KUND

ALM-SMÅA BOSTAD AB

PM GEOTEKNIK STABILITETSUTREDNING

PROJEKTERINGSUNDERLAG

MARIEHOVSVIKEN



2024-02-02

PM GEOTEKNIK STABILITETSUTREDNING

MARIEHOVSVIKEN

Uppdragsnamn	Detaljplan Mariehovsviken
Uppdragsnummer	10324681
Författare	Robert Hedlund
Datum	2024-02-02
Reviderad	2024-12-13
Granskad av	Robert Olsson
Godkänd av	Robert Olsson

Kund

Företag	ALM-Småa Bostad AB
Kontaktperson	Emad Bagarzadeh
E-post	Emad.bagarzadeh@alm-smaa.se

Konsult

WSP
Norra Kungsgatan 1
803 20 Gävle
Besök: Norra Kungsgatan 1
Tel: +461 72 25000
WSP Sverige AB
Org nr: 556057-4880
http://www.wsp.com

Kontaktpersoner

Uppdragsledare
Helena Purmonen
Telefon: +46 10 721 04 63
E-post: helena.purmonen@wsp.com

Teknikansvarig (Geoteknik)
Robert Olsson
+46 10 721 07 87
robert.m.olsson@wsp.com

Handläggare (Geoteknik)
Robert Hedlund
+46 10 722 74 33
robert.hedlund@wsp.com

Innehållsförteckning

1 UPPDRAG 4

1.1 Bakgrund 4

1.2 Uppdrag och syfte 4

2 UNDERLAG 5

3 UTREDNINGSFÖRUTSÄTTNINGAR 5

4 GEOTEKNISKA FÖRHÅLLANDEN 6

4.1 Topografi och markbeskaffenhet 6

4.2 Jordlagerförhållanden 7

4.3 Geotekniska parametrar 7

4.4 Hydrogeologiska förhållanden 7

4.5 Stabilitetsberäkningar 10

4.6 Risk för kvicklera 12

5 REKOMMENDATIONER GEOTEKNIK 13

BILAGOR

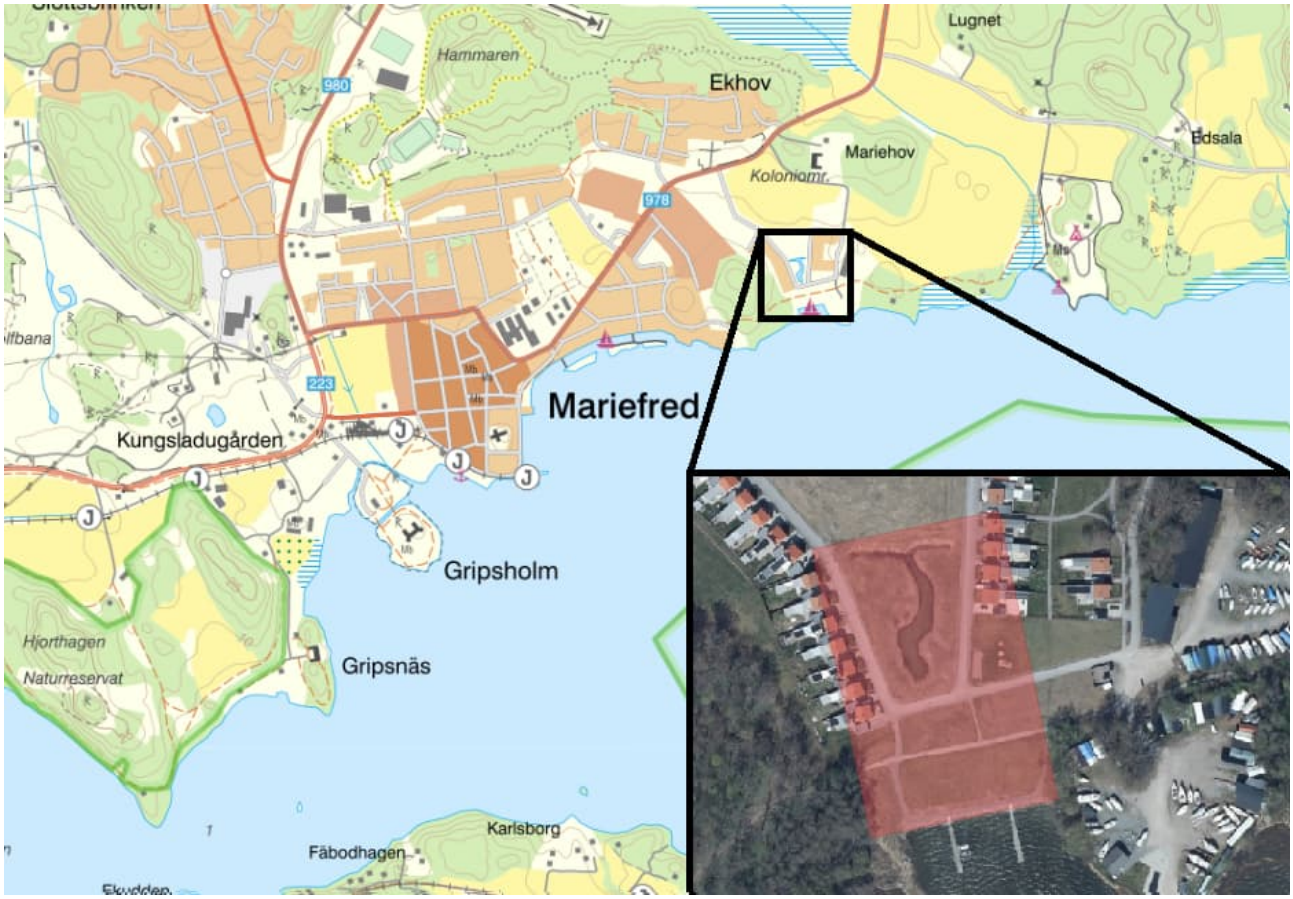
Beteckning	Titel
Bilaga 1	Släntstabilitet

1 UPPDRAG

1.1 Bakgrund

WSP Sverige AB har på uppdrag av ALM-Småa Bostad AB utfört en släntstabilitetsutredning inom fastigheten Strängnäs Mariefred 2:1,

I Figur 1 ses det undersökta området där de intressanta områdena är slänten ner i dagvattendammen samt slänten ner mot Mälaren.



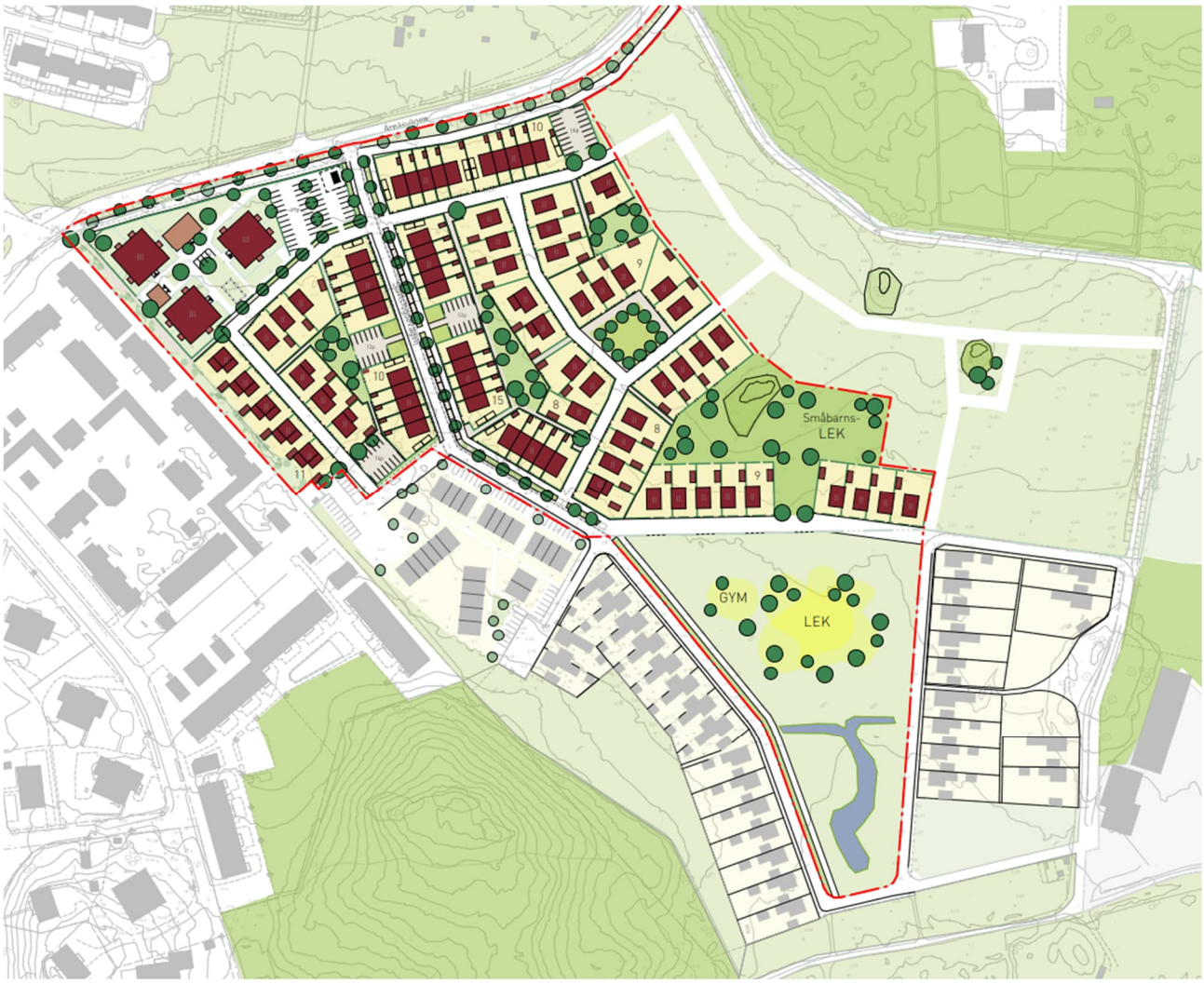
Figur 1 Kartbild som visar vart i Mariefred undersökningsområdet ligger, de undersökta slänterna är inom det rödmarkerade området.

1.2 Uppdrag och syfte

På uppdrag av ALM-Småa Bostad AB har WSP utfört en översiktlig stabilitetsutredning över dagvattendammen samt slänten ner mot Mälaren vid fastigheten Strängnäs Mariefred 2:1. Samt fastställa om det fanns förekomst av kvicklera i området.

Revidering gjordes av detta PM utfördes då befintlig dagvattendamm planeras byggas ut mot norr. Stabilitet kontrollerades för utbyggnaden. GC-väg planeras även mellan befintlig väg och befintlig damm.

Detta PM har tagits fram för att redovisa resultaten av utförda stabilitetsutredning för detaljplan, i samband med nybyggnationen inom Mariehovsviken, se Figur 2.



Figur 2 Situationsplan av utbyggnationen inom fastigheten Strängnäs Gripsholm 4:1, från ALM SMÅA bostad 2023-10-06

2 UNDERLAG

Följande underlag har använts för den geotekniska stabilitetsutredningen.

- Kartunderlag från Sveriges geologiska undersökning SGU. www.sgu.se
- Kartunderlag från Lantmäteriet. www.Lantmateriet.se
- Geoteknisk undersökning ”Tredje Backe Mariefred Strängnäs Kommun” av COWI år 2010. Angiven från arbetsgivaren.
- Geoteknisk undersökning Mariehovsviken av WSP år 2022. Uppdragsnummer 10332011.

3 UTREDNINGSFÖRUTSÄTTNINGAR

- IEG Rapport 6:2008, Rev 1. Tillämpningsdokument EN 1997-1 kapitel 11 och 12, Slänter och bankar.
- Utförda arbeten bedöms till geoteknisk kategori 2 (GK 2).
- För planerade arbeten har säkerhetsklass 2 förutsatts (SK 2).
- SGI Vägledning 8 Utredning av släntstabilitet, med tillhörande Bilaga 2 tillämpningsbilaga 1 Lerjordar.

4 GEOTEKNISKA FÖRHÅLLANDEN

4.1 Topografi och markbeskaffenhet

Marknivån inom undersökningsområdet är generellt flack med svag lutning åt söder ner mot Mälaren, med nivåer om ca +1 till +3 (RH70) enligt utförda inmätningar av borrhål.

Den södra delen av undersökningsområdet består av en småbåtskaj samt en gräsyta med en liten sänt. Till öst ligger Mariefreds båtklubb och mot väst en skogbevuxen kulle.
Den norra delen av undersökningsområdet består av en gräsyta med en dagvattendamm, djupet på dagvattendammen är ca 1-2m med varierande sänttlutningar och utformning enligt Figur 3. Till öst och väst om den norra delen av undersökningsområdet finns befintliga bostadshus.



Figur 3 Dagvattendamm utformning. Med utbyggnad av bef.damm i rött.

4.2 Jordlagerförhållanden

Jorden inom undersökningsområdet består av torrskorpelera ovan lera på fast lagrad friktionsjord.

Lerans mäktighet är upp till 12 meter. Leran är av torrskorpekaraktär den översta metern för att sedan övergå till en blöt något varvig lera med sulfidinslag.

Leran har en vattenkvot som varierar mellan 56 – 124% där de väldigt höga vattenkvoterna uppstår nära Mälaren. Densiteten på leran har uppmätts mellan 1,47 – 1,71 t/m^3. Lerans konflytgräns varierar mellan 48 – 95 %, där de lägsta värdena var funna i sulfidleran.

Leran har en låg till mycket låg odränerad skjuvhållfasthet, och är mellan till högsensitiv. Där den svagaste leran är funnen i närområdet mot Mälaren.

Fast friktionsjord har uppmätts med mäktighet mellan 0 – 5 m, där de största djupen uppkommer nedanför den skogbevuxna kullen till väst.

Bergnivå har ej utretts i föreliggande utredningar. Där utförda sonderingar har stoppats mot förmodat block eller berg i bästa fall, men ofta också avslutats utan att stopp erhållits.

4.3 Geotekniska parametrar

Den korrigerade odränerade skjuvhållfastheten från utförda vingborrar (Vb) och kolvprovtagningar (Kv) kan bli sedda i Figur 4 och 6. Där 0 – 1m under markytan är i torrskorpelera för alla punkter utom borrpunkt JW29 och 3, där den icke korrigerade odränerade skjuvhållfastheten för torrskorpeleran är satt till 20 kPa.

För dagvattendammen är skjuvhållfastheten satt till 10 kPa på djup 2m under markytan ner till 4m, vilket sedan ökar med 0,7 kPa per meter vilket motsvarar det valda värdet i figur 5.

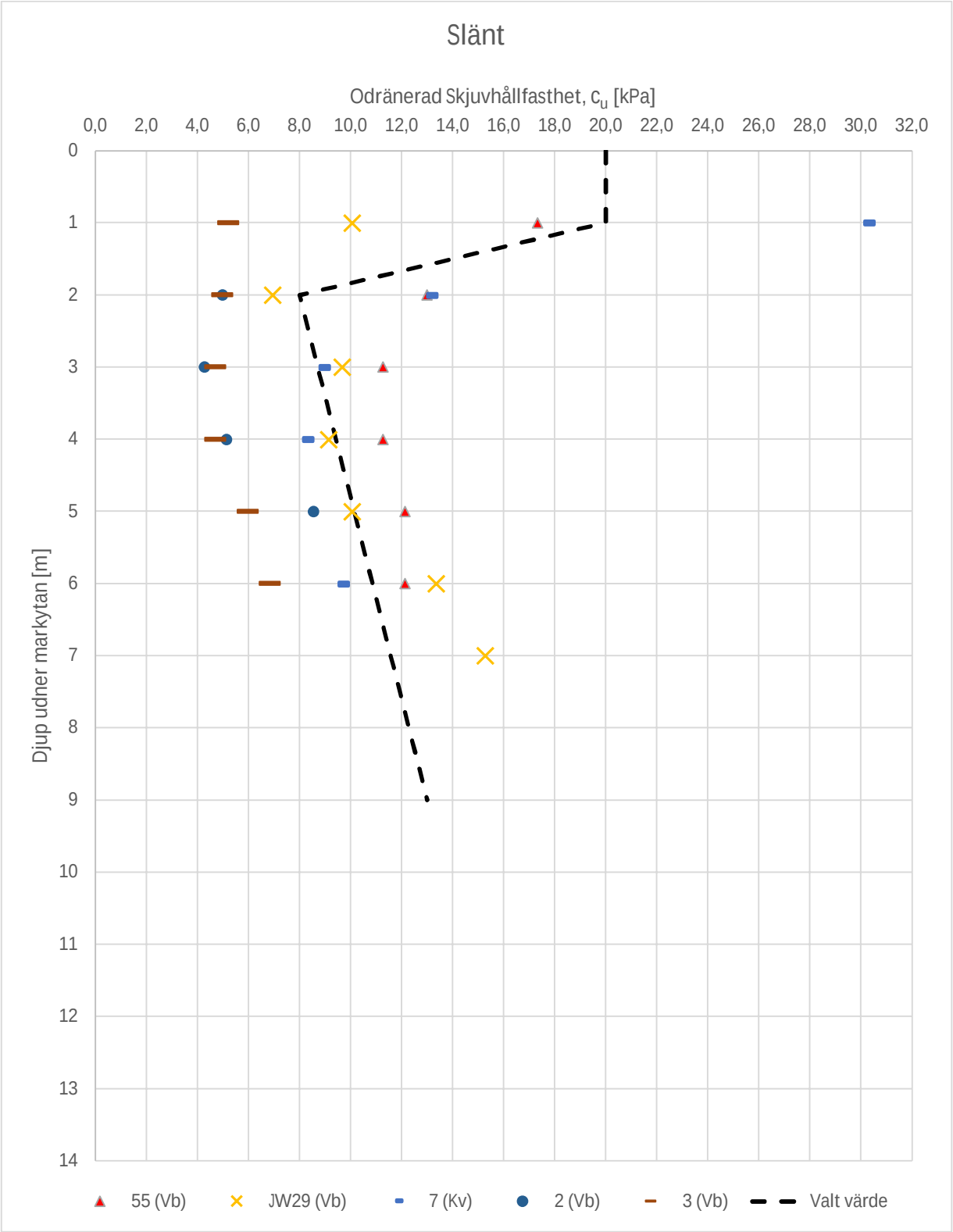
Figur 6 visar värdena för södra slänten där leran har startar på 8 kPa på 2m djup vilket ökar med 0,7 kPa per meter. Där borrhål 2 och 3 har varit mindre styrande vid val av satt skjuvhållfasthet då dessa ligger nere vid Mälaren och har mycket lägre skjuvhållfasthet än andra borrhål, de befinner sig också en bra bit från slänten och var främst framtagna för konstruktion av brygga.

4.4 Hydrogeologiska förhållanden

Grundvattenmätningar har skett inom området, där grundvattennivån varierar mellan +3 och +0,7 (RH2000). Grundvattnet är som högst i den norra delen, och går nedåt mot södra delen där grundvattnet håller samma nivå som Mälarens vattennivå.



Figur 4 Grafen visar den korrigerade odränerade skjuvhållfastheten kontra djupet under markytan. Den svartstreckade linjen redovisar de valda värdena för skjuvhållfastheten för beräkning av dagvattendammen.



Figur 5 Grafen visar den korrigerade odränerade skjuvhållfastheten kontra djupet under markytan. Den svartstreckade linjen redovisar de valda värdena för skjuvhållfastheten för beräkning av södra slänten.

4.5 Stabilitetsberäkningar

Stabilitetsberäkningar har varit utförda i två sektioner i dagvattendammen, och två sektioner i den södra slänten. Beräkningarna var utförd i detaljerad utredningsnivån, där slänterna vid dagvattendammen beräknades som nyexploatering, och den södra slänten som annan mark. De säkerhetsfaktorer som behövdes uppnås för var sänt kan ses i tabell 1.

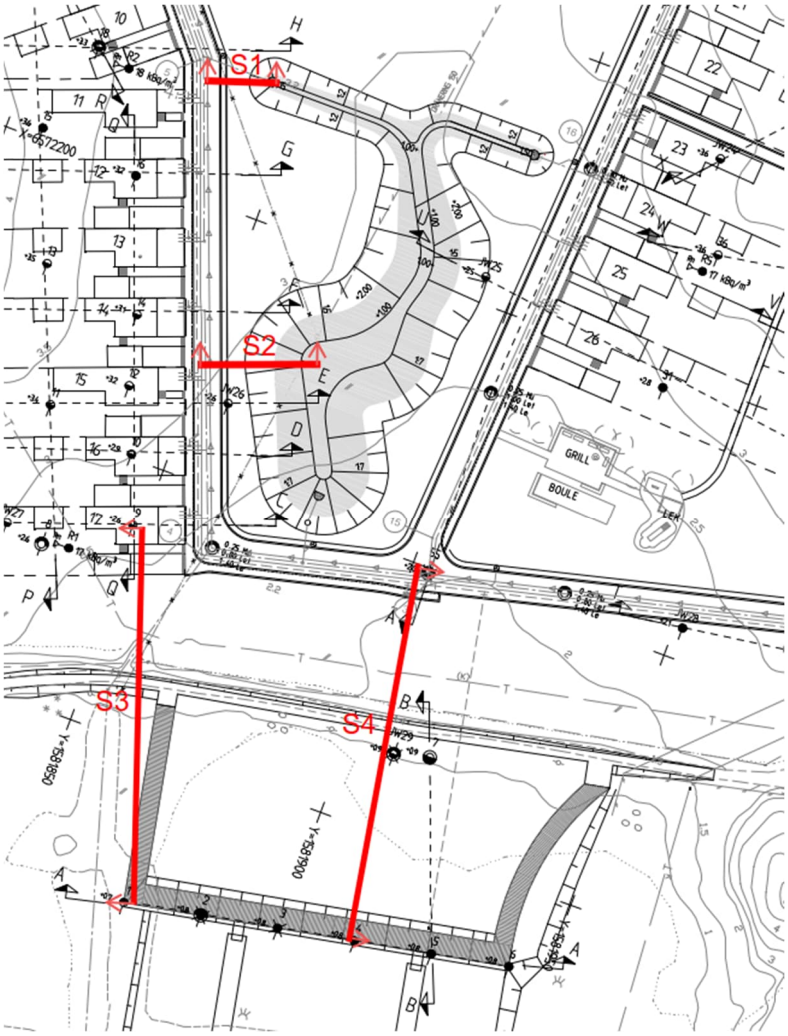
Tabell 1 Schematisk tabell för val av erforderlig säkerhetsfaktor. Angivna värden är riktvärden från IEG (2010), tabell tagen ur SGI vägledning 8.

		Markanvändning			
	Utred-ningsnivå	Nyexploatering		Befintlig bebyg-gelse och anlägg-ning	Annan mark
		Nybyggnation (GK1 och GK3)	Planläggning		
Tillståndsbedömning	Översiktlig	Ej tillämpbar	Minst detaljerad utredning ska ufö-ras.	$F_c > 2$ $F_{komb}, F_{c\phi} > 1,5$	$F_c > 2$ $F_{komb}, F_{c\phi} > 1,5$
	Detaljerad	$F_c \geq 1,7–1,5$ $F_{komb} \geq 1,5–1,4$ $F_{c\phi} \geq 1,3$ (sand)	$F_c \geq 1,7–1,5$ $F_{komb} \geq 1,5–1,4$ $F_{c\phi} \geq 1,3$ (sand)	$F_c \geq 1,7–1,5$ $F_{komb} \geq 1,5–1,3$ $F_{c\phi} \geq 1,3$ (sand)	$F_c > 1,6–1,4$ $F_{komb} > 1,4–1,3$ $F_{c\phi} > 1,3$ (sand)
	Fördjupad	$F_c \geq 1,5–1,4$ $F_{komb} \geq 1,4–1,3$ $F_{c\phi} \geq 1,3$ (sand)	$F_c \geq 1,5–1,4$ $F_{komb} \geq 1,4–1,3$ $F_{c\phi} \geq 1,3$ (sand)	$F_c \geq 1,4–1,3$ $F_{komb} \geq 1,3–1,2$ $F_{c\phi} \geq 1,3$ (sand) Under förutsätt-ning att restrikt-ioner införs.	$F_c > 1,3–1.2$ $F_{komb} > 1,2$ $F_{c\phi} > 1,2$ (sand)
Projektering		Dimensionering utförs enligt IEG (2008b)/Trafik-verket (2022).	Beroende på ut-redningsnivå, F_c och F_{komb} enligt ta-bellvärde ovan	Stabilitetsförbättrande åtgärd enligt 5.3.2 alternativt IEG (2008b)/Trafik-verket (2022).	

Beräkningsresultaten av släntutredningen kan ses i tabell 2, och deras placering i figur 4.

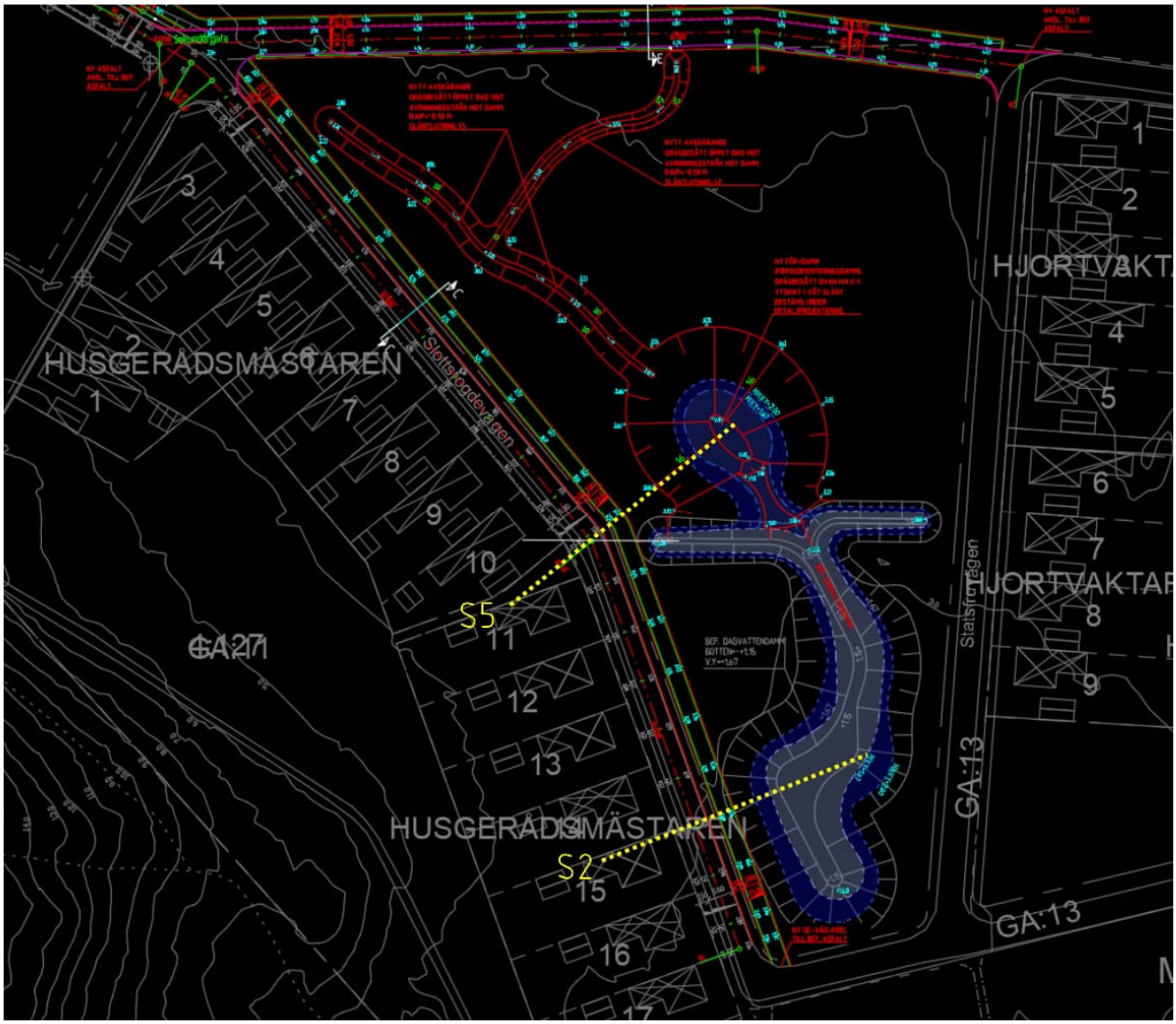
Tabell 2 Släntstabilitets beräkningsresultat

Slänt	Sektion	Säkerhetsfaktor (F)
Damm Norra delen	S1	1,53
Damm Norra delen kombinerad analys	S1	1,41
Damm Södra delen	S2	1,73
Damm Södra delen (Med GC-väg)	S2	1,52
Damm Södra delen kombinerad analys	S2	2,10
Södra Slänten Västra sidan	S3	2,41
Södra Slänten Västra sidan Kombinerad analys	S3	2,69
Södra Slänten Östra sidan	S4	3,37
Södra Slänten Östra sidan Kombinerad analys	S4	4,09
Damm Utbyggnad damm	S5	1,81



Figur 6 Placering av släntstabilitets sektioner.

Kompletterande stabilitetsberäkningar utfördes enligt figur nedan:



Utförda Stabilitetsberäkningar kan ses i Bilaga 1 Släntstabilitet.

4.6 Risk för kvicklera

Kvicklera avser en lera med sensitivitet över 50 samt att det ska ha en skjuvhållfasthet under 0,5 kPa vid omrört jordprov.

Nedanför den södra slänten i borrhål 7 från COWI utredningen 2010 så var en lera funnen med sensitiviteten 42 och en skjuvhållfasthet i icke omrört jordprov av ca 9 kPa, vilket klassas som högsensitiv lera men inte tillräckligt dålig för att klassas som kvicklera.

Längre ner mot Mälaren där den nuvarande småbåtskajen är uppbyggd visade borrhål 2 och 3 på att skjuvhållfastheten var mycket lägre än vid andra borrhål i området. Med en skjuvhållfasthet för icke omrört jordprov av ca 5 kPa. Det finns inga mätningar på sensitivitet i dessa borrhål, eller redovisning för skjuvhållfasthet för omrörda jordprover i något av borrhålen.

5 REKOMMENDATIONER GEOTEKNIK

Utifrån tidigare undersökningar så bedöms slänten och dammen vara stabila.

Utbyggnad av dammen samt byggnation av GC-väg är även det stabila.

Det finns risk för kvicklera nedanför den södra slänten nere mot Mälaren som inte är undersökt, då inga belastningsökningar på marken i detta område är planerade så behöver ingen åtgärd utföras i dagsläget.

Skulle markanvändningen i framtiden förändras och belastningen ökar så rekommenderas det att utföra ytterligare geoteknisk undersökning i området för att säkerställa att kvicklera inte framkommer, förekomsten av kvicklera skulle kunna medföra otillfredsställande stabilitet över området.

VI ÄR WSP

WSP är en av världens ledande rådgivare och konsultbolag inom samhällsutveckling. Med cirka 67 000 medarbetare i över 40 länder samlar vi experter inom analys och teknik, för att framtidssäkra världen.

Tillsammans med våra kunder tar vi fram innovativa lösningar för en mänsklig, trygg och välfungerande morgondag. Vi planerar, projekterar, designar och projektleder olika uppdrag inom transport och infrastruktur, fastigheter och byggnader, hållbarhet och miljö, energi och industri samt urban utveckling. Så tar vi ansvar för framtiden.

wsp.com

WSP Sverige AB
Norra Kungsgatan 1
803 20 Gävle
Besök: Norra Kungsgatan 1

T: +461 72 25000
Org nr: 556057-4880
wsp.com

Slottsfogdevägen

Statsfruvägen

MARIEFRED

S1

S2

S3

S4

S5

BEF. DAGVATTENDAMM
BOTTEN=+1,15
V.Y=+1,67

BEF. DAGVATTENDAMM

HVV=+2,00
MV=+1,67

HVV=+1,67

+1,67

+1,15

3,0

1:5

0,85

1,50

1,15

50

60

70

80

90

100

110

120

130

140

150

160

170

17,0

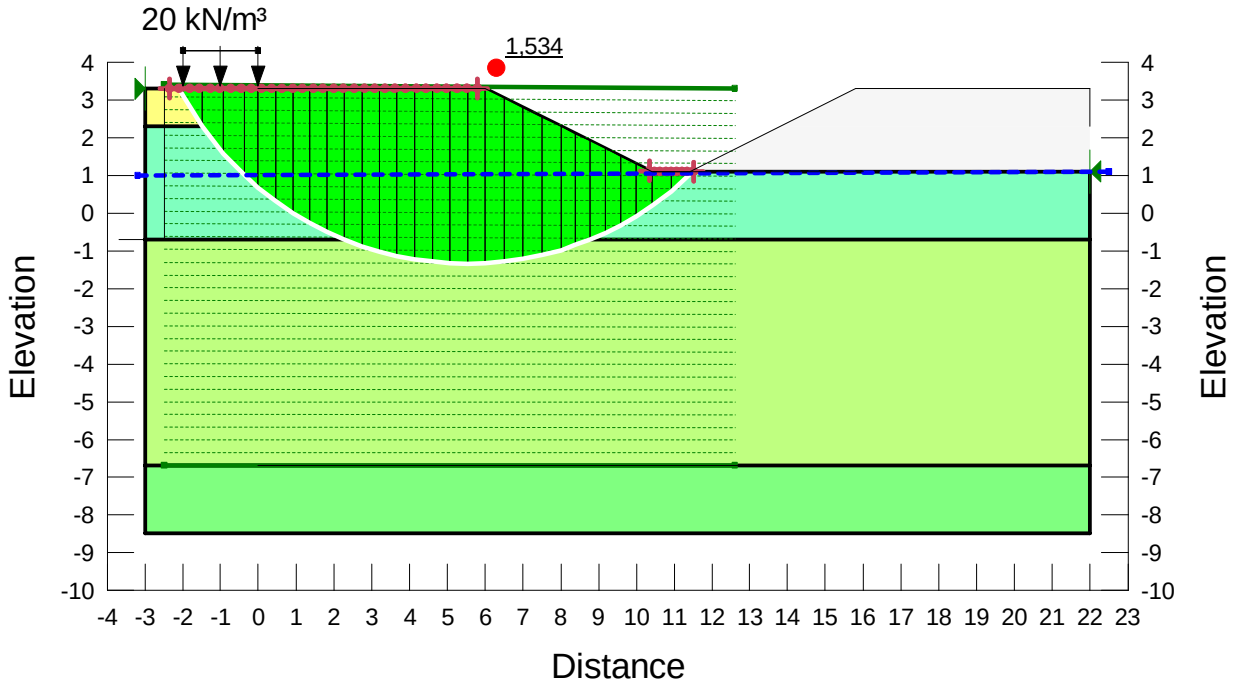
16,0

15,0

14,0

Damm Norra delen
Släntlutning 1:2
Sektion S1
2024-02-12

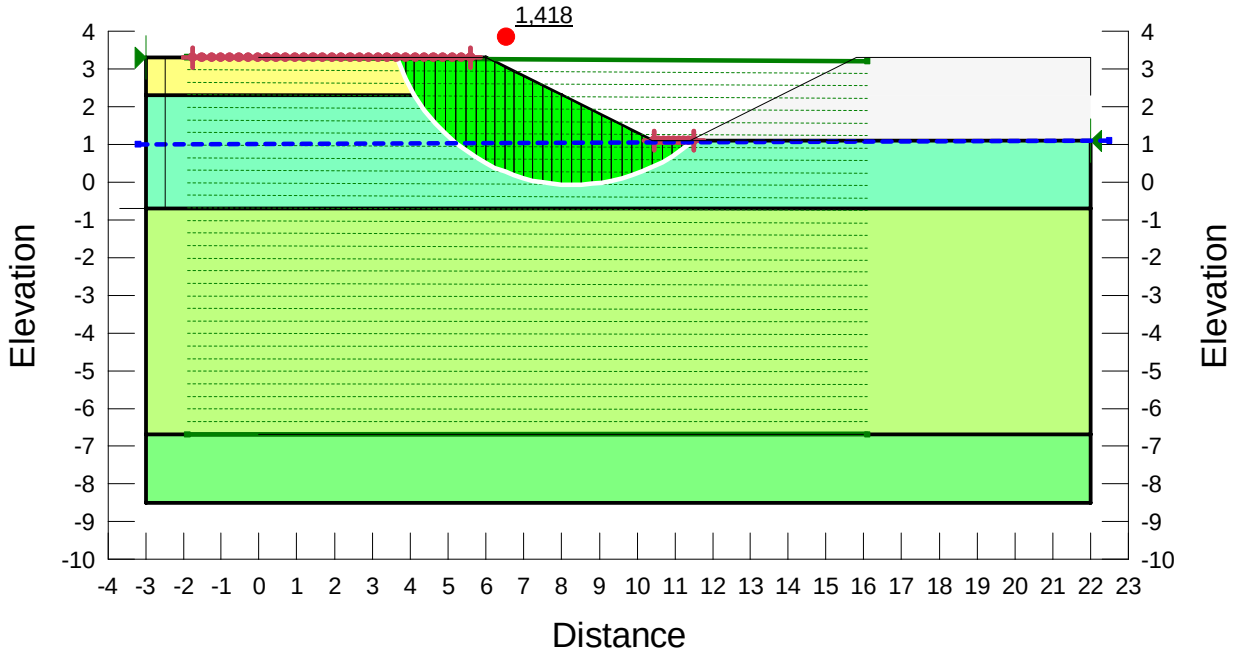
Color	Name	Slope Stability Material Model	Unit Weight (kN/m³)	Effective Cohesion (kPa)	Effective Friction Angle (°)	C-Top of Layer (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m²)/m)	Total Cohesion (kPa)
	1 Torrskorpelera	Undrained (Phi=0)	17					20
	2 Lera	Undrained (Phi=0)	16					10
	3 Lera	S=f(depth)	16			10	0,7	
	4 Friktionsjord	Mohr-Coulomb	20	0	35			



1:200

Damm Norra delen Kombinerad analys
Släntlutning 1:2
Sektion S1
2024-02-12

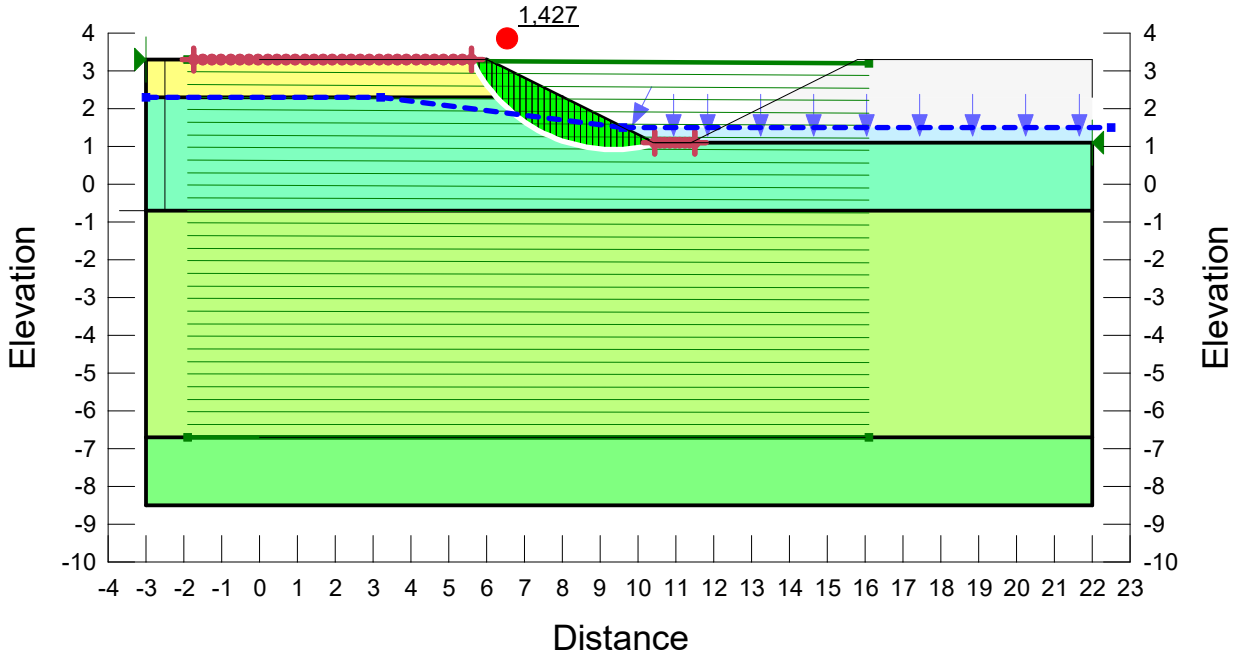
Color	Name	Slope Stability Material Model	Unit Weight (kN/m³)	Effective Cohesion (kPa)	Effective Friction Angle (°)	Cu-Top of Layer (kPa)	Cu-Rate of Change ((kN/m²)/m)	C/Cu Ratio
	1 Torrskorpelera	Combined, S=f(depth)	17		30	20	0	0,1
	2 Lera	Combined, S=f(depth)	16		30	10	0	0,1
	3 Lera	Combined, S=f(depth)	16		30	10	0,7	0,1
	4 Friktionsjord	Mohr-Coulomb	20	0	35			



1:200

Damm Norra delen Kombinerad analys
Släntlutning 1:2
Sektion S1
2024-04-15

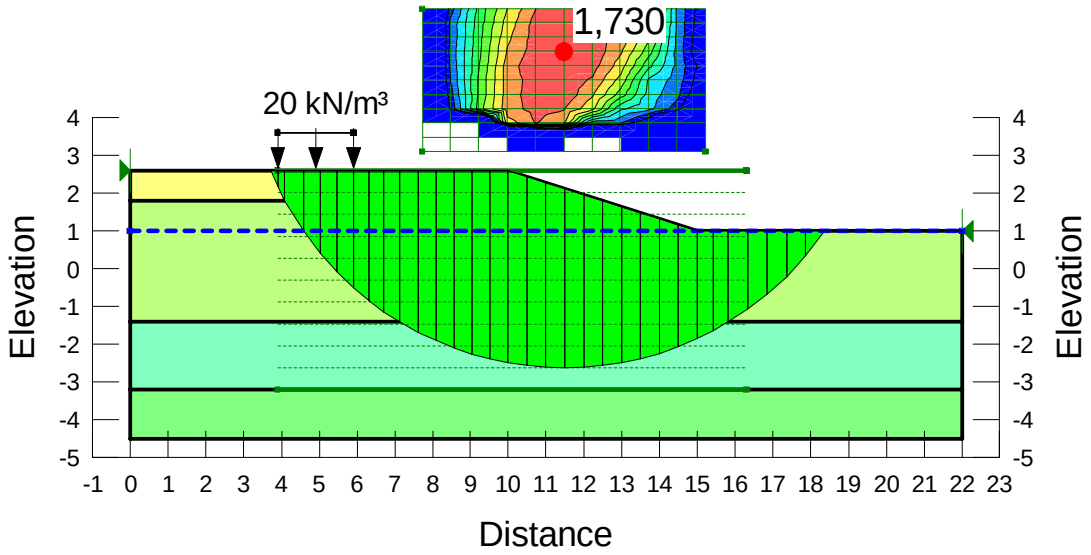
Color	Name	Slope Stability Material Model	Unit Weight (kN/m³)	Effective Cohesion (kPa)	Effective Friction Angle (°)	Cu-Top of Layer (kPa)	Cu-Rate of Change ((kN/m²)/m)	C/Cu Ratio
	1 Torrskorpelera	Combined, S=f(depth)	17		30	20	0	0,1
	2 Lera	Combined, S=f(depth)	16		30	10	0	0,1
	3 Lera	Combined, S=f(depth)	16		30	10	0,7	0,1
	4 Friktionsjord	Mohr-Coulomb	20	0	35			



1:200

Dammen södra delen
Släntlutning 1:5
Sektion S2
2024-02-12

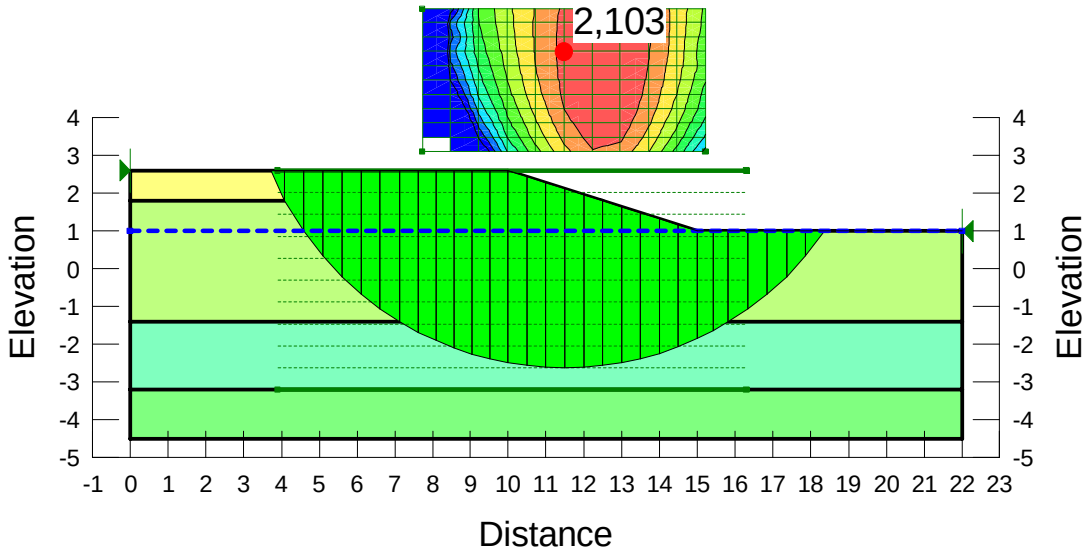
Color	Name	Slope Stability Material Model	Unit Weight (kN/m³)	Effective Cohesion (kPa)	Effective Friction Angle (°)	C-Top of Layer (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m²)/m)	Total Cohesion (kPa)
	1 Torrskorepelera	Undrained (Phi=0)	17					20
	2 Lera	Undrained (Phi=0)	16					10
	3 Lera	S=f(depth)	16			10	0,7	
	4 Friktionsjord	Mohr-Coulomb	20	0	35			



1:200

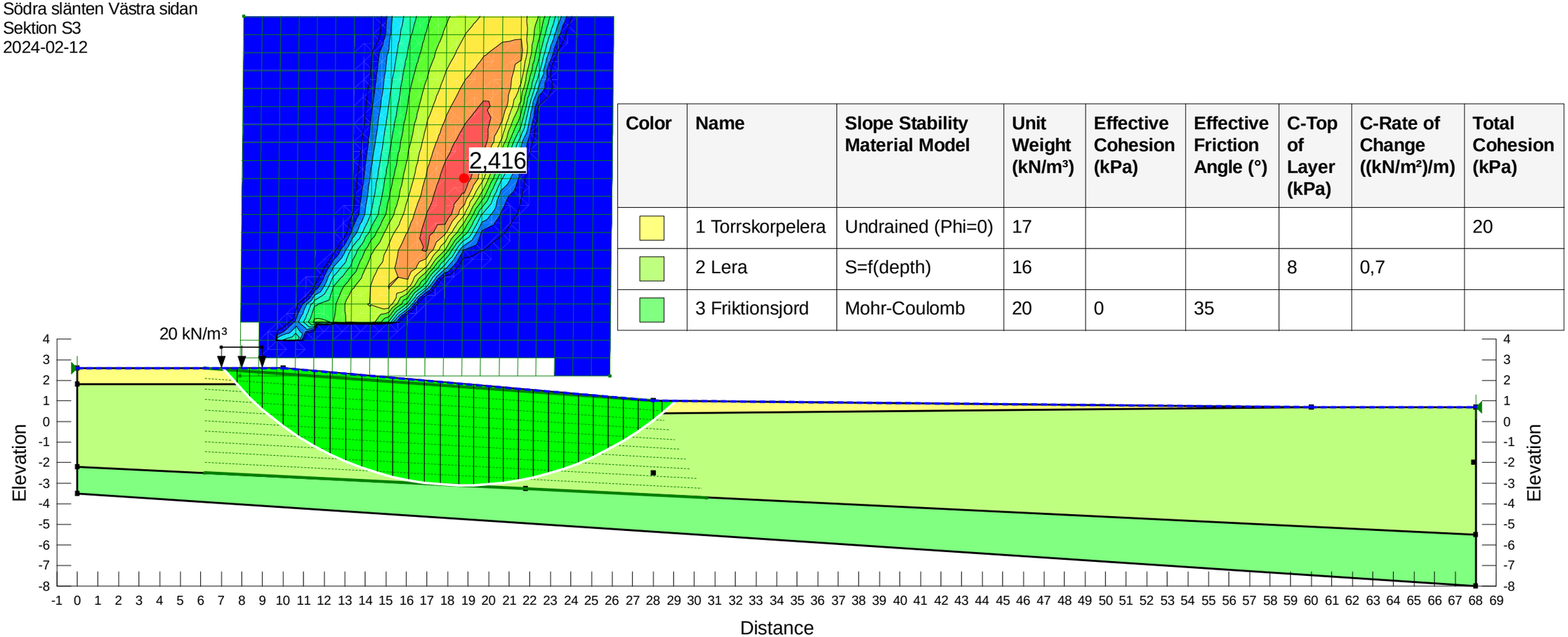
Dammen södra delen Kombinerad analys
Släntlutning 1:5
Sektion S2
2024-02-12

Color	Name	Slope Stability Material Model	Unit Weight (kN/m³)	Effective Cohesion (kPa)	Effective Friction Angle (°)	Cu-Top of Layer (kPa)	Cu-Rate of Change ((kN/m²)/m)	C/Cu Ratio
	1 Torrskorepelera	Combined, S=f(depth)	17		30	20	0	0,1
	2 Lera	Combined, S=f(depth)	16		30	10	0	0,1
	3 Lera	Combined, S=f(depth)	16		30	10	0,7	0,1
	4 Friktionsjord	Mohr-Coulomb	20	0	35			



1:200

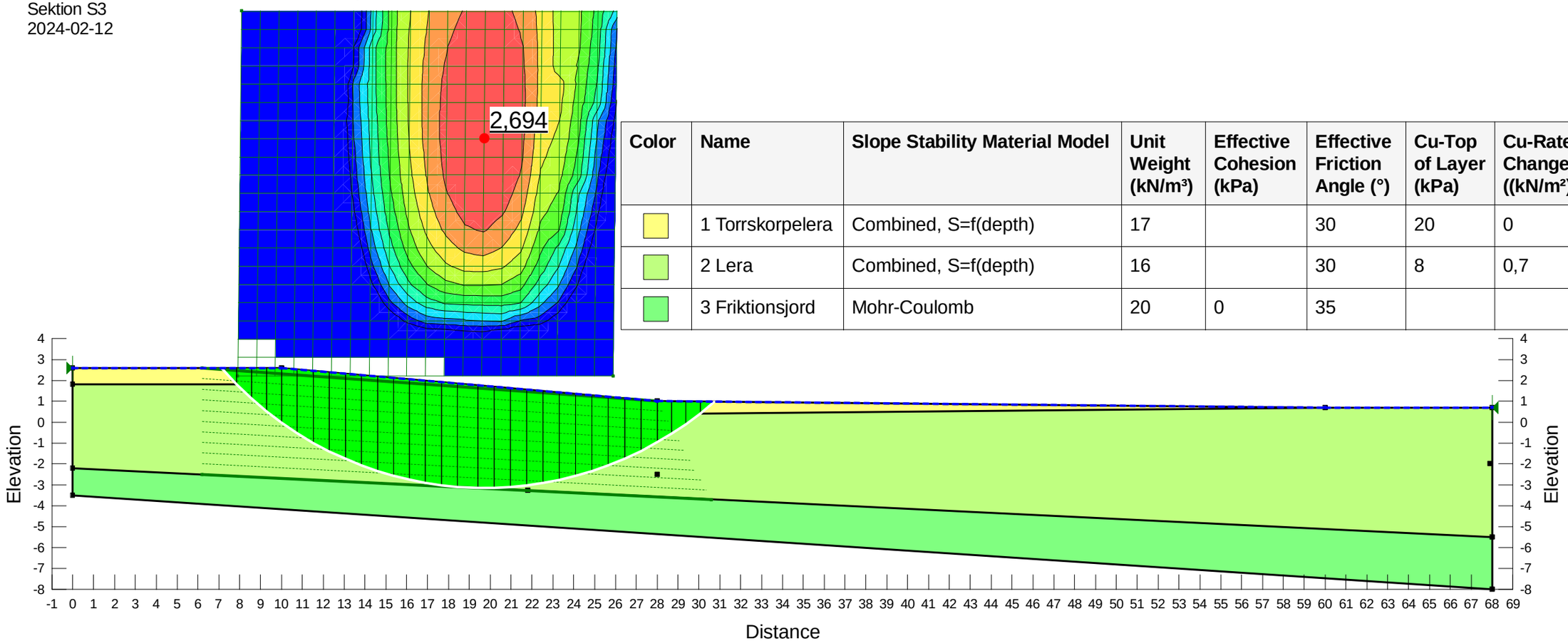
Södra slänten Västra sidan
Sektion S3
2024-02-12



Color	Name	Slope Stability Material Model	Unit Weight (kN/m³)	Effective Cohesion (kPa)	Effective Friction Angle (°)	C-Top of Layer (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m²)/m)	Total Cohesion (kPa)
	1 Torrskorpelera	Undrained (Phi=0)	17					20
	2 Lera	S=f(depth)	16			8	0,7	
	3 Friktionsjord	Mohr-Coulomb	20	0	35			

1:235

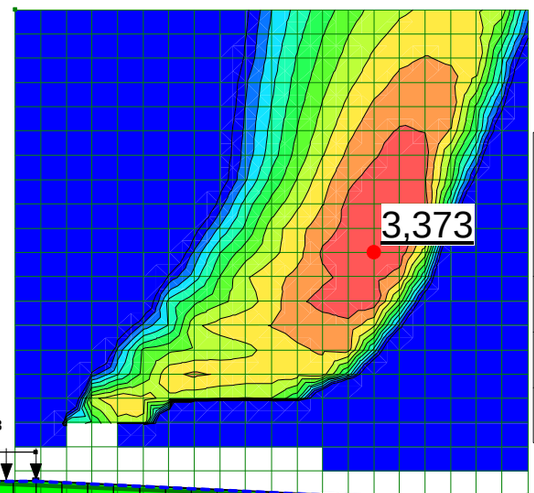
Södra slänten Västra sidan Kombinerad Analys
Sektion S3
2024-02-12



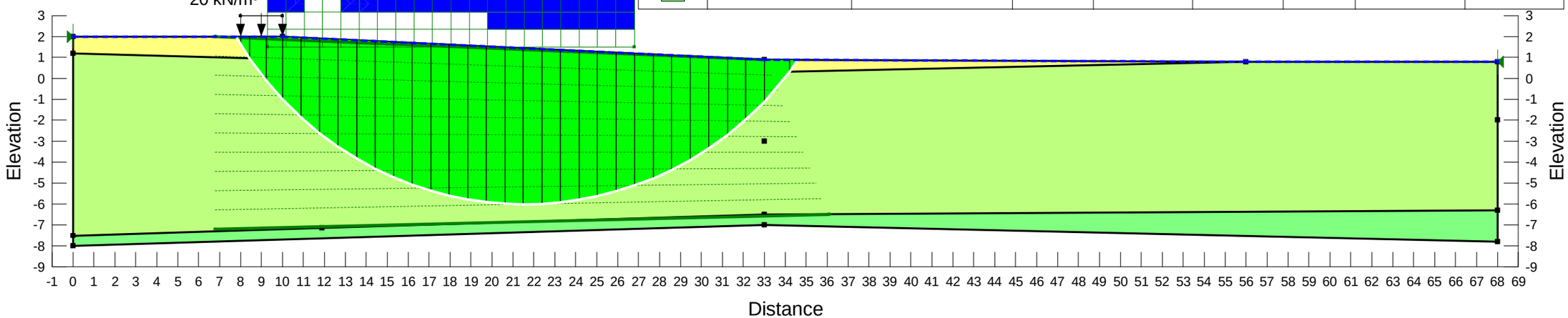
Color	Name	Slope Stability Material Model	Unit Weight (kN/m³)	Effective Cohesion (kPa)	Effective Friction Angle (°)	Cu-Top of Layer (kPa)	Cu-Rate of Change ((kN/m²)/m)	C/Cu Ratio
	1 Torrskorpelera	Combined, S=f(depth)	17		30	20	0	0,1
	2 Lera	Combined, S=f(depth)	16		30	8	0,7	0,1
	3 Friktionsjord	Mohr-Coulomb	20	0	35			

1:235

Södra slänten Östra sidan
Sektion S4
2024-02-12

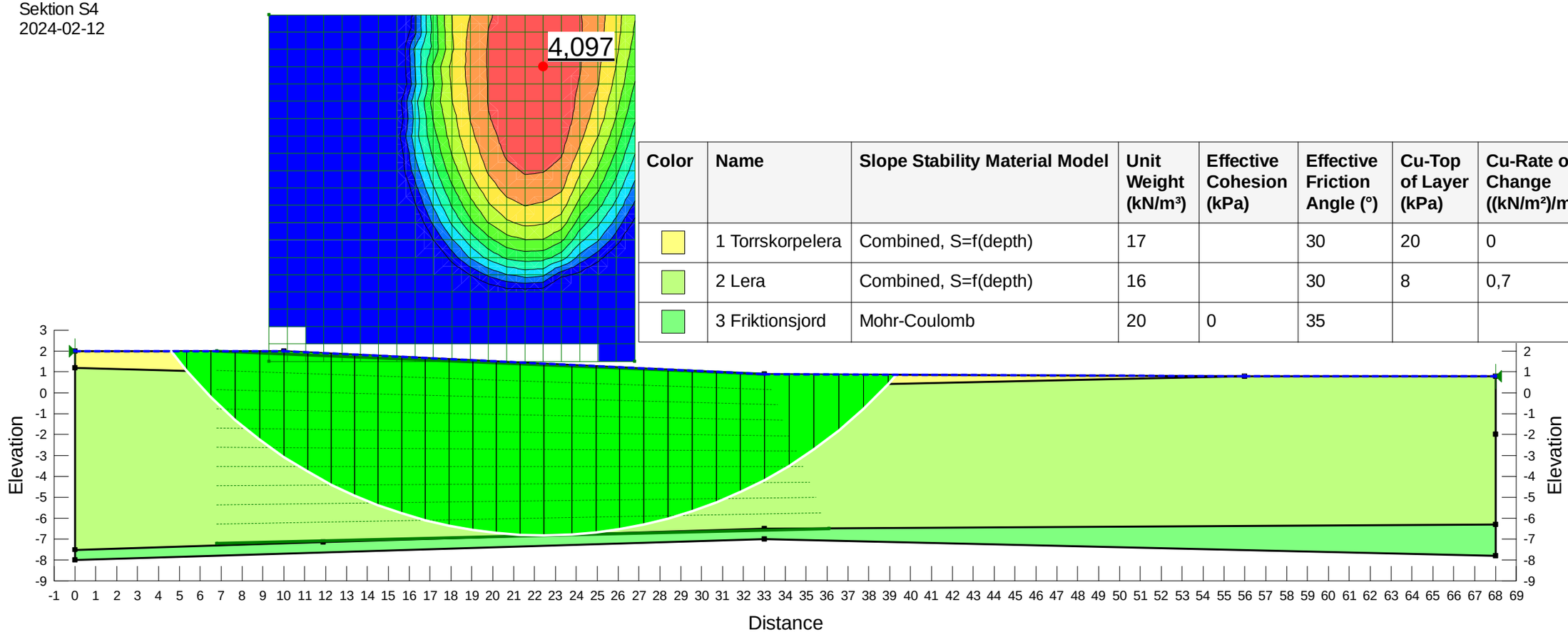


Color	Name	Slope Stability Material Model	Unit Weight (kN/m³)	Effective Cohesion (kPa)	Effective Friction Angle (°)	C-Top of Layer (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m²)/m)	Total Cohesion (kPa)
	1 Torrskorpelera	Undrained (Phi=0)	17					20
	2 Lera	S=f(depth)	16			8	0,7	
	3 Friktionsjord	Mohr-Coulomb	20	0	35			



1:235

Södra slänten Östra sidan Kombinerad analys
Sektion S4
2024-02-12



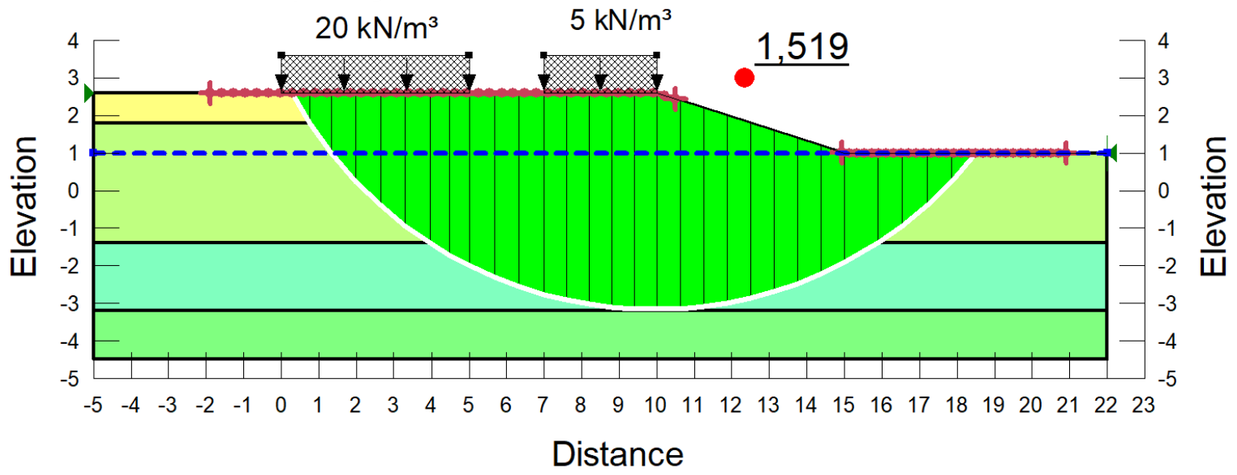
Color	Name	Slope Stability Material Model	Unit Weight (kN/m³)	Effective Cohesion (kPa)	Effective Friction Angle (°)	Cu-Top of Layer (kPa)	Cu-Rate of Change ((kN/m²)/m)	C/Cu Ratio
	1 Torrskorpelera	Combined, S=f(depth)	17		30	20	0	0,1
	2 Lera	Combined, S=f(depth)	16		30	8	0,7	0,1
	3 Friktionsjord	Mohr-Coulomb	20	0	35			

1:235

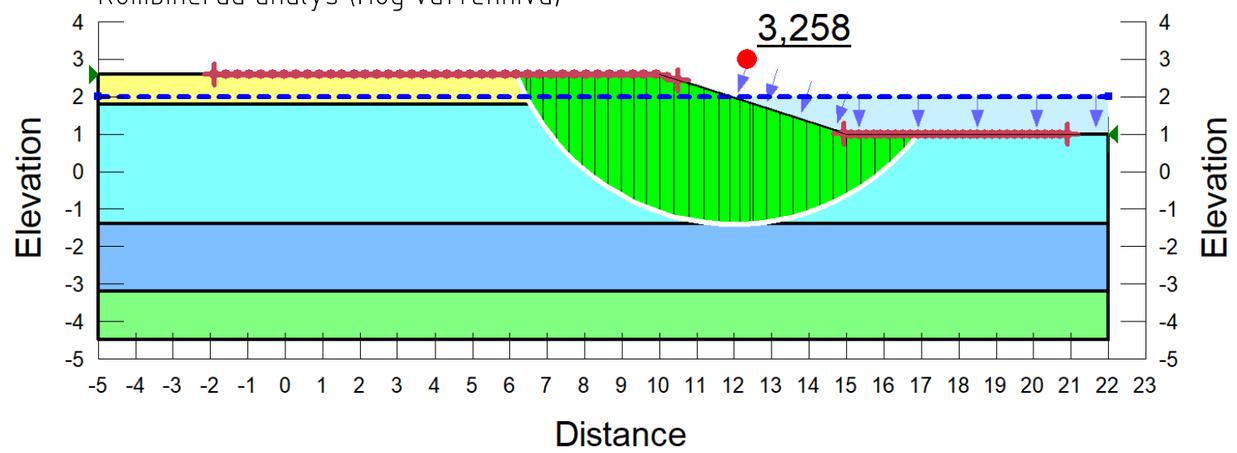
Stabilitetsberäkning S2

Color	Name	Slope Stability Material Model	Unit Weight (kN/m³)	Effective Friction Angle (°)	C-Top of Layer (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m²)/m)	C-Maximum (kPa)	Cu-Top of Layer (kPa)	Cu-Rate of Change ((kN/m²)/m)	C/Cu Ratio	Total Cohesion (kPa)
	1 Torrskorepelera	Undrained (Phi=0)	17								20
	2 Lera	Undrained (Phi=0)	16								10
	2 Lera (komb)	Combined, S=f(depth)	16	30	0	0		10	0	0,1	
	3 Lera	S=f(depth)	16		10	0,7	15				
	3 Lera (komb)	Combined, S=f(depth)	16	30	0	0		10	0,7	0,1	
	4 Friktionsjord	Mohr-Coulomb	20	35							

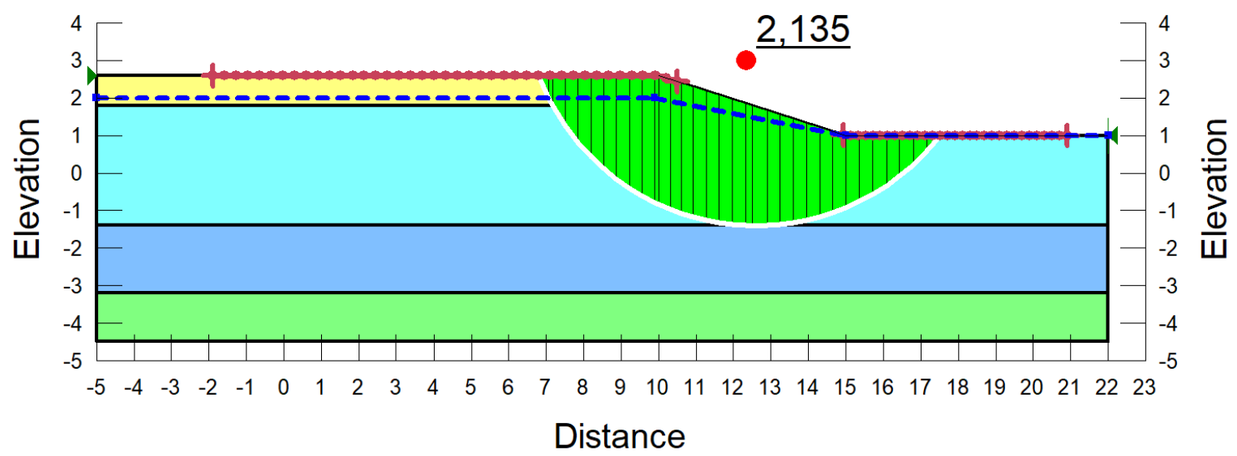
Odränerad analys (Låg vattennivå)



Kombinerad analys (Hög vattennivå)

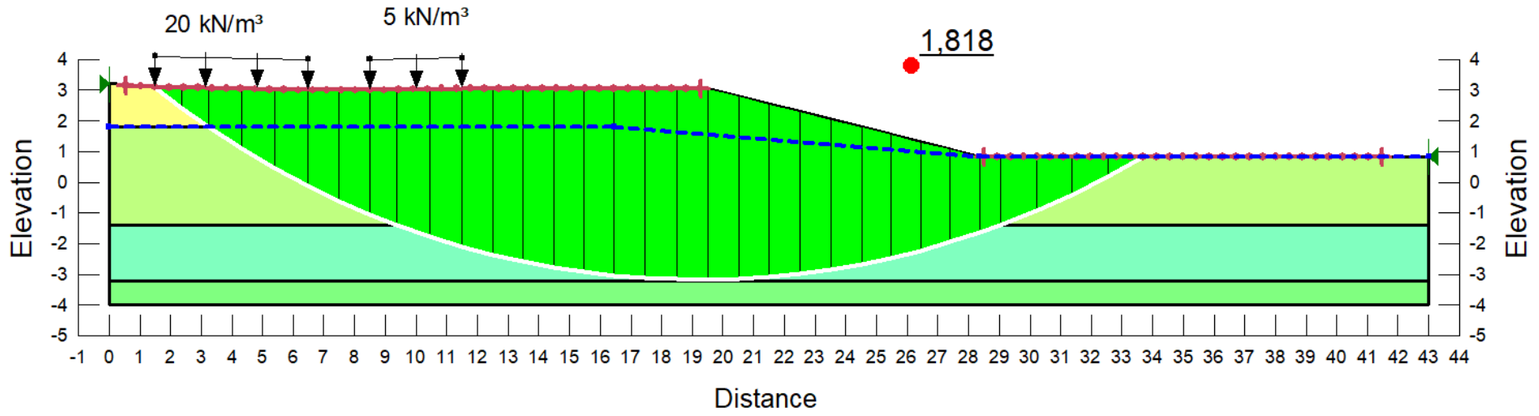


Kombinerad analys (Låg vattennivå)

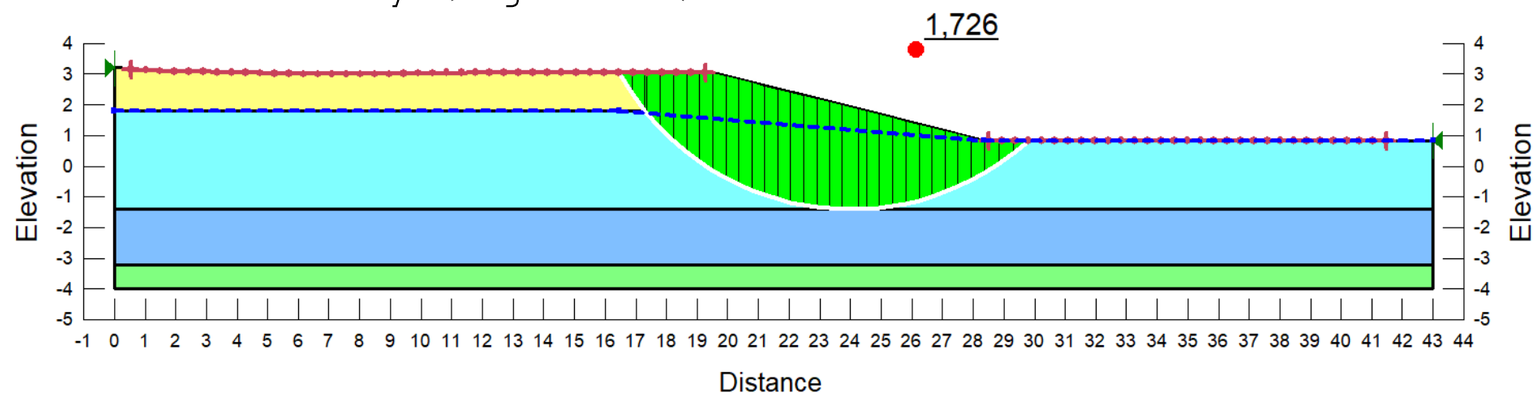


Stabilitetsberäkning S5

Odränerad Analys



Kombinerad Analys (Lågt vatten)



Kombinerad Analys (Högt vatten)

