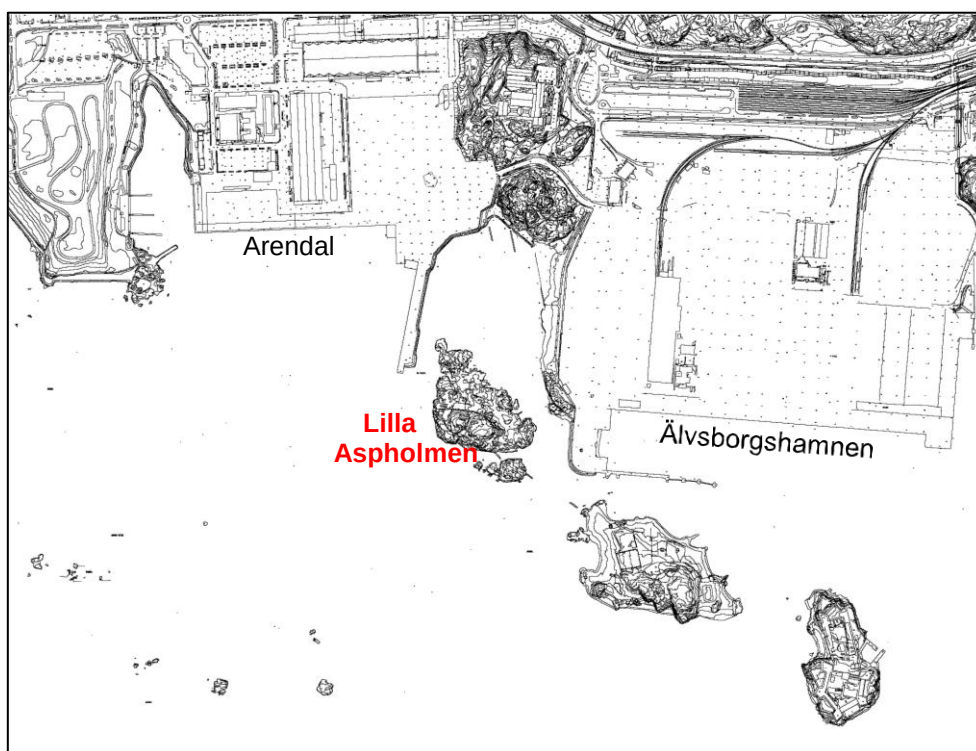


PM

Göteborgs Hamn AB

Lilla Aspholmen. Geoteknisk utredning för detaljplan

PM Geoteknik



Göteborg 2013-12-16

Sweco Infrastructure AB
Geoteknik Göteborg

Uppdragsnummer 2305 466

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

1	Allmänt	4
2	Tidigare utredningar och dokumentation	5
3	Befintliga anläggningar	5
3.1	Kajplats 750	5
3.2	Arendal kajplats 751	6
3.3	Arendal kajplats 752	7
3.4	Kajplats 712	7
3.5	Kajplats 713	8
4	Utförda geotekniska undersökningar	8
5	Geotekniska förutsättningar	8
5.1	Topografi och områdesbeskrivning	8
5.2	Geotekniska förhållanden	9
5.3	Konsolideringsförhållanden	11
6	Bergtekniska förhållanden	11
7	Hydrogeologisk bedömning	12
8	Stabilitet	12
8.1	Säkerhetsrekommendationer	12
8.2	Utformning och geometri	13
8.3	Materialparametrar	13
8.4	Grundvatten, portryck och vattennivå	14
8.5	Marklaster	15
8.6	Stabilitetsanalyser befintliga förhållanden	15
8.7	Stabilitet nya anläggningar och konstruktioner	16
8.8	Sättningar befintliga förhållanden	23
8.9	Sättningar nya anläggningar och konstruktioner	23
9	Slutsatser, krav och rekommendationer	24
9.1	Grundläggning och stabilitet	24
9.2	Sättningar	24
10	Planbestämmelser	25

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

BILAGOR

- 1 Resultat från rutinundersökningar på ostörda jordprover
- 2 CRS-försök
- 3 Skjuvhållfasthet, sammanställning och utvärdering
- 4 Stabilitetsberäkningar
- 5 Besiktning av bergras/blocknedfall
- 6 Hydrogeologisk utredning av salamanderdammar

RITNINGAR

- 2305466-G1 Plan geotekniska undersökningar
- 2305466-G2 Borrpunkter 0801-0802
- 2305466-G3 Borrpunkter 0803-0804
- G:01 Ritning med tidigare utförda borrpunkter (Scandiaconsult 1999)

1 Allmänt

Detta PM ersätter tidigare PM "Lilla Aspholmen. Geoteknisk utredning för detaljplan. 2008-02-22".

På uppdrag av Göteborgs Hamn AB har SWECO utfört en geoteknisk utredning i samband med framtagande av detaljplan i Arendal.

Detaljplanearbetet har pågått under flera år och behandlat flera olika alternativ för området. Som planen ser ut nu så ska kajplats 750 förlängas för att kunna angöras av större fartyg än vad som är möjligt i dagsläget. Hamnen planeras även fortsättningsvis att användas till ro-ro trafik. Sydväst om Lilla Aspholmen tillkommer två nya kajplatser för betydligt mindre fartyg, då den nya ytan planeras att användas som kortsjöcontainerhamn. Det ska finnas plats för två fartyg och 4 kranar på kranbalk. Kajen längst söderut ska kunna användas som vilokaj för servicefartyg. Vidare ska kajplats 713 flyttas ca 30 m åt söder. Flytten är nödvändig för att skapa en kajplats som kan angöras av större fartyg än vad som är möjligt i dagsläget. Den gamla småbåtshamnen norr om Lilla Aspholmen planeras att fyllas igen för att skapa nya hamnytor. Även söder om Lilla Aspholmen och österut mot kajplats 713 planeras nya hamnytor. Lilla Aspholmen kommer därmed sprängas bort och bli en del av den nya terminalytan, se Figur 1.



Figur 1 Illustrationsbild över planerad anläggning.

Intill den befintliga piren (kajplats 750) behålls befintligt vattendjup på 10 m, eftersom detta är vad kajkonstruktionen är dimensionerad för. Vid de nybyggda kajerna samt i farlederna ska vattendjupet vara 11 m respektive 11,2 m. Kajen som ska anläggas av servicefartyg ska ha ca 8 m vattendjup. Det kommer därmed att krävas ca 0-2 m muddring i befintliga farleder sydväst om Lilla Aspholmen samt vid, och öster om befintlig kajplats 713. Mellan Älvsborgshamnen och fästningsön samt sydväst om Lilla Aspholmen

kommer befintlig farled breddas, och där krävs muddring med upp till ca 7-8 m djup. Detta gäller även i det nya läget för kajplats 713.

Kajplats 750 ligger idag på nivån ca +12,5 och den nya hamnytan ska ligga på nivån +12,8. Denna utredning avser endast geoteknik och bedömer inte hur de befintliga kajkonstruktionerna påverkas av den nya utformningen.

Syftet med den geotekniska utredningen har varit dels att klarlägga de geotekniska förhållandena och förutsättningarna för de planerade arbetena, och dels att kontrollera stabilitetsförhållandena för detaljplaneområdet.

2 Tidigare utredningar och dokumentation

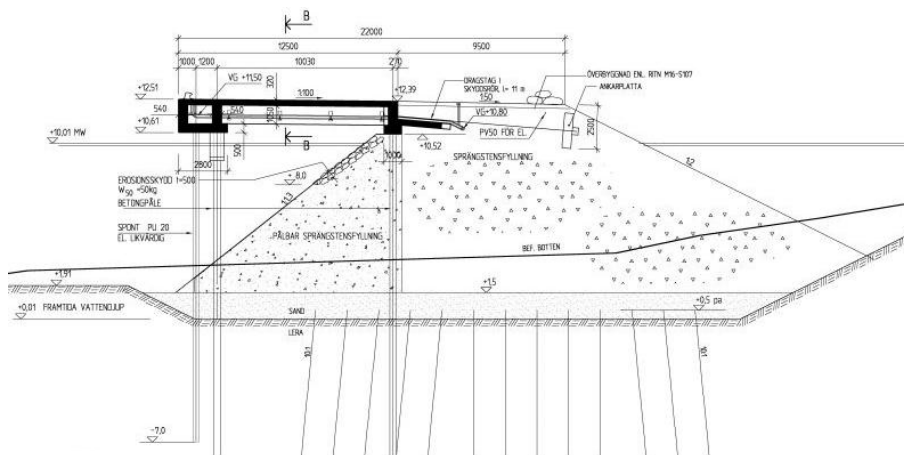
Följande utförda utredningar och dokumentationsmaterial har använts som underlag till denna geotekniska utredning.

- NETSS – Utvidgning av Baseport, Älvsborgshamnen. Fördjupad stabilitetsutredning. SWECO 2004-08-25 (litt: 2305125)
- Ett stort antal konstruktionsritningar och geotekniska ritningar från Göteborgs Hamns arkiv. Göteborgs Hamn 1970-talet och senare.
- Arendal, ny kajanläggning etapp 1. RGeo samt ritningar. Scandiakonsult 1999-04-30
- Multibeam ekolodning Göteborgs Hamn. Marin Miljöanalys AB 2011-08-06 - 2011-08-21
- Utbyggnader i Göteborgs Hamn under åren 1962-1987. Lars Paulsson 1987

3 Befintliga anläggningar

3.1 Kajplats 750

Piren som utgör kajplats 750 byggdes år 2001. Den är uppbyggd med sprängstensfyllning som vilar på 1,5 m sandfyllning. Piren är delvis pålad med kohesionspålar av trä, se *Figur 2*. Pålarna går ner till nivån -18, dvs ca 28 m under medelvattenytan. Kajen är dimensionerad för ett framtida vattendjup motsvarande 10 m under medelvattennivån.



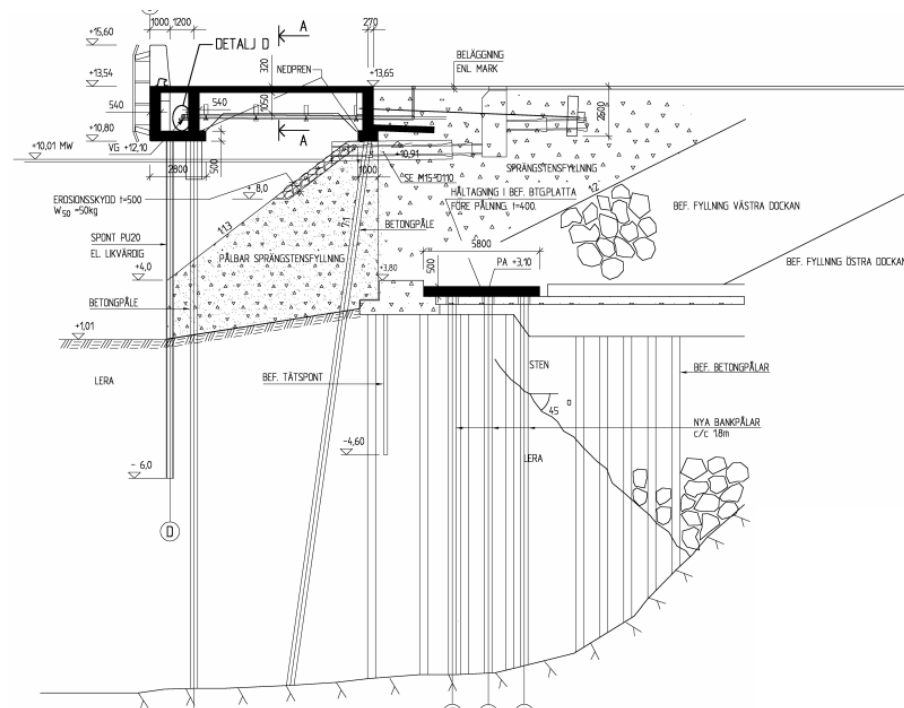
Figur 2 Pirkonstruktion, kajplats 750

En spont skyddar piren från den erosion som annars blir då båtarnas propellrar virvlar upp vatten. Sponten går ner till ca 17 m under medelvattenytan och utgör därmed även ett visst mothåll mot piren. Själva kajkonstruktionen är pålad med betongpålar som går till fast botten.

Piren har sedan den byggdes satt sig uppskattningsvis ca 0,5 m.

3.2 Arendal kajplats 751

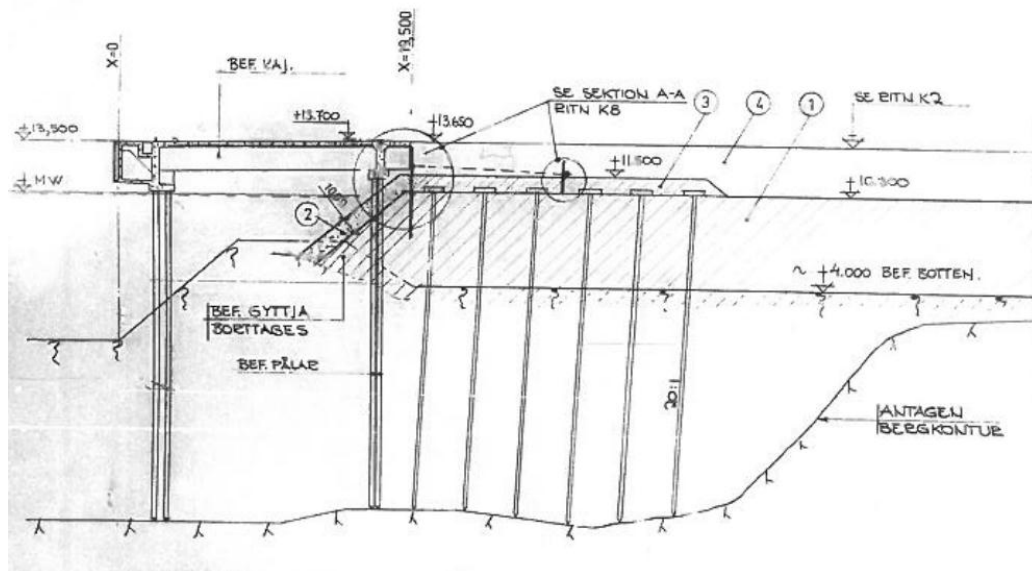
Arendalshamnen är belägen väster om den befintliga piren. Enligt konstruktionsritningar (Scandiaconsult 2001) är kajen grundlagd på pålar eller plintar på berg. Berget lutar brant uppåt åt norr och innanför kajen vilar en sprängstensfyllning på berg, se Figur 3.



Figur 3 Arendal kajplats 751

3.3 Arendal kajplats 752

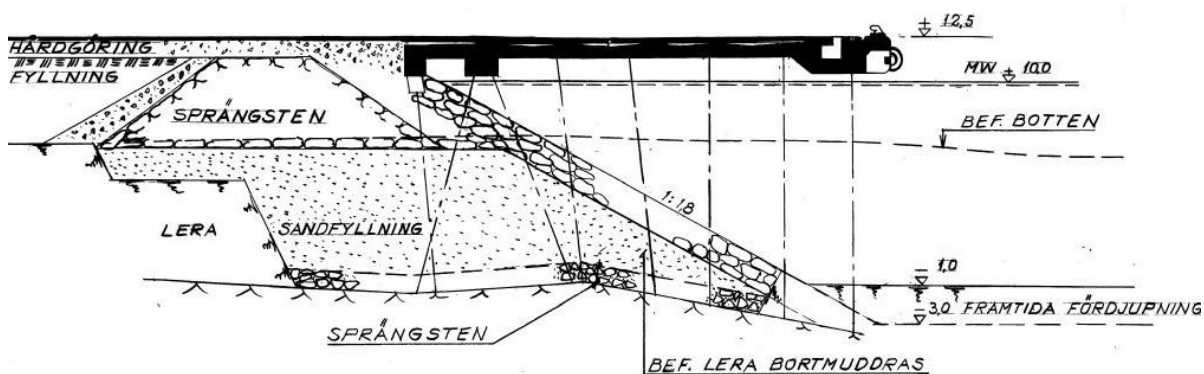
Kajplats 752 är belägen väster om kajplats 751. Även denna kaj är grundlagd på pålar och plintar till berg och utfyllnadsmassorna bakom kajen är bankpålade (Arbetsritning VBK 1973).



Figur 4 Arendal kajplats 752

3.4 Kajplats 712

Kajplats 712 är belägen i västra delen av Älvsborgshamnen, som också den används som ro-ro-hamn. Kajen är uppbyggd med en sprängstensvall, som vid kajplats 712 vilar direkt på berg, se Figur 5.



Figur 5 Kajplats 712

Längre österut är det större lermäktigheter och där är sprängstensvallen kohesionspålad. Utfyllnaderna bakom sprängstensvallen utfördes under två år, vilket medförde att de största sättningarna hann tas ut innan ytan härdgjordes och asfalterades.

3.5 Kajplats 713

Kajplats 713 är belägen söder om kajplats 712. Den består av en betongkonstruktion som är pålad med betongpålar till fast botten.

4 Utförda geotekniska undersökningar

De undersökningar som utförts i samband med denna geotekniska utredning (varav en del utfördes under 2008) omfattar följande.

- Trycksondering i 3 punkter, för bestämning av jordens relativa fasthet samt djup till fast botten.
- CPT-sondering i en punkt för lokalisering av eventuella skikt i leran
- Vingförsök i 2 punkter för bestämning av lerans odränerade skjuvhållfasthet
- Kolvprovtagning för upptagning av ostörda jordprover till utförande av laboratorieundersökningar.
- Bergteknisk, okulär ytkartering av befintliga bergskärningar med avseende på bergart, strukturer och sprickor. Strukturmätningar är utförda enligt högerhandsregeln.

Borrningarna utfördes från flotte, inom den gamla småbåtshamnen. Borrpunkterna är inmätta med GPS i x, y, z.

Laboratorieundersökningarna har utförts på WSP-s geotekniska laboratorium och omfattar följande:

- Rutinundersökningar på kolvprover från en punkt, 8 nivåer
- CRS-försök för bestämning av lerans konsolideringsegenskaper från 2 utvalda kolvnivåer.

I bergsområdet kring Arken har det utförts en besiktning av risken för bergras eller blocknedfall, se bilaga 5. Det har även utförts en hydrogeologisk utredning beträffande de planerade sprängningsarbetenas påverkan på salamanderdammar i området, se bilaga 6.

5 Geotekniska förutsättningar

5.1 Topografi och områdesbeskrivning

Den befintliga kajanläggningen består av flacka asfalterade ytor som i öster och nordost avskärmats av en bergknalle. Mellan kajanläggningen, piren med kajplats 750 i väster och Lilla Aspholmen i söder, var det tidigare en småbåtshamn. Vattendjupet i den före detta småbåtshamnen är ca 3-4 m.

5.2 Geotekniska förhållanden

5.2.1 Jordlagerföljd

Utförda undersökningar inom den gamla småbåtshamnen visar att jordlagren under vattenytan utgörs av ca 3 meter lerig gyttja som överlagrar en grå lera/siltig lera med varierande mäktighet. Leran vilar på 0-4 m friktionsjord innan berget tar vid. Friktionsjordens mäktighet har uppmätts till som mest 4 m vid pålningen av kaj 751.

Djupet till berg varierar mellan ca 10-45 m från vattenytan. De minsta djupen återfinns intill landområdena i norr och öster samt intill Lilla Aspholmen. Djupast är det i väster intill piren med kajplats 750.

Strax öster om Småbåtshamnen ligger kajplats 712 och 713. Älvsborgshamnen är ett tidigare vattenområde som vallats in med sprängstensvallar och fyllts ut med muddermassor. Vid kajplats 712 sluttar berget åt söder och djupet till fast botten varierar från ca 5-10 m under medelvattenytan. Sprängstensvallen vilar direkt på fast botten.

Längre österut i Älvsborgshamnen, vid kajplats 702, är lermäktigheterna större och fast botten tar vid på ca 25 m djup under medelvattenytan. Här är sprängstensvallen stödpålad till fast botten.

Farlederna fram till de befintliga kajerna är muddrade och har idag ett vattendjup på ca 10 m vid kajplats 750 och mellan 11-12 m vid Älvsborgshamnen.

5.2.2 Tunghet, vattenkvot, konflytgräns och sensitivitet

Lerans skrymdensiteten (ρ) varierar mellan ca 1,4-1,7 t/m³. De lägsta värdena är uppmätta i gyttjan och de högre värdena i leran. Densiteten är högst där leran är siltig.

Den naturliga vattenkvoten (w_N) varierar mellan ca 60-130 %. Vattenkvoten ligger över 100 % i gyttjan och ner till 7 m djup och minskar sedan mot djupet från ca 90 % till 60 %.

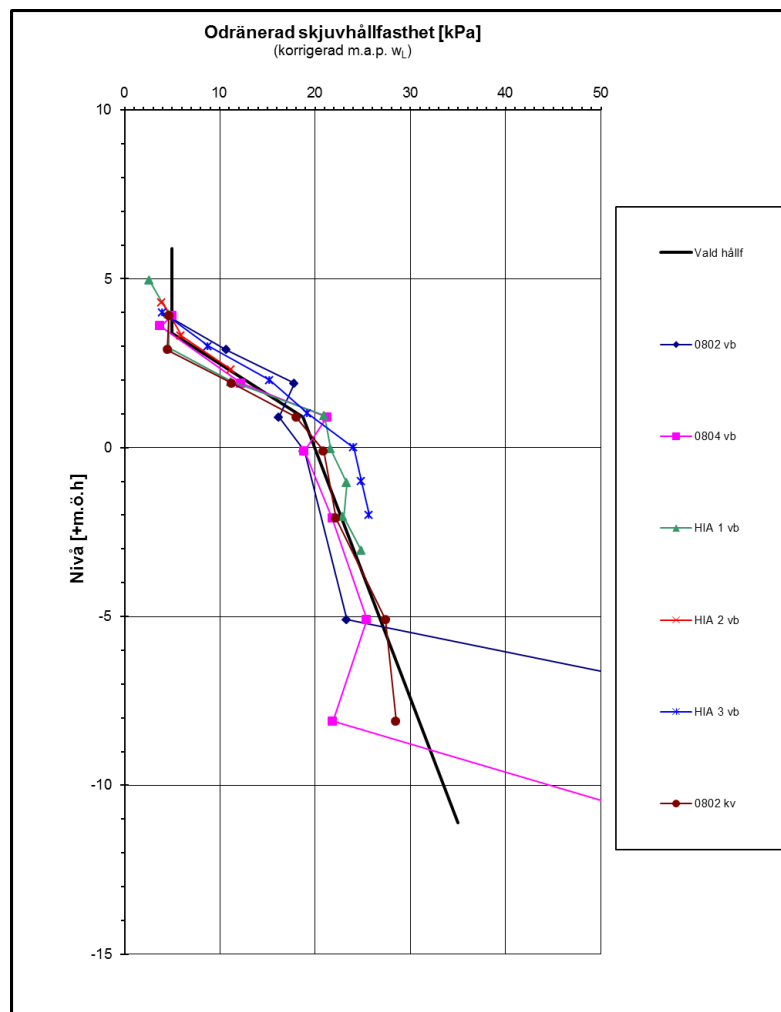
Konflytgränsen (w_L) ligger över 100 % ner till 6 m djup. Därunder varierar konflytgränsen mellan ca 40-80 %. Detta innebär att den odränerade skjuvhållfastheten (τ_{fu}) i leran, som bestämts vid vingförsök (samt fallkonförsök), reduceras med ca 0-25 % (d.v.s. korrektionsfaktorn $\mu=1,0-0,75$).

Sensitivitetstalet (S_t) varierar generellt mellan ca 10 och 30 och leran är därmed att betrakta som mellansensitiv.

5.2.3 Odränerad skjuvhållfasthet

Lerans odränerade skjuvhållfasthet (τ_{fu}) har bestämts utifrån vingförsök och fallkonförsök. Försöken har en relativt liten spridning vilket ger en bra bild av skjuvhållfasthetens tillväxt mot djupet.

Lerans odränerade skjuvhållfasthet (korrigerad med konflytgränsen) har utvärderats till konstant ca 5 kPa ner till ca 2-3 m under botten. Därunder ökar skjuvhållfastheten till att vara ca 20 kPa på nivån ca +1. Under nivån +1 ökar skjuvhållfastheten med ca 2,5 kPa per meter. I Figur 6 redovisas en sammanställning av resultaten från utförda hållfasthetsbestämningar.



Figur 6 Sammanställning och utvärdering av lerans odränerade skjuvhållfasthet

5.2.4 Geohydrologiska förhållanden

Karakteristiska vattenstånd i Göta älv vid det aktuella området redovisas i *Tabell 1*.

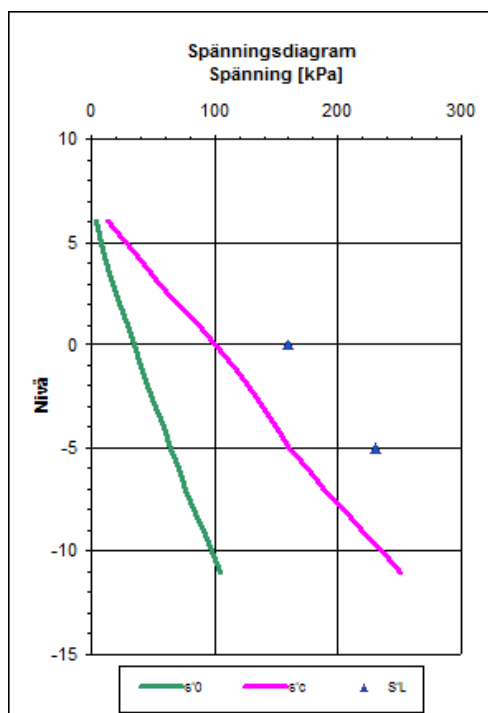
Tabell 1 Karakteristiska vattenståndsnivåer i Göta älv (uppgifter från SMHI 2009, Torshamnen, i Göteborgs lokala höjdsystem)

HHW	+11,65
MW	+9,96
LLW	+8,84

Inom de utfyllda områdena förutsätts portrycket i leran samt vattnet i underliggande friktionsmaterial sammanfalla med vattennivån med Göta älvs vattenyta.

5.3 Konsolideringsförhållanden

Lerans förkonsolideringstryck (σ'_c) har bestämts med CRS-försök från två utvalda kolvprovtagningsnivåer. Försöken visar att leran är överkonsoliderad med ca 150-200 % ($OCR \approx 2,5-3,0$), se Figur 7. Detta innebär att viss uppfyllnad kan ske på älvbotten utan att stora långtidsbundna sättningar uppkommer. Det skall dock noteras att den översta delen av leran är gytjtig. Organiska jordar såsom gytta är mycket sättningsskänsliga. I den övre delen av jordprofilen kommer därför sättningar uppstå vid pålastning. Då mäktigheten på den organiska jorden är begränsad bedöms att kompressionen ske under relativt kort tid.



Figur 7 Sammanställning av lerans effektivspänning och förkonsolideringstryck

6 Bergtekniska förhållanden

Befintliga bergslanter förekommer i områdets nordöstra del. Det finns totalt cirka 350 meter bergskärning varav 250 meter är vänd åt väster och de resterande 100 meterna är vänd mot norr. Den maximala höjden är cirka 20 meter. Bergslanterna har en lutning på 70 grader vilket motsvarar en ungefärlig lutning på 3:1.

Berget utgörs i huvudsak av en mörk grandiorit som ställvis är starkt förskiffrad. Större partier med ljus granit förekommer främst i det sydvästra hörnet av bergspartiet på vilket Arken ligger. Det finns även inslag av en mörk, basisk bergart som förmodligen är en diabas. Denna diabas är den dominerande bergarten i bergets allra nordligaste delar. Tre tydliga sprickset har identifierats till följande ungefärliga riktningar: 345/47, 50/74 och 120/74. Tre mindre (< 50 cm) brantstående svaghetszoner med riklig mängd glimmer har identifierats i befintlig skärning. De har riktningen 125/85, 70/90 och 135/60.

Slänten är förstärkt genom selektiv bultning och en nätvåd.

Det förekommer potentiella instabila block i området och förstärkningsåtgärder i form av bultning och nätning bör utföras efter en detaljerad inspektion. Bergutredningen redovisas i sin helhet i bilaga 5.

7 Hydrogeologisk bedömning

En hydrogeologisk utredning har utförts för att bedöma vilken påverkan som kan förväntas på en befintlig dagvattentunnel samt tre befintliga salamanderdammar i samband med att den södra delen av bergspartiet kring Arken sprängs bort.

Generellt görs bedömningen att norra berget och södra berget utgörs av två skilda hydrogeologiska system som endast är sammankopplade via sprickor på större djup, sannolikt under havsbotten. Den samlade bedömningen är att bortsprängning av det södra berget med stor sannolikhet inte kommer dränera det norra berget. Detta innebär att salamanderdammarna inte kommer att avvattnas vid sprängningsarbeten över havsnivån. Utlåtandet redovisas i sin helhet i bilaga 6. Salamanderdammarnas läge i plan framgår av ritning 2305466-G1.

8 Stabilitet

Stabilitetsanalyser har utförts för att kontrollera stabilitetsförhållandena för befintliga förhållanden samt hur dessa påverkas med de planerade förändringarna.

Stabilitetsanalyserna har utförts med kombinerad och odränerad analys med programmet SLOPE/W version 7.13 (Geostudio 2007). Redovisade säkerhetsfaktorer avser Morgenstern-Prices metod för cirkulär cylindrisk glidytor. Analyserna redovisas i sin helhet i Bilaga 4.

Pålarna som finns inritade i flera av beräkningssektionerna är enbart skissade och har ingen funktion i beräkningsprogrammet. Pålarnas placering och antal ska dimensioneras i senare skede.

8.1 Säkerhetsrekommendationer

Stabilitetsutredningen har utförts enligt IEG:s Rapport 4:2010 - Tillståndsbedömning/ klassificering av naturliga slänter och slänter med befintlig bebyggelse och anläggningar, där erforderlig säkerhetsfaktor gäller för *Detaljerad utredning* för markområden med markanvändningen "Planläggning".

Enligt ovanstående gäller följande rekommendation för säkerhetsfaktorn mot brott:

Tabell 2 Säkerhetsrekommendation enligt IEG:s Rapport 4:2010 för planläggning.

F_c	$\geq 1,7-1,5$
F_{komb}	$\geq 1,5-1,4$

Det rekommenderade säkerhetskravet utgörs således av ett "spann" mellan olika nivåer på erforderlig säkerhetsfaktor. Vilket krav på erforderlig säkerhetsfaktor som bör gälla 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.

Inom detaljplaneområdet är de geotekniska förhållandena relativt väl kända och ingen kvicklera förekommer inom området.

Med utgångspunkt från de förutsättningar som råder inom det aktuella området rekommenderas följande säkerhetsnivå för detaljplaneområdet.

Tabell 3 Gällande säkerhetsrekommendation för denna utredning.

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

Detaljprojektering skall utföras i enlighet med de riktlinjer som gäller enligt IEG Rapport 6:2008, rev 1, Slänter och Bankar.

8.2 Utformning och geometri

Underlag till utförda stabilitetsberäkningar för detaljplaneområdet har hämtats från utförda inmätningar, sjömätning (multibeam ekolodning Göteborgs Hamn 2011), relationsritningar för kajer samt från den digitala primärkartan.

Sprängstensvallar (som grundläggs på pålar) kommer att rama in området. Innanför vallarna ska området fyllas med muddermassor som masstabiliseras. Ovan muddermassorna byggs en ca 1,2 m tjock överbyggnad i den norra delen av området (ro-ro-hamnen) och 1,8 m överbyggnad i den södra delen av området (kortsjökontainerhamnen).

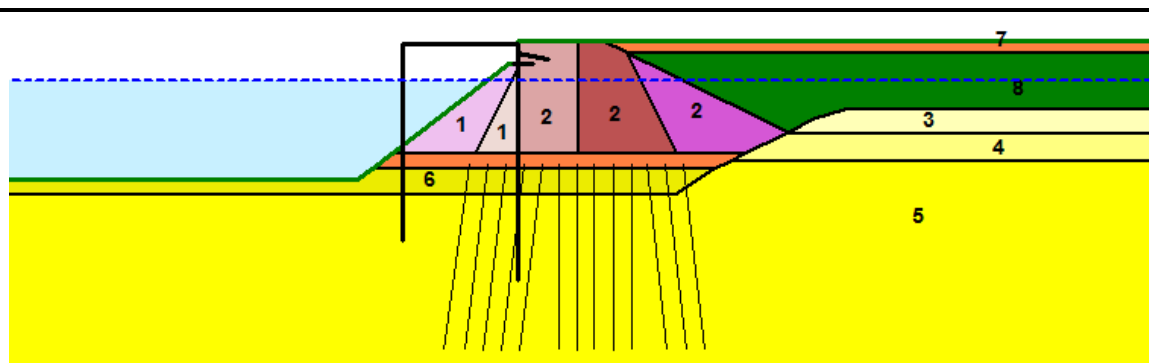
I beräkningarna har pålade ytor beaktas på ett sådant sätt pålarna för ner laster under glidyten på aktivsidan i stabilitetsberäkningen. Massor på passivsidan medräknas som mothållande.

Vattendjupet intill de nya kajerna ska vara 11 m och farledsdjupet ska vara 11,2 m, förutom till servicebåtskajen där det ska vara max 8 m närmast kajen och öka till 10 m djup en bit ut i vattnet. Då vattendjupsgränsen är oklar så bör totalstabiliteten beräknas för ett vattendjup på 10 m ända in till kajen. Vidare ska farlederna breddas/utökas söder om Älvsborgshamnen samt sydväst om Lilla Aspholmen. Intill kajplats 750 ska vattendjupet vara 10 m under medelvattenytan.

8.3 Materialparametrar

I nedanstående tabell redovisas exempel på de materialparametrar som använts vid stabilitetsberäkningarna. Materialparametrarna redovisas i sin helhet för respektive beräkningssektion i Bilaga 4.

Tabell 4 Utvärderade materialparametrar.



Jordlager	Bedömda materialegenskaper	
1. Pålbar sprängstensfyllning	Tunghet, γ Tunghet ovan vy Friktionsvinkel, ϕ'	21 kN/m ³ 18 kN/m ³ 42°
2. Sprängstensfyllning	Tunghet, γ Tunghet ovan vy Friktionsvinkel, ϕ'	21 kN/m ³ 18 kN/m ³ 44°
3. Lera 1	Tunghet, γ Odränerad skjuvhållfasthet, τ_{fu} Friktionsvinkel, ϕ'	15 kN/m ³ 5 kPa 30°
4. Lera 2	Tunghet, γ Odränerad skjuvhållfasthet, τ_{fu} Friktionsvinkel, ϕ'	15,5 kN/m ³ 5+5,5*z kPa, z=0 ¹ på nivån +3,5 30°
5. Lera 3	Tunghet, γ Odränerad skjuvhållfasthet, τ_{fu} Friktionsvinkel, ϕ'	16 kN/m ³ 20+5,5*z kPa, z=0 ¹ på nivån +0,8 30°
6. Lera 4	Tunghet, γ Odränerad skjuvhållfasthet, τ_{fu} Friktionsvinkel, ϕ'	16 kN/m ³ 5+11*z kPa 30°
7. Överbyggnad	Tunghet, γ Tunghet ovan vy Friktionsvinkel, ϕ'	21 kN/m ³ 20 kN/m ³ 35°
8. Muddermassor ostabiliserade	Tunghet, γ Odränerad skjuvhållfasthet, τ_{fu} Friktionsvinkel, ϕ'	15,5 kN/m ³ 5 kPa 30°
8. Muddermassor masstabiliserade	Tunghet, γ Odränerad skjuvhållfasthet, τ_{fu}	18 kN/m ³ 70 kPa

¹ z≥0.

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.

8.4 Grundvatten, portryck och vattennivå

Vattennivån i Göta Älv har ansatts på nivån +8,84 vilket motsvarar lägsta lågvattennivån (LLW). Vid lägsta lågvatten är vattnets mothållande effekt som lägst vilket därmed utgör det farligaste fallet för stabiliteten. Portrycket i leran har valts hydrostatiskt.

14 (25)

kommer inga förändringar att utföras avseende vare sig vattendjup, marklaster eller verksamhet. Med utgångspunkt från dessa förutsättningar bedöms de befintliga kajernas stabilitetsituation vara tillfredsställande.

8.7 Stabilitet nya anläggningar och konstruktioner

För att skapa de nya ytorna planeras den gamla småbåtshamnen och området söder om Lilla Aspholmen att fyllas med muddermassor som masstabiliseras.

8.7.1 Muddermassornas egenskaper efter masstabilisering

Masstabilisering av muddermassor har stora likheter med kalk/cement-pelare, som är vanligt förekommande vid tex väg- och järnvägsbyggen. Den stora skillnaden är att masstabiliseringen utförs över ett stort område och på generellt relativt små djup. Vid utförandet av masstabiliseringen sprutas bindemedel in i massorna samtidigt som materialet rörs om för att få en så homogen sammansättning som möjligt. För att bindemedlet inte ska läcka ut i naturen så stoppas man injekteringen strax under markytan. Det är därför inte ovanligt att den översta biten får en något mindre inblandningsmängd och därmed lite försämrade egenskaper. Det har visat sig att om man vid utförandet använder sig av överlast/arbetsbädd så erhålls bättre hållfasthetsegenskaper än där det stabiliserade materialet har fått härda utan överlast.

Vid processtabilisering blandas bindemedlet och materialet som ska stabiliseras i en cistern för att sedan tippas eller pumpas ut i utfyllnadsområdet. Utfyllnadsområdet måste vara invallat för att massorna ska ligga kvar. Processtabilisering är bättre än masstabilisering om det gäller större ytor, då det är mer effektivt och blandningen blir mer homogen.

Densitet

De muddermassor som planeras att användas till utfyllnaden har en densitet på ca $1,3 \text{ t/m}^3$. Muddermassorna ska stabiliseras med en blandning av kalk, cement och aska. Vid masstabiliseringen kommer densiteten att höjas med 10-15 %. Densiteten kommer därmed att höjas till ca $1,5 \text{ t/m}^3$. Dessa prover är tagna i de lösa sedimenten som kommer ifrån underhållsmuddringarna. Vid breddning av farlederna kommer massor med högre densitet att grävas bort, se kap 5.2.2.

Dimensionerande skjuvhållfasthet

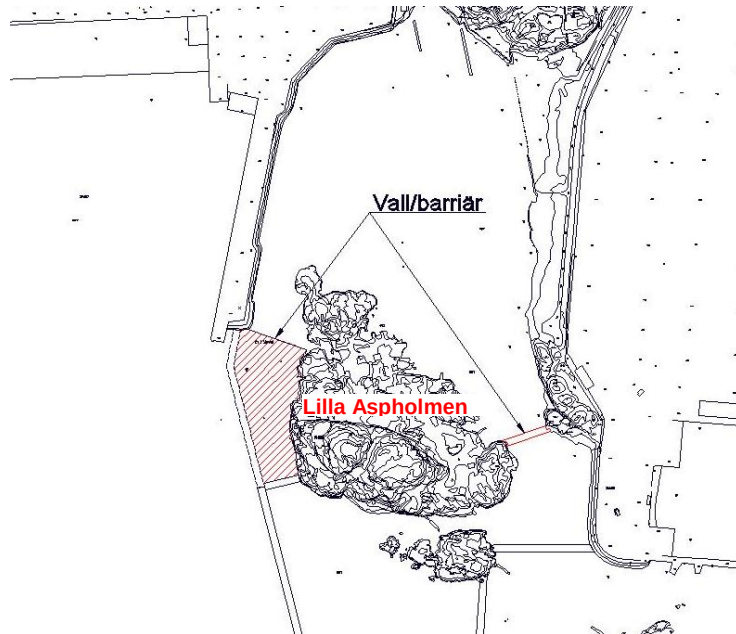
Högre andel bindemedel ger en högre skjuvhållfasthet. Kostnaden för bindemedlet måste därmed vägas mot kostnaden för de geotekniska åtgärderna som är nödvändiga i området. Vid laborietester som hamnen tidigare utfört på samma typ av stabiliserat mudder har det visat sig att 70 kPa vara en skjuvhållfasthet som relativt enkelt uppnås med en "vanlig" inblandningsmängd. I utförda beräkningar har därför den dimensionerande skjuvhållfastheten ansatts till 70 kPa.

8.7.2 Stabilitetsberäkningar under utförande och permanentskede

Innervall för etappvis utfyllnad

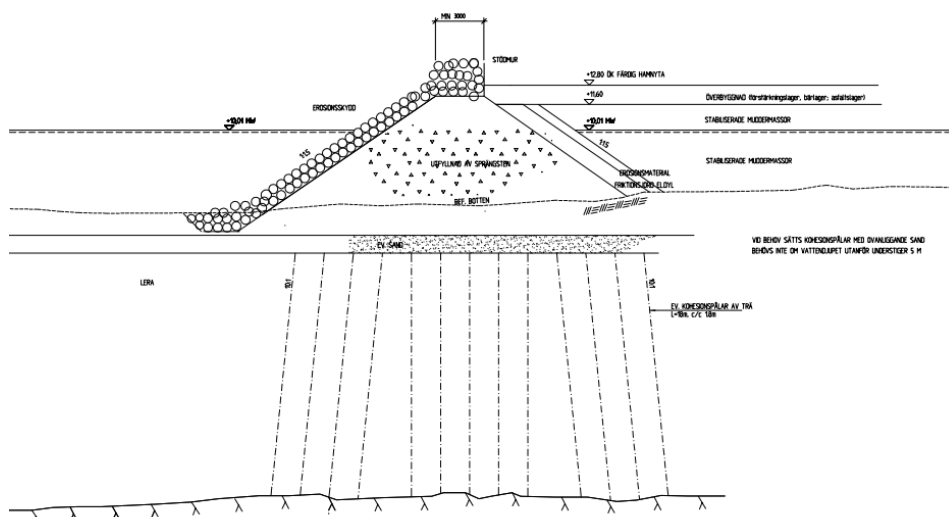
Utfyllnaden planeras att pågå under en längre tid, kanske flera år. Då området är stort utförs utfyllnaden och masstabiliseringen etappvis. För att skapa ett område där massor kan tippas och stabiliseras i en första etapp byggs en innervall på den östra sidan om

Lilla Aspholmen. På västra sidan kommer ett område att fyllas ut för att användas som etableringsyta och detta område ska också fungera som barriär till det första (norra) utfyllnadsområdet, se Figur 9.



Figur 9 Invallning av det norra utfyllnadsområdet

Vallen byggs upp till nivån +12,05 och utformas enligt Figur 10. Den översta delen av vallen grävs bort innan överbyggnaden läggs på plats. Fler innervallar kan komma att bli aktuella inom den gamla småbåtshamnen för att skapa en ytterligare indelning.

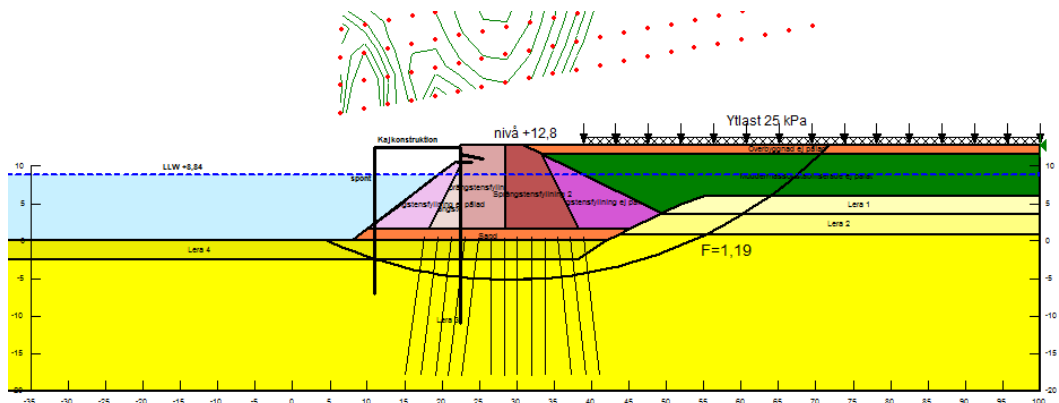


Figur 10 Utformning innervall

Beräkningar har utförts för fallet där muddermassor har fyllts ut till dess slutliga nivå och ännu inte härdat, och utfyllnaden inte har påbörjats på andra sidan vallen. Detta utgör det

Färdig terminalyta vid kajplats 750 under brukstiden

Beräkningar har utförts för bruksskedet, dvs med gällande marklast inräknad. Säkerhetsfaktorerna mot brott har beräknats till $F_{\text{komb}}=1,19$ respektive $F_c=1,34$ för kombinerad respektive odränerad analys, se Figur 13.



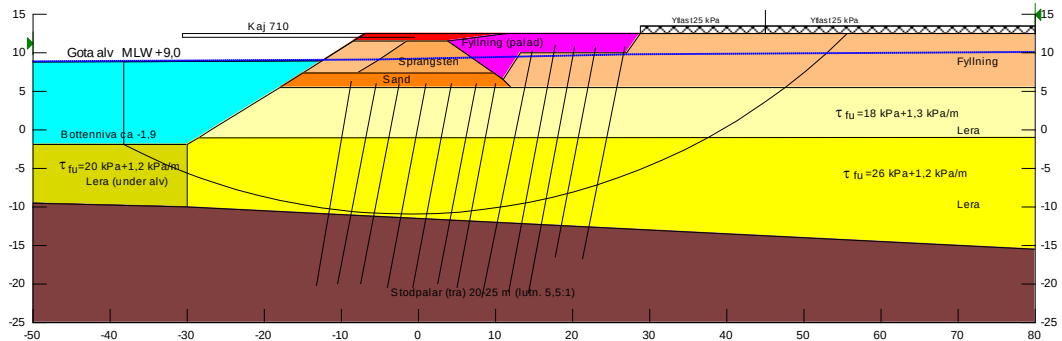
Figur 13 Stabilitetsberäkning för kajplats 750 färdig yta, kombinerad analys

Stabilitetssituationen är därmed inte tillfredställande stabil. Stabilitetsförbättrande åtgärder krävs för att önskad säkerhet ska uppnås. En lämplig åtgärd är att komplettera med ett antal rader kohesionspålar innanför den befintliga sprängstensvallen.

Muddring för kajplats 713

Muddring blir nödvändigt vid kajplats 713 samt österut. För att få in de nya stora båtarna behövs ett vattendjup på 11 m. Då kajplats 712 är anlagd på fast botten kommer stabilitetsförhållandena för denna kajplats inte påverkas av muddringsarbetena. Längre österut längs Älvsborgshamnen vilar sprängstensvallen på lera. Kohesionspålar bär upp sprängstensvallen och fyllnadsmaterialet en bit innanför vallen.

Vid kajplats 710, som är belägen i Älvsborgshamnens östra del, utförde SWECO en fördjupad stabilitetsutredning år 2004. Här är lerdjupen mäktigare och går ner till nivån ca -10- -15, dvs ca 20-25 m under medelvattenytan. Beräkningarna visar att de farligaste glidyterna är stora glidyter som går ner till stort djup och sedan slår upp vid släntfoten. Säkerhetsfaktorn mot brott ligger på ca $F=1,4-1,5$. I beräkningen är vattendjupet satt till 11 m under medelvattenytan, se Figur 14.



Figur 14 Kajplats 710, stabilitetsberäkning, kombinerad analys

Muddringen ska utföras på ett avstånd av mellan ca 100-150 m från Älvsborgshamnens kajkant. På grund av det långa avståndet och de redan tillfredställande förhållandena så finns det ingen risk att denna fördjupning av älvbotten ska ha någon negativ inverkan på stabilitetsförhållandena vid den befintliga anläggningen.

Söder om kajplats 713 ligger Stora Aspholmen. Ön utgörs av berg och påverkas alltså inte ur stabilitetssynpunkt.

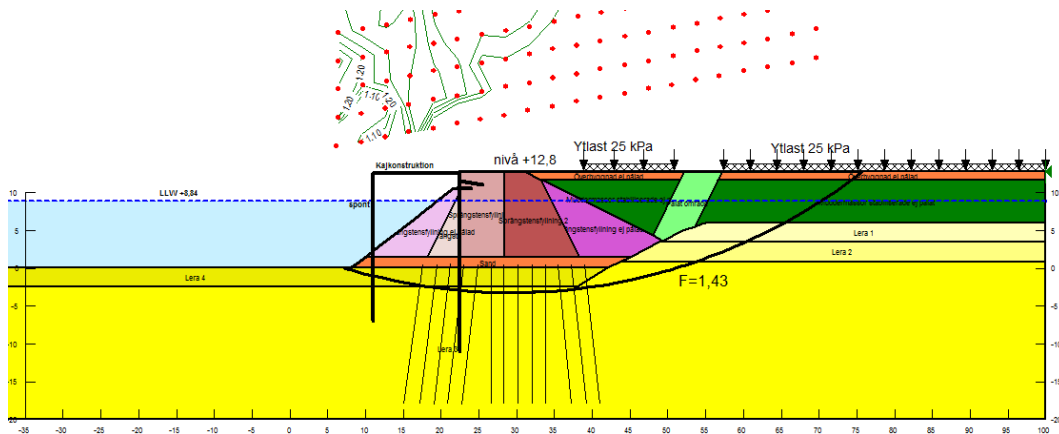
8.7.3 Geotekniska stabilitetsförbättrande åtgärder

Pir vid kajplats 750

Beräkningar har visat att stabilitetsförbättrande åtgärder erfordras för att nå upp till gällande säkerhetskrav för piren vid kajplats 750.

För att nå upp till önskad säkerhetsnivå måste pålning utföras intill sprängstensvallarna. Befintlig vall är uppbyggd med sprängsten och pga att pålarna inte går under hela sprängstensfyllningen, kommer det bli ett glapp mellan gamla och nya pålar. Anledningen är att det inte går att slå vanliga kohesionspålar genom sprängstensfyllningen, och borrade pålar är alltför kostsamt.

Önskad säkerhetsnivå uppnås genom att ett område med ca 5 m bredd avlastas med kohesionspålar, enligt utförda beräkningar. Säkerhetsfaktorn mot brott uppgår till $F_{\text{komb}} = 1,43$ respektive $F_c = 1,65$ för kombinerad respektive odränerad analys, se Figur 15.



Figur 15 Kajplats 750 nya pålar, kombinerad analys

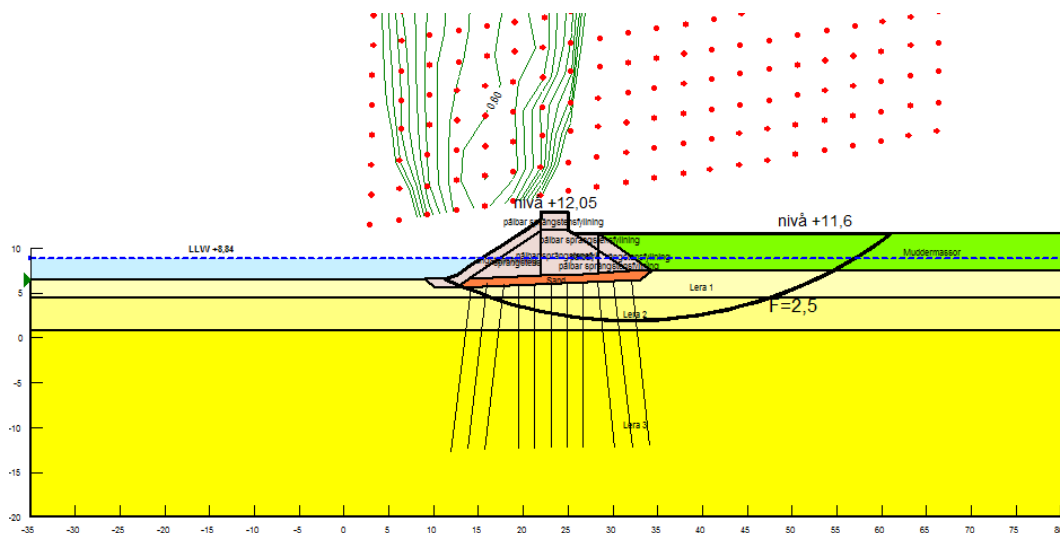
20 (25)

PM
2013-12-16
LILLA ASPHOLMEN. GEOTEKNISK
UTREDNING FÖR DETALJPLAN

Detta förutsätter att skjuvhållfastheten i de stabiliserade muddermassorna uppgår till minst 70 kPa. En beräkning har utförts för ett fall med en dimensionerande skjuvhållfasthet på 60 kPa. Beräkningen visar att den lägre skjuvhållfastheten skulle innebära att det behöver pålas ca 2 extra rader med kohesionspålar.

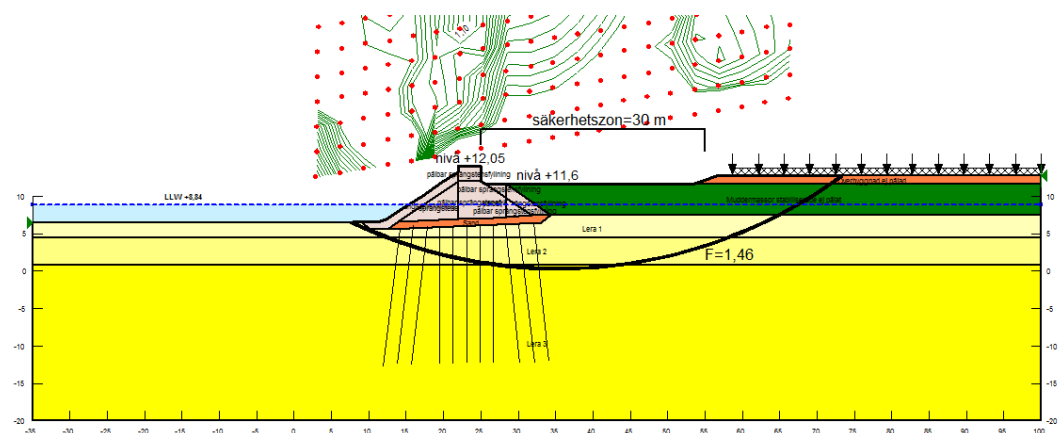
Innervall

Beräkningar har visat att stabilitetsförbättrande åtgärder erfordras för att en tillfredsställande säkerhet ska uppnås för innervallen. Lämpligtvis grundläggs vallen på kohesionspålar. I Figur 18 redovisas en beräkning som ett exempel för en pålad innervall. Säkerhetsfaktorn för den redovisade glidyten uppgår till $F_{\text{komb}}=2,5$. Den exakta utformningen av pålningen bestäms vid detaljprojekteringen.



Figur 16 Innervall, exempel efter kohesionspållning.

När det masstabiliserade muddret har härdat finns det möjlighet att lägga på överbyggnad och bygga upp en del av ytan till slutlig nivå. Då innervallen är mycket mindre än en permanent yttervall så går det inte att använda området precis intill vallen till hamnens vanliga verksamhet. Det behövs en säkerhetszon på minst 30 m bakom innervallen där marken inte får belastas utöver det masstabiliserade muddret, se Figur 17.

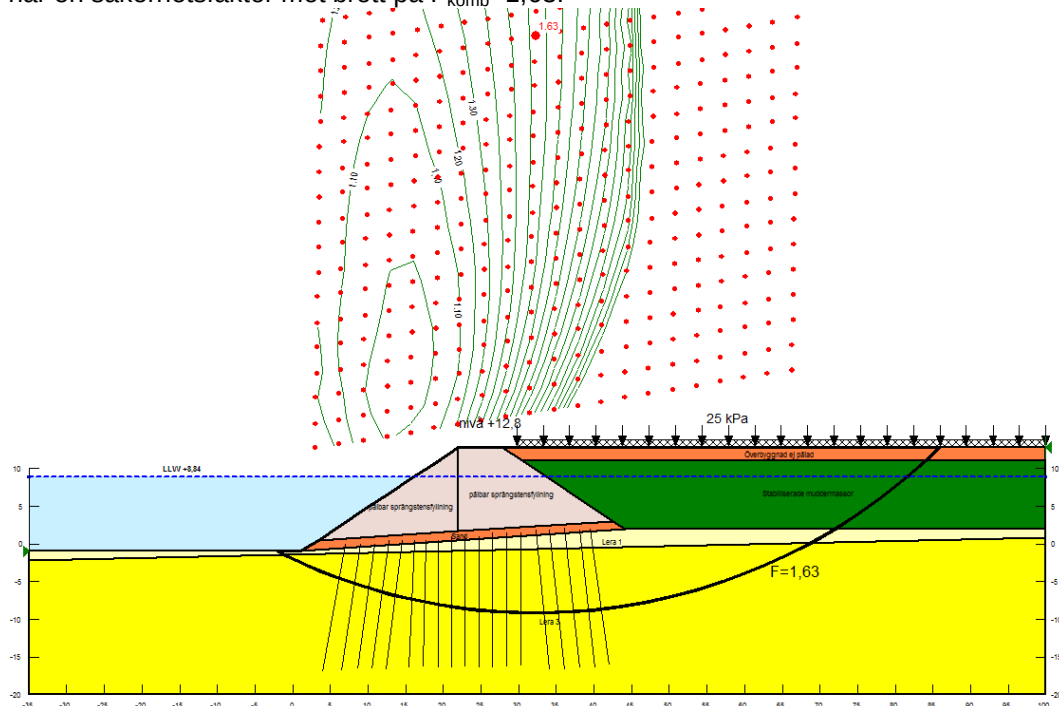


Figur 17 Innervall, säkerhetszon.

8.7.4 Utformning av invallande sprängstensvallar, yttervallar

De nya vallarna som ska omge utfyllnadsområdet byggs upp med sprängsten och pålas med kohesionspålar.

En beräkning för en pålad sprängstensvall redovisas i *Figur 18*. Den redovisade glidyten har en säkerhetsfaktor mot brott på $F_{\text{komb}}=1,63$.

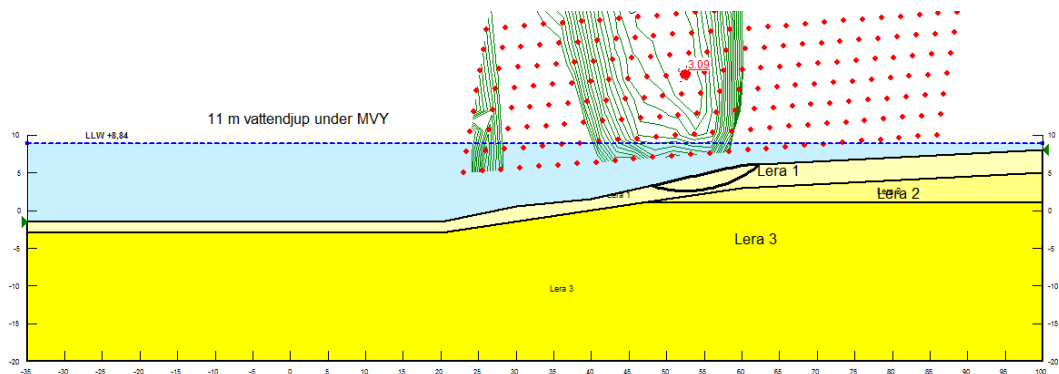


Figur 18 Stabilitet för nya yttervallar

Pålarna som finns inritade i beräkningssektionen är enbart skissade och har ingen funktion i beräkningsprogrammet. Vid detaljprojekteringen utformas vallen och pålarna för att uppfylla uppställda säkerhetskrav för permanentskedet. Detaljprojektering skall utföras i enlighet med de riktlinjer som gäller enligt IEG Rapport 6:2008, rev 1, Slänter och Bankar.

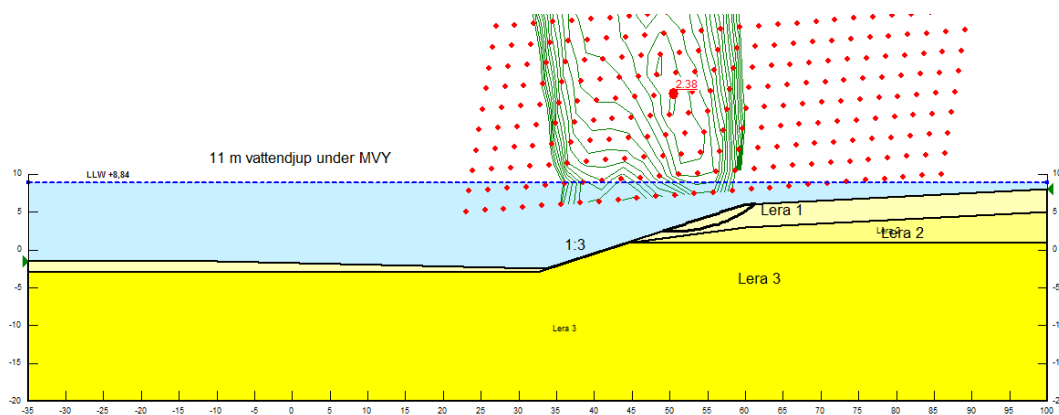
8.7.5 Släntstabilitet under vattenytan

En beräkning har utförts för att kontrollera säkerheten mot stabilitetsbrott under vattenytan öster om kajplats 713. Då det är oklart vilken nivå berget ligger på inom området som ska muddras, så har det i beräkningarna ansatts lera till stort djup. Detta antagande är det ur stabilitetssynpunkt sämsta alternativet. En beräkning utförd för befintliga förhållanden med ett vattendjup på 11 m under MVY visar på att säkerheten mot brott är mycket bra. Den farligaste framräknade glidyten går i sin helhet i det översta muddret och säkerhetsfaktorn överstiger $F=3$, se *Figur 19*.



Figur 19 Stabilitet för undervattensslänt, kombinerad analys

Då det är osäkert om samma släntlutning kommer anläggas vid breddningen av farleden så har en beräkning utförts för ett fall med en slänt som är mycket brantare än den befintliga. Beräkningarna visar att för en slänt med lutningen 1:3 så överstiger säkerhetsfaktorn $F=2$. Släntstabiliteten under vattenytan bedöms därmed vara tillfredställande stabil, både för befintliga förhållanden och för den planerade muddringen, se Figur 20.



Figur 20 Stabilitet för brant undervattensslänt, kombinerad analys

Då förhållandena i beräkningen har antagits på säkra sidan, dvs med stora lerdjup, så blir beräkningen även representativ för muddringen som ska utföras väster om Lilla Aspholmen.

8.8 Sättningar befintliga förhållanden

Vid okulär besiktning är det tydligt att den befintliga piren vid kajplats 750 har satt sig. Uppskattningsvis uppgår sättningarna till ca 0,5 m. Själva kajkonstruktionen är dock pålad till fast botten och har inte rört sig.

8.9 Sättningar nya anläggningar och konstruktioner

Då leran i den gamla småbåtshamnen är överkonsoliderad går det att lägga på last upp till en viss nivå utan att långtidssättningar uppkommer. Det går uppskattningsvis att fylla ca 0,7 m muddar utan att konsolideringssättningar uppkommer i leran under gyttjan. Initialt kommer det dock utbildas stora sättningar överst i gyttjan, uppskattningsvis 30-50 cm.

Uppfyllnad till önskad nivå (+12,8) och med en utbredd last på 25 kPa medför sättningar i storleksordningen 1,7 m, varav ca 50-60 cm är momentana sättningar som tas ut kort efter pålastning. Konsolideringssättningar och krypning förväntas pågå under många år. Efter 5 år med full belastning förväntas ca 40 % av sättningarna ha tagits ut.

9 Slutsatser, krav och rekommendationer

9.1 Grundläggning och stabilitet

Stabilitetsförhållandena för befintliga förhållanden är tillfredställande. För nybyggnation krävs åtgärder för att klara uppställda säkerhetskrav med avseende på stabiliteten inom områden som skall fyllas ut. Åtgärderna innebär att de nya vallarna skall grundläggas på pålar. Vidare krävs även att innan masstabiliseringen påbörjas ska pålar installeras bakom den befintliga piren (kpl 750).

Tippning av muddermassor och masstabilisering kan utföras intill befintlig vall. Den färdiga ytan får inte belastas innan nödvändiga pålningsarbeten är utförda. Pålningen utförs innan tippning påbörjas vid platsen för pålarna. Ovan kohesionspålarna utläggs ett ca 1 m mäktigt lastfördelande sandskikt över hela det pålade området. Sanden ska fördela den nya lasten ner i pålarna. Om pålning utförs efter tippning och masstabilisering måste massor avlägsnas för att möjliggöra anläggning av lastfördelande pålplattor. Arbetet med pålning efter masstabilisering rekommenderas inte då det troligtvis blir mycket kostsamt och svårt att utföra.

Den dimensionerande skjuvhållfastheten har ansatts till 70 kPa. Vid utförandet av masstabiliseringen skall bindemedelstyp och inblandningsmängd anpassas för att uppfylla detta villkor. Om lägre hållfasthet väljs krävs en komplettering med fler pålrader innanför vallarna.

Åtgärden är dimensionerad efter en ytlast på 25 kPa utbredd last. Om ytan i framtiden ska användas för större laster än 25 kPa utbredd last, måste en geoteknisk utredning utföras för att utreda behovet av ytterligare geotekniska förstärkningsåtgärder.

I samband med muddringsarbetena kan sprängning bli aktuellt söder om Älvsborgshamnen där det grundar upp mot öarna, samt sydväst om Lilla Aspholmen, där det grundar upp mot ett antal små kobbar.

9.2 Sättningar

Sättningar kommer att uppstå i leran under det masstabiliserade muddret. Uppfyllnadsarbetena planeras att utföras under så pass lång tid att de största sättningarna har tagits ut när den nya ytan tas i bruk. Då sättningar i området kan pågå under många år så är det stor risk att det blir stora ojämnheter inom området, speciellt med tanke på att det kommer vara noll-sättning i de bortsprängda bergsområdena, och intill de pålade kajerna, samt mycket små sättningar inom de kohesionspålade områdena.

Om tiden finns är det fördelaktigt att i ett så tidigt skede som möjligt bygga upp området till slutlig nivå, eller eventuellt något högre, utan att asfaltera. Marken får sedan sätta sig tills det är dags att asfaltera och ta ytan i bruk. På detta sätt får så mycket sättningar som möjligt tas ut i ett tidigt skede och en korrigering av markytans nivå utförs innan asfaltering.

10 Planbestämmelser

Med avseende på de geotekniska förhållandena krävs ett antal planbestämmelser.

- Alla nya vallar ska pålas
- Kompletterande pålning ska ske bakom befintlig pir (kajplats 750).
- Hamnbassängen intill befintliga kajer vid Älvsborgshamnen och Arendal får inte fördjupas. Underhållsmuddring för att behålla befintliga nivåer får dock ske.
- En lastrestriktion på 25 kPa utbredd last sätts inom hela det utfyllda området.

Göteborg 2013-12-16
SWECO Infrastructure, Geoteknik

Karin Tilgmann

Bilaga 1

 samhällsbyggnad Geo Göteborg Rullagergatan 6 415 26 Göteborg Tfn: 031-727 25 00/ -602/ -784/ -841/ -891 Fax: 031-727 25 03					Bilaga:									
					Sammanställning av									
					Laboratorieundersökningar									
					Projekt Lilla Aspholmen									
					Uppdragsnummer 2305294									
Utrustning Skr Kv St I Kv St II X					Borrhål 2									
					Fältundersökning 2008-01-10									
					Labundersökning 2008-01-21									
					Granskning 2008-01-23 KS									
Sekt./BH	Fri vattenyta i provhål m				Den- sitet	Vatten- kvot	Konfl. gräns	Sensi- tivet	Skjuvhållfasth		Matr. typ	Tjälf.- klass		
Djup m	Benämning								(okorrig) (korrig.)					
					t/m³	w %	w _L %	S _t	τ _{fu} kPa	τ _{fu} kPa	ATBväg	ATBväg		
									Kon	Kon				
6,0	grågrön lerig GYTTJA				1,42 1,42 1,44	119 131	 106	 10	 7	 4				
7,0	grågrön lerig GYTTJA, enstaka gruskorn, stora skalrester				1,42 1,45 1,54	117 106	 82	 9	 6	 5				
8,0	grå ngt gyttjig ngt siltig LERA, skalrester				1,55 1,54 1,49	87 95	 81	 31	 15	 12				
9,0	grå LERA / grå sandig siltig LERA, skalrester				1,57 1,69 1,83	72 39	 36	 20	 18	 19				
10,0	grå LERA				1,56 1,56 1,55	82 81	 76	 26	 27	 21				
12,0	grå LERA				1,60 1,58 1,59	73 75	 72	 23	 28	 22				
15,0	grå sulfidfläckig ngt siltig LERA, enstaka skalrester				1,62 1,61 1,62	66 64	 65	 20	 33	 27				
18,0	grå sulfidfläckig siltig LERA				1,66 1,67 1,69	63 58	 68	 12	 35	 29				

Bilaga 2

WSPWSP Samhällsbyggnad, Geo Göteborg
Tel lab 031-7272602/522
Tel kontor 031/7272500**ÖDOMETERFÖRSÖK****CRS**

0.7%/h

Uppdrag

2305294

Datum

2008-01-29

Projekt

Lilla Aspholmen

Testkod: LILLA 10. CRS

Jordart

u

W % Före

W % Efter

 v_c kPa

101

 M_L kPa

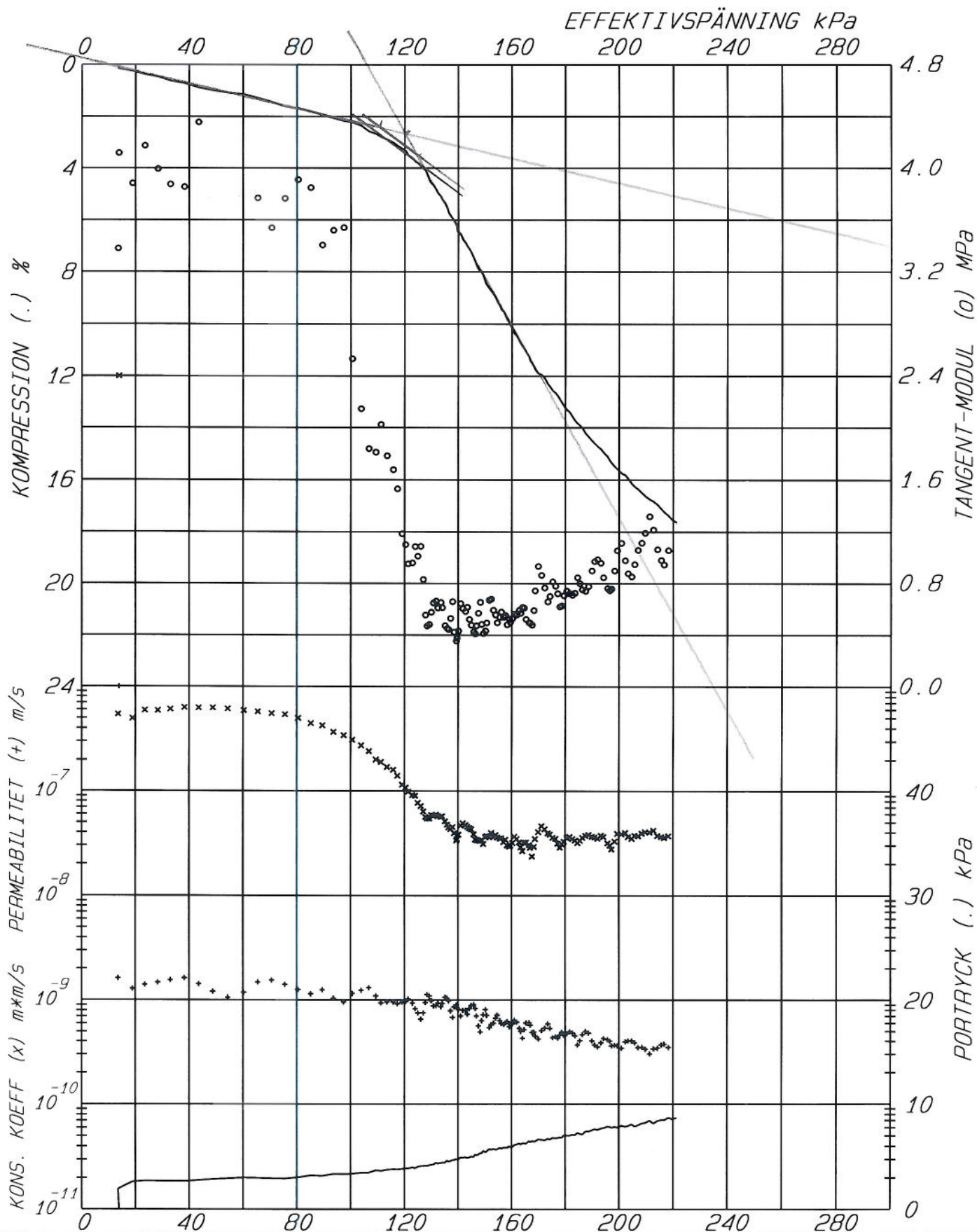
540

Borrhål

2

Djup

10 m



WSPWSP Samhällsbyggnad, Geo Göteborg
Tel lab 031-7272602/522
Tel kontor 031/7272500**ÖDOMETERFÖRSÖK****CRS**

0.7%/h

Uppdrag
2305294Datum
2008-01-29Projekt
Lilla Aspholmen

Testkod: LILLA 15. CRS

Jordart
(silt)

W % Före

W % Efter

 ∇'_C kPa M_L kPa

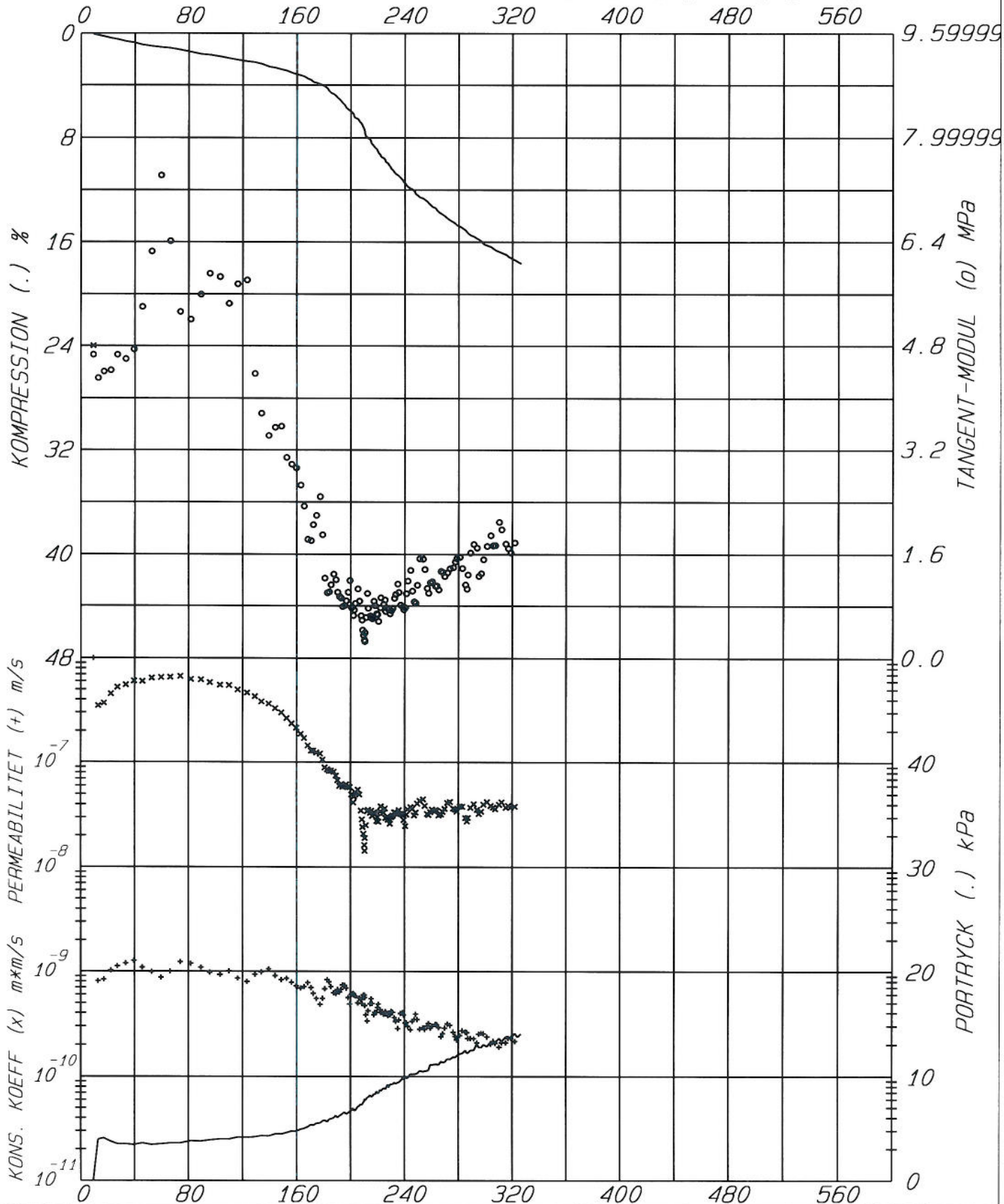
Borrhål

2

Djup

15m

EFFEKTIVSPÄNNING kPa



WSPWSP Samhällsbyggnad, Geo Göteborg
Tel lab 031-7272602/522
Tel kontor 031/7272500**ÖDOMETERFÖRSÖK****CRS**

0.7%/h

Uppdrag

2305294

Datum

2008-01-29

Projekt

Lilla Aspholmen

Testkod: LILLA 15.CRS

Jordart

(S)le

W % Före

W % Efter

 σ'_c kPa

161

 M_L kPa

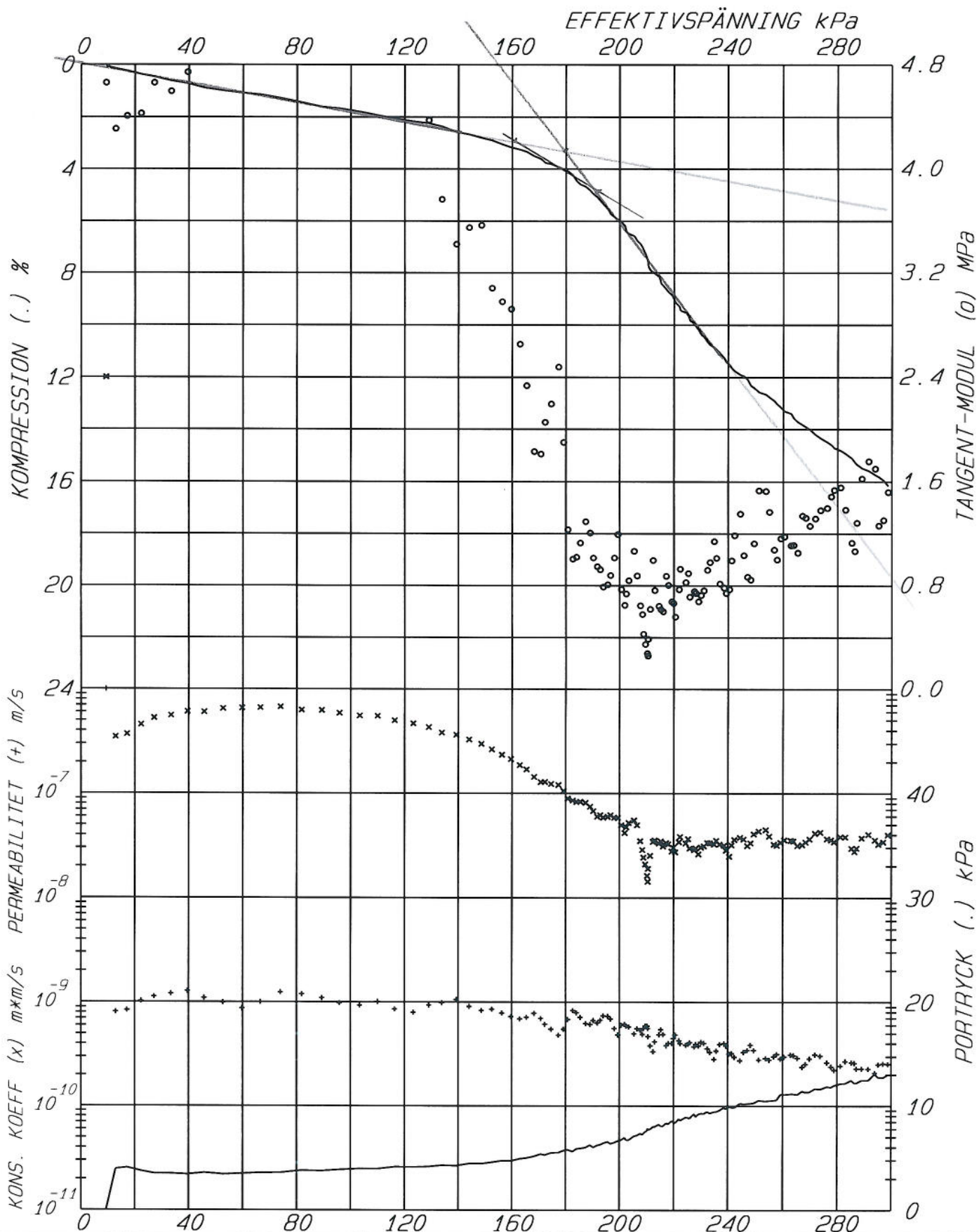
740

Borrhål

2

Djup

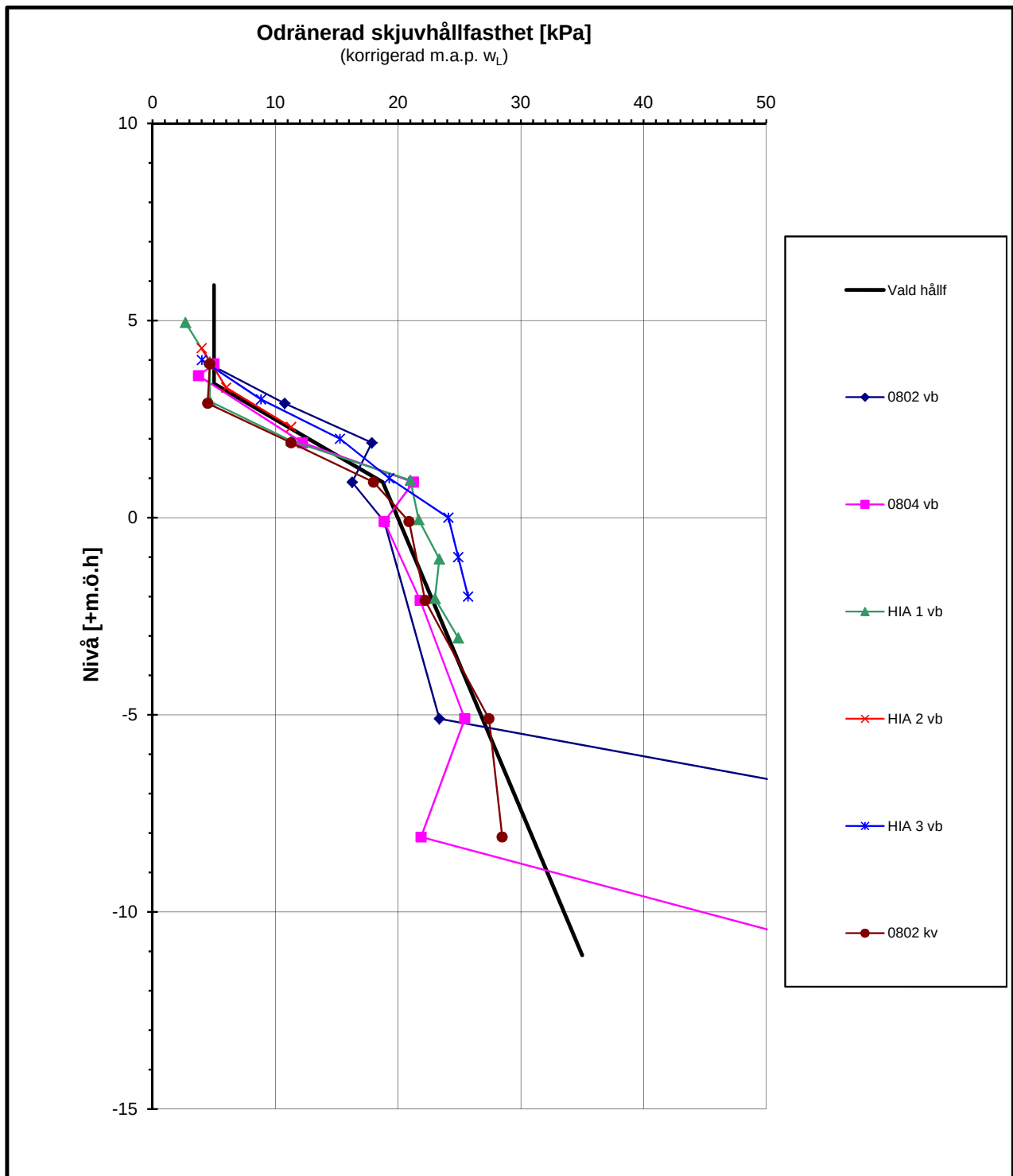
15m.



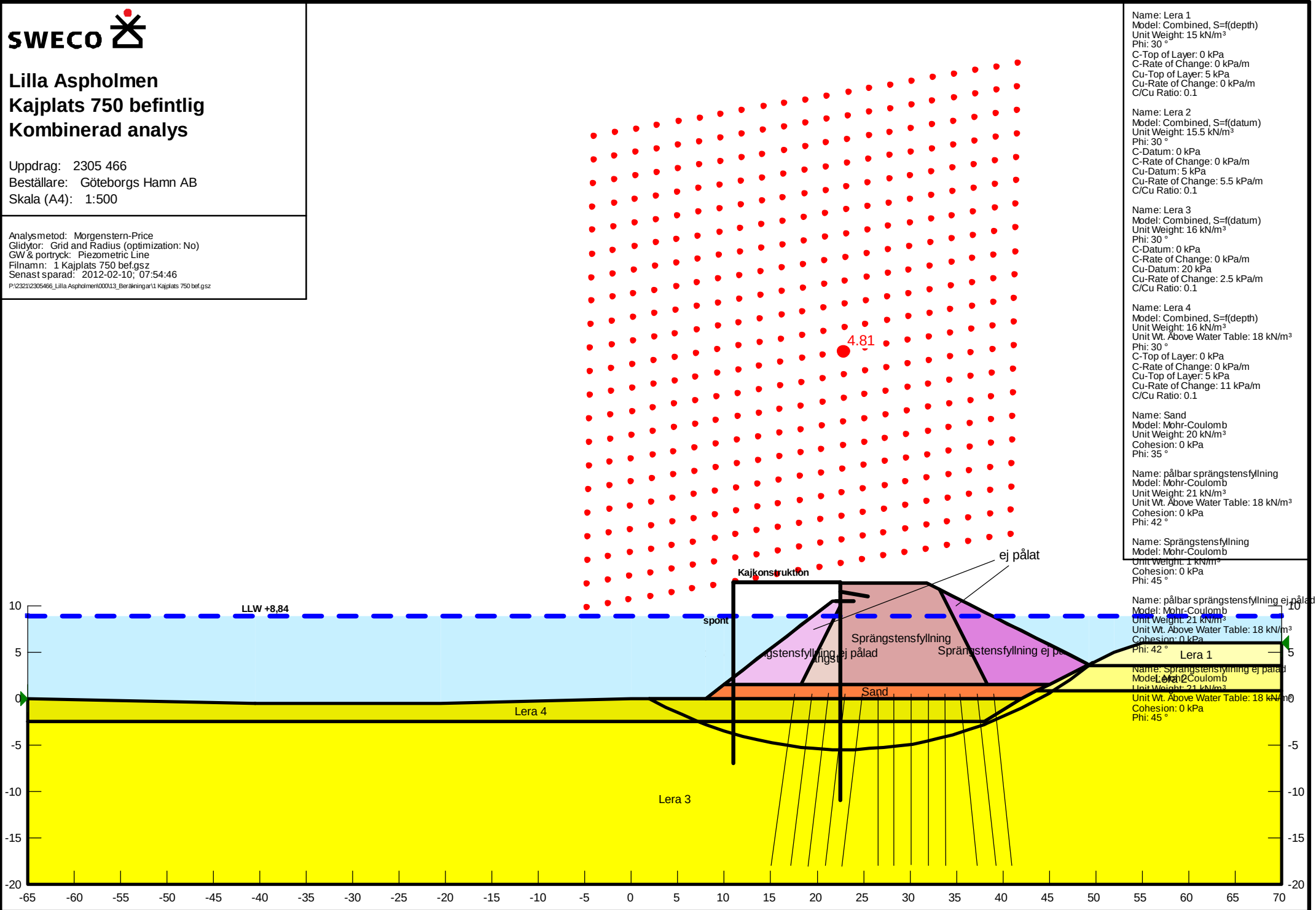
Bilaga 3

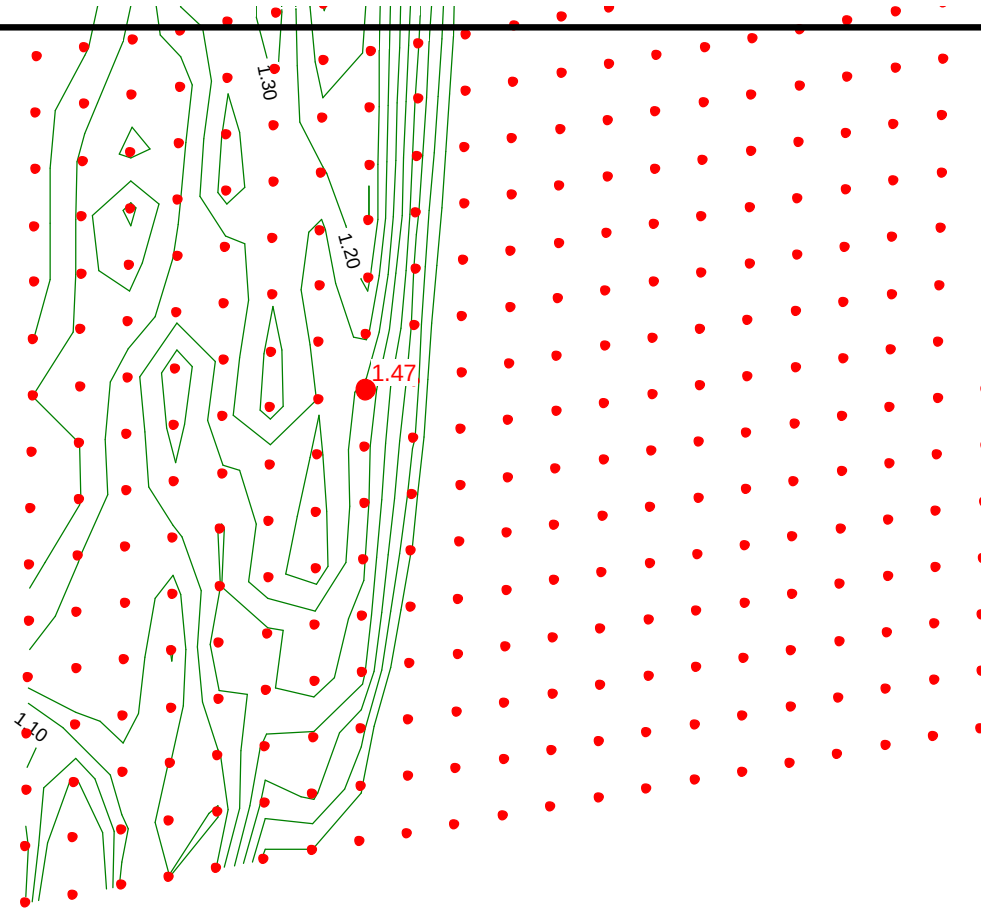
Lilla Aspholmen

Sammanställning av skjuvhållfasthetsbestämningar



Bilaga 4





Name: Lera 1
Model: Combined, S=f(depth)
Unit Weight: 15 kN/m³
Phi: 30 °
Cu-Top of Layer: 5 kPa
Cu-Rate of Change: 0 kPa/m
C/Cu Ratio: 0.1

Name: Lera 2
Model: Combined, S=f(datum)
Unit Weight: 15.5 kN/m³
Phi: 30 °
Cu-Datum: 5 kPa
Cu-Rate of Change: 5.5 kPa/m
C/Cu Ratio: 0.1
Elevation: 3.5 m

Name: Lera 3
Model: Combined, S=f(datum)
Unit Weight: 16 kN/m³
Phi: 30 °
Cu-Datum: 20 kPa
Cu-Rate of Change: 2.5 kPa/m
C/Cu Ratio: 0.1
Elevation: 0.8 m

Name: Lera 4
Model: Combined, S=f(depth)
Unit Weight: 16 kN/m³
Unit Wt. Above Water Table: 18 kN/m³
Phi: 30 °
Cu-Top of Layer: 5 kPa
Cu-Rate of Change: 11 kPa/m
C/Cu Ratio: 0.1

Name: Sand
Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 20 kN/m³
Cohesion: 0 kPa
Phi: 35 °

Name: pålar sprängstensfyllning
Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 21 kN/m³
Unit Wt. Above Water Table: 18 kN/m³
Cohesion: 0 kPa
Phi: 42 °

Name: Sprängstensfyllning 1
Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 21 kN/m³
Unit Wt. Above Water Table: 18 kN/m³
Cohesion: 0 kPa
Phi: 45 °

Name: pålar sprängstensfyllning ej pålad
Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 21 kN/m³
Unit Wt. Above Water Table: 18 kN/m³
Cohesion: 0 kPa
Phi: 42 °

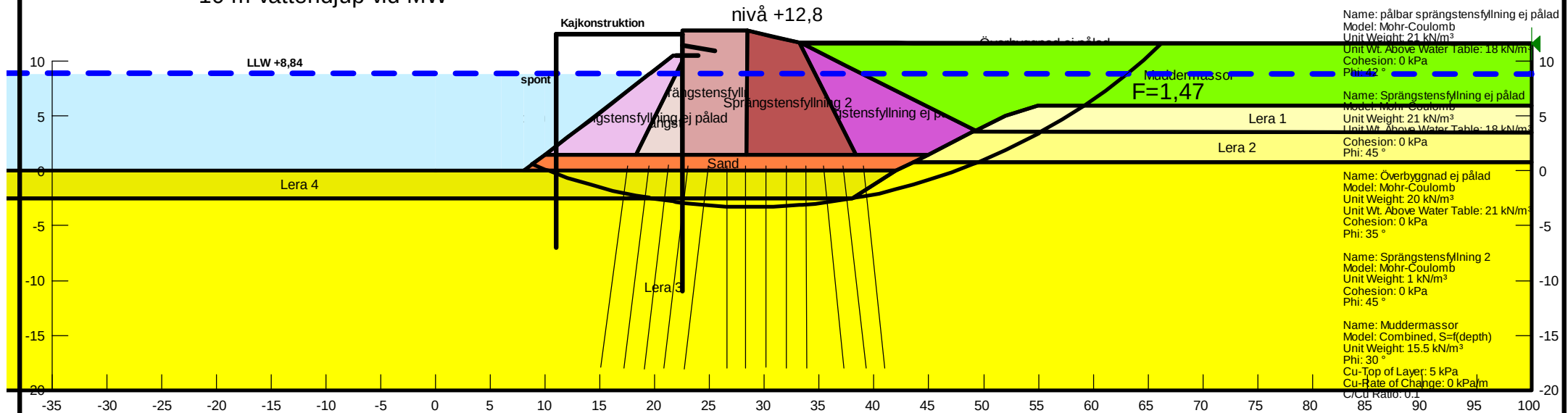
Name: Sprängstensfyllning ej pålad
Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 21 kN/m³
Unit Wt. Above Water Table: 18 kN/m³
Cohesion: 0 kPa
Phi: 45 °

Name: Överbyggnad ej pålad
Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 20 kN/m³
Unit Wt. Above Water Table: 21 kN/m³
Cohesion: 0 kPa
Phi: 35 °

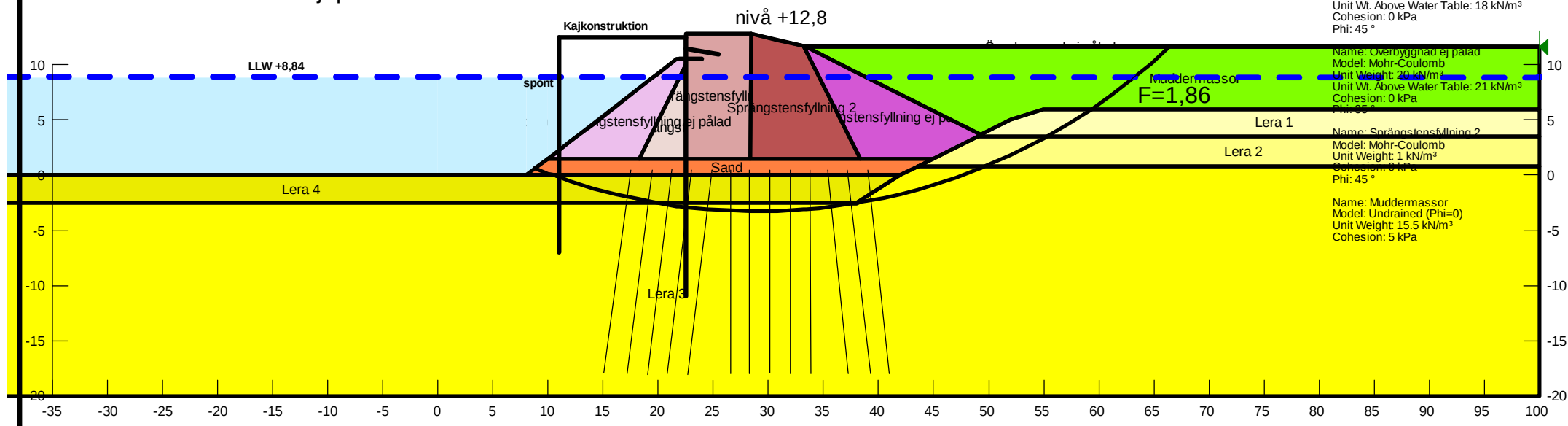
Name: Sprängstensfyllning 2
Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 1 kN/m³
Cohesion: 0 kPa
Phi: 45 °

Name: Muddermassor
Model: Combined, S=f(depth)
Unit Weight: 15.5 kN/m³
Phi: 30 °
Cu-Top of Layer: 5 kPa
Cu-Rate of Change: 0 kPa/m
C/Cu Ratio: 0.1

10 m vattendjup vid MW



10 m vattendjup vid MW



Name: Lera 1
Model: Undrained (Phi=0)
Unit Weight: 15 kN/m³
Cohesion: 5 kPa

Name: Lera 2
Model: S=f(datum)
Unit Weight: 15.5 kN/m³
Limiting C: 0 kPa
Elevation: 3.5 m

Name: Lera 3
Model: S=f(datum)
Unit Weight: 16 kN/m³
Limiting C: 0 kPa
Elevation: 0.8 m

Name: Lera 4
Model: S=f(depth)
Unit Weight: 16 kN/m³
Unit Wt. Above Water Table: 18 kN/m³
Limiting C: 0 kPa

Name: Sand
Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 20 kN/m³
Cohesion: 0 kPa
Phi: 35 °

Name: pålar sprängstensfyllning
Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 21 kN/m³
Unit Wt. Above Water Table: 18 kN/m³
Cohesion: 0 kPa
Phi: 42 °

Name: Sprängstensfyllning 1
Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 21 kN/m³
Unit Wt. Above Water Table: 18 kN/m³
Cohesion: 0 kPa
Phi: 45 °

Name: pålar sprängstensfyllning ej pålad
Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 21 kN/m³
Unit Wt. Above Water Table: 18 kN/m³
Cohesion: 0 kPa
Phi: 42 °

Name: Sprängstensfyllning ej pålad
Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 21 kN/m³
Unit Wt. Above Water Table: 18 kN/m³
Cohesion: 0 kPa
Phi: 45 °

Name: Överbyggnad ej pålad
Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 20 kN/m³
Unit Wt. Above Water Table: 21 kN/m³
Cohesion: 0 kPa
Phi: 35 °

Name: Sprängstensfyllning 2
Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 1 kN/m³
Cohesion: 0 kPa
Phi: 45 °

Name: Muddermassor
Model: Undrained (Phi=0)
Unit Weight: 15.5 kN/m³
Cohesion: 5 kPa

Kajplats 750

nivå +12,8 stabiliserat muddar,
inga pålar

Kombinerad analys

Uppdrag: 2305 466

Beställare: Göteborgs Hamn AB

Skala (A4): 1:500

Analysmetod: Morgenstern-Price

Glidytor: Grid and Radius (optimization: No)

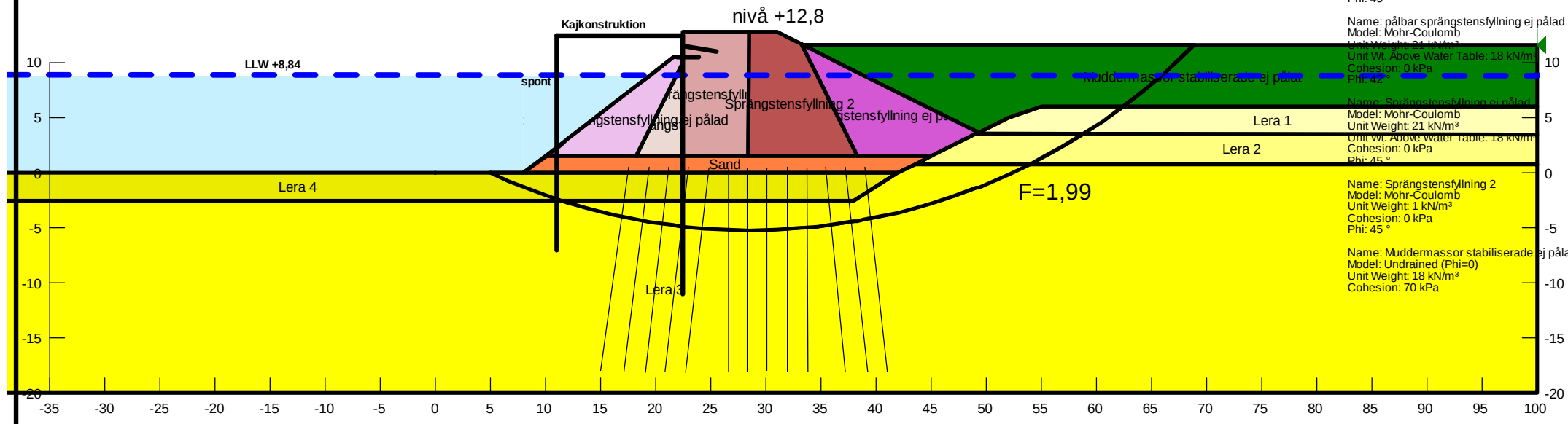
GW & portryck: Piezometric Line

Filnamn: 3 Kajplats 750 nivå +12,8 masstabiliserat, inga pålar_kgsz

Senast sparad: 2012-09-03; 13:34:54

P:12321\2305466_Lilla Aspholmen\000\13_Beräkningar\3 Kajplats 750 nivå +12,8 masstabiliserat, inga pålar_kgsz

10 m vattendjup vid MW



Name: Lera 1
Model: Combined, S=f(depth)
Unit Weight: 15 kN/m³
Phi: 30 °
Cu-Top of Layer: 5 kPa
Cu-Rate of Change: 0 kPa/m
C/Cu Ratio: 0.1

Name: Lera 2
Model: Combined, S=f(datum)
Unit Weight: 15.5 kN/m³
Phi: 30 °
Cu-Datum: 5 kPa
Cu-Rate of Change: 5.5 kPa/m
C/Cu Ratio: 0.1
Elevation: 3.5 m

Name: Lera 3
Model: Combined, S=f(datum)
Unit Weight: 16 kN/m³
Phi: 30 °
Cu-Datum: 20 kPa
Cu-Rate of Change: 2.5 kPa/m
C/Cu Ratio: 0.1
Elevation: 0.8 m

Name: Lera 4
Model: Combined, S=f(depth)
Unit Weight: 16 kN/m³
Unit Wt. Above Water Table: 18 kN/m³
Phi: 30 °
Cu-Top of Layer: 5 kPa
Cu-Rate of Change: 11 kPa/m
C/Cu Ratio: 0.1

Name: Sand
Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 20 kN/m³
Cohesion: 0 kPa
Phi: 35 °

Name: pålbar språngstansfyllning
Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 21 kN/m³
Unit Wt. Above Water Table: 18 kN/m³
Cohesion: 0 kPa
Phi: 42 °

Name: Språngstansfyllning 1
Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 21 kN/m³
Unit Wt. Above Water Table: 18 kN/m³
Cohesion: 0 kPa
Phi: 45 °

Name: pålbar språngstansfyllning ej pålad
Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 21 kN/m³
Unit Wt. Above Water Table: 18 kN/m³
Cohesion: 0 kPa
Phi: 42 °

Name: Språngstansfyllning ej pålad
Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 21 kN/m³
Unit Wt. Above Water Table: 18 kN/m³
Cohesion: 0 kPa
Phi: 45 °

Name: Språngstansfyllning 2
Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 1 kN/m³
Cohesion: 0 kPa
Phi: 45 °

Name: Muddmassor stabiliserade ej pålad
Model: Undrained (Phi=0)
Unit Weight: 18 kN/m³
Cohesion: 70 kPa



Kajplats 750
nivå +12,8 stabiliserat mudder,
inga pålar

Odränerad analys

Uppdrag: 2305 466

Beställare: Göteborgs Hamn AB

Skala (A4): 1:500

Analysmetod: Morgenstern-Price
Glidytor: Grid and Radius (optimization: No)
GW & portryck: Piezometric Line
Filnamn: 3 Kajplats 750 nivå +12,8 masstabiliserat, inga pålar_od.gsz
Senast sparad: 2012-09-03; 13:43:01
P:\2321\2305466_Lilla Aspholmen\00013_Beräkningar\3 Kajplats 750 nivå +12,8 masstabiliserat, inga pålar_od.gsz

Name: Lera 1
Model: Undrained (Phi=0)
Unit Weight: 15 kN/m³
Cohesion: 5 kPa

Name: Lera 2
Model: S=f(datum)
Unit Weight: 15.5 kN/m³
Limiting C: 0 kPa
Elevation: 3.5 m

Name: Lera 3
Model: S=f(datum)
Unit Weight: 16 kN/m³
Limiting C: 0 kPa
Elevation: 0.8 m

Name: Lera 4
Model: S=f(depth)
Unit Weight: 16 kN/m³
Unit Wt. Above Water Table: 18 kN/m³
Limiting C: 0 kPa

Name: Sand
Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 20 kN/m³
Cohesion: 0 kPa
Phi: 35 °

Name: påbar sprängstensfyllning
Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 21 kN/m³
Unit Wt. Above Water Table: 18 kN/m³
Cohesion: 0 kPa
Phi: 42 °

Name: Sprängstensfyllning 1
Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 21 kN/m³
Unit Wt. Above Water Table: 18 kN/m³
Cohesion: 0 kPa
Phi: 45 °

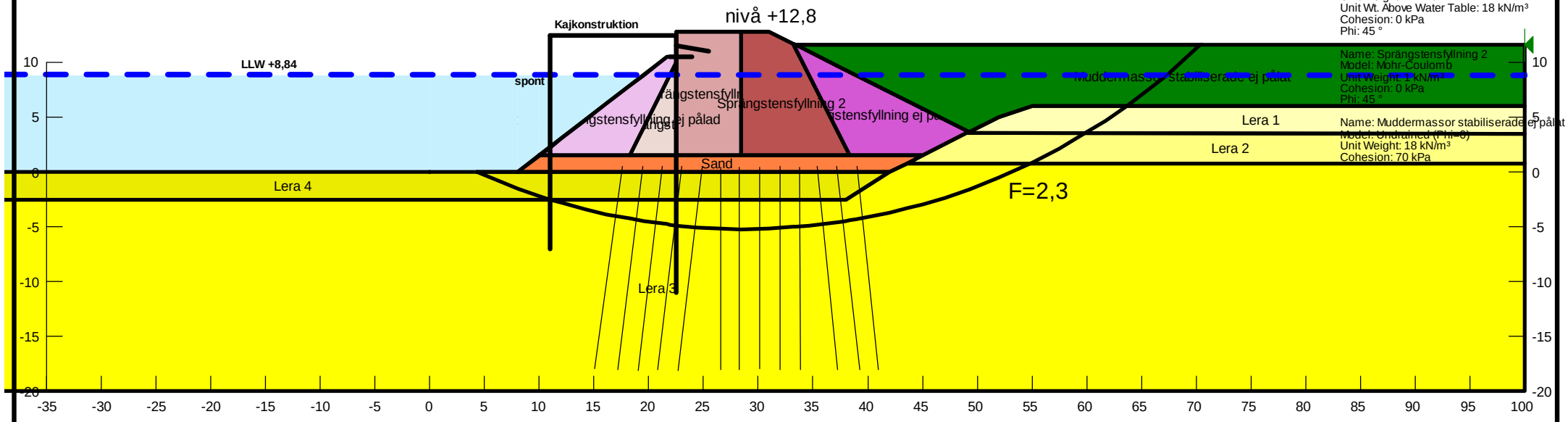
Name: påbar sprängstensfyllning ej pålad
Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 21 kN/m³
Unit Wt. Above Water Table: 18 kN/m³
Cohesion: 0 kPa
Phi: 42 °

Name: Sprängstensfyllning ej pålad
Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 21 kN/m³
Unit Wt. Above Water Table: 18 kN/m³
Cohesion: 0 kPa
Phi: 45 °

Name: Sprängstensfyllning 2
Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 21 kN/m³
Cohesion: 0 kPa
Phi: 45 °

Name: Muddermassor stabiliserade ej pålad
Model: Undrained (Phi=0)
Unit Weight: 18 kN/m³
Cohesion: 70 kPa

10 m vattendjup vid MW



Uppdrag: 2305 466

Beställare: Göteborgs Hamn AB

Skala (A4): 1:500

Analysmetod: Morgenstern-Price

Glidytor: Grid and Radius (optimization: No)

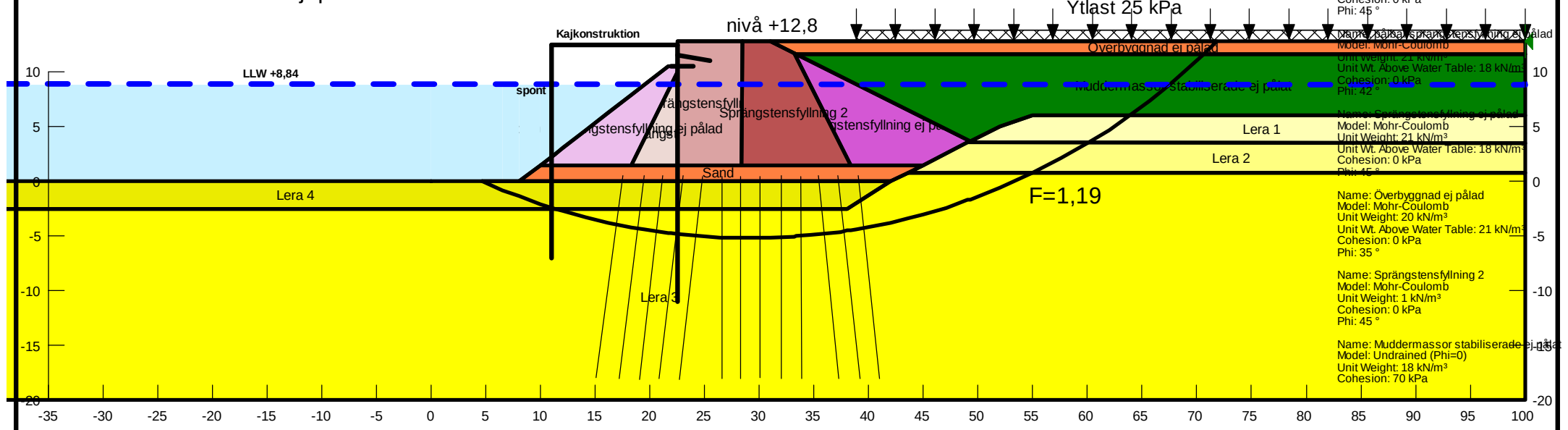
GW & portryck: Piezometric Line

Filnamn: 4 Kajplats 750 nivå +12,8 färdig yta, inga pålar_kgsz

Senast sparad: 2012-09-03; 13:49:39

P:\2321\2305466_Lilla Aspholmen\00013_Beräkning av 4 Kajplats 750 nivå +12,8 färdig yta, inga pålar_kgsz

10 m vattendjup vid MW



Name: Lera 1
Model: Combined, $S=f(\text{depth})$
Unit Weight: 15 kN/m³
Phi: 30 °
Cu-Top of Layer: 5 kPa
Cu-Rate of Change: 0 kPa/m
C/Cu Ratio: 0.1

Name: Lera 2
Model: Combined, $S=f(\text{datum})$
Unit Weight: 15.5 kN/m³
Phi: 30 °
Cu-Datum: 5 kPa
Cu-Rate of Change: 5.5 kPa/m
C/Cu Ratio: 0.1
Elevation: 3.5 m

Name: Lera 3
Model: Combined, $S=f(\text{datum})$
Unit Weight: 16 kN/m³
Phi: 30 °
Cu-Datum: 20 kPa
Cu-Rate of Change: 2.5 kPa/m
C/Cu Ratio: 0.1
Elevation: 0.8 m

Name: Lera 4
Model: Combined, $S=f(\text{depth})$
Unit Weight: 16 kN/m³
Unit Wt. Above Water Table: 18 kN/m³
Phi: 30 °
Cu-Top of Layer: 5 kPa
Cu-Rate of Change: 11 kPa/m
C/Cu Ratio: 0.1

Name: Sand
Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 20 kN/m³
Cohesion: 0 kPa
Phi: 35 °

Name: pålar sprängstensfyllning
Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 21 kN/m³
Unit Wt. Above Water Table: 18 kN/m³
Cohesion: 0 kPa
Phi: 42 °

Name: Sprängstensfyllning 1
Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 21 kN/m³
Unit Wt. Above Water Table: 18 kN/m³
Cohesion: 0 kPa
Phi: 45 °

Name: pålar sprängstensfyllning 2
Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 21 kN/m³
Unit Wt. Above Water Table: 18 kN/m³
Cohesion: 0 kPa
Phi: 42 °

Name: Sprängstensfyllning ej pålad
Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 21 kN/m³
Unit Wt. Above Water Table: 18 kN/m³
Cohesion: 0 kPa
Phi: 45 °

Name: Överbyggnad ej pålad
Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 20 kN/m³
Unit Wt. Above Water Table: 21 kN/m³
Cohesion: 0 kPa
Phi: 35 °

Name: Sprängstensfyllning 2
Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 1 kN/m³
Cohesion: 0 kPa
Phi: 45 °

Name: Muddermassor stabiliserade ej pålad
Model: Undrained (Phi=0)
Unit Weight: 18 kN/m³
Cohesion: 70 kPa

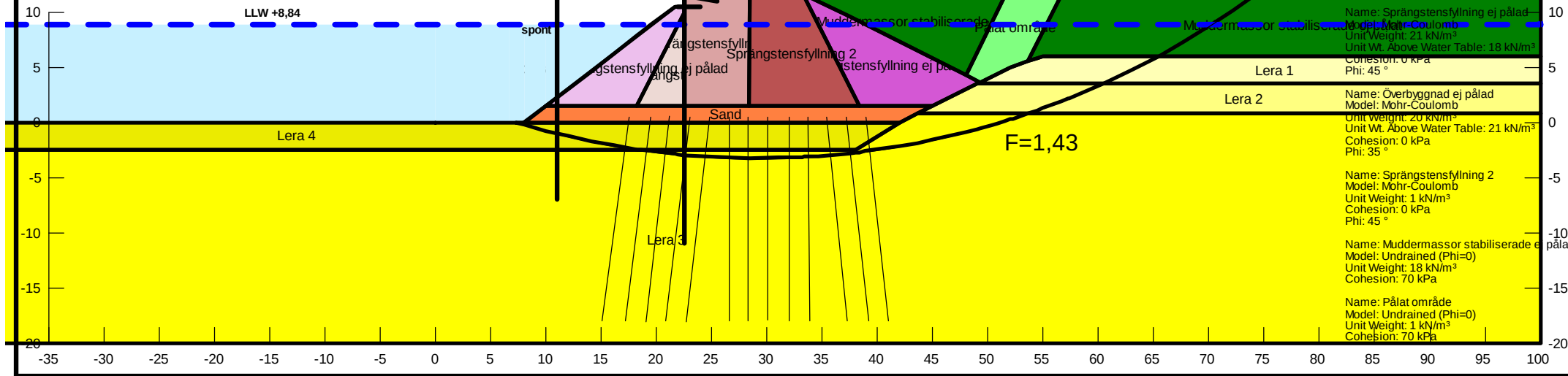


Kajplats 750 färdig yta, pålar Kombinerad analys

Uppdrag: 2305 466
Beställare: Göteborgs Hamn AB
Skala (A4): 1:500

Analysmetod: Morgenstern-Price
Glidytor: Grid and Radius (optimization: No)
GW & portryck: Piezometric Line
Filnamn: 5 Kajplats 750 nivå +12,8 färdig yta, pålad lång glidyta_k.gsz
Senast sparad: 2012-09-03; 13:55:34
P:\2321\2305466_Lilla Aspholmen\000\13_Beräkningar\5 Kajplats 750 nivå +12,8 färdig yta, pålad lång glidyta_k.gsz

10 m vattendjup vid MW



Name: Lera 1
Model: Combined, S=f(depth)
Unit Weight: 15 kN/m³
Phi: 30 °
Cu-Top of Layer: 5 kPa
Cu-Rate of Change: 0 kPa/m
C/Cu Ratio: 0.1

Name: Lera 2
Model: Combined, S=f(datum)
Unit Weight: 15.5 kN/m³
Phi: 30 °
Cu-Datum: 5 kPa
Cu-Rate of Change: 5.5 kPa/m
C/Cu Ratio: 0.1
Elevation: 3.5 m

Name: Lera 3
Model: Combined, S=f(datum)
Unit Weight: 16 kN/m³
Phi: 30 °
Cu-Datum: 20 kPa
Cu-Rate of Change: 2.5 kPa/m
C/Cu Ratio: 0.1
Elevation: 0.8 m

Name: Lera 4
Model: Combined, S=f(depth)
Unit Weight: 16 kN/m³
Unit Wt. Above Water Table: 18 kN/m³
Phi: 30 °
Cu-Top of Layer: 5 kPa
Cu-Rate of Change: 11 kPa/m
C/Cu Ratio: 0.1

Name: Sand
Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 20 kN/m³
Cohesion: 0 kPa
Phi: 35 °

Name: pålar sprängstensfyllning
Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 21 kN/m³
Unit Wt. Above Water Table: 18 kN/m³
Cohesion: 0 kPa
Phi: 42 °

Name: Sprängstensfyllning 1
Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 21 kN/m³
Unit Wt. Above Water Table: 18 kN/m³
Cohesion: 0 kPa
Phi: 45 °

Name: pålar sprängstensfyllning ej pålad
Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 21 kN/m³
Unit Wt. Above Water Table: 18 kN/m³
Cohesion: 0 kPa
Phi: 42 °

Name: Sprängstensfyllning ej pålad
Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 21 kN/m³
Unit Wt. Above Water Table: 18 kN/m³
Cohesion: 0 kPa
Phi: 45 °

Name: Överbyggnad ej pålad
Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 20 kN/m³
Unit Wt. Above Water Table: 21 kN/m³
Cohesion: 0 kPa
Phi: 35 °

Name: Sprängstensfyllning 2
Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 1 kN/m³
Cohesion: 0 kPa
Phi: 45 °

Name: Muddermassor stabiliserade ej pålad
Model: Undrained (Phi=0)
Unit Weight: 18 kN/m³
Cohesion: 70 kPa

Name: Pålat område
Model: Undrained (Phi=0)
Unit Weight: 1 kN/m³
Cohesion: 70 kPa

Lera 4

**Innervall
ej stabiliserat mudder
Kombinerad analys**

Uppdrag: 2305 466

Beställare: Göteborgs Hamn AB

Skala (A4): 1:500

Analysmetod: Morgenstern-Price

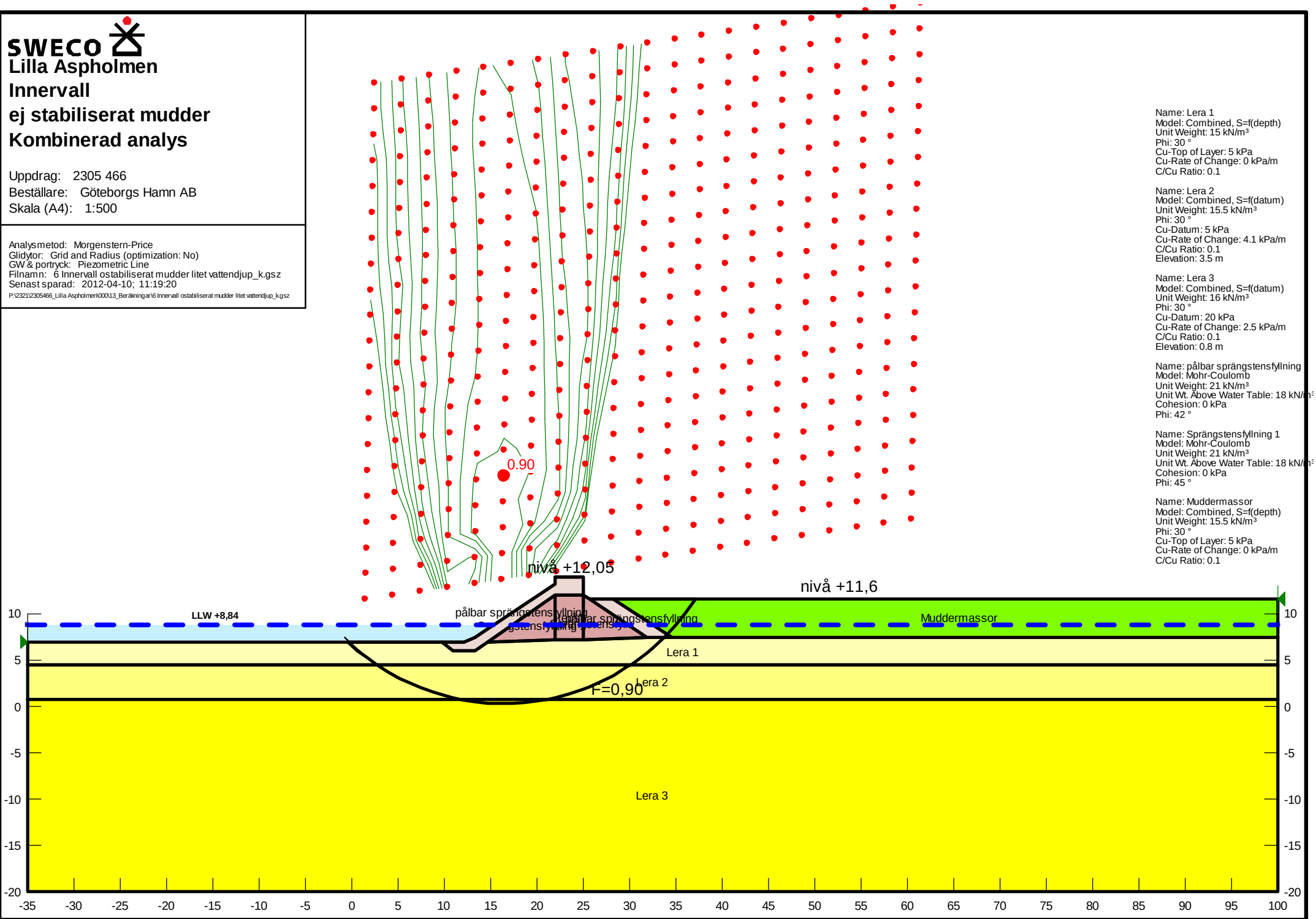
Glidytor: Grid and Radius (optimization: No)

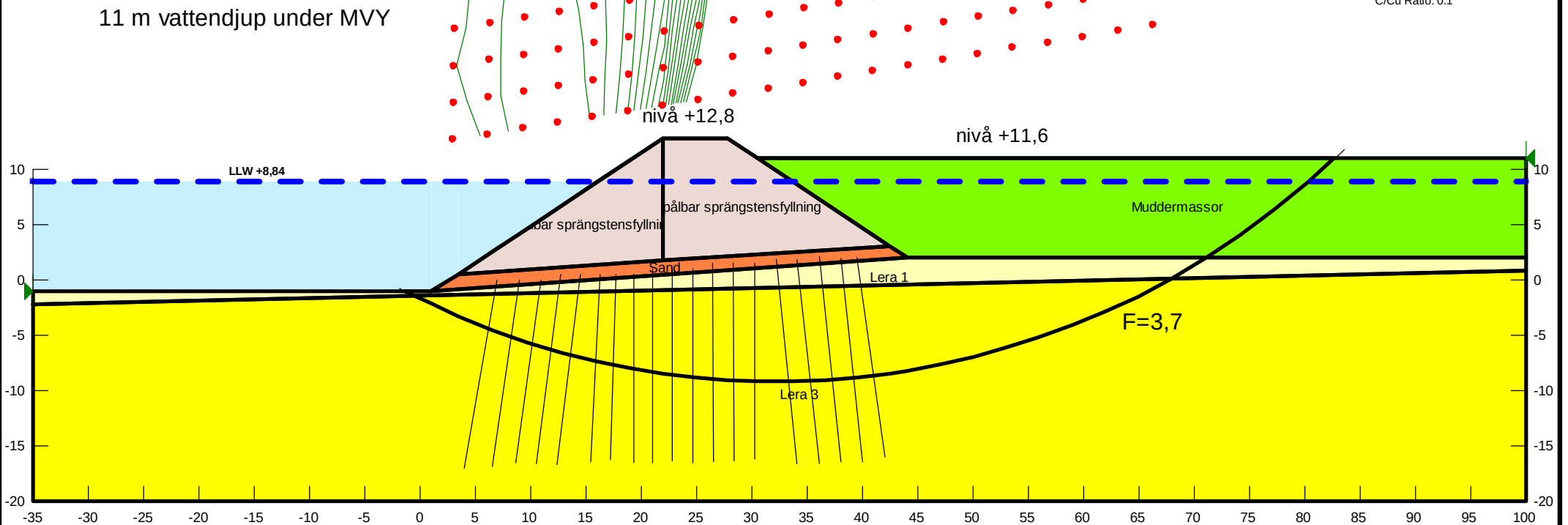
GW & portryck: Piezometric Line

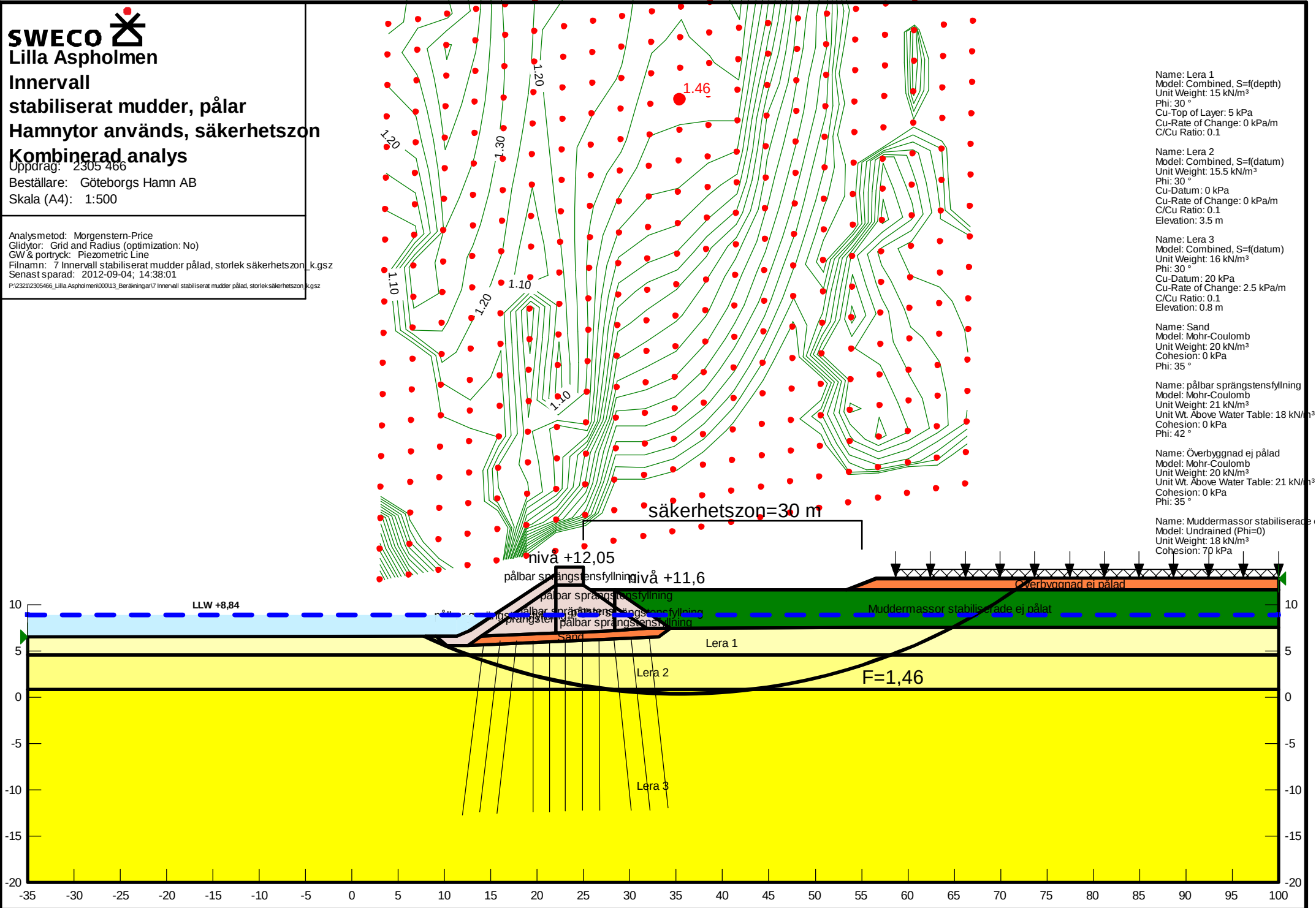
Filnamn: 6 Innervall ostabiliserat mudder litet vattendjup_k.gsz

Senast sparad: 2012-04-10; 11:19:20

P:\2321\2305466_Lilla Aspholmen\000\13_Beräkningar\6 Innervall ostabiliserat mudder litet vattendjup_k.gsz







Yttervall
stabiliserad muddar, pålar
Kombinerad analys

Uppdrag: 2305 466
Beställare: Göteborgs Hamn AB
Skala (A4): 1:500

Analysmetod: Morgenstern-Price
Glidytor: Grid and Radius (optimization: No)
GW & portryck: Piezometric Line
Filnamn: 8 Yttervall stabiliserad muddar fullhöjd pålad_k.gsz
Senast sparad: 2012-09-03; 14:22:02
P:\2321\2305466_Lilla Aspholmen\000\13_Beräkningar\8 Yttervall stabiliserad muddar fullhöjd pålad_k.gsz

Name: Lera 1
Model: Combined, $S=f(\text{depth})$
Unit Weight: 15 kN/m³
Phi: 30 °
Cu-Top of Layer: 5 kPa
Cu-Rate of Change: 0 kPa/m
C/Cu Ratio: 0.1

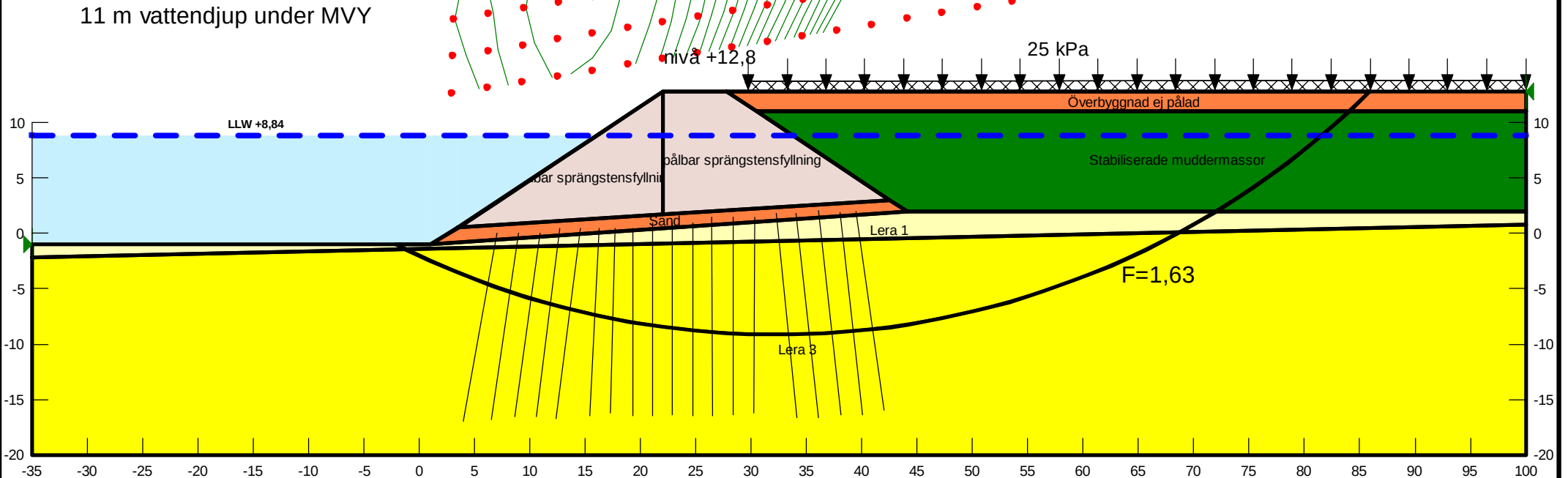
Name: Lera 3
Model: Combined, $S=f(\text{datum})$
Unit Weight: 16 kN/m³
Phi: 30 °
Cu-Datum: 20 kPa
Cu-Rate of Change: 2.5 kPa/m
C/Cu Ratio: 0.1
Elevation: 0.8 m

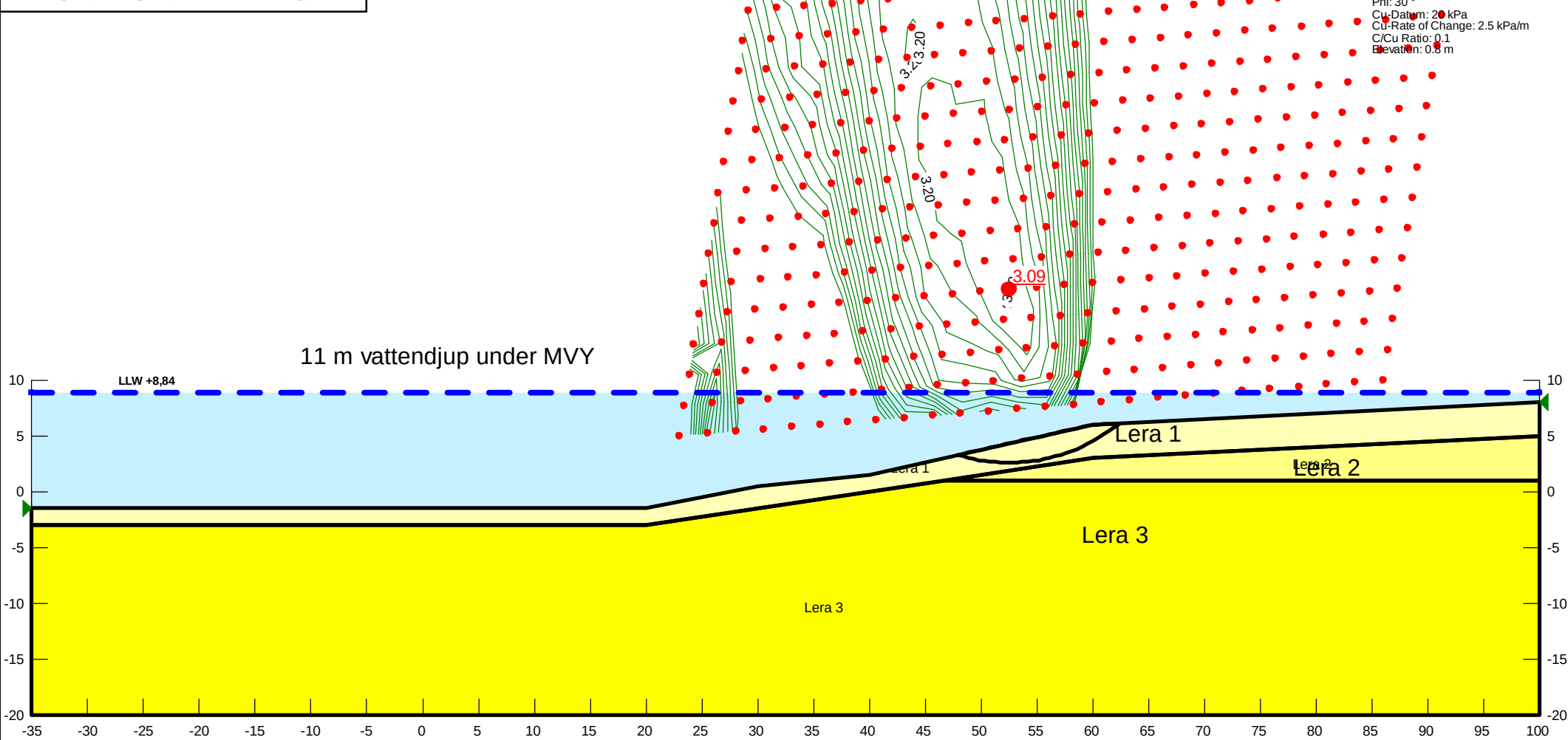
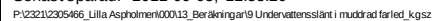
Name: Sand
Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 20 kN/m³
Cohesion: 0 kPa
Phi: 35 °

Name: pålbar sprängstensfyllning
Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 21 kN/m³
Unit Wt. Above Water Table: 18 kN/m³
Cohesion: 0 kPa
Phi: 42 °

Name: Överbryggnad ej pålad
Model: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 20 kN/m³
Unit Wt. Above Water Table: 21 kN/m³
Cohesion: 0 kPa
Phi: 35 °

Name: Stabiliserade muddermassor
Model: Combined, $S=f(\text{depth})$
Unit Weight: 18 kN/m³
Phi: 30 °
Cu-Top of Layer: 70 kPa
Cu-Rate of Change: 0 kPa/m
C/Cu Ratio: 0.1



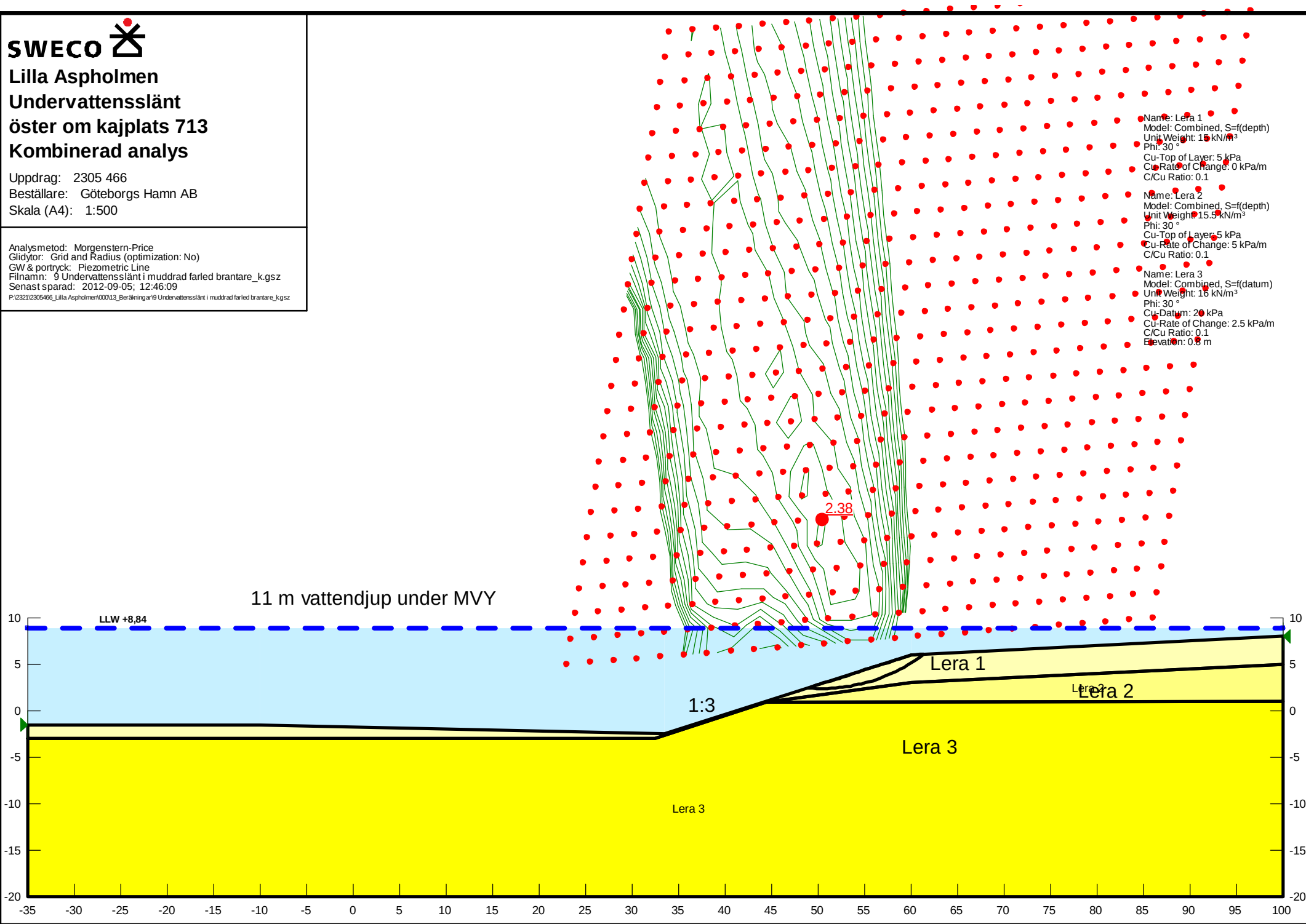




Lilla Aspholmen
Undervattensslänt
öster om kajplats 713
Kombinerad analys

Uppdrag: 2305 466
Beställare: Göteborgs Hamn AB
Skala (A4): 1:500

Analysmetod: Morgenstern-Price
Glidytor: Grid and Radius (optimization: No)
GW & portryck: Piezometric Line
Filnamn: 9 Undervattensslänt i muddrad farled brantare_k.gsz
Senast sparad: 2012-09-05; 12:46:09
P:\2321\2305466_Lilla Aspholmen\00013_Beräkningar\9 Undervattensslänt i muddrad farled brantare_k.gsz



Bilaga 5



Beställare: Sweco Infrastructure

Detaljplan Arken

Bergteknisk utredning



Bergab – Berggeologiska Undersökningar AB

Uppdragsansvarig
Peter Danielsson

Handläggare
Helena Kiel

Uppdragsnummer
Datum
Revisionsnummer

UG12018
2012-02-22

Innehållsförteckning

1	Allmänt.....	1
2	Geologi	2
3	Bergteknik.....	4

Bilaga 1 Fotodokumentation

Bilaga 2 Planritning

1 Allmänt

På uppdrag av Sweco Infrastructure AB har Bergab – Berggeologiska Undersökningar AB utfört en bergteknisk utredning inom detaljplan för ett område runt Arken på Hisingen i Göteborgs kommun. Utredningen omfattar fältkartering, bedömning av stabilitet i befintliga och planerade bergslänter samt förslag till stabilitetshöjande åtgärder. Resultaten redovisas i föreliggande rapport.

Fältkarteringen utfördes 2012-01-30 och 2012-02-21 och omfattar observerade bergarter, foliation, sprickor, sprickors egenskaper och lösa block i terrängen. Observerade befintliga bergslänter har fotograferats och redovisas i Bilaga 1, Fotodokumentation. Bergslänternas planläge redovisas i Bilaga 2, Planritning.

Det aktuella området utgörs av två bergspartier. I norr ligger ett ca 200x200 m stort bergsparti som idag består av naturmark runt en hotellbyggnad. Terrängen höjer sig från den omgivande flacka hamn- och industrimarken på ca +13 m höjd till ca +34 m runt hotellbyggnaden. Området avgränsas i norr och väster av branta ca 15-20 m höga bergskärningar.

I söder ligger ett mindre bergsparti vilket planeras att plansprängas. Hamnbassängen söder därom planeras att fyllas ut och hamnområdet utvidgas. Se Figur 1 för områdesorientering.



Figur 1. Flygbild över undersökt område (rött). Gulmarkerat område planeras att plansprängas

2 Geologi

Bergarter

Berggrunden i höjdpartiet runt hotellet består av en mörk, gröngrå till svart diorit till gabbro, ställvis genomslagen av mycket finkornig diabas. Ljusa partier utgörs av delvis uppsmält omgivande eller likåldrig berggrund ("magma mingling"). Större partier med ljus granit förekommer främst i det sydvästra hörnet av bergspartiet på vilket Arken ligger.

Bergarten är massformig, d.v.s. foliation saknas. Förekommande duktila strukturer är kraftigt veckade genom bildningsprocessen men har ej enhetliga geometrier. Veckmönstret i Figur 2 är alltså inte typiskt för hela undersökningsområdet utan endast för den lokala hällen.

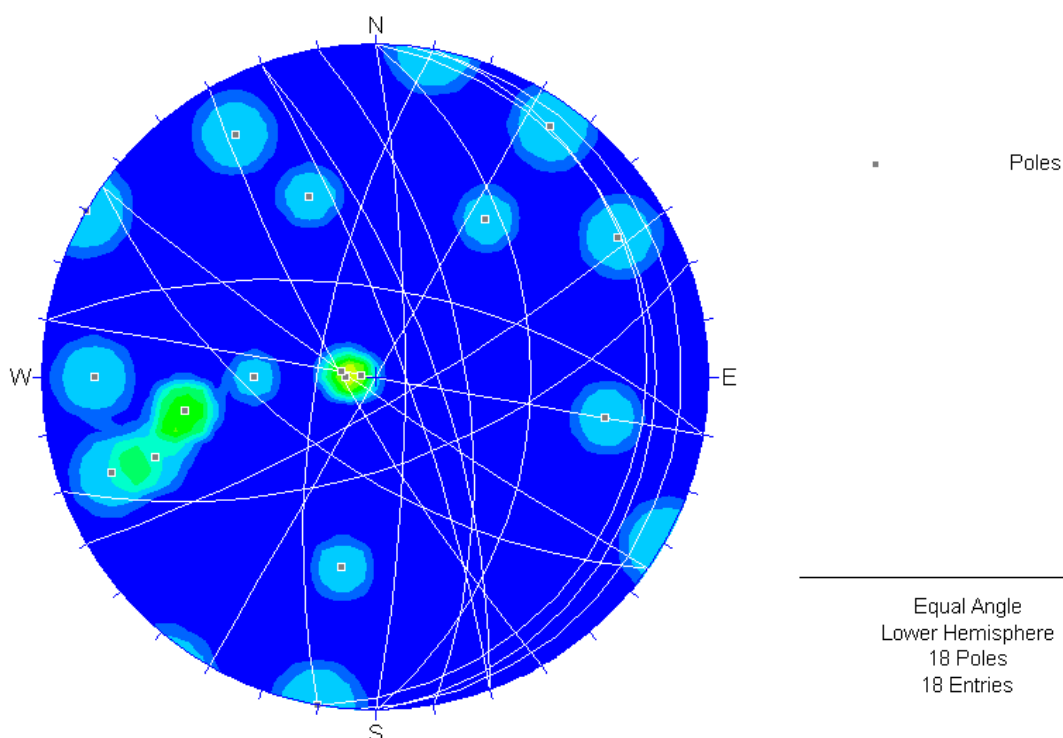


Figur 2. Grå till svart gabbro med ljusa partier av delvis uppsmält berggrund.

Tektonik

Följande sprickgrupper har observerats:

Sprickgrupp	Lutning	Strykning/stupning	Anmärkningar
1	medelbrant-brant mot syd	60-70°/60-80°	undulerande, rå, sprickavstånd 1-2 m
2	flack	0°/0°	undulerande, rå, sprickavstånd 1-2 m
3	brant-vertikal mot sydöst	30°/90°	undulerande, rå, sprickavstånd 1-2 m
4	medelbrant-brant mot öst resp. väst	340-360°/40-70° 150-180°/80-90°	undulerande, rå, sprickavstånd 1-3 m, bildar "raviner", främst i norra delen
5	brant mot sydväst	125°/85°	i sydväst plana, släta, sprickavstånd 1-3 m
6	medelbrant-brant mot norr	280°/60-90°	undulerande, rå, sprickavstånd 2-5 m, bildar "raviner" i den södra delen



Figur 3. Polpunktsdiagram över uppmätta sprickor.

I den nordöstra skärningen, vid den nedre parkeringsplatsen (område 3 på planritningen i Bilaga 2), finns zoner med starkt uppsprucken finkornig basisk bergart. Det lösa bergmaterialet är i storleksordningen 5-10cm kantlängd. Längre västerut, bakom byggnaden (område 2 på Bilaga 2), är berggrunden mer storblockigt uppsprucken, kantlängd 1-2 m.

Lösblock förekommer sparsamt uppe på höjdområdet. Dessa är något rundade och ligger i slänthot längs de mindre sänkor/"raviner" som genomslår höjdområdet. "Ravinerna" löper i nordnordöst/sydsydväst (riktning 20-30°) i den västra delen av höjdpartiet, vridande till mer nordöst-sydvästlig riktning sydväst om hotellet. Det finns även sänkor i riktning ca 350°, tydligast i norra delen. Vattensamlingar förekommer i sänkorna.

3 Bergteknik

Observationer

Skärningar och naturliga slänter runt höjdpartiet på vilket Arken ligger bedöms i dagsläget vara huvudsakligen stabila. I de höga skärningarna på väst- och nordsidan (område 1 respektive 2 på Bilaga 2) förekommer potentiellt instabila block.

Berghållar uppe på höjdområdet, runt hotellet, är huvudsakligen rundade och stabila. En samling av sprängstensblock (ledningsbädd?) ligger på västsidan av en mindre dalgång väster om hotellet. Dessa block bedöms idag vara stabila.

Befintliga skärningar mot norr och väster är delvis bultade. En korroderad nätvåd som delvis hänger lös täcker ett mindre parti av den västra skärningen. Vid en tidigare inspektion har instabila block markerats för bultning men bultningen har ej genomförts.

Det mindre bergspartiet söder om Arken planeras att plansprängas och besiktigades endast översiktligt. Bergsslänterna bedöms idag vara stabila.

Åtgärder

En detaljerad inspektion från skylift bör utföras i den västra och norra skärningen (område 1 respektive 2) för att identifiera eventuella ytterligare instabila block. Därefter utförs bultning, nätning och eventuella ytterligare förstärkningsåtgärder.

Den nordöstra skärningen, vid parkeringsplatsen (område 3), bör rensas på löst bergmaterial.

I övrigt bedöms det norra höjdpartiet runt hotellet ej behöva åtgärdas.

Inga stabilitetshöjande åtgärder inför bergschakt bedöms vara nödvändiga för det mindre bergspartiet söder om Arken.

för
Bergab - Berggeologiska Undersökningar AB

Helena Kiel

Bilaga 1 Fotodokumentation



Foto 1. Den nedre parkeringsplatsen i nordöst, område 3 på planritningen i Bilaga 2.

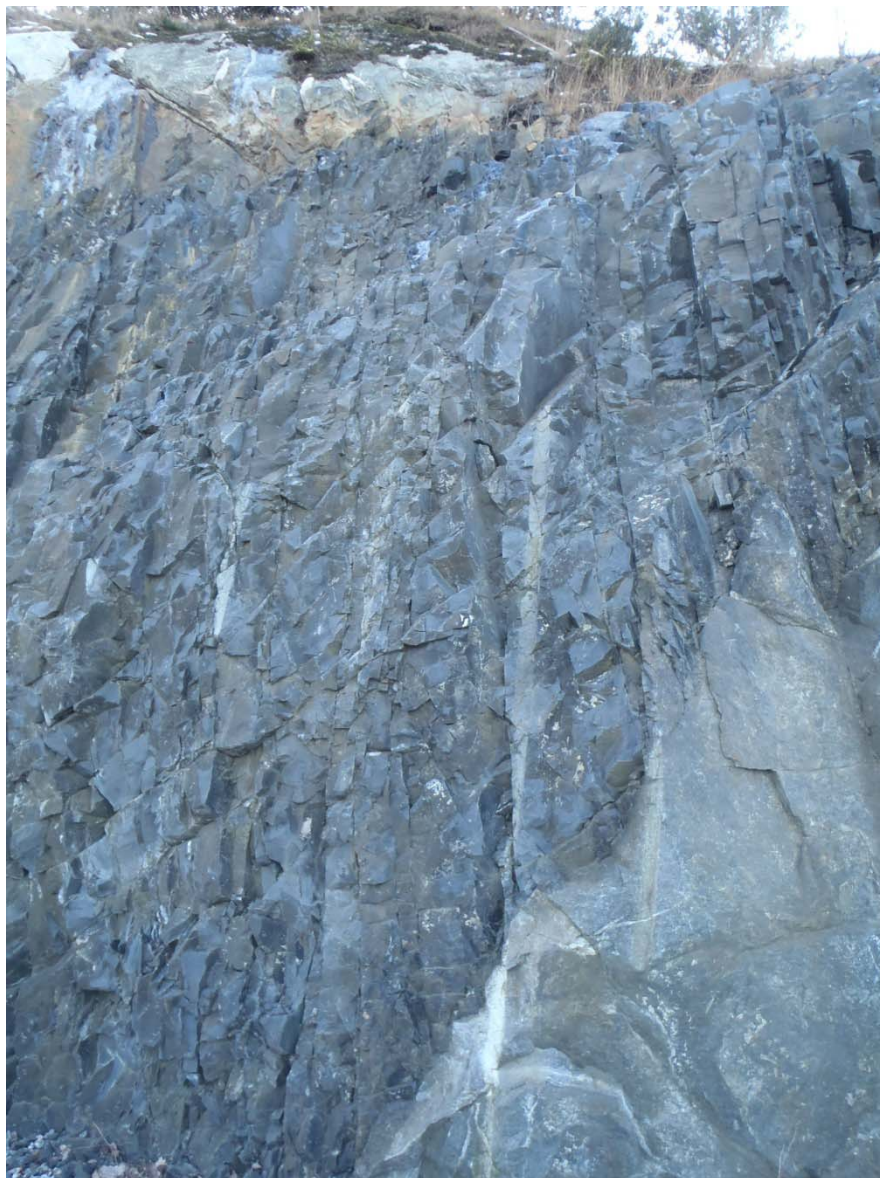


Foto 2. Zon med uppsprucket finkornigt material vid den nordöstra parkeringsplatsen (område 3). Det uppspruckna materialet har kantlängd 5-10 cm.



Foto 3. Den övre parkeringsplatsen i anslutning till hotellets nordöstra hörn.



Foto 4. En stig från byggnaden norr om hotellet upp till hotellet, längs en mindre "ravin" med riktning ca 350°.



Foto 5. Den höga norra skärningen, bakom bygganden (område 2 på Bilaga 2). Skärningen är ca 10 m hög.



Foto 6. Det förekommer lösa block i den norra skärningen (område 2).



Foto 7. Det förekommer potentiellt instabila block i den norra skärningen (område 2), vilka vid en tidigare inspektion markerats för bultning (röd sprutfärg).



Foto 8. Den norra änden av den västra skärningen (område 1 på Bilaga 2). Skärningen är 15-20 m hög.



Foto 9. Den västra skärningen fortsätter söderut (område 1).



Foto 10. Den västra skärningen fortsätter söderut (område 1). Den bruna remsan i högra delen av bilden är en våd starkt rostat bergnät.



Foto 11. Den västra skärningen fortsätter söderut (område 1). Den mörka basiska bergarten genomslås av ljusare material, vilket syns i det övre vänstra hörnet av bilden.

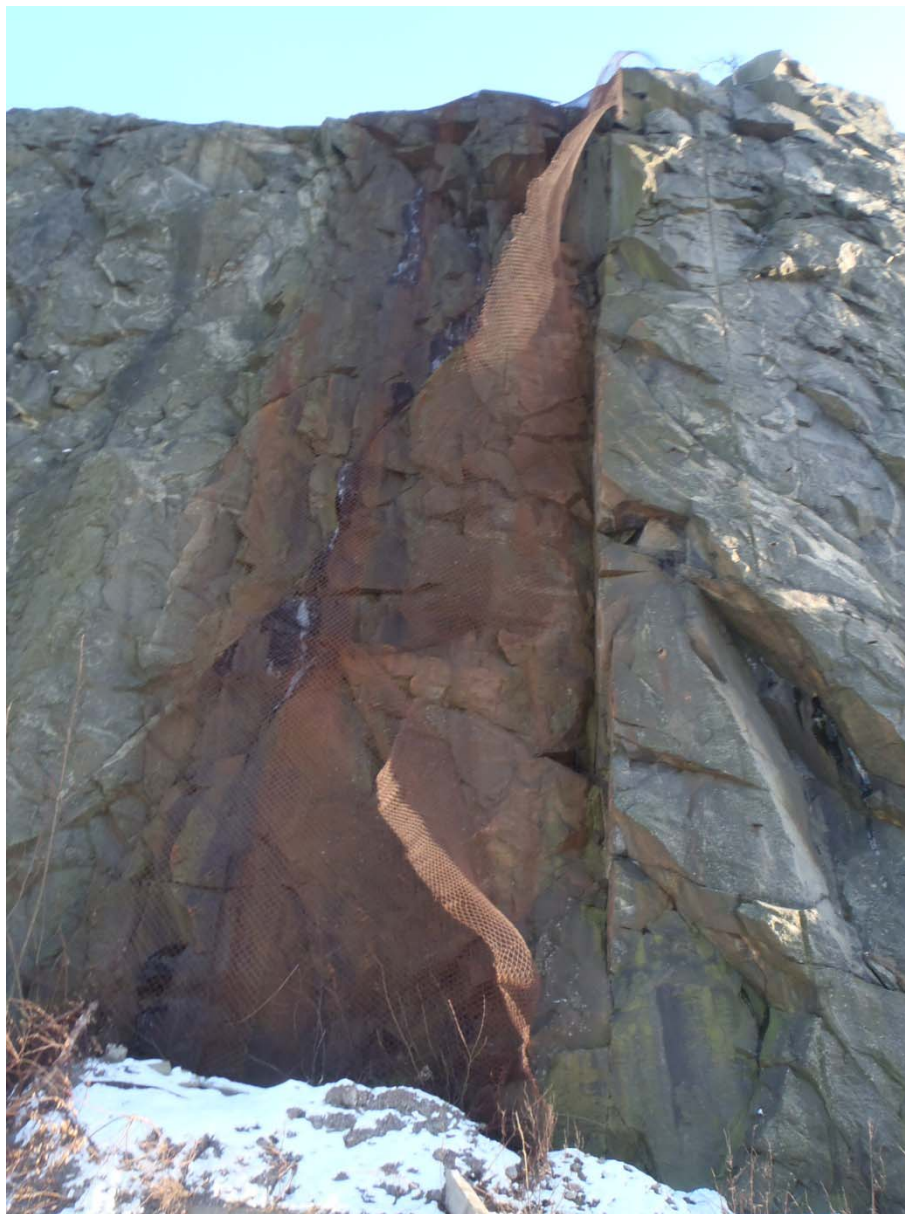


Foto 12. Bergnätet i den västra skärningen är funktionsodugligt.



Foto 13. I sydväst är skärningen lägre, med plana, släta sprickytor (område 1).



Foto 14. Ett instabilt block i "hörnet" alldeles norr om anslutningsvägen mellan hamnarna (sydöstra hörnet av område 1).



Foto 15. Uppe på höjdpartiet är hållarna rundade och stabila. En del block ligger nedanför släntfot längs de sänkor/"raviner" som genomslår höjdpartiet.



Foto 16. Sydöst om hotellet är befintliga skärningar lägre och rundade.



Foto 17. Det mindre bergspartiet söder om anslutningsvägen består av lägre hållar och planeras plansprängas. Hamnbassängen, till höger i bild, planeras fyllas ut.



FÖRKLÄRNINGAR

OMRÅDE MED BLOTTAT BERG ELLER TUNT JORDTÄCKE

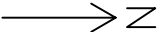
SPRICKA MED SPRICKRIKTNING OCH LUTNING FRÅN HORIZONTALPLANET

SPRICKA MED BRÄNT LUTNING (80-90°)

SPRICKA MED VERTIKAL LUTNING

LÖSBLOCK

OMRÅDE MED BEDÖMD RISK FÖR BLOCKNEDFALL



 Stampplan 15 416 04 GÖTEBORG Tel. 031-774 75 00 www.bergab.se Bergab-Berggeologiska Undersökningar AB			ARKEN		
KONSTR HK	PD	GRANSK	DETALJPLAN BERGTEKNISK UTREDNING BILAGA 2		
GÖTEBORG	2012-02-22		PLAN	FÖRSLÄTT A3	SKALA 1:2000
PETER DANIELSSON			UTT	RITNINGSNUMMER	REV
			UG12018	BLAD 1	

Bilaga 6

PM

UPPDRAG Lilla Aspholmen	UPPDRAGSLEDARE Karin Tilgmann	DATUM 2012-03-08
UPPDRAGSNUMMER 2305466	UPPRÄTTAD AV Emelie Arnoldsson	

Hydrogeologiskt utlåtande

De hydrogeologiska aspekterna i området har studerats utifrån kartmaterial och via platsbesök 2012-03-08.

Områdesbeskrivning

Det tre dammarna med salamandrar ligger vid Arkens konferenscenter i ett höjdområde som här benämns *norra berget*. Det höjdområde som ska sprängas bort kallas här *södra berget*. Det norra berget och det södra berget är två bergsområden som höjer sig ca 10 meter över den omgivande marken. Den omgivande marken utgörs av utfyllnadsområden. Även området mellan de båda bergshöjderna är utfyllt och här går en väg. Det är därför inte möjligt att veta på vilket djup som bergsområdena hänger ihop.

Salamanderdammarna

De synliga sprickorna i berget vid salamanderdammarna går främst i riktningarna nord-syd och nära öst-väst.

Den största dammen som är belägen längst norrut bedöms avvattnas mot öster i den stensatta bäck som rinner åt öster i områdets lägre delar. Bäckens bedöms vara ett naturligt ytvattendrag i en av de öst-västliga sprickor som har identifierats, men den har modifierats och stensatts på senare tid.

De två andra dammarna söder om Arken hänger samman och den mest nordliga avvattnas till den södra. Dammarna ligger i en nord-sydlig sprickzon och avvattnas diffust söderut via sprickan. Den södra dammen bedöms inte vara naturlig, utan har uppstått på grund av det dämme som byggts.

Grundvattenytan i området runt norra och södra berget bedöms ligga något över havsnivån. Inom bergsområdena är sannolikt grundvattennivån något högre i vissa sprickzoner. Detta stöds av det faktum att de lägst belägna områdena runt de båda bergen inte bedöms ligga mycket högre än havsnivån.

Generellt görs bedömningen att norra berget och södra berget utgörs av två skilda hydrogeologiska system som endast är sammankopplade via sprickor på större djup, sannolikt under havsnivån. Denna bedömning grundar sig på att det vid platsbesöket på norra berget inte identifierades några sprickor i riktning mot södra berget.

Den samlade hydrogeologiska bedömningen är att bortsprängning av södra berget med stor sannolikhet inte kommer att dränera det norra berget. Detta innebär att salamanderdammarna

inte kommer att avvattnas. Påverkan på hydrogeologin vid sprängningsarbeten på djup under havsnivån kan inte uteslutas.

Dagvattentunnel

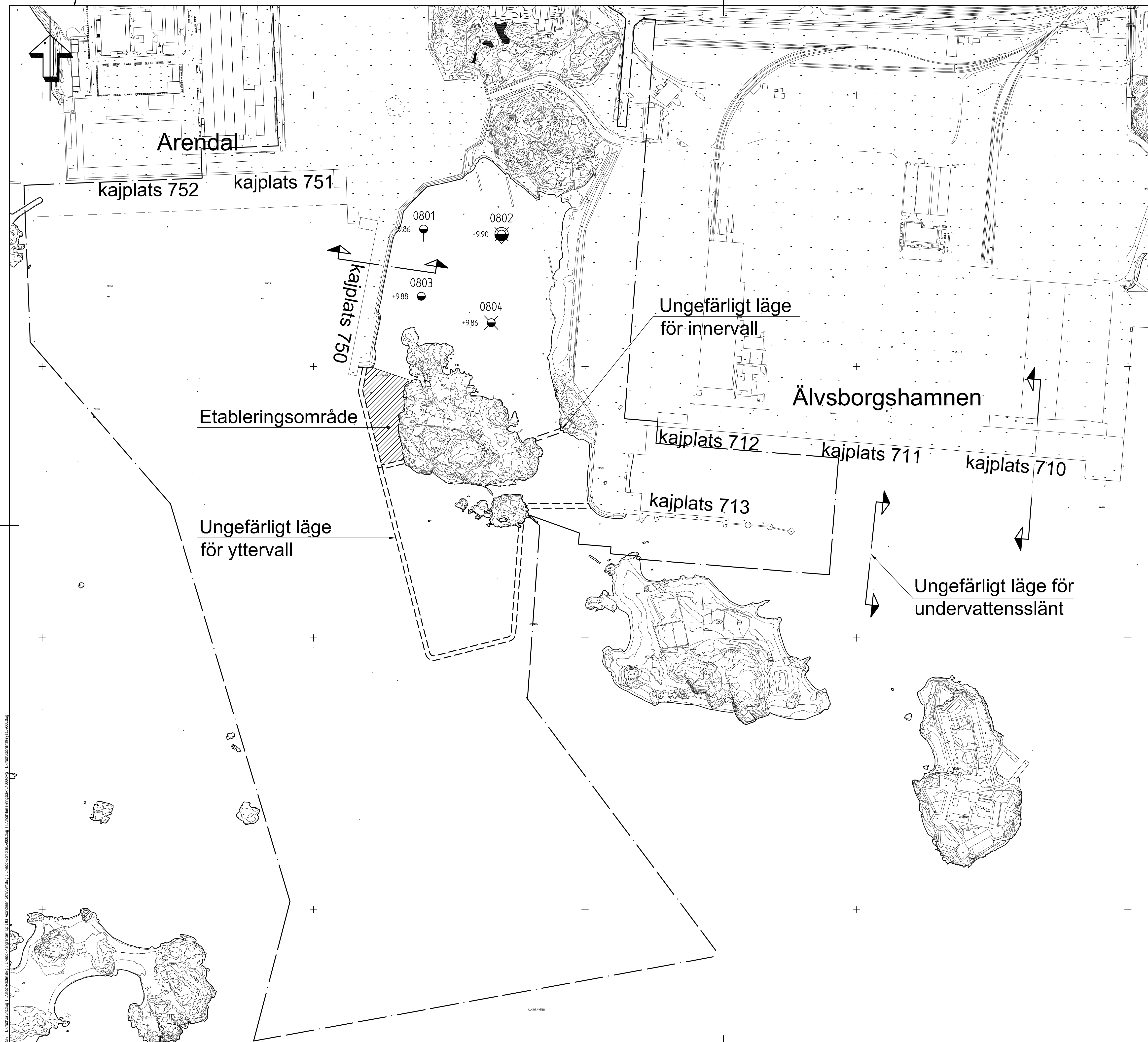
Den dagvattentunnel som går i nordvästra delen av det norra berget påverkas med stor sannolikhet inte av bortsprängningen av det södra berget. Bedömningen grundar sig på att det hydrogeologiska i norra berget, enligt motiv ovan, inte bedöms vara sammankopplat med det södra berget. Påverkan på hydrogeologin vid sprängningsarbeten på djup under havsnivån kan inte uteslutas.

Emelie Arnoldsson

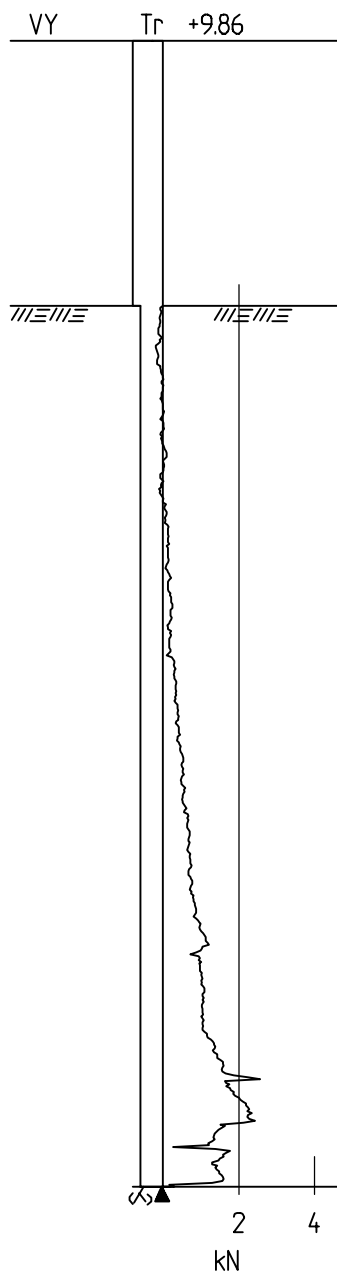
Anna Valdusson

Helen Eklund

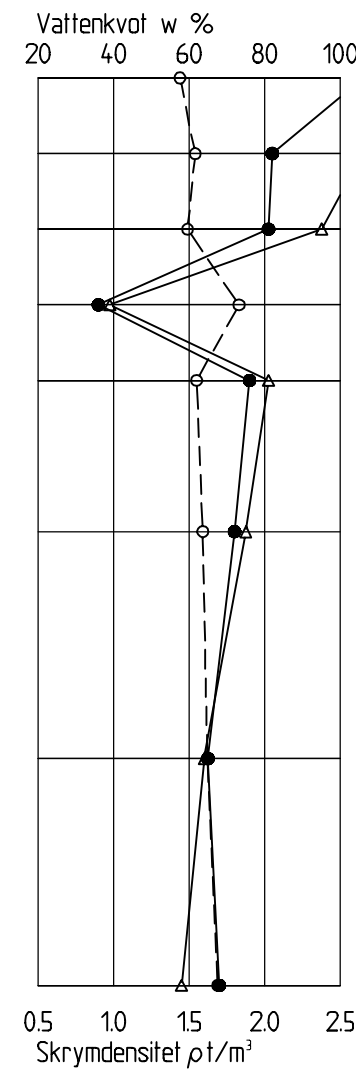
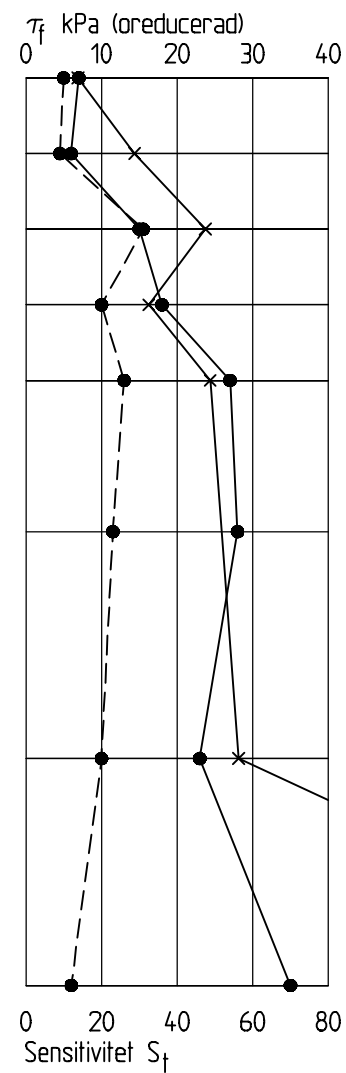
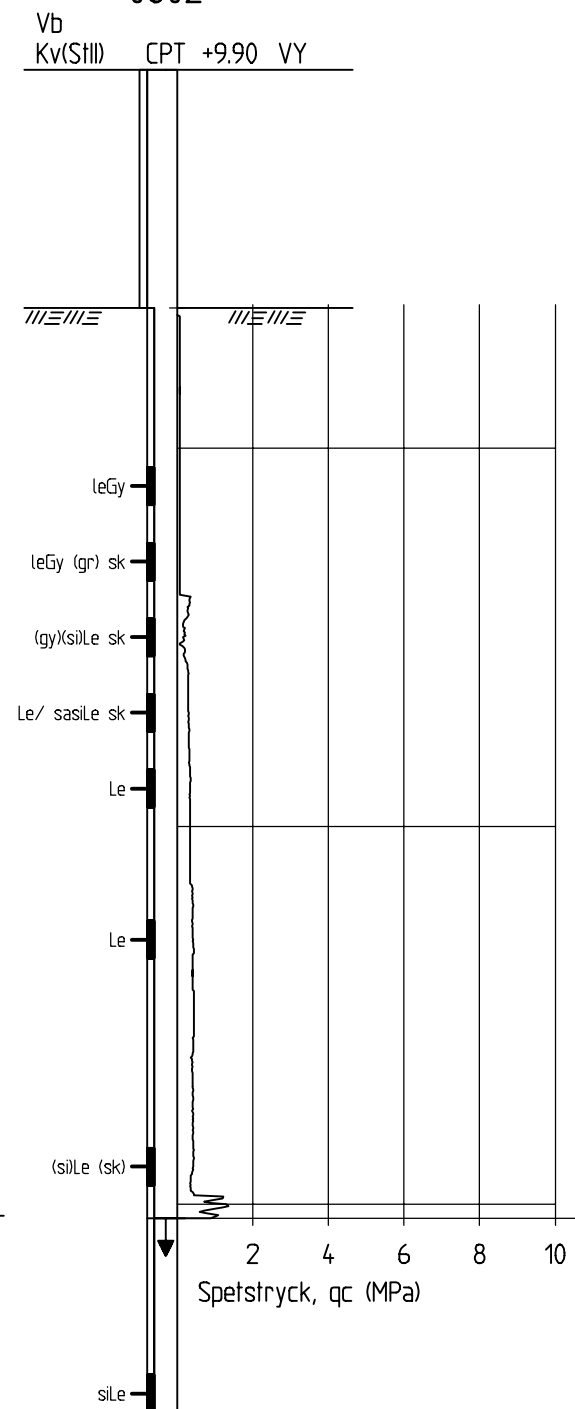
Ritningar



0801



0802

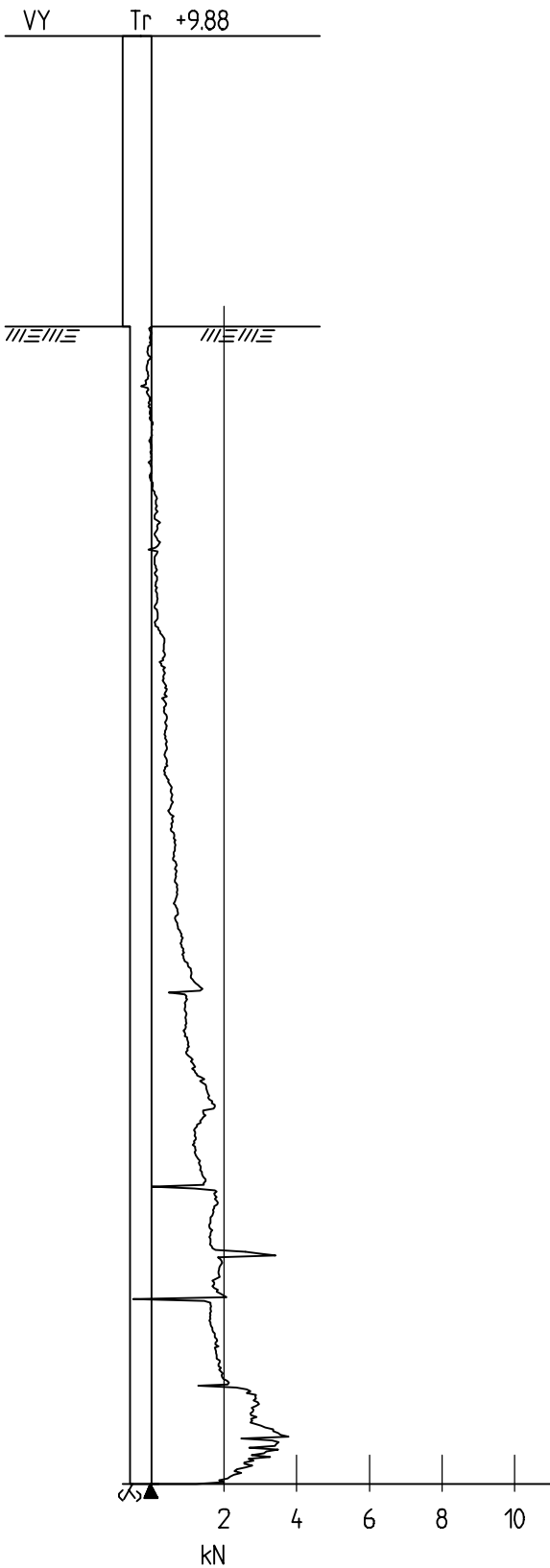


Koordinatsystem

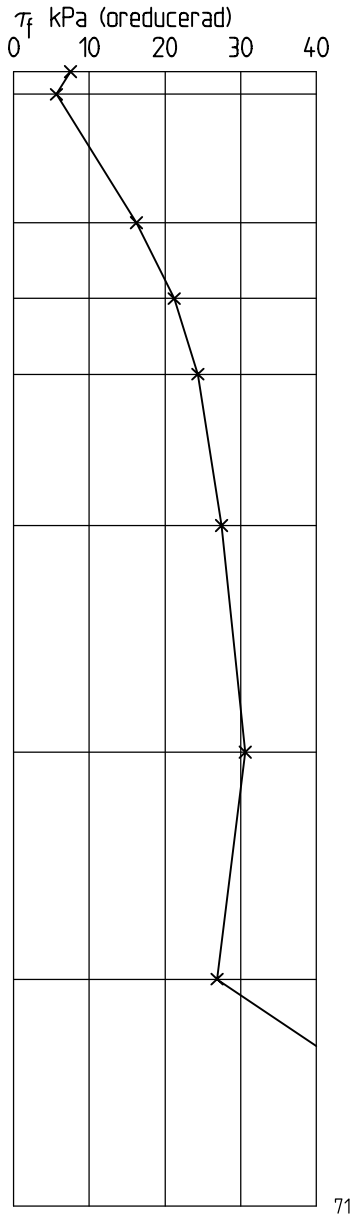
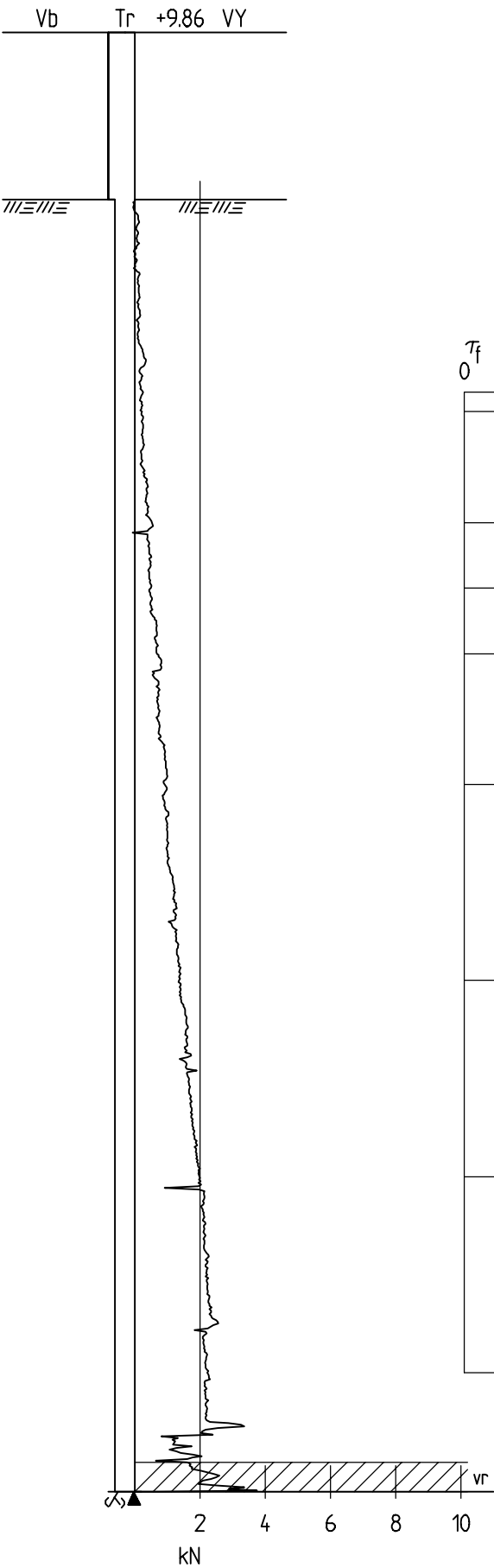
Plansystem: Göteborgs lokala
Höjdsystem: Göteborgs lokala

REV	ANT	ÄNDRINGEN AVSER	GODKÄND	DATUM
		Lilla Aspholmen Arendal		
		Geoteknisk undersökning Borrpunkter		
		BORRPUNKTER		
KONSTR A. Andersson GÖTEBORG	GRANSK Karin Tilgmann 2012-04-25	UPPDRAGSNR 2305 466 OBJEKT NR	FORMAT A3 RITNINGSNR 2305466-G2	SKALA 1:100 REV

0803



0804



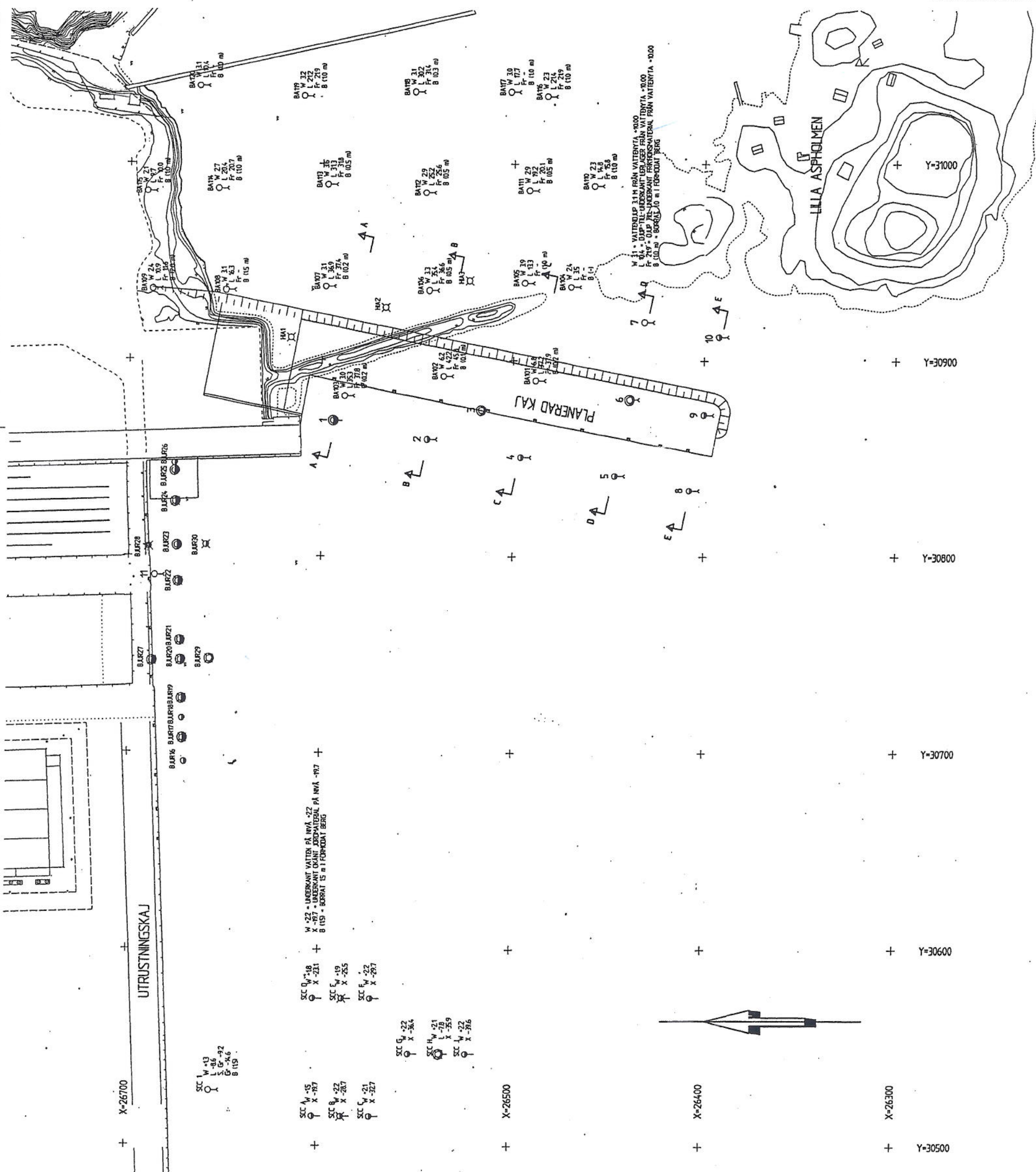
Koordinatsystem

Plansystem: Göteborgs lokala
Höjdsystem: Göteborgs lokala

REV	ANT	ÄNDRINGEN AVSER	GODKÄND	DATUM
			Lilla Aspholmen Arendal	
SWECO SWECO Infrastructure AB Gullbergs Strandgata 3, Box 2203 403 14 Göteborg Telefon 031-62 75 00 Fax 031-62 77 22			Geoteknisk undersökning Borrpunkter	
			BORRPUNKTER	
KONSTR A. Andersson	GRANSK Karin Tilgmann	UPPDRAGSSNR 2305 466	FORMAT A3	SKALA 1:100
GÖTEBORG	2012-04-25	OBJEKT NR	RITNINGSNR	REV
			2305466-G3	

FÖRKLARING

BJUR17 UNDERSÖKNING UTFÖRD AV
BJURSTRÖMS GEOTEKNISKA BYRÅ 1959.
HA11 UNDERSÖKNING UTFÖRD AV
HUGO I. ANDERSSON INGENJÖRS-
BYRÅ, 1961
BA101 UNDERSÖKNING UTFÖRD AV CIVIL-
INGENJÖR BO ALTE AB, 1972.
SCC 1 UNDERSÖKNING UTFÖRD AV
SCANDIACONSULT AB 1984.
SCC A UNDERSÖKNING UTFÖRD AV
SCANDIACONSULT AB 1984.
1 UNDERSÖKNING UTFÖRD AV
SCANDIACONSULT SVERIGE AB 1999.



GÖTEBORGS HAMN AB

SCANDIACONSULT

Widmarksgatan 6
Box 3303
402 27 GÖTEBORG
Tel: 031 - 33 33 00
Fax: 031 - 00 08 35

ARENDAL NY KAJANLÄGGNING ETAPP 1

UTFÖRD UNDERSÖKNINGAR

GEOTEKNIK

PLAN

1999-04-30

SCALA

1:1000

G:01

Uppdragsnr: 540275
Datum: 1999-04-30
Förskrift: LBLM
Skala: 1:1000
Förskrift: G:01