ALJU Fastighets AB
Geoteknisk utredning för Kyrkenorum 6:1, Stenungsund

PM Geoteknik

PM Geoteknik

Uppdragsledare
Kim Plath
Telefon
+46 10 505 04 56
Mobiltelefon
+46 720 85 27 22
E-mail
Kim.plath@afry.com

Datum
13/04/2022
G.nr
G22019

Uppdragsnummer
214768
Beställare
ALJU Fastighets AB

Geoteknisk utredning för Kyrkenorum 6:1, Stenungsund

Upprättad av
Kim Plath

Granskad av
Mikael Isaksson

Innehållsförteckning

1 Objekt 4

2 Syfte 4

3 Styrande dokument 4

4 Underlag för projektering 5
4.1 Planerad aktivitet 5
4.2 Utförda undersökningar 6

5 Befintliga förhållanden 6
5.1 Befintliga byggnader och anläggningar 6
5.2 Topografiska förhållanden 6
5.3 Ytbeskaffenhet 6
5.4 Geotekniska förhållanden 7
5.4.1 Jorddjup och jordlagerföljd 7
5.4.2 Jordegenskaper 7
5.5 Hydrogeologiska förhållanden 7
5.6 Sättningsförhållanden 8
5.7 Stabilitetsförhållanden 8

6 Detaljerad stabilitetsutredning 9
6.1 Allmänt 9
6.2 Geometri 9
6.3 Beräkningssektion 10
6.4 Materialegenskaper 10
6.5 Vattenstånd och portryck 12
6.6 Laster 12
6.7 Val av erforderliga säkerhetsfaktorer 12
6.8 Resultat 12

7 Slutsats och rekommendation 13
7.1 Befintliga förhållanden 13
7.2 Planerade förhållanden 13
7.3 Schaktningsarbeten 14
7.4 Grundläggning 14
7.5 Omgivningspåverkan 14

Bilagor

Bilaga 1 - Stabilitetsberäkning ..... 11 sidor

Sammanfattning

Stabilitetsförhållandena för den södra delen av aktuellt planområde inom fastigheten Kyrkenorum 6:1 har nu klarlagts. Jorddjupet uppgår till som mest ca 10 m och inga lösa jordlager har påträffats. Utifrån den detaljerade stabilitetsutredning som utförts bedöms stabilitetsförhållandena vara tillfredsställande både för befintliga och planerade förhållanden. Stabiliteten inom angränsande fastigheter bedöms inte påverkas av planförslaget och inte heller av den dagvattendamm som planeras öster om planområdet.

1 Objekt

På uppdrag av ALJU Fastighets AB, via Rådhuset Arkitekter AB, har AFRY utfört geotekniska undersökningar inom fastigheterna Kyrkenorum 6:1 och Gategård 3:13 som är belägna inom den södra delen av Stenungsund, Bohuslän. Berörda fastigheter är belägna ca 2,5 km sydost om Stenungsunds centrala delar, se Figur 1.1.

Figur 1.1. Flygbild som redovisar ungefärliga gränser för det föreslagna planområdet i rött, inom fastigheten Kyrkenorum 6:1. I öster finns den mindre fastigheten Gategård 3:13 inom vilken undersökningar också utförts och där en ny dagvattendamm planeras. (Editerad bildkälla: Lantmäteriet.)

2 Syfte

Föreliggande geotekniska utredning har utförts i syfte att utreda markförhållandena och beskriva områdets geotekniska förutsättningar inför ny detaljplan på fastigheten Kyrkenorum 6:1. Fokus har varit stabiliteten i områdets södra del.

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 2019:1, EKS 11	Boverkets föreskrifter om ändring i verkets föreskrifter och allmänna råd (2011:10) om tillämpning av europeiska konstruktionsstandarder (eurokoder).

TRVFS 2011:12	Trafikverkets föreskrifter om ändring i Vägverkets föreskrifter (VVFS 2004:43) om tillämpningen av europeiska beräkningsstandarder.

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 7:2008	Tillämpningsdokument Plattgrundläggning, SGF
IEG Rapport 8:2008	Tillämpningsdokument Pålgrundläggning, SGF
IEG Rapport 2:2009, Rev. 1	Tillämpningsdokument Stödkonstruktioner, SGF
IEG Rapport 4:2010	Tillståndsbedömning/klassificering av naturliga slänter och slänter med befintlig bebyggelse och anläggningar, SGF

4 Underlag för projektering

4.1 Planerad aktivitet

Inom fastigheten planeras nya bostäder med tillhörande tomtmark och lokalgata. Inom den angränsande fastigheten Gategård 3:13 planeras en ny dagvattendamm. Utklipp från illustrationskarta redovisas i Figur 4.1.

Figur 4.1. Utklipp från illustrationskarta daterad (Rådhuset Arkitekter AB, 210830 rev 211203).

4.2 Utförda undersökningar

AFRY har utfört geotekniska undersökningar under mars 2022. Resultat av utförda undersökningar redovisas i separat handling ”Markteknisk undersökningsrapport, Geoteknik, (MUR/Geo)”, med samma datum och uppdragsnummer som denna PM.

Tidigare utförda undersökningar och utredningar listas nedan:

- *DP Kyrkenorum 6:1*. Utlåtande Geoteknik. Upprättad av Norconsult AB. Daterad 2021-02-04.

- *Hallerna etapp II, Detaljplan*. Geoteknisk undersökning, anvisningar för planen. Upprättad av GF konsult AB. Daterad 1991-05-30. Ref 21507 362 230.

- *Hallerna etapp II, Detaljplan*. Geoteknisk undersökning, Fält- och laboratorieresultat. Upprättad av GF konsult AB. Daterad 1991-05-29. Ref 21507 362 230.

- *Hallerna etapp II, Detaljplan*. Geoteknisk utredning: kompletterande PM avseende risken för bergras och blocknedfall. Upprättad av GF konsult AB. Daterad 2004-03-12. Ref 215 550 04.

5 Befintliga förhållanden

5.1 Befintliga byggnader och anläggningar

Centralt inom planområdet finns en jordkällare och rester från en stenmur. Lägre stenmurar löper också längs med planområdets östra gräns, samt bort från planområdet längs med norra utkanten av Gategård 3:13 och vidare.

Mellan gläntan och Modistvägen i sydväst är planerad lokalgata, se Figur 4.1, påbörjad med utlagt krossmaterial.

Utanför planområdet, i öster, finns en brunn/kulvert i sluttens övre del från vilken vatten avleds. Vattenflödet var vid platsbesök i mars 2022 långsamt och vattendjupet endast enstaka centimeter.

5.2 Topografiska förhållanden

Markytan är relativt plan strax sydväst om planområdet, med nivåer kring +55. I de norra delarna förekommer berg i dagen med nivåer uppemot ca +67. Områdets södra del utgör en övre del av en sluttning som fortsätter ner mot Hallernaleden längre österut. Markytan har en lutning på ca 1:7 och en nivå på som lägst ca +49 i utkanten av planområdet.

5.3 Ytbeskaffenhet

Undersökningsområdet utgörs av ett naturområde. Den plana ytan består av en gräsbeklädd glänta omgärdad av ett mindre skogsparti närmast sluttningen i öster och fastmark med berg i dagen i norr. Längre ner i sluttningen övergår gräset i sly.

5.4 Geotekniska förhållanden

5.4.1 Jorddjup och jordlagerföljd

Marken inom detaljplaneområdets norra del utgörs huvudsakligen av berg i dagen/tunt jordtäcke ovan berg. Enligt nu utförda undersökningar utgörs den generella jordprofilen inom områdets södra del från markytan i huvudsak av:

Sandig mulljord	på ca 0,0 - 0,2 m djup
Sand	på ca 0,2 - 1,5 m djup
Torrskorpelera/Torrskorpesilt	på ca 1,5 – 2,0 m djup
Lera/Silt/Sand	på >2 m djup.

Bergytans läge är ca **3–10 m** under markytan i utförda borrpunkter inom planområdet varav ca 7 m i den borrpunkt som utfördes i slänten inom den angränsande fastigheten i öster. Inga block påträffades i utförda jord-bergsonderingar.

Jordlagerföljden överensstämmer med resultatet från tidigare undersökningar (GF, 1991) som visar på ca 6 m och 11 m sand/siltig sand strax söder respektive sydväst om nu aktuellt planområde.

5.4.2 Jordegenskaper

Sanden närmast under mulljorden är brun/rödaktigt brun, delvis siltig och har en uppmätt vattenkvot på 6–16 %. Materialtyp är 2/3B och tjälfarlighetsklass 1/2.

Torrskorpeleran/Torrskorpesilten under sanden är brun/grå och lerig/siltig. Uppmätt vattenkvot är 19–23 %. Materialtyp är 5A och tjälfarlighetsklass 4.

Jorden under torrskorpan utgörs av **lera/sand/silt** som förekommer i varierande proportioner och skikt/lager. Uppmätt vattenkvot är 7–23 % ner till 3 m djup. Materialtyp är 5A/2 och tjälfarlighetsklass 4/1.

Jorden bedöms även på större djup än 3 m bestå av en varierande sammansättning av lera, silt och sand där den dominerande fraktionen kan variera mot djupet och i plan. Av den anledningen har utvärdering av materialparametrar dels gjorts för indelning av jordarter enligt definitioner i programvaran CONRAD, som använts för utvärdering av CPT-sondering, dels för lera mot hela djupet. De olika utvärderingarna tjänar också som en känslighetsanalys vid utförda stabilitetsberäkningar, se avsnitt 6.

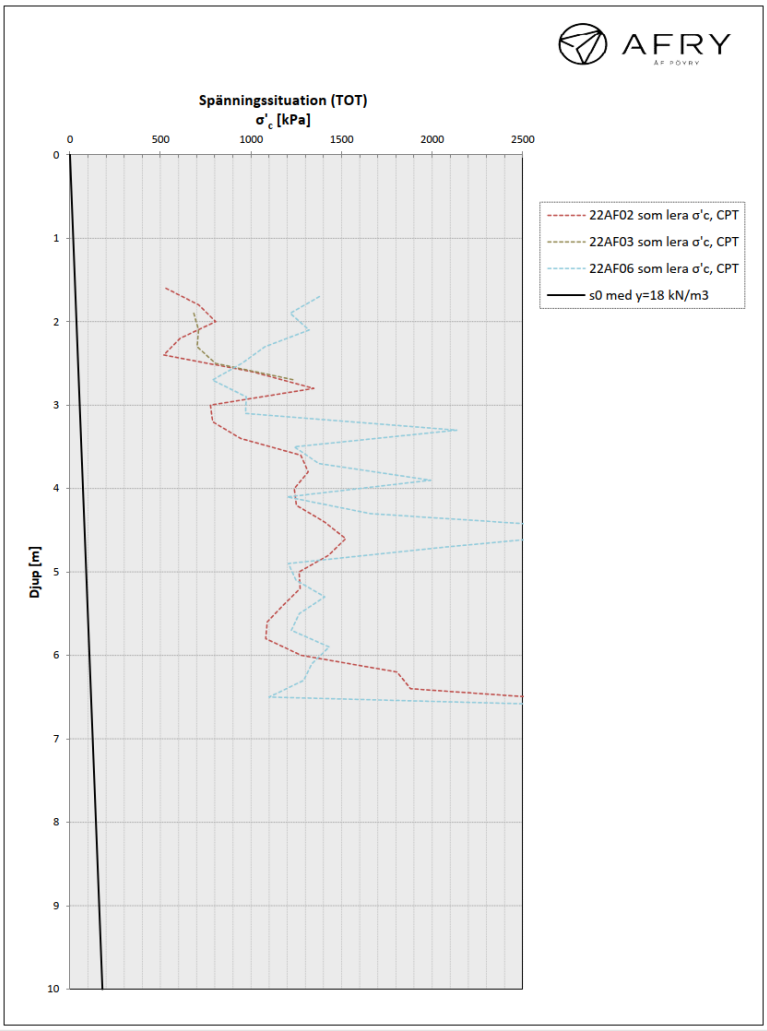
Utvärdering av materialparametrar redovisas i avsnitt 6.

5.5 Hydrogeologiska förhållanden

En fri grundvattenyta har ej påträffats vid skruvprovtagning ner till 3 m djup. Borrhålen har antingen varit torra eller rasat igen och därmed inte varit mätbara. Det är inte säkerställt om det finns olika akvifärer i området eller om ytvatten infiltrerar marken till ett undre magasin. Grundvattennivån bedöms variera beroende på årstid och nederbörd.

5.6 Sättningsförhållanden

Friktionsjorden och torrskorpan inom området bedöms inte vara sättningskänslig. Vid utvärdering av jordprofilen som lera i programvaran Conrad erhålls empiriskt härledda förkonsolideringstryck på >500 kPa, vilket oberoende av grundvattenytans läge tyder på en stark överkonsolidering mot hela djupet. Eventuella lerlager bedöms därmed inte heller vara sättningskänsliga. Spänningsdiagram redovisas i Figur 5.1 med en antagen effektiv- och totalspänning på 180 kPa på 10 m djup (torrt material med y=18 kN/m^3).



Figur 5.1. Spänningsdiagram.

Sättningar till följd av aktuella laster bedöms utifrån ett överslag uppgå till en storleksordning på några enstaka centimeter. Eventuella sättningar bedöms uppkomma momentant varför de kan hanteras under byggskedet.

5.7 Stabilitetsförhållanden

Stabilitetsförhållandena har i en tidigare utredning bedömts vara tillfredsställande inom planområdets norra del då marken där utgörs av ett fastmarksparti med ytligt berg eller berg i dagen.

En ny detaljerad stabilitetsutredning har utförts för slänten i områdets södra del, se avsnitt 6.

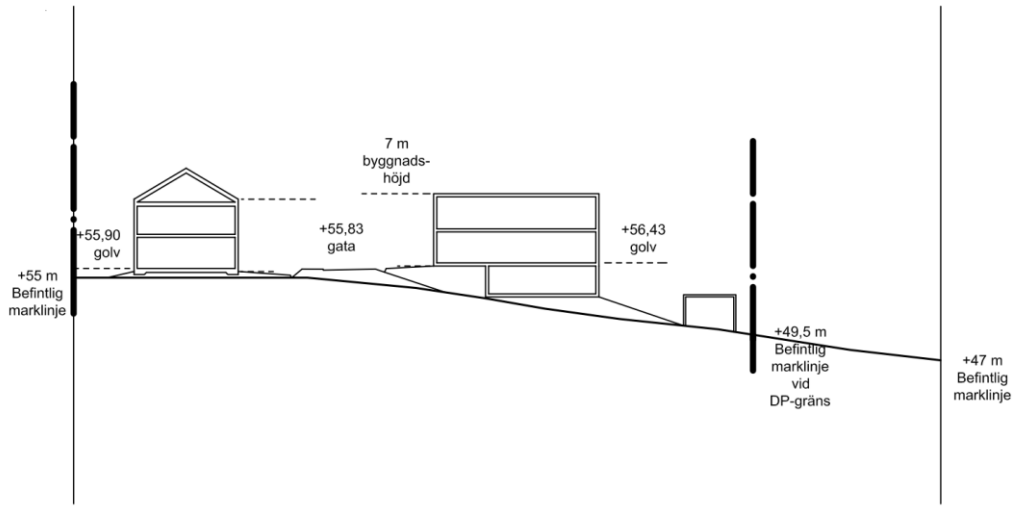
6 Detaljerad stabilitetsutredning

6.1 Allmänt

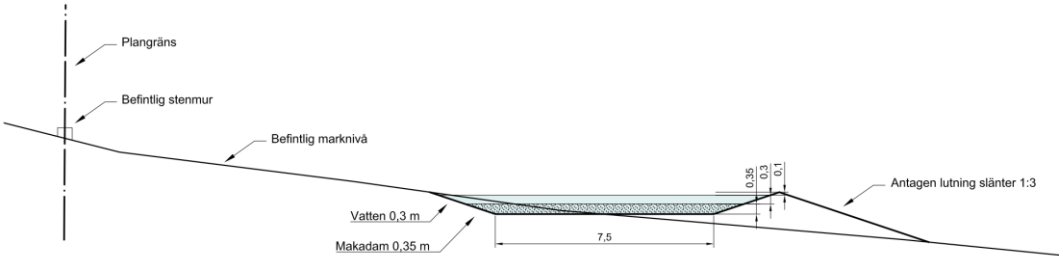
En stabilitetsutredning har utförts för planerade förhållanden med totalsäkerhetsmetoden enligt IEG 4:2010, ”Nyexploatering, Planläggning, Detaljerad utredning”. Beräkning av cirkulärcylindriska glidytor har utförts med Morgenstern-Prices lamellmetod i programmet Geostudio SLOPE/W. Beräkningar har utförts för befintliga och planerade förhållanden med dränerad, odränerad och kombinerad analys.

6.2 Geometri

Befintliga släntgeometrier har valts utifrån en grundkarta för aktuellt område, vilken erhållits av beställaren. Planerade förhållanden har antagits utifrån koncept på sektionsskisser (arbetsmaterial) för bostäder och dagvattendamm, vilka också erhållits av beställaren, se Figur 6.1 och 6.2. Stödfyllningen närmast slänten har modellerats med släntlutning 1:2.



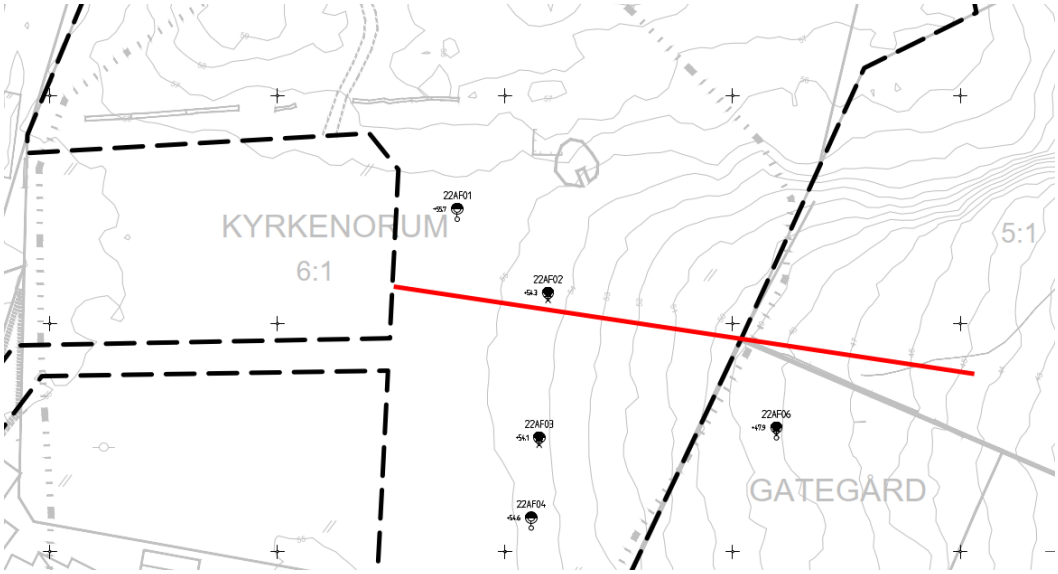
Figur 6.1. Sektionsskiss (Arbetsmaterial), koncept daterat 2021-04-08.



Figur 6.2. Sektionsskiss (Arbetsmaterial), koncept daterat 2022-03-30.

6.3 Beräkningssektion

Då släntens lutning är relativt jämn har en representativ beräkningssektion valts enligt Figur 6.3. Den brantare lutningen längre upp till höger i bilden förklaras av berg i dagen.



Figur 6.3. Vald beräkningssektion (röd linje).

6.4 Materialegenskaper

Vid beräkning med totalsäkerhetsmetoden används valda/karakteristiska värden på jordens materialegenskaper. Värdena tas fram utifrån en sammanställning av härledda värden, antingen genom en ingenjörsmässig värdering, eller som i detta fall, genom ett statistiskt synsätt med utgångspunkt från ett valt värde och en omräkningsfaktor η. Omräkningsfaktorn har utvärderats utifrån IEG 6:2008 enligt:

$$X_k = \eta * \bar{X}$$

där

$\bar{X}$ = *Valt värde baserat på härledda värden för aktuell materialparameter.*

η= Omräkningsfaktor.

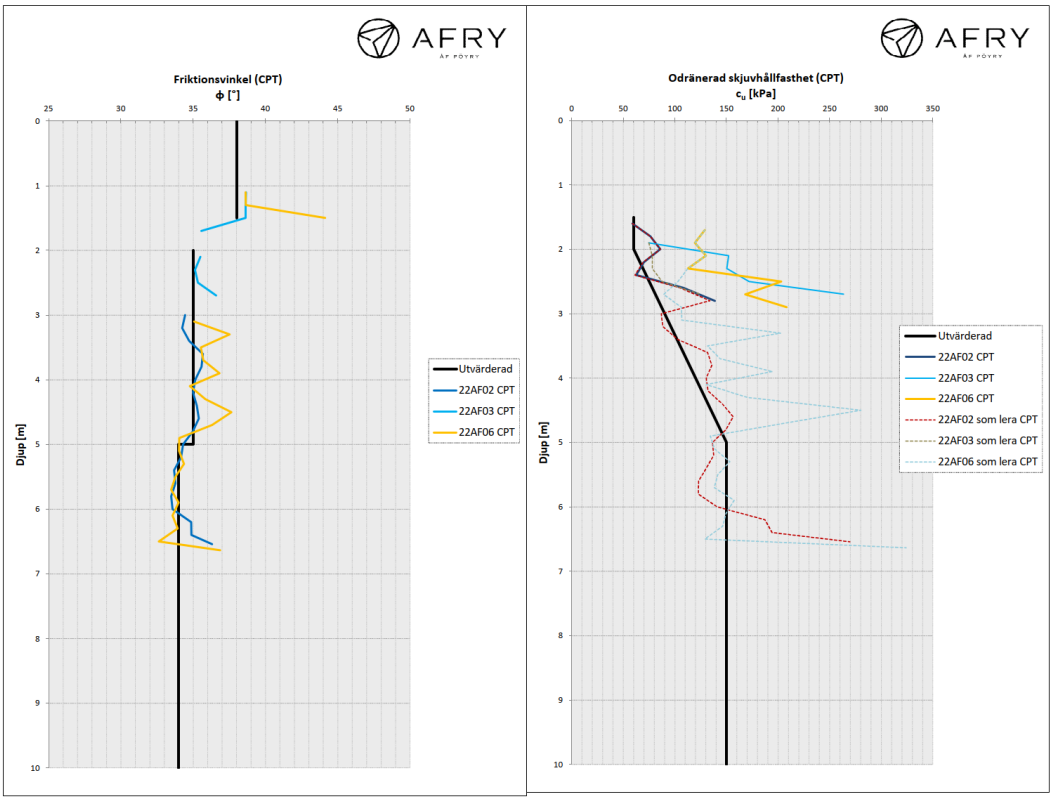
Omräkningsfaktorn *η* beräknas som produkten av ett antal delfaktorer:

$$\eta = \eta_1 * \eta_2 * \eta_3 * \eta_4 * \eta_5 * \eta_6 * \eta_7 * \eta_8$$

Delfaktorerna beaktar:

- *Egenskapens naturliga variation*
- *Antal oberoende undersökningspunkter*
- *Osäkerhet relaterad till bestämning av jordens egenskaper*
- *Närhet till undersökningspunkt*
- *Omfattning av den del av marken som bestämmer beteendet hos geokonstruktion i det betraktade gränstillståndet*
- *Geokonstruktionens förmåga att överföra laster från veka till fasta delar i marken*
- *Typ av brottmekanism*
- *Parameterns betydelse i förhållande till andra lastgivande eller mothållande parametrar*

Värden för friktionsjord (sand/silt) samt odränerad skjuvhållfasthet (lera) har valts baserat på härledda värden, se Figur 6.4 och Tabell 6.3. Då jorddjupet i undersökningspunkterna AF02 och AF03 (10 m) överstiger stoppdjupet för CPT-sondering (7 m) har valda värden extrapolerats med konstanta värden till 10 m djup.



Figur 6.4. Valda värden $\bar{X}$ utifrån sammanställning av härledda värden för friktionsjord och odränerad skjuvhållfasthet.

Omräkningsfaktorn har utvärderats både för naturlig friktionsjord och för lera, se Tabell 6.1 och 6.2.

Tabell 6.1. Utvärdering av $\eta_{\Phi'}$ i naturligt lagrad friktionsjord.

Delfaktor	Värde	Kommentar
$\eta_{1,2}$	1,0	3 sonderingspunkter, silt och sand utvärderat från CPT
η_3	1,0	CPT-sondering har utförts
$\eta_{4,5,6,7}$	1,0	Liten brottyta, stor konsekvens av brott, medelvärde, kort avstånd till undersökning
η_8	1,0	Standardvärde släntdimensionering
η_{tot}	**1,0**	

Tabell 6.2. Utvärdering av η_{cu} i lera.

Delfaktor	Värde	Kommentar
$\eta_{1,2}$	0,95	3 sonderingspunkter, ”Normalsvensk lera”
η_3	0,9	En metod utförd (CPT)
$\eta_{4,5,6,7}$	1,0	Liten brottyta, stor konsekvens av brott, medelvärde, kort avstånd till undersökning
η_8	1,0	Standardvärde släntdimensionering
η_{tot}	**0,86**	

Valda värden samt karakteristiska värden, som använts vid stabilitetsberäkning, redovisas i Tabell 6.3. För jordens tunghet har tabellvärden nyttjats vilka betraktas som karakteristiska värden. För torrskorpa har odränerad hållfasthet reducerats med 50 % för att ta hänsyn till sprickbildning.

Tabell 6.3. Utvärderade materialparametrar.

Jordlager	**Djup [m]**	**y/ y' [kN/m³]**	$\overline{\Phi'}$ **[°]**	**Φ'k [°]**	$\overline{c_u}$	**cuk**	**c'k**
Sand	0 – 1,5	18/10	38	38	-	-	-
Torrskorpa	1,5 – 2	17,5/7,5	-	30*	30	26	2,6
Sand/Silt 1	2 – 5	17,5/9,5	35	35	-	-	-
Sand/Silt 2	5–10	17,5/9,5	34	34	-	-	-
Lera 1	2–5	17/7	-	30*	60+30/m	51+26/m	5,1+2,6/m
Lera 2	5–10	17/7	-	30*	150	128	12,8
Fyllning (Gr/Sa)	-	18,5	-	36	-	-	-
Vägöver-byggnad	-	22	-	42	-	-	-

**Dränerad hållfasthet i kohesionsjord har bestämts empiriskt enligt φ'= 30° och c'= 0,1 · c_u.*

6.5 Vattenstånd och portryck

Grundvattenytans läge har antagits till underkant torrskorpa (2 m under markytan), vilket är mer ogynnsamt jämfört med en torr jordprofil. Känslighetsanalys har även utförts för en grundvattenyta vid markytan. En hydrostatisk tryckfördelning har antagits.

6.6 Laster

Följande karakteristiska laster har antagits:

Jordfyllning	18,5 kPa/m
Byggnad	10 kPa/våning
Trafiklast	20 kPa

I slänten har byggnadslaster samt ”bakre” fyllning mellan ny gata och byggnader modellerats som en tillskottslast medan gatans överbyggnad samt fyllning i släntens nedre del modellerats som jordmaterial.

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 $F_{komb} \geq 1{,}45–1{,}35$. För sand gäller $F_\Phi \geq 1{,}3$. Spannen utvärderas närmare vid behov.

6.8 Resultat

Erforderliga säkerhetsfaktorer uppfylls både för befintliga och planerade förhållanden, se Tabell 6.4. För att säkra ny stödfyllnings lokalstabilitet krävs dock ett avstånd mellan nya byggnader och släntkrön på minst 1 m. Kritiska glidytor omfattar ny stödfyllning och den övre delen av det ytliga sandlagret. Erhållna säkerhetsfaktorer för glidytor som sträcker sig under det övre sandlagret är >2 och det har därmed ingen betydande påverkan på stabilitetsförhållandena om jorden mot djupet utgörs av kohesions- eller friktionsjord. Resultat från stabilitetsberäkning visas mer utförligt i Bilaga 1.

Tabell 6.4. Resultat stabilitetsberäkning.

Analys	**F_c**	**F_{komb}**	**F_Φ**
Befintliga förhållanden (Sa/Si)			3.6
Befintliga förhållanden (Le)	4.6	3.8	
Planerade förhållanden (Sa/Si) *-Lokalstabilitet stödfyllning belastning av släntkrön* *-Lokalstabilitet stödfyllning med 1 m avstånd till släntkrön* *-Kritisk glidyta i sand (0–1,5 m djup)* *-Kritisk glidyta torrskorpa (1,5–2 m djup)* *-Kritisk glidyta Sa/Si (>2 m djup)*			**1.26** 1.7 1.8 2.4 >3
Planerade förhållanden (Le) *-Kritisk glidyta Le (>2 m djup)*	>3	>2.5	
Känslighetsanalys (planerade förhållanden)	**F_c**	**F_{komb}**	**F_Φ**
Reducerad friktionsvinkel ytskikt sand, från 38 till 30 grader			1.56
Högre grundvattenyta, från uk torrskorpa till bef markyta			1.7

7 Slutsats och rekommendation

7.1 Befintliga förhållanden

Marken inom planområdet utgörs i norr av fastmark med ytnära berg eller berg i dagen. I områdets södra del, som sluttar ner mot en angränsande fastighet, är jorddjupet ca 3–10 m och jordlagerföljden utgörs av mulljord, sand, torrskorpa och silt/sand/fast lera mot djupet.

Stabilitetsförhållandena inom planområdet bedöms vara tillfredsställande för befintliga förhållanden då kravet på säkerhetsfaktor uppfylls med god marginal. Slänten i området är relativt flack och lösa jordlager har inte påträffats. Grundvattenytans läge har inte fastställts, men bedöms utifrån känslighetsanalyser inte påverka resultatet nämnvärt. Marken inom området bedöms inte vara sättningsbenägen.

7.2 Planerade förhållanden

Stabilitetsförhållandena bedöms vara tillfredsställande även för planerade förhållanden samt för ändring av marknivån utan marklov (höjning/sänkning med uppemot 0,5 m). Den naturliga slänten i området är så pass flack att kritiska glidytor till följd av nya laster endast omfattar ny stödfyllning och det övre naturliga sandlagret. Om jorden under torrskorpan utgörs av sand, silt eller lera bedöms inte ha någon nämnvärd betydelse ur ett stabilitetsperspektiv, då eventuell lera bedöms vara starkt överkonsoliderad och ha en odränerad skjuvhållfasthet som kan klassificeras som medel-hög.

Den nya dagvattendammen bedöms inte påverka stabiliteten negativt förutsatt att den utformas likt skissen i Figur 6.2, då den inte medför någon märkbar avlastning (schaktning) av slänten. Den mindre uppfyllnaden längre ner i slänten bedöms i sig inte heller medföra några stabilitetsproblem.

För att säkra lokalstabiliteten i ny stödfyllning bör ett avstånd mellan krönet och nya byggnader på minst 1 m hållas, samtidigt som sluttningen görs 1:2 eller flackare, alternativt att en stödmur används för att hantera nivåskillnaden. Lokalstabiliteten för fyllningsjord bedöms inte vara av betydelse för totalstabiliteten i området.

7.3 Schaktningsarbeten

Organisk jord så som mulljord ska schaktas bort innan grundläggningsarbeten påbörjas.

Jordprofilen utgörs i varierande omfattning av silt, vilket behöver beaktas vid schaktningsarbeten då den är flytbenägen samt vid grundläggningsarbeten då den är tjälfarlig.

Generella schaktningsarbeten ska utföras enligt ”Schakta Säkert – Säkerhet vid schaktning av jord”, utgiven av Svensk Byggtjänst år 2015.

7.4 Grundläggning

Grundläggning av nya byggnader bedöms kunna utföras med platta på mark ovan packad fyllning av friktionsjord, så länge villkoren för stödfyllning under avsnitt 7.2 uppfylls. Inom delar av området bedöms plansprängning av berg bli nödvändigt.

7.5 Omgivningspåverkan

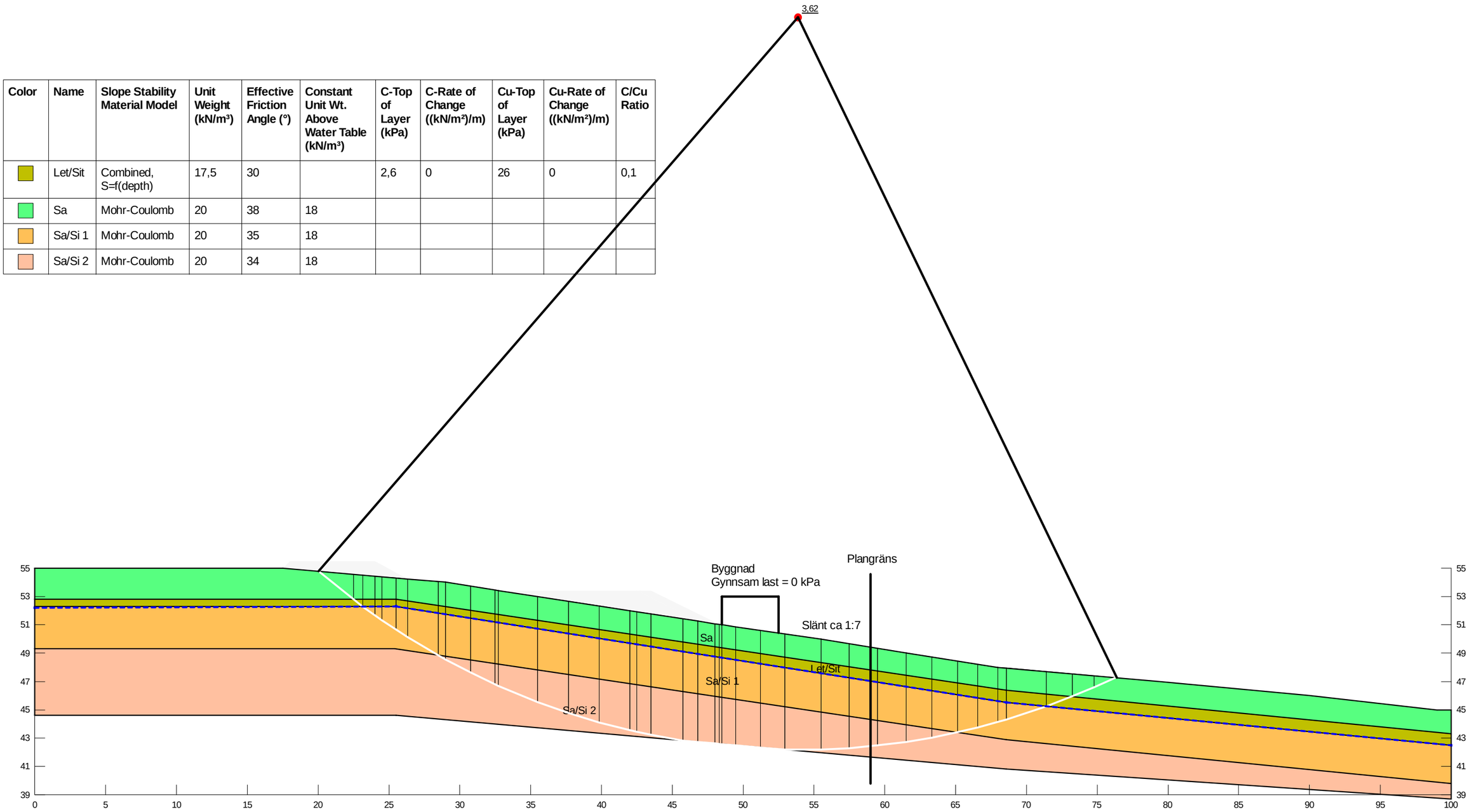
Vid markarbeten så som sprängning, schaktning och packning uppstår markrörelser som kan orsaka skador i närliggande byggnadsverk eller installationer. Markrörelser i form av vibrationer kan även medföra störningar av känsliga utrustningar och verksamheter i närområdet. En riskanalys med tillhörande föreskrifter avseende tillåtna markrörelser i samband med planerade entreprenadarbeten ska tas fram i den fortsatta projekteringen.

I riskanalysen ska behovet av syneförrättning och övervakningsmätning av närliggande byggnadsverk och installationer utredas.

Sektion 1/1
1.1 Befintliga förhållanden - Sa/Si (drän)

Analysis Type: Morgenstern-Price
Slip Surface Option: Grid and Radius
PWP Conditions from: Piezometric Line
Created By: Plath, Kim
2022-04-05

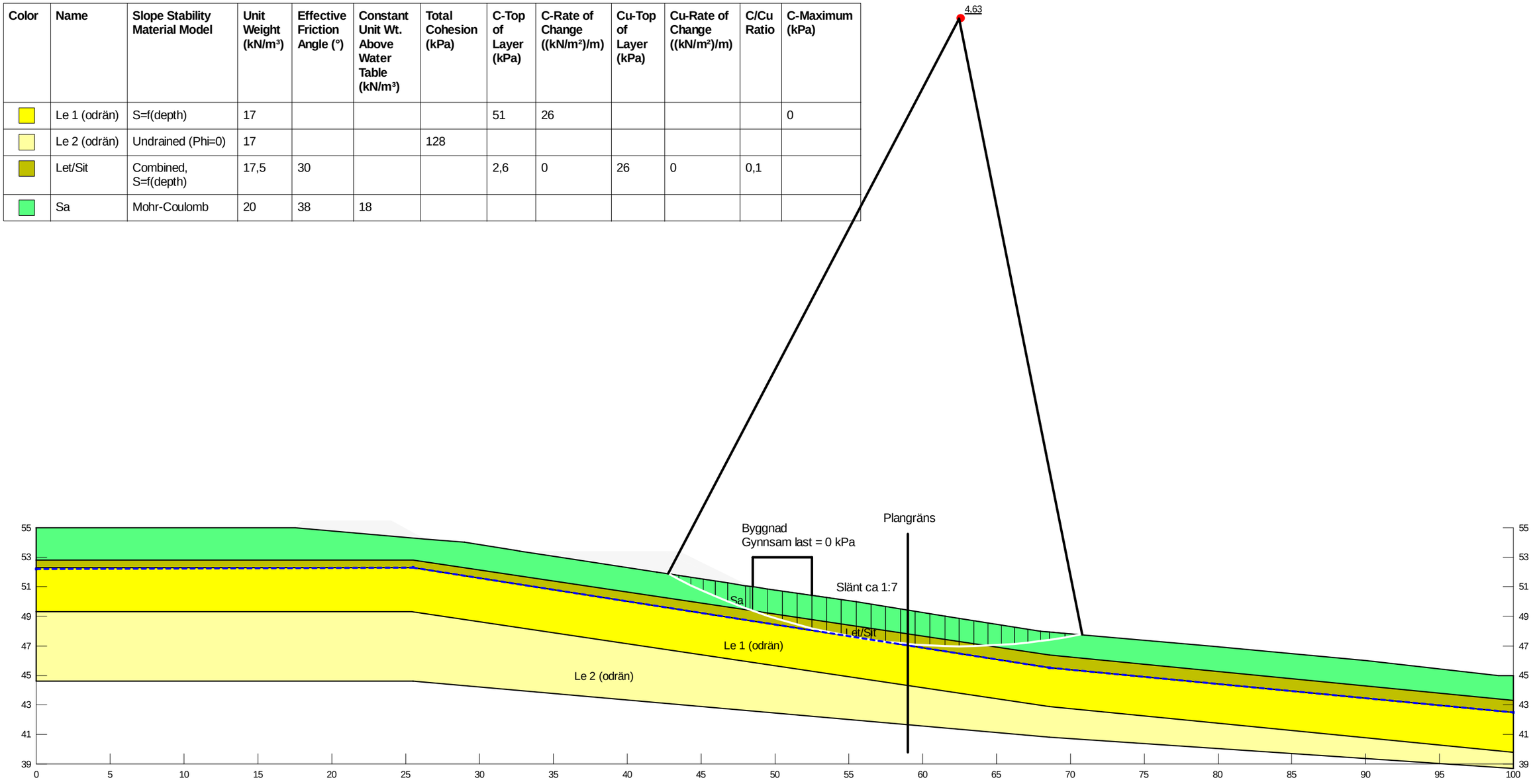
Color	Name	Slope Stability Material Model	Unit Weight (kN/m³)	Effective Friction Angle (°)	Constant Unit Wt. Above Water Table (kN/m³)	C-Top of Layer (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m²)/m)	Cu-Top of Layer (kPa)	Cu-Rate of Change ((kN/m²)/m)	C/Cu Ratio
	Let/Sit	Combined, S=f(depth)	17,5	30		2,6	0	26	0	0,1
	Sa	Mohr-Coulomb	20	38	18					
	Sa/Si 1	Mohr-Coulomb	20	35	18					
	Sa/Si 2	Mohr-Coulomb	20	34	18					



Sektion 1/1
1.2 Befintliga förhållanden - Le (odrän)

Analysis Type: Morgenstern-Price
Slip Surface Option: Grid and Radius
PWP Conditions from: Piezometric Line
Created By: Plath, Kim
2022-04-05

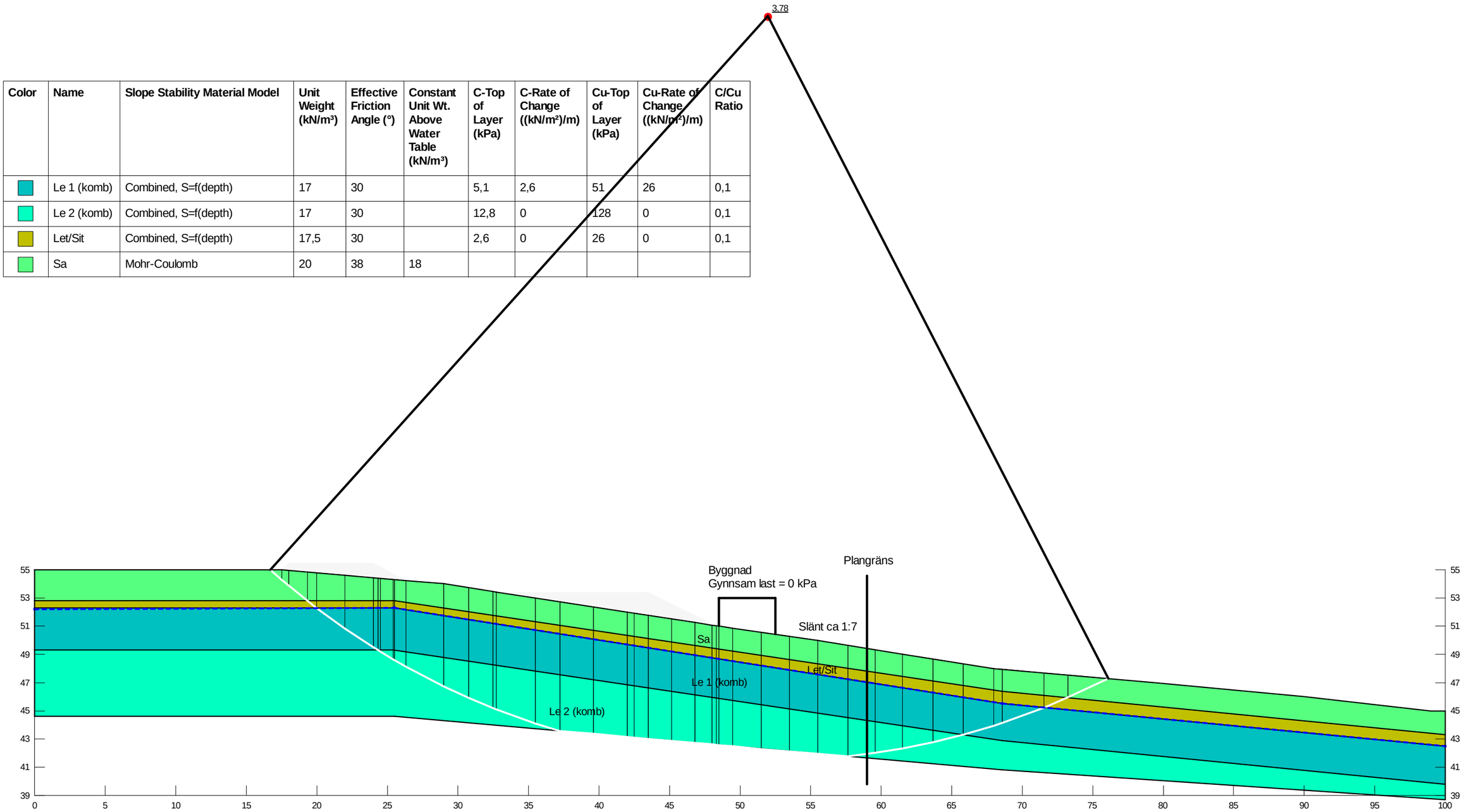
Color	Name	Slope Stability Material Model	Unit Weight (kN/m³)	Effective Friction Angle (°)	Constant Unit Wt. Above Water Table (kN/m³)	Total Cohesion (kPa)	C-Top of Layer (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m²)/m)	Cu-Top of Layer (kPa)	Cu-Rate of Change ((kN/m²)/m)	C/Cu Ratio	C-Maximum (kPa)
	Le 1 (odrän)	S=f(depth)	17				51	26				0
	Le 2 (odrän)	Undrained (Phi=0)	17			128						
	Let/Sit	Combined, S=f(depth)	17,5	30			2,6	0	26	0	0,1	
	Sa	Mohr-Coulomb	20	38	18							



Sektion 1/1
1.3. Befintliga förhållanden - Le (komb)

Analysis Type: Morgenstern-Price
Slip Surface Option: Grid and Radius
PWP Conditions from: Piezometric Line
Created By: Plath, Kim
2022-04-05

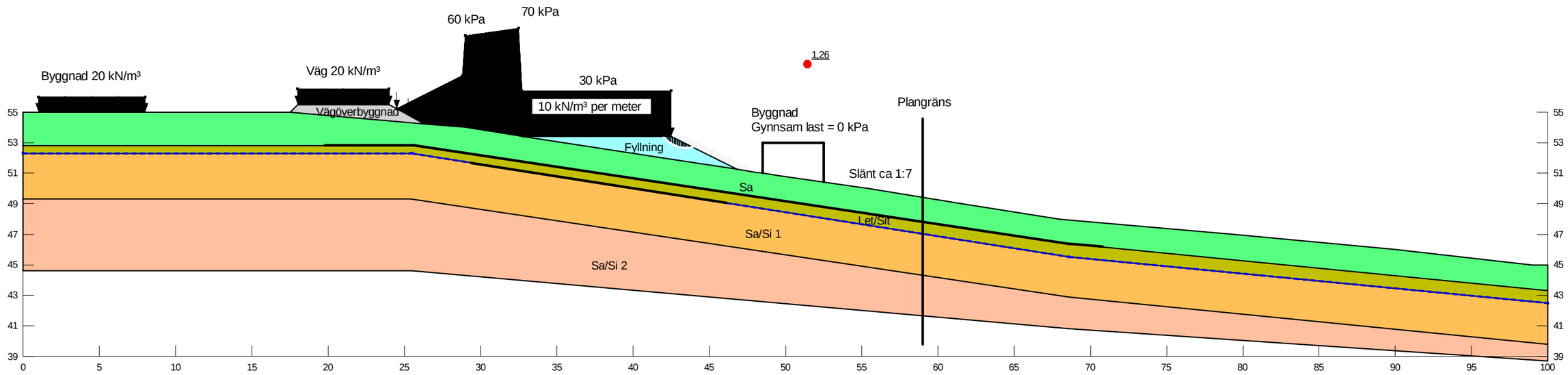
Color	Name	Slope Stability Material Model	Unit Weight (kN/m³)	Effective Friction Angle (°)	Constant Unit Wt. Above Water Table (kN/m³)	C-Top of Layer (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m²)/m)	Cu-Top of Layer (kPa)	Cu-Rate of Change ((kN/m²)/m)	C/Cu Ratio
	Le 1 (komb)	Combined, S=f(depth)	17	30		5,1	2,6	51	26	0,1
	Le 2 (komb)	Combined, S=f(depth)	17	30		12,8	0	128	0	0,1
	Let/Sit	Combined, S=f(depth)	17,5	30		2,6	0	26	0	0,1
	Sa	Mohr-Coulomb	20	38	18					



Sektion 1/1
2.1. Planerade förhållanden - Sa/Si (drän) - lokalstabilitet fyllning

Analysis Type: Morgenstern-Price
Slip Surface Option: Entry and Exit
PWP Conditions from: Piezometric Line
Created By: Plath, Kim
2022-04-05

Color	Name	Slope Stability Material Model	Unit Weight (kN/m³)	Effective Friction Angle (°)	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)	C/Cu Ratio
	Fyllning	Mohr-Coulomb	18,5	36						
	Let/Sit	Combined, S=f(depth)	17,5	30		2,6	0	26	0	0,1
	Sa	Mohr-Coulomb	20	38	18					
	Sa/Si 1	Mohr-Coulomb	20	35	18					
	Sa/Si 2	Mohr-Coulomb	20	34	18					
	Vägöverbyggnad	Mohr-Coulomb	22	42						

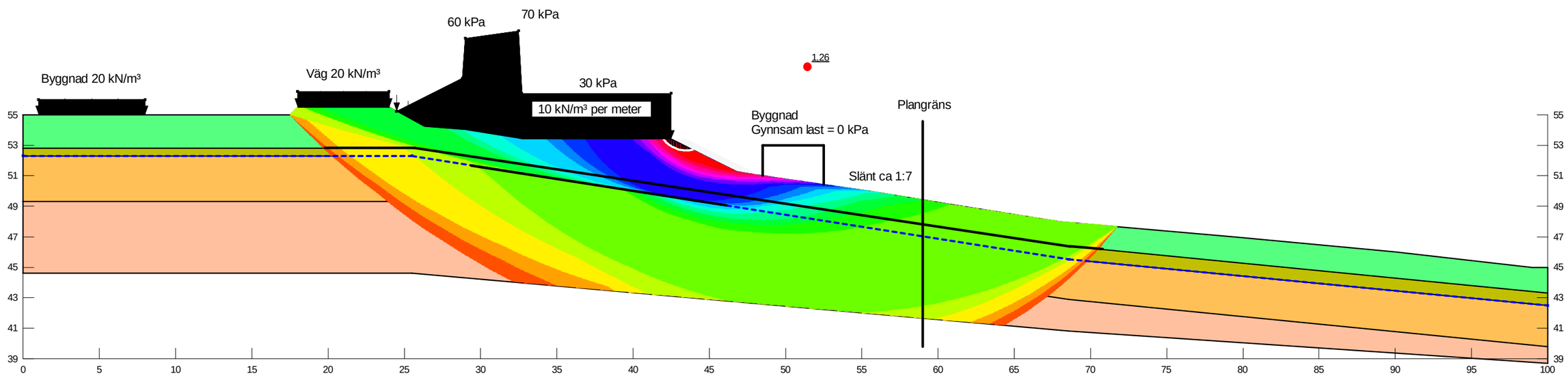


Sektion 1/1
2.1. Planerade förhållanden - Sa/Si (drän) - lokalstabilitet fyllning

Analysis Type: Morgenstern-Price
Slip Surface Option: Entry and Exit
PWP Conditions from: Piezometric Line
Created By: Plath, Kim
2022-04-05

Color	Name	Slope Stability Material Model	Unit Weight (kN/m³)	Effective Friction Angle (°)	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)	C/Cu Ratio
	Fyllning	Mohr-Coulomb	18,5	36						
	Let/Sit	Combined, S=f(depth)	17,5	30		2,6	0	26	0	0,1
	Sa	Mohr-Coulomb	20	38	18					
	Sa/Si 1	Mohr-Coulomb	20	35	18					
	Sa/Si 2	Mohr-Coulomb	20	34	18					
	Vägöverbyggnad	Mohr-Coulomb	22	42						

Factor of Safety
- ≤ 1,30 - 1,40
- 1,40 - 1,50
- 1,50 - 1,60
- 1,60 - 1,70
- 1,70 - 1,80
- 1,80 - 1,90
- 1,90 - 2,00
- 2,00 - 2,10
- 2,10 - 2,20
- 2,20 - 2,30
- 2,30 - 2,40
- 2,40 - 2,50
- 2,50 - 2,60
- 2,60 - 2,70
- 2,70 - 2,80
- 2,80 - 2,90
- 2,90 - 3,00
- 3,00 - 3,10
- 3,10 - 3,20
- ≥ 3,20

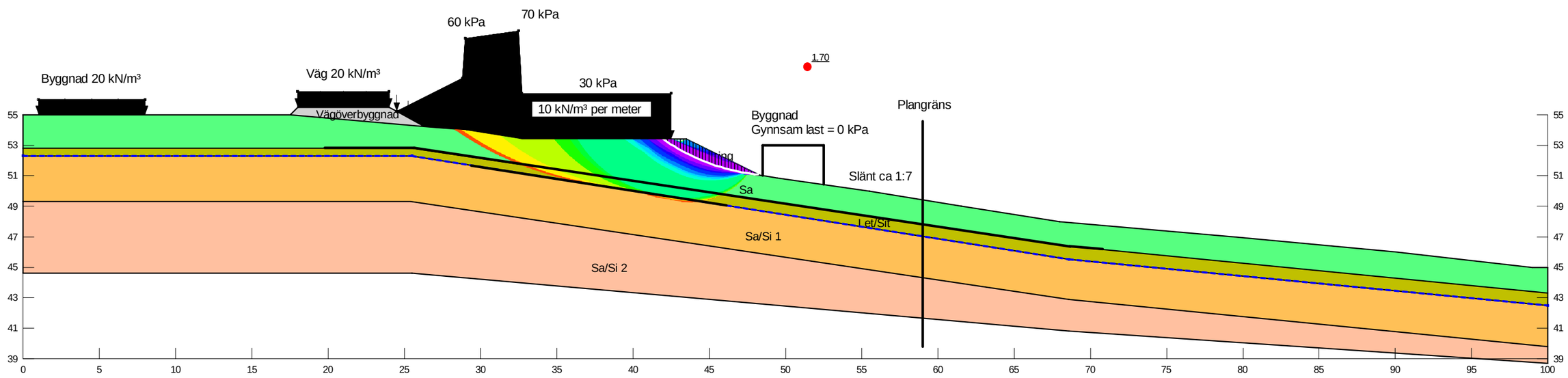


Sektion 1/1
2.2 Planerade förhållanden - Sa/Si (drän) - lokalstabilitet fyllning med 1 m avstånd

Analysis Type: Morgenstern-Price
Slip Surface Option: Entry and Exit
PWP Conditions from: Piezometric Line
Created By: Plath, Kim
2022-04-05

Color	Name	Slope Stability Material Model	Unit Weight (kN/m³)	Effective Friction Angle (°)	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)	C/Cu Ratio
	Fyllning	Mohr-Coulomb	18,5	36						
	Let/Sit	Combined, S=f(depth)	17,5	30		2,6	0	26	0	0,1
	Sa	Mohr-Coulomb	20	38	18					
	Sa/Si 1	Mohr-Coulomb	20	35	18					
	Sa/Si 2	Mohr-Coulomb	20	34	18					
	Vägöverbyggnad	Mohr-Coulomb	22	42						

Factor of Safety
- ≤ 1,30 - 1,40
- 1,40 - 1,50
- 1,50 - 1,60
- 1,60 - 1,70
- 1,70 - 1,80
- 1,80 - 1,90
- 1,90 - 2,00
- 2,00 - 2,10
- 2,10 - 2,20
- 2,20 - 2,30
- 2,30 - 2,40
- 2,40 - 2,50
- 2,50 - 2,60
- 2,60 - 2,70
- 2,70 - 2,80
- 2,80 - 2,90
- 2,90 - 3,00
- 3,00 - 3,10
- 3,10 - 3,20
- ≥ 3,20

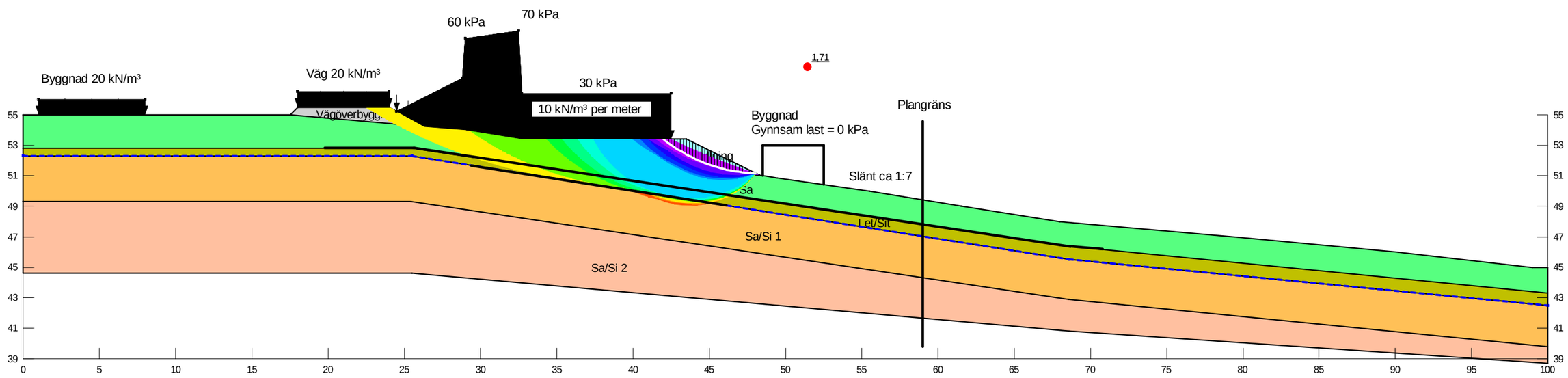


Sektion 1/1
2.3. Planerade förhållanden - Sa/Si (drän)

Analysis Type: Morgenstern-Price
Slip Surface Option: Entry and Exit
PWP Conditions from: Piezometric Line
Created By: Plath, Kim
2022-04-05

Color	Name	Slope Stability Material Model	Unit Weight (kN/m³)	Effective Friction Angle (°)	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)	C/Cu Ratio
	Fyllning	Mohr-Coulomb	18,5	36						
	Let/Sit	Combined, S=f(depth)	17,5	30		2,6	0	26	0	0,1
	Sa	Mohr-Coulomb	20	38	18					
	Sa/Si 1	Mohr-Coulomb	20	35	18					
	Sa/Si 2	Mohr-Coulomb	20	34	18					
	Vägöverbyggnad	Mohr-Coulomb	22	42						

Factor of Safety
- ≤ 1,30 - 1,40
- 1,40 - 1,50
- 1,50 - 1,60
- 1,60 - 1,70
- 1,70 - 1,80
- 1,80 - 1,90
- 1,90 - 2,00
- 2,00 - 2,10
- 2,10 - 2,20
- 2,20 - 2,30
- 2,30 - 2,40
- 2,40 - 2,50
- 2,50 - 2,60
- 2,60 - 2,70
- 2,70 - 2,80
- 2,80 - 2,90
- 2,90 - 3,00
- 3,00 - 3,10
- 3,10 - 3,20
- ≥ 3,20

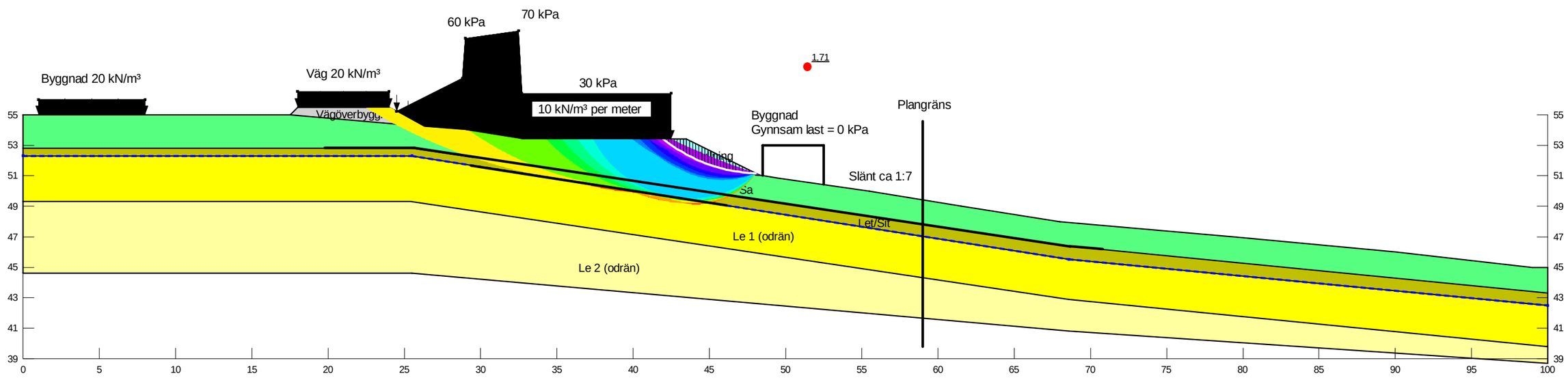


Sektion 1/1
2.4. Planerade förhållanden - Le (odrän)

Analysis Type: Morgenstern-Price
Slip Surface Option: Entry and Exit
PWP Conditions from: Piezometric Line
Created By: Plath, Kim
2022-04-05

Color	Name	Slope Stability Material Model	Unit Weight (kN/m³)	Total Cohesion (kPa)	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	C-Maximum (kPa)	Effective Friction Angle (°)	Constant Unit Wt. Above Water Table (kN/m³)
	Fyllning	Mohr-Coulomb	18,5								36	
	Le 1 (odrän)	S=f(depth)	17		51	26				0		
	Le 2 (odrän)	Undrained (Phi=0)	17	128								
	Let/Sit	Combined, S=f(depth)	17,5		2,6	0	26	0	0,1		30	
	Sa	Mohr-Coulomb	20								38	18
	Vägöverbyggnad	Mohr-Coulomb	22								42	

Factor of Safety
- ≤ 1,30 - 1,40
- 1,40 - 1,50
- 1,50 - 1,60
- 1,60 - 1,70
- 1,70 - 1,80
- 1,80 - 1,90
- 1,90 - 2,00
- 2,00 - 2,10
- 2,10 - 2,20
- 2,20 - 2,30
- 2,30 - 2,40
- 2,40 - 2,50
- 2,50 - 2,60
- 2,60 - 2,70
- 2,70 - 2,80
- 2,80 - 2,90
- 2,90 - 3,00
- 3,00 - 3,10
- 3,10 - 3,20
- ≥ 3,20

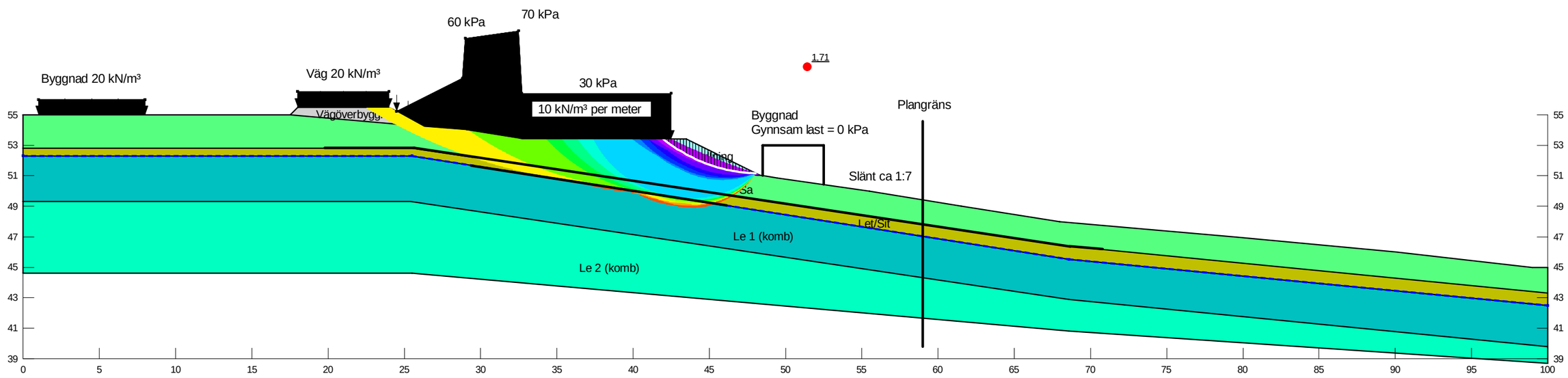


Sektion 1/1
2.5. Planerade förhållanden - Le (komb)

Analysis Type: Morgenstern-Price
Slip Surface Option: Entry and Exit
PWP Conditions from: Piezometric Line
Created By: Plath, Kim
2022-04-05

Color	Name	Slope Stability Material Model	Unit Weight (kN/m³)	Effective Friction Angle (°)	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)	C/Cu Ratio
	Fyllning	Mohr-Coulomb	18,5	36						
	Le 1 (komb)	Combined, S=f(depth)	17	30		5,1	2,6	51	26	0,1
	Le 2 (komb)	Combined, S=f(depth)	17	30		12,8	0	128	0	0,1
	Let/Sit	Combined, S=f(depth)	17,5	30		2,6	0	26	0	0,1
	Sa	Mohr-Coulomb	20	38	18					
	Vägöverbyggnad	Mohr-Coulomb	22	42						

Factor of Safety
- ≤ 1,30 - 1,40
- 1,40 - 1,50
- 1,50 - 1,60
- 1,60 - 1,70
- 1,70 - 1,80
- 1,80 - 1,90
- 1,90 - 2,00
- 2,00 - 2,10
- 2,10 - 2,20
- 2,20 - 2,30
- 2,30 - 2,40
- 2,40 - 2,50
- 2,50 - 2,60
- 2,60 - 2,70
- 2,70 - 2,80
- 2,80 - 2,90
- 2,90 - 3,00
- 3,00 - 3,10
- 3,10 - 3,20
- ≥ 3,20

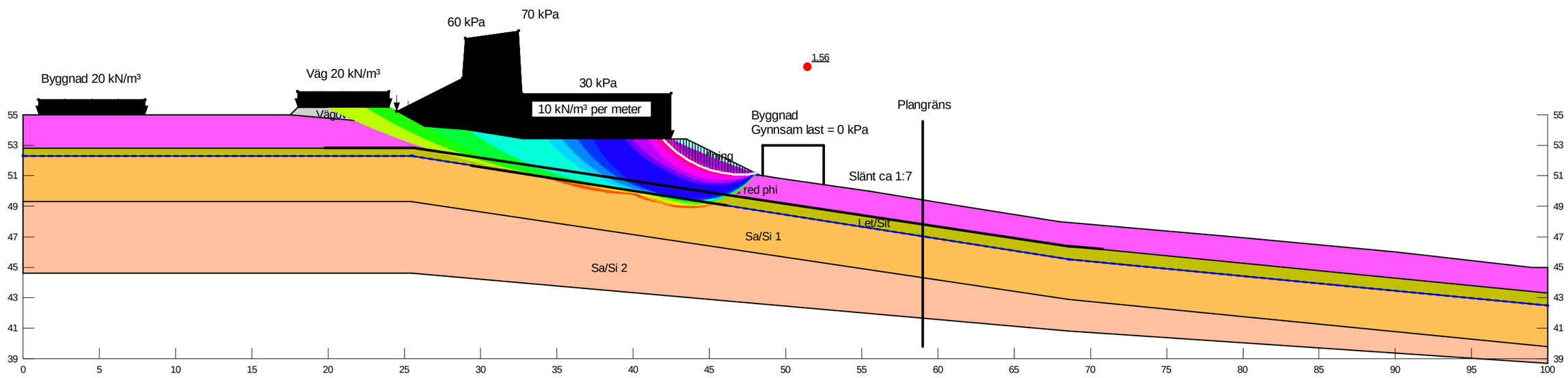


Sektion 1/1
3.1. Planerade förhållanden - Känslighetsanalys friktionsvinkel sand

Analysis Type: Morgenstern-Price
Slip Surface Option: Entry and Exit
PWP Conditions from: Piezometric Line
Created By: Plath, Kim
2022-04-06

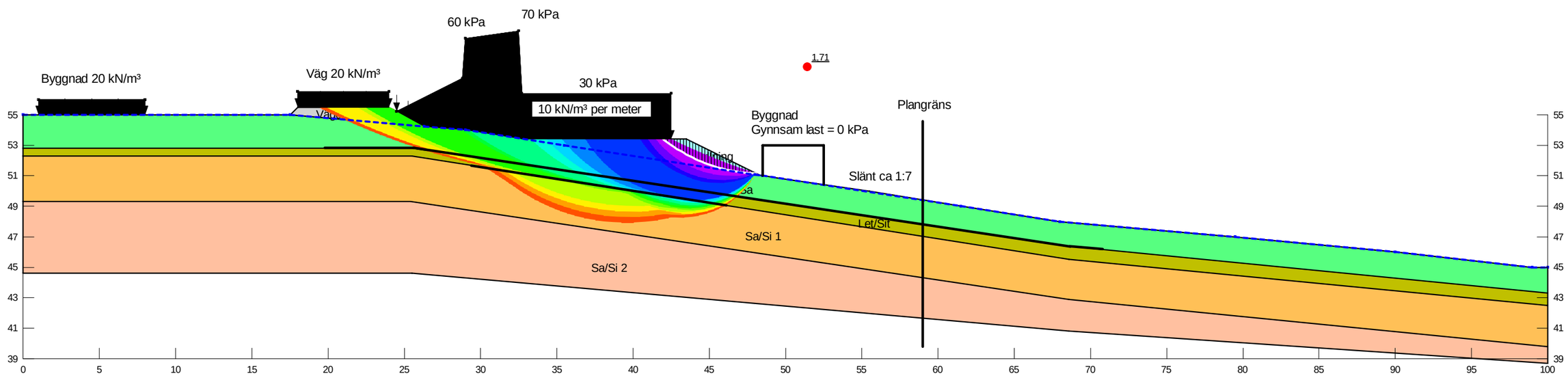
Color	Name	Slope Stability Material Model	Unit Weight (kN/m³)	Effective Friction Angle (°)	Constant Unit Wt. Above Water Table (kN/m³)	C-Top of Layer (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m²)/m)	Cu-Top of Layer (kPa)	Cu-Rate of Change ((kN/m²)/m)	C/Cu Ratio
	Fyllning	Mohr-Coulomb	18,5	36						
	Let/Sit	Combined, S=f(depth)	17,5	30		2,6	0	26	0	0,1
	Sa/Si 1	Mohr-Coulomb	20	35	18					
	Sa/Si 2	Mohr-Coulomb	20	34	18					
	Sand red phi	Mohr-Coulomb	20	30	18					
	Vägöverbyggnad	Mohr-Coulomb	22	42						

Factor of Safety
- ≤ 1,30 - 1,40
- 1,40 - 1,50
- 1,50 - 1,60
- 1,60 - 1,70
- 1,70 - 1,80
- 1,80 - 1,90
- 1,90 - 2,00
- 2,00 - 2,10
- 2,10 - 2,20
- 2,20 - 2,30
- 2,30 - 2,40
- 2,40 - 2,50
- 2,50 - 2,60
- 2,60 - 2,70
- 2,70 - 2,80
- 2,80 - 2,90
- 2,90 - 3,00
- 3,00 - 3,10
- 3,10 - 3,20
- ≥ 3,20



Sektion 1/1
3.2. Planerade förhållanden - Känslighetsanalys grundvattennivå

Analysis Type: Morgenstern-Price
Slip Surface Option: Entry and Exit
PWP Conditions from: Piezometric Line
Created By: Plath, Kim
2022-04-05

Color	Name	Slope Stability Material Model	Unit Weight (kN/m³)	Effective Friction Angle (°)	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)	C/Cu Ratio
	Fyllning	Mohr-Coulomb	18,5	36						
	Let/Sit	Combined, S=f(depth)	17,5	30		2,6	0	26	0	0,1
	Sa	Mohr-Coulomb	20	38	18					
	Sa/Si 1	Mohr-Coulomb	20	35	18					
	Sa/Si 2	Mohr-Coulomb	20	34	18					
	Vägöverbyggnad	Mohr-Coulomb	22	42						

Factor of Safety
- ≤ 1,30 - 1,40
- 1,40 - 1,50
- 1,50 - 1,60
- 1,60 - 1,70
- 1,70 - 1,80
- 1,80 - 1,90
- 1,90 - 2,00
- 2,00 - 2,10
- 2,10 - 2,20
- 2,20 - 2,30
- 2,30 - 2,40
- 2,40 - 2,50
- 2,50 - 2,60
- 2,60 - 2,70
- 2,70 - 2,80
- 2,80 - 2,90
- 2,90 - 3,00
- 3,00 - 3,10
- 3,10 - 3,20
- ≥ 3,20