

Stenung 4:56 m.fl. - Komplettering

Stenungsund
detaljplan

PM Geoteknik

Uppdragsansvarig:

Handläggare: Daniel Lindberg

Granskning: Henrik Lundström

Uppdragsnr. U11052

Datum 2013-09-17

Revision 2014-01-29

Innehåll

1	Uppdrag	3
2	Syfte.....	3
3	Underlag	3
4	Planerad byggnation	3
5	Befintliga förhållanden.....	4
5.1	Mark, vegetation och topografi	4
5.2	Geotekniska förhållanden.....	4
5.3	Geohydrologiska förhållanden.....	5
6	Släntstabilitet.....	5
6.1	Allmänt.....	5
6.2	Valda parametrar	6
6.3	Beräkningar.....	8
6.4	Resultat/slutsats.....	9
7	Sättningar och grundläggning.....	9
8	Infiltration	10
9	Markradon.....	10
10	Föroreningar	10

Bilagor

Bilaga 1	Detaljplaneområde samt beräkningssektioner
Bilaga 2	Släntstabilitetsberäkningar
Bilaga 3	Sättningar
Bilaga 4	Konsolideringsdiagram för punkt 20
Bilaga 5	Erosionsskydd

1 Uppdrag

På uppdrag av Stenungsunds kommun har vi utfört en geoteknisk undersökning och utredning för en detaljplan inom fastigheten Stenung 4:56 m.fl. i Stenungsund.

2 Syfte

Undersökningen syftar till att utgöra underlag för redovisning av släntstabiliteten och grundläggningsförutsättningar.

3 Underlag

Underlaget för de i denna PM redovisade utvärderingarna utgörs av:

- PM för projektet ("framtida detaljplan") redovisat 2010-03-12.
- fält- och laboratoriearbeten utförda av oss för projektet. Resultaten finns redovisade i en rapport 2009-11-25 (arb.nr U08057).
- dagvattenutredning vid Stenunge å, utförd av Markteknik AB, 2007-05-18.
- Planbestämmelser "Detaljplan för småindustri och båtupplag, gamla SIF-området" daterad 2012-11-06.

Utredningen har utförts i enlighet med tillämpliga delar i dokument förtecknade i Tabell 1.

Tabell 1 Styrdokument

Typ av utredning	Styrande dokument
Alla utredningar	SS-EN 1997-1 IEG Rapport 2:2008, rev 2 IEG Rapport 4:2008
Släntstabilitet	Skredkommissionens rapport 3:95 IEG Rapport 4:2010 TKGeo
Pålar	IEG Rapport 8:2008, rev 2
Slänter och bankar	IEG Rapport 6:2008

4 Planerad byggnation

Inom det undersökta området finns dels fotbollsplaner och byggnader som tidigare utnyttjats av Stenungsunds IF och dels en tennishall, belägen inom områdets nordöstra del.

Exakt utformning för planerad byggnation föreligger inte men inom området är en lägsta golvnivå satt till +2 och nivå för omgivande markyta hamnar därmed ca 20 cm lägre.

Marken är enligt planbestämmelserna tänkt att användas till småindustri och båtupplag.

5 Befintliga förhållanden

5.1 Mark, vegetation och topografi

Det undersökta området är ca 230 x 190 m och utgörs till största delen av gräsytor som tidigare använts som fotbollsplaner, se bilaga 1. Området avgränsas i norr av Hjälmarevägen, i öster av Gärdesvägen, i söder av Saltängsvägen och i väster av industribyggnader längs Ängsvägen. Från den nordöstra delen rinner Stenunge å i riktning mot nordväst. Markytan är i huvudsak horisontell med en nivå som inom huvuddelen av området varierar mellan ca +1.3 och ca +1.9 m. Stora delar av området bedöms ligga under högsta högvattennivån. Marklutningen varierar i regel mellan ca 1:50 och ca 1:100.

Släntrörets nivå vid Stenunge å varierar mellan ca +1.0 och ca +1.8 och åbottens nivå varierar mellan ca -0.7 och ca +0.2. Slänlutningen är i regel 1:2 à 1:4, men lokalt finns eroderade partier med brantare lutning.

5.2 Geotekniska förhållanden

Det totala sonderingsdjupet varierar i undersökningspunkterna mellan ca 11 m i den nordvästra delen och 40 à 42 m i den södra delen. Jordlagren bedöms under det ca 0.3 m tjocka vegetationsjordlagret från markytan räknat i huvudsak utgöras av:

- fast ytlager/fyllning
- lera
- friktionsjord vilande på berg

Det fasta ytlagret utgörs av **silt, torrskorpelera** samt **fyllning**. Tjockleken varierar i huvudsak mellan ca 1 och ca 1.5 m.

Fyllningen har enligt provtagningarna en tjock mellan ca 0.5 och ca 1.2 m och utgörs i huvudsak av humushaltig silt och lera, men ställvis även av sand och grus. Vattenkvoten i fyllningen har uppmätts till mellan ca 10 och ca 50 %. I enstaka punkter finns gyttjeinblandning i fyllningens nedre del varvid vattenkvoten uppmätts till mellan ca 60 och ca 75 %. Silten är mycket tjällyftande och starkt flytbenägen.

Lera finns till mellan ca 10 och ca 40 m djup under markytan. Mäktigheten är störst inom södra delen av det undersökta området och minst inom den nordvästra delen. Leran är i regel siltig och i den övre delen gyttjig. Vattenkvoten har i den gyttjiga leran uppmätts till mellan ca 85 och ca 105 % och i övrigt till mellan ca 35 och ca 80 %. Konflytgränsen har uppmätts till mellan ca 45 och ca 80 %.

Skjuvhållfastheten har i fält bestämts genom vingförsök och CPT-sonderingar och på laboratorium genom konprovning. En sammanställning av skjuvhållfastheterna redovisas i figur 1. Den korrigerade

skjuvhållfastheten uppgår i den övre delen till ca 10 kPa och ökar med ca 1 kPa/m mot djupet till 40 à 50 kPa på 35 m djup under markytan.

Sensitiviteten varierar i regel mellan ca 20 och ca 30. Sensitiviteten är lokalt över 50 på 5 m djup.

Lerans sättningsegenskaper har i den tidigare utförda undersökningen undersökts genom kompressionsförsök i ödometer enligt CRS i punkt 20, se bilaga 4.

Friktionsjorden under leran har inte undersökts närmare. Sonderingarna har stoppat på mellan ca 0.5 och ca 6 m djup i friktionsjorden. Cirka en tredjedel av sonderingarna har stoppat mot sten, block eller berg.

5.3 Geohydrologiska förhållanden

Grundvatten- och portrycksnivån i leran respektive i friktionsjorden under leran har uppmätts i 1 punkt (4 spetsar/punkt) under perioden juni-juli 2009 med två veckors mätintervall. De uppmätta trycknivåerna redovisas i vår rapport (2009-11-25).

Den övre grundvattennivån (0-portrycksnivån) bedöms vara belägen ca 1 m under markytan. Portrycket i leran har en hydrostatisk fördelning, vilket innebär en ökning med 10 kPa/m mot djupet.

En dagvattenutredning utfördes 2007 efter att Stenunge å orsakade en översvämning uppströms (öster) undersökningsområdet. Den högsta vattennivån i ån inom undersökningsområdet framgår dock ej av denna rapport. I samband med detaljprojektering av lättfyllning, som behövs av stabilitetsskäl bör högsta hövattennivån vara utredd. Detta för att kunna dimensionera lättfyllningen med avseende på uppflytning.

Erosionsskydd bör läggas ut inom de delar där byggnader och vägar hamnar nära åkanten, se bilaga 5.

6 Släntstabilitet

6.1 Allmänt

Släntstabiliteten har beräknats i 2 sektioner (Sektion G och sektion C), se placering i bilaga 1

Vid stabilitetsberäkningarna har programmet GeoStudio 2007 (Version 7.21) GEO-SLOPE använts. Beräkningar har utförts med cirkulärcylindriska glidytor med $c+\phi$ analys¹ och kombinerad analys.

Den utförda undersökningen bedöms motsvara detaljerad nivå enligt IEG anvisningar (Rapport 6:2008, Rev 1). De beräknade säkerhetsfaktorerna för

¹ Med $c+\phi$ analys avses att beräkningarna utförs med odränerade parametrar i kohesionsjord (c) och dränerade i friktionsjord (ϕ). Analysen är beräkningsmässigt jämförbar med c-analys.

både odränerad och kombinerad analys bör enligt neräkningar utförda med partialkoefficienter vara $F_{C, EN} \geq 1.0$ och $F_{komb, EN} \geq 1.0$.

6.2 Valda parametrar

6.2.1 Skjuvhållfasthet

Härledd skjuvhållfasthet har valts till $c_u = 10$ kPa de översta 3 metrarna för att därefter öka 1.15 kPa/m. Detta värde har använts som karaktäristisk skjuvhållfasthet.

Dränerade parametrar för kombinerad analys har valts empiriskt enligt $c' = 0.1 * c_u$ och $\Phi = 30^\circ$.

Dimensionerande skjuvhållfasthet c'_{ud} , c'_d och ϕ'_d har bestämts enligt IEG Rapport 6:2008, Rev 1 med följande ekvationer:

$$c_{ud} = \frac{1}{\gamma_{c_{ud}}} * \eta_{(1,2,3,4,5,6,7)} * c_u$$

$$c'_d = \frac{1}{\gamma_{c'}} * c'$$

$$\phi'_d = \arctan\left(\frac{1}{\gamma_\phi} * \tan(\Phi)\right)$$

Partialkoefficienter (γ_M) är:

$$\gamma_{c_{ud}} = 1.5 \quad \gamma_{c'} = 1.3 \quad \gamma_\phi = 1.3$$

Omräkningsfaktorer (η) har valts till:

$$\eta_{(1,2)} = 1.0 \quad \eta_{(3)} = 1.0 \quad \eta_{(4,5,6,7)} = 1.0$$

Dimensionerande parametrar blir:

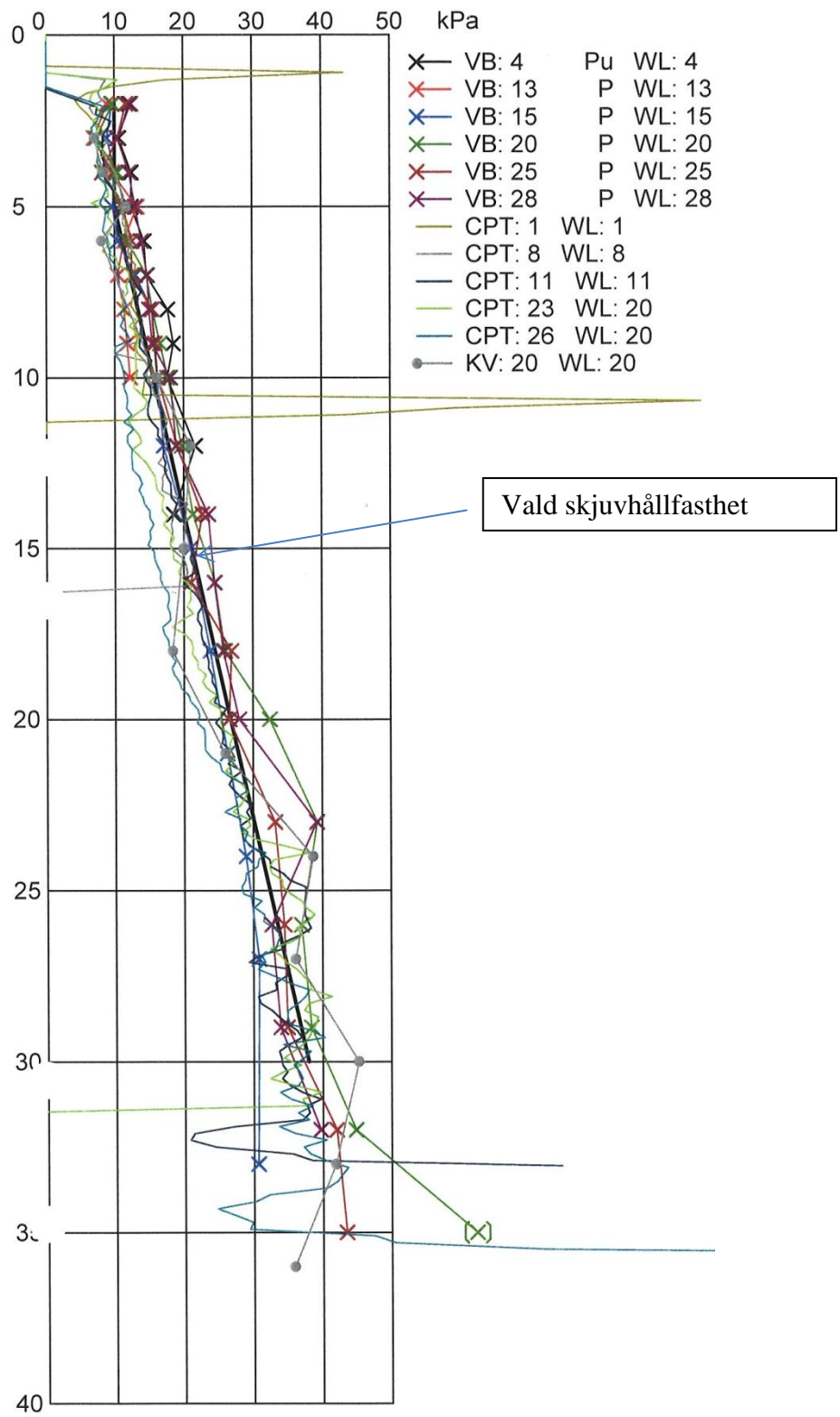
$$c_{ud} = 6.67 \text{ kPa och } 6.67 + 0.77 \text{ kPa/m från ca 5 m djup}$$

$$c'_d = 0.77 \text{ kPa}$$

$$\Phi'_{d (lera)} = 24^\circ$$

$$\Phi_d (\text{friktionsjord}) = 28,3^\circ$$

Valda skjuvhållfastheter av figur 1.



k:\2008\08057_stenung 4:56 m.fl.2013\pm 2013\pm 2013 rev. 2014-01-29.docx/dl
mail: proj-pm_20130423.docx

Figur 1: Skjuvhållfasthetsammanställning samt vald hållfasthetsfördelning

6.2.2 Portryck

Vid beräkningarna har en grundvattenyta i markytans nivå använts och med hydrostatisk tryckfördelning. Detta motsvarar en grundvattenyta ca 1 m högre än uppmätta värden.

6.2.3 Laster

Laster beräknas för säkerhetsklass SK2 enligt IEG Rapport 6:2008, Rev 1 med formeln:

$$0.91 * 1.1 * G_{kj} + 0.91 * 1.4 * Q_{kj} = 1.00 * G_{kj} + 1.27 * Q_{kj}$$

Trafiklast från har valts enligt TK Geo 11 till 13 kPa för dimensionering med partialkoefficienter. Det är en variabel last, Q_{kj} , vilket ger den dimensionerande lasten ca 16.5 kPa.

6.3 Beräkningar

Beräknade säkerhetsfaktorer redovisas i Tabell 2.

Tabell 2. Beräknade säkerhetsfaktorer

Sektion\Analys	Säkerhetsfaktor enligt IEG Rapport 6:2008 Rev 1		Bilaga
	$F_{c,EN}$	$F_{komb,EN}$	
Sektion G södra (befintliga förhållanden)	1.14	1.14	2:1 och 2:3
Sektion G norra (befintliga förhållanden)	1.03	1.03	2:2 och 2:4
Sektion G södra (planerade förhållanden)	1.14	1.14	2:5 och 2:7
Sektion G norra (planerade förhållanden)	0.93	0.93	2:6 och 2:8
Sektion G norra (planerade förhållande, förstärkt)	1.03	1.03	2:9 och 2:10
Sektion C södra (befintliga förhållanden)	1.29	1.29	2:11 och 2:13
Sektion C norra (befintliga förhållanden)	1.19	1.19	2:12 och 2:14
Sektion C södra (planerade förhållanden)	1.29	1.29	Samma som ovan – Ingen förändring
Sektion C norra (planerade förhållanden)	1.19	1.19	Samma som ovan – Ingen förändring

I bilaga 2 redovisas beräkningssektionerna för de olika fallen.

6.4 Resultat/slutsats

Släntstabiliteten bedöms under nuvarande förhållanden vara tillfredsställande. Den planerade nivå-sättningen för markytan inom delarna där verksamhet skall bedrivas som är satt till +1.8 innebär att den ”norra slänten” i beräkningssektion G inte är tillfredsställande. Används lättfyllning lokalt vid området i denna del i samband med höjningen av markytan blir stabiliteten tillfredsställande (se sektion C norra planerade förhållanden, förstärkt). För att säkerställa stabiliteten över tid är det viktigt att erosions-skydda åns slänter. Om detta inte görs kommer släntstabiliteten över tid att försämrans så att den till slut blir otillfredsställande. Förslag till placering av erosions-skydd redovisas i plan i bilaga 5.

7 Sättningar och grundläggning

Med ledning av utförda kompressionsförsök, uppmätta skjuvhållfastheter och vattenkvoter bedöms leran inte kunna påföras någon ytterligare belastning utan risk för långtidssättningar. De uppfyllnader som tidigare gjorts inom området bedöms ha medfört ett sättningsförlopp som inom huvuddelen av området ännu inte avslutats. Ytterligare uppfyllnader på med upp till ca 0,7 m kommer att krävas för att området skall kunna anpassas till kommunens föreslagna lägsta golvnivå på +2.0. Detta kommer att medföra att ett nytt förlopp med långtidssättningar påbörjas.

Sättningsberäkningar har utförts för belastningar av de uppfyllnader som kommer att erfordras för att erhålla en markyta med nivå +1.8 (sockelhöjd 0.2 m). Dessutom har en uppskattning gjorts av de sättningar som kan förväntas uppkomma till följd av de tidigare utförda uppfyllnaderna.

Vid vilken tidpunkt som fyllningarna utförts är oklart, men ett rimligt antagande är att det skett för ca 50 till 100 år sedan. Vi har utfört sättningsberäkningar för en tidpunkt 50 år framåt enligt följande:

1. Ny fyllning och 100 år gammal befintlig fyllning
2. Ny fyllning och 50 år gammal befintlig fyllning

Med hänsyn tagen till både primär och sekundär konsolidering (krypning) har sättningarna vid en uppfyllnad till nivån +1.8 med normaltunga massor ($\gamma=18 \text{ kN/m}^3$) beräknats till mellan ca 10 cm och ca 40 cm, se bilaga 4.

Byggnader inom området bedöms i första hand behöva grundläggas med spetsbärande pålar. I begränsad omfattning kan eventuellt kompensationsgrundläggning vara ett alternativ.

För att begränsa sättningskillnaderna mellan byggnader och omgivande mark kommer lastkompensation med lättklinker eller cellplast troligen att erfordras. Vid dimensioneringen av pålarna skall inverkan av påhängslaster av negativ mantelkohesion beaktas varvid lättfyllning också kommer att erfordras under byggnaderna för att undvika att jordmassorna under byggnaderna sätter sig.

Vid planering och projektering bör stor vikt läggas vid utformningen av marknivåerna, så att i möjligaste mån fyllningslaster begränsas eller kompenseras med lättfyllning för att reducera sättningar.

8 Infiltration

För att ej minska grundvattenbildningen, erhålla viss rening av dagvattnet, inte påverka omkringliggande vegetation mm, bör infiltration övervägas.

9 Markradon

Markradonhalten har inte uppmätts. De ytliga jordlagren bedöms emellertid i huvudsak vara täta och marken bedöms kunna klassas som lågradonmark enligt BFR R85:1988. Inga byggnadstekniska åtgärder bedöms därför erfordras ur radonskyddssynpunkt. Markradonförekomsten i de fyllnadsmassor som tillförs området bör dock kontrolleras.

10 Föroreningar

Förekomsten av föroreningar inom utfyllda partier har inte undersökts i detta uppdrag.

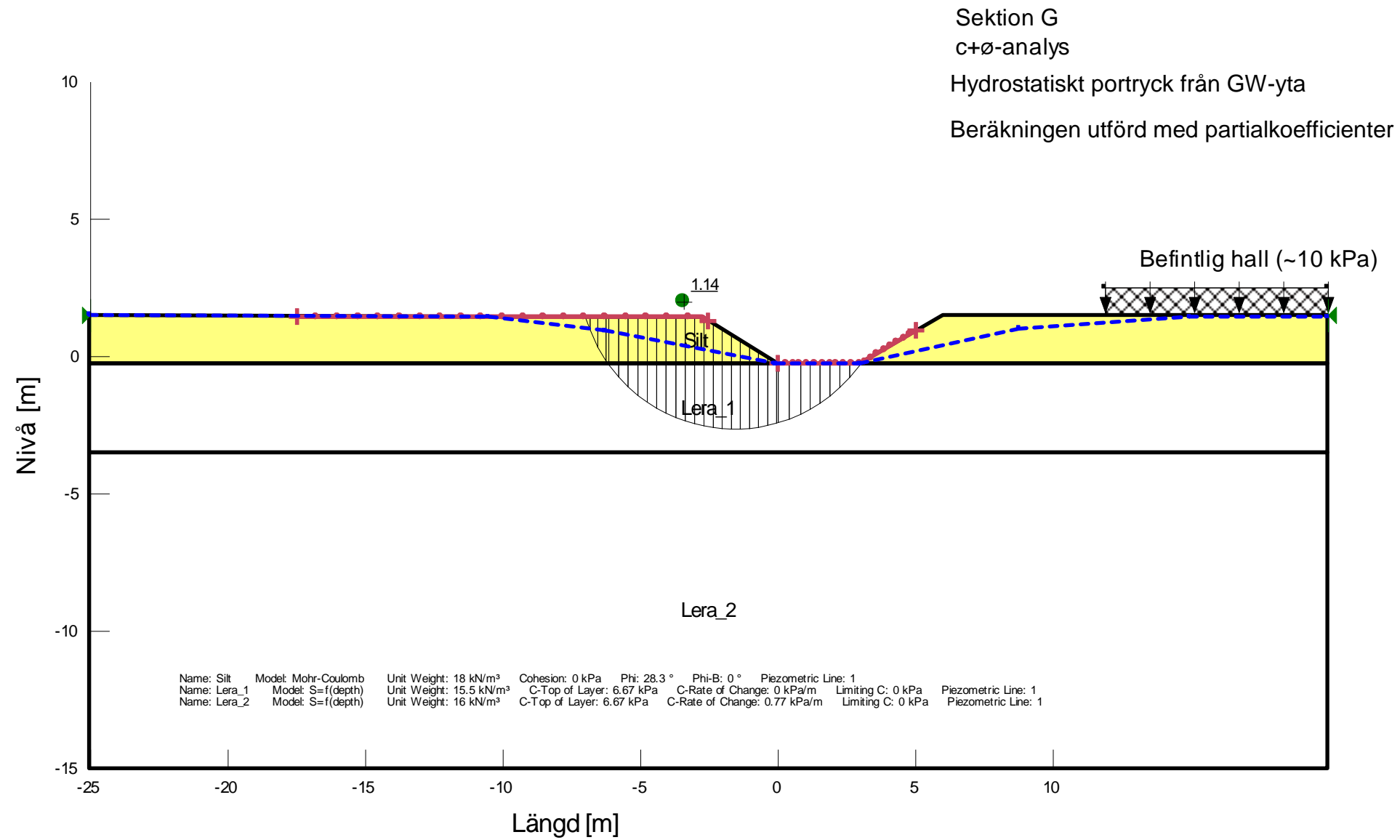
Kompletterande undersökningar i samband med projektering och byggande

I samband med exploateringen bör markradonmätningar utföras, speciellt om friktionsjord finns i schaktbotten.

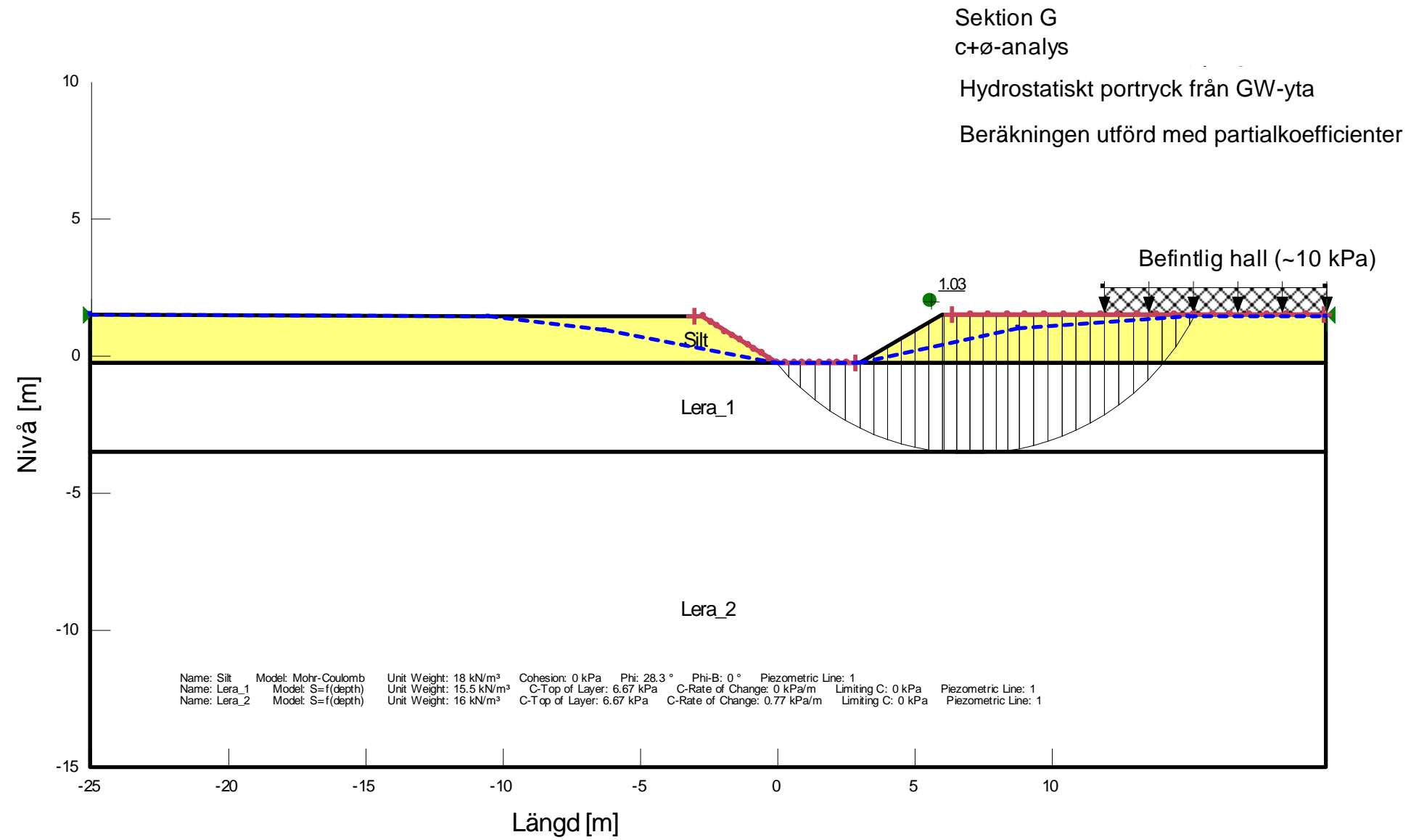
När byggnadernas läge och nivåställning bestämts kan kompletterande undersökningar erfordras för att klarlägga pålstopp m.m.



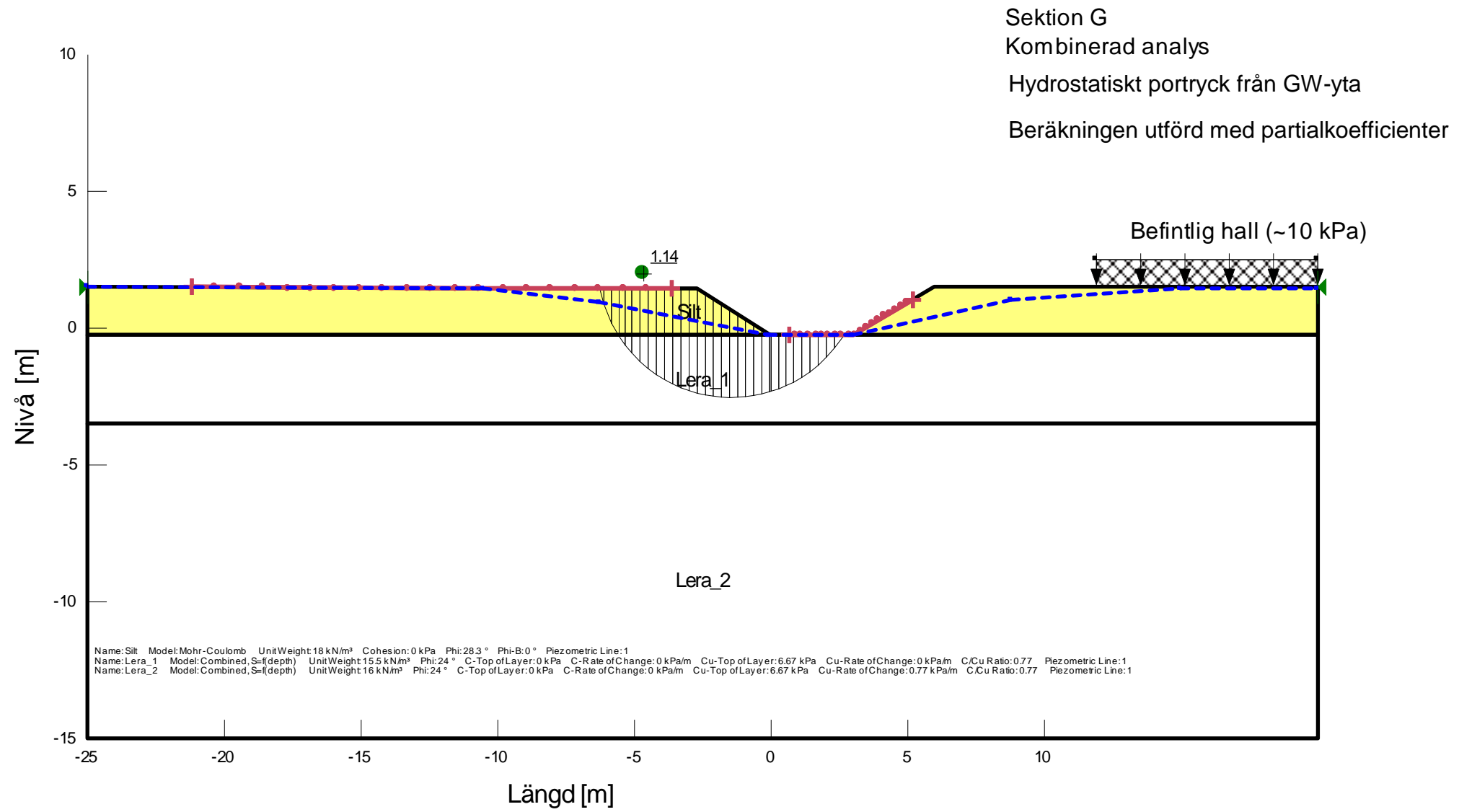
Skala 1:1000



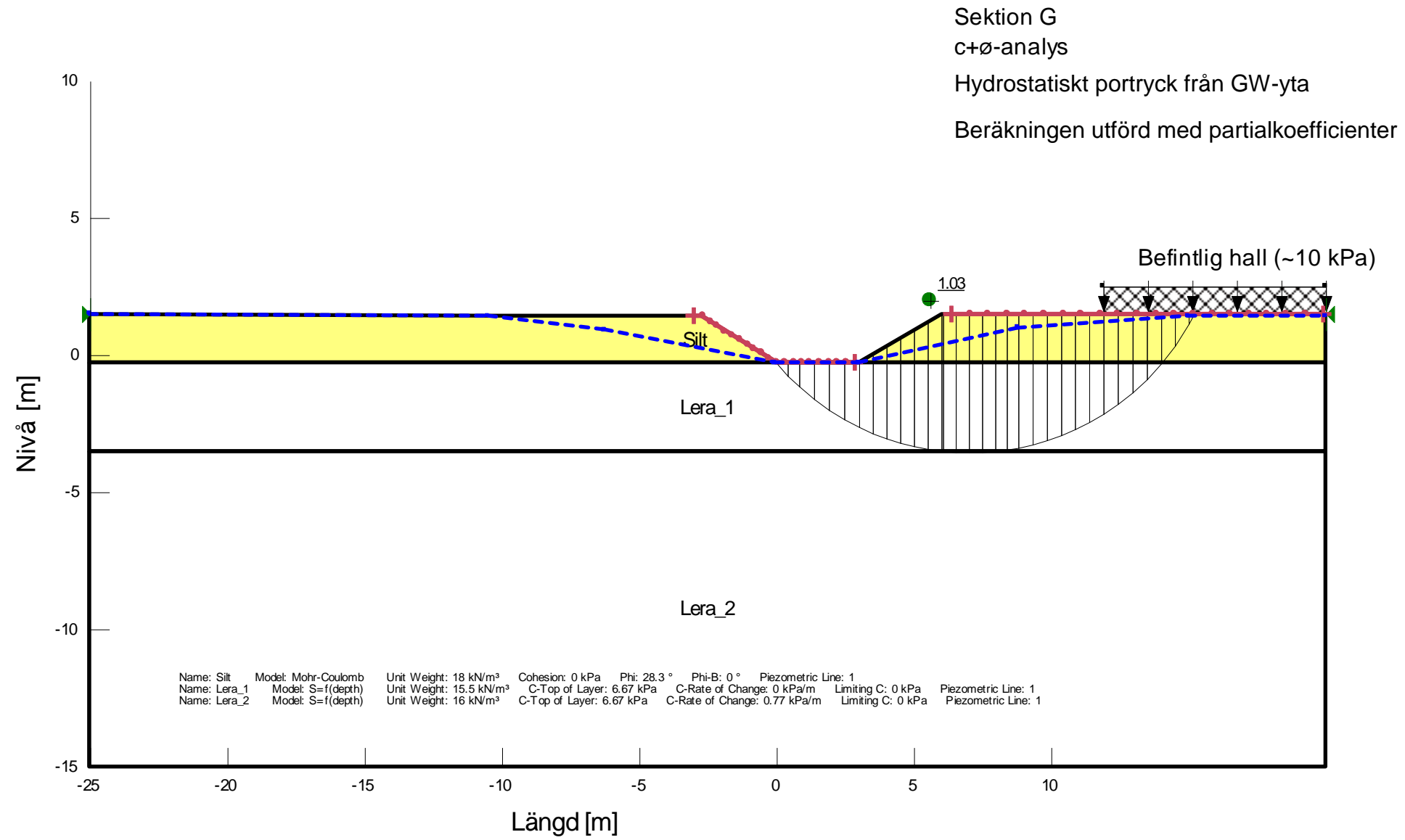
Directory: K:\2008\U08057_Stenung 4-56 m.fl\2013\IEG - beräkningar\File Name: Sektion G Bef. förh IEG.gsz



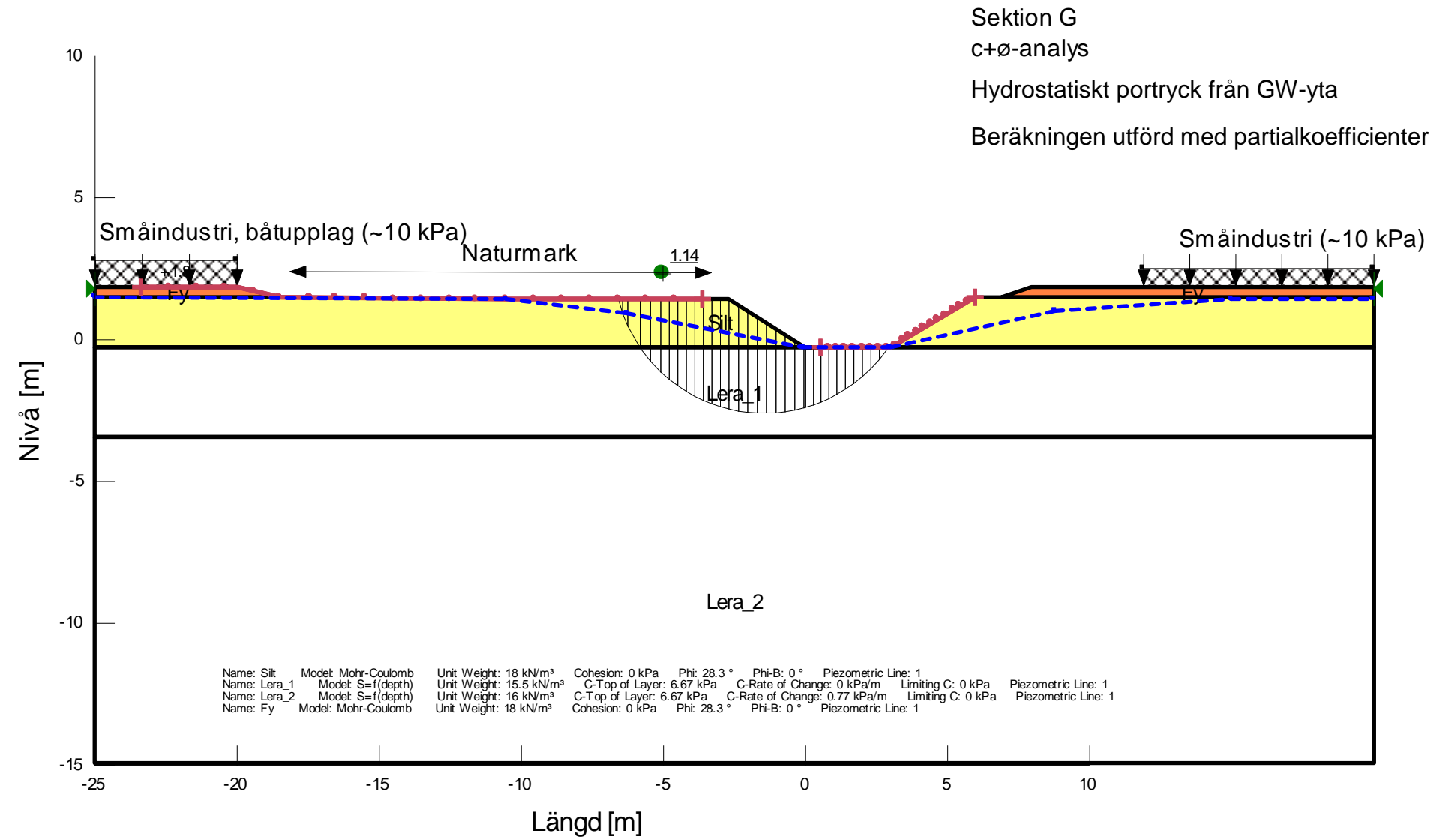
Directory: K:\2008\U08057_Stenung 4-56 m.fl\2013\IEG - beräkningar\File Name: Sektion G Bef. förh IEG.gsz



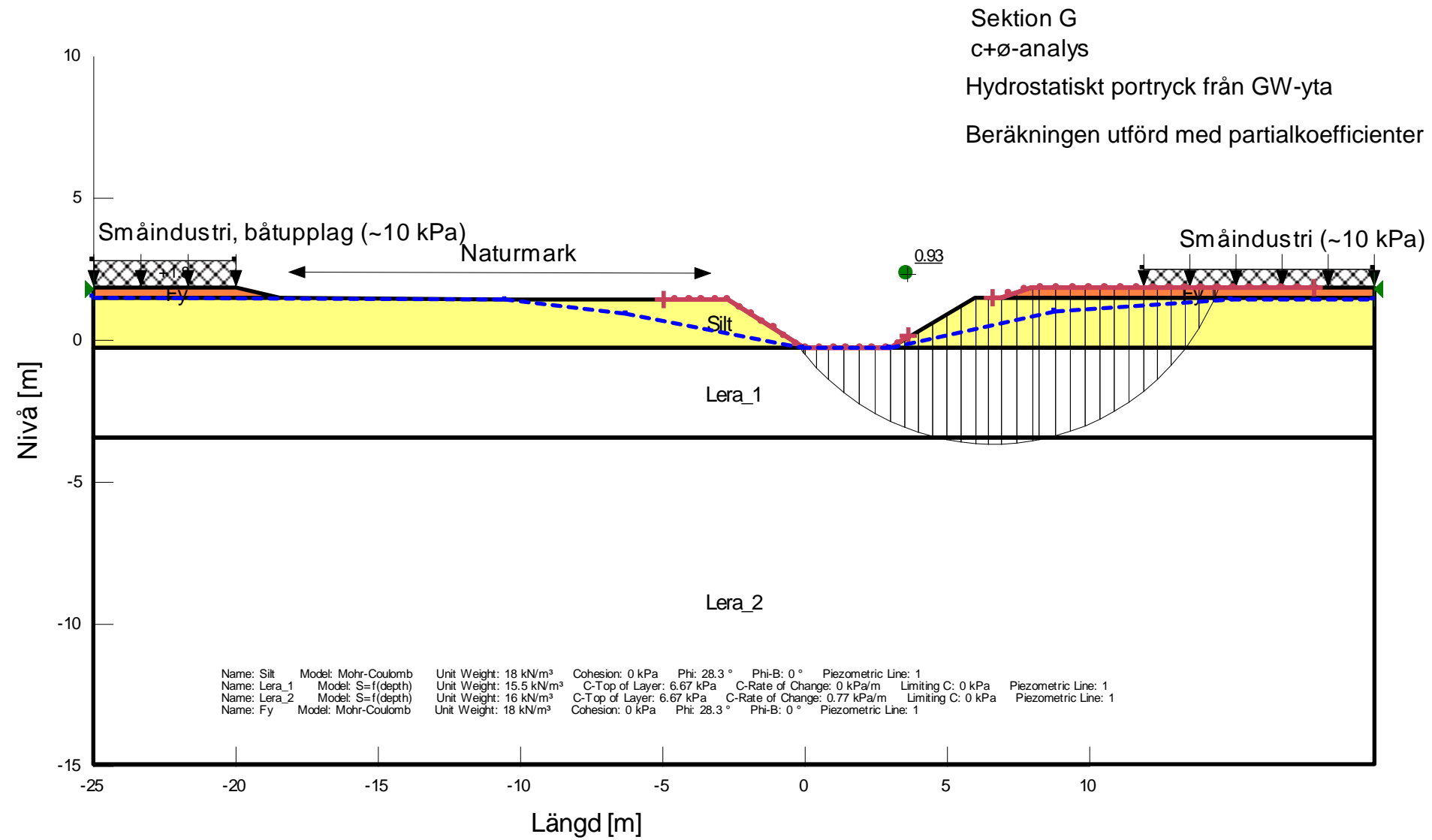
Directory: K:\2008\U08057_Stenung 4-56 m.fl\2013\IEG - beräkningar\File Name: Sektion G Bef. förh IEG komb.gsz



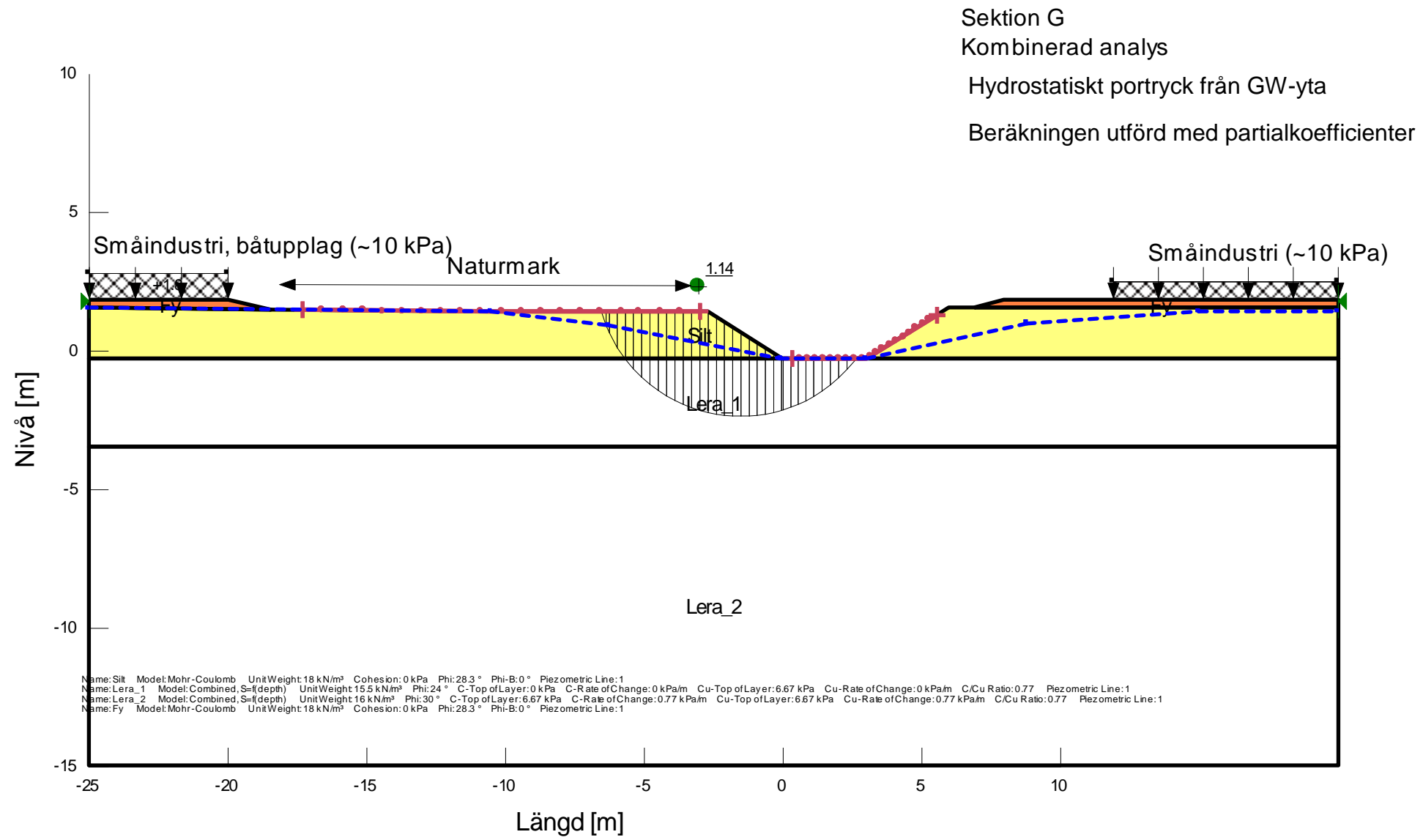
Directory: K:\2008\U08057_Stenung 4-56 m.fl\2013\IEG - beräkningar\File Name: Sektion G Bef. förh IEG.gsz



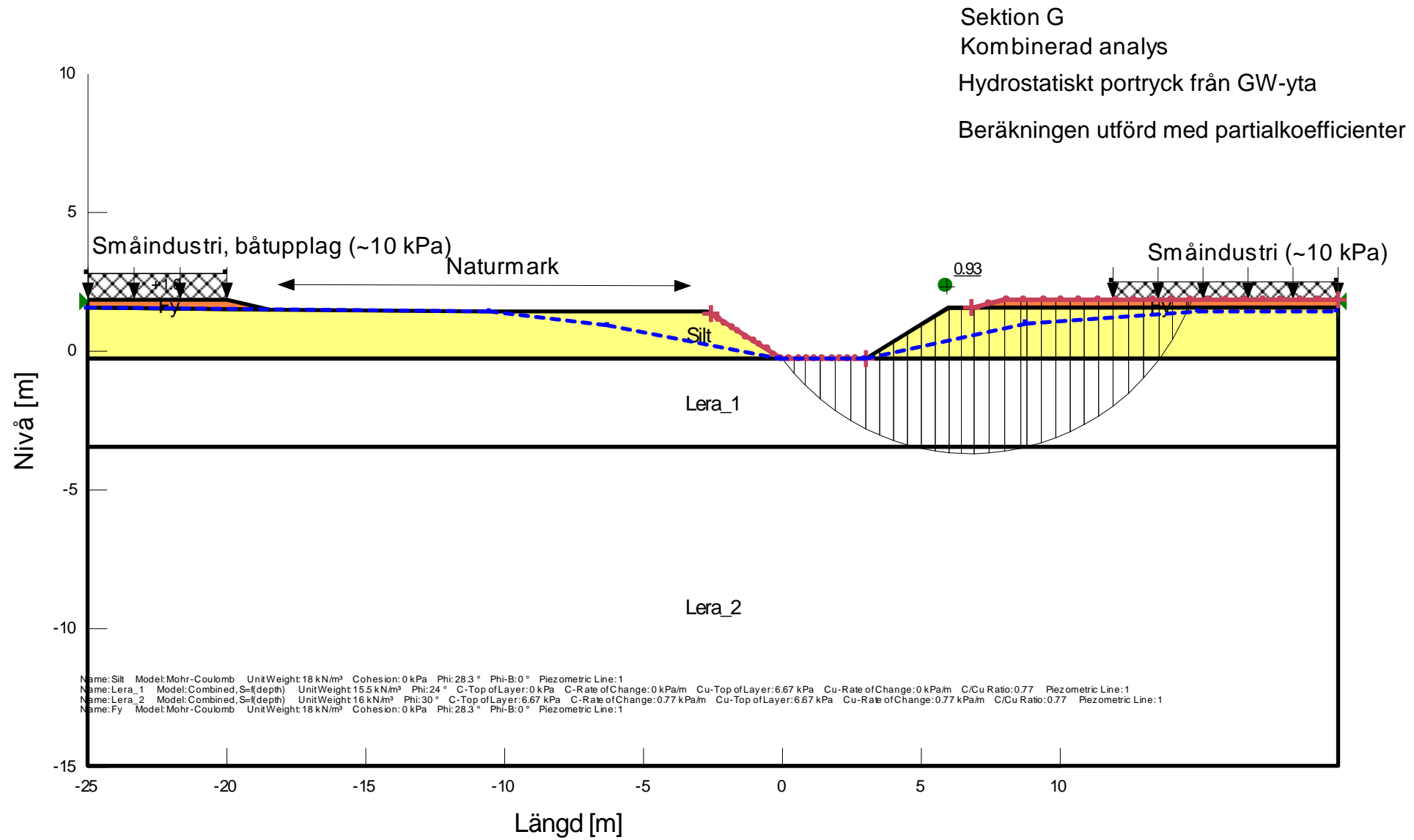
Directory: K:\2008\U08057_Stenung 4-56 m.fl\2013\IEG - beräkningar\File Name: Sektion G my+1.8 enl. IEG.gsz



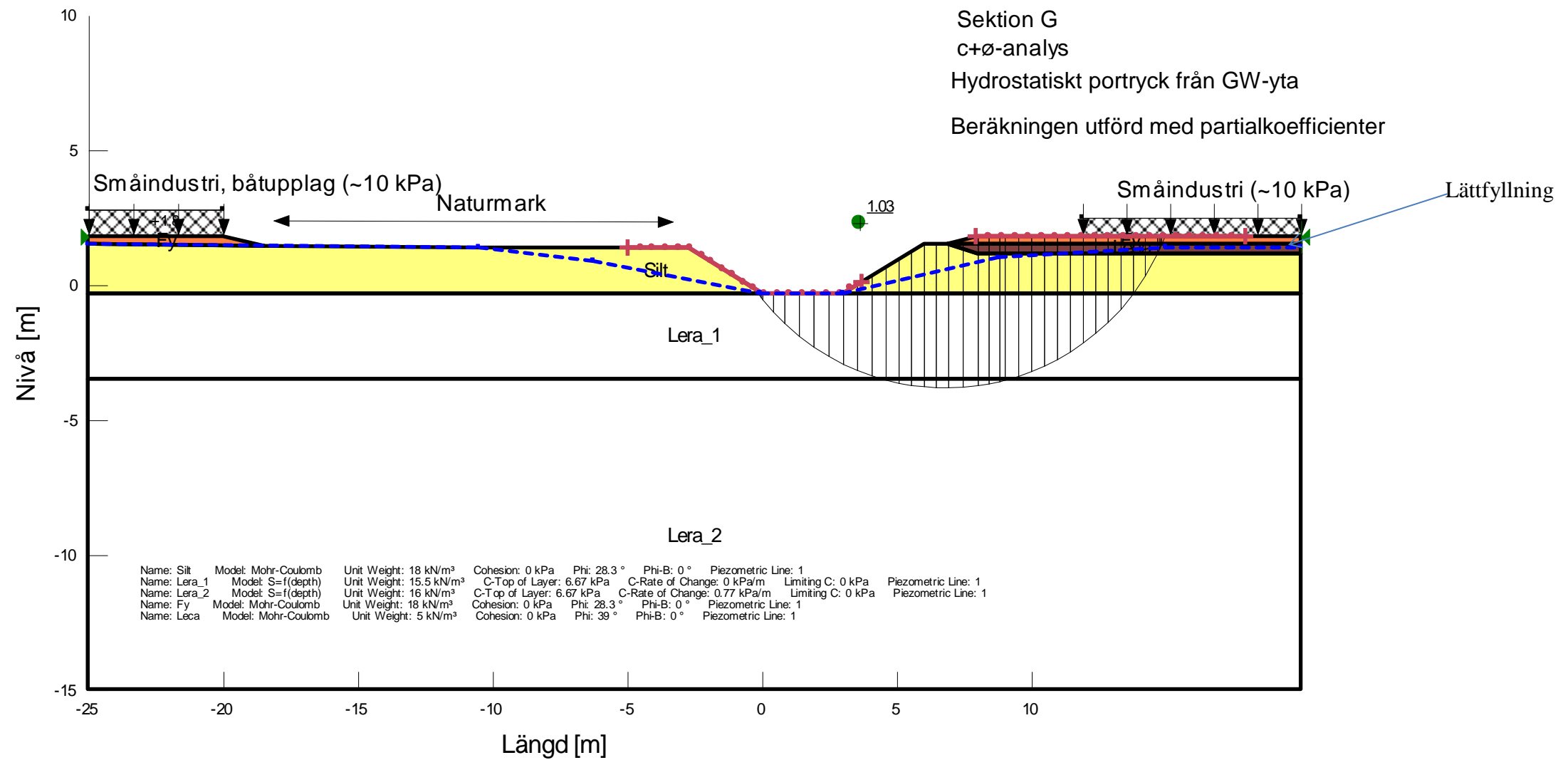
Directory: K:\2008\U08057_Stenung 4-56 m.fl\2013\IEG - beräkningar\File Name: Sektion G my+1.8 enl. IEG.gsz



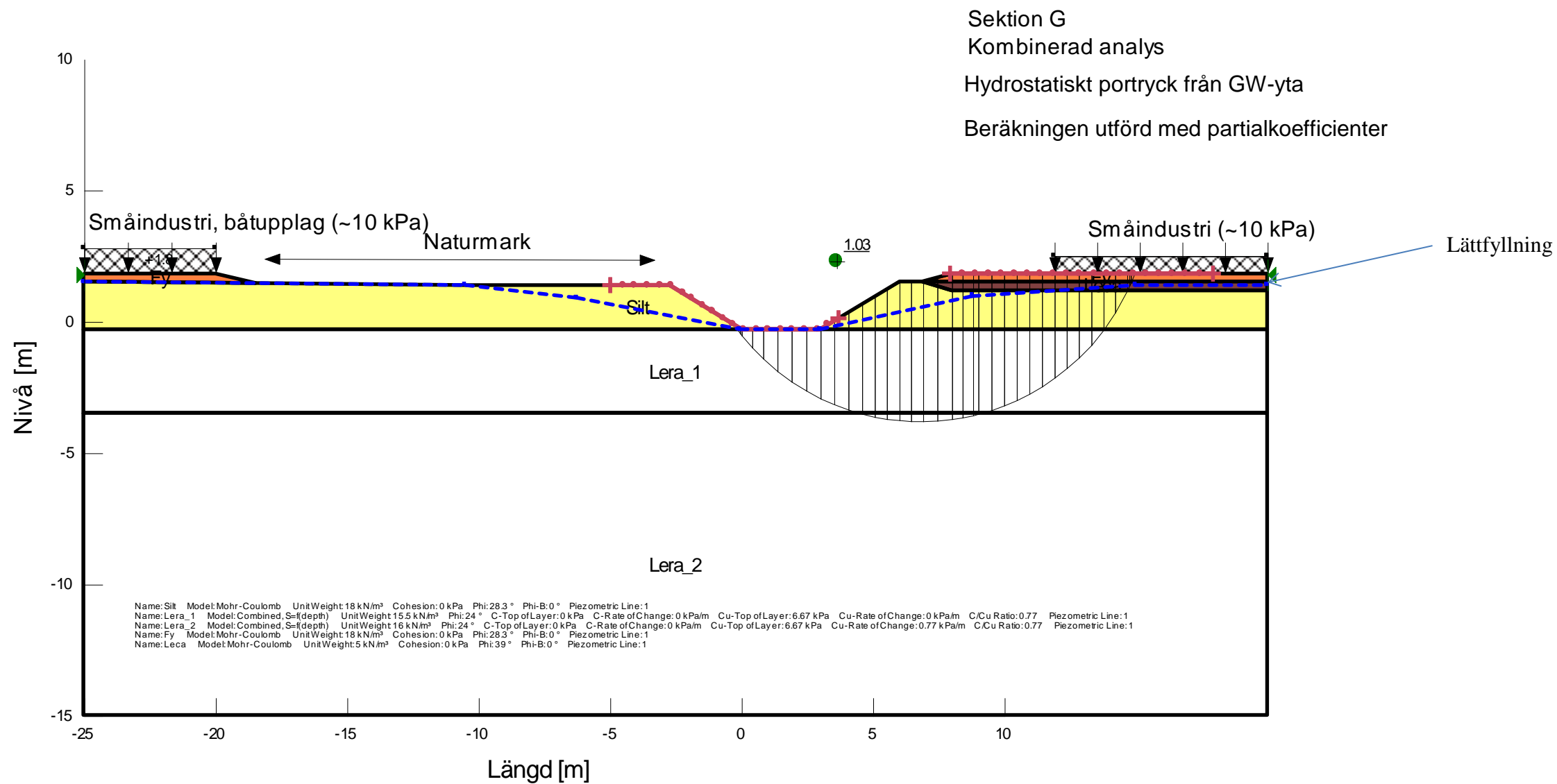
Directory: K:\2008\U08057_Stenung 4-56 m.fl\2013\IEG - beräkningar\File Name: Sektion G my +1.8 enl. IEG KOMB.gsz



Directory: K:\2008\U08057_Stenung 4-56 m.fl\2013\IEG - beräkningar\File Name: Sektion G my+1.8 enl. IEG KOMB.gsz



Directory: K:\2008\U08057_Stenung 4-56 m.fl\2013\IEG - beräkningar\File Name: Sektion G my+1.8 enl. IEG avschaktning+lättfyllning.gsz



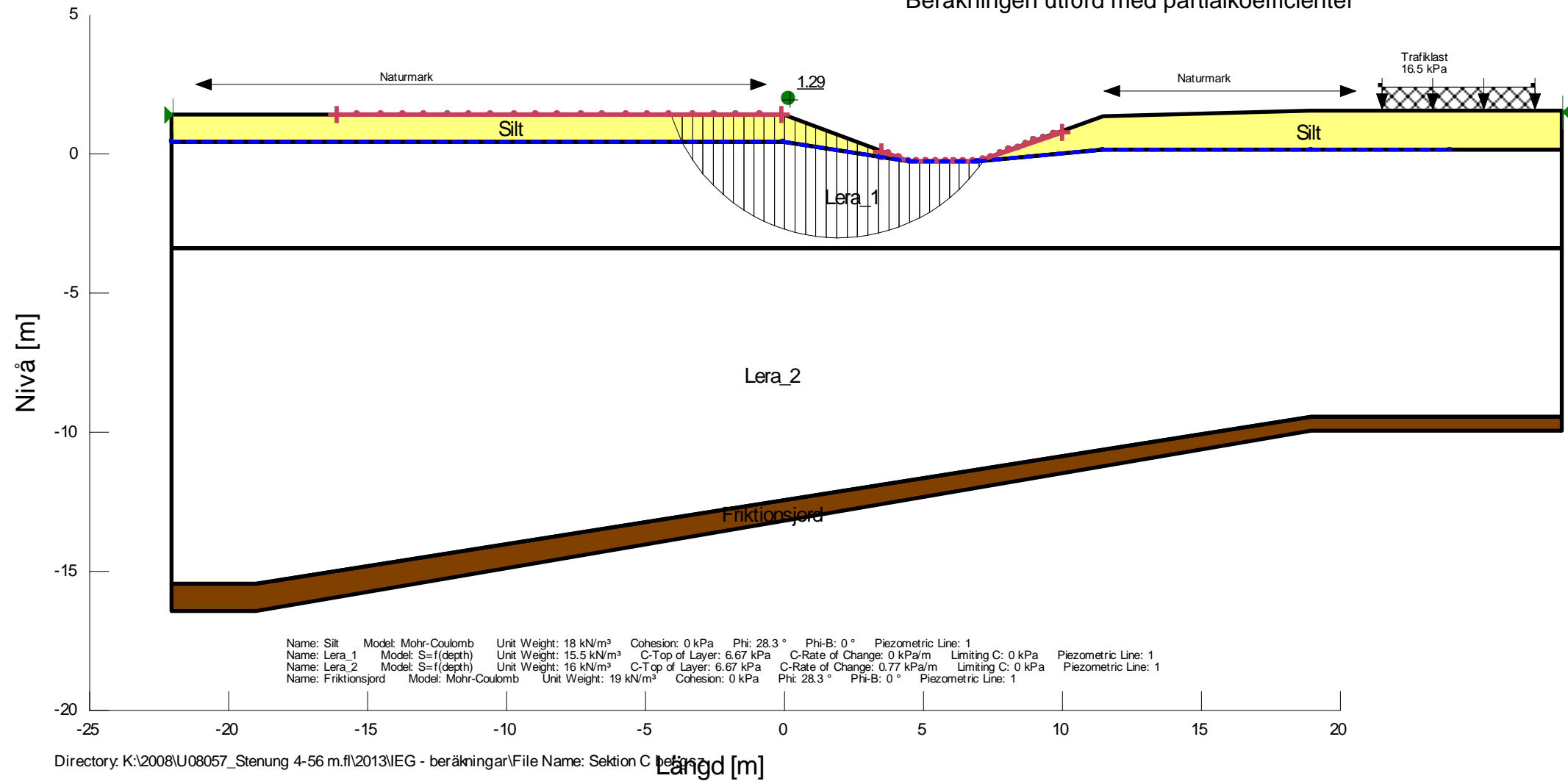
Directory: K:\2008\U08057_Stenung 4-56 m.fl\2013\IEG - beräkningar\File Name: Sektion G my +1.8 enl. IEG avschaktning+lättfyllning KOMB.gsz

Sektion C

c+ø-analys

Hydrostatiskt portryck från GW-yta

Beräkningen utförd med partialkoefficienter

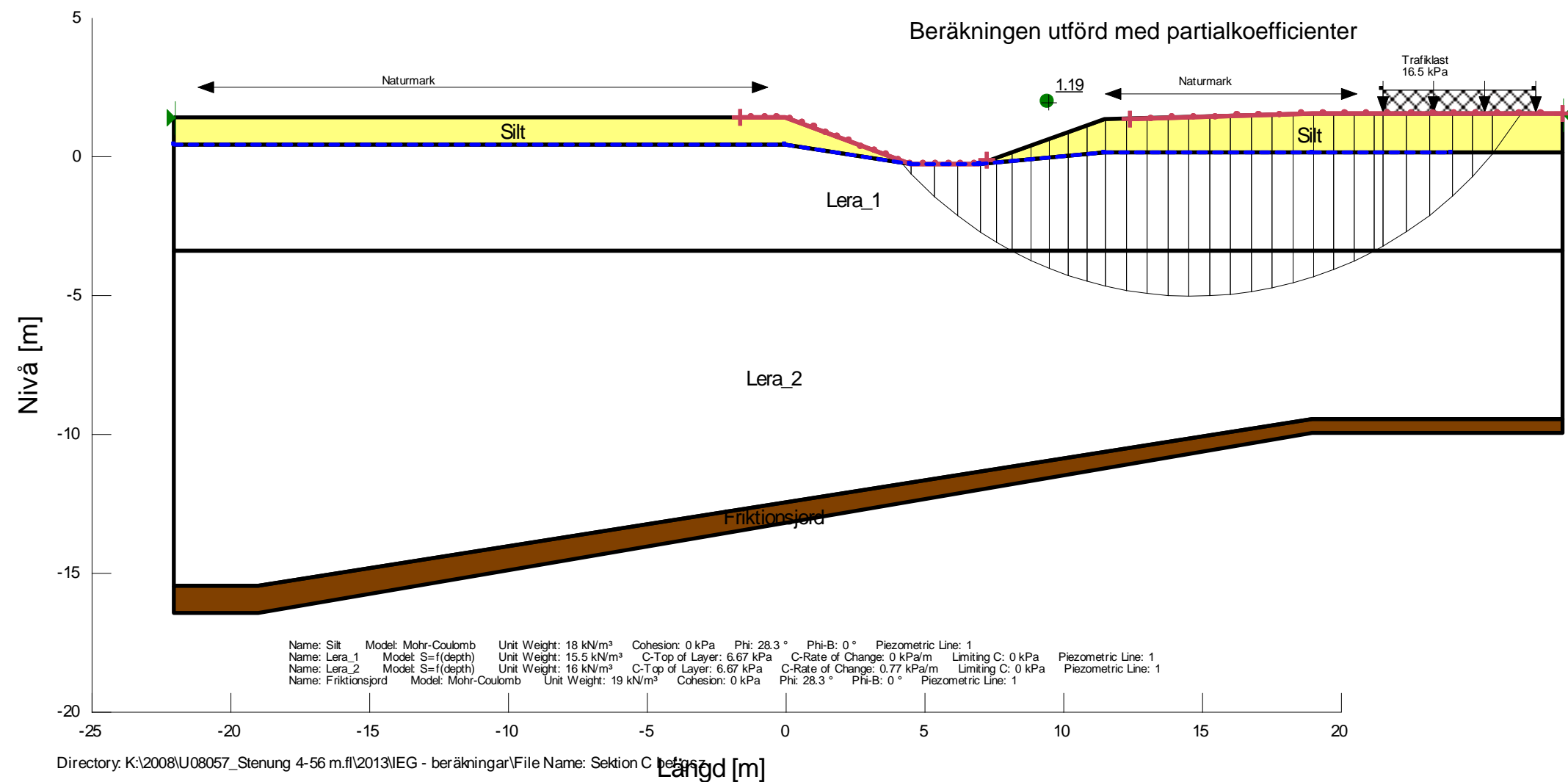


Sektion C

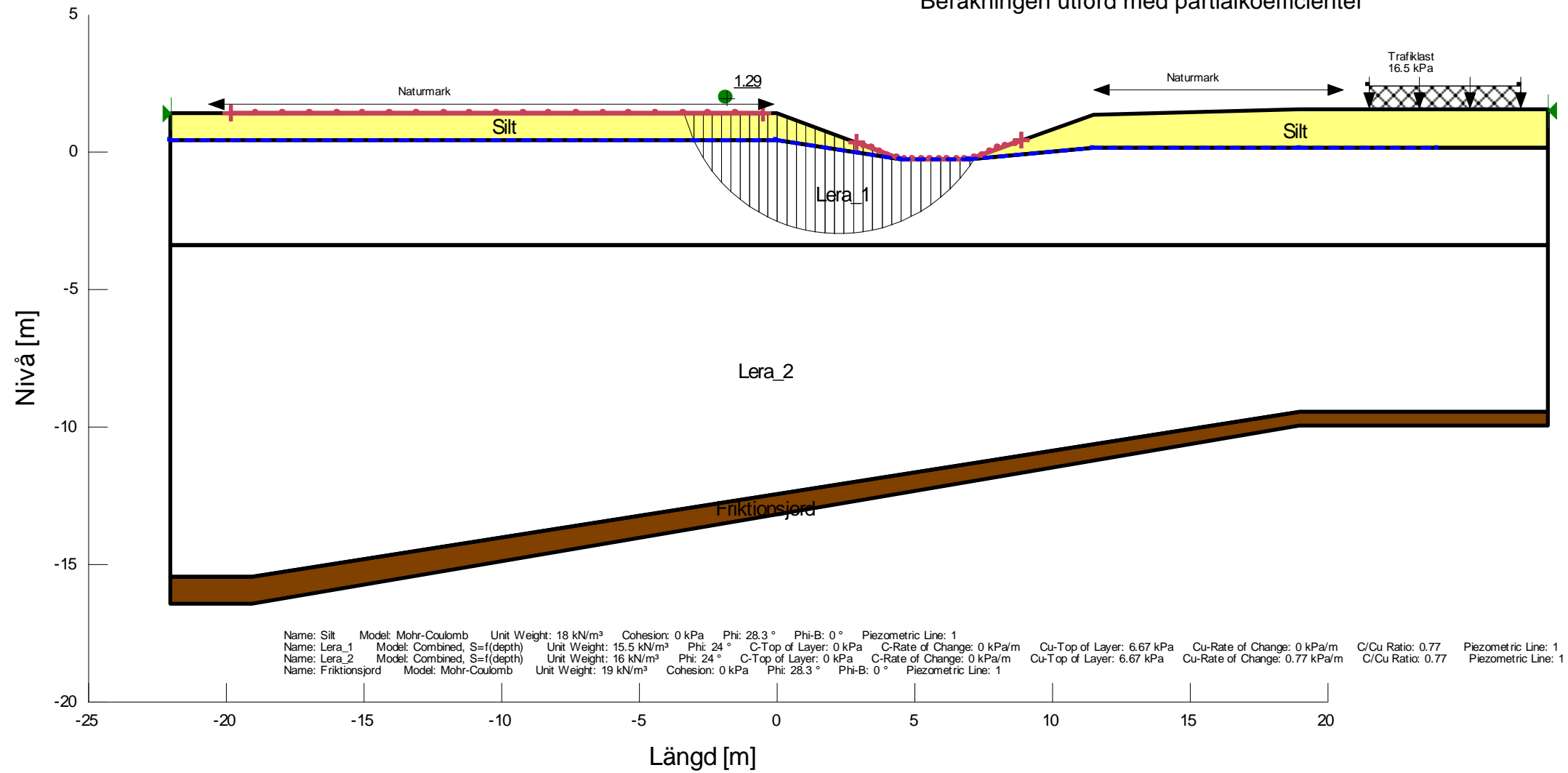
c+ø-analys

Hydrostatiskt portryck från GW-yta

Beräkningen utförd med partialkoefficienter

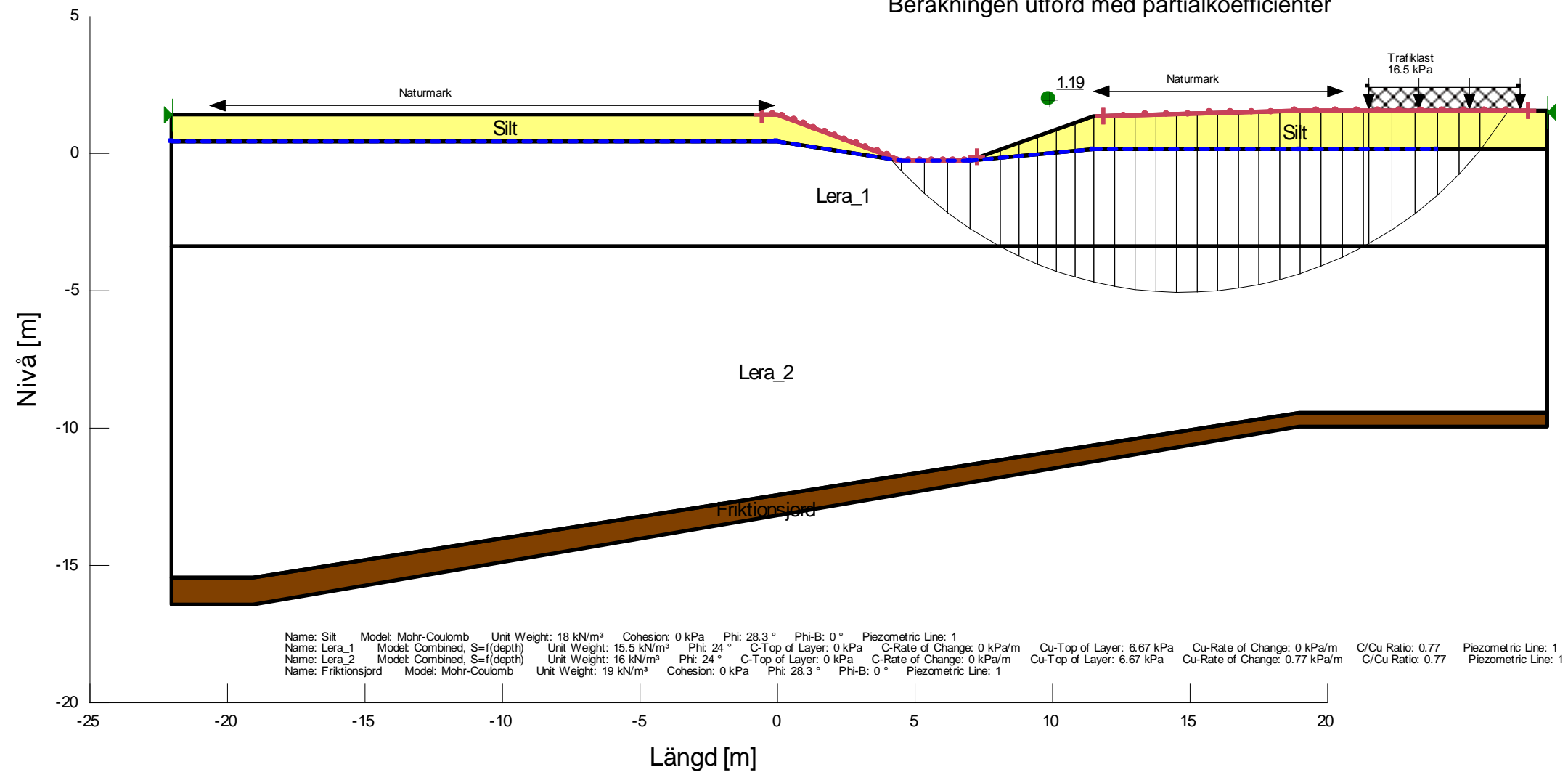


Sektion C
 Kombinerad analys
 Hydrostatiskt portryck från GW-yta
 Beräkningen utförd med partialkoefficienter

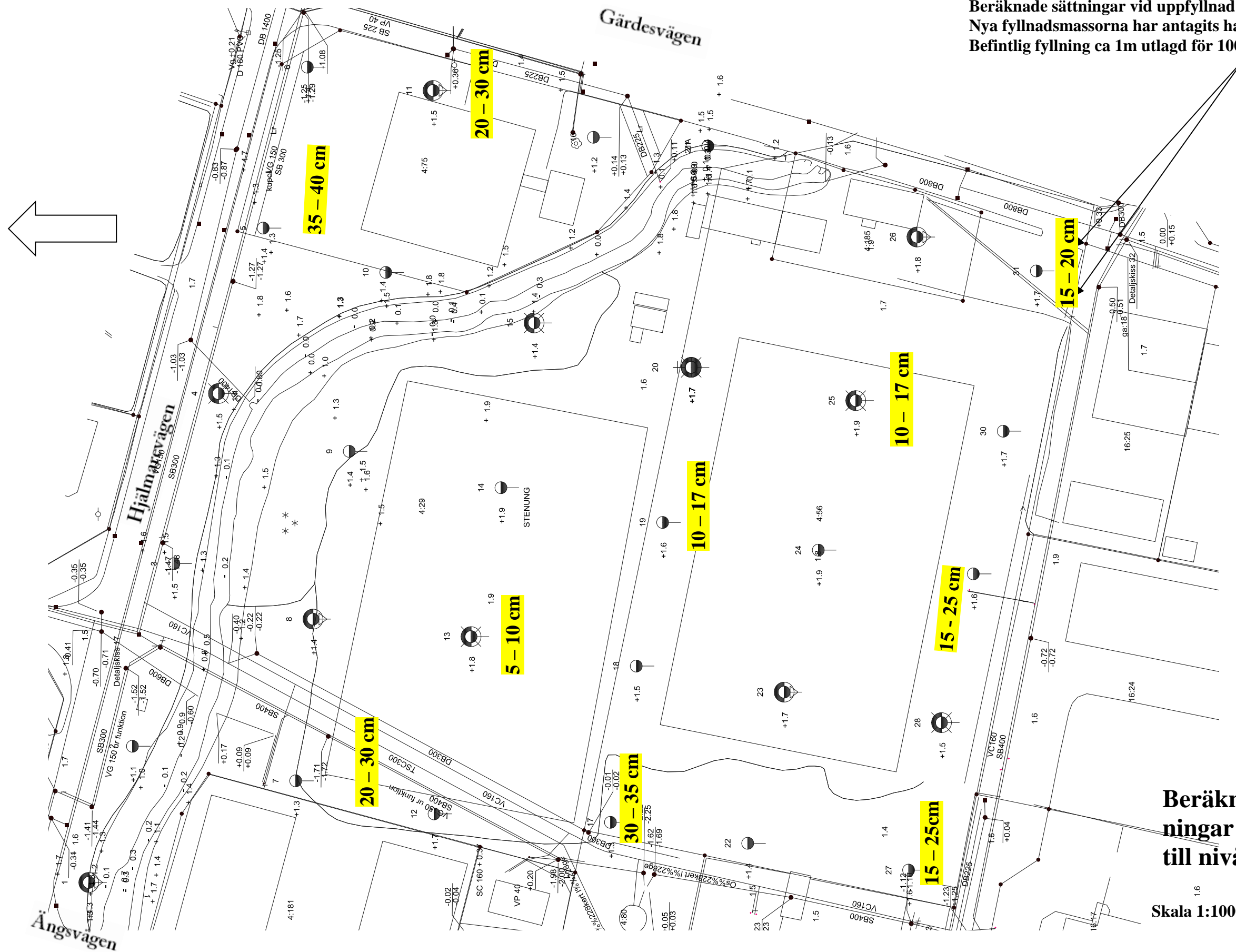


Directory: K:\2008\U08057_Stenung 4-56 m.fl\2013\IEG - beräkningar\File Name: Sektion C KOMB.gsz

Sektion C
 Kombinerad analys
 Hydrostatiskt portryck från GW-yta
 Beräkningen utförd med partialkoefficienter



Directory: K:\2008\U08057_Stenung 4-56 m.fl\2013\IEG - beräkningar\File Name: Sektion C KOMB.gsz



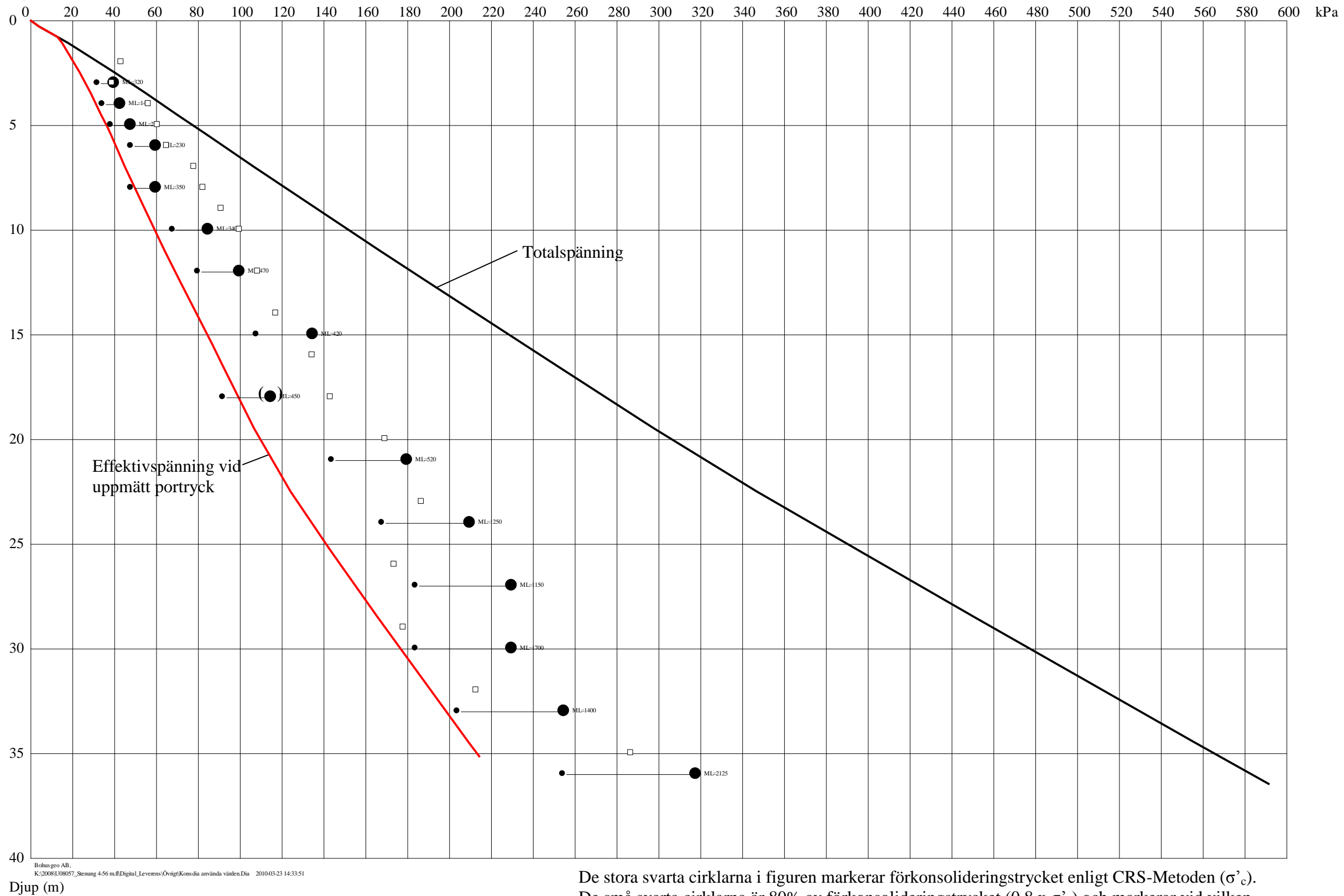
Beräknade sättningar vid uppfyllnad till nivå +1.8 m.
 Nya fyllnadsmassorna har antagits ha tunghet, $\gamma=18 \text{ kN/m}^3$
 Befintlig fyllning ca 1m utlagd för 100 år respektive 50 år sedan

Beräknade tillkommande sättningar **50 år** efter uppfyllnad till nivå +1.8.

Skala 1:1000

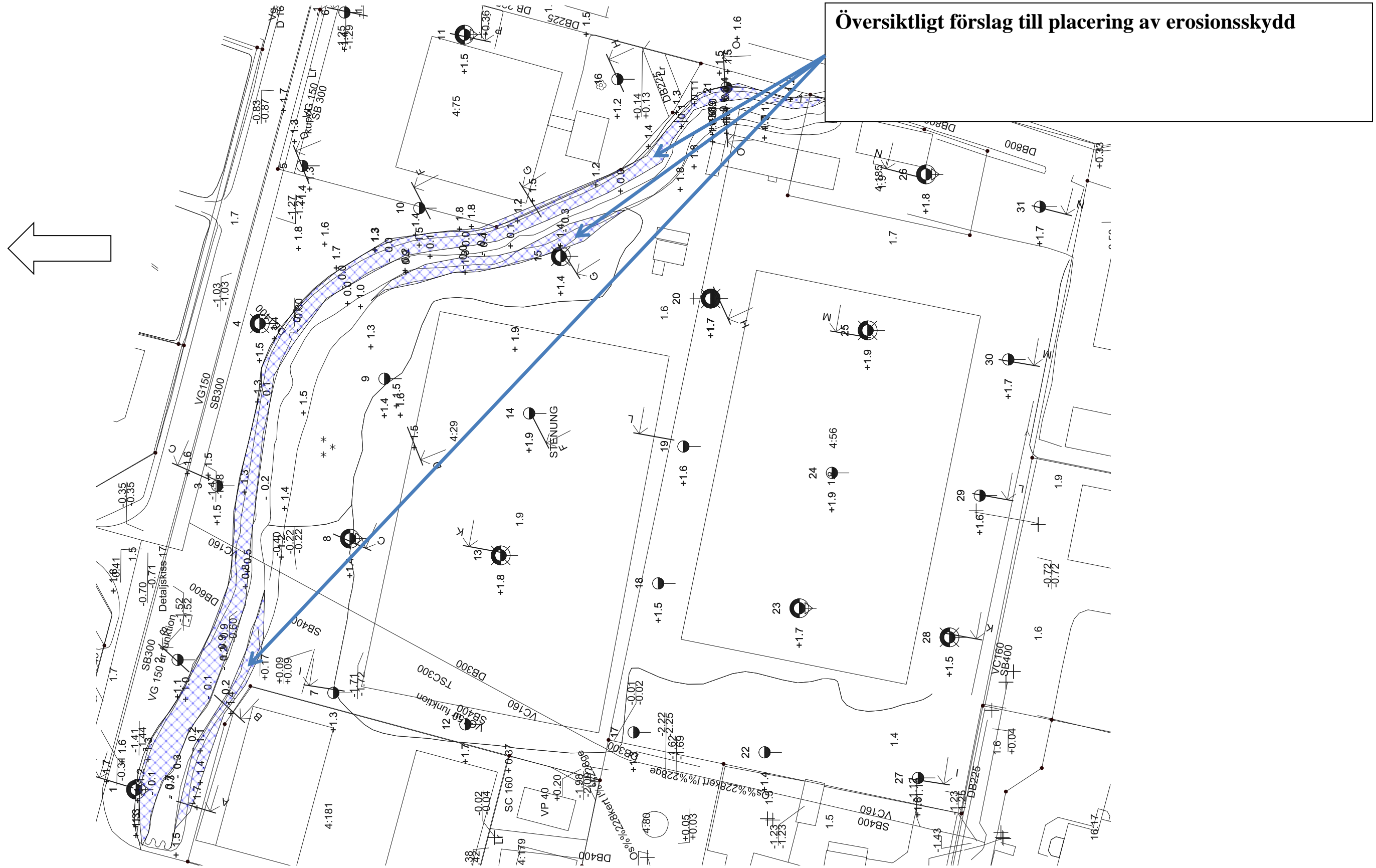
Stenung 4.56 m.fl.
Punkt 20

Porvattnets densitet är 1.027 t/m³
Empiri: Tau / 0.23



De stora svarta cirklarna i figuren markerar förkonsolideringstrycket enligt CRS-Metoden (σ'_c). De små svarta cirklarna är 80% av förkonsolideringstrycket ($0.8 \times \sigma'_c$) och markerar vid vilken effektivspänning som man normalt brukar antaga att krypsättningar kan förväntas starta. Svarta rutor markerar empiri enligt Hansbos formel.

Bohusgeo AB, K:\2008\U08057_Stenung 4-56 m.fl.\Digital_Leverens\Övrigt\Korsdiagram\anden.Dia 2010-03-23 14:33:51



Skala 1:1000