



Tjörn Myggenäs Detaljplan

PM GEOTEKNI K BERGTEKNI K

ÅF-Infrastructure AB, Grafiska vägen 2A, SE-412 63 Göteborg, Registered office: Stockholm, Sweden
Tel +46 10 505 00 00, www.afconsult.com, Org nr 556185-2103

PM Geoteknik Bergteknik Myggenäs.docx

**INNOVATION
BY EXPERIENCE**





PM GEOTEKNIK BERGTEKNIK

DOKUMENTINFORMATION

Uppdrag Tjörn Myggenäs Markutredning

Uppdragsnummer 747554

GNR 18134

Datum 2018-06-04

Revidering

Beställare Tjörns kommun

Beställarens referens Karin Löfgren

Uppdragsledare Elisabet Pennman

010 505 31 63

elisbet.pennman@afconsult.com

Upprättad av Daniel Kallus 2018-06-04

Helen Olofsson 2018-06-04

Granskad av Lena Ekmark 2018-06-04

Eric Austin Hegardt 2018-06-04

X:\Göteborg\Geoteknik -13955- VANBUD OCH UPPDRAG\18134 Tjörn Myggenäs tennisomten\Projektdokument\Dokument\PM\PM Geoteknik Bergteknik Myggenäs.docx



PM GEOTEKNIK BERGTEKNIK

Innehållsförteckning

1 Objekt	4
2 Syfte	4
3 Styrande dokument	4
4 Underlag för projektering	5
4.1 Planerad bebyggelse	5
4.2 Geotekniska undersökningar	5
4.3 Bergtekniska undersökningar	5
5 Befintliga förhållanden	5
5.1 Topografiska förhållanden	6
5.2 Ytbeskaffenhet och befintliga byggnader	6
5.3 Geotekniska förhållanden	7
5.3.1 Jorddjup	7
5.3.2 Jordlagerföljd	7
5.3.3 Jordegenskaper	8
5.4 Bergtekniska förhållanden	9
5.4.1 Geologi	9
5.4.2 Strukturgeologi	9
5.4.3 Bergstabilitet	10
5.5 Hydrogeologiska förhållanden	10
5.6 Sättningsförhållanden	10
5.7 Stabilitetsförhållanden	10
5.8 Markgasförhållanden	10
5.8.1 Radonriskområde eller radonmarkklassning	10
5.8.2 Utförda undersökningar	11
6 Detaljerad stabilitetsutredning	12
6.1 Allmänt	12
6.2 Geometri	12
6.3 Beräkningssektioner	12
6.4 Materialegenskaper	12
6.4.1 Rutinundersökning och hållfasthetsvärden	13
6.5 Vattenstånd och portryck	13
6.6 Laster	13
6.7 Val av erforderliga säkerhetsfaktorer	13
6.8 Beräkningar ULS	14
6.8.1 Allmänt	14
6.8.2 Analysmodell	15
6.8.3 Resultat	15
7 Slutsats och rekommendation bergteknik	15



PM GEOTEKNIK BERGTEKNIK

7.1 Befintliga förhållanden.....	15
7.2 Planerade förhållanden.....	15
8 Slutsats och rekommendation geoteknik.....	15
8.1 Befintliga förhållanden.....	15
8.2 Planerade förhållanden.....	15
9 Slutsats och rekommendation markgas	16
9.1 Radon från berggrund	16
9.2 Radonförekomst i jord.....	16

Bilagor

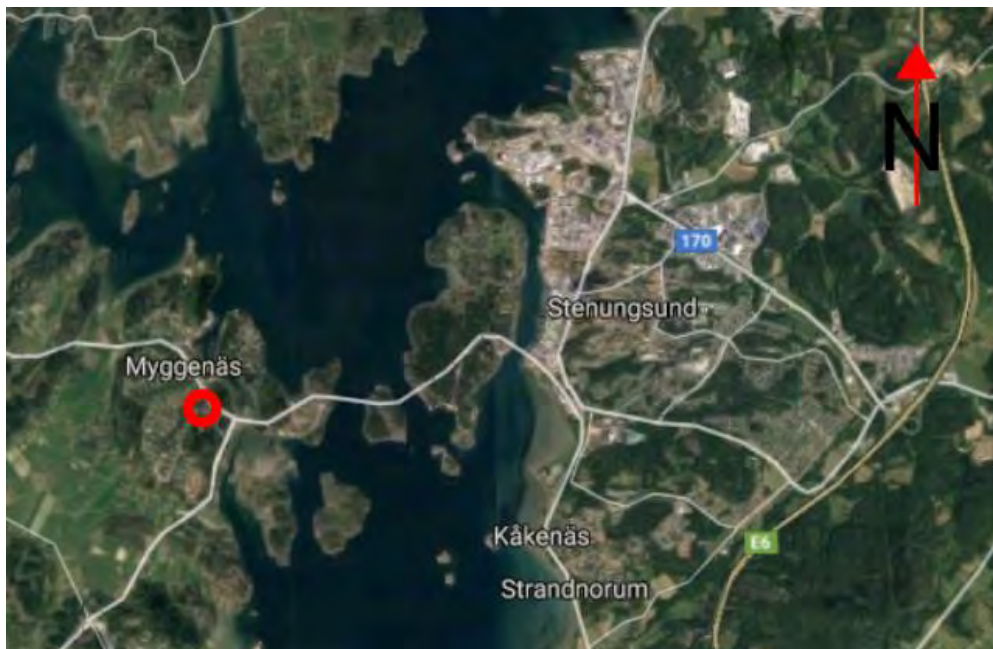
Bilaga 1	Stabilitetsberäkning
----------	----------------------



PM GEOTEKNIK BERGTEKNIK

1 Objekt

På uppdrag av Tjörns kommun har ÅF Infrastructure AB utfört geoteknisk och bergteknisk utredning för del av fastigheten Myggenäs 12:139 i Tjörns kommun, se lokalisering i Figur 1.1.



Figur 1.1 Lokalisering undersökt område (maps.google.se)

2 Syfte

Syftet med undersökningarna är att utgöra underlag för detaljplan. En detaljplan ska ge en samlad bild över hur ett avgränsat markområde ska användas samt markens lämplighet för att bebyggas. Den styrs av de krav på en detaljplan som PBL, Plan- och bygglagen, ställer med stöd av geotekniska europastandarder, Eurokod.

3 Styrande dokument

Denna rapport ansluter till SS-EN 1997-1 med tillhörande nationell bilaga.

Styrande dokument är:

SS-EN 1997-1:2005 Eurokod 7 - Dimensionering av geokonstruktioner –
Del 1: Allmänna regler

För nationella val till Eurokod gäller följande dokument:

BFS 2015:6, EKS 10 Boverkets föreskrifter om ändring i verkets föreskrifter och
allmänna råd (2011:10) om tillämpning av europeiska
konstruktionsstandarder (eurokoder).

Följande dokument är rådgivande för objektet:

IEG Rapport 2:2008, Rev. 2 Tillämpningsdokument Grunder, SGF

IEG Rapport 6:2008, Rev. 1 Tillämpningsdokument Slänter och bankar, SGF



PM GEOTEKNIK BERGTEKNIK

4 Underlag för projektering

4.1 Planerad bebyggelse

Tjörns kommun planerar upprättande av ny detaljplan för del av fastigheten Myggenäs 12:139 i Myggenäs på nordöstra Tjörn. Detaljplanen är planerad att provas för flerbostadshus, förskola samt äldreboende.



Figur 4.1 Tre exempel på alternativ för planerad bebyggelse: A.) Förskola B.) Flerbostadshus C.) Äldreboende. Hämtat från starthandlingen

4.2 Geotekniska undersökningar

Geotekniska undersökningar har utförts för rubricerat objekt i april 2018 av ÅF Infrastructure AB. Utförda undersökningar redovisas i Markteknisk Undersökningsrapport Geoteknik och Bergteknik (MUR/GEO BERG), daterad 2018-06-04.

4.3 Bergtekniska undersökningar

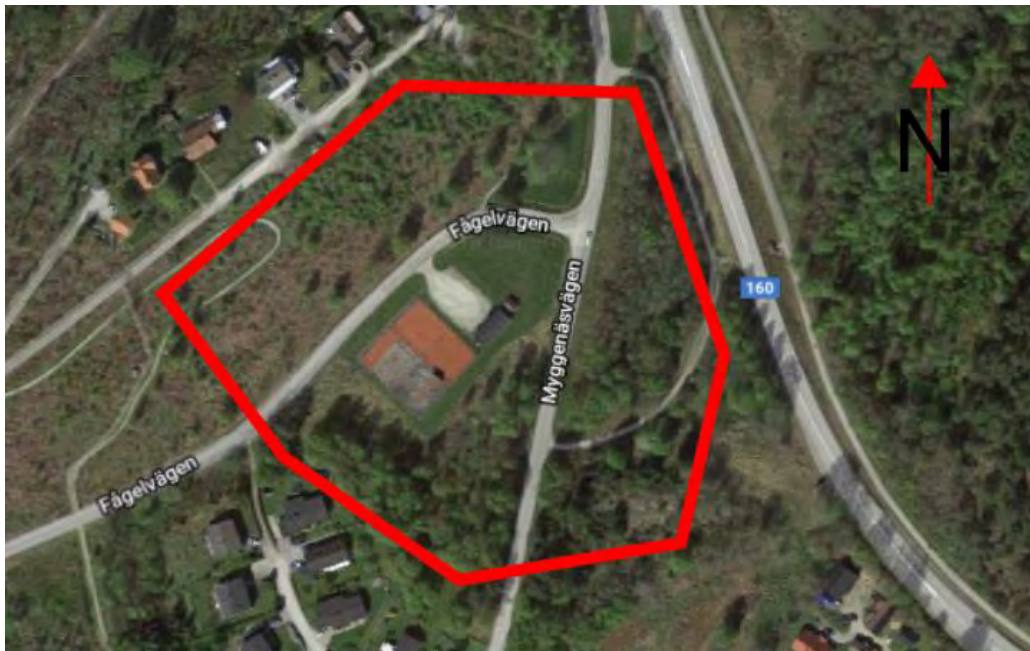
Bergtekniska fältundersökningar för rubricerat objekt har utförts av ÅF Infrastructure AB i april 2018. Utförda undersökningar redovisas i Markteknisk Undersökningsrapport Geoteknik och Bergteknik (MUR/GEO BERG), daterad 2018-06-04.

5 Befintliga förhållanden

Det undersökta området ligger i Myggenäs på Tjörn, ca 5 km väster om Stenungsund och ca 40 km norr om Göteborg. Undersökt område är markerat på ortofoto i Figur 5.1. Området avgränsas av mindre villaområden i syd- och nordväst, skogsområden i norr och sydost, samt Väg 160 i öst.



PM GEOTEKNIK BERGTEKNIK



Figur 5.1 Ortofoto del av Myggenäs 12:139 med undersökt område markerat (maps.google.se)

Denna PM innehåller en översiktlig beskrivning av befintliga förhållanden.

5.1 Topografiska förhållanden

Markytan inom området sluttar generellt från höjdparter i nordväst och sydost, mot sänkor centralt i området (mellan tennisbanan och Myggenäsvägen) och i nordöstra delen av området (mellan Väg 160 och Myggenäsvägen norr om korsningen med Fågelvägen).

Högsta partiet inom det undersökta området är höjdpartiet i områdets nordvästra del. Höjdpartiet sluttar ner mot Fågelvägen och ett flackare parti centralt i området (vid tennisbanan), samt vidare till en sänka mellan tennisbanan och Myggenäsvägen. Släntkrönet ligger på ca +30 till +35, det flackare området på omkring +14 till +16. I sänkan ligger marknivån som lägst på ca +12 till +12,5. Ungefärlig lutning på slänten ovan Fågelvägen är 1:2,8 och ungefärlig lutning på slänten nedanför tennisbanan är 1:2,25.

Högsta punkten på höjden i sydost ligger på omkring +21 till +21,5. Marknivån i sänkan vid Väg 160 i områdets nordöstra del ligger på ca +8. Ungefärlig största släntlutning från Myggenäsvägen åt öster är ca 1:2.

5.2 Ytbeskaffenhet och befintliga byggnader

På den flacka ytan centralt i det undersökta området finns en tennisbana med två tillhörande enplansbyggnader, samt skyddsvärda barrträd på vardera sida om Fågelvägen nära korsningen med Myggenäsvägen.

Tennisbanan är för närvarande avstängd då gropar uppstått i tennisbanans ytskikt. Sannolikt har en stor andel block använts i fyllnadsjorden som tennisbanan är grundlagd på, och då fyllnadsjorden ej tätats har slukhål uppstått som en följd av materialtransport i fyllnadsjorden. I övrigt är den flacka ytan runt tennisbanan och byggnaderna gräsbeväxt.



PM GEOTEKNIK BERGTEKNIK

Slänten nord och nordväst om den flacka ytan är beväxt med sly och enstaka träd. Området syd och sydost om den flacka ytan, på båda sidor om Myggenäsvägen, har tätare växtlighet av skog och sly.

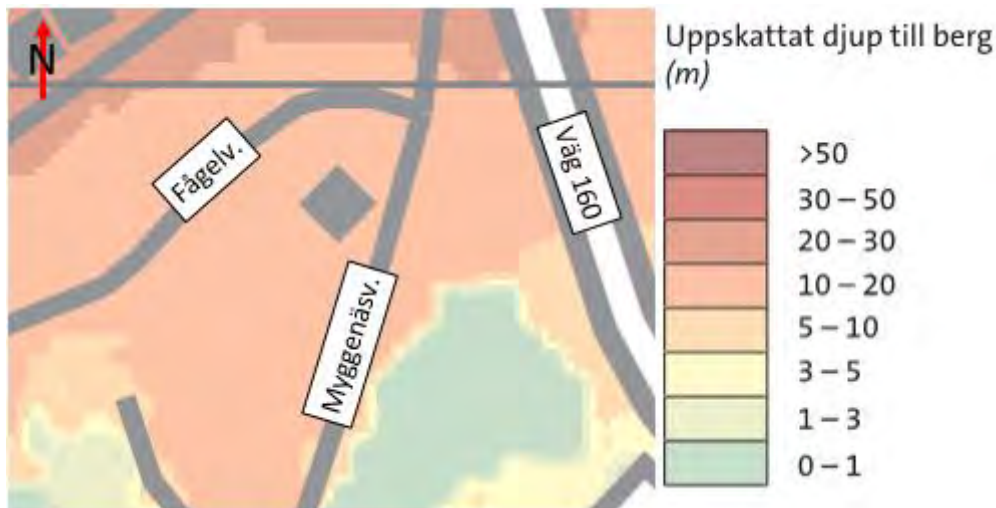
Berg i dagen har mätts in vid höjdpartiet i sydöstra delen av området, öster om Myggenäsvägen.

En liten bäck löper inom området, och mynnar från Myggenäsvägens vägbank på dess östra sida, strax söder om korsningen med Fågelvägen, och rinner österut. Bäckens ansluter till ett vägdike som löper längs Väg 160.

5.3 Geotekniska förhållanden

5.3.1 Jorddjup

Enligt SGU:s jorddjupskarta är djup till berg ca 0–5 m i syd/sydost. Jorddjupen bedöms öka åt nord/nordväst upp till 20–30 m ovan slänten i det undersökta områdets nordöstra del. Se urklipp ur SGU:s jorddjupskarta i Figur 5.2.



Figur 5.2 Urklipp ur SGU:s jorddjupskarta (SGU.se)

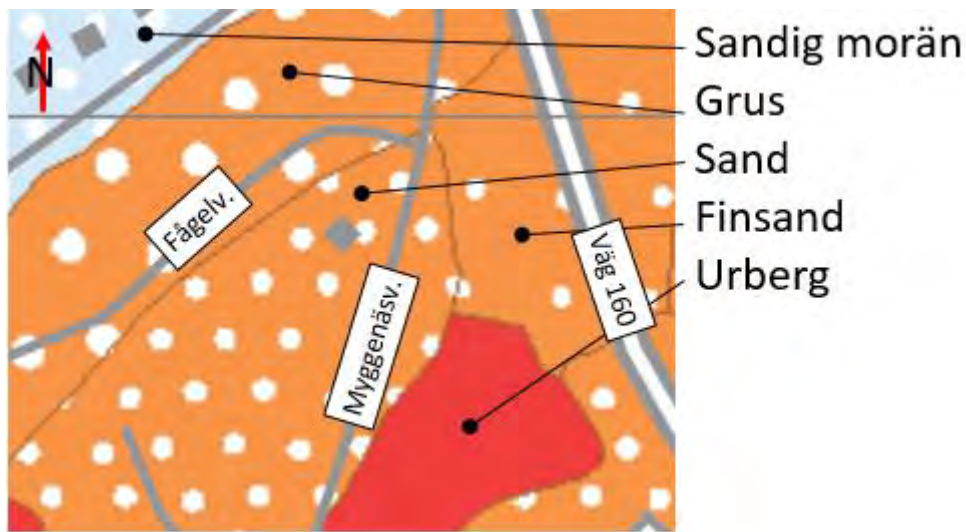
Utifrån utförda geotekniska undersökningar bedöms djup till fast botten vara omkring 6–10 m i området mellan Fågelvägen och Myggenäsvägen. Öster om Myggenäsvägen bedöms jorddjupen vara ca 4–6 m.

5.3.2 Jordlagerföljd

Enligt SGU:s jordartskarta utgörs de ytliga jordlagren av friktionsjord, se urklipp i Figur 5.3.



PM GEOTEKNIK BERGTEKNIK



Figur 5.3 Urklipp ur SGU:s jordartskarta (SGU.se)

Utifrån utförda undersökningar bedöms de ytliga jordlagren i det flacka området längs Fågelvägen utgöras av fyllnadsmassor i form av friktionsjord. Lagret med fyllnadsjord bedöms vara ca 4–6 m mäktigt och underlagras av lera ovan friktionsjord på berg.

I det lägre belägna området mellan Myggenäsvägen och tennisplanen bedöms jordlagerföljden utgöras av ett tunnare lager fyllnadsjord, ca 1–2 m, ovan lera underlagrat av friktionsjord ovan berg. Lerlagret bedöms vara ca 4–6 m mäktigt.

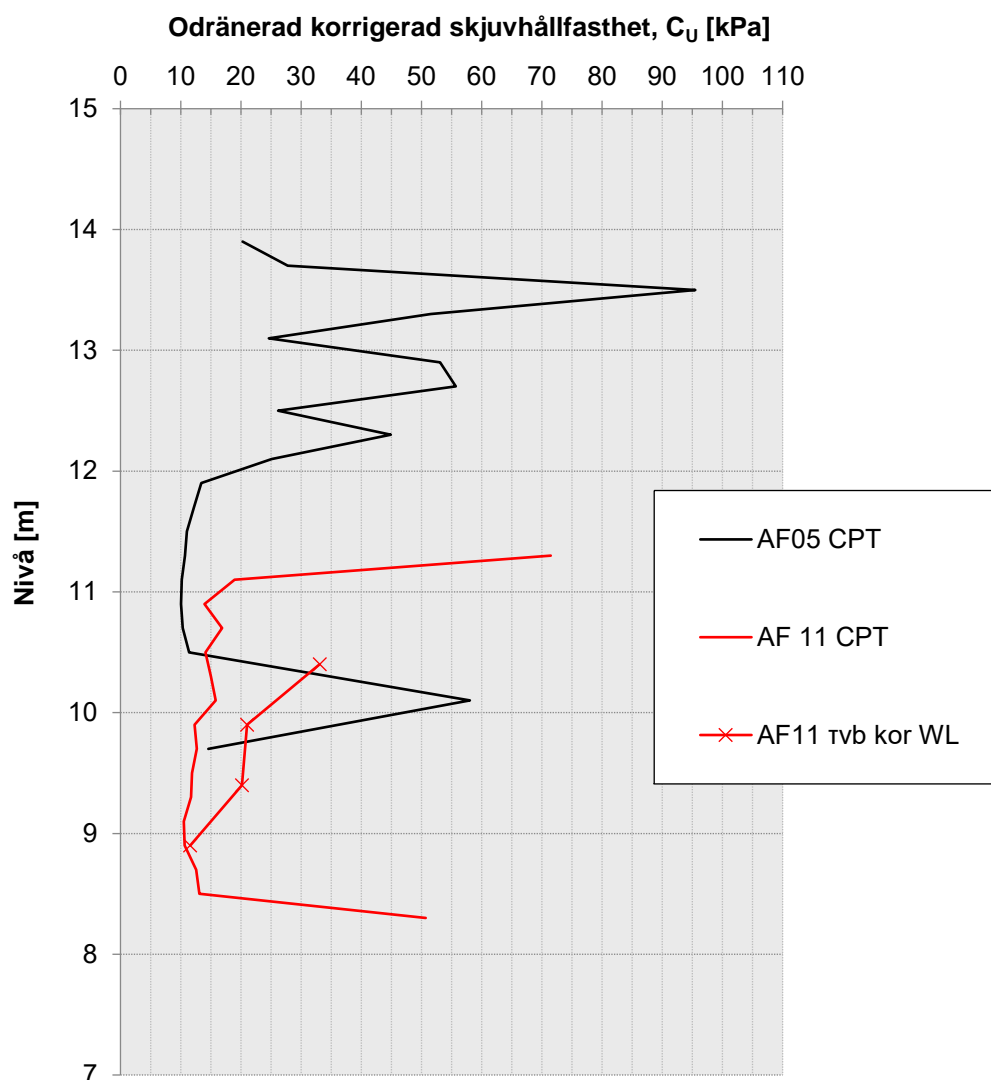
I sänkan mellan Väg 160 och Myggnäsvägen norr om korsningen med Fågelvägen är bedömningen av jordlagerföljden svårare på grund av sankmark och därmed begränsade möjligheter till maskinell sondering. Utifrån utförd manuell sondering och omgivande geologi bedöms det dock att jordlagerföljden utgörs av ett lerlager om ca 4–6 m ovan friktionsjord på berg.

5.3.3 Jordegenskaper

Härledda värden för lerans skjuvhållfasthet har sammanställts utifrån nivå och visas tillsammans med valt värde i Figur 5.4.



PM GEOTEKNIK BERGTEKNIK



Figur 5.4 Odränerad korrigerad skjuvhållfasthet sammanställd utifrån nivå

Vattenkvot på upptagna störda jordprover har utvärderats i geotekniskt laboratorium och ligger huvudsakligen omkring ca 20–40 %.

5.4 Bergtekniska förhållanden

Berg i dagen/ytligt berg finns i områdets sydöstra del i form av en bergkulle. Berg i dagen noterades även strax söder om undersökningsområdet. Inga lösa block förekommer inom området.

5.4.1 Geologi

Bergarten i området utgörs av gnejs huvudsakligen bestående av kvarts och fältspat. Ställvis förekommer pegmatit. Gnejsen varierar mellan bandad till svagt folierad och är ställvis rik på glimmer. Sulfidmineral förekommer vid skärningarna längs Myggenäsvägen.

5.4.2 Strukturgeologi

Generellt är berget relativt glest uppsprucket. Vid två punkter kunde sprickor mätas (1-2 sprickset). Den dominerande sprickriktningen följer foliationen vilken stryker i



PM GEOTEKNIK BERGTEKNIK

nordvästlig riktning (290-320°) och stupar 40-80° åt nordväst. Uppsprickningen längs planen är relativt begränsad med avstånd på 0,1-0,5 m.

5.4.3 Bergstabilitet

Undersökningen visar att berget har en låg sprickfrekvens och inga lösa block noterades. Det föreligger därmed ingen risk för ras i området.

5.5 Hydrogeologiska förhållanden

Hydrogeologiska förhållanden för området mellan Fågelvägen och Myggenäsvägen har undersökts. Grundvattenytan i det övre öppna magasinet bedöms inom detta området ligga i nivå med befintlig markyta, och varierar sannolikt med årstid och nederbörd.

I samma område bedöms trycket i grundvattenmagasinet under lerlagret vara artesiskt. Trycknivån bedöms ligga ca 1,5–2 m över befintlig markyta.

5.6 Sättningsförhållanden

Jorden inom området bedöms vara sättningskänslig, och ökad belastning på jorden genom påförande av last eller avsänkning av grundvattennivån bedöms kunna ge tidsberoende sättningar.

5.7 Stabilitetsförhållanden

Inga synliga tecken på dålig släntstabilitet har upptäckts inom undersökningsområdet.

5.8 Markgasförhållanden

Radon är en gas som bildas i jord och berg vid sönderfall av uran och torium. Jordluft och vatten kan på grund av berggrunden innehålla höga radonhalter vilket i sin tur kan ge upphov till förhöjda halter inomhus då jordluften sugas in i otäta byggnader eller vatten pumpas ur borrade brunnar. Även stenbaserade byggnadsmaterial avger radongas.

Markegenskaper, förutom innehållet av radon och uran, som har stor betydelse vid bedömning av radonrisker är kornstorlek, porositet, vattenhalt och jordlagrens mäktighet. Radongasen transporteras genom jordlagren med jordluft och grundvatten. Hos leror är vattenhalterna vanligtvis höga samt permeabiliteten låg vilket medför att transporten av radongas försvåras. Jordarter, som sand, grus och grusiga moräner, med hög porositet och genomsläplighet innehåller stora mängder luft vilket gör transporten av radongas enklare. En byggnad har normalt ett svagt undertryck gentemot jordluften och kan därför suga in markradon.

Mätning av totalstrålning från berggrunden med gammaspektrometer ger indirekt koncentrationerna av de tre radioaktiva ämnena uran, torium och kalium. Av de tre är det uran och torium som sönderfaller till radon. Radonisotopen som bildas av torium kallas toron och har en mycket kort halveringstid, vilket medför att den i normalfallet inte kan ansamlas i mängder inomhus som är skadliga för människor. När man beräknar radiumhalt är det alltså sönderfallet av uran som används.

Metod och gränsvärden för markradonundersökning beskrivs i "Radonboken – förebyggande åtgärder i nya byggnader" (Clavensjö, Åkerblom 2004) och Radon i bostäder – markradon (BRF R85: 1988).

5.8.1 Radonriskområde eller radonmarkklassning

Markradonundersökningar kan utföras enligt två definitioner:



PM GEOTEKNIK BERGTEKNIK

- Radonriskklassificering
- Radonmarkklassning

Enligt radonboken gäller klassificeringen i radonriskområden (lågrisk-, normalrisk- och högrisk) orörda markförhållanden, där ingen hänsyn är tagen till markbearbetning i samband med exploatering. De flesta kommuner har radonriskkartor men de är baserade på flygmätningar och därmed väldigt översiktliga, därför rekommenderas alltid platsspecifik mätning en s k detaljerad riskklassificering.

Vid klassning av radonmark (låg-, normal- och högradonmark) ska hänsyn tas till markförhållandena när byggnaden är färdigställd, vilket innebär hänsyn till bl.a. schaktning, sprängning, uppfyllnader och ledningsgravar. Berg och jord som påverkas av byggnationen behöver vara åtkomligt för provtagning/mätning. Till radonmarkklassning kommer dessutom krav på åtgärder vid nybyggnation.

ÅFs undersökningar i området är gjorda enligt definitionen för radonriskområde. Klassificeringen sker enligt Tabell 5.1 nedan.

Tabell 5.1. Gränsvärden för bedömning av radonriskområde (Clavensjö och Åkerblom, 2004). Totalstrålning utgörs av gammastrålning från uran, torium och kalium.

Lågriskområde			
Berg- eller jordart	Totalstrålning, gamma ($\mu\text{Sv/h}$)	Radiumhalt (Bq/kg)	Radonhalt i jordluften 1 m under markytan (Bq/m^3)
Berggrund	< ca 0,10	< 35	-
Morän, grus, sand	-	-	< 10 000
Lera, silt	-	-	Lagertjocklek > 2 m ¹⁾

Högriskområde			
Berg- eller jordart	Totalstrålning, gamma ($\mu\text{Sv/h}$)	Radiumhalt (Bq/kg)	Radonhalt i jordluften 1 m under markytan (Bq/m^3)
Berggrund	> ca 0,15	> ca 100	-
Morän, grus, sand, silt, moränlera	-	> ca 50 ²⁾	> 50 000

1) Jordlagret får ej vara uttorkat, då gäller samma gränsvärde som för morän, grus och sand.

2) Grovkornig morän, grus och grovsand

Normalriskområde bedöms som mark vars radonhalt i jordluften är 10 000 – 50 000 Bq/m^3 , observera dock avvikelserna från detta i Tabell 5.1.

5.8.2 Utförda undersökningar

För berggrund uppmättes låg- till normalriskvärden och för jord uppmättes värden motsvarande normalområde. För jordluft uppmättes värden motsvarande normalriskområde i den naturliga jorden och motsvarande högriskområde i fyllnadsjorden.



PM GEOTEKNIK BERGTEKNIK

6 Detaljerad stabilitetsutredning

6.1 Allmänt

Stabilitetsberäkningarna är utförda enligt Eurokod SS-EN 1997-1 kapitel 11 och 12 Slanter och bankar samt IEG:s tillämpningsdokument Rapport 6:2008 och 4:2010. Beräkningarna för detaljplaneområdet har utförts för antagen planerad bebyggelse.

Utförda beräkningar bedöms vara på säkra sidan, då förhållanden i verkligheten troligtvis är bättre än vad som kunnat visas med utförda undersökningar.

6.2 Geometri

Geometrin för beräkningssektioner är baserad på GPS-inmätningar av respektive slänt.

6.3 Beräkningssektioner

Stabilitetsberäkningar har utförts för tre slanter inom det undersökta området, benämnda A-A, B-B och E-E.

Sektion E-E ligger nära den planerade gränsen för detaljplaneområdet, men inte vid planerad byggnation. Sektionen som benämns C-C ligger inom detaljplaneområdet och vid planerad byggnation. Förhållandena för sektion C-C kan anses likvärdiga med, eller bättre än, de för sektion E-E och resultat för kontroll av stabilitet i sektion E-E kan således anses gälla även för sektion C-C.

Se Figur 6.1 för lokalisering av ovan nämnda sektioner.



Figur 6.1 Beräknade stabilitetssektioner A-A, B-B, E-E samt C-C.

6.4 Materialegenskaper

Använd jordmodell har upprättats utifrån utförda geotekniska undersökningar, se MUR/GEO BERG daterad 2018-06-04.

Jordlagerföljden från markytan kan generellt indelas enligt följande:



PM GEOTEKNIK BERGTEKNIK

- Fyllnadsmaterial
- Lera
- Friktionsjord

6.4.1 Rutinundersökning och hållfasthetsvärden

Värde för lerans korrigerade odränerade skjuvhållfasthet har utvärderats till 15 kPa, konstant med djupet.

Leran under befintlig fyllnadsjord antas ha ökat i skjuvhållfasthet på grund av konsolidering. Ökning har beräknats med empiriskt belagda relationer. Då bedömningen av lerans förkonsolideringstryck endast baserats på CPT-sondering är den mycket osäker, och det antas därför konservativt att endast hälften av påförd last från fyllnadsmassor gett upphov till konsolidering i den naturliga leran. Se sammanställning av karaktäristiska värden på materialparametrar i Tabell 6.1.

Tabell 6.1 Karaktäristiska värden materialparametrar

Material	Tunghet	Skjuvhållfasthet	Friktionsvinkel
Fyllnadsjord	18 kN/m ³ *	-	38° *
Lera	17 kN/m ³	15 kPa	30°
Lera, konsoliderad under 5 m fyllning	17 kN/m ³	25,4 kPa	30°
Lera, konsoliderad under 3 m fyllning	17 kN/m ³	23,6 kPa	30°

* antaget värde

6.5 Vattenstånd och portryck

Grundvattenytan har i beräkningar antagits ligga ca 0,5 m under markytan.

6.6 Laster

En utbredd permanent ytlast om 20 kPa applicerats ovan slänt som antagande om last från framtida byggnation. En variabel trafiklast om 15 kPa har applicerats på bilvägar vid beräkning i odränerad analys.

6.7 Val av erforderliga säkerhetsfaktorer

Erforderliga säkerhetsfaktorer för detaljerad utredning ligger enligt Skredkommissionens Rapport 3:95 inom spannen $F_c \geq 1,7-1,5$ respektive $F_{komb} \geq 1,5-1,4$. Erforderliga säkerhetsfaktorer inom spannen väljs med hänsyn till gynnsamma och gynnsamma förhållanden, Tabell 6.2.



PM GEOTEKNIK BERGTEKNIK

Tabell 6.2. Bedömning av gynnsamma och ogynnsamma förutsättningar för slänt

Förutsättning	Gynnsam	Ogynnsam
<i>Fältundersökningens innehåll och omfattning</i>	<i>CPT- och vingsondering har utförts i direkt anslutning till beräknade sektioner.</i>	
<i>Laboratorieundersökningens innehåll och omfattning</i>		<i>Inga avancerade laboratorieförsök har utförts.</i>
<i>Släntens beständighet</i>	<i>Inga synliga tecken på rörlighet i slänten har setts. Intakt gräs-, busk- och trädvegetation längs hela slänten.</i>	<i>En liten bäck rinner från vägbanken. Risker för erosion bedöms dock som låg (sektion C-C).</i>
<i>Släntens geometri</i>	<i>Välkänd geometri med GPS-inmätning och höjdkurvor på grundkarta.</i>	<i>Brant slänt, ca 1:2,5</i>
<i>Grundvatten- och portrycksförhållanden</i>	-	<i>Långtidsobservationer saknas. Artesiskt tryck i underliggande friktionsjordlager. Dock sannolikt låg påverkan på portrycken i leran.</i>
<i>Ytvattenförhållanden</i>	-	-
<i>Jordens egenskaper</i>	-	<i>Kohesionsjord.</i>
<i>Tidigare förändringar i slänten</i>	-	-
<i>Nuvarande och förväntade verksamheter i området</i>	-	-
<i>Konsekvenser av skred</i>	<i>Låg/ingen risk för människoliv.</i>	<i>Ej kännedom om kvicklereförkomst.</i>
<i>Analys- och beräkningsarbetets innehåll och omfattning</i>	<i>Stort antal beräknade glidytor. Glidyntans läge i plan är vald i farligaste delen av slänten ur stabilitetssynpunkt. Tvådimensionell analys</i>	-

Utifrån bedömning i Tabell 6.2 har erforderliga säkerhetsfaktorer valts till $F_c \geq 1,6$ respektive $F_{komb} \geq 1,45$.

6.8 Beräkningar ULS

6.8.1 Allmänt

Beräkningar har utförts med programmet Geostudio 2018 Slope/W, version 9.1.0.16306. I Slope/W beräknas säkerhetsfaktorer mot skred med jämviktsteorier i det vertikala planet.



PM GEOTEKNIK BERGTEKNIK

6.8.2 Analysmodell

I de aktuella analyserna har cirkulärcylindriska glidytor beräknats med Morgenstern-Price's lamellmetod. Beräkningarna har utförts med odränerad och kombinerad analys.

6.8.3 Resultat

Resultat från utförda stabilitetsberäkningar redovisas i Bilaga 1. En sammanställning av beräkningsresultaten redovisas i Tabell 6.3.

Tabell 6.3 Beräknad säkerhet mot skred

Sektion		Beräknad säkerhetsfaktor	
#	Förhållanden	Odränerad analys, F_c	Kombinerad analys, F_{komb}
A-A	Befintligt	2,484	2,454
A-A	Framtida	1,777	1,773
B-B	Befintligt	2,115	2,222
B-B	Framtida	1,675	1,784
E-E	Befintligt	1,365	1,424
E-E	Befintligt + tryckbank	1,718	1,840
E-E	Framtida + tryckbank	1,715	1,840

7 Slutsats och rekommendation bergteknik

7.1 Befintliga förhållanden

Berggrunden består av glimmerrik gnejs. Berget har få sprickset och det finns inga stabilitetsproblem i området.

7.2 Planerade förhållanden

De bergtekniska förhållandena medför inga restriktioner för byggnation.

8 Slutsats och rekommendation geoteknik

8.1 Befintliga förhållanden

Släntstabiliteten inom större delen av området för planerad bebyggelse bedöms vara tillfredsställande. Stabiliteten för sektion C-C och E-E i nordöstra delen av planområdet kan dock ej anses tillfredsställande i nuläget.

8.2 Planerade förhållanden

Säkerhet mot skred för befintlig slänt E-E bedöms som ej tillfredsställande. Planerad bebyggelse i föreliggande detaljplan bedöms dock ej påverka denna slänt, och vidare åtgärder bedöms därför i nuläget ej nödvändiga. Försämring av befintliga stabilitetsförhållanden inom sektion E-E får dock ej ske, vilket innebär att last ej får påföras ovan släntkrön, samt att avlastning (schakt) ej får utföras nedanför slänten.

Nybyggnation är planerad i området mellan Fågelvägen och Myggenäsvägen. Exakt typ eller utbredning av byggnation är ej ännu fastställd, och framtida förväntade



PM GEOTEKNIK BERGTEKNIK

lastförhållanden representeras därför av en antagen utbredd last om 20 kPa. För sektionerna A-A och B-B bedöms säkerheten mot skred vara tillräcklig även för framtida förhållanden.

Säkerheten mot skred bedöms för framtida förhållanden ej tillräcklig i sektion C-C och E-E. För ett erhålla tillfredsställande stabilitet rekommenderas stabilitetshöjande åtgärder. Sådana åtgärder innefattar minskning av släntens höjd eller utjämning av släntens lutning. Detta kan utföras genom avschaktning ovanför slänten, anläggning av tryckbank nedanför slänten eller utflackning av släntlutningen.

För sektionerna C-C och E-E kan stabilitetshöjande åtgärder i form av uppfyllnad med ca 2 m hög tryckbank nedanför slänt, från slänt till Väg 160, utföras. Åtgärden bedöms medföra tillfredsställande stabilitet för såväl nuvarande som framtida förhållanden. Detaljprojektering av tryckbank görs i senare skede med dimensionerande värden (partialkoefficientmetoden).

Om en plan yta önskas för området mellan Fågelvägen och Myggenäsvägen rekommenderas utjämning av nivåskillnaderna genom avschaktning ovanför slänt och fyllnad nedanför slänt. Stora uppfyllnader inom området bedöms sannolikt ge tidsberoende sättningar.

Små lätta byggnader på upp till en våning bedöms kunna grundläggas med platta på mark direkt på befintliga fyllnadsmassor i det höglänta uppfyllda området. För tyngre konstruktioner bör dock last föras ner till fast botten med spetsburna pålar. Vid grundläggning i det låglänta området med endast ett tunnare fyllnadslager bör all last föras ner till fast botten.

När typ av byggnation har fastställts bör vidare detaljprojektering avgöra lämplig grundläggningsmetod för det fallet. I nuläget bör laster överstigande 20 kPa ej tillåtas för den plana ytan öster om Fågelvägen. Med stabilitetshöjande åtgärder kan dock högre laster sannolikt tillåtas. Vid samtliga uppfyllnader som görs i område för planerad byggnation bör pålningsbara fyllnadsmassor användas.

9 Slutsats och rekommendation markgas

9.1 Radon från berggrund

Vid mätningar av totalstrålning från berggrund har värden motsvarande låg-normalriskområde uppmätts. Området ska i nuvarande skede betecknas som normalriskområde avseende radonförhållanden. Mätning inför slutlig radonmarkklassning ska göras när position för byggnad är fastslagen och bergschakt är gjort, samt eventuellt fyllnadsmaterial är bestämt.

9.2 Radonförekomst i jord

Vid mätningar av radonhalt i jordluft har värden motsvarande normalriskområde uppmätts i den naturliga jorden i slänten nordväst om Fågelvägen.

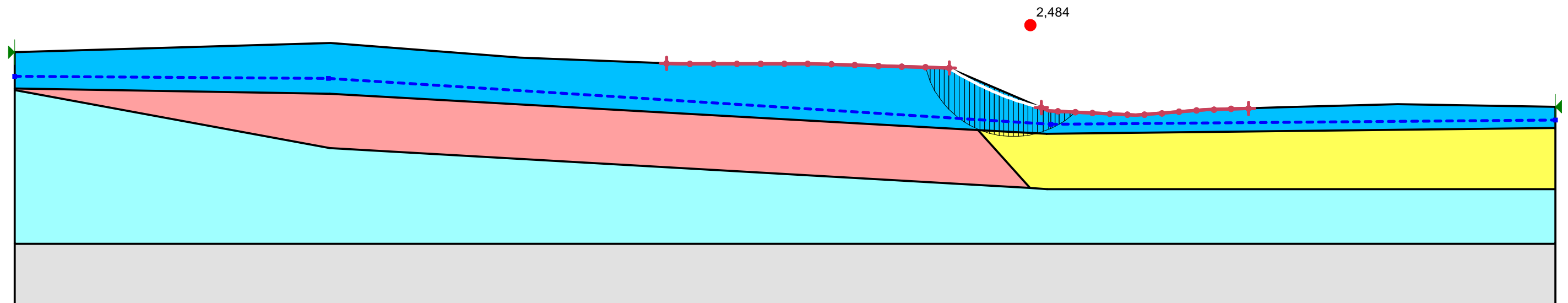
Mätningar i fyllnadjorden inom det flacka området mellan Fågelvägen och Myggenäsvägen har visat på radonvärden motsvarande högriskområde. Vid byggnation på de befintliga byggnadsmassorna bör ytterligare mätning av radon i jordluft utföras på framtagna terrass för att bestämma eventuellt behov av åtgärder.



BILAGA 1, *Stabilitetsberäkning*



Color	Name	Model	Unit Weight (kN/m ³)	Cohesion (kPa)	Cohesion' (kPa)	Phi' (°)
Grey	B	Bedrock (Impenetrable)				
Blue	F: si/sa/gr	Mohr-Coulomb	18		0	38
Cyan	Fr	Mohr-Coulomb	18		0	37
Yellow	Le (undr)	Undrained (Phi=0)	17	14,25		
Red	Le, comp (undr) + 8,6 kPa	Undrained (Phi=0)	17	22,85		



SEKTION A-A

SLOPE/W 9.01
 Entry and Exit
 Morgenstern-Price
 Piezometric Line
 Kallus Daniel
 2018-06-04

Uppdrag: E20 förbi Mariestad

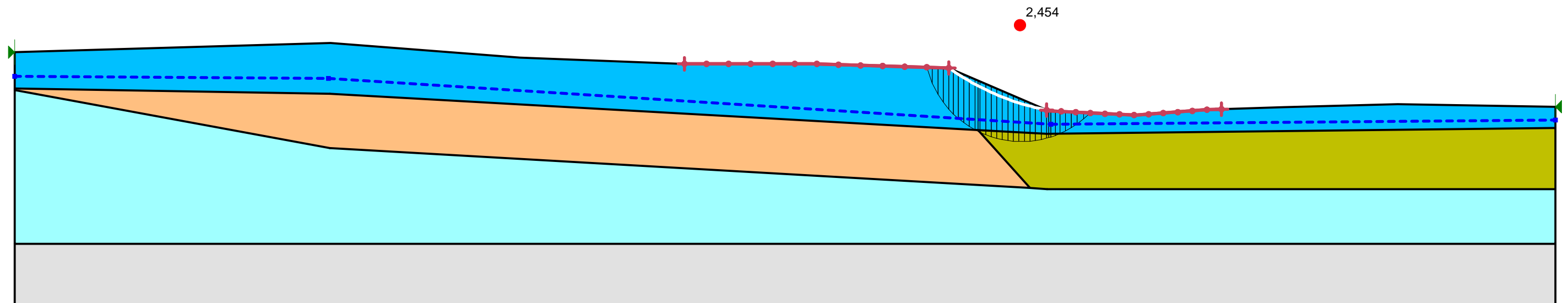
Analys: Undrained (A-A)

Beräkning:

Skala: 1:200 (A3)



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
Grey	B	Bedrock (Impenetrable)								
Blue	F: si/sa/gr	Mohr-Coulomb	18	0	38					
Cyan	Fr	Mohr-Coulomb	18	0	37					
Green	Le (comb)	Combined, S=f(depth)	17		30	1,5	0	14,25	0	0
Orange	Le, comp (comb) + 8,6 kPa	Combined, S=f(depth)	17		30	2,3	0	22,85	0	0



SEKTION A-A

SLOPE/W 9.01
 Entry and Exit
 Morgenstern-Price
 Piezometric Line
 Kallus Daniel
 2018-06-01

Uppdrag: E20 förbi Mariestad

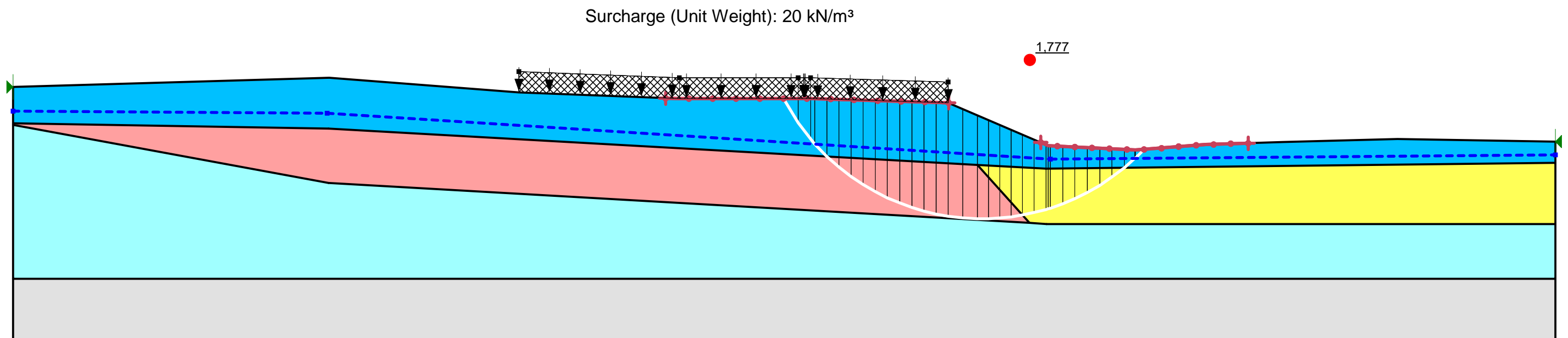
Analys: Comb (A-A)

Beräkning:

Skala: 1:200 (A3)



Color	Name	Model	Unit Weight (kN/m ³)	Cohesion (kPa)	Cohesion' (kPa)	Phi' (°)
Grey	B	Bedrock (Impenetrable)				
Blue	F: si/sa/gr	Mohr-Coulomb	18		0	38
Cyan	Fr	Mohr-Coulomb	18		0	37
Yellow	Le (undr)	Undrained (Phi=0)	17	14,25		
Red	Le, comp (undr) + 8,6 kPa	Undrained (Phi=0)	17	22,85		



SEKTION A-A

SLOPE/W 9.01
 Entry and Exit
 Morgenstern-Price
 Piezometric Line
 Kallus Daniel
 2018-06-04

Uppdrag: E20 förbi Mariestad

Analys: Undrained (A-A) (framtida)

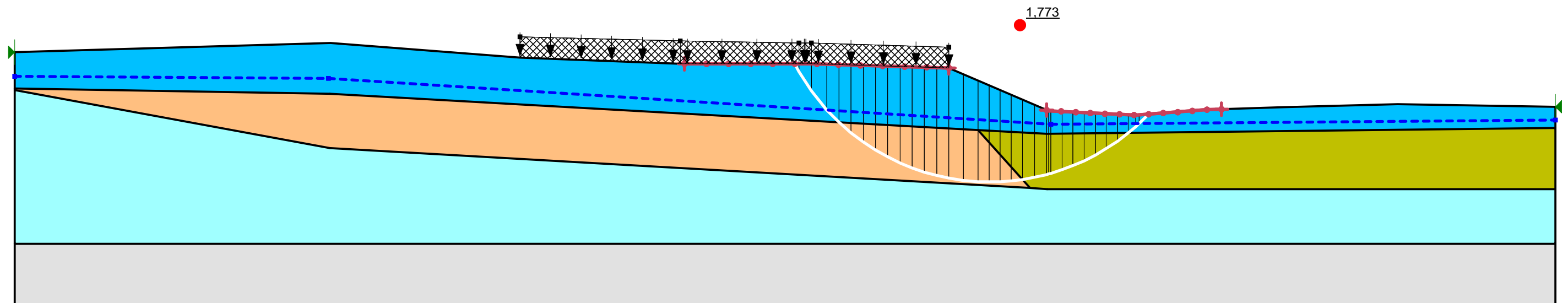
Beräkning:

Skala: 1:200 (A3)



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
Grey	B	Bedrock (Impenetrable)								
Blue	F: si/sa/gr	Mohr-Coulomb	18	0	38					
Cyan	Fr	Mohr-Coulomb	18	0	37					
Green	Le (comb)	Combined, S=f(depth)	17		30	1,5	0	14,25	0	0
Orange	Le, comp (comb) + 8,6 kPa	Combined, S=f(depth)	17		30	2,3	0	22,85	0	0

Surcharge (Unit Weight): 20 kN/m³



SEKTION A-A

SLOPE/W 9.01
 Entry and Exit
 Morgenstern-Price
 Piezometric Line
 Kallus Daniel
 2018-06-01

Uppdrag: E20 förbi Mariestad

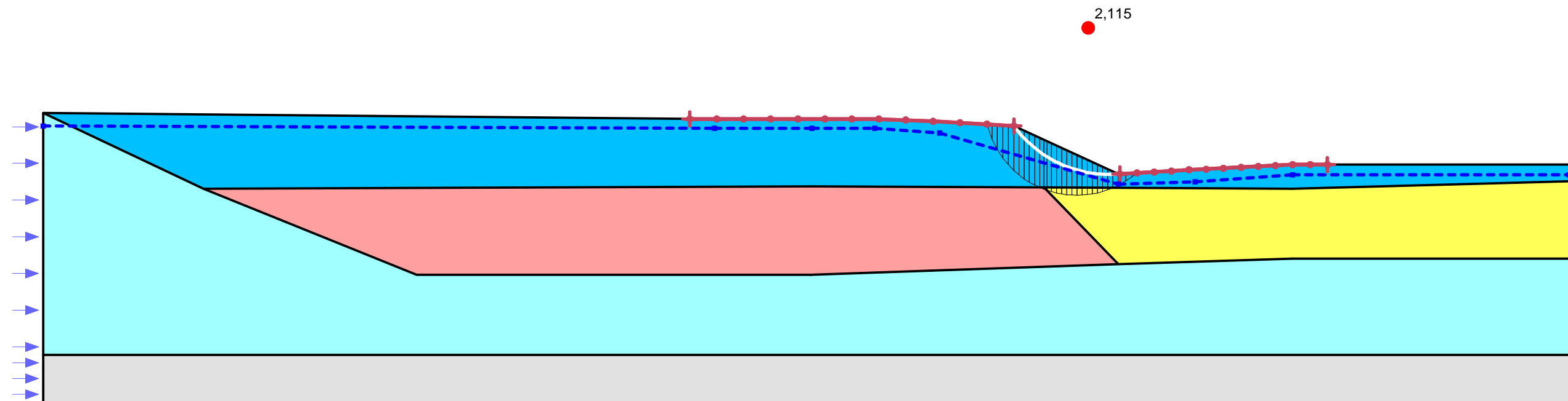
Analys: Comb (A-A) (framtida)

Beräkning:

Skala: 1:200 (A3)



Color	Name	Model	Unit Weight (kN/m³)	Cohesion (kPa)	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
Grey	B	Bedrock (Impenetrable)									
Blue	F: si/sa/gr	Mohr-Coulomb	18		0	38					
Cyan	Fr	Mohr-Coulomb	18		0	37					
Green	Le (comb)	Combined, S=f(depth)	17			30	1,5	0	14,25	0	0
Yellow	Le (undr)	Undrained (Phi=0)	17	14,25							
Red	Le, comp (undr) + 8,6 kPa	Undrained (Phi=0)	17	22,85							



SEKTION B-B

SLOPE/W 9.01
 Entry and Exit
 Morgenstern-Price
 Piezometric Line
 Kallus Daniel
 2018-06-04

Uppdrag: E20 förbi Mariestad

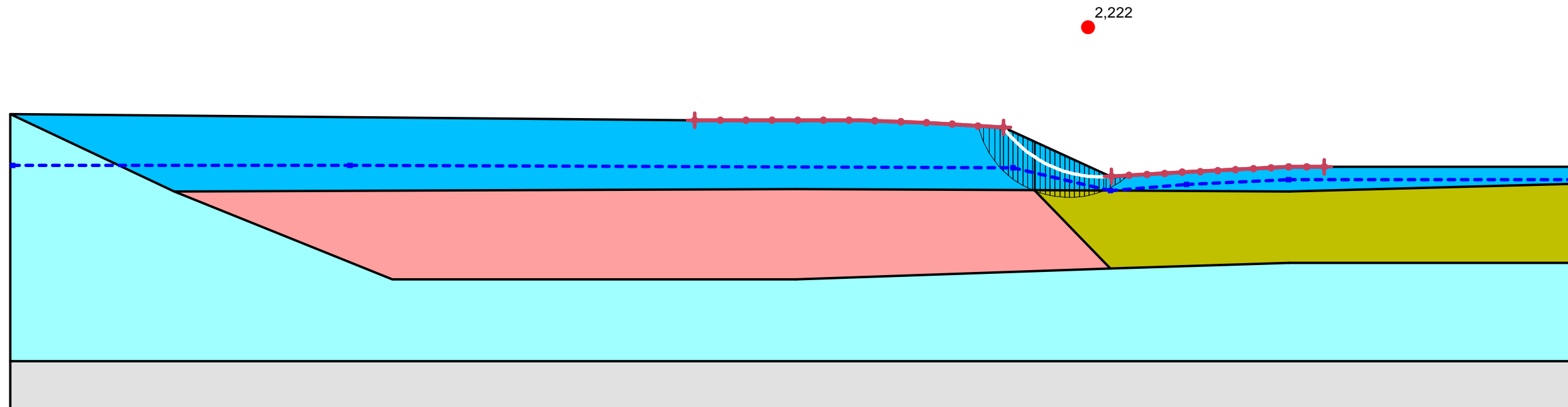
Analys: Undrained (B-B)

Beräkning:

Skala: 1:200 (A3)



Color	Name	Model	Unit Weight (kN/m³)	Cohesion (kPa)	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
Grey	B	Bedrock (Impenetrable)									
Blue	F: si/sa/gr	Mohr-Coulomb	18		0	38					
Cyan	Fr	Mohr-Coulomb	18		0	37					
Green	Le (comb)	Combined, S=f(depth)	17			30	1,5	0	14,25	0	0
Orange	Le, comp (comb) + 8,6 kPa	Combined, S=f(depth)	17			30	2,3	0	22,85	0	0
Red	Le, comp (undr) + 8,6 kPa	Undrained (Phi=0)	17	22,85							



SEKTION B-B

SLOPE/W 9.01
 Entry and Exit
 Morgenstern-Price
 Piezometric Line
 Kallus Daniel
 2018-06-04

Uppdrag: E20 förbi Mariestad

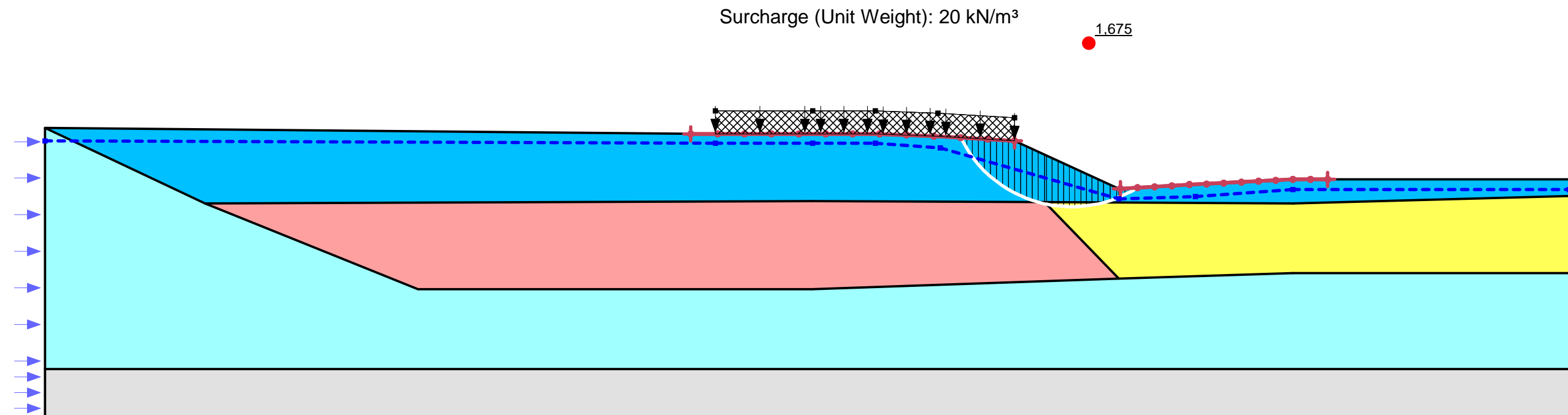
Analys: Comb (B-B)

Beräkning:

Skala: 1:200 (A3)



Color	Name	Model	Unit Weight (kN/m³)	Cohesion (kPa)	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
Grey	B	Bedrock (Impenetrable)									
Blue	F: si/sa/gr	Mohr-Coulomb	18		0	38					
Cyan	Fr	Mohr-Coulomb	18		0	37					
Green	Le (comb)	Combined, S=f(depth)	17			30	1,5	0	14,25	0	0
Yellow	Le (undr)	Undrained (Phi=0)	17	14,25							
Red	Le, comp (undr) + 8,6 kPa	Undrained (Phi=0)	17	22,85							



SEKTION B-B

SLOPE/W 9.01
 Entry and Exit
 Morgenstern-Price
 Piezometric Line
 Kallus Daniel
 2018-06-04

Uppdrag: E20 förbi Mariestad

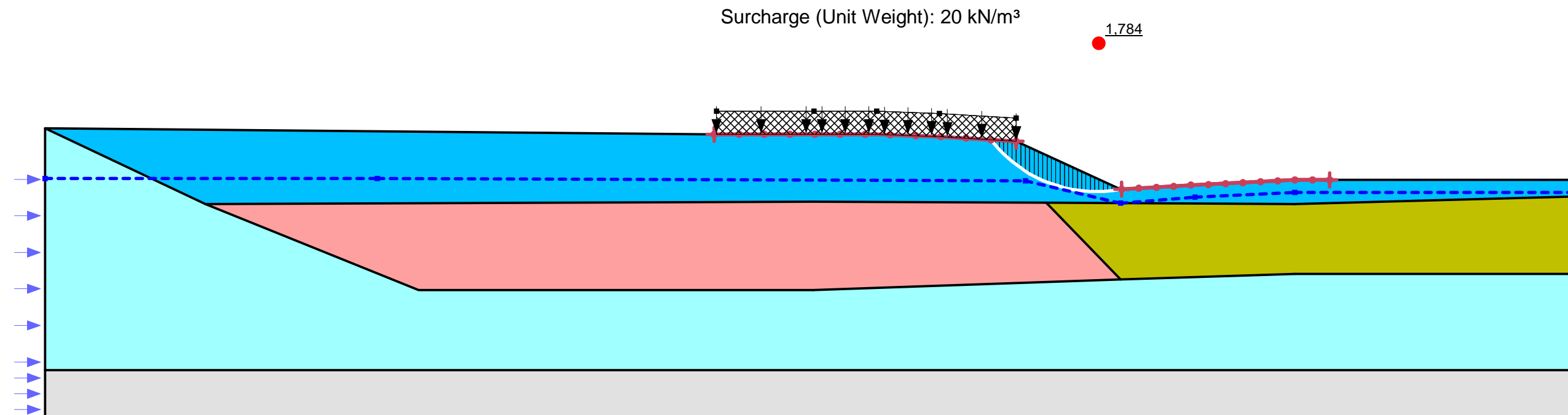
Analys: Undrained (B-B) (framtida)

Beräkning:

Skala: 1:200 (A3)



Color	Name	Model	Unit Weight (kN/m ³)	Cohesion (kPa)	Cohesion' (kPa)	Phi' (°)	C-Top of Layer (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m ²)/m)	Cu-Top of Layer (kPa)	Cu-Rate of Change ((kN/m ²)/m)	C/Cu Ratio
Grey	B	Bedrock (Impenetrable)									
Blue	F: si/sa/gr	Mohr-Coulomb	18		0	38					
Cyan	Fr	Mohr-Coulomb	18		0	37					
Green	Le (comb)	Combined, S=f(depth)	17			30	1,5	0	14,25	0	0
Orange	Le, comp (comb) + 8,6 kPa	Combined, S=f(depth)	17			30	2,3	0	22,85	0	0
Red	Le, comp (undr) + 8,6 kPa	Undrained (Phi=0)	17	22,85							



SEKTION B-B

SLOPE/W 9.01
 Entry and Exit
 Morgenstern-Price
 Piezometric Line
 Kallus Daniel
 2018-06-04

Uppdrag: E20 förbi Mariestad

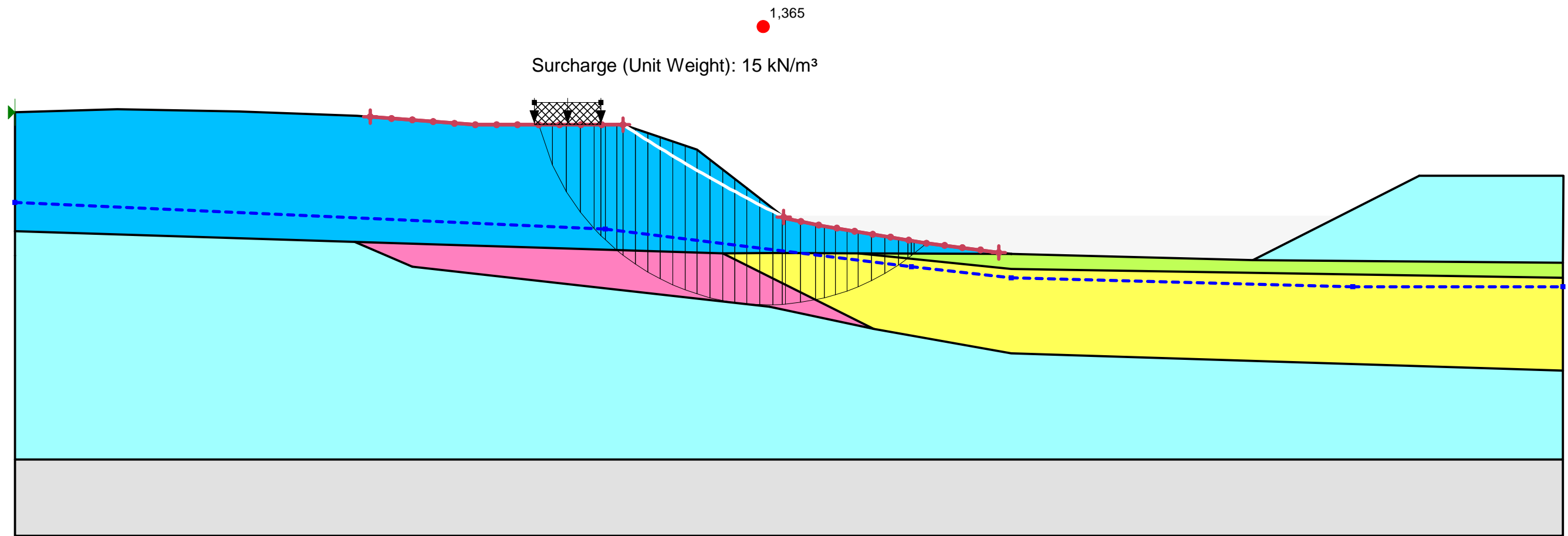
Analys: Comb (B-B) (framtida)

Beräkning:

Skala: 1:200 (A3)



Color	Name	Model	Unit Weight (kN/m ³)	Cohesion (kPa)	Cohesion' (kPa)	Phi' (°)
Grey	B	Bedrock (Impenetrable)				
Blue	F: si/sa/gr	Mohr-Coulomb	18		0	38
Cyan	Fr	Mohr-Coulomb	18		0	37
Yellow	Le (undr)	Undrained (Phi=0)	17	14,25		
Pink	Le, comp (undr) +10,4 kPa	Undrained (Phi=0)	17	24,65		
Light Green	Let (undr)	Undrained (Phi=0)	18	30		



SEKTION E-E

SLOPE/W 9.01
 Entry and Exit
 Morgenstern-Price
 Piezometric Line
 Kallus Daniel
 2018-06-04

Uppdrag: E20 förbi Mariestad

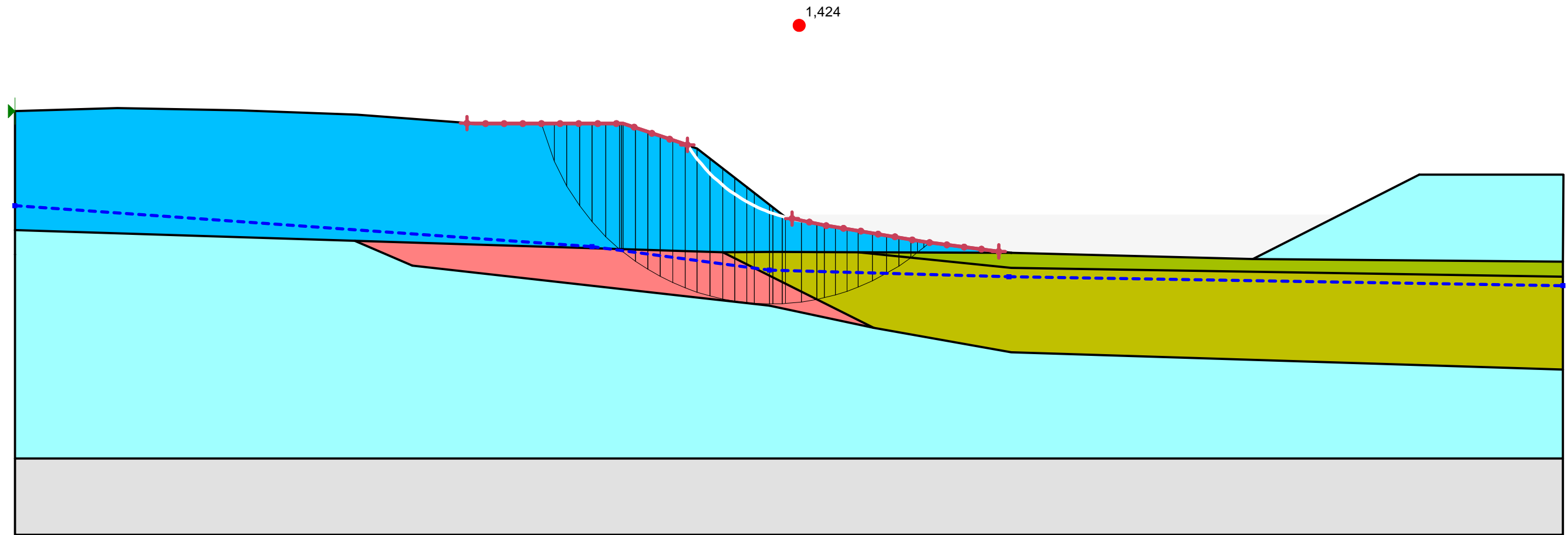
Analys: Undrained (E-E)

Beräkning:

Skala: 1:200 (A3)



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
Grey	B	Bedrock (Impenetrable)								
Blue	F: si/sa/gr	Mohr-Coulomb	18	0	38					
Cyan	Fr	Mohr-Coulomb	18	0	37					
Yellow-green	Le (comb)	Combined, S=f(depth)	17		30	1,5	0	14,25	0	0
Red	Le, comp (comb) +10,4 kPa	Combined, S=f(depth)	17		30	2,5	0	24,65	0	0
Green	Let (comb)	Combined, S=f(depth)	18		30	3	0	30	0	0



SEKTION E-E

SLOPE/W 9.01
 Entry and Exit
 Morgenstern-Price
 Piezometric Line
 Kallus Daniel
 2018-06-04

Uppdrag: E20 förbi Mariestad

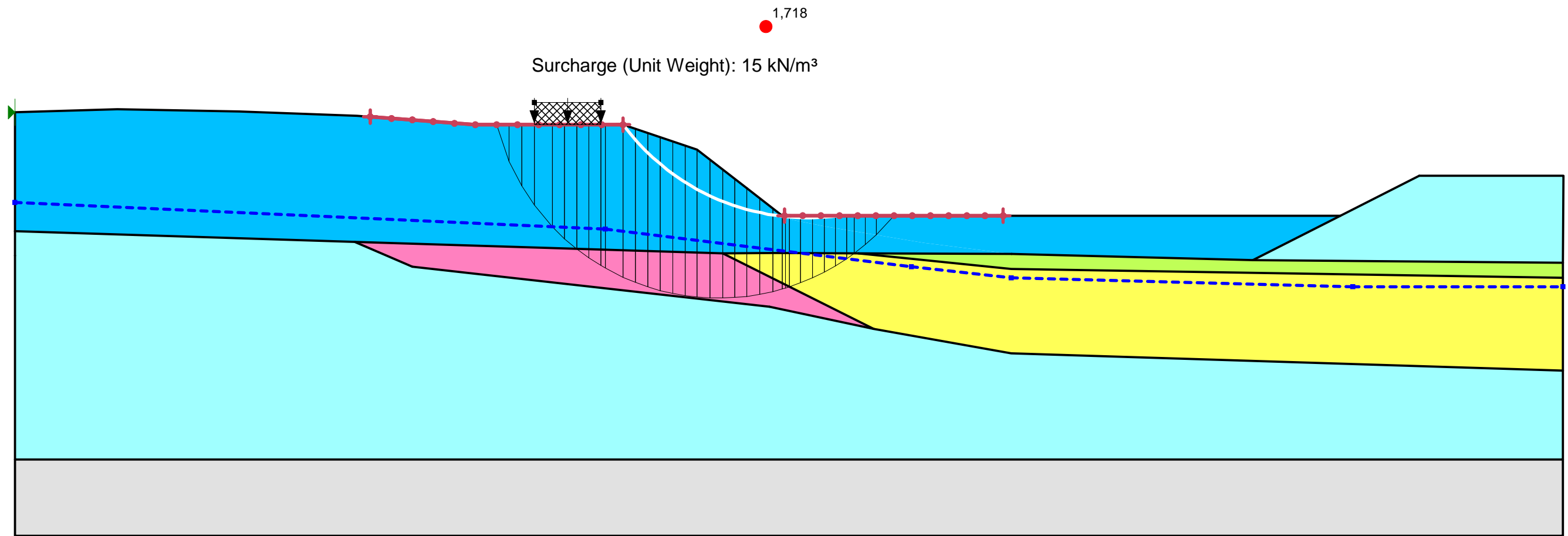
Analys: Comb (E-E)

Beräkning:

Skala: 1:200 (A3)



Color	Name	Model	Unit Weight (kN/m ³)	Cohesion (kPa)	Cohesion' (kPa)	Phi' (°)
Grey	B	Bedrock (Impenetrable)				
Blue	F: si/sa/gr	Mohr-Coulomb	18		0	38
Cyan	Fr	Mohr-Coulomb	18		0	37
Yellow	Le (undr)	Undrained (Phi=0)	17	14,25		
Pink	Le, comp (undr) +10,4 kPa	Undrained (Phi=0)	17	24,65		
Light Green	Let (undr)	Undrained (Phi=0)	18	30		



SEKTION E-E

SLOPE/W 9.01
 Entry and Exit
 Morgenstern-Price
 Piezometric Line
 Kallus Daniel
 2018-06-04

Uppdrag: E20 förbi Mariestad

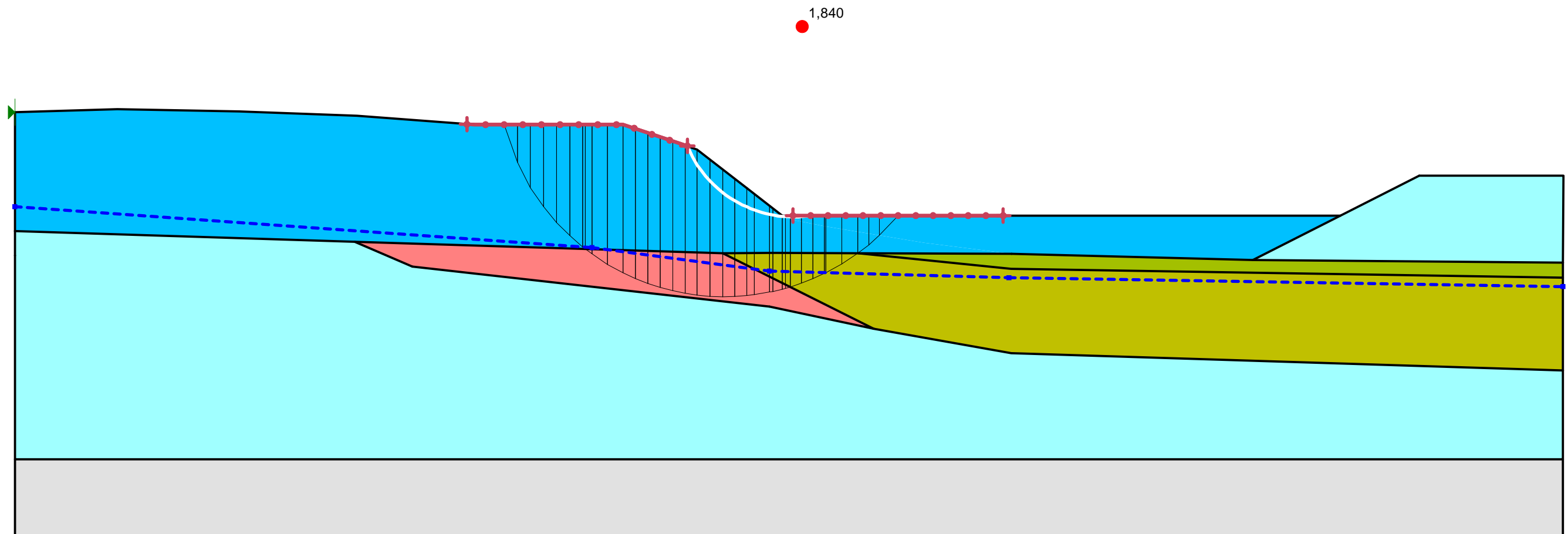
Analys: Undrained (E-E) (tryckbank)

Beräkning:

Skala: 1:200 (A3)



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
Grey	B	Bedrock (Impenetrable)								
Blue	F: si/sa/gr	Mohr-Coulomb	18	0	38					
Cyan	Fr	Mohr-Coulomb	18	0	37					
Yellow-green	Le (comb)	Combined, S=f(depth)	17		30	1,5	0	14,25	0	0
Red	Le, comp (comb) +10,4 kPa	Combined, S=f(depth)	17		30	2,5	0	24,65	0	0
Green	Let (comb)	Combined, S=f(depth)	18		30	3	0	30	0	0



SEKTION E-E

SLOPE/W 9.01
 Entry and Exit
 Morgenstern-Price
 Piezometric Line
 Kallus Daniel
 2018-06-04

Uppdrag: E20 förbi Mariestad

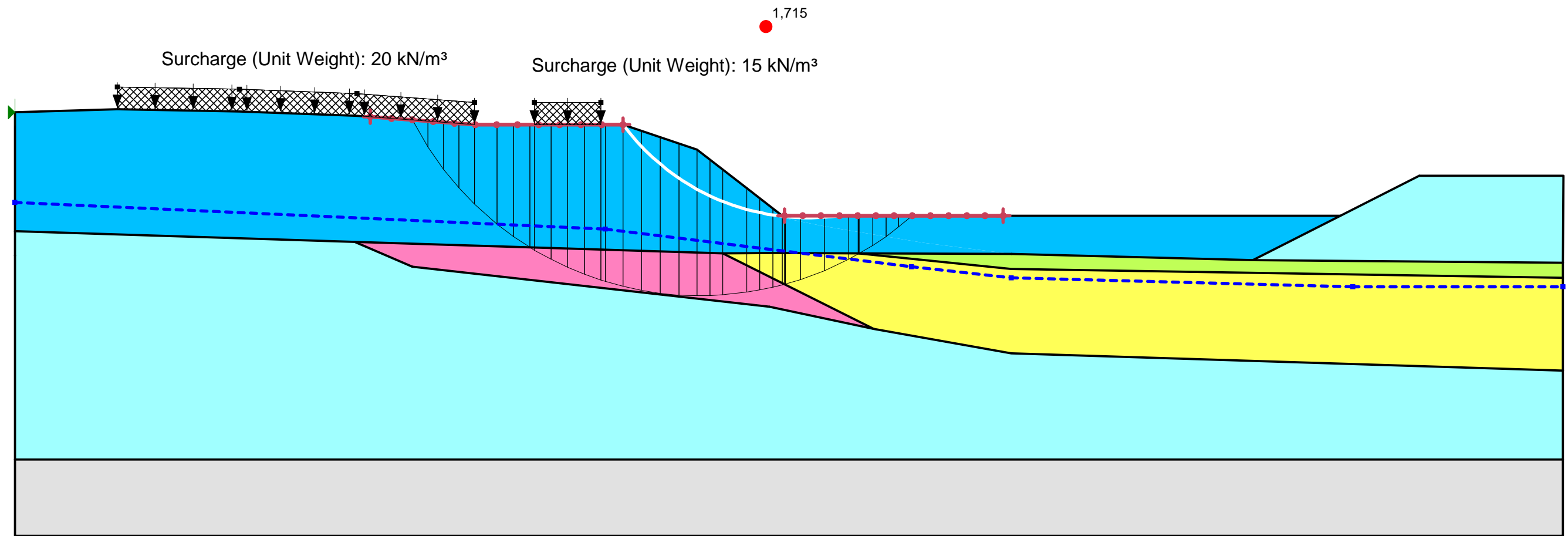
Analys: Comb (E-E) (tryckbank)

Beräkning:

Skala: 1:200 (A3)



Color	Name	Model	Unit Weight (kN/m ³)	Cohesion (kPa)	Cohesion' (kPa)	Phi' (°)
Grey	B	Bedrock (Impenetrable)				
Blue	F: si/sa/gr	Mohr-Coulomb	18		0	38
Cyan	Fr	Mohr-Coulomb	18		0	37
Yellow	Le (undr)	Undrained (Phi=0)	17	14,25		
Pink	Le, comp (undr) +10,4 kPa	Undrained (Phi=0)	17	24,65		
Light Green	Let (undr)	Undrained (Phi=0)	18	30		



SEKTION E-E

SLOPE/W 9.01
 Entry and Exit
 Morgenstern-Price
 Piezometric Line
 Kallus Daniel
 2018-06-04

Uppdrag: E20 förbi Mariestad

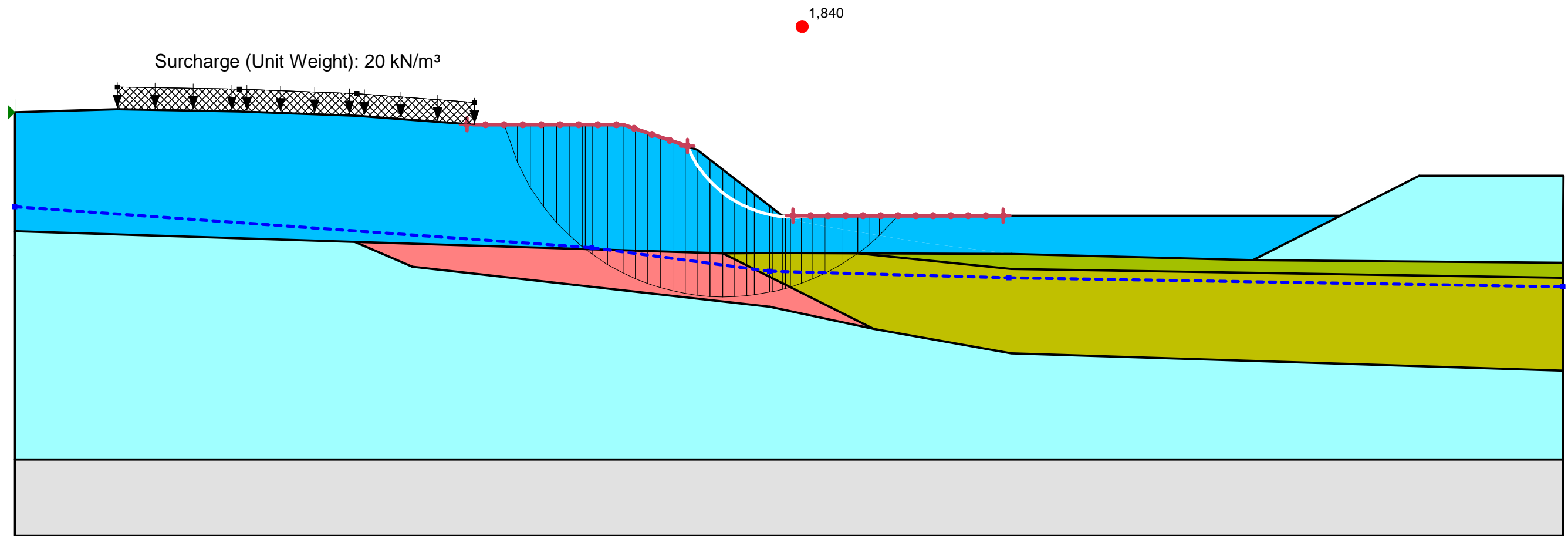
Analys: Undrained (E-E) (framtida, tryckbank)

Beräkning:

Skala: 1:200 (A3)



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
Grey	B	Bedrock (Impenetrable)								
Blue	F: si/sa/gr	Mohr-Coulomb	18	0	38					
Cyan	Fr	Mohr-Coulomb	18	0	37					
Yellow-Green	Le (comb)	Combined, S=f(depth)	17		30	1,5	0	14,25	0	0
Red	Le, comp (comb) +10,4 kPa	Combined, S=f(depth)	17		30	2,5	0	24,65	0	0
Green	Let (comb)	Combined, S=f(depth)	18		30	3	0	30	0	0



SEKTION E-E

SLOPE/W 9.01
 Entry and Exit
 Morgenstern-Price
 Piezometric Line
 Kallus Daniel
 2018-06-04

Uppdrag: E20 förbi Mariestad

Analys: Comb (E-E) (framtida, tryckbank)

Beräkning:

Skala: 1:200 (A3)