas. Erforderlig säkerhetsfaktor ska uppgå till minst 1,3 – 1,4 för kombinerad analys och 1,3 för dränerad analys (sand), när fallet är nyexploatering och detaljerad utredning. Karakteristiska värden används även för laster och övriga förutsättningar.

6.5 Geometri och beräkningssektioner

För verifiering av stabilitetsförhållandena har beräkningar utförts i 4 sektioner. Urval har skett utifrån huvudsakligen marklutningar, då de geotekniska förhållandena i området är snarlika. Sektionernas lägen framgår av Figur 5 ovan.

6.6 Valda parametrar.

Val av materialparametrar har gjorts utifrån Tabell 2-5 ovan. Tunghet har ansatts till 18 kN/m³ för isälvssedimenten och 12 kN/m³ för torven.

6.7 Portryck

Beräkningar har utförts med en grundvattenyta baserat på uppmätta portryck. Resultatet från de geotekniska undersökningarna föranleder ingen misstanke om potentiell förekomst av flera grundvattennivåer/akviferer. En hydrostatisk tryckprofil har därför ansatts.

6.8 Laster

En potentiell last av planerad bebyggelse om 30 kPa har lagts in i sektion F och G, vilket ungefär motsvarar lasten av ett tvåplanshus samt 0,5 m fyllning. Området anses dock ha så pass god bärighet att det ger utrymme för större laster. För övriga sektioner planeras bebyggelse ske på ett sådant långt avstånd från släntkrön att stabiliteten inte kommer påverkas.

6.9 Resultat

Stabilitetsberäkningarna redovisas i sin helhet i Bilaga 1. Beräknade säkerhetsfaktorer redovisas i Tabell 6.

Tabell 6. Erhållna säkerhetsfaktorer.

Sektion/Analys	F_{ϕ}	F_{komb}
A – Befintliga förhållanden	1,6	-
B – Befintliga förhållanden	1,5	-
D – Befintliga förhållanden	1,5	-
F – Befintliga förhållanden	3,4	3,4
F – Utbredd last för planerad bebyggelse	3,2	3,2
G – Befintliga förhållanden	1,8	-
G – Utbredd last för planerad bebyggelse	1,8	-

6.10 Slutsats

Utförda stabilitetsberäkningar visar på betryggande stabilitet för planområdet, såväl totalstabilitet som lokalstabilitet och den planerade bebyggelsen bedöms kunna utföras utan att stabiliteten blir otillfredsställande. Detta gäller även i partier som ligger nära torv. Vi rekommendera dock ett säkerhetsavstånd på ca fem meter från slänkrön mot partier med torvmark.

6.11 Känslighetsanalys/100-årsperspektiv

För att beakta en framtida situation utifrån ett 100-årsperspektiv med potentiellt högre grundvattennivåer till följd av klimatförändringar, har en känslighetsanalys utförts där ett högre portryck ansatts.

En ökning av grundvattennivån har uppskattats till max två meter över nuvarande uppmätta grundvattennivå.

Känslighetsanalysen har utförts för sektion B då den initiala säkerhetsfaktorn är lägst i denna sektion.

Resultatet visar att stabiliteten med beaktande av förhöjda portryck är tillfredsställande. Eftersom den kritiska glidyten återfinns relativt ytligt i slänten påverkas denna ej av den förhöjda grundvattennivån. Vid studie av en vald djupare glidyta (totalstabilitet) som delvis återfinns under grundvattennivån kan det urskiljas att en högre grundvattenyta har en negativ påverkan. Säkerhetsfaktorn reducerades i detta fall från ca $F_{\phi} = 1,96$ till $F_{\phi} = 1,87$, se beräkningar i detalj i Bilaga 1.

7 REKOMMENDATIONER

7.1 Allmänt

Jordlagerförhållandena är i huvudsak goda med god byggbarhet och stabilitet. Påträffade sandiga isälvssediment är generellt medelfast till fast lagrade och kan bära laster från begränsade utfyllnader och mindre byggnader utan risk för skadliga sättningar eller markbrott. Vid större laster kan det vara nödvändigt att studera val av grundläggningsmetod i mer detalj.

Förekommande torvlager är dock mycket känslig för belastning och sättningar kommer att uppstå i undergrunden till följd av en ytlig grundläggning eller utfyllnader. Detta har betydelse för projektering av färdiga marknivåer, hårdgjorda ytor, ledningar, kablar, sättningskänsliga anslutningar mm. Vid större torvdjup behöver sannolikt byggnader grundläggas medelst pålar och övrig mark förstärkas/stabiliseras. Vid begränsade djup kan utskiftning av torven vara ett möjligt alternativ. Torven påträffas huvudsakligen i norra delen av delområde 8 (framförallt 8B) eller ytterkanterna av delområde 3 men dess exakta utbredning kan behöva karteras noggrannare i ett byggskede.

Jorden inom området domineras av sand tillhörande tjälfarlighetsklass 1 eller 2, dvs icke till något tjällyftande. Tjälfarlighetsklass har betydelse vid projektering av grundläggning och dagvattenhantering samt vid dimensionering av bl.a. överbyggnader.

7.2 Grundläggning

De geotekniska förutsättningarna för planerade villor, radhus, kedjehus eller övriga en- till tvåplanshus är goda. På delområden inom planprogrammet avsedda för dessa typer av byggnader kan med fördel ytlig grundläggning med plattor och sulor nyttjas.

Inom planområde 8B planeras eventuell utbyggnad. Troligen är det ej tal om boenden utan någon form av verksamhet. Om man väljer att gå vidare med sådana planer är pålgrundläggning sannolikt nödvändigt för samtliga byggnader, alternativt utskiftning av torv som ersätts med friktionsjord/bergkross vid begränsade torvdjup. För vägar samt övrig mark inom detta område kan metoder som förbelastning eller markstabilisering vara nödvändiga. Det skall påpekas att torvens utbredning bara är översiktligt känd och att denna kan behöva karteras noggrannare.

Bostadshus i två plan kommer sannolikt kunna grundläggas ytligt med plattor eller sulor inom de områden där isälvsmaterialet dominerar. Marken bedöms också hålla för större laster. Sulornas dimensioner behöver dock anpassas för de geotekniska förutsättningarna med. För stora punktlaster kan leda till markbrott då isälvssedimenten ställvis har låg lägringstäthet.

7.3 Gator/Vägar

Planerad huvudgata som går i **nordlig/sydlig**³ riktning (se Bilaga 2) bedöms gå huvudsakligen genom isälvssedimentområden med sandig och grusig jord tillhörande tjälfarlighetsklass 1 eller 2. Bärigheten i denna jord bedöms vara god. Föreliggande torv i längs östra delen av denna sträcka har dock sämre bärighet. Om delar av vägen anläggs på detta torvområde kan utskiftning eller förbelastning vara nödvändiga åtgärder. Torvens exakta utbredning är i dagsläget okänd och bör karteras mer noggrant i byggskedet.

Höjdsättning och placering av vägen kommer att ha betydelse för stabiliteten och bärigheten. En för hög höjdsättning kan medföra för låg stabilitet i partier där vägen går nära slänkrön. I lågpartier/svackor, där torven oftast påträffas, bedöms stabiliteten vara god. Dock behöver någon form av åtgärd, till exempel utskiftning eller förbelastning, vara nödvändigt för att undvika skadliga sättningar på den färdiga vägen.

Planerad huvudgata som går i **västlig/östlig** (se Figur 2) riktning går omväxlande genom isälvssedimentområden och torvområden. I torvområdena bedöms metoder som utskiftning eller förbelastning nödvändiga.

I den östra delen av sträckan är torvens exakta utbredning osäker. Dock har stora torvdjup (över 7 m) påträffats i närliggande punkt (22M039), norr om sträckningen. Söder om sträckningen saknas torvlagret helt. Detta indikerar att det är mer fördelaktigt, ur ett geotekniskt perspektiv, att förlägga vägen i ett sydligare läge. Om torvdjupen uppgår till några enstaka meter kan åtgärder innefattande utskiftning eller förbelastning vara lämpliga. Vid stora torvdjup kan utskiftning vara svårt att genomföra. Då kan någon form av djupstabiliserande åtgärd vara nödvändig. Utbredning av torv och friktionsjord rekommenderas undersökas mer noggrant inför byggskedet.

I den västra delen av sträckan bedöms föreliggande torv generellt ha begränsade mäktigheter. Metoder som utskiftning eller förbelastning bedöms som sannolika i detta parti. Vi rekommenderar dock att kompletterande kartering/undersökning genomförs inför byggskedet.

All anläggning, packning, materialtyp, släntlutningar, höjdsättning mm. ska ske enligt AMA 20.

7.4 Kompletterande geoteknik inför byggskedet

Detta är en översiktlig undersökning för ett stort område. Det finns goda möjligheter att förtäta mellan utförda borrhäls punkter. Dock är bedömningen att byggbarheten i den friktionsjord som förekommit i en majoritet av undersökningspunkterna är god.

³ Läget för den nord/sydliga vägen har ändrats under perioden som denna rapport har reviderats, och framgår i Bilaga 2. Läget för den öst/västliga vägen framgår i Figur 2.

Ett område där de geotekniska förutsättningarna bedöms vara gynnsamma men behöver verifieras med undersökningar är delområde 9B.

Vidare rekommenderas för varje unik fastighet att en unik geoteknisk deklaration framtas. Detta kan även göras för ett helt delområde. Kompletterande geotekniska undersökningar bör övervägas för tyngre, mer komplexa byggnader eller där omfattande schakt- och fyllningsarbeten är aktuellt. Fältmetoder som hejarsondering, viktsondering och provtagning rekommenderas i första hand. Specifikt i torvområden kan ostörd provtagning med avancerade laboratorieundersökningar som direkta skjuvförsök vara tänkbart för mer detaljerad utvärdering av skjuvhållfastheten. Det är också lämpligt att undersöka torvens utbredning närmare genom t ex sticksondering.

7.5 Skred och erosion

Samtliga stabilitetsberäkningar visar att totalstabiliteten för området är tillfredställande. Detta inkluderar ett dimensionerande fall med potentiellt högre grundvattennivåer för beaktande av framtida klimatförändringar (100-årsperspektiv).

Då undergrunden domineras av friktionsjord (utan sensitiva egenskaper) kan även risk för bakåtgripande skred som initieras utanför planområdet också uteslutas.

Risk för erosion inom planområdet bedöms som liten med hänsyn till förekommande jordarter, vattenflöden och släntlutningar (Släntlutningar huvudsakligen under 17 grader). Viss problematik med erosion skulle kunna uppstå vid branta slänter intill planområdet (t.ex. slänten ned mot Tabergså) om befintlig vegetation avtäcks. Vid platsbesök kunde inte några tydliga tecken på rörelser i form av marksprickor, lutande träd eller erosion hos slänter noteras. Generellt förekommer rikligt med vegetation.

Viktigt att tillskapade slänter skyddas eller kläs med erosionsskydd omedelbart efter schakt. Även den grovkorniga sanden kräver som regel grässådd som minsta tänkbara skydd mot erosion.

7.6 Bärighet

Bärigheten bedöms generellt vara god. Ingen risk för bärighetsbrott bedöms föreligga för planerade mindre byggnader förutsatt att sulor eller plattor inte grundläggs på torven.

Enskilda sulor med höga punktlaster behöver dock studeras inför byggande.

7.7 Radon

Enligt de bedömningsgrunder som finns för jord med hög luftgenomsläpplighet är gränsen för lågradonmark $<10 \text{ kBq/m}^3$. Mätning i tio punkter gav resultat varierande mellan $0 - 5,6 \text{ kBq/m}^3$. Marken klassificeras därmed som lågradonmark.

Normal radonskyddad grundläggning rekommenderas.

Det är viktigt att säkerställa att ballast till betong är kontrollerad med avseende på gammastrålning, likväl som eventuella utlagda massor av bergkross under byggnader.

7.8 Schakt och fyllning

Schakt och fyllnings ska alltid utföras med betryggande säkerhet mot ras och skred. Släntlutningen anpassas till jordens hållfasthet, grundvattenförhållanden och förekommande belastningar, se vidare Arbetsmiljöverket/Statens geotekniska instituts handbok ”Schakta säkert – säkerhet vid schaktning i jord”.

I områden som domineras av isälvssediment bedöms förhållandena för schaktning vara gynnsamma med låga grundvattennivåer och begränsad halt av stenar block eller finkornig jord (som ofta uppträder flytbenägen vid omrörning/stötning i vattenmättat tillstånd).

I torvområdena har det dock noterats att underliggande sedimentjord ofta innehåller högre andel silt, vilket är kan påverka schaktningsarbetet. Vidare bör det beaktas att torven och omgärdande sandjord är genomsläppliga vilket innebär att rikligt med tillströmmande vatten kan förväntas ske i schakter vid schakt under grundvattenyta eller i samband med nederbörd.

8 BILAGOR

Bilaga 1 – *Stabilitetsberäkningar*

Bilaga 2 – *Plankarta med förslag på ny vägsträckning*



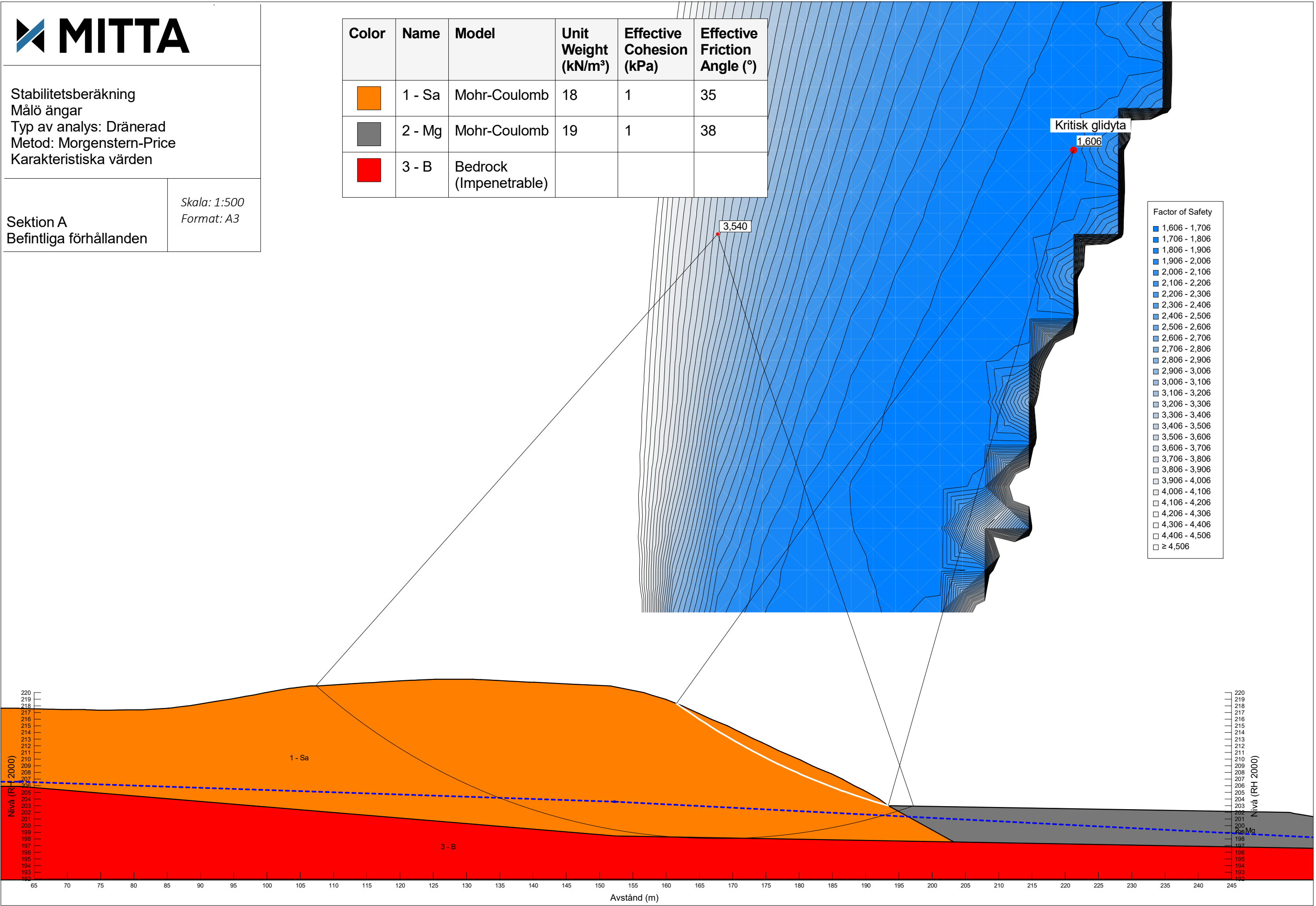
Stabilitetsberäkning
Målö ängar
Typ av analys: Dränerad
Metod: Morgenstern-Price
Karakteristiska värden

Sektion A
Befintliga förhållanden

Skala: 1:500
Format: A3

Color	Name	Model	Unit Weight (kN/m³)	Effective Cohesion (kPa)	Effective Friction Angle (°)
	1 - Sa	Mohr-Coulomb	18	1	35
	2 - Mg	Mohr-Coulomb	19	1	38
	3 - B	Bedrock (Impenetrable)			

Factor of Safety
1,606 - 1,706
1,706 - 1,806
1,806 - 1,906
1,906 - 2,006
2,006 - 2,106
2,106 - 2,206
2,206 - 2,306
2,306 - 2,406
2,406 - 2,506
2,506 - 2,606
2,606 - 2,706
2,706 - 2,806
2,806 - 2,906
2,906 - 3,006
3,006 - 3,106
3,106 - 3,206
3,206 - 3,306
3,306 - 3,406
3,406 - 3,506
3,506 - 3,606
3,606 - 3,706
3,706 - 3,806
3,806 - 3,906
3,906 - 4,006
4,006 - 4,106
4,106 - 4,206
4,206 - 4,306
4,306 - 4,406
4,406 - 4,506
≥ 4,506





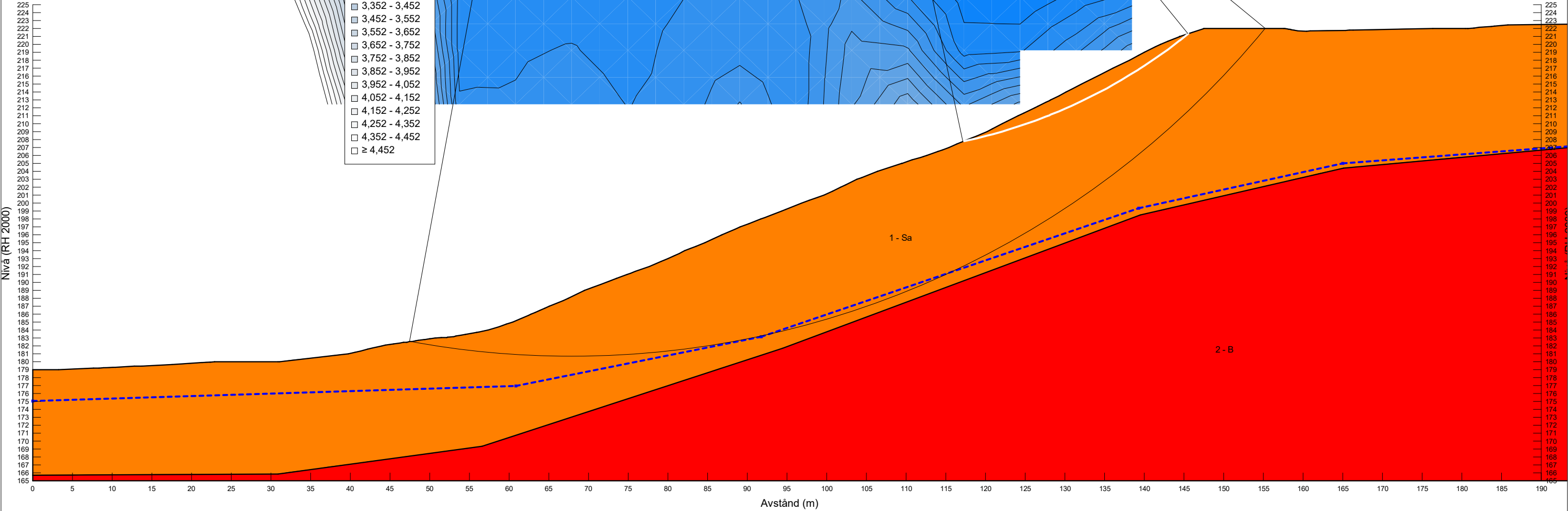
Stabilitetsberäkning
Målö ängar
Typ av analys: Dränerad
Metod: Morgenstern-Price
Karakteristiska värden

Sektion B
Befintliga förhållanden

Skala: 1:500
Format: A3

Color	Name	Model	Unit Weight (kN/m³)	Effective Cohesion (kPa)	Effective Friction Angle (°)
	1 - Sa	Mohr-Coulomb	18	1	35
	2 - B	Bedrock (Impenetrable)			

- Factor of Safety
- 1,552 - 1,652
 - 1,652 - 1,752
 - 1,752 - 1,852
 - 1,852 - 1,952
 - 1,952 - 2,052
 - 2,052 - 2,152
 - 2,152 - 2,252
 - 2,252 - 2,352
 - 2,352 - 2,452
 - 2,452 - 2,552
 - 2,552 - 2,652
 - 2,652 - 2,752
 - 2,752 - 2,852
 - 2,852 - 2,952
 - 2,952 - 3,052
 - 3,052 - 3,152
 - 3,152 - 3,252
 - 3,252 - 3,352
 - 3,352 - 3,452
 - 3,452 - 3,552
 - 3,552 - 3,652
 - 3,652 - 3,752
 - 3,752 - 3,852
 - 3,852 - 3,952
 - 3,952 - 4,052
 - 4,052 - 4,152
 - 4,152 - 4,252
 - 4,252 - 4,352
 - 4,352 - 4,452
 - ≥ 4,452





Stabilitetsberäkning
Målö ängar
Typ av analys: Dränerad
Metod: Morgenstern-Price
Karakteristiska värden

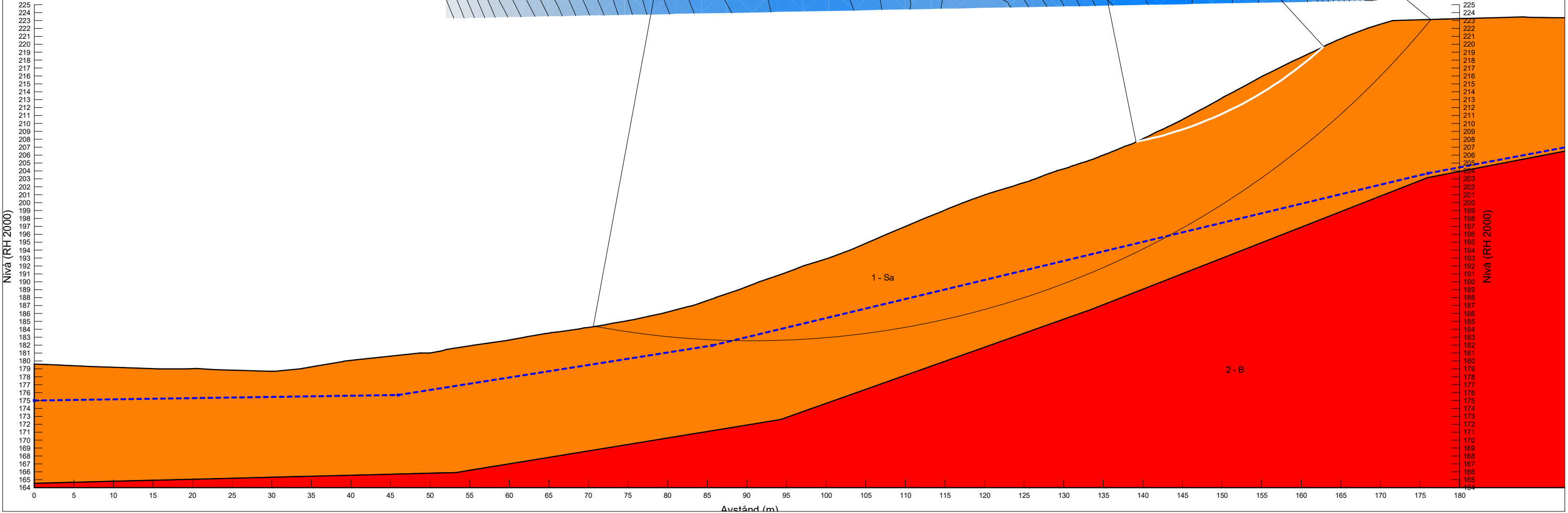
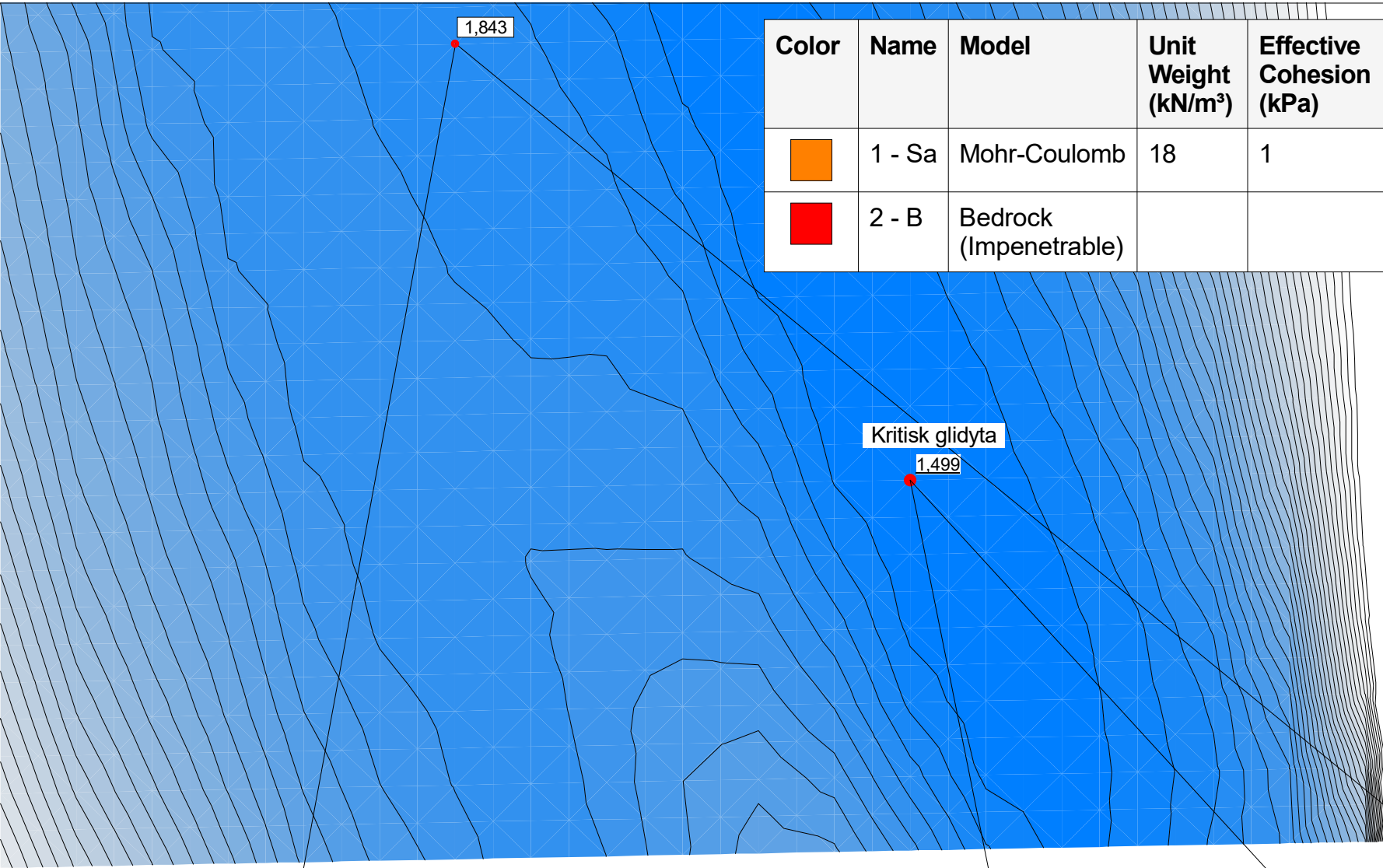
Sektion D
Befintliga förhållanden

Skala: 1:500
Format: A3

Factor of Safety

- 1,499 - 1,599
- 1,599 - 1,699
- 1,699 - 1,799
- 1,799 - 1,899
- 1,899 - 1,999
- 1,999 - 2,099
- 2,099 - 2,199
- 2,199 - 2,299
- 2,299 - 2,399
- 2,399 - 2,499
- 2,499 - 2,599
- 2,599 - 2,699
- 2,699 - 2,799
- 2,799 - 2,899
- 2,899 - 2,999
- 2,999 - 3,099
- 3,099 - 3,199
- 3,199 - 3,299
- 3,299 - 3,399
- 3,399 - 3,499
- 3,499 - 3,599
- 3,599 - 3,699
- 3,699 - 3,799
- 3,799 - 3,899
- 3,899 - 3,999
- 3,999 - 4,099
- 4,099 - 4,199
- 4,199 - 4,299
- 4,299 - 4,399
- ≥ 4,399

Color	Name	Model	Unit Weight (kN/m³)	Effective Cohesion (kPa)	Effective Friction Angle (°)
	1 - Sa	Mohr-Coulomb	18	1	35
	2 - B	Bedrock (Impenetrable)			



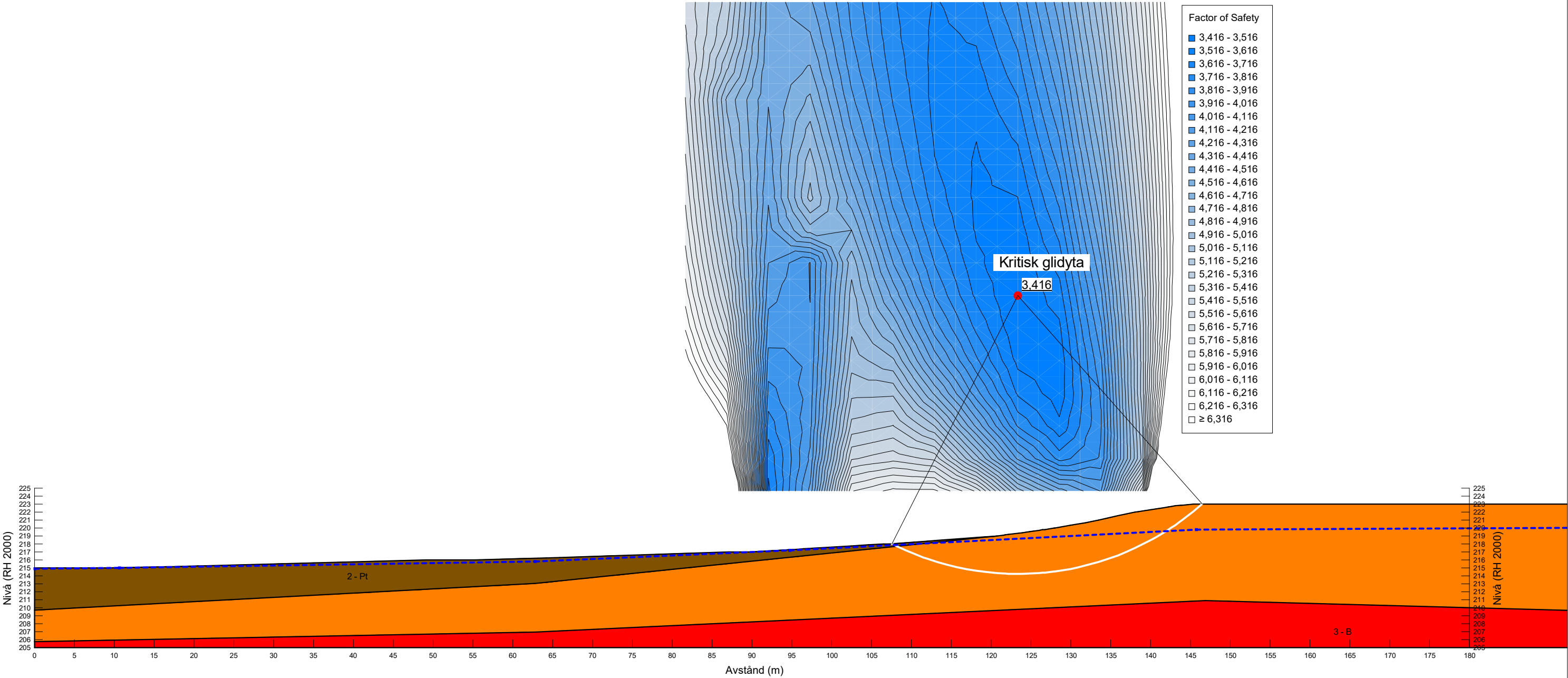


Stabilitetsberäkning
Målö ängar
Typ av analys: Dränerad
Metod: Morgenstern-Price
Karakteristiska värden

Sektion F
Befintliga förhållanden

Skala: 1:500
Format: A3

Color	Name	Model	Unit Weight (kN/m³)	Effective Cohesion (kPa)	Effective Friction Angle (°)
	1 - Sa	Mohr-Coulomb	18	1	34
	2 - Pt	Mohr-Coulomb	12	0	30
	3 - B	Bedrock (Impenetrable)			



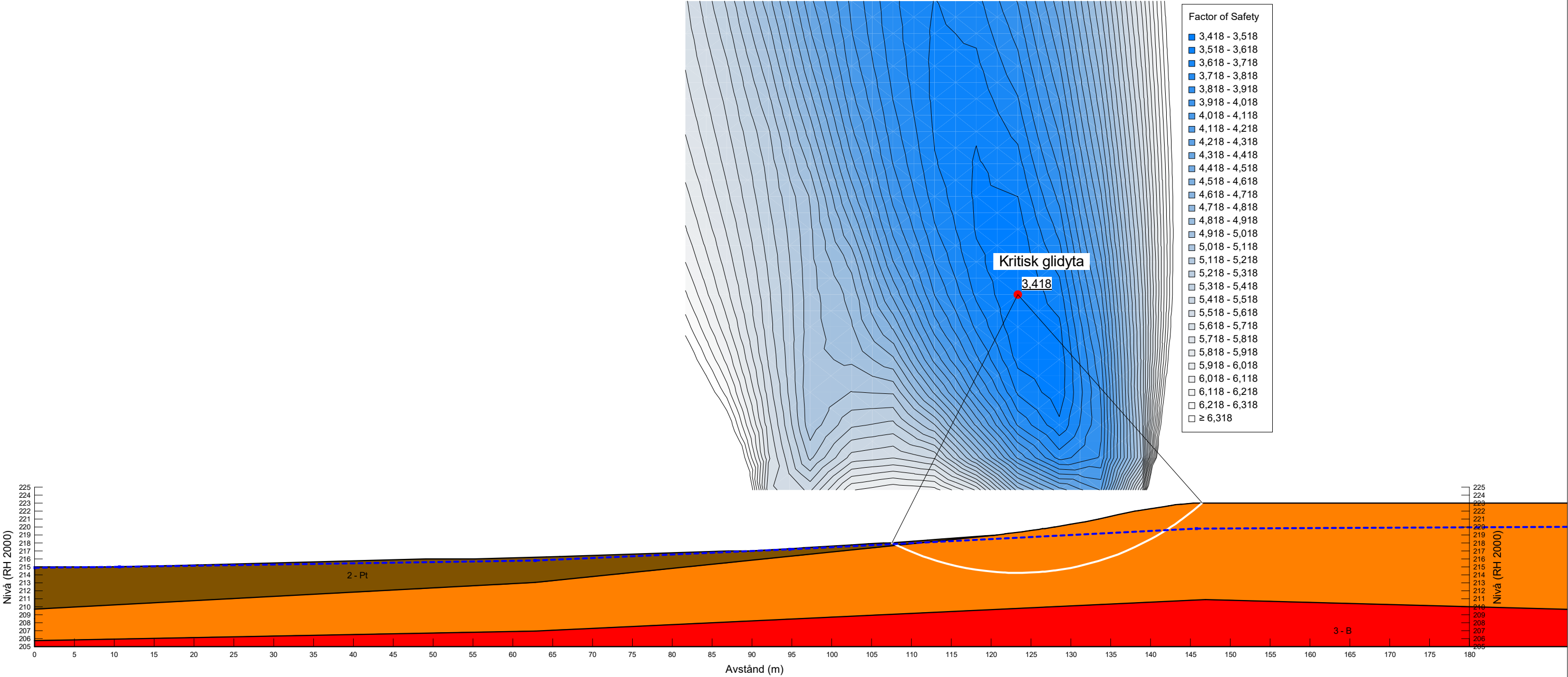


Stabilitetsberäkning
Målö ängar
Typ av analys: Kombinerad
Metod: Morgenstern-Price
Karakteristiska värden

Sektion F
Befintliga förhållanden

Skala: 1:500
Format: A3

Color	Name	Model	Unit Weight (kN/m³)	Effective Cohesion (kPa)	Effective Friction Angle (°)	C-Top of Layer (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m²)/m)	Cu-Top of Layer (kPa)	Cu-Rate of Change ((kN/m²)/m)
	1 - Sa	Mohr-Coulomb	18	1	34				
	2 - Pt	Combined, S=f(depth)	12		30	1	0	10	0
	3 - B	Bedrock (Impenetrable)							



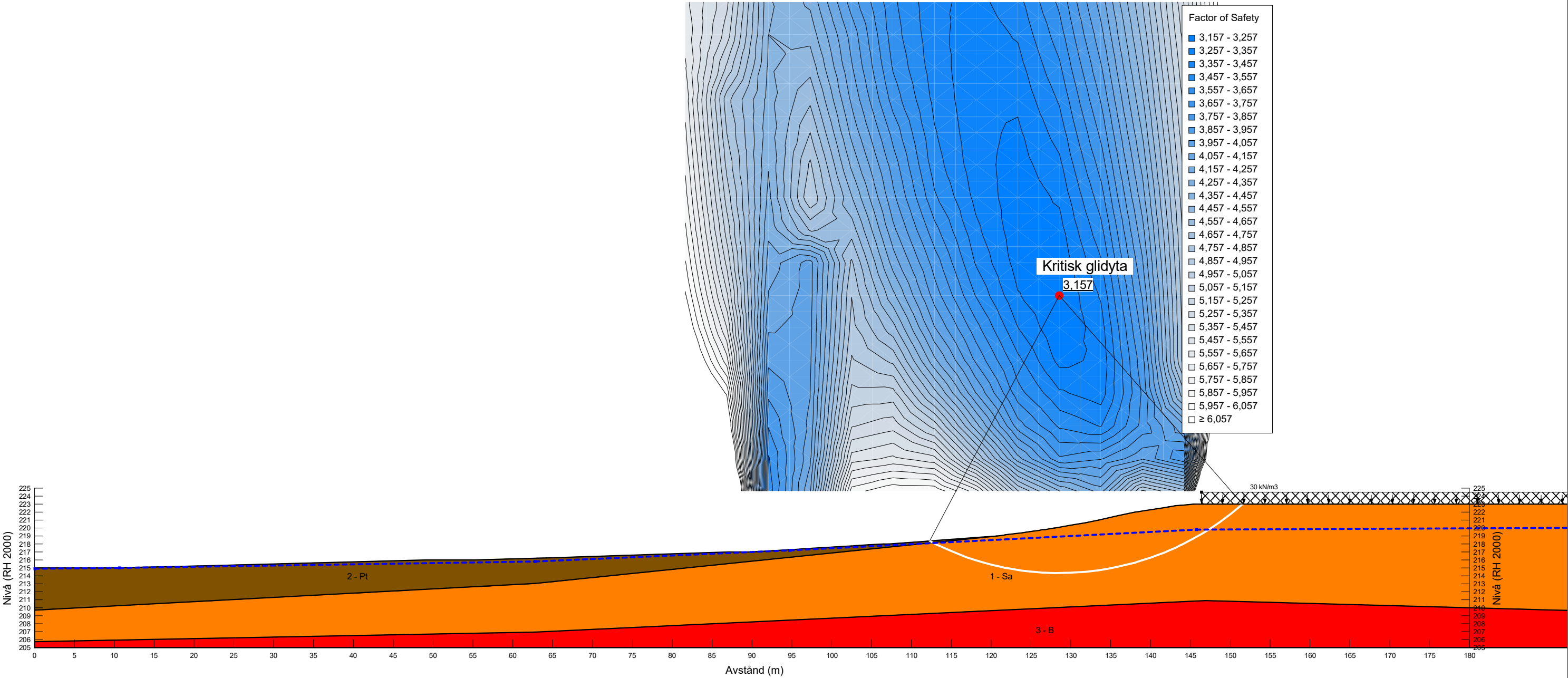


Stabilitetsberäkning
Målö ängar
Typ av analys: Dränerad
Metod: Morgenstern-Price
Karakteristiska värden

Sektion F
Utbredd last 20 kN/m3

Skala: 1:500
Format: A3

Color	Name	Model	Unit Weight (kN/m³)	Effective Cohesion (kPa)	Effective Friction Angle (°)
	1 - Sa	Mohr-Coulomb	18	1	34
	2 - Pt	Mohr-Coulomb	12	0	30
	3 - B	Bedrock (Impenetrable)			



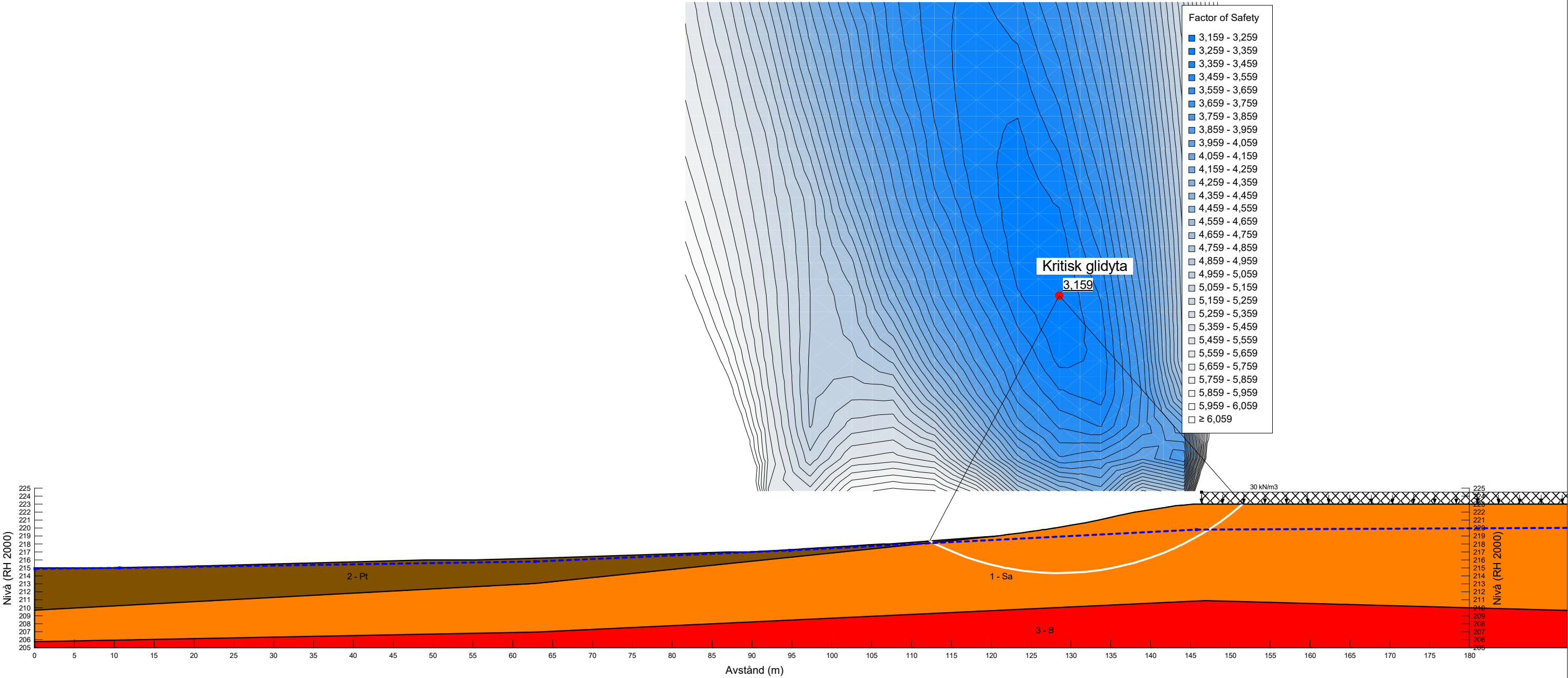


Stabilitetsberäkning
Målö ängar
Typ av analys: Kombinerad
Metod: Morgenstern-Price
Karakteristiska värden

Sektion F
Utbredd last 20 kN/m3

Skala: 1:500
Format: A3

Color	Name	Model	Unit Weight (kN/m³)	Effective Cohesion (kPa)	Effective Friction Angle (°)	C-Top of Layer (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m²)/m)	Cu-Top of Layer (kPa)	Cu-Rate of Change ((kN/m²)/m)
	1 - Sa	Mohr-Coulomb	18	1	34				
	2 - Pt	Combined, S=f(depth)	12		30	1	0	10	0
	3 - B	Bedrock (Impenetrable)							





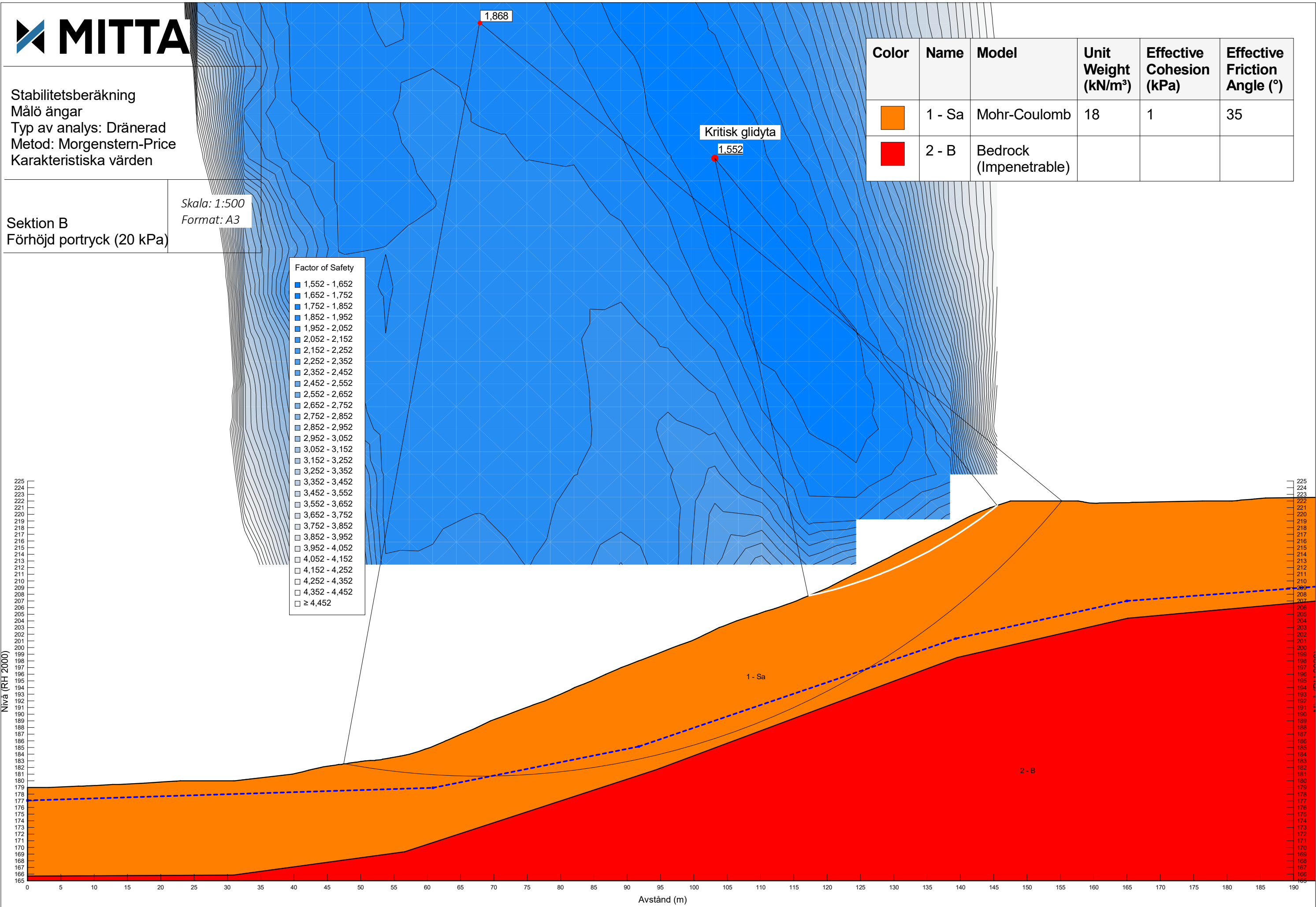
Stabilitetsberäkning
Målö ängar
Typ av analys: Dränerad
Metod: Morgenstern-Price
Karakteristiska värden

Sektion B
Förhöjd portryck (20 kPa)

Skala: 1:500
Format: A3

- Factor of Safety
- 1,552 - 1,652
 - 1,652 - 1,752
 - 1,752 - 1,852
 - 1,852 - 1,952
 - 1,952 - 2,052
 - 2,052 - 2,152
 - 2,152 - 2,252
 - 2,252 - 2,352
 - 2,352 - 2,452
 - 2,452 - 2,552
 - 2,552 - 2,652
 - 2,652 - 2,752
 - 2,752 - 2,852
 - 2,852 - 2,952
 - 2,952 - 3,052
 - 3,052 - 3,152
 - 3,152 - 3,252
 - 3,252 - 3,352
 - 3,352 - 3,452
 - 3,452 - 3,552
 - 3,552 - 3,652
 - 3,652 - 3,752
 - 3,752 - 3,852
 - 3,852 - 3,952
 - 3,952 - 4,052
 - 4,052 - 4,152
 - 4,152 - 4,252
 - 4,252 - 4,352
 - 4,352 - 4,452
 - ≥ 4,452

Color	Name	Model	Unit Weight (kN/m³)	Effective Cohesion (kPa)	Effective Friction Angle (°)
	1 - Sa	Mohr-Coulomb	18	1	35
	2 - B	Bedrock (Impenetrable)			





Stabilitetsberäkning
Målö ängar
Typ av analys: Dränerad
Metod: Morgenstern-Price
Karakteristiska värden

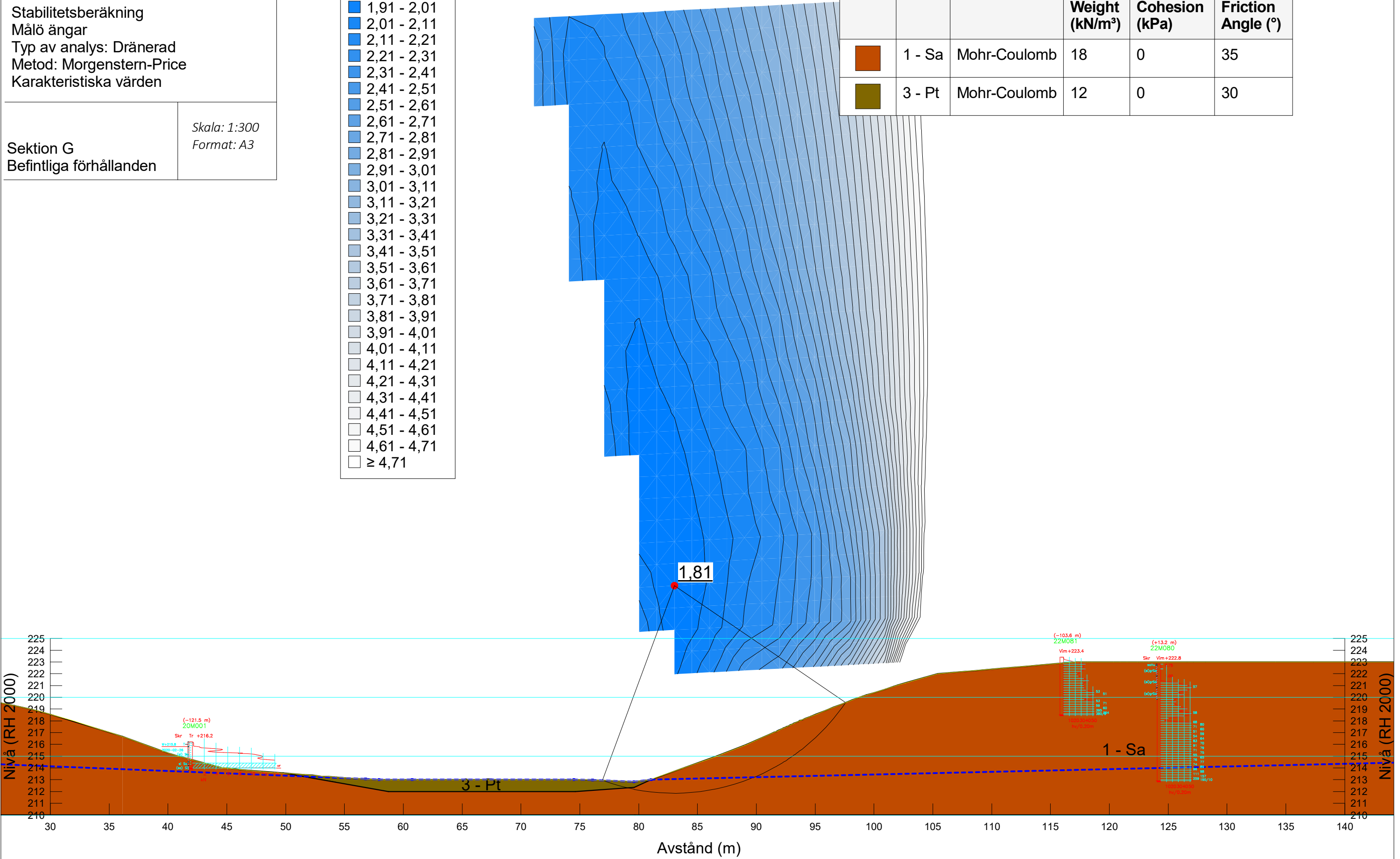
Sektion G
Befintliga förhållanden

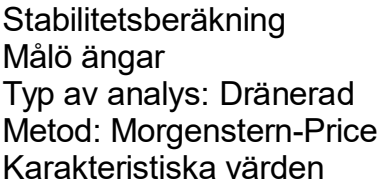
Skala: 1:300
Format: A3

Factor of Safety

- 1,81 - 1,91
- 1,91 - 2,01
- 2,01 - 2,11
- 2,11 - 2,21
- 2,21 - 2,31
- 2,31 - 2,41
- 2,41 - 2,51
- 2,51 - 2,61
- 2,61 - 2,71
- 2,71 - 2,81
- 2,81 - 2,91
- 2,91 - 3,01
- 3,01 - 3,11
- 3,11 - 3,21
- 3,21 - 3,31
- 3,31 - 3,41
- 3,41 - 3,51
- 3,51 - 3,61
- 3,61 - 3,71
- 3,71 - 3,81
- 3,81 - 3,91
- 3,91 - 4,01
- 4,01 - 4,11
- 4,11 - 4,21
- 4,21 - 4,31
- 4,31 - 4,41
- 4,41 - 4,51
- 4,51 - 4,61
- 4,61 - 4,71
- ≥ 4,71

Color	Name	Model	Unit Weight (kN/m³)	Effective Cohesion (kPa)	Effective Friction Angle (°)
	1 - Sa	Mohr-Coulomb	18	0	35
	3 - Pt	Mohr-Coulomb	12	0	30

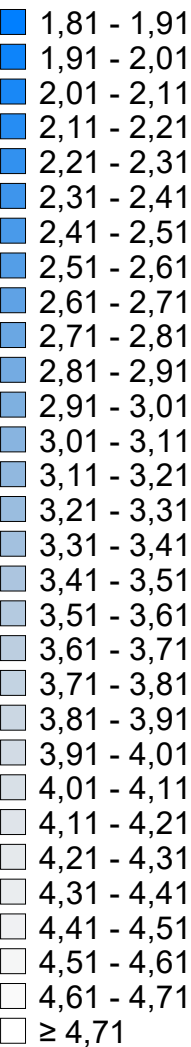




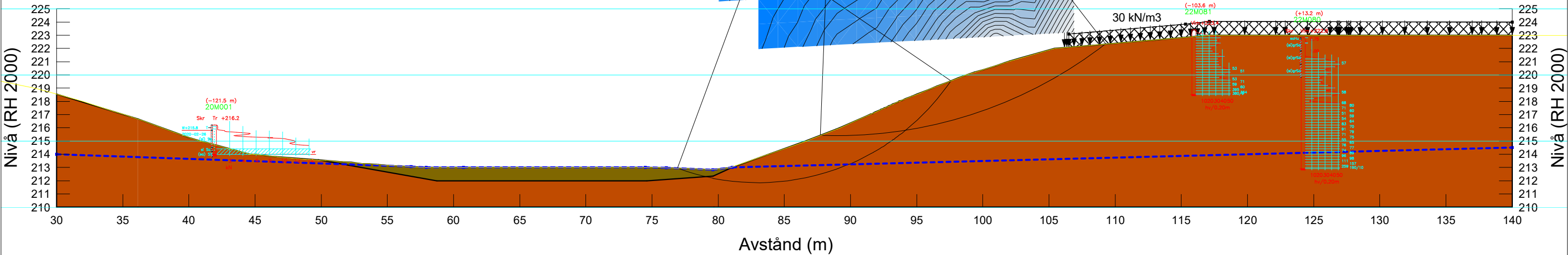
Sektion G
Utbredd last 30 kN/m³

Skala: 1:300
Format: A3

Factor of Safety



Color	Name	Model	Unit Weight (kN/m³)	Effective Cohesion (kPa)	Effective Friction Angle (°)
	1 - Sa	Mohr-Coulomb	18	0	35
	3 - Pt	Mohr-Coulomb	12	0	30





BET	ANDERING AV SER	DATUM	SIGN
MÅLÖ ÄNGAR JÖNKÖPINGS KOMMUN			
 MITTA			
UPPDRAG NR 3220290	RITAD/KONSTRUERAD AV A NOSENKO	HANDLAGGARE A LAITILA	
DATUM 2023-03-27	UPPDRAGSGLEDARE A LAITILA		
GEOTEKNISKA UNDERSÖKNINGAR			
PLAN			
SKALA	A1	NUMMER	I BET
1:3000		G-9-1-001	