

PM GEOTEKNIK (PM/GEO)

DP BELLEVUE, VÄSTERÅS

MÄLARENERGI ELNÄT AB

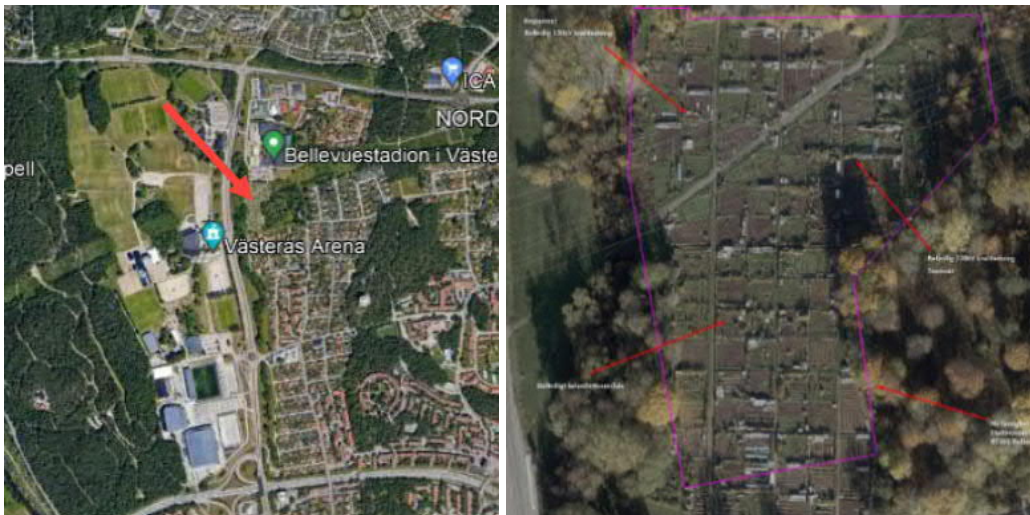
Underlag

- [A] Jordartskartan, www.sgu.se
- [B] PM – Magnetfältstudering BT301 Bellevue, Mälarenergi Elnät AB daterad 2022-09-12.
- [C] Markteknisk undersökningsrapport, "DP Bellevue", WSP Sverige AB, uppdragsnummer 10350910, daterad 2023-03-15.

Bakgrund

WSP Sverige AB har på uppdrag av Mälarenergi Elnät AB, utfört en geoteknisk utredning för ny detaljplan söder om Bellevuestadion i Västerås, se nedanstående Figur 1. Inom undersökningsområdet planeras en ny mottagstation benämnd YTXX Bellevue.

Detaljerad information om var läget för mottagarstationen och var infrastruktur planeras inom området är i skrivande stund ej bestämt.



Figur 1: Aktuellt undersökningsområde, källa t.v.: Google Earth©, t.h.: [B].

Geotekniska och geohydrologiska förhållanden

Topografi

Området utgörs av en relativt plan markyta, där marknivåer i undersökningspunkter varierar mellan ca +25,9 - +32,2 (RH 2000). I öster stiger området mot ett område med berg i dagen och i västra delen av området går ett större dike utmed Vasagatan i nord-sydlig riktning.

Jordlager

Jorden i västra delen av undersökningsområdet består generellt av lera på friktionsjord ovan berg. Leran bedöms som torrskorpefast till ett djup av ca 2 m under markytan och är därefter lös med låg till mycket låg odränerad skjuvhållfasthet, se Figur 3, i mäktigheter varierande mellan ca 2-7 m. I östra, och sydöstra delen av utredningsområdet minskar jorddjupen och lerlagren övergår i morän och ytligt berg.

Grundvatten

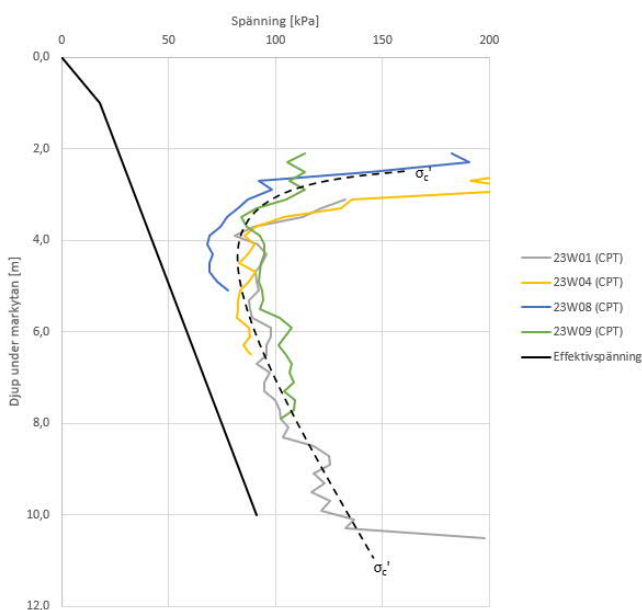
Grundvattnets trycknivå har uppmätts i ett öppet rör, installerat i den undre vattenförande akvifären, vid tre tillfällen. Grundvattnet uppmättes då variera mellan ca 0,6-0,7 m under markytan.

Då torrskorpans mäktighet i området är ca 2 m så är det troligt att grundvattnets trycknivå, åtminstone ställvis, är belägen något lägre.

Sättningar

Lerans sättningsegenskaper har endast utvärderats genom empiriska samband. Inga kompressionsförsök på leran har utförts.

Utifrån utförda CPT-sondering, och med en grundvattentrycknivå 1 m under markytan, kan leran uppskattas vara svagt överkonsoliderad med ca 30 kPa.

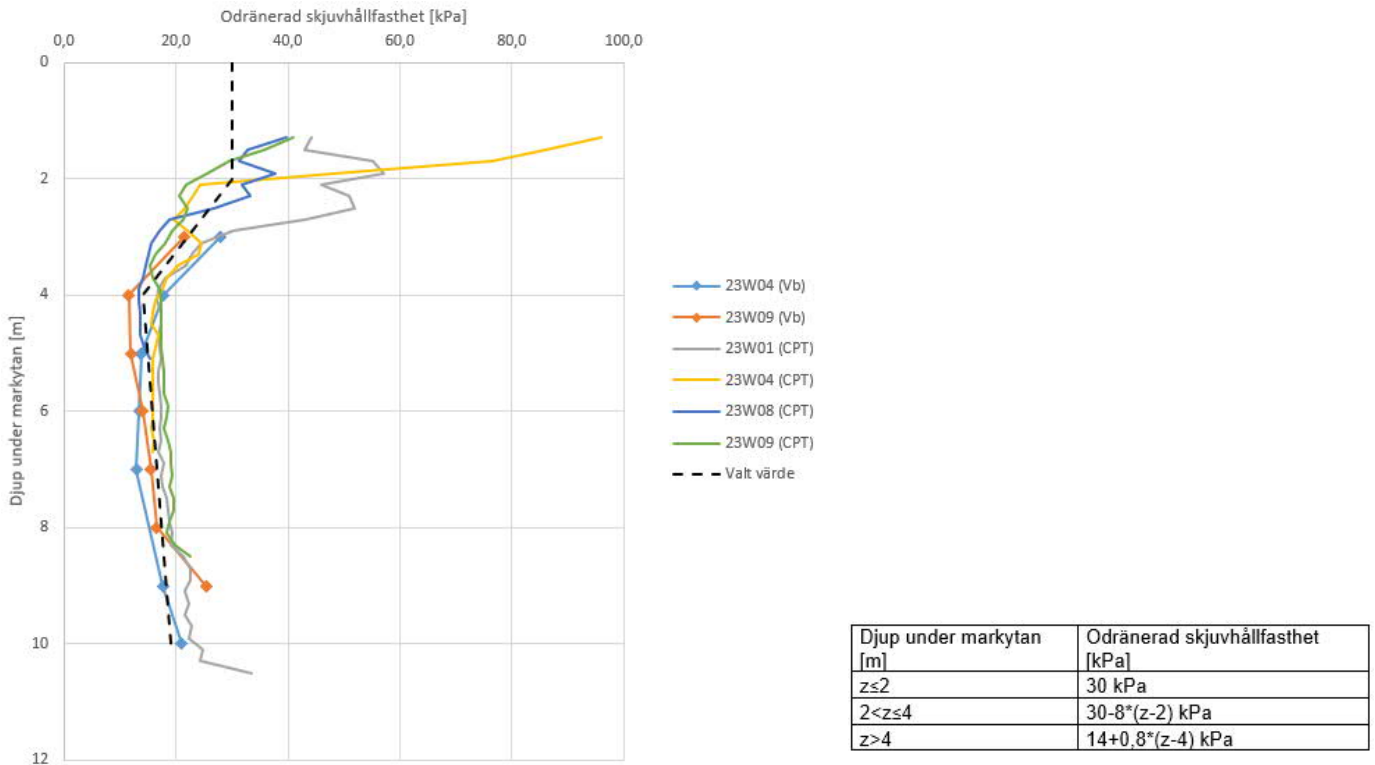


Figur 2: Sammanställning av utvärderad förkonsolideringsspänning tillsammans med effektivspänningen i jorden, redovisade mot djup under markytan.

Totalstabilitet

Odränerad skjuvhållfasthet

Lerans odränerade skjuvhållfasthet har uppmätts i 4 undersökningspunkter, där halvempirisk bestämning har utförts med CPTu i samtliga fyra punkter och vingförsök, in-situ, har utförts i två punkter.



Figur 3: Sammanställning av lerans odränerade skjuvhållfasthet redovisad i förhållande till djup under markytan. Svart streckad linje illustrerar valt värde för området.

Dränerad skjuvhållfasthet

Den dränerade karakteristiska skjuvhållfastheten har valts enligt empiriska samband och satts för leran till:

- $c' = 0,1 \times \tau_{fu}$ kPa.
- $\varphi' = 30^\circ$.

Densitet

För torrskorpan har densiteten valts till $1,8 \text{ t/m}^3$.

För underliggande lera har densiteten antagits till $1,7 \text{ t/m}^3$.

Por och grundvattentryck

Underlag för en detaljerad grund- och portrycksmodell saknas. I beräkningar har en lutande grundvattenyta mot dikets botten modellerats. Diket har modellerats som torrt i såväl odränerad som kombinerad analys.

Laster

I beräkningar har en utbredd last om 20 kPa testats mot diket. Syftet med lasten har varit att bestämma ett minsta avstånd till diket där belastning/bebyggelse är olämplig.

Säkerhetskrav

Beräkningar har gjorts med karaktäristiska värden/totalsäkerhet.

Säkerhetsfaktorn är vald utifrån IEG i Rapport 4:2010^{Fell} Bokmärket är inte definierat. för detaljerad utredning och planläggning.

Följande krav på totalsäkerhetsfaktorn gäller för föreliggande utredning:

$F_c \geq 1,5$
$F_{komb} \geq 1,4$

Beräkningsresultat

Beräkningssektion-Beräkning	Analys	Krav	Beräknad säkerhet
S2-1	Odränerad, obelastad	$F_c \geq 1,50$	$F_c = 1,95$
S2-2	Odränerad, 20 kPa last 10 m från släntkrön	$F_c \geq 1,50$	$F_c = 1,50$
S2-3	Kombinerad, obelastad	$F_{komb} \geq 1,40$	$F_{komb} = 1,66$
S4-1	Odränerad, obelastad	$F_c \geq 1,50$	$F_c = 1,96$
S4-2	Odränerad, 20 kPa last 3 m från släntkrön	$F_c \geq 1,50$	$F_c = 1,50$
S4-3	Kombinerad, obelastad	$F_{komb} \geq 1,40$	$F_{komb} = 1,45$
S5-1	Odränerad, obelastad	$F_c \geq 1,50$	$F_c = 1,99$
S5-2	Odränerad, 20 kPa last 2 m från släntkrön	$F_c \geq 1,50$	$F_c = 1,51$
S5-3	Kombinerad, obelastad	$F_{komb} \geq 1,40$	$F_{komb} = 1,44$
S7-1	Odränerad, obelastad	$F_c \geq 1,50$	$F_c = 3,86$
S7-2	Odränerad, 20 kPa last 2 m från släntkrön	$F_c \geq 1,50$	$F_c = 2,11$
S7-3	Kombinerad, obelastad	$F_{komb} \geq 1,40$	$F_{komb} = 2,75$

Rekommendationer

På grund av förekomst av löst lagrad lera, i varierande mäktighet, så rekommenderas all sättningskänslig bebyggelse inom utredningsområdet grundläggas med fribärande golv ovan stödpålar.

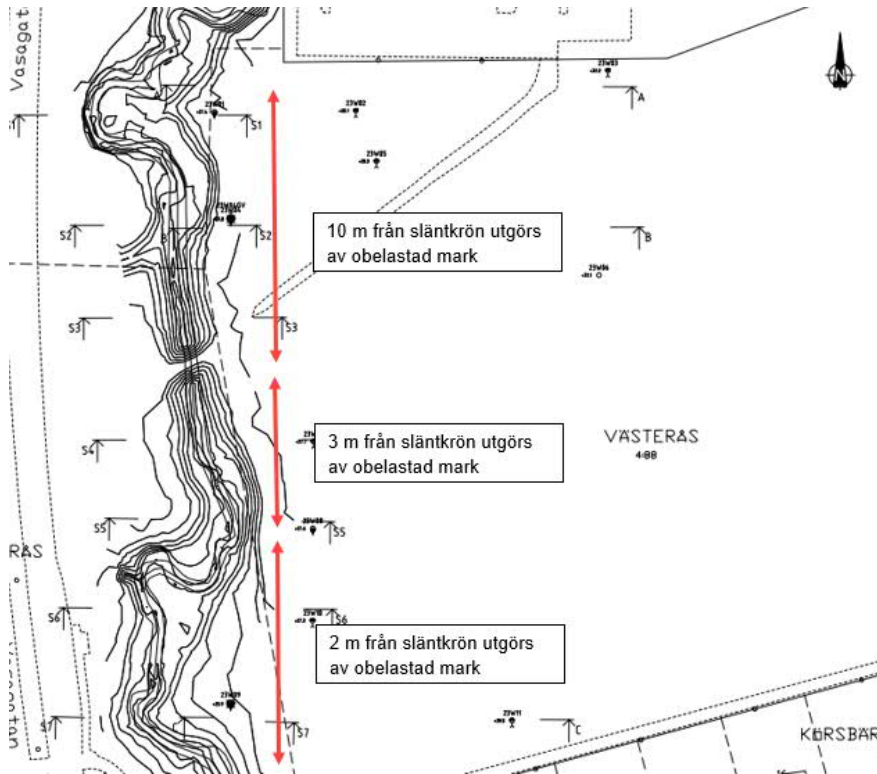
Inom områdets östra, och sydöstra del, där jorddjupen är grundare skulle eventuellt ytlig grundläggning med platta på mark kunna vara aktuellt. Då den östra delen av området, på grund av pågående verksamhet, endast kunnat utredas översiktligt så behöver dock detta utredas vidare efter det att slutgiltigt läge för planerad bebyggelse bestämts.

Grundläggning kan i detta skede förutsättas uppföras radonskyddat för pågrundlagd bebyggelse. Om plattgrundläggning på torrskorpa på friktionsjord eller direkt ovan friktionsjord blir aktuellt inom någon del av området rekommenderas det att en radonundersökning utförs för bestämmande av lämplig radonskyddsklass.

Hårdgjorda ytor och gator inom området dimensioneras för materialtyp 5A och tjärfarlighetsklass 4 för terrass i torrskorpefast lera.

Markhöjningar inom området bör i områdets västra del (västra halvan) begränsas till 0,5 m, utanför säkerhetsavstånd redovisade i Figur 4 nedan (markhöjningar ska i detaljprojekteringen kontrolleras tillsammans med eventuella trafiklaster). I områdets östra del (östra halvan) kan markhöjningar med 1 m utföras där lös lera förekommer, och fri höjdsättning kan tillämpas där endast torrskorpa och friktionsjord förekommer.

Totalstabiliteten mot det nord-sydliga diket utmed Vasagatan är tillfredställande för dagens förhållanden, samt för mindre markjuteringar/och eller vissa trafiklaster (totalt 20 kPa). dock sak ett visst avstånd ($\geq 2-10$ m) från befintligt dikes släntkrön hållas obelastat.



Figur 4: Beskrivning av ytor i anslutning till släntkrön som rekommenderas hållas obelastade.

Bilagor

Stabilitetsberäkningar, 9 st A3

Västerås 2023-04-03

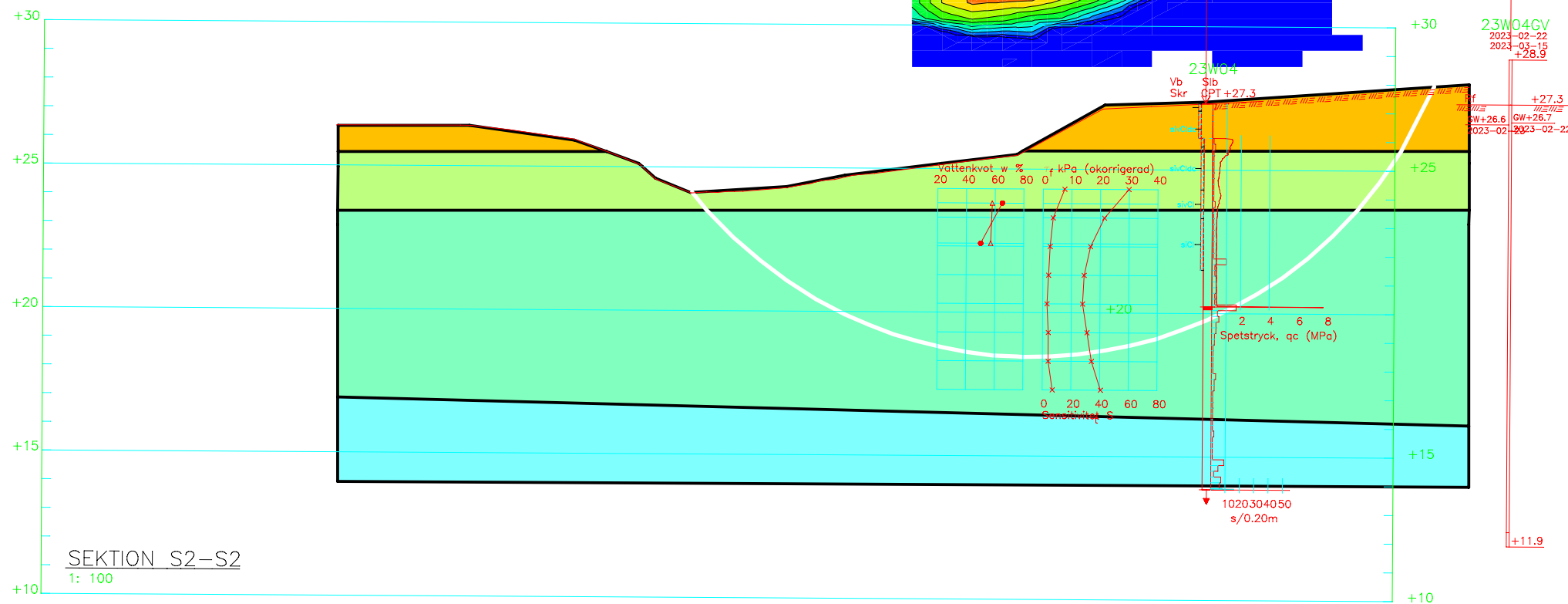
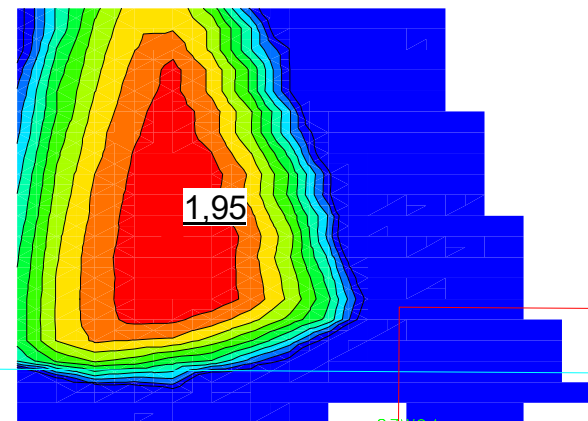
WSP Sverige AB

Max Årbrink

Created By: Årbrink, Max
Date: 2023-04-03

Resisting Moment: 8 373,4661 kN·m
Activating Moment: 4 284,1848 kN·m

Color	Name	Material Model	Unit Weight (kN/m³)	Effective Cohesion (kPa)	Effective Friction Angle (°)	Phi-B (°)	Cohesion (kPa)	C-Top of Layer (kPa)	C-Datum (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m²)/m)	C-Maximum (kPa)	Datum (Elevation) (m)
Light Green	Le1 S1-S5	S=f(datum)	17					30	-8	14		25,5
Light Green	Le2	S=f(depth)	17					14	0,8			
Orange	Let	Undrained (Phi=0)	18				30					
Light Blue	Mn	Mohr-Coulomb	19	0	40	0						



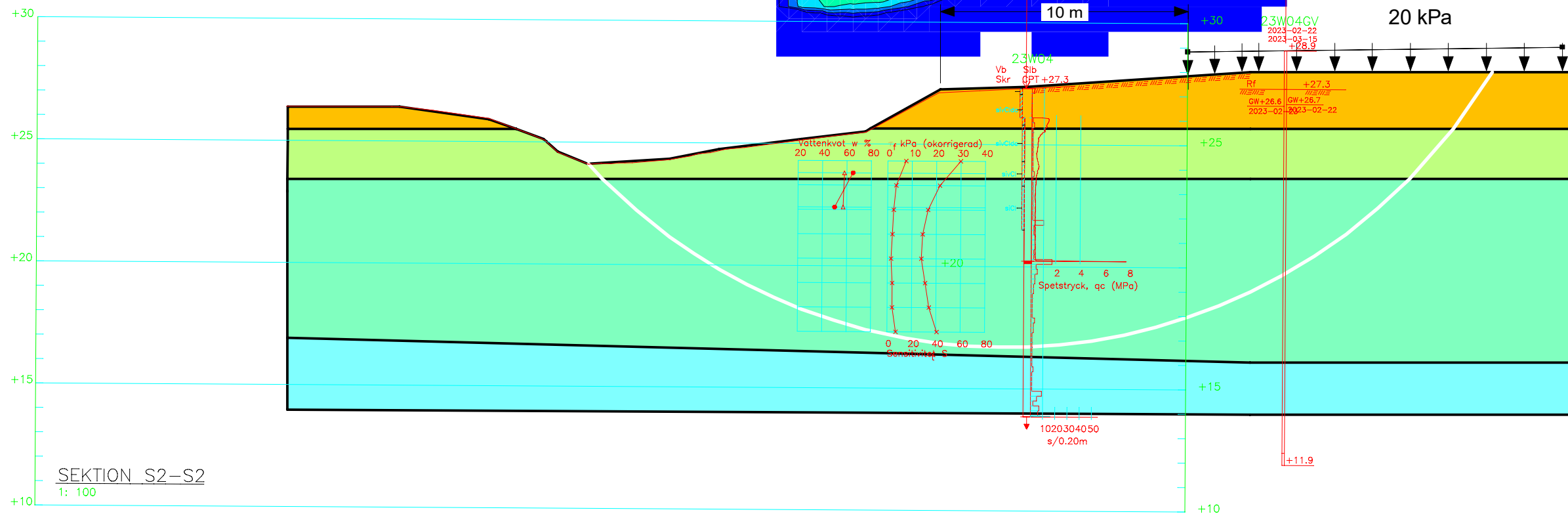
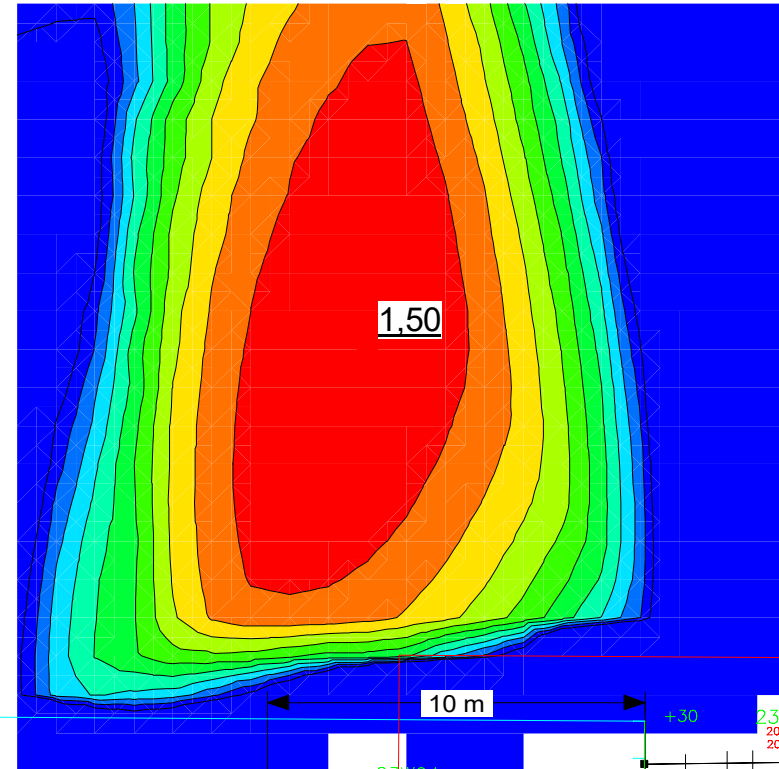
Beräkning S2-1

S2 Odr
Stabilitet.gsz
2023-04-03
1:200

Created By: Årbrink, Max
Date: 2023-04-03

Resisting Moment: 18 112,146 kN·m
Activating Moment: 12 083,823 kN·m

Color	Name	Material Model	Unit Weight (kN/m³)	Effective Cohesion (kPa)	Effective Friction Angle (°)	Phi-B (°)	Cohesion (kPa)	C-Top of Layer (kPa)	C-Datum (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m²)/m)	C-Maximum (kPa)	Datum (Elevation) (m)
Light Green	Le1	S=f(datum)	17						30	-8	14	25,5
Light Green	Le2	S=f(depth)	17					14		0,8		
Orange	Let	Undrained (Phi=0)	18				30					
Light Blue	Mn	Mohr-Coulomb	19	0	40	0						



SEKTION S2-S2
1: 100

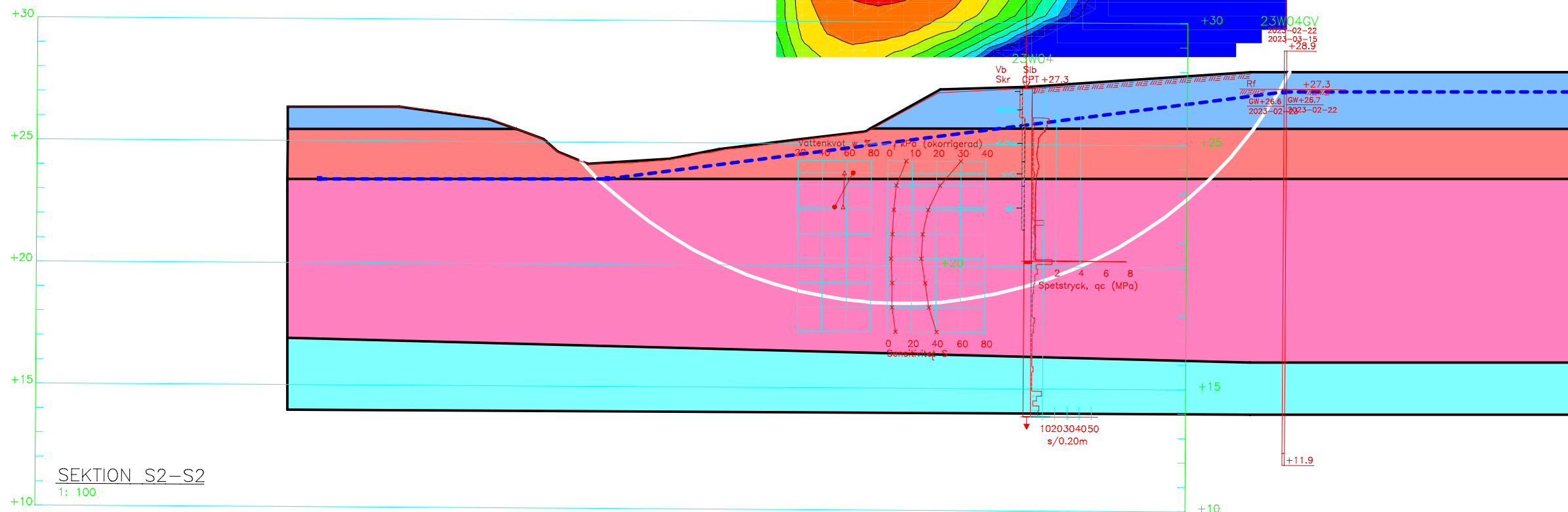
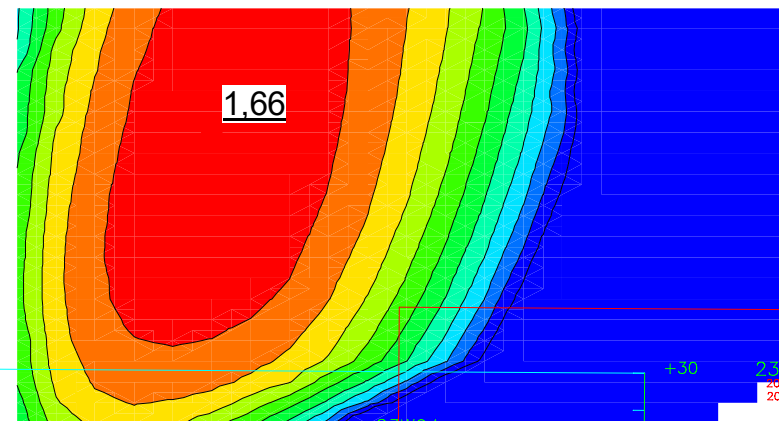
Beräkning S2-2

S2 Odr - Trafik
Stabilitet.gsz
2023-04-03
1:200

Created By: Årbrink, Max
Date: 2023-04-03

Resisting Moment: 9 331,5006 kN·m
Activating Moment: 5 618,2922 kN·m

Color	Name	Material Model	Unit Weight (kN/m³)	Effective Cohesion (kPa)	Effective Friction Angle (°)	Phi-B (°)	C-Top of Layer (kPa)	C-Datum (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m²)/m)	Cu-Top of Layer (kPa)	Cu-Datum (kPa)	Cu-Rate of Change ((kN/m²)/m)	C/Cu Ratio	Datum (Elevation) (m)	Piezometric Line
Red	Le1 S1-S5 Komb	Combined, S=f(datum)	17		30			3	-0,08		30	-0,8	0,1	25,5	1
Pink	Le2 Komb	Combined, S=f(depth)	17		30		1,4		0,08	14		0,8	0,1		1
Blue	Let komb	Combined, S=f(depth)	18		30		3		0	30		0	0		1
Cyan	Mn	Mohr-Coulomb	19	0	40	0									1



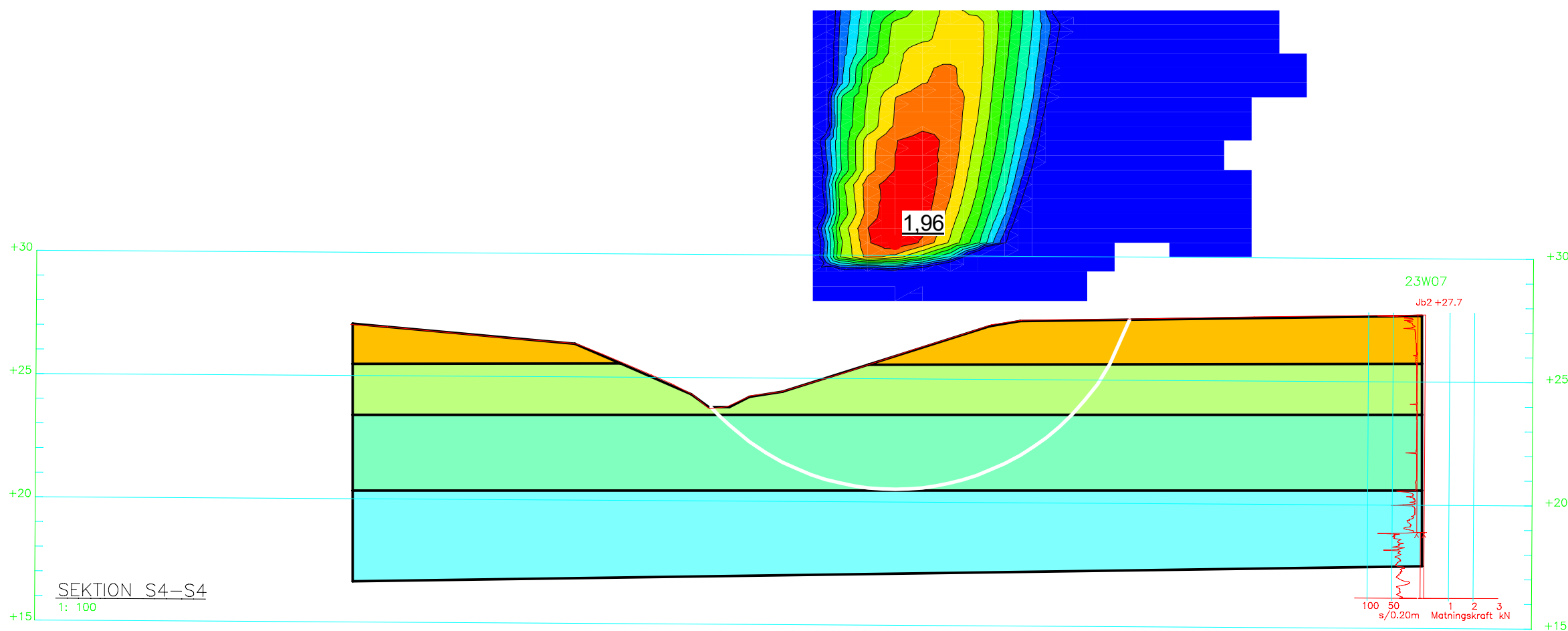
Beräkning S2-3

S2 Komb
Stabilitet.gsz
2023-04-03
1:200

Created By: Årbrink, Max
Date: 2023-04-03

Resisting Moment: 3 524,293 kN·m
Activating Moment: 1 797,842 kN·m

Color	Name	Material Model	Unit Weight (kN/m³)	Effective Cohesion (kPa)	Effective Friction Angle (°)	Phi-B (°)	Cohesion (kPa)	C-Top of Layer (kPa)	C-Datum (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m²)/m)	C-Maximum (kPa)	Datum (Elevation) (m)
Light Green	Le1 S1-S5	S=f(datum)	17						30	-8	14	25,5
Light Green	Le2	S=f(depth)	17					14		0,8		
Orange	Let	Undrained (Phi=0)	18				30					
Light Blue	Mn	Mohr-Coulomb	19	0	40	0						



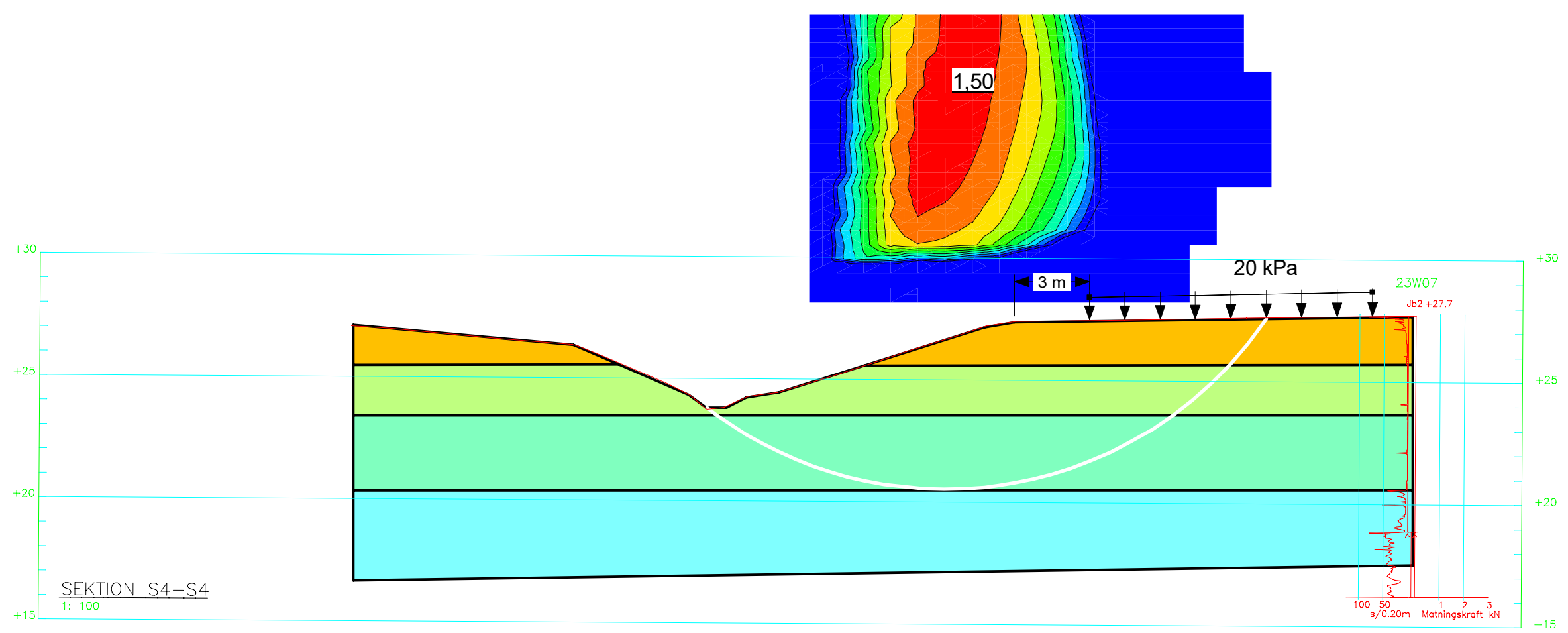
Beräkning S4-1

S4 Odr
Stabilitet.gsz
2023-04-03
1:200

Created By: Årbrink, Max
Date: 2023-04-03

Resisting Moment: 6 924,6685 kN·m
Activating Moment: 4 621,1572 kN·m

Color	Name	Material Model	Unit Weight (kN/m³)	Effective Cohesion (kPa)	Effective Friction Angle (°)	Phi-B (°)	Cohesion (kPa)	C-Top of Layer (kPa)	C-Datum (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m²)/m)	C-Maximum (kPa)	Datum (Elevation) (m)
Light Green	Le1 S1-S5	S=f(datum)	17						30	-8	14	25,5
Light Green	Le2	S=f(depth)	17					14		0,8		
Orange	Let	Undrained (Phi=0)	18				30					
Light Blue	Mn	Mohr-Coulomb	19	0	40	0						



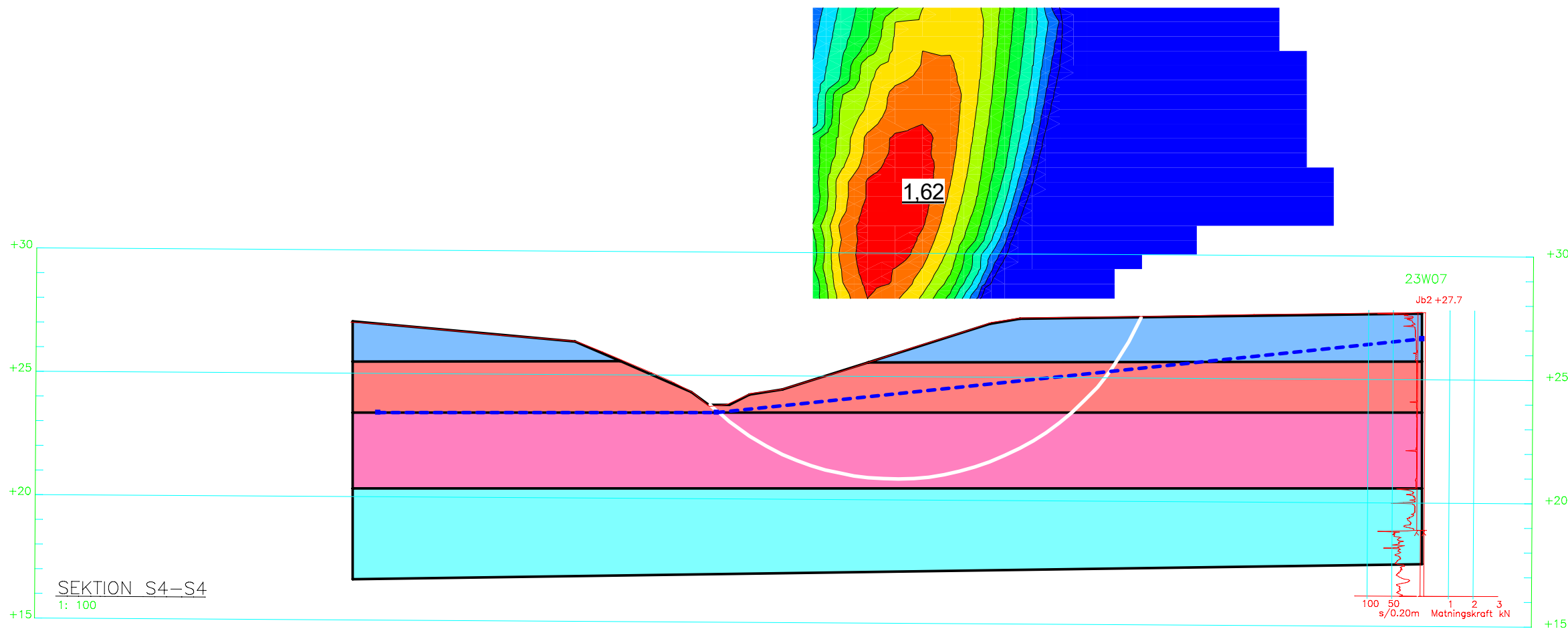
Beräkning S4-2

S4 Odr Trafik
Stabilitet.gsz
2023-04-03
1:200

Created By: Årbrink, Max
Date: 2023-04-03

Resisting Moment: 3 155,9962 kN·m
Activating Moment: 1 946,445 kN·m

Color	Name	Material Model	Unit Weight (kN/m³)	Effective Cohesion (kPa)	Effective Friction Angle (°)	Phi-B (°)	C-Top of Layer (kPa)	C-Datum (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m²)/m)	Cu-Top of Layer (kPa)	Cu-Datum (kPa)	Cu-Rate of Change ((kN/m²)/m)	C/Cu Ratio	Datum (Elevation) (m)	Piezometric Line
Red	Le1 S1-S5 Komb	Combined, S=f(datum)	17		30		3		-0,08	30		-0,8	0,1	25,5	1
Pink	Le2 Komb	Combined, S=f(depth)	17		30		1,4		0,08	14		0,8	0,1		1
Blue	Let komb	Combined, S=f(depth)	18		30		3		0	30		0	0		1
Cyan	Mn	Mohr-Coulomb	19	0	40	0									1



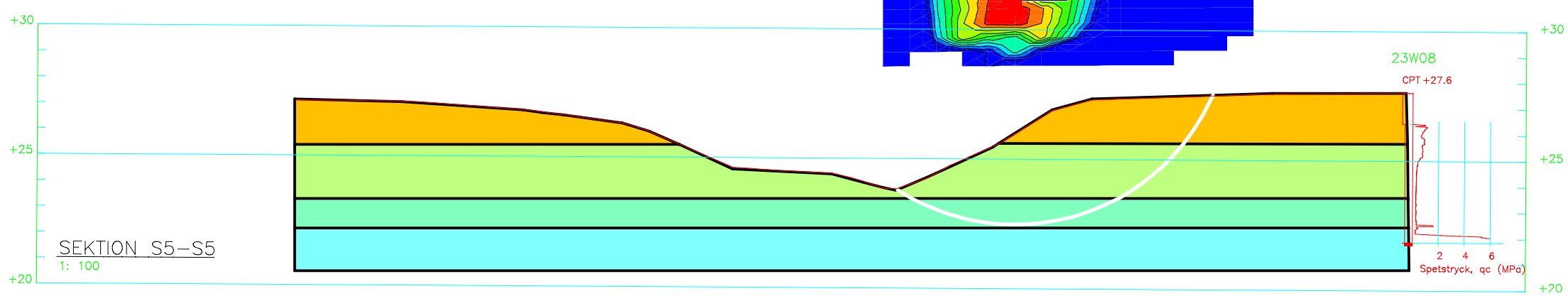
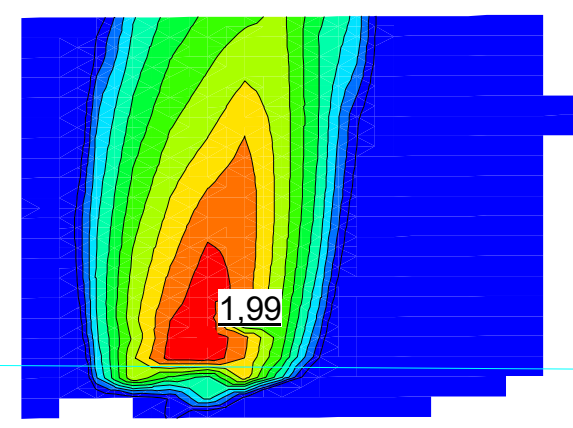
Beräkning S4-3

S4 Komb
Stabilitet.gsz
2023-04-03
1:200

Created By: Årbrink, Max
Date: 2023-04-03

Resisting Moment: 2 071,006 kN·m
Activating Moment: 1 041,5019 kN·m

Color	Name	Material Model	Unit Weight (kN/m³)	Effective Cohesion (kPa)	Effective Friction Angle (°)	Phi-B (°)	Cohesion (kPa)	C-Top of Layer (kPa)	C-Datum (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m²)/m)	C-Maximum (kPa)	Datum (Elevation) (m)
Light Green	Le1 S1-S5	S=f(datum)	17						30	-8	14	25,5
Light Green	Le2	S=f(depth)	17					14		0,8		
Orange	Let	Undrained (Phi=0)	18				30					
Light Blue	Mn	Mohr-Coulomb	19	0	40	0						



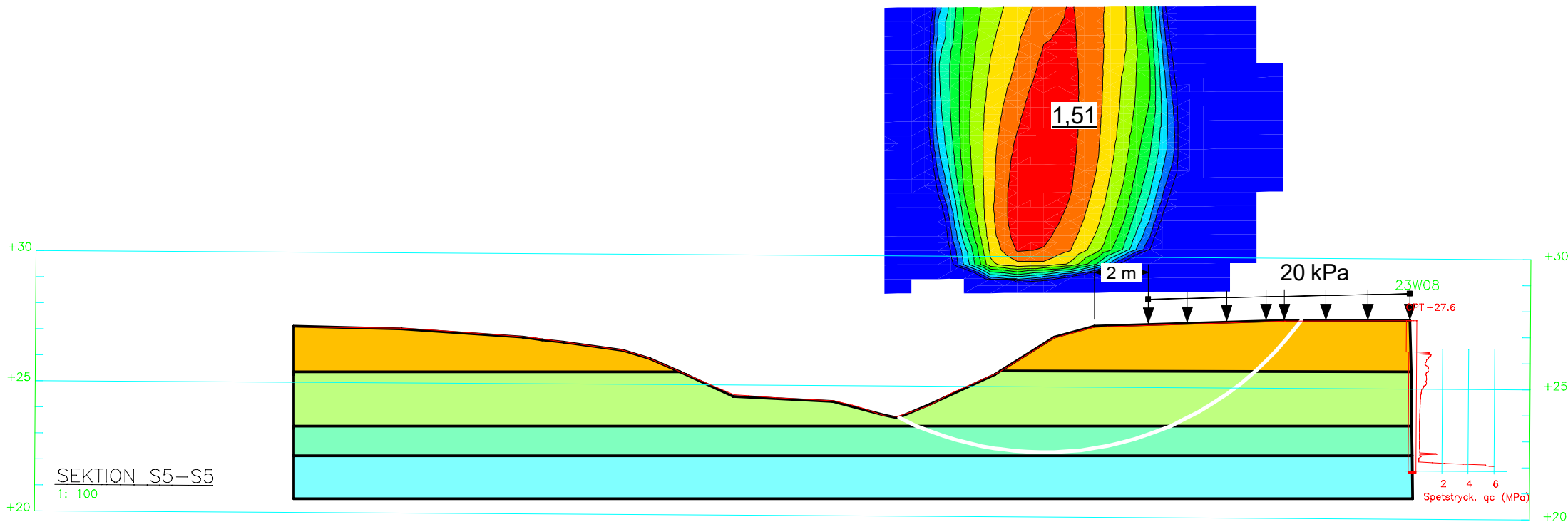
Beräkning S5-1

S5 Odr
Stabilitet.gsz
2023-04-03
1:200

Created By: Årbrink, Max
 Date: 2023-04-03

Resisting Moment: 3 618,0189 kN·m
 Activating Moment: 2 394,7689 kN·m

Color	Name	Material Model	Unit Weight (kN/m³)	Effective Cohesion (kPa)	Effective Friction Angle (°)	Phi-B (°)	Cohesion (kPa)	C-Top of Layer (kPa)	C-Datum (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m²)/m)	C-Maximum (kPa)	Datum (Elevation) (m)
Light Green	Le1 S1-S5	S=f(datum)	17						30	-8	14	25,5
Light Green	Le2	S=f(depth)	17					14		0,8		
Orange	Let	Undrained (Phi=0)	18				30					
Light Blue	Mn	Mohr-Coulomb	19	0	40	0						



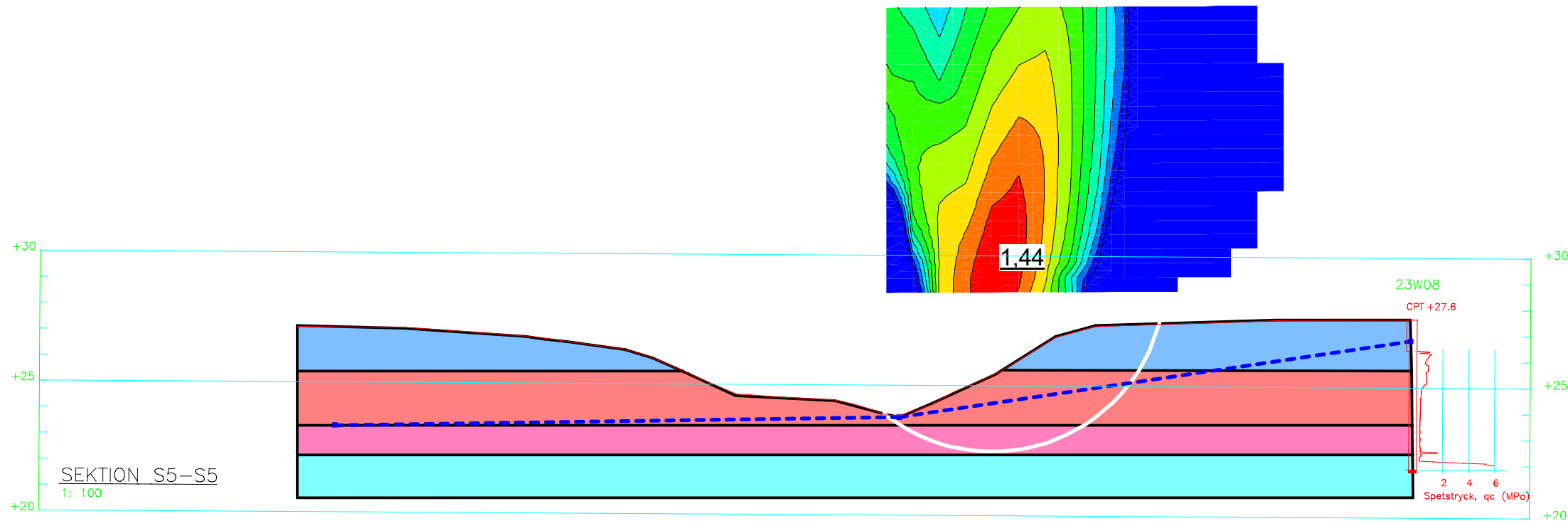
Beräkning S5-2

S5 Odr Trafik
Stabilitet.gsz
2023-04-03
1:200

Created By: Årbrink, Max
Date: 2023-04-03

Resisting Moment: 1 076,6942 kN·m
Activating Moment: 749,5518 kN·m

Color	Name	Material Model	Unit Weight (kN/m³)	Effective Cohesion (kPa)	Effective Friction Angle (°)	Phi-B (°)	C-Top of Layer (kPa)	C-Datum (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m²)/m)	Cu-Top of Layer (kPa)	Cu-Datum (kPa)	Cu-Rate of Change ((kN/m²)/m)	C/Cu Ratio	Datum (Elevation) (m)	Piezometric Line
Red	Le1 S1-S5 Komb	Combined, S=f(datum)	17		30			3	-0,08		30	-0,8	0,1	25,5	1
Pink	Le2 Komb	Combined, S=f(depth)	17		30		1,4		0,08	14		0,8	0,1		1
Blue	Let komb	Combined, S=f(depth)	18		30		3		0	30		0	0		1
Cyan	Mn	Mohr-Coulomb	19	0	40	0									1



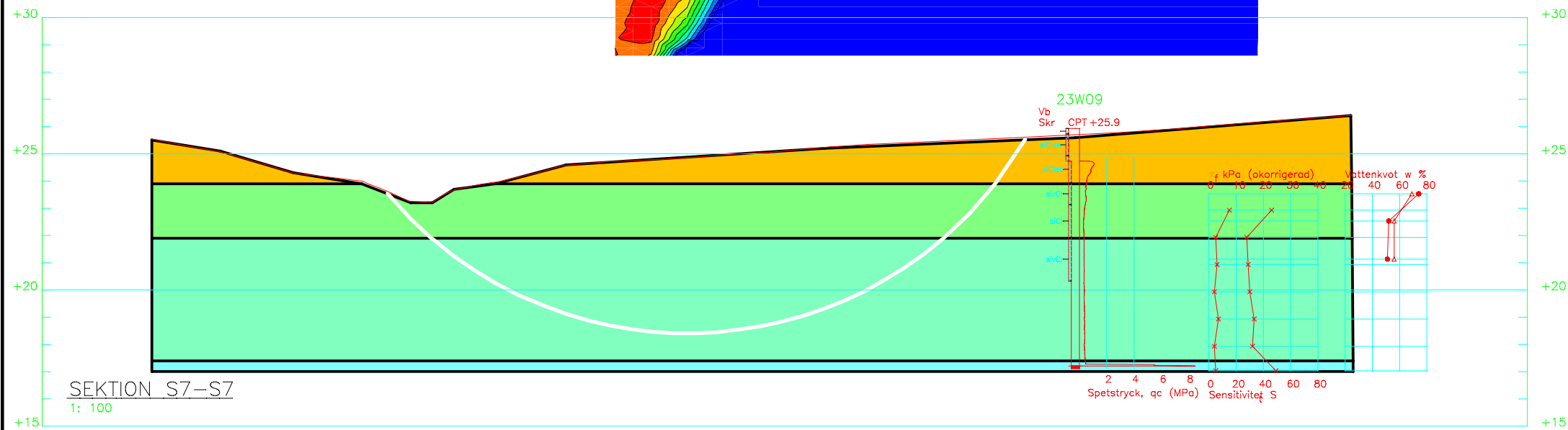
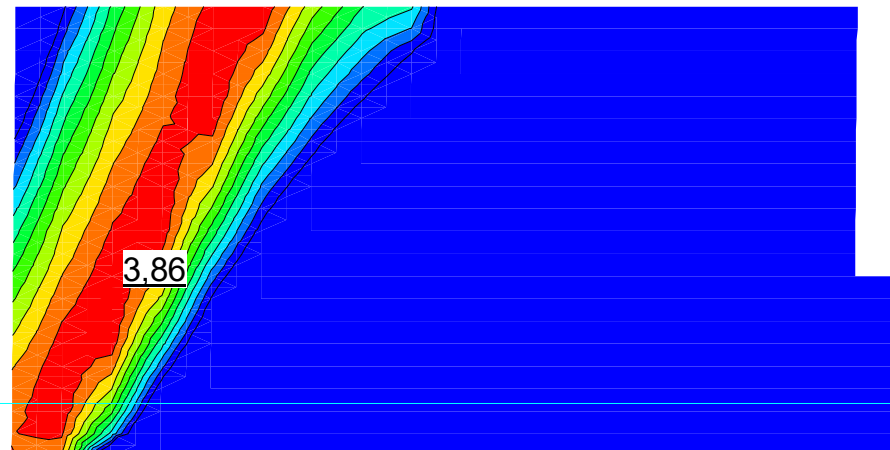
Beräkning S5-3

S5 Komb
Stabilitet.gsz
2023-04-03
1:200

Created By: Årbrink, Max
Date: 2023-04-03

Resisting Moment: 7 039,1027 kN·m
Activating Moment: 1 824,9506 kN·m

Color	Name	Material Model	Unit Weight (kN/m³)	Effective Cohesion (kPa)	Effective Friction Angle (°)	Phi-B (°)	Cohesion (kPa)	C-Top of Layer (kPa)	C-Datum (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m²)/m)	C-Maximum (kPa)	Datum (Elevation) (m)
Light Green	Le1 S7	S=f(datum)	17						30	-8	14	23,9
Light Green	Le2	S=f(depth)	17					14		0,8		
Orange	Let	Undrained (Phi=0)	18				30					
Light Blue	Mn	Mohr-Coulomb	19	0	40	0						



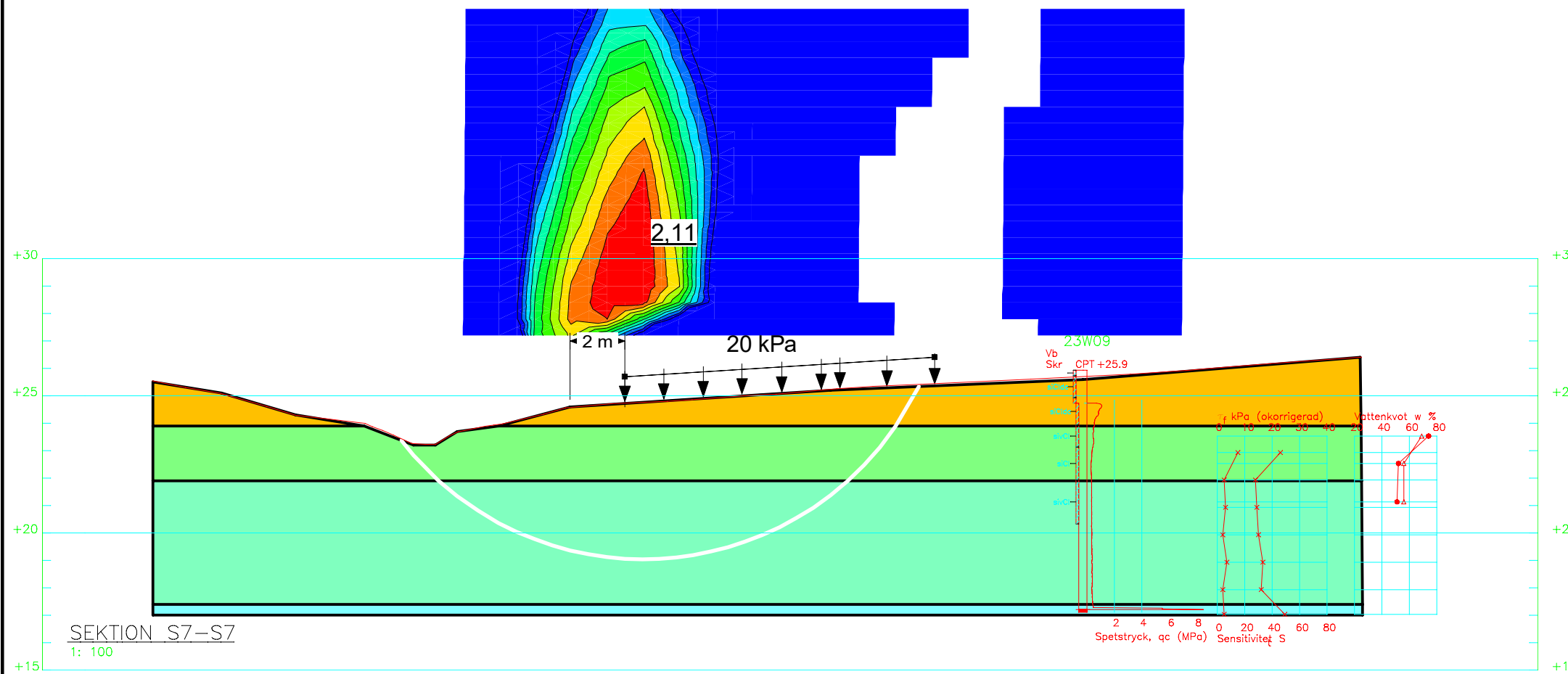
Beräkning S7-1

S7 Odr
Stabilitet.gsz
2023-04-03
1:200

Created By: Årbrink, Max
Date: 2023-04-03

Resisting Moment: 4 465,6454 kN·m
Activating Moment: 2 121,246 kN·m

Color	Name	Material Model	Unit Weight (kN/m ³)	Effective Cohesion (kPa)	Effective Friction Angle (°)	Phi-B (°)	Cohesion (kPa)	C-Top of Layer (kPa)	C-Datum (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m ²)/m)	C-Maximum (kPa)	Datum (Elevation) (m)
Light Green	Le1 S7	S=f(datum)	17						30	-8	14	23,9
Light Green	Le2	S=f(depth)	17					14		0,8		
Orange	Let	Undrained (Phi=0)	18				30					
Light Blue	Mn	Mohr-Coulomb	19	0	40	0						



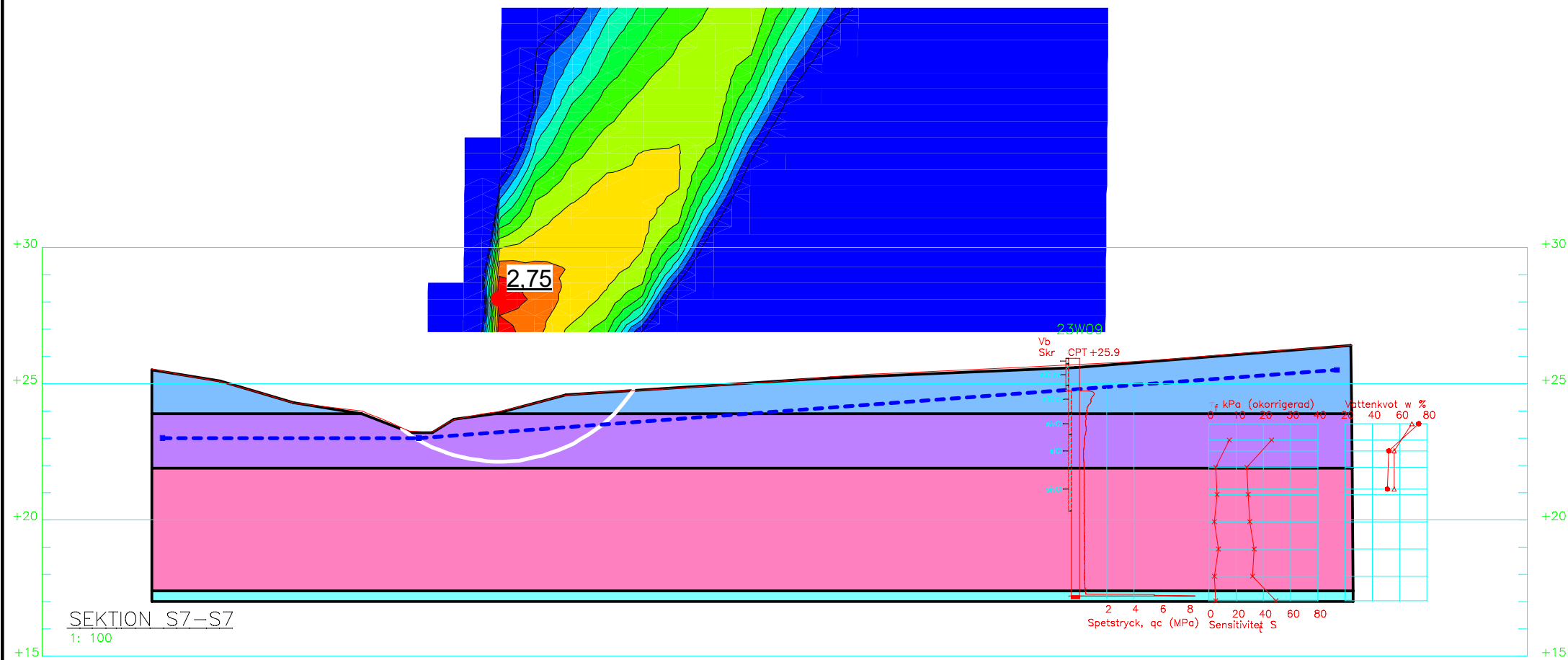
Beräkning S7-2

S7 Odr Trafik
Stabilitet.gsz
2023-04-03
1:200

Created By: Årbrink, Max
Date: 2023-04-03

Resisting Moment: 547,20166 kN·m
Activating Moment: 198,99298 kN·m

Color	Name	Material Model	Unit Weight (kN/m ³)	Effective Cohesion (kPa)	Effective Friction Angle (°)	Phi-B (°)	C-Top of Layer (kPa)	C-Datum (kPa)	C-Rate of Change ((kN/m ²)/m)	Cu-Top of Layer (kPa)	Cu-Datum (kPa)	Cu-Rate of Change ((kN/m ²)/m)	C/Cu Ratio	Datum (Elevation) (m)	Piezometric Line
■	Le1 S7 Komb	Combined, S=f(datum)	17		30			3	-0,8		30	-8	0,01	23,9	1
■	Le2 Komb	Combined, S=f(depth)	17		30		1,4		0,08	14		0,8	0,1		1
■	Let komb	Combined, S=f(depth)	18		30		3		0	30		0	0		1
■	Mn	Mohr-Coulomb	19	0	40	0									1



Beräkning S7-3

S7 Komb
Stabilitet.gsz
2023-04-03
1:200