

Gällivare Kommun

Del av Dundret 5:4

Beräknings PM Geoteknik- Stabilitet

Uppdragsnr: 107 51 00 Version: 2 Datum: 2025-11-20



Uppdragsgivare: Gällivare Kommun
Uppdragsgivarens kontaktperson: Sofi Rynbäck
Konsult: Norconsult AB, Norra Strandgatan 9, 803 20 Gävle
Uppdragsledare: Madelene Rova
Teknikansvarig: Lajla Sjaunja
Handläggare: Robert Olsson, Lajla Sjaunja

2	2025-11-20	Justering efter SGI:s synpunkter på GH	L Sjaunja	H Häggström	M Rova
1	2023-04-17	Första utgåva	R Olsson	L Sjaunja	L Isaksson
Version	Datum	Beskrivning	Upprättat	Granskat	Godkänt

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

Innehåll

1	Uppdrag	4
2	Objekt	4
3	Avgränsning	5
4	Underlag för projekteringen	6
5	Styrande dokument	6
6	Geotekniska förhållanden	6
6.1	Topografi och markbeskaffenhet	6
6.2	Jordlagerbeskrivning	6
6.3	Materialegenskaper	6
6.4	Hydrogeologiska förhållanden	7
7	Dimensionering och beräkningar	8
7.1.1	Geoteknisk kategori	9
7.1.2	Beräkningsresultat	9
7.1.3	Analys av beräkningsresultat	10
8	Sammanfattning/Rekommendationer	11

BILAGA 1 **Stabilitetsberäkningar – Grundfall**

BILAGA 2 **Stabilitetsberäkningar – Känslighetsanalys förhöjd grundvattenyta**

1 Uppdrag

Norconsult har fått i uppdrag att upprätta MKB för ny detaljplan för Dundret Fjällanläggning i Gällivare kommun. Teknikområde Geoteknik har som underlag till MKB utfört en detaljerad utredning med hänsyn till risken för skred och ras.

I detta PM redovisas resultatet från utredningen samt rekommendationer för att minska risken för skred och ras.

Denna reviderade version av Beräknings PM avser att tydliggöra utförda beräkningar samt gjorda antaganden och tydligare beskriva resonemang kring framkomna resultat kring rådande stabilitetsförhållanden i området för skidbackarna som angränsar mot planområdet. Syftet är att svara upp mot Länsstyrelsens och SGI:s synpunkter som lämnats i yttrande över granskningshandling daterade 2025-06-18, dnr 8350-2025 respektive 2025-06-11, dnr 4.3.1-2505-0738.

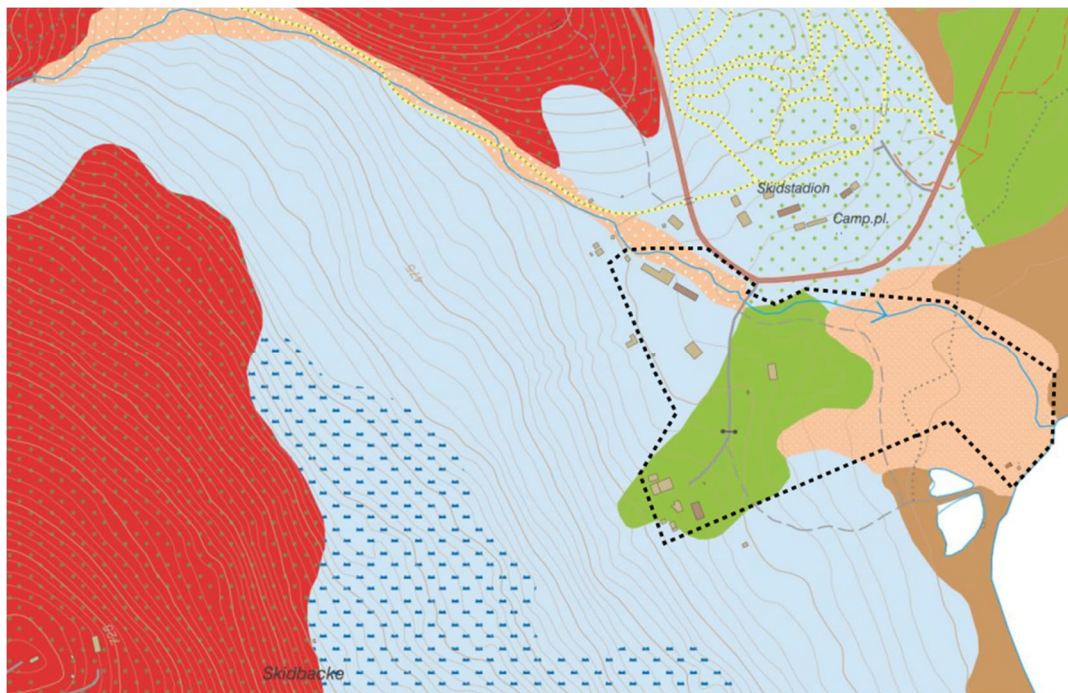
2 Objekt

I det aktuella området på Dundret finns idag en skidanläggning med flera pister. Detaljplanen omfattar exploatering i området i dalgången nedanför skidbackarna som till viss del redan är ianspråktagen mark för befintlig bebyggelse och parkeringar tillhörande skidanläggningen. Föreslagen bebyggelse för planområdet visas i illustrationsplan i figuren nedan. Dundret fjällanläggning ligger söder om Dunderbäcken och intilliggande planområdet Gällivare 18:13.



Figur 1. Illustrationsplan för Dundret fjällanläggning (Norconsult 2024).

På bergets sluttning i väster förekommer branta slänter i form av skidpister mot planområdet. De geologiska förhållandena på bergets sluttningar utgörs generellt av morän, berg i dagen och berg som överlagras av tunna jordtäcken av morän, se figur 2.



Figur 2. Utklipp ur SGU jordartskarta med ungefärlig utbredning på planområde markerad med svartstreckad linje (www.SGU.se)

3 Avgränsning

Detta beräknings-PM avser bedömning av stabilitet i befintliga skidpister ned mot det planerade exploateringsområdet öster om backarna.

Kontroll av stabilitet har utförts i två utvalda kritiska sektioner där följande kriterier varit uppfyllda:

- Befintliga byggnader eller planerade byggnader inom 250 meter från släntfot
- Slänter med lutning som överstiger 17 grader
- Slänter med jordtäck

4 Underlag för projekteringen

Som underlag för den detaljerade utredningen har följande underlag använts:

- PM Geoteknik, Del av Dundret 5:4, Detaljplan upprättad av Norconsult AB, daterad 2022-09-30
- Markteknisk undersökningsrapport (MUR), upprättad av Norconsult AB, daterad 2023-04-06

5 Styrande dokument

Stabilitetsberäkningen har utförts i enlighet med följande dokument:

- Eurokod 1997-1
- IEG Rapport 6:2008 för slänter och bankar
- IEG Rapport 4:2010 Tillståndsbedömning/klassificering av naturliga slänter och slänter med befintlig bebyggelse och anläggningar
- SGI Report 68, Stability and run-off conditions – Guidelines for detailed investigation of slopes and torrents in till and coarse-grained sediments

6 Geotekniska förhållanden

6.1 Topografi och markbeskaffenhet

Markytans nivå varierar från ca +430 nere i dalområdet till ca +750 högst upp på bergets topp. Planområdet ligger i dalområdet öster om bergssluttningen med den västra plangränsen i direkt närhet till släntfot på bergssluttningen. Bergets slänter utgörs dels av skidpister med begränsad vegetation samt däremellan skogbevuxen terräng.

6.2 Jordlagerbeskrivning

Utförda skruvprovtagningar och jordbergsonderingar tyder på att marken till stor del består av grusig sandig siltig morän, i de ytliga skikten finns växtrester och humus inblandat. Jordlagrets mäktighet över berg varierar längs sluttningen, i släntfot är jordlagrets mäktighet runt 7 – 8 meter, i mitten av backen blir jordlagrets mäktighet uppåt 22 meter för att mot toppen försvinna helt där berget går i dagen.

6.3 Materialegenskaper

Materialegenskaper för jorden som finns i Dundretbackarna har valts i enlighet med SGIs Rapport 68 "Stability and run-off conditions" en handbok för detaljerad analys av skred i naturliga slänter.

Den rådande jordsammansättningen för backarna stämmer väl överens med en "multiple-graded typ soil" enligt tabell 2 i ovanstående rapport och hållfasthetsvärden har valts för normal till hög relativ densitet, se valt värde på friktionsvinkel enligt tabell 1 nedan.

Följande materialegenskaper har använts vid beräkning:

Tabell 1 Materialegenskaper använda för beräkningar

Material	Tunghet	Friktionsvinkel
Morän (multiple-graded)	2,1 t/m ³	37-44 grader

Naturligt avlagrad morän bildad under inlandsisens påverkan antas generellt ha en hög relativ densitet vilket gör att det högre värdet 44° för friktionsvinkeln kan väljas. Men för att också beakta eventuellt omfördelade jordmassor som till exempel massor som varit utsatta för erosion eller tidigare rasmassor utförs beräkningar även med en lägre friktionsvinkel på 37° vilket motsvarar normal relativ

densitet. Den relativa densiteten är den faktiska densiteten i förhållande till den maximala densitet som materialet kan komprimeras till.

6.4 Hydrogeologiska förhållanden

Grundvattenbildningen på Dundret begränsas av topografin som gynnar ytaavrinning framför infiltration. Samtidigt förstärks grundvattenbildningen något i skidbackarna av vattentillskottet som snökanonerna ger säsongsvis.

Jordlagren på bergslutningen tolkas under ett genomsläppligare ytlager som förhållandevis täta, särskilt i vissa djupintervall som kan vara insprängda mellan mer genomsläppliga skikt. Jordmaterialens täthet har bedömts utifrån att:

- Utförda radarmätningar visar ett diffust material utan tydliga reflexer på ca två meters djup. Detta tolkas som ett siltrikt moränmaterial.
- JB-sonderingarna visar i samma djupintervall som radarresultaten ibland nästan inget neddrivnings-motstånd.
- Många av de i fält påträffade materialen har en ganska blandad kornstorleksdistribution med betydande finjordshalt vilket betyder en låg hydraulisk konduktivitet.
- Vid platsbesök noterades diken vars vattennivåer skiljer sig över ganska korta avstånd (10 – 20 meter).

De tätare jordlagren påverkar den hydrogeologiska situationen i aktuellt område då materialet kan fungera som en akvitard, det vill säga ett tätare jordlager som delar jordlagerföljden i ett övre och ett undre magasin. Den här effekten bedöms finnas runt 22NC203. Observerad grundvattennivå (0,5 meter under markytan) här bedöms vara lokal, samtidigt som det övre magasinet är tunt vilket gör den geotekniska effekten liten. I den undre akviferen på samma plats är grundvattennivån okänd (se nästnasta stycke för bedömning).

Skruvprovtagningsspunkterna där ingen grundvattenyta angivits har bedömts torra till borrhstopp, det vill säga till åtminstone 2 – 4 meters djup.

Sammantaget bedöms grundvattenytan (nedre akviferen om det finns flera) finnas på 5 - 10 meters djup uppe i skidbacken, i sektion A-A mellan 22NC201 och 22NC204. Samma nivå i förhållande till markytan gäller även i sektion B-B som är en fortsättning på sektion A - A. I sektion C-C (mellan borrhpunkt 22NC207 och 22NC01) sätts grundvattennivån likaledes till 5 meter under markytan i den mån det finns tillräckliga jordlager. Samma bedömda grundvattennivå kan också användas för sektion D – D mellan 22NC01 och 22NC02 varefter grundvattenytan gradvis stiger till 2 meter under markytan vid ST18. Ner mot Harrträsk bör grundvattennivån ställt in sig till nivåer som motsvarar de i förekommande diken och i sjön (ca +395). Sektioner A-A till D-D framgår i bilaga 6 tillhörande Markteknisk undersökningsrapport (MUR).

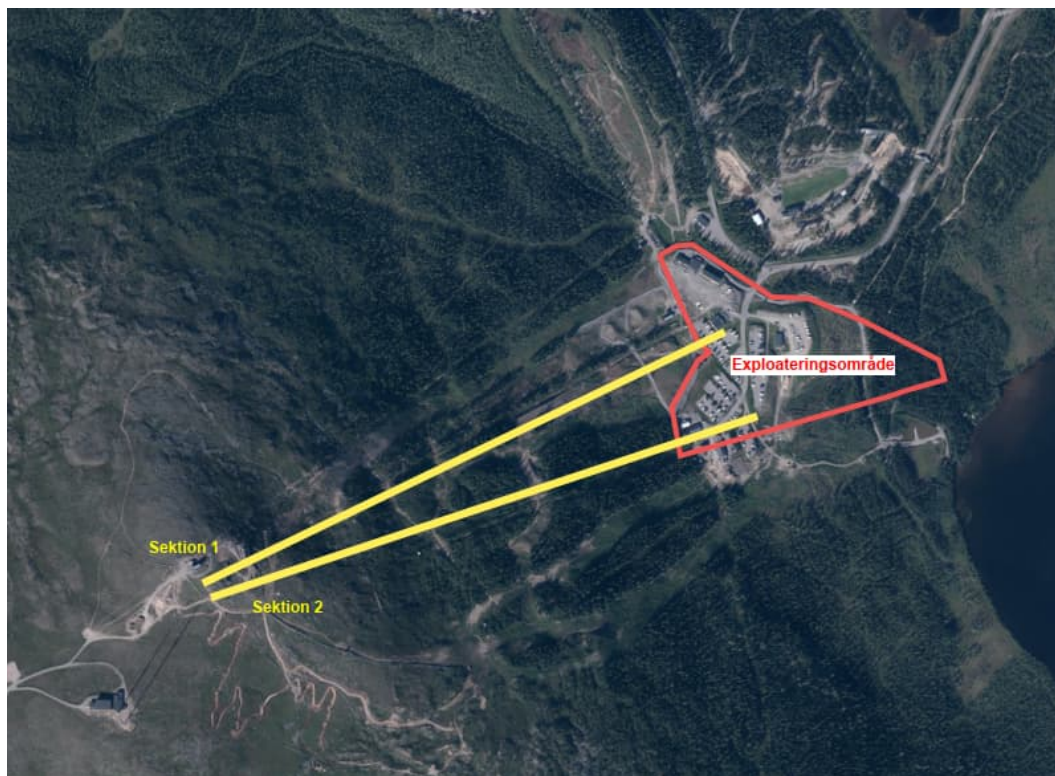
Grundvatten i berget respektive jordlagren bedöms sakna noterbar hydraulisk kontakt. Då bergöverytan finns närmare markytan än ovan angiven grundvattennivå ska grundvattenyta som följer berget användas lokalt.

7 Dimensionering och beräkningar

Stabilitetsberäkningar har utförts enligt totalsäkerhetsanalys med karaktäristiska värden och med dränerad analys.

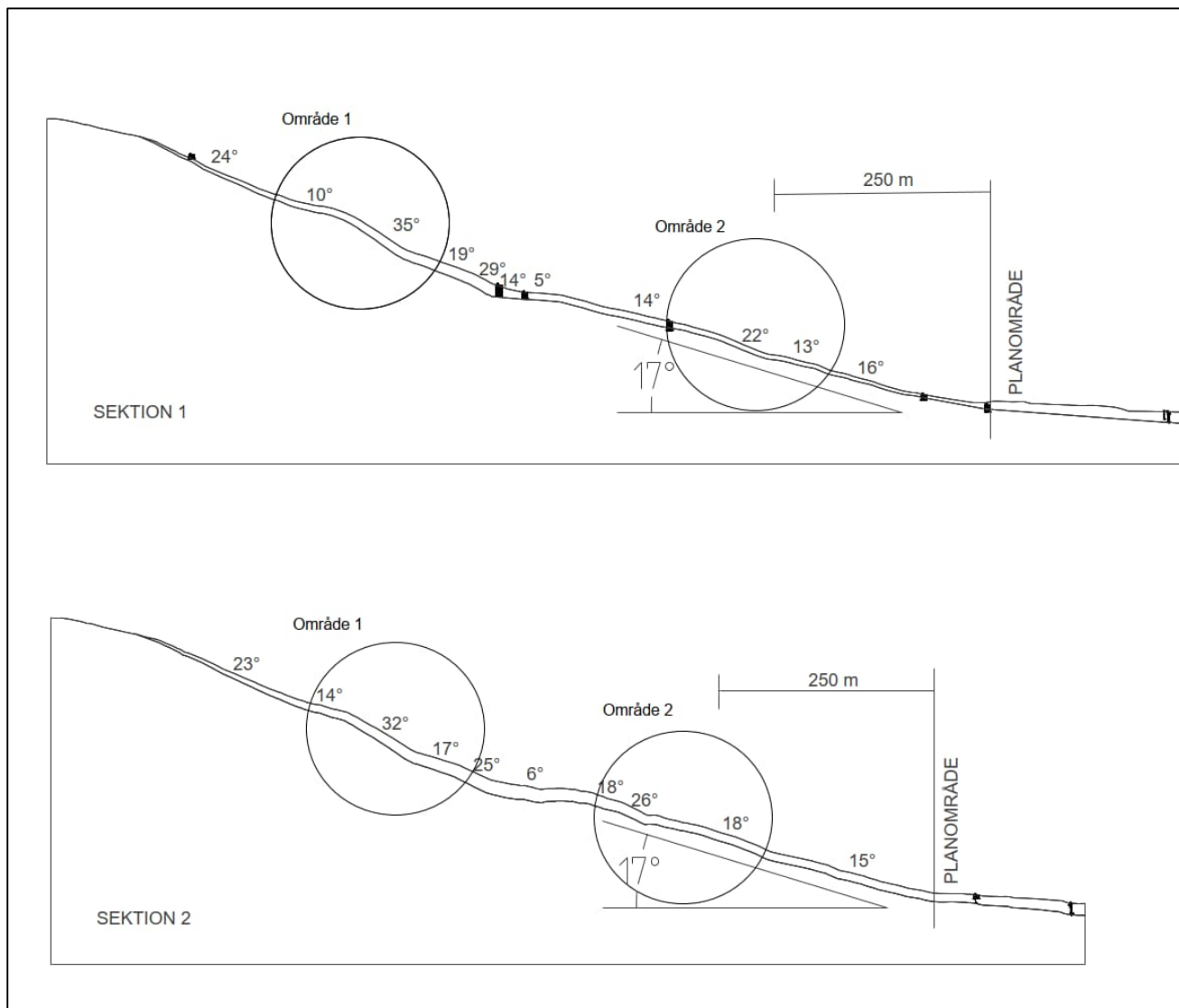
Erforderlig säkerhetsfaktor för tillfredsställande stabilitet med hänsyn till nyexploatering i planläggningsskede och detaljerad utredning enligt IEG Rapport 4:2010 är $F_\phi \geq 1,3$

Stabiliteten har kontrollerats i två beräkningssektioner för berget, beräkningssektionerna i plan redovisas i figuren nedan.



Figur 3. Översikt över var beräkningssektioner har placerats.

I varje beräkningssektion har stabilitetsförhållanden kontrollerats högt upp i backen (område 1) och lägre ned i backen (område 2) mot planerat exploateringsområde. Bergets sluttning ovan planområdet är ca 1 km lång och har varierande släntlutning, branta partier upp till 35 graders lutning förekommer i backens övre delar (på ett avstånd >500 m från planområdet). I mitten av sluttningen finns ett nästan horisontellt plan med 5-6 graders lutning. Nedre delen av backen har lutningar mellan 15-20 grader generellt och endast lokalt brantare partier förekommer. Beräkningssektionernas geometri framgår av figur 4 nedan.



Figur 4 Geometri för valda beräkningssektioner

Stabilitetsberäkningarna har utförts med känslighetsanalys där lägre och högre hållfasthetsparametrar för jorden i slutningen beaktats, se kap 6.3.

Därtill har känslighetsanalys med avseende på grundvattennivåer utförts för att bedöma hur förhöjda grundvattennivåer påverkar stabilitetsförhållandena i slänterna. Detta utfördes för att ta hänsyn till effekter av ett förändrat klimat med potentiellt ökade nederbördsmängder och snabbare snösmältning. Grundvattenytan för denna känslighetsanalys ansattes till två meter under markytan.

7.1.1 Geoteknisk kategori

Dimensionering och beräkningar har utförts i geoteknisk kategori 2, GK 2.

7.1.2 Beräkningsresultat

I tabell 2 redovisas sammanställning av resultat från utförda beräkningar med grundvattenyta enligt kap 6.4. Beräkningarna i sin helhet redovisas i bilaga 1.

Tabell 2 Sammanställning av beräkningsresultat för antagen grundvattenyta enligt kap 6.4

Sektion	Beräknad säkerhetsfaktor, F_ϕ	
	$\phi'=37^\circ$	$\phi'=44^\circ$
Sektion 1, område 1	1,11	1,42
Sektion 1, område 2	1,61	2,06
Sektion 2, område 1	1,18	1,51
Sektion 2, område 2	1,42	1,82

Resultatet från beräkningarna visar att backen i de övre delarna inte uppnår tillfredställande stabilitet vid en lägre ansatt friktionsvinkel på 37° då, $F_\phi < 1,3$ Tillfredställande stabilitet uppnås vid antagande om en friktionsvinkel på 44° . De nedre delarna av backen har tillfredställande stabilitet för alla beräkningsfallen.

I tabell 3 redovisas sammanställning av resultat från utförda beräkningar för grundvattenyta ansatt ca 2 m under markyta. Beräkningarna i sin helhet redovisas i bilaga 2.

Tabell 3 Sammanställning av beräkningsresultat för grundvattenyta 2 m under markyta

Sektion	Beräknad säkerhetsfaktor, F_ϕ	
	$\phi'=37^\circ$	$\phi'=44^\circ$
Sektion 1, område 1	0,77	0,99
Sektion 1, område 2	1,26	1,62
Sektion 2, område 1	0,84	1,07
Sektion 2, område 2	1,27	1,63

Beräkningar med ansatt grundvattennivå ca 2 m under markytan visar att tillfredsställande stabilitet inte uppnås i de övre delarna av backarna för någon av hållfasthetsvärdena. Beräknad säkerhetsfaktor för område 2 i båda sektioner är marginellt under 1,3 för en friktionsvinkel på 37° men bedömningen är att nedre delen av backen fortsatt är att betrakta som erforderligt stabil.

7.1.3 Analys av beräkningsresultat

Beräkningarna visar att vid en hög ansatt grundvattenyta så finns det branta partier som inte är stabila. Scenariot med en grundvattenyta 2 m under markytan i backarna, särskilt i de brantaste partierna, bedöms som osannolik på grund av topografin och de begränsade avrinningsområdena längs slutningen. Eftersom vattnet tar enklaste vägen kommer det att följa slutningen, i huvudsak som ytavrinning och endast delvis infiltrera marken som då omöjligt kan vattenmättas hela vägen ner till berg med förekommande jordmaktigheter. Ytligt vattenmättad jord kan dock erodera med mindre lokala ras som följd.

På grund av backarnas utformning med flackare hyllor mellan de branta partierna som kommer fungera inbromsande och som "fångsthyllor" där eventuella rasmassor kan avsättas bedöms de eventuella ras som kan inträffa lokalt i brantare partier högre upp i backen få begränsad utbredning och omfattning. Mellan och längs med pisterna finns skogsbevuxna områden vilka också är gynnsamma för stabiliteten i backarna, dels genom att trädens rotsystem har en armerande verkan i slänterna, dels för att de motverkar ytlig erosion då de fångar upp och bromsar de vatten som går som ytavrinning. Vid eventuellt ras motverkar de också effekterna och omfattningen på grund av att träden kommer fungera bromsande för rasmassorna.

Sammanfattningsvis finns förutsättningar för ras i de övre delarna av backarna (område 1) men eventuella ras bedöms bli lokala och ej påverka planområdet. Den nedre delen av backarna (område 2), inom 500 m från planområdet, bedöms som tillfredställande stabil.

8 Sammanfattning/Rekommendationer

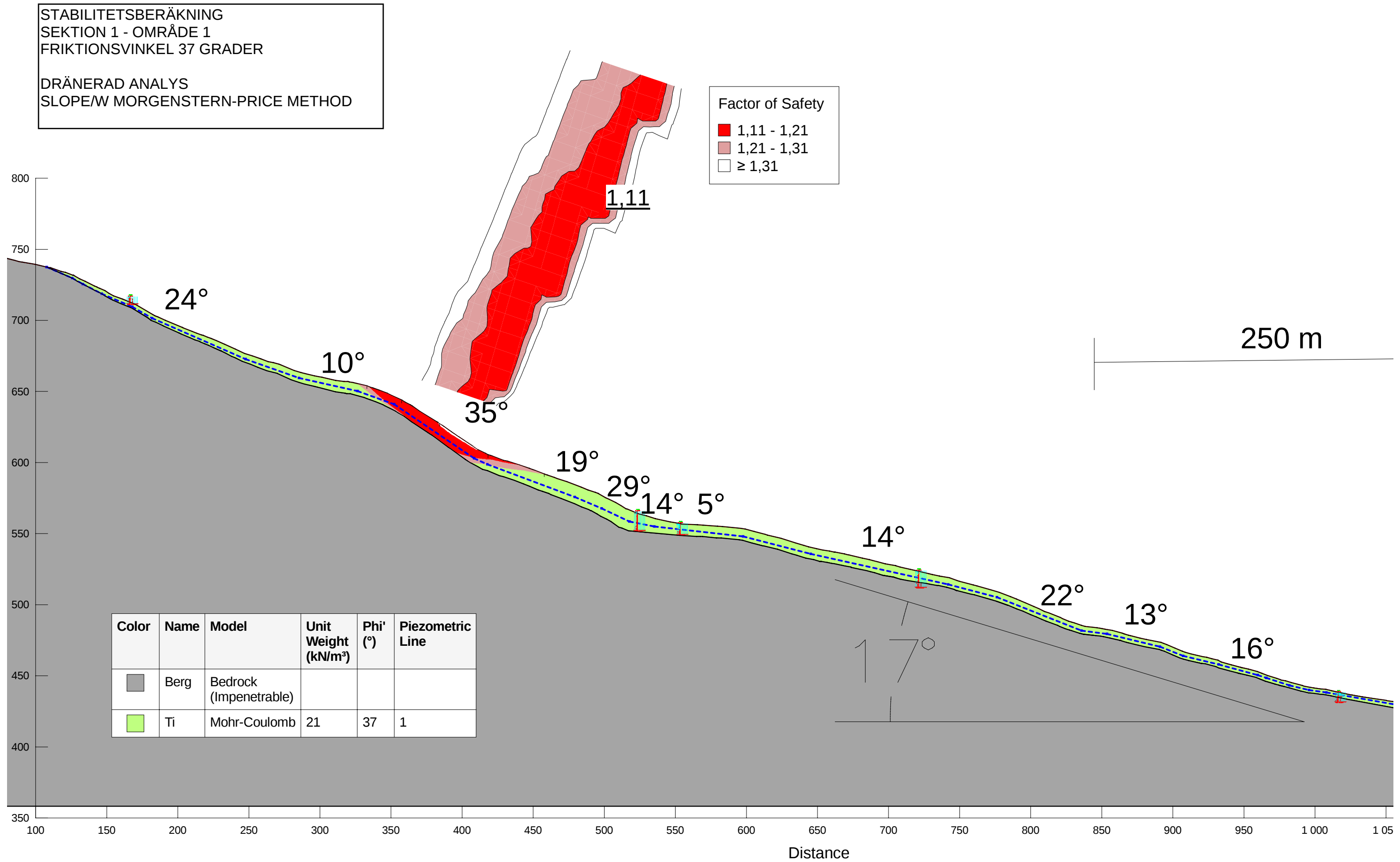
Exploateringsområdet ligger mer än 500 meter från område 1 där det finns branta partier med förutsättningar för ras på Dundrets sluttning.

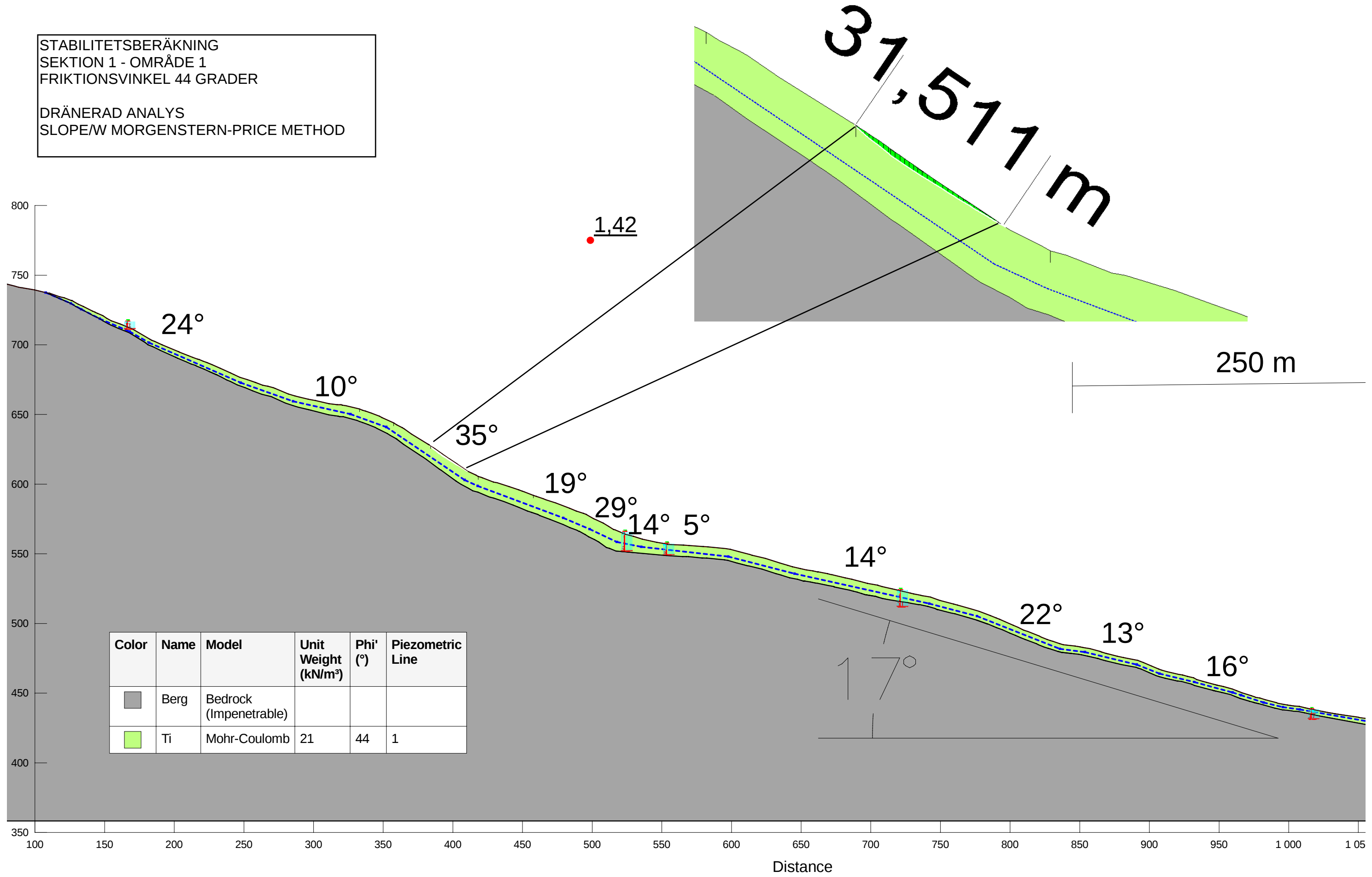
Med hänsyn till sluttningens geometri, - det finns flackare och nästintill plana partier i backarna där eventuella rasmassor från högre belägna partier kan bromsa upp och avsättas, att det finns områden med skogstäckning som motverkar effekten av eventuella ras, stabiliserar slänterna och motverkar erosion och även sett till avsaknaden av historiska händelser avseende ras och skred, - det har inte skett större ras i skidbacksområdet, så är slutsatsen ur ett geotekniskt perspektiv följande:

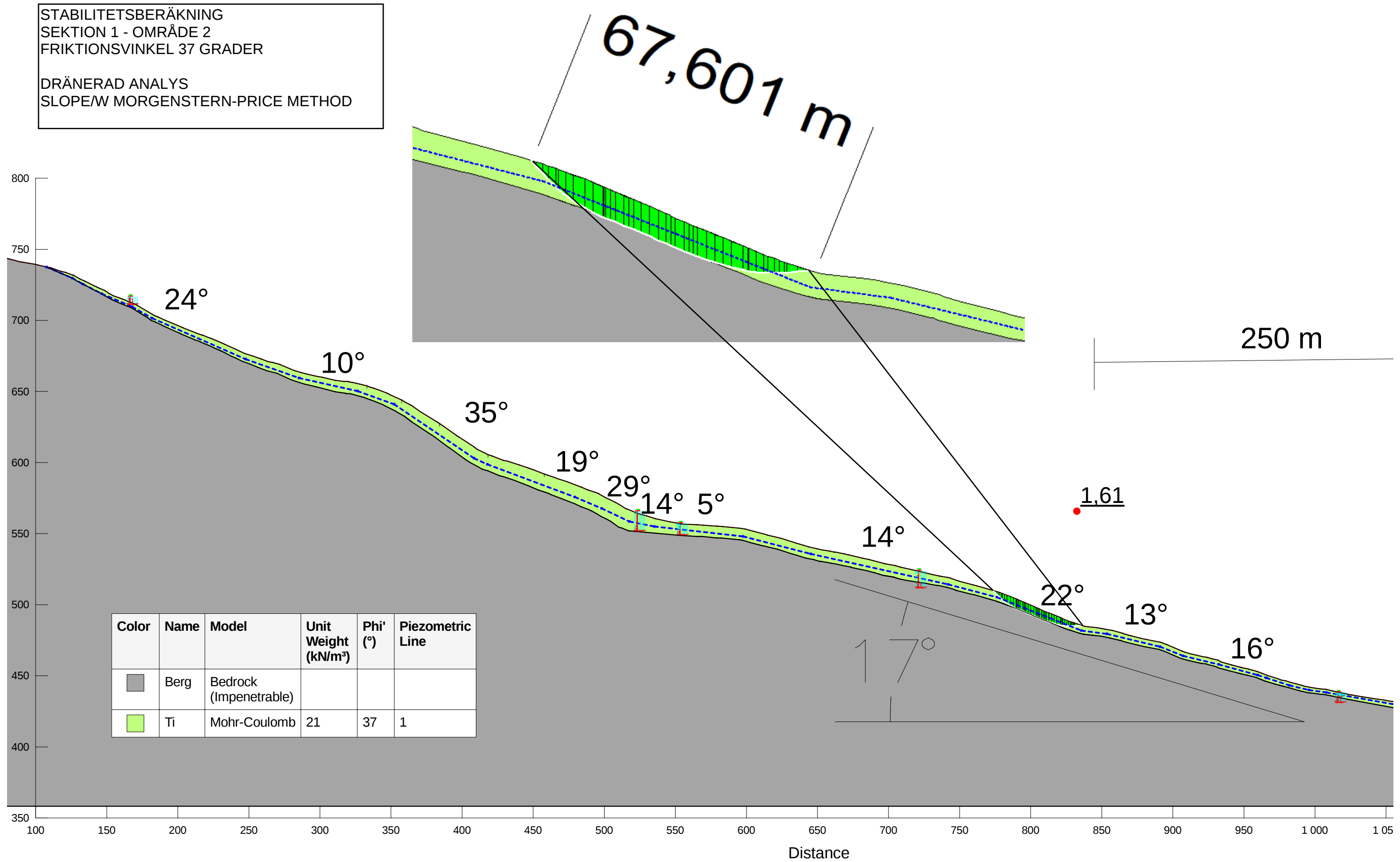
Med avseende på risk för ras och skred finns inga hinder mot planförslaget förutsatt att följande beaktas:

Kraftig erosion ökar risken för ras i moränslänter därför rekommenderas att befintlig skogstäckning bibehålls i slänter i så stor utsträckning som möjligt. Befintliga träd och buskar motverkar ytlig erosion och minskar effekten och skador av eventuella ras och skred. Om avverkning och jordschakt sker ska tillses att blottade jordtytor återvegeteras eller på annat sätt erosionsskyddas. Likväl skall säkerställas att avvattningen av pisterna hålls i god funktion och ses över årligen.

Generellt gäller att avverkning, schakt- och fyllningsarbeten inom området för skidbackarna kan medföra förändrade förutsättningar för slänternas stabilitet, för att säkerställa planförslagets lämplighet över tid rekommenderas att sådana åtgärder, särskilt i sluttningens nedre del, föregås av kontakt med sakkunnig geotekniker för bedömning om vilken eventuell påverkan åtgärden får för stabiliteten mot planområdet.

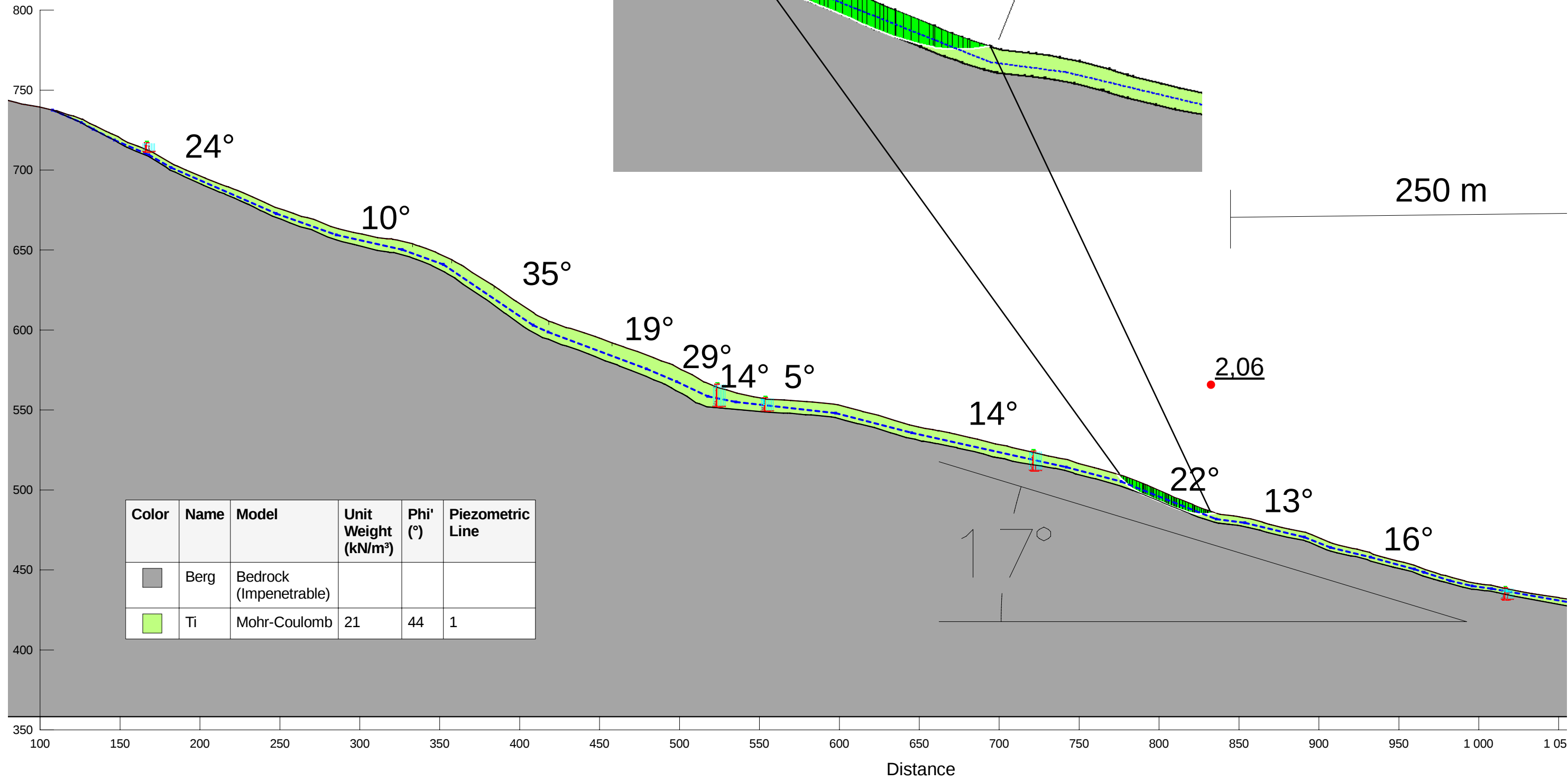


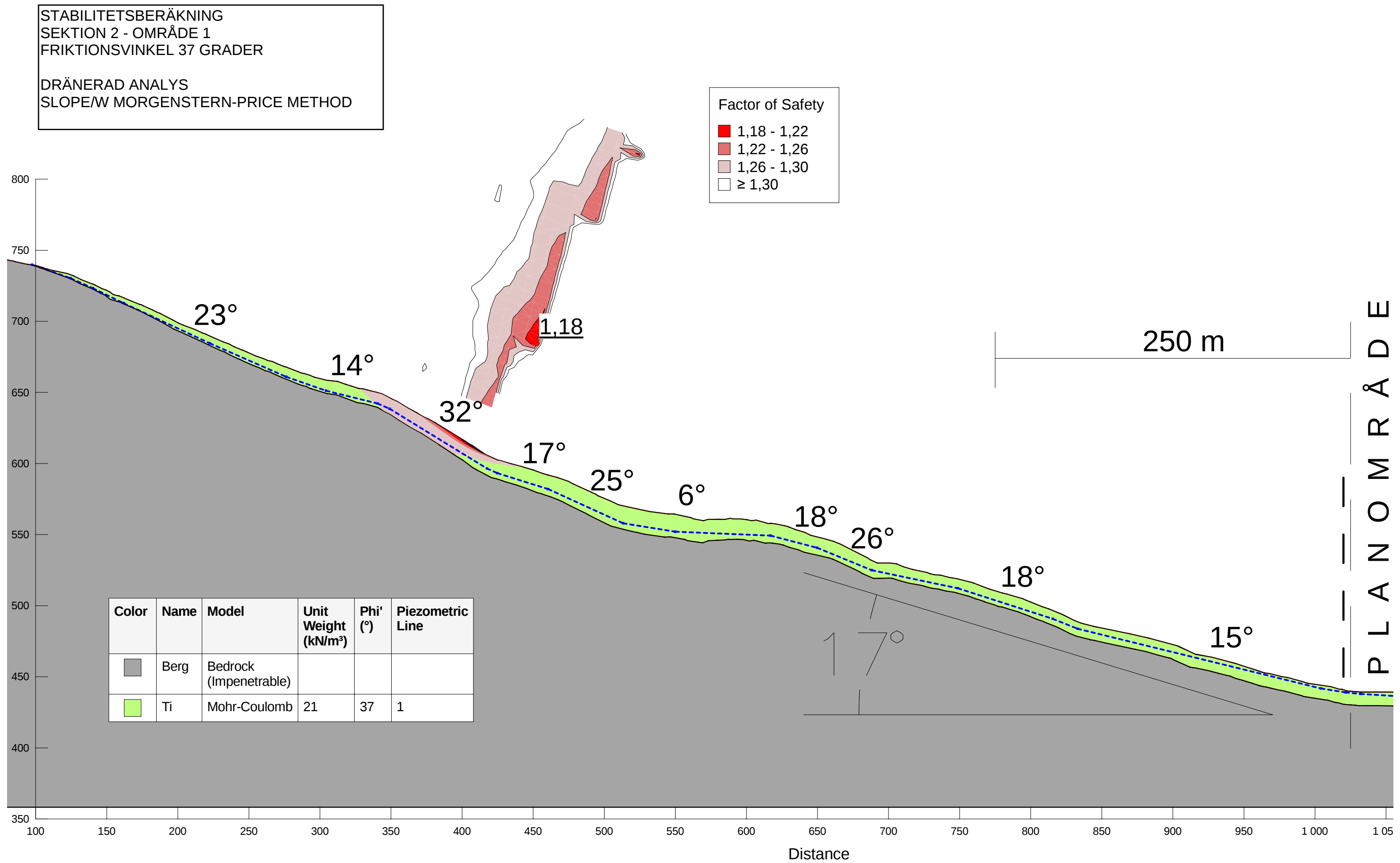


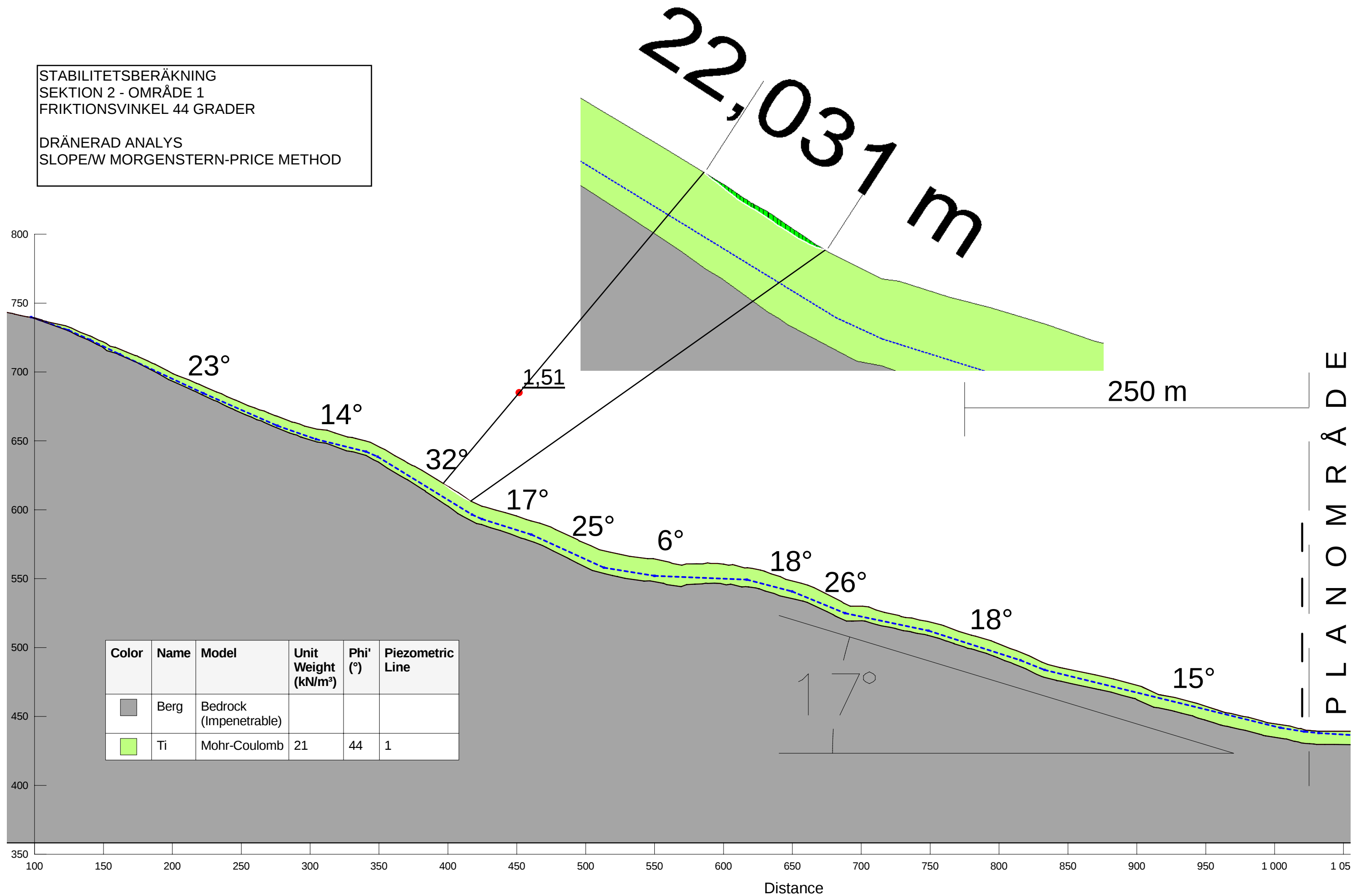


STABILITETSBERÄKNING
SEKTION 1 - OMRÅDE 2
FRIKTIONSVINKEL 44 GRADER

DRÄNERAD ANALYS
SLOPE/W MORGENSTERN-PRICE METHOD

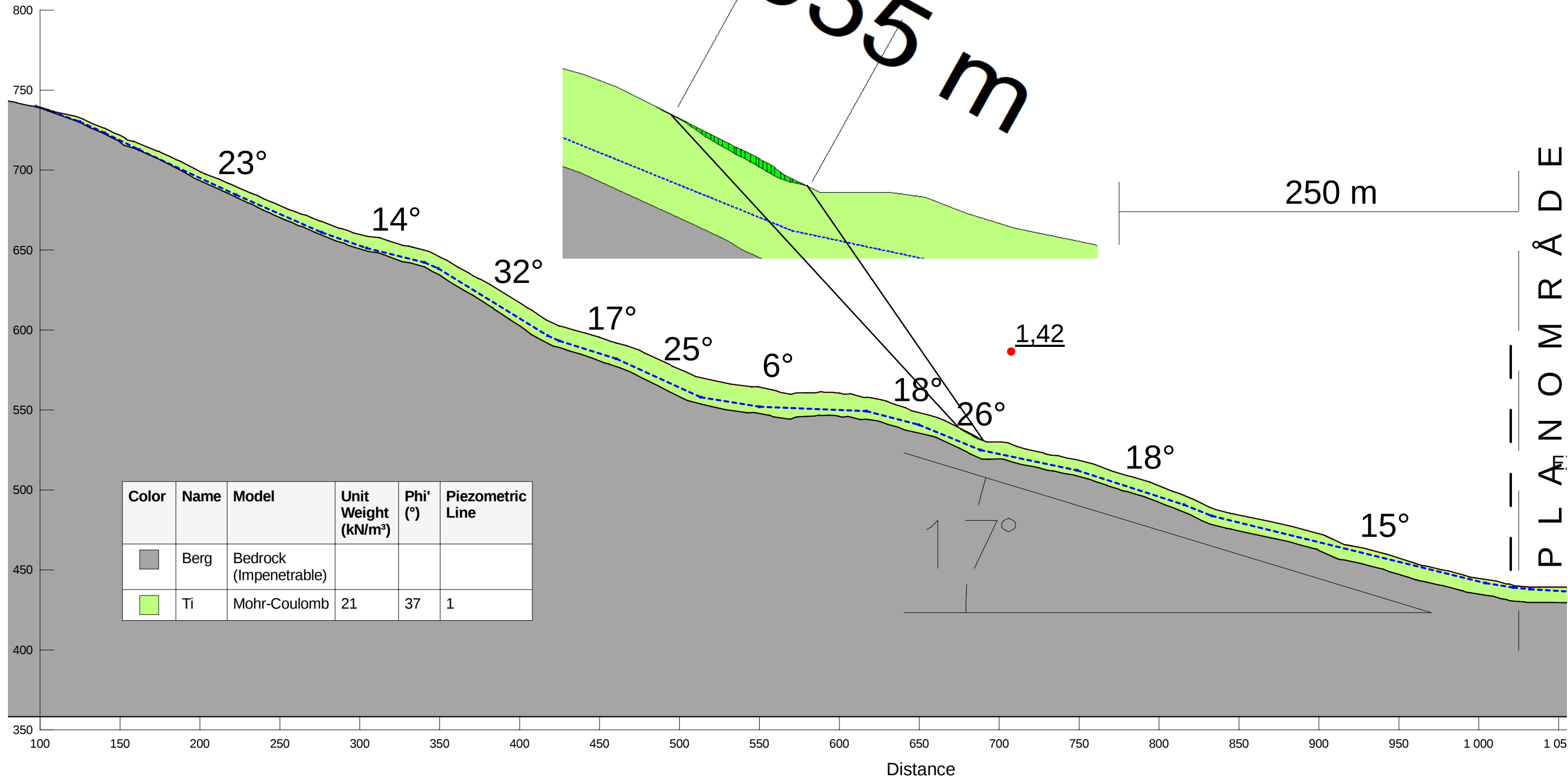


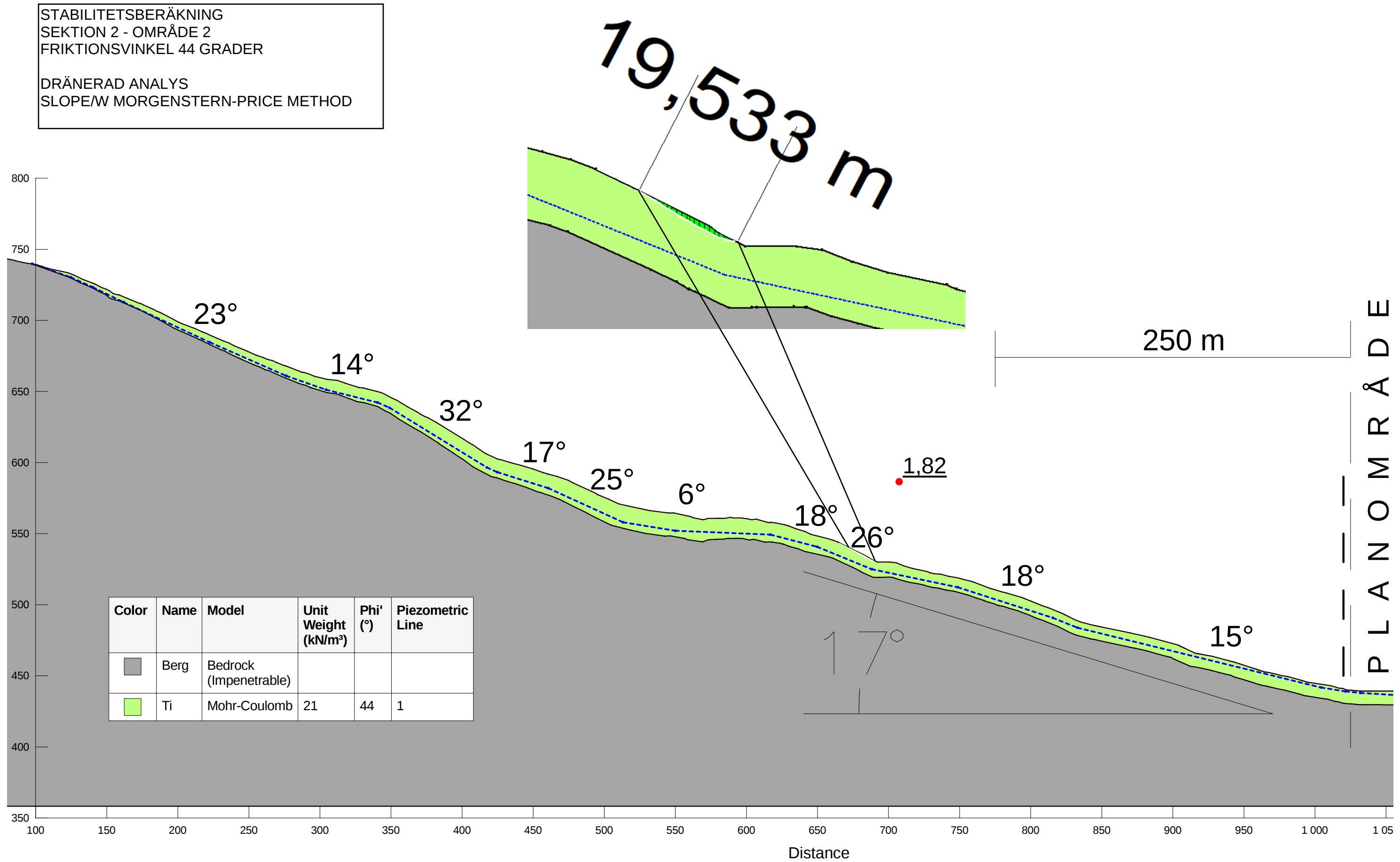


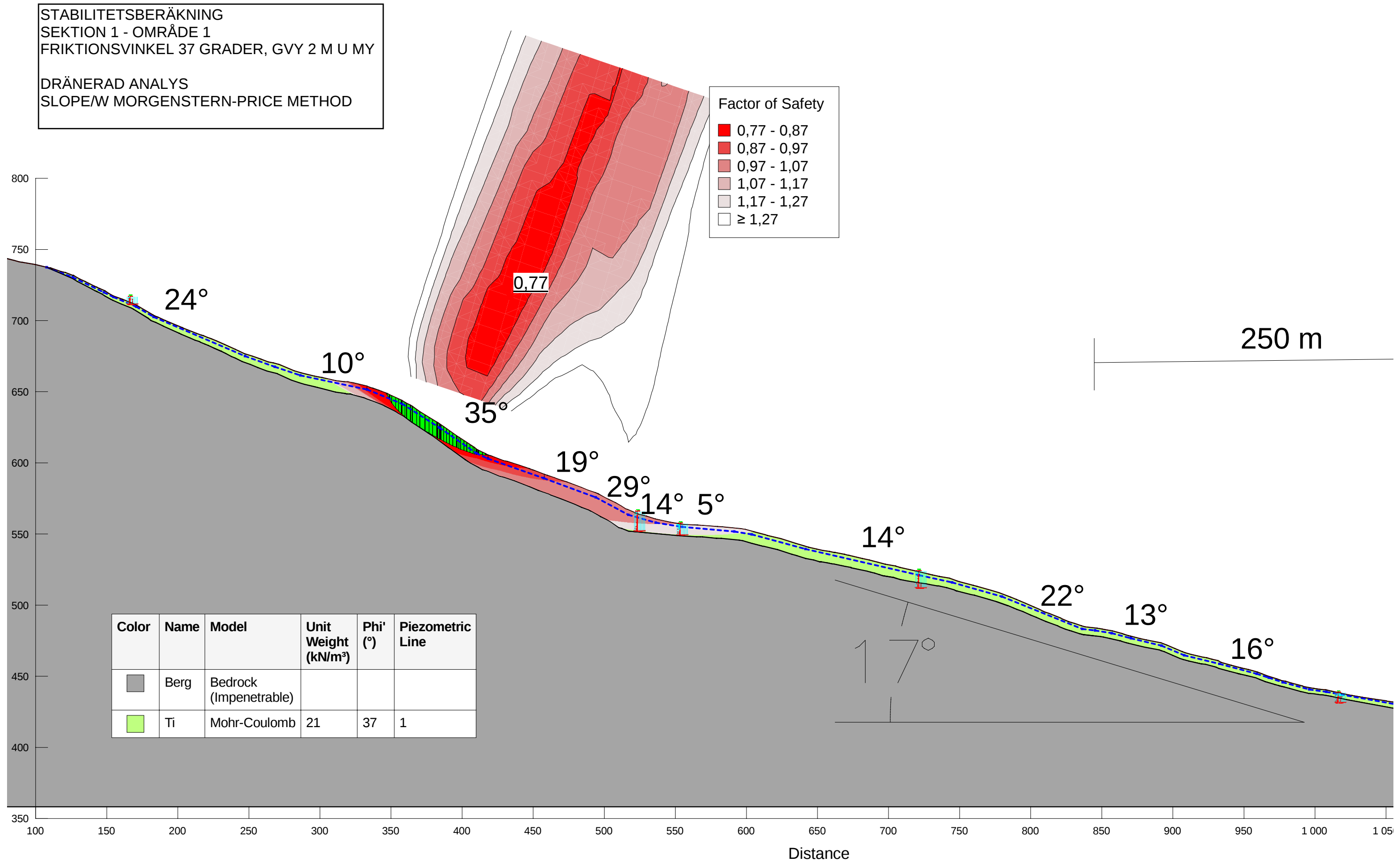


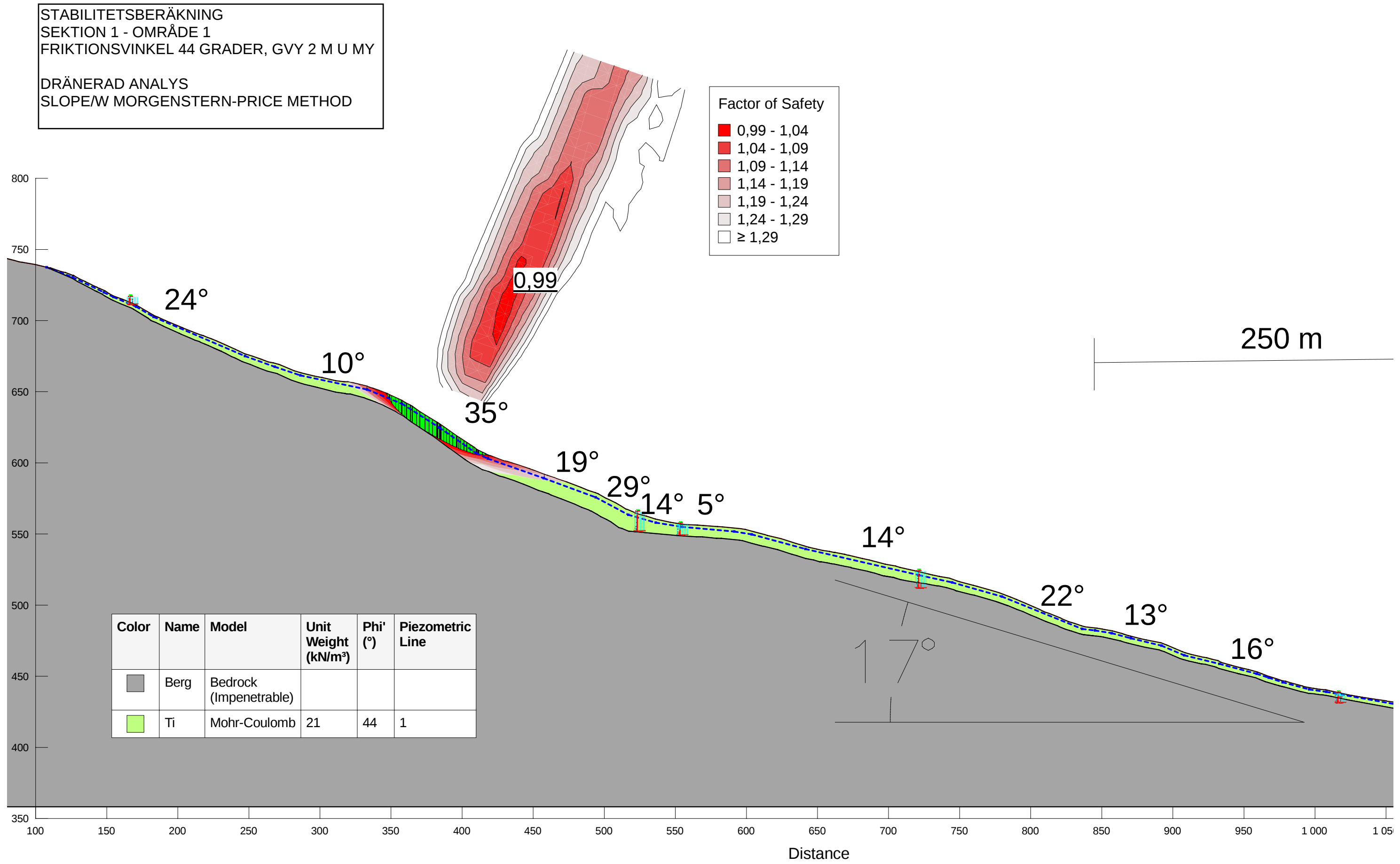
STABILITETSBERÄKNING
SEKTION 2 - OMRÅDE 2
FRIKTIONSVINKEL 37 GRADER

DRÄNERAD ANALYS
SLOPE/W MORGENSTERN-PRICE METHOD



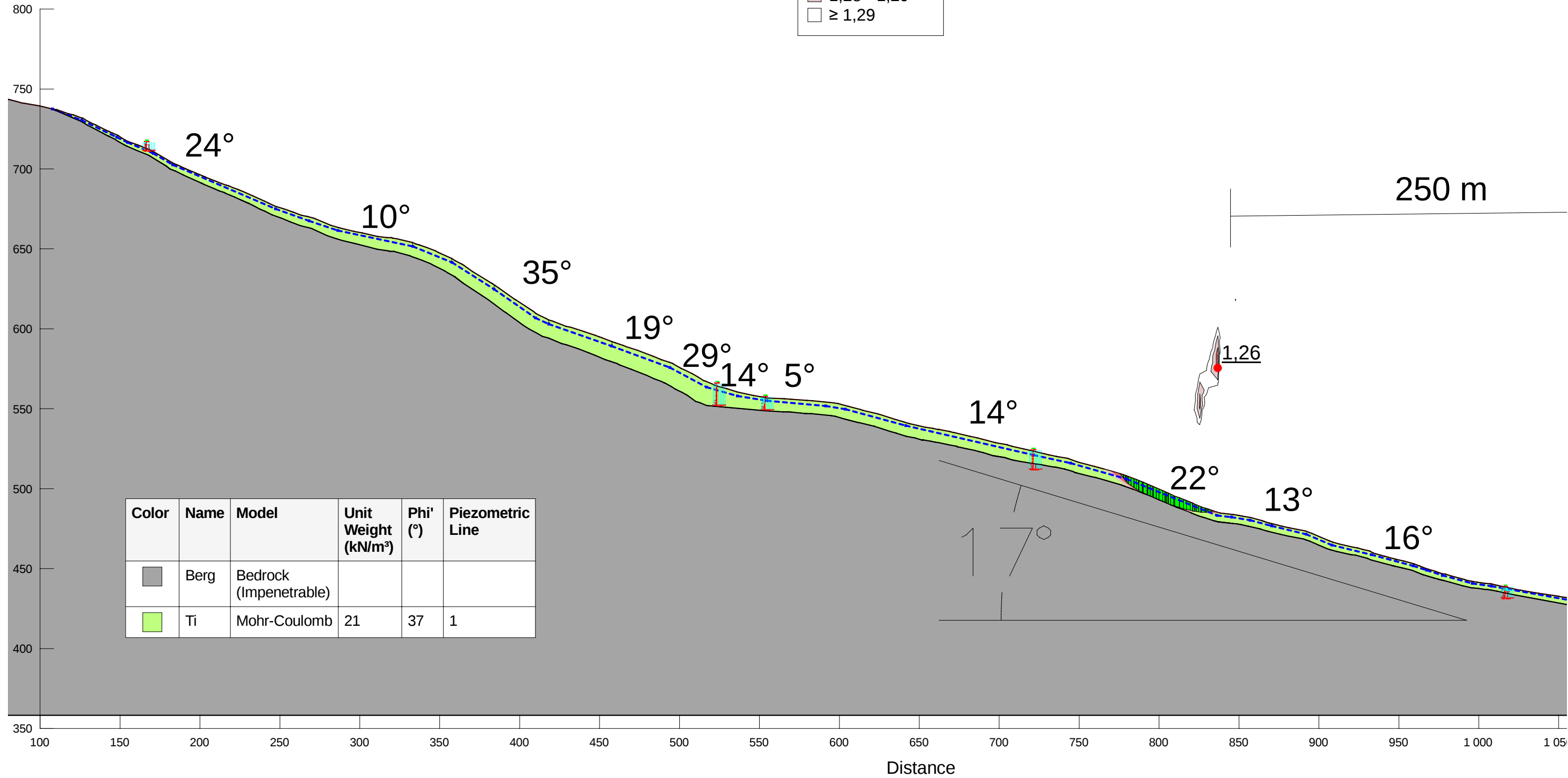
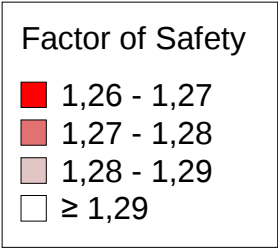






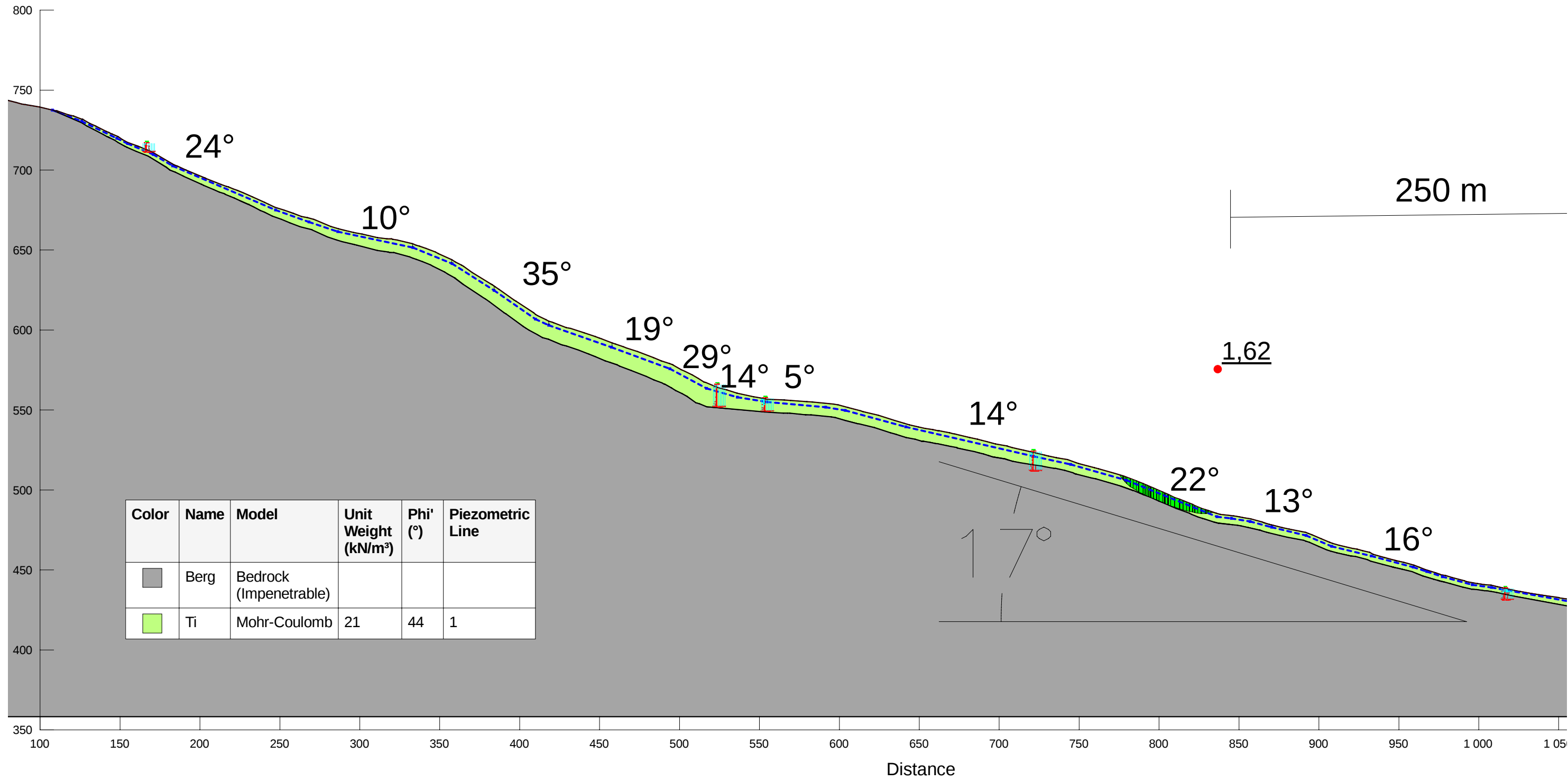
STABILITETSBERÄKNING
SEKTION 1 - OMRÅDE 2
FRIKTIONSVINKEL 37 GRADER, GVV 2 M U MY

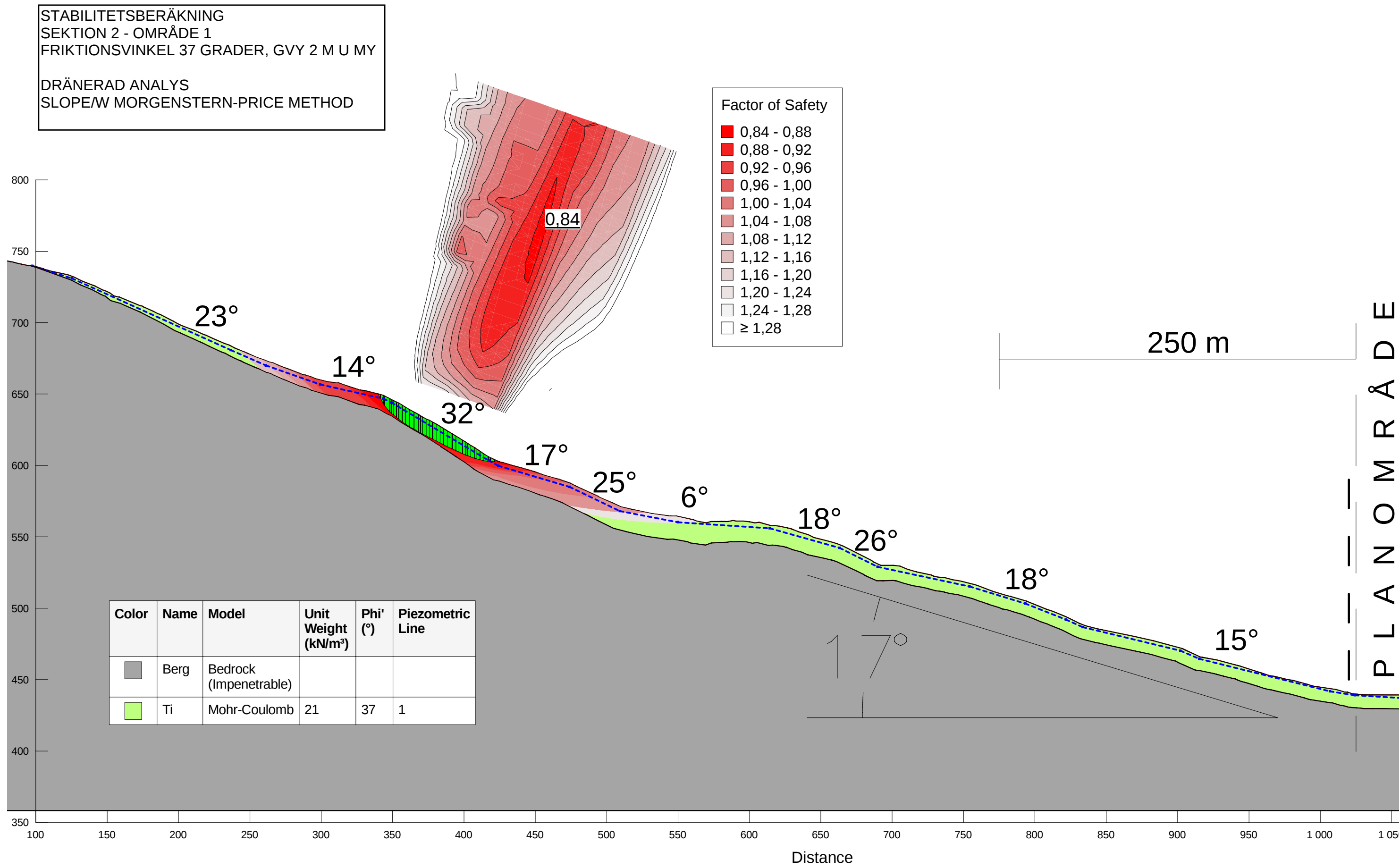
DRÄNERAD ANALYS
SLOPE/W MORGENSTERN-PRICE METHOD

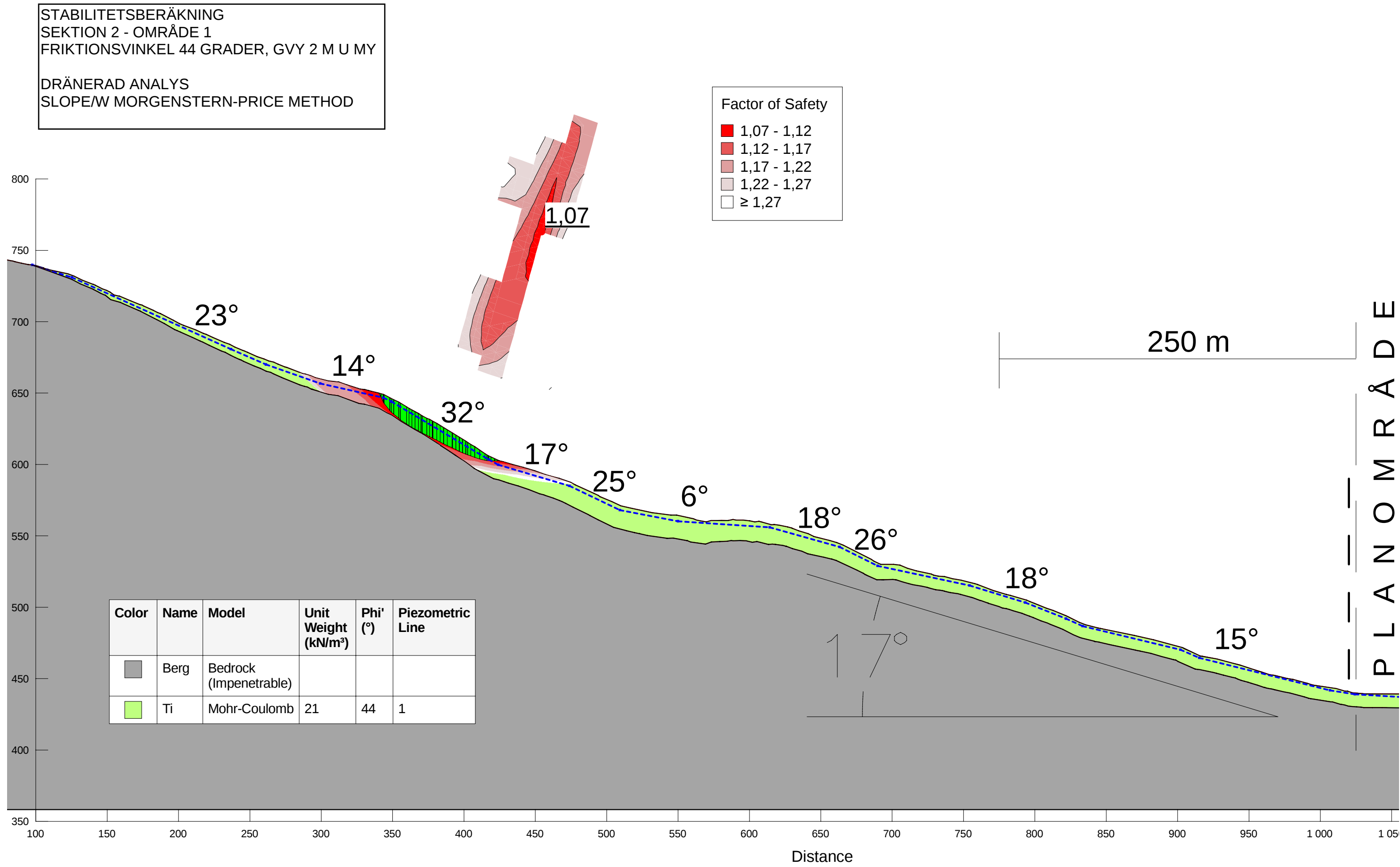


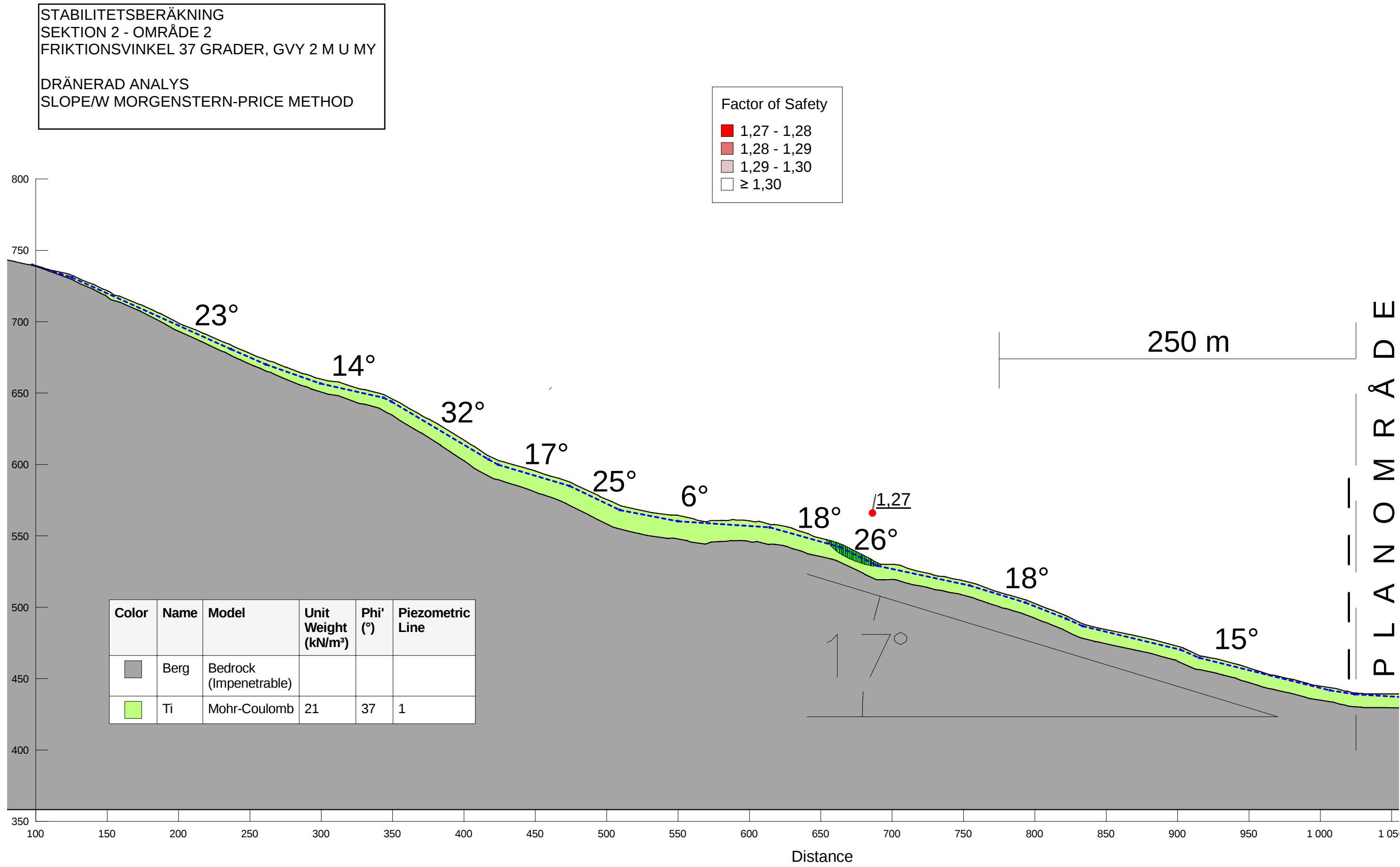
STABILITETSBERÄKNING
SEKTION 1 - OMRÅDE 2
FRIKTIONSVINKEL 44 GRADER, GVV 2 M U MY

DRÄNERAD ANALYS
SLOPE/W MORGENSTERN-PRICE METHOD









PLANOMRÅDE

STABILITETSBERÄKNING
SEKTION 2 - OMRÅDE 2
FRIKTIONSVINKEL 44 GRADER, GVV 2 M U MY

DRÄNERAD ANALYS
SLOPE/W MORGENSTERN-PRICE METHOD

