

GÖTEBORG ENERGI

PROJEKTERINGS – PM, GEOTEKNIK

RYA BIOÅNGPANNA



PROJEKTERINGS – PM, GEOTEKNIK

Rya Bioångpanna

KUND

Göteborg Energi

KONSULT

WSP Samhällsbyggnad

Box 13033

WSP Sverige AB

402 51 Göteborg

Besök: Ullevigatan 19

Tel: +46 10 7225000

wsp.com

KONTAKTPERSONER

UPPDRAGSNAMN

Rya Bioångpanna

UPPDRAGSNUMMER

10316173

FÖRFATTARE

Frida Nagy

DATUM

2021-04-15

ÄNDRINGSDATUM

Uppdragsansvarig – Geoteknik

David Schälin

david.schalin@wsp.com

+46 10-721 06 75

Handläggare – Geoteknik

Frida Nagy

frida.nagy@wsp.com

+46 10-7210360

Granskad av
Lennart Johansson

Godkänd av

INNEHÅLL

1	UPPDRAG	5
1.1	PLANERAD BYGGNATION	5
2	DOKUMENTETS SYFTE	5
3	STYRANDE DOKUMENT	6
4	UNDERLAG	6
5	UTFÖRDA UNDERSÖKNINGAR	6
6	BEFINTLIGA FÖRHÅLLANDEN	7
6.1	TOPOGRAFI, YTBESKAFFENHET OCH MARKANVÄNDNING	7
6.1.1	Kajkonstruktion	7
7	GEOTEKNISKA FÖRHÅLLANDEN	9
7.1	JORDLAGER OCH EGENSKAPER	9
7.2	BERGGRUND	10
7.3	HYDROGEOLOGISKA FÖRHÅLLANDEN	10
7.3.1	Havsvattenstånd	10
7.3.2	Framtida havsvattenstånd	11
7.3.3	Grundvattennivå	11
7.3.4	Sektion A-A	11
8	BERÄKNINGSFÖRUTSÄTTNINGAR – STABILITETSBERÄKNING	12
8.1	GEOTEKNISK KATEGORI	12
8.2	SÄKERHETSKLASS	12
8.3	KRAV PÅ SÄKERHETSFAKTOR	12
8.4	VAL AV BERÄKNINGSSEKTION	12
8.5	BERÄKNINGSPROGRAM	13
8.6	UTVÄRDERING AV GEOTEKNISKA PARAMETRAR	13
8.6.1	Tunghet och konflytgräns	14
8.6.2	Odränerad skjuvhållfasthet	14
8.6.3	Dränerad skjuvhållfasthet	15
8.6.4	Sensitivitet	15
8.7	OMRÄKNINGSFAKTORER SEKTION A-A	16
8.8	OMRÄKNINGSFAKTORER SEKTION B-B	16
8.9	PARTIALKOEFFICIENTER	16
8.10	DIMENSIONERANDE VÄRDEN	17
8.11	LASTER	17
8.11.1	Trafiklast	17
8.11.2	Last från framtida byggnader	17
9	BERÄKNINGSFÖRUTSÄTTNINGAR – SÄTTNINGSBERÄKNING	17

9.1	VAL AV BERÄKNINGSSEKTION	17
9.2	BERÄKNINGSPROGRAM	17
9.3	LAST	18
9.4	UTVÄRDERING AV GEOTEKNISKA PARAMETRAR	18
10	RESULTAT STABILITETSBERÄKNING	19
10.1	BEFINTLIG STABILITET	19
10.2	FRAMTIDA STABILITET	20
11	RESULTAT SÄTTNINGSBERÄKNING	20
12	SLUTSATSER OCH REKOMMENDATIONER	21
12.1	STABILITET	21
12.1.1	Sektion A-A	21
12.1.2	Sektion B-B	21
12.2	SÄTTNINGAR	21

BILAGOR

Bilaga 1	Valda värden	11 sidor
Bilaga 2	Stabilitetsberäkning	11 sidor
Bilaga 3	Sättningsberäkning	8 sidor
Bilaga 4	Bergbesiktning	19 sidor

TILLHÖRANDE DOKUMENT

*Markteknisk undersökningsrapport (MUR)/Geoteknik Rya Bioångpanna WSP
Sverige, daterad 2021-04-15.*

1 UPPDRAG

WSP Sverige AB har på uppdrag av Göteborg Energi, utfört en stabilitetsutredning för området vid Rya hamnen. Aktuellt område för stabilitetsutredning är markerat i figur 1.



Figur 1: Aktuellt område för geoteknisk undersökning, ortofoto hämtat från Lantmäteriet 2021-02-12.

1.1 PLANERAD BYGGNATION

Planerad byggnation inom undersökningsområdet är en bioångpanna samt mottagningsbyggnad för bränsle och silos för förvaring av bränsle.

2 DOKUMENTETS SYFTE

Denna utredning och detta dokument har till syfte att redovisa geotekniska förhållanden, förutsättningar och antaganden, samt resultat av utförda stabilitetsberäkningar och sättningsberäkningar. Sättningsberäkningarna syftar till att klargöra storleksordningen på sättningar vid uppfyllning av området.

3 STYRANDE DOKUMENT

För stabilitetsberäkningar gäller krav enligt följande styrande dokument:

- IEG rapport 6:2008, Rev 1; Tillämpningsdokument EN 1997-1 kapitel 11 och 12, Slänter och bankar.
- IEG rapport 4:2010; Tillståndsbedömning/klassificering av naturliga slänter och slänter med befintlig bebyggelse och anläggningar.
- TK Geo 13 Version 2.

4 UNDERLAG

Som underlag för stabilitetsutredningen har tidigare underlagsmaterial nyttjats:

- *Geotechnical investigations Rya Heat and power plant Gothenburg* upprättad av WSP Sverige, daterad 2003-06-25.
- *Detaljerad stabilitetsutredning inom Göteborgs stad Delområde H8 – Färjenäs - Ryahamnen* upprättad av Sweco, daterad 2011-09-15.

För havsvattenstånd samt beräknat framtida havsvattenstånd har följande dokument nyttjats:

- *PM Hydrologiska uppgifter – Ansökan om tillstånd enligt miljöbalken för anläggandet av Västlänken och Olskroken planskildhet* upprättad av Trafikverket, daterad 2016-02-10.
- *Översiktsplan för Göteborg – Tematiskt tillägg för översvämningsrisker* upprättad av Stadsbyggnadskontoret, daterad 2019-04-29.

5 UTFÖRDA UNDERSÖKNINGAR

Geotekniska fält- och laboratorieundersökningar har utförts av WSP Sverige AB under februari 2021. Resultatet av utförda undersökningar redovisas i tillhörande *Markteknisk undersökningsrapport (MUR)/Geoteknik Rya Bioångpanna* skapad av WSP Sverige, daterad 2021-04-15, uppdragsnummer 10316173.

6 BEFINTLIGA FÖRHÅLLANDEN

6.1 TOPOGRAFI, YTBEKÄFFENHET OCH MARKANVÄNDNING

Undersökningsområdet ligger i Ryahamnen i östra delen av Göteborgs hamn, på Hisingssidan.

I dagsläget består undersökningsområdet främst av hårdgjorda ytor, så som lokalgator och parkeringsytor.

Undersökningsområdet angränsas i norr av ett skogsparti, naturreservat Rödjan. Söder om undersökningsområdet angränsar Göta älv. Längs stranden återfinns en kajkonstruktion. Öster om undersökningsområdet återfinns Rya kraftvärmeverk och i väster återfinns industrilokaler, så som silos. Vid genomgång av äldre ortofoton över undersökningsområdet ses att undersökningsområdet tidigare varit bebyggt med industrilokaler och silos, se figur 2.

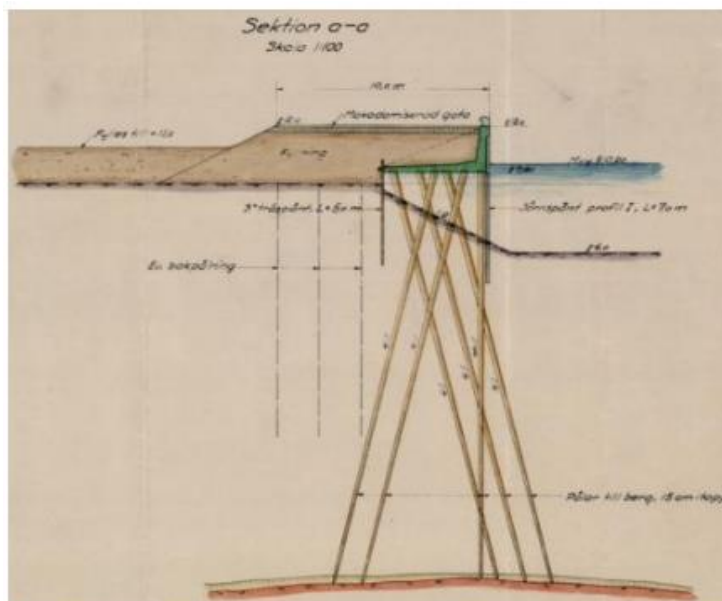
Marknivån inom undersökningsområdet har en sluttning från nord mot syd, med varierande marknivåer mellan ca +10 och + 2 meter.



Figur 2. Aktuellt undersökningsområde, t v ortofoto 2021 t h ortofoto 1975. Hämtat från Lantmäteriet (2021-02-17).

6.1.1 Kajkonstruktion

Som del av *Detaljerad stabilitetsutredning inom Göteborgs stad Delområde H8* beskrevs kajkonstruktionen för det aktuella undersökningsområdet. Ryahamnen byggdes ut under 1930- och 40-talet, då stora delar av området fylldes ut och en kajkonstruktion byggdes. Enligt sektionsritning redovisad i ovan nämnda PM är kajkonstruktionen troligtvis pålad till berg, med en järnspont i framkant och en träspont i bakkant. Utfyllnaden bakom kajkonstruktionen är troligtvis även den pålad. Nedan i figur 3 och figur 4 redovisas ett förslag på utvidgning av Ryahamnen från år 1934, vilket även är den antagna utformningen.



Figur 4.Förslag till utfyllning av Ryhamnen från år 1934. Figur tagen från Detaljerad stabilitetsutredning inom Göteborgs stad Delområde H8.

Långa strandkanten är enligt *Detaljerad stabilitetsutredning inom Göteborgs stad Delområde H8* erosionsskydd anlagt.

Kajkonstruktion, pålning samt erosionsskyddets skick är inte undersökt i detta skede. I beräkningarna har en släntlutning på 1:2 använts för fyllningen under kajen.

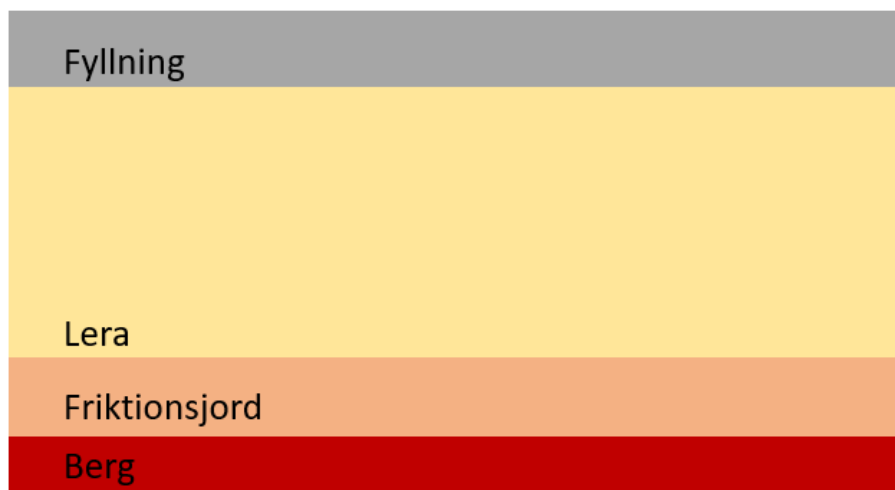
6.1.1.1 Inverkan av kajkonstruktion

I stabilitetsberäkningen har ett konservativt tillvägagångssätt använts, där kajkonstruktionen inte bedöms ha någon mothållande effekt. Vidare har enhetsvikten för fyllningen bakom kajkonstruktionen reducerats då den enligt uppgift är pålad.

7 GEOTEKNISKA FÖRHÅLLANDEN

7.1 JORDLAGER OCH EGENSKAPER

Enligt utförda sonderingar och provtagningar består jordlagerföljden generellt av fyllning på lera över ett lager friktionsjord på berg. Se schematisk skiss av jordlagerföljden i figur 5.



Figur 5. Schematisk skiss av jordlagerföljden.

Fyllnadsmaterial

Fyllnadsmaterialet har enligt arkivmaterial en varierande sammansättning inom området. Utfyllnadsmassorna i södra delen av området längs kajen består enligt uppgift av sand. Fyllningen i området där den planerade anläggningen ska ligga, i mitten av undersökningsområdet består främst av mulljord ovan torrskorpelera. I de norra delarna av området har information om fyllnadsmaterialet inte återfunnits, fyllningen antas där bestå av friktionsmaterial.

Området är utfyllt vid flera tillfällen och har tidigare belastats av byggnation i delar av området. Packningen av fyllnadsmassorna kan således variera.

Lera

Lerans mäktighet ökar i riktning ut mot Göta älv och varierar mellan cirka 2 och 20 m i de undersökta punkterna. Leran har ställvis sulfidinnehåll och mot djupet har skalrester återfunnits. Vidare har även skikt av sand eller finsand återfunnits i leran mot djupet.

Leran på land har en låg skjuvhållfasthet, omkring 18 kPa som är konstant ner till nivå -1 och därunder har en ökning av ca 1,0 kPa/m mot djupet. Densiteten ökar med djupet, från omkring 16,5 kN/m³ till 17 kN/m³. Vattenkvoten varierar mellan 20 - 80 %. Konflytgränsen varierar mellan omkring 45 – 70 % och avtar generellt mot djupet.

Den nu utförda kolven, 21W02, visar på sensitivitet omkring 20, dock visar en av arkivpunkterna, punkt 120, på högsensitiv lera på nivå -1.

Bottenfriktion

Friktionsjorden som överlagrar berget är i de södra delarna av området inte närmare undersökt, tabellvärden för friktionsjord från TK Geo 13 använts.

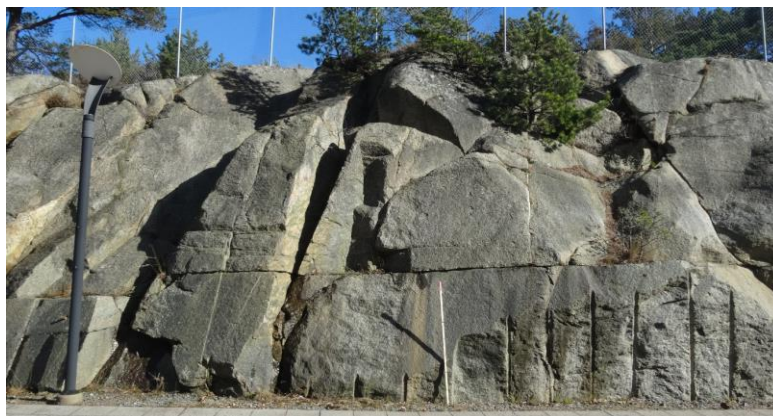
I norra delen av området har en CPT-sondering neddrivits i underliggande friktion, från vilken friktionsvinkel mellan 34 och 38° beräknats fram med hjälp av empiriska samband.

Fast botten, berg

Undersökningsområdet angränsar i öster och väster till berg i dagen, vidare ses berggrunden inom området slutta i nord-sydlig riktning. Djup till berg i de norra delarna av undersökningsområdet är mellan 2 och 5 meter. I de södra delarna, vid älvstranden, är djup till berg cirka 20 till 25 meter.

7.2 BERGGRUND

Berget inom aktuellt område benämns Granodiorit-Granit enligt SGU:s berggrundskarta. Berget kan betecknas som av hög kvalitet – massivt, vilket innebär att inga omfattande sprickzoner påträffades med hög sprickfrekvens vid rundvandringen inom markerade områden som redovisas mer i detalj i bilaga 5.



Figur 6. Bild på bergskärningen öster om industribyggnaden (område 2).

7.3 HYDROGEOLOGISKA FÖRHÅLLANDEN

7.3.1 Havsvattenstånd

Havsvattenståndet i Göta älv anges i tabell 1 nedan, data hämtad från *PM Hydrologiska uppgifter – Ansökan om tillstånd enligt miljöbalken för anläggandet av Västlänken och Olskroken planskildhet* (2016). I beräkning har lägsta lågvatten använts för det odränerade fallet och medellågvattenstånd i den kombinerade analysen. Havsdjup i Ryahamnen är enligt sjökort 10 meter.

Tabell 1. Havsvattenstånd Göta älv.

Vattenstånd	Nivå (RH2000)
Högsta högvattenstånd (100 år)	1,93
Medelhögvattenstånd	1,15
Medelvattenstånd	0,15
Medellågvattenstånd	-0,55
Lägsta lågvatten	-1,05

7.3.2 Framtida havsvattenstånd

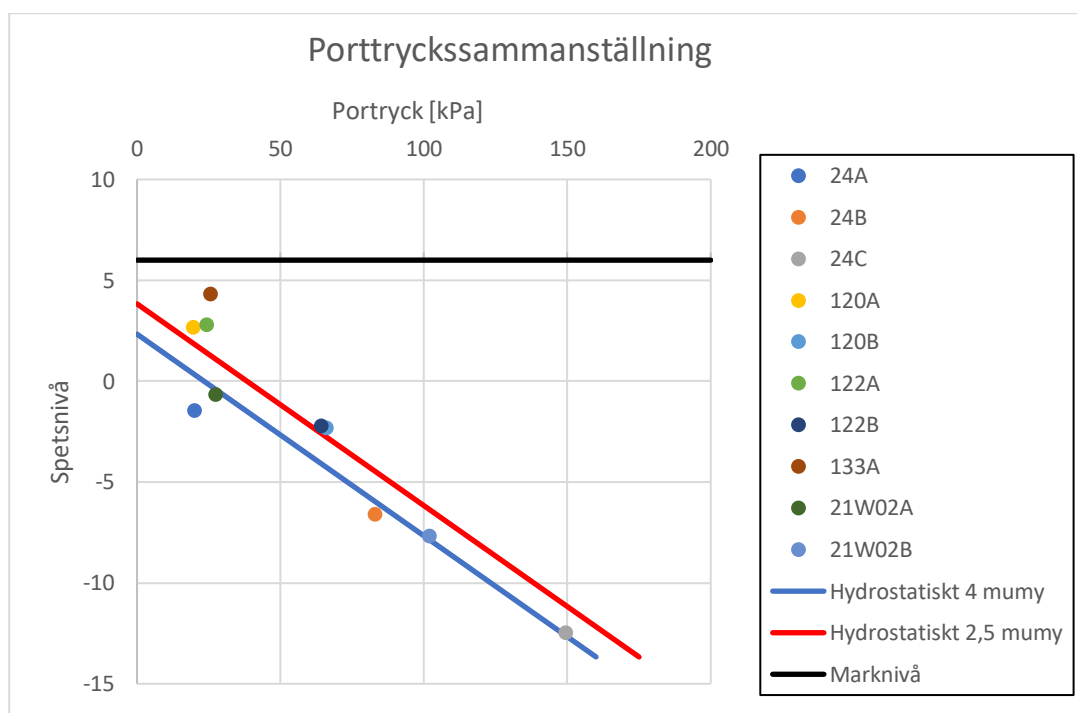
Enligt Översiktsplan för Göteborg – Tematiskt tillägg för översvämningsrisker (2019) är den planeringsnivå för framtida havsvattenstånd +2,5 (RH2000) för nybyggnation. För "samhällsviktiga anläggningar – nybyggnation" är det förslaget att en ytterligare marginal på 1,0 meter ska tas med i beräkning.

7.3.3 Grundvattennivå

För framtagande av grundvattennivå har mätningar från tidigare utredningar nyttjas samt nu installerad porttrycksmätare. Som del av tidigare undersökningar har grundvattenrör och porttrycksmätare installerats.

7.3.4 Sektion A-A

Porttrycksmätare har installerats, vilken visar på hydrostatiska grundvattenförhållanden. Grundvattenrör i arkivdatabasen visar på en grundvattennivå omkring 2 meter under markytan. Vidare bedöms grundvattenytan följa släntlutningen ned mot Göta älv och vara beroende av havsvattenytan. Se sammanställning i figur 7.



Figur 7. Sammanställning av porttryck, arkivpunkter samt nu utförda mätningar.

7.3.4.1 Sektion B-B

Grundvattnet har inte närmare undersökts i de norra delarna av området. Ett konservativt värde på grundvattennivå har gjorts, där grundvattenytan satts 0,5 meter under markytan i släntfoten. I banken med fyllningsmaterial bedöms det inte ske någon inströmning av grundvatten. Eftersom banken dräneras i 3 riktningar till följd av dess utformning anses det inte möjligt att en uppbyggnad av höga grundvattennivåer uppstår i banken.

8 BERÄKNINGSFÖRUTSÄTTNINGAR – STABILITETSBERÄKNING

För stabilitetsberäkningen har omräkningsfaktor, partialkoefficienter samt dimensionerande värden framtagits. Design approach 3 har använts för stabilitetsberäkning.

8.1 GEOTEKNISK KATEGORI

Geokonstruktionen bedöms ligga inom geoteknisk kategori 2, GK2.

8.2 SÄKERHETSKLASS

Geokonstruktionen bedöms ej påverka befintlig järnväg eller grundläggas inom ett kvicklerområde, varvid den bedöms utgöra en konstruktion i säkerhetsklass 2, SK2.

8.3 KRAV PÅ SÄKERHETSAKTOR

Alla anläggningar som tillkommer genom lov enligt PBL faller under nyexploatering/nybyggnation gällande kraven på stabilitet.

Vid beräkning med partialkoefficientmetoden ska beräknad säkerhetsfaktor mot stabilitetsbrott $F_{EN} \geq 1,0$ uppnås för SK2.

8.4 VAL AV BERÄKNINGSSEKTION

Beräkningssektionernas lägen har valts med syfte att ge en heltäckande bild av stabilitetsförhållandena inom undersökningsområdet. Förutsättningar såsom materialparametrar och portryckssituation anses vara likartade inom hela området.

Vid val av sektioner beaktades även den tidigare beräkningssektionens läge (*Detaljerad stabilitetsutredning inom Göteborgs stad Delområde H8*), för att kunna jämföra beräkningsresultaten (sektion A-A). Vidare valdes en sektion i den norra delen av områden för att kontrollera den lokala stabiliteten för den uppfyllda parkeringsytan (sektion B-B). Se beräkningssektionernas ungefärliga läge i figur 8.



Figur 8. Ungefärliga lägen för beräkningssektioner, A-A och B-B.

8.5 BERÄKNINGSPROGRAM

Stabilitetsberäkning har utförts med datorprogrammet Slope/W 2019 R2 V 10.1.1.18972. I detta program beräknas säkerhetsfaktorer mot skred och ras i jordslänter med jämviktsteorier i det vertikala planet. I aktuella analyser beräknas cirkulärcylindriska glidytor med Morgenstern-Price's lamellmetod.

8.6 UTVÄRDERING AV GEOTEKNISKA PARAMETRAR

Utvärdering av geotekniska parametrar har gjorts utifrån sammanställningar av labb- och fältdata från hela undersökningsområdet. Parametrar har utvärderats både från tidigare utförda undersökningar och nya kompletterande undersökningar. Utifrån denna sammanställning görs val av parametrar som underlag för stabilitetsberäkningar.

Tabell 2. Valda värden för sektion A-A.

Jordlager	Nivå	Tunghet	Hållfasthet
Fyllning	-	18 kN/m ³ (ovan GVY) 20 kN/m ³ (under GVY)	$\varphi = 35^\circ$
Lera 1 – Land	$5 < z \leq -1$	16,5 kN/m ³	$c_u = 18 \text{ kPa}$ $c'/c_u = 0,1$, $\varphi = 30^\circ$
Lera 2 – Land	$-1 < z \leq -5$	16,5 kN/m ³	$c_u = 18 + 1,0 \cdot z \text{ kPa}$ $c'/c_u = 0,1$, $\varphi = 30^\circ$
Lera 3 – Land	$-5 < z$	17,0 kN/m ³	$c_u = 22 + 1,0 \cdot z \text{ kPa}$ $c'/c_u = 0,1$, $\varphi = 30^\circ$
Lera – Älvbotten	-	15 kN/m ³	$c_u = 10 \text{ kPa}$ $c'/c_u = 0,1$, $\varphi = 30^\circ$

Tabell 3. Valda värden för sektion B-B.

Jordlager	Nivå	Tunghet	Hållfasthet
Fyllning	-	18 kN/m ³ (ovan GVV) 20 kN/m ³ (under GVV)	$\varphi = 35^\circ$
Lera 1 – Land	$2 < z \leq -1$	16,5 kN/m ³	$c_u = 12 \text{ kPa}$ $c'/c_u = 0,1, \varphi = 30^\circ$
Friktionsmaterial	$-1 < z \leq -6,5$	18 kN/m ³	$\varphi = 37^\circ$
Berg	$-6,5^* < z$	-	-

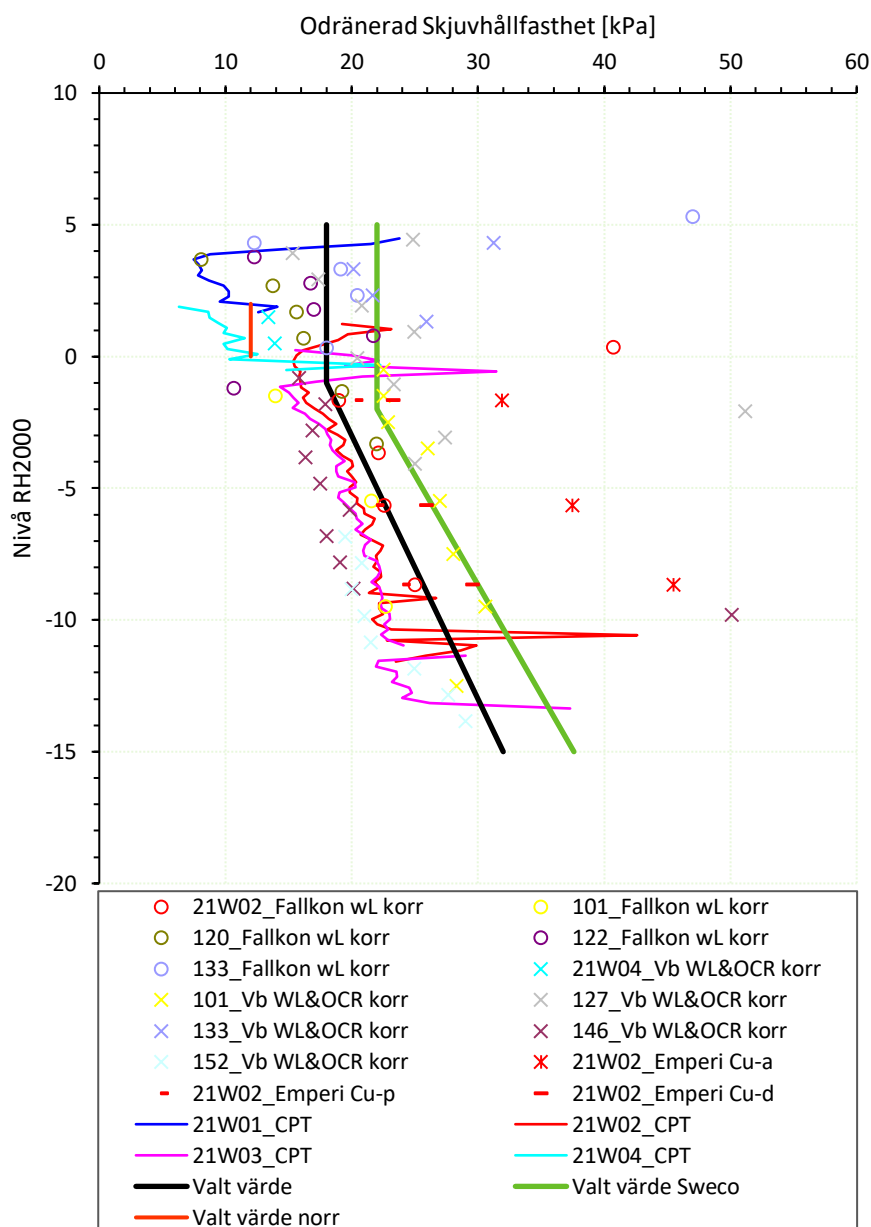
*Djup till berg varierar längs sektionen.

8.6.1 Tunghet och konflytgräns

För aktuellt område har tunghet och konflytgräns sammanställts och utvärderats mot nivå. Sammanställning av vald tunghet och konflytgräns redovisas i Bilaga 2.

8.6.2 Odränerad skjuvhållfasthet

Den odränerade skjuvhållfastheten har bedömts vara nivårelaterad. Val av skjuvhållfasthet har gjorts utifrån resultat av utförda CPT-sonderingar, fallkonförsök, vingförsök samt empiri från utförda CRS-försök. Sammanställning av vald odränerad skjuvhållfasthet redovisas i tabell 2 respektive 3 och Bilaga 2. I figur 9 redovisas vald skjuvhållfasthet för beräkningarna utförda som del av denna PM för de båda delområdena tillsammans med tidigare vald skjuvhållfasthet (*Detaljerad stabilitetsutredning inom Göteborgs stad Delområde H8*).



Figur 9. Sammanställning av odränerad skjuvhållfasthet.

8.6.3 Dränerad skjuvhållfasthet

Lerans dränerade skjuvhållfasthet har enligt gällande praxis ansatts till $c' = 0,1 \times c_u$ och dess friktionsvinkel till $\phi' = 30^\circ$.

8.6.4 Sensitivitet

Högsensitiv lera, som även klassificeras som kvicklera, har återfunnit på en nivå i en av arkivpunkterna, nr 120. I utförda beräkningar är kritiska glidyten begränsad till södra delen av området, där det är bekräftat av ostörda prover, 21W02, att leran inte är högsensitiv. Således berörs inte den lervolymen som tidigare har konstaterats högsensitiv vid bedömning av området geotekniska säkerhet. är som. Därför anser vi att det motiverat att nyttja säkerhetsklass 2, då den högsensitiva leran inte bedöms beröras avglidytor som beskriver området stabilitet.

8.7 OMRÄKNINGSFAKTORER SEKTION A-A

Omräkningsfaktorer för de aktuella stabilitetsberäkningarna redovisas nedan i tabell 4. Faktorerna har framtagits i enlighet med förfarandet beskrivet i IEG Rapport 6:2008, Rev 1.

Tabell 4. Omräkningsfaktor för stabilitetsberäkning kohesionsjord.

Omräkningsfaktor	Värde	Kommentar
$\eta_{(1,2)}$	1,0	"Normalsvensk lera" - antal undersökningspunkter $n > 5$
$\eta_{(3)}$	1,05	Två till tre metoder har använts, liten spridning i resultat och empiriska samband bekräftar resultaten.
$\eta_{(4,5,6,7)}$	1,0	Stor brottyta - Medelvärde/svag zon är Medel.
$\eta_{(8)}$	1,0	För dimensionering av slänter och bankar

$$\eta_{(Tot)} = \eta_{(1,2)} \cdot \eta_{(3)} \cdot \eta_{(4,5,6,7)} \cdot \eta_{(8)} = 1,05$$

8.8 OMRÄKNINGSFAKTORER SEKTION B-B

Omräkningsfaktorer för de aktuella stabilitetsberäkningarna redovisas nedan i tabell 5. Faktorerna har framtagits i enlighet med förfarandet beskrivet i IEG Rapport 6:2008, Rev 1.

Tabell 5. Omräkningsfaktor för stabilitetsberäkning.

Omräkningsfaktor	Värde	Kommentar
$\eta_{(1,2)}$	0,85	"Normalsvensk lera" - antal undersökningspunkter $n=1$
$\eta_{(3)}$	1,00	Två till tre metoder har använts, liten spridning i resultat.
$\eta_{(4,5,6,7)}$	1,0	Liten brottyta – Liten konsekvens av brott
$\eta_{(8)}$	1,0	För dimensionering av slänter och bankar

$$\eta_{(Tot)} = \eta_{(1,2)} \cdot \eta_{(3)} \cdot \eta_{(4,5,6,7)} \cdot \eta_{(8)} = 0,85$$

8.9 PARTIALKOEFFICIENTER

Partialkoefficienter är framtagna enligt standard i IEG Rapport 6:2008, Rev 1. Koefficienterna redovisas i tabell 6.

Tabell 6. Partialkoefficienter för dimensionering av slänter och bankar.

Jordparameter	Symbol	Värde
Friktionsvinkel ($\tan \varphi'$)	γ_{φ}	1,3
Effektiv kohesion	$\gamma_{c'}$	1,3
Odränerad skjuvhållfasthet	γ_{cu}	1,5
Enaxlig tryckhållfasthet	γ_{qu}	1,5
Tunghet	γ_{γ}	1,0

8.10 DIMENSIONERANDE VÄRDEN

Dimensionerande värden tas fram enligt förfarande i IEG rapport 6:2008, Rev 1 enligt ekvation nedan. I ekvationen är partialfaktor framtagna enligt tabell 6 och omräkningsfaktorer framtagna enligt tabell 4 respektive 5.

$$X_d = \frac{1}{\gamma_m} \cdot \eta \cdot \bar{X}$$

8.11 LASTER

8.11.1 Trafiklast

För stabilitetsberäkningarna har trafiklast förutsatts enligt TK Geo 13 version 2 karakteristisk ytlast inom hela vägbredden enligt:

- Dimensionering med partialkoefficienter 15 kN/m²
- Dimensionering med karakteristiska värden 20 kN/m²

Variabla laster, som trafiklast, kan försummas vid kombinerad analys i fallet med lågpermeabla jordar, vilket generellt förekommer inom området.

8.11.2 Last från framtida byggnader

Framtida anläggningar har i beräkningarna antagits pålgrundläggas, därmed har ingen last för dessa medräknats. För beräkningar av framtida förhållanden har dock en eventuell utfyllnad (10 kPa, vilket motsvarar ca 0,5m utfyllnad samt 20 kPa vilket motsvara ca 1 m utfyllnad) medräknats.

9 BERÄKNINGSFÖRUTSÄTTNINGAR – SÄTTNINGSBERÄKNING

9.1 VAL AV BERÄKNINGSSEKTION

Beräkningssektionen som används är en generell sektion tagen längs sektion A-A.

9.2 BERÄKNINGSPROGRAM

För beräkning av sättningar har beräkningsprogrammet GS Settlement använts.

9.3 LAST

Införd last i sättningsberäkningarna är baserat på två olika fall där en utfyllnad av området är utförd. Utfyllnaden är antagen att ske med material med en enhetsvikt av 20 kN/m^3 . Se tabell 7 för laster.

Tabell 7. Laster införda i sättningsberäkning.

Lastfall	Utfyllnadshöjd [m]	Last införd [kN/m^2]
1	ca 0,5	10
2	ca 1	20

9.4 UTVÄRDERING AV GEOTEKNISKA PARAMETRAR

Materialparametrar använda för sättningsberäkning presenteras i tabell 8 och 9. Valda värden ses i Bilaga 2. Fyllningen bedöms inte bidra till totalsättningen. Fyllning med organiskt innehåll, vilken är sättningskänslig, antas schaktas bort.

Tabell 8. Materialparametrar för fyllning, beräknat med Janbus jordmodell.

Jordlager	Tunghet [kN/m^3]	Moc [MPa]	m [-]	σ'_c [kPa]	σ'_r [kPa]	kinit [m/år]	β_k [-]
Fyllning ($6 < z \leq 4$)	18	20	1,0	500	0	1	1

Tabell 9. Materialparametrar för lera, beräknat med Chalmers-modellen.

Jordlager	Tunghet [kN/m^3]	M0* [MPa]	ML [kPa]	M' [-]	σ'_c [kPa]	σ'_L [kPa]	kinit [m/år]	β_k [-]
Lera 1 ($4 < z \leq -4$)	16,5	9	750	14	50	110	0,0252	4
Lera 2 ($-4 < z \leq -9$)	17,0	12	900	14	126	186	0,0126	4

*Utvärderad enligt $3 \cdot M_0$ från CRS-försök.

Kryppparametrar enligt Chalmers modellen (med kryp) är presenterade nedan. Då r_0 är spänningsbaserad redovisas två fall, ett för tillskottslast 10 kPa och ett för 20 kPa, se tabell 10 respektive 11.

Tabell 10. Krypparametrar för tillskottslast 10 kPa

Jordlager	t_{ref} [år]	b_0 [-]	b_1 [-]	r_0 [-]	r_1 [-]
Lera 1 ($4 < z \leq -4$)		0,67	1,1	15200	164
Lera 2 ($-4 < z \leq -9$)		0,83	1,1	10900 11900	164

Tabell 11. Krypparametrar för tillskottslast 20 kPa

Jordlager	t_{ref} [år]	b_0 [-]	b_1 [-]	r_0 [-]	r_1 [-]
Lera 1 ($4 < z \leq -4$)		0,67	1,1	1890	164
Lera 2 ($-4 < z \leq -9$)		0,83	1,1	4200 3570	164 164

10 RESULTAT STABILITETSBERÄKNING

10.1 BEFINTLIG STABILITET

Resultat från stabilitetsberäkningar av den befintliga stabiliteten presenteras nedan i tabell 11. Stabilitetsberäkningarna redovisas i bilaga 2.

Tabell 12. Beräknad lägsta säkerhetsfaktor befintlig stabilitet.

Beräkningssektion	Partialkoefficienter, F_{EN}	Krav (SK2)
A-A – Odränerad	1,0	1,0
A-A – Kombinerad	1,05	1,0
B-B – Odränerad	1,02	1,0
B-B – Kombinerad	1,06	1,0

10.2 FRAMTIDA STABILITET

Resultat från stabilitetsberäkningar av de framtida förhållandena redovisas nedan i tabell 12.

Översvämningsvallen är i beräkningen placerad cirka 20 meter från kajkant, vilket är norr om befintlig väg längs kajkanten.

Tabell 13. Beräknad lägsta säkerhetsfaktor framtida stabilitet.

Beräkningssektion	Partialkoefficienter, F_{EN}	Krav (SK2)
A-A – Odränerad (10kPa)	0,98	1,0
A-A – Kombinerad (10 kPa)	1,05	1,0
A-A – Odränerad (20kPa)	0,95	1,0
A-A – Kombinerad (20 kPa)	0,98	1,0
A-A – Kombinerad (GVY höjd med 1 m)	1,05	1,0
A-A – Odränerad (Översvämningsvall)	1,0	1,0
A-A – Kombinerad (Översvämningsvall)	1,04	1,0

11 RESULTAT SÄTTNINGSBERÄKNING

Resultat från sättningsberäkningarna redovisas i tabell 13.
Sättningsberäkningarna i redovisas i bilaga 3.

Tabell 14. Sättning beräknat efter 100 år.

Last [kPa]	Sättning, utan kryp [mm]	Sättning, med kryp [mm]
10	14	27
20	30	90

12 SLUTSATSER OCH REKOMMENDATIONER

12.1 STABILITET

12.1.1 Sektion A-A

Befintlig stabilitet uppfylls enligt IEG rapport 6:2008. För framtida byggnation måste all last kompenseras då säkerhetskraven inte uppfylls vid pålastning av övre delen av slänten.

Vidare har en känslighetsanalys utförts i syfte att studera hur ett förhöjt portryck påverkar stabiliteten för området. I beräkningen har grundvattenytan höjdes 1 meter i hela jordprofilen, vilket i detta fall anses vara en rimligt mht till omgivande geologi och närheten till öppet vatten. Beräkningen visar att slänten inte är känslig för ett förhöjt portryck och att den globala stabiliteten inte påverkas nämnvärt.

Slutligen utfördes en kontroll där en vall infördes i beräkningen för att klarlägga huruvida ett skydd mot översvämning var möjlig invid vattnet. Vallens syfte är att skydda delar av området som ligger under havsvattennivåen +2,5 (HHW 2070), vilket är kravet enligt Stadsbyggnadskontoret, Göteborgs stad. Utförda beräkningar visar att vall kan anläggas för att skydda det lägre belägna området utan att stabiliteten påverkas. Vallens har i beräkningen byggts upp till nivå +3 och antagits bestå av packad sprängsten. Vidare har läget för vällen antagits och är i beräkningen cirka 30 meter från kajkant, för att kajkonstruktionen och angränsande väg fortsatt ska vara körbara.

Vid genomgång av skjuvhållfasthetsvärdena för sektion A-A kan det ses att empirin från utförda CRS-försök visar högre värden jämfört med övriga utförda försök. I kommande skeden kan det således vara fördelaktigt att utförda direkt skjuvförsök för att eventuellt kunna tillgodoräkna sig en högre skjuvhållfasthet. Om det direkta skjuvförsöken visar på likande resultat och bekräftar empirin kan en mer gynnsam omräkningsfaktorn för sektion A-A nyttjas. Detta till följd av att osäkerheten beträffande lerans skjuvhållfasthet minskar efter att avancerade laboratorieförsök har utförts.

12.1.2 Sektion B-B

Krav på befintlig stabilitet uppfylls enligt IEG rapport 6:2008. Planförslaget infattar inga förändrad markanvändning jämfört med dagens, vilket således inte motiverar ytterligare kontroller av planerade förhållanden. Beräkningar för framtida skede har således inte utförts.

12.2 SÄTTNINGAR

Leran i området är normal till svagt överkonsoliderad och vid belastning kan både konsoliderings- och krypsättningar uppstå. Vidare kan fyllningen vara ojämnt packad vilket kan orsaka differentialsättningar. Delar av fyllningen har organiskt innehåll vilken är sättningskänslig och har i beräkningen antagits bortschaktas.

I beräkningen har sättningar antagits inte uppkomma i fyllningen. För lastfallen 10 kPa och 20 kPa uppstår sättningar av storleksordningen 13 till 30 mm respektive 23 till 90 mm med eller utan hänsyn tagen till kryp.

VI ÄR WSP

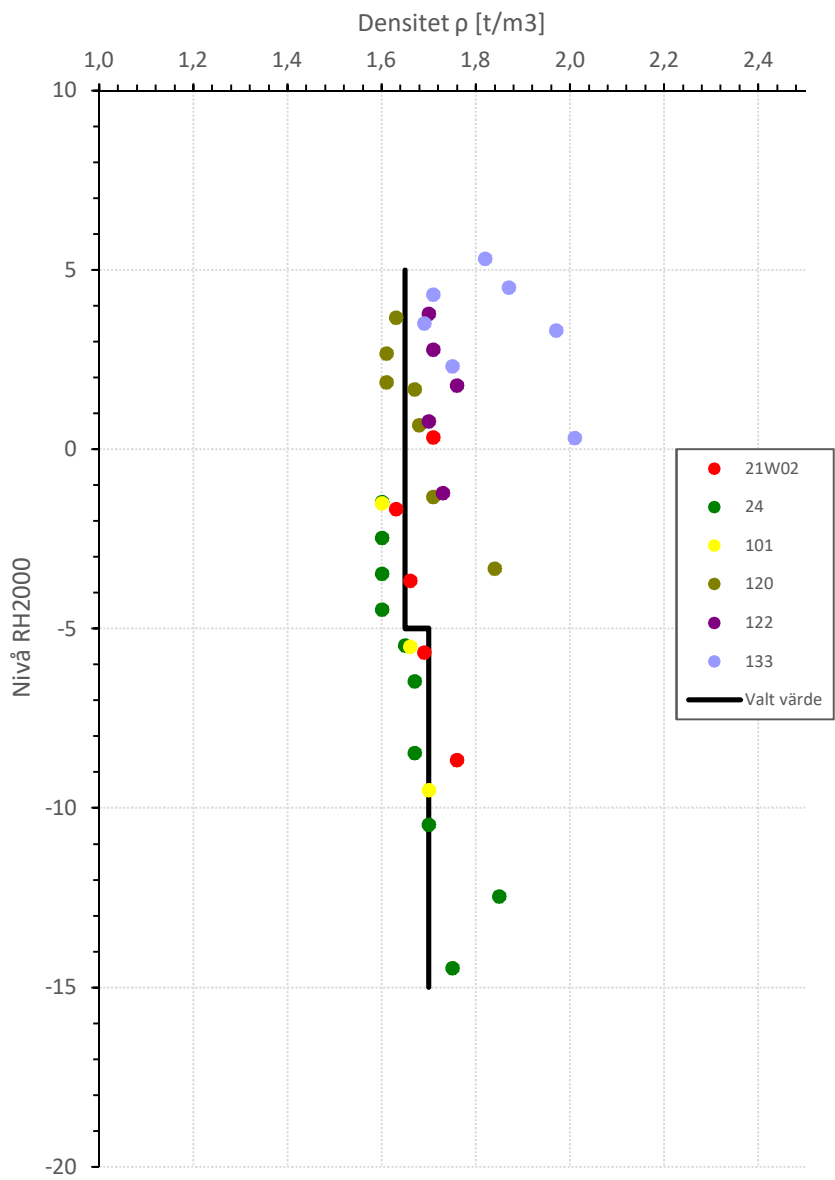
WSP är ett av världens ledande analys- och teknikkonsultföretag. Vi verkar på våra lokala marknader med stöd av global expertis. Som tekniska experter och strategiska rådgivare har vi tillgång till ingenjörer, tekniker, naturvetare, planerare, utredare och miljöspecialister liksom professionella projektörer, konstruktörer och projektledare. Vi erbjuder hållbara lösningar inom Hus & Industri, Transport & Infrastruktur och Miljö & Energi. Med drygt 39 000 medarbetare på 500 kontor i 40 länder medverkar vi till en hållbar samhällsutveckling. I Sverige har vi omkring 4 000 medarbetare. wsp.com

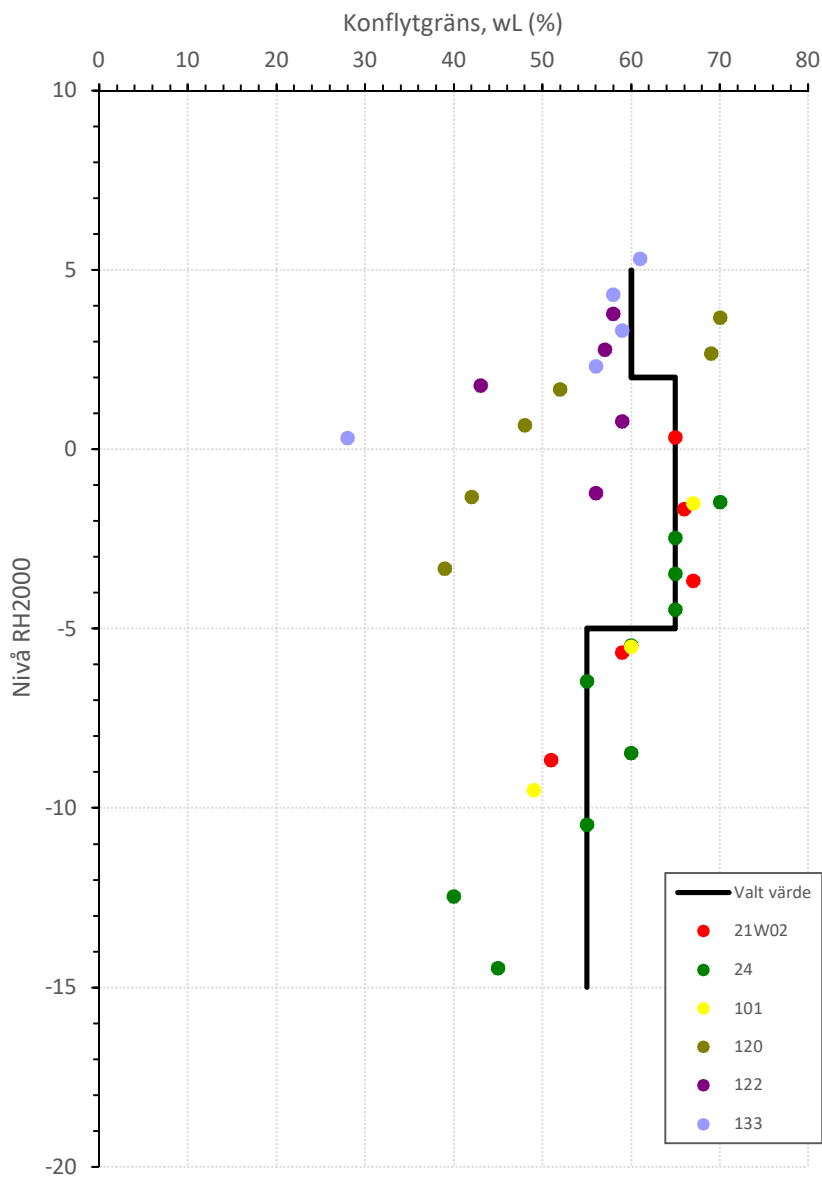
WSP Sverige AB
Box 13033
402 51 Göteborg
Besök: Ullevigatan 19

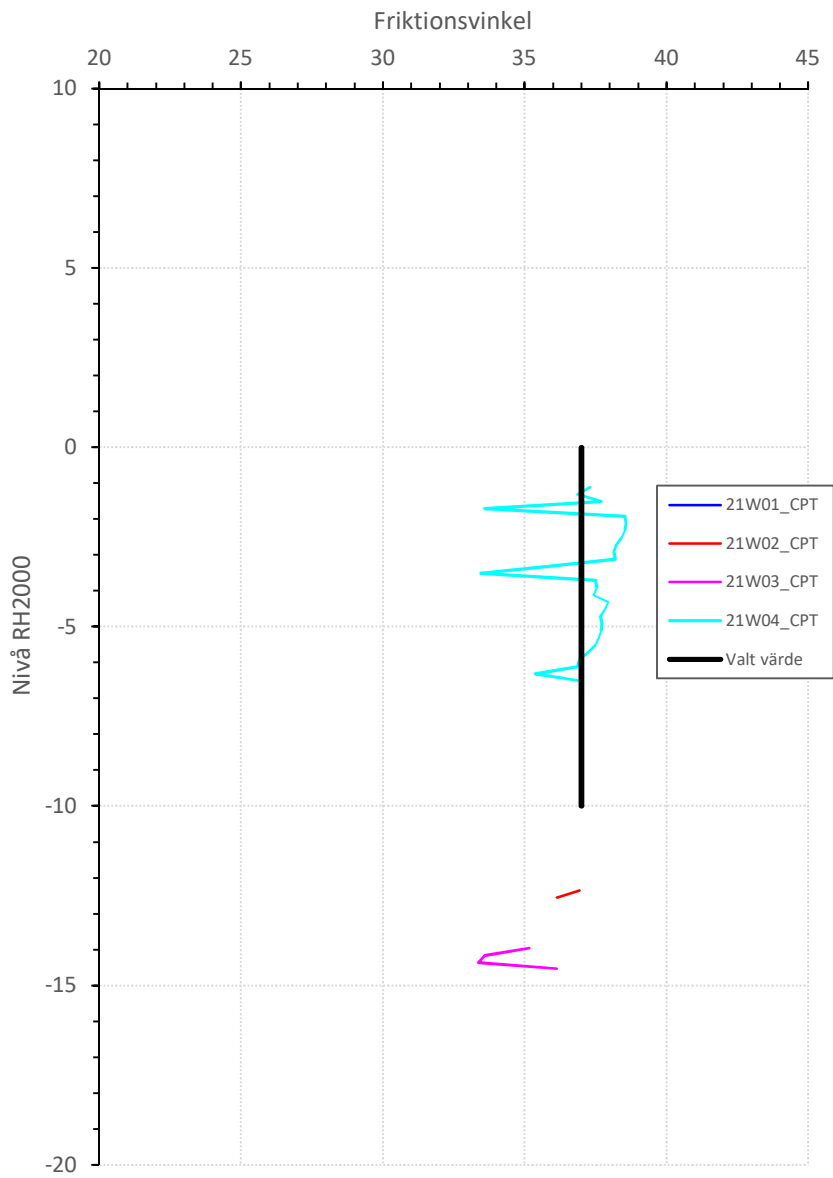
T: +46 10 7225000
Org nr: 556057-4880
Styrelsens säte: Stockholm
wsp.com

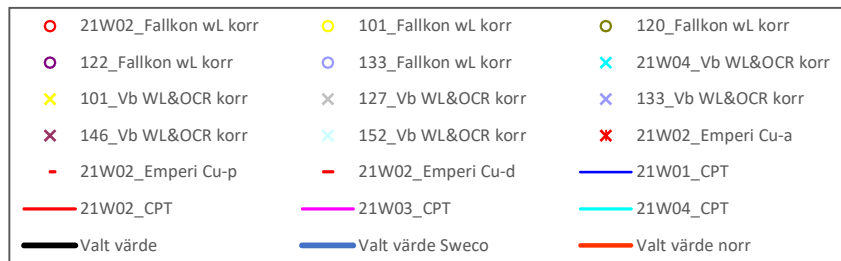
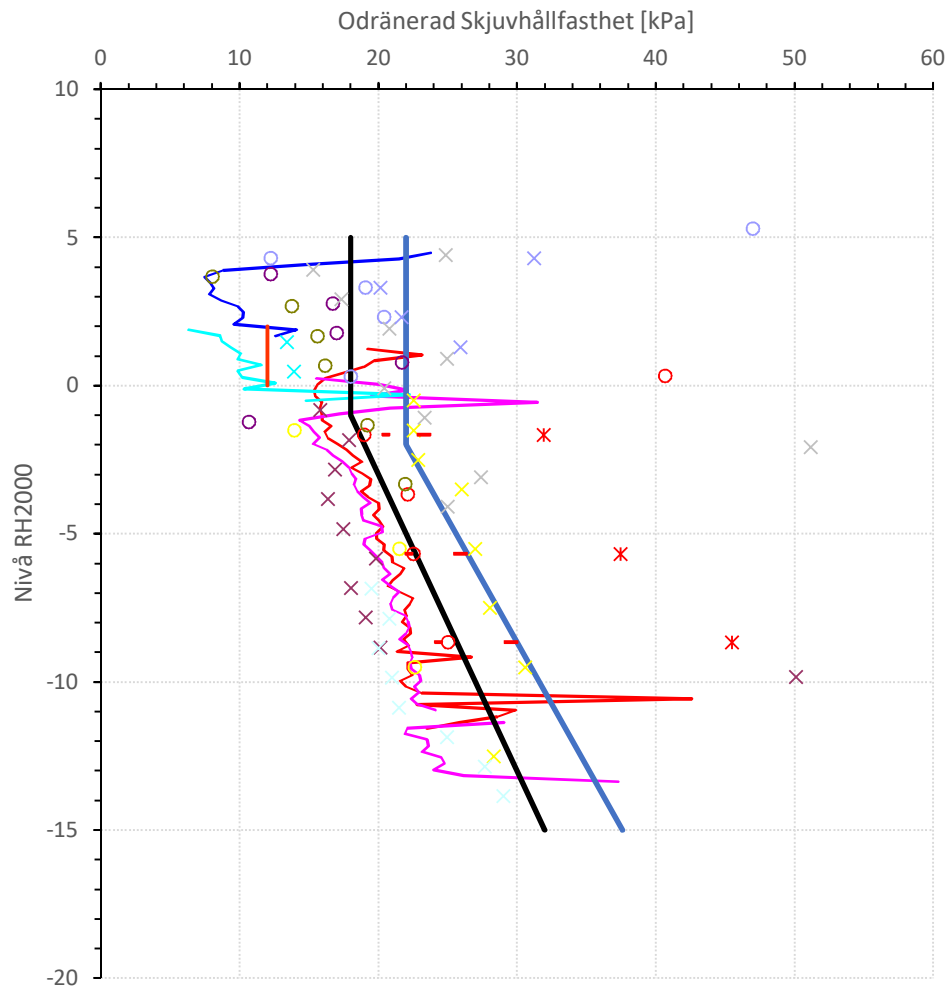


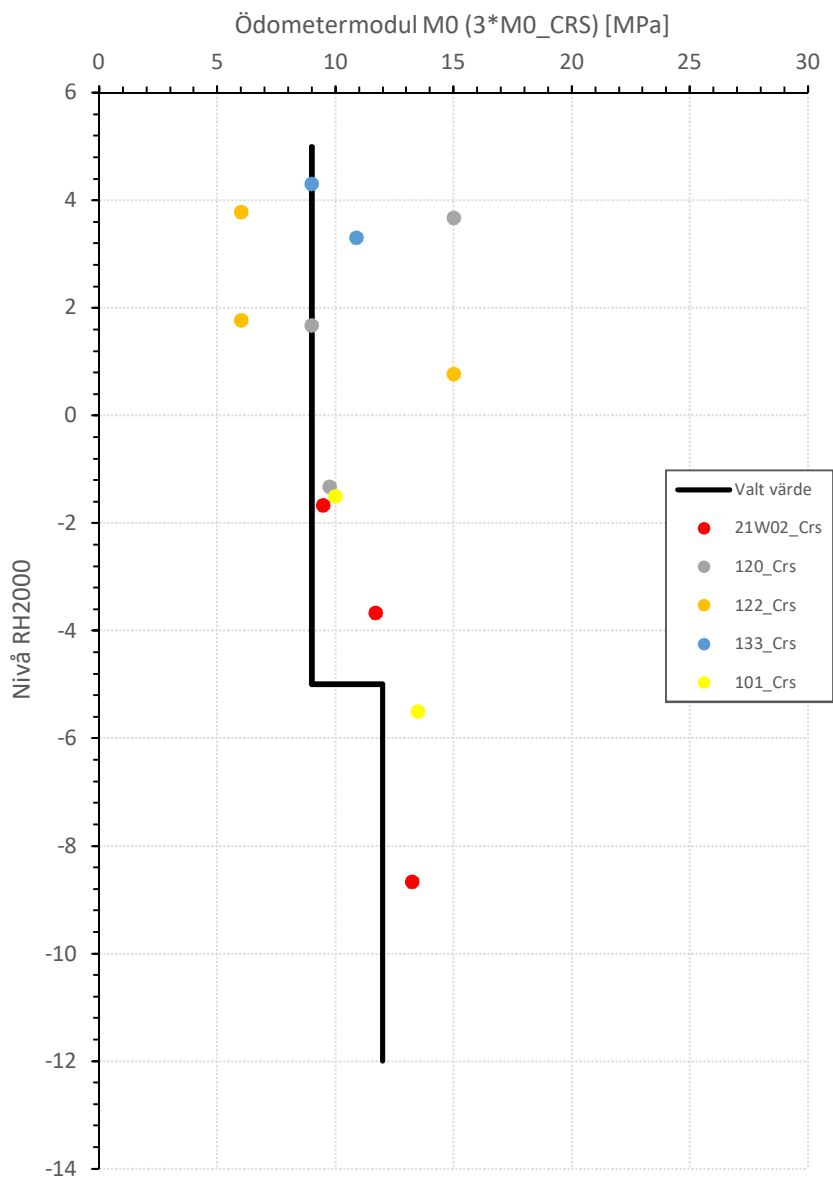
BILAGA 1 – VALDA VÄRDEN

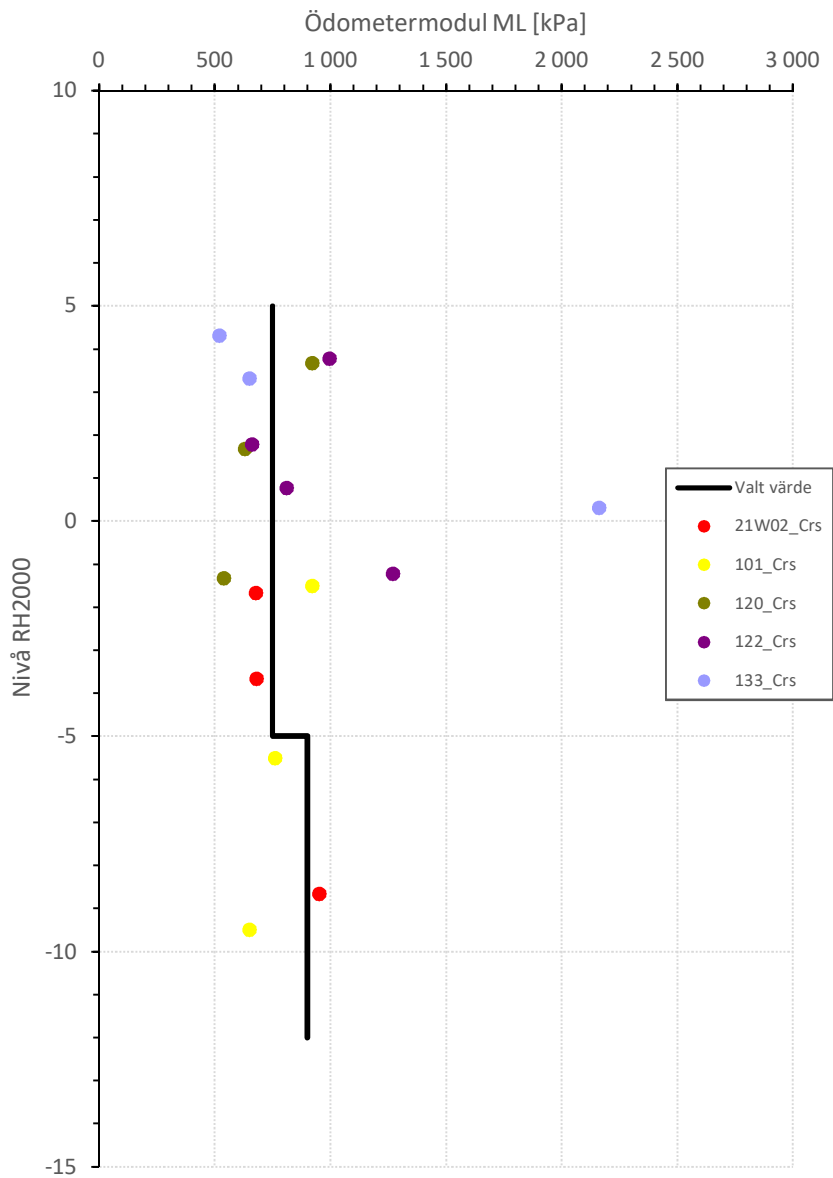


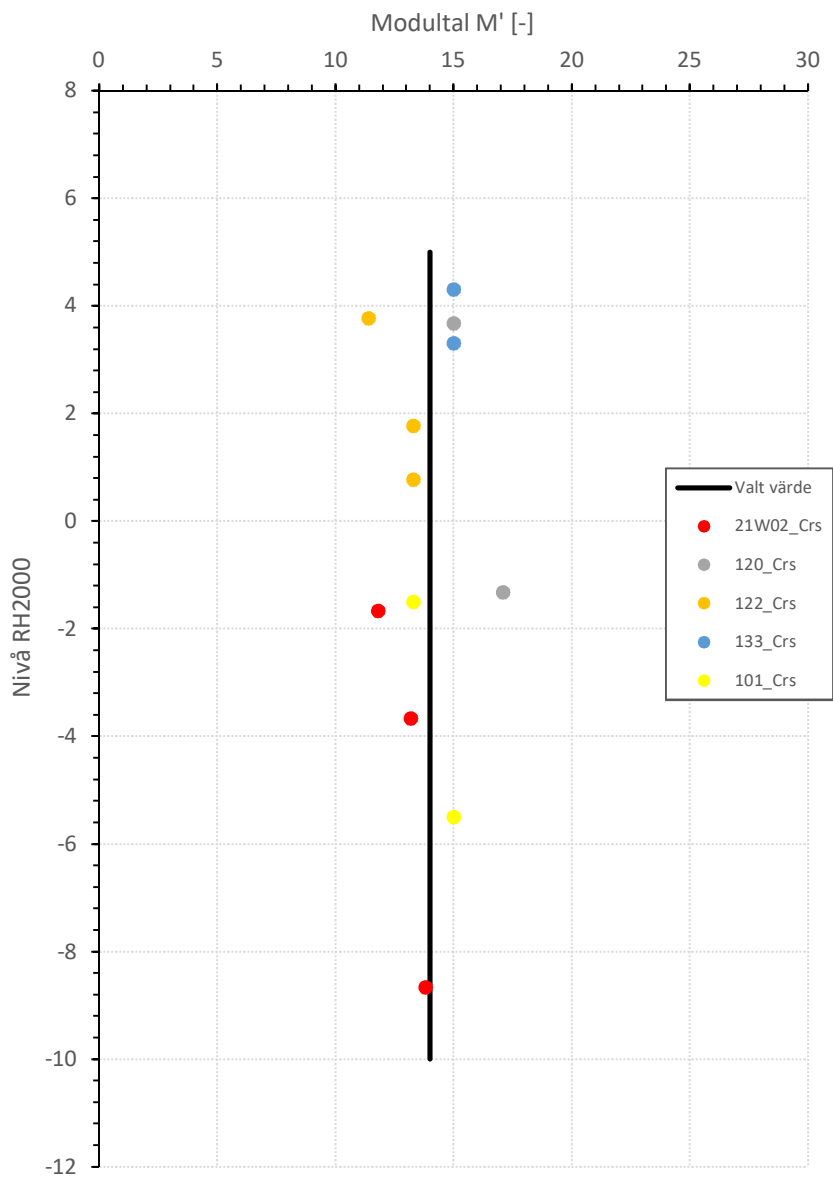


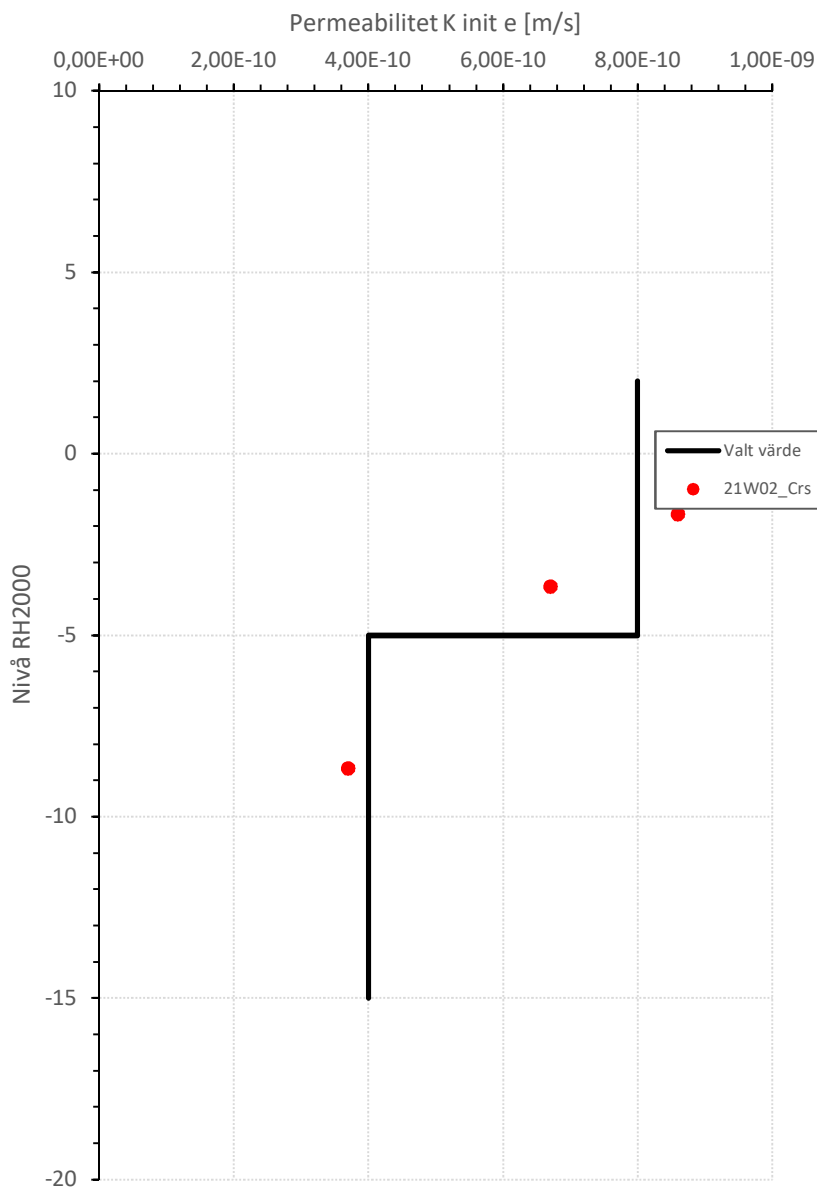


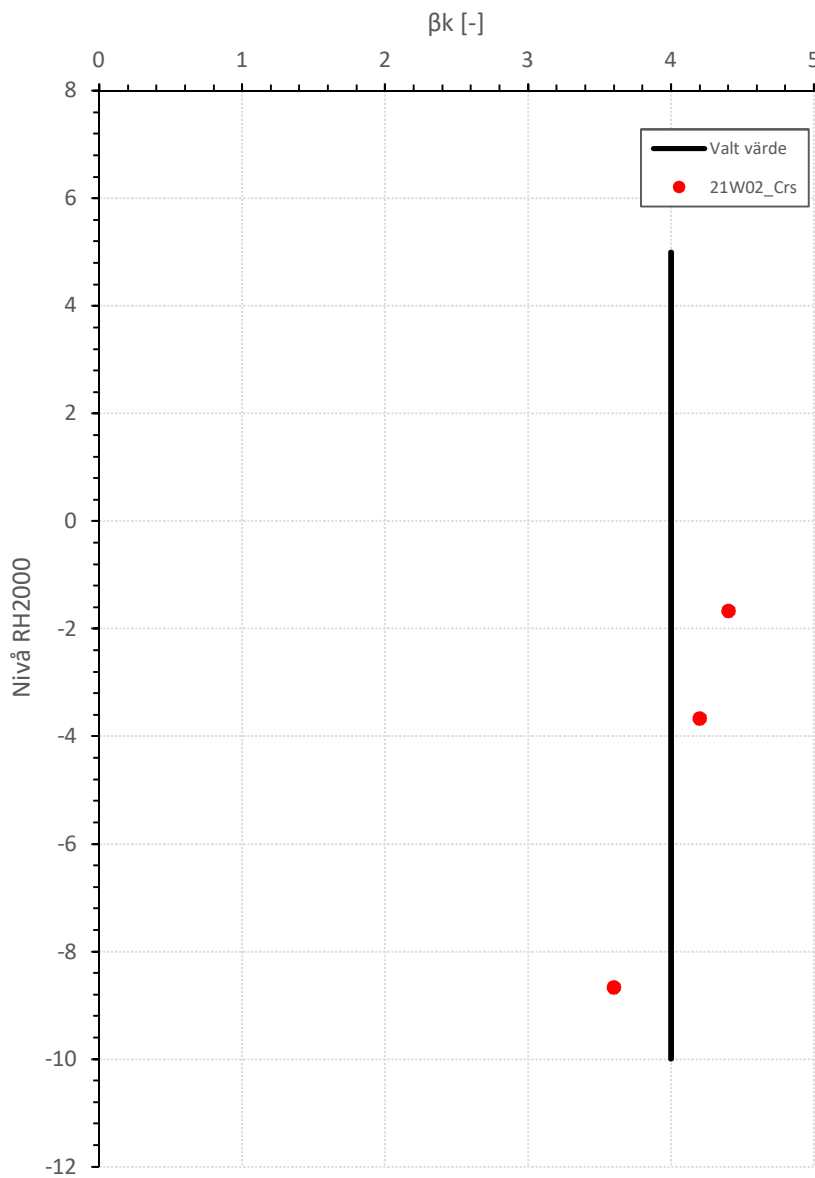


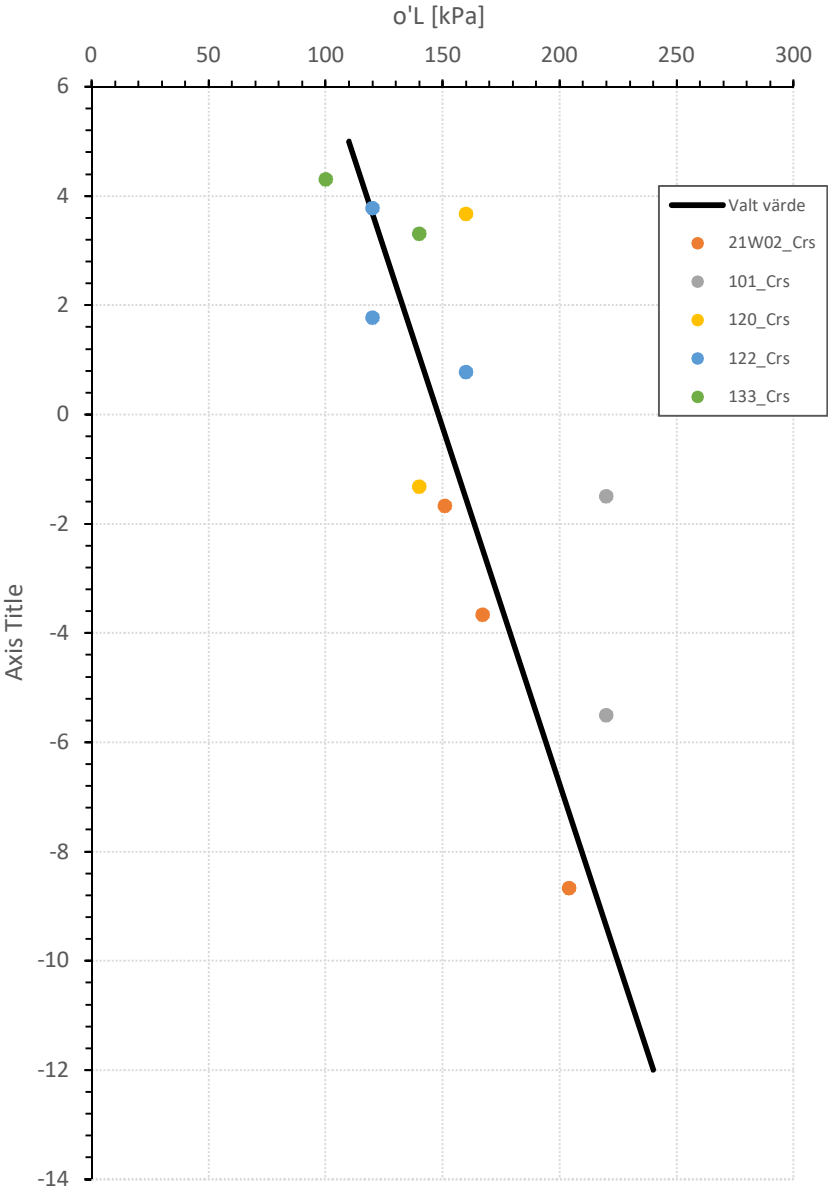


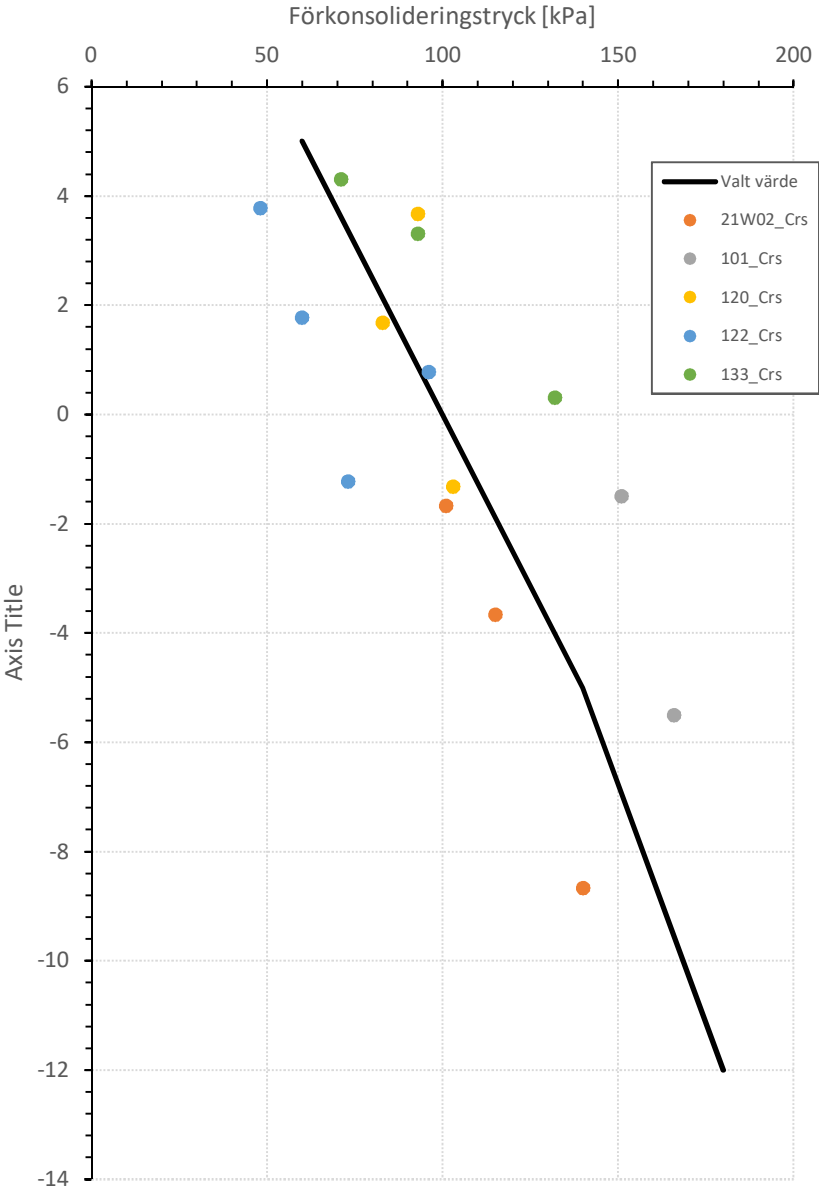












BILAGA 2 – STABILITETSBERÄKNING

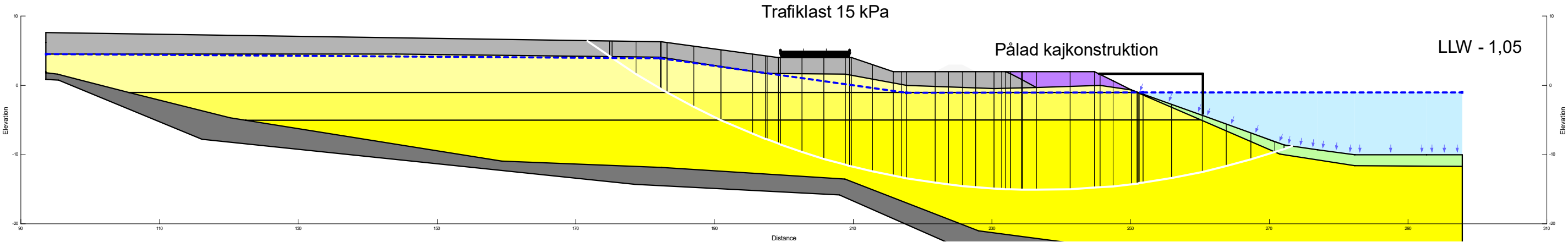
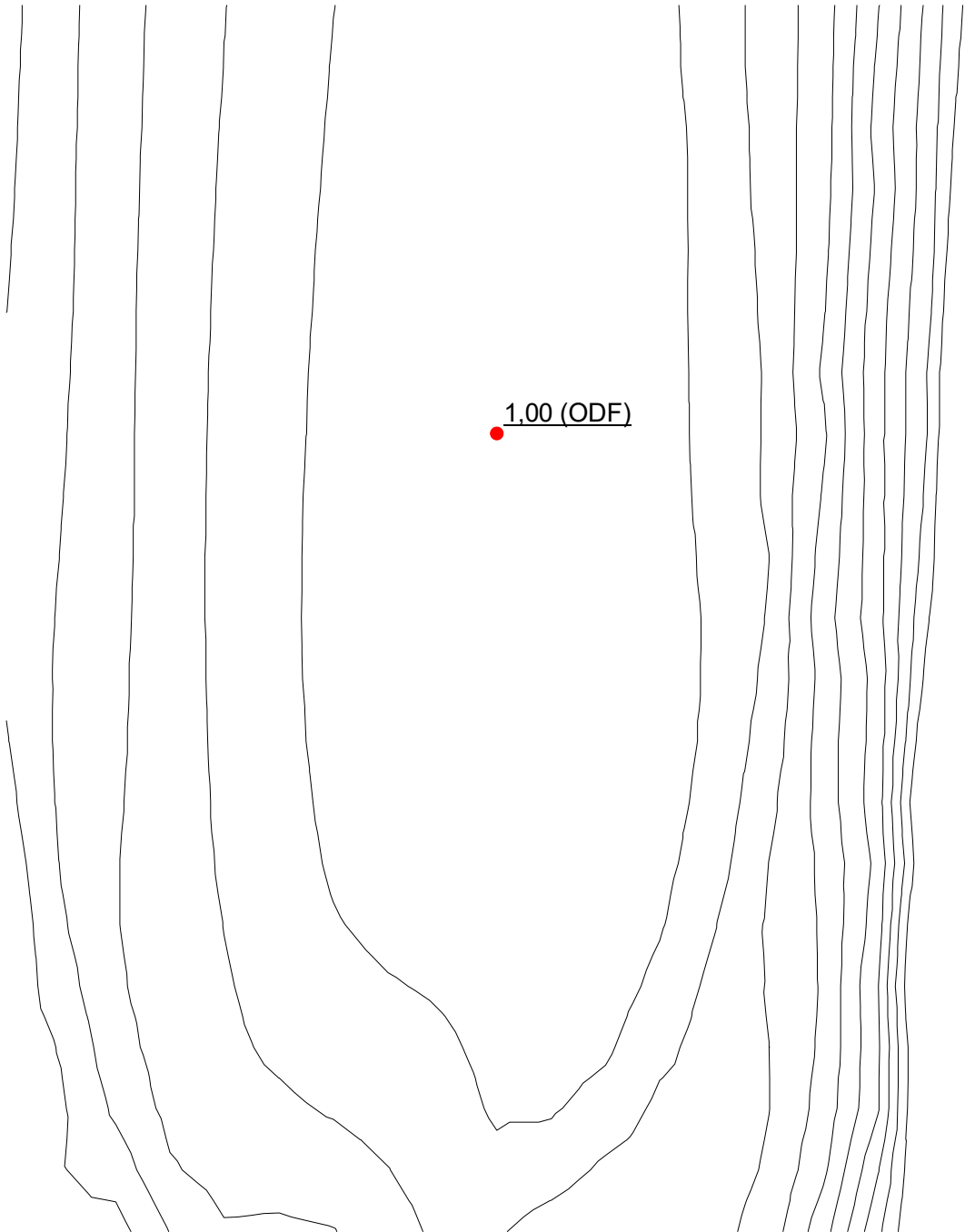
Rya Bioångpanna - Stabilitetsutredning Sektion A-A

Odränerad analys - Befintlig

F=1,00
Eurocode 7 - DA3

Color	Name	Model	Unit Weight (kN/m³)	C-Datum (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m²)/m)	Datum (Elevation) (m)	Phi' (°)
	Bottenfriktion	Mohr-Coulomb	18				37
	Fyllning	Mohr-Coulomb	18				35
	Fyllning - Pålad	Mohr-Coulomb	0,1				35
	Lera - Älvbotten	S=f(datum)	15	10	0	0	
	Lera 1 - Land	S=f(datum)	16,5	18	0	5	
	Lera 2 - Land	S=f(datum)	16,5	18	1	-1	
	Lera 3 - Land	S=f(datum)	17	22	1	-5	

Partialkoefficienter:
Permanent ytl- och punktlaster
γA: Favorable = 1, Unfavorable = 1
Variabla ytl- och punktlaster
γA: Favorable = 0, Unfavorable = 1.27
Egenvikt av jord
γA: Favorable = 1, Unfavorable = 1
Dränerad hållfasthet
γM=1,3
Odränerad hållfasthet
γM=1,43



Rya Bioångpanna A-A.gsz / SLOPE/W / 10.1.1.18972



Uppdragsnummer	Datum	Beräkningsmodell	Skala	Analysmetod, EC7 (EKS-DA3) alt. Tillståndsbedömning
	2021-04-15	Morgenstern-Price	1:600 (A3)	Eurocode 7 - DA3

Uppdragsnamn
Rya bioångpanna

Rya Bioångpanna - Stabilitetsutredning Sektion A-A

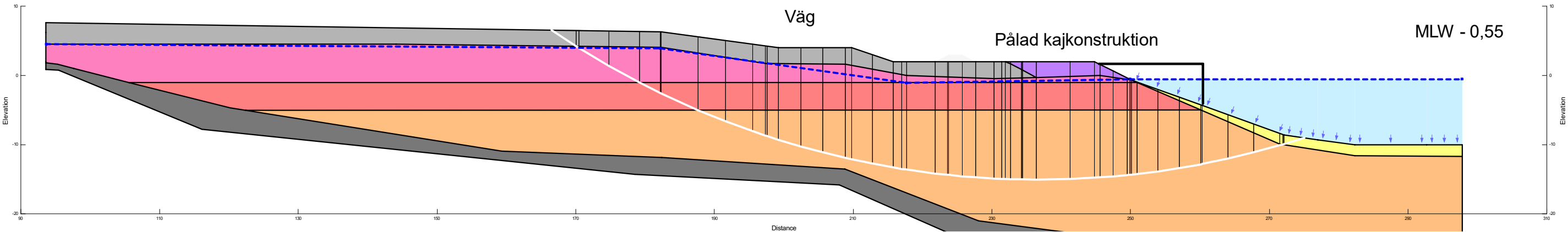
Kombinerad analys - Befintlig

F=1,05
Eurocode 7 - DA3

Partialkoefficienter:
Permanent ytl- och punktlaster
γA: Favorable = 1, Unfavorable = 1
Variabla ytl- och punktlaster
γA: Favorable = 0, Unfavorable = 1.27
Egenvikt av jord
γA: Favorable = 1, Unfavorable = 1
Dränerad/hållfasthet
γM=1,3
Odränerad hållfasthet
γM=1,43

Color	Name	Model	Unit Weight (kN/m³)	Phi' (°)	C-Datum (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m²)/m)	Cu-Datum (kPa)	Cu-Rate of Change ((kN/m²)/m)	C/Cu Ratio	Datum (Elevation) (m)
	Bottenfriktion	Mohr-Coulomb	18	37						
	Fyllning	Mohr-Coulomb	18	35						
	Fyllning - Pålad	Mohr-Coulomb	0,1	35						
	Lera - Älvbotten (komb)	Combined, S=f(datum)	15	30	0	0	10	0	0,1	0
	Lera 1 - Land (komb)	Combined, S=f(datum)	16,5	30	0	0	18	0	0,1	5
	Lera 2 - Land (komb)	Combined, S=f(datum)	16,5	30	0	0	18	1	0,1	2
	Lera 3 - Land (komb)	Combined, S=f(datum)	17	30	0	0	22	1	0,1	-5

1,05 (ODF)



Rya Bioångpanna A-A.gsz / SLOPE/W / 10.1.1.18872



Uppdragsnummer

Datum

Beräkningsmodell

Skala

Analysmetod, EC7 (EKS-DA3) alt. Tillståndsbedömning

Uppdragsnamn

2021-04-15

Morgenstern-Price

1:600 (A3)

Eurocode 7 - DA3

Rya bioångpanna

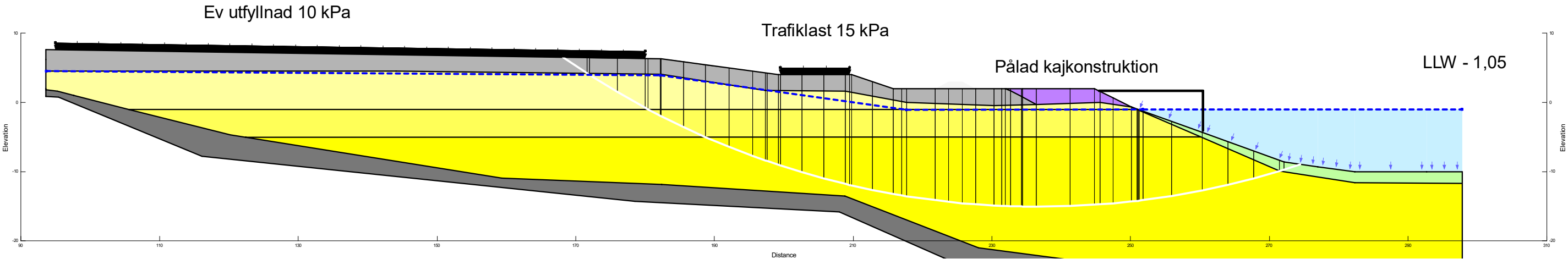
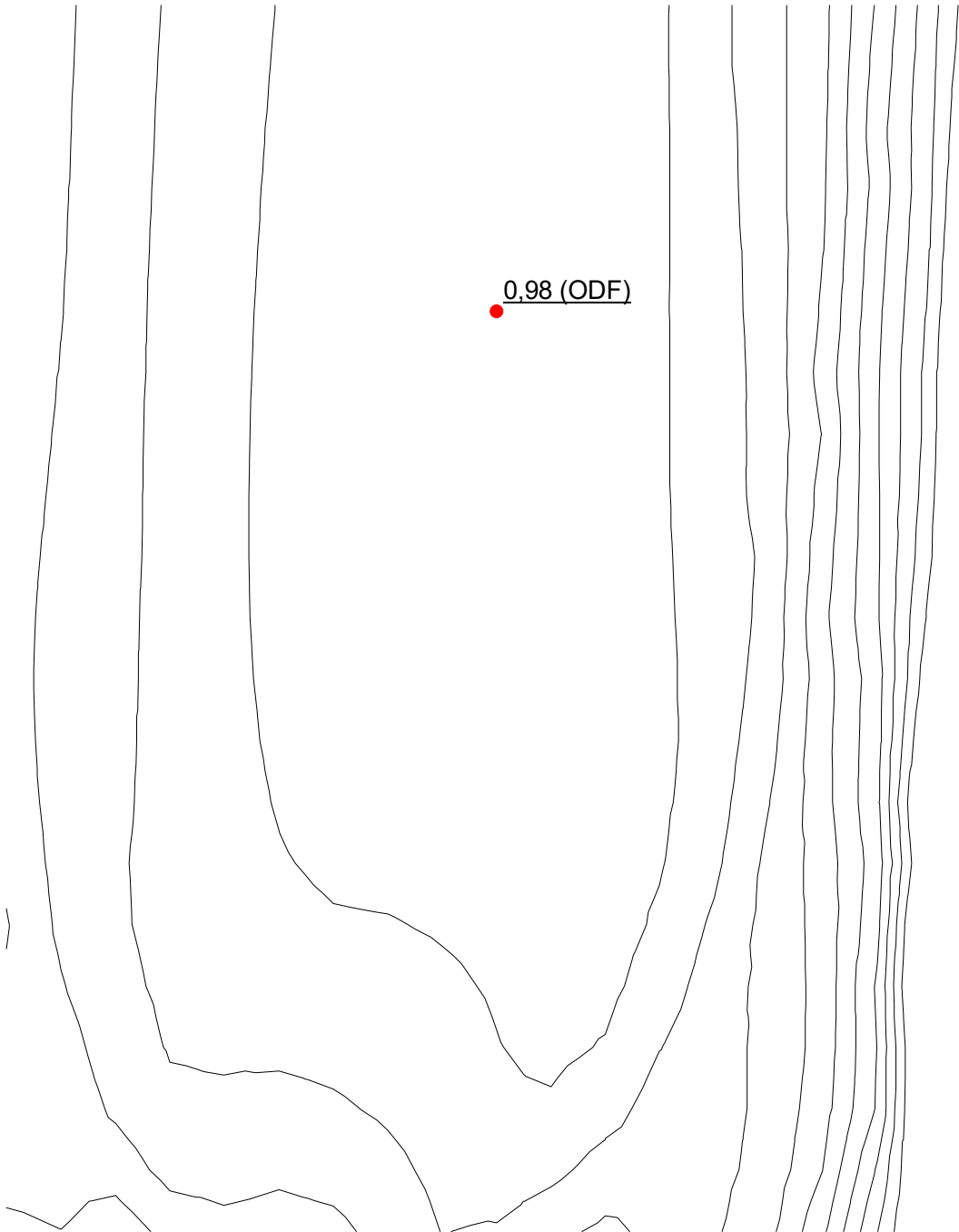
Rya Bioångpanna - Stabilitetsutredning Sektion A-A

Odränerad analys - Framtida (med utfyllnad 10 kPa)

F=0,98
Eurocode 7 - DA3

Color	Name	Model	Unit Weight (kN/m³)	C-Datum (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m²)/m)	Datum (Elevation) (m)	Phi' (°)
	Bottenfriktion	Mohr-Coulomb	18				37
	Fyllning	Mohr-Coulomb	18				35
	Fyllning - Pålad	Mohr-Coulomb	0,1				35
	Lera - Älvbotten	S=f(datum)	15	10	0	0	
	Lera 1 - Land	S=f(datum)	16,5	18	0	5	
	Lera 2 - Land	S=f(datum)	16,5	18	1	-1	
	Lera 3 - Land	S=f(datum)	17	22	1	-5	

Partialkoefficienter:
Permanent ytl- och punktlaster
γA: Favorable = 1, Unfavorable = 1
Variabla ytl- och punktlaster
γA: Favorable = 0, Unfavorable = 1.27
Egenvikt av jord
γA: Favorable = 1, Unfavorable = 1
Dränerad hållfasthet
γM=1,3
Odränerad hållfasthet
γM=1,43



Rya Bioångpanna A-A.gsz / SLOPE/W / 10.1.1.18972



Uppdragsnummer

Datum

Beräkningsmodell

Skala

Analysmetod, EC7 (EKS-DA3) alt. Tillståndsbedömning

Uppdragsnamn

2021-04-15

Morgenstern-Price

1:600 (A3)

Eurocode 7 - DA3

Rya bioångpanna

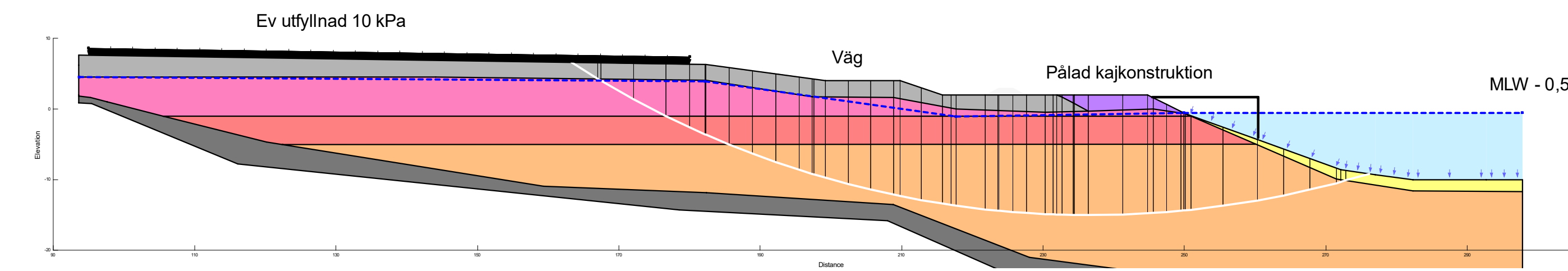
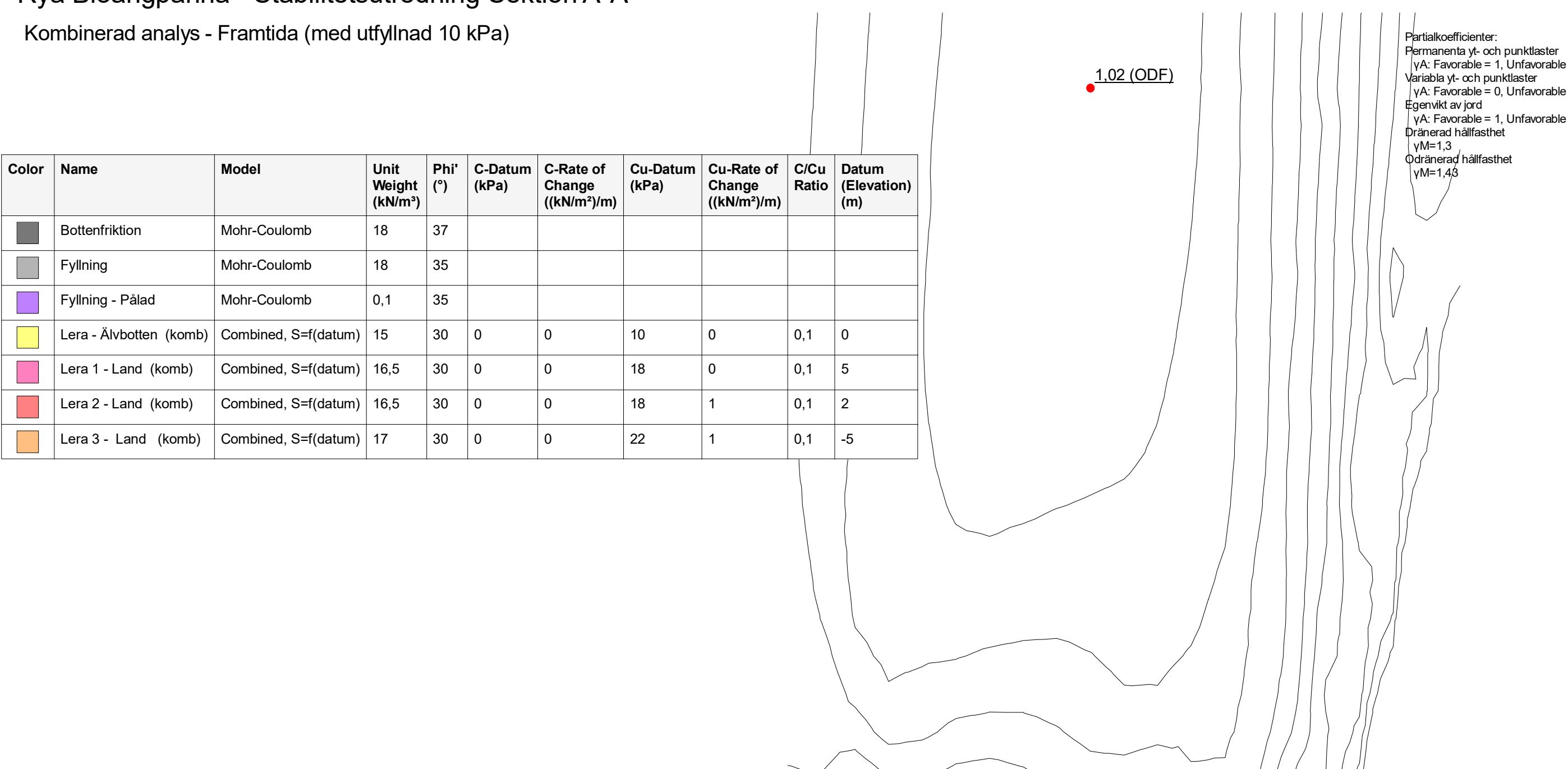
Rya Bioångpanna - Stabilitetsutredning Sektion A-A

Kombinerad analys - Framtida (med utfyllnad 10 kPa)

F=1,02
Eurocode 7 - DA3

Partialkoefficienter:
Permanenta yt- och punktlaster
γA: Favorable = 1, Unfavorable = 1
Variabla yt- och punktlaster
γA: Favorable = 0, Unfavorable = 1.27
Egenvikt av jord
γA: Favorable = 1, Unfavorable = 1
Dränerad hållfasthet
γM=1,3
Odränerad hållfasthet
γM=1,43

Color	Name	Model	Unit Weight (kN/m³)	Phi' (°)	C-Datum (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m²)/m)	Cu-Datum (kPa)	Cu-Rate of Change ((kN/m²)/m)	C/Cu Ratio	Datum (Elevation) (m)
	Bottenfriktion	Mohr-Coulomb	18	37						
	Fyllning	Mohr-Coulomb	18	35						
	Fyllning - Pålad	Mohr-Coulomb	0,1	35						
	Lera - Älvbotten (komb)	Combined, S=f(datum)	15	30	0	0	10	0	0,1	0
	Lera 1 - Land (komb)	Combined, S=f(datum)	16,5	30	0	0	18	0	0,1	5
	Lera 2 - Land (komb)	Combined, S=f(datum)	16,5	30	0	0	18	1	0,1	2
	Lera 3 - Land (komb)	Combined, S=f(datum)	17	30	0	0	22	1	0,1	-5



Rya Bioångpanna A-A.gsz / SLOPE/W / 10.1.1.18972



Uppdragsnummer	Datum	Beräkningsmodell	Skala	Analysmetod, EC7 (EKS-DA3) alt. Tillståndsbedomning
	2021-04-15	Morgenstern-Price	1:600 (A3)	Eurocode 7 - DA3

Uppdragsnamn
Rya bioångpanna

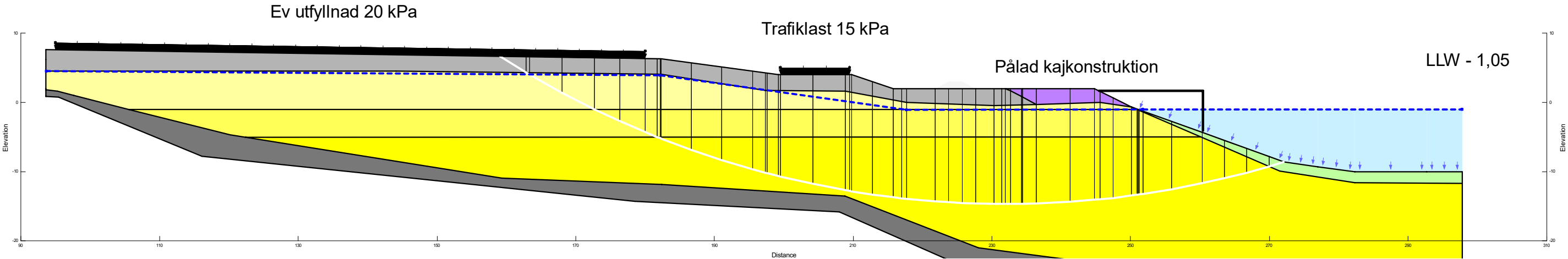
Rya Bioångpanna - Stabilitetsutredning Sektion A-A

Odränerad analys - Framtida (med utfyllnad 20 kPa)

F=0,95
Eurocode 7 - DA3

Color	Name	Model	Unit Weight (kN/m³)	C-Datum (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m²)/m)	Datum (Elevation) (m)	Phi' (°)
	Bottenfriktion	Mohr-Coulomb	18				37
	Fyllning	Mohr-Coulomb	18				35
	Fyllning - Pålad	Mohr-Coulomb	0,1				35
	Lera - Älvbotten	S=f(datum)	15	10	0	0	
	Lera 1 - Land	S=f(datum)	16,5	18	0	5	
	Lera 2 - Land	S=f(datum)	16,5	18	1	-1	
	Lera 3 - Land	S=f(datum)	17	22	1	-5	

Partialkoefficienter:
Permanenta yt- och punktlaster
γA: Favorable = 1, Unfavorable = 1
Variabla yt- och punktlaster
γA: Favorable = 0, Unfavorable = 1.27
Egenvikt av jord
γA: Favorable = 1, Unfavorable = 1
Dränerad hållfasthet
γM=1,3
Odränerad hållfasthet
γM=1,43



Rya Bioångpanna A-A.gsz / SLOPE/W / 10.1.1.18972



Uppdragsnummer	Datum	Beräkningsmodell	Skala	Analysmetod, EC7 (EKS-DA3) alt. Tillståndsbedömning
	2021-04-15	Morgenstern-Price	1:600 (A3)	Eurocode 7 - DA3

Uppdragsnamn
Rya bioångpanna

Rya Bioångpanna - Stabilitetsutredning Sektion A-A

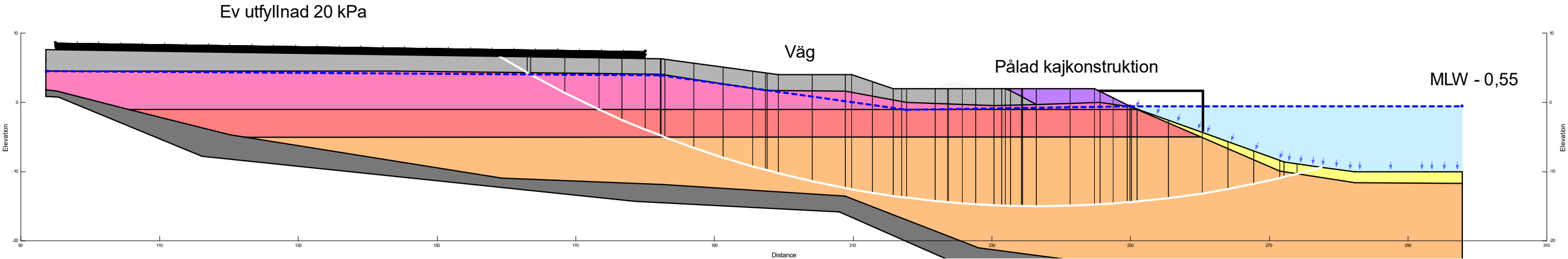
Kombinerad analys - Framtida (med utfyllnad 20 kPa)

0,98 (ODF)

F=0,98
Eurocode 7 - DA3

Partialkoefficienter:
Permanenta yt- och punktlaster
γA: Favorable = 1, Unfavorable = 1
Variabla yt- och punktlaster
γA: Favorable = 0, Unfavorable = 1.27
Egenvikt av jord
γA: Favorable = 1, Unfavorable = 1
Dränerad hållfasthet
γM=1,3
Odränerad hållfasthet
γM=1,43

Color	Name	Model	Unit Weight (kN/m³)	Phi' (°)	C-Datum (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m²)/m)	Cu-Datum (kPa)	Cu-Rate of Change ((kN/m²)/m)	C/Cu Ratio	Datum (Elevation) (m)
	Bottenfriktion	Mohr-Coulomb	18	37						
	Fyllning	Mohr-Coulomb	18	35						
	Fyllning - Pålad	Mohr-Coulomb	0,1	35						
	Lera - Älvbotten (komb)	Combined, S=f(datum)	15	30	0	0	10	0	0,1	0
	Lera 1 - Land (komb)	Combined, S=f(datum)	16,5	30	0	0	18	0	0,1	5
	Lera 2 - Land (komb)	Combined, S=f(datum)	16,5	30	0	0	18	1	0,1	2
	Lera 3 - Land (komb)	Combined, S=f(datum)	17	30	0	0	22	1	0,1	-5



Rya Bioångpanna A-A.gsz / SLOPE/W / 10.1.1.18972



Uppdragsnummer

Datum

Beräkningsmodell

Skala

Analysmetod, EC7 (EKS-DA3) alt. Tillståndsbedömning

Uppdragsnamn

2021-04-15

Morgenstern-Price

1:600 (A3)

Eurocode 7 - DA3

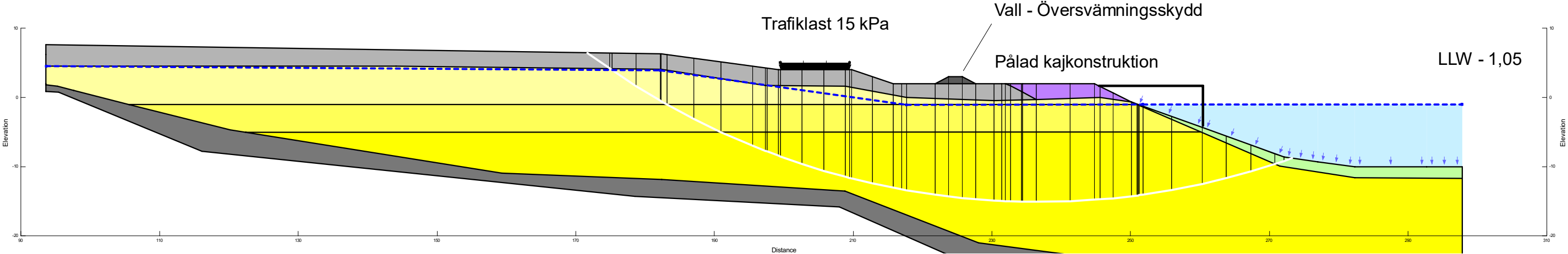
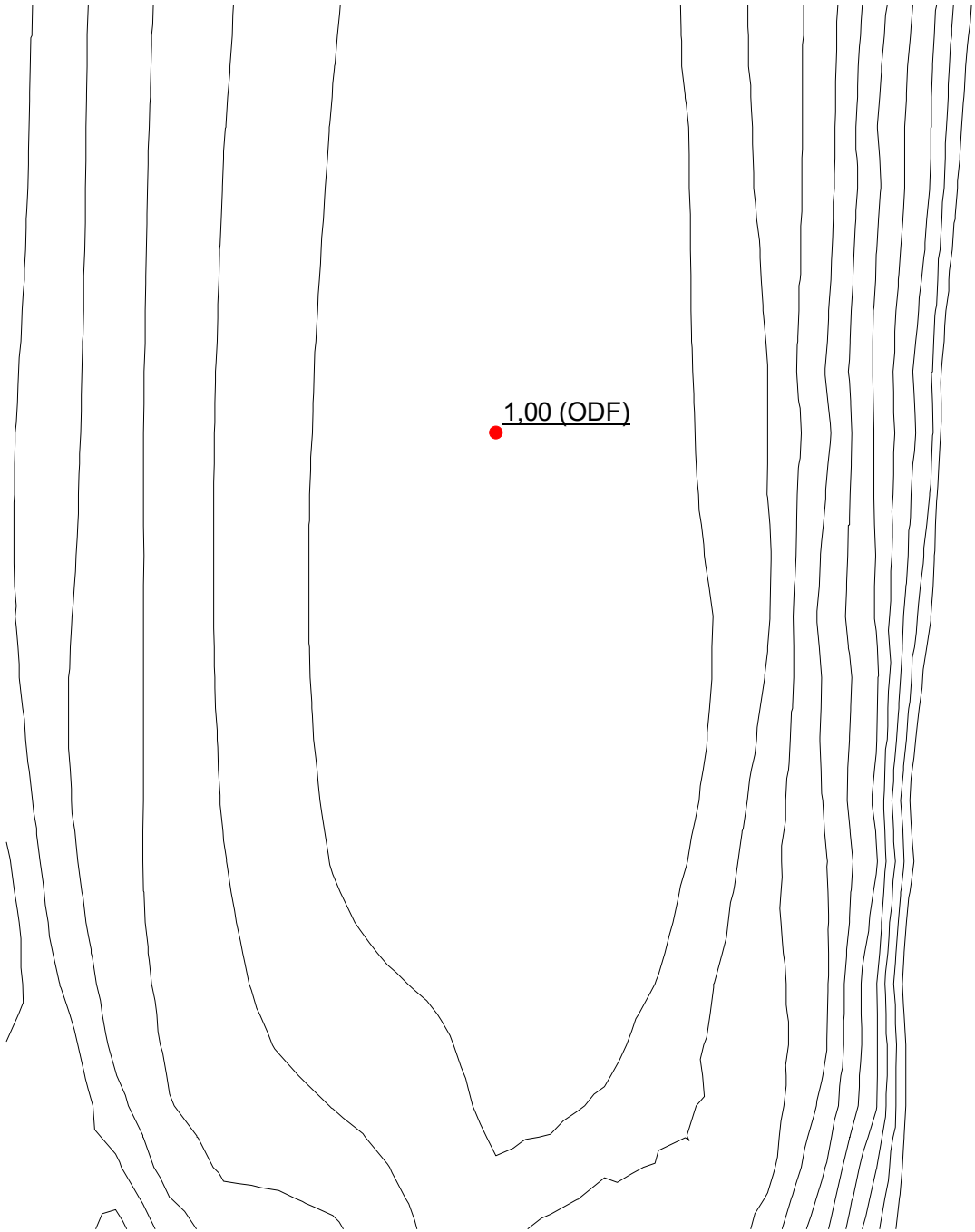
Rya bioångpanna

Rya Bioångpanna - Stabilitetsutredning Sektion A-A

Odränerad analys - Framtida med översvämningsskydd

Color	Name	Model	Unit Weight (kN/m³)	C-Datum (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m²)/m)	Datum (Elevation) (m)	Phi' (°)	Constant Unit Wt. Above Water Table (kN/m³)
	Bottenfriktion	Mohr-Coulomb	18				37	
	Fyllning	Mohr-Coulomb	18				35	
	Fyllning - Pålad	Mohr-Coulomb	0,1				35	
	Lera - Älvbotten	S=f(datum)	15	10	0	0		
	Lera 1 - Land	S=f(datum)	16,5	18	0	5		
	Lera 2 - Land	S=f(datum)	16,5	18	1	-1		
	Lera 3 - Land	S=f(datum)	17	22	1	-5		
	Packad sprängsten	Mohr-Coulomb	21				45	18

Partialkoefficienter:
Permanent ytl- och punktlaster
γA: Favorable = 1, Unfavorable = 1
Variabla ytl- och punktlaster
γA: Favorable = 0, Unfavorable = 1.27
Egenvikt av jord
γA: Favorable = 1, Unfavorable = 1
Dränerad hållfasthet
γM=1,3
Odränerad hållfasthet
γM=1,43



Rya Bioångpanna A-A.gsz / SLOPE/W / 10.1.1.18972



Uppdragsnummer

Datum

Beräkningsmodell

Skala

Analysmetod, EC7 (EKS-DA3) alt. Tillståndsbedömning

Uppdragsnamn

2021-04-15

Morgenstern-Price

1:600 (A3)

Eurocode 7 - DA3

Rya bioångpanna

Rya Bioångpanna - Stabilitetsutredning Sektion A-A

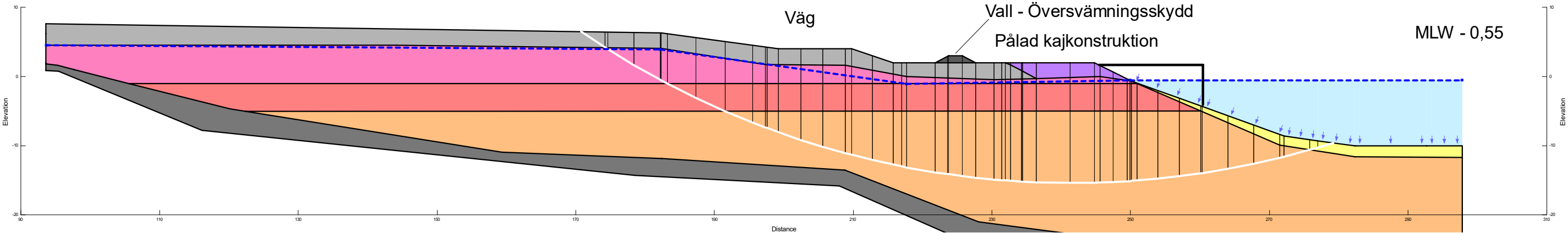
Kombinerad analys - Framtida med översvämningsskydd

F=1,04
Eurocode 7 - DA3

Color	Name	Model	Unit Weight (kN/m³)	Phi' (°)	Constant Unit Wt. Above Water Table (kN/m³)	C-Datum (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m²)/m)	Cu-Datum (kPa)	Cu-Rate of Change ((kN/m²)/m)	C/Cu Ratio	Datum (Elevation) (m)
	Bottenfriktion	Mohr-Coulomb	18	37							
	Fyllning	Mohr-Coulomb	18	35							
	Fyllning - Pålad	Mohr-Coulomb	0,1	35							
	Lera - Älvdalen (komb)	Combined, S=f(datum)	15	30		0	0	10	0	0,1	0
	Lera 1 - Land (komb)	Combined, S=f(datum)	16,5	30		0	0	18	0	0,1	5
	Lera 2 - Land (komb)	Combined, S=f(datum)	16,5	30		0	0	18	1	0,1	2
	Lera 3 - Land (komb)	Combined, S=f(datum)	17	30		0	0	22	1	0,1	-5
	Packad sprängsten	Mohr-Coulomb	21	45	18						

1,04 (ODF)

Partialkoefficienter:
Permanent ytt- och punktlast
γA: Favorable = 1, Unfavorable = 1
Variabel ytt- och punktlast
γA: Favorable = 0, Unfavorable = 1.27
Egenvekt av jord
γA: Favorable = 1, Unfavorable = 1
Dränerad hållfasthet
γM=1,3
Odränerad hållfasthet
γM=1,43



Rya Bioångpanna - Stabilitetsutredning Sektion A-A

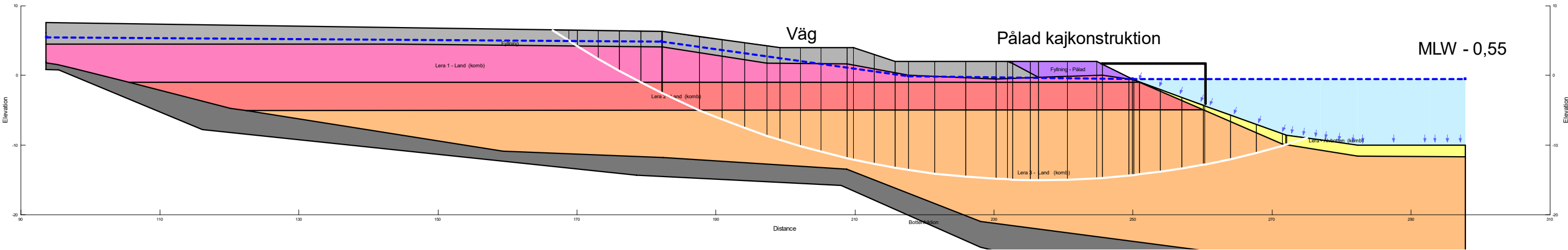
Kombinerad analys - Känslighetsanalys, GVV höjd med 1 meter

F=1,05
Eurocode 7 - DA3

Partialkoefficienter:
Permanenta yt- och punktlaster
γA: Favorable = 1, Unfavorable = 1
Variabla yt- och punktlaster
γA: Favorable = 0, Unfavorable = 1.27
Egenvikt av jord
γA: Favorable = 1, Unfavorable = 1
Dränerad hållfasthet
γM=1,3
Odränerad hållfasthet
γM=1,43

Color	Name	Model	Unit Weight (kN/m³)	Phi' (°)	C-Datum (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m²)/m)	Cu-Datum (kPa)	Cu-Rate of Change ((kN/m²)/m)	C/Cu Ratio	Datum (Elevation) (m)
	Bottenfriktion	Mohr-Coulomb	18	37						
	Fyllning	Mohr-Coulomb	18	35						
	Fyllning - Pålad	Mohr-Coulomb	0,1	35						
	Lera - Älvbotten (komb)	Combined, S=f(datum)	15	30	0	0	10	0	0,1	0
	Lera 1 - Land (komb)	Combined, S=f(datum)	16,5	30	0	0	18	0	0,1	5
	Lera 2 - Land (komb)	Combined, S=f(datum)	16,5	30	0	0	18	1	0,1	2
	Lera 3 - Land (komb)	Combined, S=f(datum)	17	30	0	0	22	1	0,1	-5

1,05 (ODF)



Rya Bioångpanna - Stabilitetsutredning Sektion B-B

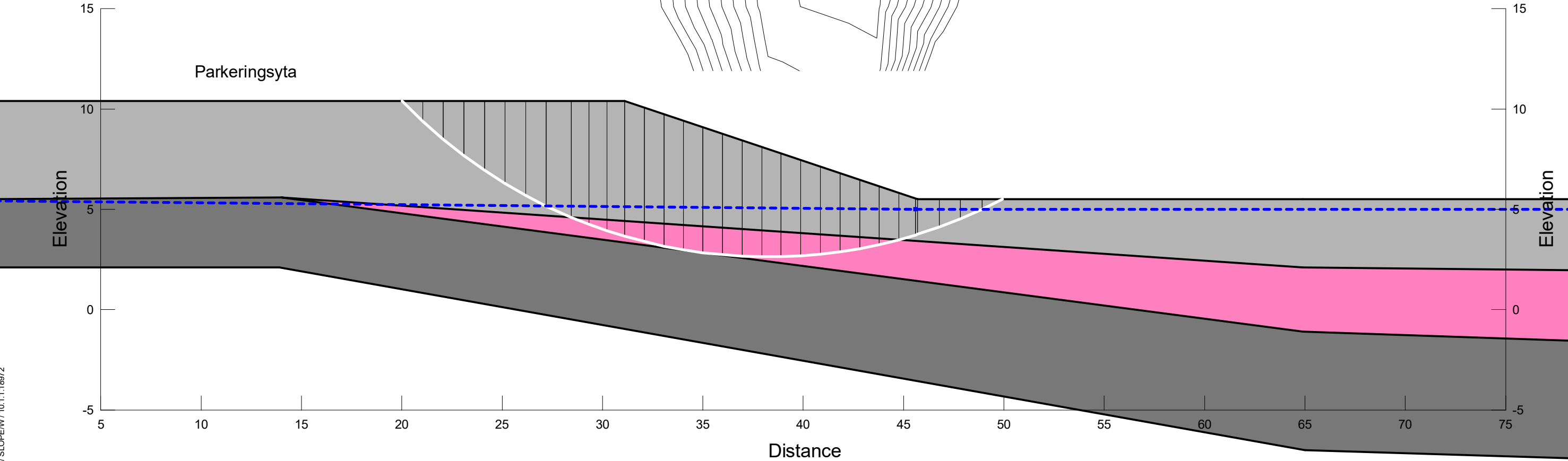
Kombinerad analys - Befintlig

Color	Name	Model	Unit Weight (kN/m³)	Phi' (°)	C-Datum (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m²)/m)	Cu-Datum (kPa)	Cu-Rate of Change ((kN/m²)/m)	C/Cu Ratio	Datum (Elevation) (m)
	Bottenfriktion	Mohr-Coulomb	18	37						
	Fyllning	Mohr-Coulomb	18	35						
	Lera 1 - Land (komb)	Combined, S=f(datum)	16,5	30	0	0	12	0	0,1	5

F=1,06
Eurocode 7 - DA3

Partialkoefficienter:
Permanenta yt- och punktlaster
γA: Favorable = 1, Unfavorable = 1
Variabla yt- och punktlaster
γA: Favorable = 0, Unfavorable = 1.27
Egenvikt av jord
γA: Favorable = 1, Unfavorable = 1
Dränerad hållfasthet
γM=1,3
Odränerad hållfasthet
γM=1,76

1,06 (ODF)



Rya Bioångpanna B-B.gsz / SLOPE/W / 10.1.1.18972



Uppdragsnummer

Datum

Beräkningsmodell

Skala

Analysmetod, EC7 (EKS-DA3) alt. Tillståndsbedömning

Uppdragsnamn

2021-03-31

Morgenstern-Price

1:200 (A3)

Eurocode 7 - DA3

Rya bioångpanna

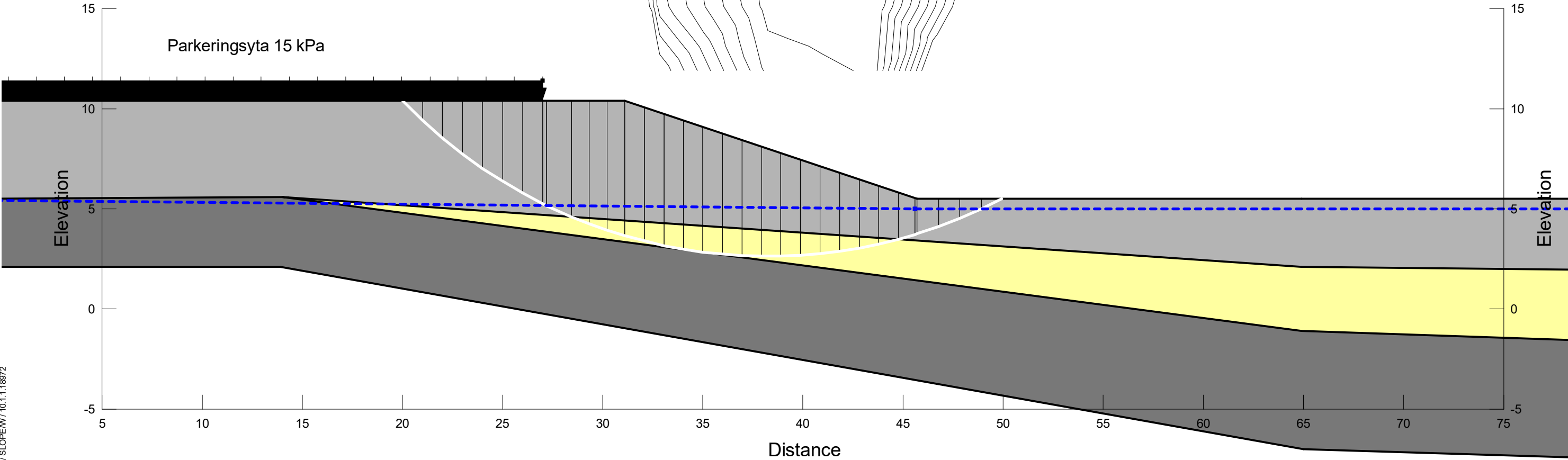
Rya Bioångpanna - Stabilitetsutredning Sektion B-B

Odränerad analys - Befintlig

Color	Name	Model	Unit Weight (kN/m³)	C-Datum (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m²)/m)	Datum (Elevation) (m)	Phi' (°)
	Bottenfriktion	Mohr-Coulomb	18				37
	Fyllning	Mohr-Coulomb	18				35
	Lera 1 - Land	S=f(datum)	16,5	12	0	5	

F=1,02
Eurocode 7 - DA3

Partialkoefficienter:
Permanenta yt- och punktlaster
γA: Favorable = 1, Unfavorable = 1
Variabla yt- och punktlaster
γA: Favorable = 0, Unfavorable = 1.27
Egenvikt av jord
γA: Favorable = 1, Unfavorable = 1
Dränerad hållfasthet
γM=1,3
Odränerad hållfasthet
γM=1,76



Rya Bioångpanna B-B.gsz/ SLOPE/W / 10.1.1.18972



Uppdragsnummer

Datum

Beräkningsmodell

Skala

Analysmetod, EC7 (EKS-DA3) alt. Tillståndsbedomning

Uppdragsnamn

2021-03-31

Morgenstern-Price

1:200 (A3)

Eurocode 7 - DA3

Rya bioångpanna

BILAGA 3 – SÄTTNINGSBERÄKNING

SÄTTNINGSBERÄKNING 10 KPA – CHALMERS-MODELLEN UTAN KRYP

Layer Fyllning [Janbu, Log based (strain)]

Depth [m]	Sub-layers	Soil Weight [kN/m ³]	Moc [kN/m ²]	m [-]	sig_pr [kN/m ²]	sig_pc [kN/m ²]	k_init [m/years]	Beta_k [-]	
0,00	20	18	20000	1	0	500	1	1	
2		18	20000	1	0	500	1	1	
Depth [m]									
0,00									
2									

Layer Lera 1 [Chalmers without creep, Log based (strain)]

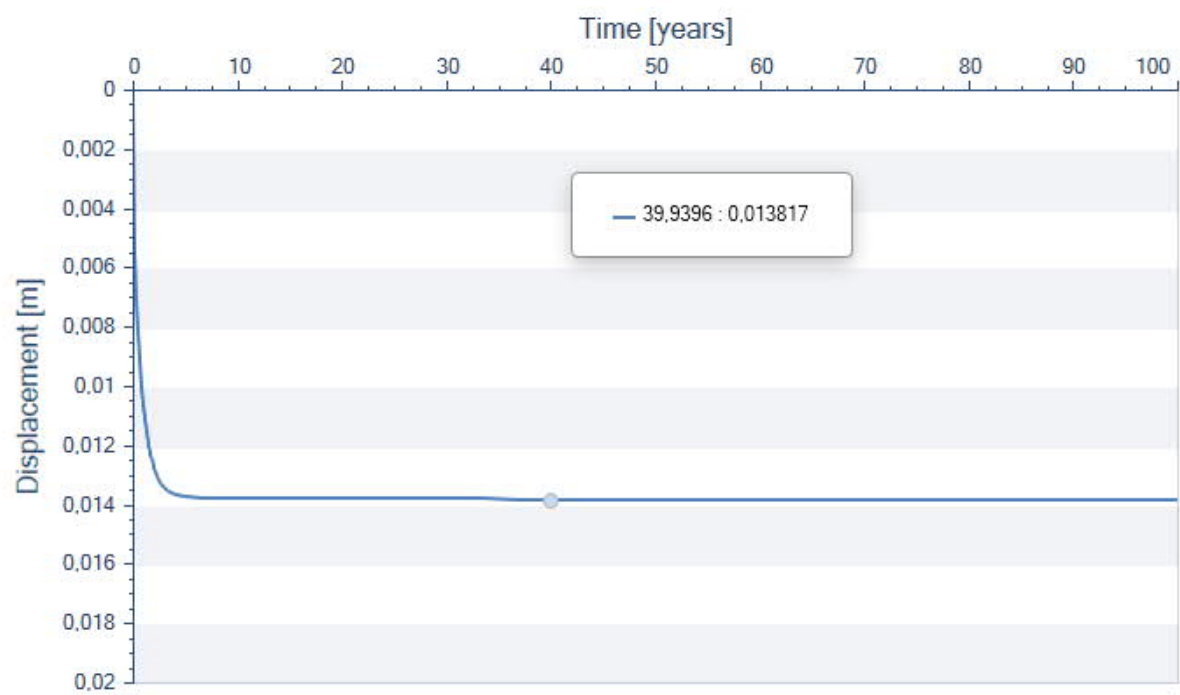
Depth [m]	Sub-layers	Soil Weight [kN/m ³]	M0 [kN/m ²]	ML [kN/m ²]	M' [-]	a0 [-]	a1 [-]	sig_pc [kN/m ²]	sig_pL [kN/m ²]
2	80	16,5	9000	750	14	0,8	1	60	110
10		16,5	9000	750	14	0,8	1	140	186
Depth [m]	k_init [m/years]	Beta_k [-]							
2	0,0252	4							
10	0,0252	4							

Layer Lera 2 [Chalmers without creep, Log based (strain)]

Depth [m]	Sub-layers	Soil Weight [kN/m ³]	M0 [kN/m ²]	ML [kN/m ²]	M' [-]	a0 [-]	a1 [-]	sig_pc [kN/m ²]	sig_pL [kN/m ²]
10	50	17	12000	900	14	0,8	1	140	186
15		17	12000	900	14	0,8	1	180	224
Depth [m]	k_init [m/years]	Beta_k [-]							
10	0,0126	4							
15	0,0126	4							

Ground water level: 2,50 m below ground surface

Depth [m]	Pore pressure [kPa]	Condition
0,00	0,00	Drainage
1,00	0,00	Drainage
2,00	0,00	Drainage
2,50	0,00	Drainage
10,00	75,00	Normal
15,00	125,00	Drainage



SÄTTNINGSBERÄKNING 20 KPA – CHALMERS-MODELLEN UTAN KRYP

Layer Fyllning [Janbu, Log based (strain)]

Depth [m]	Sub-layers	Soil Weight [kN/m ³]	Moc [kN/m ²]	m [-]	sig_pr [kN/m ²]	sig_pc [kN/m ²]	k_init [m/years]	Beta_k [-]	
0,00	20	18	20000	1	0	500	1	1	
2		18	20000	1	0	500	1	1	
Depth [m]									
0,00									
2									

Layer Lera 1 [Chalmers without creep, Log based (strain)]

Depth [m]	Sub-layers	Soil Weight [kN/m ³]	M0 [kN/m ²]	ML [kN/m ²]	M' [-]	a0 [-]	a1 [-]	sig_pc [kN/m ²]	sig_pL [kN/m ²]
2	80	16,5	9000	750	14	0,8	1	60	110
10		16,5	9000	750	14	0,8	1	140	186
Depth [m]	k_init [m/years]	Beta_k [-]							
2	0,0252	4							
10	0,0252	4							

Layer Lera 2 [Chalmers without creep, Log based (strain)]

Depth [m]	Sub-layers	Soil Weight [kN/m ³]	M0 [kN/m ²]	ML [kN/m ²]	M' [-]	a0 [-]	a1 [-]	sig_pc [kN/m ²]	sig_pL [kN/m ²]
10	50	17	12000	900	14	0,8	1	140	186
15		17	12000	900	14	0,8	1	180	224
Depth [m]	k_init [m/years]	Beta_k [-]							
10	0,0126	4							
15	0,0126	4							

Ground water level: 2,50 m below ground surface

Depth [m]	Pore pressure [kPa]	Condition
0,00	0,00	Drainage
1,00	0,00	Drainage
2,00	0,00	Drainage
2,50	0,00	Drainage
10,00	75,00	Normal
15,00	125,00	Drainage



SÄTTNINGSBERÄKNING 10 KPA – CHALMERS-MODELLEN MED KRYP

Layer Fyllning [Janbu, Log based (strain)]

Depth [m]	Sub-layers	Soil Weight [kN/m ³]	Moc [kN/m ²]	m [-]	sig_pr [kN/m ²]	sig_pc [kN/m ²]	k_init [m/years]	Beta_k [-]	
0,00	20	18	20000	1	0	500	1	1	
2		18	20000	1	0	500	1	1	
Depth [m]									
0,00									
2									

Layer Lera 1 [Chalmers with creep, Log based (strain)]

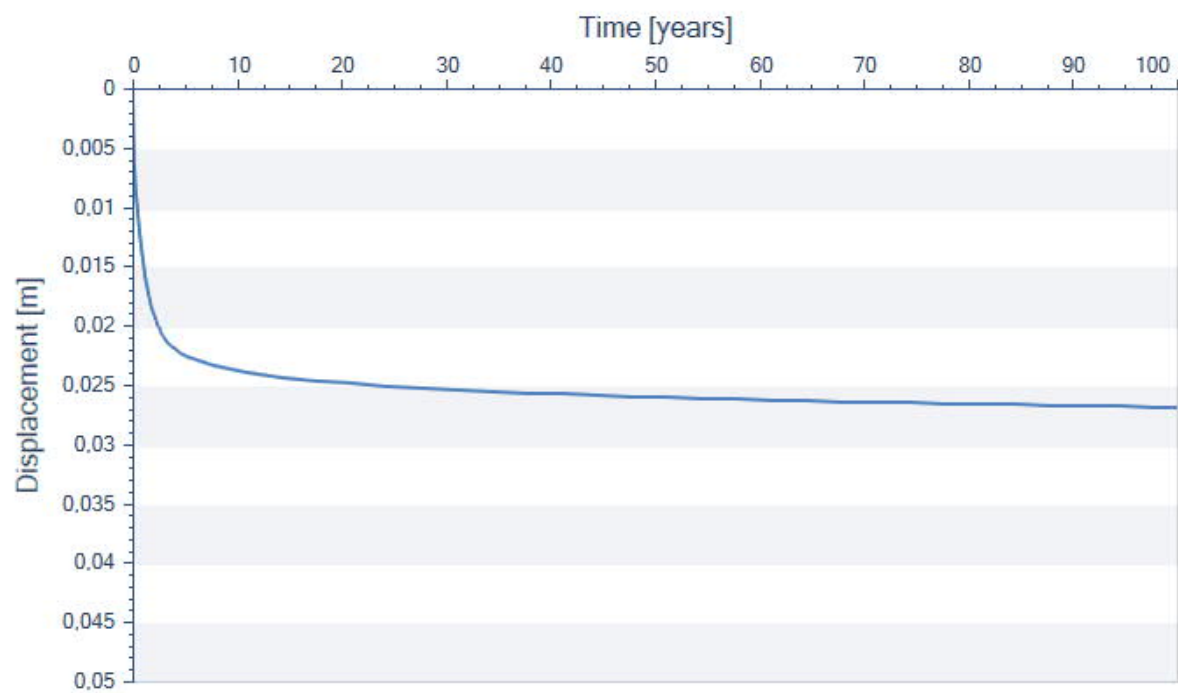
Depth [m]	Sub-layers	Soil Weight [kN/m ³]	M0 [kN/m ²]	ML [kN/m ²]	M' [-]	a0 [-]	a1 [-]	sig_pc [kN/m ²]	sig_pL [kN/m ²]
2	80	16,5	9000	750	14	0,8	1	60	110
10		16,5	9000	750	14	0,8	1	140	186
Depth [m]	t_ref [years]	b0 [-]	b1 [-]	r0 [-]	r1 [-]	k_init [m/years]	Beta_k [-]		
2	-0,00274	0,67	1,1	15200	164	0,0252	4		
10	-0,00274	0,67	1,1	10900	164	0,0252	4		

Layer Lera 2 [Chalmers with creep, Log based (strain)]

Depth [m]	Sub-layers	Soil Weight [kN/m ³]	M0 [kN/m ²]	ML [kN/m ²]	M' [-]	a0 [-]	a1 [-]	sig_pc [kN/m ²]	sig_pL [kN/m ²]
10	50	17	12000	900	14	0,8	1	140	186
15		17	12000	900	14	0,8	1	180	224
Depth [m]	t_ref [years]	b0 [-]	b1 [-]	r0 [-]	r1 [-]	k_init [m/years]	Beta_k [-]		
10	-0,00274	0,83	1,1	10900	164	0,0126	4		
15	-0,00274	0,83	1,1	11900	164	0,0126	4		

Ground water level: 2,50 m below ground surface

Depth [m]	Pore pressure [kPa]	Condition
0,00	0,00	Drainage
1,00	0,00	Drainage
2,00	0,00	Drainage
2,50	0,00	Drainage
10,00	75,00	Normal
15,00	125,00	Drainage



SÄTTNINGSBERÄKNING 20 KPA – CHALMERS-MODELLEN MED KRYP

Layer Fyllning [Janbu, Log based (strain)]

Depth [m]	Sub-layers	Soil Weight [kN/m ³]	Moc [kN/m ²]	m [-]	sig_pr [kN/m ²]	sig_pc [kN/m ²]	k_init [m/years]	Beta_k [-]	
0,00	20	18	20000	1	0	500	1	1	
2		18	20000	1	0	500	1	1	
Depth [m]									
0,00									
2									

Layer Lera 1 [Chalmers with creep, Log based (strain)]

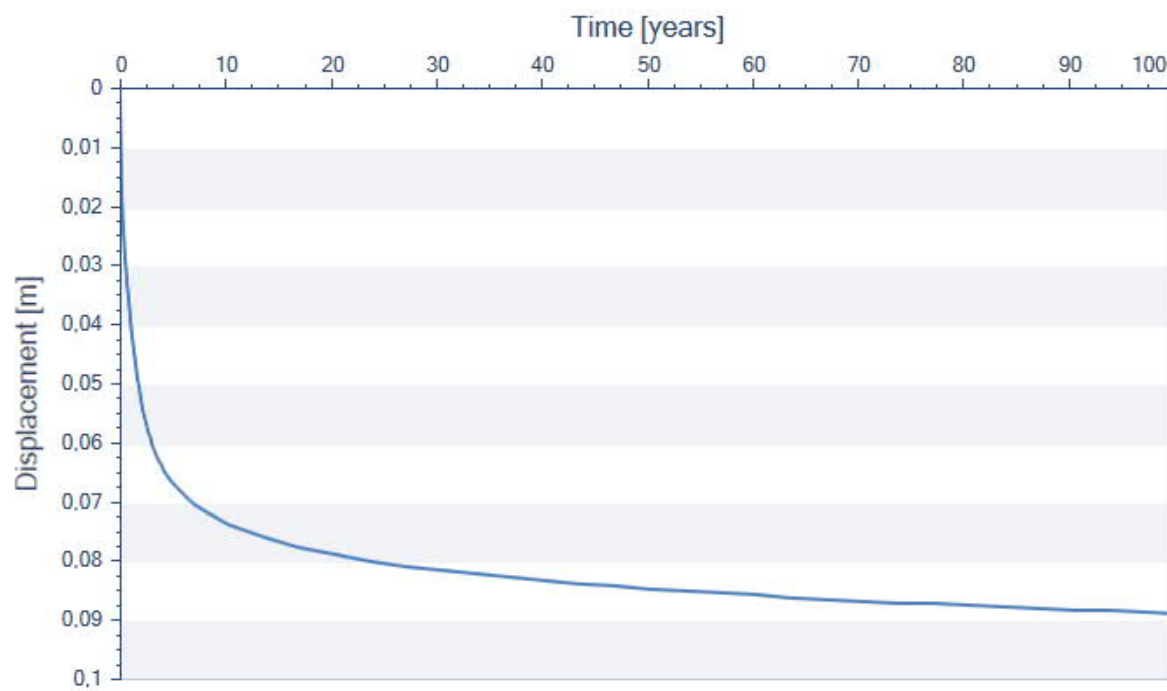
Depth [m]	Sub-layers	Soil Weight [kN/m ³]	M0 [kN/m ²]	ML [kN/m ²]	M' [-]	a0 [-]	a1 [-]	sig_pc [kN/m ²]	sig_pL [kN/m ²]
2	80	16,5	9000	750	14	0,8	1	60	110
10		16,5	9000	750	14	0,8	1	140	186
Depth [m]	t_ref [years]	b0 [-]	b1 [-]	r0 [-]	r1 [-]	k_init [m/years]	Beta_k [-]		
2	-0,00274	0,83	1,1	1890	164	0,0252	4		
10	-0,00274	0,83	1,1	4200	164	0,0252	4		

Layer Lera 2 [Chalmers with creep, Log based (strain)]

Depth [m]	Sub-layers	Soil Weight [kN/m ³]	M0 [kN/m ²]	ML [kN/m ²]	M' [-]	a0 [-]	a1 [-]	sig_pc [kN/m ²]	sig_pL [kN/m ²]
10	50	17	12000	900	14	0,8	1	140	186
15		17	12000	900	14	0,8	1	180	224
Depth [m]	t_ref [years]	b0 [-]	b1 [-]	r0 [-]	r1 [-]	k_init [m/years]	Beta_k [-]		
10	-0,00274	0,67	1,1	4200	164	0,0126	4		
15	-0,00274	0,67	1,1	3570	164	0,0126	4		

Ground water level: 2,50 m below ground surface

Depth [m]	Pore pressure [kPa]	Condition
0,00	0,00	Drainage
1,00	0,00	Drainage
2,00	0,00	Drainage
2,50	0,00	Drainage
10,00	75,00	Normal
15,00	125,00	Drainage



BERGBESIKTNING - DETALJPLANOMRÅDET

RYA BIOÅNGPANNA

BERGGRUND

Berget inom aktuellt område benämns Granodiorit-Granit enligt SGU:s berggrundskarta, vilket stämmer med de observationer som gjordes på plats.

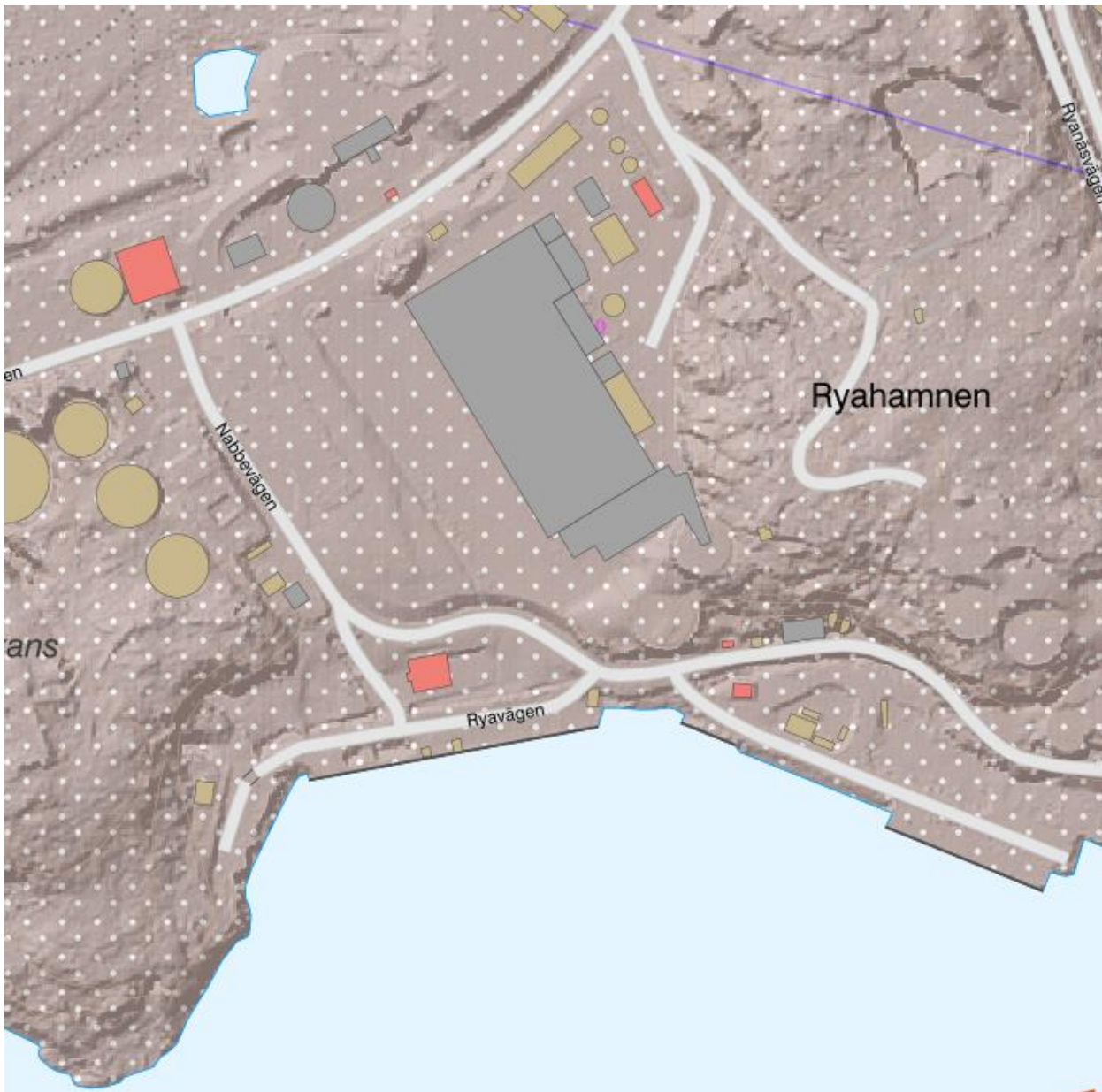


Bild 1 på SGU:s berggrundsarta där hela området har samma typ av bergart. Inläst på planen syns med höjdsuggning de områden som ligger högre och i huvudsak har ytligt berg. Mörkare områden innebär också lutande jordslänter vanligen med påförda fyllnadsmassor.

Resultat

Geologisk enhet yta (överbeteckningar) - Träff: 1

Porfyrisk	Ja
Hydrotermalomvandlad	Nej

Geologisk enhet yta - Träff: 1

Geologisk enhet text	Svekonorvegiska orogenen, Idefjordenterrängen, metamorf yt- och intrusivbergart 1,59-1,52 miljarder år
Litologiskt enhetsnamn text	Null:okänt
Litotektoniskt enhetsnamn text	Idefjordenterrängen
Bergart text	Granodiorit-granit
Bergartsroll text	intrusion
Huvudbergartens proportion text	största
Färg text	grå; rödgrå
Mineralsammansättning text	kvarts-fältspat-glimmersammansättning
Kemisk sammansättning text	sur
Struktur eller textur text	ögonförande
Partikel 1: typ;storlek;form;nyckelmineral;proportion text	strökorn; mindre än 20 mm; Null:okänt; Null:okänt; Null:okänt

Bild 2 på SGU:s benämning av mineralsammansättning mm.



Bild 3 från platsbesök där man ser bergets karaktär med skalstock som har två decimeter mellan svarta streck till vänster. Generellt har berget viss foliation, vilket skapar utsträckta mineral Korn som på kortet stryker snett upp mot höger på bilden. Foliationen sammanfaller med dominerande sprickriktning.

Berget kan betecknas som av hög kvalitet – massivt, vilket innebär att inga omfattande sprickzoner påträffades med hög sprickfrekvens vid rundvandringen inom markerade ytor, se planskisser. Dominerande sprickriktningar var enligt nedan i den mest synliga bergskärningen inom område 2. Sprängning hade utförts tidigare, vilket synliggjort bergets sprickor.



Bild 4 där man ser äldre borrningar vertikala streck som utförts i samband med sprängningen. Dominerande sprickriktningar är markerade och består generellt av två vertikala och en ganska horisontell sprickriktning (talen skall tolkas som grader).

Områdena med berg inom detaljplanområdet har gjorts enligt planskisser de två sista sidorna (A3).

OMRÅDE 1

Området med synligt berg ligger strax söder om stora industrihallen där man avjämnat marken i samband med att en gräsyta anlagts. Vidare finns en anlagd stenmur som gjorts med större block på berg. Generellt så bedöms berget av hög kvalitet och några stabilitetsproblem kunde inte konstateras. En rörledning har också grundlagts på berget via stålbalkar och betongfundament.



Bild 5 på massivt ytligt berg med en 1,5 m stor skalstock på bilden. I bakgrunden syns den gamla stenmuren som avgränsar en högre yta i form av en cirkel som syns på planskiss södra delen.



Bild 6 på berghällar närmare stödmuren. Generellt är berget massivt med få sprickor. Mörkare områden är där ytligt vatten rinner efter regn.

OMRÅDE 2

Området utgör den del av det undersökta området där man utfört relativt omfattande bergschakt för den stora industribyggnaden och infartsvägen längre norrut. Berget bedöms generellt vara av god kvalitet men två lokala ställen finns beskrivna i samband med bilderna. Inga gångbergarter eller sprickzoner påträffades.



Bild 7 tagen mot öster längs med södra fasaden där utrymme skapats för att få dit byggnaden. Inga stabilitetsproblem kunde konstateras.



Bild 8 tagen mot söder i hörnet av byggnaden där fanns några lösa block som riskerar att ramla ner ovan mätpinnen som är 1,5 m hög. Avståndet är dock för stort för att det skall påverka byggnaden. På planskissen norra delen är området markerat 2:1 block.



Bild 9 tagen mot söder där en bult bedöms saknas. Övriga block har säkrats med bultar.



Bild 10 tagen på blocket benämnt 2:2 Block på planskissen som finns i mitten på kortet. Inte heller detta blocket bedöms kunna nå byggnaden vid ett ras.



Bild 11 mot öster på berget där skärningen är upptill 5 m inklusive ej sprängt berg. Generellt är berget av god kvalitet utan några sprickzoner.



Bild 12 längre norrut där man ser att ett lokalt överhäng har skapats i mitten där nere, men inga stabilitetsproblem föreligger. Endast få sprickor finns det är vertikala rester från borrhålen vid sprängningen som syns vertikalt.



Bild 13 tagen mot sydost där mas ser massivt berg som även har täckts av upptill staketet där uppe.



Bild 14 på nordligaste delen där skärningshöjden minskar och övergår till en mindre jordslänt.



Bild 15 tagen mot söder där man ser övergången mellan begränsade jordlager på berg utanför staketet till vänster och avtäckt berg till höger inom området.

OMRÅDE 3

Området består av en lokal kulle med huvudsakligen släta berghällar delvis bergschakt dock utförts för att skapa utrymme. Några stabilitetsproblem bedöms ej förekomma. Inga betydande sprickzoner förekommer.

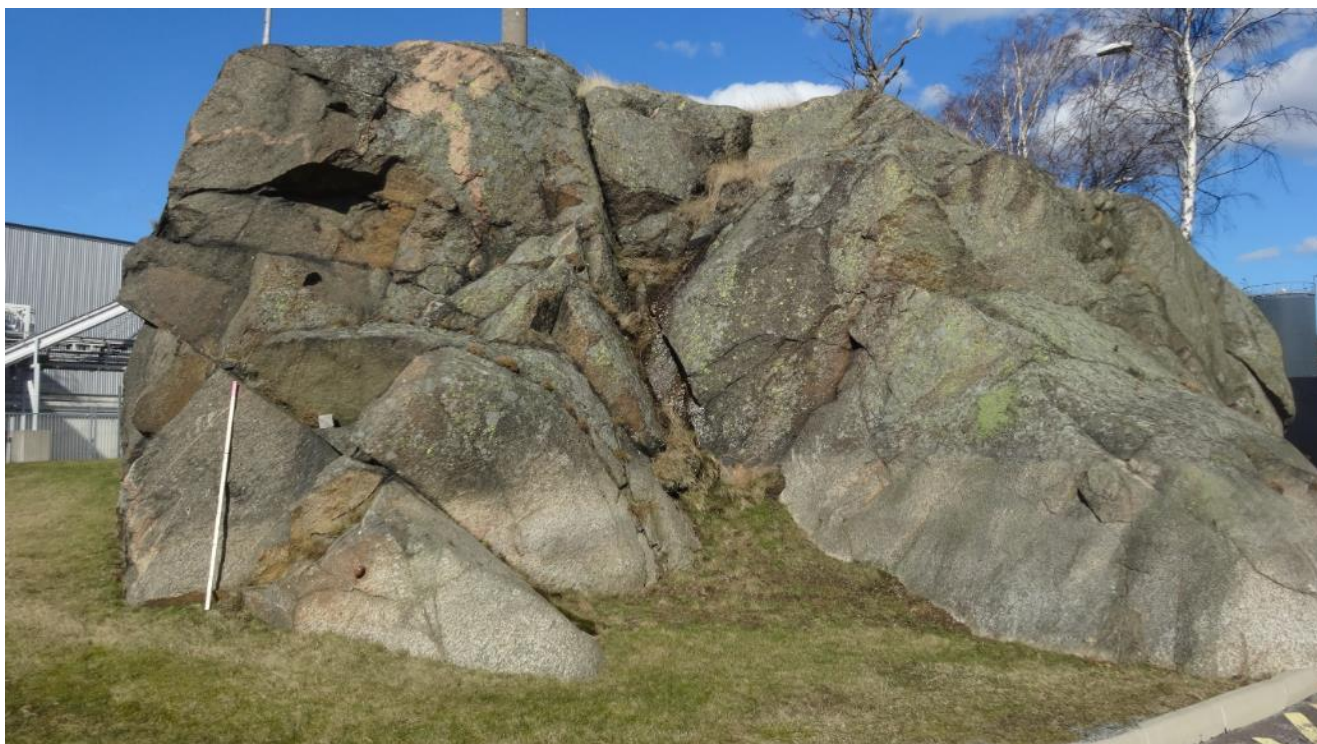


Bild 16 på kvarlämnad bergknalle. Till vänster har delvis mindre sprängning utförts.



Bild 17 tagen mot väster vid lokal infartsväg där man ser huvudsakligen flackt lutande berg.

OMRÅDE 4

Terrängen utgörs huvudsakligen av flacka lutande berghällar där endast sprängning utförts lokalt vid två tunnlar och för att utöka tillgängligheten. Några omfattande sprickzoner har inte hittats. Berget bedöms generellt ha god kvalitet.



Bild 18 tagen mot sydväst där en gångväg går ner mot Göta älv. Endast mindre bergskärningar har skapats intill vägen.



Bild 19 på lokal spricka med kvarts (vit) sanolikt del av pegmatitgång.



Bild 20 tagen mot norr där man ser att endast 2 m bergskärning har skapats.



Bild 21 mot söder där man ser att terrängen är flack med ytligt berg främst närmast Göta älv. Enstaka block finns närmast vattnet.



Bild 22 tagen på remsa mellan gångstråket och vattnet. Mycket stora block har lagts ut men några stabilitetsproblem bedöms ej förekomma.



Bild 23 tagen på tunnelpåslag för ledningar. Ett speciellt block finns övre högra hörnet där sprutbetong påförts. Markering har gjorts på planskissen (4:1 block).



Bild 24 på blocket som omnämns vid bild 23. Förslagsvis görs skrotning i ett första steg för att se om det är rörligt.



Bild 25 på avtäckt flackt berg ovan tunneln. Ljusare stråk är sprickor som fyllt med sprutbetong för att tätat tunneln.



Bild 26 på ytligt berg längst i norr där enstaka buskar och träd finns i det begränsade jordlagret.



Bild 27 tagen mot norr där man ser flack slänt ner mot kontorsbyggnad/baracker. Inga stabilitetsproblem föreligger.

OMRÅDE 5

Delområdet ligger längs med Nabbevägen där relativt stort avstånd finns mellan asfalterade ytan och berget. Bergskärningens höjd är drygt 2 m så några stabilitetsproblem föreligger inte. Vissa block kan vara lösare men avståndet är för stort till gatan.



Bild 28 tagen mot nordväst där man ser att mindre sprängning har utförts.



Bild 29 tagen mot sydost där man ser att avstånd finns mellan väg och skärning. (Mät käppen är 1,5 m hög).



Bild 30 på mer uppsprucket berg där blocken ligger längs med sprickriktningen. Skärningshöjden är liten vilket innebär att inga större stabilitetsproblem kan uppstå (förutsatt att man inte börjar utnyttja ytan mellan gatan och skärningen). Den flacka lutningen innebär att blocken är svåra att flytta.

OMRÅDE 6

Delområdet ligger längs med en kort sträcka av Fågelrovägen väster om infarten till Nabbevägen. Berget har liknande kvalitet som inom de andra områdena och skärningshöjden är endast några meter. Längre västerut utanför detaljplanområdet ökar dock skärningshöjden. Bergförstärkningar har utförts vilket innebär att bultar har installerats där överhäng bildats till följd av horisontella sprickriktningen och utförd sprängning. Inga stabilitetsproblem kunde ses.



Bild 31 tagen mot söder på den östra delen närmast Nabbevägen. På gränsen till lokal jordslänt finns.



Bild 32 tagen mot öster längs med vägen där man kan se något högre skärning längre västerut där block har förankrats med bultar då överhäng har skapats. Inga stabilitetsproblem föreligger då förstärkning utförts.



Bild 33 tagen mot söder där man gjutit en kub och bultat för att säkerställa överhänget. Området ligger strax utanför detaljplanområdet.

SUMMERING

Berget som kontrollerats inom detaljplanområdet kommer inte att påverka planerad nybyggnation. Noterbart är att berget närmast Nabbevägen skall beaktas om man kommer att utnyttja området väster om bef. väg för parkering eller liknande. Då skall skrotning utföras och därefter installera nät eller enstaka bultar.

BILAGOR

Bilaga sida 18	Planskiss delområden Norr (A3).
Bilaga sida 19	Planskiss delområden Söder (A3).

