



Nytt vattenverk, Trollhättan, Överby 7:9

PM, Geoteknik

2018-04-13

Nytt vattenverk, Trollhättan, Överby 7:9

PM, Geoteknik

2018-04-13

Beställare: Trollhättan Energi

Beställarens representant: Malin Dahlstedt

Konsult: Norconsult AB
Box 8774
402 76 Göteborg

Uppdragsnummer: 105 24 13

Uppdragsledare: Sven Ardung

Teknikansvarig: Diego Bouzas

Kvalitetsgranskad av: Katarina Engerberg

Filnamn och sökväg: \\norconsultad.com\dfs\SWE\Göteborg\N-Data\105\24\1052413\5 Arbetsmaterial\01 Dokument\G\PM\pm.docx

Innehållsförteckning

1	Förutsättningar.....	4
2	Syfte	4
3	Underlag.....	4
3.1	Utförda undersökningar	5
3.2	Laboratorieundersökningar	5
4	Befintliga förhållanden	5
4.1	Topografi och markbeskaffenhet.....	5
4.2	Jordlagerförhållanden	6
4.3	Geohydrologiska förhållanden	7
5	Stabilitet.....	8
5.1	Allmänt.....	8
5.2	Indata	9
5.3	Resultat	9
6	Sättningar	10
7	Rekommendationer	10
7.1	Stabilitet.....	10
7.2	Grundläggning	10
7.3	Schakt och markarbeten	10

Bilagor

1. Stabilitetsberäkningar
2. Spänningsdiagram
3. Sammanställning skjuvhållfasthetsdiagram (valda cu)

1 Förutsättningar

Norconsult AB har på uppdrag av Trollhättan Energi utfört en geoteknisk- och markmiljöundersökning inför byggnation av ett nytt vattenverk på samma fastighet som det nuvarande, Överby 7:9. Utredningsområdet ligger vid Göta Älv, strax nordöst om korsningen av Ladugårdsvägen och Onsjövägen, i Trollhättans kommun. Se figur 1.1 nedan för översigtsbild av området.



Figur 1.1 Översigtsbild av området vid Överby

2 Syfte

Syftet med den geotekniska utredningen är att bestämma områdets geotekniska förhållanden och förutsättningar för att bebyggas. Utredningen syftar även till att bedöma områdets totalstabilitet samt att klarlägga grundläggningsförhållanden inom området.

3 Underlag

Geotekniska fält- och laboratorieundersökningar har utförts i aktuellt område och redovisas separat i "Markteknisk undersökningsrapport, geoteknik (MUR/Geo)" med samma datum och uppdragsnummer. Rapporten har utförts av Norconsult.

Djupdata från Sjöfartsverket i Älven har använts i stabilitetsberäkningar. Bottenmätningar utfördes innan 2010.

3.1 Utförda undersökningar

Fältundersökningar har utförts i 7 sonderingspunkter. De geotekniska fältundersökningarna utfördes av Norconsult AB under vecka 10, 2018. Resultaten av undersökningarna redovisas i plan och i sektion, se ”Markteknisk undersökningsrapport, geoteknik (MUR/Geo)”. Provtagning och hantering av jordprover har utförts enligt SGF Rapport 1:2013 Geoteknisk Fälthandbok.

Undersökningen redovisas i koordinatsystem SWEREF 99 12 00 respektive höjdsystem RH2000.

3.2 Laboratorieundersökningar

Laboratorieundersökningarna har utförts av WSP AB geotekniska laboratorium under vecka 11, 2018. Resultaten bifogas, se ”Markteknisk undersökningsrapport, geoteknik (MUR/Geo)”. Proverna har efter mottagande förvarats i kylrum och sparas därefter i 3 månader för skruvprover efter utförd rutinundersökning.

4 Befintliga förhållanden

4.1 Topografi och markbeskaffenhet

Det aktuella området angränsar Göta Älv i öst, i söder mot ett vattenreningsverk, i väst mot Onsjövägen och i norr mot ett skogsparti samt ett bruksområde. Inom det aktuella området finns ett skogsparti närmast Göta Älv och väster om skogspartiet finns en grusad yta där byggmaterial i form av marksten och plattor lagras.

Markytan vid området ligger på nivåer mellan ca +39,5 till +43,5. För detaljer avseende topografi, se ritning G101. Alla nivåangivelser i texten anges i höjdsystem RH2000.

4.2 Jordlagerförhållanden

Lerans odränerade korrigerade skjuvhållfasthet har bestämts utifrån vingförsök, och CPT-sonderingar.

Jordlagren består från markytan i huvudsak av:

- **Fyllning** till ca 0,9-2,7 m djup.
- **Torrskorpelera** till ca 2-4 m djup.
- **Lera** till ca 7-10 m djup.
- **Friktionsjord.**
- **Berg.**

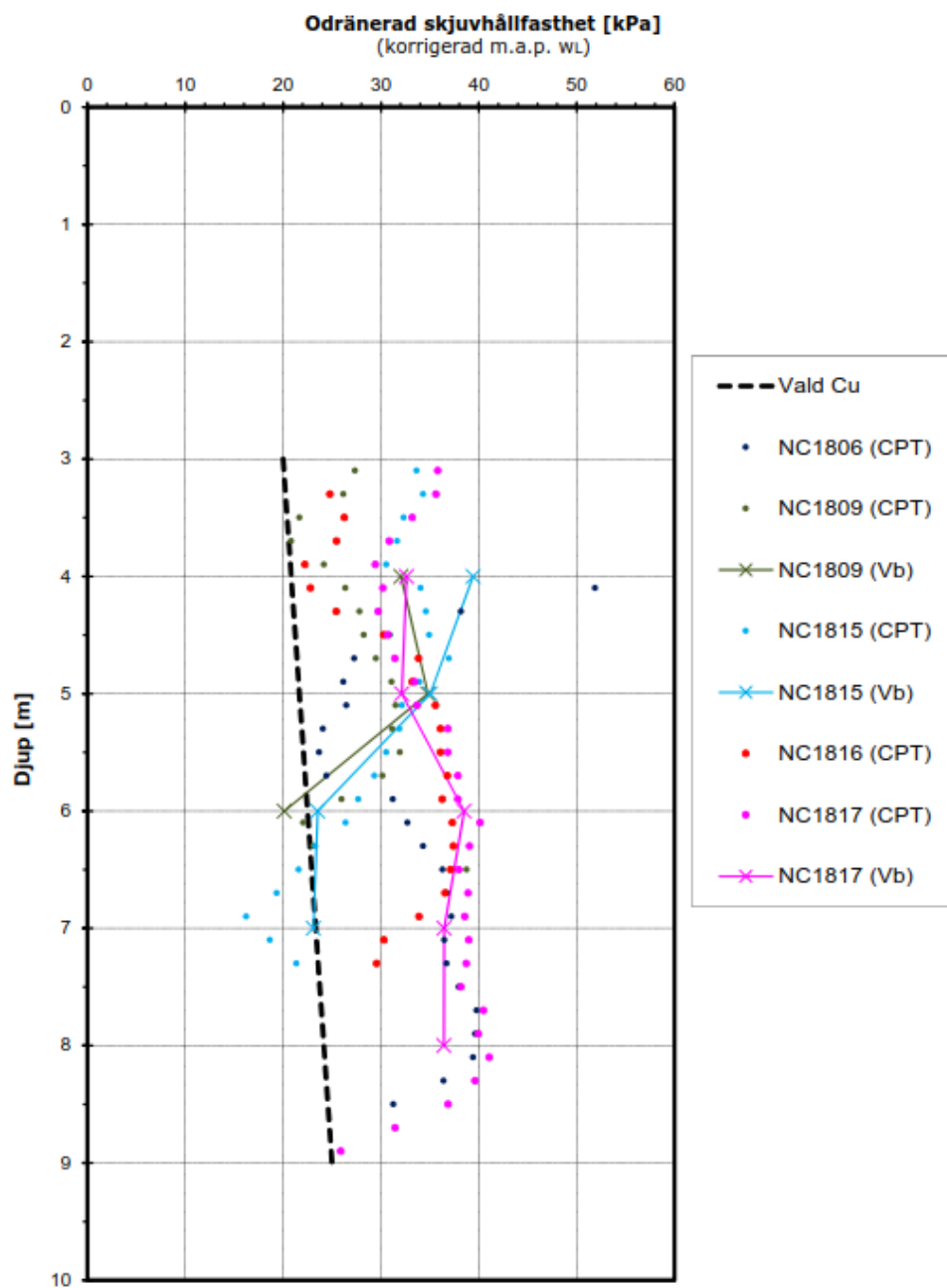
Mäktigheten till fast jord inom området varierar mellan 8 m till 12 m djup.

Fyllning enligt fältbedömning utgörs av sand, torrskorpelera och lera.

Torrskorpeleran är rostfläckig och något sandig och siltig. Uppmätta vattenkvoter varierar mellan ca 26–34%.

Leran är siltig och innehåller skalrester. Uppmätta vattenkvoter varierar mellan ca 41-62%.

Lerans valda skjuvhållfasthet (lera 1 i stabilitetsberäkningar) redovisas grafiskt i figur 4.1.



Figur 4.1. Sammanställning av fält- och laborieförsök avseende lerans odränerade skjuvhållfasthet (korrigerad)

4.3 Geohydrologiska förhållanden

Vid undersökningstillfället (mars 2018) observerades den fria vattenytan i tre provtagningshål (punkt NC1806, punkt NC1809 och punkt NC1815) på djupet 2,5 m, djupet 0,5 m och djupet 0,9 m respektive under markytan.

För vattennivåer i Göta Älv har en vattennivå på +38,2 antagits vilket motsvarar en nivå för lägsta lågvatten. Information har tagits från utredning utförd av SGI (se MUR, kapitel 3, arkivmaterial 06).

5 Stabilitet

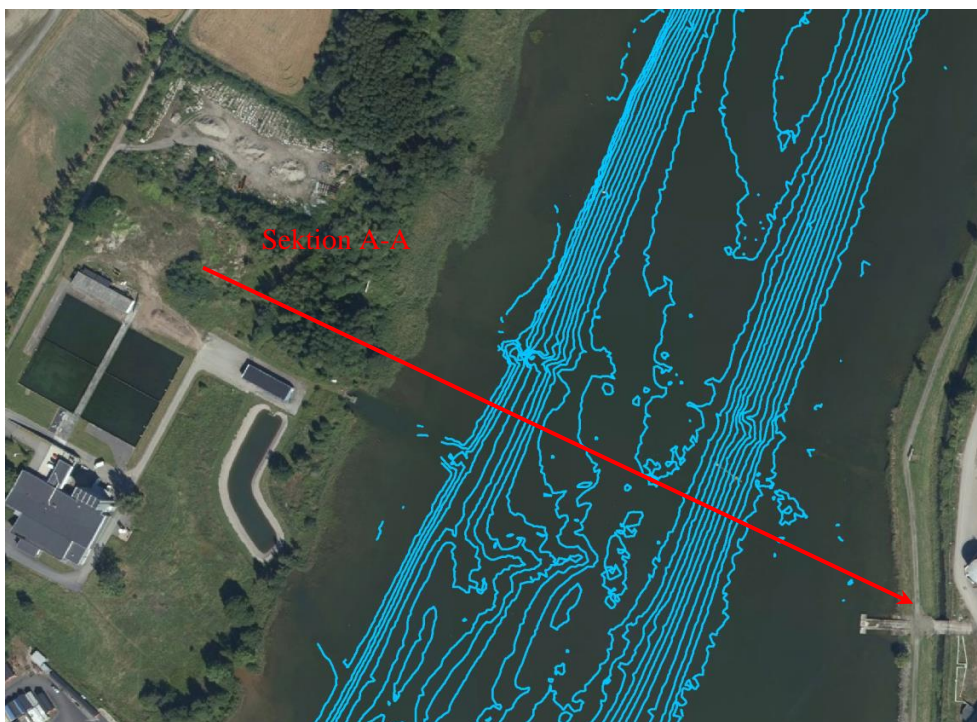
5.1 Allmänt

Stabiliteten har kontrollerats i en sektion (A-A). Läget för sektion A-A redovisas i figur 5.1.

Beräkningarna har utförts med odränerad/kombinerad analys med totalsäkerhetsfaktorer enligt IEG rapport 4:2010. Beräkningar har gjorts för cirkulär cylindriska glidytor med Morgenstern-Price's lamellmetod i Geostudio 2007.

För detaljerad utredning och markanvändning Ny exploatering/Planläggning erfordras en beräknad totalsäkerhetsfaktor i odränerad analys om minst $F_c \geq 1,7-1,5$ samt i kombinerad analys $F_{komb} \geq 1,5-1,4$.

Topografiskt underlag är inhämtat från grundkartan, djupdata av Sjöfartsverket samt inmätningar av markytan i lägena för de utförda borrhöjningarna.



Figur 5.1. Situationsplan i området, sektion A-A.

5.2 Indata

Vattenverks överbyggnad har modellerats med en utbredd överlast på 20 kPa.

I tabell 1 redovisas valda karakteristiska materialparametrar för beräkningarna.

Tabell 1. Valda karakteristiska parametrar.

Jordlager	Materialegenskap	Karakteristiskt värde
Älvsbotten	Tunghet	$\gamma = 15 \text{ kN/m}^3$
	Odränerad skjuvhållfasthet	$c' = 1.5 \text{ kPa} + 0,08z$ $c_u = 15 \text{ kPa} + 0,8z$
Torrskorpelera	Tunghet	$\gamma = 17 \text{ kN/m}^3$
	Odränerad skjuvhållfasthet	$c' = 3$ $c_u = 30$
Lera 1	Tunghet	$\gamma = 16 \text{ kN/m}^3$
	Odränerad skjuvhållfasthet	$c' = 2.0 \text{ kPa} + 0,08z$ $c_u = 20 \text{ kPa} + 0,8z$
Lera 2	Tunghet	$\gamma = 16 \text{ kN/m}^3$
	Odränerad skjuvhållfasthet	$c' = 1.5 \text{ kPa} + 0,06z$ $c_u = 15 \text{ kPa} + 0,6z$
Sand	Tunghet	$\gamma = 18 \text{ kN/m}^3$
	Friktionsvinkel	$\varphi' = 33^\circ$

* Älvsbotten, torrskorpelera och sand. Parametrar är från tidigare utredning SGI (se MUR, kapitel 3, arkivmaterial 06).

* Lera 1. Parametrar är valt värde i figur 4.1 i denna utredning.

* Lera 2 (vatten). Beräknat som 75% av lera 1.

5.3 Resultat

Tabell 3 redovisar resultat från utförda beräkningar för sektion A-A i odränerad och kombinerad analys. Beräkningssektioner redovisas i bilaga 1.

Tabell 3. Resultat stabilitetsberäkningar, sektion A-A.

Sektion A-A	Resultat	Erfordrad säkerhet
Befintliga förhållanden	$F_c = 4,59$	$F_c \geq 1,7$
	$F_{\text{komb}} = 1,97$	$F_{\text{komb}} \geq 1,5$
Nya förhållanden	$F_c = 4,49$	$F_c \geq 1,7$
	$F_{\text{komb}} = 1,97$	$F_{\text{komb}} \geq 1,5$

Resultatet visar att stabiliteten i området är tillfredställande i sektion A-A.

6 Sättningar

Enligt uppmätta värden från CPT-sonderingar bedöms leran i området vara överkonsoliderad mellan 3 och 6 m djup. Därunder bedöms leran vara normalkonsoliderad.

Spänningsdiagrammet, se bilaga 2, visar att sättningar kan uppstå även för små laster.

7 Rekommendationer

7.1 Stabilitet

Utförd stabilitetskontroll avseende det nya vattenverket i området visar att stabiliteten är tillfredställande för befintliga- och planerade förhållanden.

7.2 Grundläggning

Befintlig markyta inom området varierar i huvudsak mellan ca +39,5 och +43,5.

Jordlagerföljden för området innebär att marken är sättningsbenägen. Lerans mäktighet varierar inom området så problem med differenssättningar för planerade byggnader kan uppstå.

Vilken typ av grundläggning som erfordras beror på aktuellt jorddjup och planerade byggnaders lastsituation. För att klarlägga lämpligt utförande av grundläggningen skall detta studeras i samband med detaljprojektering. Kompletterande fältundersökningar bör utföras där djup till fast botten eller berg bestäms mer grundligt, med hjälp av jord-bergsonderingar, för varje enskild byggnad. I kompletterande utredning bör även laboratorieundersökningar på ostörda kolv-prover från området utföras för noggrannare bestämning av jordens egenskaper och verifiering av lerans hållfasthet och deformationsegenskaper utmed djupet.

7.3 Schakt och markarbeten

För att minimera belastningarna och risken för sättningsrörelser bör höjdsättningen av marken i anslutning till planerade konstruktioner vara sådan att befintliga nivåer i huvudsak följs. Vidare skall all organisk jord i ytlagren schaktas bort innan uppfyllnad.

Byggnadstekniska åtgärder som medför en permanent grundvattensänkning bör ej utföras. Detta är viktigt inte enbart för eventuella planerade byggnader eller anläggningar, utan även för kringliggande mark där sättningar kan uppkomma vid sänkning av grundvattenytan.

Norconsult AB
Väg och Bana
Geoteknik

Diego Bouzas
diego.bouzas@norconsult.com

Katarina Engerberg
katarina.engerberg@norconsult.com



Norconsult AB

Theres Svensson gata 11

Box 8774, 402 76 Göteborg

031 – 50 70 00, fax 031-50 70 10

www.norconsult.se

BILAGA 1 - 1

Sektion A-A
Odränerad analys (befintliga förhållanden)

Date: 2018-03-28
File Name: sektion a-a odränerad analys bf.gsz
Method: Morgenstern-Price
PWP Conditions Source: Piezometric Line

Name: Sand
Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 18 kN/m³
Cohesion: 0 kPa
Phi: 33 °
Piezometric Line: 1

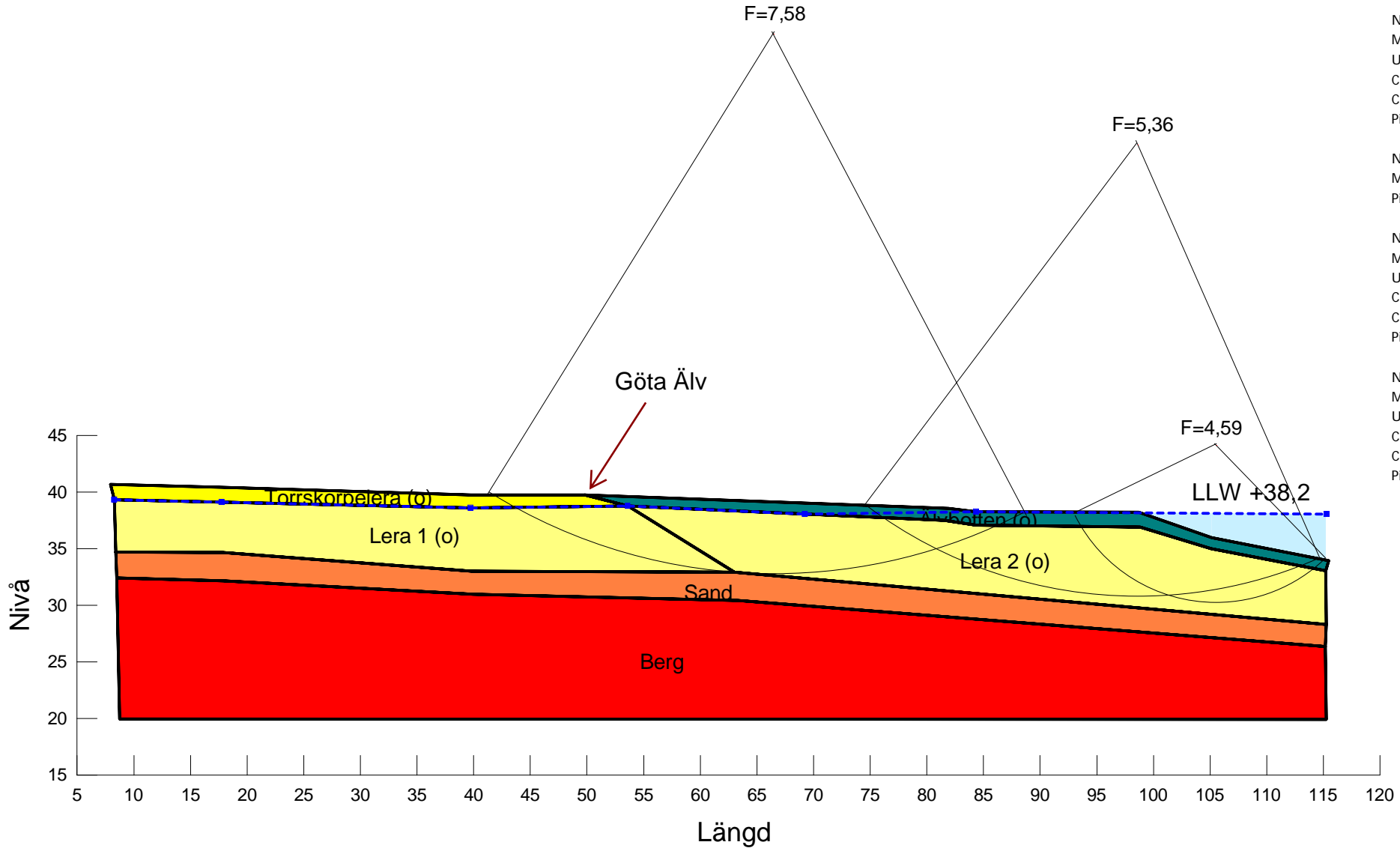
Name: Lera 1 (o)
Model: S=f(depth)
Unit Weight: 16 kN/m³
C-Top of Layer: 20 kPa
C-Rate of Change: 0.8 kPa/m
Piezometric Line: 1

Name: Lera 2 (o)
Model: S=f(depth)
Unit Weight: 15 kN/m³
C-Top of Layer: 15 kPa
C-Rate of Change: 0.6 kPa/m
Piezometric Line: 1

Name: Berg
Model: Bedrock (Impenetrable)
Piezometric Line: 1

Name: Torrskorpelera (o)
Model: S=f(depth)
Unit Weight: 17 kN/m³
C-Top of Layer: 30 kPa
C-Rate of Change: 0 kPa/m
Piezometric Line: 1

Name: Älvbotten (o)
Model: S=f(depth)
Unit Weight: 15 kN/m³
C-Top of Layer: 0 kPa
C-Rate of Change: 0.8 kPa/m
Piezometric Line: 1



BILAGA 1 - 2

Sektion A-A
 Kombinerad analys (befintliga förhållanden)

Date: 2018-03-28
 File Name: sektion a-a kombinerad analys bf.gsz
 Method: Morgenstern-Price
 PWP Conditions Source: Piezometric Line

Name: Sand
 Model: Mohr-Coulomb
 Unit Weight: 18 kN/m³
 Cohesion: 0 kPa
 Phi: 33 °
 Piezometric Line: 1

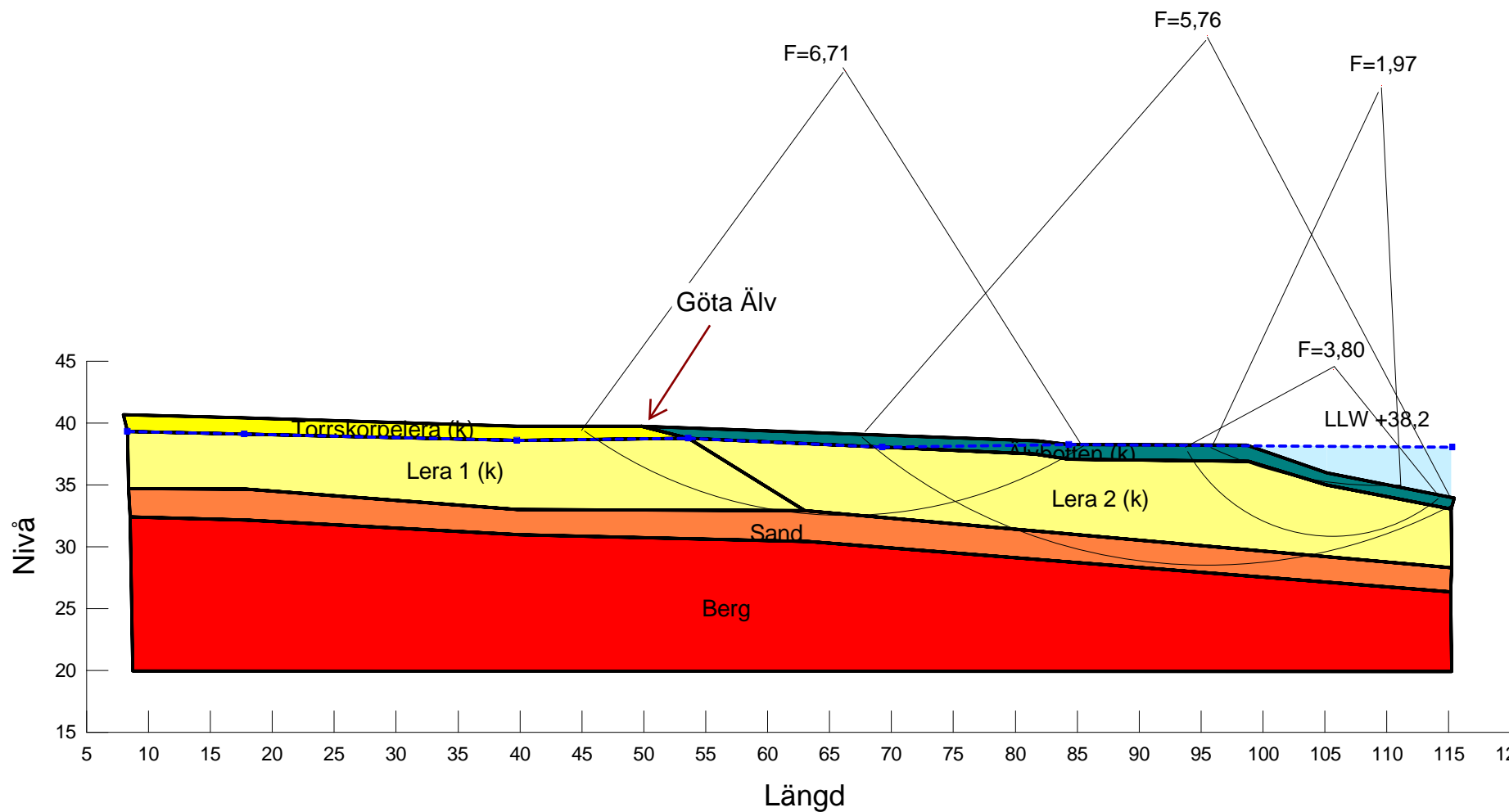
Name: Lera 1 (k)
 Model: Combined, S=f(depth)
 Unit Weight: 16 kN/m³
 Phi: 30 °
 C-Top of Layer: 2 kPa
 C-Rate of Change: 0.08 kPa/m
 Cu-Top of Layer: 20 kPa
 Cu-Rate of Change: 0.8 kPa/m
 C/Cu Ratio: 0.1
 Piezometric Line: 1

Name: Lera 2 (k)
 Model: Combined, S=f(depth)
 Unit Weight: 15 kN/m³
 Phi: 30 °
 C-Top of Layer: 1.5 kPa
 C-Rate of Change: 0.06 kPa/m
 Cu-Top of Layer: 15 kPa
 Cu-Rate of Change: 0.6 kPa/m
 C/Cu Ratio: 0.1
 Piezometric Line: 1

Name: Berg
 Model: Bedrock (Impenetrable)
 Piezometric Line: 1

Name: Torrskorpelera (k)
 Model: Combined, S=f(depth)
 Unit Weight: 17 kN/m³
 Phi: 30 °
 C-Top of Layer: 3 kPa
 C-Rate of Change: 0 kPa/m
 Cu-Top of Layer: 30 kPa
 Cu-Rate of Change: 0 kPa/m
 C/Cu Ratio: 0.1
 Piezometric Line: 1

Name: Älvbotten (k)
 Model: Combined, S=f(depth)
 Unit Weight: 15 kN/m³
 Phi: 30 °
 C-Top of Layer: 0 kPa
 C-Rate of Change: 0.08 kPa/m
 Cu-Top of Layer: 0 kPa
 Cu-Rate of Change: 0.8 kPa/m
 C/Cu Ratio: 0.1
 Piezometric Line: 1



Sektion A-A
Odränerad analys (nya förhållanden)

Date: 2018-03-28
File Name: sektion a-a odränerad analys nf.gsz
Method: Morgenstern-Price
PWP Conditions Source: Piezometric Line

Name: Sand
Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 18 kN/m³
Cohesion: 0 kPa
Phi: 33 °
Piezometric Line: 1

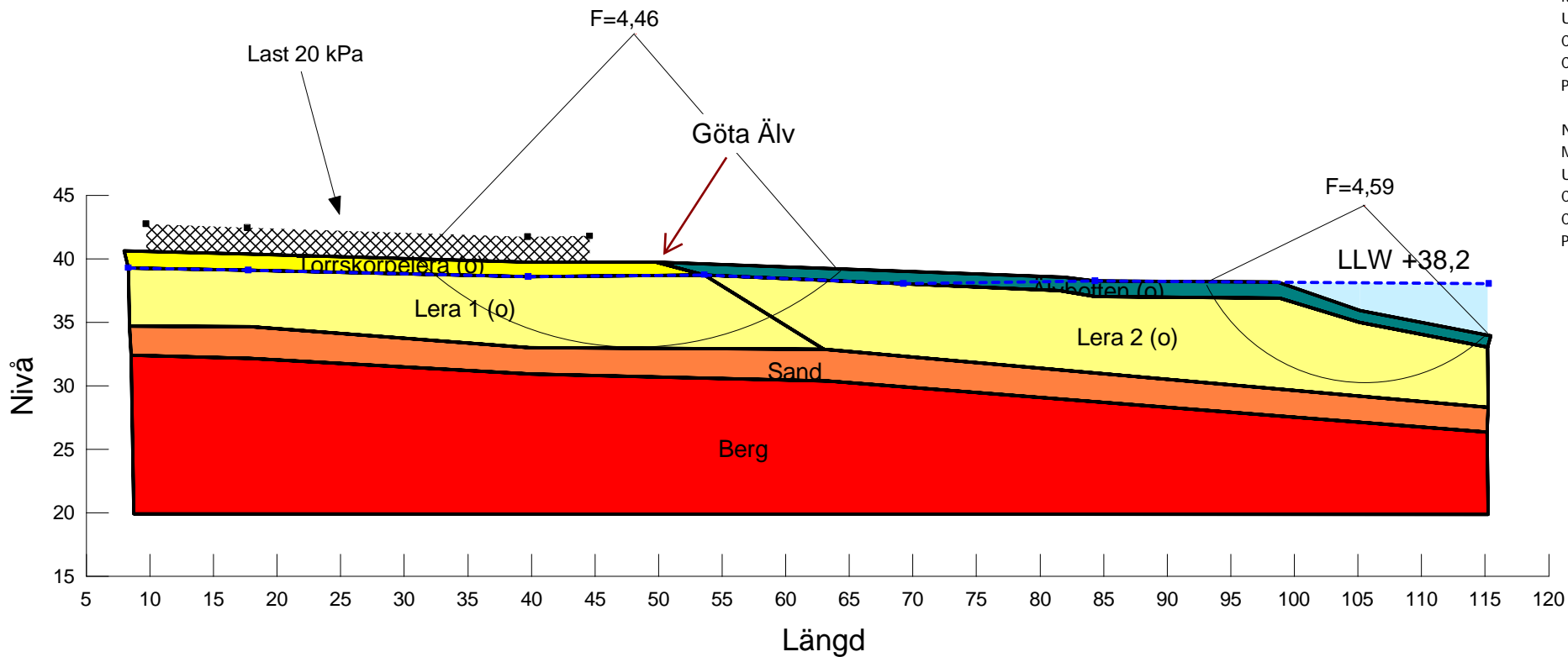
Name: Lera 1 (o)
Model: S=f(depth)
Unit Weight: 16 kN/m³
C-Top of Layer: 20 kPa
C-Rate of Change: 0.8 kPa/m
Piezometric Line: 1

Name: Lera 2 (o)
Model: S=f(depth)
Unit Weight: 15 kN/m³
C-Top of Layer: 15 kPa
C-Rate of Change: 0.6 kPa/m
Piezometric Line: 1

Name: Berg
Model: Bedrock (Impenetrable)
Piezometric Line: 1

Name: Torrskorpelera (o)
Model: S=f(depth)
Unit Weight: 17 kN/m³
C-Top of Layer: 30 kPa
C-Rate of Change: 0 kPa/m
Piezometric Line: 1

Name: Älvsbotten (o)
Model: S=f(depth)
Unit Weight: 15 kN/m³
C-Top of Layer: 0 kPa
C-Rate of Change: 0.8 kPa/m
Piezometric Line: 1



Sektion A-A
 Kombinerad analys (nya förhållanden)

Date: 2018-03-28
 File Name: sektion a-a kombinerad analys nf.gsz
 Method: Morgenstern-Price
 PWP Conditions Source: Piezometric Line

Name: Sand
 Model: Mohr-Coulomb
 Unit Weight: 18 kN/m³
 Cohesion: 0 kPa
 Phi: 33 °
 Piezometric Line: 1

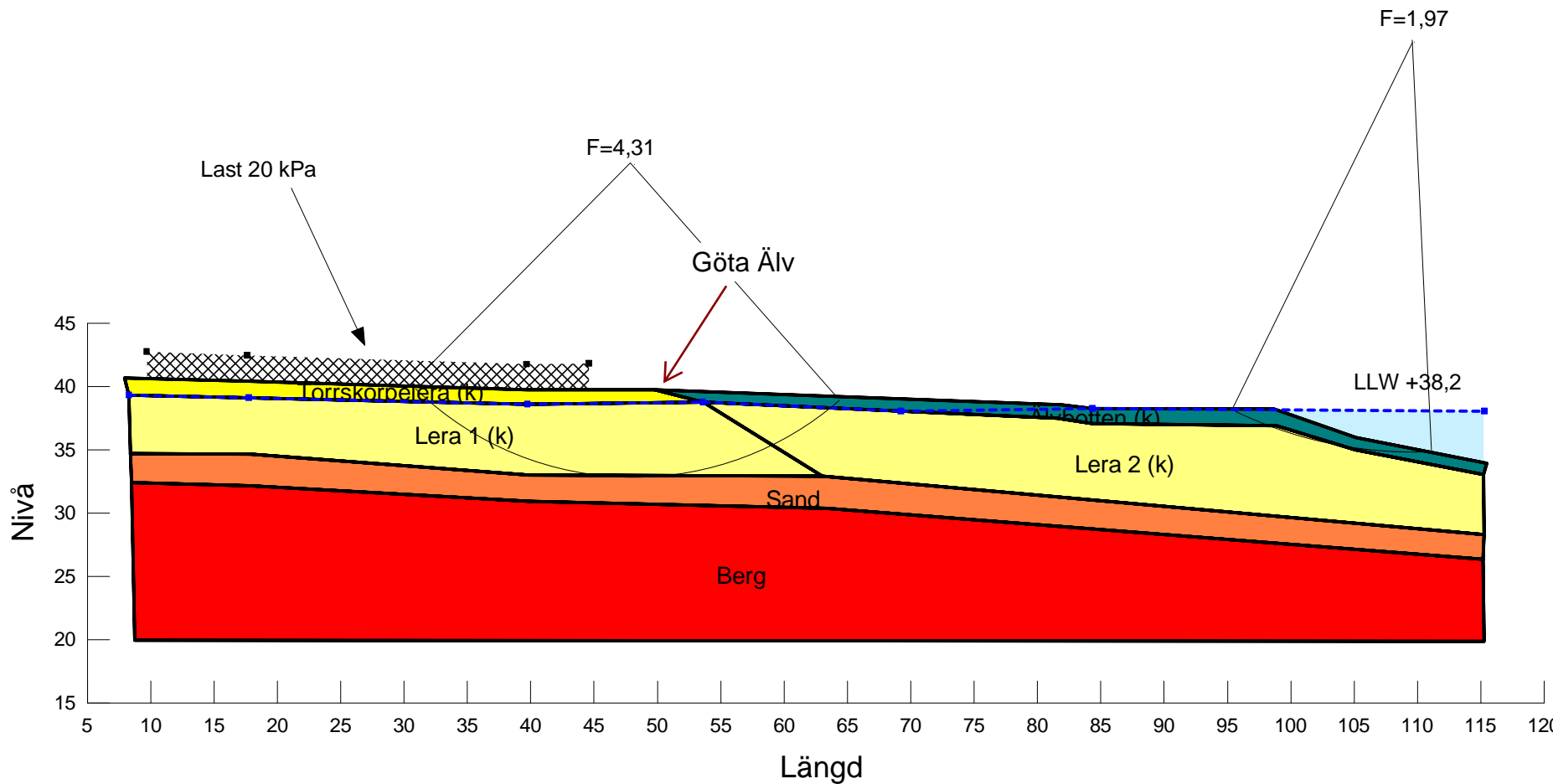
Name: Lera 1 (k)
 Model: Combined, S=f(depth)
 Unit Weight: 16 kN/m³
 Phi: 30 °
 C-Top of Layer: 2 kPa
 C-Rate of Change: 0.08 kPa/m
 Cu-Top of Layer: 20 kPa
 Cu-Rate of Change: 0.8 kPa/m
 C/Cu Ratio: 0.1
 Piezometric Line: 1

Name: Lera 2 (k)
 Model: Combined, S=f(depth)
 Unit Weight: 15 kN/m³
 Phi: 30 °
 C-Top of Layer: 1.5 kPa
 C-Rate of Change: 0.06 kPa/m
 Cu-Top of Layer: 15 kPa
 Cu-Rate of Change: 0.6 kPa/m
 C/Cu Ratio: 0.1
 Piezometric Line: 1

Name: Berg
 Model: Bedrock (Impenetrable)
 Piezometric Line: 1

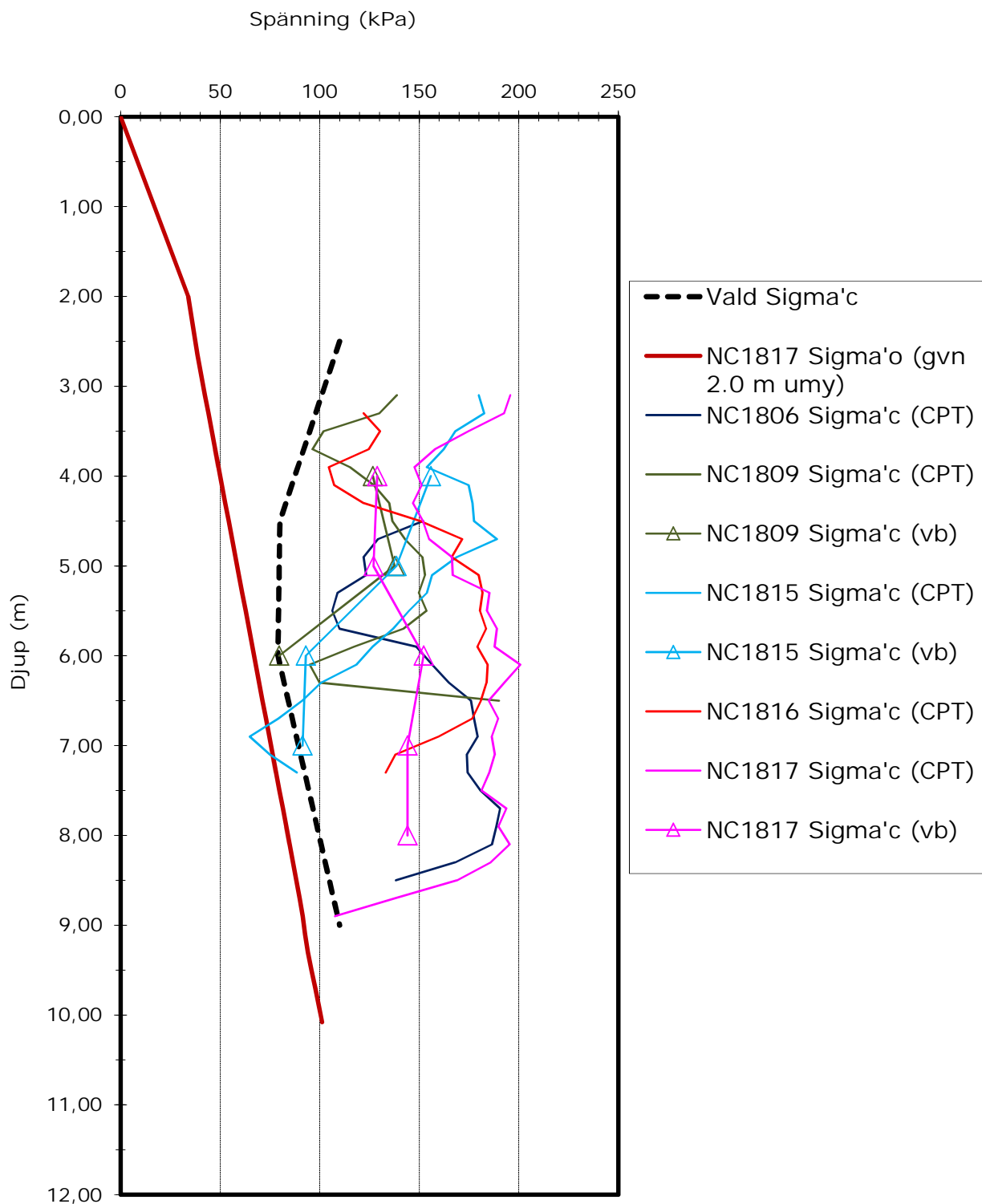
Name: Torrskorpelera (k)
 Model: Combined, S=f(depth)
 Unit Weight: 17 kN/m³
 Phi: 30 °
 C-Top of Layer: 3 kPa
 C-Rate of Change: 0 kPa/m
 Cu-Top of Layer: 30 kPa
 Cu-Rate of Change: 0 kPa/m
 C/Cu Ratio: 0.1
 Piezometric Line: 1

Name: Älvbotten (k)
 Model: Combined, S=f(depth)
 Unit Weight: 15 kN/m³
 Phi: 30 °
 C-Top of Layer: 0 kPa
 C-Rate of Change: 0.08 kPa/m
 Cu-Top of Layer: 0 kPa
 Cu-Rate of Change: 0.8 kPa/m
 C/Cu Ratio: 0.1
 Piezometric Line: 1



Uppdragsnummer: 1052413

Projekt: Nytt vattenverk, Överby 7:9



Uppdragsnummer: 1052413

Projekt: Nytt vattenverk, Överby 7:9

