

GÖTEBORGS STAD
EXPLOATERINGSFÖRVALTNINGEN
Tuve 7:64

PM Geoteknik
Planeringsunderlag

Uppdragsnummer 4027-2301
Titel PM Geoteknik
Dokumentbeteckning PM-001
Dokumentdatum 2023-12-20
Rev datum
Revidering

Handläggare Tomas Trapp (TTp)
Granskad av Johan Bengtsson
Uppdragsansvarig Tomas Trapp, 070-650 04 03
tomas.trapp@markera.se



MARKERA

www.markera.se



Titel
PM Geoteknik

Uppdragsnummer Dokumentbeteckning
4027-2301 PM-001

Dokumentdatum Rev. datum
2023-12-20

Handläggare Status
TTp Planeringsunderlag

2 (13)
Rev.

Innehållsförteckning

Sida

1 Orientering.....	3
2 Underlag	3
2.1 Övrigt underlag	3
3 Planerad byggnation	3
4 Historisk orientering.....	5
5 Förstärkningsåtgärder efter skredet.....	7
6 Geotekniska undersökningar	10
7 Geotekniska förhållanden.....	10
7.1 Topografi och ytbeskaffenhet.....	10
7.2 Jordlagerföljd	10
7.3 Jordegenskaper	10
7.4 Geohydrologiska förhållanden	11
7.5 Sättningsförhållanden	11
7.6 Stabilitetsförhållanden	11
8 Geotekniska rekommendationer	13
8.1 Mark.....	13
8.2 Grundläggning	13

Bilageförteckning

Bilaga

Valda jordegenskaper.....	A
Utförda stabilitetsberäkningar.....	B

1 Orientering

Göteborgs stad Exploateringsförvaltningen avser utreda möjlighet till bebyggelse inom fastigheten Tuve 7:64 för en eventuell senare försäljning av fastigheten. Fastigheten är belägen inom ett tidigare skredområde (Tuveskredet). Området har åtgärdats och är stabilt i befintligt tillstånd.

På uppdrag av Göteborg stad har Markera Mark Göteborg AB utfört en geoteknisk utredning för den aktuella fastigheten. I föreliggande PM Geoteknik redovisas de geotekniska förhållandena och rekommendationer inför en eventuell försäljning och framtida bebyggelse.

2 Underlag

Efter att Tuveskredet inträffat utfördes omfattande geotekniska och hydrogeologiska undersökningar och projektering av återställningsarbeten. Underlaget återfinns i följande arkivmapp:

1. *A05 Tuveskredet 77-11-30*, Dokumentation, utredningar och projektering upprättade av en arbetsgrupp med representanter från gatukontoret, stadsbyggnadskontoret samt konsulterna Viak AB och Jacobson & Widmark AB

SGI, Sveriges geotekniska institut, fick efter skredet ett uppdrag att utreda de geotekniska förhållandena kring skredet. Resultat beskrivs i SGI rapport nr 10 och 11a till 11c.

2. *SGI rapport No 10* Tuveskredet 1977-11-30 Inlägg om skredets orsaker
3. *SGI rapport No 11a* Tuveskredet Slutrapport
4. *SGI rapport No 11b* Tuveskredet Geologi
5. *SGI rapport No 11c* Tuveskredet Hydrogeologi

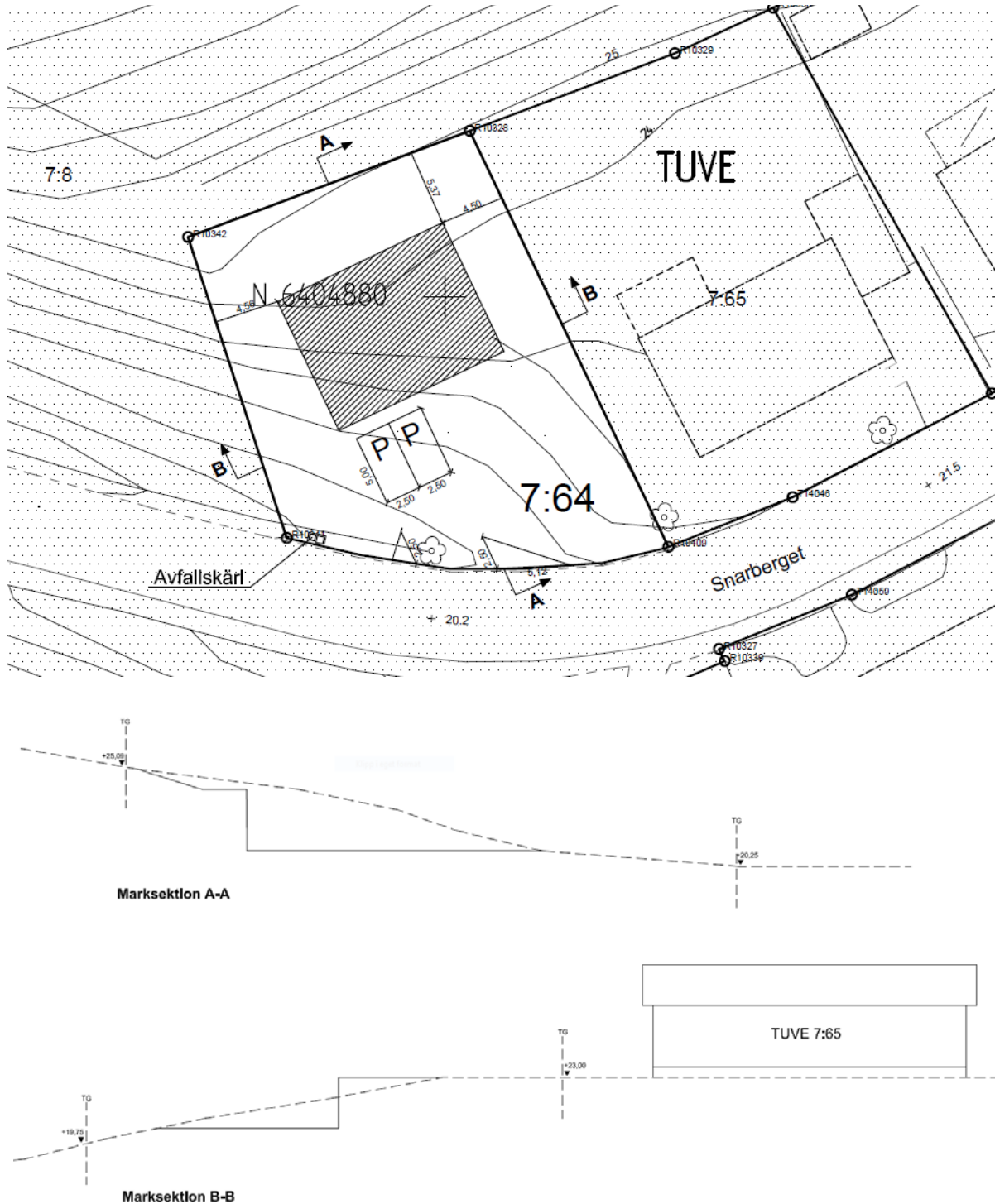
2.1 Övrigt underlag

Övrigt underlag utgörs av:

- Digital baskarta Göteborgs stad
- Fastighetsgräns i dwg-format, erhållen av Stadsbyggnadskontoret

3 Planerad byggnation

På den aktuella fastigheten ska möjligheten för ett bostadshus studeras. Byggnaden kan vara aktuell att utföra med suterrängvåning med hänsyn till terrängen. En möjlig utformning framgår av illustration i figur 3-1.



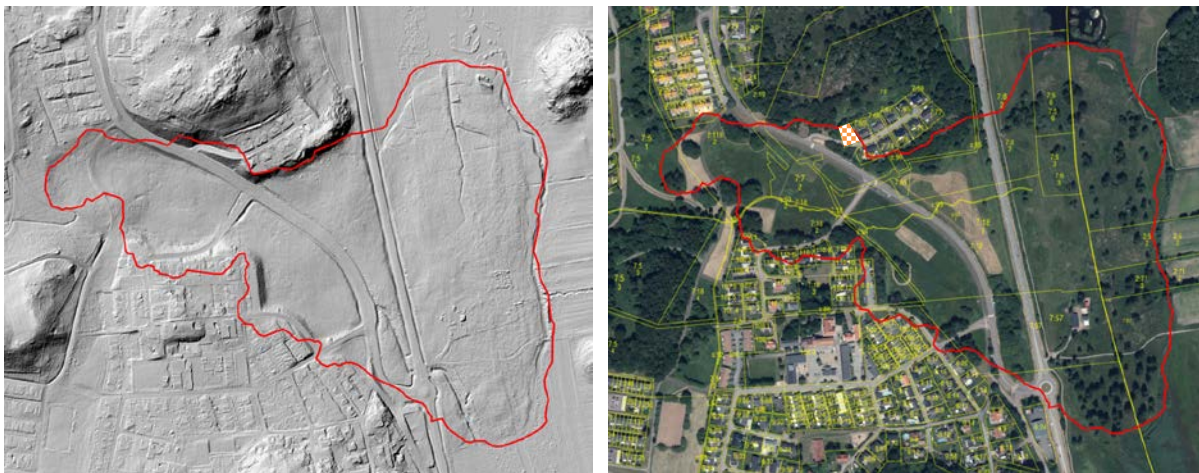
Figur 3-1 Möjlig placering/utförning av ny bostadsbyggnad med tillhörande sektioner. Exploateringsförvaltningen, daterad 2023-04-11 och 2023-04-19, rev 2023-12-11.

4 Historisk orientering

I november 1977 inträffade Tuveskredet, ett omfattande jordskred som berörde ett ca 17 hektar stort område. I figurer nedan visas skredutbredningen med några olika bakgrundskartor.



Figur 4-1 Skredutbredning översiktligt markerad på flygfoto från 1975 samt skredutbredning och topografi före skred enligt SGI rapport 11a.



Figur 4-2 Skredutbredning översiktligt markerad på terrängskuggning samt flygfoto med fastighetsgränser och aktuell fastighet markerad med oranget/vitt raster. Lantmäteriet.



Figur 4-3 Flygfoto med skredutbredningen och aktuell fastighet markerad med oranget/vitt raster. Lantmäteriet

I flygfotot i figur 4-4 framgår förödelsen vid Snarbergets fot. En arbetsväg är under uppbyggnad.



Figur 4-4 Flygfoto. Vy mot Snarberget.
Åke Hillefors - <https://digitaltmuseum.se/021015954159/cylinderskred-rotationsskred-skalskred-ingar-i-serie-med-fotonr-7033-1>

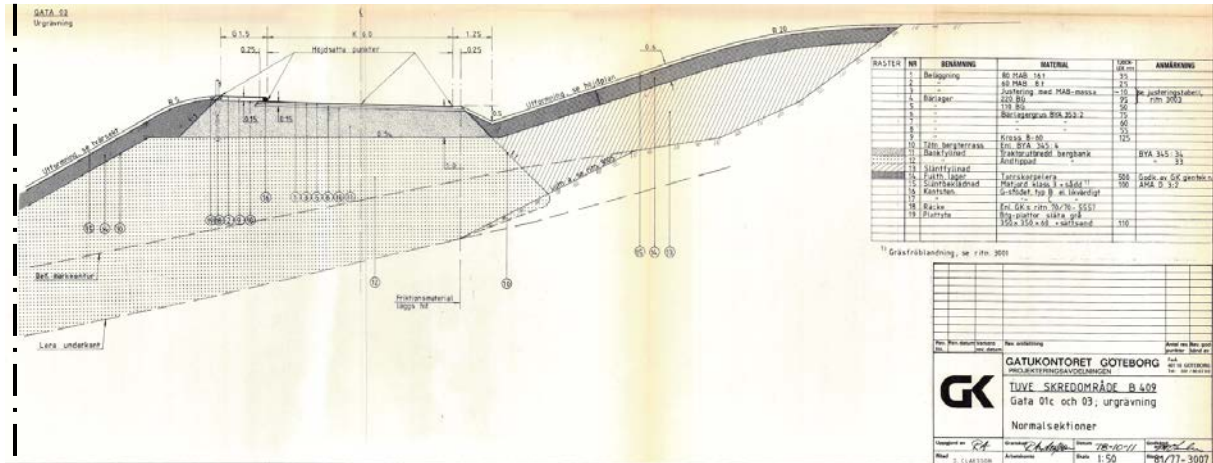
5 Förstärkningsåtgärder efter skredet

Efter att skredet inträffat utföres ett omfattande undersökningsarbete av skredområdet. Geotekniska åtgärder utfördes inom flera delar av området för att säkra kvarvarande slänter och kunna anlägga ny infrastruktur inom området.

Flera av vägarna i området berördes av skredet. För området vid Snarberget behövde en ny tillfartsväg anläggas till kvarvarande bostäder. I läget för den nya vägen upp mot Snarberget, liksom för Tuve kyrkväg, har all kvarvarande lera grävts ur ner till underliggande friktionsjord/berg. Vägbanken är därefter uppbyggd av sprängsten.

Mellan ny tillfartsväg och markområdet mot norr har befintlig jord lämnats kvar och fyllning lagts ut för att jämna ut nivåskillnaden. Mot väster har jordslänten norrut flackats ut och försetts med erosionskydd.

Gatutformning och höjdsättning framgår av figur 5-1 (äldre höjdsystem). Gatorornas uppbyggnad framgår av normalsektioner, se figur 5-2 och 5-3. Foto över återställd mark enligt figur 5-4.



Figur 5-3 Utdrag ur normalsektion Gata 03 (Snarberget). Konnektion mot Gata 01c (Tuve kyrkväg)



Figur 5-4 Arkivfoto (1), vy mot Snarberget efter återställning.

6 Geotekniska undersökningar

Geotekniska undersökningar har utförts inom ramen för detta uppdrag och redovisas tillsammans med relevanta inventerade äldre undersökningar i separat Markteknisk undersökningsrapport/Geoteknik, MUR/geoteknik, daterad 2023-12-20.

7 Geotekniska förhållanden

7.1 Topografi och ytbeskaffenhet

Marknivån inom fastigheten varierar mellan ca +19 i söder till +25 i norr. Terrängen fortsätter stiga vidare norrut respektive sjunka söderut.

Marken är bevuxen av träd, buskar och gräs.

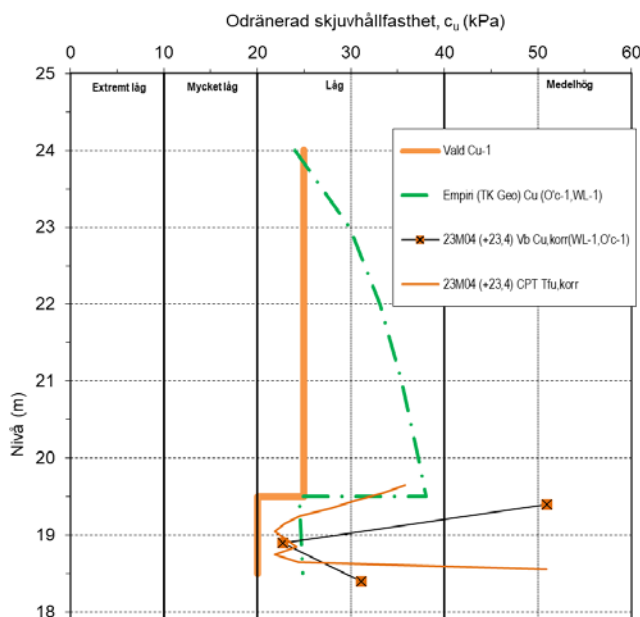
7.2 Jordlagerföljd

Jordlagren består närmare gatan av fyllning bestående av främst torrskorpelera, men även rivningsrester har konstaterats. Naturlig jord utgörs av lera ovan friktionsjord som vilar på berg. Den naturliga leran har en torrskorpa bildad till omkring 3 à 4 m djup. Torrskorpelera är sandig. I undersökningspunkter 23M03, -04 och -05 har ett tunt, ca 0,5 till 1 m, lager lösare lera konstaterats mellan torrskorpa och friktionsjord.

Under gatan och vidare söderut till under Tuve kyrkväg är all lera utskiftad ner till friktionsjord eller berg.

7.3 Jordegenskaper

Lerans naturliga vattenkvot varierar mellan 25 och 40 %. Dess konflytgräns varierar mellan 35 och 45 %. Den lösa lerans odränerade skjuvhållfasthet är låg, se figur 7.3-1.



Figur 7.3-1 Sammanställning odränerad skjuvhållfasthet.

7.4 Geohydrologiska förhållanden

Ett grundvattenrör har installerats i friktionsjorden under leran. Under utförd korttidsmätning (augusti 2023) har röret varit torrt vid samtliga mättillfällen. Markvatten har observerats i två provtagningshål på omkring 4 à 5 m djup. En relativt tjock utbildad torrskorpa tyder också på en stadigvarande låg grundvattenyta i området. Med hänsyn till att vägbanken är utförd av sprängsten ned till friktionsjord/berg bedöms det inte sannolikt att något grundvatten kan dämmas upp ens vid stora nederbördsmängder.

7.5 Sättningsförhållanden

Det förekommande tunna lagret med lös lera bedöms vara normalkonsoliderad för nuvarande förhållanden. Naturlig torrskorpelera bedöms vara överkonsoliderad. Fyllningens sammansättning och packning kan variera över ytan och därmed även dess känslighet för tillskottslaser.

7.6 Stabilitetsförhållanden

Stabilitetsberäkningar har utförts med Geostudio 2016, Slope/W. Stabilitetsberäkningar har utförts i två sektioner, B och D. För läge se beräkningsbilaga B.

Dimensionering med avseende på stabilitetsbrott har utförts i säkerhetsklass 2 (SK2) och med säkerhetsfilosofi enligt DA3, dvs $F_{EN} \geq 1,0$. η är vald till 1,0.

Valda jordegenskaper framgår av bilaga A och beräkningsbilaga B.

I kombinerad analys ansätts den dränerade hållfastheten enligt praxis, det vill säga med en inre friktionsvinkel om 30 grader och kohesionsintercept $0,1 \times c_u$.

Grundvattennivån har inom fastigheten ansatts till mellan ca 2,5 och 4,5 m djup. Grundvattentrycket i jorden i området nedanför Snarberget, kring Tuve kyrkväg, har ansatts till att ligga ca 1 m under markytan. Vägens dränering tillser att grundvattennivån inte kan stå högre. För området ytterligare längre ifrån kan trycknivån i friktionsjorden under leran visserligen vara högre, men det berör ej stabilitetsförhållandena för aktuell fastighet.

I beräkningar har en last inom fastigheten utifrån befintlig marknivå kontrollerats med avseende på lokal- och totalstabilitet. Kontroll har utförts genom att studera hur mycket last som kan påföras med tillräcklig säkerhetsmarginal, det vill säga att säkerhetsfaktorn ska vara större än 1. Endast ogynnsam last medräknas, det vill säga 0 kPa på mothållande sida. Karakteristisk trafiklast på lokalgatan i anslutning till fastigheten väljs enligt praxis till 10 kPa.

Med hänsyn till de stabiliserande åtgärder som vidtagits i samband med återställning efter skredet är totalstabilitetsförhållandena för nuvarande förhållanden goda för den aktuella fastigheten.

Vid kontroll av lokalstabilitet är det möjligt att belasta med 10 respektive 20 kPa i de två sektionerna med $F_{EN} \geq 1,0$. Skillnaden i möjlig belastning mellan sektionerna beror på olikheter i topografi där sektion D är något brantare och har större nivåskillnad jämfört med sektion B.

En kontroll med avseende på schakt för suterrängvåning har också utförts. Med en bedömd nivå för färdigt golv om +21 ansatts schaktbotten till +20,5 (FG minus betongplatta, isolering och grusavjämning).

En sammanställning av utförda analyser framgår av tabell 7.6-1.

Tabell 7.6-1 Sammanställning av utförda stabilitetsberäkningar

Sektion	Skede	Typ av analys	Säkerhetsfaktor, F_{EN}
D	Befintliga förhållanden obelastad mark, totalstabilitet	Odränerad analys	2,17 (1,41*)
D	10 kPa utbredd last inom aktuell fastighet, totalstabilitet	Odränerad analys	2,05 (1,41*)
D	Befintliga förhållanden obelastad mark, lokalstabilitet	Odränerad analys	1,28
D	10 kPa utbredd last inom aktuell fastighet, lokalstabilitet	Odränerad analys	1,03
D	10 kPa utbredd last inom aktuell fastighet, lokalstabilitet	Kombinerad analys	1,03
B	Befintliga förhållanden obelastad mark, lokalstabilitet	Odränerad analys	1,49
B	20 kPa utbredd last inom aktuell fastighet, lokalstabilitet	Odränerad analys	1,01
B	20 kPa utbredd last inom aktuell fastighet lokalstabilitet	Kombinerad analys	1,01
B	Byggskede, schakt för suterrängvåning. Cirkulärcylindrisk glidyta	Odränerad analys	1,11
B	Byggskede, schakt för suterrängvåning. Cirkulärcylindrisk glidyta	Kombinerad analys	1,11
B	Byggskede, schakt för suterrängvåning. plan glidyta	Odränerad analys	1,04
B	Byggskede, schakt för suterrängvåning. plan glidyta	Kombinerad analys	1,04

*Avser ytlig lokal glidyta i stenfyllning för befintlig väg.

Utförda beräkningar framgår i detalj i bilaga B.

8 Geotekniska rekommendationer

Utförd utredning visar att det med hänsyn till stabilitet finns möjligheter att bebygga aktuell fastighet. Stabilitetsberäkningar visar att 10 kPa kan påföras inom fastigheten utifrån nuvarande marknivå med tillräcklig säkerhetsmarginal. Praxis vid beräkning av stabilitet är att ansätta 10 kPa byggnadslast, per våningsplan, för en byggnad med tung betong- eller tegelstomme. Vidare innebär en utformning med källare och/eller suterräng att delar av eller hela lasten från byggnaden kompenseras genom att befintlig jord schaktas bort.

Tillfälliga schakter, markplanering och grundläggningsmetod, med tillhörande laster för den specifika byggnationen, bör kontrolleras av geotekniker med avseende på stabilitet. Det är högst troligt att detta kommer att krävas i bygglovsprocessen.

8.1 Mark

Jorden innehåller sand och är sannolikt flytbenägen vilket måste beaktas vid schaktningsarbeten. Erosionsskydd kan erfordras även för tillfälliga slänter. Tillfälliga schaktslänter över 2 m som står öppna >1 vecka bör inte ställas brantare än 1:2.

Stabilitet för tillfälliga schaktarbeten ska verifieras i samband med detaljprojektering.

8.2 Grundläggning

Grundläggning av byggnaden kan utföras med flera metoder beroende på placering, om suterrängvåning väljs samt övrig höjdsättning av fastigheten.

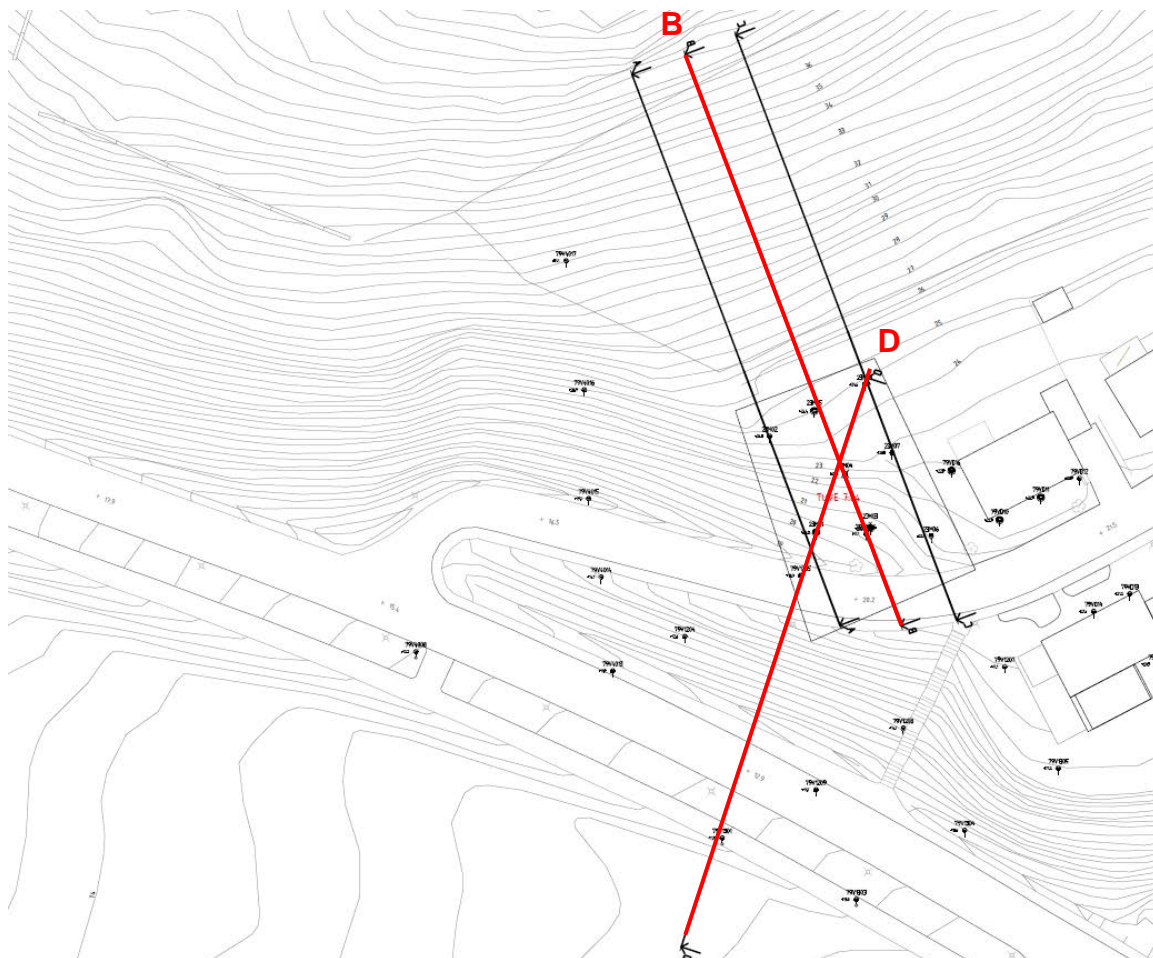
Som förutsättning innan slutlig utformning av byggnad fastställts kan grundläggning antas utgöras av stödpålar eller plintar ner till fast friktionsjord eller berg.

Valda jordegenskaper

Tabell A-1 Valda jordegenskaper

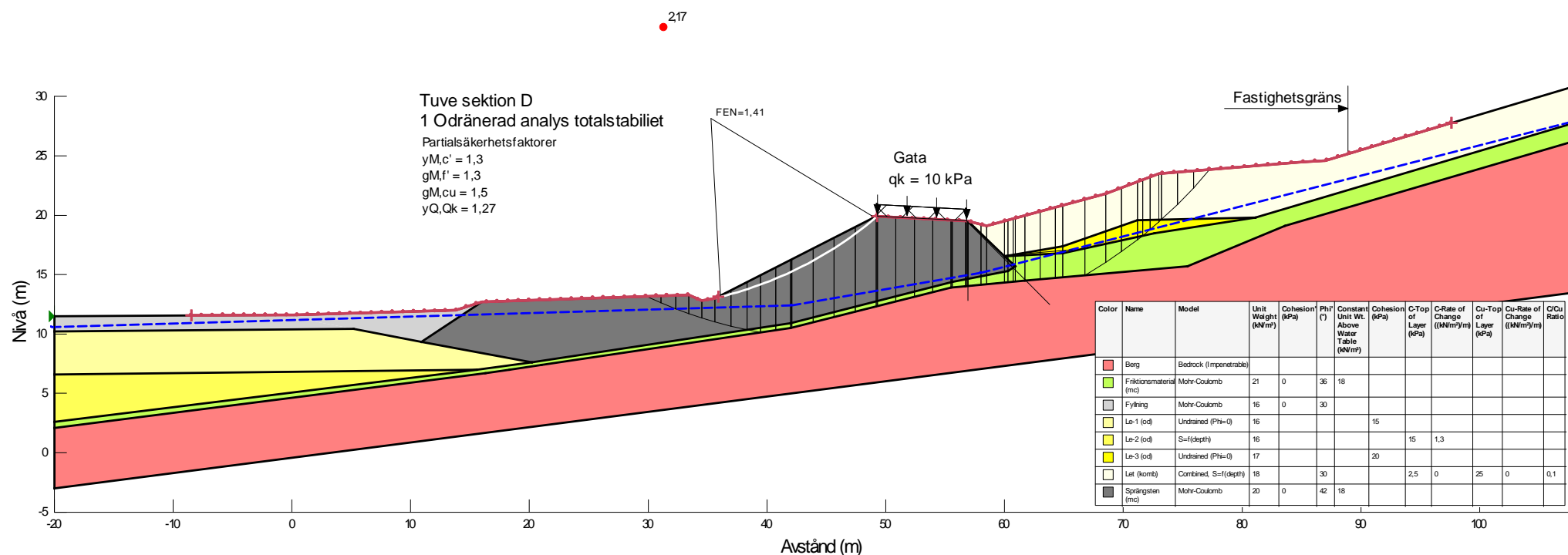
Jordlager	Tunghet	Hållfasthet
Sprängstensfyllning	$\gamma = 18 \text{ kN/m}^3$ $\gamma_m = 20 \text{ kN/m}^3$	$\phi_k' = 42^\circ$
Fyllning, inom tidigare skredområde (rivningsrester/torrskopelera)	$\gamma = 16 \text{ kN/m}^3$ $\gamma_m = 16 \text{ kN/m}^3$	$\phi_k' = 30^\circ$
Lera 1, inom skredområde ned till 5 m djup	$\gamma = 16 \text{ kN/m}^3$ $\gamma_m = 16 \text{ kN/m}^3$	$c_{uk} = 15 \text{ kPa}$
Lera 2, inom skredområde från 5 m djup	$\gamma = 16 \text{ kN/m}^3$ $\gamma_m = 16 \text{ kN/m}^3$	$c_{uk} = 15 + 1,3d \text{ kPa}$
Torrskopelera	$\gamma = 18 \text{ kN/m}^3$ $\gamma_m = 18 \text{ kN/m}^3$	$\phi_k' = 30^\circ$, $c_k' = 2,5 \text{ kPa}$, $\tau_{fk, \max} = 25 \text{ kPa}$
Lera 3, under torrskopelera	$\gamma = 17 \text{ kN/m}^3$ $\gamma_m = 17 \text{ kN/m}^3$	$c_{uk} = 20 \text{ kPa}$
Friktionsjord, mellan lera och berg	$\gamma = 18 \text{ kN/m}^3$ $\gamma_m = 21 \text{ kN/m}^3$	$\phi_k' = 36^\circ$

Stabilitetsberäkningar



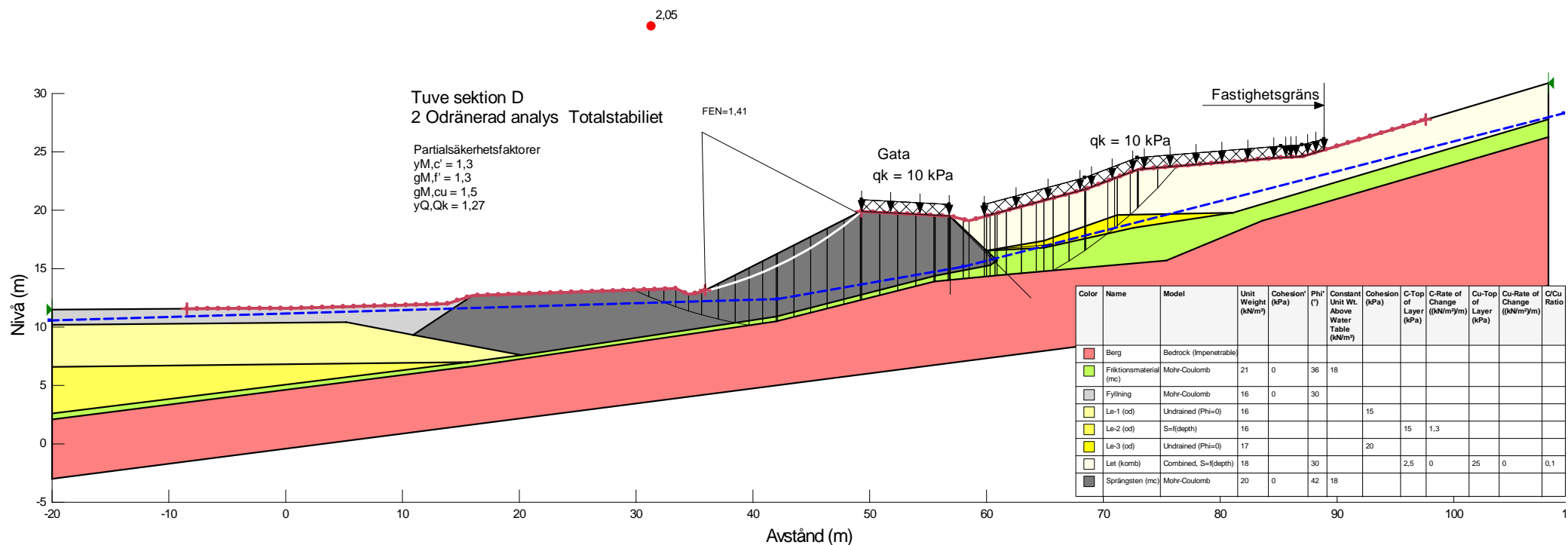
Figur B-1 *Sektionslägen för stabilitetskontroll, B och D.*

Stabilitetsberäkningar



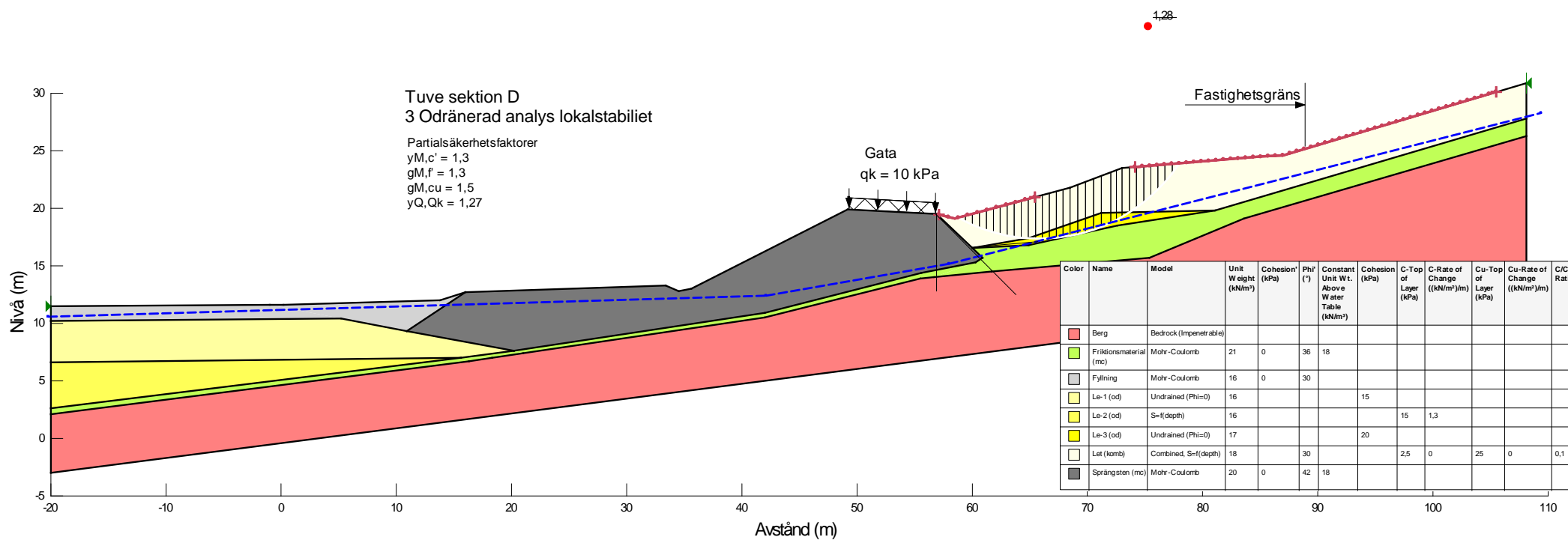
Figur B-2 Sektion D totalstabilitet, odränerad analys, ingen last inom Tuve 7:64. Lägsta säkerhetsfaktor ($F_{EN} = 2,17$) för glidyta som berör fastigheten. Lokal glidyta i stenfyllning för väg ($F_{EN} = 1,41$).

Stabilitetsberäkningar



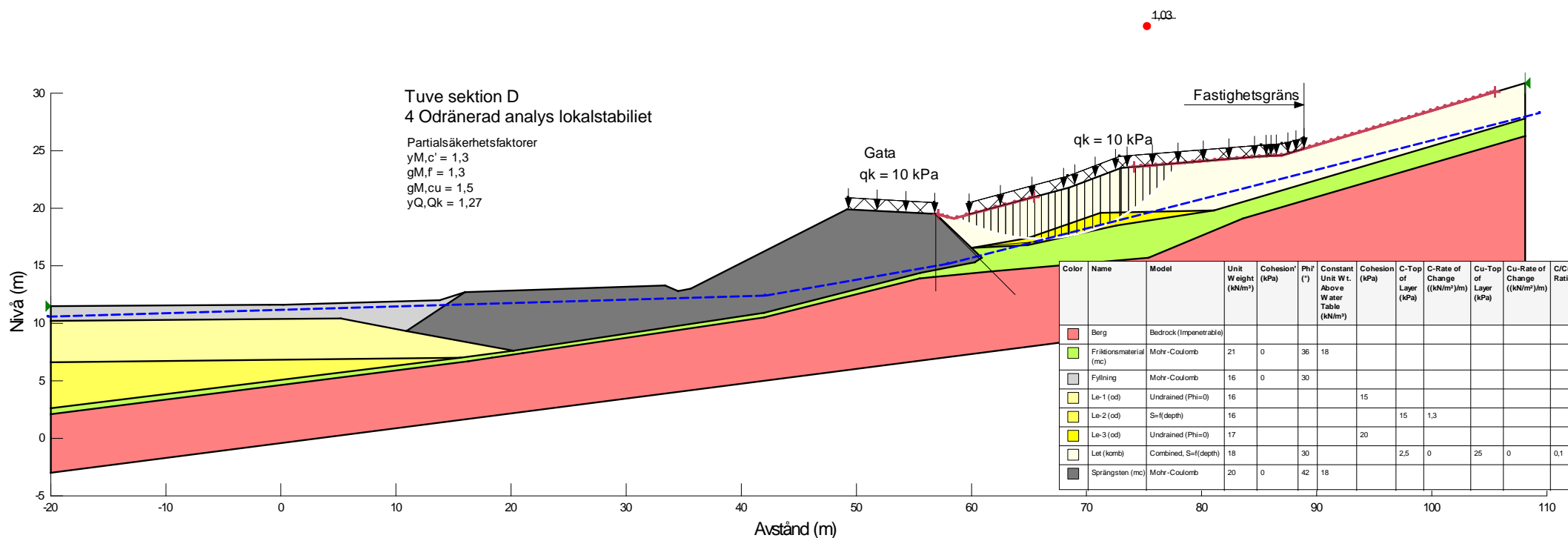
Figur B-3 Sektion D totalstabilitet, odränerad analys, 10 kPa last inom Tuve 7:64. Lägsta säkerhetsfaktor ($F_{EN} = 2,05$) för glidyta som berör fastigheten. Lokal glidyta i stenfyllning för väg ($F_{EN} = 1,41$)

Stabilitetsberäkningar



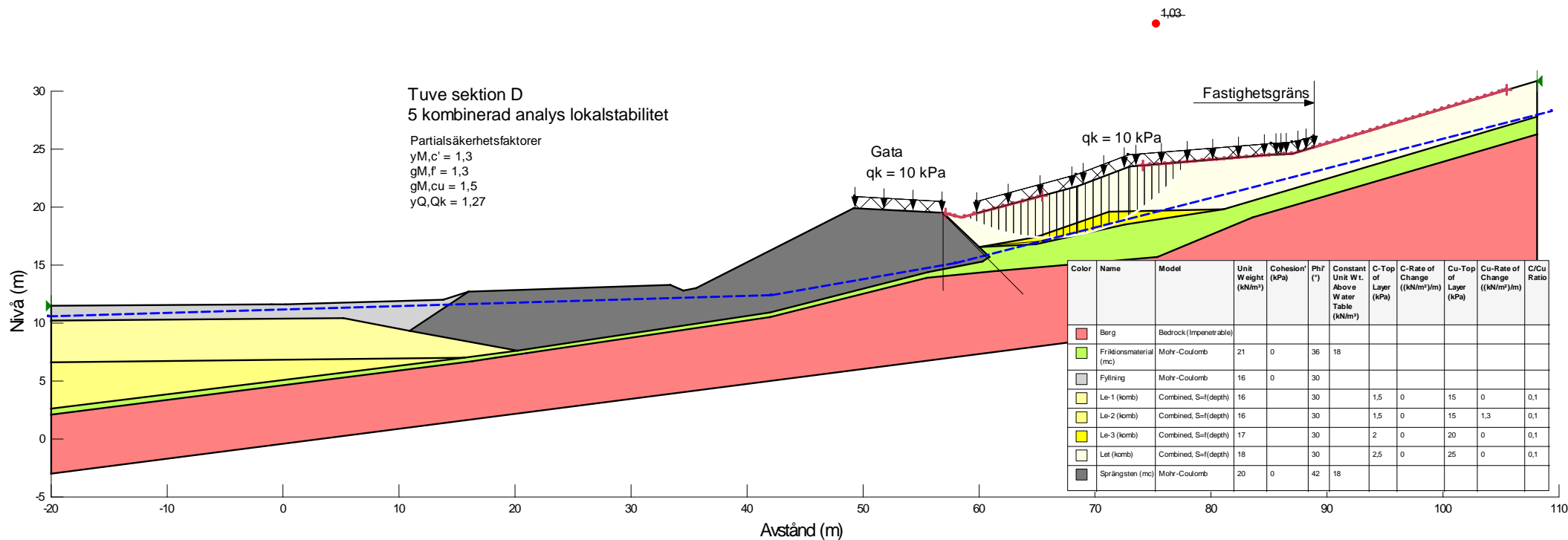
Figur B-4 Sektion D lokalstabilitet, odränerad analys, ingen last inom Tuve 7:64.

Stabilitetsberäkningar



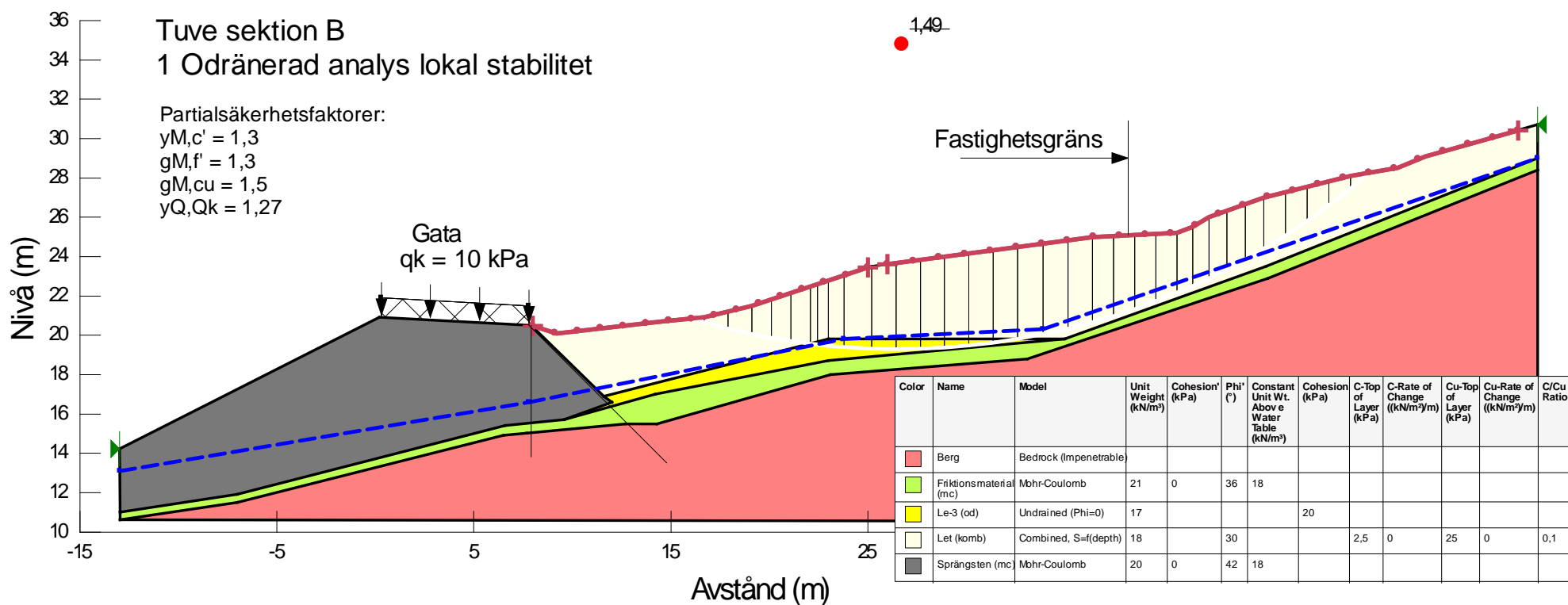
Figur B-5 Sektion D lokalstabilitet, odränerad analys, Maximal last för $F_{EN} \geq 1,0$, 10 kPa inom Tuve 7:64.

Stabilitetsberäkningar



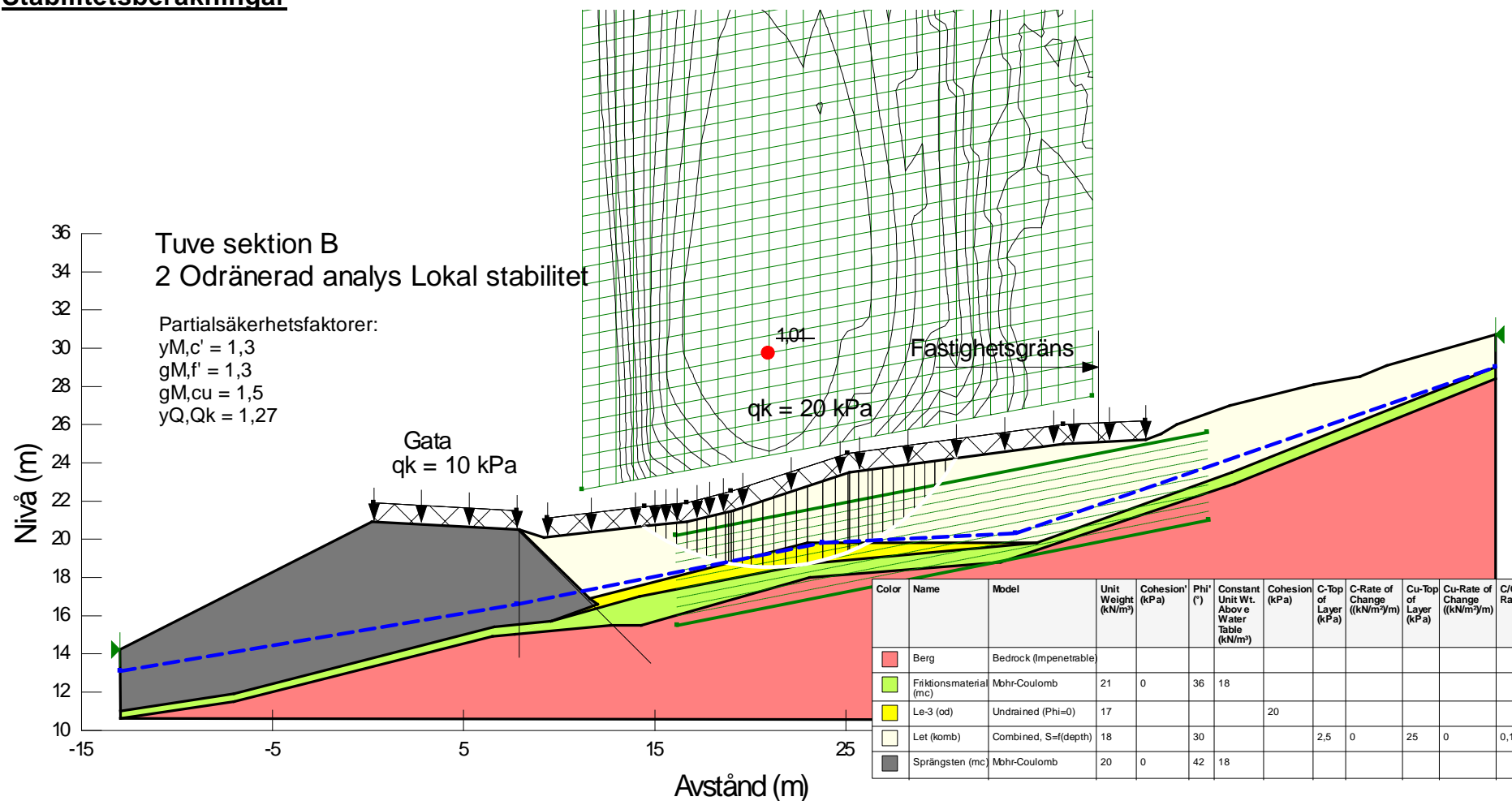
Figur B-6 Sektion D lokalstabilitet, kombinerad analys, Maximal last för $F_{EN} \geq 1,0$, 10 kPa inom Tuve 7:64.

Stabilitetsberäkningar



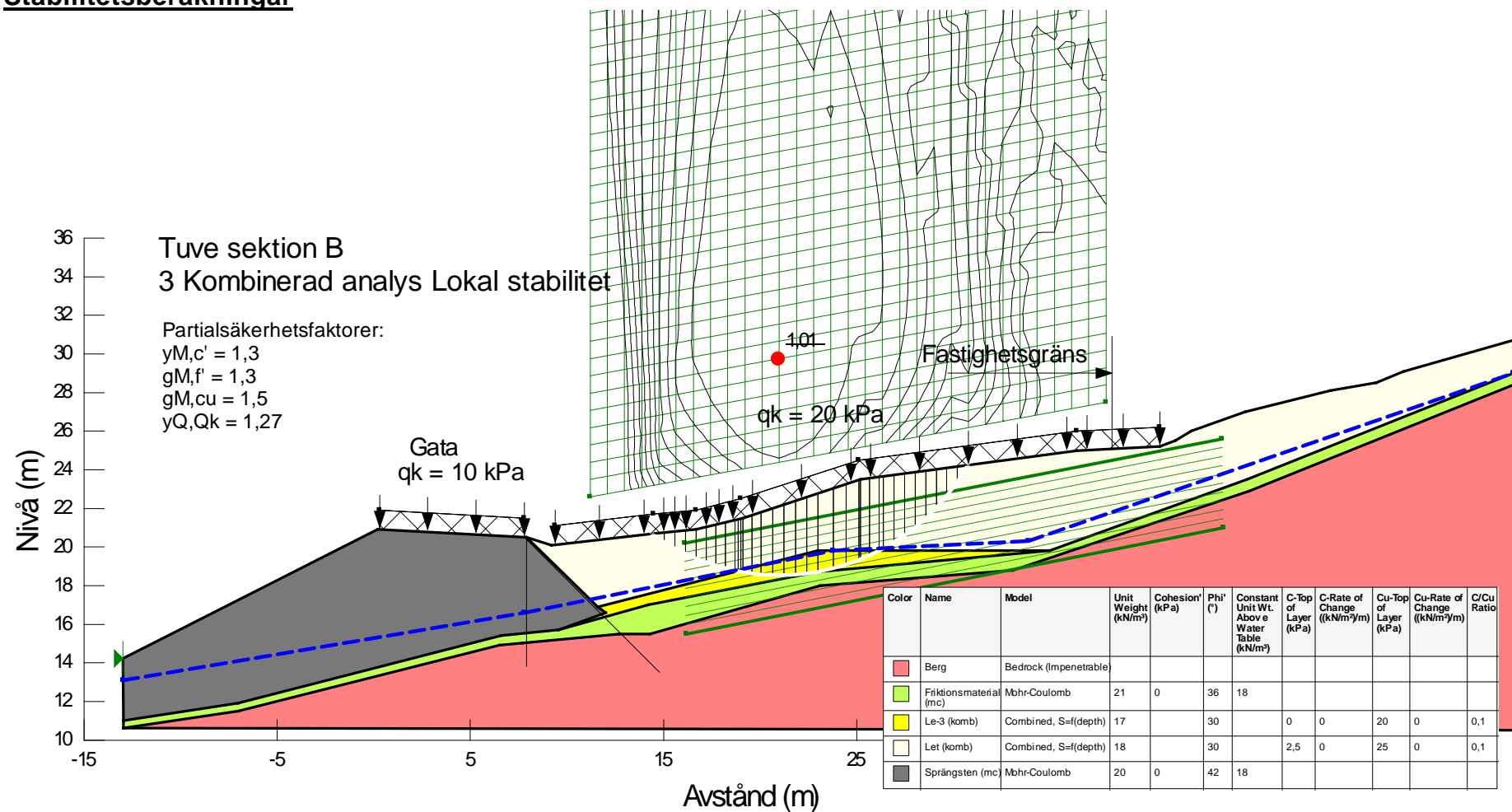
Figur B-7 Sektion B lokalstabilitet, odränerad analys, ingen last inom Tuve 7:64.

Stabilitetsberäkningar



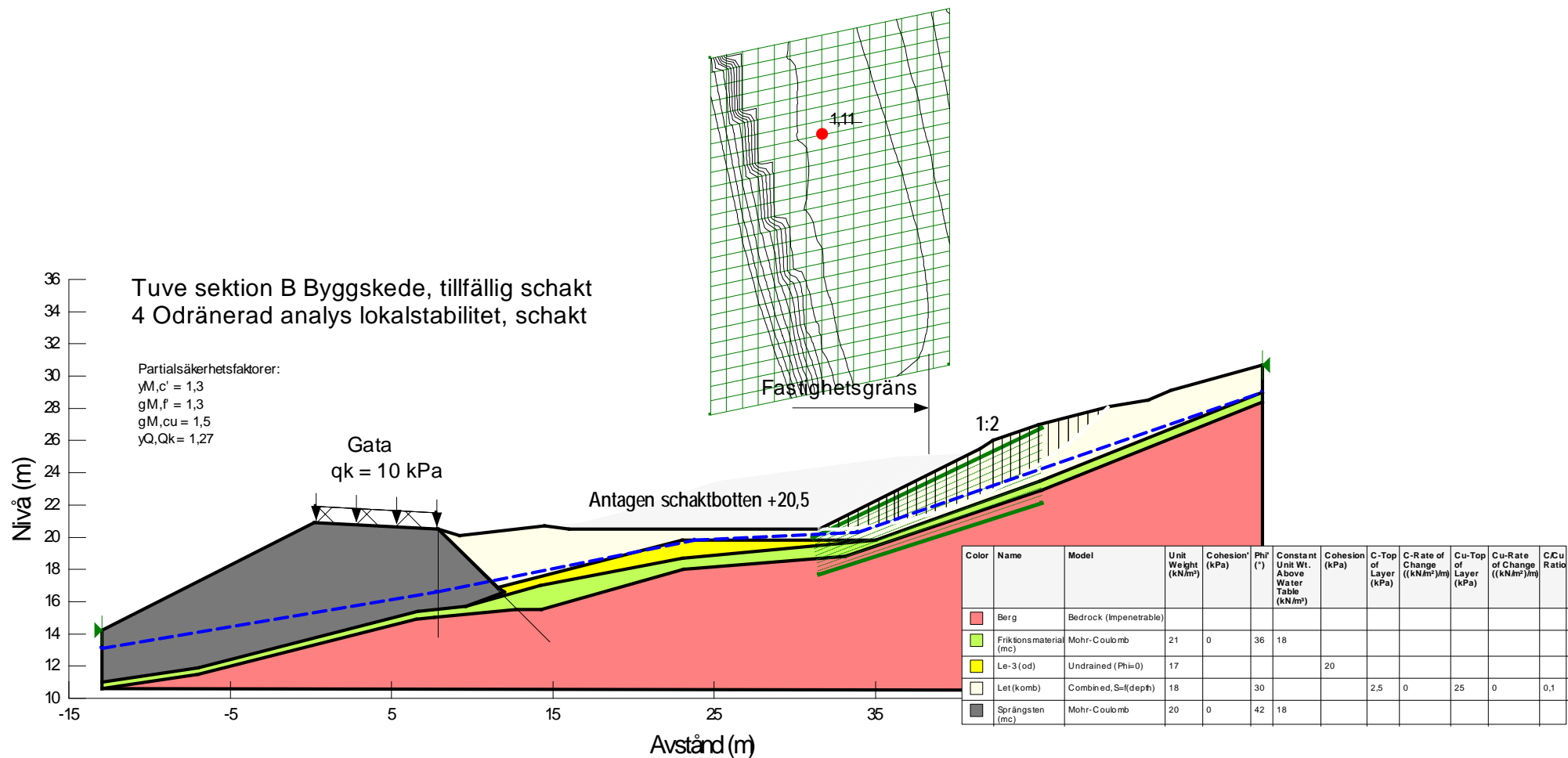
Figur B-8 Sektion B lokalstabilitet, odränerad analys, Maximal last för $F_{EN} \geq 1,0$, 20 kPa inom Tuve 7:64.

Stabilitetsberäkningar



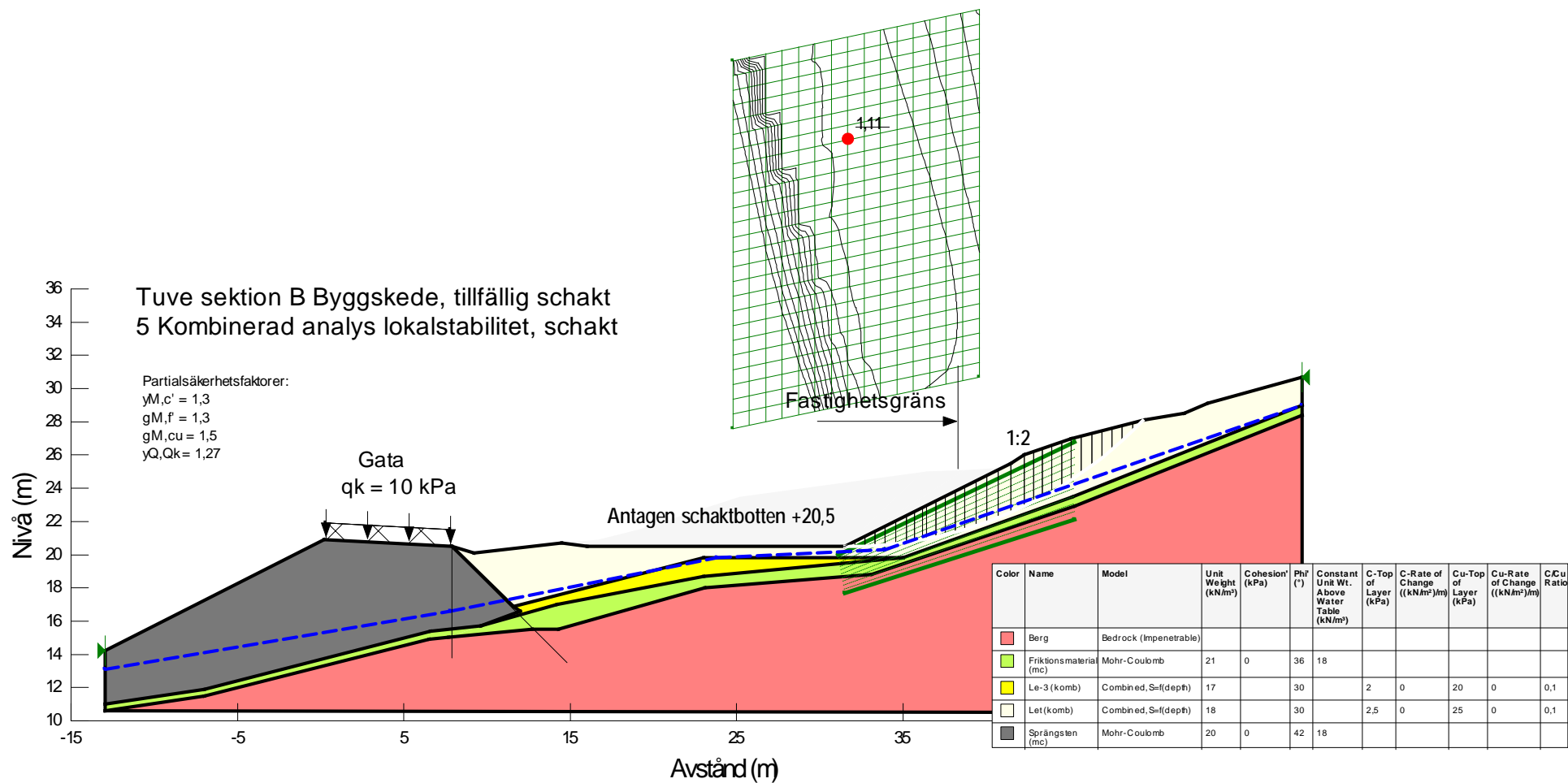
Figur B-9 Sektion B lokalstabilitet, kombinerad analys, Maximal last för $F_{EN} \geq 1,0$, 20 kPa inom Tuve 7:64.

Stabilitetsberäkningar



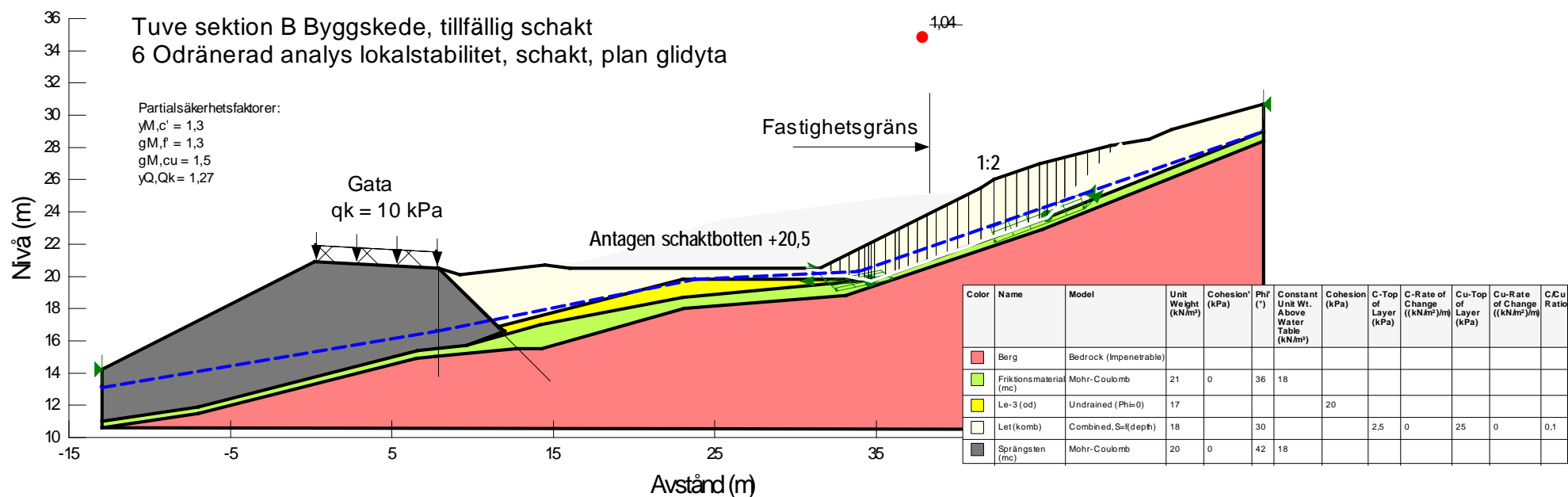
Figur B-10 Sektion B lokalstabilitet, odränerad analys, schakt för källare/suterräng.

Stabilitetsberäkningar



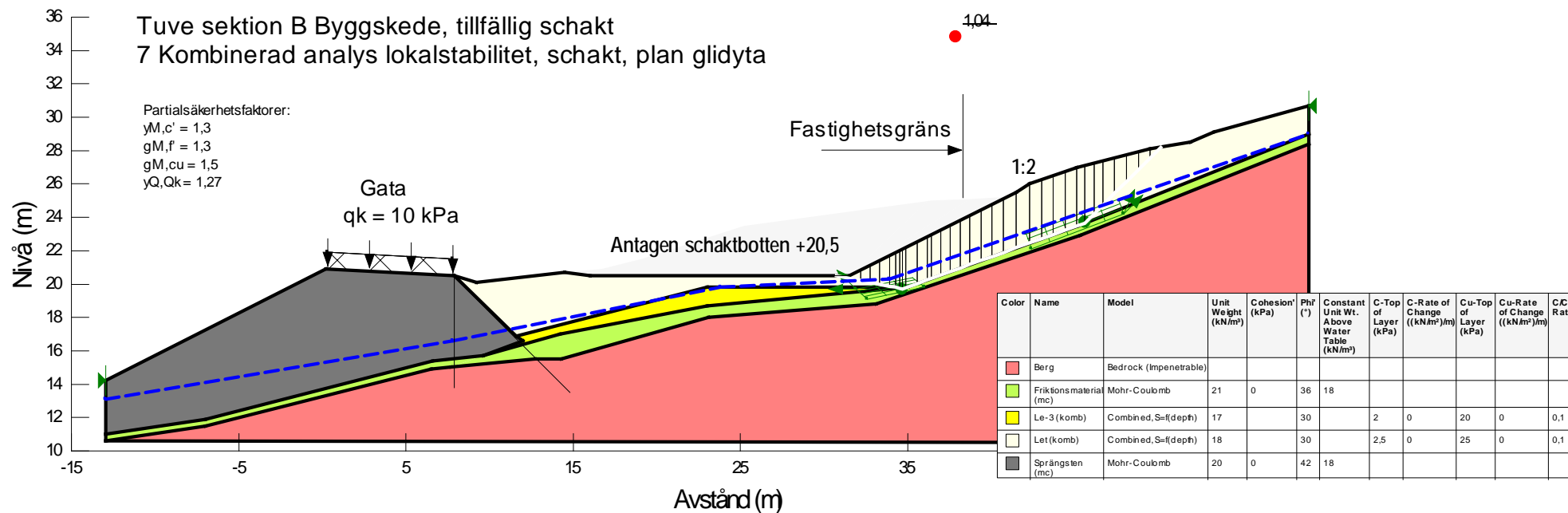
Figur B-11 Sektion B lokalstabilitet, kombinerad analys, schakt för källare/suterräng.

Stabilitetsberäkningar



Figur B-12 Sektion B lokalstabilitet, odränerad analys, schakt för källare/suterräng. Plan glidyta.

Stabilitetsberäkningar



Figur B-13 Sektion B lokalstabilitet, kombinerad analys, schakt för källare/suterräng. Plan glidyta.