



KOMPLETTERINGS-PM GEOTEKNIK

2015-04-02

REVIDERING A 2017-11-01

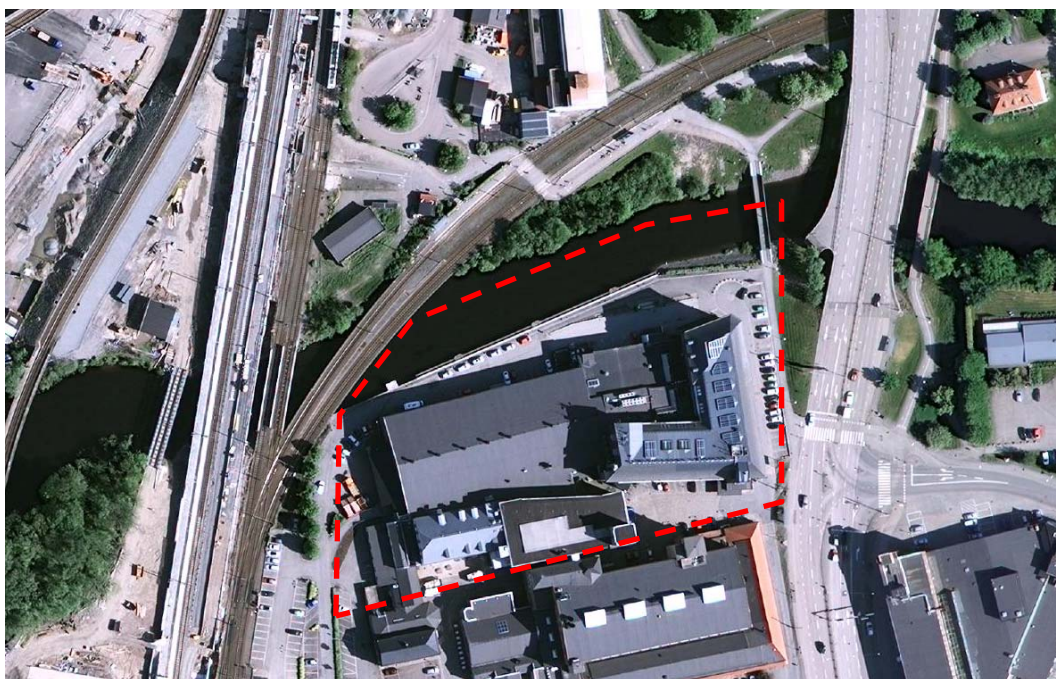
Kompletterande analys av stabilitetsförhållandet vid Gamlestadens fabriker

Ingår som ett tilläggsuppdrag till Detaljplan Hornsgatan, Uppdragsnummer 2305 674

Uppdrag

På uppdrag av Fastighetskontoret i Göteborgs stad har Sweco utfört en kompletterande analys av stabilitetsförhållandet vid Gamlestadens fabriker mot Säveån, se Figur 1. I sektion E som analyserats i den geotekniska utredningen för detaljplanen "Gamlestads torg och Gamlestads fabriker, Göteborg, PM Geoteknik, Geoteknisk utredning för detaljplan, Revidering A, uppdragsnummer 2305440-001, daterad 2012-08-31", se bilaga 4, beaktades inte kaj- och stödmurskonstruktionens inverkan och den beräknade säkerhetsfaktorn för befintliga förhållande uppfyllde inte gällande rekommendationer.

Med hjälp av nytt underlag i form av kaj- och stödmurskonstruktioner samt nu kända förutsättningar gällande områdets nya utseende och nivåer för planerad markhöjning utförs nya analyser för såväl befintliga som planlagda förhållanden.



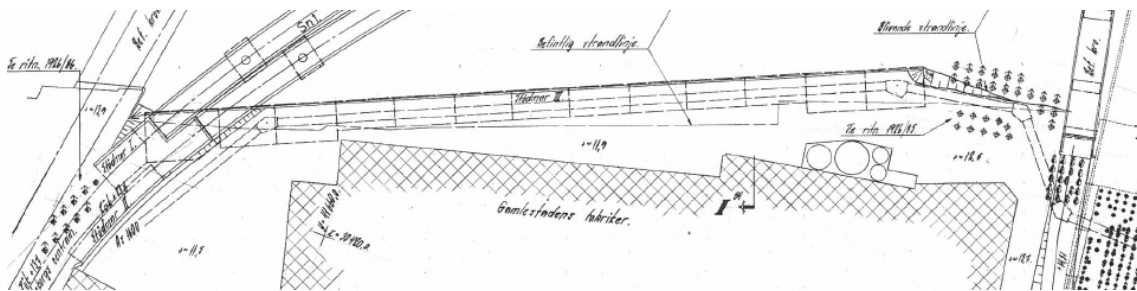
Figur 1 Översiktsbild över rubricerat område

Förutsättningar

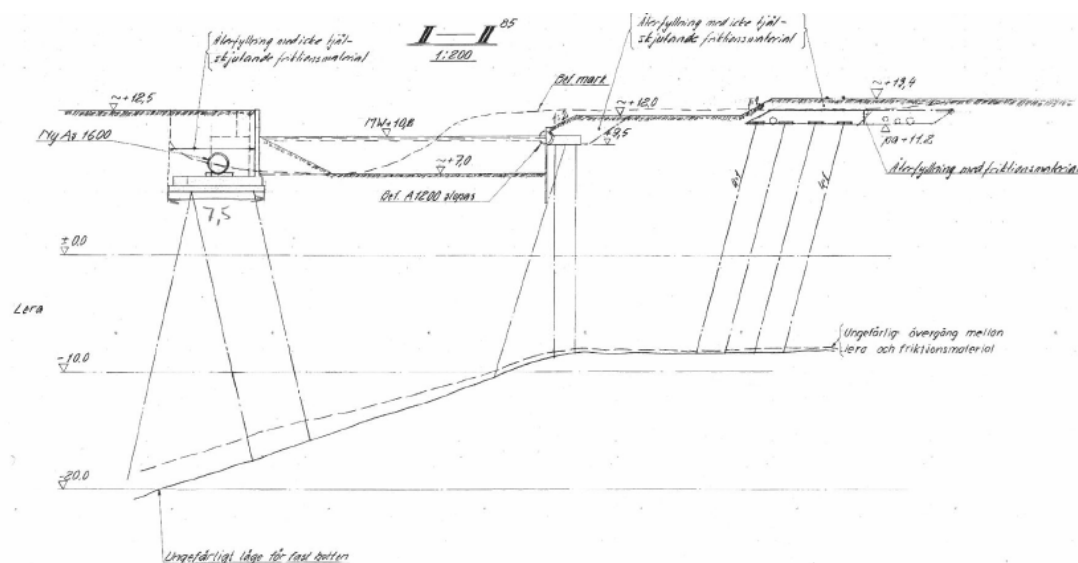
Utöver de förutsättningar som anges i "Gamlestads torg och Gamlestads fabriker, Göteborg, PM Geoteknik, Geoteknisk utredning för detaljplan, Revidering A, daterad 2012-08-31" har befintlighetsritningar över kaj- och stödmurskonstruktionerna mot Säveån samt skisser över det planerade utförandet enligt detaljplanen. Detta underlag beskrivs nedan och redovisas i sin helhet i bilaga 1 respektive 2.

Befintliga konstruktioner

Längs den södra sidan av Säveån återfinns som tidigare nämnts en pålad stödmur vars syfte är att fungera som kajkonstruktion samt som grundläggning för en avloppsledning. Konstruktionen sträcker sig ca 145 m öster ut från Järnvägsbron över Säveån i väster. Stödmuren är pålgrundlagd i två rader där pålarna generellt är spetsbärande. Längst i väster är dock muren grundlagd på kohesionspålar. Stödmurens höjd varierar mellan 6,5 m och 7 m och bottenplattans bredd mellan 5,5 m och 7,5 m. Stödmuren anlades i början av 1970-talet. Stödmurens läge, utbredning och utförande i sektion illustreras i figur 1 och 2. Dessa ritningar redovisas i sin helhet i bilaga 1.



Figur 2 Utdrag från planritning över den pålade stödmurens utbredning



Figur 3 Utdrag ur sektionsritning för den pålade stödmuren.

Områdets planerade utförande

Inom området planeras nya promenadstråk och en höjning av markytan närmast bakom befintlig kajkant. Syftet med markhöjningen är att skydda området mot framtida högre vattenstånd. Höjningen av markytan blir störst (ca 1,5 m) inom västra delen av området där befintlig markyta är belägen på ca +11,5. Österut minskar höjningens omfattning för att längst öster ut i stort sett vara 0 m.

Utöver promenadstråket och markhöjningen planeras dessutom nya byggnader (se de två byggnader som markeras med röd färg i figur 4). Inom ytan mellan de befintliga byggnaderna behålls nuvarande markytanivåer. De befintliga byggnaderna som markeras med grå färg kommer att behållas men detaljplanen tillåter rivning av byggnaden B18. Skulle rivningen bli aktuell kommer denna byggnad sannolikt att ersättas med en ny byggnad.



Figur 4 Planerat utförande enligt detaljplanen

Stabilitetsanalyser

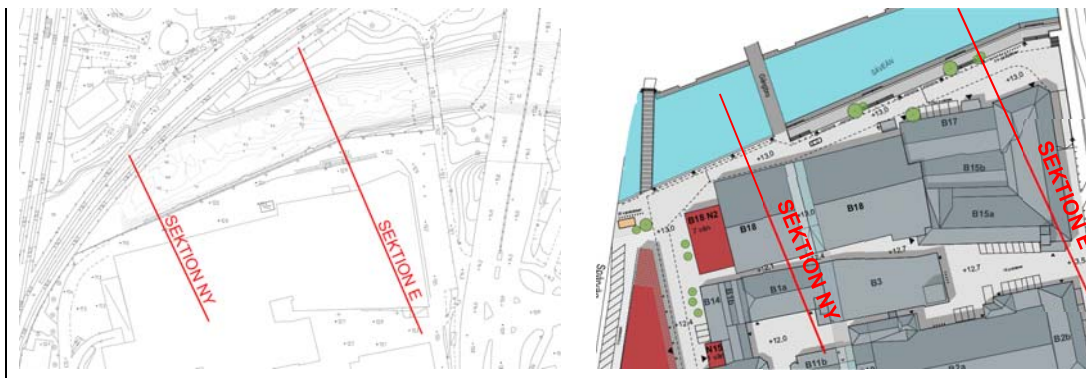
Stabilitetsförhållandet har analyserats i tidigare beräkningssektion E vilken bedöms vara representativ för östra delen av området. Dessutom har en ny sektion (sektion ny) analyserats som visar stabilitetsförhållandet i den västra delen av området där befintlig markyta ligger något lägre. Stabilitetsanalyserna är utförda med hänsyn till de geotekniska och geohydrologiska förhållanden som beskrivs i den tidigare nämnda geotekniska utredningen för detaljplanen, se bilaga 4 med undantag från följande avsteg,

- Den odränerade skjuvhållfastheten har ansatts till 13 kPa ned till nivån +8 och med en tillväxt på 1,3 kPa/m i båda beräkningssektionerna med anledning av att ytterligare undersökningar har beaktats. Dessa undersökningar påvisar att gränsen mellan den lägre och den högre skjuvhållfastheten är belägen längre väster ut än vad som angavs i den ursprungliga PM:en.
- Dimensionerande vattenstånd har, i kombinerad analys, ansatts till medellågvatten istället för lägsta lågvatten med hänsyn till att varaktigheten för ett lägsta lågvatten bedöms vara för kort för att påverka det dränerade förhållandet. Lägsta lågvatten har dock ansatts som dimensionerande vattenstånd i den odränerade analysen.
- Trafiklasten ansatts, enligt TK Geo 13 version 2, till 19 kPa för fordonstrafik men exkluderas i den kombinerade analysen med hänsyn till att jordarterna inom området är lågpermeabla.

Analyserna är utförda i såväl kombinerad som odränerad analys med Slope/W version 8.15.7. Stabilitetsanalyserna har utförts enligt IEG rapport 4:2010 och där rekommendationerna för

erforderlig säkerhetsfaktor som anges i den ursprungliga utredningen $F_c \geq 1,5$ och $F_{komb} \geq 1,4$ gäller för såväl befintliga som för planlagda förhållanden.

I stabilitetsanalyserna förutsätts den pålade stödmuren bära lasten från ovanpåliggande fyllnadsmaterial.

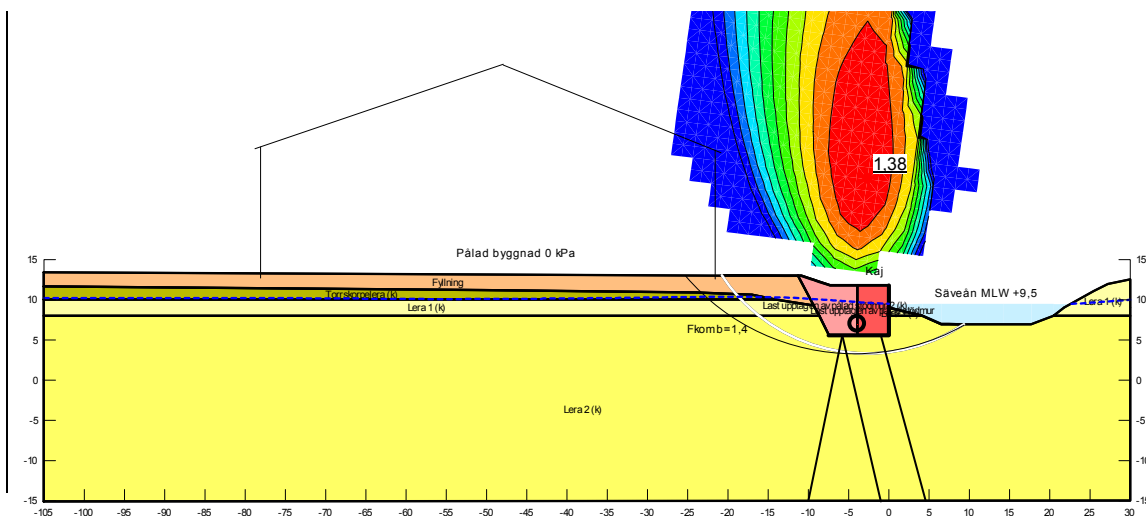


Figur 5 Beräkningssektionernas läge inom området

Befintliga förhållanden

Sektion E

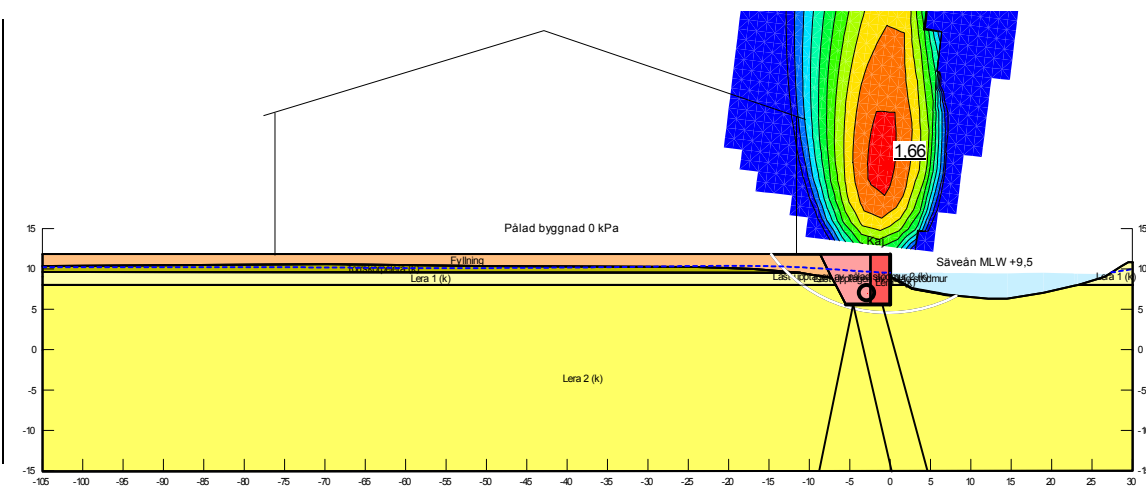
Stabilitetsanalysen i sektion E för befintliga förhållanden visar att lägsta säkerhetsfaktorn mot brott är ca $F_c=1,35$ respektive ca $F_{komb}=1,38$ vilket innebär att stabilitetsförhållandet inte är tillfredställande för varken för kombinerad eller odränerad analys. Detta kan jämföras med de lägsta säkerhetsfaktorerna mot brott (ca $F_c=1,4$ respektive ca $F_{komb}=1,35$) som erhöles då stödmuren inte beaktades i den ursprungliga utredningen. Strax öster om sektion E återfinns inte stödmuren vilket innebär att ursprunglig beräkning där kan betraktas som representativ. För att uppfylla uppställda säkerhetskrav för befintliga förhållanden, inom området mellan stödmuren och befintliga byggnader, kan en avlastning på ca 10 kPa utföras genom en kompensationsåtgärd med lättare material.



Figur 6 Stabilitetsanalys i sektion E för befintliga förhållanden, kombinerad analys

Sektion NY

I sektion NY för befintliga förhållanden visar stabilitetsanalysen att lägsta säkerhetsfaktorn mot brott är ca $F_c=1,65$ respektive ca $F_{komb}=1,65$ vilket innebär att stabilitetsförhållandet är tillfredställande med hänsyn till uppställda säkerhetskrav.



Figur 7 Stabilitetsanalys i sektion NY för befintliga förhållanden, kombinerad analys

Planlagda förhållanden

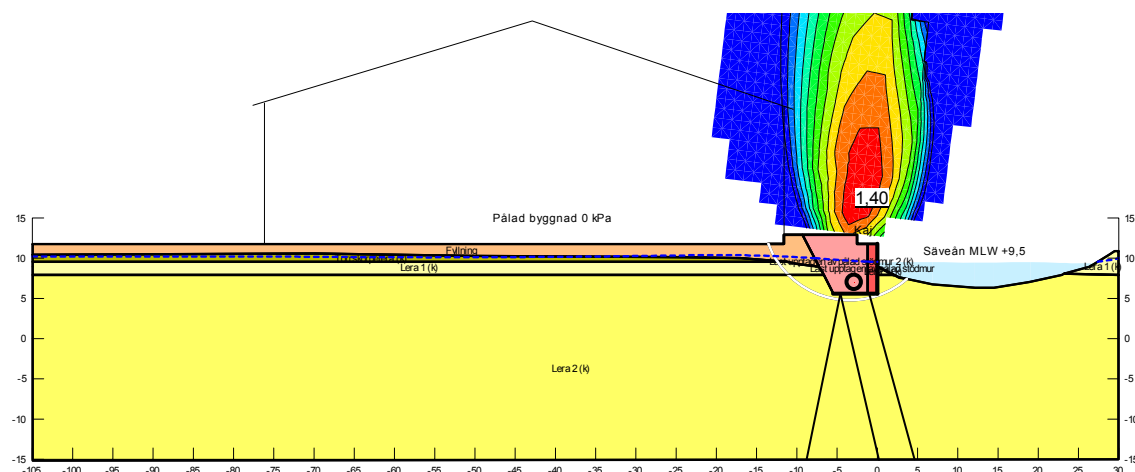
Sektion E

Stabilitetsförhållandet bedöms inte påverkas av förändringarna som planeras enligt detaljplanen med hänsyn till att markytans nivå inte nämnvärt förändras jämte befintliga förhållanden. Den

höjning av markytan som planeras i denna del av området omfattar bara den del som bärs av den befintliga stödmuren/kajkonstruktionen. Det kommer dock att krävas en avlastning på ca 10 kPa enligt vad som beskrivs för de befintliga förhållandet för att erforderlig säkerhetsnivå ska uppfyllas.

Sektion NY

I stabilitetsanalysen för sektion NY har såväl ny som befintlig byggnad antagits vara pålade vilket medför att dessa inte tillför någon last. Den nya byggnaden har antagits sakna källare eller garage i källarplan i syfte att undersöka det mest ogynnsamma fallet. Stabilitetsanalysen visar att rekommendationerna för erforderlig säkerhetsfaktor uppfylls där lägsta säkerhetsfaktorn mot brott är ca $F_c=1,55$ respektive ca $F_{komb}=1,4$.



Figur 8 Stabilitetsanalys i sektion NY för planlagda förhållanden, kombinerad analys

Sammanfattning

Utförda stabilitetsanalyser, för befintliga samt planlagda förhållanden där Stödmurens inverkan beaktas, visar att stabilitetsförhållandet är tillfredställande inom den västra delen av området med hänsyn till gällande rekommendationer för erforderlig säkerhetsfaktor. Ur stabilitetssynpunkt är det således möjligt att utföra höjningen av markytan upp till nivån +13 för området närmast den befintliga kajen. Inom den östra delen av området bör dock en avlastning (10 kPa) utföras för att uppfylla uppställda säkerhetskrav även om inte en markhöjning är planerad bortsett från den del som bärs av kajkonstruktionen. Detta gäller oavsett om de planlagda förändringarna genomförs eller ej.

Enligt ursprungsutredningen för detaljplanen samt senare utförda utredningar i anslutning till aktuellt område påvisar utförda undersökningar att leran innehåller anisotropa egenskaper som motsvarar anisotropifunktionen $K_0=0,7$. Anisotropin har i dessa tidigare utredningar tillgodosetts vid stabilitetsanalyser. I de kompletterande analyserna har dessa egenskaper

antagits gälla även om de undersökningar som antagandet bygger på inte återfinns inom området. Med hänsyn till de geotekniska förhållandena i övrigt är det dock sannolikt att de anisotropa egenskaperna gäller för det aktuella området.

I denna analys har stödmurskonstruktions skick antagits vara fullt tillfredställande. Detta är en förutsättning för att den pålade stödmurskonstruktionen ska kunna bära den ökade lasten som den planerade markhöjningen innebär. I en utförd bärighetsutredning för kajkonstruktionen rekommenderas det att tillskottslast ska kompenseras med lätta fyllnadsmaterial.

Som beskrivs i ursprungsutredningen för detaljplanen pågår krypsättningar inom detta aktuella område. Effektivspänningen i leran överskrider 80% av förkonsolideringstrycket vilket ger indikationer på att krypsättningar pågår inom området. Den planerade höjningen av markytan kommer därför, sannolikt innebära att sättningstakten för krypsättningarna ökar och att konsolideringssättningar eventuellt kan utbildas. Inför projektering av markhöjningen bör därför konsolideringsförhållandet studeras tillsammans med funktionskraven på ytorna i syfte att bedöma om ytterligare lastkompensationer krävs ur sättningssynpunkt.

Revidering A 2017-11-01
Göteborg 2015-04-02
Sweco Civil AB, Geoteknik

Magnus af Petersens

Pia Johansson

Bilagor

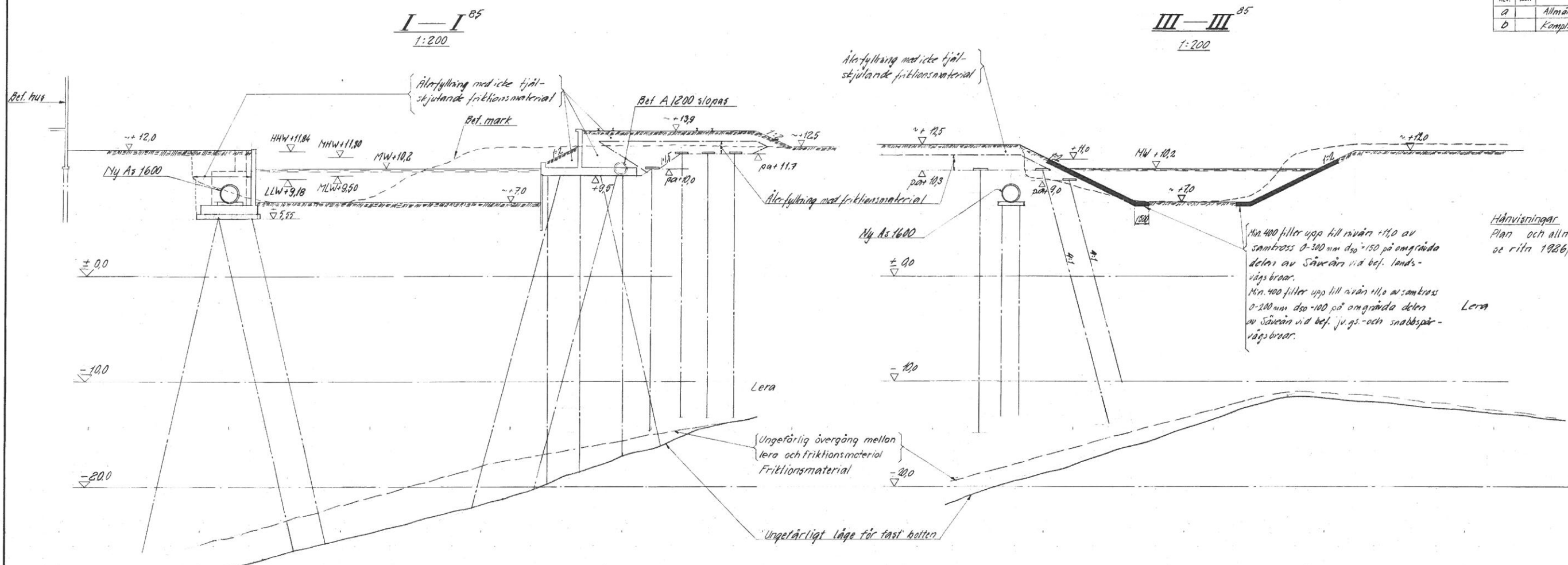
1. Befintlighetsritningar för stödmur
2. Illustration över planlagt utförande
3. Stabilitetsanalyser
4. PM-Geoteknik, Gamlestads torg och Gamlestads fabriker, Rev. A, dat. 2012-08-31

BILAGA 1



UPPDRAG Tilläggsuppdrag till Detaljplan Hornsgatan	DOKUMENT Kompletterings-PM Geoteknik	DATUM 2015-04-02 Rev A 2017-11-01
BILAGA Befintlighetsritningar för stödmur	UPPDRAGSNUMMER 2305 674	

REV.	ANT.	REV. AVSER	SIGN.	DATUM
0		Allmän rev.	B	1/2-70
0		Kompl. ledningar	B	3/6-70



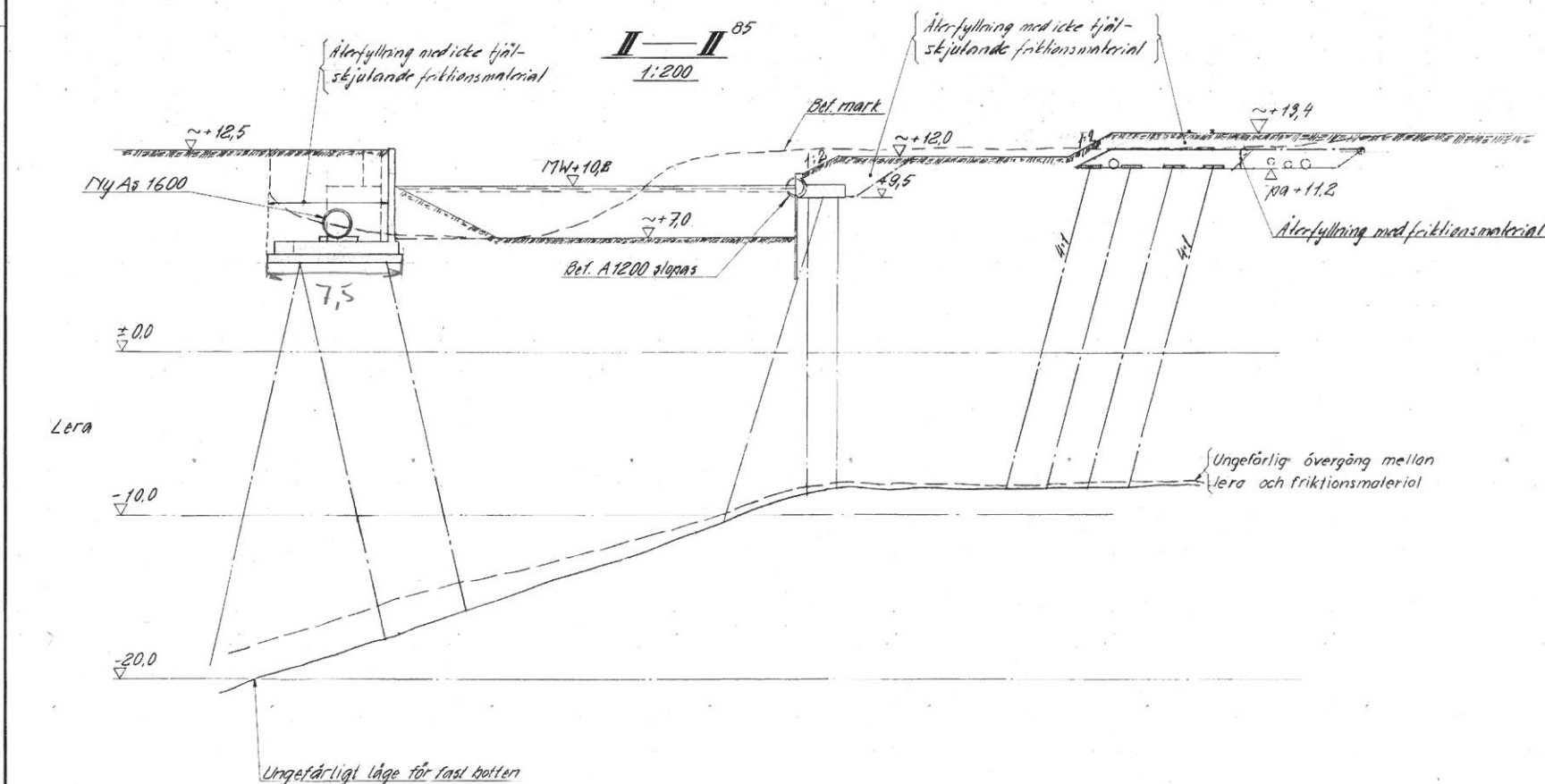
Hänvisningar
Plan och allmänna anvisningar
se ritn 1926/85

Lera

Lera

Ungefärlig övergång mellan
lera och friktionsmaterial
Friktionsmaterial

Ungefärligt läge för fast botten



Arbetsmetodik om angivna betongpilar på värfar
fast botten innan full påläggning släpits

Den första påle som ej får full längd läggs i ö. b.
till rätt p. a. 2:a pålen ges en längd som med
den överstiger 1:a pålens längd. Härvid utläggs
pålen vid 1:a pålens spets. Om 2:a pålen blir
betongpilen ges 3:a pålen full längd osv.
Om 2:a pålen däremot blir stödpåle fästas den
till Pålstapeln enligt Bränneriet 1969 p. 12. 213.
Om pålarna i fortsättningsen blir stödpålar
anpassas utläggningen vid pålens spets så att
så liten efterkapning av betongpilen som
möjligt erfordras för att erhålla rätt p. a.

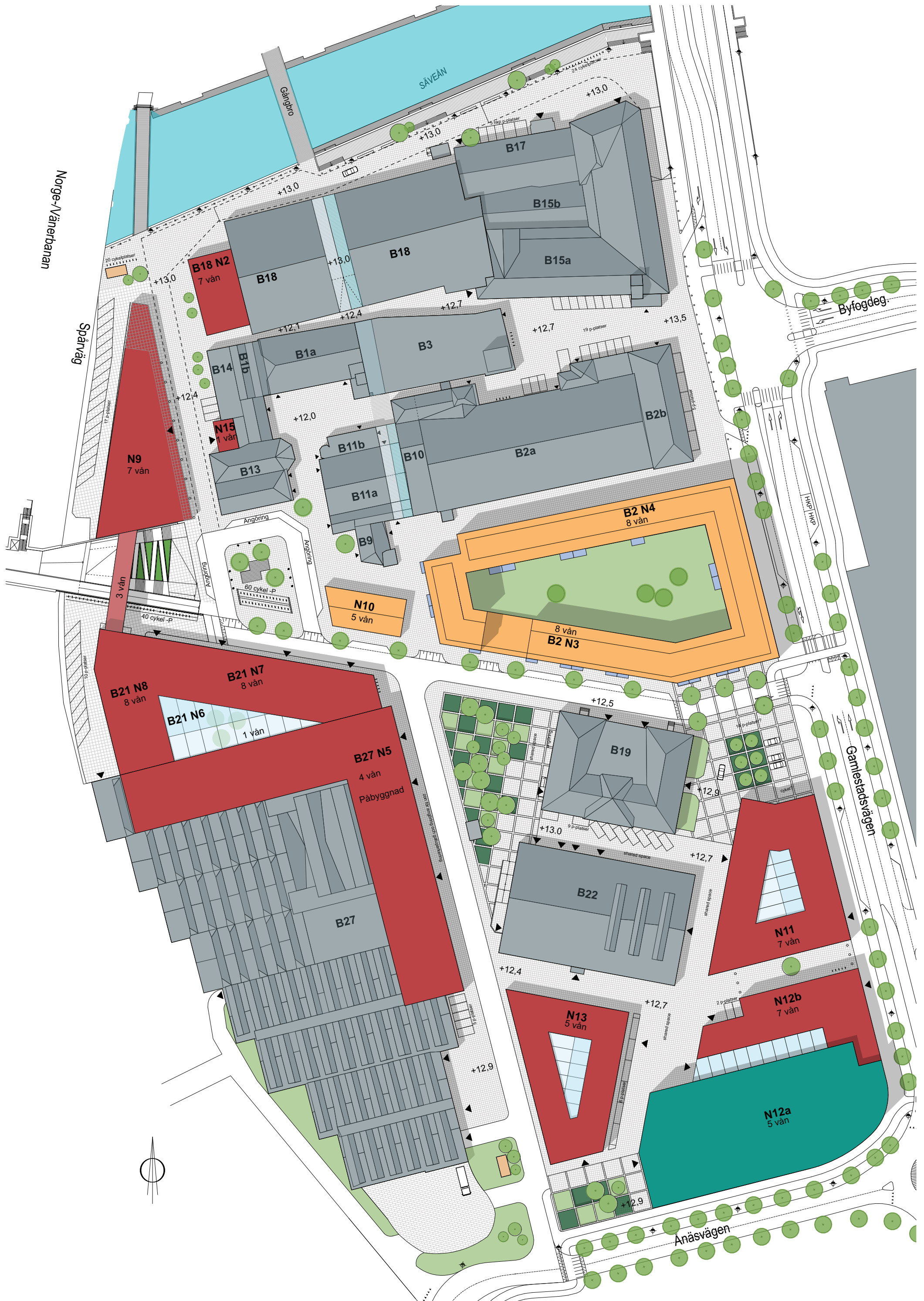
TRAFIKPLATS GAMLESTADSTORG
I GÖTEBORG
STYT
BRO ÖVER SÄVEÄN FÖR SJABBS-
SPÄRVÄG TILL ANGERED

BIRGER LUDVIGSON INGENJÖRBYRÅ AB KUNGSportsAV. 81-35, 411 38 GÖTEBORG TEL. 081-81 02 20			UPPRÄTTAD FÖR GÖTEBORGS STADS BÄTKOMITTE	
KONSTR. S. Norden	RITAD AE	GRANSK. P.O.	SEKTIONER	
GÖTEBORG DEN 2 JUN 1969 G. B. Berg			ARB. NR. 1926	RITN. NR. 87
			REV.	0

BILAGA 2



UPPDRAG Tilläggsuppdrag till Detaljplan Hornsgatan	DOKUMENT Kompletterings-PM Geoteknik	DATUM 2015-04-02 Rev A 2017-11-01
BILAGA Illustration över planlagt utförande	UPPDRAGSNUMMER 2305 674	



BILAGA 3



UPPDRAG Tilläggsuppdrag till Detaljplan Hornsgatan	DOKUMENT Kompletterings-PM Geoteknik	DATUM 2015-04-02 Rev A 2017-11-01
BILAGA Stabilitetsanalyser	UPPDRAGSNUMMER 2305 674	



KOMPLETTERANDE ANALYS

DP Gamlestaden

Befintliga förhållanden

Sektion E

Kombinerad analys

Uppdrag: Detaljerad stabilitetsutredning

Beställare: Göteborgs Stad, SBK

Skala (A4): 1:1000

Analysmetod: Morgenstern-Price

Glidytor: Grid and Radius (optimization: No)

GW & portryck: Pressure Head Spatial Function

Filnamn: Sektion E bef.gsz

Senast sparad: 2017-11-01; 14:43:54

C:\Users\SEMAFP\Desktop\Gamlestadens fabriker fortsättning\Nya beräkningar\Sektion E bef.gsz

Factor of Safety

- 1,38 - 1,48
- 1,48 - 1,58
- 1,58 - 1,68
- 1,68 - 1,78
- 1,78 - 1,88
- 1,88 - 1,98
- 1,98 - 2,08
- 2,08 - 2,18
- 2,18 - 2,28
- $\geq 2,28$

Name: Torrskorpelera (k)
Model: Combined, $S=f(\text{depth})$
Unit Weight: 17 kN/m³
Phi: 30°
C-Top of Layer: 0 kPa
C-Rate of Change: 0 (kN/m²)/m
Cu-Top of Layer: 23 kPa
Cu-Rate of Change: 0 (kN/m²)/m
Anisotropic Strength Fn: K0=0,7 (Left to right)

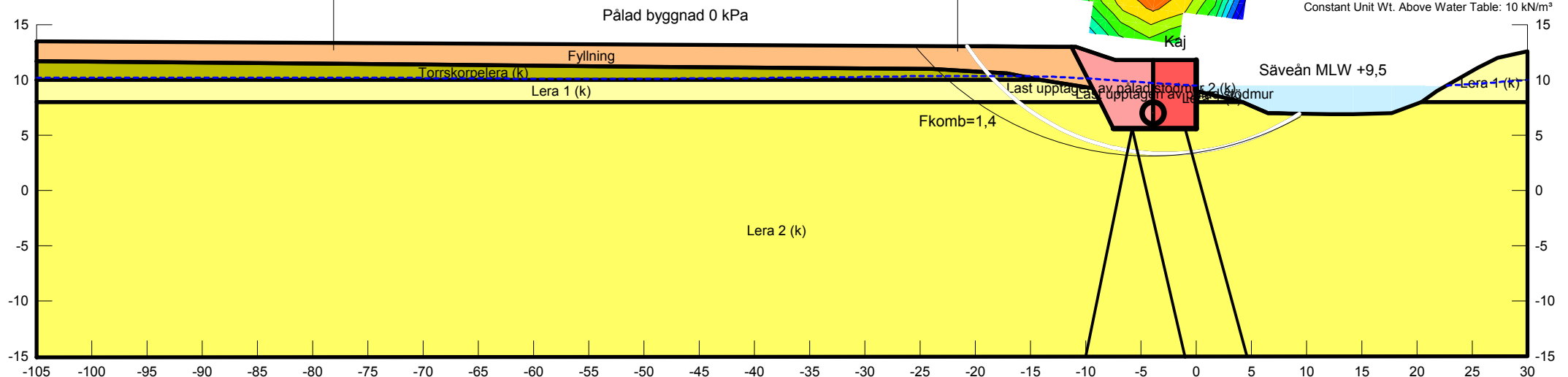
Name: Lera 1 (k)
Model: Combined, $S=f(\text{depth})$
Unit Weight: 16 kN/m³
Phi: 30°
C-Top of Layer: 0 kPa
C-Rate of Change: 0 (kN/m²)/m
Cu-Top of Layer: 13 kPa
Cu-Rate of Change: 0 (kN/m²)/m
Anisotropic Strength Fn: K0=0,7 (Left to right)

Name: Lera 2 (k)
Model: Combined, $S=f(\text{depth})$
Unit Weight: 17 kN/m³
Phi: 30°
C-Top of Layer: 0 kPa
C-Rate of Change: 0 (kN/m²)/m
Cu-Top of Layer: 13 kPa
Cu-Rate of Change: 1,3 (kN/m²)/m
Anisotropic Strength Fn: K0=0,7 (Left to right)

Name: Fyllning
Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 20 kN/m³
Cohesion: 0 kPa
Phi: 35°
Phi-B: 0°
Constant Unit Wt. Above Water Table: 18 kN/m³

Name: Last upptagen av pålad stödmur
Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 20 kN/m³
Cohesion: 1 000 kPa
Phi: 45°
Phi-B: 0°
Constant Unit Wt. Above Water Table: 18 kN/m³

Name: Last upptagen av pålad stödmur 2 (k)
Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 10 kN/m³
Cohesion: 1 000 kPa
Phi: 45°
Phi-B: 0°
Constant Unit Wt. Above Water Table: 10 kN/m³





KOMPLETTERANDE ANALYS

DP Gamlestaden

Befintliga förhållanden

Sektion E

Odränerad analys

Uppdrag: Detaljerad stabilitetsutredning

Beställare: Göteborgs Stad, SBK

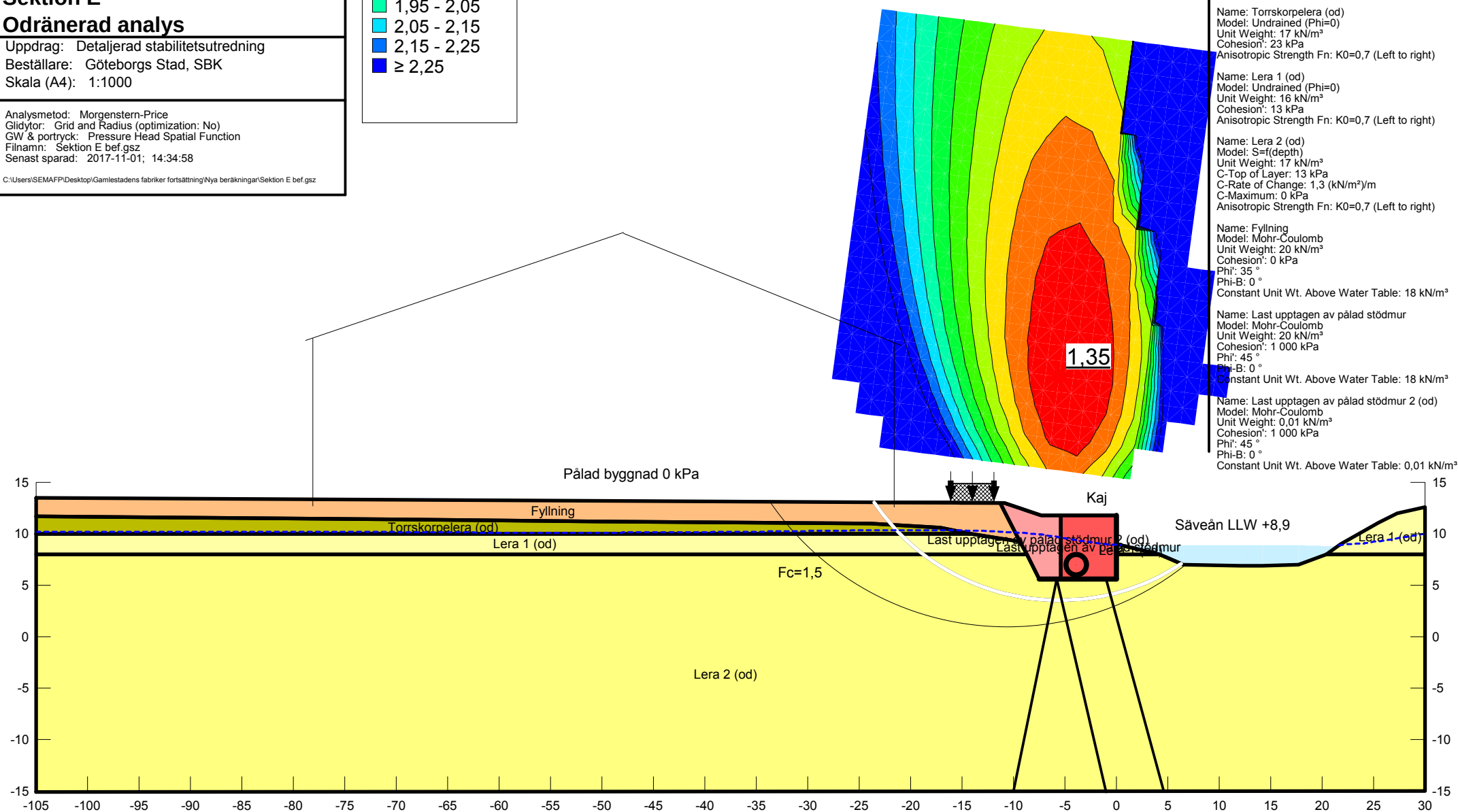
Skala (A4): 1:1000

Analysmetod: Morgenstern-Price
Glidytor: Grid and Radius (optimization: No)
GW & portryck: Pressure Head Spatial Function
Filnamn: Sektion E bef.gsz
Senast sparad: 2017-11-01; 14:34:58

C:\Users\SEMAFP\Desktop\Gamlestadens fabriker fortsättning\Nya beräkningar\Sektion E bef.gsz

Factor of Safety

- 1,35 - 1,45
- 1,45 - 1,55
- 1,55 - 1,65
- 1,65 - 1,75
- 1,75 - 1,85
- 1,85 - 1,95
- 1,95 - 2,05
- 2,05 - 2,15
- 2,15 - 2,25
- $\geq 2,25$





KOMPLETTERANDE ANALYS

DP Gamlestaden

Befintliga förhållanden

Sektion NY

Kombinerad analys

Uppdrag: Detaljerad stabilitetsutredning

Beställare: Göteborgs Stad, SBK

Skala (A4): 1:1000

Analysmetod: Morgenstern-Price
Glidytor: Grid and Radius (optimization: No)
GW & portryck: Pressure Head Spatial Function
Filnamn: Sektion NY kompl bef.gsz
Senast sparad: 2017-11-01; 15:58:42

C:\Users\SEMAFP\Desktop\Gamlestadens fabriker fortsättning\Nya beräkningar\Sektion NY kompl bef.gsz

Factor of Safety

- ≤ 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

Name: Torrskorpelera (k)
Model: Combined, S=f(depth)
Unit Weight: 17 kN/m³
Phi': 30 °
C-Top of Layer: 0 kPa
C-Rate of Change: 0 (kN/m²)/m
Cu-Top of Layer: 23 kPa
Cu-Rate of Change: 0 (kN/m²)/m
Anisotropic Strength Fn: K0=0,7 (Left to right)

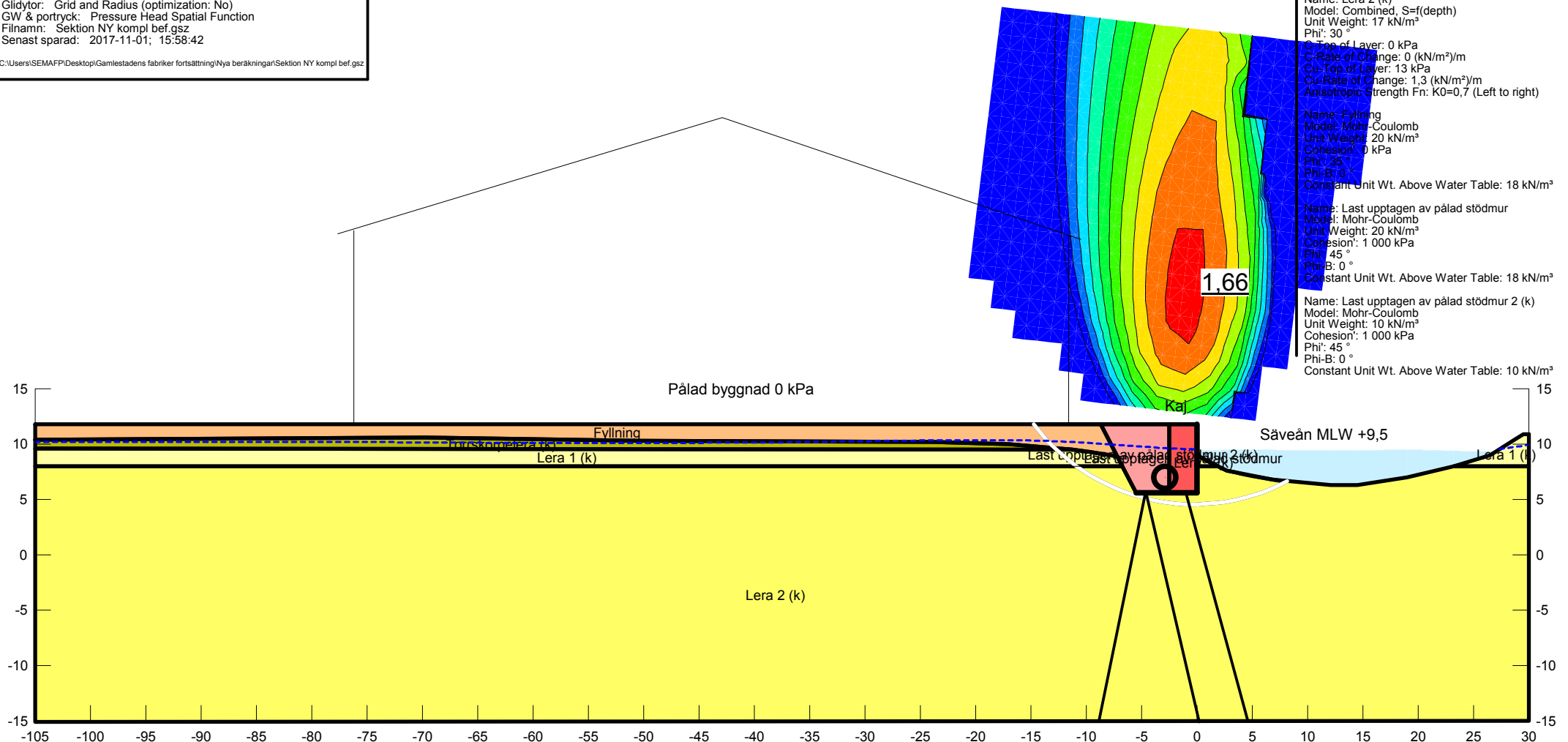
Name: Lera 1 (k)
Model: Combined, S=f(depth)
Unit Weight: 16 kN/m³
Phi': 30 °
C-Top of Layer: 0 kPa
C-Rate of Change: 0 (kN/m²)/m
Cu-Top of Layer: 13 kPa
Cu-Rate of Change: 0 (kN/m²)/m
Anisotropic Strength Fn: K0=0,7 (Left to right)

Name: Lera 2 (k)
Model: Combined, S=f(depth)
Unit Weight: 17 kN/m³
Phi': 30 °
C-Top of Layer: 0 kPa
C-Rate of Change: 0 (kN/m²)/m
Cu-Top of Layer: 13 kPa
Cu-Rate of Change: 1,3 (kN/m²)/m
Anisotropic Strength Fn: K0=0,7 (Left to right)

Name: Fyllning
Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 20 kN/m³
Cohesion': 0 kPa
Phi': 35 °
Phi-B: 0 °
Constant Unit Wt. Above Water Table: 18 kN/m³

Name: Last upptagen av pålad stödmur
Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 20 kN/m³
Cohesion': 1 000 kPa
Phi': 45 °
Phi-B: 0 °
Constant Unit Wt. Above Water Table: 18 kN/m³

Name: Last upptagen av pålad stödmur 2 (k)
Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 10 kN/m³
Cohesion': 1 000 kPa
Phi': 45 °
Phi-B: 0 °
Constant Unit Wt. Above Water Table: 10 kN/m³





KOMPLETTERANDE ANALYS

DP Gamlestaden

Befintliga förhållanden

Sektion NY

Odränerad analys

Uppdrag: Detaljerad stabilitetsutredning

Beställare: Göteborgs Stad, SBK

Skala (A4): 1:1000

Analysmetod: Morgenstern-Price
Glidytor: Grid and Radius (optimization: No)
GW & portryck: Pressure Head Spatial Function
Filnamn: Sektion NY kompl bef.gsz
Senast sparad: 2017-11-01, 15:51:47

C:\Users\SEMAFP\Desktop\Gamlestadens fabriker fortsättning\Nya beräkningar\Sektion NY kompl bef.gsz

Factor of Safety

- ≤ 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

Name: Torrsorpelera (od)
Model: Undrained (Phi=0)
Unit Weight: 17 kN/m³
Cohesion: 23 kPa
Anisotropic Strength Fn: K0=0,7 (Left to right)

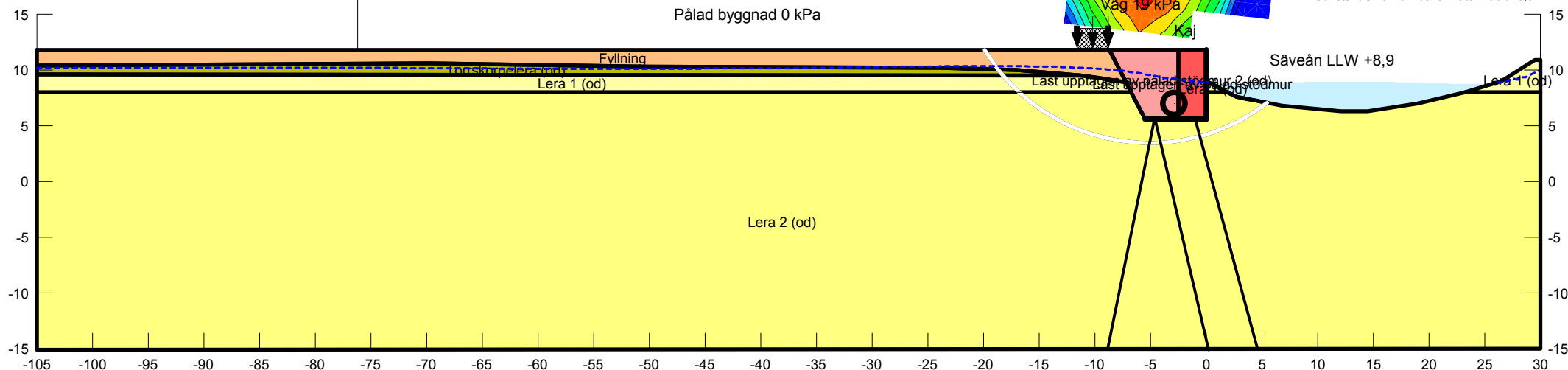
Name: Lera 1 (od)
Model: Undrained (Phi=0)
Unit Weight: 16 kN/m³
Cohesion: 13 kPa
Anisotropic Strength Fn: K0=0,7 (Left to right)

Name: Lera 2 (od)
Model: S=f(depth)
Unit Weight: 17 kN/m³
C-Top of Layer: 13 kPa
C-Rate of Change: 1,3 (kN/m²)/m
C-Maximum: 0 kPa
Anisotropic Strength Fn: K0=0,7 (Left to right)

Name: Fyllning
Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 20 kN/m³
Cohesion: 0 kPa
Phi: 35 °
Phi-B: 0 °
Constant Unit Wt. Above Water Table: 18 kN/m³

Name: Last upptagen av pålad stödmur
Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 20 kN/m³
Cohesion: 1 000 kPa
Phi: 45 °
Phi-B: 0 °
Constant Unit Wt. Above Water Table: 18 kN/m³

Name: Last upptagen av pålad stödmur 2 (od)
Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 0,01 kN/m³
Cohesion: 1 000 kPa
Phi: 45 °
Phi-B: 0 °
Constant Unit Wt. Above Water Table: 0,01 kN/m³





KOMPLETTERANDE ANALYS

DP Gamlestaden

Planerade förhållanden

Sektion NY

Kombinerad analys

Uppdrag: Detaljerad stabilitetsutredning

Beställare: Göteborgs Stad, SBK

Skala (A4): 1:1000

Analysmetod: Morgenstern-Price

Glidytor: Grid and Radius (optimization: No)

GW & portryck: Pressure Head Spatial Function

Filnamn: Sektion NY kompl DP.gsz

Senast sparad: 2017-11-01; 16:23:22

C:\Users\SEMAFP\Desktop\Gamlestadens fabriker fortsättning\Nya beräkningar\Sektion NY kompl DP.gsz

Factor of Safety

- ≤ 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

Name: Torrsorpelera (k)
Model: Combined, S=f(depth)
Unit Weight: 17 kN/m³
Phi': 30 °
Cu-Top of Layer: 23 kPa
Cu-Rate of Change: 0 (kN/m²)/m
C/Cu Ratio: 0,1
Anisotropic Strength Fn: K0=0,7 (Left to right)

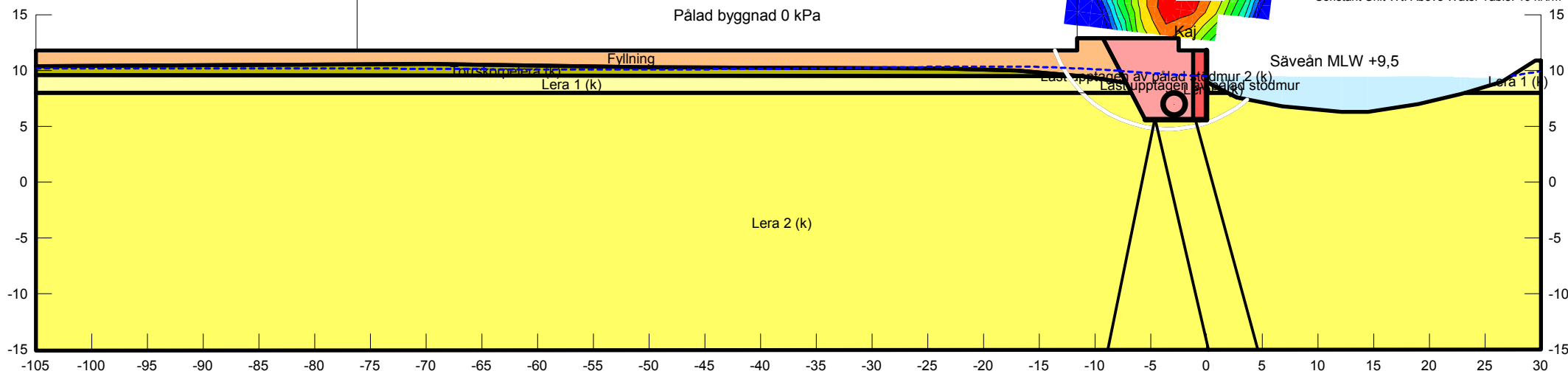
Name: Lera 1 (k)
Model: Combined, S=f(depth)
Unit Weight: 16 kN/m³
Phi': 30 °
Cu-Top of Layer: 13 kPa
Cu-Rate of Change: 0 (kN/m²)/m
C/Cu Ratio: 0,1
Anisotropic Strength Fn: K0=0,7 (Left to right)

Name: Lera 2 (k)
Model: Combined, S=f(depth)
Unit Weight: 17 kN/m³
Phi': 30 °
Cu-Top of Layer: 13 kPa
Cu-Rate of Change: 1,3 (kN/m²)/m
C/Cu Ratio: 0,1
Anisotropic Strength Fn: K0=0,7 (Left to right)

Name: Fyllning
Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 20 kN/m³
Cohesion': 0 kPa
Phi': 35 °
Phi-B: 0 °
Constant Unit Wt. Above Water Table: 18 kN/m³

Name: Last upptagen av pålad stödmur
Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 20 kN/m³
Cohesion': 1 000 kPa
Phi': 45 °
Phi-B: 0 °
Constant Unit Wt. Above Water Table: 18 kN/m³

Name: Last upptagen av pålad stödmur 2 (k)
Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 7 kN/m³
Cohesion': 1 000 kPa
Phi': 45 °
Phi-B: 0 °
Constant Unit Wt. Above Water Table: 10 kN/m³





KOMPLETTERANDE ANALYS

DP Gamlestaden

Planerade förhållanden

Sektion NY

Odränerad analys

Uppdrag: Detaljerad stabilitetsutredning

Beställare: Göteborgs Stad, SBK

Skala (A4): 1:1000

Analysmetod: Morgenstern-Price
Glidytor: Grid and Radius (optimization: No)
GW & portryck: Pressure Head Spatial Function
Filnamn: Sektion NY kompl DP.gsz
Senast sparad: 2017-11-01; 16:35:06

C:\Users\SEMAFP\Desktop\Gamlestadens fabriker fortsättning\Nya beräkningar\Sektion NY kompl DP.gsz

Factor of Safety

- ≤ 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

Name: Torrskorpelera (od)
Model: Undrained (Phi=0)
Unit Weight: 17 kN/m³
Cohesion: 23 kPa
Anisotropic Strength Fn: K0=0,7 (Left to right)

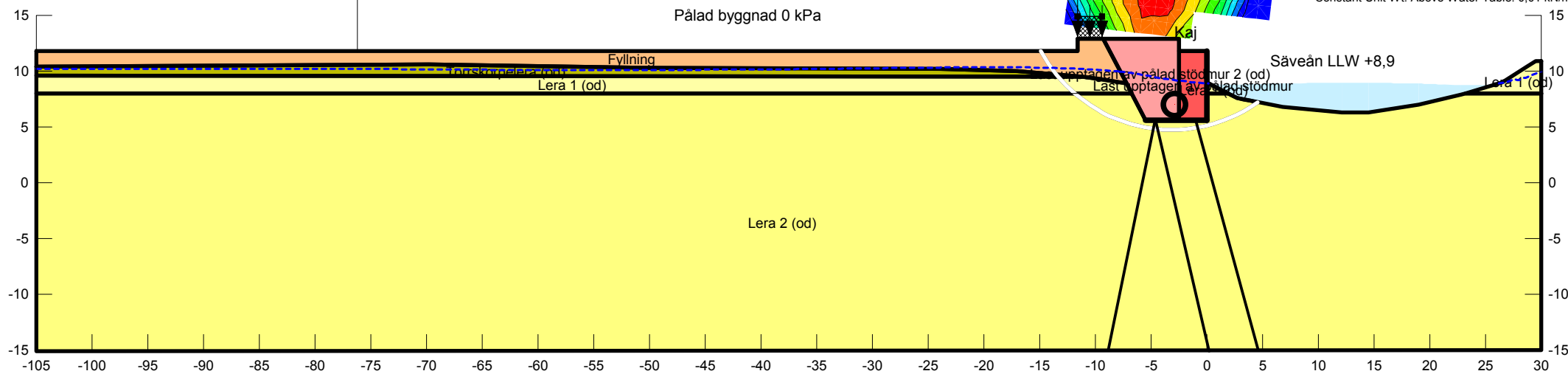
Name: Lera 1 (od)
Model: Undrained (Phi=0)
Unit Weight: 16 kN/m³
Cohesion: 13 kPa
Anisotropic Strength Fn: K0=0,7 (Left to right)

Name: Lera 2 (od)
Model: S=f(depth)
Unit Weight: 17 kN/m³
C-Top of Layer: 13 kPa
C-Rate of Change: 1,3 (kN/m²)/m
C-Maximum: 0 kPa
Anisotropic Strength Fn: K0=0,7 (Left to right)

Name: Fyllning
Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 20 kN/m³
Cohesion: 0 kPa
Phi: 35 °
Phi-B: 0 °
Constant Unit Wt. Above Water Table: 18 kN/m³

Name: Last upptagen av pålad stödmur
Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 20 kN/m³
Cohesion: 1 000 kPa
Phi: 45 °
Phi-B: 0 °
Constant Unit Wt. Above Water Table: 18 kN/m³

Name: Last upptagen av pålad stödmur 2 (od)
Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 0,01 kN/m³
Cohesion: 1 000 kPa
Phi: 45 °
Phi-B: 0 °
Constant Unit Wt. Above Water Table: 0,01 kN/m³



BILAGA 4



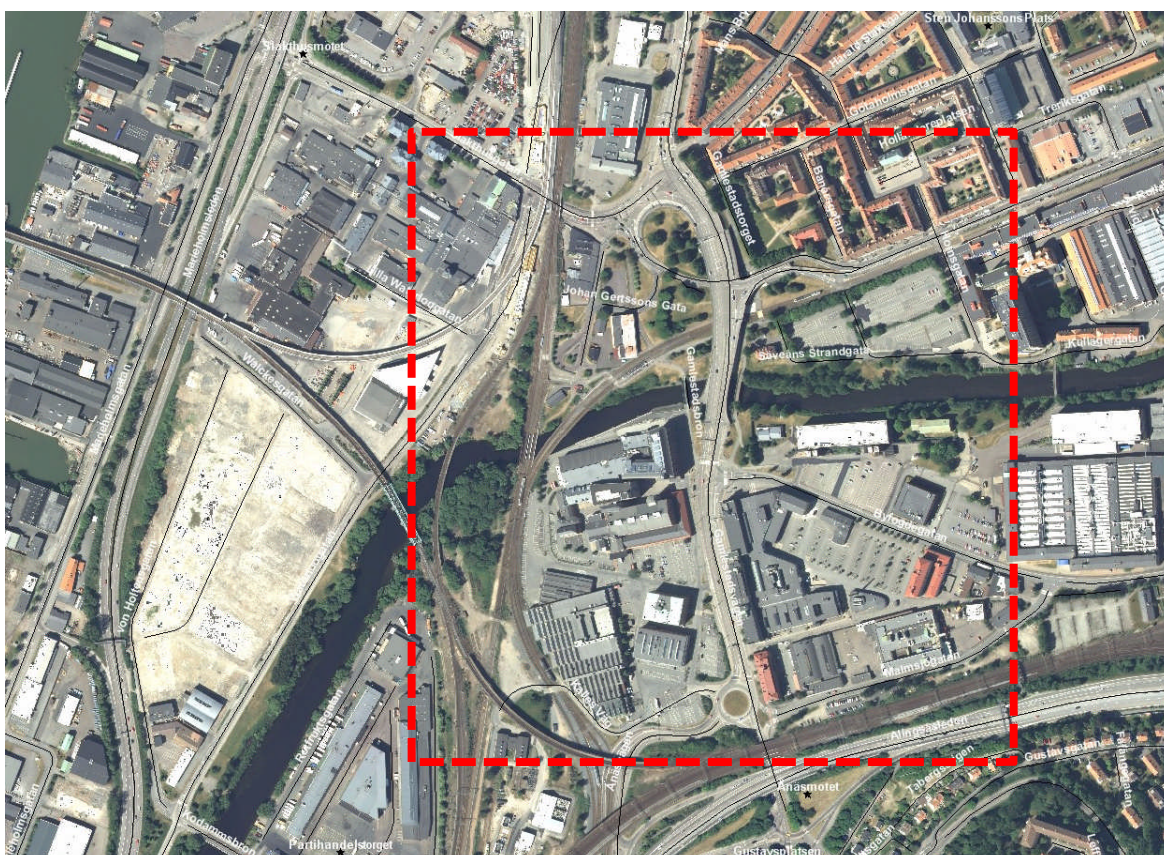
UPPDRAG Tilläggsuppdrag till Detaljplan Hornsgatan	DOKUMENT Kompletterings-PM Geoteknik	DATUM 2015-04-02 Rev A 2017-11-01
BILAGA PM-Geoteknik, Gamlestads torg och Gamlestadens fabriker, Rev. A, dat. 2012-08-31	UPPDRAGSNUMMER 2305 674	



Göteborgs Stad, Fastighetskontoret

Gamlestads torg och Gamlestadens fabriker, Göteborg

Geoteknisk utredning för detaljplan
PM Geoteknik



Revidering A 2012-08-31
Göteborg 2011-10-28
Sweco Infrastructure AB
Geoteknik, Göteborg

Uppdragsnummer 2305 440-001

SWECO
Gullbergs Strandgata 3
Box 2203, 403 14 Göteborg
Telefon 031-62 75 00
Telefax 031-62 77 22
www.sweco.se



INNEHÅLL	1 Allmänt	2
	2 Tidigare utförda undersökningar och utredningar	3
	3 Geologisk/historisk utveckling i området	3
	4 Geoteknisk översikt	4
	4.1 Topografi och områdesbeskrivning	4
	4.2 Geotekniska förhållanden	5
	4.2.1 Jordlagerföljd	5
	4.2.2 Skrymdensitet, vattenkvot, konflytgräns och sensitivitet	6
	4.2.3 Odränerad skjuvhållfasthet	6
	4.2.4 Konsolideringsförhållanden	10
	4.3 Geohydrologiska förhållanden	10
	4.4 Erosionsförhållanden i Säveån	11
	5 Stabilitet	12
	5.1 Allmänt	12
	5.2 Erforderlig säkerhetsfaktor	12
	5.3 Beräkningsförutsättningar	13
	5.3.1 Utformning och geometri	13
	5.3.2 Marklaster	13
	5.3.3 Grundvatten, porttryck och vattennivå	13
	5.3.4 Materialparametrar	14
	5.4 Stabilitetsanalyser, befintliga förhållanden	14
	5.5 Stabilitetsanalyser, detaljplan	16
	5.6 Sammanställning av utförda stabilitetsanalyser	17
	5.7 Känslighetsanalys	17
	6 Sammanfattning och rekommendationer	18
	6.1 Stabilitet	18
	6.2 Erosion	18
	6.3 Grundläggning och sättningar	18
	6.4 Ledningar och pumpstationer	19
	6.5 Schakt- och fyllnadsarbeten	20
	6.6 Omhändertagande av dagvatten	20
BILAGOR	1 Utvärderad skjuvhållfasthet	
	2 Stabilitetsberäkningar	
	3 Historiska kartor	
	4 Ekolodning Säveån	

Gamlestads torg & Gamlestadens fabriker, Göteborg

Geoteknisk utredning för detaljplan

PM Geoteknik

1 Allmänt

På uppdrag av Fastighetskontoret, Göteborgs Stad, har Sweco Infrastructure AB utfört en geoteknisk utredning i samband med framtagandet av detaljplaner för Gamlestads torg och Gamlestadens fabriker inom stadsdel Gamlestaden i Göteborg. Området är beläget i anslutning till Säveån enligt nedanstående flygfoto.

Området planeras för bostäder, kontor, kultur- och fritidsverksamheter, samt att utveckla Gamlestads torg som lokal och regional knutpunkt med bland annat en ny pendeltågstation. För området söder om Säveån skall huvudsakligen befintlig industrimiljö kompletteras. Norr om Säveån skall bland annat två befintliga spårvägsbroar rivas och ersättas av nya och den befintliga viadukten för biltrafik över Säveån (Gamlestadsvägen) skall rivas och ersättas av en ny bro. Vidare skall en ny vägtunnel anläggas för att binda samman Artillerigatan med Slakthusgatan.



Figur 1 Flygfoto över detaljplaneområdet.

Syftet med den geotekniska utredningen har varit att bestämma de geotekniska förhållandena och förutsättningarna för grundläggning av nya byggnader och anläggningar inom området, samt klarlägga stabilitetsförhållandena för detaljplaneområdet.

2 Tidigare utförda undersökningar och utredningar

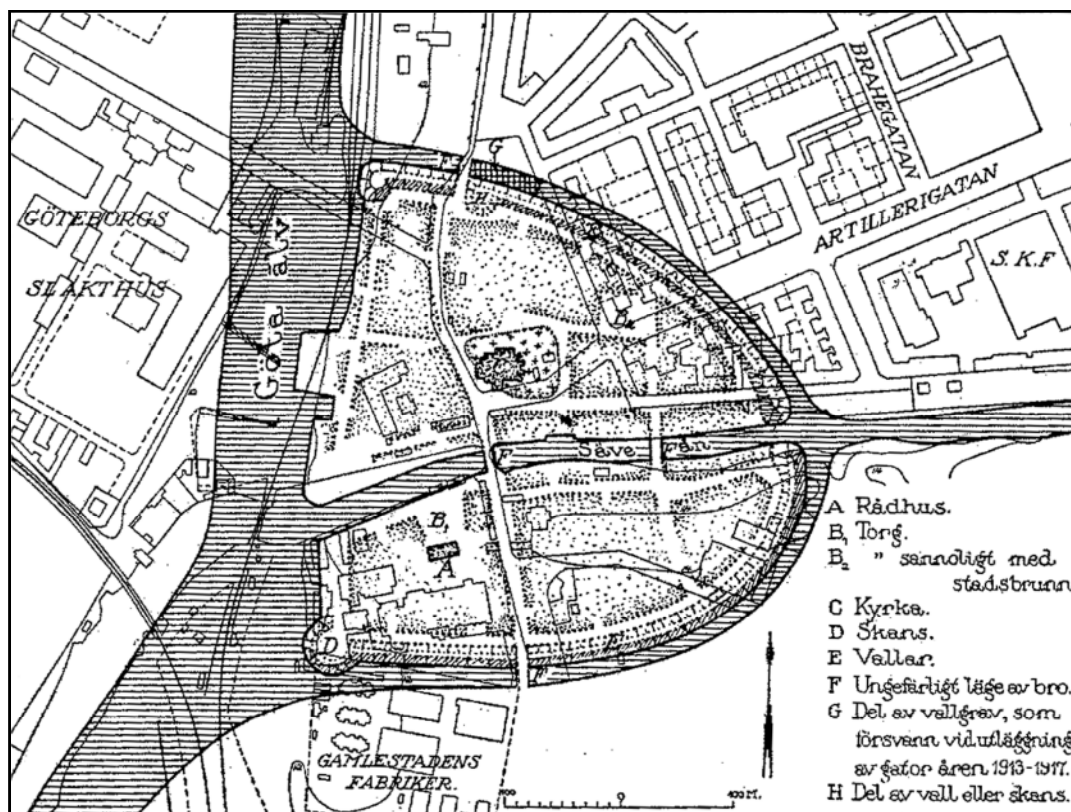
I anslutning till det aktuella undersökningsområdet har en stor mängd geotekniska undersökningar utförts under årens lopp såväl i anslutning till utbyggnad av järnväg (Norge-/Vänerbanan, delen Marieholm-Olskroken) och spårväg som för markområden i anslutning till Gamlestads torg och Gamlestadens fabriker. Tidigare utförda undersökningar har tillsammans med kompletterande utförda geotekniska undersökningar utgjort underlag för denna utredning.

Tidigare utförda undersökningar finns sammanställda och redovisade i en tillhörande Rapport Geoteknisk undersökning (RGeo) till detaljplanerna för Gamlestads torg och Gamlestadens fabriker med följande benämning:

- ”DP Gamlestads torg och Gamlestadens fabriker. Rapport geoteknisk undersökning (RGeo). Sweco Infrastructure AB, daterad 2011-10-28 (uppgavsnummer 2305440).

3 Geologisk/historisk utveckling i området

Markområden och älv-/åfårar kring Gamlestads torg har förändrats under årens lopp. Området för den befintliga järnvägen utgjordes ursprungligen av ett biflöde till Göta älv, se karta (Figur 2) över Nya Lödöse från senare delen av 1600-talet. På kartan kan bland annat noteras att det förekommer något som synes vara gamla kajplatser i läget för broarna över Sävån.



Figur 2 Gamla älvfåran "Ur den vandrande stadens tid, Nya Lödöse Älvsborgs stad"

På stadskartan från år 1809 benämns området för Gamlestadsholmen och Marieholm utgör vad som synes vara en förbindelse mellan holmen och fastlandet precis norr om Sävåns utflöde, se Bilaga 3.

På generalstabskartan från år 1863 har området döpts om till Marieholm och den fasta förbindelsen norr om Sävåån är tydligt markerad med en väg och någon form av fastighet. Vattenflödet var således stoppat vid kartans framställande och det forna biflödet utgjorde en vik i vilken stor sedimentation av finare material från Göta älv utbildades, se Bilaga 3.

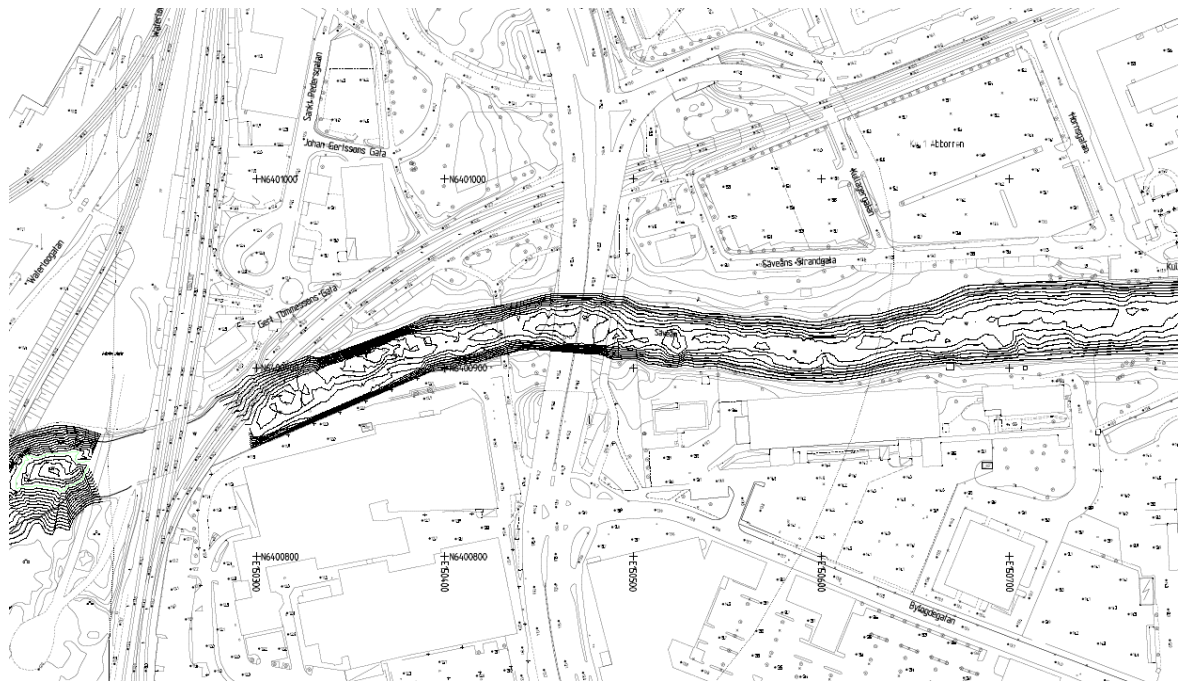
På generalstabskartan från år 1930 har fåran blivit helt igenfylld. Hur stor del av de utfyllda massorna som utgörs av naturligt avsatta material och igenfyllda material är svårt att bedöma.

4 Geoteknisk översikt

4.1 Topografi och områdesbeskrivning

Markytan inom planområdet ligger idag på nivån ca +10,0 till +14,0 (Göteborgs lokala höjdsystem¹). Området utgörs generellt av gatumark och naturmark närmast invid Sävåån.

Den omgivande markytan ligger ca 2-3 m över Sävåns lågvattenyta (LLW +8,9). Området är generellt flackt och närmast Sävåån är släntlutningen ner mot ån ca 1:2-1:4. Enligt ekolodningar av Sävåns bottenpografi, utförda av Sweco år 2011, ligger Sävåns botten som normalt på nivån ca +7 till +7,5. Väster om Gamlestadsvägen förekommer ett par djupare partier (djuphål) i Sävåån där botten som lägst uppmätts på nivån ca +5,5 till +6 (enligt nedanstående figur samt Bilaga 4).



Figur 3 Sävåns bottenpografi på den aktuella delsträckan.

¹ Göteborgs lokala höjdsystem motsvarar rikets höjdsystem RH70 +10,07 m.

Säveåns stränder är inom huvuddelen av planområdet försett med erosionsskydd av varierande typ (stödmurar i betong och sprängsten).

4.2 Geotekniska förhållanden

4.2.1 Jordlagerföljd

Jordlagren inom planområdet utgörs överst av ett ytligt lager med fyllnadsmassor som huvudsakligen består av sand, grus, sten, lera. Fyllnadsmassornas mäktighet varierar generellt mellan ca 1-4 m med de största mäktigheterna i området mellan Gamlestadsvägen och järnvägen. I dessa delar av området förekommer även byggrester i fyllnadsmassorna. De naturligt avlagrade jordlagren under fyllnadsmassorna utgörs huvudsakligen av ett lager med en lös siltig lera, av varierande mäktighet, som vilar på ett lager med friktionsjord av okänd mäktighet innan berget tar vid.

Lermäktigheten inom området varierar mellan ca 5 till 70 m med en ungefärlig variation i lerdjup enligt Figur 4 nedan. Djupet till fast botten ökar generellt mot väster och utförda undersökningar vid spårvägsbroar för Angeredsbanan över Säveån har stoppat på djup kring ca 70 m under markytan.

Utförda CPT-sonderingar inom området indikerar på att leran är relativt homogen utan några genomgående vattenförande skikt.



Figur 4 Ungefärliga lerdjup

4.2.2 Skrymdensitet, vattenkvot, konflytgräns och sensitivitet

Skrymdensiteten (ρ) i leran har vid utförda laboratorieundersökningar bestämts till ca 1,6-1,8 t/m³ med en ökande tendens mot djupet. I fyllnadsmaterialet bedöms skrymdensiteten till ca 1,8 t/m³.

Konflytgränsen (w_L) i leran, ner till djupet 15 m, varierar generellt mellan ca 60-80 % för att därunder minska till ca 40 %. Den naturliga vattenkvoten följer samma mönster men är generellt ca 10 % lägre än konflytgränsen.

Utförda laboratorieundersökningar visar inte på någon förekomst av högsensitiv lera eller kvicklera² då sensitiviteten, S_t , i upptagna jordprover varierar mellan ca 8-25.

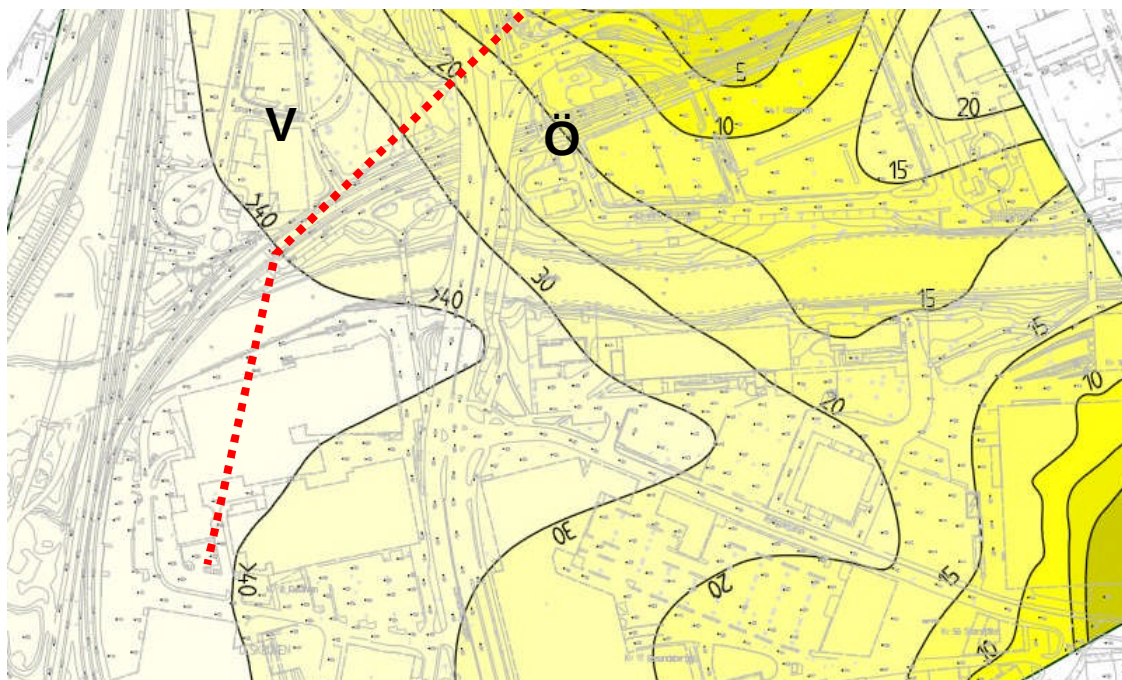
4.2.3 Odränerad skjuvhållfasthet

Inom och i direkt anslutning till utredningsområdet har en stor mängd geotekniska undersökningar och hållfasthetsbestämningar utförts under årens lopp såväl i fält som i laboratorium. Läget på undersökningspunkterna redovisas i tillhörande RGeo på ritning 2305440-G1 samt Bilaga 4. De hållfasthetsbestämningar som *anses vara relevanta* (map läge, förhållanden, metod, störning etc.) har sammanställt tillsammans med nu utförda undersökningar i planskedet och utgör underlag för utvärdering av den odränerade skjuvhållfastheten i leran.

Utvärderade hållfastheter från utförda CPT-undersökningar i leran stärker hållfasthetstendensen/trenden mot djupet i leran. Utvärderat absolutvärde av den skjuvhållfastheten varierar dock ofta mot övriga hållfasthetsbestämningar (enligt Figur 6, respektive Bilaga 1) vilket är vanligt förekommande i Göteborgsleran. Vid utvärderingen av odränerad skjuvhållfasthet har därmed mindre vikt lagts vid utvärderade CPT-sonderingar än övriga hållfasthetsbestämningar. Sammanställningarna med utförda hållfasthetsbestämningar som underlag för utvärdering av den odränerade skjuvhållfastheten i leran presenteras därmed både med och utan resultaten från utvärderade CPT-undersökningar för att få en så god bild som möjligt över spridningen i utvärderad hållfasthet baserad på olika metoder.

Sammanställningarna av den odränerade skjuvhållfastheten påvisar att skjuvhållfastheten i leran är betydligt högre i de västra delarna av området än i de östra delarna, dvs. där förekomsten av fyllnadsmassor är som störst. Med stöd av utförda undersökningar (främst vingförsök, kolvprovtagningar samt CPT) har en geografisk hållfasthetsfördelning/variation utvärderats inom området enligt nedanstående figur.

² Som kvicklera brukar i Sverige betecknas leror med en skjuvhållfasthet $\leq 0,4$ kPa i omrört tillstånd och med en sensitivitet ≥ 50 . Kvickleror kännetecknas av att de vid omrörning förlorar näst intill all sin hållfasthet.

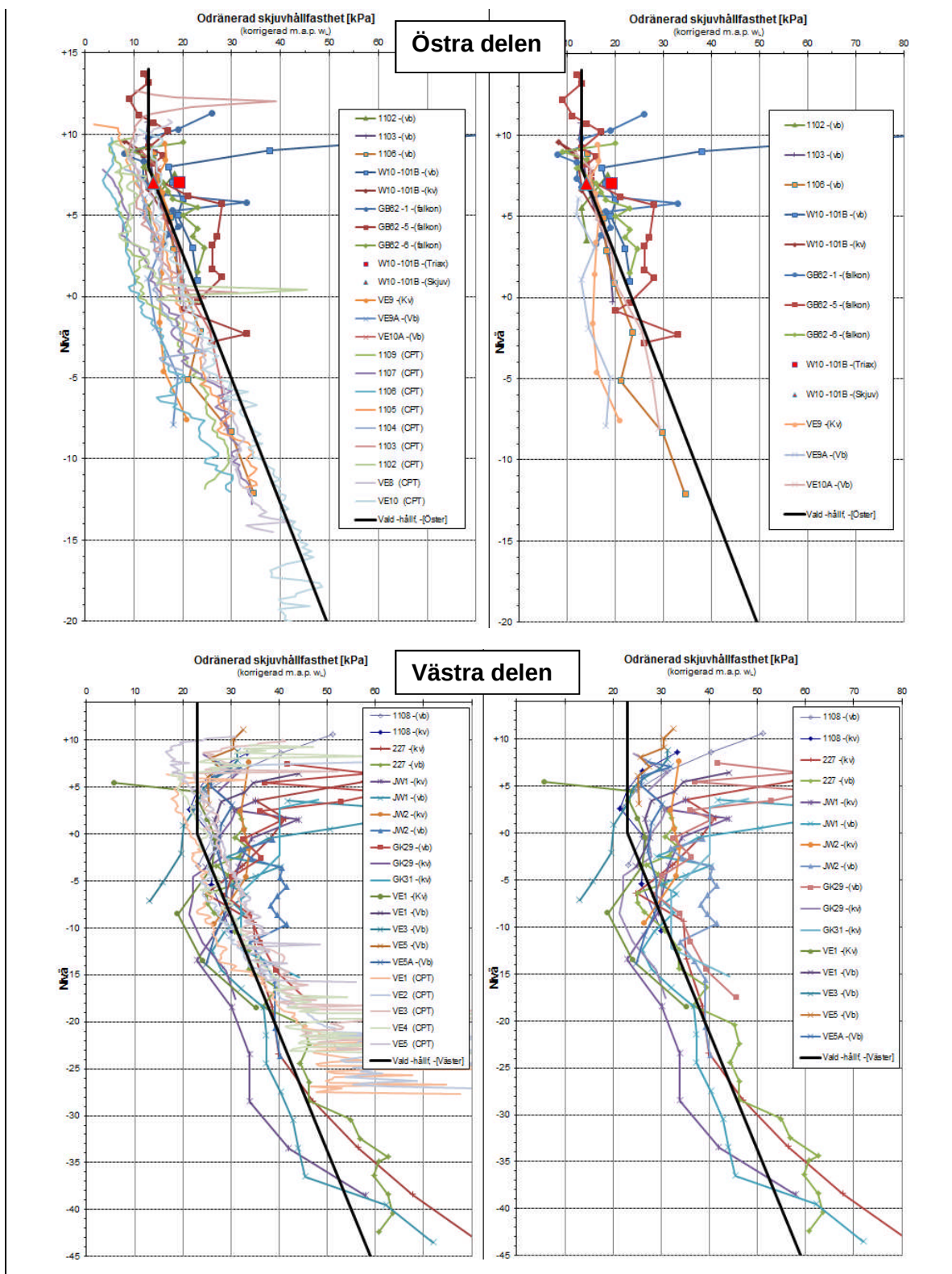


Figur 5 Hållfasthetsfördelning/variation inom området.

I den östra delen av området (markerad med "Ö" enligt ovanstående figur) har den odränerade skjuvhållfastheten (τ_{fu}), korrigerad med avseende på konflytgränsen, utvärderats till ca 13 kPa ner till nivån ca +8 (vilket motsvarar ca 5 m under befintlig markyta). Därunder ökar skjuvhållfastheten mot djupet med ca 1,3 kPa/m.

I den västra delen av området (markerad med "V" enligt ovanstående figur), dvs. kring knutpunkt Gamlestadstorg, har den odränerade skjuvhållfastheten (τ_{fu}), korrigerad med avseende på konflytgränsen, utvärderats till ca 23 kPa ner till nivån ca +0 (vilket motsvarar ca 12 m under befintlig markyta). Därunder ökar skjuvhållfastheten mot djupet med ca 0,8 kPa/m.

I nedanstående diagram (Figur 6) redovisas sammanställningar av utförda hållfasthetsbestämningar tillsammans med utvärderade hållfasthetsprofiler för östra och västra utredningsområdet. Hållfasthetssammanställningarna presenteras både *med* och *utan* utvärderade hållfastheter från utförda CPT-undersökningar.



Figur 6 Sammanställning av hållfasthetsbestämningar i planområdets östra respektive västra delar.

Den odränerade skjuvhållfastheten i leran har utvärderats till:

Tabell 1 Vald odränerad skjuvhållfasthet i östra delarna av planområdet

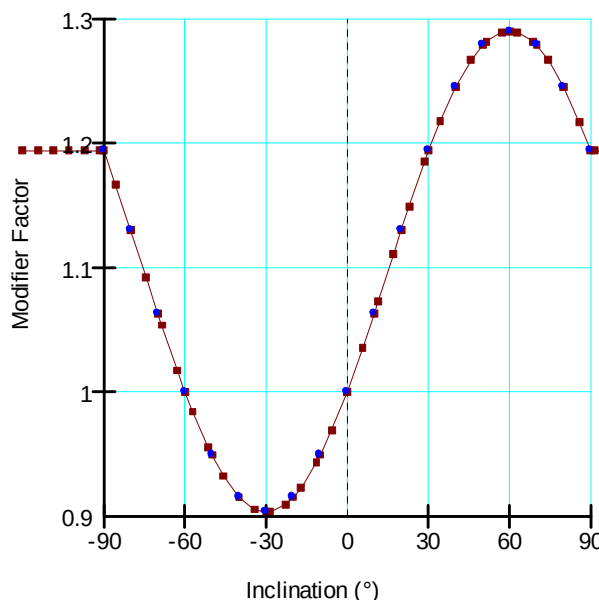
Nivå	Odränerad skjuvhållfasthet, τ_{fu}
+13 till +8	13 kPa
+8 –	13+1,3·z kPa (z räknad från +8)

Tabell 2 Vald odränerad skjuvhållfasthet i västra delarna av planområdet

Nivå	Odränerad skjuvhållfasthet, τ_{fu}
+13 till +0	23 kPa
+0 –	23+0,8·z kPa (z räknad från +0)

I samband med tidigare utförda utredningar (SKF, Bellevue industriområde mfl.) i anslutning till planområdet har triaxialförsök utförts på upptagna ostörda lerprover med syfte att studera de anisotropa egenskaperna i leran. Undersökningarna har påvisat tydliga anisotropa egenskaper hos leran motsvarande anisotropifunktionen som gäller för $K_0=0,7$ (enligt Skredkommissionens anvisningar, rapport 3:95) vilket normalt råder för västsvenska leror.

Detta betyder i praktiken att i glidyornas aktivzon, beroende på skjuvytans lutning mot horisontalplanet, erhålls en förhöjning av den odränerade skjuvhållfastheten med ca 0-30 % (sinusformad funktion beroende på skjuvplanets lutning, Figur 7). I glidyornas passivzon erhålls däremot en reducering av skjuvhållfastheten med ca 0-10 %. Effekten av anisotropi blir därmed större ju brantare slänten och glidytan är.



Figur 7 Anisotropifunktion, $K_0=0,7$.

Med största sannolikhet råder motsvarande hållfasthetsanisotropi inom hela det aktuella plan- och utredningsområdet. Då de geotekniska förhållandena varierar stort mellan de östra och västra delarna och verifierande triaxialförsök endast finns utförda i de östra delarna så anses ytterligare triaxialförsök erfordras i de västra delarna för att verifiera

tillgodoräknande av hållfasthetsanisotropi inom hela utredningsområdet. Vid stabilitetsberäkningarna har därmed hållfasthetsanisotropi i detta skede *endast beaktats* i leran som motsvarar egenskaperna för de *östra* delarna.

Beaktande av hållfasthetsanisotropi i leran ger för slänterna mot Sävåån ett positivt bidrag (ökning) till säkerhetsfaktorn mot brott med ca 5-6%.

Anisotropifunktion ($K_0=0,7$) kan vidare anses vara försiktigt vald med hänsyn till att utförda triaxialförsök i närområdet visar att skjuvhållfastheten vid ett aktivt brott är normalt är mer än 40-50 % högre än vid direkt skjuvning. Underlaget för val av en högre anisotropifunktion än $K_0=0,7$ anses dock inte tillräckligt stort i detta skede.

4.2.4 Konsolideringsförhållanden

I samband med tidigare utförda utredningar i området har det utförts ett stort antal CRS-försök i området. Leran i huvuddelen av området bedöms generellt vara överkonsoliderad med en överkonsolideringsgrad (OCR) mellan ca 1,2 till 1,4.

Inom de västra delarna av planområdet pågår krypsättningar då effektivspänningen i leran vid dagens förhållanden överskrider 80% av förkonsolideringstrycket (d.v.s. $\sigma'_0 > 0,8 \cdot \sigma'_c$). Mot denna förutsättning bedöms krypsättningar pågå ner till stora djup i de delar av området där utfyllnader utförts.

4.3 Geohydrologiska förhållanden

Grundvattenytans läge återfinns generellt i överkant av den lösa leran, dvs. i allmänhet på mellan 1 till 2 m djup under markytan. Från den fria vattenytan är portrycksfördelningen i leran mestadels hydrostatisk ned till 3 à 6 m djup. Därifrån bedöms portrycksökningen öka konstant med djupet ned till rådande grundvattentryck i friktionsjorden under leran (dvs. den undre akvifären). Grundvattentrycken i denna akvifär varierar över tid och styrs bl.a. av nederbörd och tillrinning från omgivande bergspartier. Tidigare utförda mätningar av trycknivå i friktionsjorden visar generellt att ett svagt porövertryck råder i den undre akvifären.

I de östra delarna av planområdet har artesiskt grundvattentryck uppmätts vid de lägre marknivåerna närmast Sävåån.

I marken närmast Sävåån finns idag flera VA-ledningar, brunnar och kulvertar. Flertalet av dessa har tagits ur bruk men kan lokalt utgöra en viss dränering i de ytliga jordlagren.

Vattenståndsnivåerna i Sävåån redovisas i nedanstående tabell (Tabell 3).

Tabell 3 Vattenståndsnivåer i Sävåån i läget för den nya spårvägsbron (enl. SMHI).

HHW	+11,85
MW	+10,10
LLW	+8,9

4.4 Erosionsförhållanden i Säveån

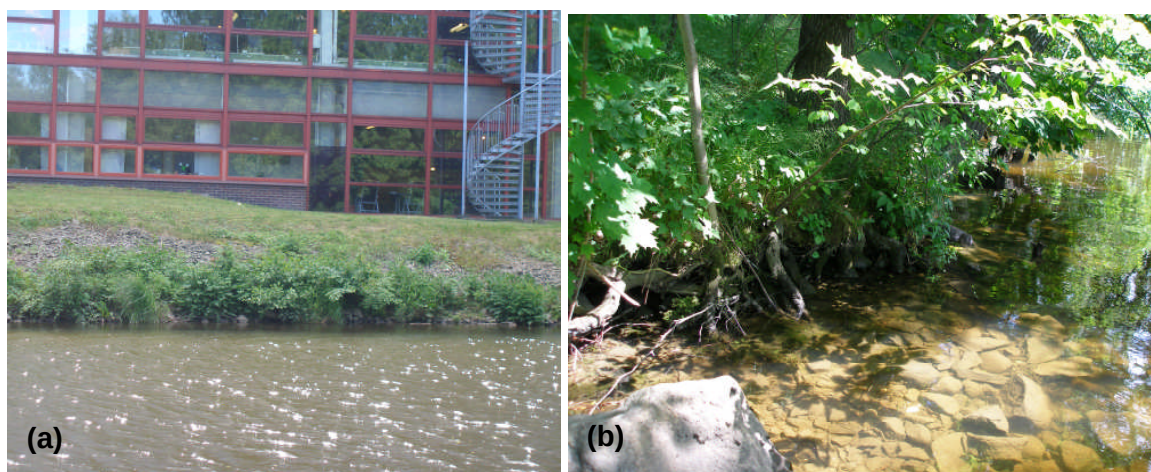
Längs Säveåns stränder inom planområdet finns erosionsskydd av varierande kvalitet.

Mellan Gamlestadsvägen och Norge-/Vänerbanan finns idag befintliga stödmurar och kajkonstruktioner på båda sidor av Säveån. Närmast Gamlestadsvägen finns erosionsskydd av god kvalitet i form av sprängsten, se Figur 8.



Figur 8 (a) Stödmurar och kajkonstruktioner (b) Erosionsskydd i form av sprängsten.

I öster mellan Gamlestadsvägen och SKF finns idag erosionsskydd i form av sprängsten på båda sidor om Säveån, se Figur 9 nedan. På den södra sidan av Säveån är erosionsskyddet av god kvalitet. På norra sidan vid SKF:s parkeringar finns tecken på tidigare utlagt erosionsskydd på botten av ån men som idag ej går upp i slänten ovan vattenytan. Måttlig erosion pågår i form av ursköljning längs strandlinjen.

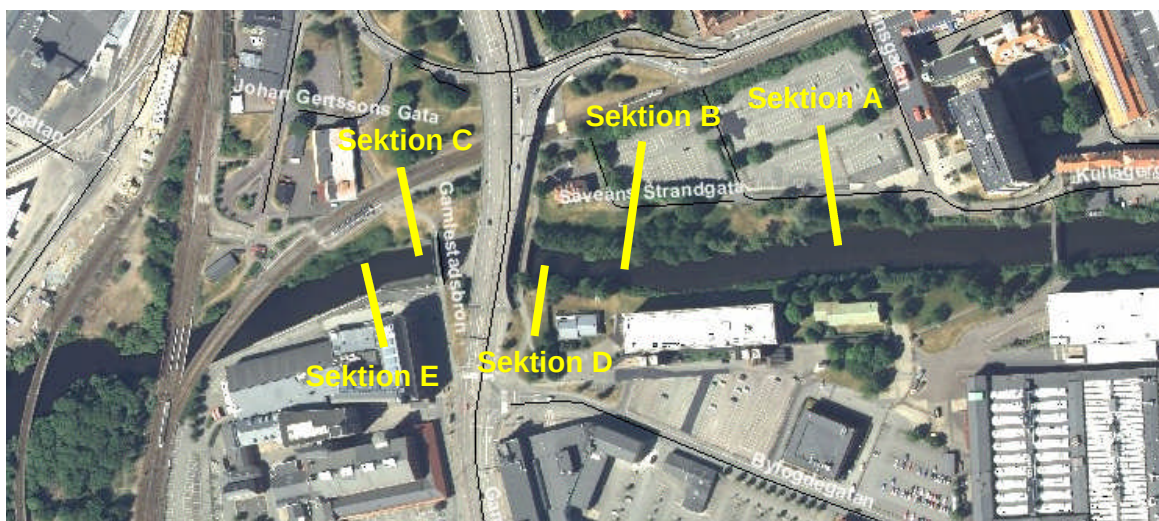


Figur 9 (a) Norra sidan: Erosionsskydd av god kvalitet (b) Södra sidan vid SKF:s parkering: Spår av tidigare erosionsskydd och måttlig pågående erosion.

5 Stabilitet

5.1 Allmänt

Stabiliteten har analyserats i 5 st sektioner inom området enligt nedanstående figur. Stabilitetsanalyserna har utförts i kombinerad och odränerad analys med Slope/W version 7.17 (GeoStudio 2007). Redovisade säkerhetsfaktorer avser Morgernstern-Price metod för cirkulärcylindriska och sammansatta glidytor. Utförda stabilitetsberäkningar redovisas i sin helhet i Bilaga 2.



Figur 10 Översiktskarta sektioner för stabilitetsanalys.

5.2 Erforderlig säkerhetsfaktor

Stabilitetsutredningen har utförts enligt med IEG rapport 4:2010 "Tillståndsbedömning/klassificering av naturliga slänter och slänter med befintlig bebyggelse och anläggningar", där erforderlig säkerhetsfaktor gäller för *Detaljerad stabilitetsutredning* för markområden med markanvändningen "Nybyggnation".

Enligt ovanstående gäller vid detta projekt därmed följande rekommendation på säkerhetsfaktorn utifrån rådande förutsättningar:

Tabell 4 Rekommenderat säkerhetsrekommendation enligt IEG rapport 4:2010.

F_c	$\geq 1,7-1,5$
F_{komb}	$\geq 1,45-1,35$
F_ϕ	$\geq 1,3$ (sand)

Det rekommenderade säkerhetskravet utgörs således av ett "spann" mellan olika nivåer på erforderlig säkerhetsfaktor. Vilket krav på erforderlig säkerhetsfaktor som råder inom ett projekt bestäms av ett stort antal faktorer som betecknas som "gynnsamma" eller "ogynnsamma". Exempel på en ogynnsam faktor är t.ex. förekomst av kvicklera, stora konsekvenser av ett skred, pågående erosion eller ett begränsat antal geotekniska undersökningar etc.

Längs med Säveåns stränder i Gamlestaden är de geotekniska förhållandena väl kända. Ingen kvicklera har påträffats i området. Vidare pågår heller ingen aktiv erosion. För det aktuella området bedöms därför att den lägre delen av "spannet" är att betrakta som erforderlig säkerhetsnivå.

Tabell 5 Gällande säkerhetsrekommendation i samband med detta projekt.

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

5.3 Beräkningsförutsättningar

5.3.1 Utformning och geometri

Som underlag till geometrin vid stabilitetsberäkningen har befintligt kartmaterial för området (digital primärkarta med 0,5 m ekvidistans) använts. Säveåns bottenpografi har bestämts vid ekolodning (Sweco år 2011).

5.3.2 Marklaster

Vid utförandet av stabilitetsanalyserna har trafiklasten enligt nedanstående tabell använts, i enlighet med IEG rapport 4:2010.

Tabell 6 Lastförutsättningar

Lasttyp	Last	Bredd
Spårvägstrafik	15 kPa	2,5 m
Vägrafik	10 kPa	vägbredd
Gång- och cykeltrafik	5 kPa	vägbredd

Vid stabilitetsanalyserna har markbelastningar från befintliga byggnader som inte är grundförstärkta ansatts med 10 kPa per våningsplan. Eventuella källarvåningar har reducerat markbelastningen och på grundläggning har förutsatts föra ner belastningen från byggnaden till stora djup och inverkar därmed inte i stabilitetsanalyserna.

5.3.3 Grundvatten, porttryck och vattennivå

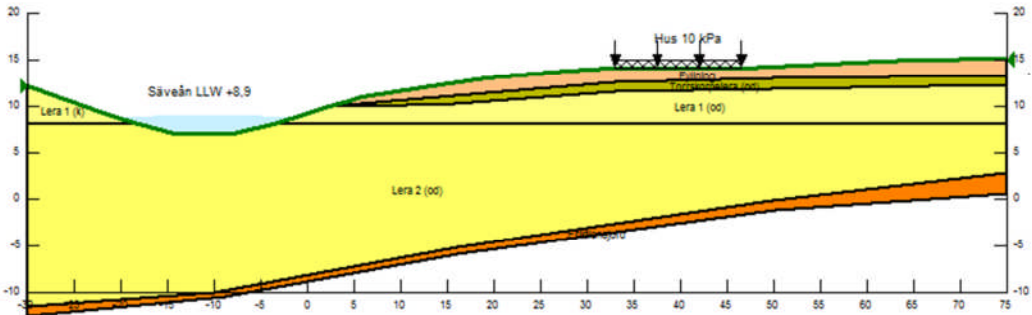
Grundvattenytans läge har vid stabilitetsanalyserna placerats på djupet ca 1-2 m under befintlig markyta och sammanfaller med Säveåns vattenyta i släntfot. Porttrycksförhållandena i leran har modellerats med uppbyggande av ett svagt övertryck mot djupet med en trycknivå i underliggande friktionsjord som ligger i nivå med befintlig markyta.

I utförda stabilitetsberäkningar har vattennivån i Säveån satts till nivån för lägsta lågvattennivå (LLW +8,9) då vattnets mothållande effekt är som lägst. Då den odränerade skjuvhållfastheten är dimensionerande i området antas porttrycket i leran ha en hydrostatisk profil mot grundvattenytan. Porttryckets inverkan på stabilitetssituationen har analyserats, se vidare i kapitel 5.7 Känslighetsanalys.

5.3.4 Materialparametrar

Materialegenskaper samt jordlagrens mäktighet har utvärderats från geotekniska undersökningar. I nedanstående tabell redovisas de materialegenskaper som använts vid stabilitetsanalyserna.

Tabell 7 Valda/utvärderade materialegenskaper för stabilitetsberäkningar i sektion A-E



Jordlager	Bedömda materialegenskaper	
Fyllning/Frikationsjord	Tunghet, γ	18 kN/m ³
	Effektiv tunghet under GW, γ'	10 kN/m ³
	Friktionsvinkel, ϕ'	35°
Torrskorpelera	Tunghet, γ	17 kN/m ³
	Odränerad skjuvhållfasthet, τ_{fu}	13 kPa
Lera 1	Tunghet, γ	16 kN/m ³
	Odränerad skjuvhållfasthet, τ_{fu}	13 kPa
Lera 2	Tunghet, γ	17 kN/m ³
	Odränerad skjuvhållfasthet, τ_{fu}	13+1,3·d ₁ kPa ¹⁾

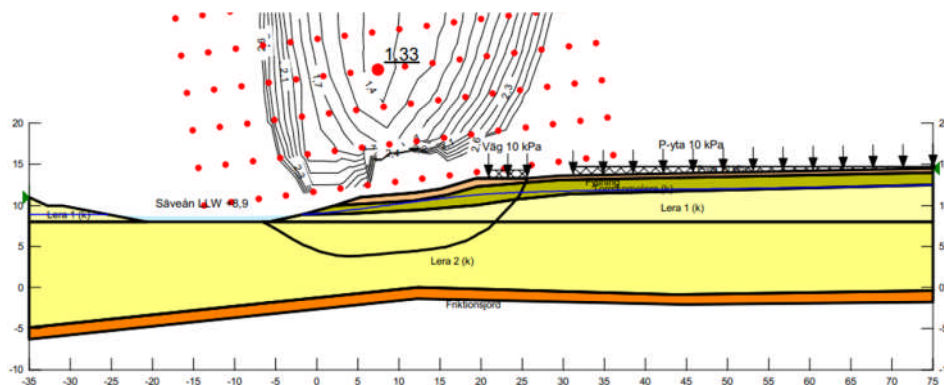
1) d₁ definieras från nivån +8

Lerans dränerade hållfasthetsegenskaper har vid stabilitetsberäkningarna antagits till $\phi'=30^\circ$ och $c'=0,1 \cdot \tau_{fu}$, vilket normalt gäller för leror i Västsverige.

5.4 Stabilitetsanalyser, befintliga förhållanden

Sektion A, östra delarna av parkeringsytorna vid SKF

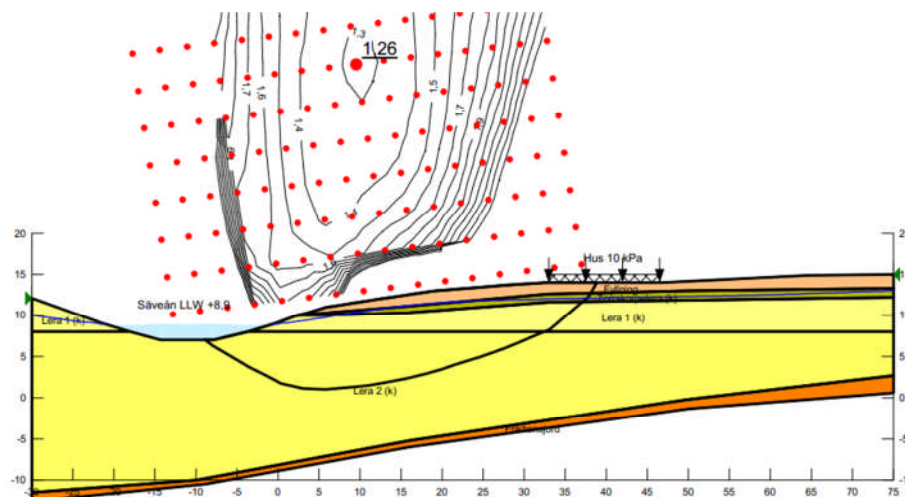
Stabilitetsanalyser för befintliga förhållanden visar på en säkerhetsfaktor mot stabilitetsbrott som är ca $F_c=1,38$ (se Figur 11) respektive ca $F_{komb}=1,33$ (Bilaga 4). Glidytor med lägst säkerhetsfaktor mot brott berör markområdet ca 25 m från ån.



Figur 11 Stabilitetsanalys, sektion A. Kombinerad analys.

Sektion B, västra delarna av parkeringsytorna vid SKF

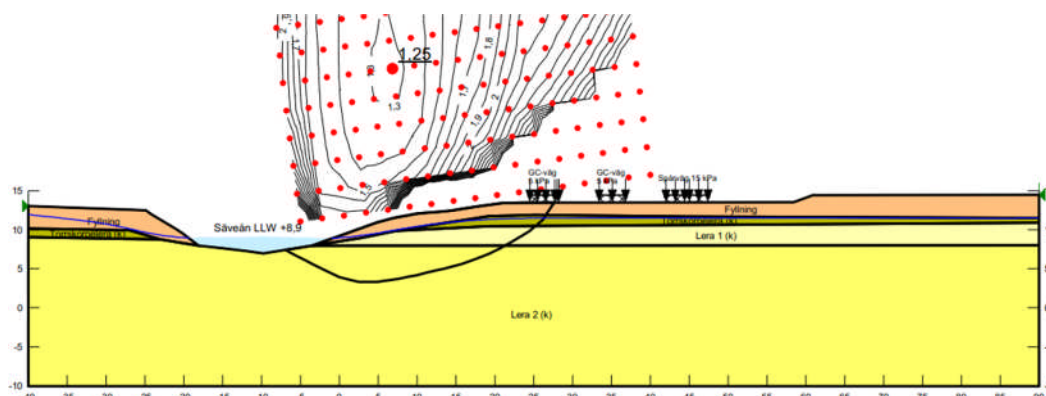
Befintlig byggnad är i tre våningsplan plus källare. Nettobelastningen från byggnaden har därmed ansatts till 10 kPa. Stabilitetsanalyser för befintliga förhållanden visar på en säkerhetsfaktor mot stabilitetsbrott som är ca $F_c=1,29$ (enligt Figur 12) respektive mot ett kombinerat brott ca $F_{komb}=1,26$ (Bilaga 2). Glidyterna med lägst säkerhetsfaktor mot brott har en utbredning av ca 45 m. Stabilitetsanalyserna visar vidare att den odränerade skjuvhållfastheten är dimensionerande.



Figur 12 Stabilitetsanalys, sektion B. Kombinerad analys.

Sektion C, Gamlestads torg

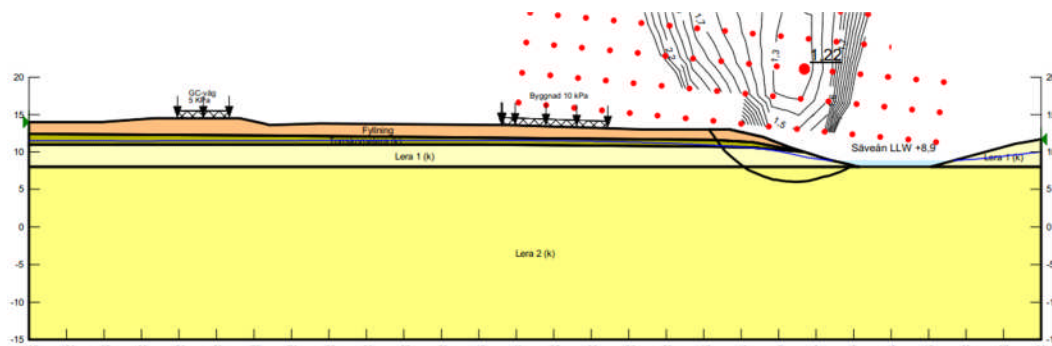
Sektion C är placerad för att representera stabilitetsförhållandena väster om Gamlestads-vägen mot Gamlestads torg. För befintliga förhållanden är Säkerhetsfaktorn mot ett odränerat brott ca $F_c=1,3$ (enligt Bilaga 2) respektive mot ett kombinerat brott ca $F_{komb}=1,25$ (Figur 13).



Figur 13 Stabilitetsanalys, sektion C. Kombinerad analys.

Sektion D

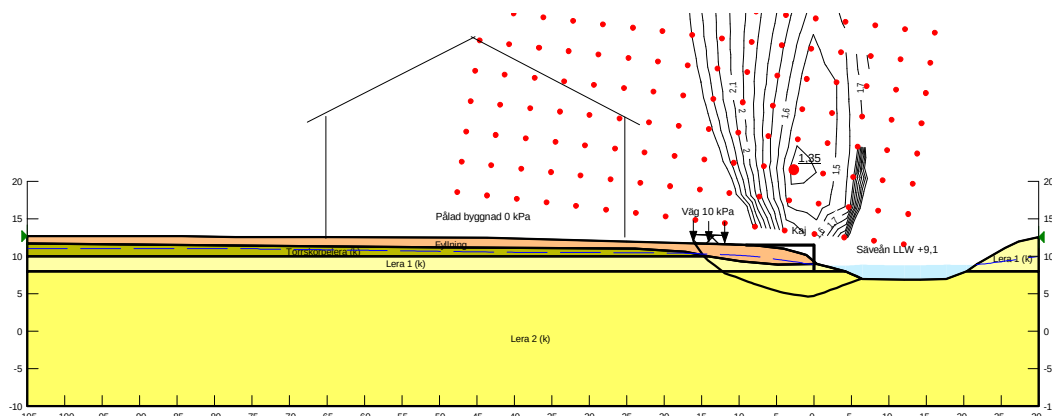
Stabilitetsanalyser för befintliga förhållanden visar på en säkerhetsfaktor mot stabilitetsbrott som är ca $F_c=1,3$ (enligt Figur 12) respektive mot ett kombinerat brott ca $F_{komb}=1,2$ (Bilaga 2). Glidyterna med lägst säkerhetsfaktor mot brott har en utbredning av ca 10-15m.



Figur 14 Stabilitetsanalys, sektion D. Kombinerad analys.

Sektion E, Gamlestadens fabriker

Befintlig byggnad är pålgrundlagd. Nettobelastningen från byggnaden har därmed ansatts till 0 kPa. Stabilitetsanalyser för befintliga förhållanden visar på en säkerhetsfaktor mot stabilitetsbrott som är ca $F_c=1,4$ (enligt Figur 15) respektive mot ett kombinerat brott ca $F_{komb}=1,35$ (Bilaga 2).



Figur 15 Stabilitetsanalys, sektion E. Kombinerad analys.

5.5 Stabilitetsanalyser, detaljplan

Utredningsområdet i Gamlestaden är uppdelat i flera detaljplaneområden. Stabilitetsförhållandena för de olika detaljplanerna presenteras i separata PM för respektive planområde.

5.6 Sammanställning av utförda stabilitetsanalyser

Utförda beräkningssektioner är placerade med syftet att täcka in och representera stabilitetsförhållandena för planområdet.

I nedanstående tabell redovisas lägsta säkerhetsfaktorer mot brott i beräkningssektionerna. Stabilitetsanalyserna redovisas i sin helhet i Bilaga 2.

Inga av de befintliga slänterna mot Säveån inom planområdet uppfyller gällande rekommendationer enligt IEG rapport 4:2010 (detaljerad utredningsnivå).

Tabell 8 Säkerhetsfaktorer mot brott, befintliga förhållanden, i de analyserade beräkningssektionerna. Fet text innebär att rekommenderad säkerhetsnivå för stabiliteten, enligt IEG rapport 4:2010, inte är uppfyllda.

Sektion	Odränerad analys, F_c	Kombinerad analys, F_{komb}
Sektion A	1,38	1,33
Sektion B	1,29	1,26
Sektion C	1,30	1,25
Sektion D	1,30	1,22
Sektion E	1,42	1,35

5.7 Känslighetsanalys

I en geoteknisk stabilitetsberäkning finns det ett antal indata som påverkar säkerhetsfaktorn mot brott. Parametrar som t.ex. skjuvhållfasthet varierar med olika djup och olika undersökningsmetoder och markens geometri är inte alltid perfekt avbildad. Det finns därför alltid en viss osäkerhet i de resultat som erhålls vid en stabilitetsanalys vilket ska beaktas vid värdering och hantering av resultatet.

För att få en bild av hur olika parametrar inverkar på resultatet av stabilitetsanalyserna kan en känslighetsanalys utföras för de ingående parametrar i den geotekniska modellen. Känslighetsanalysen utgör ett stöd i bedömningen av olika parametrar. Det finns extra stor anledning att skaffa ett bra underlag för att bestämma en parameter som har stor inverkan på säkerhetsfaktorn mot brott. En känslighetsanalys kan t.ex. svara på om det finns anledning att vidare utreda parametrar som är något osäkra.

I denna detaljerade stabilitetsutredning har inledande känslighetsanalyser utförts med avseende på förhöjda portrycksnivåer där underlaget för att göra en exakt bedömning är begränsat. För övriga parametrar föreligger inget behov att utföra en känslighetsanalys i detta område.

Utförda analyser visar att säkerhetsfaktorn mot brott i de kombinerade analyserna inte är känslig för portryckshöjningar i leran då det är den odränerade skjuvhållfastheten som är dimensionerande gentemot den dränerade skjuvhållfastheten.

I sektion B har känslighetsanalyser utförts där portrycksprofilen modellerats att byggas upp linjärt från ca 5 m under grundvattenytan mot ett porövertryck på 30-50 kPa i underkant lera (motsvarar en trycknivå ca 1,5-3,5 meter över markytan). Analyser har även utförts där ett portryck har byggts linjärt från grundvattenytan med en portrycksökning på 1,2 kPa/m.

Dessa analyser med porövertryck visar att säkerhetsfaktorn inte påverkas i jämförelse med de beräkningar som utförs med ett hydrostatiskt portrycktryck. Känslighetsanalysen visar därmed att stabilitetssituationen i området ej är känslig för portrycksförändringar och att den odränerade skjuvhållfastheten är dimensionerande.

6 Sammanfattning och rekommendationer

6.1 Stabilitet

Inga av de befintliga slänterna mot Sävån inom av planområdet uppfyller gällande rekommendationer enligt IEG rapport 4:2010 (detaljerad utredningsnivå). För detaljplanerna erfordras därmed stabilitetsförbättrande åtgärder (exempelvis genom lastkompensation av marken) och/eller lastbegränsningar såvida inte ytterligare utredning av stabilitetsförhållandena (fördjupad utredning) påvisar något annat. Förstärkningsåtgärder skall utformas så att erforderliga krav enligt IEG rapport 4:2010 uppfylls.

6.2 Erosion

Öster om Gamlestadsvägen, på norra sidan av Sävån vid SKF:s parkeringar, finns tecken på tidigare utlagt erosionsskydd på botten av ån men som idag ej går upp i slänten ovan vattenytan. Måttlig erosion pågår i form av ursköljning längs strandlinjen. Komplettering av tidigare utlagt erosionsskydd, i form av t.ex. sprängsten, bör placeras upp i slänten längs den aktuella sträckan.

Övriga sträckor längs Sävån utgörs av stödmurar och kajkonstruktioner samt erosions-skydd av god kvalitet. Med hänsyn till områdets närhet till Göta Älv och dess utlopp i havet anses nivå-sättningen på befintliga erosionsskydd vara fullt tillräcklig mht risken för framtida eventuella ökade flöden och vattennivåer som en följd av klimatförändringar. Vid höga vattenstånd i denna del av Sävån utgör Göta Älv en direkt dämmande effekt på ån vilket ger låga vattenhastigheter som följd vid höga vattenståndsnivåer. Erosionseffekten anses därmed bli mycket begränsad/ringa i de släntavsnitt som vid dessa tillfällen exponeras för vatten.

6.3 Grundläggning och sättningar

Marken inom planområdet är mycket sättningsbenägen. All form av ökade markbelastningar, till exempel genom uppfyllnader eller grundvattensänkning, medför långtidsbundna sättningar.

I området pågår idag sättningar (som idag till största delen utgörs av krypsättningar) i storleksordningen 0-0,5 cm/år. Sättningsdifferenser är speciellt påtagliga i anslutning till pålade konstruktioner. Belastningsökningar (för såväl permanenta och temporära skeden) inom området, till följd av uppfyllnader eller grundvattensänkning, skall undvikas med

avseende på risken för att oönskade sättningar och sättningsdifferenser uppstår för planerade eller befintliga byggnader och anläggningar.

Nya byggnader och tyngre sättningskänsliga konstruktioner inom planområdet skall grundläggas på pålar. Källarvåningar skall utföras vattentäta för att undvika grundvattensänkning. Övergångar mellan pålade konstruktioner och omgivande mark, vid exempelvis entréer eller inom trafikerade ytor, föreslås utföras med länkplattor för att undvika för stora sättningsdifferenser. Ledningar som skall anslutas till byggnader måste utformas så att de klarar vissa rörelser.

Generellt gäller att schakter inom området bör utföras inom spont för att minimera omgivningspåverkan. Schaktslänter och sponter skall anpassas efter jordlagrens uppbyggnad och hållfasthet, samt med beaktande av förekommande belastningar och pågående trafik intill schakt.

Källarvåningar skall utföras vattentäta för att undvika grundvattensänkning. Med djupa källarvåningar och en grundvattenyta nära markytan blir byggnaden utsatt för lyftkrafter på grund av vattentrycket. Vid detaljprojektering skall detta beaktas (detta gäller för såväl permanenta och temporära skeden). Åtgärder för att undvika upplyftning kan utgöras av en gravitationslösning (det vill säga en tyngre konstruktion) eller genom dragförankrade pålar.

Vid detaljprojektering av pålgrundläggning skall negativ mantelfriktion beaktas (till följd av pågående sättningar). Storleken på påhängslasterna skall bestämmas i kommande projekteringsskeden. Lerproppar skall dras, med anledning av massundanträngning, vid pålning i anslutning till intilliggande ledningar och byggnader. Pålning inom området försvåras av den mäktiga, fasta friktionsjorden under leran.

Vid kompensationsgrundläggning med lättfyllnadsmaterial skall risken för upplyftning, med anledning av höga grundvattennivåer, beaktas.

I samband med detaljprojektering och byggskede skall en byggnadsteknisk beskrivning upprättas där de geotekniska frågeställningarna noggrant beaktas. Vidare skall ett kontrollprogram med avseende på omgivningspåverkan upprättas som bl.a. beskriver krav och uppföljning av rörelser i intilliggande fastigheter.

6.4 Ledningar och pumpstationer

I samband med anläggande och nivåsättning av området skall hänsyn tas till befintliga ledningar inom det aktuella området så att dessa inte kommer till skada till följd av belastningar och sättningar från markuppfyllnader.

Nya ledningar kan i allmänhet utföras utan speciell grundläggning. För djupa (över 2 m) schakter erfordras spont (alternativt flacka slänter).

Pumpstationer (som inte medför en ökad last på undergrunden) kan grundläggas direkt i mark. Anslutning till pumpstationer skall utformas flexibla så att eventuella rörelser i ledning eller pumpstation kan tillåtas utan att problem uppstår.

6.5 Schakt- och fyllnadsarbeten

Generellt gäller att schakter inom planområdet bör utföras inom spont. Vid schaktarbeten med och utan spont skall hänsyn tas till risken för stabilitetsbrott. Schaktslänter och sponter skall anpassas efter jordlagrens uppbyggnad och hållfasthet, samt med beaktande av förekommande belastningar och pågående trafik intill schakt.

Vid arbeten inom området skall stabiliteten beaktas vid utförande av lokala schakter och uppfyllnader. Med hänsyn till stabilitetsförhållandena mot Säveån får inga temporära upplag utföras utan föregående stabilitetskontroller.

Uppfyllnader kommer att medföra framtida marksättningar.

6.6 Omhändertagande av dagvatten

Till följd av att de topografiska och geotekniska förhållandena inom detaljplaneområdena bedöms det inte föreligga någon överhängande risk för skadlig omgivningspåverkan, till följd av förändrad grundvattenbalans i samband med omhändertagande av dagvatten.

Jordartsförhållandena är av sådan karaktär (lerjord) att återinfiltration av omhändertaget dagvatten inte bedöms vara möjligt att utföra. Geotekniskt sett anses det dock ej heller finnas något behov av att utföra återinfiltration.

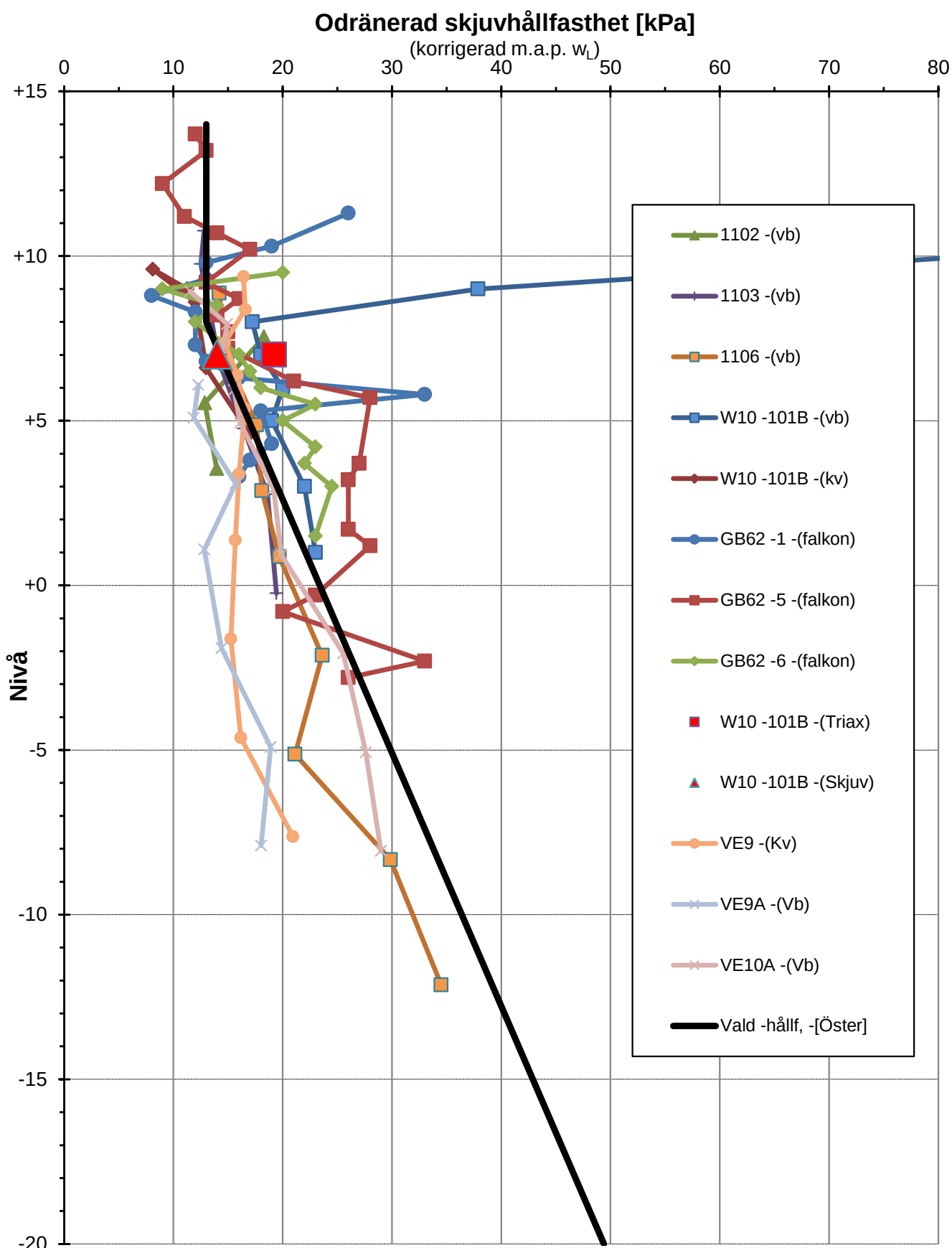
Göteborg 2011-10-28; Revidering A 2012-08-31
Sweco Infrastructure AB, Geoteknik

Peter Damgaard

Ola Skepp

Bilaga 1

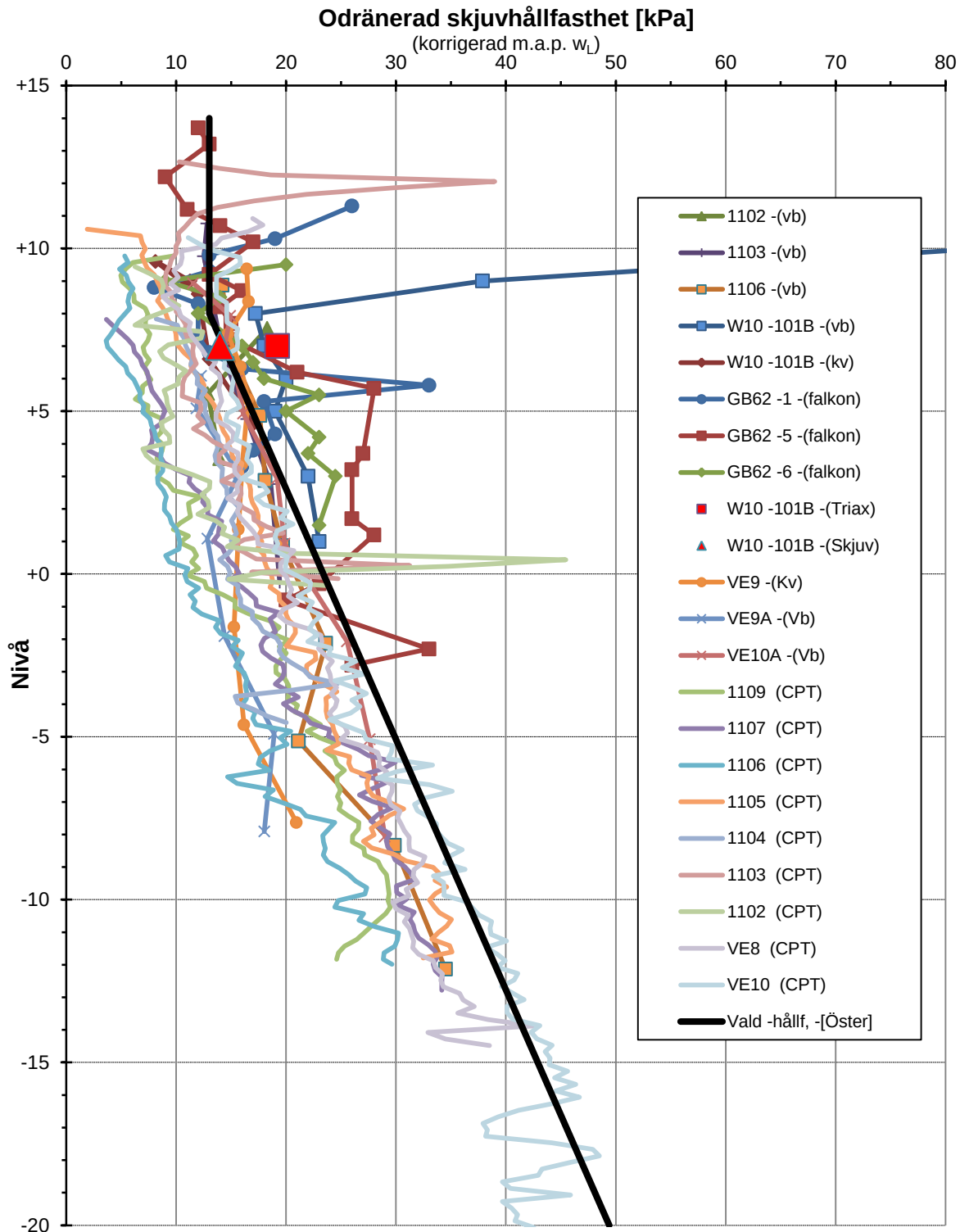
Sammanställning och utvärdering av odränerad skjuvhållfasthet
(exkl CPT)



DP Gamlestaden - Öster (Sektion A-E)

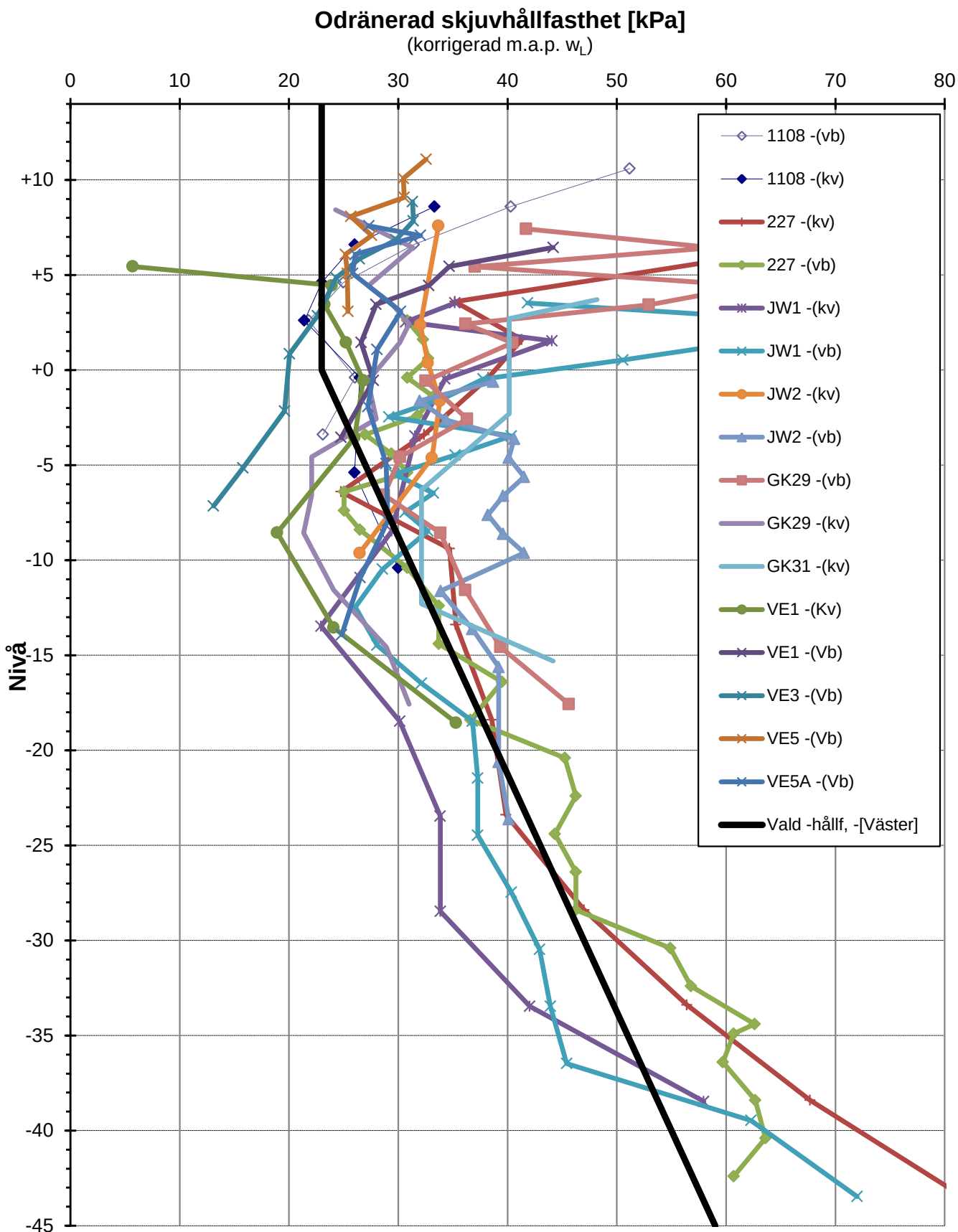
Göteborg

Sammanställning och utvärdering av odränerad skjuvhållfasthet
(inkl CPT)



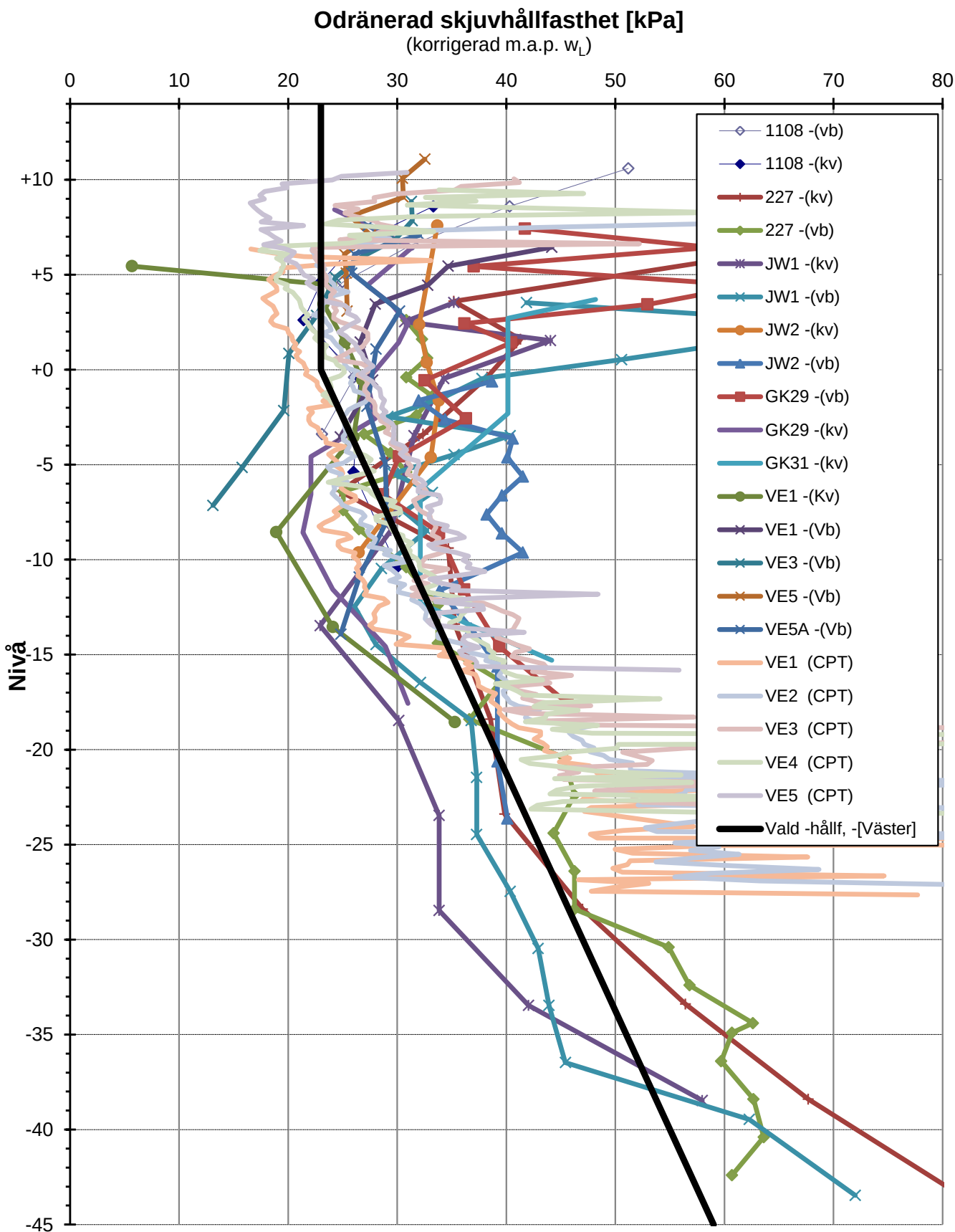
DP Gamlestaden - Väster Göteborg

Sammanställning och utvärdering av odränerad skjuvhållfasthet
(exkl CPT)



DP Gamlestaden - Väster Göteborg

Sammanställning och utvärdering av odränerad skjuvhållfasthet
(inkl CPT)



Bilaga 2



DETALJPLAN GAMLESTADEN
Detaljerad stabilitetsutredning

Sektion A - Befintligt
Odränerad analys

Uppdrag: Detaljerad stabilitetsutredning
Beställare: Göteborgs Stad, SBK
Skala (A4): 1:1000

Analysmetod: Morgenstern-Price
Glidtyr: Grid and Radius (optimization: Yes)
GW & portryck: Pressure Head Spatial Function
Filnamn: Sektion A_bef.gsz
Senast sparad: 2012-09-06; 09:07:58

P:\23212305440_Dp Gamlestaden\00013 Beräkningar\209004\Sektion A_bef.gsz

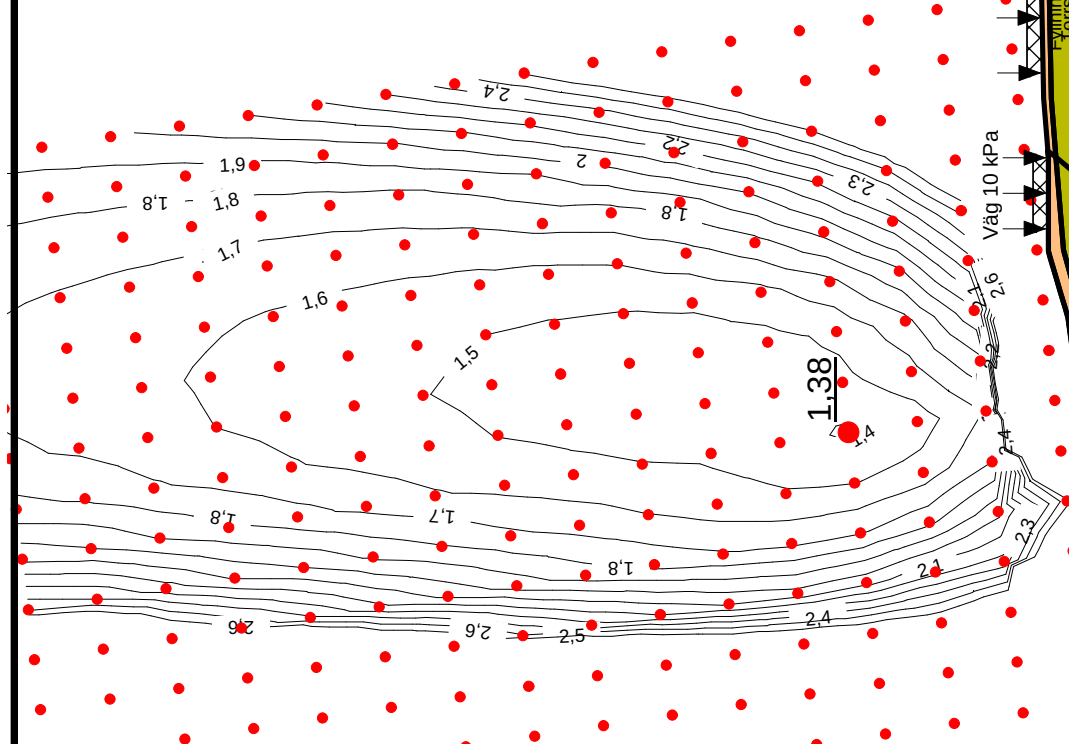
Name: Torrskorpelera (od)
Model: Undrained (Phi=0)
Unit Weight: 17 kN/m³
Cohesion: 13 kPa
Anisotropic Strength Fn: K0=0,7 (Right to left)

Name: Lera 1 (od)
Model: Undrained (Phi=0)
Unit Weight: 16 kN/m³
Cohesion: 13 kPa
Anisotropic Strength Fn: K0=0,7 (Right to left)

Name: Lera 2 (od)
Model: S=(datum)
Unit Weight: 17 kN/m³
C-Datum: 13 kPa
C-Rate of Change: 1,3 kPa/m
C-Maximum: 0 kPa
Datum (Elevation): 8 m
Anisotropic Strength Fn: K0=0,7 (Right to left)

Name: Fyllning
Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 20 kN/m³
Cohesion: 0 kPa
Phi: 35 °
Phi-B: 0 °
Unit Wt. Above Water Table: 18 kN/m³

Name: Friktionsjord
Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 20 kN/m³
Cohesion: 0 kPa
Phi: 35 °
Phi-B: 0 °
Unit Wt. Above Water Table: 18 kN/m³





DETALJPLAN GAMLESTADEN
Detaljerad stabilitetsutredning

Sektion A - Befintligt
Kombinerad analys

Uppdrag: Detaljerad stabilitetsutredning
Beställare: Göteborgs Stad, SBK
Skala (A4): 1:1000

Analysmetod: Morgenstern-Price
Glidtyr: Grid and Radius (optimization: Yes)
GW & portryck: Pressure Head Spatial Function
Filtamn: Sektion A_bef.gsz
Senast sparad: 2012-09-06; 09:07:58

P:\2323\2305440_Dp Gamlestaden\00013 Beräkningar\230904\Sektion A_bef.gsz

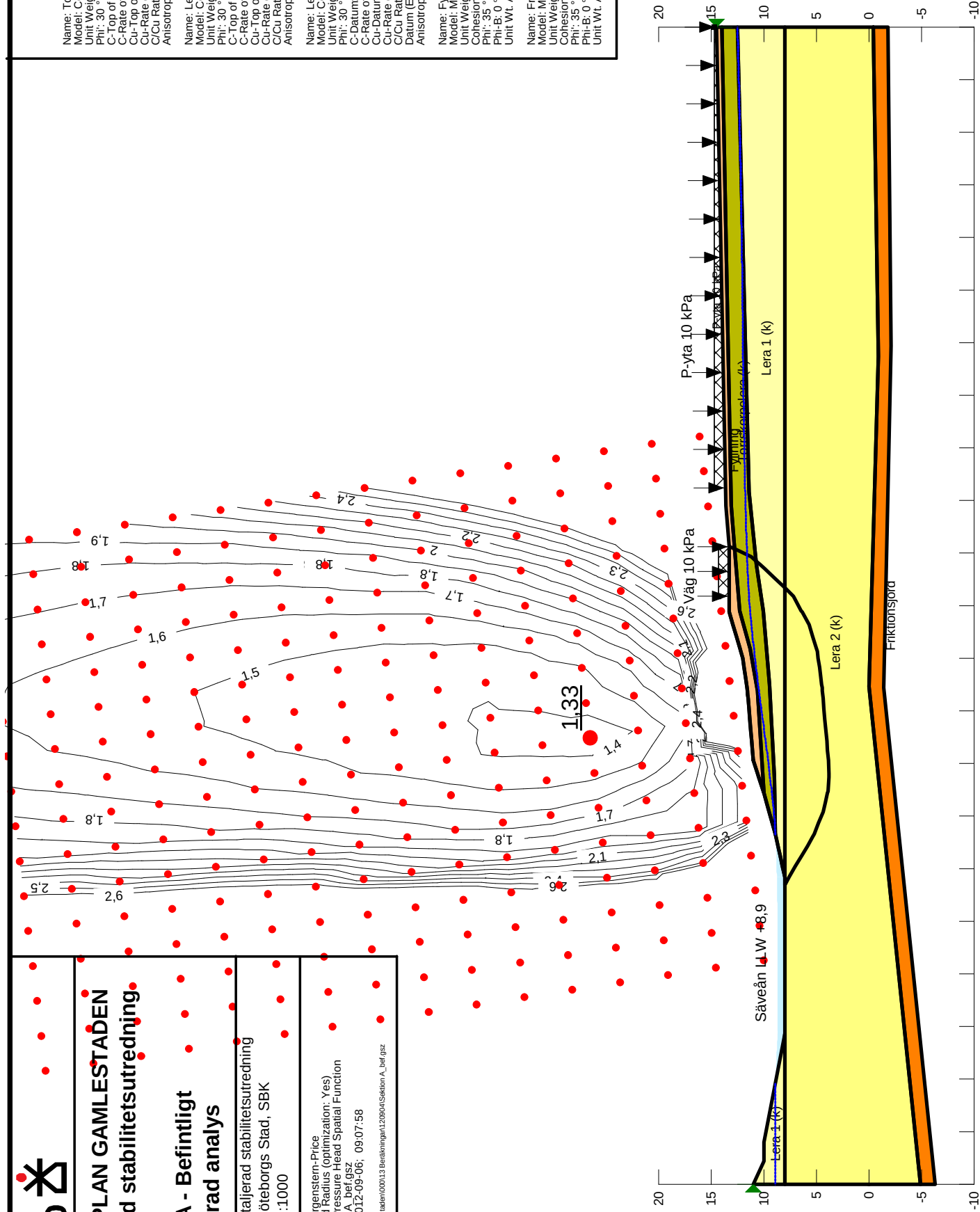
Name: Torrskorpelera (k)
Model: Combined, S=f(depth)
Unit Weight: 17 kN/m³
Phi: 30 °
C-Top of Layer: 0 kPa
C-Rate of Change: 0 kPa/m
Cu-Top of Layer: 13 kPa
Cu-Rate of Change: 0 kPa/m
C/Cu Ratio: 0.1
Anisotropic Strength Fn: K0=0,7 (Right to left)

Name: Lera 1 (k)
Model: Combined, S=f(depth)
Unit Weight: 16 kN/m³
Phi: 30 °
C-Top of Layer: 0 kPa
C-Rate of Change: 0 kPa/m
Cu-Top of Layer: 13 kPa
Cu-Rate of Change: 0 kPa/m
C/Cu Ratio: 0.1
Anisotropic Strength Fn: K0=0,7 (Right to left)

Name: Lera 2 (k)
Model: Combined, S=f(depth)
Unit Weight: 17 kN/m³
Phi: 30 °
C-Datum: 0 kPa
C-Rate of Change: 0 kPa/m
Cu-Datum: 13 kPa
Cu-Rate of Change: 1.3 kPa/m
C/Cu Ratio: 0.1
Datum (Elevation): 8 m
Anisotropic Strength Fn: K0=0,7 (Right to left)

Name: Fyllning
Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 20 kN/m³
Cohesion: 0 kPa
Phi: 35 °
Phi-B: 0 °
Unit Wt. Above Water Table: 18 kN/m³

Name: Friktionsjord
Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 20 kN/m³
Cohesion: 0 kPa
Phi: 35 °
Phi-B: 0 °
Unit Wt. Above Water Table: 18 kN/m³





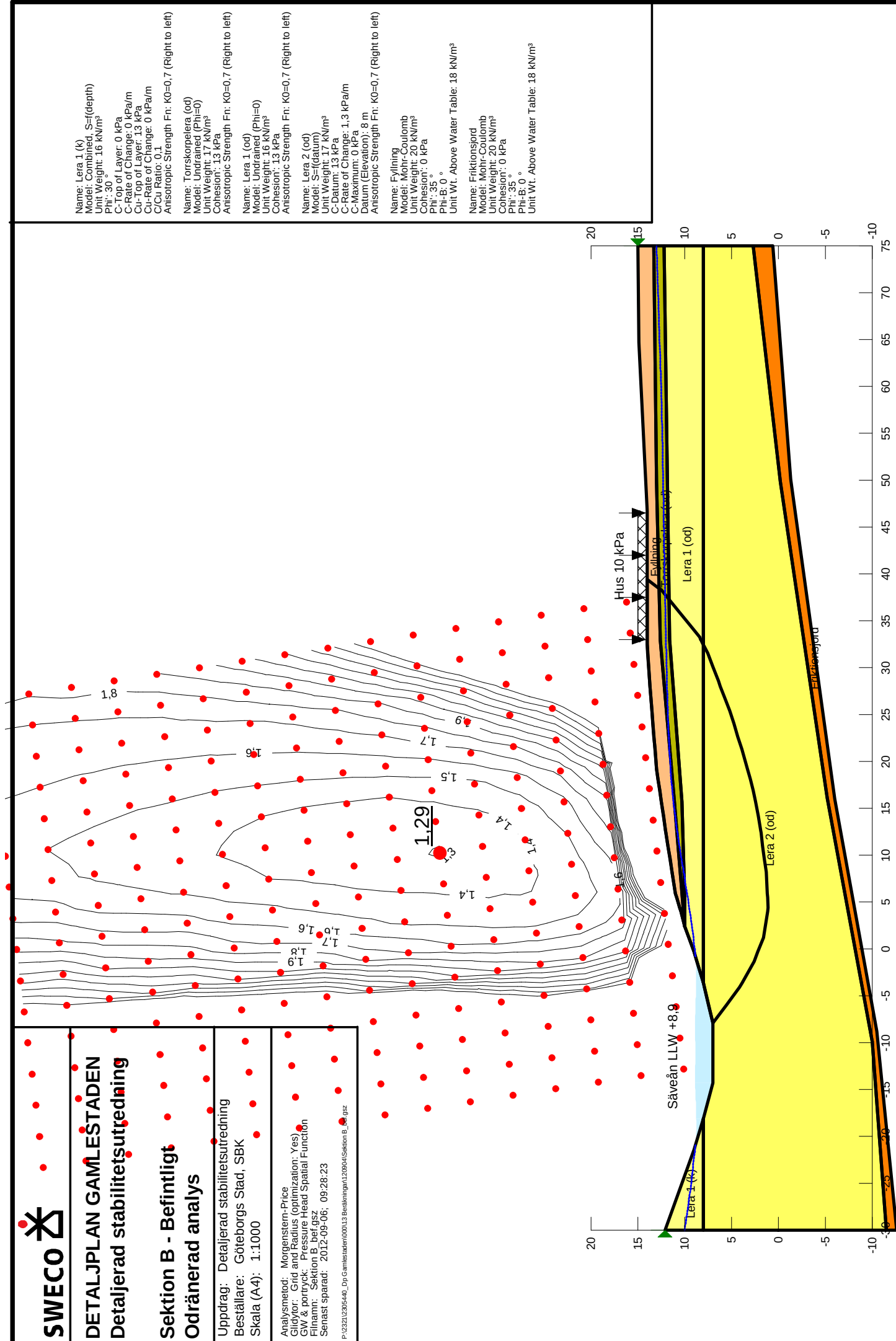
DETALJPLAN GAMLESTADEN
Detaljerad stabilitetsutredning

Sektion B - Befintligt
Odränerad analys

Uppdrag: Detaljerad stabilitetsutredning
Beställare: Göteborgs Stad, SBK
Skala (A4): 1:1000

Analysmetod: Morgenstern-Price
Glidvör: Grid and Radius (Optimization: Yes)
GW & portryck: Pressure Head Spatial Function
Filtamn: Sektion B bef.gsz
Senast sparad: 2012-09-06; 09:28:23

P:\32321\2305440_Drö Gamlestad\00013 Beräkningar\120904\Sektion B_m.gsz



Name: Lera 1 (k)
Model: Combined, S=f(depth)
Unit Weight: 16 kN/m³
Phi: 30°
C-Top of Layer: 0 kPa
C-Rate of Change: 0 kPa/m
Cu-Top of Layer: 13 kPa
Cu-Rate of Change: 0 kPa/m
C/Cu Ratio: 0.1
Anisotropic Strength Fr: K0=0,7 (Right to left)

Name: Torrkorpelera (od)
Model: Undrained (Phi=0)
Unit Weight: 17 kN/m³
Cohesion: 13 kPa
Anisotropic Strength Fr: K0=0,7 (Right to left)

Name: Lera 1 (od)
Model: Undrained (Phi=0)
Unit Weight: 16 kN/m³
Cohesion: 13 kPa
Anisotropic Strength Fr: K0=0,7 (Right to left)

Name: Lera 2 (od)
Model: S=f(datum)
Unit Weight: 17 kN/m³
C-Datum: 13 kPa
C-Rate of Change: 1,3 kPa/m
C-Maximum: 0 kPa
Datum (Elevation): 8 m
Anisotropic Strength Fr: K0=0,7 (Right to left)

Name: Fyllning
Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 20 kN/m³
Cohesion: 0 kPa
Phi: 35°
Unit Wt. Above Water Table: 18 kN/m³

Name: Fyllning
Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 20 kN/m³
Cohesion: 0 kPa
Phi: 35°
Unit Wt. Above Water Table: 18 kN/m³



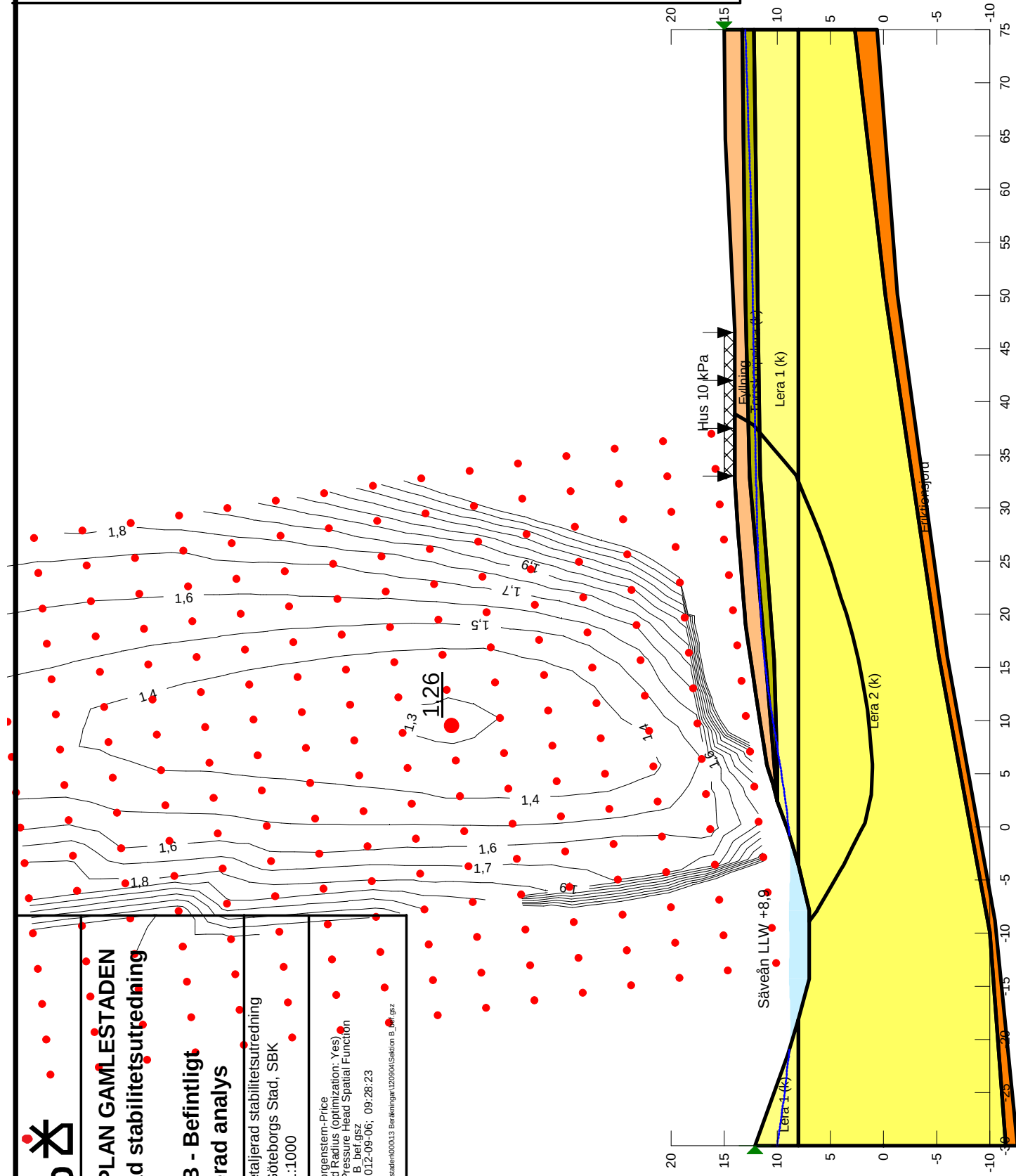
DETALJPLAN GAMLESTADEN
Detaljerad stabilitetsutredning

Sektion B - Befintligt
Kombinerad analys

Uppdrag: Detaljerad stabilitetsutredning
Beställare: Göteborgs Stad, SBK
Skala (A4): 1:1000

Analysmetod: Morgenstern-Price
Glidtyr: Grid and Radius (Optimization: Yes)
GW & portryck: Pressure Head Spatial Function
Filnamn: Sektion B_bef.qgz
Senast sparad: 2012-09-06, 09:28:23

P:\23132305440_Div Gamlestaden\000313 Beräkningar\230904\Sektion B_LW.qgz



Name: Torskorpeåra (k)
Model: Combined, S=f(depth)
Unit Weight: 17 kN/m³
Phi: 30°
C-Top of Layer: 0 kPa
C-Rate of Change: 0 kPa/m
Cu-Top of Layer: 13 kPa
Cu-Rate of Change: 0 kPa/m
C/Cu Ratio: 0.1
Anisotropic Strength Fr: K0=0.7 (Right to left)

Name: Lera 1 (k)
Model: Combined, S=f(depth)
Unit Weight: 16 kN/m³
Phi: 30°
C-Top of Layer: 0 kPa
C-Rate of Change: 0 kPa/m
Cu-Top of Layer: 13 kPa
Cu-Rate of Change: 0 kPa/m
C/Cu Ratio: 0.1
Anisotropic Strength Fr: K0=0.7 (Right to left)

Name: Lera 2 (k)
Model: Combined, S=f(depth)
Unit Weight: 17 kN/m³
Phi: 30°
C-Top of Layer: 0 kPa
C-Rate of Change: 0 kPa/m
Cu-Top of Layer: 13 kPa
Cu-Rate of Change: 1.3 kPa/m
C/Cu Ratio: 0.1
Datum (Elevation): 8 m
Anisotropic Strength Fr: K0=0.7 (Right to left)

Name: Fyllning
Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 20 kN/m³
Cohesion: 0 kPa
Phi: 35°
Unit Wt. Above Water Table: 18 kN/m³

Name: Friktionsjord
Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 20 kN/m³
Cohesion: 0 kPa
Phi: 35°
Unit Wt. Above Water Table: 18 kN/m³



DETALJPLAN GAMLESTADEN
Detaljerad stabilitetsutredning

Sektion C
Odränerad analys

Uppdrag: DP Gamlestaden, 2305 440
Beställare: Göteborgs Stad, FK
Skala (A4): 1:500

Analysmetod: Morgenstern-Price
Glidvör: Grid and Radius (optimization: Yes)
GW & portryck: Pressure Head Spatial Function
Filnamn: Sektion C_bef.gsz
Senast sparad: 2012-09-06; 10:26:16

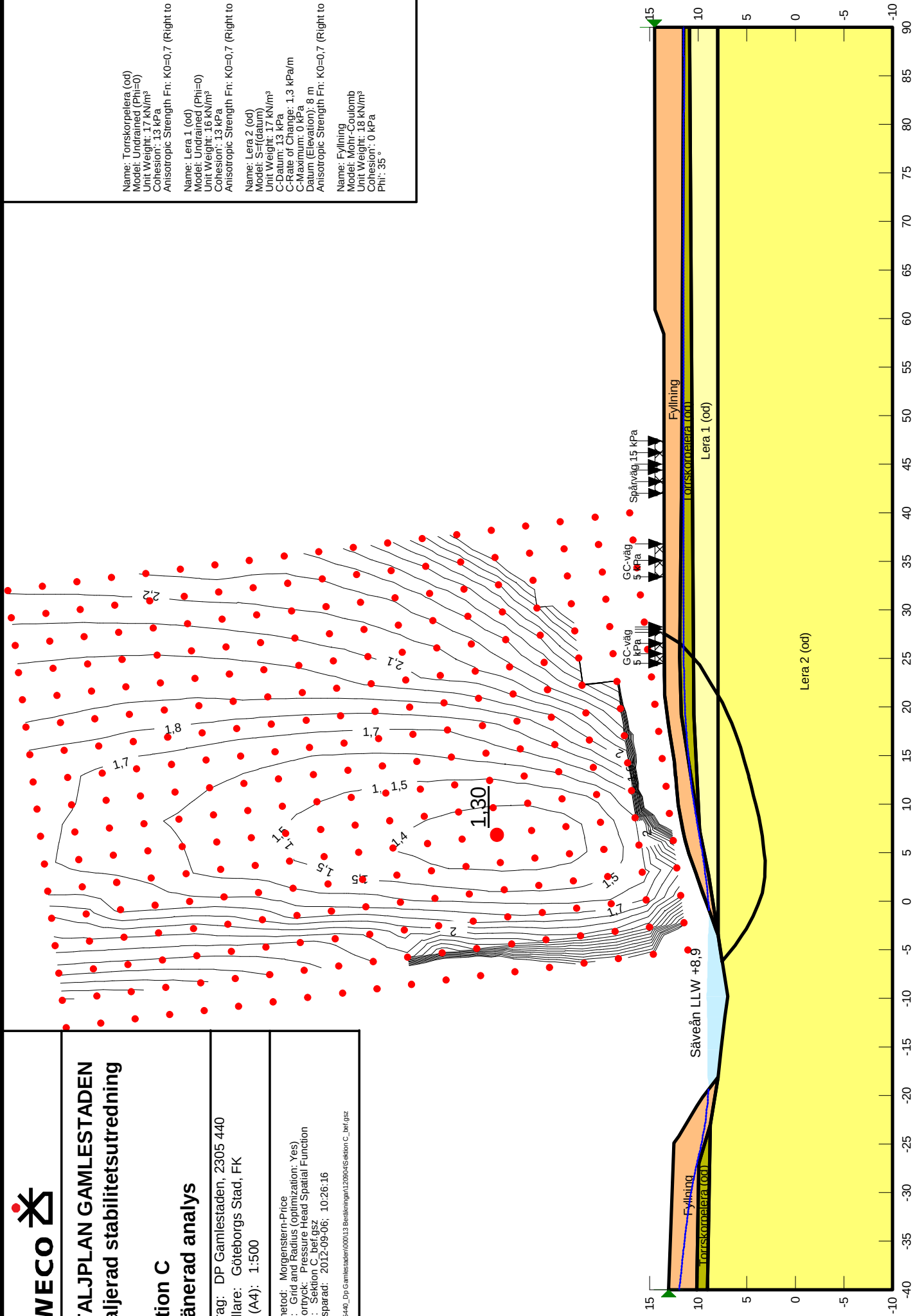
P:\232\12305440_DP Gamlestaden\00013 Beräkningar\12305440\Sektion C_bef.gsz

Name: Torrskorpelera (od)
Model: Undrained (Phi=0)
Unit Weight: 17 kN/m³
Cohesion: 13 kPa
Anisotropic Strength Fn: K0=0,7 (Right to left)

Name: Lera 1 (od)
Model: Undrained (Phi=0)
Unit Weight: 16 kN/m³
Cohesion: 13 kPa
Anisotropic Strength Fn: K0=0,7 (Right to left)

Name: Lera 2 (od)
Model: S=f(datum)
Unit Weight: 17 kN/m³
C-Datum: 13 kPa
C-Rate of Change: 1,3 kPa/m
C-Maximum: 0 kPa
Datum (Elevation): 8 m
Anisotropic Strength Fn: K0=0,7 (Right to left)

Name: Fyllning
Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 18 kN/m³
Cohesion: 0 kPa
Phi: 35 °





DETALJPLAN GAMLESTADEN
Detaljerad stabilitetsutredning

Sektion C
Kombinerad analys

Uppdrag: DP Gamlestaden, 2305 440
Beställare: Göteborgs Stad, FK
Skala (A4): 1:500

Analysmetod: Morgenstern-Price
Glidvör: Grid and Radius (optimization: Yes)
GW & portryck: Pressure Head Spatial Function
Filnamn: Sektion C_bef.qsz
Senast sparad: 2012-09-06; 10:26:16

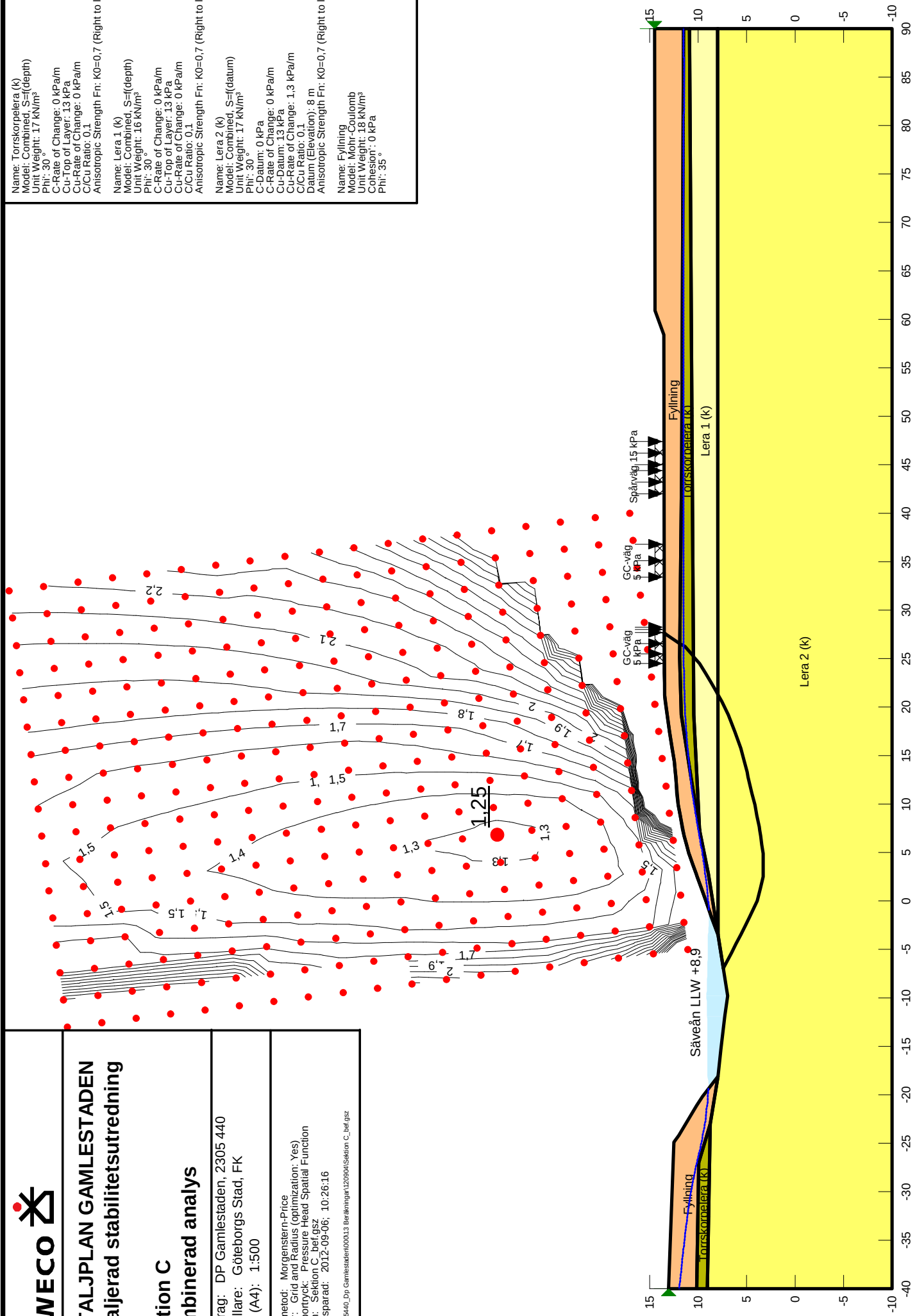
P:\221\2305440_DP Gamlestaden\00013 Beräkningar\20904\Sektion C_bef.qsz

Name: TorskorpeLera (k)
Model: Combined, S=f(depth)
Unit Weight: 17 kN/m³
Phi': 30°
C-Rate of Change: 0 kPa/m
Cu-Top of Layer: 13 kPa
Cu-Rate of Change: 0 kPa/m
C/Cu Ratio: 0.1
Anisotropic Strength Fn: KO=0.7 (Right to left)

Name: Lera 1 (k)
Model: Combined, S=f(depth)
Unit Weight: 16 kN/m³
Phi': 30°
C-Rate of Change: 0 kPa/m
Cu-Top of Layer: 13 kPa
Cu-Rate of Change: 0 kPa/m
C/Cu Ratio: 0.1
Anisotropic Strength Fn: KO=0.7 (Right to left)

Name: Lera 2 (k)
Model: Combined, S=f(depth)
Unit Weight: 17 kN/m³
Phi': 30°
C-Datum: 0 kPa
C-Rate of Change: 0 kPa/m
Cu-Datum: 13 kPa
Cu-Rate of Change: 1.3 kPa/m
C/Cu Ratio: 0.1
Datum (Elevation): 8 m
Anisotropic Strength Fn: KO=0.7 (Right to left)

Name: Fyllning
Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 18 kN/m³
Cohesion: 0 kPa
Phi': 35°





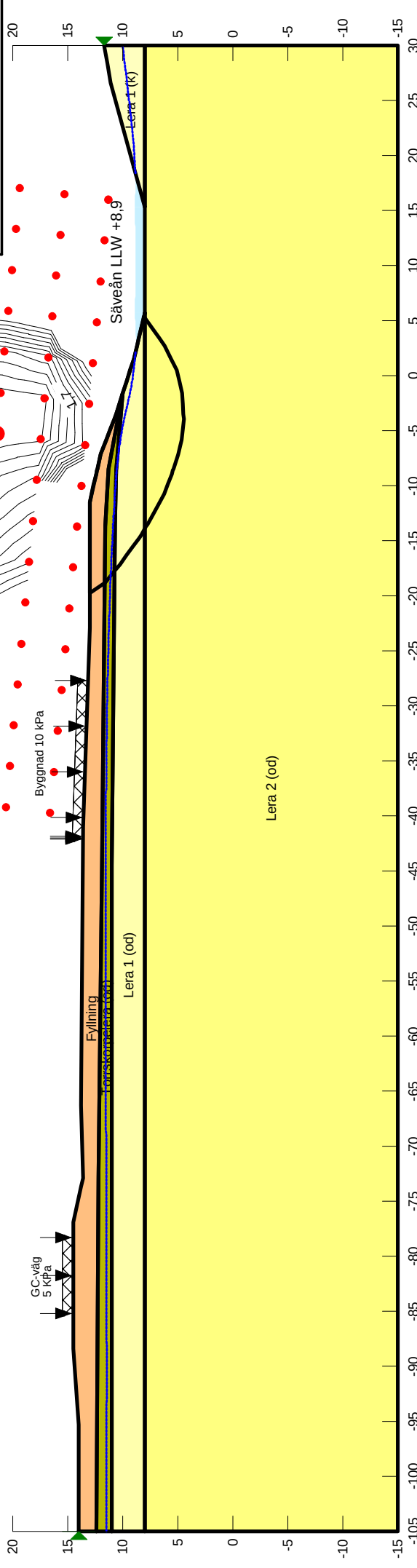
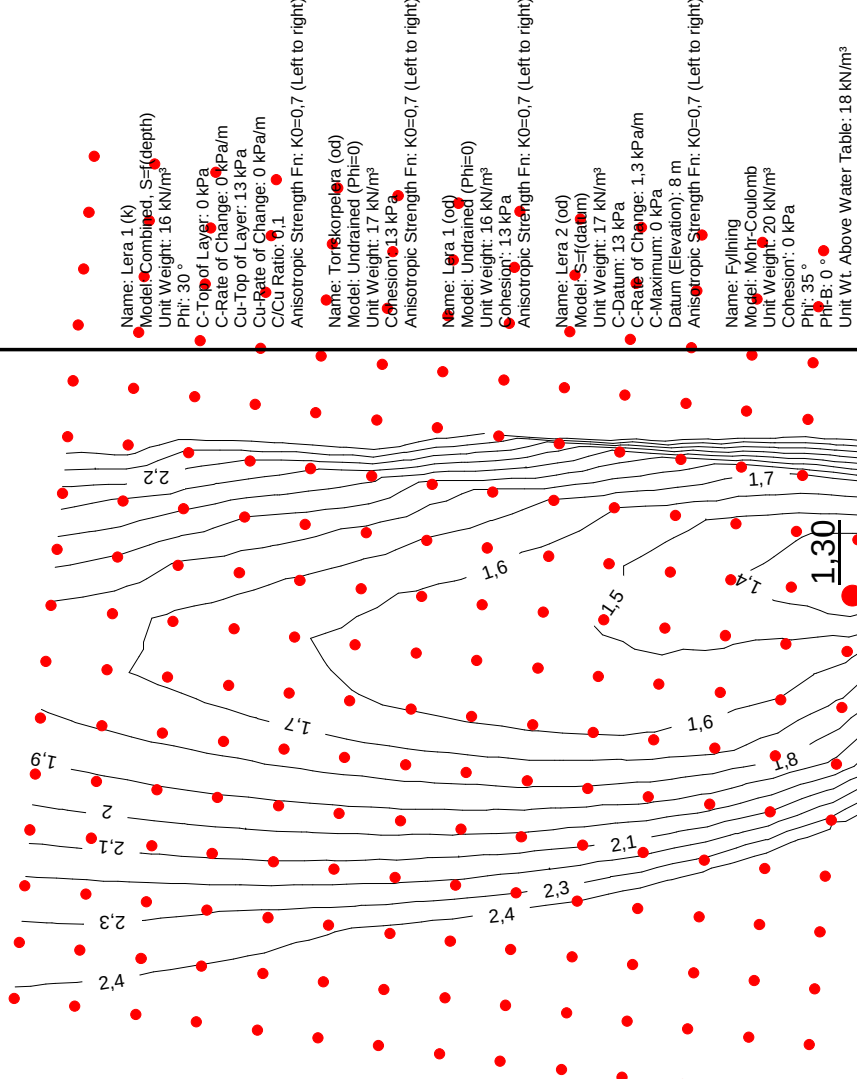
DETALJPLAN GAMLESTADEN
Detaljerad stabilitetsutredning

Sektion D - Befintligt
Odränerad analys

Uppdrag: Detaljerad stabilitetsutredning
Beställare: Göteborgs Stad, SBK
Skala (A4): 1:1000

Analysmetod: Morgenstern-Price
Glidvör: Grid and Radius (optimization: Yes)
GW & portryck: Pressure Head Spatial Function
Filnamn: Sektion D_bef.gsz
Senast sparad: 2012-09-06; 10:38:05

P:\2321205440_Dy Gamlestaden\000123 Beräkningar\2090A\Sektion D_bef.gsz



Name: Lera 1 (K)
Model: Combined, S=(depth)
Unit Weight: 16 kN/m³
Phi: 30°
C-Top of Layer: 0 kPa
C-Rate of Change: 0 kPa/m
Cu-Top of Layer: 13 kPa
Cu-Rate of Change: 0 kPa/m
C/Cu Ratio: 0.1
Anisotropic Strength Fn: K0=0,7 (Left to right)

Name: Torrkorp Lera (od)
Model: Undrained (Phi=0)
Unit Weight: 17 kN/m³
Cohesion: 13 kPa
Anisotropic Strength Fn: K0=0,7 (Left to right)

Name: Lera 1 (od)
Model: Undrained (Phi=0)
Unit Weight: 16 kN/m³
Cohesion: 13 kPa
Anisotropic Strength Fn: K0=0,7 (Left to right)

Name: Lera 2 (od)
Model: S=(dam)
Unit Weight: 17 kN/m³
C-Datum: 13 kPa
C-Rate of Change: 1.3 kPa/m
C-Maximum: 0 kPa
Datum (Elevation): 8 m
Anisotropic Strength Fn: K0=0,7 (Left to right)

Name: Fyllning
Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 20 kN/m³
Cohesion: 0 kPa
Phi: 35°
PhiB: 0°
Unit Wt. Above Water Table: 18 kN/m³



DETALJPLAN GAMLESTADEN
Detaljerad stabilitetsutredning

Sektion D - Befintligt
Kombinerad analys

Uppdrag: Detaljerad stabilitetsutredning
Beställare: Göteborgs Stad, SBK
Skala (A4): 1:1000

Analysmetod: Morgenstern-Price
Glidtyr: Grid and Radius (optimization: Yes)
GW & portryck: Pressure Head Spatial Function
Filnamn: Sektion D_bef.gsz
Senast sparad: 2012-09-06; 10:38:05

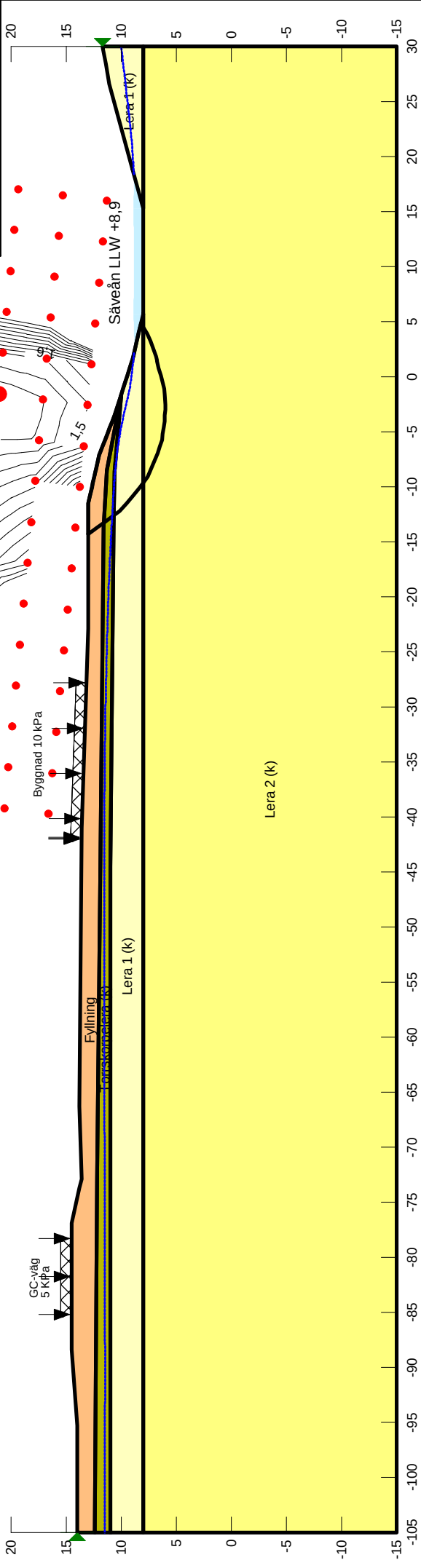
P:\2323\2305440_Dp Gamlestaden\00013 Beräkningar\128004\Sektion D_bef.gsz

Name: Torrskepelera (k)
Model: Combined, S=f(depth)
Unit Weight: 17 kN/m³
Phi: 30 °
C-Top of Layer: 0 kPa
C-Rate of Change: 0 kPa/m
Cu-Top of Layer: 13 kPa
Cu-Rate of Change: 0 kPa/m
C/Cu Ratio: 0.1
Anisotropic Strength Fn: K0=0,7 (Left to right)

Name: Lera 1 (k)
Model: Combined, S=f(depth)
Unit Weight: 16 kN/m³
Phi: 30 °
C-Top of Layer: 0 kPa
C-Rate of Change: 0 kPa/m
Cu-Top of Layer: 13 kPa
Cu-Rate of Change: 0 kPa/m
C/Cu Ratio: 0.1
Anisotropic Strength Fn: K0=0,7 (Left to right)

Name: Lera 2 (k)
Model: Combined, S=f(depth)
Unit Weight: 17 kN/m³
Phi: 30 °
C-Top of Layer: 0 kPa
C-Rate of Change: 0 kPa/m
Cu-Top of Layer: 13 kPa
Cu-Rate of Change: 0 kPa/m
C/Cu Ratio: 0.1
Anisotropic Strength Fn: K0=0,7 (Left to right)

Name: Fyllning
Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 20 kN/m³
Cohesion: 0 kPa
Phi-B: 0 °
Unit Wt. Above Water Table: 18 kN/m³





DETALJPLAN GAMLESTADEN
Detaljerad stabilitetsutredning

Sektion E - Befintligt
Odränerad analys

Uppdrag: Detaljerad stabilitetsutredning
Beställare: Göteborgs Stad, SBK
Skala (A4): 1:1000

Analysmetod: Morgenstern-Price
Glidvör: Grid and Radius (optimization: Yes)
GW & portryck: Pressure Head Spatial Function
Filnamn: Sektion E_bef2.qsz
Senast sparad: 2012-09-07, 13:06:51

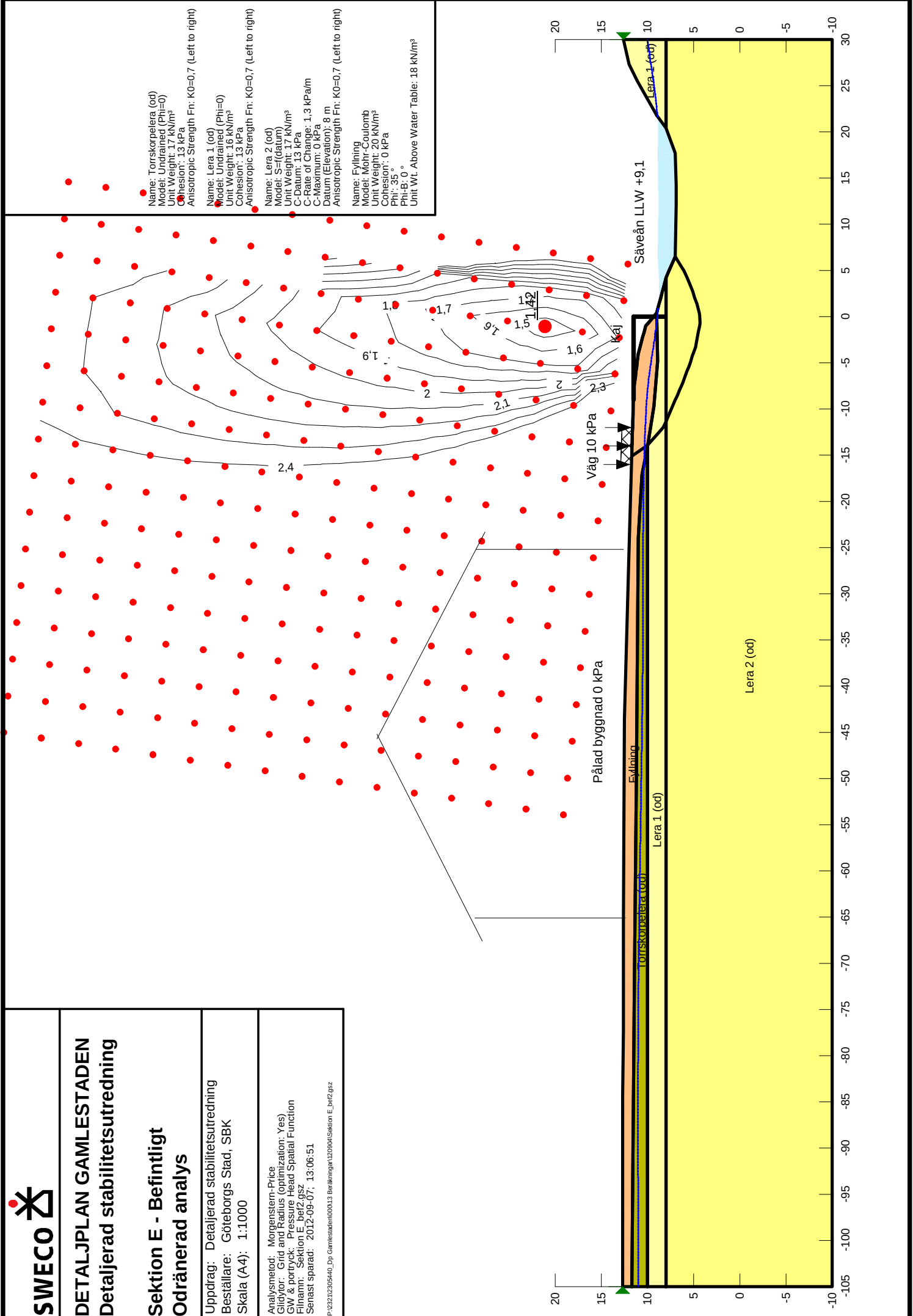
P:\2321239540_Dn Gamlestaden\00013 Beräkningar\209004\Sektion E_bef2.qsz

Name: Torskorperlera (od)
Model: Undrained (Phi=0)
Unit Weight: 17 kN/m³
Cohesion: 13 kPa
Anisotropic Strength Fn: K0=0,7 (Left to right)

Name: Lera 1 (od)
Model: Undrained (Phi=0)
Unit Weight: 16 kN/m³
Cohesion: 13 kPa
Anisotropic Strength Fn: K0=0,7 (Left to right)

Name: Lera 2 (od)
Model: S=f(datum)
Unit Weight: 17 kN/m³
C-Datum: 13 kPa
C-Rate of Change: 1,3 kPa/m
C-Maximum: 0 kPa
Datum (Elevation): 8 m
Anisotropic Strength Fn: K0=0,7 (Left to right)

Name: Fyllning
Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 20 kN/m³
Cohesion: 0 kPa
Phi: 35°
Phi-B: 0°
Unit Wt. Above Water Table: 18 kN/m³





DETALJPLAN GAMLESTADEN

Detaljerad stabilitetsutredning

Sektion E - Befintligt

Kombinerad analys

Uppdrag: Detaljerad stabilitetsutredning

Beställare: Göteborgs Stad, SBK

Skala (A4): 1:1000

Analysmetod: Morgenstern-Price

Glidtyr: Grid and Radius (optimization: Yes)

GW & portryck: Pressure Head Spatial Function

Filnamn: Sektion E_bef2_gs2

Senast sparad: 2012-09-07; 13:06:51

p:\3232\12365440_Dn\Gamlestaden\00013\Berekening\120904\Sektion E_bef2_gs2

Name: Torskorpelera (k)

Model: Combined, S=f(depth)

Unit Weight: 17 kN/m³

Phi: 30°

Cu-Top of Layer: 0 kPa

C-Rate of Change: 0 kPa/m

Cu-Top of Layer: 13 kPa

Cu-Rate of Change: 0 kPa/m

C/Cu Ratio: 0.1

Anisotropic Strength Fn: K0=0.7 (Left to right)

Name: Lera 1 (k)

Model: Combined, S=f(depth)

Unit Weight: 16 kN/m³

Phi: 30°

C-Top of Layer: 0 kPa

C-Rate of Change: 0 kPa/m

Cu-Top of Layer: 13 kPa

Cu-Rate of Change: 0 kPa/m

C/Cu Ratio: 0.1

Anisotropic Strength Fn: K0=0.7 (Left to right)

Name: Lera 2 (k)

Model: Combined, S=f(datum)

Unit Weight: 17 kN/m³

Phi: 30°

C-Datum: 0 kPa

C-Rate of Change: 0 kPa/m

Cu-Datum: 13 kPa

Cu-Rate of Change: 1.3 kPa/m

C/Cu Ratio: 0.1

Datum (Elevation): 8 m

Anisotropic Strength Fn: K0=0.7 (Left to right)

Name: Fyllning

Model: Mohr-Coulomb

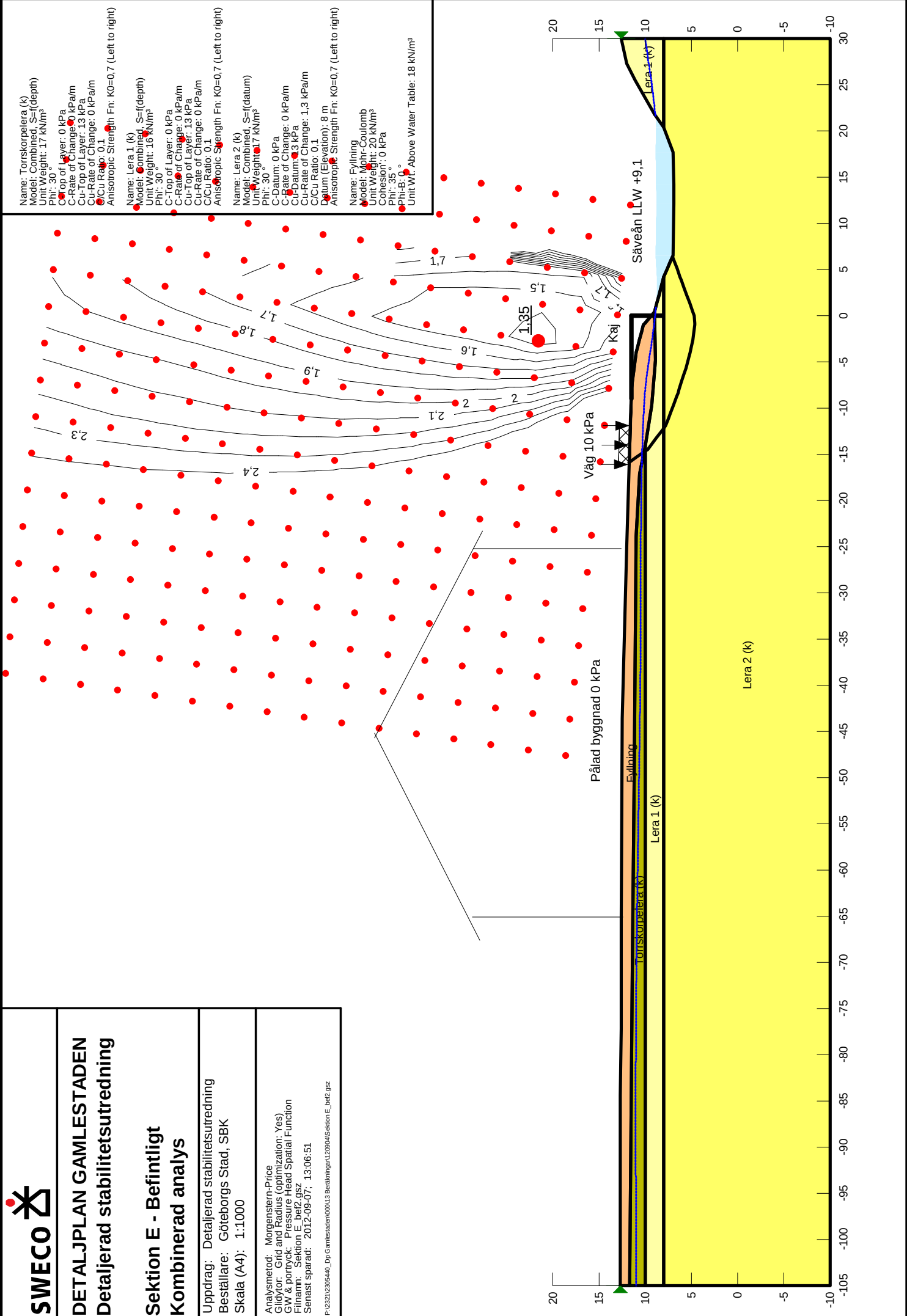
Unit Weight: 20 kN/m³

Phi: 35°

Cohesion: 0 kPa

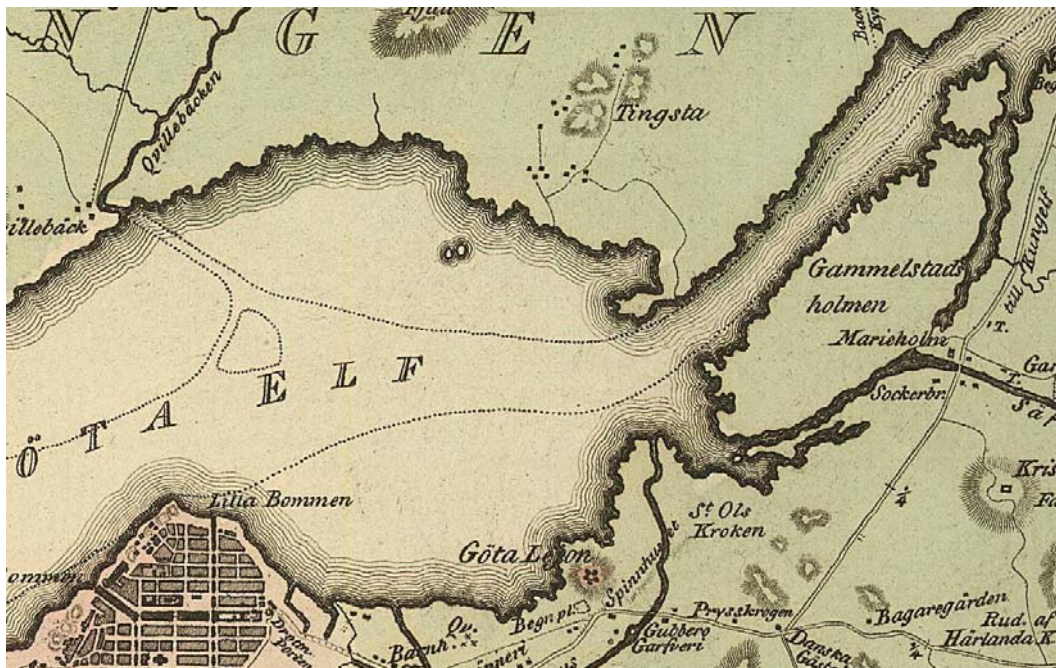
Phi-B: 0°

Unit Weight Above Water Table: 18 kN/m³



Bilaga 3

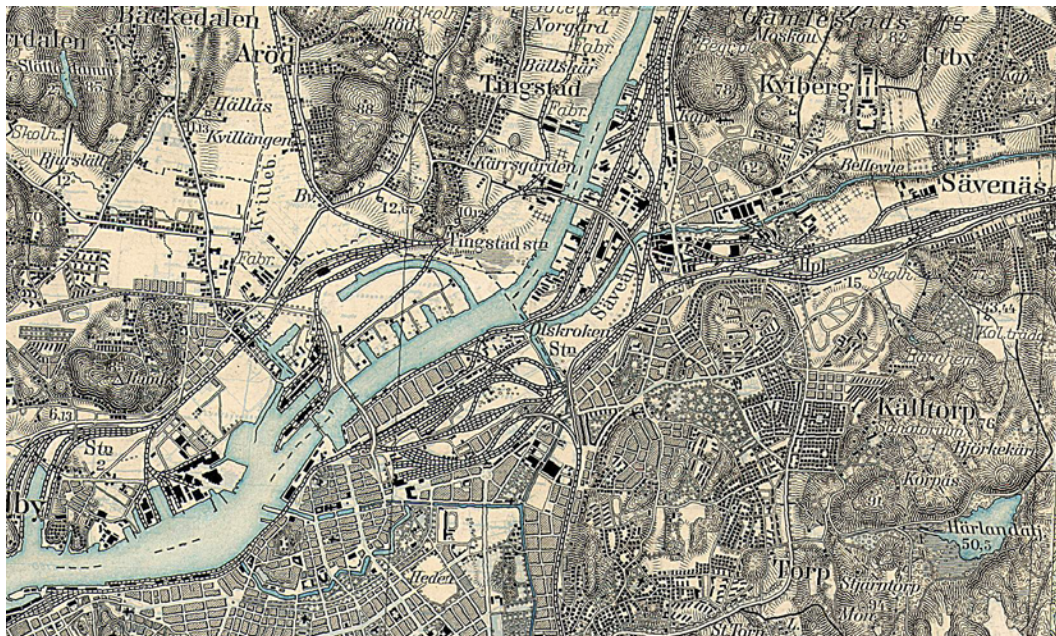
Geologisk/historisk utveckling i området



Figur 1 Stadskarta Göteborg år 1809 (Lantmäteriet).



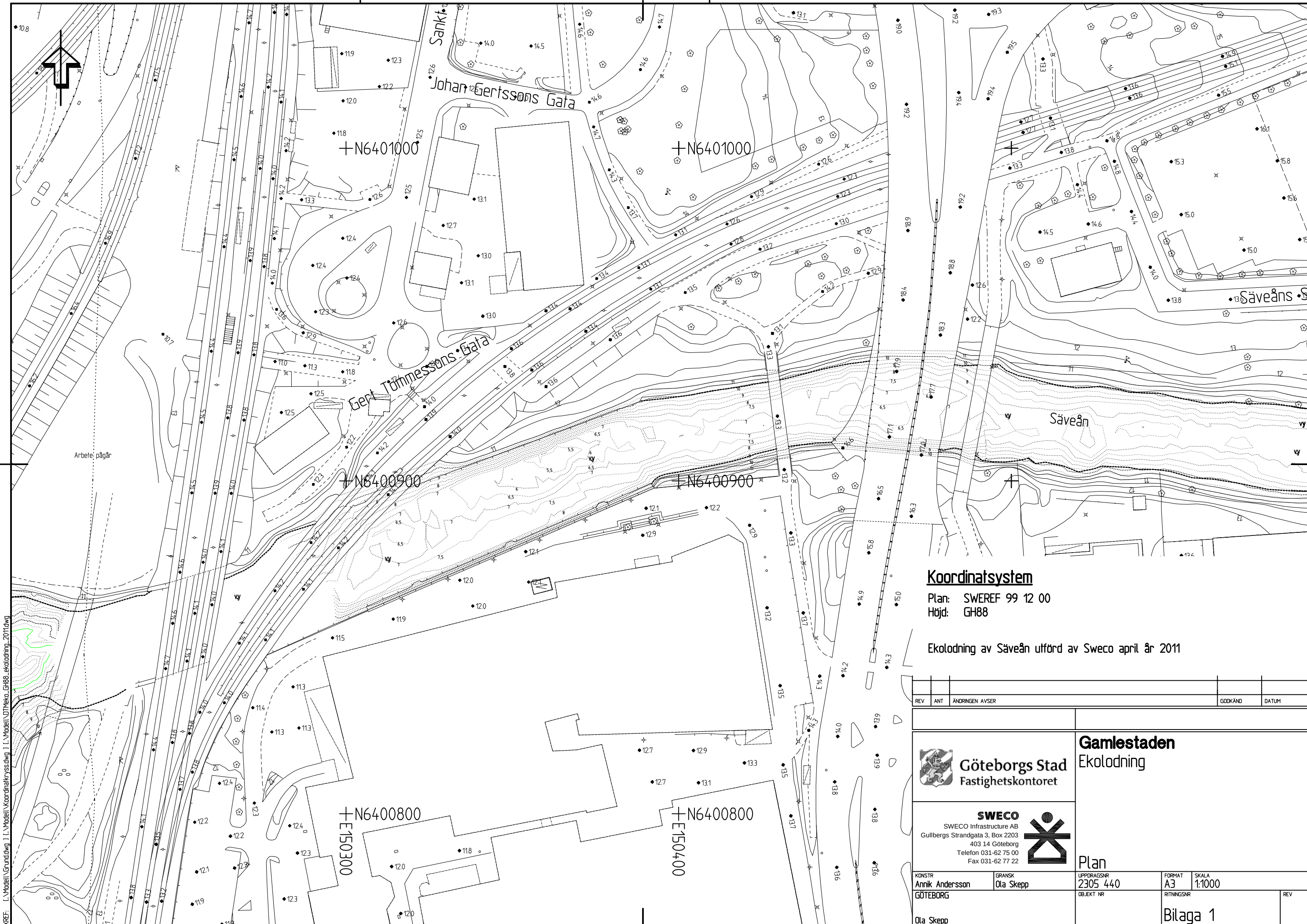
Figur 2 Generalstabskarta år 1863 (Lantmäteriet).



Figur 3 Generalstabskarta år 1930 (Lantmäteriet).

Bilaga 4

XREF: L:\Modell\Grund.dwg J:\Modell\Koord\Kryss.dwg J:\Modell\DTM\eko_GH88_ekolodning_2011.dwg



Koordinatsystem

Plan: SWEREF 99 12 00
Höjd: GH88

Ekolodning av Sæveån utförd av Sweco april år 2011

REV	ANT	ÄNDRINGEN AVSER				GODKÄND	DATUM
 Göteborgs Stad Fastighetskontoret		Gamlestaden Ekolodning					
SWECO SWECO Infrastructure AB Gullbergs Strandgata 3, Box 2203 403 14 Göteborg Telefon 031-62 75 00 Fax 031-62 77 22							
		Plan					
KONSTR Annik Andersson		GRANSK Ola Skepp		UPPDRAGSNR 2305 440		FORMAT A3	
GÖTEBORG				OBJEKT NR		SKALA 1:1000	
				RITNINGSNR		REV	
Ola Skepp				Bilaga 1			