

DECEMBER 2019, REV. A APRIL 2020, REV. B DECEMBER 2020
KUNGÄLVS KOMMUN

TJUUVKIL 2:67 M.FL., ETAPP A

PM GEOTEKNIK FÖR DETALJPLAN



COWI

ADRESS COWI AB
Skärgårdsgatan 1
Box 12076
402 41 Göteborg
Sverige

TEL 010 850 10 00
FAX 010 850 10 10
WWW cowi.se

DECEMBER 2019, REV. A APRIL 2020, REV. B DECEMBER 2020
KUNGÄLVS KOMMUN

TJUUVKIL 2:67 M.FL., ETAPP A

PM GEOTEKNIK FÖR DETALJPLAN

PROJEKTNR.

A129636

DOKUMENTNR.

A129636-G-PME-001

VERSION

3.0

UTGIVNINGSDATUM

2019-12-20

REVIDERINGSDATUM

REV. A 2020-04-29
REV. B 2020-12-22

UTARBETAD

Simon Carlsson

GRANSKAD

Charlotte Junkers

GODKÄND

Christina Edström

INNEHÅLL

1	Sammanfattning	7
2	Objekt	9
3	Syfte	10
4	Utförda undersökningar	10
5	Exploateringsförslag	11
6	Topografiska förhållanden och markbeskaffenhet	12
7	Geotekniska förhållanden	18
8	Stabilitetsutredning	21
9	Sättningsutredning	29
10	Rekommendationer till detaljplan	30

1 Sammanfattning

Kungälv kommun planerar att detaljplanlägga del av Tjuvkils huvud, fastighet Tjuvkil 2:67 m.fl. i samband med utbyggnad av kommunalt VA vilket kommer att möjliggöra utökade byggrätter och underlätta för permanentboende. Inför framtagandet av detaljplan har COWI AB utfört en geoteknisk utredning. Detaljplaneområdet har delats upp i tre delområden. Delområde 1 utgörs av befintlig parkeringsplats i anslutning till en småbåtshamn samt västra delen av väg Tjuvkils Huvud och tomterna i anslutning till vägen. Delområde 2 är beläget på ett höjddparti som främst utgörs av berg i dagen, naturmark och villatomter. Delområde 3 utgörs av gräsbevuxen yta med villatomter.

Utförd geoteknisk undersökning visar att jordlagerföljden inom delområde 1 huvudsakligen utgörs av fyllning på lera som via ett lager av friktionsjord vilar på berg. Lerans mäktighet bedöms variera mellan ca 0 och 12 m. Jordlagerföljden inom delområde 2 utgörs huvudsakligen av friktionsjord som vilar på berg. Friktionsjordens mäktighet bedöms variera mellan ca 0 och 1,5 m. Inom delområde 2 finns partier med synligt berg i dagen. Jordlagerföljden inom delområde 3 utgörs huvudsakligen av mulljord på lera över ett tunt lager friktionsjord ovan berg.

Inom delområde 1 västra del (parkeringsyta, vändplats och vågbrytare) medför jordlagerföljden i kombination med de grunda djupen till berg att stabilitetsförhållandena bedöms vara tillfredställande för befintliga förhållanden. Inom delområdets centrala del ökar djup till berg och utförd stabilitetsanalys för befintliga förhållanden visar att stabiliteten inte är tillfredställande. Det innebär att förstärkningsåtgärder krävs. I den östra delen av delområdet minskar åter djup till berg och utförd stabilitetsanalys för både befintliga och utbyggda förhållanden visar att stabiliteten är tillfredställande. Maximal belastning är 20 kPa.

Inom delområde 2 medför jordlagerföljden i kombination med de grunda djupen till berg och områden med berg i dagen att lokalstabiliteten bedöms vara tillfredställande för befintliga och utbyggda förhållanden. I delområdets norra del i anslutning till havet finns berg i dagen längs hela strandkanten vilket medför att stabilitetsförhållanden bedöms vara tillfredställande.

Inom delområde 3 bedöms stabilitetsförhållandena vara tillfredsställande för befintliga och utbyggda förhållanden utifrån utförd stabilitetsanalys.

Utförd sätttningsanalys visar att leran inom delområde 1 är sätttningsbenägen och sättningar förutsätts uppstå även vid mindre laster. För delområde 2 som utgörs av ett fastmarksparti bedöms ingen sätttningsproblematik uppstå för planerad byggnation. För delområde 3 är leran sätttningsbenägen och sättningar förutsätts uppstå även vid mindre laster.

Inom delområde 1 bedöms grundläggning inom områdets norra del kunna ske på platta på mark på sprängstensfyllning på framschaktat berg. Vid en förändring av lokalgatans marknivå kommer en förstärkningsåtgärd erfordras. Inom delområde 2 bedöms grundläggning kunna utföras med platta på mark. Inom delområde 3 bedöms grundläggning kunna utföras på pålar eller genom kompensationsgrundläggning.

2 Objekt

COWI AB har på uppdrag av Kungälv kommun utfört en geoteknisk utredning i samband med framtagande av detaljplan för del av Tjuvkils huvud, Tjuvkil 2:67 m.fl. Området är ett äldre sommarstugeområde och kommer i samband med utbyggnad av kommunalt VA att planläggas för att möjliggöra utökade byggrätter och underlätta för permanentboende. Nya bostadstomter kan också komma att prövas i begränsad omfattning.

Det aktuella området är beläget i Tjuvkil i Kungälv kommun ca 15 km väster om Kungälv centrum. Området utgörs av bostadstomter och naturmark med blandad växtlighet och stora ytor med berg i dagen. Geotekniska undersökningar har utförts inom hela detaljplaneområdet, se översiktskarta i Figur 1.

2.1 Revidering A, kompletterande undersökningar

En kompletterande geoteknisk undersökning utfördes under vecka 10 år 2020 inom områdets östra del, se Figur 1. Den kompletterande undersökningen utfördes då stora lermäktigheter under väg Tjuvkils Huvud, och söderut ut mot småbåtshamnen, kunde konstateras i den ursprungliga undersökningen. Dessa lermäktigheter medförde att utförda stabilitetsberäkningar i den ursprungliga utredningen visade på icke tillfredställande säkerhetsfaktor mot stabilitetsbrott för befintliga förhållanden. Den kompletterande undersökningen syftar därför till att kartlägga lerans utbredning i plan och sektion samt att närmre undersöka lerans hållfasthetsegenskaper.

Dock tvingades undersökningen avbrytas då missfärgat vatten i en intilliggande brun uppmärksammades i samband med fältundersökningen. Samtliga planerade jordbergsonderingar utfördes men planerade undersökningar för att utreda lerans hållfasthetsparametrar utfördes inte.



Figur 1. Översiktskarta, aktuellt område är markerat med röd-streckad linje. Område för kompletterande undersökningar är markerat med blå-streckad linje (kartkälla:

kso.etjanster.lantmateriet.se, 2019)

2.2 Revidering B, kompletterande känslighetsanalys i stabilitetsberäkning

En kompletterande känslighetsanalys har utförts för stabilitetsanalys i sektion 3. I känslighetsanalysen har ett antagande gjorts att lera finns längre upp i slänten.

Kommunen har ändrat detaljplanens område och delområde 1 ingår inte längre men beskrivningen har inte tagits bort från denna PM.

3 Syfte

COWI AB har på uppdrag av Kungälv kommun utfört en, enligt IEG:s Rapport 4:2010, detaljerad utredning i samband med framtagandet av detaljplan för aktuellt område.

Syftet med den geotekniska utredningen har varit att beskriva de geologiska, geotekniska samt hydrogeologiska förhållandena för detaljplan för Tjuvkil Etapp A. Utredningen ska även ligga till grund för att kunna bedöma risker för ras, skred och erosion.

Under år 2016 har detaljplan Tjuvkil 2:67 vunnit laga kraft. Detaljplan Tjuvkil 2:67 ansluter i söder till detaljplan Tjuvkil Etapp A. Denna geotekniska utredning hanterar inte stabilitetsanalys inom detaljplan Tjuvkil 2:67 utan det förutsätts att den geotekniska utredningen är korrekt inarbetad i tillhörande planbeskrivning.

Denna PM Geoteknik syftar till att användas som utredningsunderlag och ska inte ingå som del av förfrågningsunderlag eller annan bygghandling.

4 Utförda undersökningar

COWI AB har, under vecka 44, oktober år 2019, utfört geotekniska undersökningar inom rubricerat område. Laboratorieundersökningar har utförts på MITTA geotekniska laboratorium i Göteborg. Utsättning och avvägning av aktuella undersökningspunkter utfördes av COWI AB.

Den kompletterande undersökningen utfördes under vecka 10, mars år 2020 av COWI AB. Utsättning och avvägning av aktuella undersökningspunkter utfördes av COWI AB.

Undersökningen redovisas i koordinatsystem SWEREF 99 13 30 och höjdsystem RH 2000.

Undersökningsresultaten har sammanställts i en separat handling benämnd "*Markteknisk undersökningsrapport (MUR), Geoteknik, TJUVKIL, ETAPP A*", daterad 2019-12-20, Rev A 2020-04-29, **Rev B 2020-12-22**, med dokumentnamn A129636-G-RAP-001.

I samband med denna utredning har en bergteknisk utredning utförts och redovisas i en separat handling benämnd "*Detaljplan För Tjuvkil Etapp A, Kungälv kommun*", daterad 2019-11-28, med dokumentnamn A129636-4-02-B-RAP-001.

5 Exploateringsförslag

I samband med att kommunen bygger ut VA-nätet kommer aktuellt område att detaljplaneläggas. Detta kommer att möjliggöra utökade byggrätter och underlätta för permanentboende. Nya bostadstomter planeras också. En enklare skiss över planområdet och förslag på nya bostadstomter ses i Figur 2.

I områdets västra del undersöker Kungälv kommun, möjligheterna att befintlig kiosk kan expandera och byggas ut. En eventuell expanderings förutses ske in mot bergslänten.



Figur 2. Skiss på situationsplan erhållen av Kungälv kommun daterad 2019-10-26.

6 Topografiska förhållanden och markbeskaffenhet

Aktuellt område utgörs av fastigheterna Tjuvkil 2:67 m.fl. I utredningen har detaljplaneområdet delats in i tre delområden utifrån topografi och geologi, namngivna 1–3, se Figur 3.



Figur 3. Översikt med indelning av delområden.

6.1 Delområde 1

Området består främst av bostadstomter längs befintlig väg Tjuvkils Huvud. Området omfattar även befintlig asfalterad parkeringsplats i anslutning till en småbåtshamn, se Figur 4 och Figur 5. Norr om väg Tjuvkils Huvud finns berg i dagen som sluttar brant ner mot vägen. Söder om vägen sluttar markytan ner mot viken. Längs vägen finns befintlig växtlighet i form av buskar och träd.

Längst ut mot vattnet i väst finns ett erosionsskydd av sprängsten, se Figur 4. Erosionsskyddet sträcker sig längs parkeringen och vidare längs hela piren söderut. I anslutning till delområdet finns en befintlig vågbrytare för småbåtshamnen. Längst inne i viken är vattendjupet litet och växtligheten består av bl.a. vass.

Väg Tjuvkils Huvud sluttar svagt från öst till väst ut mot hamnen, se Figur 6.

Marknivå på parkeringsytan i väst ligger på ca +2,3. I den östra delen ligger vägen på ca +2,5.



Figur 4. Befintlig parkeringsplats. Erosionsskyddet syns till vänster i bild, fotograferat från sydväst
(COWI AB, 2019-10-23)



Figur 5. Småbåtshamnen. Berg i dagen skymtas längst bak i bild, fotograferat från sydväst
(COWI AB, 2019-10-23)



Figur 6. Väg Tjuvkils Huvud ner mot småbåtshamnen, fotograferat från öst (COWI AB, 2019-10-23)

6.2 Delområde 2

Området består till största del av berg i dagen och är relativt kuperat. Inom området finns bostadstomter längs Stenstavägen, se Figur 7. Flertalet tomter är insprängda i berget. I den norra delen sluttar marken ut mot vattnet. Berg i dagen återfinns hela vägen ner till vattnet, se Figur 8–9.

I den östra delen finns ytterligare bostadstomter längs Väg Tjuvkils Huvud och Väg 168. Norr om vägen ligger tomterna insprängda i berg eller på berg, se Figur 10.

Marknivåerna inom området varierar mellan ca +20, i den norra delen av Stenstavägen, till ca +8 i den södra delen längs Väg Tjuvkils Huvud.



Figur 7. Stenstavägen. Berg i dagen skymtas i bild. Fotograferat från norr (COWI AB, 2019-10-23)



Figur 8. Norra delen av Stenstavägen. Berg i dagen skymtas i bild. Fotograferat från söder (COWI AB, 2019-10-23)



Figur 9. Norra delen av delområdet ner mot vattnet. Berg i dagen skymtas i bild. Fotograferat från öst (COWI AB, 2019-10-23)



Figur 10. Norr om Väg Tjuvkils Huvud i den östra delen av området. Berg i dagen skymtas i bild. Fotograferat från sydöst (COWI AB, 2019-10-23)

6.3 Delområde 3

Området består till största del av gräsbevuxna bostadstomter. I den norra delen av området intill väg Tjuvkils Huvud ligger marknivån på ca +8. Direkt söder om vägen sluttar marken ner till nivån ca +3,5. I den södra delen av området är marken relativt plan, se Figur 11–12.



Figur 11. Södra delen av området. Fotografat från söder (COWI AB, 2019-10-23)



Figur 12. Södra delen av området. Fotografat från sydöst (COWI AB, 2019-10-23)

7 Geotekniska förhållanden

Utredningsområdet har delats in i tre delområden utifrån topografiska och geologiska förhållanden, se kapitel 5.

7.1 Jordlagerförhållanden

7.1.1 Delområde 1

Utförda undersökningar visar att jordlagerföljden inom delområdet består av fyllning på lera över ett tunt till inget lager friktionsjord ovan berg. På befintlig parkeringsplats i väster har berg påträffats direkt under fyllningen på ca 2 m djup.

Fyllningen utgörs av grusig sand eller sandigt grus. Fyllningen utgör huvudsakligen överbyggnadsmaterial i väg Tjuvkils Huvud och i befintlig parkeringsplats. Fyllningens mäktighet är ca 1,5–2 m.

Lerans mäktighet bedöms variera mellan ca 3 och 12 m. Lokalt finns torrskorpelera med en tjocklek på ca 1–1,5 m. Leran har inslag av silt och siltskikt och innehåller även skalrester och skaljordsskikt enligt undersökningspunkt T105. Den uppmätta naturliga vattenkvoten i leran varierar mellan ca 50 och 65 % och konflytgränsen varierar mellan ca 40 och 55 %. Lerans odränerade skjuvhållfasthet, utvärderad från CPT-sondering och ostörd provtagning varierar mellan ca 9 och 20 kPa. Lerans sensitivitet varierar mellan ca 40 och 145 och klassas som högsensitiv och kvicklera förekommer.

Under leran har ett tunt, ca 0–2 m, lager **friktionsjord** påträffats. Friktionsjordens övriga egenskaper har inte närmare undersökts.

7.1.2 Delområde 2

Utförda undersökningar visar att jordlagerföljden inom den norra delen av delområdet utgörs av friktionsjord eller fyllning av friktionsjord på berg eller av berg i dagen. I den sydöstra delen utgörs jordlagren av fyllning och friktionsjord på berg. Längst österut finns lera under fyllningen över ett tunt lager friktionsjord på berg.

Fyllningen utgörs av grusig sand eller sandigt grus och utgör huvudsakligen överbyggnadsmaterial i Stenstavägen och Väg Tjuvkils Huvud. Fyllningens mäktighet varierar kring ca 0,4–1 m.

Friktionsjordens mäktighet bedöms variera mellan 0 och 5 m enligt utförda undersökningar. Friktionsjorden består främst av sand eller sandigt grus.

Lerans mäktighet i den östra delen varierar enligt utförd trycksondering i CW11 kring ca 2,5 m. Den översta metern utgörs av torrskorpa. Lerans övriga egenskaper har inte närmare undersökts.

Under leran har ett ca 3 m mäktigt lager av **friktingsjord** påträffats. Friktingsjordens övriga egenskaper har inte närmare undersökts.

7.1.3 Delområde 3

Utförda undersökningar visar att jordlagerföljden inom delområdet överst utgörs av mulljord på lera över ett tunt lager friktionsjord ovan berg.

Mulljorden är ca 0,2 m mäktig.

Lerans mäktighet är ca 18 m enligt undersökningspunkt CW12. Den översta 1–1,5 m utgörs av torrskorpa. Leran har inslag av silt och siltskikt och innehåller även skalrester och skaljordsskikt. Den uppmätta naturliga vattenkvoten varierar mellan ca 40 och 88 % och konflytgränsen varierar mellan ca 45 och 70 %. Lerans densitet är uppmätt till ca 1,5–1,8 t/m³. Lerans odränerade skjuvhållfasthet, utvärderad från CPT-sonderingar, vingförsök och ostörd provtagning, varierar mellan ca 10 och 35 kPa. Lerans sensitivitet varierar mellan ca 12 och 26 och klassas som mellansensitiv. Ingen kvicklera förekommer.

Lerans sättningsegenskaper har utvärderats utifrån CRS-försök och CPT-sondering på ostörda prover och dess överkonsolideringsgrad, OCR, ligger kring 1,5–1,8 vilket innebär att leran är svagt överkonsoliderad.

Under leran har ett tunt, ca 1–2 m, lager **friktingsjord** påträffats. Friktingsjordens övriga egenskaper har inte närmare undersökts.

7.2 Grundvattenförhållanden

Inom detaljplaneområdet har hydrogeologiska undersökningar utförts genom installation av ett grundvattenrör samt observation av fri grundvattenyta i undersökningshål i samband med geotekniska fältundersökningar.

Inom delområde 3 har ett grundvattenrör installerats i undersökningspunkt CW12 på ca 17,8 m djup under markytan. Grundvattenytan har mätts vid två tillfällen under november och december månad år 2019 och visar på ett vattentryck motsvarande en fri grundvattenyta ca 1,4 m över markytan, vilket motsvarar en nivå på ca +5.

Söder om delområde 2 (inom åkermarken) finns två tidigare installerade grundvattenrör. I samband med denna utredning har det ena grundvattenröret mätts medan det andra var försvunnet. Grundvattenytan har mätts vid ett tillfälle under december månad och visar på ett vattentryck motsvarande en fri grundvattenyta 0,6 m under markytan, vilket motsvarar en nivå på ca +3.

7.3 Förekomst kvicklera

Närmast havet förekommer kvicklera men lerans sensitivitet minskar åt öster och i detaljplaneområdets östra del förekommer inte kvicklera. I Figur 13 nedan är en översiktlig bedömning av kvicklerans utbredning markerat med röd-streckad-linje.



Figur 13. Del av planritning där en översiktlig bedömning av kvicklerans utbredning markerat med röd-streckad-linje.

8 Stabilitetsutredning

8.1 Beräkningssektioner

Stabilitetsanalys har utförts i fyra sektioner, se Figur 14.



Figur 14. Skiss med utförda stabilitetssektioner.

8.2 Revidering A, kompletterande beräkningssektioner

Kompletterande stabilitetsanalyser har utförts för befintlig sektion 1 samt i ytterligare en sektion, dessa benämns sektion 1a och sektion 1b, se figur 15. Sektion 1a är beräknad i samma snitt som ursprunglig sektion 1 men har förfinats med hjälp av de kompletterande undersökningarna.



Figur 14. Skiss med utförda kompletterande stabilitetssektioner.

8.3 Gynnsamma och ogynnsamma förutsättningar

Bedömning av områdets gynnsamma och ogynnsamma förutsättningar har utförts och syftar till att vara del av underlag till bestämning av erforderliga säkerhetsfaktorer, resultaten redovisas i Tabell 1 nedan.

Tabell 1 Gynnsamma och ogynnsamma förutsättningar för stabilitetsberäkningar

Förutsättning	Gynnsamma	Ogynnsamma
Fältundersökningens innehåll och omfattning	Kvalificerade undersökningar (CPT-sondering, vingförsök och ostörd provtagning) har utförts.	Inom områden med friktionsjord har tabellvärden valts enligt TK Geo 13.
Laboratorieundersökningens innehåll och omfattning	Upptagna prover har klassificerats i lab. Rutinanalys och CRS-försök har utförts på ostörda prover.	
Områdets beständighet	Ingen synlig erosion.	Uppsprucket berg.
Områdets geometri		Markytans nivåer är hämtade från grundkarta.

Förutsättning	Gynnsamma	Ogynnsamma
Grundvatten- och porttrycksförhållanden	Konservativ bedömning från utförda mätningar.	Kort mätserie.
Jordens egenskaper	Konservativt värde valt. Relativt små jorddjup.	Kvicklera förekommer.
Analys- och beräkningsarbetets innehåll och omfattning.	Tvådimensionell analys (resultat på säkra sidan).	

8.4 Erforderliga krav för stabilitetsberäkningar

Stabilitetsberäkningarna har utförts med totalsäkerhetsanalys. I enlighet med IEG Rapport 4:2010 för nyexploatering/planläggning detaljerad utredning, ligger intervallet på erforderlig säkerhetsfaktor på $F_c \geq 1,7-1,5$ (odränerad analys), $F_{komb} \geq 1,5-1,4$ (kombinerad analys) samt $F_\phi \geq 1,3$ (dränerad analys).

Säkerhetsfaktorer mot stabilitetsbrott har valts med hänsyn till gynnsamma och ogynnsamma förhållanden i Tabell 1.

Erforderlig säkerhetsfaktor mot stabilitetsbrott har valts för odränerad analys till $F_c \geq 1,65$, för kombinerad analys till $F_{komb} \geq 1,5$ och för dränerad analys till $F_\phi \geq 1,3$

8.5 Sammanställning av beräkningsparametrar

8.5.1 Jordmaterialparametrar

Valda beräkningsparametrar för sektion 1–3 redovisas i Tabell 2 nedan. Valda beräkningsparametrar för sektion 4 redovisas i Tabell 3. Utvärderade skjuvhållfasthetsdiagram redovisas som bilaga, se bilageförteckning.

Vid kombinerad analys har lerans friktionsvinkel ansatts till 30° och lerans kohesionsintercept till 10 % av den odränerade skjuvhållfastheten.

Tabell 2. Sammanställning av härledda värden för sektion 1-3

Jordmaterial	Jordparameter	Härlett värde
Torrskorpelera	Tunghet, (γ)	18 kN/m ³
	Effektiv tunghet, (γ')	8 kN/m ³
	Odränerad skjuvhållfasthet, (cu)	30 kPa
Lera	Tunghet, (γ)	16 kN/m ³
	Effektiv tunghet, (γ')	6 kN/m ³
	Odränerad skjuvhållfasthet, (cu)	11 kPa 9 kPa (kompletterande sektion 1a och 1b)
Lera 2	Tunghet, (γ)	16 kN/m ³
	Effektiv tunghet, (γ')	6 kN/m ³
	Odränerad skjuvhållfasthet, (cu)	11+0,75*z kPa 9+1,78*z kPa (kompletterande sektion 1a och 1b)
Gyttja	Tunghet, (γ)	15 kN/m ³
	Effektiv tunghet, (γ')	5 kN/m ³
	Odränerad skjuvhållfasthet, (cu)	9 kPa
Friktionsjord*	Tunghet, (γ)	20 kN/m ³
	Effektiv tunghet, (γ')	12 kN/m ³
	Inre friktionsvinkel (ϕ')	36°
Fyllning*	Tunghet, (γ)	20 kN/m ³
	Effektiv tunghet, (γ')	13 kN/m ³
	Inre friktionsvinkel (ϕ')	38°

Tabell 3. Sammanställning av härledda värden för sektion 4

Jordmaterial	Jordparameter	Härlett värde
Torrskorpelera	Tunghet, (γ)	17 kN/m ³
	Effektiv tunghet, (γ')	7 kN/m ³
	Odränerad skjuvhållfasthet, (c_u)	30 kPa
Lera	Tunghet, (γ)	16 kN/m ³
	Effektiv tunghet, (γ')	6 kN/m ³
	Odränerad skjuvhållfasthet, (c_u)	18 kPa
Lera 2	Tunghet, (γ)	16 kN/m ³
	Effektiv tunghet, (γ')	6 kN/m ³
	Odränerad skjuvhållfasthet, (c_u)	18+0,9*z kPa
Friktionsjord*	Tunghet, (γ)	20 kN/m ³
	Effektiv tunghet, (γ')	12 kN/m ³
	Inre friktionsvinkel (ϕ')	36°

* Värden från TK Geo 13, kapitel 5

8.5.2 Portryck- och grundvatten

I stabilitetsberäkningarna för sektion 1 och 2 har ett vattentryck motsvarande en grundvattenyta i nivå med havsytan och en hydrostatisk portrycksfördelning mot djupet antagits.

I stabilitetsberäkningarna för sektion 3 och 4 har ett vattentryck motsvarande en grundvattenyta i nivå med markytan och en hydrostatisk portrycksfördelning mot djupet antagits.

Vattenytan i viken har ansatts till nivå +0,0.

8.5.3 Laster

Befintliga byggnader har förutsatts vara grundlagda med platta på mark, utan någon annan grundläggning, det innebär att tillkommande laster på grund av byggnaderna uppskattningsvis bedöms till 10 kN/m² per våningsplan. Vid förekomst av källare har en avlastning på 10 kN/m² förutsatts.

I samband med denna utredning är inte framtida byggnation bestämd. Gällande exploateringsförslag visar på framtida önskemål men inga exakta planer är framtagna. Vid utförd stabilitetsanalys har en maximal ytlast nyttjats, framtagna genom optimering mot beräknad säkerhetsfaktor mot stabilitetsbrott. Då byggnadernas utformning ej är fastställd har ytlasten placerats jämnt fördelat över hela detaljplaneytan, dock ej närmre än 4 m från slänkrön.

8.5.4 Känslighetsanalys

Känslighetsanalys gällande jordlagrens valda hållfasthetsparametrar har utförts genom en sänkning av lerans, och i aktuella fall gyttjans, hållfasthetsparametrar med 10 % och friktionsjordens friktionsvinkel med 2°.

Känslighetsanalys gällande områdets portrycksförhållanden har utförts genom att portrycksnivåerna har höjts med 1 mvp genom hela jordprofilen.

Känslighetsanalys gällande lerans utbredning har utförts i sektion 3 genom antagande att lera förekommer längre upp i slänten

8.6 Resultat stabilitetsanalys

Stabilitetsberäkningar ger värdet på säkerhetsfaktorn F_c (odränerad analys), F_{komb} (kombinerad analys) och F_ϕ (dränerad analys). Beräkningsresultaten framgår av Tabell 4 nedan samt i Bilaga 2.

Tabell 4 Beräknade säkerhetsfaktorer med avseende på stabilitetsbrott.

Sektion, beskrivning	F_c $F_c \geq 1,65$	F_{komb} $F_{komb} \geq 1,5$	Bilaga: sida
Sektion 2, befintliga förhållanden	2,82	2,20	2:5-6
Sektion 2, utbyggda förhållanden	2,25	1,99	2:7-8
Sektion 2, utbyggda förhållanden, känslighetsanalys höjt portryck 1 mvp		1,99	2:9
Sektion 2, utbyggda förhållanden, känslighetsanalys 10% lägre skjuvhållfasthet	2,09	1,85	2:10-11

Sektion, beskrivning	F_c $F_c \geq 1,65$	F_{komb} $F_{komb} \geq 1,5$	Bilaga: sida
Sektion 3, befintliga förhållanden	2,69	3,72	2:12-13
Sektion 3, utbyggda förhållanden	2,69	3,76	2:14-15
Sektion 3, utbyggda förhållanden, känslighetsanalys höjt portryck 1 mvp		3,76	2:16
Sektion 3, utbyggda förhållanden, känslighetsanalys lägre hållfasthetsegenskaper	2,50	3,49	2:17-18
Sektion 4, befintliga förhållanden	3,25	2,75	2:21-22
Sektion 4, utbyggda förhållanden	2,45	2,01	2:23-24
Sektion 4, utbyggda förhållanden, känslighetsanalys höjt portryck 1 mvp		1,97	2:25
Sektion 4, utbyggda förhållanden, känslighetsanalys lägre hållfasthetsegenskaper	2,28	1,85	2:26-27

8.7 Revidering A, resultat kompletterande stabilitetsanalys

Stabilitetsberäkningar ger värdet på säkerhetsfaktorn F_c (odränerad analys), F_{komb} (kombinerad analys) och F_ϕ (dränerad analys). Beräkningsresultaten framgår av Tabell 5 nedan samt i Bilaga 2.

Tabell 5 Beräknade säkerhetsfaktorer med avseende på stabilitetsbrott.

Sektion, beskrivning	F_c $F_c \geq 1,65$	F_{komb} $F_{komb} \geq 1,5$	Bilaga:sida
Sektion 1a, befintliga förhållanden	1,18	1,66	2:1-2
Sektion 1b, befintliga förhållanden	1,00	1,08	2:3-4

8.8 Revidering B, resultat kompletterande känslighetsanalys

Stabilitetsberäkningar ger värdet på säkerhetsfaktorn F_c (odränerad analys), F_{komb} (kombinerad analys) och F_ϕ (dränerad analys). Beräkningsresultaten framgår av Tabell 6 nedan samt i Bilaga 2.

Tabell 6 Beräknade säkerhetsfaktorer med avseende på stabilitetsbrott.

Sektion, beskrivning	F_c $F_c \geq 1,65$	F_{komb} $F_{komb} \geq 1,5$	Bilaga:sida
Sektion 3, utbyggda förhållanden, känslighetsanalys, lera längre upp i slänten	2,69	2,62	2:19-20

8.9 Slutsats stabilitetsanalys

8.9.1 Sektion 1a och sektion 1b

Stabilitetsanalysen för **sektion 1** visar på att beräknade säkerhetsfaktorer mot stabilitetsbrott för befintliga förhållanden i området inte är tillfredställande enligt gällande krav och normer. Förstärkningsåtgärder krävs för befintliga förhållanden.

8.9.2 Sektion 2

Stabilitetsanalysen för **sektion 2** visar på att beräknade säkerhetsfaktorer mot stabilitetsbrott för befintliga förhållanden i området är tillfredställande enligt gällande krav och normer.

För utbyggda förhållanden är beräknad säkerhetsfaktor mot stabilitetsbrott i odränerad och kombinerad analys tillfredställande för sektion 2 för en utbredd ytlast om 20 kN/m².

Känslighetsanalyser utförda för förhållanden med reducerade hållfasthetsparametrar och ökad portrycksfördelning visar att stabiliteten för utbyggda förhållanden med en ytlast om 20 kN/m² är tillfredställande enligt gällande krav och normer i sektion 2.

8.9.3 Sektion 3

Stabilitetsanalysen för **sektion 3** visar på att beräknade säkerhetsfaktorer mot stabilitetsbrott för befintliga förhållanden i området är tillfredställande enligt gällande krav och normer.

För utbyggda förhållanden är beräknad säkerhetsfaktor mot stabilitetsbrott i odränerad och kombinerad analys tillfredställande för sektion 3 för en utbredd ytlast om 20 kN/m².

Känslighetsanalyser utförda för förhållanden med reducerade hållfasthetsparametrar och ökad portrycksfördelning visar att stabiliteten för utbyggda förhållanden med en ytlast om 20 kN/m² är tillfredställande enligt gällande krav och normer i sektion 3.

Känslighetsanalys för antagandet att lera sträcker sig längre upp i slänten visar att stabiliteten för utbyggda förhållanden är tillfredställande enligt gällande krav och normer.

8.9.4 Sektion 4

Stabilitetsanalysen för **sektion 4** visar på att beräknade säkerhetsfaktorer mot stabilitetsbrott för befintliga förhållanden i området är tillfredställande enligt gällande krav och normer.

För utbyggda förhållanden är beräknad säkerhetsfaktor mot stabilitetsbrott i odränerad och kombinerad analys tillfredställande för sektion 4 för en utbredd ytlast om 40 kN/m².

Känslighetsanalyser utförda för förhållanden med reducerade hållfasthetsparametrar och ökad portrycksfördelning visar att stabiliteten för utbyggda förhållanden med en ytlast om 40 kN/m² är tillfredställande enligt gällande krav och normer i sektion 4.

9 Sättningsutredning

Inom delområde 1 och delområde 3 har lerans deformationsegenskaper utvärderats utifrån CRS-försök samt CPT-sondering, se bilagt spänningsdiagram. Leran bedöms vara normal till svagt överkonsoliderad med en överkonsolideringsgrad (OCR) som varierar mellan ca 1,5 och 1,8 från utförda CRS-försök.

Normal till svagt överkonsoliderad lera klarar viss belastning innan dess att sättningar uppstår. Den varierande lermäktigheten inom området kan ge upphov till differenssättningar under planerad byggnation. För framtida byggnation kan

tillskottslasten medföra risk för krypsättningar i leran, vilket kan leda till ännu större differenssättningar.

Inom delområde 2 består jordlagerföljden av friktionsjord med ringa jorddjup. Den organiska jorden i form av mulljord är sättningsbenägen och förutsätts schaktas bort i samband med grundläggning av byggnaderna. Sättningarnas storlek för planerad byggnation förutsätts bli små och ske relativt snabbt.

10 Rekommendationer till detaljplan

10.1 Stabilitet

10.1.1 Delområde 1

Inom delområdets västra del (parkeringsyta, vändplats och vågbrytare) medför jordlagerföljden i kombination med de grunda djupen till berg att stabilitetsförhållandena bedöms vara tillfredställande för befintliga förhållanden och uppfyller rekommendationer enligt IEG rapport 4:2010.

Inom delområdets centrala del ökar djup till berg och utförd stabilitetsanalys för befintliga förhållanden visar att stabilitetsförhållandena inte är tillfredställande. I detaljplanen ska krav på geoteknisk förstärkningsåtgärd hanteras för både befintliga och utbyggda förhållanden. Förslag på förstärkningsåtgärd är att lägga ut en tryckbank i havet alternativ en permanent stödkonstruktion. I nästkommande skede rekommenderas kompletterande geotekniska undersökningar för att ytterligare avgränsa området med sämre stabilitetsförhållanden och minska omfattningen av en förstärkningsåtgärd.

Enligt gällande exploateringsförslag ska befintlig kiosk eventuellt ges möjligheten att utöka sin verksamhet genom en större byggnad. Innan exploatering kan ske ska förstärkningsåtgärd dimensioneras i enlighet med det centrala området.

Inom delområdets östra del minskar åter djup till berg och utförd stabilitetsanalys för befintliga förhållande visar att stabiliteten är tillfredställande för befintliga förhållanden och uppfyller rekommendationer enligt IEG rapport 4:2010. Stabilitetsanalysen visar att för en utbredd last om 20 kN/m², då lasten är placerad minst gynnsamt ur stabilitetssynpunkt, bedöms stabilitetsförhållandena som tillfredställande och uppfyller gällande krav. En lastrestriktion på 20 kN/m² ska inarbetas i detaljplanen.

I anslutning till delområdet finns en befintlig vågbrytare för småbåtshamnen vilken minskar risken för erosion i strandkanten. Längs lokalgatan och utanför

parkeringsytan finns befintligt erosionsskydd av god karaktär. Längst inne i viken är vattendjupet litet och växtligheten består av bl.a. vass vilket tyder på liten erosionsaktivitet.

Vid lokala schakter och uppfyllnader ska stabilitetsförhållandena kontrolleras.

10.1.2 Delområde 2

Jordlagerföljden i kombination med de grunda djupen till berg och områden med berg i dagen medför att lokalstabiliteten bedöms vara tillfredställande för befintliga förhållanden.

Eventuell framtida byggnation i området bedöms vara genomförbar så länge stabilitetsförhållandena hanteras. De grunda jordlagren medför att eventuell framtida byggnation kan grundläggas på berg.

I delområdets norra del och anslutning till havet finns berg i dagen längs hela strandkanten. Inom området är stabilitetsförhållanden tillfredställande.

Vid lokala schakter ska stabilitetsförhållandena kontrolleras.

10.1.3 Delområde 3

Totalstabiliteten för befintliga förhållanden och planerad byggnation bedöms som tillfredställande och uppfyller rekommendationer enligt IEG rapport 4:2010.

Stabilitetsanalysen visar att för en utbredd last om 40 kN/m², då lasten är placerad minst gynnsamt ur stabilitetssynpunkt, bedöms stabilitetsförhållandena som tillfredställande och uppfyller gällande krav.

Vid lokala schakter och uppfyllnader ska stabilitetsförhållandena kontrolleras.

10.2 Sättningar

10.2.1 Delområde 1

Jordlagerföljden i den centrala och östra delen av delområdet är sättningsbenägen och sättningar förutsätts uppstå även vid mindre laster. Enligt exploateringsförslaget kommer ingen förändring av markytans nivå utföras.

Vid förändring av exploateringsförslaget måste eventuella sättningar hanteras.

10.2.2 Delområde 2

Jordlagerföljden inom delområdet utgörs i huvudsak av friktionsjord med ringa jorddjup eller berg i dagen. Sättningarnas storlek, vid måttliga laster, förutsätts bli små och ske relativt snabbt.

10.2.3 Delområde 3

Jordlagerföljden i delområdet är sättningsbenägen och sättningar förutsätts uppstå även vid mindre laster. Vid eventuell framtida byggnation finns risk för differenssättningar och grundläggning av byggnader rekommenderas antingen genom pålgrundläggning eller kompensationsgrundläggning.

10.3 Grundläggning

10.3.1 Delområde 1

Inom delområdets norra del bedöms grundläggning kunna utföras med platta på mark. Inför grundläggning rekommenderas att bergytan schaktas fram och att grundläggning sker på packad sprängstensfyllning. Det ska säkerställas att all organisk jord har schaktats bort samt att grundläggning av byggnader och ledningarsker på frostfritt djup.

Vid en förändring av lokalgatans profil kommer en förstärkningsåtgärd erfordras.

10.3.2 Delområde 2

Inom området bedöms grundläggning kunna utföras med platta på mark. Inför grundläggning rekommenderas att bergytan schaktas fram och att grundläggning sker på packad sprängstensfyllning. Det säkerställas att all organisk jord har schaktats bort samt att grundläggning av byggnader och ledningarsker på frostfritt djup.

10.3.3 Delområde 3

Inom området bedöms grundläggning kunna utföras med pålar eller genom kompensationsgrundläggning.

Innan grundläggning utförs ska det säkerställas att all organisk jord har schaktats bort samt att grundläggning av byggnader och ledningar sker på frostfritt djup.

10.4 Fortsatt arbete delområde 1

De geotekniska kompletterande undersökningarna avbröts på beslut av beställaren på grund av problematik kring intilliggande brunn, se kapitel 2.1, innan dess att samtliga undersökningar slutförts. Därför finns fortfarande en viss osäkerhet i vald skjuvhållfasthet, kvicklerans utredning samt förekomst och tjocklek på torrskorpeleran.

I stabilitetsanalysen baseras områdets geometri på höjdkurvor från grundkartan. Ingen kompletterande inmätning av terrängen eller lodning av havsbotten har

utförts. Enligt utförd stabilitetsanalys har området geometri, markytan och havsbotten, stor betydelse för beräknad säkerhetsfaktor mot stabilitetsbrott.

Utförd stabilitetsanalys visar att beräknad säkerhetsfaktor mot stabilitetsbrott inte är tillfredställande för befintliga förhållanden. För att noggrannare bedöma rådande situation med hänsyn till totalstabilitet och behov av t.ex. restriktioner, rekommenderas att ytterligare moment utförs:

- > Ostörd provtagning, CPT-sondering och vingförsök för att noggrannare bestämma lerans odränerade skjuvhållfasthet och utredning av kvicklera.
- > Inmätning av markytan, speciellt i anslutning till befintlig bebyggelse.
- > Lodning av havsbotten
- > Geotekniska undersökningar från flotte för att säkerställa jordlagerförhållandena under havsbotten.
- > Installation av dubbar och att avvägning av området utförs för att kontrollera eventuella rörelser i området.

Uppdragsnummer: A129636

Projekt: Tjuvkil, Etapp A

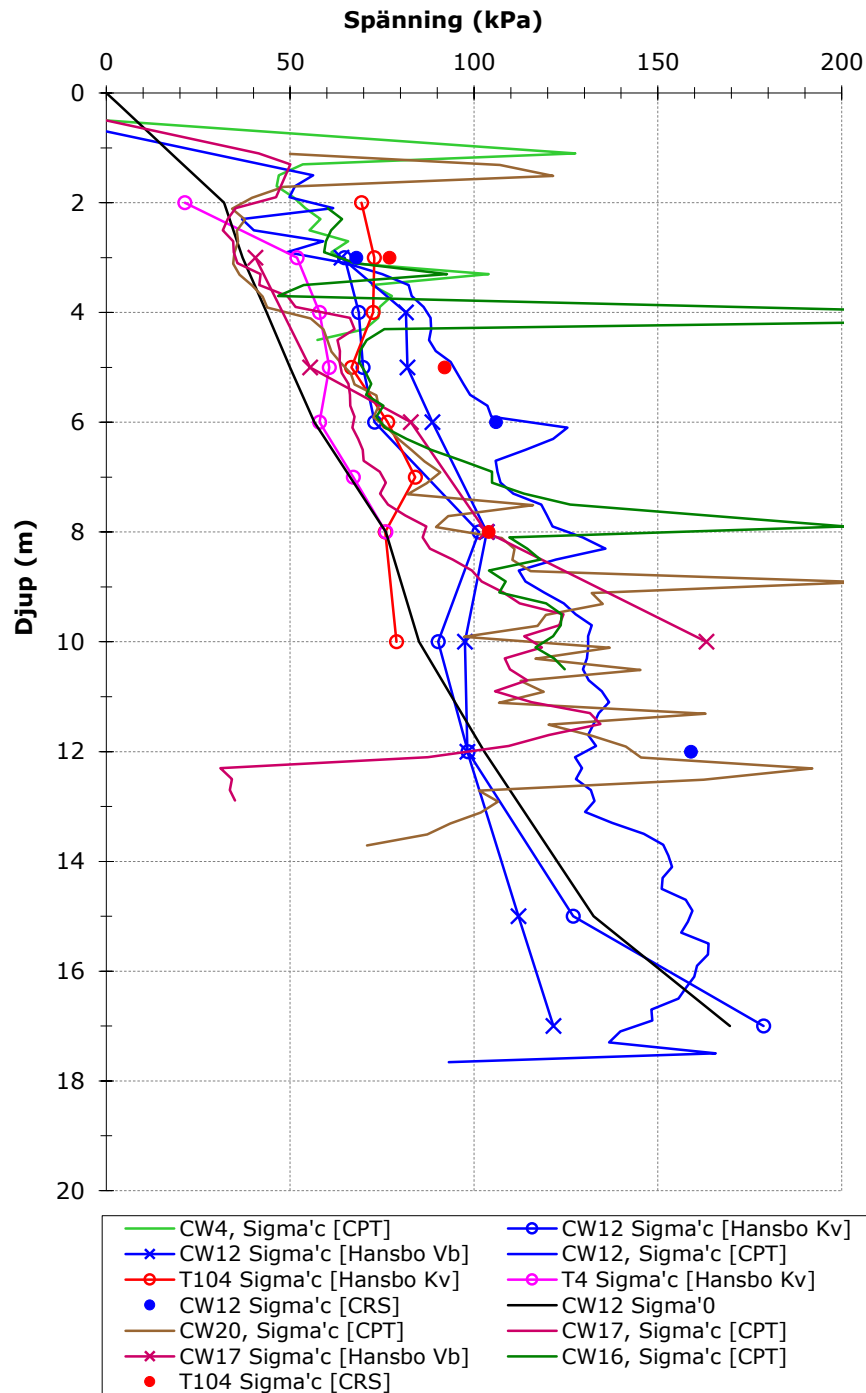
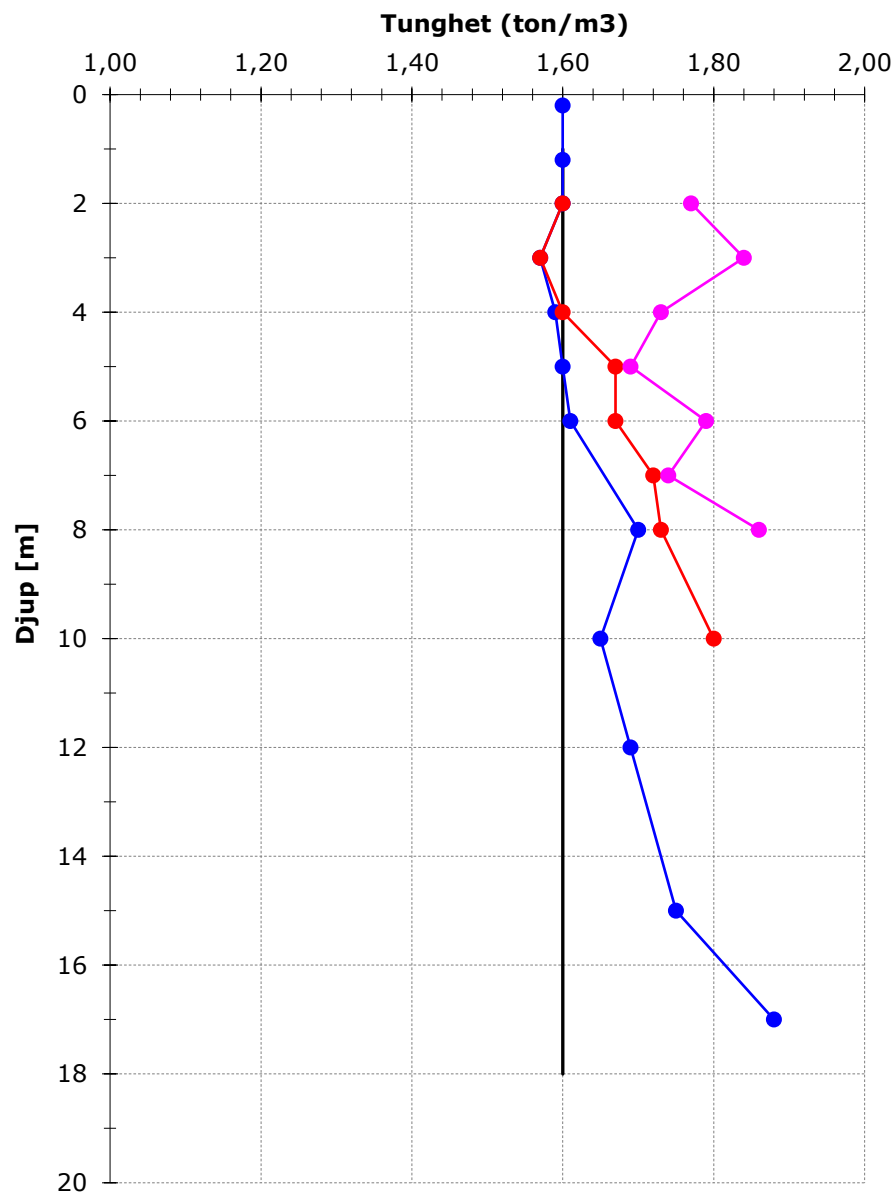


DIAGRAM DENSITET

Uppdragsnummer: A129636

Projekt: Tjuvkil, Etapp A

Delsträcka: 0



— Valt värde p — CW12 [Kv] — T104 [Kv] — T4 [Kv]

DIAGRAM SKJUVHÅLLFASTHET

Uppdragsnummer: A129636

Projekt: Tjuvkil, Etapp A

Delsträcka: Sektion 1a och 1b

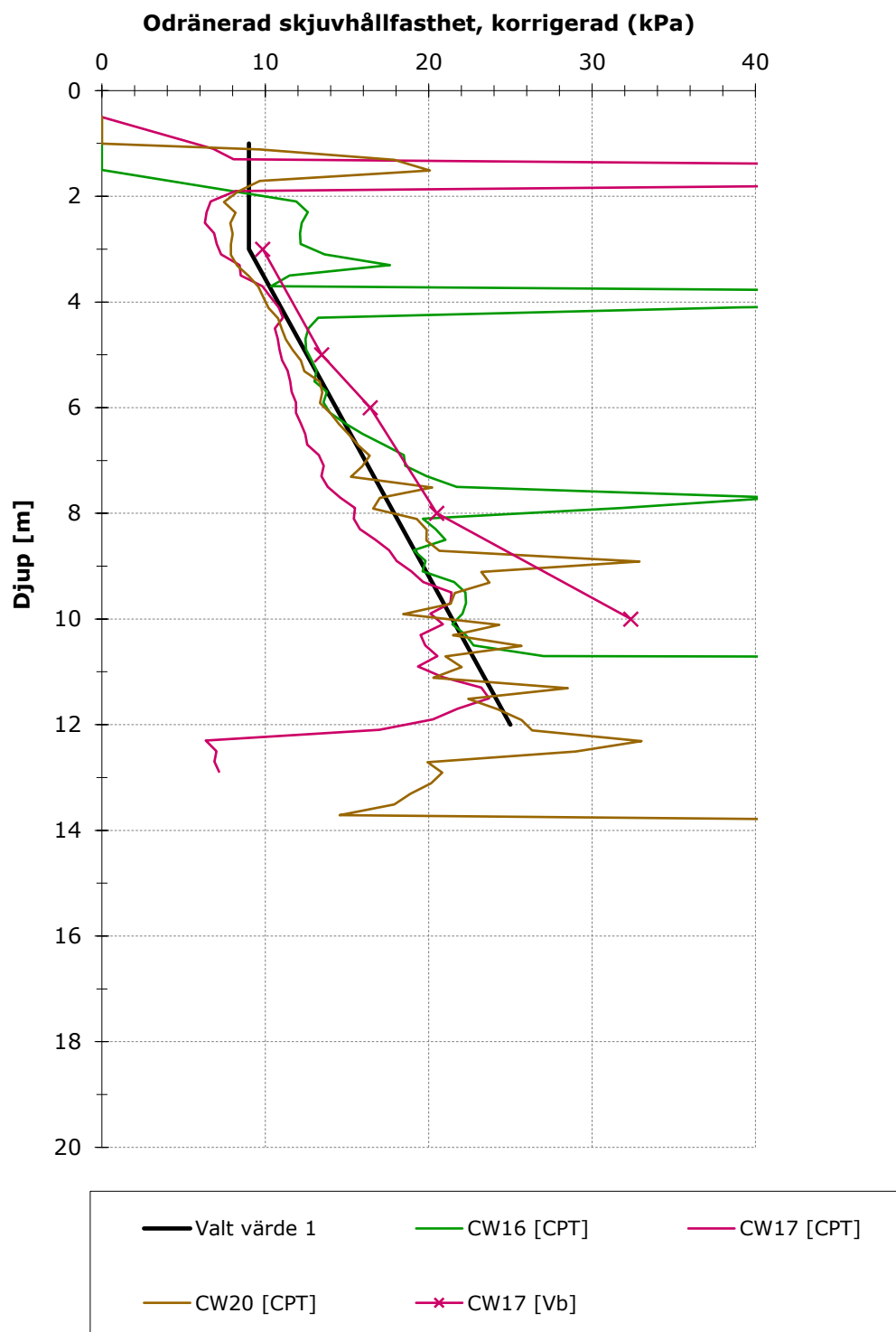
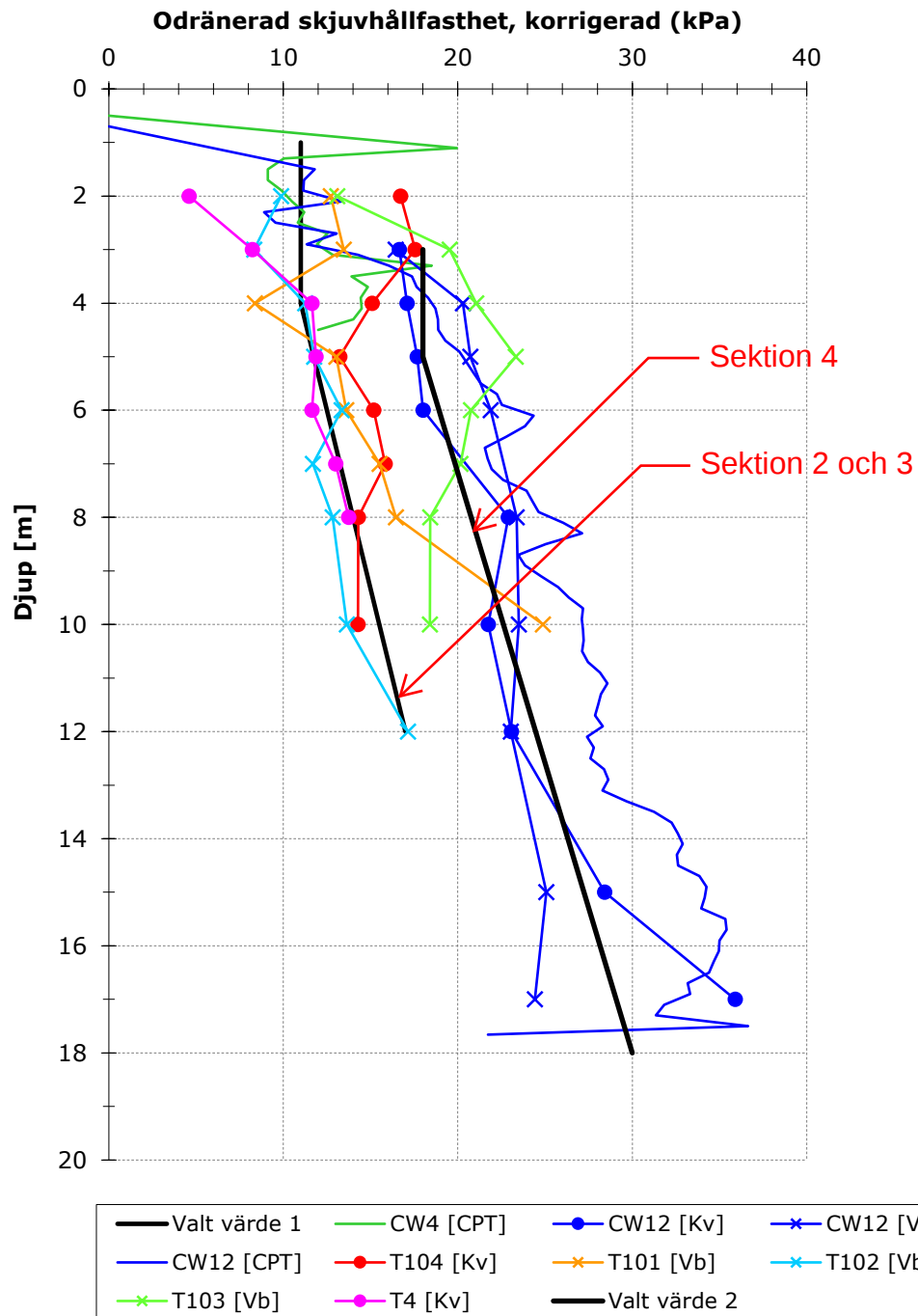


DIAGRAM SKJUVHÅLLFASTHET

Uppdragsnummer: A129636

Projekt: Tjuvkil, Etapp A

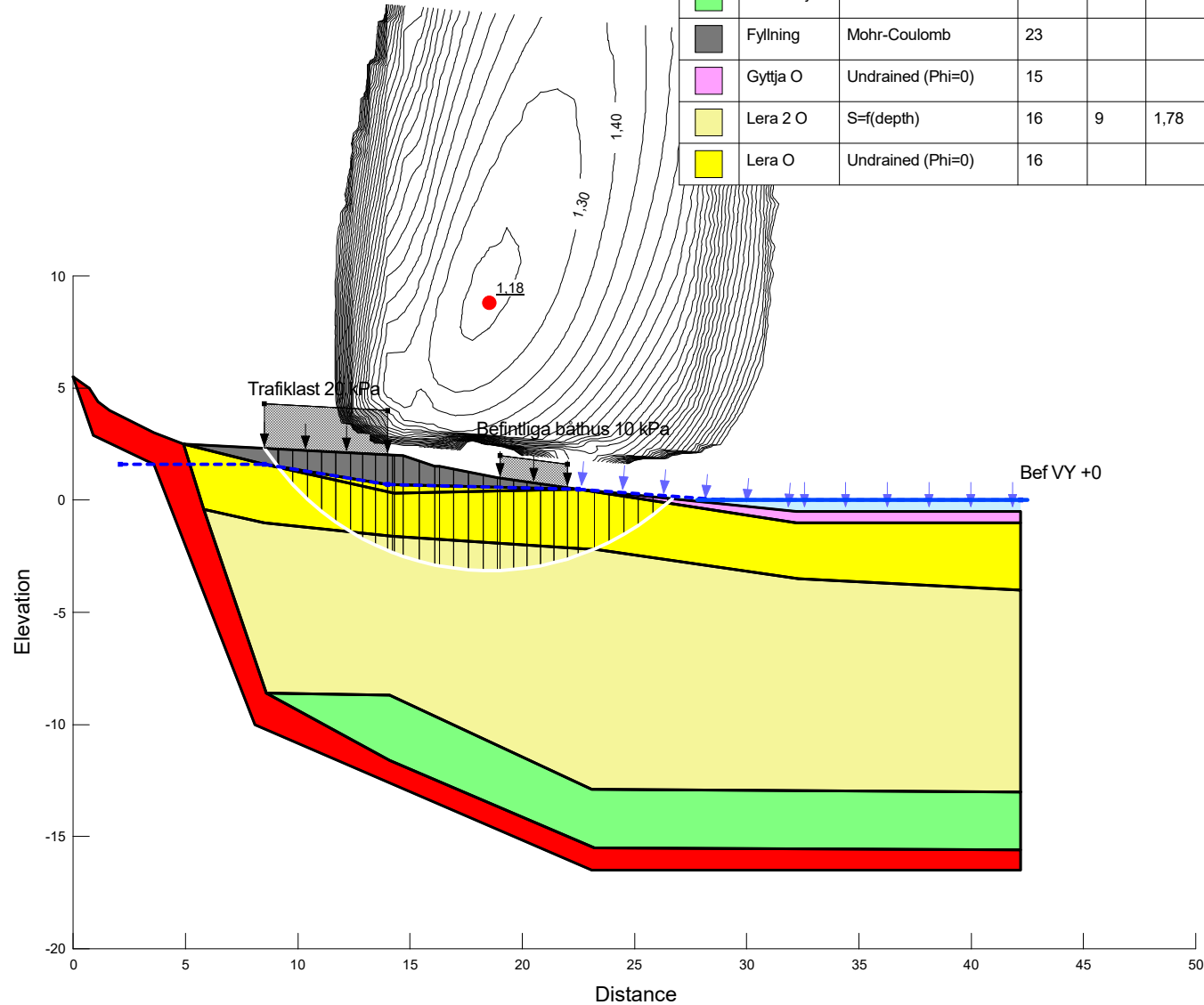
Delsträcka: Sektion 2-4



Beskrivning:
Sektion 1a
Odränerad analys,
befintliga förhållanden

TJUVKIL 2:67 M.FL. ETAPP A
PM GEOTEKNIK
BILAGA 2 (1/27)

Color	Name	Model	Unit Weight (kN/m³)	C-Top of Layer (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m²)/m)	C-Maximum (kPa)	Cohesion (kPa)	Cohesion' (kPa)	Phi' (°)	Phi-B (°)	Constant Unit Wt. Above Water Table (kN/m³)	Piezometric Line
Red	Berg	Bedrock (Impenetrable)										1
Green	Friktionsjord	Mohr-Coulomb	22					0	36	0	20	1
Grey	Fyllning	Mohr-Coulomb	23					0	38	0	20	1
Pink	Gyttja O	Undrained (Phi=0)	15				9					1
Light Yellow	Lera 2 O	S=f(depth)	16	9	1,78	0						1
Yellow	Lera O	Undrained (Phi=0)	16				9					1



Projekt:
Detaljplan Tjuvkil Etapp A

Projektnummer:
A129636

Skala:
1:300

Metod:
Morgenstern-Price

Datum:
2020-04-27

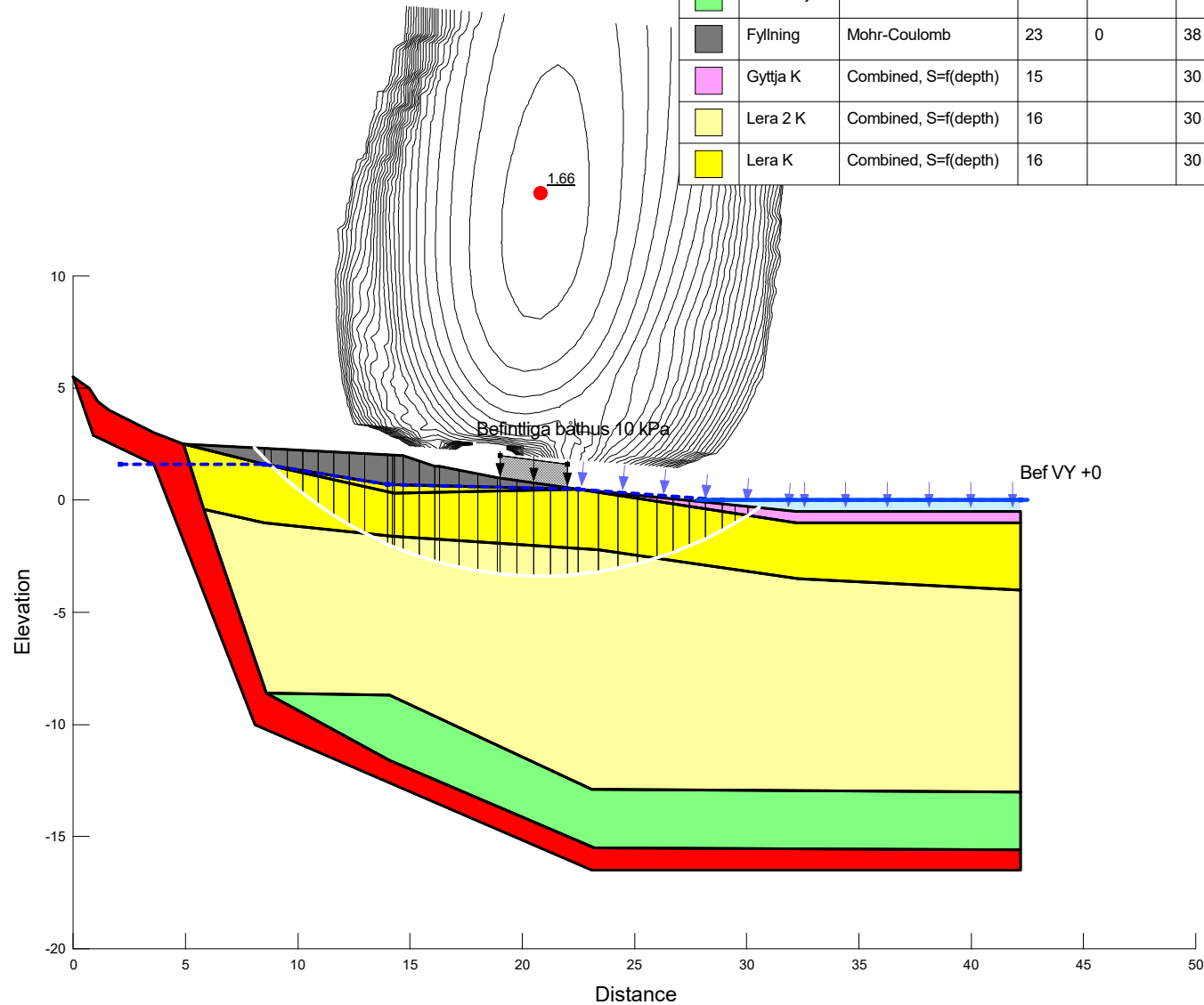
Utförd av:
Simon Carlsson

Filnamn:
Sektion 1a_kompl.gsz

Beskrivning:
Sektion 1a
Kombinerad analys,
befintliga förhållanden

TJUVKIL 2:67 M.FL. ETAPP A
PM GEOTEKNIK
BILAGA 2 (2/27)

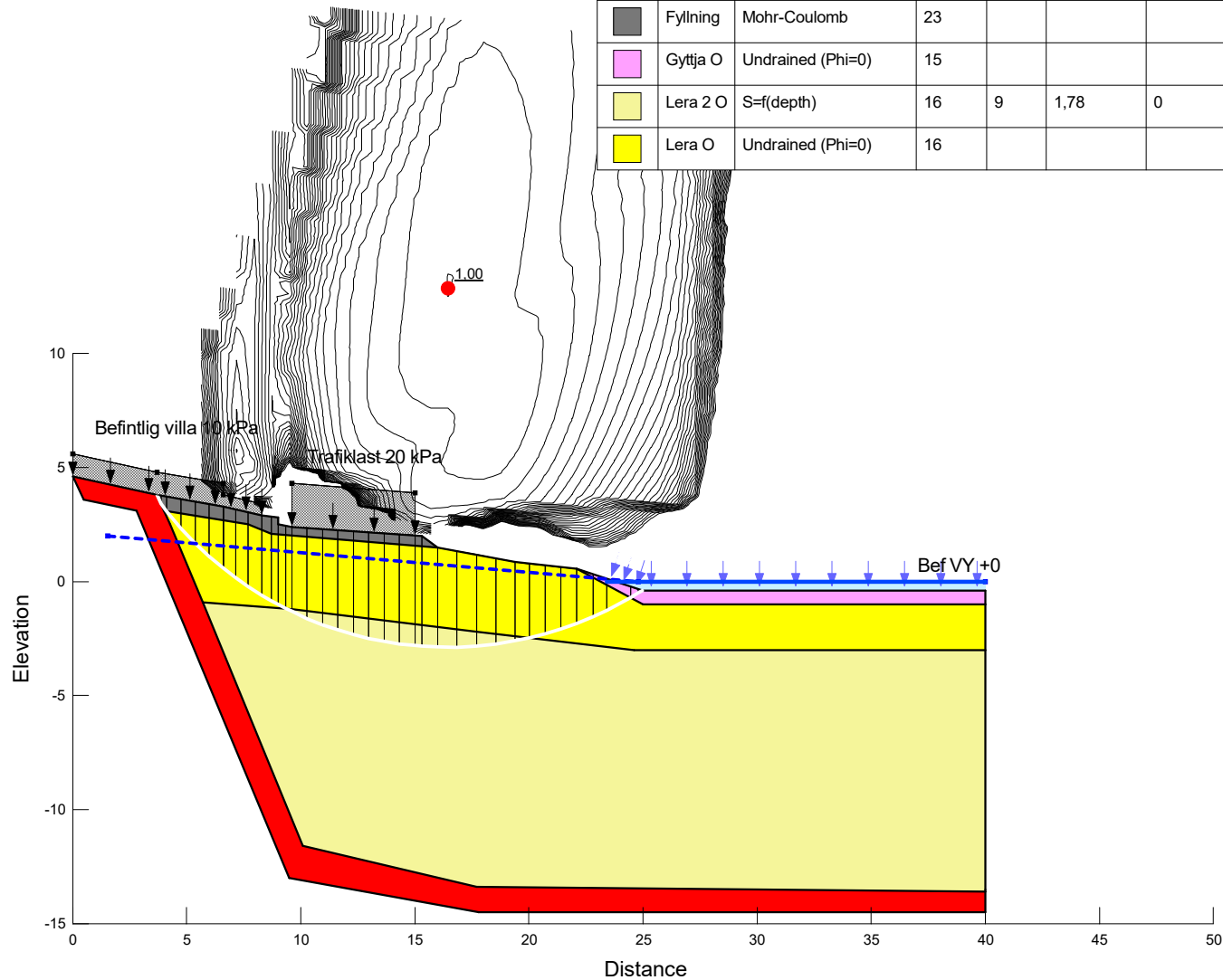
Color	Name	Model	Unit Weight (kN/m³)	Cohesion' (kPa)	Phi' (°)	C-Top of Layer (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m²)/m)	Cu-Top of Layer (kPa)	Cu-Rate of Change ((kN/m²)/m)	C/Cu Ratio	Phi-B (°)	Constant Unit Wt. Above Water Table (kN/m³)	Piezometric Line
Red	Berg	Bedrock (Impenetrable)											1
Green	Friktionsjord	Mohr-Coulomb	22	0	36						0	20	1
Grey	Fyllning	Mohr-Coulomb	23	0	38						0	20	1
Pink	Gyttja K	Combined, S=f(depth)	15		30	0,9	0	9	0	0,1			1
Light Yellow	Lera 2 K	Combined, S=f(depth)	16		30	0,9	0,178	9	1,78	0,1			1
Yellow	Lera K	Combined, S=f(depth)	16		30	0,9	0	9	0	0,1			1



Beskrivning:
Sektion 1b
Odränerad analys,
befintliga förhållanden

TJUVKIL 2:67 M.FL. ETAPP A
PM GEOTEKNIK
BILAGA 2 (3/27)

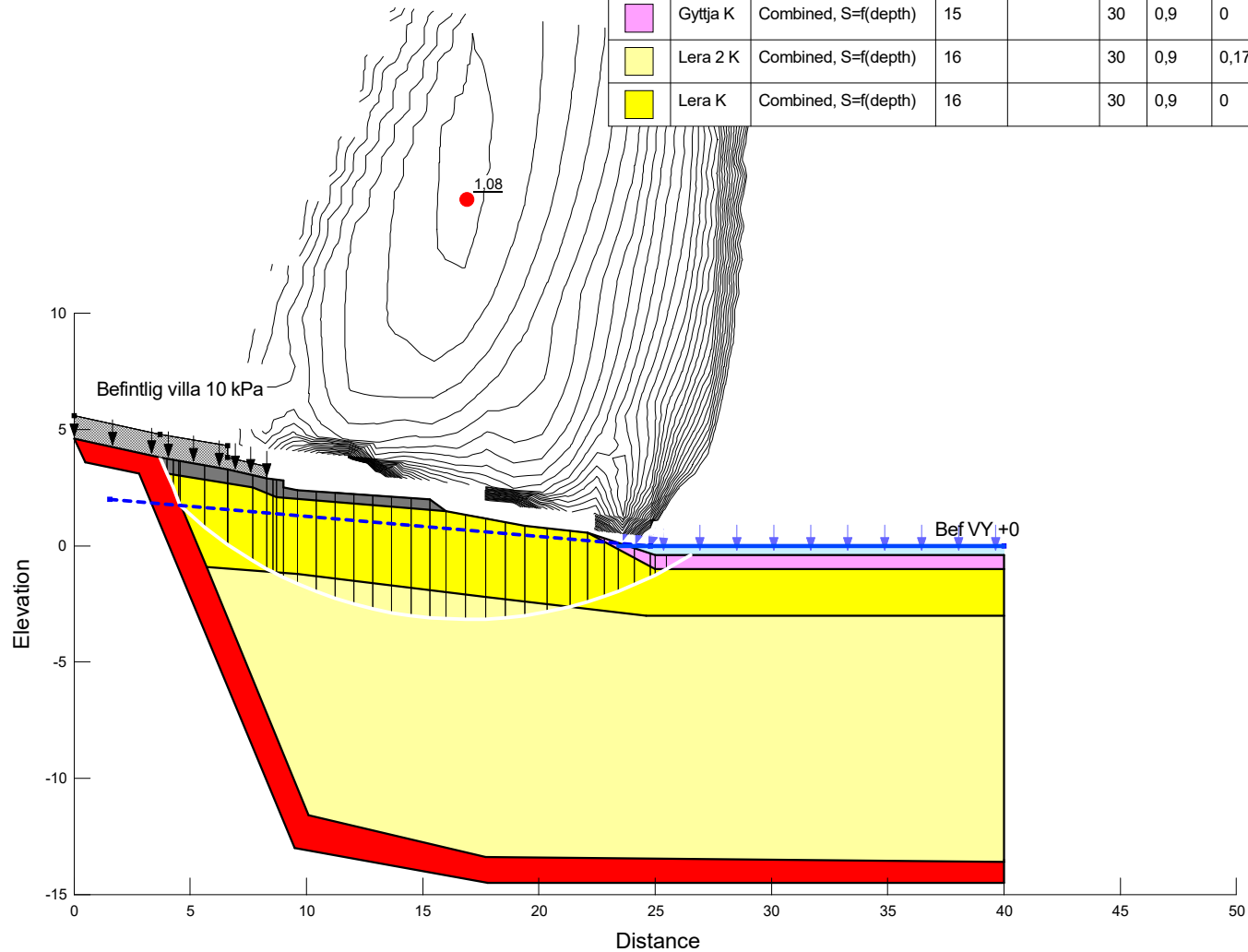
Color	Name	Model	Unit Weight (kN/m³)	C-Top of Layer (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m²)/m)	C-Maximum (kPa)	Cohesion (kPa)	Cohesion' (kPa)	Phi' (°)	Phi-B (°)	Constant Unit Wt. Above Water Table (kN/m³)	Piezometric Line
■	Berg	Bedrock (Impenetrable)										1
■	Fyllning	Mohr-Coulomb	23					0	38	0	20	1
■	Gyttja O	Undrained (Phi=0)	15				9					1
■	Lera 2 O	S=f(depth)	16	9	1,78	0						1
■	Lera O	Undrained (Phi=0)	16				9					1



TJUVKIL 2:67 M.FL. ETAPP A
PM GEOTEKNIK
BILAGA 2 (4/27)

Beskrivning:
Sektion 1b
Kombinerad analys,
befintliga förhållanden

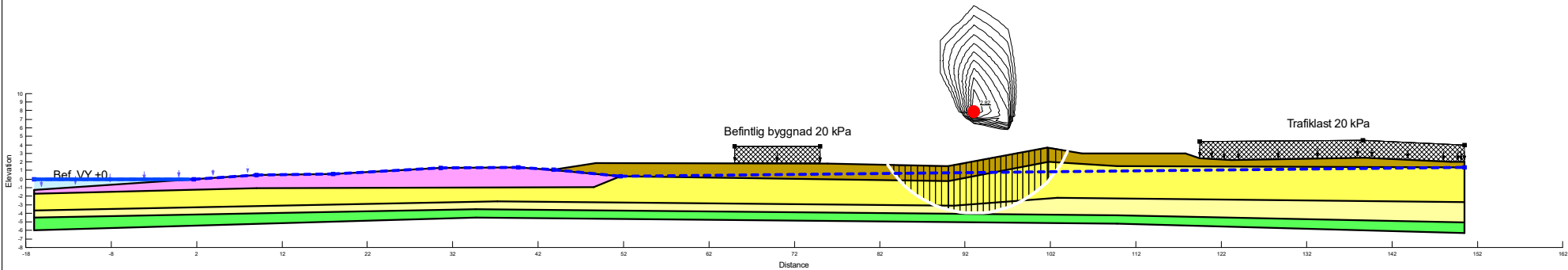
Color	Name	Model	Unit Weight (kN/m³)	Cohesion' (kPa)	Phi' (°)	C-Top of Layer (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m²)/m)	Cu-Top of Layer (kPa)	Cu-Rate of Change ((kN/m²)/m)	C/Cu Ratio	Phi-B (°)	Constant Unit Wt. Above Water Table (kN/m³)	Piezometric Line
■	Berg	Bedrock (Impenetrable)											1
■	Fyllning	Mohr-Coulomb	23	0	38						0	20	1
■	Gyttja K	Combined, S=f(depth)	15		30	0,9	0	9	0	0,1			1
■	Lera 2 K	Combined, S=f(depth)	16		30	0,9	0,178	9	1,78	0,1			1
■	Lera K	Combined, S=f(depth)	16		30	0,9	0	9	0	0,1			1



Beskrivning:
Sektion 2
Odränerad analys,
befintliga förhållanden

TJUVKIL 2:67 M.FL. ETAPP A
PM GEOTEKNIK
BILAGA 2 (5/27)

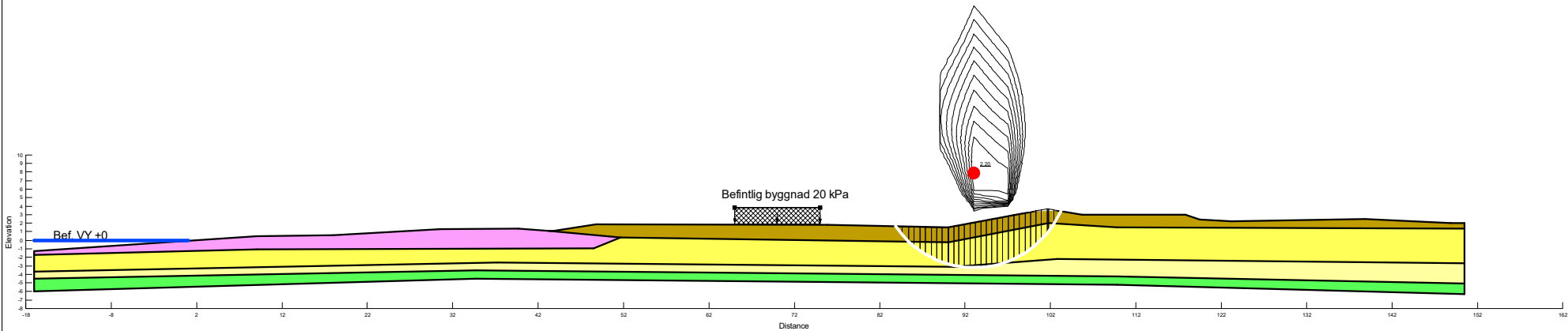
Color	Name	Model	Unit Weight (kN/m³)	C-Top of Layer (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m²)/m)	C-Maximum (kPa)	Cohesion (kPa)	Cohesion' (kPa)	Phi' (°)	Phi-B (°)	Piezometric Line
■	Friktionsjord	Mohr-Coulomb	22					0	36	0	1
■	Gyttja O	Undrained (Phi=0)	15				9				1
■	Lera 2 O	S=f(depth)	16	11	0,75	0					1
■	Lera O	Undrained (Phi=0)	16				11				1
■	Torrskorpelera O	Undrained (Phi=0)	18				30				1



Beskrivning:
Sektion 2
Kombinerad analys,
befintliga förhållanden

TJUVKIL 2:67 M.FL. ETAPP A
PM GEOTEKNIK
BILAGA 2 (6/27)

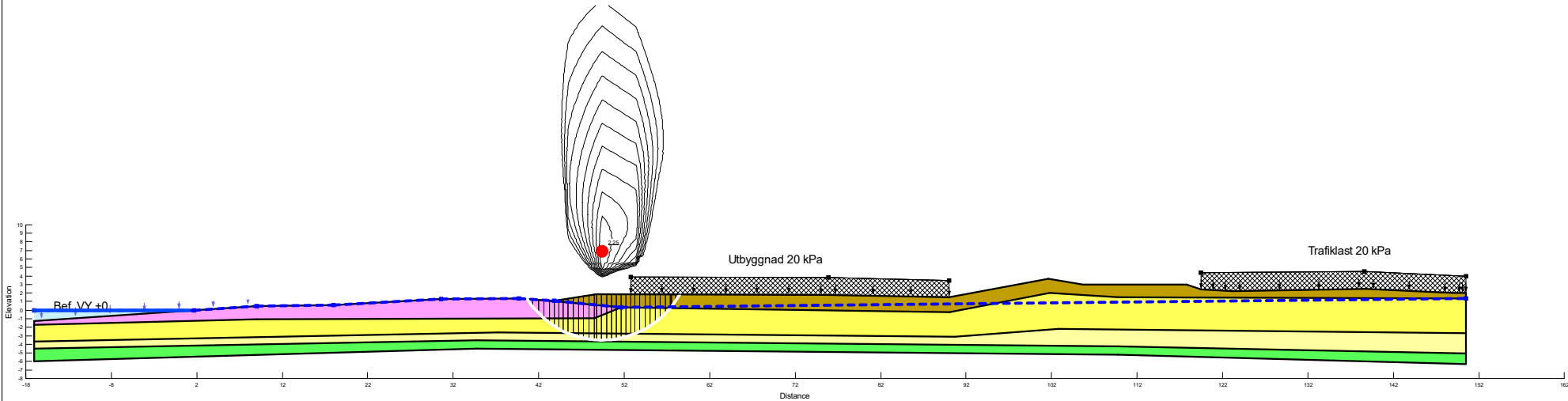
Color	Name	Model	Unit Weight (kN/m³)	Cohesion' (kPa)	Phi' (°)	C-Top of Layer (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m²)/m)	Cu-Top of Layer (kPa)	Cu-Rate of Change ((kN/m²)/m)	C/Cu Ratio	Phi-B (°)
	Friktionsjord	Mohr-Coulomb	22	0	36						0
	Gyttja K	Combined, S=f(depth)	15		30	0,9	0	9	0	0,1	
	Lera 2 K	Combined, S=f(depth)	16		30	1,1	0,075	11	0,75	0,1	
	Lera K	Combined, S=f(depth)	16		30	1,1	0	11	0	0,1	
	Torrskorpelera K	Combined, S=f(depth)	18		30	3	0	30	0	0,1	



Beskrivning:
Sektion 2
Odränerad analys,
utbyggda förhållanden

TJUVKIL 2:67 M.FL. ETAPP A
PM GEOTEKNIK
BILAGA 2 (7/27)

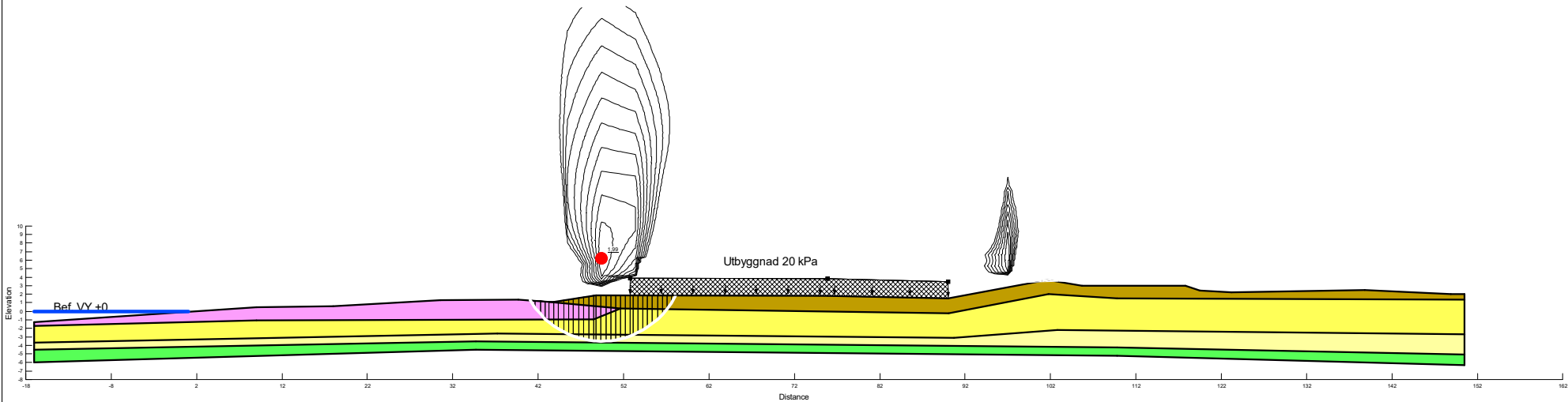
Color	Name	Model	Unit Weight (kN/m³)	C-Top of Layer (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m²)/m)	C-Maximum (kPa)	Cohesion (kPa)	Cohesion' (kPa)	Phi' (°)	Phi-B (°)	Piezometric Line
	Friktionsjord	Mohr-Coulomb	22					0	36	0	1
	Gyttja O	Undrained (Phi=0)	15				9				1
	Lera 2 O	S=f(depth)	16	11	0,75	0					1
	Lera O	Undrained (Phi=0)	16				11				1
	Torrskorpelera O	Undrained (Phi=0)	18				30				1



Beskrivning:
 Sektion 2
 Kombinerad analys,
 utbyggda förhållanden

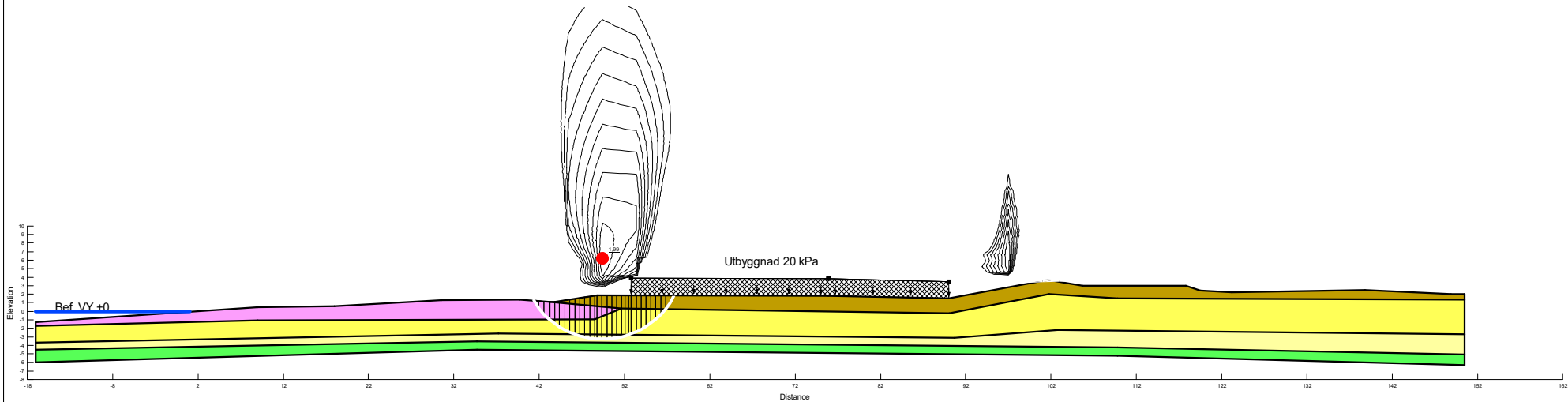
TJUVKIL 2:67 M.FL. ETAPP A
 PM GEOTEKNIK
 BILAGA 2 (8/27)

Color	Name	Model	Unit Weight (kN/m³)	Cohesion' (kPa)	Phi' (°)	C-Top of Layer (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m²)/m)	Cu-Top of Layer (kPa)	Cu-Rate of Change ((kN/m²)/m)	C/Cu Ratio	Phi-B (°)
	Friktionsjord	Mohr-Coulomb	22	0	36						0
	Gyttja K	Combined, S=f(depth)	15		30	0,9	0	9	0	0,1	
	Lera 2 K	Combined, S=f(depth)	16		30	1,1	0,075	11	0,75	0,1	
	Lera K	Combined, S=f(depth)	16		30	1,1	0	11	0	0,1	
	Torrskorpelera K	Combined, S=f(depth)	18		30	3	0	30	0	0,1	



Beskrivning: TJUVKIL 2:67 M.FL. ETAPP A
 Sektion 2 PM GEOTEKNIK
 Kombinerad analys, BILAGA 2 (9/27)
 utbyggda förhållanden,
 känslighetsanalys,
 höjt porttryck 1 mvp

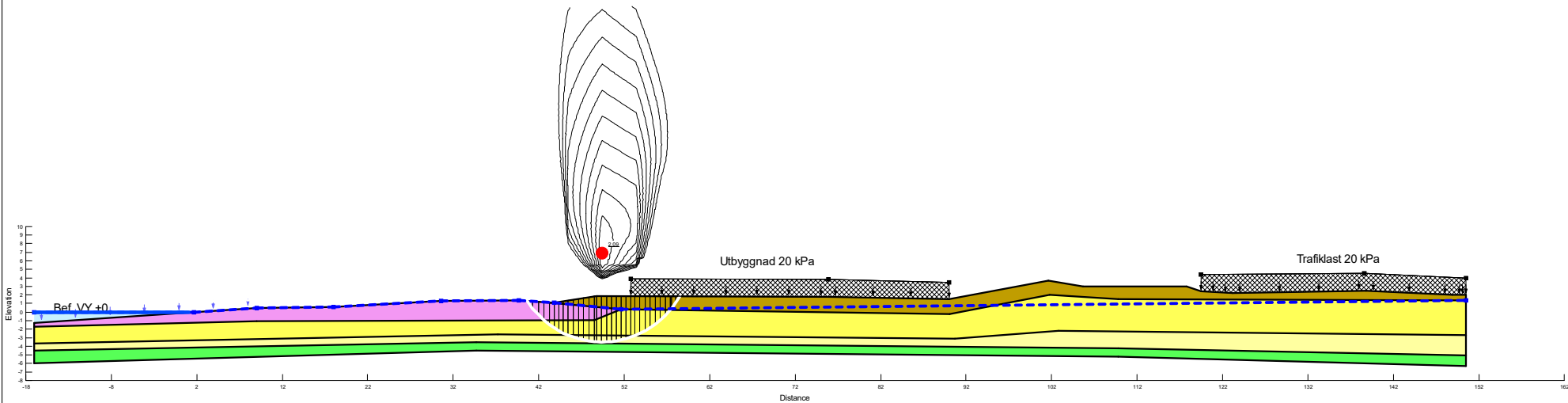
Color	Name	Model	Unit Weight (kN/m³)	Cohesion' (kPa)	Phi' (°)	C-Top of Layer (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m²)/m)	Cu-Top of Layer (kPa)	Cu-Rate of Change ((kN/m²)/m)	C/Cu Ratio	Phi-B (°)
■	Friktionsjord	Mohr-Coulomb	22	0	36						0
■	Gyttja K	Combined, S=f(depth)	15		30	0,9	0	9	0	0,1	
■	Lera 2 K	Combined, S=f(depth)	16		30	1,1	0,075	11	0,75	0,1	
■	Lera K	Combined, S=f(depth)	16		30	1,1	0	11	0	0,1	
■	Torrskorpelera K	Combined, S=f(depth)	18		30	3	0	30	0	0,1	



Beskrivning:
Sektion 2
Odränerad analys,
utbyggda förhållanden,
10% lägre skjuvhållfasthet

TJUVKIL 2:67 M.FL. ETAPP A
PM GEOTEKNIK
BILAGA 2 (10/27)

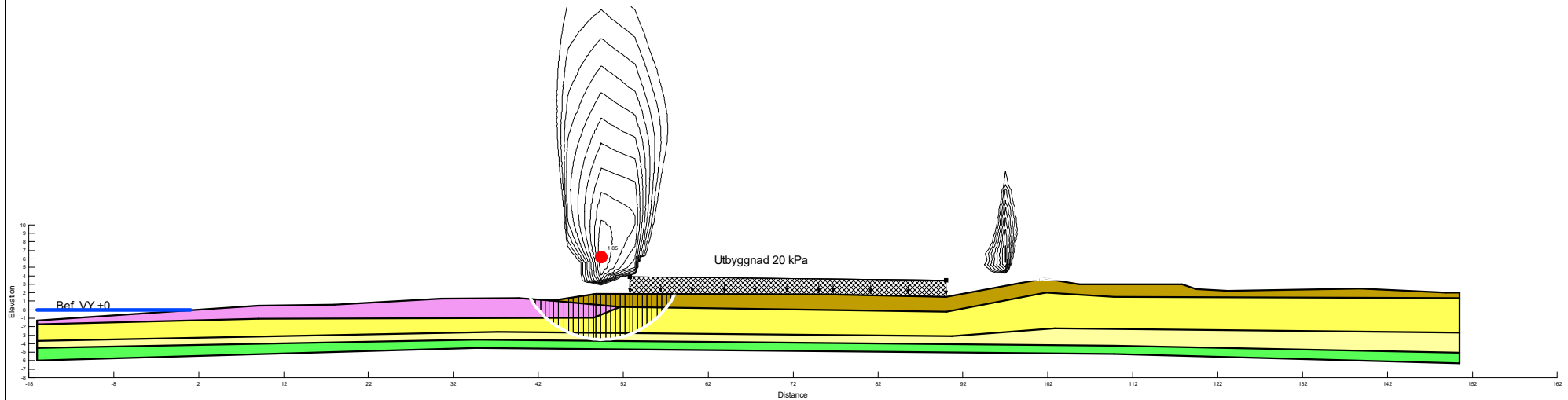
Color	Name	Model	Unit Weight (kN/m³)	C-Top of Layer (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m²)/m)	C-Maximum (kPa)	Cohesion (kPa)	Cohesion' (kPa)	Phi' (°)	Phi-B (°)	Piezometric Line
	Friktionsjord	Mohr-Coulomb	22					0	36	0	1
	Gyttja O -10%	Undrained (Phi=0)	15				8				1
	Lera 2 O -10%	S=f(depth)	16	10	0,75	0					1
	Lera O -10%	Undrained (Phi=0)	16				10				1
	Torrskorpelera O	Undrained (Phi=0)	18				30				1



Beskrivning:
Sektion 2
Kombinerad analys,
utbyggda förhållanden,
10% lägre skjuvhållfasthet

TJUVKIL 2:67 M.FL. ETAPP A
PM GEOTEKNIK
BILAGA 2 (11/27)

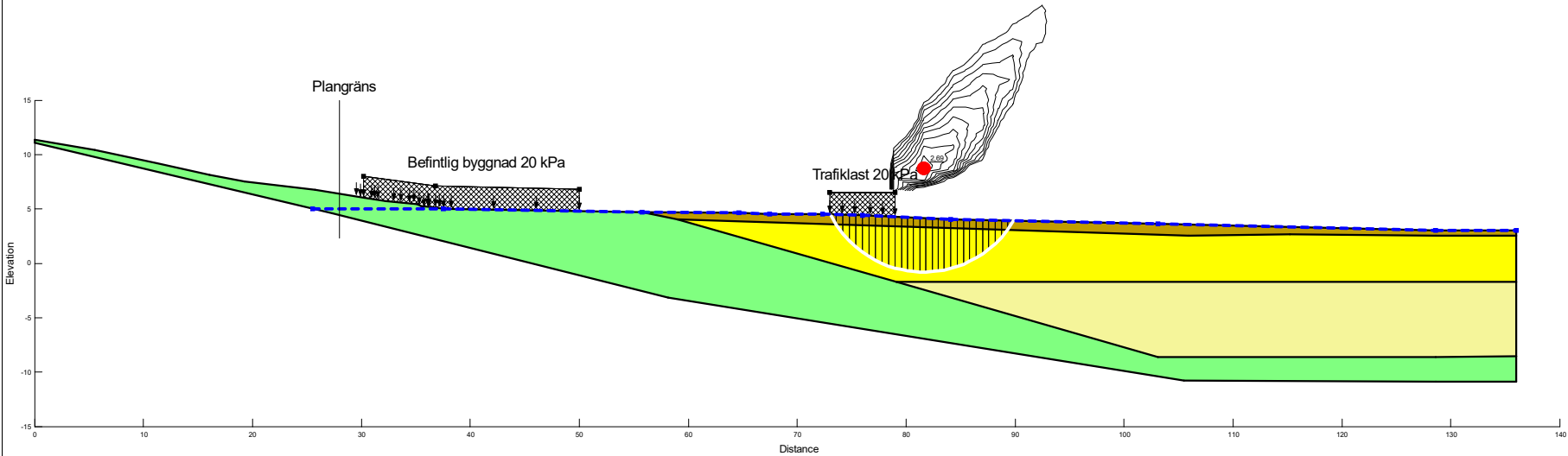
Color	Name	Model	Unit Weight (kN/m³)	Cohesion' (kPa)	Phi' (°)	C-Top of Layer (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m²)/m)	Cu-Top of Layer (kPa)	Cu-Rate of Change ((kN/m²)/m)	C/Cu Ratio	Phi-B (°)
■	Friktionsjord	Mohr-Coulomb	22	0	36						0
■	Gyttja K -10%	Combined, S=f(depth)	15		30	0,9	0	8	0	0,1	
■	Lera 2 K -10%	Combined, S=f(depth)	16		30	1	0,075	10	0,75	0,1	
■	Lera K-10%	Combined, S=f(depth)	16		30	1	0	10	0	0,1	
■	Torrskorpelera K	Combined, S=f(depth)	18		30	3	0	30	0	0,1	



Beskrivning:
Sektion 3
Odränerad analys,
befintliga förhållanden

TJUVKIL 2:67 M.FL. ETAPP A
PM GEOTEKNIK
BILAGA 2 (12/27)

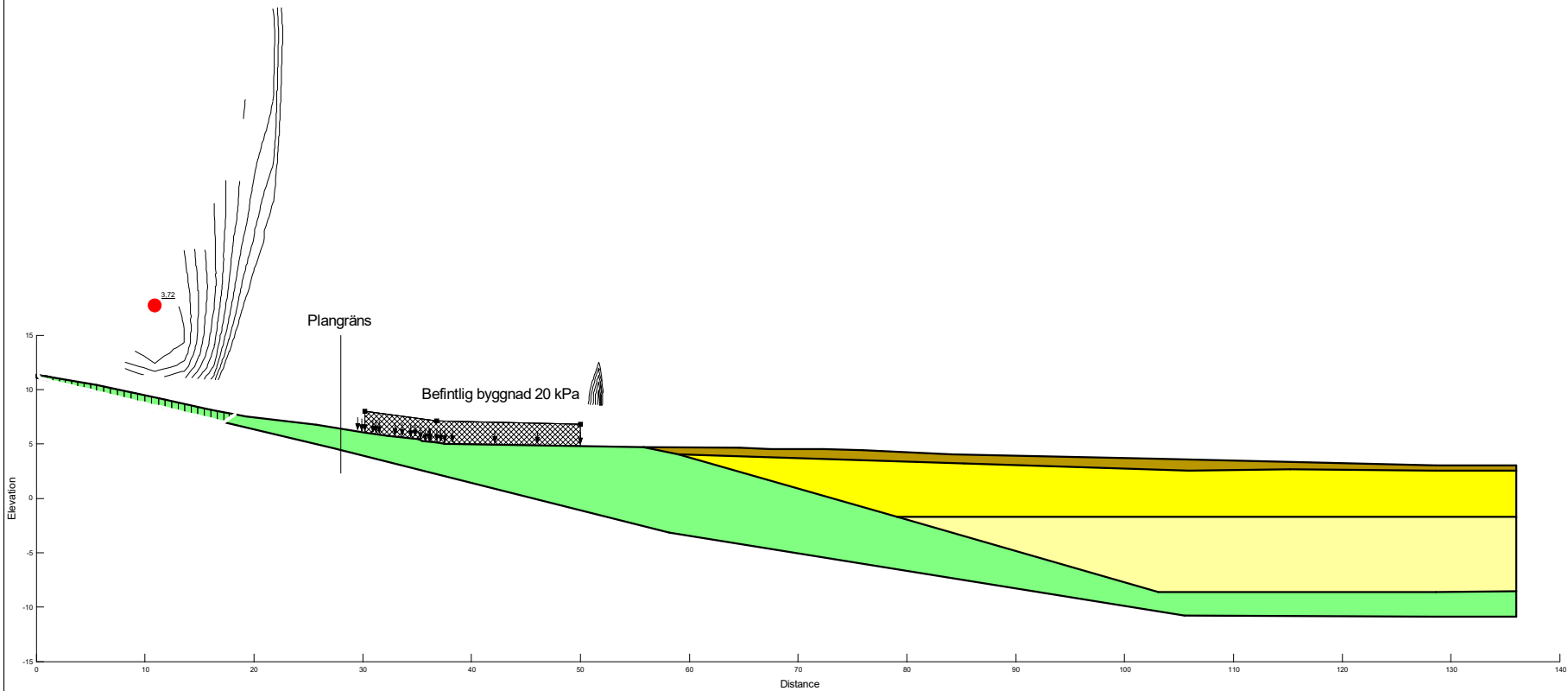
Color	Name	Model	Unit Weight (kN/m³)	Cohesion (kPa)	C-Top of Layer (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m²)/m)	C-Maximum (kPa)	Cohesion' (kPa)	Phi' (°)	Phi-B (°)	Constant Unit Wt. Above Water Table (kN/m³)	Piezometric Line
	Friktionsjord	Mohr-Coulomb	22					0	36	0	20	1
	Lera 2 O	S=f(depth)	16		11	0,75	0					1
	Lera O	Undrained (Phi=0)	16	11								1
	Torrskorpelera O	Undrained (Phi=0)	17	30								1



Beskrivning:
Sektion 3
Kombinerad analys,
befintliga förhållanden

TJUVKIL 2:67 M.FL. ETAPP A
PM GEOTEKNIK
BILAGA 2 (13/27)

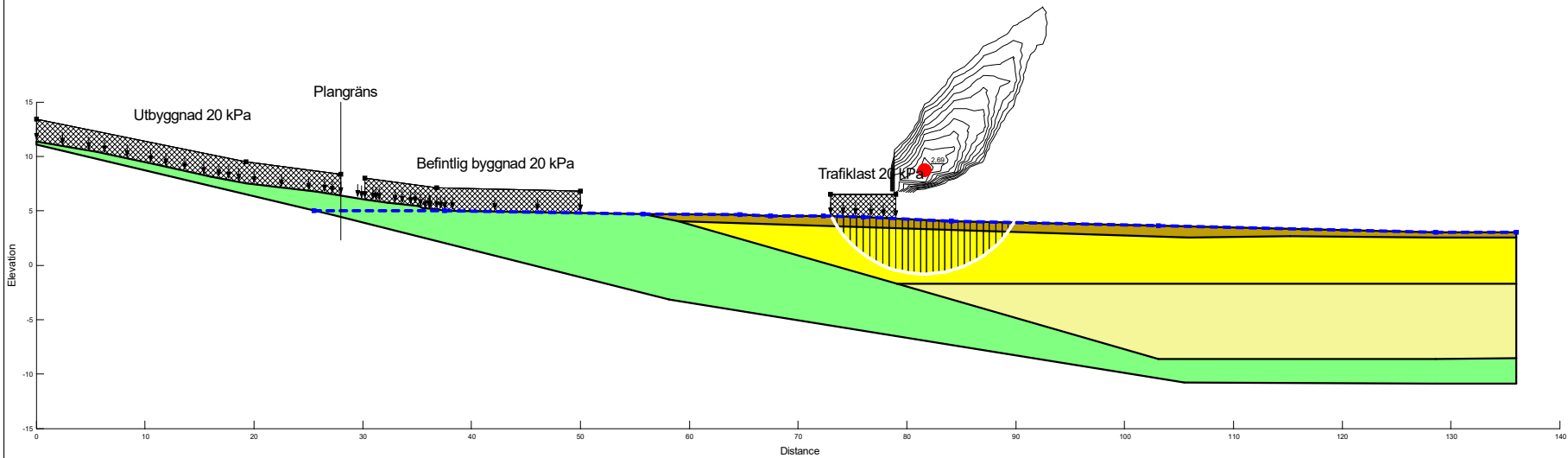
Color	Name	Model	Unit Weight (kN/m³)	Cohesion' (kPa)	Phi' (°)	C-Top of Layer (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m²)/m)	Cu-Top of Layer (kPa)	Cu-Rate of Change ((kN/m²)/m)	C/Cu Ratio	Phi-B (°)	Constant Unit Wt. Above Water Table (kN/m³)
	Friktionsjord	Mohr-Coulomb	22	0	36						0	20
	Lera 2 K	Combined, S=f(depth)	16		30	1,1	0	11	0,75	0,1		
	Lera K	Combined, S=f(depth)	16		30	1,1	0	11	0	0,1		
	Torrskorpelera K	Combined, S=f(depth)	17		30	3	0	30	0	0,1		



Beskrivning:
Sektion 3
Odränerad analys,
utbyggda förhållanden

TJUVKIL 2:67 M.FL. ETAPP A
PM GEOTEKNIK
BILAGA 2 (14/27)

Color	Name	Model	Unit Weight (kN/m³)	Cohesion (kPa)	C-Top of Layer (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m²)/m)	C-Maximum (kPa)	Cohesion' (kPa)	Phi' (°)	Phi-B (°)	Constant Unit Wt. Above Water Table (kN/m³)	Piezometric Line
	Friktionsjord	Mohr-Coulomb	22					0	36	0	20	1
	Lera 2 O	S=f(depth)	16		11	0,75	0					1
	Lera O	Undrained (Phi=0)	16	11								1
	Torrskorpelera O	Undrained (Phi=0)	17	30								1



Projekt:
Tjuvkil

Projektnummer:
A129636

Skala:
1:600

Metod:
Morgenstern-Price

Datum:
2020-04-28

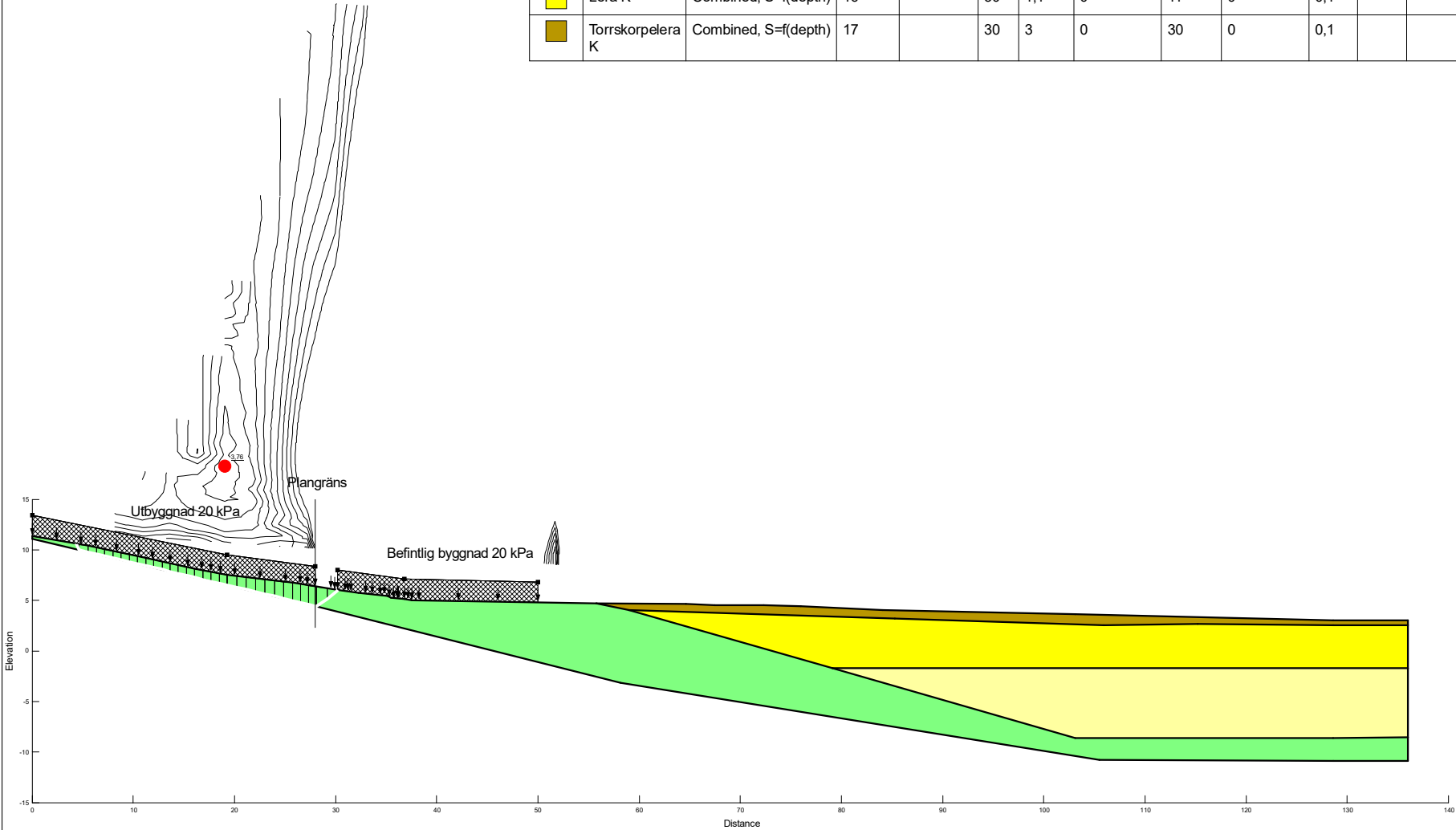
Utförd av:
Simon Carlsson

Filnamn:
Sektion 3.gsz

Beskrivning:
Sektion 3
Kombinerad analys,
utbyggda förhållanden

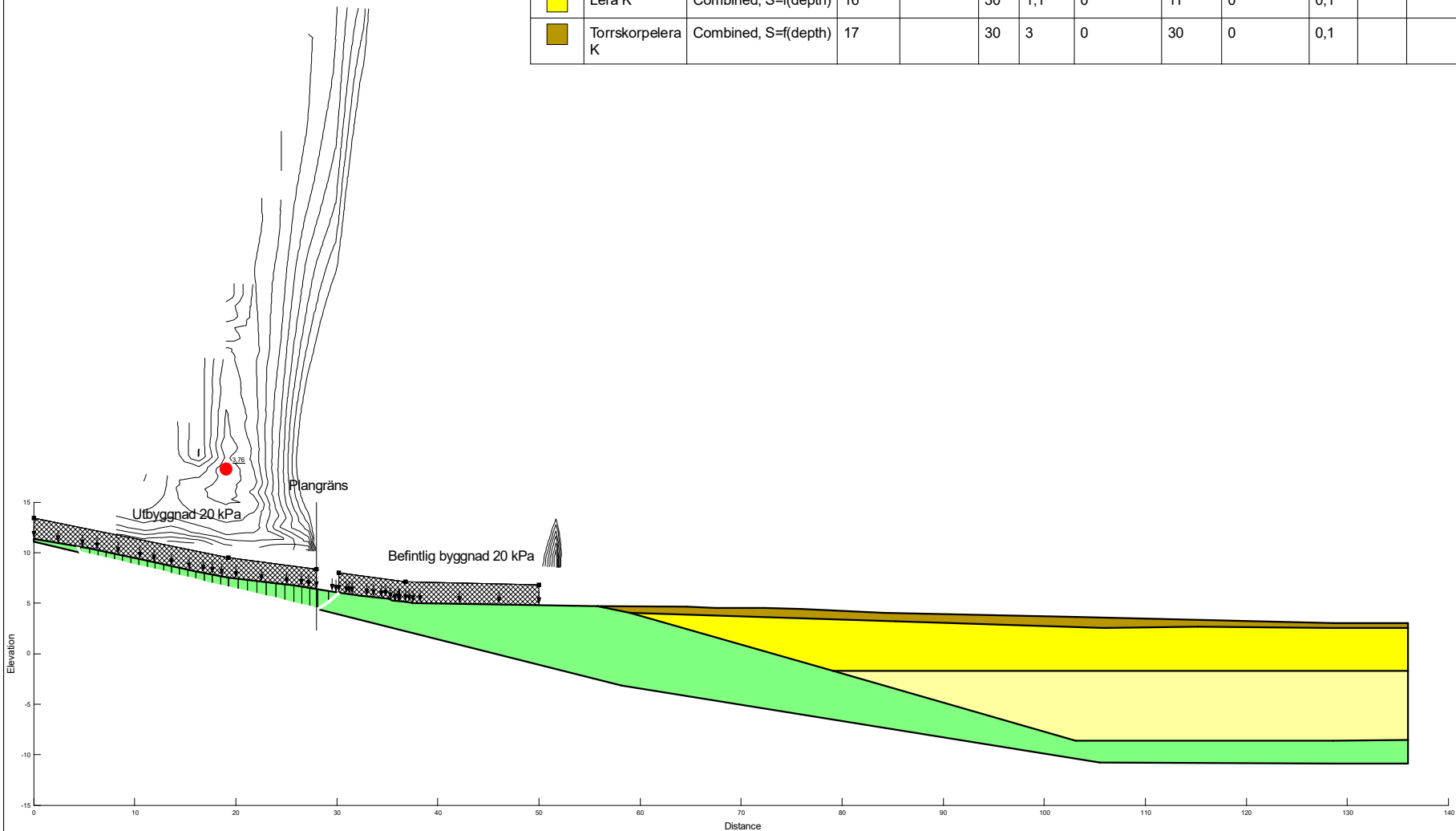
TJUVKIL 2:67 M.FL. ETAPP A
PM GEOTEKNIK
BILAGA 2 (15/27)

Color	Name	Model	Unit Weight (kN/m³)	Cohesion' (kPa)	Phi' (°)	C-Top of Layer (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m²)/m)	Cu-Top of Layer (kPa)	Cu-Rate of Change ((kN/m²)/m)	C/Cu Ratio	Phi-B (°)	Constant Unit Wt. Above Water Table (kN/m³)
■	Friktionsjord	Mohr-Coulomb	22	0	36						0	20
■	Lera 2 K	Combined, S=f(depth)	16		30	1,1	0	11	0,75	0,1		
■	Lera K	Combined, S=f(depth)	16		30	1,1	0	11	0	0,1		
■	Torrskorpelera K	Combined, S=f(depth)	17		30	3	0	30	0	0,1		



Beskrivning: TJUVKIL 2:67 M.FL. ETAPP A
 Sektion 3 PM GEOTEKNIK
 Kombinerad analys, BILAGA 2 (16/27)
 utbyggda förhållanden,
 känslighetsanalys,
 höjt portryck 1 mvp

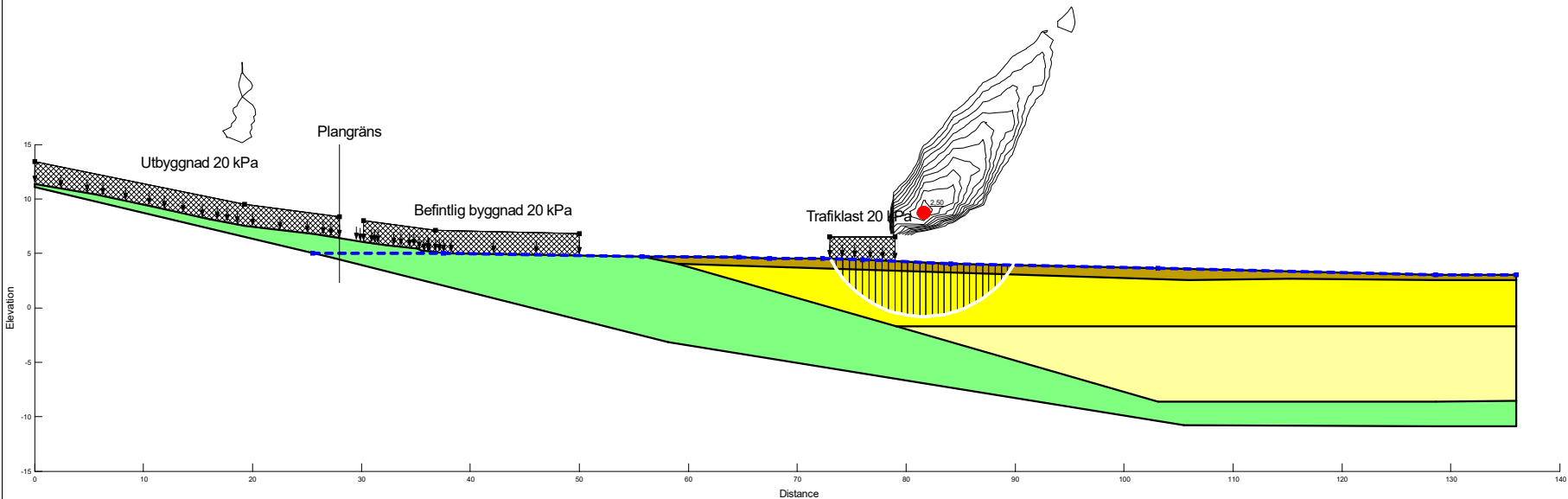
Color	Name	Model	Unit Weight (kN/m³)	Cohesion' (kPa)	Phi' (°)	C-Top of Layer (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m²)/m)	Cu-Top of Layer (kPa)	Cu-Rate of Change ((kN/m²)/m)	C/Cu Ratio	Phi-B (°)	Constant Unit Wt. Above Water Table (kN/m³)
■	Friktionsjord	Mohr-Coulomb	22	0	36						0	20
■	Lera 2 K	Combined, S=f(depth)	16		30	1,1	0	11	0,75	0,1		
■	Lera K	Combined, S=f(depth)	16		30	1,1	0	11	0	0,1		
■	Torrskorpelera K	Combined, S=f(depth)	17		30	3	0	30	0	0,1		



Beskrivning:
Sektion 3
Odränerad analys,
utbyggda förhållanden,
lägre hållfasthetsegenskaper

TJUVKIL 2:67 M.FL. ETAPP A
PM GEOTEKNIK
BILAGA 2 (17/27)

Color	Name	Model	Unit Weight (kN/m³)	Cohesion (kPa)	C-Top of Layer (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m²)/m)	C-Maximum (kPa)	Cohesion' (kPa)	Phi' (°)	Phi-B (°)	Constant Unit Wt. Above Water Table (kN/m³)	Piezometric Line
	Friktionsjord -2 grader	Mohr-Coulomb	22					0	34	0	20	1
	Lera 2 O -10%	S=f(depth)	16		10	0,75	0					1
	Lera O -10%	Undrained (Phi=0)	16	10								1
	Torrskorpelera O	Undrained (Phi=0)	17	30								1



Projekt:
Tjuvkil

Projektnummer:
A129636

Skala:
1:600

Metod:
Morgenstern-Price

Datum:
2020-04-28

Utförd av:
Simon Carlsson

Filnamn:
Sektion 3.gsz

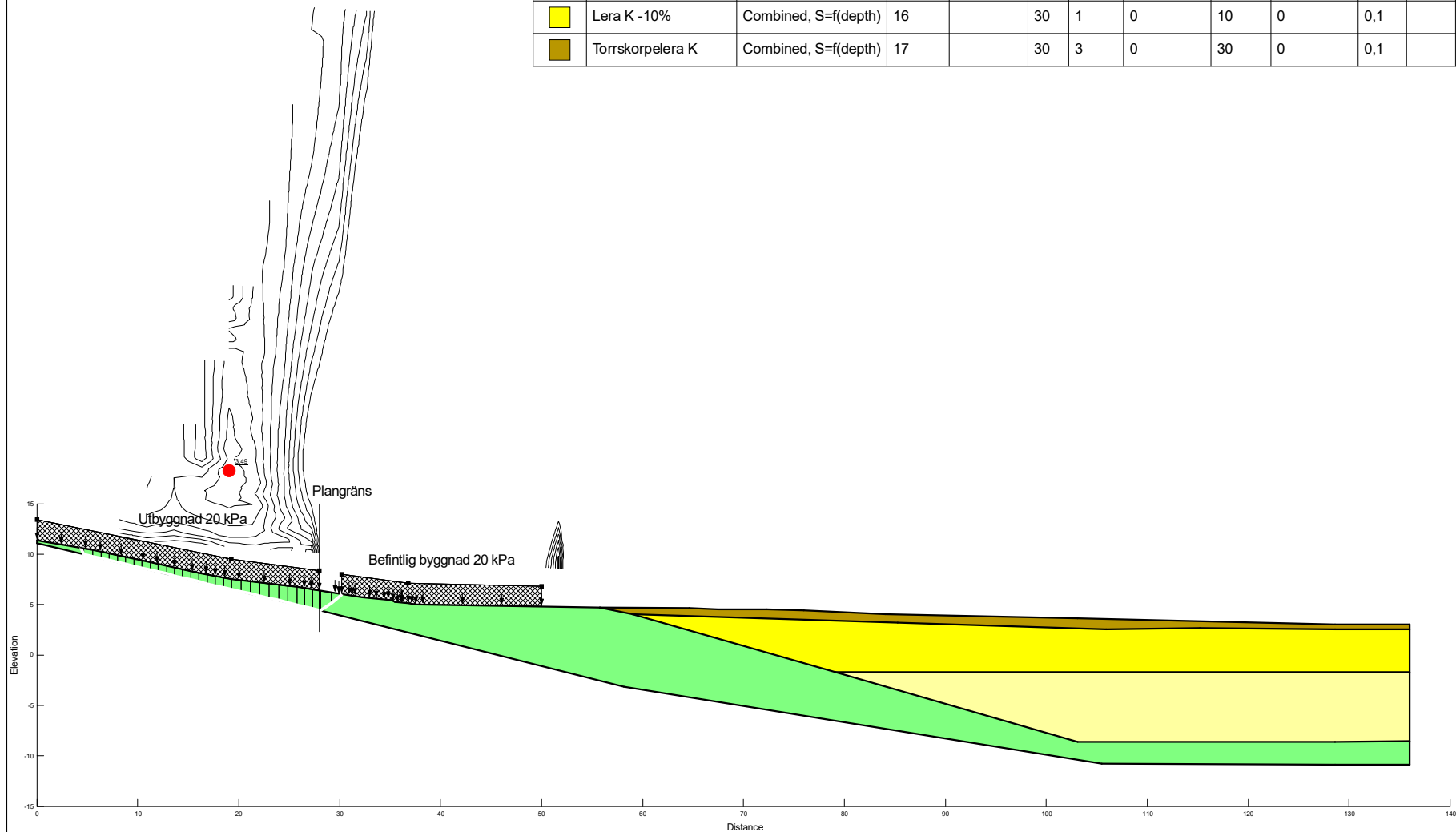
Beskrivning:
Sektion 3

Kombinerad analys,
utbyggda förhållanden,
lägre hållfasthetsegenskaper

TJUVKIL 2:67 M.FL. ETAPP A

PM GEOTEKNIK
BILAGA 2 (18/27)

Color	Name	Model	Unit Weight (kN/m³)	Cohesion' (kPa)	Phi' (°)	C-Top of Layer (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m²)/m)	Cu-Top of Layer (kPa)	Cu-Rate of Change ((kN/m²)/m)	C/Cu Ratio	Phi-B (°)	Constant Unit Wt. Above Water Table (kN/m³)
	Friktionsjord -2 grader	Mohr-Coulomb	22	0	34						0	20
	Lera 2 K -10%	Combined, S=f(depth)	16		30	1	0	10	0,75	0,1		
	Lera K -10%	Combined, S=f(depth)	16		30	1	0	10	0	0,1		
	Torrskorpelera K	Combined, S=f(depth)	17		30	3	0	30	0	0,1		



COWI

Projekt:
Tjuvkil

Projektnummer:
A129636

Skala:
1:600

Metod:
Morgenstern-Price

Datum:
2020-04-28

Utförd av:
Simon Carlsson

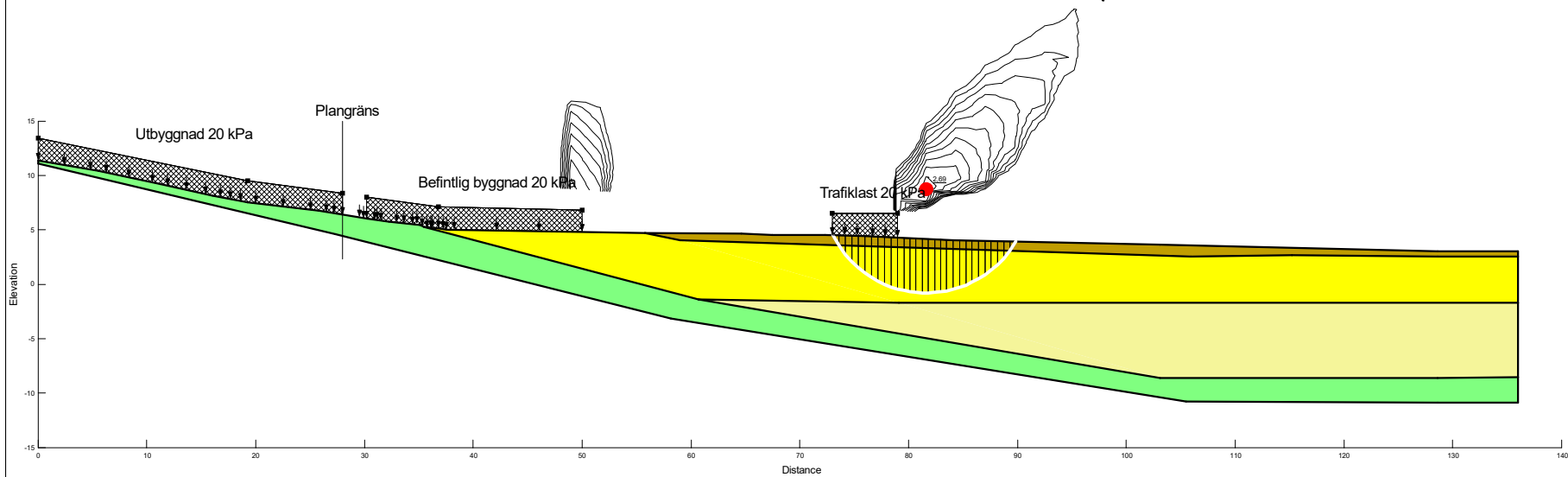
Filnamn:
Sektion 3.gsz

Beskrivning:
Sektion 3

Odränerad analys,
utbyggda förhållanden
Känslighetsanalys, lera längre upp i slänten

TJUVKIL 2:67 M.FL. ETAPP A
PM GEOTEKNIK
BILAGA 2 (19/27)

Color	Name	Model	Unit Weight (kN/m³)	Cohesion (kPa)	C-Top of Layer (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m²)/m)	C-Maximum (kPa)	Cohesion' (kPa)	Phi' (°)	Phi-B (°)	Constant Unit Wt. Above Water Table (kN/m³)	Piezometric Line
■	Friktionsjord	Mohr-Coulomb	22					0	36	0	20	1
■	Lera 2 O	S=f(depth)	16		11	0,75	0					1
■	Lera O	Undrained (Phi=0)	16	11								1
■	Torrskorpelera O	Undrained (Phi=0)	17	30								1



Projekt:
Tjuvkil

Projektnummer:
A129636

Skala:
1:600

Metod:
Morgenstern-Price

Datum:
2020-12-16

Utförd av:
Simon Carlsson

Filnamn:
Sektion 3_revB.gsz

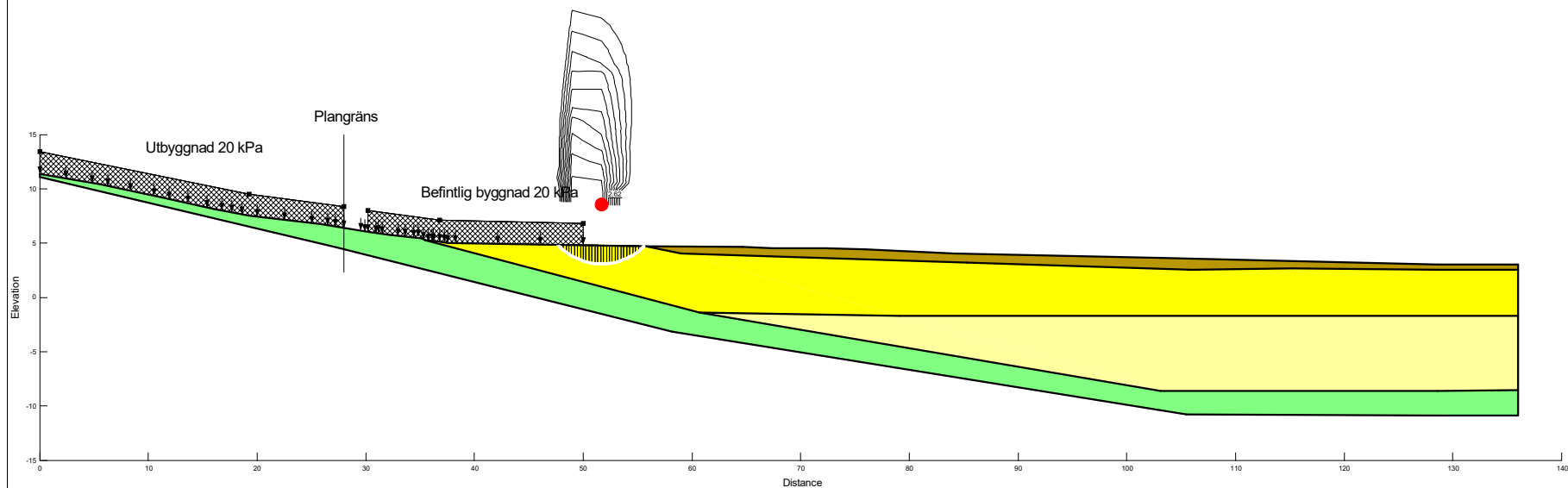
Beskrivning:
Sektion 3

Kombinerad analys,
utbyggda förhållanden
Känslighetsanalys, lera längre upp i slänten

TJUVKIL 2:67 M.FL. ETAPP A

PM GEOTEKNIK
BILAGA 2 (20/27)

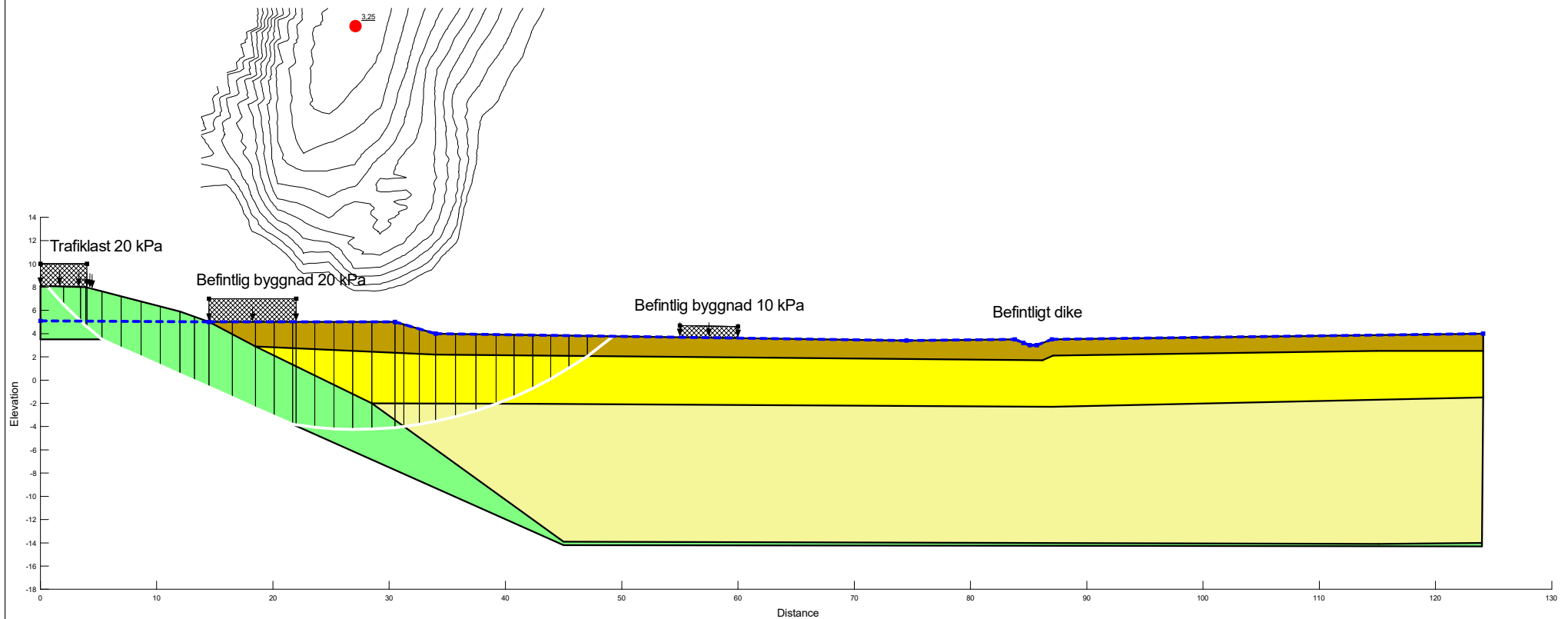
Color	Name	Model	Unit Weight (kN/m ³)	Cohesion' (kPa)	Phi' (°)	C-Top of Layer (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m ²)/m)	Cu-Top of Layer (kPa)	Cu-Rate of Change ((kN/m ²)/m)	C/Cu Ratio	Phi-B (°)	Constant Unit Wt. Above Water Table (kN/m ³)
	Friktionsjord	Mohr-Coulomb	22	0	36						0	20
	Lera 2 K	Combined, S=f(depth)	16		30	1,1	0	11	0,75	0,1		
	Lera K	Combined, S=f(depth)	16		30	1,1	0	11	0	0,1		
	Torrskorpelera K	Combined, S=f(depth)	17		30	3	0	30	0	0,1		



Beskrivning:
Sektion 4
Odränerad analys,
befintliga förhållanden

TJUVKIL 2:67 M.FL. ETAPP A
PM GEOTEKNIK
BILAGA 2 (21/27)

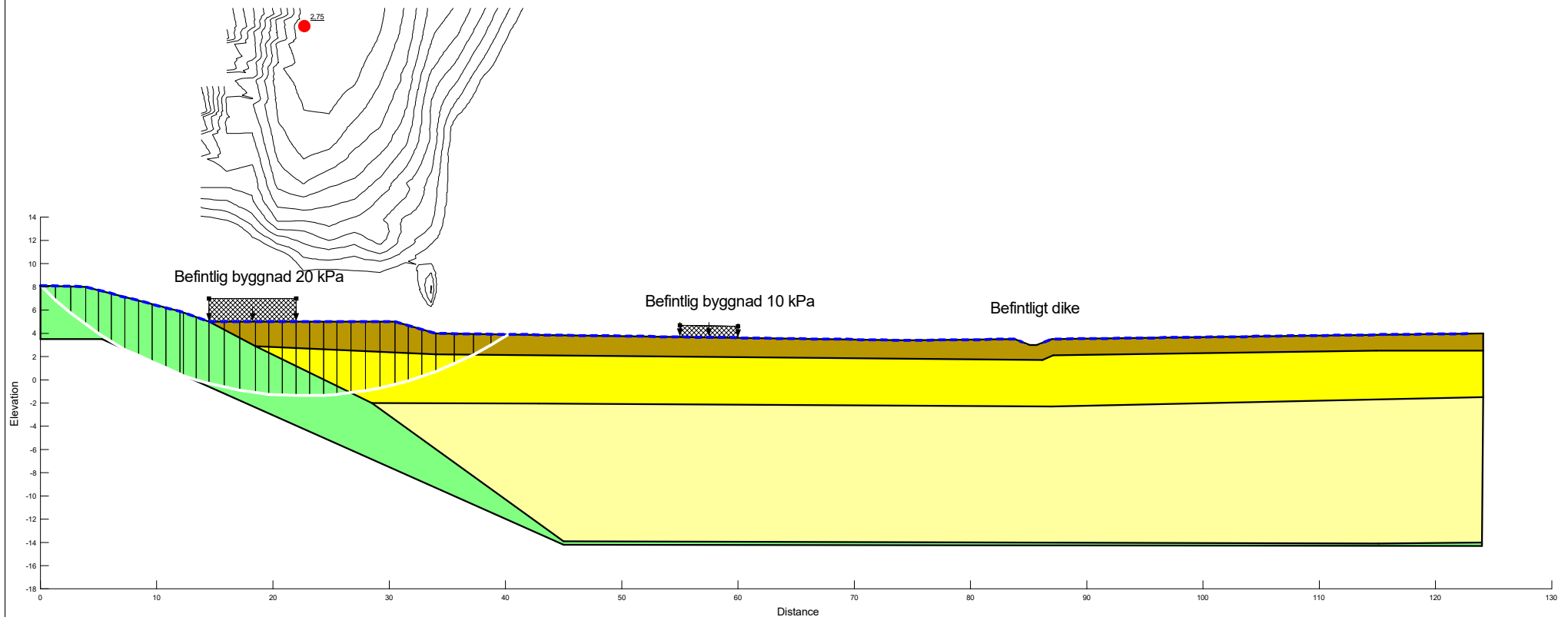
Color	Name	Model	Unit Weight (kN/m³)	Cohesion (kPa)	C-Top of Layer (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m²)/m)	C-Maximum (kPa)	Cohesion' (kPa)	Phi' (°)	Phi-B (°)	Constant Unit Wt. Above Water Table (kN/m³)	Piezometric Line
■	Friktionsjord	Mohr-Coulomb	22					0	36	0	20	1
■	Lera 2 O	S=f(depth)	16		18	0,9	0					1
■	Lera O	Undrained (Phi=0)	16	18								1
■	Torrskorpelera O	Undrained (Phi=0)	17	30								1



Beskrivning:
Sektion 4
Kombinerad analys,
befintliga förhållanden

TJUVKIL 2:67 M.FL. ETAPP A
PM GEOTEKNIK
BILAGA 2 (22/27)

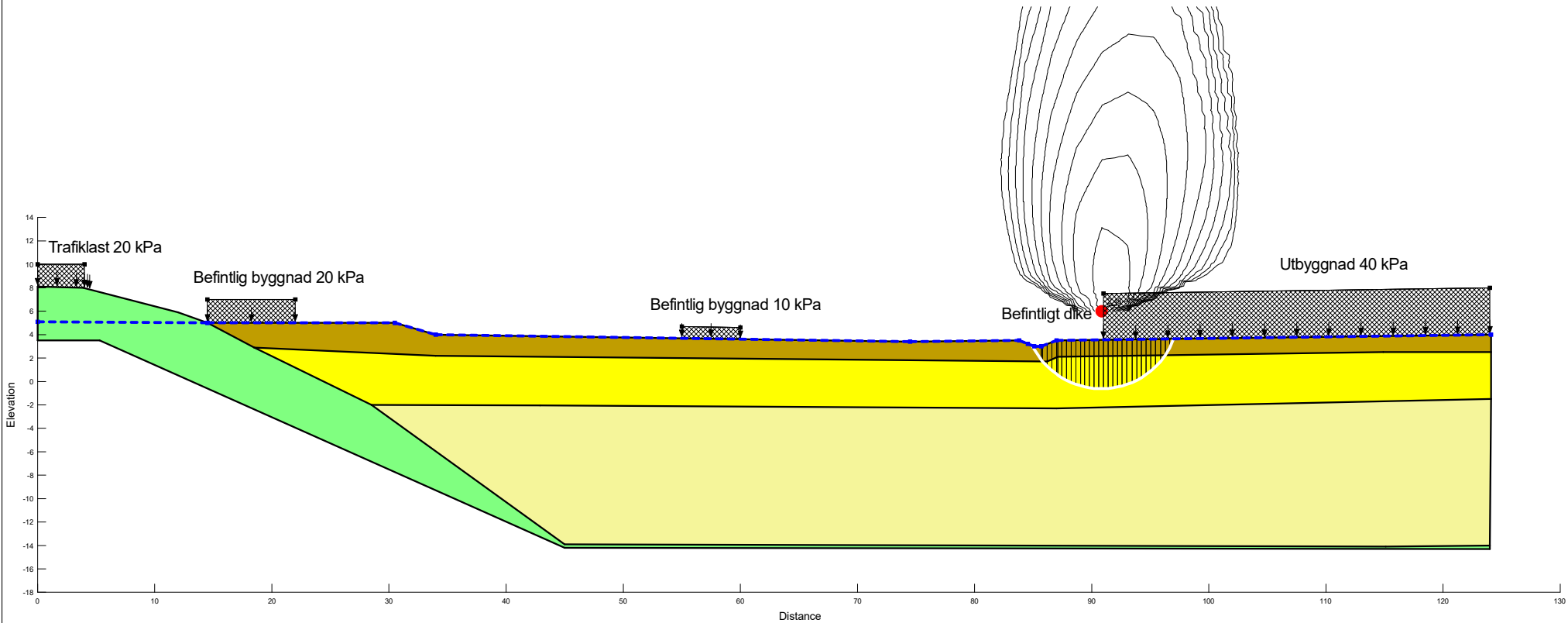
Color	Name	Model	Unit Weight (kN/m³)	Cohesion' (kPa)	Phi' (°)	C-Top of Layer (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m²)/m)	Cu-Top of Layer (kPa)	Cu-Rate of Change ((kN/m²)/m)	C/Cu Ratio	Phi-B (°)	Constant Unit Wt. Above Water Table (kN/m³)
	Friktionsjord	Mohr-Coulomb	22	0	36						0	20
	Lera 2 K	Combined, S=f(depth)	16		30	1,8	0,09	18	0,9	0,1		
	Lera K	Combined, S=f(depth)	16		30	1,8	0	18	0	0,1		
	Torrskorpelera K	Combined, S=f(depth)	17		30	3	0	30	0	0,1		



Beskrivning:
Sektion 4
Odränerad analys,
utbyggda förhållanden

TJUVKIL 2:67 M.FL. ETAPP A
PM GEOTEKNIK
BILAGA 2 (23/27)

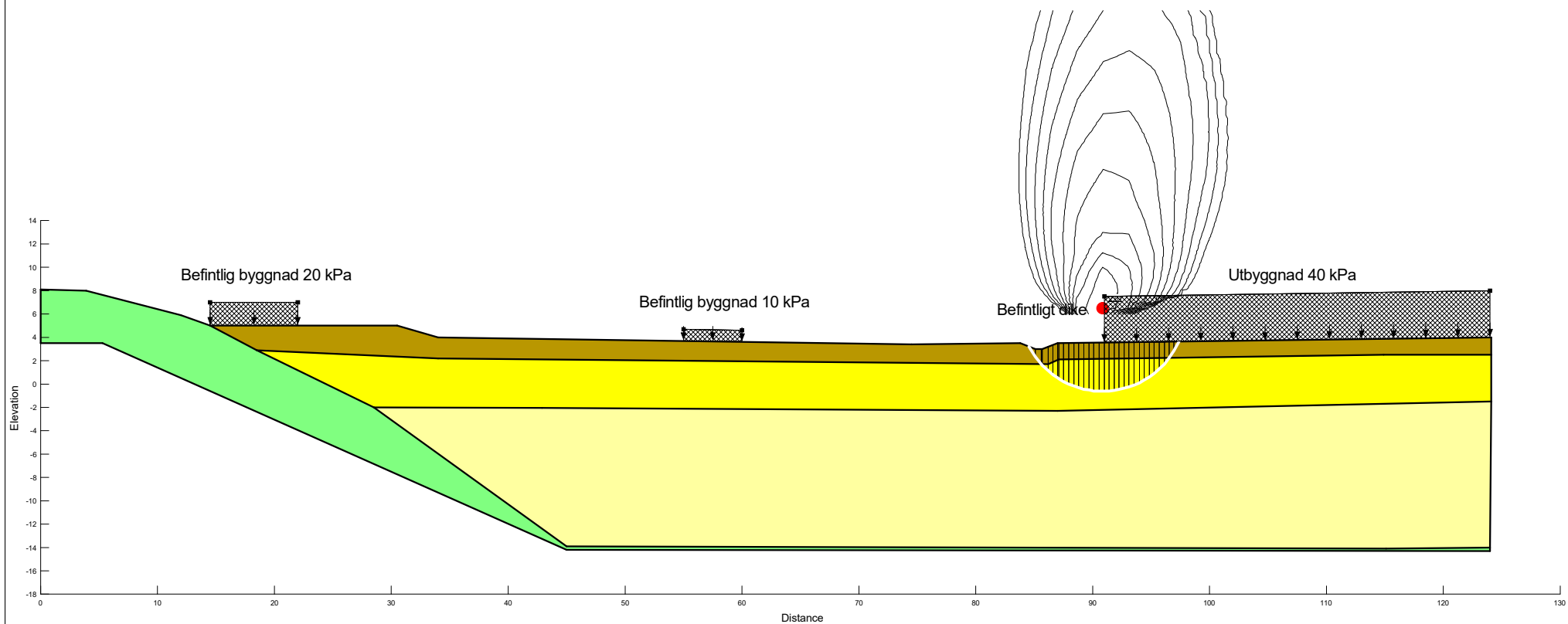
Color	Name	Model	Unit Weight (kN/m³)	Cohesion (kPa)	C-Top of Layer (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m²)/m)	C-Maximum (kPa)	Cohesion' (kPa)	Phi' (°)	Phi-B (°)	Constant Unit Wt. Above Water Table (kN/m³)	Piezometric Line
■	Friktionsjord	Mohr-Coulomb	22					0	36	0	20	1
■	Lera 2 O	S=f(depth)	16		18	0,9	0					1
■	Lera O	Undrained (Phi=0)	16	18								1
■	Torrskorpelera O	Undrained (Phi=0)	17	30								1



Beskrivning:
Sektion 4
Kombinerad analys,
utbyggda förhållanden

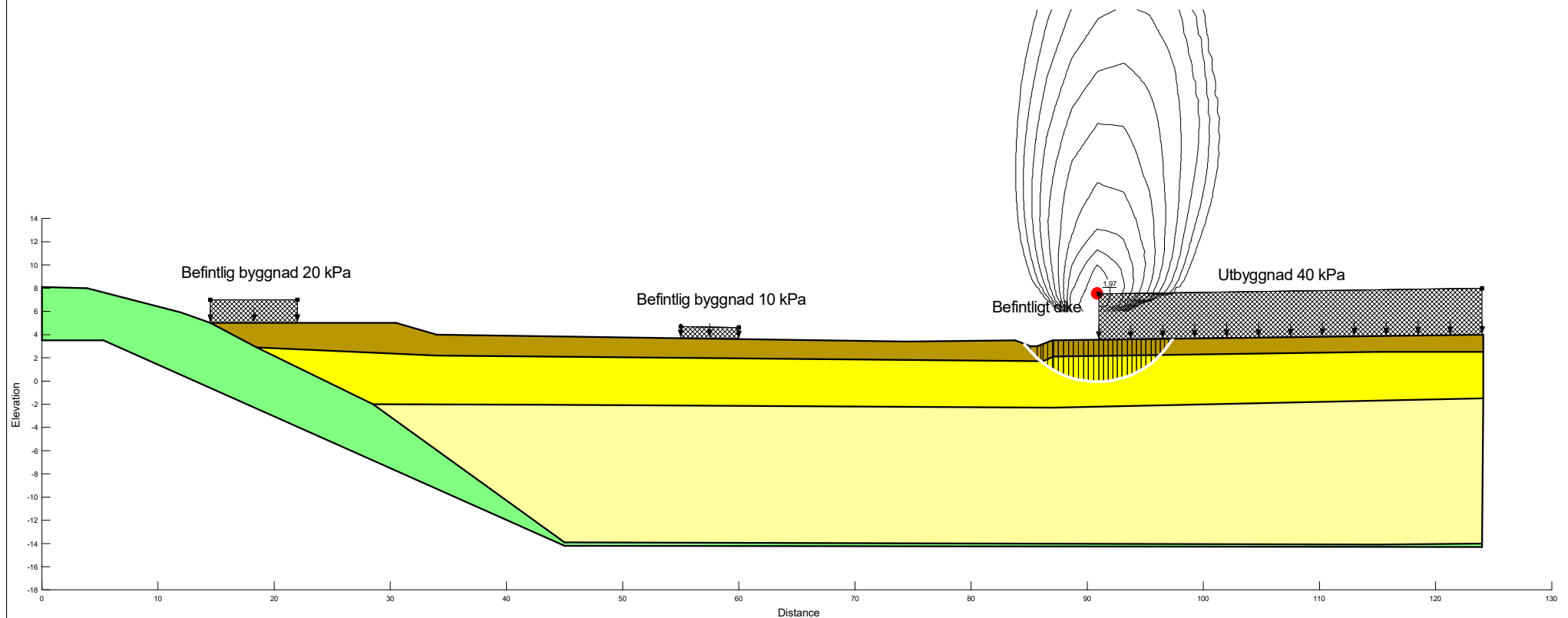
TJUVKIL 2:67 M.FL. ETAPP A
PM GEOTEKNIK
BILAGA 2 (24/27)

Color	Name	Model	Unit Weight (kN/m³)	Cohesion' (kPa)	Phi' (°)	C-Top of Layer (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m²)/m)	Cu-Top of Layer (kPa)	Cu-Rate of Change ((kN/m²)/m)	C/Cu Ratio	Phi-B (°)	Constant Unit Wt. Above Water Table (kN/m³)
	Friktionsjord	Mohr-Coulomb	22	0	36						0	20
	Lera 2 K	Combined, S=f(depth)	16		30	1,8	0,09	18	0,9	0,1		
	Lera K	Combined, S=f(depth)	16		30	1,8	0	18	0	0,1		
	Torrskorpelera K	Combined, S=f(depth)	17		30	3	0	30	0	0,1		



Beskrivning: TJUVKIL 2:67 M.FL. ETAPP A
 Sektion 4 PM GEOTEKNIK
 Kombinerad analys, BILAGA 2 (25/27)
 utbyggda förhållanden,
 känslighetsanalys,
 höjt porttryck 1 mvp

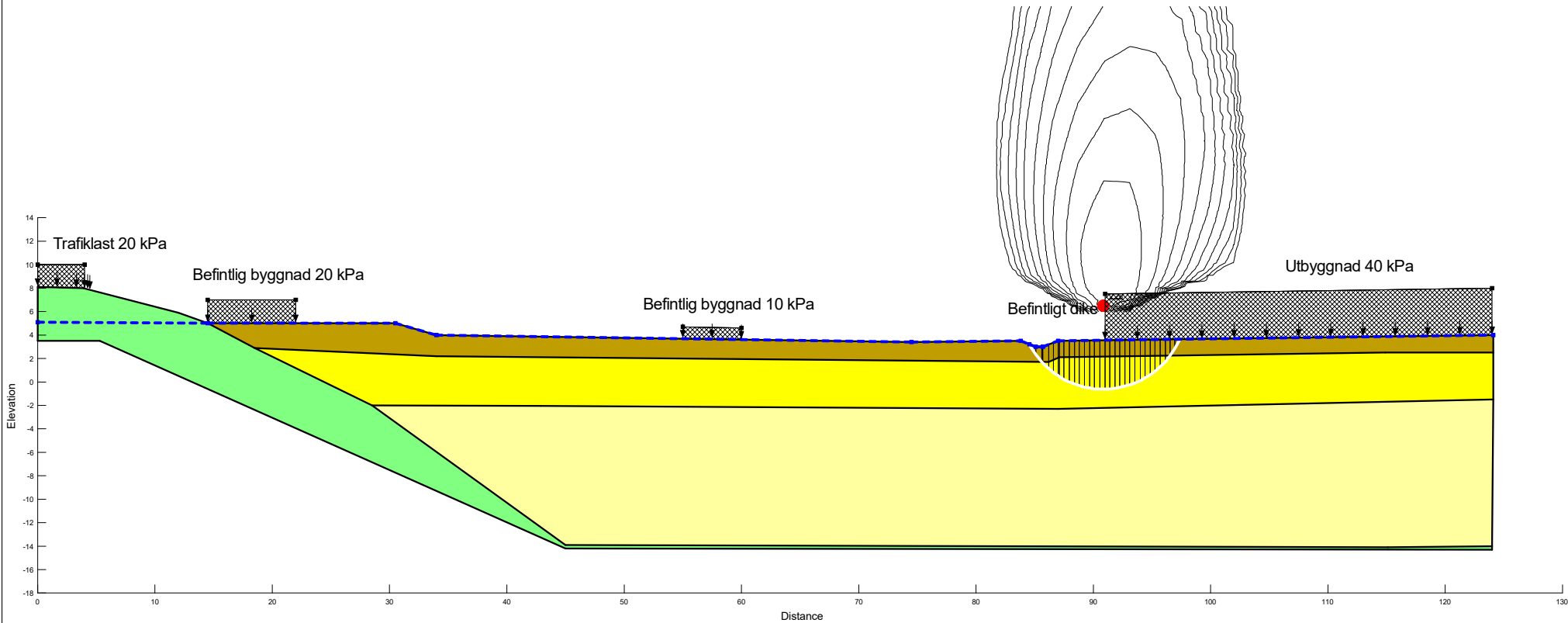
Color	Name	Model	Unit Weight (kN/m³)	Cohesion' (kPa)	Phi' (°)	C-Top of Layer (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m²)/m)	Cu-Top of Layer (kPa)	Cu-Rate of Change ((kN/m²)/m)	C/Cu Ratio	Phi-B (°)	Constant Unit Wt. Above Water Table (kN/m³)
	Friktionsjord	Mohr-Coulomb	22	0	36						0	20
	Lera 2 K	Combined, S=f(depth)	16		30	1,8	0,09	18	0,9	0,1		
	Lera K	Combined, S=f(depth)	16		30	1,8	0	18	0	0,1		
	Torrskorpelera K	Combined, S=f(depth)	17		30	3	0	30	0	0,1		



Beskrivning:
Sektion 4
Odränerad analys,
utbyggda förhållanden,
lägre hållfasthetsegenskaper

TJUVKIL 2:67 M.FL. ETAPP A
PM GEOTEKNIK
BILAGA 2 (26/27)

Color	Name	Model	Unit Weight (kN/m³)	Cohesion (kPa)	C-Top of Layer (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m²)/m)	C-Maximum (kPa)	Cohesion' (kPa)	Phi' (°)	Phi-B (°)	Constant Unit Wt. Above Water Table (kN/m³)	Piezometric Line
	Friktionsjord -2 grader	Mohr-Coulomb	22					0	34	0	20	1
	Lera 2 O -10%	S=f(depth)	16		16	0,9	0					1
	Lera O -10%	Undrained (Phi=0)	16	16								1
	Torrskorpelera O	Undrained (Phi=0)	17	30								1



Beskrivning:
Sektion 4
Kombinerad analys,
utbyggda förhållanden,
lägre hållfasthetsegenskaper

TJUVKIL 2:67 M.FL. ETAPP A
PM GEOTEKNIK
BILAGA 2 (27/27)

Color	Name	Model	Unit Weight (kN/m³)	Cohesion (kPa)	Phi (°)	C-Top of Layer (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m²)/m)	Cu-Top of Layer (kPa)	Cu-Rate of Change ((kN/m²)/m)	C/Cu Ratio	Phi-B (°)	Constant Unit Wt. Above Water Table (kN/m³)
	Friktionsjord -2 grader	Mohr-Coulomb	22	0	34						0	20
	Lera 2 K -10%	Combined, S=f(depth)	16		30	1,6	0,09	16	0,75	0,1		
	Lera K -10%	Combined, S=f(depth)	16		30	1,6	0	16	0	0,1		
	Torrskorpelera K	Combined, S=f(depth)	17		30	3	0	30	0	0,1		

