

MARS 2021, REV. A APRIL 2021
ALINGSÅS KOMMUN

DETALJPLAN, BÄLINGE 6:16, ALINGSÅS KOMMUN

PM GEOTEKNIK OCH BERGTEKNIK



COWI

Address

MARS 2021, REV. A APRIL 2021
ALINGSÅS KOMMUN

DETALJPLAN, BÄLINGE 6:16, ALINGSÅS KOMMUN

PM GEOTEKNIK OCH BERGTEKNIK

PROJEKTNR.

A224788

DOKUMENTNR.

A224788-PME-001

VERSION

2.0

UTGIVNINGSDATUM

2021-03-12
Rev. A 2021-04-16

BESKRIVNING

UTARBETAD

M. Johansson

GRANSKAD

C. Edström

GODKÄND

C. Edström

INNEHÅLL

1	Sammanfattning	5
2	Objekt	6
3	Syfte	7
4	Utförda undersökningar	7
5	Exploateringsförslag	8
6	Ytbeskaffenhet och topografiska förhållanden	9
7	Geotekniska förhållanden	10
7.1	Jordlagerföljd	10
7.2	Hydrogeologiska förhållanden	10
8	Stabilitetsanalys	10
8.1	Beräkningssektioner	10
8.2	Gynnsamma och ogynnsamma förutsättningar	11
8.3	Erforderliga krav för stabilitetsberäkningar	13
8.4	Sammanställning av beräkningsparametrar	13
8.5	Resultat stabilitetsanalys	15
8.6	Slutsats stabilitetsanalys	16
9	Sättningar	16
10	Berg	16
10.1	Bergtekniska observationer och karteringsresultat	16
10.2	Strukturgeologi	25
10.3	Möjliga problemområden	25
11	Rekommendationer till detaljplan	26
11.1	Stabilitet	26
11.2	Sättningar	27
11.3	Bergteknik	27
11.4	Grundläggning	27

BILAGOR

Bilaga 1 Valda värden

Bilaga 2 Stabilitetsberäkningar

1 Sammanfattning

COWI har på uppdrag av Alingsås kommun utfört en geoteknisk- och bergteknisk undersökning på fastigheten Bålinge 6:16. Alingsås kommun planerar att detaljplanelägga området för att möjliggöra exploatering av industrier inom del av fastigheten.

Utförd geoteknisk undersökning visar att området i huvudsak består av lera som underlagras av friktionsjord. Lermåktigheten uppgår som mest till ca 20 m.

Beräknade stabilitetsförhållanden är enligt gällande normer tillfredställande för både befintliga och utbyggda förhållanden vid en antagen last om 100 kPa, vilket motsvarar en höjning av markytan med ca 5 m.

Det finns viss risk för blockutfall från kullen öster om utredningsområdet ned mot planerad lokalgata, blocken bör skrotas ut.

Lerans sättningsegenskaper är inte utvärderade, överslagsberäkningar med en antagen last om 100 kPa och empiriskt framtagna materialparametrar genererar sättningar på 2 till 6 cm.

Grundläggningsförutsättningarna inom området är goda och byggnader bedöms kunna grundläggas utan grundförstärkning med platta på mark.

Efter det att den geotekniska utredningen färdigställts framkom det vid utredningen för detaljplanen att det fanns tidigare okända fornlämningar i området. Detaljplaneområdet flyttades på grund av fornlämningen ca 120 m söderut, mot gamla E20/Stockholmsvägen efter det att de geotekniska undersökningarna utförts.

2 Objekt

COWI har på uppdrag av Alingsås kommun utfört en geoteknisk och bergteknisk undersökning på fastigheten Bälinge 6:16. Alingsås kommun planerar att detaljplanlägga området för att möjliggöra exploatering av industrier inom del av fastigheten.

Det aktuella området är beläget ca 6 km nordost om Alingsås centrum och angränsas av Rolfs kullevägen i nordost samt Domarberget i sydväst. Efter det att den geotekniska utredningen färdigstälts framkom det vid utredningen för detaljplanen att det fanns tidigare okända fornlämningar i området. Detaljplaneområdet flyttades på grund av fornlämningen ca 120 m söderut, mot gamla E20/Stockholmsvägen efter det att de geotekniska undersökningarna utförts. För översiktsbild för det aktuella och tidigare området se Figur 1 nedan.



Figur 1 Översiktsbild, aktuellt område markerat med röd-streckad linje, tidigare detaljplanegräns visas med tunn vitstreckad linje och ny fornlämning visas med cyanlinje och R. (kartkälla: Eniro 2021)

3 Syfte

Syftet med den geotekniska utredningen har varit att redogöra för de geologiska, geotekniska samt hydrogeologiska förhållandena för det aktuella detaljplaneområdet. Utredningen ska även ligga till grund för stabilitetsanalys samt att kunna bedöma rimligheten och eventuella restriktioner vid exploatering i området.

Syftet med den bergtekniska utredningen har varit att beskriva områdets lämplighet för exploatering med avseende på stabilitetsförhållanden och risker för ras- och blockutfall.

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

4 Utförda undersökningar

COWI AB har under vecka 6 och 7 år 2021 utfört geotekniska undersökningar samt den 4 mars 2021 utfört bergtekniska undersökningar i området. Laboratorieundersökningar har utförts på WSP:s geotekniska laboratorium i Göteborg.

Undersökningen visas i koordinatsystem SWEREF 99 12 00 och höjdsystem RH 2000.

Den bergtekniska fältundersökningen innefattade utredning av stabilitet och risk för ras- och blockutfall och utfördes av Elisabet Sundberg, COWI AB. Vid mätning av strykning och stupning (S/D) hos sprickor och slänter användes högerhandsregeln.

Slänterna i bergområdet är delvis jordtäckta och sprickor har därmed inte kunnat mätas in överallt. Generellt är dock mängden berg i dagen god vilket borgar för tillförlitliga observationer.

Undersökningsresultaten har sammanställts i en separat handling benämnd "*Detaljplan, Bälinge 6:16, Alingsås kommun, Markteknisk undersökningsrapport, Geoteknik och bergteknik (MUR) daterad 2021-03-12 och med dokumentnamn A224788-RAP-001*".

Tidigare undersökningsresultat har inarbetats i handlingen. Undersökningarna är redovisade på plan- och sektionsritningar och är bilagda till ovan nämnda handling.

På grund av tidigare nämnda nyupptäckta fornlämningen och därmed ändring av detaljplaneområdet har inga undersökningar utförts i den sydligaste delen av

området. Baserat på undersökningsresultaten bedöms de geotekniska egenskaperna i området vara liknande och inga kompletterande undersökningar har därför utförts i detta skede. Resultatet från beräkningar innan ändringen visar på ytliga bärighetsbrott, vilket gör att eventuellt djupare jordmaktighet åt söder inte bedöms påverka stabilitetsförhållandena i området.

5 Exploateringsförslag

Detaljplaneområdet planeras för industriverksamhet. Vid tidpunkten för den geotekniska- och bergtekniska utredningen är det inte klarlagt hur kvartersmaken i området ska delas in. Planförslaget tillåter att maximalt 60% av fastighetsarean bebyggs, om hela kvartersmarken utgörs av en fastighet kan området bebyggas enligt Figur 2. Maximalnockhöjd på bebyggelse inom området är 20 m enligt plankartan daterad 2020-12-16.



Figur 2 Illustrationskarta för planområdet med möjlig exploatering, höjdkurva med 0,5 m ekvidistans (Alingsås kommun 2021)

Vid stabilitetsberäkningar har bebyggelse enligt ovan med en avlång byggnad på 330x120 m antagits.

Den befintliga vägen (Rolfs Kullevägen) bedöms enligt planbeskrivningen daterad 2020-12-11, inte vara lämplig för ökad trafik. Vägen föreslås breddas till 17 m samt läggas om att gå runt istället för igenom befintlig gård, se Figur 2.

Det planeras anläggas en våtmark och eventuellt dagvattendammar inom området, de antas ha en flack släntlutning för att möjliggöra gräsklippning etc.

6 Ytbeskaffenhet och topografiska förhållanden

Det aktuella området består uteslutande av brukad åkermark. Området är svagt böljande med den högsta punkten i den sydöstra delen och lägsta punkten i den sydvästra delen av området, se Figur 3 och Figur 4. Markytan inom området varierar mellan ca +74,5 och +86.



Figur 3, Översikt över området, taget från Rolfs Kullevägen på den västra sidan av området (COWI januari 2020)



Figur 4 Området sett från det sydöstra hörnet av området (COWI februari 2021)

7 Geotekniska förhållanden

7.1 Jordlagerföljd

Jordlagerföljden inom området består generellt av **mulljord** som underlagras av **lera**. Leran underlagras av **friktingsjord** på berg. Utförda sonderingar har stoppat på djup mellan ca 3,5 och 31 m under markytan.

Mulljorden har en mäktighet på ca 0,3–0,4 m.

Torrskorpelerans mäktighet varierar mellan ca 1,5 och 2,4 m och har uppmätt vattenkvot på mellan 21 och 30%.

Lerans mäktighet varierar mellan ca 1 och 17 m. Leran är i den övre delen av lerprofilen är leran sandlig och siltig för att på djupet övergå till att vara siltig. Lerans densitet varierar mellan ca 1,9 och 2,0 ton/m³, den uppmätta vattenkvoten varierar mellan 24 och 37% och den uppmätta konflytgränsen varierar mellan 25 och 49%. Sensitiviteten i leran varierar mellan 9 och 26 varav leran klassificeras som låg till mellansensitiv. Lerans korrigerade odränerade hållfasthet varierar mellan ca 50 och 250 kPa. Lerans skjuvhållfasthet klassificeras som medium till mycket hög.

Friktingsjorden under leran har en friktionsvinkel som varierar mellan ca 33 och 39° och en E-modul som varierar mellan ca 10 och 50 MPa.

7.2 Hydrogeologiska förhållanden

Portrycksfördelningen antas vara hydrostatisk.

8 Stabilitetsanalys

8.1 Beräkningssektioner

För det aktuella utredningsområdet har stabilitetsförhållandena analyserats i två sektioner namngivna B och F, se Figur 5, för plan och sektionsritningar se MUR enligt kapitel 3.



Figur 5 Ungefärligt läge beräkningssektion B och F inom utredningsområdet.

I beräkningsmodellen har markytans nivå vid undersökningspunkter samt några hjälpunkter mellan undersökningspunkterna använts. Samtliga punkter är inmätta i samband med de geotekniska fältarbetena.

8.2 Gynnsamma och ogynnsamma förutsättningar

En bedömning av områdets gynnsamma och ogynnsamma förutsättningar gjordes och resultatet visas i Tabell 1 nedan.

Tabell 1 Gynnsamma och ogynnsamma förutsättningar

Förutsättning	Gynnsamma	Ogynnsamma
Konsekvens av skred	Begränsad utbredning av skred	
Områdets beständighet	Inga tecken på rörelser	

Förutsättning	Gynnsamma	Ogynnsamma
Jordens egenskaper	Leran har hög skjuvhållfasthet Det finns ingen kvicklera	Det finns lera inom utredningsområdet
Analys och beräkningsarbetets innehåll och omfattning	Tvådimensionell analys Känslighetsanalys utförd med sänkt skjuvhållfasthet i leran Stort antal beräknade glidytor	
Fältundersökningarnas innehåll och omfattning	Det finns CPT-sonderingar, Vingförsök och ostörd provtagning inom området.	På grund av ändrat detaljplaneområde finns inga undersökningar i den sydligaste delen av området.
Laboratorieundersökningens innehåll och omfattning	Det finns laboratorieundersökningar på utförd störd provtagning	
Områdets geometri	Området är svagt böljande	
Grundvatten och portrycksförhållanden		Det finns ingen portryckstation, endast 1 mätning från grundvattenrör i området

8.3 Erforderliga krav för stabilitetsberäkningar

Beräkningarna har utförts med totalsäkerhetsanalys. I enlighet med IEG Rapport 4:2010 för nyexploatering/planläggning detaljerad undersökning, ligger intervallet på erforderlig säkerhetsfaktor på $F_{\text{komb}} \geq 1,5-1,4$ (kombinerad analys) och $F_c \geq 1,7-1,5$ (odränerad analys). Valda säkerhetsfaktorer har valts, med hänsyn till kap. 8.2, till:

- > $F_c \geq 1,7$
- > $F_{\text{komb}} \geq 1,5$

8.4 Sammanställning av beräkningsparametrar

8.4.1 Jordmaterialparametrar

Valda beräkningsparametrar för sektion B och F redovisas i Tabell 2. I bilaga 1 redovisas diagram med valda värden.

Tabell 2 Beräkningsparametrar för sektion B och F

Jordmaterial	Djup (m u my)	Jordparametrar
Fyllning	Befintlig väg	$\gamma = 22 \text{ kN/m}^3$ $\gamma' = -$ $\Phi'_k = 45^\circ$
Torrskorpelera	Ca 0 till 2,7 m u my	$\gamma = 19,0 \text{ kN/m}^3$ $\gamma' = 9,0 \text{ kN/m}^3$ $c_{uk} = 120 \text{ kPa}$ $c'_k = 12 \text{ kPa}$ $\Phi'_k = 30^\circ$
Lera 1	Ca 1 till 5 m u my	$\gamma = 19,2 \text{ kN/m}^3$ $\gamma' = 9,2 \text{ kN/m}^3$ $c_{uk} = 120 \text{ kPa}$ $c'_k = 12 \text{ kPa}$ $\Phi'_k = 30^\circ$

Jordmaterial	Djup (m u my)	Jordparametrar
Lera 2	Ca 5 m till max 20 m u my	$\gamma = 19,2 \text{ kN/m}^3$ $\gamma' = 9,2 \text{ kN/m}^3$ $c_{uk} = 120 \text{ kPa}$ $\Delta c_{uk} = 1,79 \text{ kPa/m}$ $c'_k = 12,0 \text{ kPa}$ $\Delta c'_k = 0,18 \text{ kPa/m}$ $\Phi'_k = 30^\circ$
Friktionsjord	varierar	$\gamma = 18 \text{ kN/m}^3$ $\gamma' = 10 \text{ kN/m}^3$ $\Phi'_k = 35^\circ$

Lerans skjuvhållfasthet har bestämts utifrån konförsök, vingförsök samt CPT-sonderingar. Utförda undersökningar visar en skillnad för utvärderad skjuvhållfasthet mellan konförsök/vingförsök och CPT-sondering. Vingförsöken visar på ett distinkt brott vid de flesta försöken varav den uppmätta skjuvhållfastheten bedöms tillförlitlig. Utvärderad skjuvhållfasthet från CPT-sonderingar bygger på empiriska relationer för en normal- till svagt överkonsoliderad lera, vilket inte fullt ut överensstämmer med leran i det aktuella området. Det bedöms att utvärderad skjuvhållfasthet från CPT-sonderingar visar på ett för lågt värde, men med en korrekt trend mot djupet. Vid val av skjuvhållfasthet har därför störst vikt lagts på vingförsök och konförsök. En känslighetsanalys har utförts med en skjuvhållfasthet som motsvarar den lägre delen av spannet för uppmätt skjuvhållfasthet.

8.4.2 Portryck och grundvatten

I stabilitetsberäkningarna har nolltrycknivån ansatts till torrskorpans underkant ca 1,5–2 m under den befintliga markytan med en hydrostatisk portrycksfördelning.

8.4.3 Laster och antaganden

För sektion B finns inga befintliga laster. För sektion F finns befintlig väg inom beräkningssektionen.

För utbyggda förhållanden antas en utbredd last om 100 kPa för byggnader med placering enligt Figur 2. En utbredd last på 100 kPa motsvarar en höjning av markytan på ca 5 m. För den nya gatan i sektion F antas en utbredd last om 20 kPa, enligt TK Geo 4.3.1.2, vilket motsvarar en höjning av markytan på ca 1 m.

För sektion F har den mindre byggnaden inte flyttats, detta för att beräkna mest kritiska fallet i sektionen.

8.5 Resultat stabilitetsanalys

Stabilitetsberäkningar för sektion B och F ger värdet på säkerhetsfaktorn F_{komb} och F_c . Beräkningsresultaten framgår av Tabell 3 och

Tabell 4 samt Bilaga 2.

Tabell 3 Beräkningsresultat för sektion B

Sektion B, beskrivning	F_{komb}	F_c	Bilaga
Befintliga förhållanden	16,70	24,55	2:1-2
Utbyggda förhållanden, utbredd last om 100 kPa samt 20 kPa för ny gata	2,79	5,93	2:3-4
Utbyggda förhållanden, utbredd last om 100 kPa samt 20 kPa för ny gata, känslighetsanalys sänkt skjuvhållfasthet i leran med 70 kPa	1,91	2,48	2:5-6

Tabell 4 Beräkningsresultat för sektion F

Sektion F, beskrivning	F_{komb}	F_c	Bilaga
Befintliga förhållanden	3,05	3,05	2:7-8
Utbyggda förhållanden utbredd last om 100 kPa, samt 20 kPa för ny gata	2,17	4,39	2:9-10
Utbyggda förhållanden utbredd last om 100 kPa samt 20 kPa för ny gata, känslighetsanalys sänkt skjuvhållfasthet i leran med 70 kPa	1,73	4,39	2:11-12

Utförda stabilitetsberäkningar visar att stabiliteten är tillfredställande enligt gällande normer och krav.

8.6 Slutsats stabilitetsanalys

Utförd stabilitetsanalys för befintliga förhållanden i sektion B och sektion F visar att beräknad säkerhetsfaktor mot stabilitetsbrott är tillfredställande enligt IEG rapport 4:2010.

Utförd stabilitetsanalys för utbyggda förhållanden i sektion B och sektion F visar att beräknad säkerhetsfaktor mot stabilitetsbrott, med den fiktiva lasten 100 kPa samt 20 kPa trafiklast vid ny gata, är tillfredställande enligt IEG rapport 4:2010.

Utförd känslighetsanalys för utbyggda förhållanden i sektion B och sektion F visar att beräknad säkerhetsfaktor mot stabilitetsbrott, med den fiktiva lasten 100 kPa samt 20 kPa trafiklast vid nya gata, är tillfredställande enligt IEG rapport 4:2010.

9 Sättningar

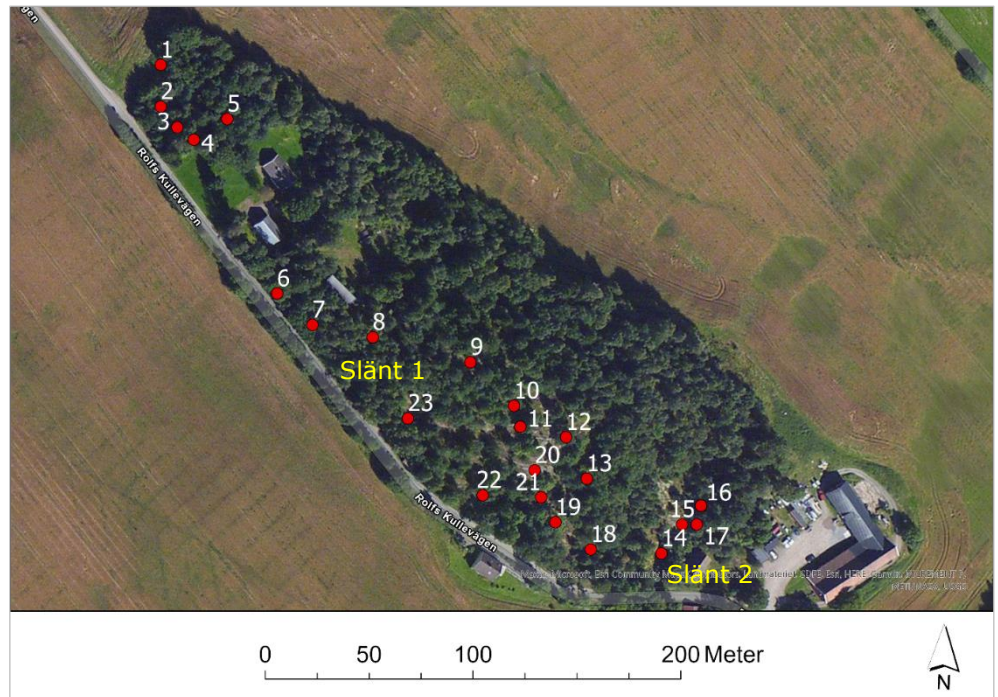
Leran i området är siltig och bedöms vara överkonsoliderad. Sekantmodellen E_{50} har antagits till $1000 \cdot c_u$ enligt TR Geo 13. Vid en överlast på 100 kPa och en jämt utbredd last inom området utan lastspredning genererar lasten en sättning på mellan 2 och 5 cm.

10 Berg

Inom detaljplaneområdet finns blottad berggrund inom fastmarkspartiet nordost om Rolfs kullevägen. Bergarten i området är granodioritisk – granitisk gnejs med åderstrukturer (migmatitisk), och tillhör det östra segmentet från den Sweconorvegiska orogenen. Berggrunden är 1,74 - 1,66 miljarder år gammal (SGU).

10.1 Bergtekniska observationer och karteringsresultat

Observationspunkter i bergområdet är markerade i rött, se Figur 6. Området är uppdelat i två delar, där slänt 1 är slänten som stupar mot sydväst och slänt 2 är slänten som viker av mot söder i den sydöstra delen av området. Bilder är försedda med observationspunkternas numrering och lösa block är markerade med rött i bilderna.



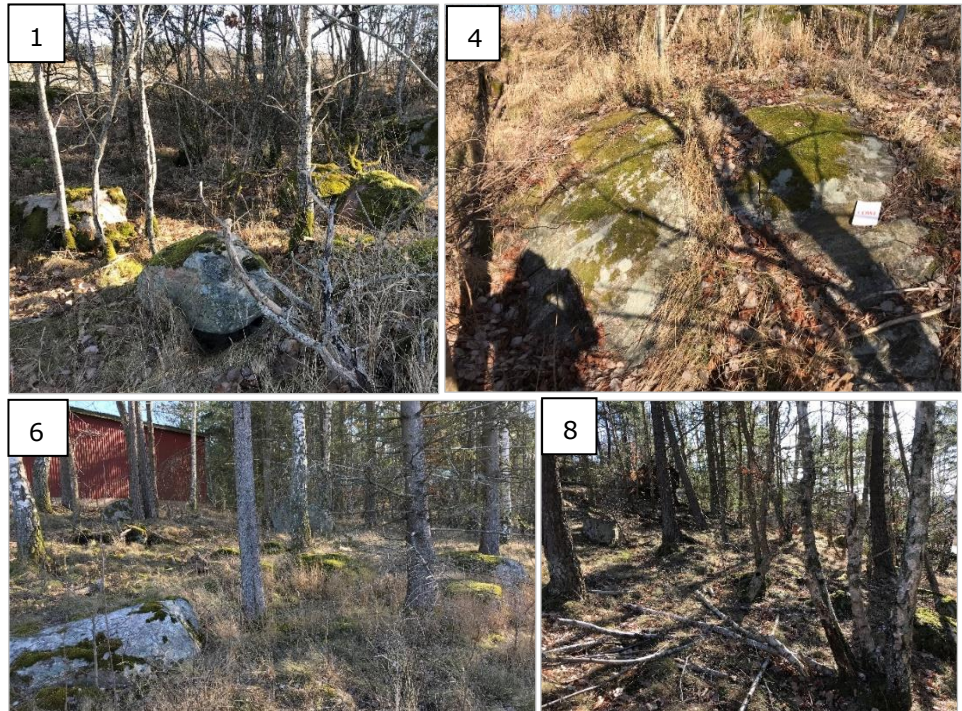
Figur 6. Observationspunkter i bergområdet är markerade i rött. Slänter visas i gult.

Berget består av en medelkornig granitisk gnejs med folierad struktur, se Figur 7. Det förekommer grovkorniga partier i form av pegmatit. Berget har en sprickintensitet på 0–3 till 1–3 sprickor per meter. Mineraler är kvarts, fältspat och glimmer. Sprickor är undulerande och råa/släta och enstaka sprickor är jordfyllda.



Figur 7. 22) Medelkornig granitisk gnejs med foliations-struktur. 2) Grovkornig pegmatit.

Observationspunkter 1–5 ligger i områdets nordvästra del (Slänt 1). Berget här består av flacka rundade hållar, området är till stor del jordtäckt och det ligger lösa block ovanpå marken. Vid observationspunkter 6 och 7 mot sydost är slänten mycket flack och jordtäckt och det ligger stora block ligger i slänten. Vid observationspunkt 8 och 9 blir slänten brantare mot sydväst, se Figur 8. I dessa områden är det låg risk för ras- och blocknedfall.



Figur 8. 1 & 4) Berget består av flacka rundade hällar och är till stor del jordtäckt. 6) Slänten är flack och jordtäckt, med block på marken. 8) Slänten blir brantare mot sydväst.

I den sydöstra delen av området har slänten (Slänt 1) ner mot vägen en S/D på $\sim 138^\circ/27^\circ$. I det här området finns ett antal block som sitter löst i berget, och det finns en risk att dessa faller ut mot planområdet. Sprickintensiteten ligger på 0-3 till 1-3 sprickor per meter och sprickor är undulerande och plana till något råa. Blocken som sitter löst i slänten är markerade med rött och har observationspunktens numrering, och visas nedan. Vid observationspunkt 10 sitter ett block löst, se Figur 9.



Figur 9. Ett block sitter löst vid observationspunkt 10.

Vid observationspunkt 11 sitter ett stort block löst, se Figur 10. Blocket riskerar att glida ut längs med en flack spricka. Ytterligare två block har tidigare glidit ut och ligger nu i slänten, se Figur 11 och Figur 12, nedan.



Figur 10. Block vid observationspunkt 11 riskerar att glida ut längs en flack spricka.



Figur 11. Ett block har tidigare glidit ut i slänten och är fastkilad mot två träd, vid observationspunkt 11.



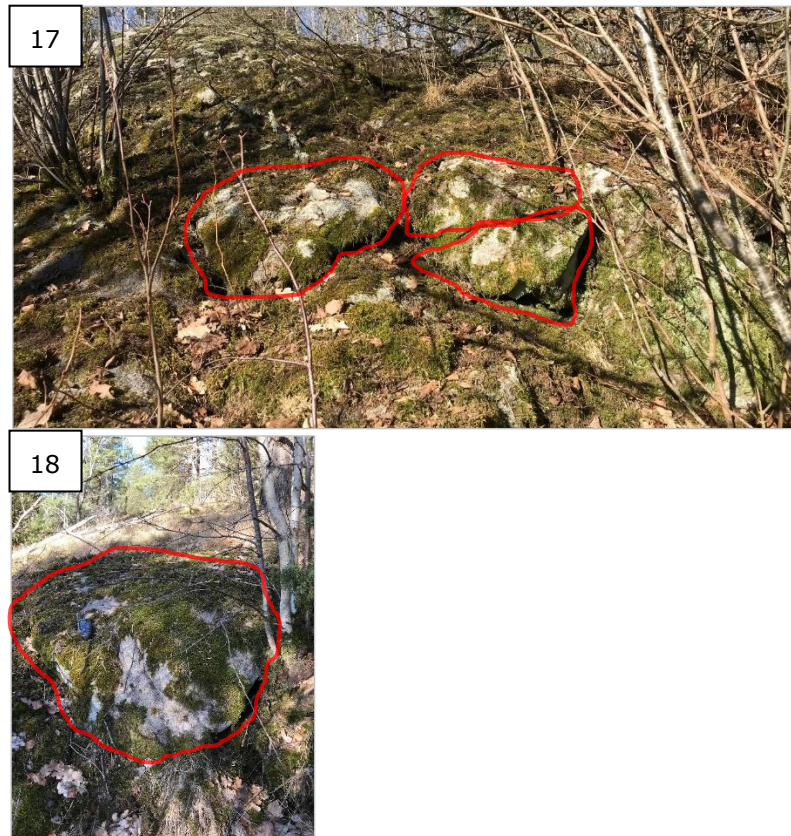
Figur 12. Ett block i slänten som tidigare glidit ut vid observationspunkt 11.

Vid observationspunkt 12 sitter ett block löst i berget, se Figur 13.



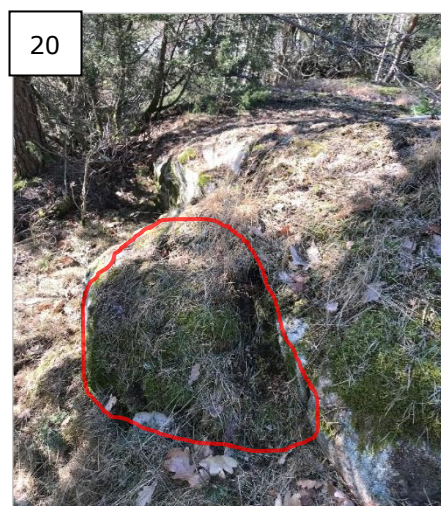
Figur 13. Ett block sitter löst vid observationspunkt 12.

Vid observationspunkter 13–15 består berget av rundade hällar med låg risk för ras- och blockutfall. Längst söderut i det sydöstra området viker slänten (Slänt 2) av mot söder och har S/D på $\sim 60/25^\circ$. Här finns lösa block vid observationspunkter 17 och 18, se Figur 14.



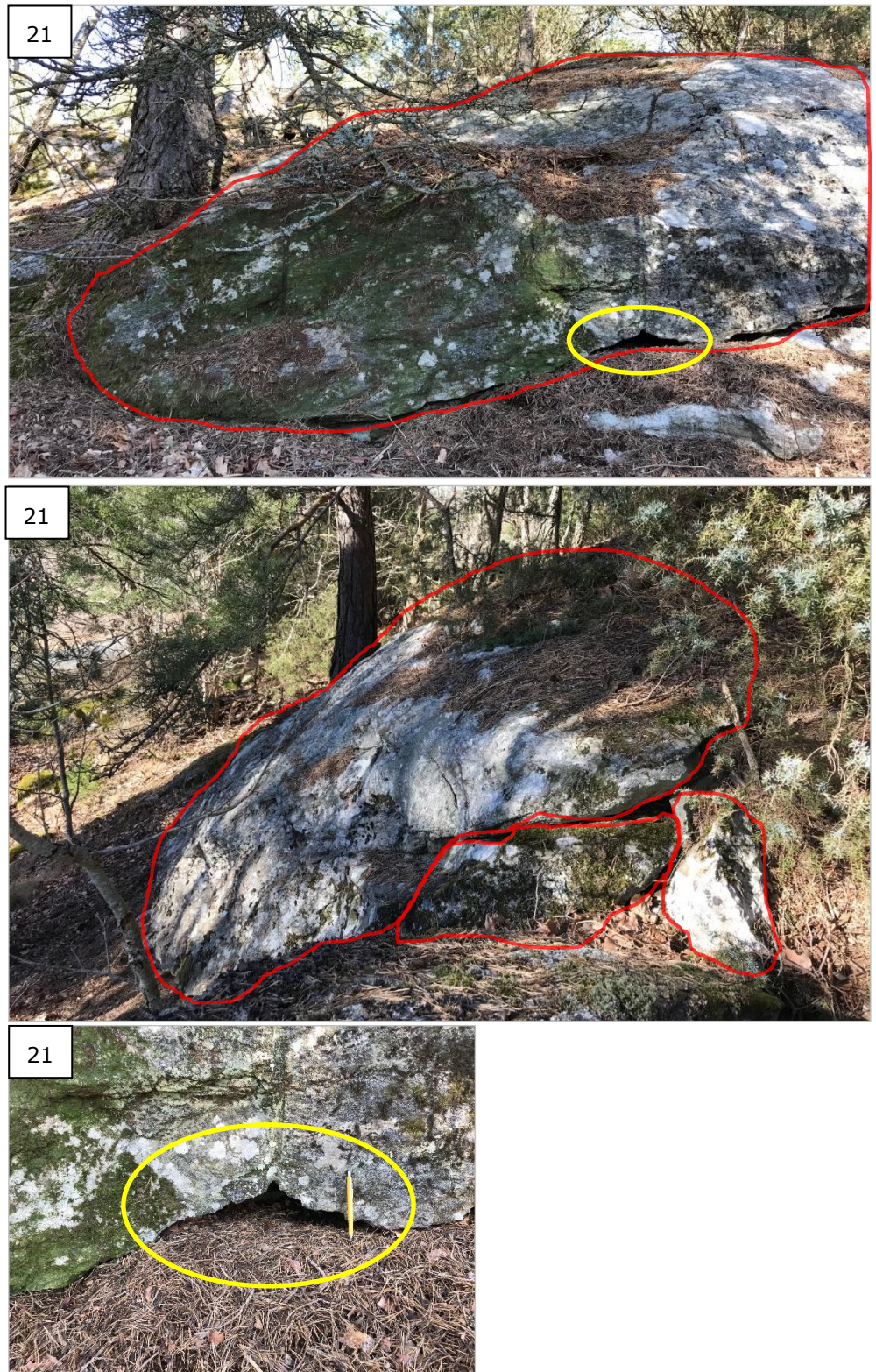
Figur 14. Lösa block vid Slänt 2 mot söder, vid observationspunkter 17 och 18.

I de södra delarna av Slänt 1 som stupar mot sydväst och som har S/D på $\sim 138^\circ/27^\circ$, finns ytterligare lösa block. Ett löst block finns vid observationspunkt 20, se Figur 15. Blocket ses uppifrån slänten.



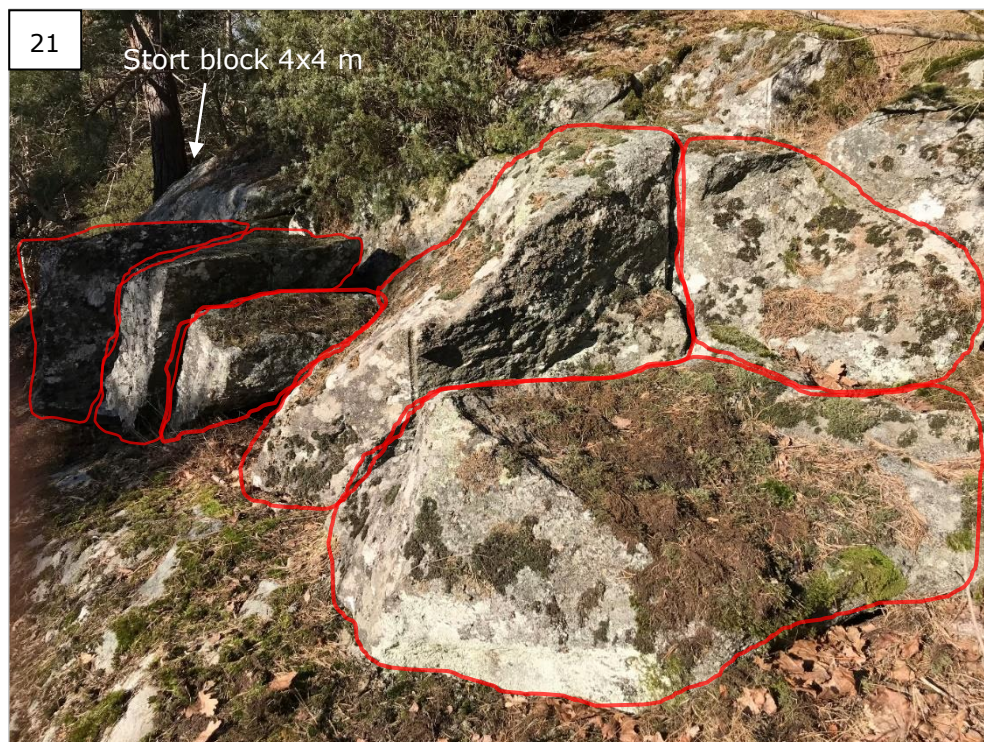
Figur 15. Löst block vid observationspunkt 17, sett uppifrån slänten.

Vid observationspunkt 21 ligger ett mycket stort block på 4x4 meter ligger på glid nerför slänten. Det stora blocket har lossnat från berget under och har glidit uppskattningsvis minst 5 cm, se Figur 16. Vid sidan av det stora blocket ligger två mindre lösa block.



Figur 16. Ett stort block på 4x4 meter har glidit ner i slänten längs flack spricka. Den nedre kanten av blocket har tappat kontakten med underliggande berg, inringat i gult. Vid sidan av blocket ligger två mindre lösa block.

Snutt ovanför det stora blocket ligger flera block på rad, se Figur 17. Blocken är lösa och utgör en stor risk att falla ned mot planområdet nedanför.



Figur 17. Lösa block som utgör en stor risk att falla ned mot planområdet nedanför, vid observationspunkt 21.

Observationspunkt 22 ligger nedåt mot vägen. Här observerades tydlig blockbildning av de samverkande sprickgrupperna. Nedan visas två block som sitter inkilade i de brantgående sprickorna, se Figur 18. Det finns risk att de faller ner mot planområdet. Det sitter ett block snett ovanför dessa som sitter löst, och riskerar också att falla ut, se Figur 19.



Figur 18. Två block sitter fastkilade mellan brantgående sprickor, vid observationspunkt 22.



Figur 19. Ett löst block riskerar att falla ner mot planområdet, vid observationspunkt 22.

Slutligen vid observationspunkt 23 sitter ett litet block löst, se Figur 20.



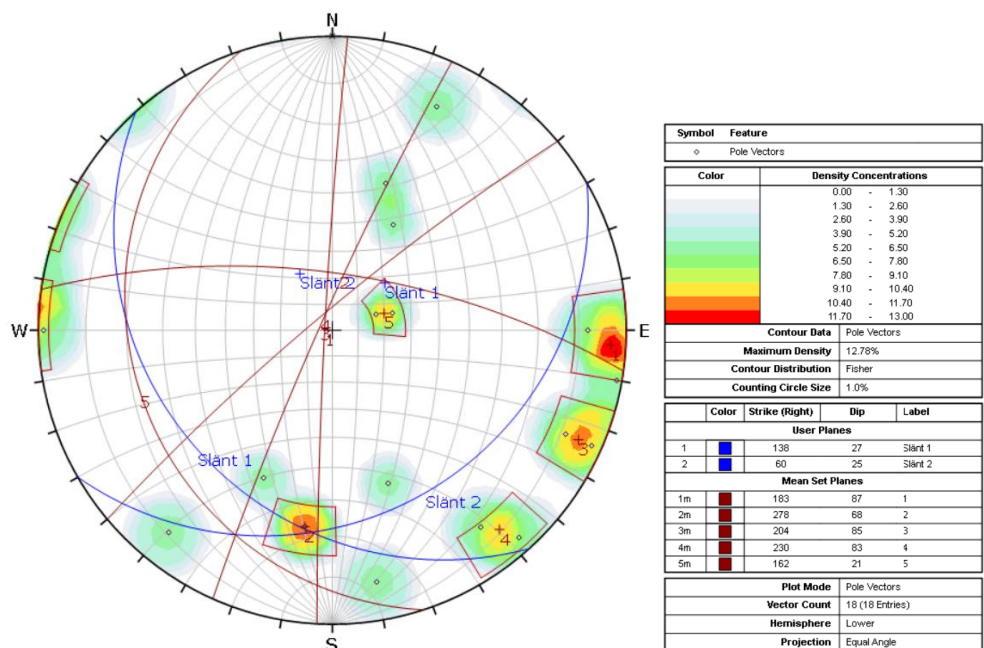
Figur 20. Ett litet block sitter löst i berget, vid observationspunkt 23.

10.2 Strukturgeologi

Sprickor mättes in med högerhandsregeln, Strykning/Stupning (S/D) och är plottade i stereonät, se Figur 21. Sprickgrupper visas i brunt, och slänter i blått.

Det finns 5 sprickgrupper samt randomiserande sprickor. Sprickgrupp 1 ligger på S/D $\sim 183^\circ/87^\circ$, sprickgrupp 2 ligger på S/D $\sim 278^\circ/68^\circ$, sprickgrupp 3 ligger på S/D $\sim 204^\circ/85^\circ$, sprickgrupp 4 ligger på S/D $\sim 230^\circ/83^\circ$ och sprickgrupp 5 ligger på S/D $\sim 162^\circ/21^\circ$.

Slänt 1 ligger på S/D $\sim 138^\circ/27^\circ$ och lutar mot sydväst, och slänt 2 ligger på S/D $\sim 60^\circ/25^\circ$ och här böjer slänten av mot sydost i den östra delen av området. Bergets foliation i området ligger på S/D $\sim 280^\circ/70^\circ$.



Figur 21. Stereonät visar slänter i blått och sprickgrupper i brunt. Det finns 5 sprickgrupper där sprickgrupp 1-4 har en stupning på $>80^\circ$ och sprickgrupp 5 är flack med en stupning på 21° .

10.3 Möjliga problemområden

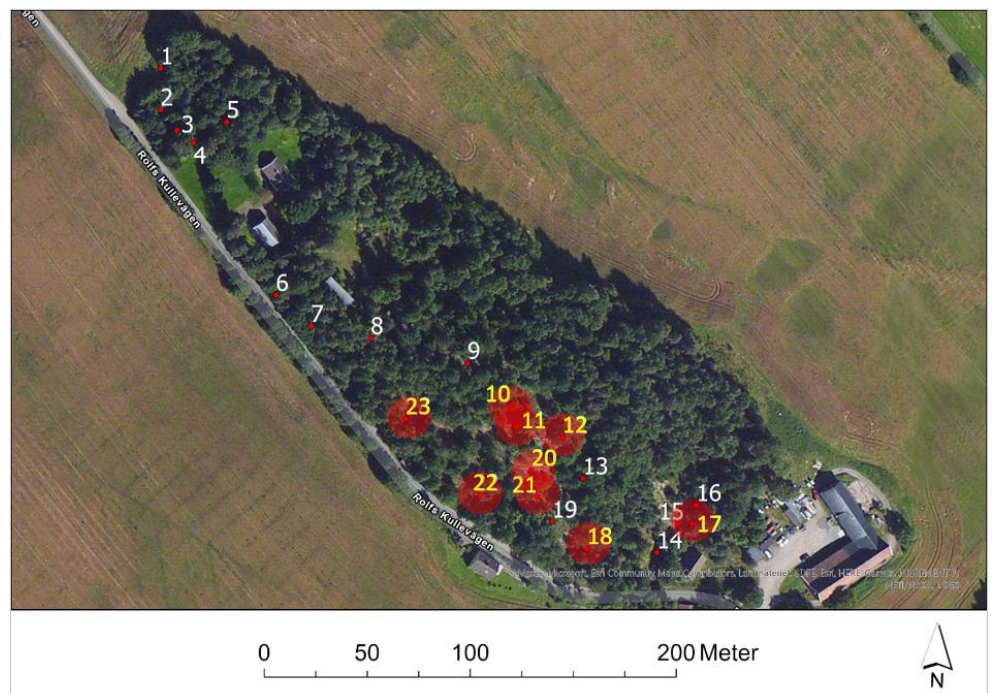
I det nordvästra bergområdet vilket innefattar observationspunkt 1–9 är berget till största del jordtäckt, och berget består av rundade hållar. Det ligger i detta område ett stort antal lösa block på marken i slänten, och dessa kan forslas bort. Det bedöms vara låg risk att dessa block faller ner mot planområdet.

I det sydöstra bergområdet finns block som sitter lösa i berget, vid observationspunkter 10, 11, 12, 17, 18, 20, 21, 22 och 23, och de är markerade med rött och gul textfärg, se Figur 22 nedan. Flera block här har redan fallit ut, exempelvis vid observationspunkt 11, se Figur 11. Det kan inte uteslutas att flera block i framtiden faller ner mot planområdet. Ett stort block på 4x4 m sitter löst och har glidit ut ca 5 cm vid observationspunkt 21, se Figur 16. Detta block

rekommenderas att åtgärdas genom skrotning om möjligt, då det finns risk att det stora blocket i framtiden glider ner mot planområdet.

Samtliga sprickgrupper består av branta sprickor med en stupning på $\sim 68-86^\circ$ och de samverkar och ger upphov till blockbildning. Bland randomiserande sprickor observerades flacka sprickor med på S/D $\sim 162^\circ/21^\circ$ och längs med dessa sprickor kan block falla ut i slänt 1 och 2 mot planområdet då dessa sprickor är flackare än slänten.

Det rekommenderas att dessa block skrotas ut med grävmaskin eller handspett.



Figur 22. Observationspunkter där det finns lösa block i bergområdet är markerade i rött och har gul textfärg.

11 Rekommendationer till detaljplan

11.1 Stabilitet

Vid tidpunkten för den geotekniska utredningen fanns ett exploateringsförslag som innebar en avlång byggnad på 330x120 m. Det fanns ingen information om framtida marknivåer eller verksamhet. I stabilitetsberäkningarna antogs därför fiktiva laster med byggnader placerade enligt exploateringsförslag, se Figur 2. Exploateringsförslaget omfattar även en ny gata med en bredd om 17 m som ska anläggas där Rolfs Kullevägen går idag, trafiklasten har satts till 20 kPa enligt TK-Geo kap 4.3.1.2.

Utförd stabilitetsanalys för befintliga- och utbyggda förhållanden samt känslighetsanalys i sektion B och sektion F visar att beräknad säkerhetsfaktor mot stabilitetsbrott är tillfredställande enligt IEG rapport 4:2010.

Stabilitetsförhållandena för utbyggd planerad gata är godkända enligt gällande IEG rapport 4:2010. Inga stabilitetshöjande åtgärder eller restriktioner erfordras för planerad gata.

Utförd stabilitetsanalys är för de mest kritiska sektionerna med hänsyn till framtida utbredda laster och geometriska förhållanden. Beräknad säkerhetsfaktor mot stabilitetsbrott visar goda stabilitetsförhållanden för utbyggda förhållanden och beräknade kritiska glidytor är ytliga bärighetsbrott.

Trots att detaljplaneområdets placering har förändrats sedan den geotekniska undersökningen utfördes bedöms att de geotekniska förhållandena är så pass goda att eventuellt djupare jordmäktighet i de södra, ej undersökta området inte bedöms påverka stabiliteten.

11.2 Sättningar

Jordmäktigheten inom området varierar, stora skillnader i jordmäktighet under byggnaden kan skapa skadliga differenssättningar. När byggnadernas läge och laster är kända rekommenderas kompletterande sättningsberäkningar.

11.3 Bergteknik

Det finns risk för blockutfall från bergområdet sydöstra del längs planerad gata, och för att undvika blockutfall bör dessa block skrotas ut. I samband med skrotning av lösa block rekommenderas även att övriga lösa block ovanpå markytan i området forslas bort.

11.4 Grundläggning

Grundläggningsförutsättningarna inom området är goda, men beroende på byggnadernas placering finns risk för differenssättningar. Byggnader enligt nuvarande skisser, bedöms kunna grundläggas med platta på mark. Vid utbyggnad måste risken för differenssättningar beaktas, eventuellt kan kompensationsgrundläggning eller förbelastning krävas. Kompletterande beräkningar görs vid projektering då laster och placering är kända.

Organisk jord ska schaktas bort innan grundläggning.

Kompletterande undersökningar bör utföras i projekteringsskede för att säkerställa att de geotekniska förutsättningarna överensstämmer med de antagna förutsättningarna i det sydligaste ej undersökta området.

DIAGRAM DENSITET

Projekt: Bålinge 6:16

Uppdragsnummer: A224788

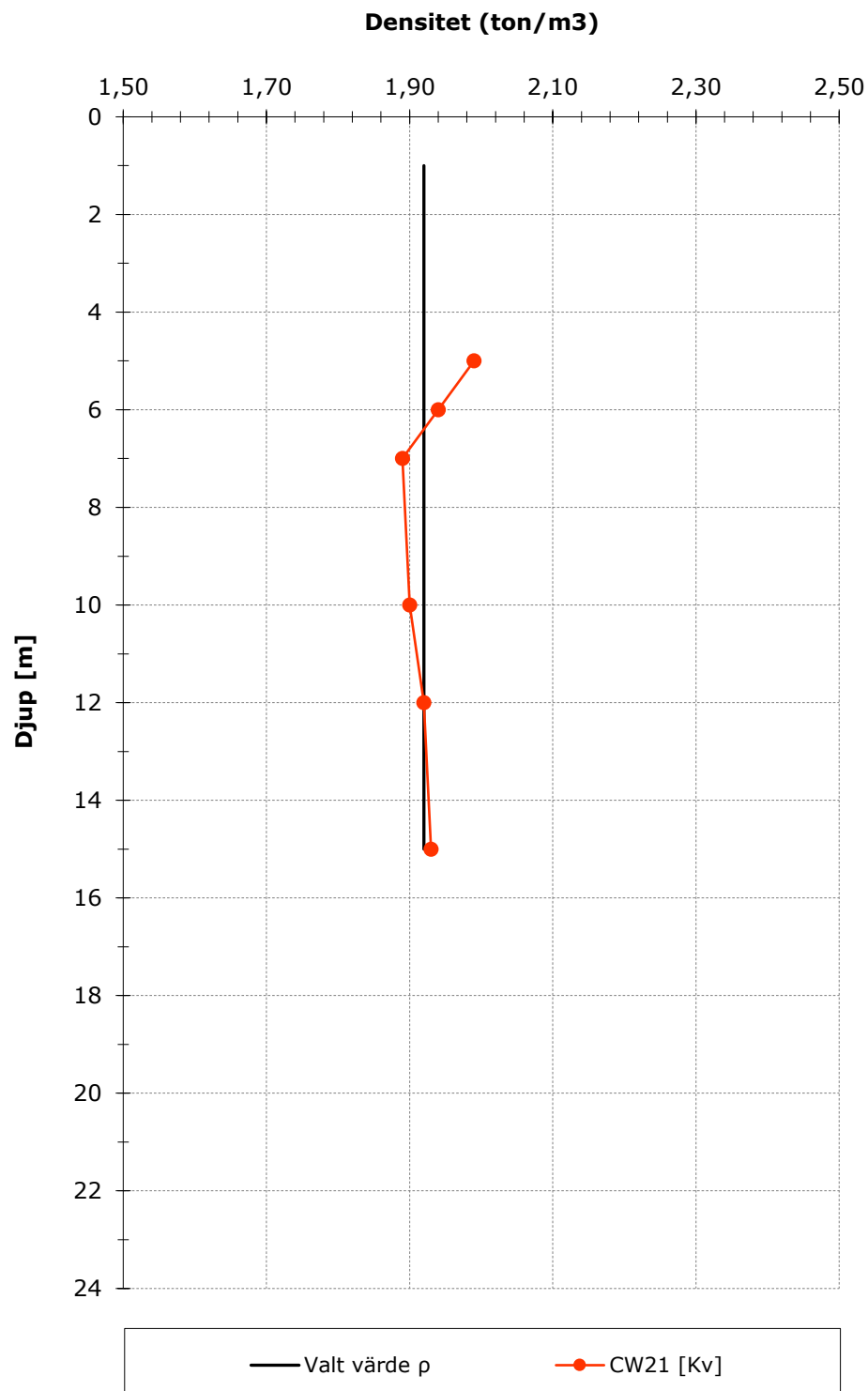


DIAGRAM SKJUVHÅLLFASTHET

Projekt: Bälinge 6:16

Uppdragsnummer: A224788

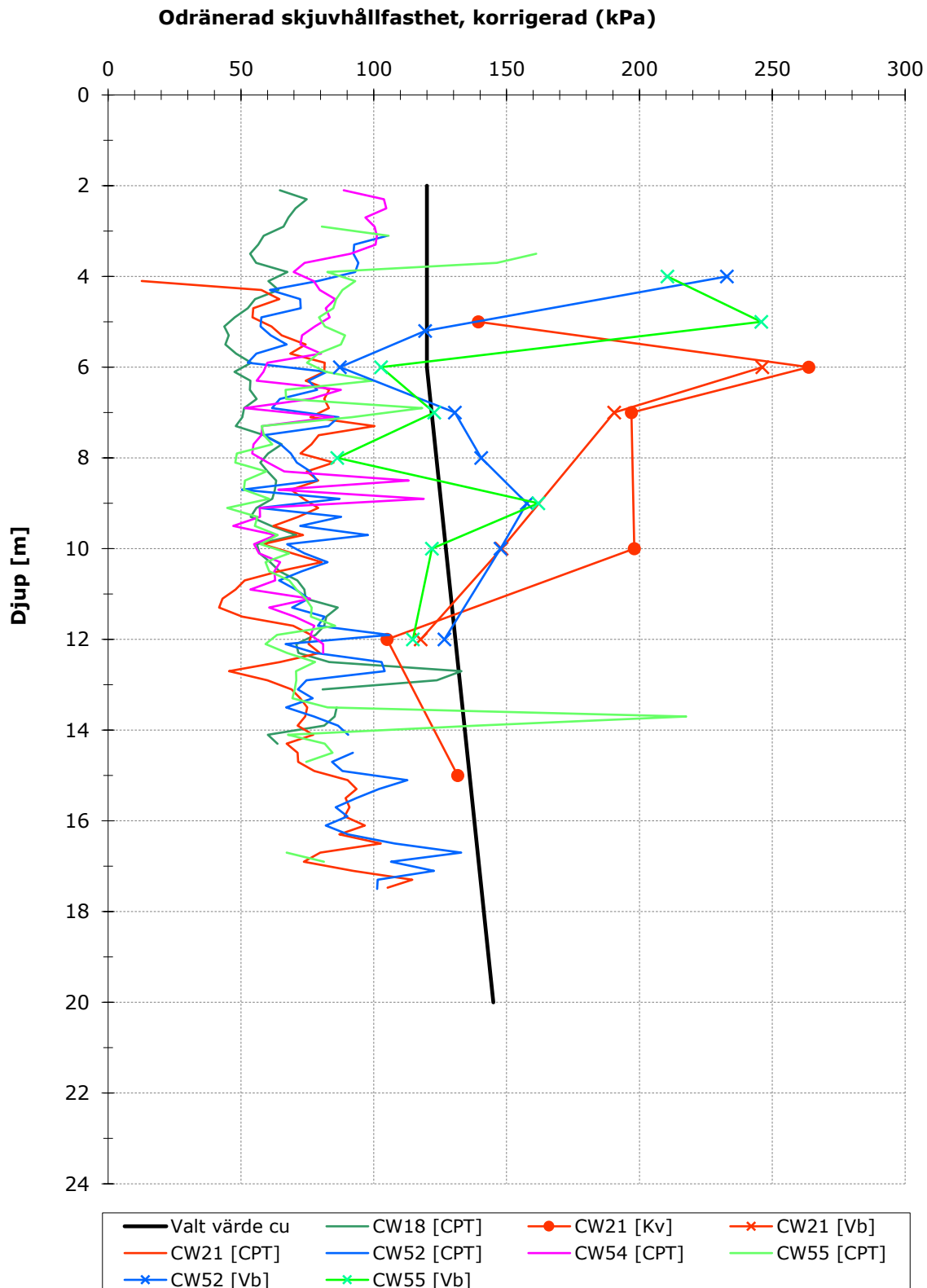
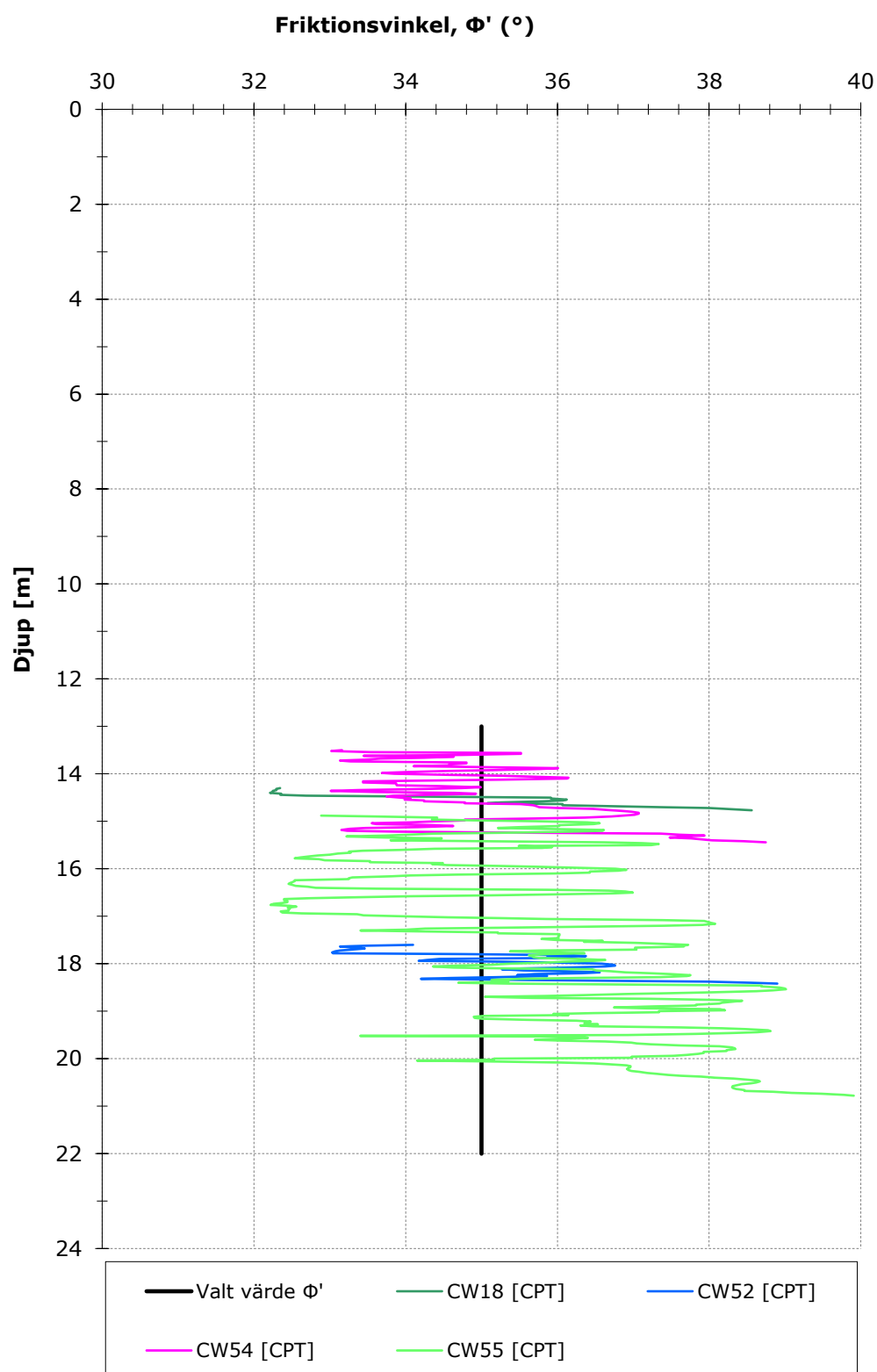


DIAGRAM FRIKTIONSVINKEL

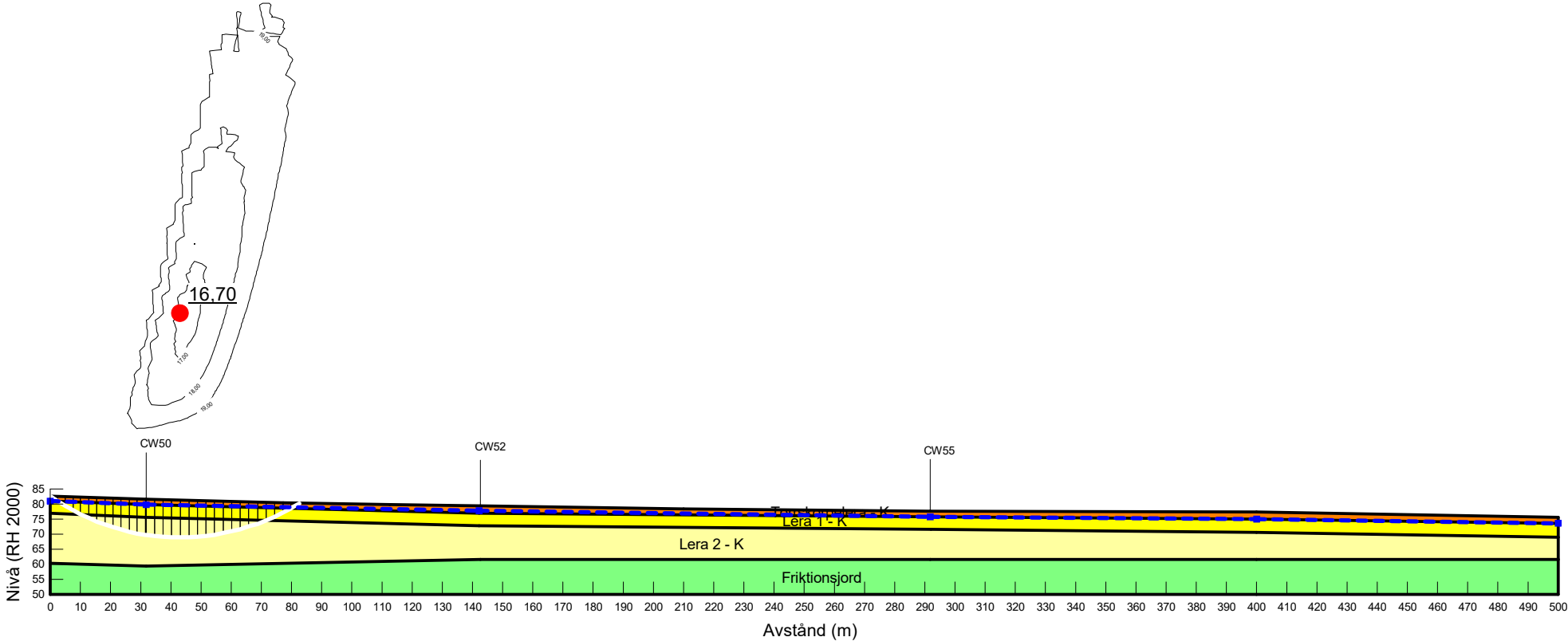
Projekt: Bålinge 6:16

Uppdragsnummer: A224788



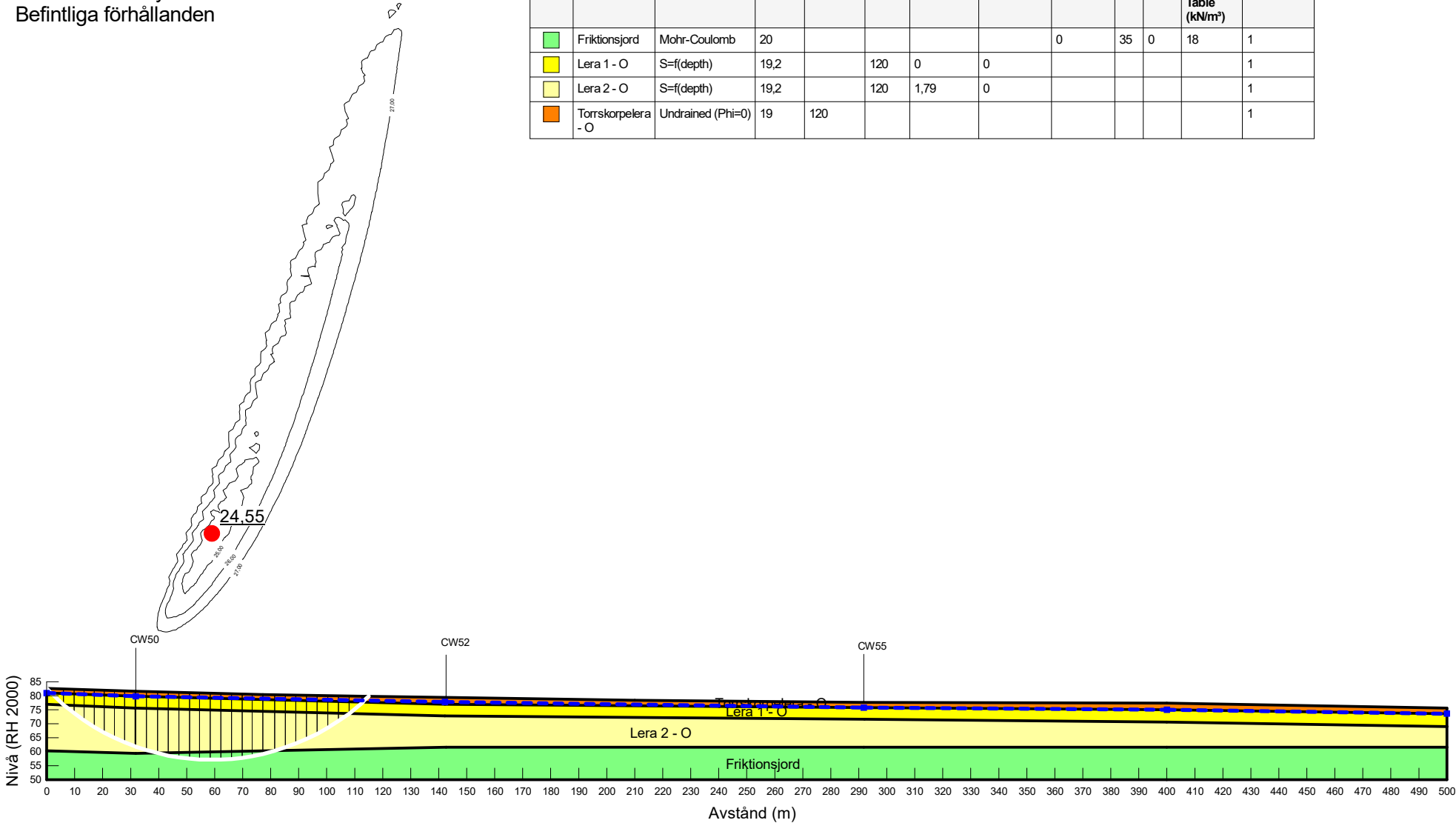
Beskrivning:
Sektion B
Kombinerad analys
Befintliga förhållanden

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
■	Friktionsjord	Mohr-Coulomb	20	0	35						0	18	1
■	Lera 1 - K	Combined, S=f(depth)	19,2		30	12	0	120	0	0,1			1
■	Lera 2 - K	Combined, S=f(depth)	19,2		30	12	0,18	120	1,79	0,1			1
■	Torrskorpelera - K	Combined, S=f(depth)	19		30	12	0	120	0	0,1			1



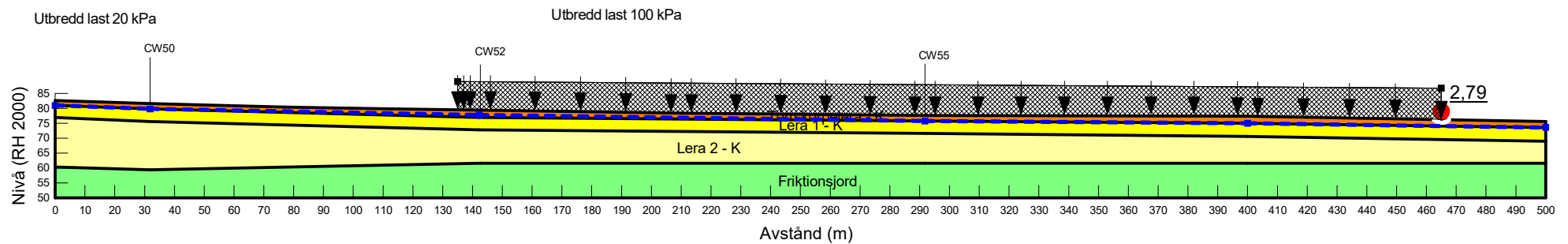
Beskrivning:
Sektion B
Odränerad analys
Befintliga förhållanden

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	20					0	35	0	18	1
■	Lera 1 - O	S=f(depth)	19,2		120	0	0					1
■	Lera 2 - O	S=f(depth)	19,2		120	1,79	0					1
■	Torrskorpelera - O	Undrained (Phi=0)	19	120								1



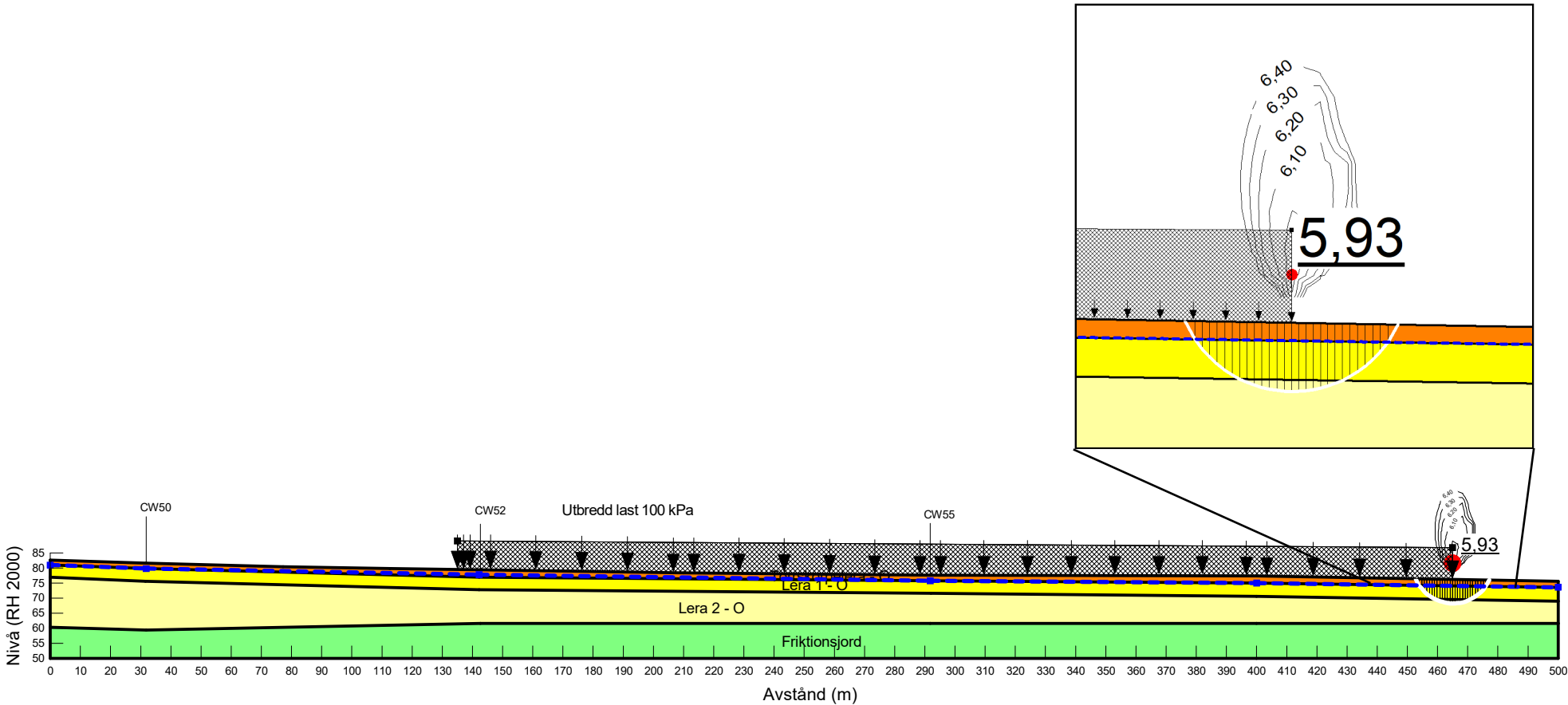
Beskrivning:
Sektion B
Kombinerad analys
Utbyggda förhållanden

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
	Friktionsjord	Mohr-Coulomb	20	0	35						0	18	1
	Lera 1 - K	Combined, S=f(depth)	19,2		30	12	0	120	0	0,1			1
	Lera 2 - K	Combined, S=f(depth)	19,2		30	12	0,18	120	1,79	0,1			1
	Torrskorpelera - K	Combined, S=f(depth)	19		30	12	0	120	0	0,1			1



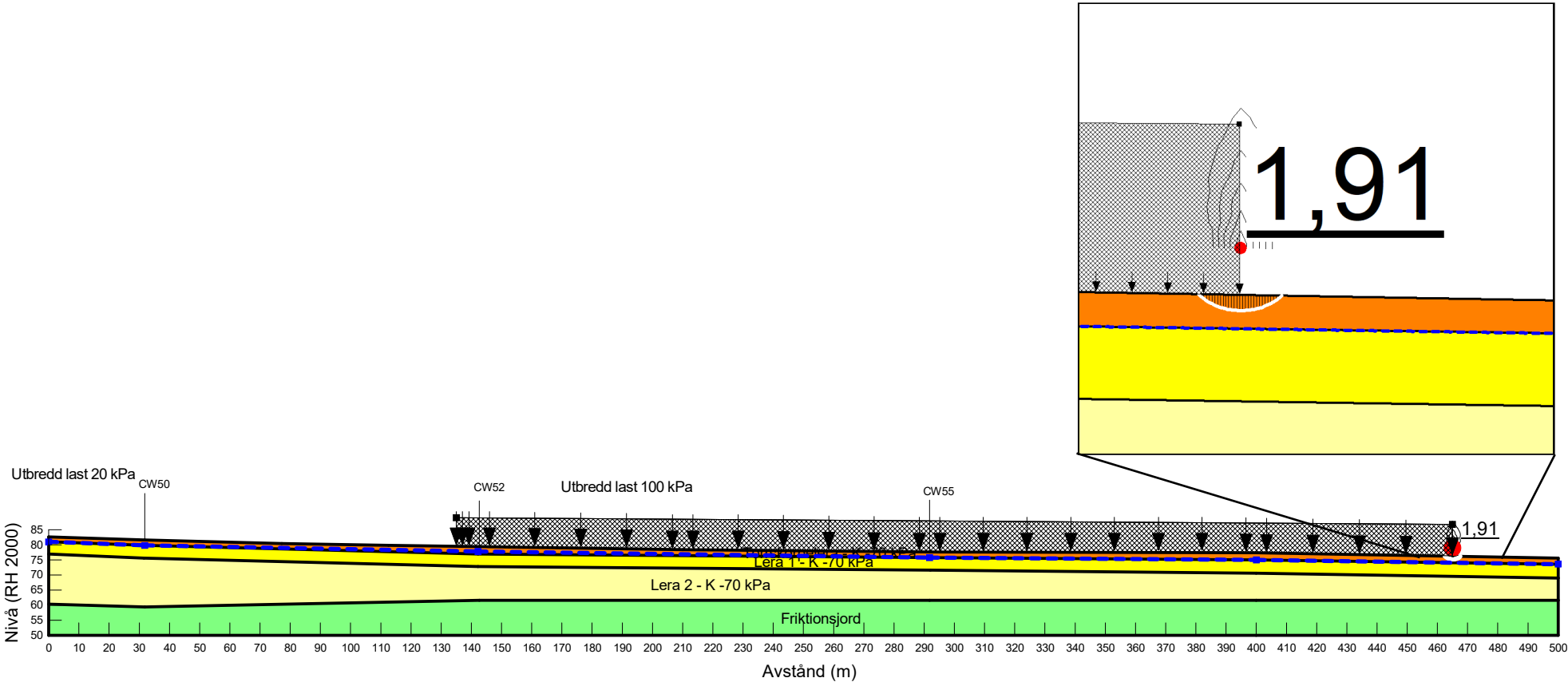
Beskrivning:
Sektion B
Odränerad analys
Utbyggda förhållanden

Color	Name	Model	Unit Weight (kN/m³)	Cohesion (kPa)	C-Top of Layer (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m³)/m)	C-Maximum (kPa)	Cohesion' (kPa)	Phi' (°)	Phi-B (°)	Constant Unit Wt. Above Water Table (kN/m³)	Piezometric Line
	Friktionsjord	Mohr-Coulomb	20					0	35	0	18	1
	Lera 1 - O	S=f(depth)	19,2		120	0	0					1
	Lera 2 - O	S=f(depth)	19,2		120	1,79	0					1
	Torrskorpelera - O	Undrained (Phi=0)	19	120								1



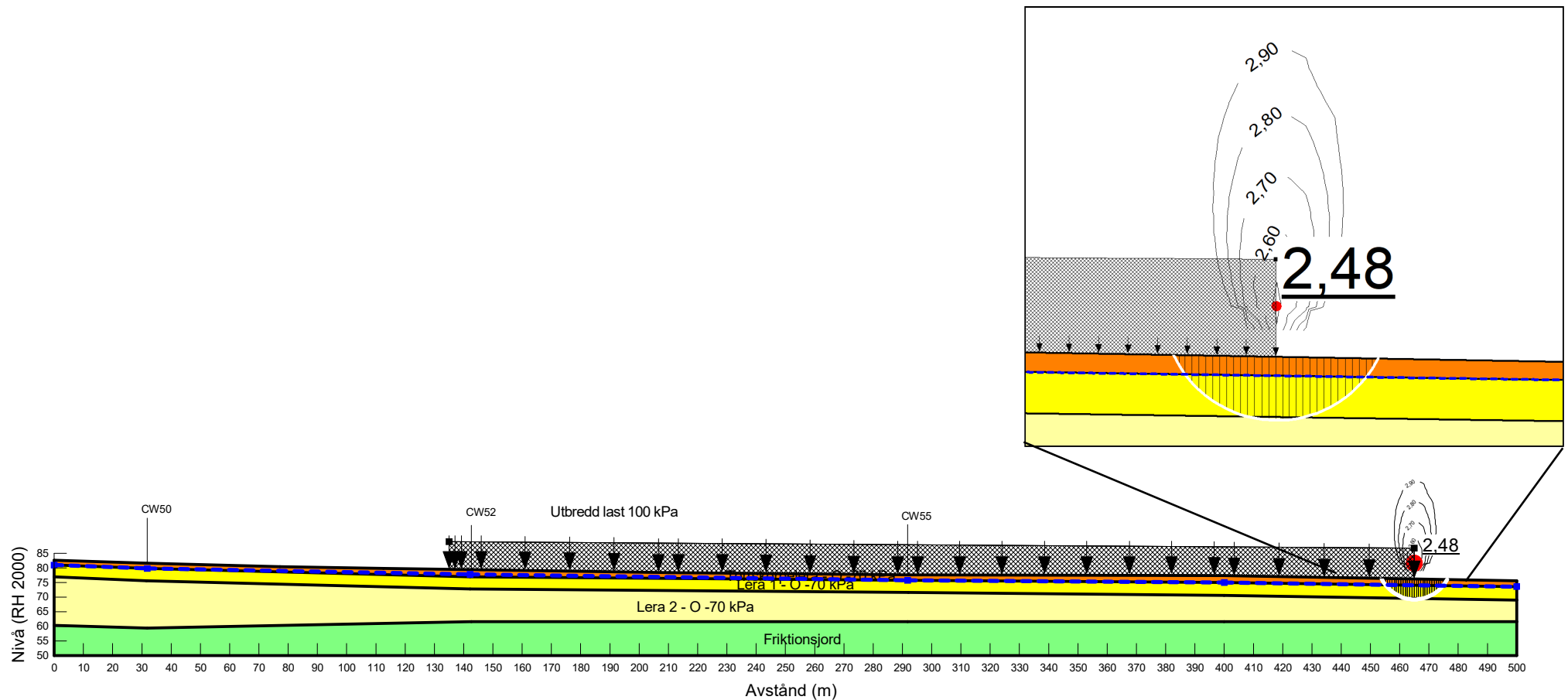
Beskrivning:
Sektion B
Kombinerad analys
Utbyggda förhållanden
Känslighetsanalys sänkt skjuvhållfasthet med 70 kPa

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
■	Friktionsjord	Mohr-Coulomb	20	0	35						0	18	1
■	Lera 1 - K -70 kPa	Combined, S=f(depth)	19,2		30	5	0	50	0	0,1			1
■	Lera 2 - K -70 kPa	Combined, S=f(depth)	19,2		30	5	0,18	50	1,79	0,1			1
■	Torrskorpelera - K -70 kPa	Combined, S=f(depth)	19		30	5	0	50	0	0,1			1



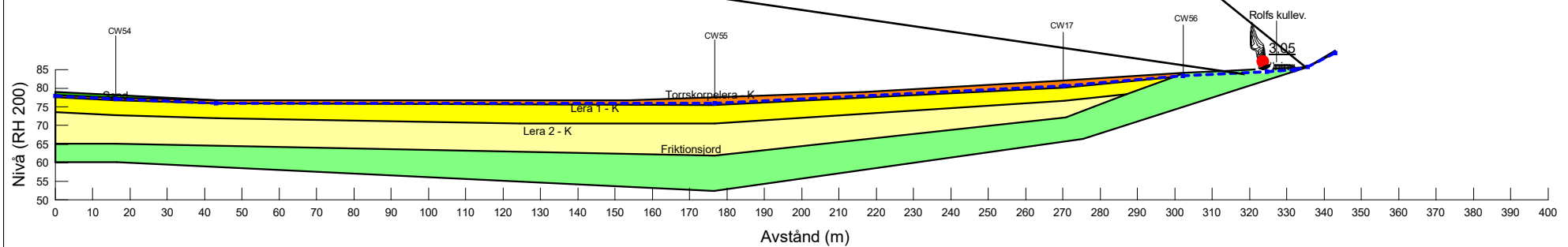
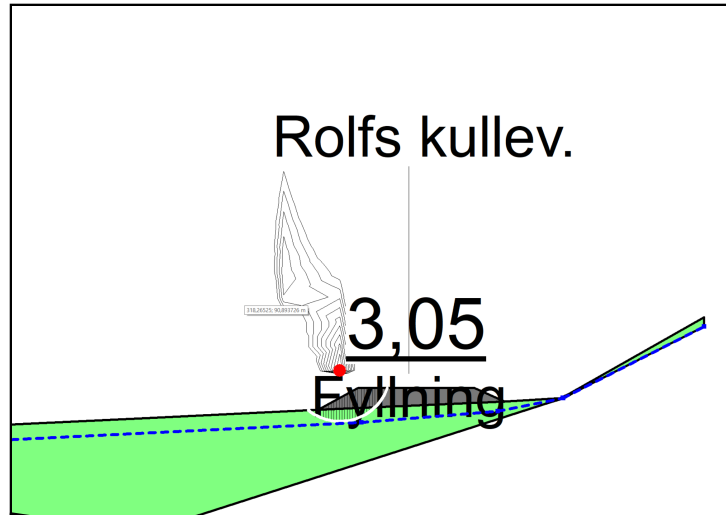
Beskrivning:
Sektion B
Odränerad analys
Utbyggda förhållanden
Känslighetsanalys skjuvhållfastheten i leran sänkt med 70 kPa

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	20					0	35	0	18	1
	Lera 1 - O -70 kPa	S=f(depth)	19,2		50	0	0					1
	Lera 2 - O -70 kPa	S=f(depth)	19,2		50	1,79	0					1
	Torrskorpelera - O -70 kPa	Undrained (Phi=0)	19	50								1



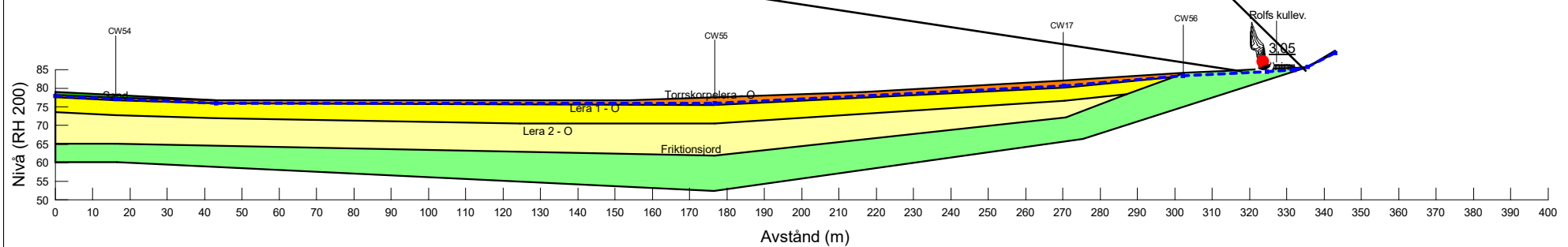
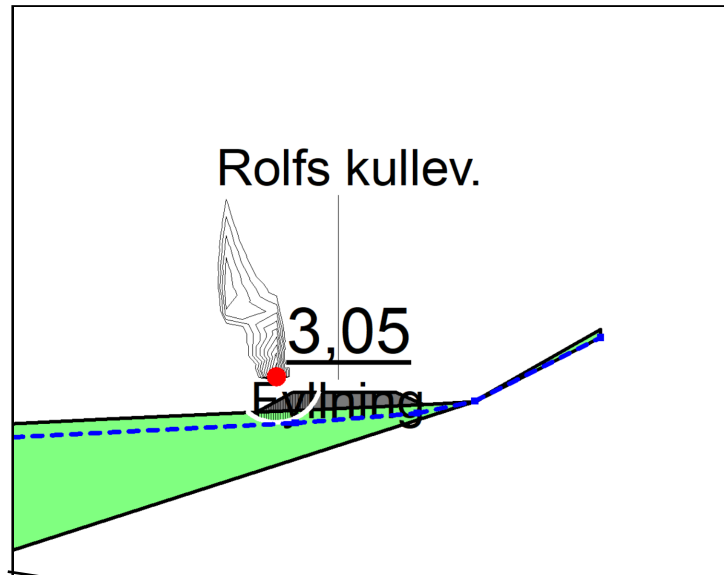
Beskrivning:
Sektion F
Kombinerad analys
Befintliga förhållanden

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
	Friktionsjord	Mohr-Coulomb	20	0	35						0	18	1
	Fyllning	Mohr-Coulomb	22	0	45						0		1
	Lera 1 - K	Combined, S=f(depth)	19,2		30	8	0	80	0	0,1			1
	Lera 2 - K	Combined, S=f(depth)	19,2		30	8	0,18	80	1,79	0,1			1
	Sand	Mohr-Coulomb	20	0	30						0	18	1
	Torrskorpelera - K	Combined, S=f(depth)	19		30	8	0	80	0	0,1			1



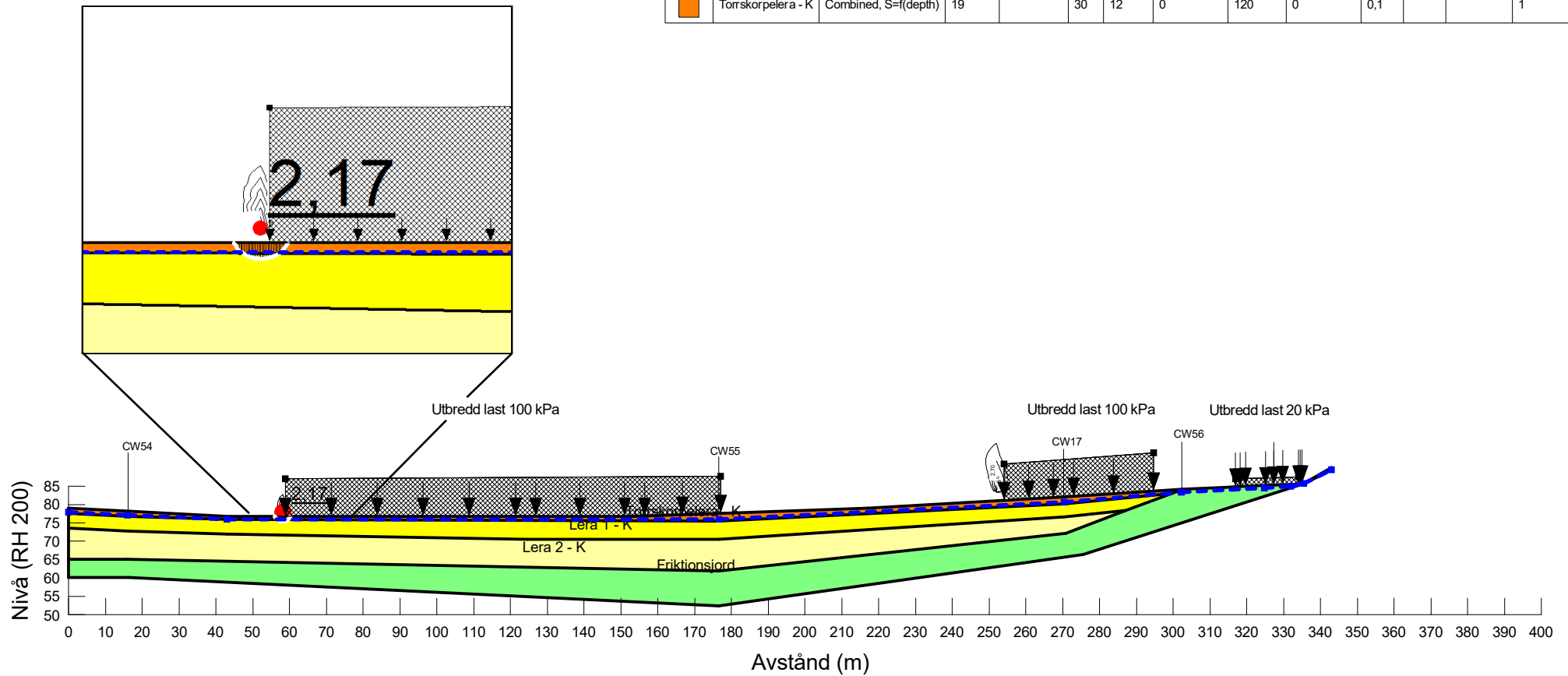
Beskrivning:
Sektion F
Odränerad analys
Befintliga förhållanden

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	20					0	35	0	18	1
	Fyllning	Mohr-Coulomb	22					0	45	0		1
	Lera 1 - O	S=f(depth)	19,2		80	0	0					1
	Lera 2 - O	S=f(depth)	19,2		80	1,79	0					1
	Sand	Mohr-Coulomb	20					0	30	0	18	1
	Torrskorpelera - O	Undrained (Phi=0)	19	80								1



Beskrivning:
Sektion F
Kombinerad analys
Utbyggda förhållanden förhållanden
Endast byggnad och väg

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
	Friktionsjord	Mohr-Coulomb	20	0	35						0	18	1
	Lera 1 - K	Combined, S=f(depth)	19,2		30	8	0	80	0	0,1			1
	Lera 2 - K	Combined, S=f(depth)	19,2		30	12	0,18	120	1,79	0,1			1
	Torrskorpelera - K	Combined, S=f(depth)	19		30	12	0	120	0	0,1			1



Beskrivning:
Sektion F
Odränerad analys
Utbyggda förhållanden förhållanden
Endast byggnad och väg

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	20					0	35	0	18	1
■	Lera 1 - O	S=f(depth)	19,2		120	0	0					1
■	Lera 2 - O	S=f(depth)	19,2		120	1,79	0					1
■	Torrskorpelera - O	Undrained (Phi=0)	19	120								1

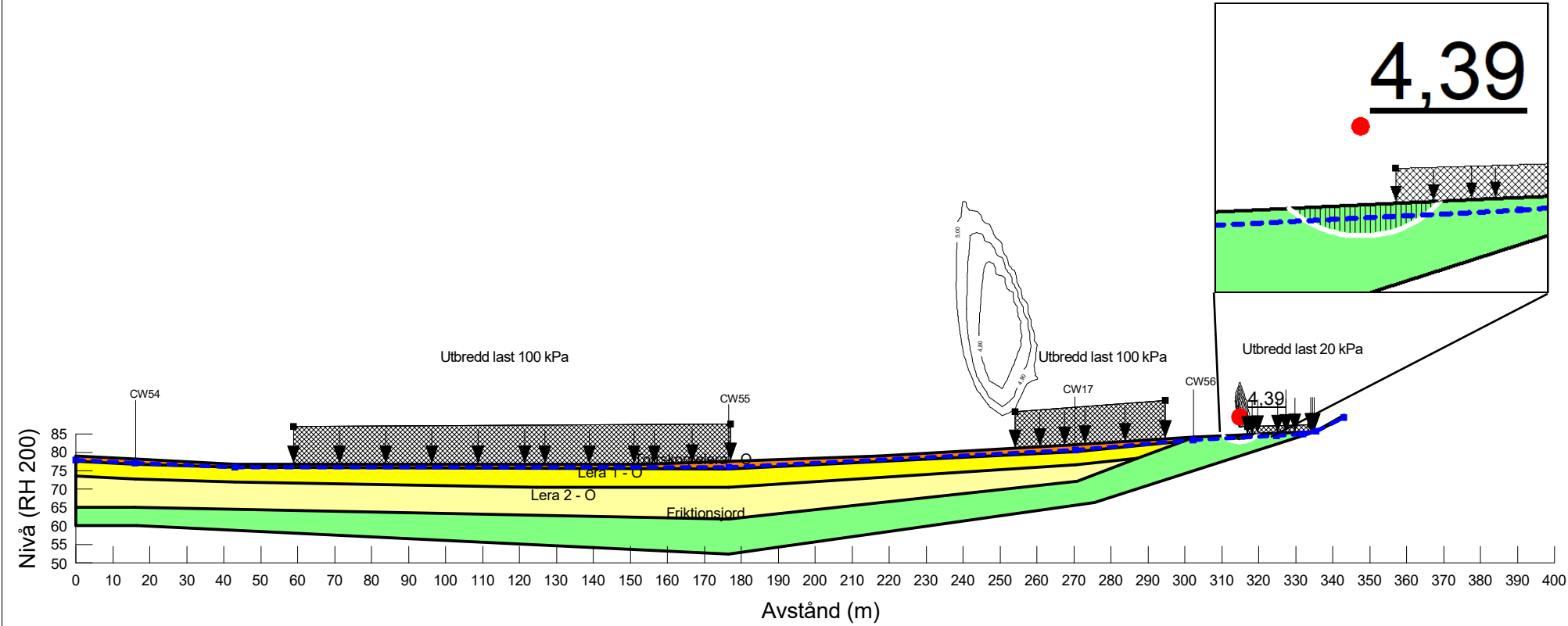
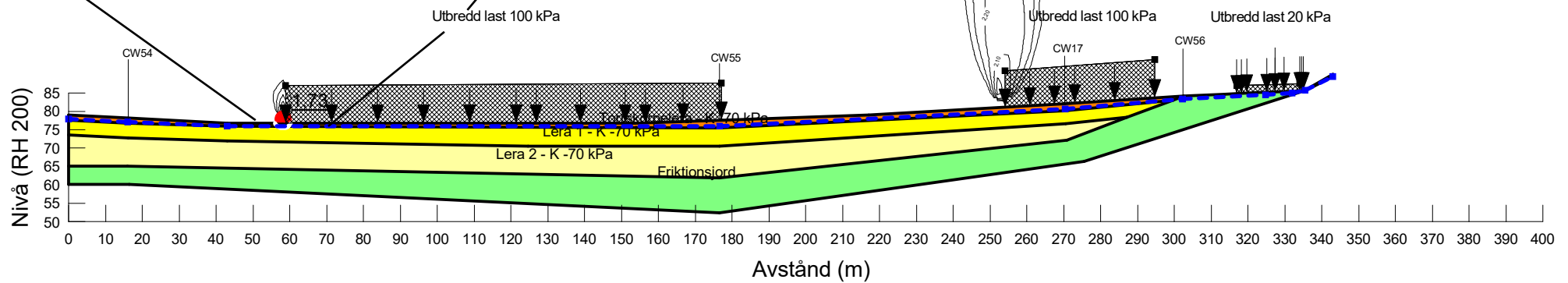


Diagram illustrating a dam cross-section. The water level is indicated as 1,73m. The dam structure is shown with a yellow body and a grey crest. A red dot marks the toe of the dam. A semi-circular area is highlighted at the base of the dam.

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
	Friktsjonsjord	Mohr-Coulomb	20	0	35						0	18	1
	Lera 1 - K -70 kPa	Combined, S=f(depth)	19,2		30	5	0	50	0	0,1			1
	Lera 2 - K -70 kPa	Combined, S=f(depth)	19,2		30	5	0,18	50	1,79	0,1			1
	Torskorpelera - K -70 kPa	Combined, S=f(depth)	19		30	5	0	50	0	0,1			1



Beskrivning:
Sektion F
Odränerad analys
Utbyggda förhållanden förhållanden
Känslighetsanalys skjuvhållfastheten sänkt med 70 kPa

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	20					0	35	0	18	1
	Lera 1 - O	S=f(depth)	19,2		120	0	0					1
	Lera 2 - O	S=f(depth)	19,2		120	1,79	0					1
	Torrskorpelera - O	Undrained (Phi=0)	19	120								1

