



Geoteknisk utredning i samband med ändring av detaljplan

Fastigheten Skäggeberg 15:61, Sunne kommun

PM GEOTEKNIK

REV A

PM GEOTEKNIK



DOKUMENTINFORMATION

Uppdrag	Geoteknisk utredning i samband med ändring av detaljplan, fastigheten Skäggeberg 15:61, Sunne kommun	
Uppdragsnummer	766077	
Datum	2019-05-06	
Revidering	Rev A: 2019-12-12	
Beställare	Sunne kommun	
Beställarens referens	Sandra Bood	
Uppdragsledare	Ann-Sofie Roslund Tfn. 010 505 32 32 ann-sofie.roslund@afconsult.com	
Upprättad av	Ann-Sofie Roslund	2019-05-06
	Helena Kernell	2019-12-12, Rev A
Granskad av	Helena Kernell	2018-05-09
	Ann-Sofie Roslund	2019-12-12, Rev A



PM GEOTEKNIK

Innehållsförteckning

1 Objekt	3
2 Syfte	3
3 Styrande dokument	3
4 Underlag för projektering	4
4.1 Planerat planområde	4
4.2 Geotekniska undersökningar	5
4.2.1 Utförda undersökningar	5
4.2.2 Tidigare utförda undersökningar och utredningar	5
5 Befintliga förhållanden	5
5.1 Befintliga byggnader och anläggningar	5
5.2 Topografiska förhållanden	5
5.3 Ytbeskaffenhet	5
5.4 Geotekniska förhållanden	5
5.4.1 Jorddjup och jordlagerföljd	5
5.5 Hydrogeologiska förhållanden	8
5.6 Sättningsförhållanden	8
5.7 Stabilitetsförhållanden	8
5.8 Radonförhållanden	8
6 Stabilitetsberäkningar	8
6.1 Allmänt	8
6.2 Geometri	9
6.3 Beräkningssektioner	9
6.4 Materialegenskaper	10
6.5 Vattenstånd och portryck	11
6.6 Laster	11
6.7 Val av erforderliga säkerhetsfaktorer	11
6.8 Stabilitetsberäkningar	12
6.8.1 Analysmodell	12
6.8.2 Resultat	13
7 Slutsatser och rekommendationer	14
7.1 Grundläggningsförutsättningar, byggnader och anläggningar	14
7.2 Schaktning	14
7.3 Markgasförhållanden	15

Bilagor

Bilaga 1	Planritning, beräkningssektioner
Bilaga 2	Stabilitetsberäkningar, Slope-W



PM GEOTEKNIK

1 Objekt

På uppdrag av Sunne kommun har ÅF Infrastructure AB utfört geotekniska undersökningar samt utrett förutsättningar för ändring av detaljplan för fastigheten Skäggeberg 15:61, även kallat Lerbrobacken.

Revidering A har utförts med avseende på SGI:s utlåtande över detaljplanen, diariern: 5.2-1910-0726. Revideringen omfattar uppdaterade beräkningar för åtgärdsförslagen. Beräkningarna har utförts med justerad skjuvhållfasthet i leran då även hänsyn har tagits till utförda geotekniska undersökningar i intilliggande områden Allégatan och Magasinsgatan. De befintliga förhållandena räknades inte om eftersom säkerheten mot stabilitetsbrott är så pass låg att åtgärd kommer att krävas för att få fullgod säkerhet.

2 Syfte

Föreliggande geotekniska utredning har utförts med syfte att utreda markförhållandena och beskriva områdets geotekniska förutsättningar med avseende på ändring av detaljplan för flerbostadsändamål.

Följande har studerats:

- Områdets geotekniska förhållanden och förutsättningar för att bebyggas
- Stabilitets- och grundläggningsförhållanden

Följande PM utnyttjas som underlag för fortsatt projektering. Vid upprättande av bygghandlingar inarbetas de geotekniska uppgifter och rekommendationer som överensstämmer med planerat grundläggningsarbete.

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

IEG Rapport 4:2010 Tillståndsbedömning/klassificering av naturliga slänter och slänter med befintlig bebyggelse och anläggningar, SGF

Skredkommissionen, SGI Anvisningar för släntstabilitetsutredningar, Rapport 3:95



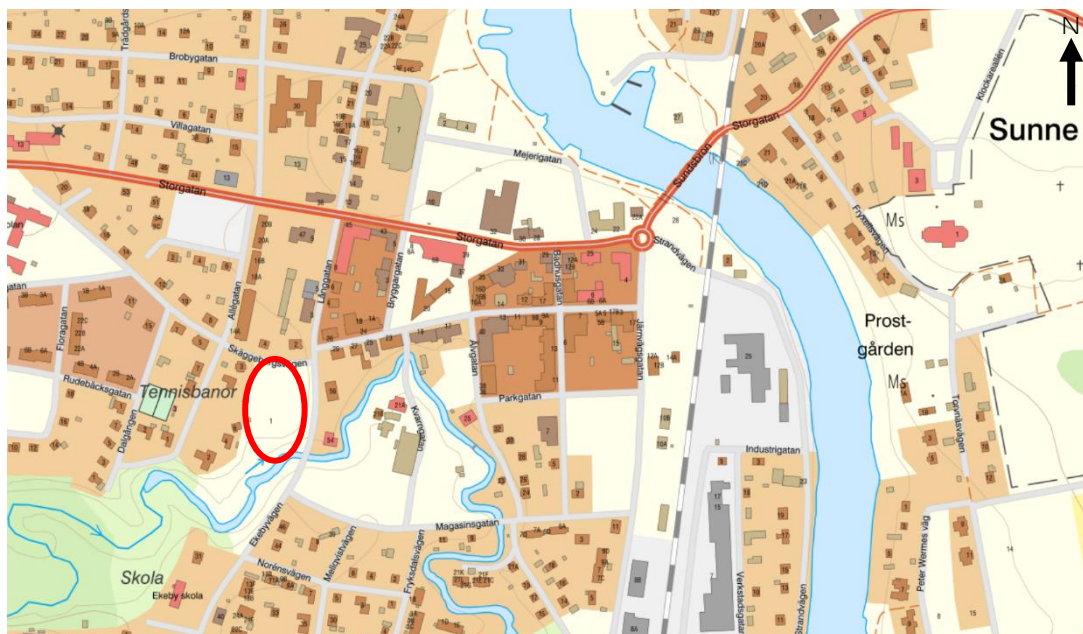
PM GEOTEKNIK

4 Underlag för projektering

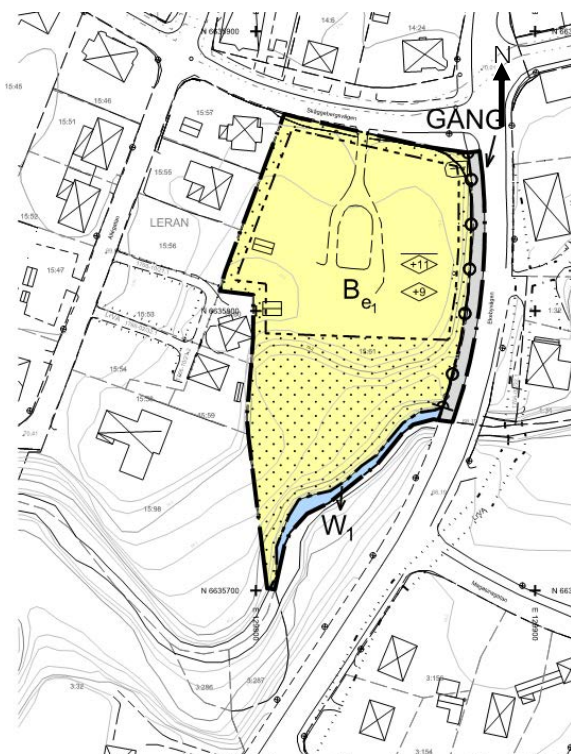
4.1 Planerat planområde

Aktuellt planområde ligger i centrala Sunne, Figur 4-1. Planområdet ska utnyttjas för flerbostadsändamål, vilket innebär att område kommer bebyggas med bostäder. Området är totalt ca 1 ha stort och dess utbredning kan ses i Figur 4-2.

Planområdet härrör till klimatzon 2.



Figur 4-1. Aktuellt område är ungefärligt inringat med rött. Utdrag: © Lantmäteriet & Geodatasamverkan



Figur 4-2. Utkast av plankarta där planområdet är markerat. Gult område avser kvartersmark för bostäder, prickat område får dock inte förses med byggnad. Grått område avser gångväg och blått öppet vattenområde.



PM GEOTEKNIK

4.2 Geotekniska undersökningar

4.2.1 Utförda undersökningar

Resultat från nu utförda undersökningar inom planområdet redovisas i "Markteknisk undersökningsrapport, Geoteknik (MUR/Geo)", daterad 2019-05-06, rev 2019-12-12.

4.2.2 Tidigare utförda undersökningar och utredningar

Inga tidigare undersökningar har identifierats inom aktuellt planområde. I anslutning till Magasinsgatan (öster om Ekebyvägen och planområdet) samt Allégatan sydväst om området har bl.a. följande utförts tidigare:

- ÅF, 2016 (*Detaljplan för Leran 3: 330 m fl, Sunne kommun, MUR/Geo och Geotekniskt PM, 2016-04-22*).
- VIAK AB, 1987 (*Planläggning av bostadsbebyggelse, projekteringsunderlag, 1987-09-28*).
- ÅF, 2019 (*Detaljerad stabilitetsutredning, Allégatan/Lerälven, Fastigheten Skäggeberg 1: 315, Sunne kommun, MUR/Geo och PM Geoteknik, 2019-11-07*).

Aktuella underlag har beaktats och delvis inarbetats vid utförande av föreliggande utredning.

5 Befintliga förhållanden

5.1 Befintliga byggnader och anläggningar

Inom området fanns tidigare ett äldre bostadshus vilket brann ned 2016. Idag finns endast ett upplag av grundstenar kvar på platsen. I den västra delen av området finns en mindre byggnad och ett garage. I mitten av gårdsplanen finns en mindre damm. Det finns kommunalt VA samt el- och fjärrvärmeledningar inom fastigheten som ansluter norrifrån.

5.2 Topografiska förhållanden

Markytan inom områdets norra del är relativt plan med nivåer mellan ca +72,5 och +72,2 m ö h. I söder sluttar området mot Lerälven i två slänter. Den nordliga slänten har en nivåskillnad på ca 3,5 m innan den övergår i ett mindre flackt parti, följt av ytterligare en slänt mot Lerälven med en lutning ca 1:1 (ställvis större lutning). Total nivåskillnad mellan den högsta delen av området (norra delen) och Lerälvens botten är ca 11 m.

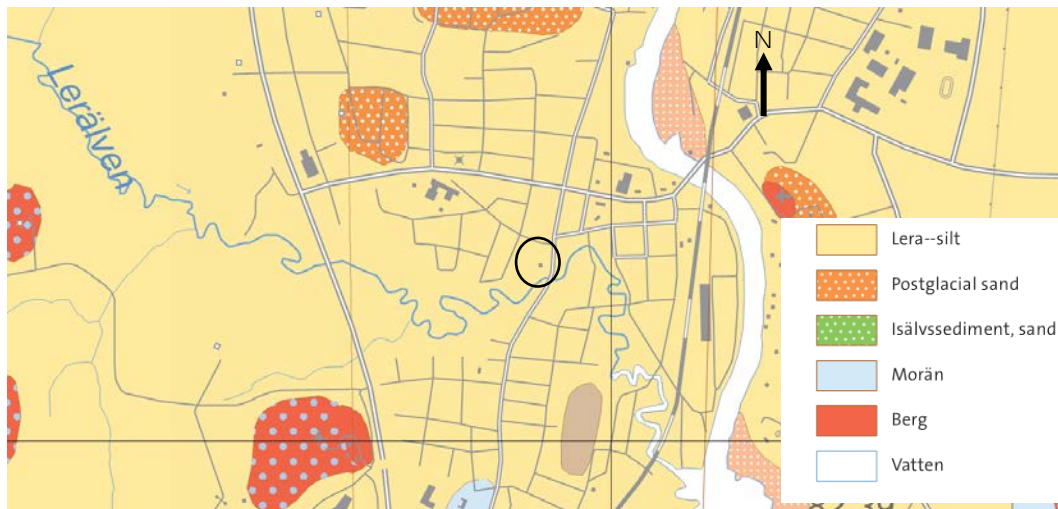
5.3 Ytbeskaffenhet

Större delen av markytan är gräsbevuxen. Gårdsplanen inom den norra delen av området är delvis grusad. Det förekommer inte några hårdgjorda ytor inom området. Slänten mot Lerälven är bevuxen av sly och större träd.

5.4 Geotekniska förhållanden

5.4.1 Jorddjup och jordlagerföljd

Enligt SGU:s jordartskarta består de naturliga ytliga jordlagren av silt/lera, Figur 5-1. Jordmäktigheten varierar mellan 30 och 50 m enligt SGU:s jorddjupskarta.



Figur 5-1. Utdrag från SGU:s jordartskarta (källa: Kartgeneratorn, SGU). Aktuellt område är inringat med svart.

Enligt utförda sonderingar utgörs jordlagren inom planområdet generellt från markytan av mellan 0,2 och 1 m siltig, sandig mulljord. Därunder följer mellan 1 och 4 m medelfast till fast sandig silt med torrskorpekaraktär följt av ca 1-4 meter silt. Naturliga vattenkvoter varierar mellan 14 och 37 %.

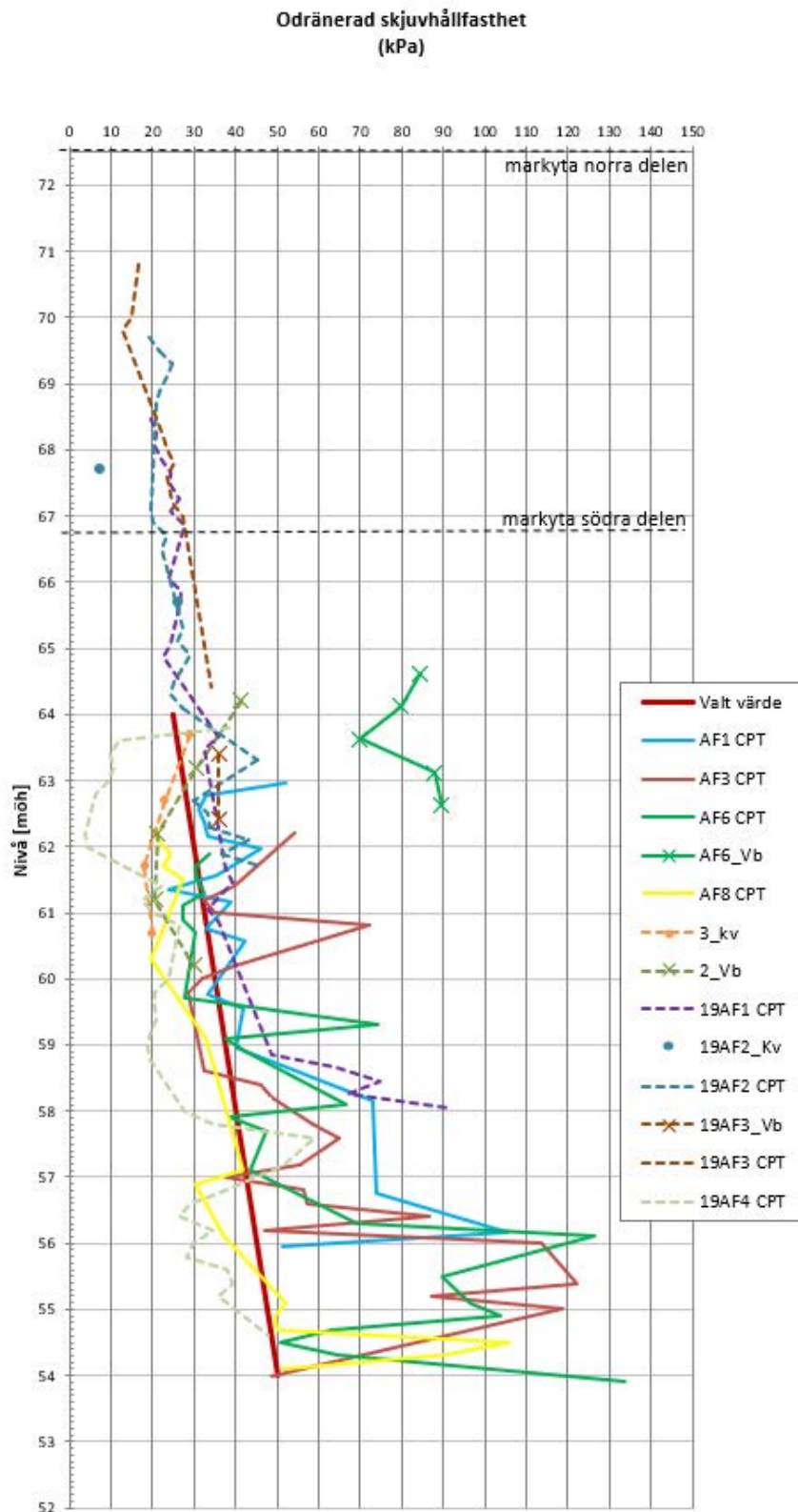
Underlagrat silten utgörs jordprofilen av mellan 6 och 8 m lös- till medelfast varvig silt och siltig lera. Naturlig vattenkvot på 33 och 45 % har utvärderats. Konflytgränsen har också utvärderats i den siltiga leran i en punkt till 44 %. Ett fast skikt om 0,5-1 m har också påvisats på ca 8 meters djup. Utifrån CPT-sonderingar bedöms silten/siltiga leran vara överkonsoliderad.

Den odränerade skjuvhållfastheten har utvärderats från CPT-sonderingar, vingförsök samt konförsök från ostörd provtagning. Den reducerade odränerade skjuvhållfastheten har utvärderats till 25 kPa vid +64 och med en ökning om 2,5 kPa/m, se Figur 5-2.

Underlagrat leran följer ett fast lager friktionsjord som bedöms utgöras av silt eller sand från mellan ca 13 och 16 m under markytan.

Utförda sonderingar har avbrutits på mellan ca 14 och 19 meters djup utan att nå berg.

Materialtyp 5A och tjälfarlighetsklass 4 föreligger inom området.



Figur 5-2. Sammanställning av utvärderad odränerad skjuvhållfasthet från CPT-sonderingar, vingförsök samt konförsök. Streckade linjer omfattar undersökningar vid Allégatan och Magasinsgatan.



PM GEOTEKNIK

5.5 Hydrogeologiska förhållanden

Fri vattenyta har observerats vid skruvprovtagningarna i undersökningspunkt AF5 och AF6 på 0,95 respektive 6,8 meter under markytan. Ingen installation av grundvattentrör eller portrycksmätare har utförts.

Grundvattennivåer och Lerälvens vattennivåer varierar troligen med årstid och nederbörd.

5.6 Sättningsförhållanden

Lera och silt förekommer i jordprofilen vilket innebär att sättningar kan uppstå i samband med belastningar på jorden i form av påförande av last eller avsänkning av grundvattennivån. Vid platsbesök observerades inte några synliga tecken på att markrörelser pågår/har pågått.

5.7 Stabilitetsförhållanden

Vid platsbesök kunde inte några tydliga tecken på rörelser hos slänterna identifieras. Befintlig vegetation i slänten mot Lerälven är relativt tät och fungerar stabiliserande. Ett mindre erosionsskydd av sten finns i anslutning till vägbron vid Ekebyvägen, Figur 5-3. Det går dock inte att utesluta att rörelser kan ha förekommit tidigare.

Viss erosion bedöms kunna förekomma vid vattenbrynet.



Figur 5-3. Foto taget i östlig riktning inom området, i anslutning till Lerälven. Erosionsskydd vid vägbro är inringat med rött.

5.8 Radonförhållanden

Inga mätningar av radon har utförts inom ramen för utredningen. Enligt Sunne kommuns översiktsplan från 2011, förväntas låga till normala radonhalter inom aktuellt område.

6 Stabilitetsberäkningar

6.1 Allmänt

Stabilitetsberäkningar för byggnation inom den norra delen av planområdet (ej prickad mark) har genomförts med partialkoefficientmetoden enligt IEG:s Rapport 6: 2008.



PM GEOTEKNIK

Beräkningar är utförda för permanentsskedet, i geoteknisk kategori 2 (GK2) och säkerhetsklass 2 (SK2). För glidytor i skikt där kvicklera kan förekomma gäller säkerhetsklass 3 (SK3).

Stabilitetsberäkningar avseende befintlig slänt har genomförts med avseende på totalsäkerhet enligt IEG:s Rapport 4:2010.

6.2 Geometri

Befintliga marknivåer i beräknade sektioner är hämtade från nivåkurvor hos grundkarta samt inmätningar av undersökningspunkter.

Bottentopografin har uppskattats utifrån grundkartan och VIAK:s utredning från 1987, se Figur 6-1.



Figur 6-1. Utdrag från VIAK, 1987. Läge för aktuellt planområde är inringat med rött.

6.3 Beräkningssektioner

Stabilitetsberäkningar har utförts mot Lerälven för den sektion (benämnd A) som bedömts ha lägst säkerhet mot stabilitetsbrott. Ytterligare en sektion har kontrollerats i den västra delen av området (sektion B) där geometrin är flackare. För läge i plan, se Bilaga 1. Befintliga och nya förhållanden har beaktats.



PM GEOTEKNIK

6.4 Materialegenskaper

Vid framtagning av jordmodell har framförallt undersökningsresultat från nu utförd undersökning beaktats. Resultat från ostörd provtagning utförd av ÅF, 2016 har också använts (benämns 16AF3 i Figur 5-2).

För valda värden avseende densitet, kohasionsintercept och friktionsvinklar har empiriska tabellvärden använts.

Dimensionerande värden har tagits fram enligt följande:

$$X_d = \frac{1}{\gamma_M} * \eta * \bar{X}$$

där

X_d Dimensionerande värde på aktuell materialparameter

\bar{X} Valt värde baserat på härledda värden

γ_M Partialkoefficienter (se Tabell 6-1)

η Omräkningsfaktor, baseras på den geotekniska undersökningen (val av faktorer redovisas nedan)

Odränerade parametrar

- $\eta_{1,2} = 1,0$: huvudsak lerig silt/siltig lera, >9 st oberoende undersökningspunkter
 - $\eta_3 = 1,0$: 3 st metoder har använts, liten spridning i resultat
 - $\eta_{4,5,6,7} = 1,0$: stor brottyta
- $\eta_{tot} = 1,0$

Dränerade parametrar

- $\eta_{1,2} = 1,0$: 4 st CPT-sonderingar, 2 st viktsonderingar
 - $\eta_3 = 1,0$: tabellvärden har nyttjas
 - $\eta_{4,5,6,7} = 1,0$: stor brottyta
- $\eta_{tot} = 1,0$

I Tabell 6-1 har använda parametrar sammanställts.

Tabell 6-1. Sammanställning av valda och dimensionerande värden för åtgärdsförslag.

Jordmaterial	Valda värden	Dimensionerande värde		Tunghet [kN/m ³]
Sandig mulljord (0-1 m u markytan)	<u>Dränerad</u> $\phi' = 30^\circ$ $c' = 0$	$\gamma_M = 1,3$	<u>Dränerad</u> $\phi_d' = 23,95^\circ$	$\gamma_d = 18$ $\gamma_d' = 8$
Sandig silt/ torrskorpesilt (1 m u markytan – ca +67 (norr) och +65 (söder))	<u>Dränerad</u> $\phi' = 32^\circ$ $c' = 0$	$\gamma_M = 1,3$	<u>Dränerad</u> $\phi_d' = 25,7^\circ$	$\gamma_d = 17$ $\gamma_d' = 9$
Silt (ca +67 resp. +65 till ca +64)	<u>Dränerad</u> $\phi' = 30^\circ$ $c' = 0$	$\gamma_M = 1,3$	<u>Dränerad</u> $\phi_d' = 23,95^\circ$	$\gamma_d = 17$ $\gamma_d' = 9$
Siltig lera (ca +64 - +54)	<u>Odränerad</u> $c_u = 25+2,5$ kPa	$\gamma_M = 1,5$	<u>Odränerad</u> $c_{ud} = 16,7+1,7$ kPa	$\gamma_d = 17$ $\gamma_d' = 7$
<i>Förekommer kvicklera inom aktuellt skikt enligt ÅF, 2016</i>	<u>Dränerad</u> $\phi' = 30^\circ$ $c' = 0,1 * c_u$	$\gamma_M = 1,3$	<u>Dränerad</u> $\phi_d' = 23,95^\circ$ $c_d' = 1,92+0,19$ kPa	
Fast friktionsjord (ca +56 -)	<u>Dränerad</u> $\phi' = 35^\circ$ $c' = 0$	$\gamma_M = 1,3$	<u>Dränerad</u> $\phi_d' = 27^\circ$	$\gamma_d = 19$ $\gamma_d' = 9$



PM GEOTEKNIK

6.5 Vattenstånd och portryck

Vid beräkningar har Lerälven antagits torrlagd.

Grundvattenytan antas följa topografin och ligga strax under torrskorpessilten (ca 2-5 meter under markytan). En hydrostatisk tryckprofil har antagits för beräkningarna.

6.6 Laster

Antagen last från byggnader är permanent.

Dimensionerande laster beräknas enligt:

$$\gamma_d * 1,1 * G_{kj}$$

där

γ_d Partialkoefficient för variabel ogynnsam last, i detta fall = 0,91 för SK2
 G_k Permanent ogynnsamma laster, i detta fall = 10 kPa/våningsplan

6.7 Val av erforderliga säkerhetsfaktorer

Enligt Eurokod (s.k. partialkoefficientmetoden) ska för nybyggnation erforderlig säkerhetsfaktor, $F_{EN} \geq 1,0$, i **geoteknisk kategori (GK2) och säkerhetskategori (SK2)** uppnås. För glidytor i skikt där kvicklera kan förekomma gäller SK3 och $F_{EN} \geq 1,1$.

Avseende befintlig slänt bedöms tillståndet enligt en detaljerad utredning (planläggning). Erforderliga säkerhetsfaktorer ligger då inom spannen $F_c \geq 1,7-1,5$ samt $F_{komb} \geq 1,5-1,4$. Erforderliga säkerhetsfaktorer väljs med hänsyn till gynnsamma och ogynnsamma förhållanden.

Valda säkerhetsfaktorer är för totalsäkerhetsmetoden, $F_c \geq 1,65$ samt för $F_{komb} \geq 1,45$, se Tabell 6-2 för motiveringar.



Tabell 6-2. Bedömning av gynnsamma och ogynnsamma förutsättningar för slänt.

Förutsättning	Gynnsam	Ogynnsam
Fält- och laboratorieundersökningens innehåll och omfattning	<ul style="list-style-type: none"> - CPT sonderingar är utförda - Vingförsök är utfört - Kolvprovtagning utförd i närområdet 	<ul style="list-style-type: none"> - Inga avancerade laboratorieförsök har utförts
Släntens beständighet	<ul style="list-style-type: none"> - Inga tydliga tecken på markrörelser i fält - Intakt gräs-, busk- och trädvegetation 	<ul style="list-style-type: none"> - Viss ytvattenerosion vid släntfot
Släntens geometri	<ul style="list-style-type: none"> - Välkänd geometri 	
Grundvatten- och portrycksförhållanden		<ul style="list-style-type: none"> - Liten kännedom om portrycksfördelning med djupet
Ytvattenförhållanden		<ul style="list-style-type: none"> - Stora vattenståndsvariationer kan förekomma vid/innan tex vårflod
Jordens egenskaper	<ul style="list-style-type: none"> - Delvis friktionsjord 	<ul style="list-style-type: none"> - Delvis kohesionsjord - Skiktade jordar - Skikt med kvicklera
Tidigare förändringar i slänten	<ul style="list-style-type: none"> - Ingen större avverkning eller ingrepp 	
Nuvarande och förväntade verksamheter i området		<ul style="list-style-type: none"> - Byggnation bakom släntkrönet
Konsekvenser av skred		<ul style="list-style-type: none"> - Risker för människoliv eller ekonomisk skada föreligger - Risker med kvicklereområde (bakåt- och framåtgripande skred)
Analys- och beräkningsarbetets innehåll och omfattning	<ul style="list-style-type: none"> - 2-dimensionell analys (som regel något på säkra sidan) 	

6.8 Stabilitetsberäkningar

6.8.1 Analysmodell

Stabilitetsberäkningarna har utförts med programmet Slope/W, version 10.0.0.17401. I Slope/W beräknas säkerhetsfaktorer mot skred med jämviktsteorier i det vertikala planet.

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



PM GEOTEKNIK

6.8.2 Resultat

Resultat från stabilitetsberäkningar redovisas i Bilaga 2. För en sammanställning av resultaten, se Tabell 6-3.

Tabell 6-3. Resultat från stabilitetsberäkningar. Erforderlig säkerhetsfaktor är angiven inom parentes.

Lastfall		Sidnr, bilaga 1	F
Sektion A, befintliga förhållanden, totalsäkerhetsmetoden	Kombinerad analys	1	1,01 ($F_{\text{komb}} \geq 1,45$)
Sektion A, befintliga förhållanden, totalsäkerhetsmetoden	Odränerad analys	2	1,07 ($F_c \geq 1,65$)
Sektion A, befintliga förhållanden partialkoefficientmetoden	Kombinerad analys	3	0,72 ($F_{EN} \geq 1,10$)
Sektion A, befintliga förhållanden partialkoefficientmetoden	Odränerad analys	4	0,76 ($F_{EN} \geq 1,10$)
Sektion B, befintliga förhållanden, totalsäkerhetsmetoden (kort glidyta)	Kombinerad analys	5	0,79 ($F_{\text{komb}} \geq 1,45$)
Sektion B, befintliga förhållanden, totalsäkerhetsmetoden (lång glidyta)	Kombinerad analys	6	2,01 ($F_{\text{komb}} \geq 1,45$)
Sektion B, befintliga förhållanden, totalsäkerhetsmetoden (lång, plan glidyta)	Kombinerad analys	7	1,71 ($F_{\text{komb}} \geq 1,45$)
Sektion B, befintliga förhållanden, totalsäkerhetsmetoden (kort glidyta)	Odränerad analys	8	1,02 ($F_c \geq 1,65$)
Sektion B, befintliga förhållanden, totalsäkerhetsmetoden (lång glidyta)	Odränerad analys	9	2,12 ($F_c \geq 1,65$)
Sektion B, befintliga förhållanden, totalsäkerhetsmetoden (lång, plan glidyta)	Odränerad analys	10	1,52 ($F_c \geq 1,65$)
Sektion B, befintliga förhållanden, partialkoefficientmetoden (kort glidyta)	Kombinerad analys	11	0,66 ($F_{EN} \geq 1,10$)
Sektion B, befintliga förhållanden, partialkoefficientmetoden (lång glidyta)	Kombinerad analys	12	1,36 ($F_{EN} \geq 1,10$)
Sektion B, befintliga förhållanden, partialkoefficientmetoden (kort glidyta)	Odränerad analys	13	0,69 ($F_{EN} \geq 1,10$)
Sektion B, befintliga förhållanden, partialkoefficientmetoden (lång glidyta)	Odränerad analys	14	1,42 ($F_{EN} \geq 1,10$)
Sektion A, åtgärdsförslag och last 20 kPa	Kombinerad analys	15	1,10 ($F_{EN} \geq 1,10$)
Sektion A, åtgärdsförslag och last 20 kPa	Odränerad analys	16	1,14 ($F_{EN} \geq 1,10$)
Sektion B, åtgärdsförslag och last 20 kPa (lång glidyta)	Kombinerad analys	17	1,29 ($F_{EN} \geq 1,10$)
Sektion B, åtgärdsförslag och last 20 kPa (lång glidyta)	Odränerad analys	18	1,32 ($F_{EN} \geq 1,10$)
Sektion B, åtgärdsförslag och last 20 kPa (kort glidyta)	Kombinerad analys	19	1,14 ($F_{EN} \geq 1,10$)
Sektion B, åtgärdsförslag och last 20 kPa (kort glidyta)	Odränerad analys	20	1,24 ($F_{EN} \geq 1,10$)
Sektion B, åtgärdsförslag och last 20 kPa (lång, plan glidyta)	Kombinerad analys	21	1,45 ($F_{EN} \geq 1,10$)
Sektion B, åtgärdsförslag och last 20 kPa (lång, plan glidyta)	Odränerad analys	22	1,46 ($F_{EN} \geq 1,10$)

Enligt genomförda beräkningar är inte de befintliga stabilitetsförhållandena fullgoda hos slänten vid sektion A.



PM GEOTEKNIK

Befintliga stabilitetsförhållanden för sektion B är inte fullgoda för den nedre slänten i direkt anslutning till Lerälven (korta glidytor). Med avseende på långa glidytor vid sektion B är inte säkerheten mot skred fullgod för plana glidytor.

Stabilitetshöjande åtgärder såsom avschaktning, lättfyllning och anläggande av erosionsskydd kan ge en fullgod säkerhet mot skred och medge en tillskottslast på ca 10 kPa för eventuell uppfyllnad som kan komma att ske och 20 kPa (2-våningshus).

7 Slutsatser och rekommendationer

Stabilitetsförhållandena bedöms i dagsläget inte vara tillfredsställande inom planområdet. För byggnation inom det norra området (enligt planen ej prickat) behöver stabilitetshöjande åtgärder utföras.

Möjliga stabilitetshöjande åtgärder kan vara en kombination av avschaktning och återfyllning med lättfyllning samt anläggande av erosionsskydd. Erosionsskydd kan även behövas på motsatt sida av Lerälven (annan fastighet). Ingrepp som utförs i anslutning till vattendrag såsom avschaktningar och/eller anläggande av erosionsskydd är tillståndspliktiga och kräver prövning enligt miljöbalken.

Jorden inom planområdet är svagt sättningkänslig. Detta ska beaktas vid projektering av uppfyllnader, anläggande av VA-ledningar och vid sättningkänsliga anslutningar.

7.1 Grundläggningsförutsättningar, byggnader och anläggningar

Grundläggning av små, lätta och sättningståliga byggnader och anläggningar kan utföras med plattor på en packad fyllning efter urschaktning av organiska jordar.

Större (tyngre) byggnader inom området bör pågrundläggas.

I samband med detaljprojektering av planerad bebyggelse bör kompletterande geotekniska undersökningar utföras i läge för blivande byggnader för att i detalj bedöma slutligt grundläggningssätt och behov av grundförstärkning.

Jordprofilen inom planområdet utgörs av silt som är ett extremt tjälfarligt material och mycket erosionskänsligt. Detta ska beaktas vid projektering av grundläggning och dagvattenhantering.

Vid dimensionering av bl.a. överbyggnad ska materialtyp 5A och tjälfarlighetsklass 4 användas.

7.2 Schaktning

Schakt och fyllning ska alltid utföras med betryggande säkerhet mot ras och skred. Släntlutningen anpassas till jordens hållfasthet, grundvattenförhållanden och förekommande belastningar, se vidare Arbetsmiljöverket/Statens geotekniska instituts **handbok "Schakta säkert – säkerhet vid schaktning i jord"**.

Vid schaktning ska beaktas att jorden kan vara flytbenägen i vattenmättat tillstånd. Schaktning ska utföras så att jordens fasthet under grundläggningsnivån inte minskar. Terrasser av siltig jord eller lera försämras snabbt av vattentillskott varför frilagda terrasser skall skyddas kontinuerligt med fyllning. Åtgärder skall kontinuerligt vidtas så att vattensamlingar inte uppstår, tex. genom dikning, bombering, länshållning. Länshållning och tillfällig grundvattensänkning kan erfordras vid schaktning, beroende på schaktdjup och tidpunkt för utförandet. Grundvattnets trycknivå ska vid schakt



PM GEOTEKNIK

under grundvattennivån sänkas till minst 0,5 m under schaktbotten för att undvika problem med bl.a. hydraulisk bottenuppträckning och jorduppluckring i samband med schakt.

7.3 Markgasförhållanden

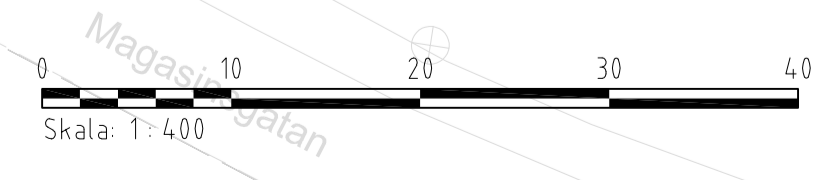
För att avgöra om/vilka radonåtgärder som behövs i framtida byggnader bör en radonmarkklassning göras inför byggnation.

RITNINGSBETECKNINGAR
SE SGFS BETECKNINGSSYSTEM

KOORDINATSYSTEM
PLAN SWEREF 991330
HÖJD RH 2000

RITNINGEN GÄLLER ENDAST GEOTEKNISK INFORMATION FRÅN UTFÖRDA
UNDERSÖKNINGAR

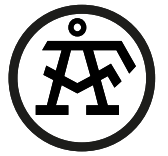
— UNGEFÄRLIG PLANOMRÅDESGRÄNS
- - - UNGEFÄRLIG ANVÄNDINGS- OCH
EGENSKAPSGRÄNS



BET	ÄNDRINGEN AVSER	DATUM	SIGN
SKÄGGEBERG 15:61 ÄNDRING AV DETALJPLAN			
 AF INFRASTRUCTURE www.afconsult.com			
UPPDRAG NR 766077	RITAD/KONSTR AV A-S ROSLUND	HANDLEGGARE A-S ROSLUND	
DATUM 2019-05-06	ANSVÄRIG A-S ROSLUND		
GEOTEKNISKA UNDERSÖKNINGAR PLAN STABILITETSBERÄKNINGAR			
SKALA 1:400 (A1)	NUMMER G31	BET	

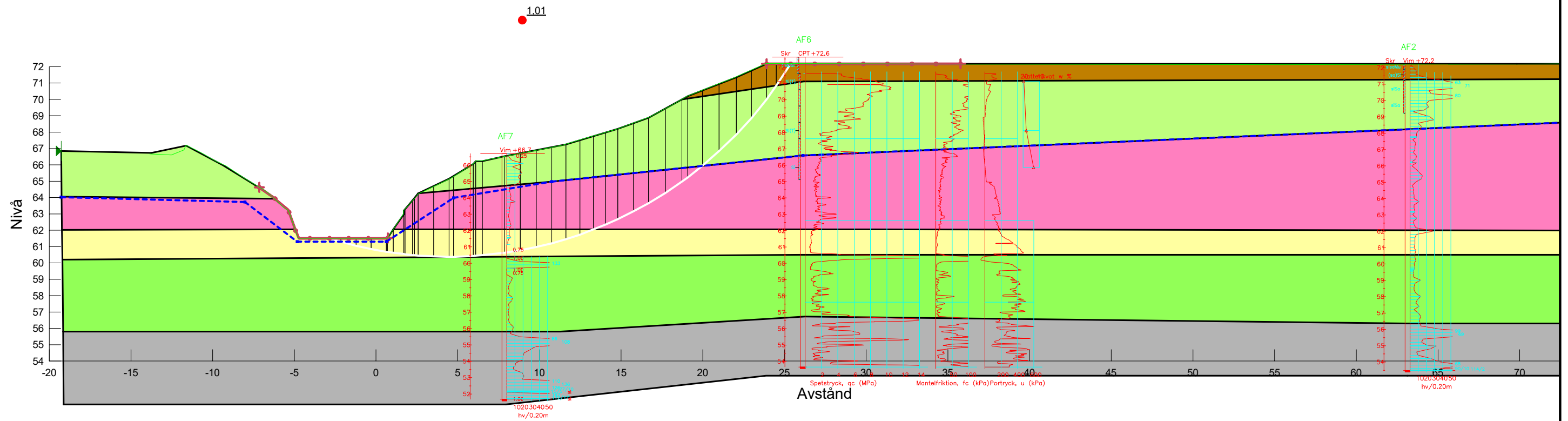
XREF: MODELPLAN_001
 MODELLOBJEKTA
 2019-05-06 16:14
 2019-05-06 16:51

PLO: 2019-05-10 13:13 W:766077 - LERANBACKEN GEOTEKNISK UNDERSÖKNING 940146 CAD/UTVEF/GBY STAB BERÄKNINGSDWG ROSLUND ANV-SUFE



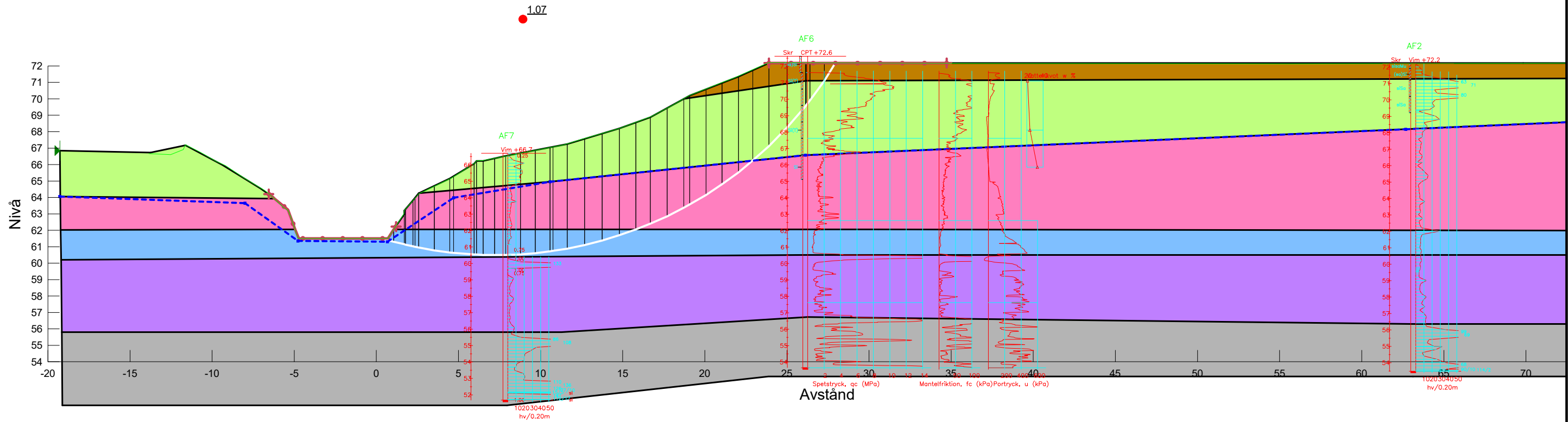
BILAGA 2, *Stabilitetsberäkningar, Slope-W*

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)	Constant Unit Wt. Above Water Table (kN/m³)	Piezometric Line
Grey	Fast friktionsjord	Mohr-Coulomb	19	0	35						1
Brown	Mulljord	Mohr-Coulomb	18	0	30					18	1
Light Green	saSi/siT	Mohr-Coulomb	19	0	32					17	1
Pink	Si	Mohr-Coulomb	19	0	30						1
Yellow	siLe komb	Combined, S=f(depth)	17		30	2	0	20	0		1
Green	siLe/leSi komb	Combined, S=f(depth)	19		32	3	0,33	30	3,3		1



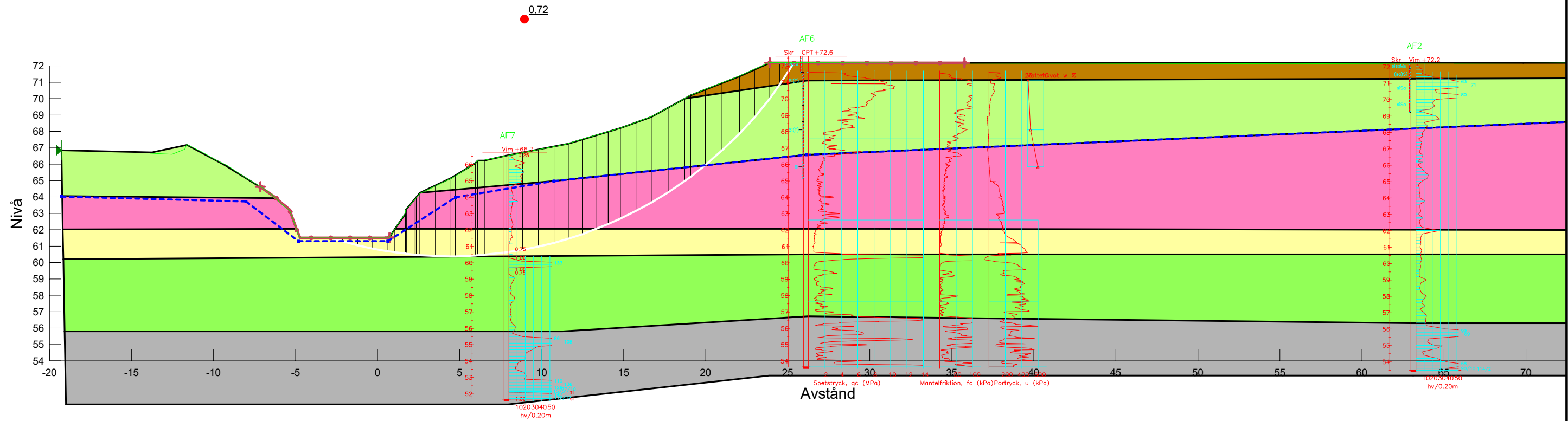
Sektion A bef. kombinerad
Bef_total_sektion A.gsz
2019-05-08
1:250

Color	Name	Model	Unit Weight (kN/m³)	C-Top of Layer (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m²)/m)	Cohesion' (kPa)	Phi' (°)	Constant Unit Wt. Above Water Table (kN/m³)	Piezometric Line
Grey	Fast friktionsjord	Mohr-Coulomb	19			0	35		1
Brown	Mulljord	Mohr-Coulomb	18			0	30	18	1
Light Green	saSi/siT	Mohr-Coulomb	19			0	32	17	1
Pink	Si	Mohr-Coulomb	19			0	30		1
Blue	siLe odrän	S=f(depth)	17	20	0				1
Purple	siLe/leSi odrän	S=f(depth)	19	30	3,3				1



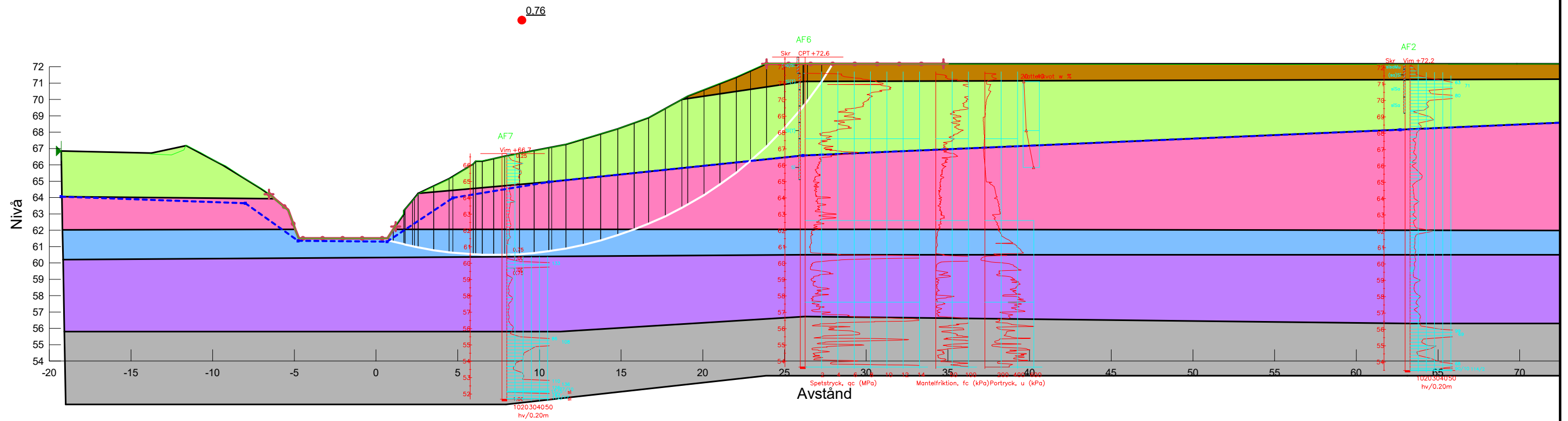
Sektion A bef. odränerad
Bef_total_sektion A.gsz
2019-05-08
1:250

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)	Constant Unit Wt. Above Water Table (kN/m³)
Grey	Fast friktionsjord	Mohr-Coulomb	19	0	27					
Brown	Mulljord	Mohr-Coulomb	18	0	23,95					18
Light Green	saSi/siT	Mohr-Coulomb	19	0	25,7					17
Pink	Si	Mohr-Coulomb	19	0	23,95					
Yellow	siLe komb	Combined, S=f(depth)	17		23,95	1,54	0	12,7	0	
Light Green	siLe/leSi komb	Combined, S=f(depth)	19		25,7	2,3	0,25	19	2,1	



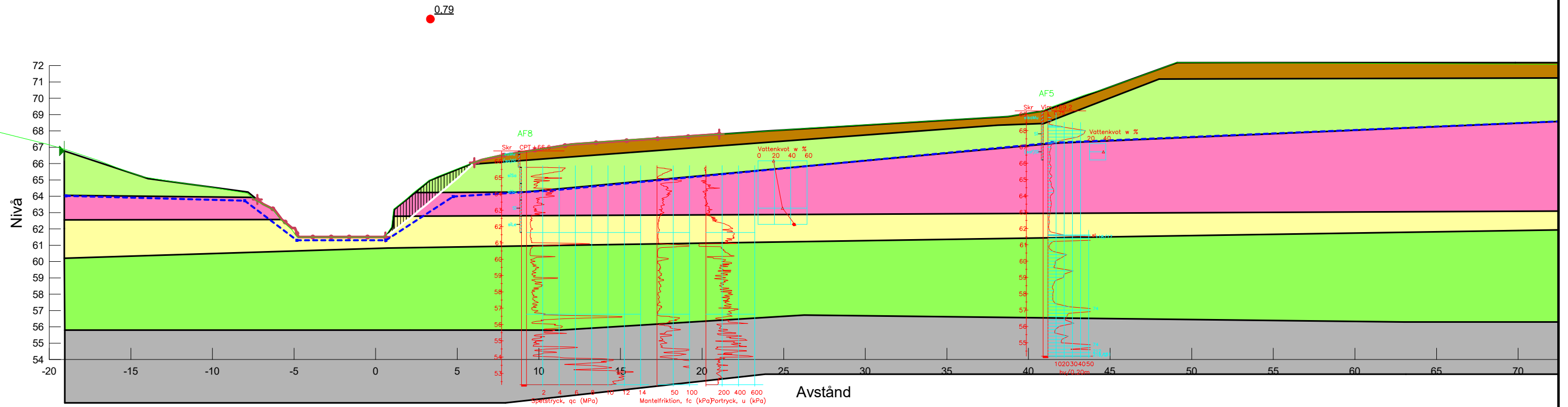
Sektion A bef. kombinerad
Bef. partial_sektion A.gsz
2019-05-08
1:250

Color	Name	Model	Unit Weight (kN/m ³)	C-Top of Layer (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m ²)/m)	Cohesion' (kPa)	Phi' (°)	Constant Unit Wt. Above Water Table (kN/m ³)
Grey	Fast friktionsjord	Mohr-Coulomb	19			0	27	
Brown	Mulljord	Mohr-Coulomb	18			0	23,95	18
Light Green	saSi/siT	Mohr-Coulomb	19			0	25,7	17
Pink	Si	Mohr-Coulomb	19			0	23,95	
Blue	siLe odrän	S=f(depth)	17	12,7	0			
Purple	siLe/leSi odrän	S=f(depth)	19	19	2,1			



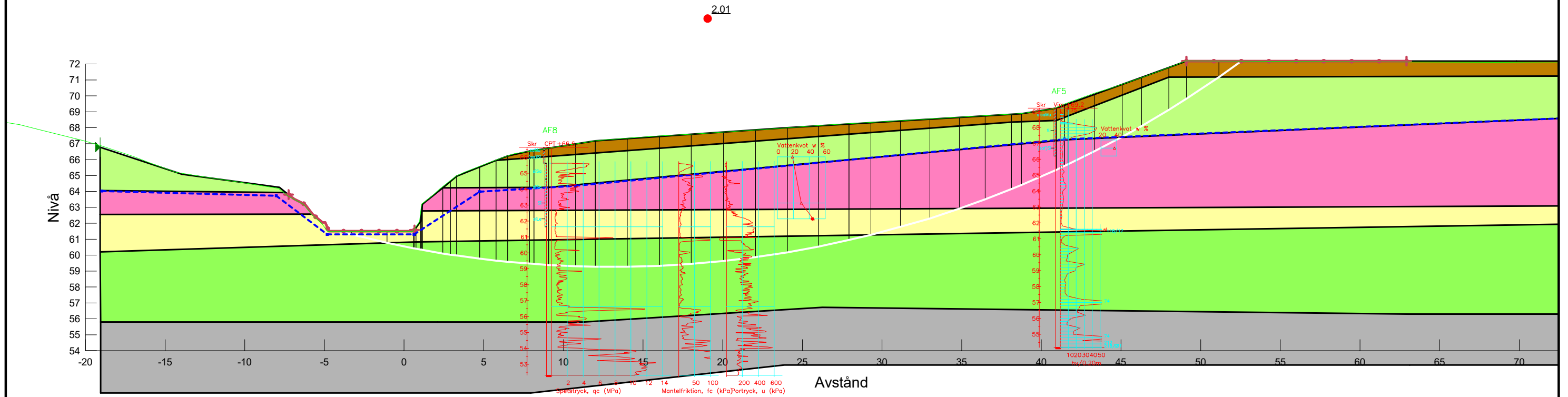
Sektion A bef. odränerad
Bef. partial_sektion A.gsz
2019-05-08
1:250

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)	Constant Unit Wt. Above Water Table (kN/m³)
Grey	Fast friktionsjord	Mohr-Coulomb	19	0	35					
Brown	Mulljord	Mohr-Coulomb	18	0	30					18
Light Green	saSi/siT	Mohr-Coulomb	19	0	32					17
Pink	Si	Mohr-Coulomb	19	0	30					
Yellow	siLe komb	Combined, S=f(depth)	17		30	2	0	20	0	
Light Green	siLe/leSi komb	Combined, S=f(depth)	19		32	3	0,33	30	3,3	



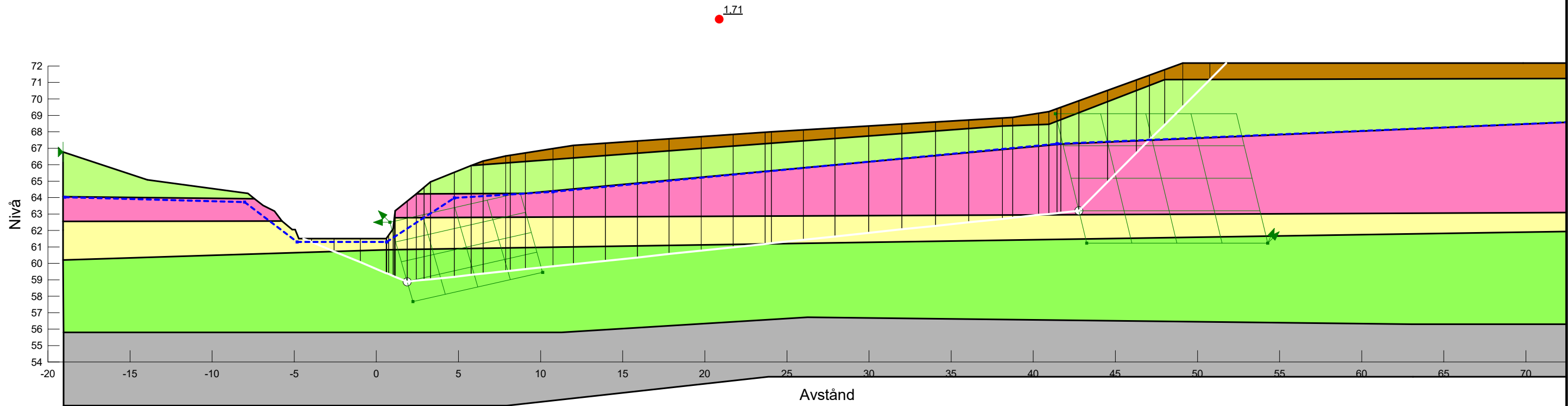
Sektion B bef. kombinerad kort glidyta
 Bef. total_sektion B.gsz
 2019-05-08 1:250

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)	Constant Unit Wt. Above Water Table (kN/m³)
Grey	Fast friktionsjord	Mohr-Coulomb	19	0	35					
Brown	Mulljord	Mohr-Coulomb	18	0	30					18
Light Green	saSi/siT	Mohr-Coulomb	19	0	32					17
Pink	Si	Mohr-Coulomb	19	0	30					
Yellow	siLe komb	Combined, S=f(depth)	17		30	2	0	20	0	
Light Green	siLe/leSi komb	Combined, S=f(depth)	19		32	3	0,33	30	3,3	



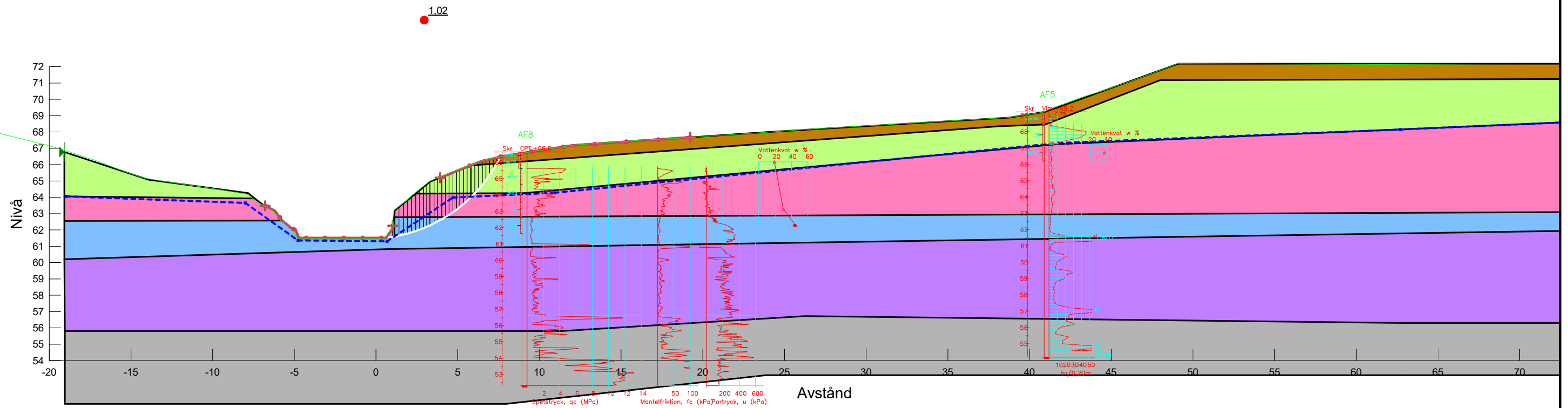
Sektion B bef. kombinerad lång glidyta	
Bef. total_sektion B.gsz	
2019-05-08	1:250

Color	Name	Model	Unit Weight (kN/m ³)	Cohesion' (kPa)	Phi' (°)	C-Top of Layer (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m ²)/m)	Cu-Top of Layer (kPa)	Cu-Rate of Change ((kN/m ²)/m)	Constant Unit Wt. Above Water Table (kN/m ³)
Grey	Fast friktionsjord	Mohr-Coulomb	19	0	35					
Brown	Mulljord	Mohr-Coulomb	18	0	30					18
Light Green	saSi/siT	Mohr-Coulomb	19	0	32					17
Pink	Si	Mohr-Coulomb	19	0	30					
Yellow	siLe komb	Combined, S=f(depth)	17		30	2	0	20	0	
Light Green	siLe/leSi komb	Combined, S=f(depth)	19		32	3	0,33	30	3,3	



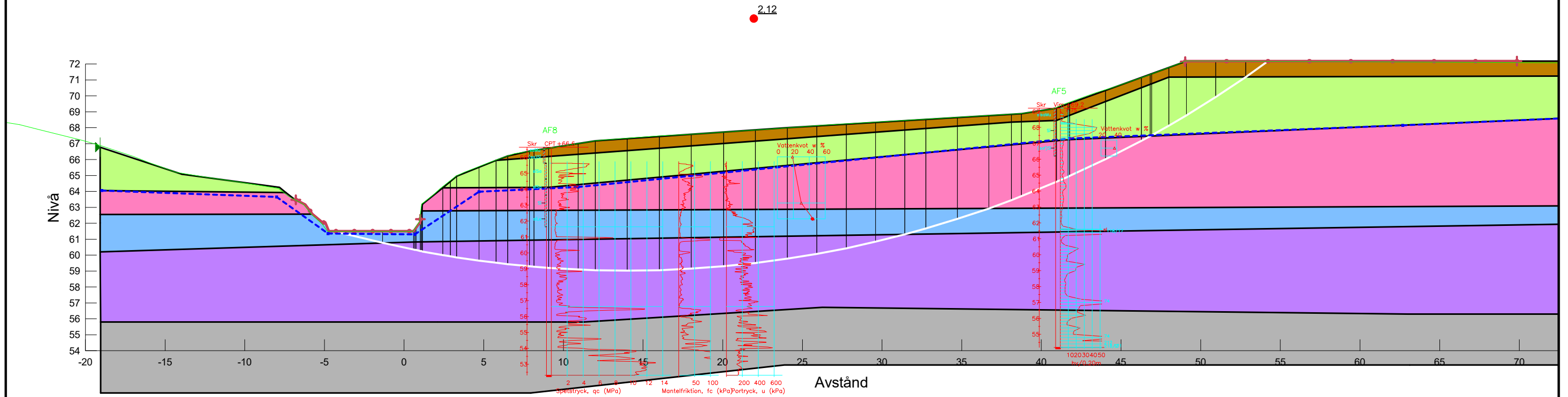
Sektion B bef. kombinerad lång glidyta plan	
Bef. total_sektion B.gsz	
2019-05-11	1:250

Color	Name	Model	Unit Weight (kN/m³)	C-Top of Layer (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m²)/m)	Cohesion' (kPa)	Phi' (°)	Constant Unit Wt. Above Water Table (kN/m³)
Grey	Fast friktionsjord	Mohr-Coulomb	19			0	35	
Brown	Mulljord	Mohr-Coulomb	18			0	30	18
Light Green	saSi/siT	Mohr-Coulomb	19			0	32	17
Pink	Si	Mohr-Coulomb	19			0	30	
Blue	siLe odrän	S=f(depth)	17	20	0			
Purple	siLe/leSi odrän	S=f(depth)	19	30	3,3			



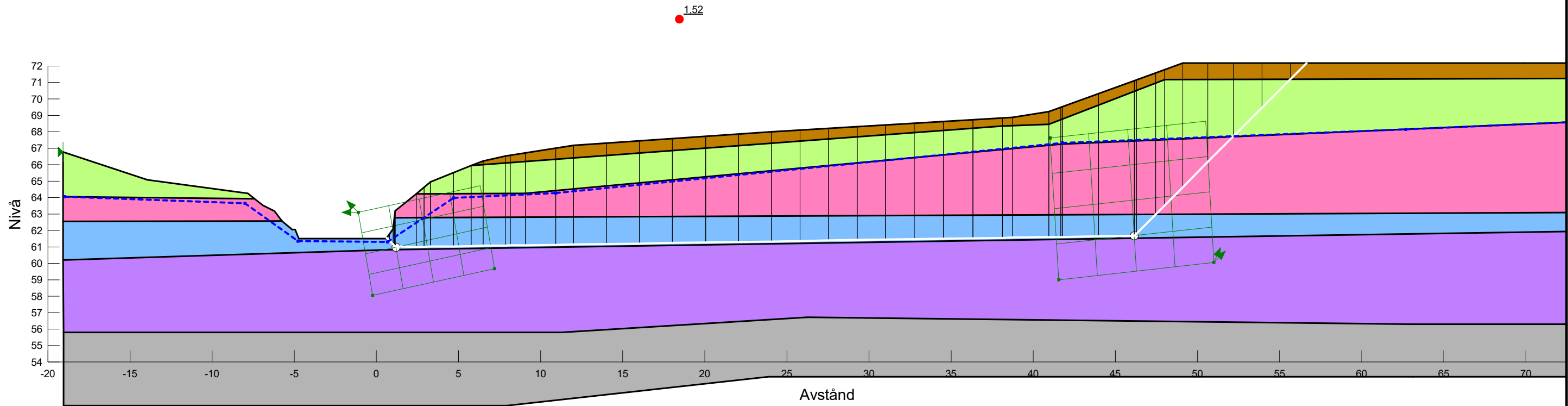
Sektion B bef. odränerad kort glidyta	
Bef. total_sektion B.gsz	
2019-05-08	1:250

Color	Name	Model	Unit Weight (kN/m³)	C-Top of Layer (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m²)/m)	Cohesion' (kPa)	Phi' (°)	Constant Unit Wt. Above Water Table (kN/m³)
Grey	Fast friktionsjord	Mohr-Coulomb	19			0	35	
Brown	Mulljord	Mohr-Coulomb	18			0	30	18
Light Green	saSi/siT	Mohr-Coulomb	19			0	32	17
Pink	Si	Mohr-Coulomb	19			0	30	
Blue	siLe odrän	S=f(depth)	17	20	0			
Purple	siLe/leSi odrän	S=f(depth)	19	30	3,3			



Sektion B bef. odränerad lång glidyta	
Bef. total_sektion B.gsz	
2019-05-08	1:250

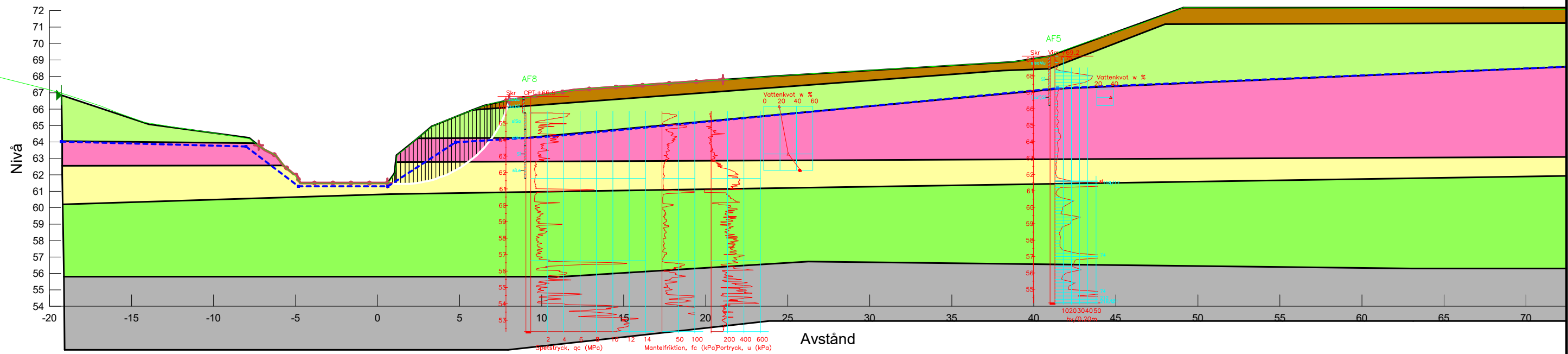
Color	Name	Model	Unit Weight (kN/m ³)	C-Top of Layer (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m ²)/m)	Cohesion' (kPa)	Phi' (°)	Constant Unit Wt. Above Water Table (kN/m ³)
Grey	Fast friktionsjord	Mohr-Coulomb	19			0	35	
Brown	Mulljord	Mohr-Coulomb	18			0	30	18
Light Green	saSi/siT	Mohr-Coulomb	19			0	32	17
Pink	Si	Mohr-Coulomb	19			0	30	
Blue	siLe odrän	S=f(depth)	17	20	0			
Purple	siLe/leSi odrän	S=f(depth)	19	30	3,3			



Sektion B bef. odränerad lång glidyta plan	
Bef. total_sektion B.gsz	
2019-05-11	1:250

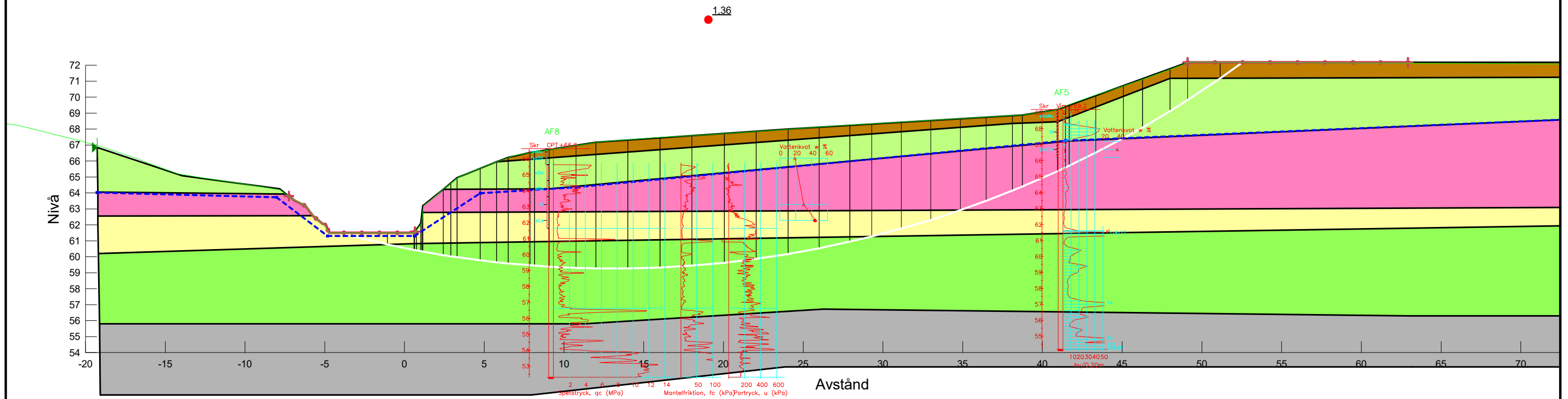
Color	Name	Model	Unit Weight (kN/m³)	Cohesion' (kPa)	Phi' (°)	C-Top of Layer (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m²)/m)	Cu-Top of Layer (kPa)	Cu-Rate of Change ((kN/m²)/m)	Constant Unit Wt. Above Water Table (kN/m³)
Grey	Fast friktionsjord	Mohr-Coulomb	19	0	27					
Brown	Mulljord	Mohr-Coulomb	18	0	23,95					18
Light Green	saSi/siT	Mohr-Coulomb	19	0	25,7					17
Pink	Si	Mohr-Coulomb	19	0	23,95					
Yellow	siLe komb	Combined, S=f(depth)	17		23,95	1,54	0	12,7	0	
Light Green	siLe/leSi komb	Combined, S=f(depth)	19		25,7	2,3	0,25	19	2,1	

0.66



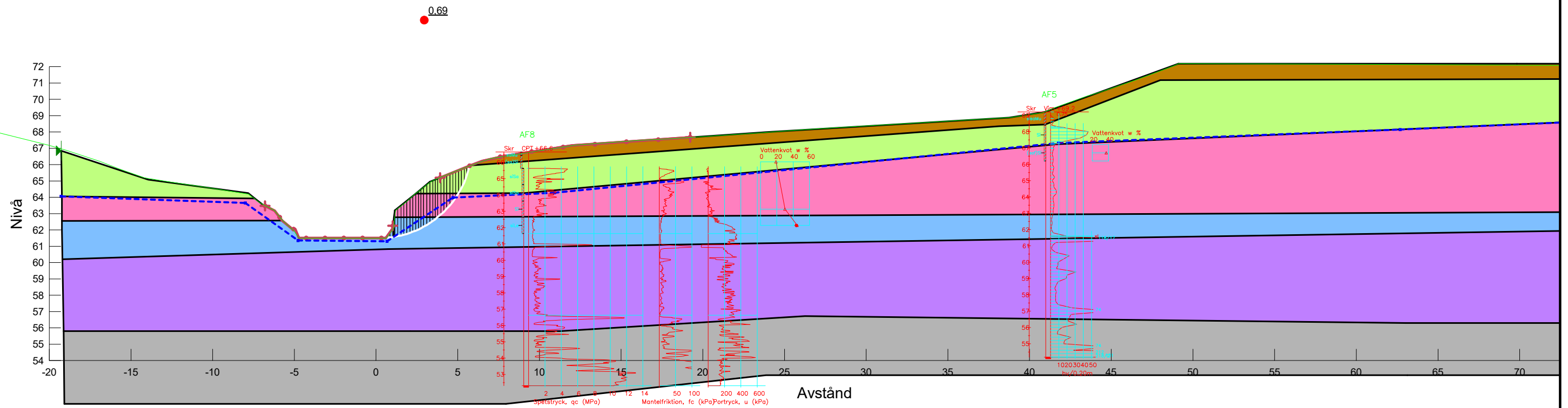
Sektion B bef. kombinerad kort glidyta	
Bef. partial_sektion B.gsz	
2019-05-08	1:250

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)	Constant Unit Wt. Above Water Table (kN/m³)
Grey	Fast friktionsjord	Mohr-Coulomb	19	0	27					
Brown	Mulljord	Mohr-Coulomb	18	0	23,95					18
Light Green	saSi/siT	Mohr-Coulomb	19	0	25,7					17
Pink	Si	Mohr-Coulomb	19	0	23,95					
Yellow	siLe komb	Combined, S=f(depth)	17		23,95	1,54	0	12,7	0	
Light Green	siLe/leSi komb	Combined, S=f(depth)	19		25,7	2,3	0,25	19	2,1	



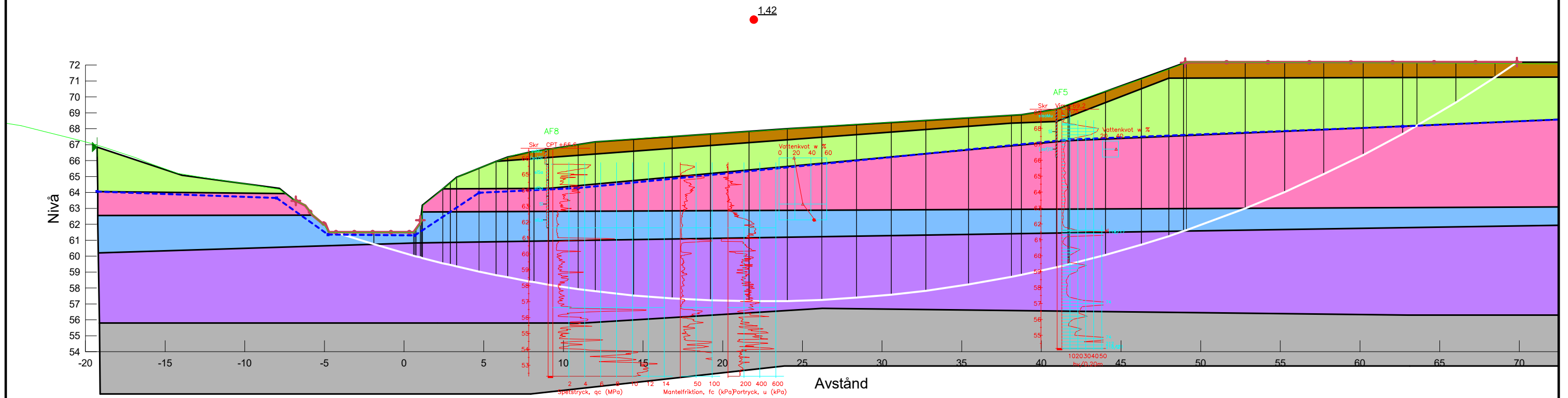
Sektion B bef. kombinerad lång glidyta
 Bef. partial_sektion B.gsz
 2019-05-08 1:250

Color	Name	Model	Unit Weight (kN/m³)	C-Top of Layer (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m²)/m)	Cohesion' (kPa)	Phi' (°)	Constant Unit Wt. Above Water Table (kN/m³)
Grey	Fast friktionsjord	Mohr-Coulomb	19			0	27	
Brown	Mulljord	Mohr-Coulomb	18			0	23,95	18
Light Green	saSi/siT	Mohr-Coulomb	19			0	25,7	17
Pink	Si	Mohr-Coulomb	19			0	23,95	
Blue	siLe odrän	S=f(depth)	17	12,7	0			
Purple	siLe/leSi odrän	S=f(depth)	19	19	2,1			



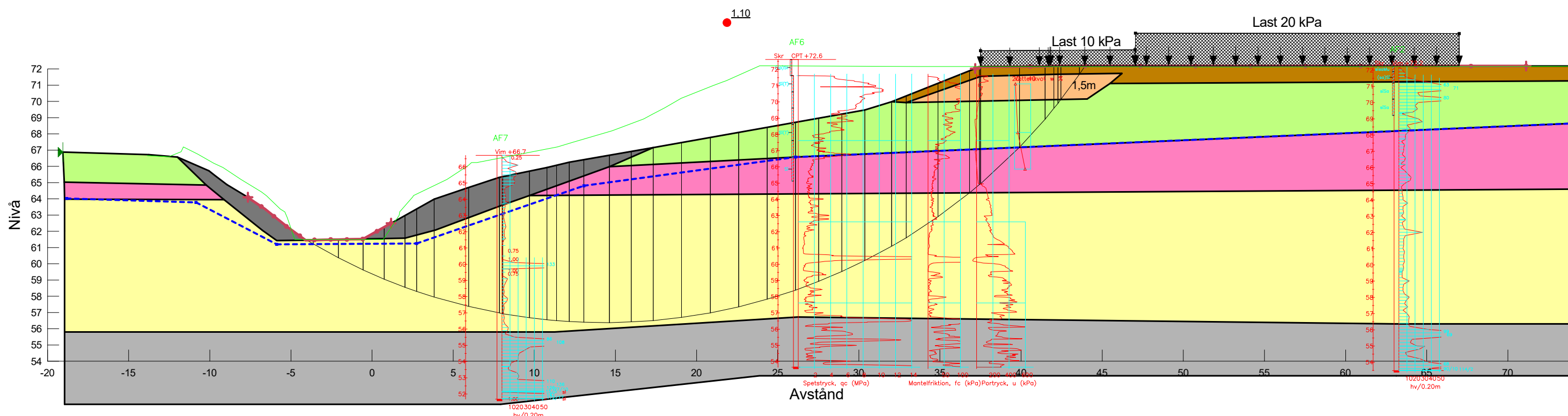
Sektion B bef. odränerad kort glidyta
 Bef. partial_sektion B.gsz
 2019-05-08 1:250

Color	Name	Model	Unit Weight (kN/m³)	C-Top of Layer (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m²)/m)	Cohesion' (kPa)	Phi' (°)	Constant Unit Wt. Above Water Table (kN/m³)
Grey	Fast friktionsjord	Mohr-Coulomb	19			0	27	
Brown	Mulljord	Mohr-Coulomb	18			0	23,95	18
Light Green	saSi/siT	Mohr-Coulomb	19			0	25,7	17
Pink	Si	Mohr-Coulomb	19			0	23,95	
Blue	siLe odrän	S=f(depth)	17	12,7	0			
Purple	siLe/leSi odrän	S=f(depth)	19	19	2,1			



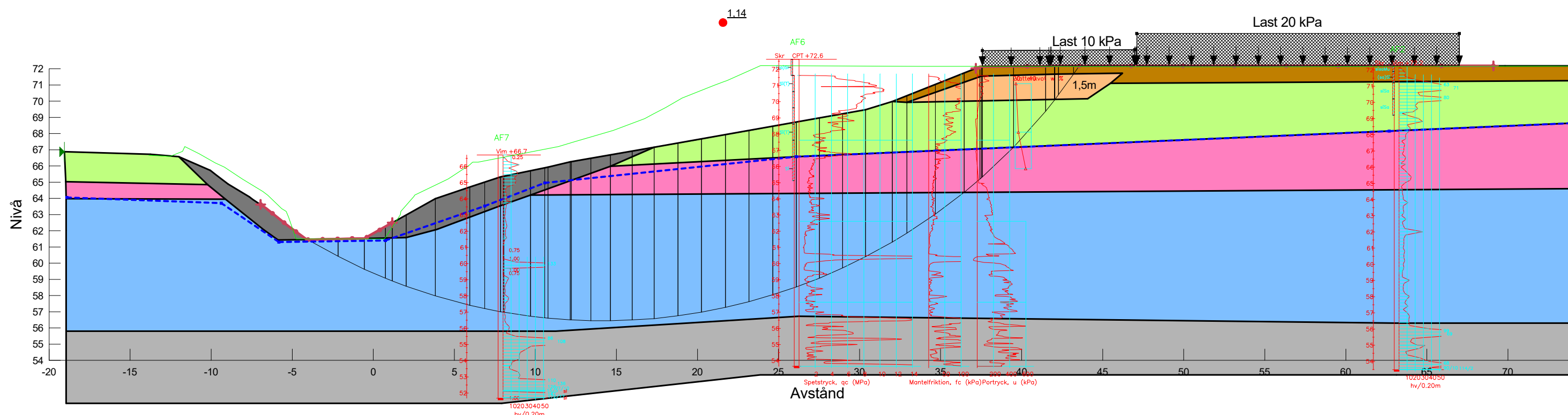
Sektion B bef. odränerad lång glidyta	
Bef. partial_sektion B.gsz	
2019-05-08	1:250

Color	Name	Model	Unit Weight (kN/m ³)	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)	Constant Unit Wt. Above Water Table (kN/m ³)
■	Erosionsskydd	Mohr-Coulomb	22	27					20
■	Fast friktionsjord	Mohr-Coulomb	19	27					
■	Lättyllning	Mohr-Coulomb	14,5	23,95					4,5
■	Mulljord	Mohr-Coulomb	18	23,95					18
■	saSi/siT	Mohr-Coulomb	19	25,7					17
■	Si	Mohr-Coulomb	19	23,95					
■	siLe komb	Combined, S=f(depth)	17	23,95	1,92	0,19	16,7	1,7	



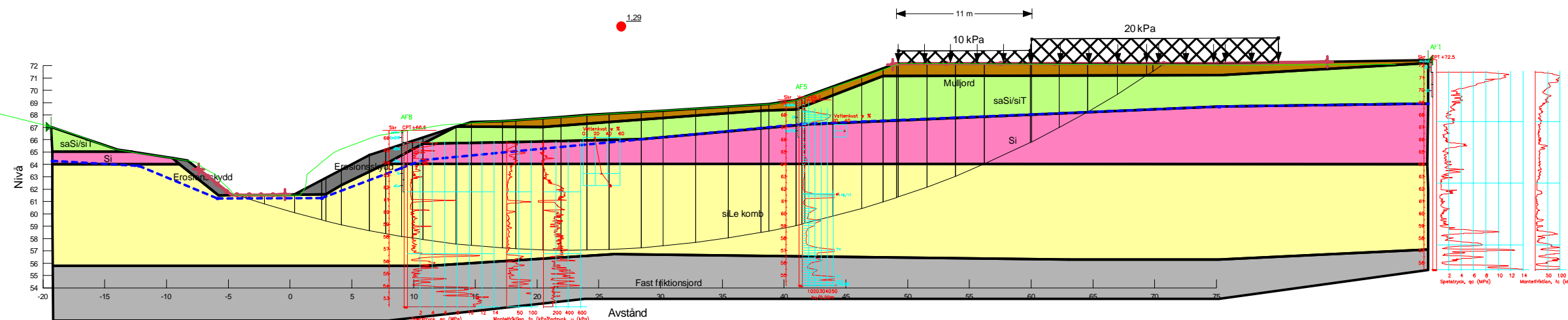
Sektion A kombinerad
191210_Åtgärdsförslag_sektion A_NY_16.gsz
2019-12-12 1:250

Color	Name	Model	Unit Weight (kN/m ³)	C-Top of Layer (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m ²)/m)	Phi' (°)	Constant Unit Wt. Above Water Table (kN/m ³)
■	Erosionsskydd	Mohr-Coulomb	22			27	20
■	Fast friktionsjord	Mohr-Coulomb	19			27	
■	Lättyllning	Mohr-Coulomb	14,5			23,95	4,5
■	Mulljord	Mohr-Coulomb	18			23,95	18
■	saSi/siT	Mohr-Coulomb	19			25,7	17
■	Si	Mohr-Coulomb	19			23,95	
■	siLe odrän	S=f(depth)	17	16,7	1,7		



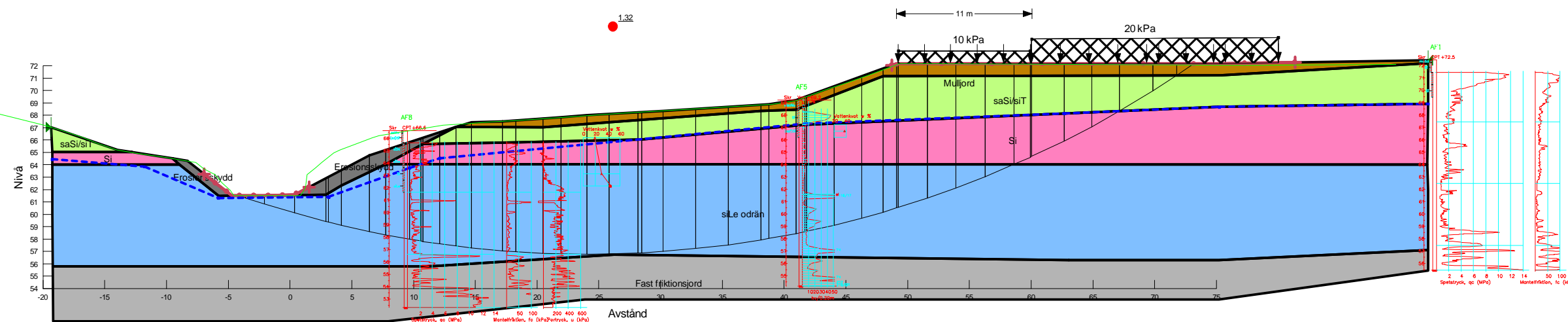
Sektion A odränerad
191210_Åtgärdsförslag_sektion A_NY_16.gsz
2019-12-12
1:250

Name	Model	Unit Weight (kN/m³)	Cohesion' (kPa)	Phi' (°)	Constant Unit Wt. Above Water Table (kN/m³)	C-Top of Layer (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m²)/m)	Cu-Top of Layer (kPa)	Cu-Rate of Change ((kN/m²)/m)
Mulljord	Mohr-Coulomb	18	0	23,95	18				
saSi/siT	Mohr-Coulomb	19	0	25,7	17				
Fast friktionsjord	Mohr-Coulomb	19	0	27					
siLe komb	Combined, S=f(depth)	17		23,95		1,92	0,19	16,7	1,7
Si	Mohr-Coulomb	19	0	23,95					
Erosionsskydd	Mohr-Coulomb	22	0	27	20				



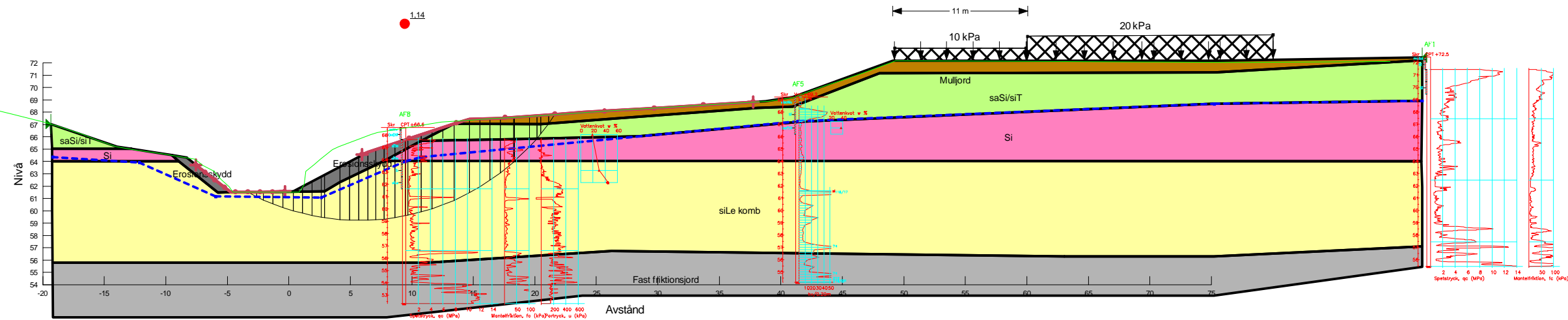
Sektion B kombinerad lång glidyta	
191210_åtgärdsförslag_sektion B.gsz	
2019-12-12	1:400

Name	Model	Unit Weight (kN/m³)	Cohesion (kPa)	Phi' (°)	Constant Unit Wt. Above Water Table (kN/m³)	C-Top of Layer (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m²)/m)	C-Maximum (kPa)
Mulljord	Mohr-Coulomb	18	0	23,95	18			
saSi/siT	Mohr-Coulomb	19	0	25,7	17			
Fast friktionsjord	Mohr-Coulomb	19	0	27				
siLe odrän	S=f(depth)	17				16,7	1,7	33,7
Si	Mohr-Coulomb	19	0	23,95				
Erosionsskydd	Mohr-Coulomb	22	0	27	20			



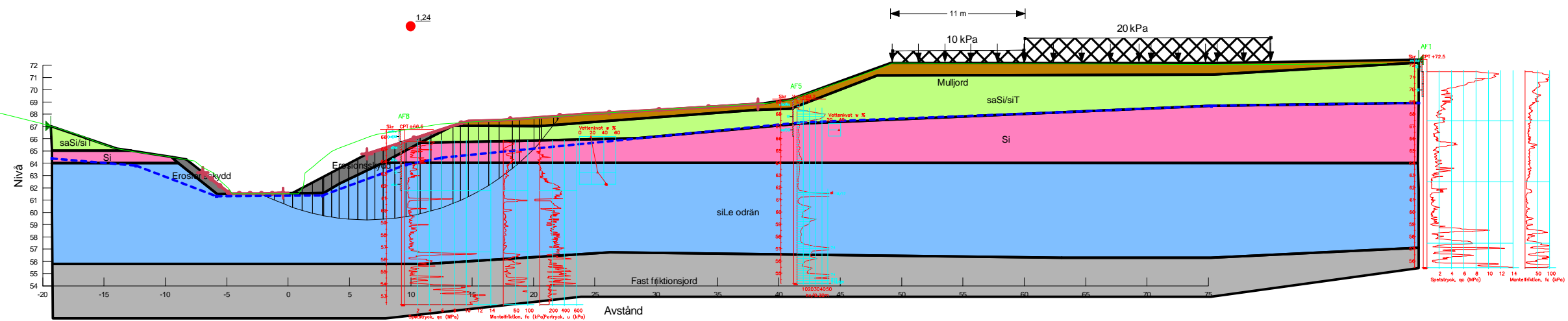
Sektion B odränerad lång glidyta	
191210_ätgårdsförslag_sektion B.gsz	
2019-12-12	1:400

Name	Model	Unit Weight (kN/m³)	Cohesion (kPa)	Phi' (°)	Constant Unit Wt. Above Water Table (kN/m³)	C-Top of Layer (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m²)/m)	Cu-Top of Layer (kPa)	Cu-Rate of Change ((kN/m²)/m)
Mulljord	Mohr-Coulomb	18	0	23,95	18				
saSi/siT	Mohr-Coulomb	19	0	25,7	17				
Fast friktionsjord	Mohr-Coulomb	19	0	27					
siLe komb	Combined, S=f(depth)	17		23,95		1,92	0,19	16,7	1,7
Si	Mohr-Coulomb	19	0	23,95					
Erosionsskydd	Mohr-Coulomb	22	0	27	20				



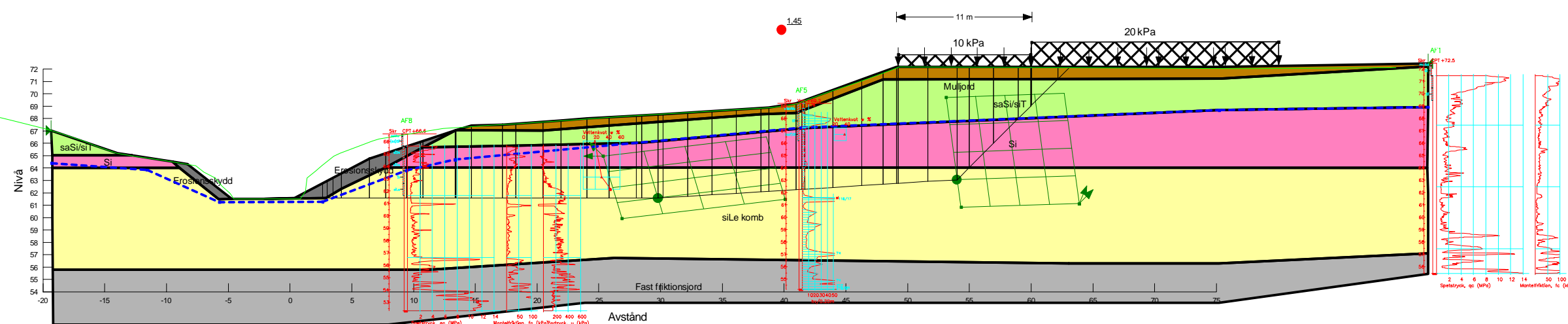
Sektion B kombinerad kort glidyta	
191210_åtgärdsförslag_sektion B.gsz	
2019-12-12	1:400

Name	Model	Unit Weight (kN/m³)	Cohesion (kPa)	Phi' (°)	Constant Unit Wt. Above Water Table (kN/m³)	C-Top of Layer (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m²)/m)	C-Maximum (kPa)
Mulljord	Mohr-Coulomb	18	0	23,95	18			
saSi/siT	Mohr-Coulomb	19	0	25,7	17			
Fast friktionsjord	Mohr-Coulomb	19	0	27				
siLe odrän	S=f(depth)	17				16,7	1,7	33,7
Si	Mohr-Coulomb	19	0	23,95				
Erosionsskydd	Mohr-Coulomb	22	0	27	20			



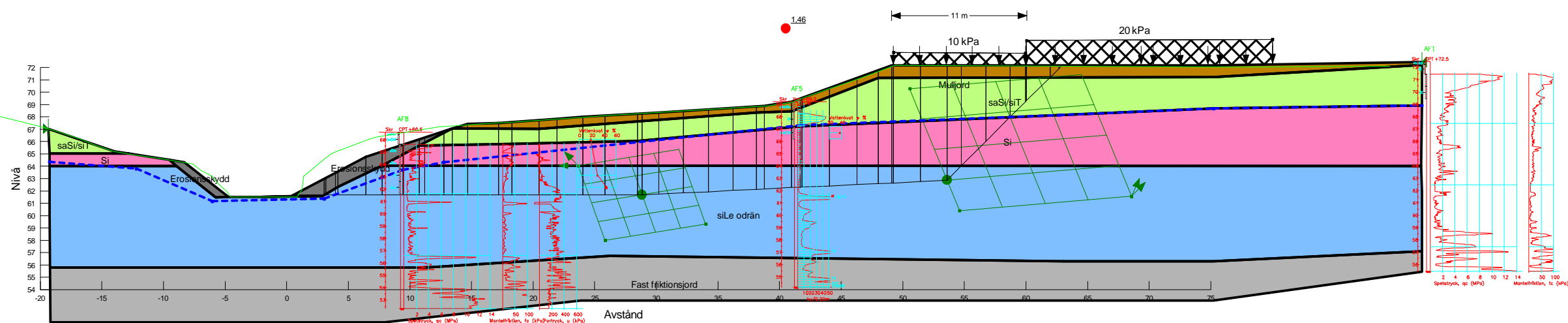
Sektion B odränerad kort glidyta	
191210_ätgårdsförslag_sektion B.gsz	
2019-12-12	1:400

Name	Model	Unit Weight (kN/m³)	Cohesion (kPa)	Phi' (°)	Constant Unit Wt. Above Water Table (kN/m³)	C-Top of Layer (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m²)/m)	Cu-Top of Layer (kPa)	Cu-Rate of Change ((kN/m²)/m)
Mulljord	Mohr-Coulomb	18	0	23,95	18				
saSi/siT	Mohr-Coulomb	19	0	25,7	17				
Fast friktionsjord	Mohr-Coulomb	19	0	27					
siLe komb	Combined, S=f(depth)	17		23,95		1,92	0,19	16,7	1,7
Si	Mohr-Coulomb	19	0	23,95					
Erosionsskydd	Mohr-Coulomb	22	0	27	20				



Sektion B kombinerad lång glidyta plan
191210_åtgärdsförslag_sektion B.gsz
2019-12-12
1:400

Name	Model	Unit Weight (kN/m³)	Cohesion (kPa)	Phi' (°)	Constant Unit Wt. Above Water Table (kN/m³)	C-Top of Layer (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m²)/m)	C-Maximum (kPa)
Mulljord	Mohr-Coulomb	18	0	23,95	18			
saSi/siT	Mohr-Coulomb	19	0	25,7	17			
Fast friktionsjord	Mohr-Coulomb	19	0	27				
siLe odrän	S=f(depth)	17				16,7	1,7	33,7
Si	Mohr-Coulomb	19	0	23,95				
Erosionsskydd	Mohr-Coulomb	22	0	27	20			



Sektion B odränerad lång glidyta plan	
191210_ätgårdsförslag_sektion B.gsz	
2019-12-12	1:400