2016-04-15

KVARTERSRAPPORT, OMRÅDE G

Järnvågsgatan

Geoteknisk utredning inför exploatering

PM GEOTEKNIK

Framställd för:
Konsortie Masthuggskajen genom Älvstranden Utveckling AB

Uppdragsnummer: 1451220160

Golder Associates

Innehållsförteckning0.0Uppdragsinformation 1

1.0 UPPDRAG 1

2.0 OBJEKTSBESKRIVNING 2

3.0 OMRÅDESBESKRIVNING OCH BEFINTLIGA ANLÄGGNINGAR 2

3.1 Historisk utveckling 2
3.2 Befintliga anläggningar 3
3.3 Pågående marksättningar 5

4.0 UNDERLAG 5

4.1 Kartor, ortofoto, mätdata mm 5
4.2 Koordinat- och höjdsystem 5
4.3 Geotekniska undersökningar 5

5.0 GEOTEKNISKA FÖRUTSÄTTNINGAR 6

5.1 Jordlagerbeskrivning 6
5.2 Geotekniska egenskaper 7
5.3 Geohydrologiska förhållanden 9

6.0 FÖRUTSÄTTNINGAR FÖR GRUNDLÄGGNING 10

6.1 Allmänt 10
6.2 Stabilitetsituationen inom aktuellt kvarter 10
6.3 Sättningar i mark vid uppfyllnad 10
6.4 Temporära stödkonstruktioner 11
6.5 Principer för grundläggning 12

7.0 OMGIVNINGSPÅVERKAN I BYGGSKEDET 13

7.1 Schakt och fyllnadsarbeten 13
7.2 Buller, Markvibrationer och rörelser 13

8.0 BEHOV AV GEOTEKNISKA KOMPLETTERINGAR 13

Bilagor

BILAGA 1
Geotekniska undersökningar

BILAGA 2
Kolvborrprov – Lab.protokoll

BILAGA 3
CRS – Lab.protokoll

BILAGA 4
Direkt Skjuvförsök – Lab.protokoll

BILAGA 5
Utvärdering CPT-sonderingar

BILAGA 6
Type Appendix title here.

0.0 UPPDRAGSINFORMATION

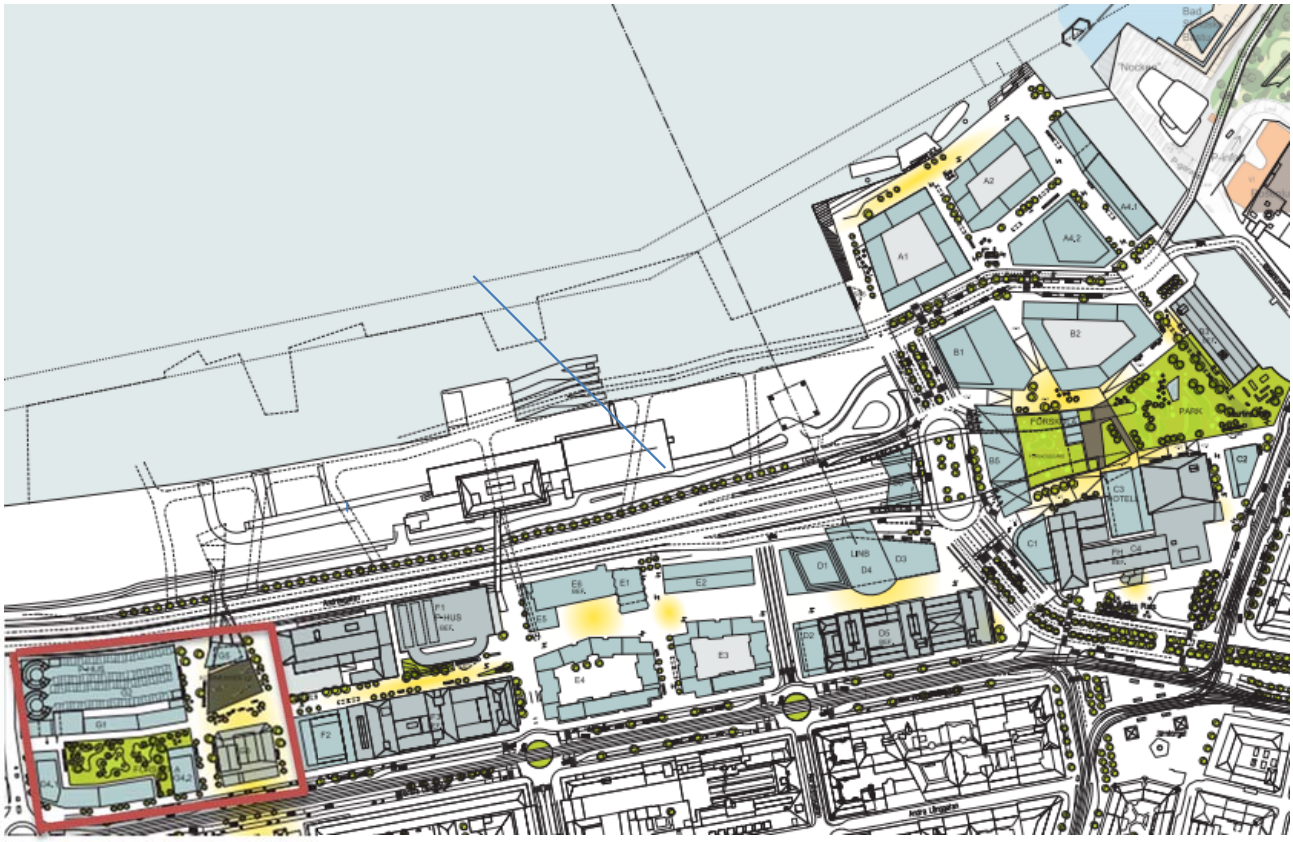
Uppdrag	Geoteknisk utredning för exploatering inom detaljplan Järnvågsgatan
Plats	Inom stadsdelarna Masthugget och Pustervik i Göteborg
Uppdragsgivare	Konsortie Masthuggskajen genom Älvstranden Utveckling AB
Uppdragsnr	14512220160
Konsult	Golder Associates AB
Teknikansvarig Geoteknik	Urban Högsta
Uppdragsledare Geoteknik	Ola Skepp

1.0 UPPDRAG

Golder Associates AB har inom området för Detaljplan Järnvågsgatan upprättat geotekniska kvarters-rapporter inför planerad exploatering inom området.

Kvartersrapporterna utgör en sammanställning av befintliga geotekniska undersökningar inom respektive kvarter/område. I samband med denna rapport har det inte utförts några kompletterande geotekniska undersökningar. Vidare ges i rapporten generella geotekniska råd och riktlinjer inför exploatörernas kommande projektering.

Detta PM avser nedanstående markerat delområde/kvarter benämnt ”område G”.

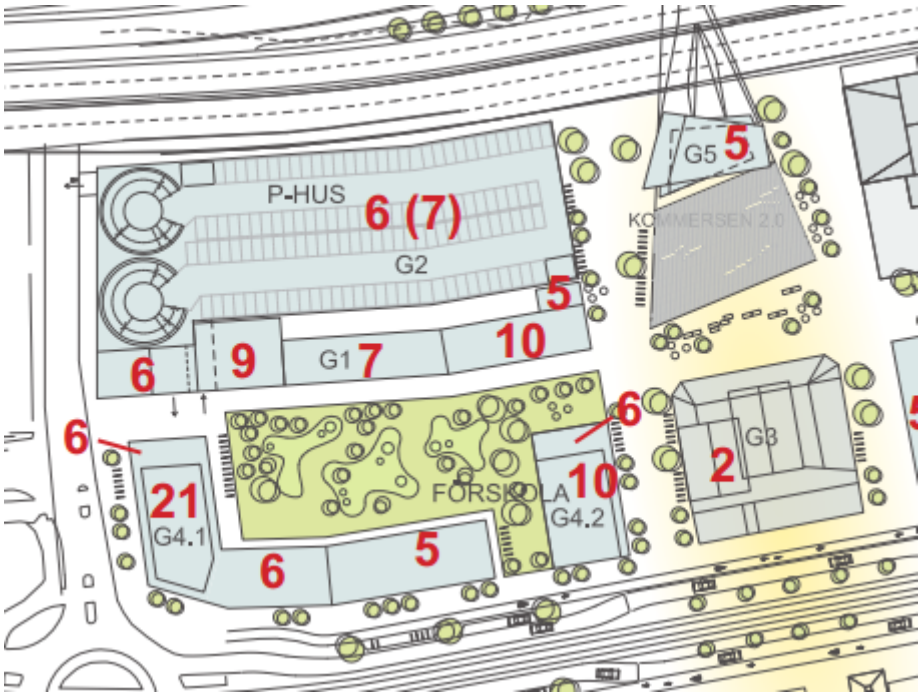


Figur 1: Illustrationsplan (KANOZI, 2016-03-21) med markerat aktuellt delområde.

2.0 OBJEKTSBESKRIVNING

Detaljplaneprogrammet för Järnvågsgatan avser som helhet en strukturerad utveckling av norra Masthugget med förtätning av bland annat bostäder, handel, kulturverksamhet, grönytor och offentliga platser.

Inom delområde G planeras fem nya huvudbyggnader avseende bostäder, förskola, parkeringshus samt om-/nybyggnad av Kommersen. I områdets mittersta del planeras även en park.



Figur 2: Kvartersuppdelning inom område G (byggnad G1 till G5) med planerat/möjligt antal våningsplan.

3.0 OMRÅDESBESKRIVNING OCH BEFINTLIGA ANLÄGGNINGAR

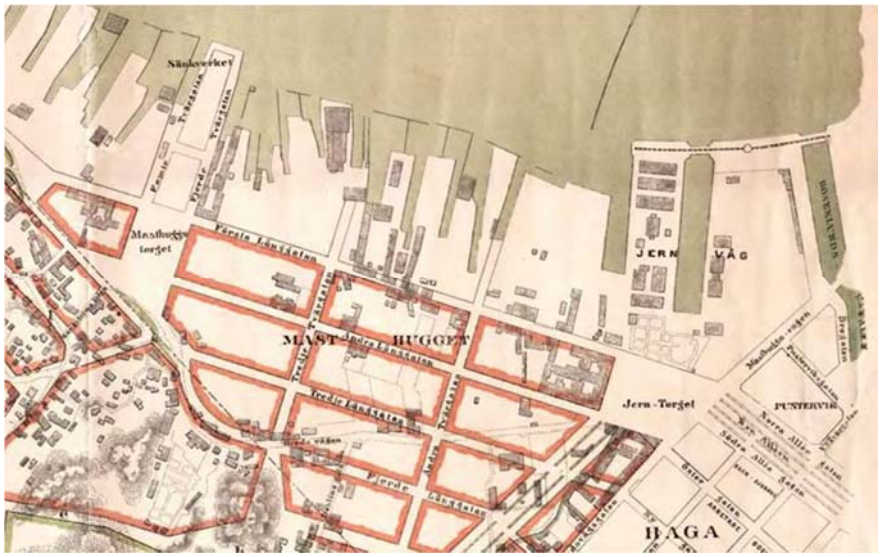
3.1 Historisk utveckling

Norra Masthugget ligger på Göta älvs södra sida och har historiskt sett genomgått stora förändringar. Området har varit bebyggt under lång tid och verksamheterna har skiftat under åren. Områdets sträckning längs älven utgjordes ursprungligen av vassbevuxna strandområden som successivt från 1700-talet fyllts ut. Älven har muddras för att anpassas till verksamheter som kräver större båtar och färjor.

I början av 1800-talet fanns flera hamnbassänger vars läge var mellan ca 50 till 200 m söder som dagens kaj. Mot slutet av 1800-talet fylldes succesivt bassängerna ut och strandlinjen flyttade i takt med det längre norrut mot älven.

Verksamheter för timmer och trä, har funnit i Masthugget sedan 1600-talet. Först på senare tid har kajen brukats som last- och passagerarhamn. Området har varit obebyggd eller också bebyggd med enklare magasinslokaler utan djupare grundläggning och marken antas därför vara relativt opåverkad. Detta gör att intakta kvarlämningar av gamla hamnanläggningar och bebyggelse kan återfinnas i marken.

Älvbotten har vid flera tillfällen muddrats för att ge utrymme åt större fartyg. Det kan tänkas att båtvrak eller lösa vrakdelar används som fyllnadsmaterial under de gamla pirarna.



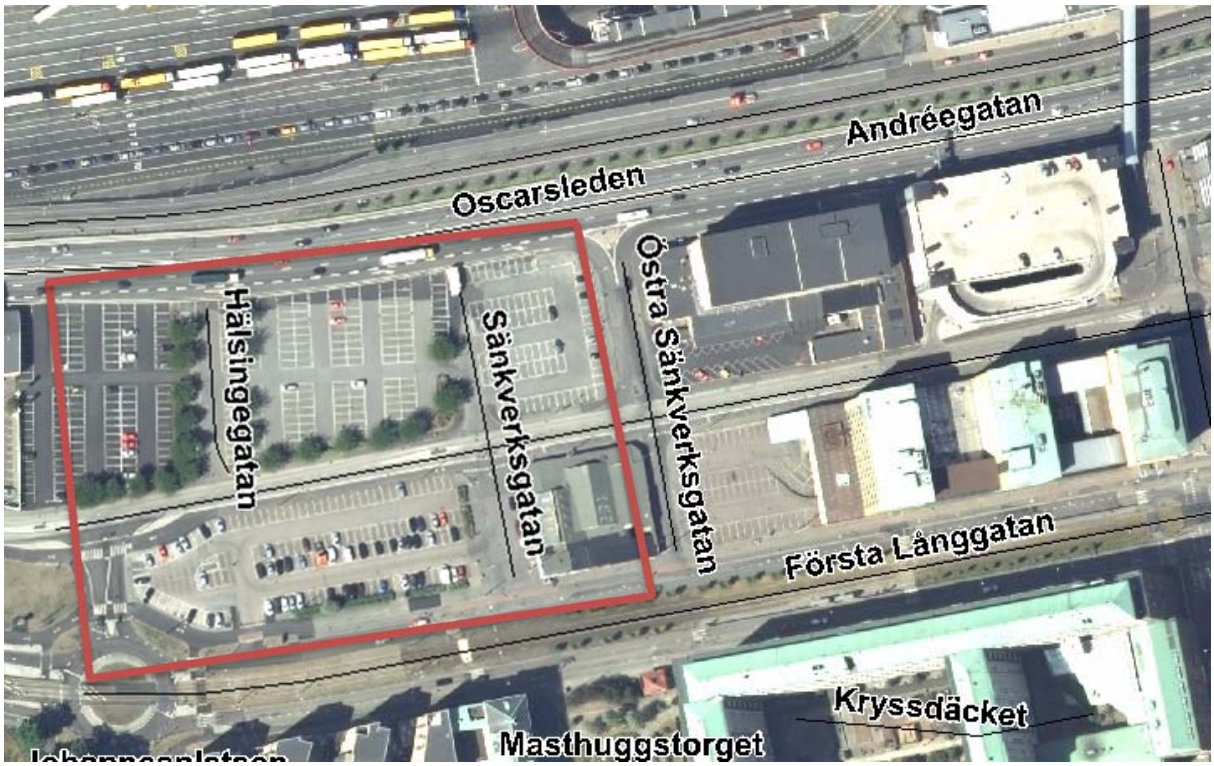
Figur 3: Masthugget år 1876 (Arkivnämnden 2011).

Figur 4: Strandlinje år 1860 (grön heldragen linje), befintlig kajkant (blå streckad linje) och ursprunglig stenkista (grön mönstrad linje) på karta över befintlig bebyggelse (Tyréns).

3.2 Befintliga anläggningar

Området G ligger inom stadsdelen Masthugget och avgränsas i norr av väg E45 och i söder av Första Långgatan.

Huvuddelen av delområdet utgörs idag av trafikområden och hårdgjorda ytor för bilparkering. Undantaget är Kommersens loppmarknad, som utgör områdets enda befintliga byggnad. Grönska förekommer endast i form av enstaka träd samt mindre gräsytor/planteringar.



Figur 5: Ortofoto över området i dag.

Masthugget 28:1 - Kommersen

Kommersen uppfördes troligtvis runt sekelskiftet 1900-talet och var ett skjul som tidigare nyttjades för träindustrin som var aktiv i området. Byggnaden har överlevt rivningar som utfördes i området kring 1920- och 50-talet. Andra verksamheter som byggnaden tidigare nyttjats till har bland annat varit byggvaruhandel, grönsakshandel och slutligen loppmarknaden som återfinns idag. I dagsläget anses kommersen vara i mycket dåligt skick.

Kommersens är enligt uppgift grundlagd utan grundförstärkning på plintar direkt på mark.

Figur 6: Kommersen

3.3 Pågående marksättningar

Sättningsförhållandena inom området är generellt sett ogynnsamma. Under perioden sedan delar av området började fyllas ut (främst i de nordvästra delarna, delvis inom läget för planerat P-Hus) fram tills idag har stora sättningar utbildats. Sättningarna utbildas troligen både i befintliga fyllnadsmassor samt i de naturliga jordlagren som till stor del utgörs av mäktiga lager med lera. Sättningstakten har med tiden minskat något men sättningar pågår än idag vilket har bekräftats vid utförda CRS-försök. Marksättningar på i storleksordningen upp mot 4-6 mm/år har konstaterats inom området i samband med sättningsuppföljningar som utförts i skedet för byggandet av Götatunneln. I BILAGA 6 presenteras utförda sättningsmätningar i områdets närhet.

4.0 UNDERLAG

4.1 Kartor, ortofoto, mätdata mm

Som underlag för denna geotekniska utredning har nedanstående underlagsmaterial nyttjats. Huvuddelen av underlagsmaterialet har erhållits från Göteborgs Stad.

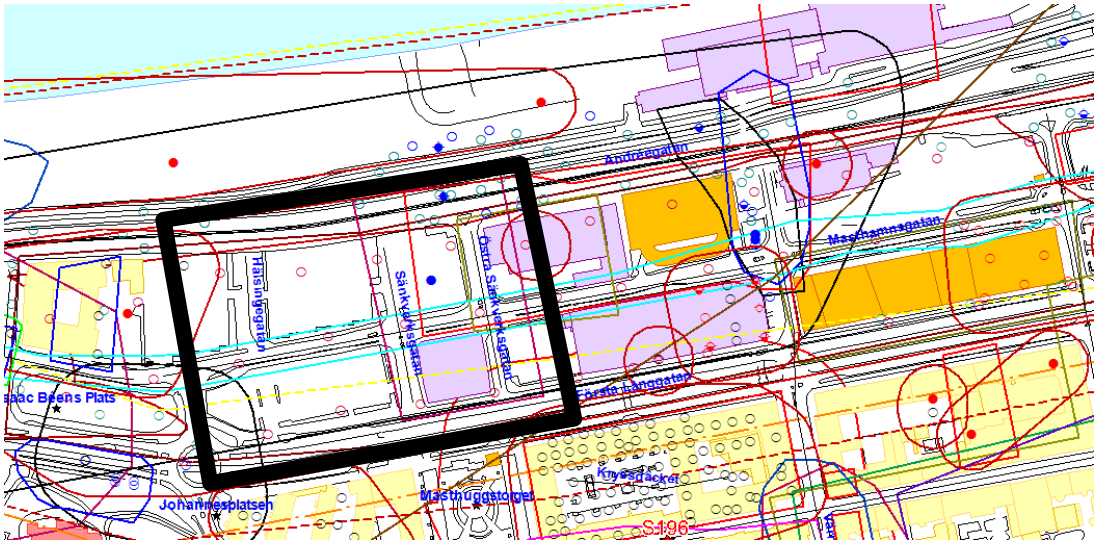
- Digital primärkarta med 0,5 m ekvidistans (AutoCad-format).
- Ortofoton över aktuellt område
- Stadsbyggnadskontorets detaljerade jordartskarta från år 2006.

4.2 Koordinat- och höjdsystem

Aktuellt koordinatsystem är SWEREF 991200 och höjdsystem RH2000. Samtligt underlagsmaterial har erhållits eller transformerats till dessa system.

4.3 Geotekniska undersökningar

Inom och i anslutning till planområdet har en stor mängd geotekniska undersökningar utförts under årens lopp och finns att tillgå i Stadsbyggnadskontorets geotekniska arkiv. I nedanstående figur visas ett utdrag från kommunenen GIS-lager som redovisar geotekniskt arkivunderlag inom delområdet och dess närhet.



Figur 7: Geotekniskt arkivmaterial (utdrag från Göteborgs Stads GIS-lager).

Tidigare utförda undersökningar i kombination med undersökningar som utförts i samban med upprättande av detaljplanen för Järnvågsgatan utgjort underlag för detta PM.

Undersökningar inom det aktuella kvarteret sammanställts och ritningar (plan och sektioner) redovisas i BILAGA 1. I de fall där det finns tidigare utförda geotekniska laboratorieundersökningar finns även dessa sammanställda och redovisade i bilagor till denna kvartersrapport.

Av tidigare utförda undersökningar inom det aktuella delområdet kan bland annat följande nämnas:

- ”Detaljplan Järnvågsgatan. Inom stadsdelarna Masthugget och Pustervik i Göteborg. Markteknisk undersökningsrapport (MUR/geoteknik)”.
  Golder Associates AB, daterad 2015-05-27 (uppdr.nr. 1451220160).
  (Borrpunkter från denna utredning benämns 15XX på ritningar i BILAGA 1).
- ”Norra Masthugget. Delen Rosenlundskanalen-Stigbergsliden. Rapport geoteknisk undersökning (RGeo).”
  Gatubolaget, daterad 2009-09-03 (uppdr.nr. 293/09)
- ”Johannesplatsen, cirkulationsplats. Geoteknisk undersökning.”
  Gatubolaget, daterad 2006-12-19 (uppdr.nr. W26)
  (Borrpunkter från denna utredning benämns GB06-X på ritningar i BILAGA 1)

5.0 GEOTEKNISKA FÖRUTSÄTTNINGAR

5.1 Jordlagerbeskrivning

Den generella jordlagerföljden i området består överst av ett ytligt ***fyllnadslager*** som följs av ett mäktigt lager ***lera***. Leran vilar på ett lager ***friktionsjord*** ovan berg.

Fyllning

Fyllnadslagret har en varierande mäktighet på 1-4 m. Lagret består bland annat av grus, sand, lera, muddermassor, byggnadsrester som tegel, trä.

Lera

Leran under fyllnadslagret är en postglacial finlera med stora till bitvis mycket stora mäktighet. Lerans är något gyttjig de översta metrarna och innehåller oftast skalrester. Konsistensen är lös och övergår mot djupet till mellanfast. Leran är sättningsbenägen vid belastning.

Det ska särskilt noteras att lermäktigheten varierar stort inom området. En utförd Jb-sondering i områdets nordöstra hörn, indikerar att lermäktigheterna uppgår till ca 100 m. Mäktigheten minskar succesivt mot väster och söder och de minsta lermäktigheterna har påträffats i områdets sydvästra hörn där djupet till förmodat berg eller block (sonderingsstopp) är ca 25 m. Figuren nedan visar en tolkning av lerdjupet kring området. Tolkningen baseras på geotekniska undersökningar och stadsbyggnadskontorets detaljerade jordarts-/lerdjupskarta.

Figur 8: Tolkat/bedömt lerdjup inom området.

Friktionsjord

Under lagret av lera förekommer friktionsjord ovan berg. Mäktigheten har inte fastställts vid utförda undersökningar.

Berg

Djupet till berg varierar stort inom delområdet. Utifrån borrhålsdata kan man tyda att berg återfinns på ca 100 m djup i de norra delarna och ca 25-40 m i de södra delarna. Strax sydväst om området förekommer berg i dagen. Baserat på vetskapen om de stora variationerna av bergdjup inom fastigheten är det troligt att bergytan inom delar av området kan stupa mycket brant vilket är av största vikt att ta hänsyn till och beakta vid kommande grundläggningsarbeten (vid främst pålslagningsarbeten – ”släntberg”).

5.2 Geotekniska egenskaper

I samband med detaljplaneutredningen för Järnvågsgatan har de geotekniska egenskaperna inom hela planområdet sammanställt och värderats. Egenskaperna är relativt likartade/samstämmiga inom området som helhet men det kan förekomma lokala geografiska variationer främst till följd av den varierande jord-mäktigheten.

I skedet för denna detaljstudie/beskrivning av förhållandena inom delområde G har det inte utförts några geotekniska undersökningar specifikt för detta delområde. Utvärdering/bedömning av rådande geotekniska egenskaper inom det delområdet baseras därmed på underlag för markområdena kring Järnvågsgatan som helhet samt med beaktande av tillgängligt geotekniskt underlag, i viss mån något begränsat, för det aktuella kvarteret/delområdet.

Tunghet, vattenkvot och konflytgräns

Inom hela området återfinns naturligt avsatta mäktiga lerlager. Lerans sammansättning och egenskaper betraktas som normala för Göteborgs centrala delar.

Lerans tunghet varierar mellan ca 16-17 kN/m^3.

Den naturliga vattenkvoten (w_N) i leran och konflytgränsen (w_L) varierar mellan ca 60-80% (BILAGA 2).

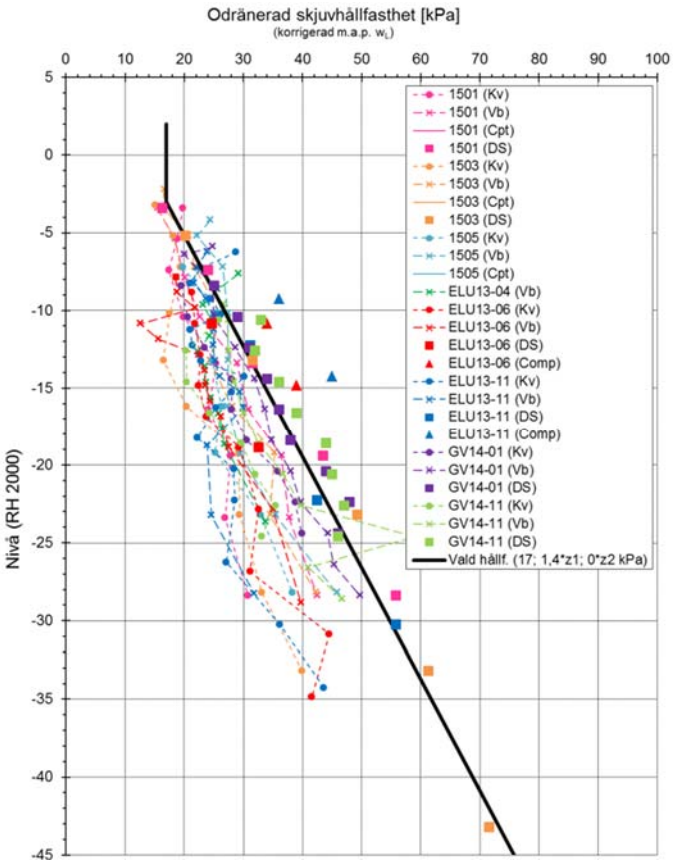
Odränerad skjuvhållfasthet

Den odränerade skjuvhållfastheten i leran har under åren bestämts med en rad olika undersökningsmetoder (såsom vingförsök, fallkornförsök, CPT-sonderingar, direkta skjuvförsök samt triaxialförsök) inom områdena kring Järnvågsgatan. Resultaten av undersökningarna påvisar en som helhet god samstämmig bild av den odränerade skjuvhållfastheten i leran med endast mindre geografiska variationer. Dock förekommer en markant skillnad/avvikelse mellan olika undersökningsmetoder där utförda avancerade hållfasthets-bestämningar (såsom odränerade direkta skjuvförsök) påvisar en påtagligt högre hållfasthetsprofil i leran än exempelvis ving-/fallkonförsök samt CPT-sonderingar. Den stora skillnaden mellan resultatet vid olika typer av hållfasthetsbestämningar ger därmed en missvisande bild av stora avvikelser/spridning inom området.

Då utförda konsoliderade odränerade direkta skjuvförsök (samt triaxialförsök) anses vara de undersöknings-metoder som bäst representerar den faktiska hållfastheten i leran så har stor tonvikt lagts på resultaten från dessa vid utvärderingen av skjuvhållfastheten. Övriga undersökningsmetoder anses därmed påvisa en något missvisande bild (underskattning) av den odränerade skjuvhållfastheten i området.

Inom det aktuella delområdet har direkta skjuvförsök utförts i en borrpunkt (BH 1501, i nedanstående diagram). I samband med detaljprojektering bör dock kompletterande undersökningar utföras inom delområdet, som stöd till undersökningarna i borrpunkt 1501, för att verifiera/säkerställa att det inte förekommer geografiska skillnader inom delområdet till följd av de varierande lermäktigheterna.

Utvärderad odränerad skjuvhållfasthet (korrigerad m.a.p. konflytgränsen) presenteras i nedanstående diagram (Figur 9). Inom delområdet är den odränerade skjuvhållfastheten, c_u, ca 17 kPa ner till nivån ca -3 (motsvarar djupet ca 5 m) för att därunder ha en hållfasthetstillväxt mot djupet med ca 1,4 kPa/m.



Figur 9: Sammanställning och utvärdering av odränerad skjuvhållfasthet.

Sensitivitet

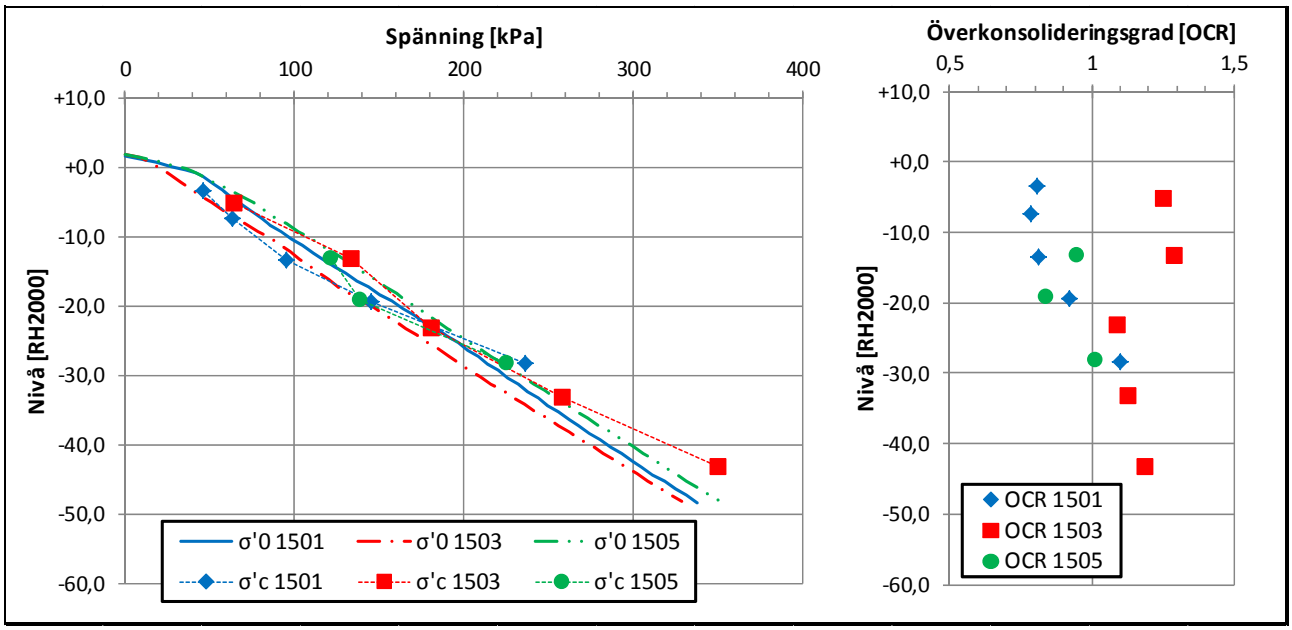
Leran är att klassificera som låg- till mellansensitiv med en sensitivitet som varierar mellan ca 10-20 inom hela området. Det har inte påträffats någon förekomst av kvicklera eller högsensitiv lera.

Konsoliderings- och deformationsegenskaper

Med hänsyn till den historiska utvecklingen (med upp-/utfyllnader i flera skeden) inom markområdena kring Masthuggskajen och Järnvågsgatan anses leran vara i det närmaste normalkonsoliderad för rådande spänningssituation (dvs efter utförda historiska utfyllnader) med en nuvarande överkonsolideringsgrad (OCR) på ca 1, se Figur 10. Detta innebär att all ökad belastning på marken från exempelvis uppfyllnader, grundvattensänkning etc. kommer medföra att långtidsbundna sättningar utbildas.

Inom det aktuella delområdet har det utförts CRS-försök på kolvprover från punkt 1501 (BILAGA 3) vilka ger en samstämmig bild av rådande spänningsförhållanden för området som helhet.

Kompressionsmodulen, M_L, i leran har i utförda CRS-försök i punkt 1501 utvärderats till är ca 500-700 kPa och M_0 bedöms empiriskt vara ca 4-5 MPa (dvs. ca 250·c_u).



Figur 10: Effektiv- (σ'_0) och förkonsolideringsspänningens (σ'_c) ökning mot djupet samt överkonsolideringsgraden (OCR).

5.3 Geohydrologiska förhållanden

Grundvattennivån i fyllnadslagren kan förutsättas korrespondera med vattennivån i älven (motsvarar djupet ca 2 m under markytan, dvs nivån ca +0) med viss fördröjning i responsen på vattenståndsvariationer. Fördröjningen kan antas öka med avståndet från vattendraget.

Enligt tidigare och nyligen utförda portrycksmätningar är portrycksgradienten i leran något högre än hydrostatisk, vilket tyder på att leran inte konsoliderat klart för utförda uppfyllnader i området. Trycknivån på djupet ca 20 m är ca 0,5 m under markytan.

6.0 FÖRUTSÄTTNINGAR FÖR GRUNDLÄGGNING

6.1 Allmänt

Denna rapport är framtagen som underlag för den fortsatta geotekniska projekteringen inom varje delområde. De bedömningar som utförts inom området baseras helt på tidigare undersökningsmaterial som i många fall är för begränsat för att utgöra en projektering av framförallt höga byggnader eller djupa schakter.

Någon detaljerad kännedom av de byggnaderna som planeras inom området har inte funnits till tillgänglig i samband med sammanställningen av denna kvartersrapport. Val och dimensionering måste göras för varje enskild fastighet i kommande skeden.

6.2 Stabilitetsituationen inom aktuellt kvarter

Analys och beskrivning av stabilitetssituationen inom detaljplaneområdet har beskrivits i ”Detaljplan Järnvågsgatan, PM Geoteknik” (Golder Associates AB, uppdr 1451220160, daterad 2015-05-27).

Det aktuella delområdet är i princip helt plant och är beläget på ett minsta avstånd ca 100 m från kajkant till Göta älv. Stabilitetsförhållandena mot Göta älv är därmed tillfredsställande och anses inte utgöra någon begränsning eller förhållningssätt med avseende på planerad exploatering.

Som underlag för detaljplanen har dock en lastbegräsning (planbestämmelse) lagts på markområdet för att planteknisk säkerställa stabilitetsförhållandena. Denna planbestämmelse anses dock inte utgöra något hinder för projekteringen då den ur stabilitetssynpunkt möjliggör jämnt utbredda markbelastningar på upp emot 70 kPa (motsvarar ca 3,5 m markuppfyllnad).

I detaljplanen är stabilitetsförhållandena beskrivna enligt följande:
”*Inom detaljplanområdets västra del anses stabiliteten vara tillfredsställande och ej dimensionerande för användandet av marken (stora markbelastningar, upp emot ca 70 kPa, kan hanteras inom planområdet utan att stabiliteten mot älven begränsar användningen). Marken anses med avseende på stabilitetsförhållandena därmed vara lämplig för ändamålet.”*

6.3 Sättningar i mark vid uppfyllnad

Inom området pågår idag sättningar i mark som orsakats av det utfyllnader som utförts genom åren. De sättningar som pågår idag är i huvudsak krypsättningar som kan förväntas pågå under lång tid. Det finns med nuvarande underlag inga uppgifter till vilket djup sättningarna pågår vilket är viktigt vid bestämning av påhängslaster på pålar.

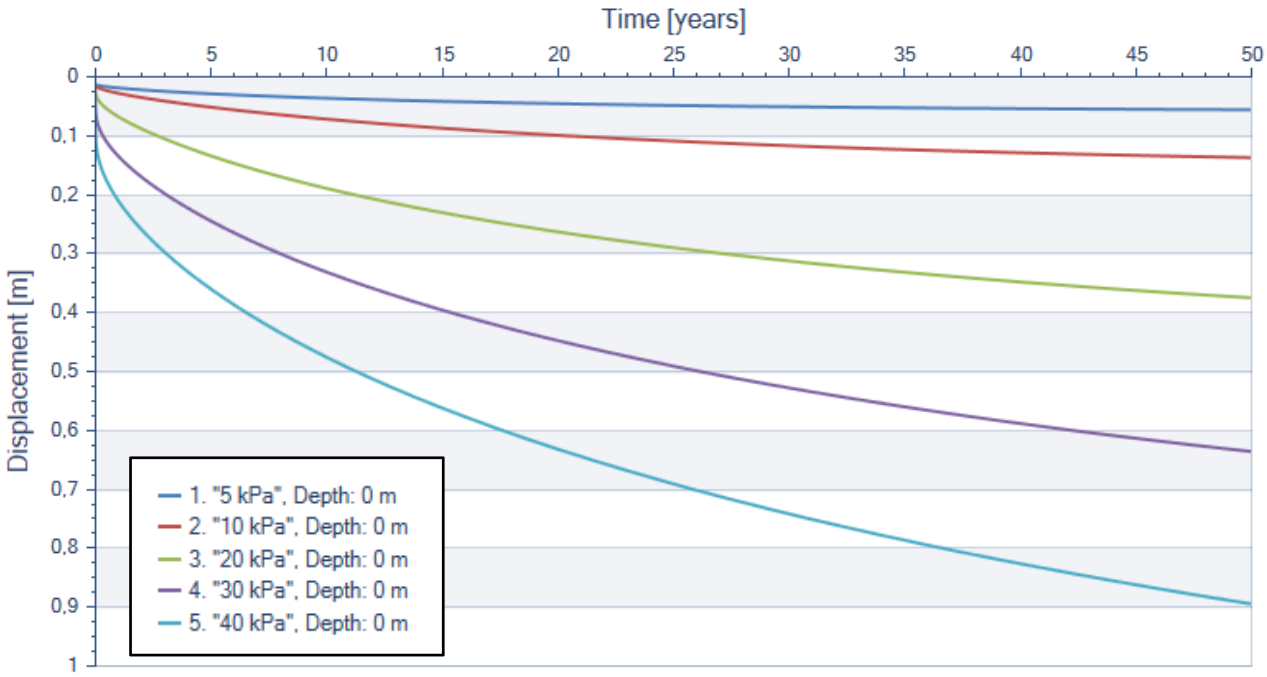
Pågående sättningar innebär att pålgrundläggning måste dimensioneras för påhängslaster (negativ mantel-friktion). Inga uppgifter finns i underlaget som visar på till vilket djup sättningarna pågår men som en indikativ uppgift kan antas att det handlar om till ett djup av 20-30 m.

Nya utfyllnader, markplaneringar, vägar etc kommer medföra nya sättningar. Större uppfyllnader bör hanteras med lättfyllnadsmaterial samt i anslutning till känsliga objekt bör pålgrundläggning övervägas. Erfarenheterna av projekt Skeppsbron (både avseende projektering och byggande) som har i mycket gemensamt med detta område visar på att just ledningsläggning samt övergångar mellan pålade och icke pålade ytor kräver extra eftertanke och planering.

Jorden inom det aktuella undersökningsområdet består till stor del av lera med stor mäktighet överlagrad av ett fyllnadslager med varierande mäktighet. Att området är utfyllt och att undersökningar visar att leran är

normalkonsoliderad för nuvarande last (ca OCR=1,0) innebär att sättningsbenägenheten är stor om ytterligare last påförs inom området.

Översiktliga sättningsanalyser har utförts inom området i en punkt där lermäktigheten är stor. Effekten av markbelastningar på 5-40 kPa har översiktligt studerats (motsvarar ca 0,25-2 m markuppfylland med fyllnadsmaterial) för att visa vad som kan förväntas inom området i samband med belastning (nivåförändring etc.). I nedanstående diagram presenteras en förväntad sättningsbild inom delområdet vilken dock förväntas variera något till följd av den varierande lermäktigheten inom delområdet (ca 25 m i sydvästra hörnet och ca 100 m i norr).



Figur 11: Resultat från översiktlig sättningsberäkning inom området

Ur diagrammet ovan kan exempelvis utläsas att vid måttliga belastningar i form av uppfyllnad i storleksordningen ca 1 m (motsvarande ca 20 kPa last) kan en sättning i storleksordningen ca 40 cm inom förväntas.

6.4 Temporära stödkonstruktioner

Spont kan förväntas krävas för samtliga schakter som är djupare än 2 m. Detta gäller såväl schakt för källare samt ledningsschakter.

Det finns relativt begränsat med underlag för att bedöma spontbarheten i området. Den historiska utvecklingen av området ger dock tydliga indikationer på att rikligt med hinder förekommer i mark vilket kan påverka möjligheten att slå ner sponter utan förborrning.

Källare i ett plan bör kunna hanteras med traditionell stålspont som helst stämpas inåt schaktgropen. Bakåtförankringar måste planeras noggrant med hänsyn till andra byggnationer i området. Eventuella källare i 2 plan under mark innebär komplexa temporära konstruktioner med förankringar på flera nivåer.

Grundare schakter än 2 m bör kunna utföras med slänt med erforderlig sänktlutning om plats medges mot andra anläggningar och konstruktioner.

6.5 Principer för grundläggning

Avsikten med denna PM är inte att beskriva grundläggningen för varje enskild byggnad/anläggning.

Inom Område G varierar lermäktigheten stort vilket innebär att byggnader och anläggningar kommer att grundläggas på både spetsburna och mantelburna pålar. Val av pållängd måste beakta denna frågeställning.

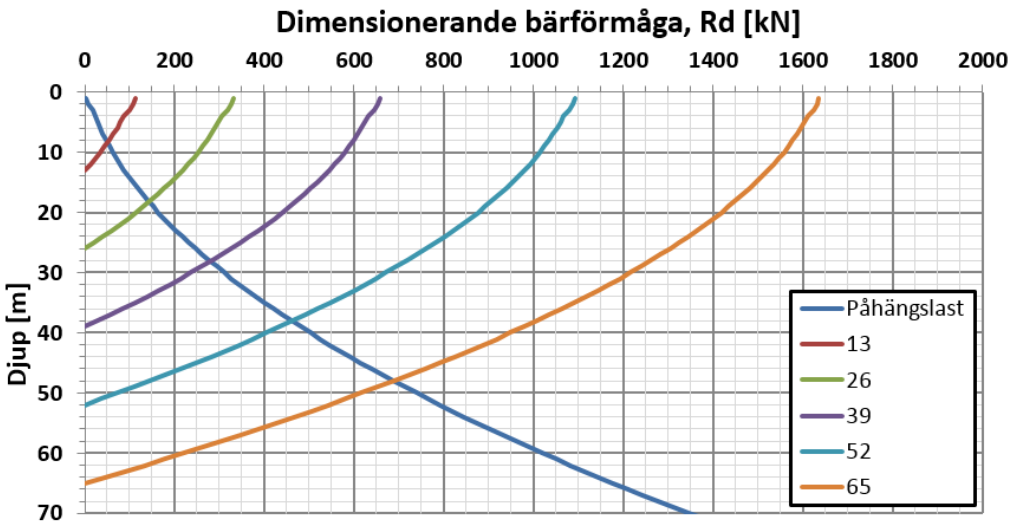
Hel bottenplatta - Med hänsyn till jordlagerföljden i områden och de sättningar som pågår till följd av historiska utfyllnader kommer sannolikt samtliga byggnader inom området grundläggas på pålar. Låga hus som grundläggs med källare som innebär en fullständig lastkompensation kan bli aktuella att grundlägga utan pålar. Även i dessa fall måste dock pågående sättningar (som kan vara ojämna inom området) beaktas.

Spetsburna pålar kan förutsättas inom framförallt de sydvästra delarna av området där jorddjupen är mindre. Spetsburna pålar kan utgöras av standardpålar av betong eller olika typer av stålpålar (stålkärne- eller stålrörspålar). Slutligt val av påltyp beror till stor del av laster samt risker för omgivningspåverkan. För lägre laster (hus med upp till ca 4-5 våningar) är ofta betongpålar ett bra alternativ. En fördel med stålpålar är att de minimerar olika problem avseende omgivningspåverkan.

Mantelburna pålar (sk kohesionspålar) är aktuellt som grundläggningsmetod i huvudsak då jorddjupen är större än 50-60 m. Där djupet överskrider ca 70 m är det ett än mer sannolikt val av grundläggningsmetod. Vid riktigt höga byggnader eller i punkter som kräver stor lastupptagning kan det dock trots stora djup vara aktuellt med spetsburna pålar.

Som noterats i kapitel om sättningar ska all pålgrundläggning dimensioneras med hänsyn till negativ mantelfriktion.

En översiktlig kontroll har utförts av vilken geoteknisk bärförmåga och teoretiskt möjlig påhängslast som kan förväntas för en standard betongpåle (270x270) vilket presenteras i Figur 12. Beräkningarna baseras på en generell bedömd värdering av ”äta faktorer” och partialkoefficienter och med den odränerade hållfasthet (som då i detta fall får representera värdet av ett okorrigerat vingförsök) som redovisats i detta PM. Även om detta endast är en översiktlig bedömning av pålarnas geotekniska bärförmåga och teoretiskt möjliga påhängslaster så kan diagrammen ge en viss indikation på vilken bärförmåga som kan uppnås för olika pållängder. Notera dock att för vilken faktisk påhängslast som ska beaktas beror av till vilket lerdjup som det pågår sättningar.



Figur 12: Översiktligt bestämd dimensionerande geoteknisk bärförmåga och möjlig påhängslast för olika pållängder.

7.0 OMGIVNINGSPÅVERKAN I BYGGSKEDET

Omgivningspåverkan avser både störning och påverkan på befintliga (vilket även de nya byggnader som byggts inom området inom ramen för just detta område) intilliggande byggnader. Nedan beskrivs några saker att beakta vid grundläggningsarbetena i området.

7.1 Schakt och fyllnadsarbeten

Vid schaktnings- och fyllnadsarbeten måste åtgärder vidtas för att inte orsaka utdränering och grundvattensänkning mot omkringliggande byggnader, anläggningar och kulturmiljö. Detta för att inte äventyra befintliga grundläggningar med skadliga sättningar som konsekvens.

Andra risker och faktorer som i ett byggskede är viktiga att beakta och begränsa är markrörelser i omkringliggande mark till följd av schakt, fyllning, pålnings- och spontarbeten och som kan orsaka påtaglig skada för omkringliggande byggnader och anläggningar. Djupare schaktning kan påverka lokalstabiliteten, tillfälliga stödkonstruktioner måste dimensioneras för varje enskilt fall med hänsyn till bland annat befintliga jordlagers uppbyggnad och hållfasthet, förekommande belastningar som upplag och pågående trafik intill schakt mm.

7.2 Buller, Markvibrationer och rörelser

Vid byggande i stad medför pålnings- samt spontslagning moment som generar buller. I många projekt blir bullerfrågan en central fråga vid val av arbetsmetod samt val av pål- respektive sponttyp.

Slagning av pålar generar markvibrationer. Markvibrationer blir som störst inom områden med lösa jordar som lera vilket planområdet utgörs av till stora djup och uppkommer i samband med vibrerande arbeten som packning, pålning, spontning, sprängning och tunga transporter. Närliggande anläggningar som kan behöva beaktas är alla typer av markförlagda ledningar samt nya och befintliga konstruktioner/byggnader.

I byggskedet kan pål- och spontslagning, KC-pelarinstallationer samt schaktning medföra risk för horisontella markrörelser, marksättningar och hävning samt markvibrationer.

Vid pålning/spontslagning nära befintliga markförlagda konstruktioner ökar risken för att markrörelser och skador kan uppstå. Riskreducerande åtgärder vid pålning kan vara proppdragning, installationsordning eller val av gynnsammare påltyp eller metod t ex borrade pålar.

8.0 BEHOV AV GEOTEKNISKA KOMPLETTERINGAR

Inom området har det genom åren utförts ett antal geotekniska utredningar och undersökningar. Kompletterande undersökningar är dock nödvändiga inför projektering av nya byggnader.

Undersökningsprogram måste upprättas efter det behov och frågeställningar som föreligger för varje enskild byggnad, Generellt gäller dock att det finns ett särskilt behov med komplettering avseende:

- Sonderingar för att bestämma nivå på lerans underkant, fast botten respektive nivån för berg i syfte att förutsättningar för spetsburna pålar inom områden där detta är aktuella. Detta gäller framförallt i de sydvästra delarna av området.
- Inom området finns inga mer avancerade laboratorieförsök såsom Triaxialförsök som behövs för att dimensionera mer komplexa djupa schakter och sponter.

- Befintlig fyllnadsmäktighet bör bestämmas. I samband med denna bör även hinder för pål- och spontslagning undersökas även om det ofta är svårbedömt utifrån sonderingar. Provgropar kan vara ett bra komplement för bestämma detta.
- Det generella underlaget för att bestämma geotekniska parametrar är relativt begränsat i omfattning. Nyare undersökningar visar dock på en bra överensstämmelse och dessa bedöms utgöra ett bra underlag för inledande projektering. För detaljprojektering behövs dock kompletteringar avseende lerans konsoliderings- och krypegenskaper samt komplettering av fler direkta odränerade skjuvförsök.

Med nuvarande underlag är det svårt att bedöma till vilket djup som det pågår sättningar. Detta kan undersökas genom till exempel installation av Bälgsättningsmätare. Dessa behöver dock viss tid för att ge ett bra resultat/underlag för projektering (flera år).

GOLDER ASSOCIATES AB
Göteborg 2016-04-15

Urban Högsta
Teknikansvarig/kvalitetsgranskning Geoteknik

Ola Skepp
Uppdragsledare Geoteknik

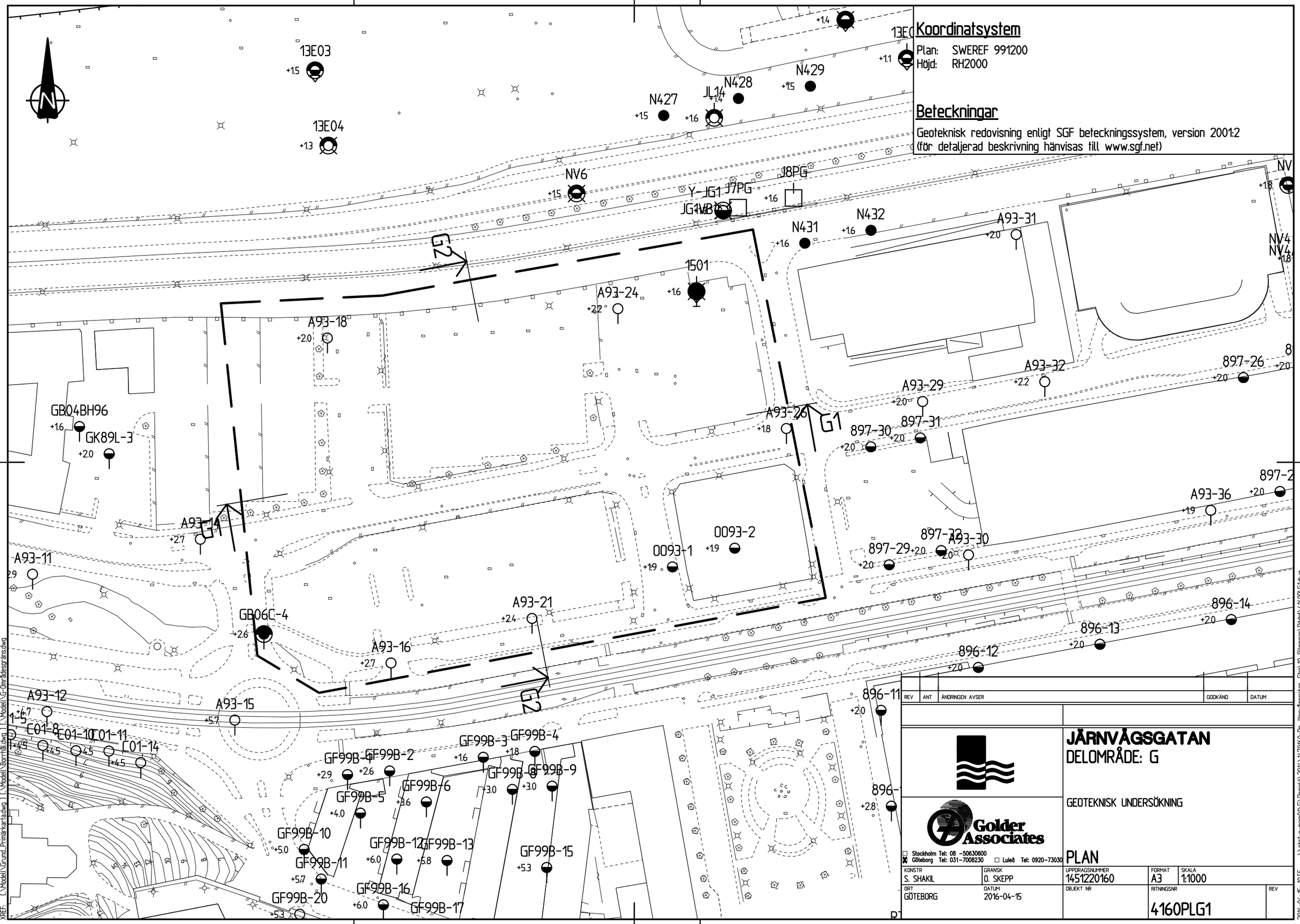
UH/OS

Org.nr 556326-2418
VAT.no SE556326241801
Styrelsens säte: Stockholm

g:\projekt\2014\1470160-dp järnvågsgatan, gbg\14_rapport\kvartersrapporter\g\järnvågsgatan_omr_g-pm_geoteknik.docx

BILAGA 1

Geotekniska undersökningar



Koordinatsystem

Plan: SWEREF 991200
Höjd: RH2000

Beteckningar

Geoteknisk redovisning enligt SGF beteckningssystem, version 2001:2
(för detaljerad beskrivning hänvisas till www.sgf.net)

REV	ANT	ÄNDRINGEN AVSER	GODKÄND	DATUM

JÄRNVÄGSGATAN
DELOMRÅDE: G

GEOTEKNISK UNDERSÖKNING

Golder Associates

☐ Stockholm Tel: 08 –50630600
☒ Göteborg Tel: 031–7008230 ☐ Luleå Tel: 0920–73030

PLAN

KONSTR	GRANSK	UPPDRAGSNUMMER	FORMAT	SKALA
S. SHAKIL	O. SKEPP	1451220160	A3	1:1000
ORT	DATUM	OBJEKT NR	RITNINGSNR	REV
GÖTEBORG	2016-04-15		4160PLG1	

XREF: L:\Model\Grund_Primärkarta.dwg | L:\Model\Borrhål.dwg | L:\Model\G-Områdesgräns.dwg

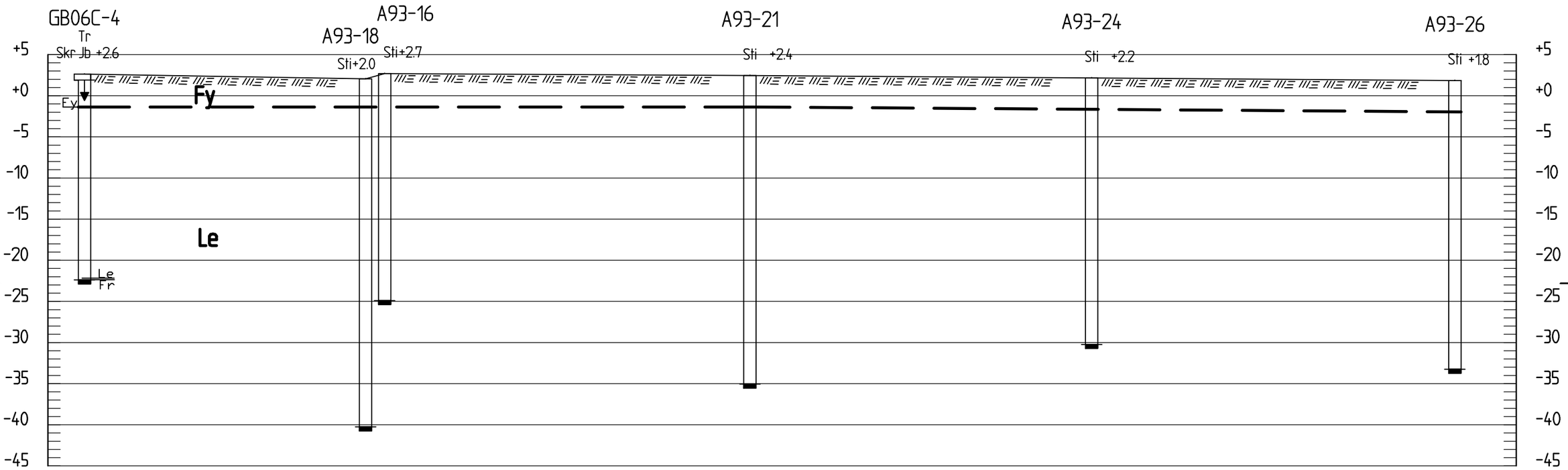
2016-04-15, 10:55, \\sto1-s-main01\G\Projekt\2014\1470160-Dp Järnvägsgatan, Gbg\10_Ritningar\Ritdel\4160PLG1.dwg

Koordinatsystem

Plan: SWEREF 991200
Höjd: RH2000

Beteckningar

Geoteknisk redovisning enligt SGF beteckningssystem, version 2001:2
(för detaljerad beskrivning hänvisas till www.sgf.net)



SEKTION G1-G1

1: 500

REV	ANT	ÄNDRINGEN AVSER	GODKÄND	DATUM

JÄRNVÅGSGATAN
DELOMRÅDE: G

GEOTEKNISK UNDERSÖKNING

SEKTION G1-G1

Golder Associates
☐ Stockholm Tel: 08 -50630600
☒ Göteborg Tel: 031-7008230 ☐ Luleå Tel: 0920-73030

KONSTR	GRANSK	UPPDRAGSNUMMER	FORMAT	SKALA
S. SHAKIL	O. SKEPP	1451220160	A3	1:500
ORT	DATUM	OBJEKT NR	RITNINGSNR	REV
GÖTEBORG	2016-04-15		4160SEG1	

XREF: L:\Modell\G-Sektion.dwg

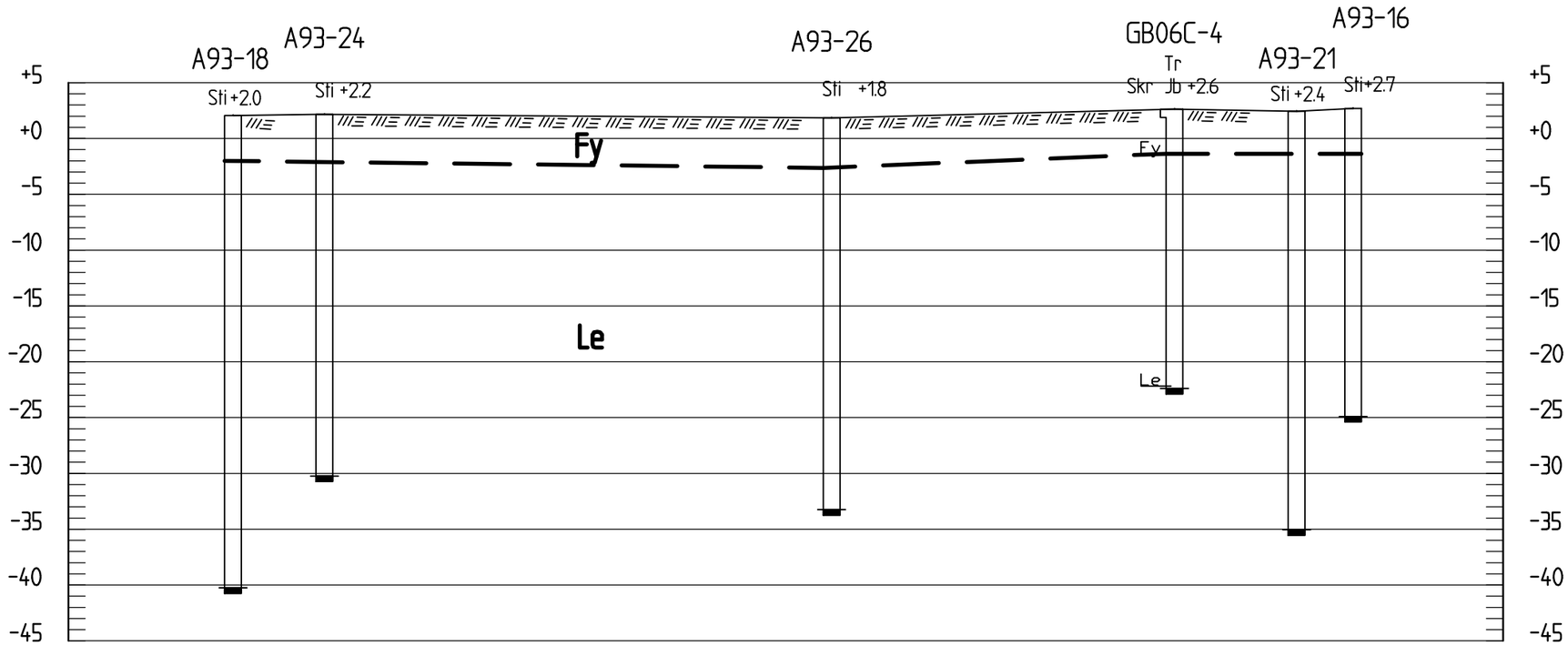
2016-04-15, 11:03: \\stor1-s-main01\G\Projekt\2014\1470160-Dp Järnvågsgatan, Gbg\10_Ritningar\Ritder\4160SEG1.dwg

Koordinatsystem

Plan: SWEREF 991200
Höjd: RH2000

Beteckningar

Geoteknisk redovisning enligt SGF beteckningssystem, version 2001:2
(för detaljerad beskrivning hänvisas till www.sgf.net)



SEKTION G2-G2

1: 500

REV	ANT	ÄNDRINGEN AVSER	GODKÄND	DATUM

JÄRNVÅGSGATAN
DELOMRÅDE: G

GEOTEKNISK UNDERSÖKNING

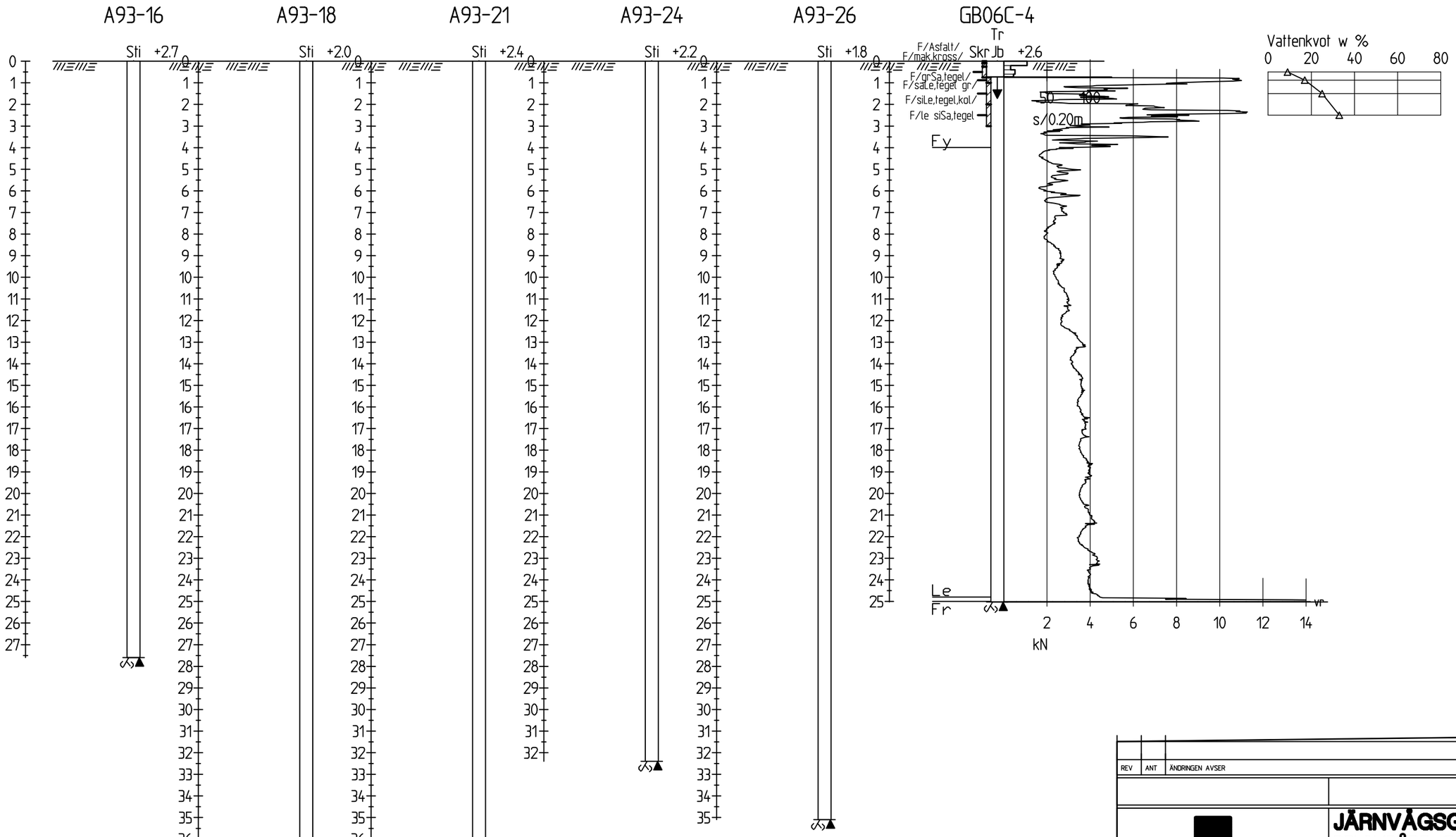
SEKTION G2-G2

Golder Associates
☐ Stockholm Tel: 08 -50630600
☒ Göteborg Tel: 031-7008230 ☐ Luleå Tel: 0920-73030

KONSTR	GRANSK	UPPDRAGSNUMMER	FORMAT	SKALA
S. SHAKIL	O. SKEPP	1451220160	A3	1:500
ORT	DATUM	OBJEKT NR	RITNINGSNR	REV
GÖTEBORG	2016-04-15		4160SEG2	

XREF: L:\Model\G-Sektion.dwg

2016-04-15, 11:05, \\sto1-s-main01\G\Projekt\2014\14701160-Dp Järnvägsgatan, Gbg\10_Ritningar\Ritdel\4160SEG2.dwg



Koordinatsystem

Plan: SWEREF 991200
Höjd: RH2000

Beteckningar

Geoteknisk redovisning enligt SGF beteckningssystem, version 2001:2 (för detaljerad beskrivning hänvisas till www.sgf.net)

REV	ANT	ÄNDRINGEN AVSER	GODKÄND	DATUM

JÄRNVÅGSGATAN
DELOMRÅDE: G

GEOTEKNISK UNDERSÖKNING

Golder Associates

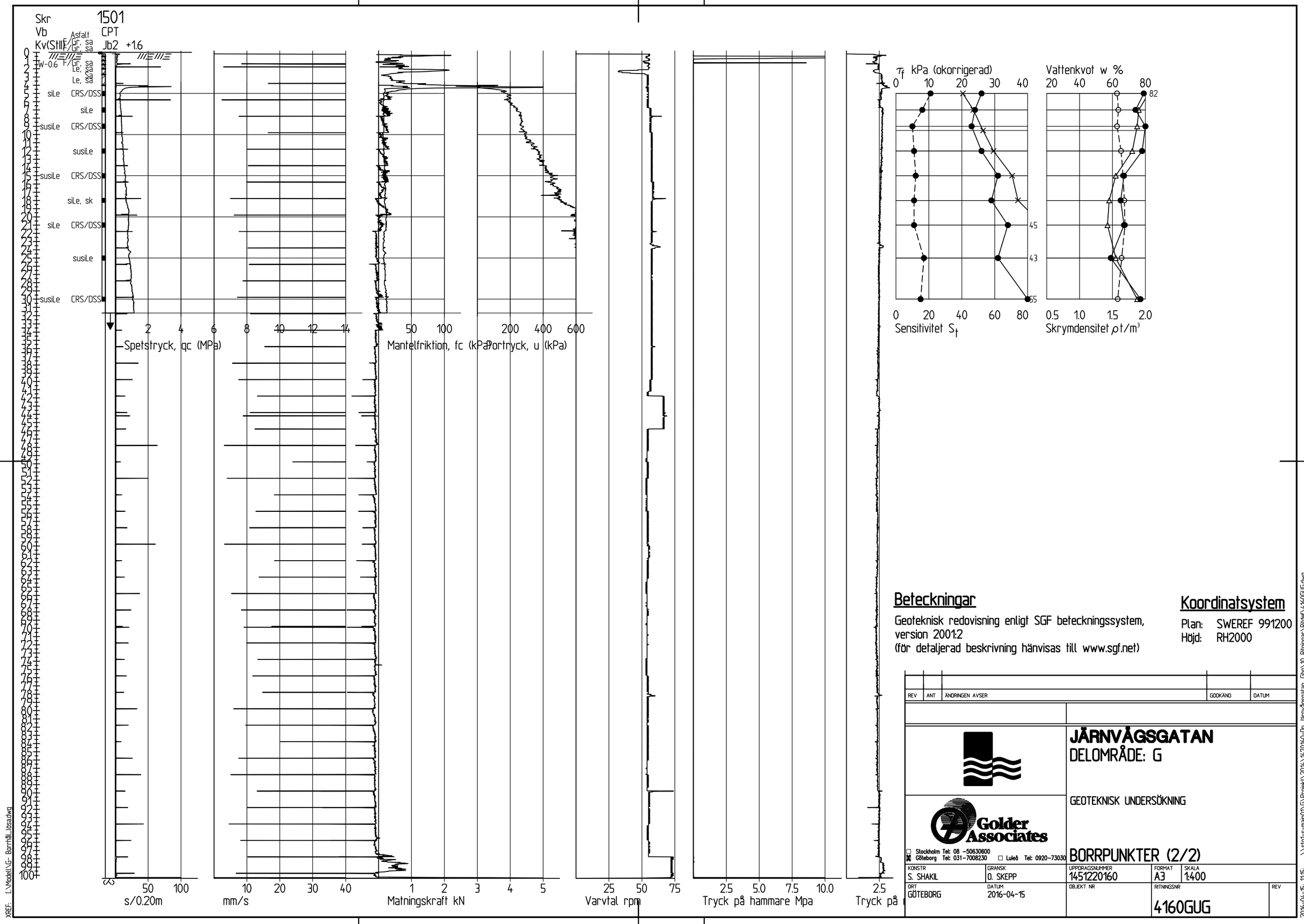
☐ Stockholm Tel: 08 -50630600
☒ Göteborg Tel: 031-7008230 ☐ Luleå Tel: 0920-73030

BORRPUNKTER (1/2)

KONSTR	GRANSK	UPPDRAGSNUMMER	FORMAT	SKALA
S. SHAKIL	O. SKEPP	1451220160	A3	1:200
ORT	DATUM	OBJEKT NR	RITNINGSNR	REV
GÖTEBORG	2016-04-15		4160GUG	

XREF: L:\Model\\G- Borrhål_lösa.dwg

2016-04-15, 11:14; \\sto1-s-main01\G\Projekt\2014\1470160-Dp Järnvågsgatan, Gög\10_Ritningar\Ritdel\4160GUG.dwg


Skr
Vb
Kv(StIIF
1501
CPT
Jb2 +1.6
Asfalt
F/Gr, sa
W-0.6
Le, sa
siLe
CRS/DSS
susiLe
siLe, sk
Spetstryck, qc (MPa)
Mantelfriktion, fc (kPa)
Portryck, u (kPa)
s/0.20m
mm/s
Matningskraft kN
Varvtal rpm
Tryck på hammare Mpa
Tryck på
τf kPa (okorrigerad)
Sensitivitet St
Vattenkvot w %
Skrymdensitet ρt/m³
XREF: L:\Modell\G- Barnhåll_Lösa.dwg
Beteckningar
Geoteknisk redovisning enligt SGF beteckningssystem, version 2001:2
(för detaljerad beskrivning hänvisas till www.sgf.net)
Koordinatsystem
Plan: SWEREF 991200
Höjd: RH2000
REV
ANT
ÄNDRINGEN AVSER
GODKÄND
DATUM
JÄRNVÅGSGATAN
DELOMRÅDE: G
GEOTEKNISK UNDERSÖKNING
BORRPUNKTER (2/2)
Golder Associates
Stockholm Tel: 08 -50630600
Göteborg Tel: 031-7008230
Luleå Tel: 0920-73030
KONSTR S. SHAKIL
GRANSK O. SKEPP
UPPDRAGSNUMMER 1451220160
FORMAT A3
SKALA 1:400
ORT GÖTEBORG
DATUM 2016-04-15
OBJEKT NR
RITNINGSNR 4160GUG
REV
2016-04-15, 11:15, \\stor1-s-man01\G\Projekt\2014\1470160-Dp Järnvågsgatan, Gbg\10_Ritningar\Ritder\4160GUG.dwg

BILAGA 2

Kolvborrprov – Lab.protokoll

Cylinder nummer	Sektion/borrhål Djup/nivå	Benämning	Densitet ρ t/m³	Vatten-kvot W %	Konflyt-gräns W_L %	Sensiti-vitet enl.konp St	Skjuvhållfasthet (oreducerad) τ_{fu} kPa *) tryckprov	konprov	Omrörd skjuvhållf kPa	Korrekt. faktor μ enl SGI	Anm.
	1501	Uppmätt vy i bh 2,2 mumy (20150204)									
210 213 341	5,0	Grå siltig LERA	1,54 1,57 1,56	82	79	21		26	1,22	0,76	
68 110 212	7,0	Grå siltig LERA	1,57 1,59 1,60	76	74	16		24	1,47	0,78	
26 207 466	9,0	Grå sulfidfl siltig LERA	1,57 1,57 1,59	75	80	10		23	2,30	0,75	
42 319 1010	12,0	Grå sulfidfl siltig LERA	1,60 1,63 1,62	72	78	11		26	2,30	0,77	
258 500 3006	15,0	Grå sulfidfl siltig LERA	1,67 1,66 1,66	62	67	12		31	2,62	0,82	
19 120 1501	18,0	Grå siltig LERA skalrester	1,68 1,68 1,68	58	65	11		29	2,62	0,83	
81 116 464	21,0	Grå siltig LERA	1,67 1,69 1,69	57	67	11		34	3,00	0,82	
46 273 1536	25,0	Grå sulfidfl siltig LERA	1,67 1,64 1,68	62	59	17		31	1,82	0,87	
25 334 2598	30,0	Grå sulfidfl siltig LERA	1,56 1,58 1,60	75	77	15		40	2,62	0,77	

*) Skjuvhållfastheten, karakteristiskt värde, har utvärderats enl. SGF.s laboratoriekommittè 1984.
Skjuvhållfastheten har ej reducerats med hänsyn till gyttjehalt eller konflytgräns

Provtagningsredskap
Kv St II

PROVTAGNING
Datum:2015-02-04/05

Godkänd den 2015-02-19
Helena Seger

LABORATORIEUNDERSÖKNINGAR
Datum:2015-02-18 Henrik K

Ramböll Sverige AB, Division Syd
Vädursgatan 6, BOX 5343, 402 27 GÖTEBORG
Telefon 010 - 615 60 00 ,
geolab.goteborg@ramboll.se

Uppdragsnr.

Uppdrag
Järnvågsgatan

Tabellnr, planschnr el. likn

Sammanställning av
LABORATORIEUNDERSÖKNINGAR

BILAGA 3

CRS – Lab.protokoll

RAMBOLL
Ramböll Sverige AB, Division Syd
Vädursgatan 6
BOX 5343, 402 27 GÖTEBORG
Tel 010 - 615 60 00
geolab.goteborg@ramboll.se

Datum 2015-03-02
Helena Seger

Sammanställning av
CRS

Uppdrag :
Järnvågsgatan

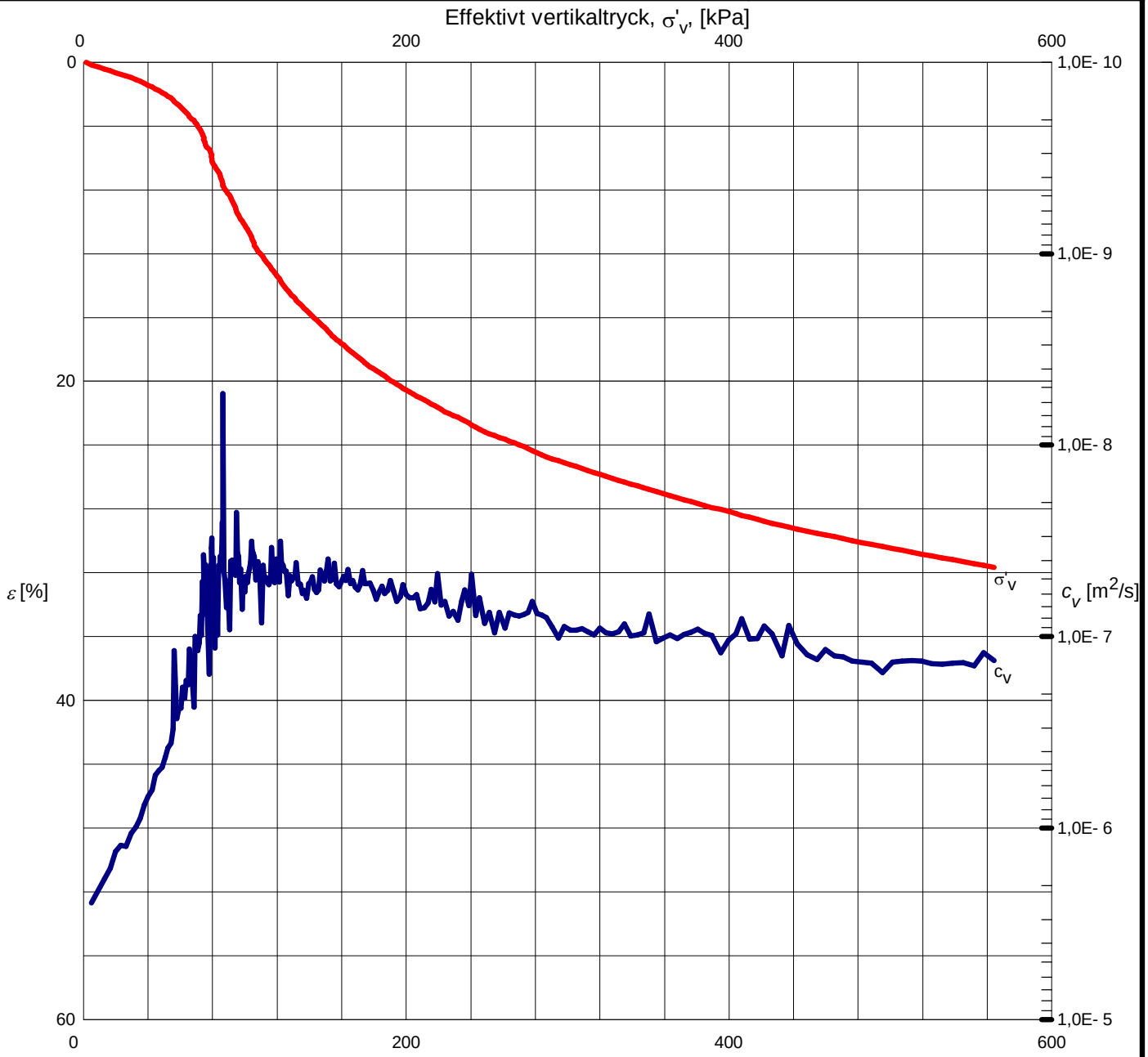
Uppdragsnummer :

Sektion/borrhål Djup/nivå	Jordart	Densitet t/m³	Vatten-kvot w %	σ'_C kPa	M_L kPa	σ'_L kPa	M'	C_V m^2/s	k_i m/s	β_k		
1501												
5,0	siLe	1,55	82	46	423	67	11,4	5,8E-08	2,4E-09	4,2		
9,0	siLe	1,57	75	63	747	113	9,9	3,6E-08	1,3E-09	4,3		
15,0	siLe	1,63	62	95	1063	161	10,6	1,4E-07	3,8E-09	4,7		
21,0	siLe	1,67	57	145	1394	236	11,5	1,1E-07	1,9E-09	4,3		
30,0	siLe	1,58	75	236	890	276	12,3	5,8E-08	1,3E-09	3,8		

RAMBOLL

Redovisning av ödometerförsök, CRS-försök

Projekt: **Järnvågsgatan**		
Uppdragsnummer:	*Uppdragsgivare:* Golder Associates AB	*Datum/Sign:* 2015-02-27 / HS *Löp-nr/Gransk.:* 13779 / MB
Sektion/borrhål: 1501 *Densitet:* 1,55 t/m^3 *Vattenkvot:* 82,0 % *Benämning:* siltig LERA	*Djup:* 5,0 m *Provningstemp.:* 8 ^{o}C	*Ödometer nr:* 1 *Provdiameter:* 50 mm *Provhöjd:* 20 mm *Def.hastighet:* 0,73 %/h



Redovisning enligt SGF:s Laboratorietekommittés rekommendationer.

Försöket är utfört och utvärderat enligt Svensk Standard SS 027126.
Utrustningens egendeformation är beaktad. För utvärdering se bilagda diagram sid 2 - 4.

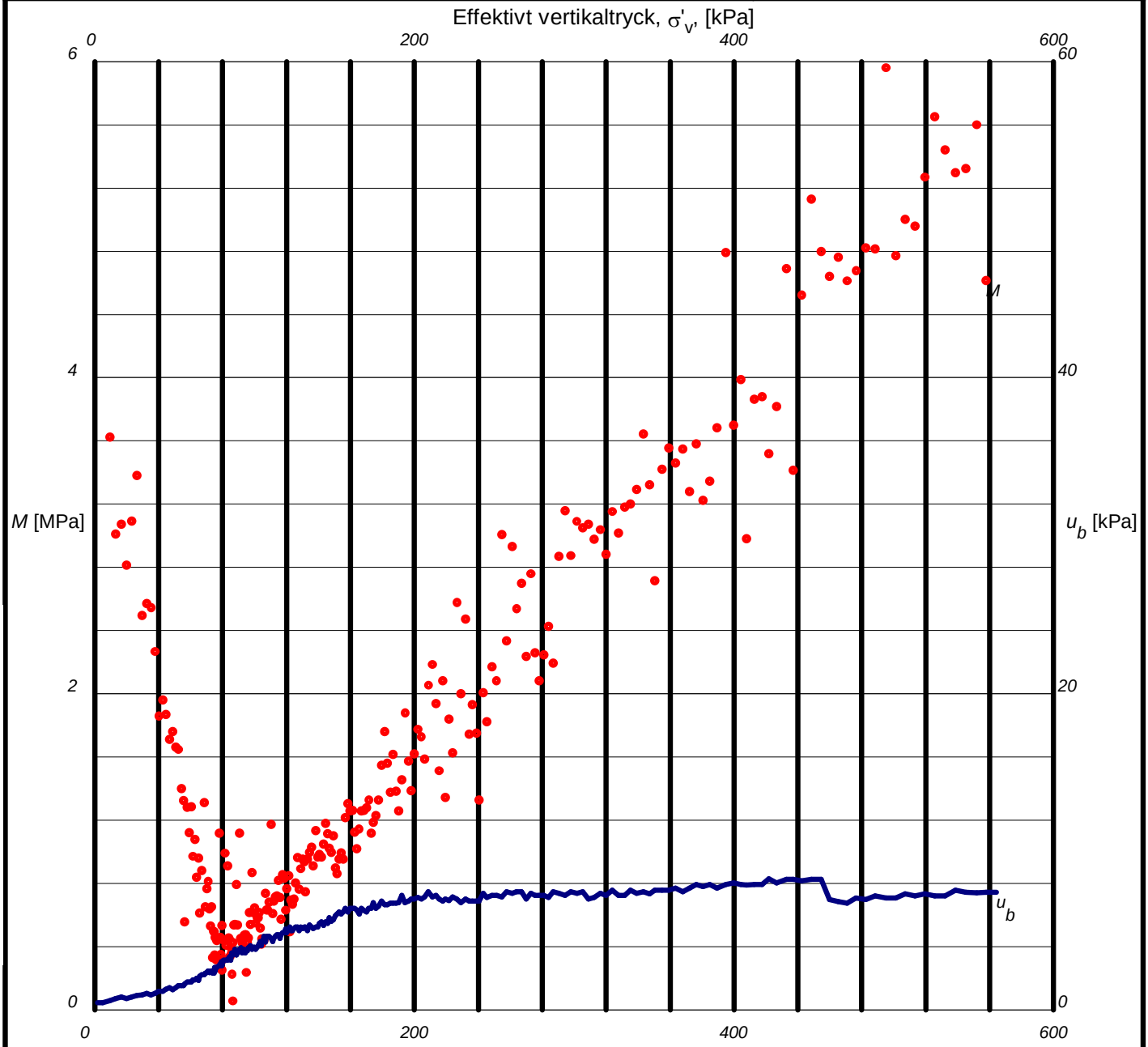
σ'_c, kPa	M_L, kPa	σ'_L, kPa	M'	$c_{v,\,min}$, m^2/s	k_i, m/s	β_k
46	423	67	11,4	5,8E-8	2,4E-9	4,2

Anm.

RAMBOLL

Utvärdering av modultal och kontroll av portryck

Projekt: **Järnvågsgatan**		
Uppdragsnummer:	*Uppdragsgivare:* Golder Associates AB	*Datum/Sign:* 2015-02-27 / HS *Löp-nr/Gransk.:* 13779 / MB
Sektion/borrhål: 1501 *Densitet:* 1,55 t/m^3 *Vattenkvot:* 82,0 % *Benämning:* siltig LERA	*Djup:* 5,0 m *Provningstemp.:* 8 ^{o}C	*Ödometer nr:* 1 *Provdiameter:* 50 mm *Provhöjd:* 20 mm *Def.hastighet:* 0,73 %/h



Redovisning enligt SGF:s Laboratorietekommittés rekommendationer.

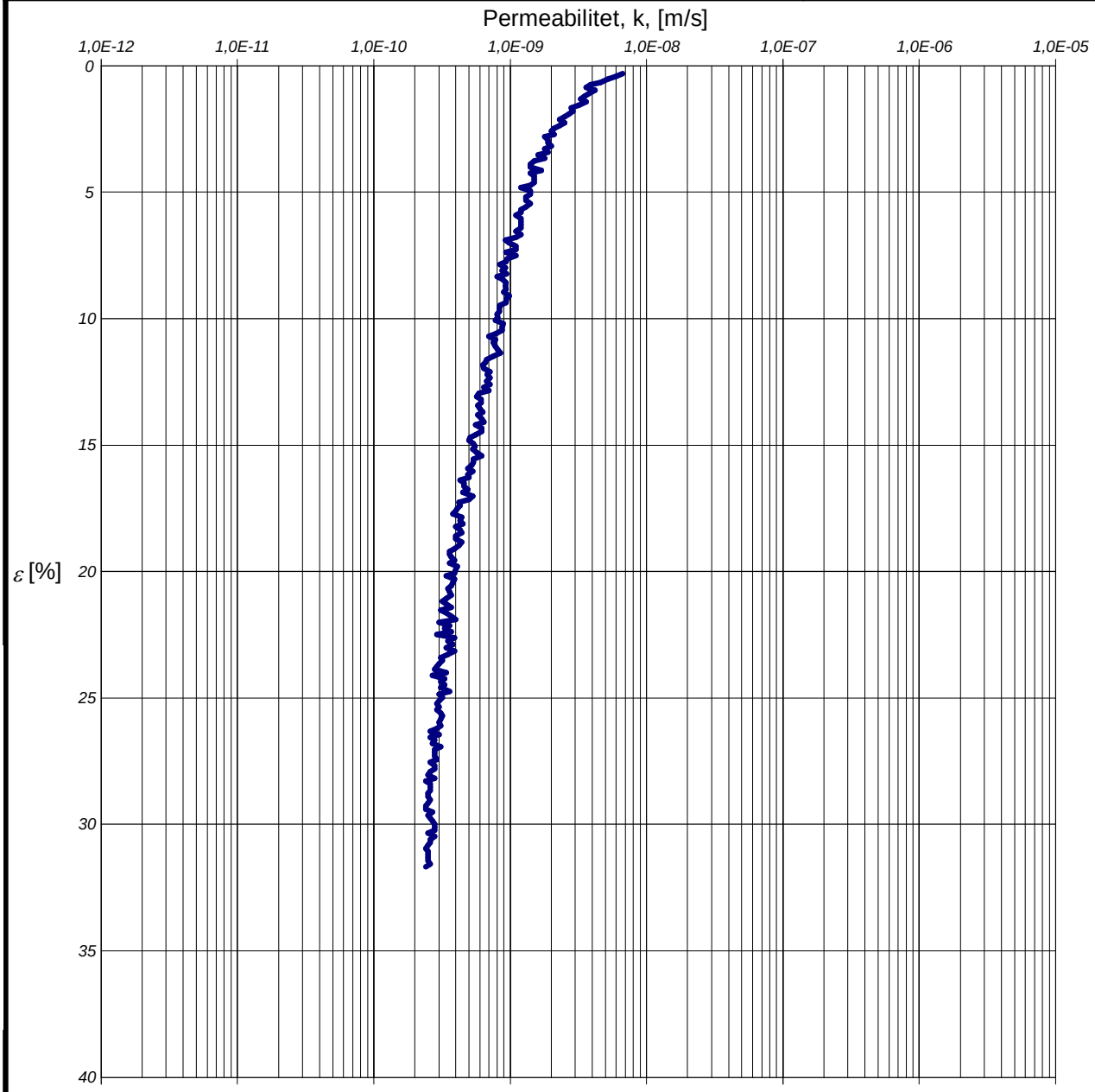
Försöket är utfört och utvärderat enligt Svensk Standard SS 027126. Utrustningens egendeformation är beaktad.

M'	σ'_L, kPa
11,4	67

Anm.

Utvärdering av permeabilitet

Projekt: **Järnvågsgatan**		
Uppdragsnummer:	*Uppdragsgivare:* Golder Associates AB	*Datum/Sign:* 2015-02-27 / HS *Löp-nr/Gransk.:* 13779 / MB
Sektion/borrhål: 1501 *Densitet:* 1,55 t/m^3 *Vattenkvot:* 82,0 % *Benämning:* siltig LERA	*Djup:* 5,0 m *Provningstemp.:* 8 ^{o}C	*Ödometer nr:* 1 *Provdiameter:* 50 mm *Provhöjd:* 20 mm *Def.hastighet:* 0,73 %/h



Redovisning enligt SGF:s Laboratorieokommittés rekommendationer.

Försöket är utfört och utvärderat enligt Svensk Standard SS 027126.

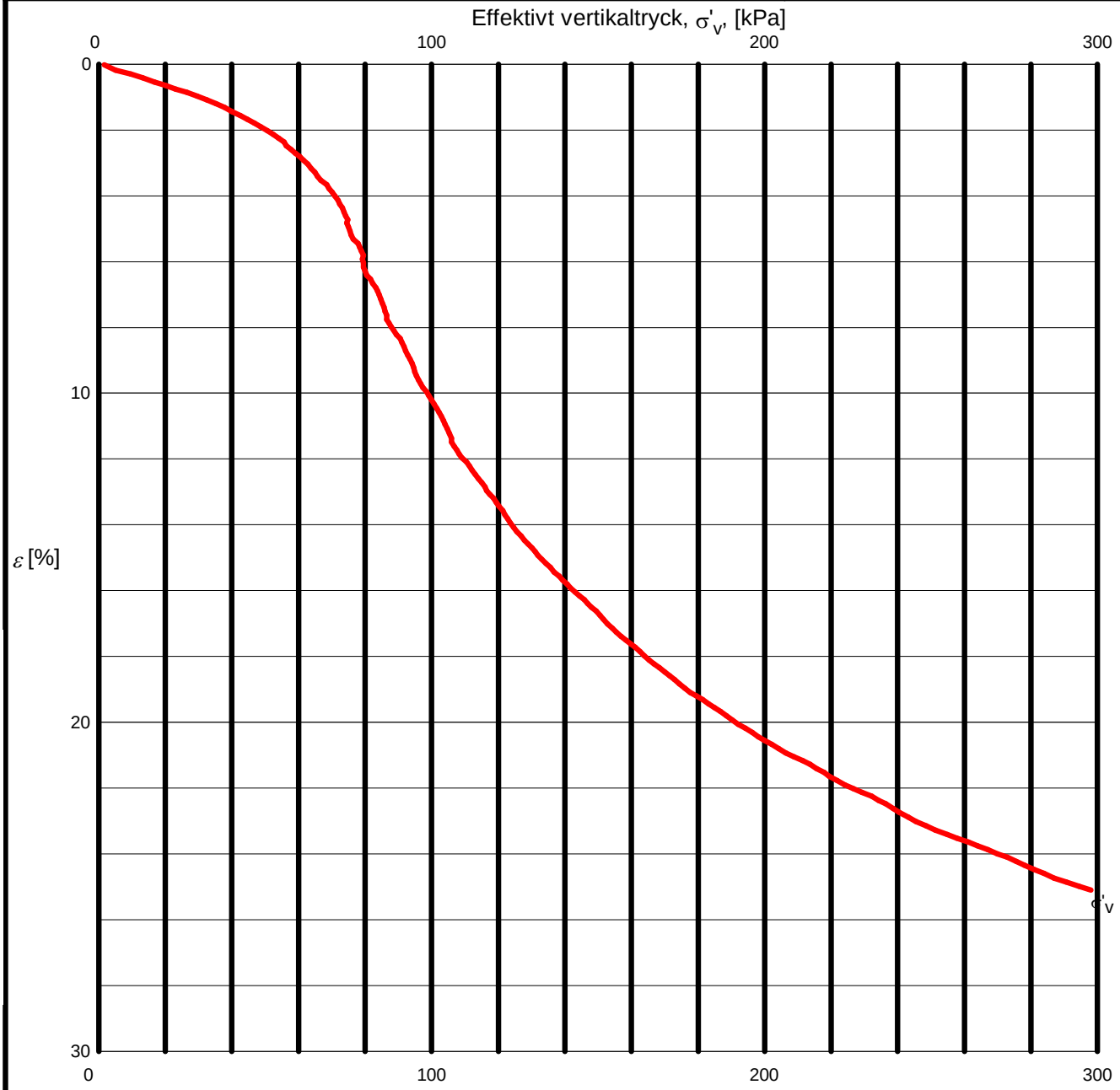
k_i , m/s	β_k
2,4E-9	4,2

Anm.

RAMBOLL

Utvärdering av förkonsolideringstryck och linjär modul

Projekt: **Järnvågsgatan**		
Uppdragsnummer:	*Uppdragsgivare:* Golder Associates AB	*Datum/Sign:* 2015-02-27 / HS *Löp-nr/Gransk.:* 13779 / MB
Sektion/borrhål: 1501 *Densitet:* 1,55 t/m^3 *Vattenkvot:* 82,0 % *Benämning:* siltig LERA	*Djup:* 5,0 m *Provningstemp.:* 8 ^{o}C	*Ödometer nr:* 1 *Provdiameter:* 50 mm *Provhöjd:* 20 mm *Def.hastighet:* 0,73 %/h



Redovisning enligt SGF:s Laboratoriekommittés rekommendationer.

Försöket är utfört och utvärderat enligt Svensk Standard SS 027126. Utrustningens egendeformation är beaktad.

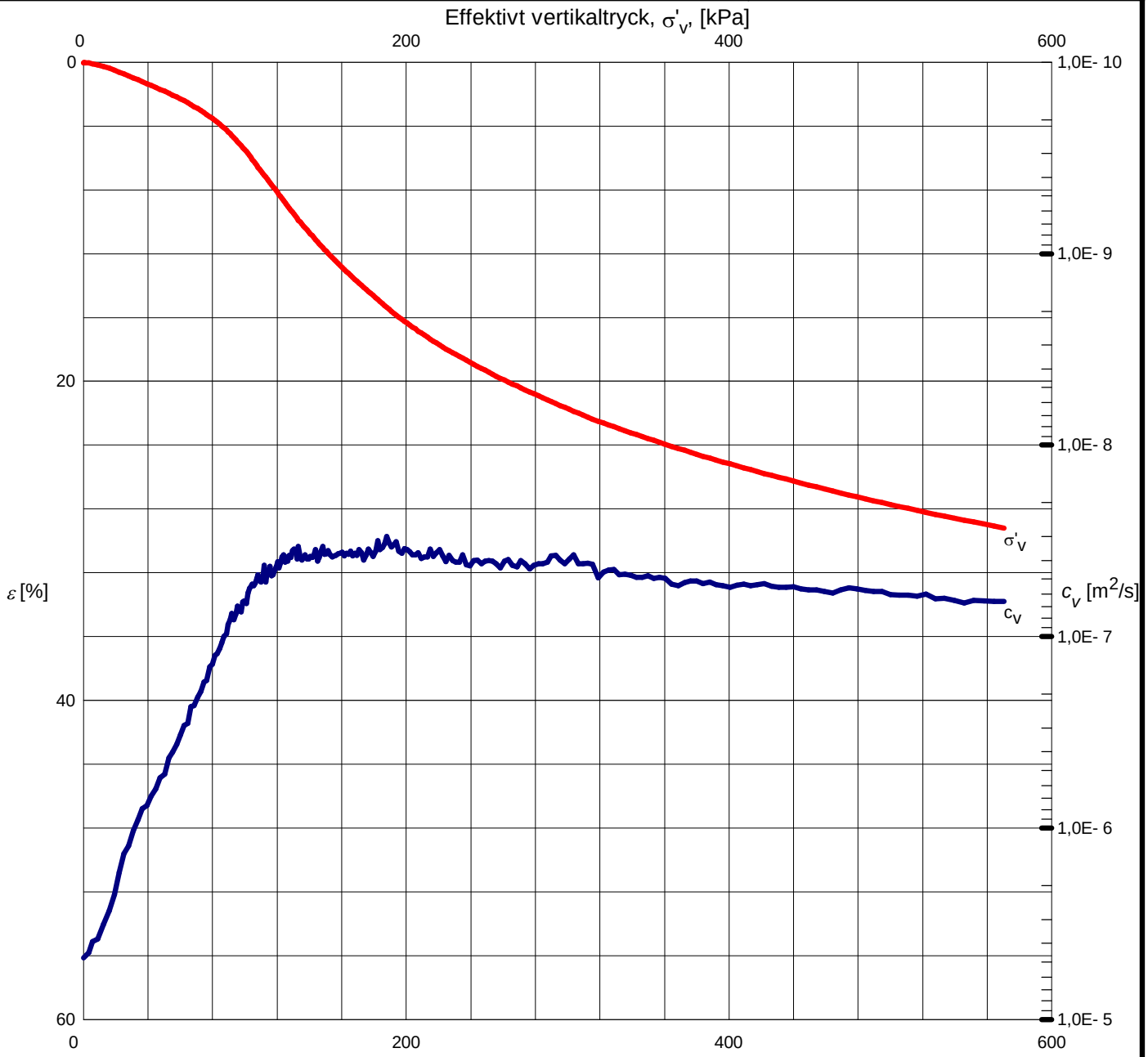
σ'_c, kPa	M_L, kPa	σ'_L, kPa
46	423	67

Anm.

RAMBOLL

Redovisning av ödometerförsök, CRS-försök

Projekt: **Järnvågsgatan**		
Uppdragsnummer:	*Uppdragsgivare:* Golder Associates AB	*Datum/Sign:* 2015-02-27 / HS *Löp-nr/Gransk.:* 13780 / MB
Sektion/borrhål: 1501 *Densitet:* 1,57 t/m^3 *Vattenkvot:* 75,0 % *Benämning:* siltig LERA	*Djup:* 9,0 m *Provningstemp.:* 8 ^{o}C	*Ödometer nr:* 2 *Provdiameter:* 50 mm *Provhöjd:* 20 mm *Def.hastighet:* 0,72 %/h



Redovisning enligt SGF:s Laboratorietekommittés rekommendationer.

Försöket är utfört och utvärderat enligt Svensk Standard SS 027126.
Utrustningens egendeformation är beaktad. För utvärdering se bilagda diagram sid 2 - 4.

σ'_c, kPa	M_L, kPa	σ'_L, kPa	M'	$c_{v,\,min}$, m^2/s	k_i, m/s	β_k
63	747	113	9,9	3,6E-8	1,3E-9	4,3

Anm.

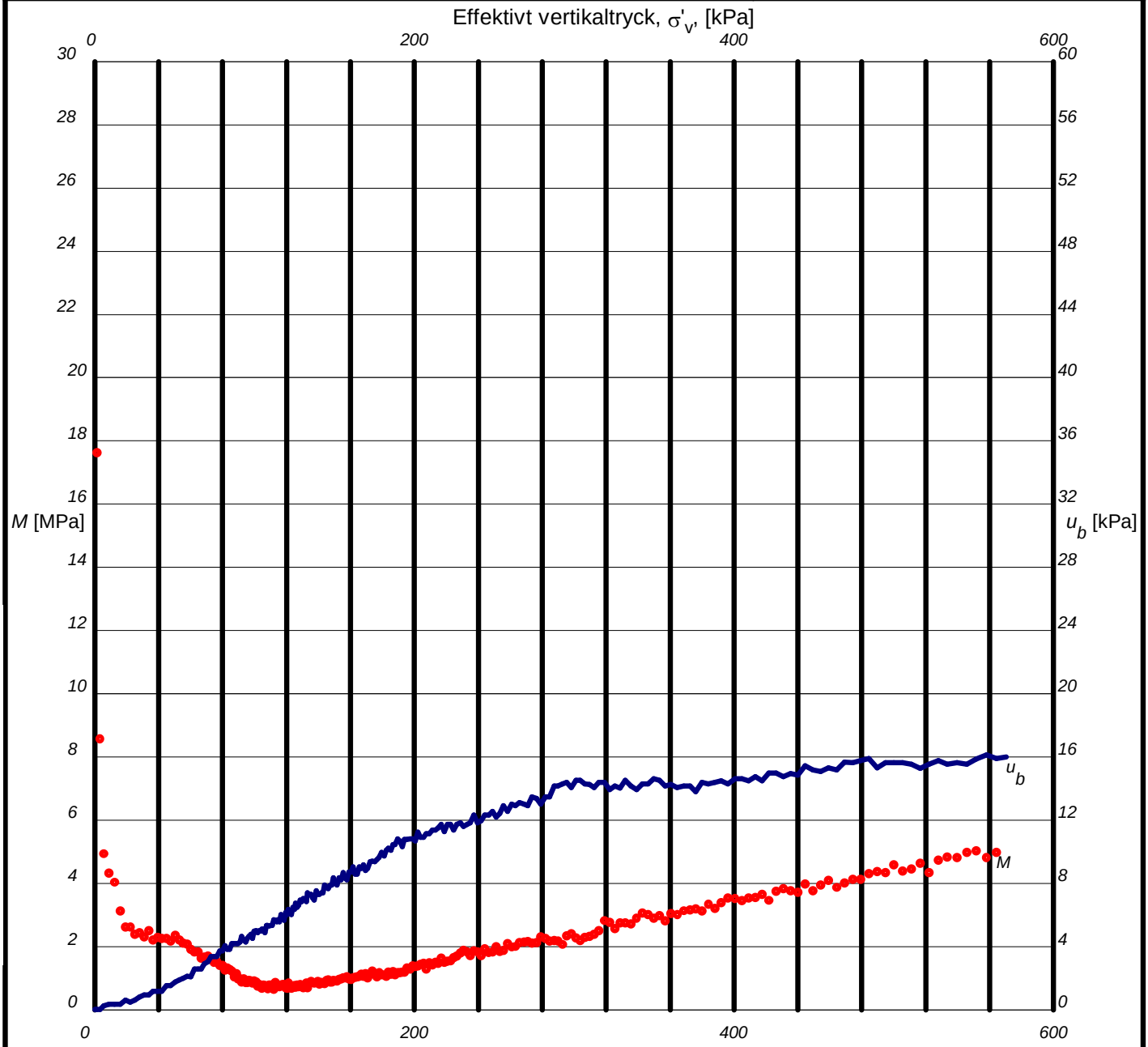
Ramböll Sverige AB, Division Syd
Vädursgatan 6, Box 5343, 402 27 Göteborg
Telefon 010-615 60 00, Geolab.goteborg@ramboll.se

T:\39_1\39004201\CRS\CrsRitRam\DFB13780.crs 2015-02-27

RAMBOLL

Utvärdering av modultal och kontroll av portryck

Projekt: **Järnvågsgatan**		
Uppdragsnummer:	*Uppdragsgivare:* Golder Associates AB	*Datum/Sign:* 2015-02-27 / HS *Löp-nr/Gransk.:* 13780 / MB
Sektion/borrhål: 1501 *Densitet:* 1,57 t/m^3 *Vattenkvot:* 75,0 % *Benämning:* siltig LERA	*Djup:* 9,0 m *Provningstemp.:* 8 ^{o}C	*Ödometer nr:* 2 *Provdiameter:* 50 mm *Provhöjd:* 20 mm *Def.hastighet:* 0,72 %/h



Försöket är utfört och utvärderat enligt Svensk Standard SS 027126. Utrustningens egendeformation är beaktad.

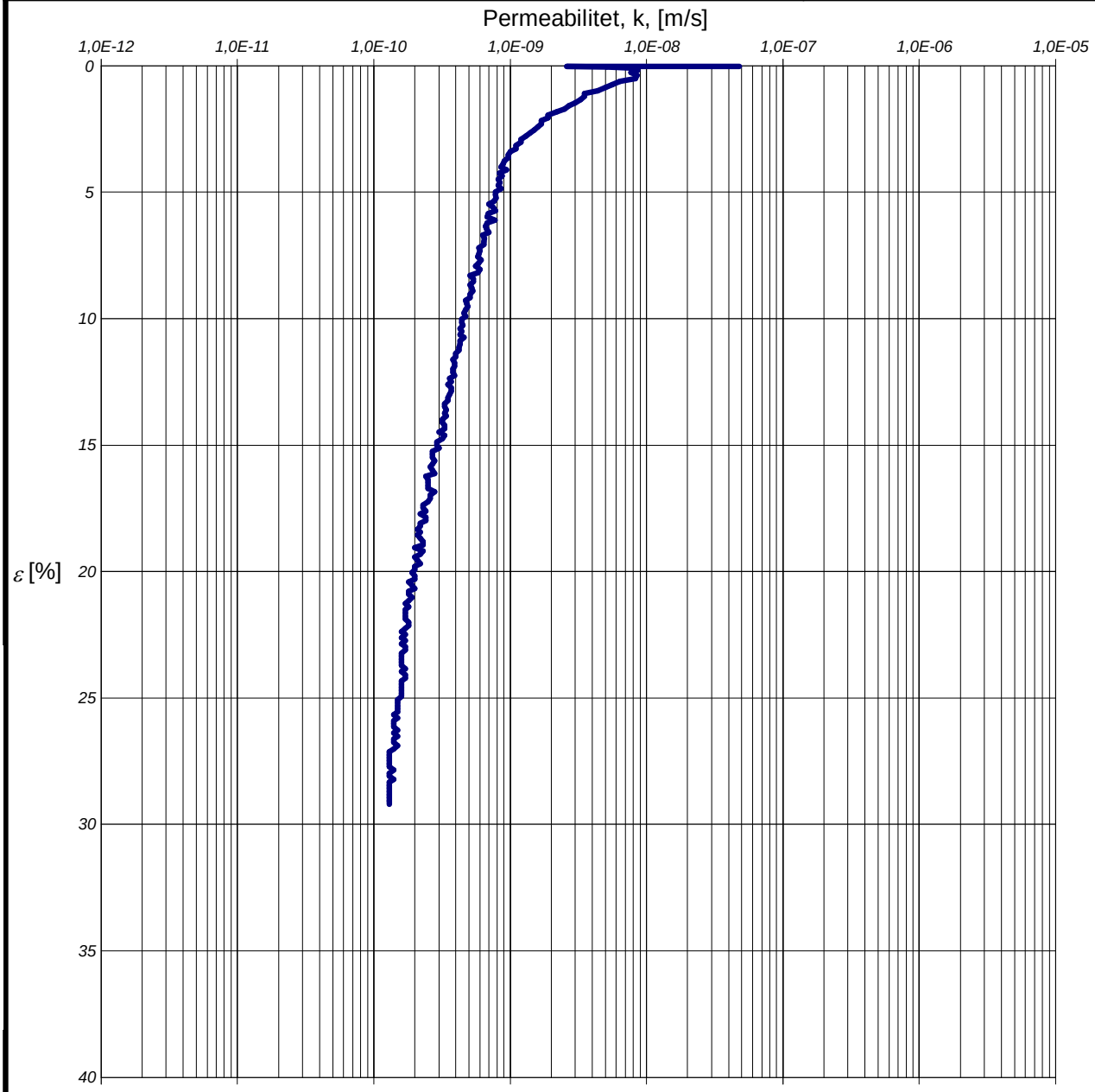
M'	σ'$_L$, kPa
9,9	113

Anm.

Redovisning enligt SGF:s Laboratoriekommittés rekommendationer.

Utvärdering av permeabilitet

Projekt: **Järnvågsgatan**		
Uppdragsnummer:	*Uppdragsgivare:* Golder Associates AB	*Datum/Sign:* 2015-02-27 / HS *Löp-nr/Gransk.:* 13780 / MB
Sektion/borrhål: 1501 *Densitet:* 1,57 t/m^3 *Vattenkvot:* 75,0 % *Benämning:* siltig LERA	*Djup:* 9,0 m *Provningstemp.:* 8 ^{o}C	*Ödometer nr:* 2 *Provdiameter:* 50 mm *Provhöjd:* 20 mm *Def.hastighet:* 0,72 %/h



Redovisning enligt SGF:s Laboratoriekommittés rekommendationer.

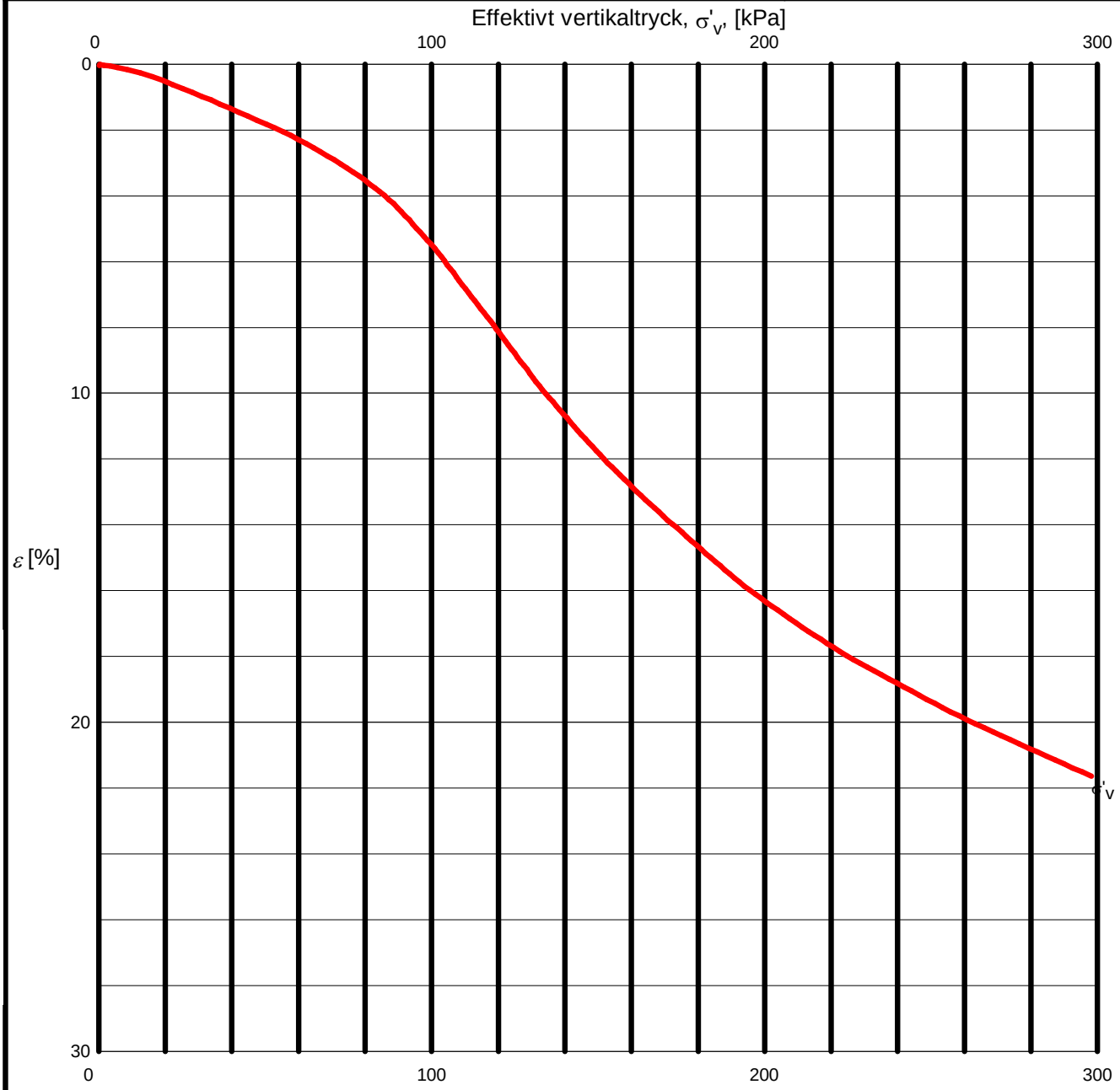
Försöket är utfört och utvärderat enligt Svensk Standard SS 027126.

k_i , m/s	β_k
1,3E-9	4,3

Anm.

Utvärdering av förkonsolideringstryck och linjär modul

Projekt: **Järnvågsgatan**		
Uppdragsnummer:	*Uppdragsgivare:* Golder Associates AB	*Datum/Sign:* 2015-02-27 / HS *Löp-nr/Gransk.:* 13780 / MB
Sektion/borrhål: 1501 *Densitet:* 1,57 t/m^3 *Vattenkvot:* 75,0 % *Benämning:* siltig LERA	*Djup:* 9,0 m *Provningstemp.:* 8 ^{o}C	*Ödometer nr:* 2 *Provdiameter:* 50 mm *Provhöjd:* 20 mm *Def.hastighet:* 0,72 %/h



Redovisning enligt SGF:s Laboratoriekommittés rekommendationer.

Försöket är utfört och utvärderat enligt Svensk Standard SS 027126. Utrustningens egendeformation är beaktad.

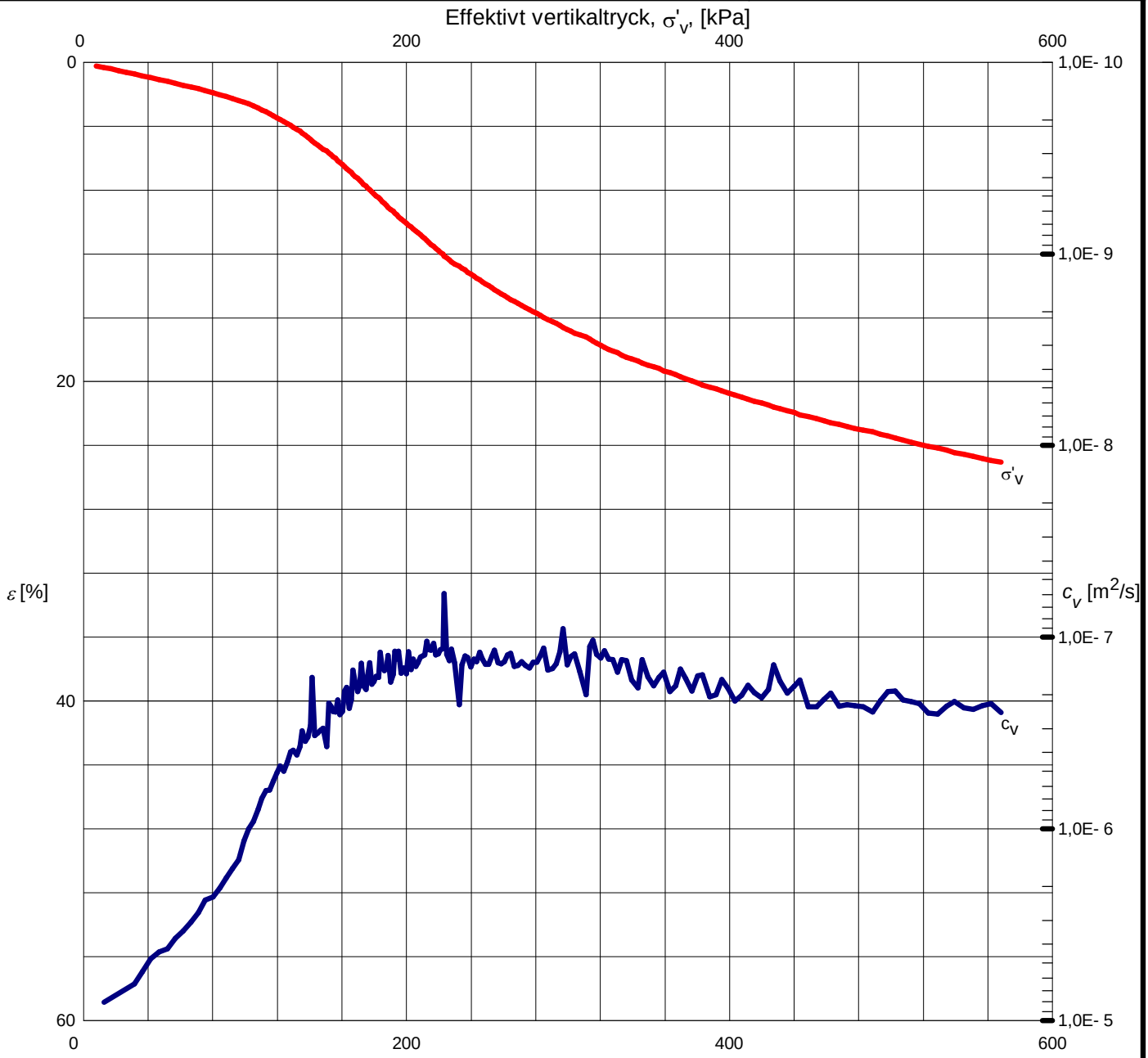
σ'_c, kPa	M_L, kPa	σ'_L, kPa
63	747	113

Anm.

RAMBOLL

Redovisning av ödometerförsök, CRS-försök

Projekt: **Järnvågsgatan**		
Uppdragsnummer:	*Uppdragsgivare:* Golder Associates AB	*Datum/Sign:* 2015-02-27 / HS *Löp-nr/Gransk.:* 13781 / MB
Sektion/borrhål: 1501 *Densitet:* 1,63 t/m^3 *Vattenkvot:* 62,0 % *Benämning:* siltig LERA	*Djup:* 15,0 m *Provningstemp.:* 8 ^{o}C	*Ödometer nr:* 3 *Provdiameter:* 50 mm *Provhöjd:* 20 mm *Def.hastighet:* 0,73 %/h



Försöket är utfört och utvärderat enligt Svensk Standard SS 027126.
Utrustningens egendeformation är beaktad. För utvärdering se bilagda diagram sid 2 - 4.

σ'_c, kPa	M_L, kPa	σ'_L, kPa	M'	$c_{v,\,min}$, m^2/s	k_i, m/s	β_k
95	1063	161	10,6	1,4E-7	3,8E-9	4,7

Anm.

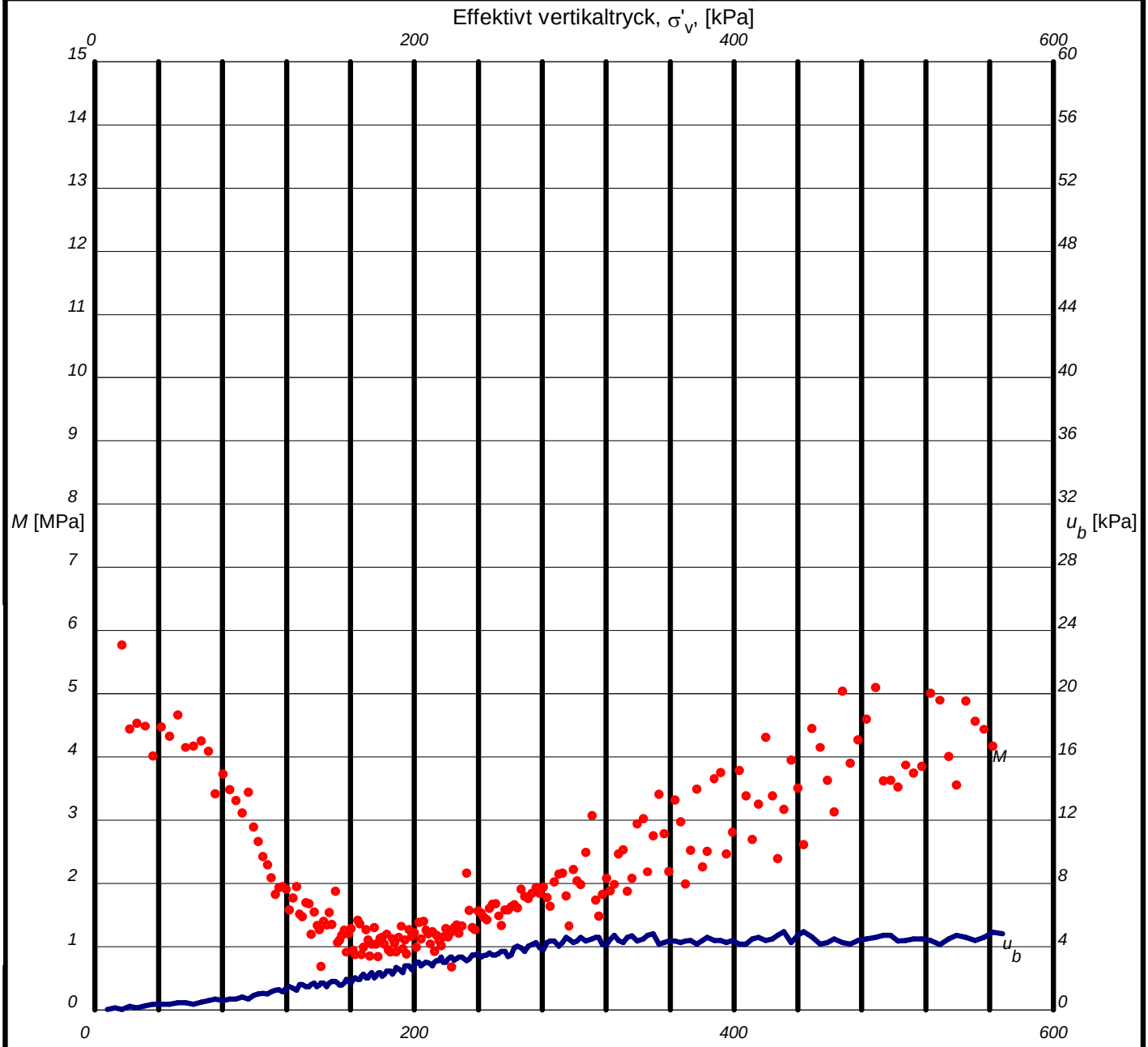
Redovisning enligt SGF:s Laboratorietekommittés rekommendationer.

Ramböll Sverige AB, Division Syd
Vädursgatan 6, Box 5343, 402 27 Göteborg
Telefon 010-615 60 00, Geolab.goteborg@ramboll.se

T:\39_1\39004201\CRS\CrsRitRam\DFC13781.crs 2015-02-27

Utvärdering av modultal och kontroll av portryck

Projekt: **Järnvågsgatan**		
Uppdragsnummer:	*Uppdragsgivare:* Golder Associates AB	*Datum/Sign:* 2015-02-27 / HS *Löp-nr/Gransk.:* 13781 / MB
Sektion/borrhål: 1501 *Densitet:* 1,63 t/m^3 *Vattenkvot:* 62,0 % *Benämning:* siltig LERA	*Djup:* 15,0 m *Provningstemp.:* 8 ^{o}C	*Ödometer nr:* 3 *Provdiameter:* 50 mm *Provhöjd:* 20 mm *Def.hastighet:* 0,73 %/h



Redovisning enligt SGF:s Laboratoriekommittés rekommendationer.

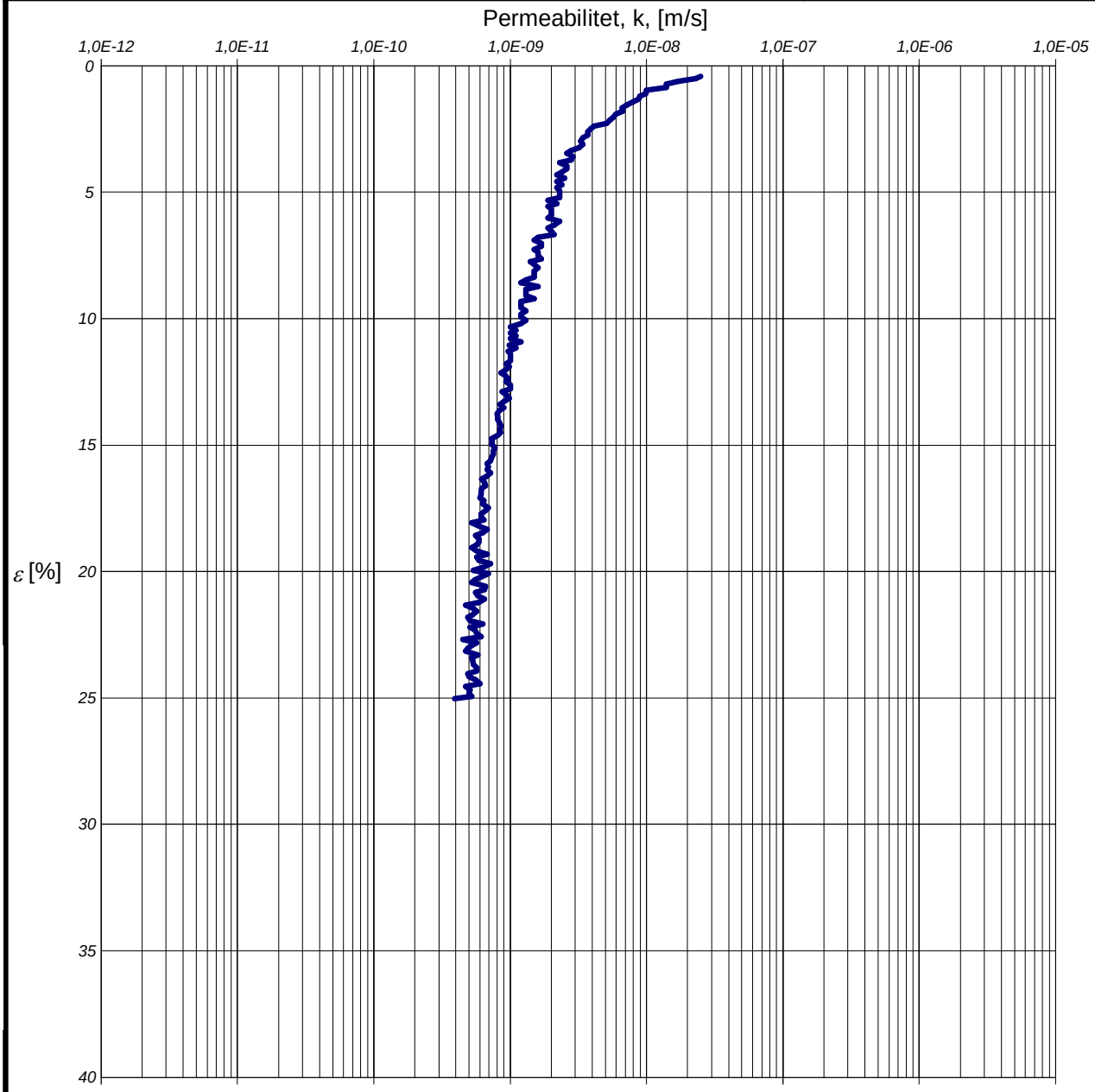
Försöket är utfört och utvärderat enligt Svensk Standard SS 027126. Utrustningens egendeformation är beaktad.

M'	σ'$_L$, kPa
10,6	161

Anm.

Utvärdering av permeabilitet

Projekt: **Järnvågsgatan**		
Uppdragsnummer:	*Uppdragsgivare:* Golder Associates AB	*Datum/Sign:* 2015-02-27 / HS *Löp-nr/Gransk.:* 13781 / MB
Sektion/borrhål: 1501 *Densitet:* 1,63 t/m^3 *Vattenkvot:* 62,0 % *Benämning:* siltig LERA	*Djup:* 15,0 m *Provningstemp.:* 8 ^{o}C	*Ödometer nr:* 3 *Provdiameter:* 50 mm *Provhöjd:* 20 mm *Def.hastighet:* 0,73 %/h



Redovisning enligt SGF:s Laboratoriekommittés rekommendationer.

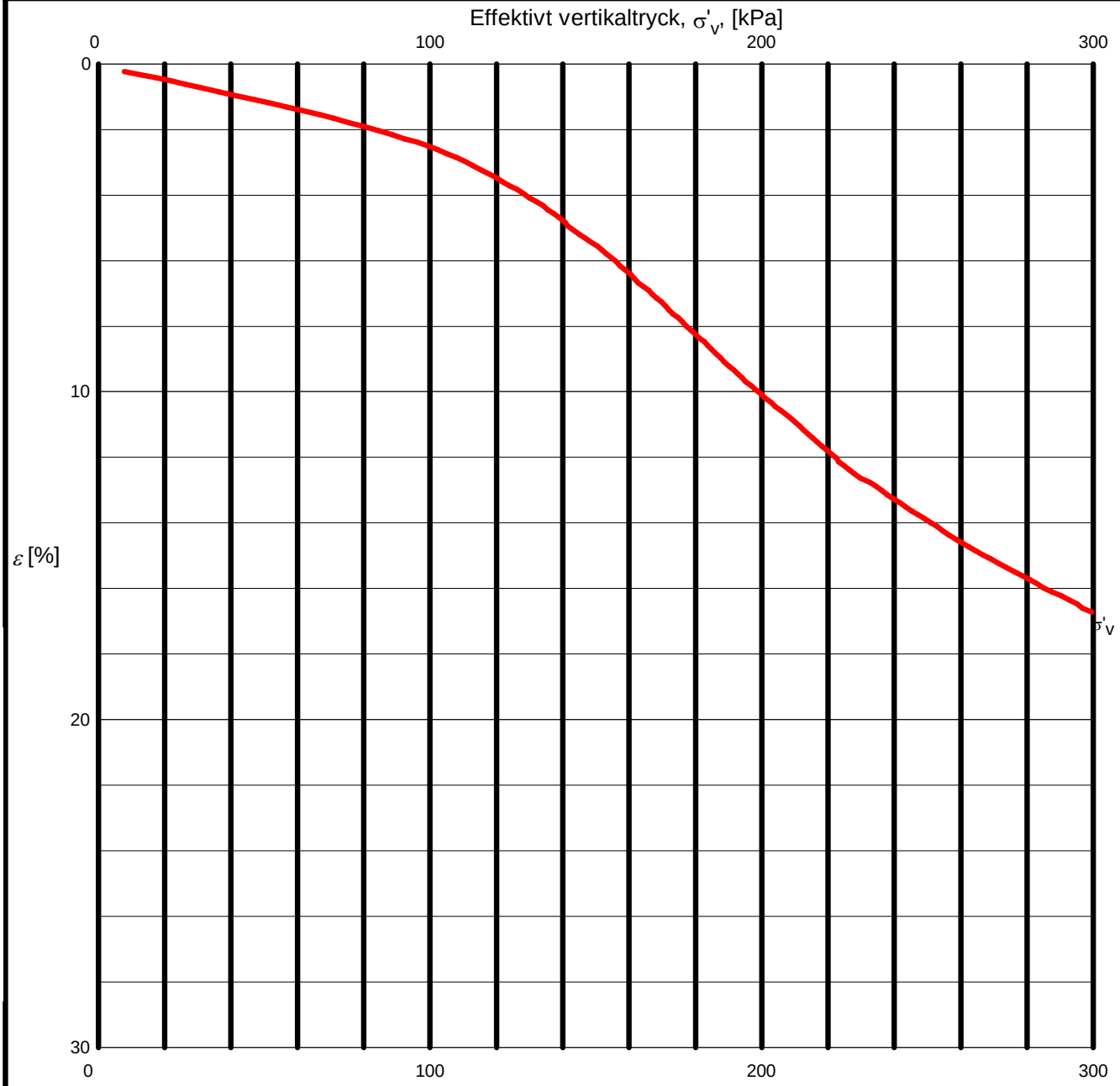
Försöket är utfört och utvärderat enligt Svensk Standard SS 027126.

k_i , m/s	β_k
3,8E-9	4,7

Anm.

Utvärdering av förkonsolideringstryck och linjär modul

Projekt: **Järnvågsgatan**		
Uppdragsnummer:	*Uppdragsgivare:* Golder Associates AB	*Datum/Sign:* 2015-02-27 / HS *Löp-nr/Gransk.:* 13781 / MB
Sektion/borrhål: 1501 *Densitet:* 1,63 t/m^3 *Vattenkvot:* 62,0 % *Benämning:* siltig LERA	*Djup:* 15,0 m *Provningstemp.:* 8 ^{o}C	*Ödometer nr:* 3 *Provdiameter:* 50 mm *Provhöjd:* 20 mm *Def.hastighet:* 0,73 %/h



Redovisning enligt SGF:s Laboratoriekommittés rekommendationer.

Försöket är utfört och utvärderat enligt Svensk Standard SS 027126. Utrustningens egendeformation är beaktad.

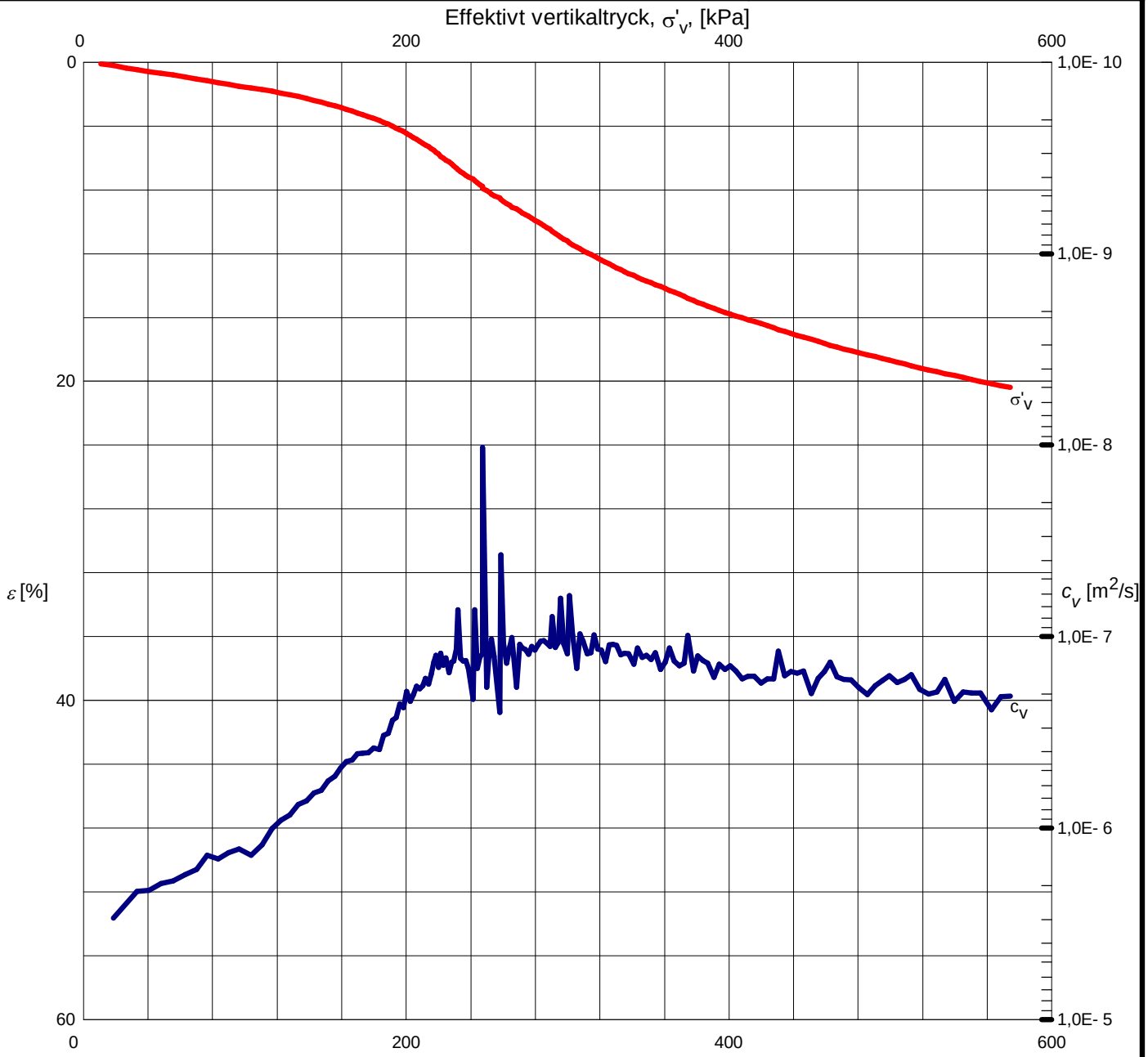
σ'_c, kPa	M_L, kPa	σ'_L, kPa
95	1063	161

Anm.

RAMBOLL

Redovisning av ödometerförsök, CRS-försök

Projekt: **Järnvågsgatan**		
Uppdragsnummer:	*Uppdragsgivare:* Golder Associates AB	*Datum/Sign:* 2015-03-02 / HS *Löp-nr/Gransk.:* 13782 / LN
Sektion/borrhål: 1501 *Densitet:* 1,67 t/m^3 *Vattenkvot:* 57,0 % *Benämning:* siltig LERA	*Djup:* 21,0 m *Provningstemp.:* 8 ^{o}C	*Ödometer nr:* 1 *Provdiameter:* 50 mm *Provhöjd:* 20 mm *Def.hastighet:* 0,71 %/h



Redovisning enligt SGF:s Laboratorietekommittés rekommendationer.

Försöket är utfört och utvärderat enligt Svensk Standard SS 027126.
Utrustningens egendeformation är beaktad. För utvärdering se bilagda diagram sid 2 - 4.

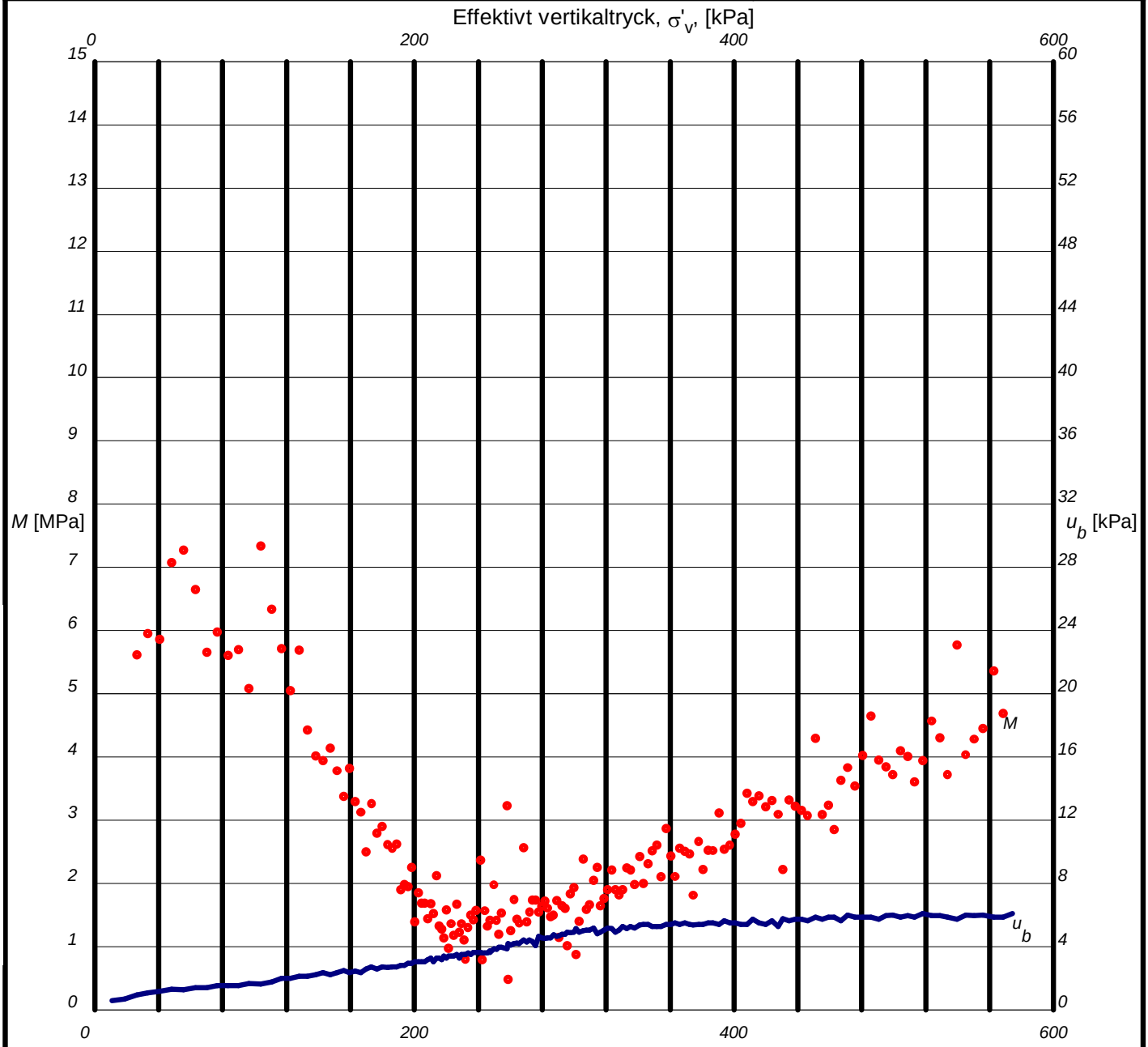
σ'_c, kPa	M_L, kPa	σ'_L, kPa	M'	$c_{v,\,min}$, m^2/s	k_i, m/s	β_k
145	1394	236	11,5	1,1E-7	1,9E-9	4,3

Anm.

RAMBOLL

Utvärdering av modultal och kontroll av portryck

Projekt: **Järnvågsgatan**		
Uppdragsnummer:	*Uppdragsgivare:* Golder Associates AB	*Datum/Sign:* 2015-03-02 / HS *Löp-nr/Gransk.:* 13782 / LN
Sektion/borrhål: 1501 *Densitet:* 1,67 t/m^3 *Vattenkvot:* 57,0 % *Benämning:* siltig LERA	*Djup:* 21,0 m *Provningstemp.:* 8 ^{o}C	*Ödometer nr:* 1 *Provdiameter:* 50 mm *Provhöjd:* 20 mm *Def.hastighet:* 0,71 %/h



Redovisning enligt SGF:s Laboratoriekommittés rekommendationer.

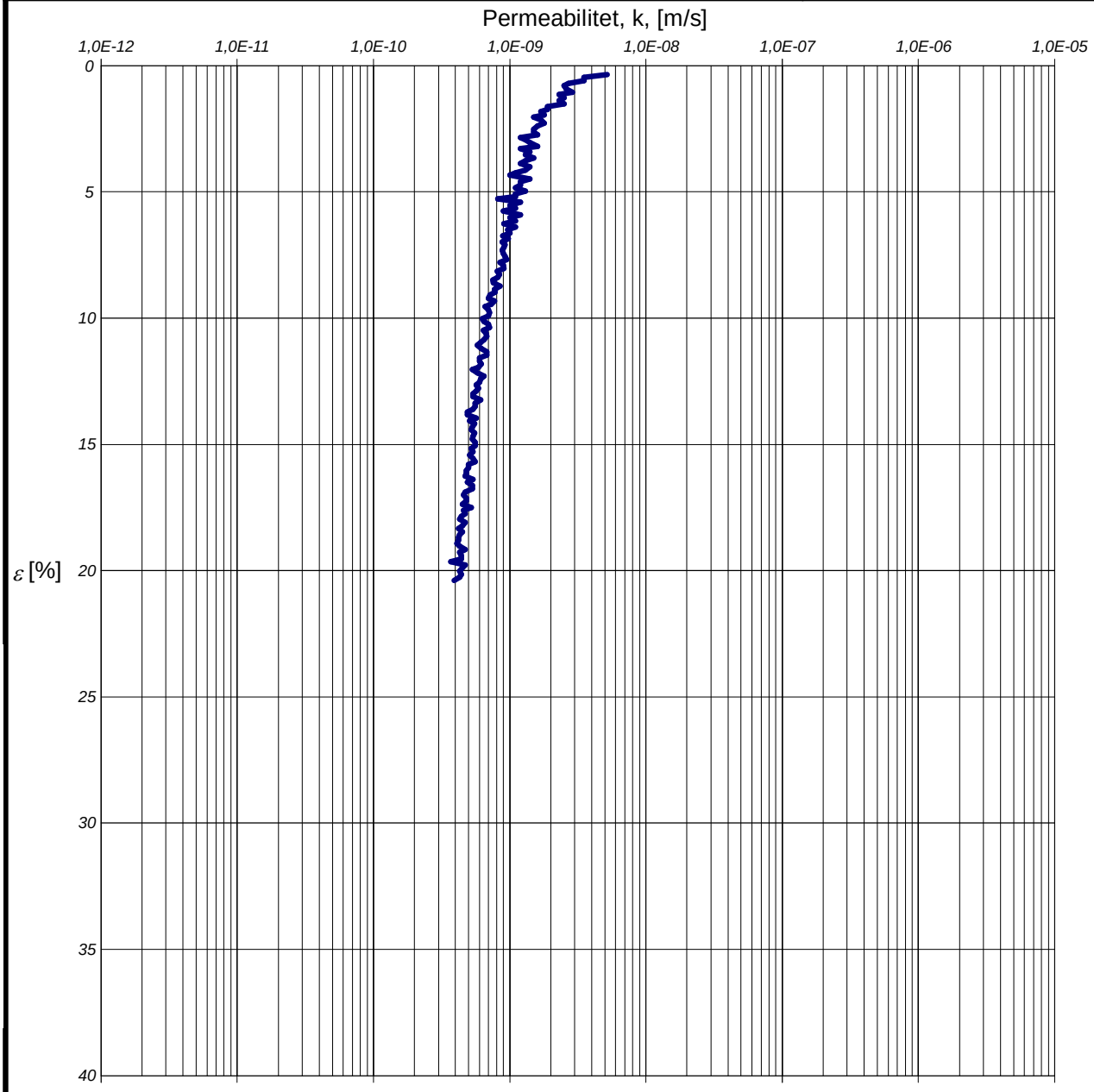
Försöket är utfört och utvärderat enligt Svensk Standard SS 027126. Utrustningens egendeformation är beaktad.

M'	σ'$_L$, kPa
11,5	236

Anm.

Utvärdering av permeabilitet

Projekt: **Järnvågsgatan**		
Uppdragsnummer:	*Uppdragsgivare:* Golder Associates AB	*Datum/Sign:* 2015-03-02 / HS *Löp-nr/Gransk.:* 13782 / LN
Sektion/borrhål: 1501 *Densitet:* 1,67 t/m^3 *Vattenkvot:* 57,0 % *Benämning:* siltig LERA	*Djup:* 21,0 m *Provningstemp.:* 8 ^{o}C	*Ödometer nr:* 1 *Provdiameter:* 50 mm *Provhöjd:* 20 mm *Def.hastighet:* 0,71 %/h



Redovisning enligt SGF:s Laboratoriekommittés rekommendationer.

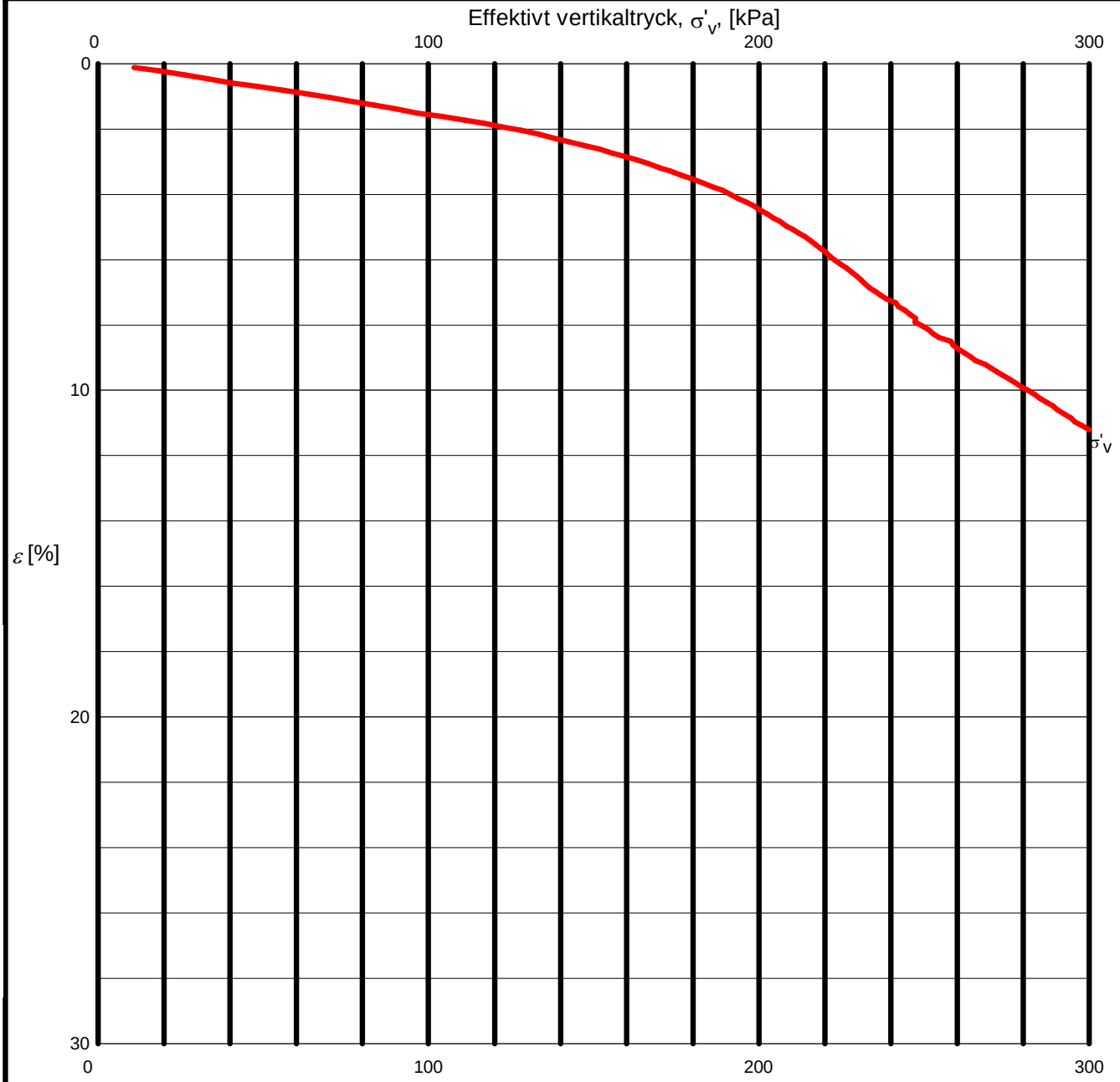
Försöket är utfört och utvärderat enligt Svensk Standard SS 027126.

k_i , m/s	β_k
1,9E-9	4,3

Anm.

Utvärdering av förkonsolideringstryck och linjär modul

Projekt: **Järnvågsgatan**		
Uppdragsnummer:	*Uppdragsgivare:* Golder Associates AB	*Datum/Sign:* 2015-03-02 / HS *Löp-nr/Gransk.:* 13782 / LN
Sektion/borrhål: 1501 *Densitet:* 1,67 t/m^3 *Vattenkvot:* 57,0 % *Benämning:* siltig LERA	*Djup:* 21,0 m *Provningstemp.:* 8 ^{o}C	*Ödometer nr:* 1 *Provdiameter:* 50 mm *Provhöjd:* 20 mm *Def.hastighet:* 0,71 %/h



Redovisning enligt SGF:s Laboratorietekommittés rekommendationer.

Försöket är utfört och utvärderat enligt Svensk Standard SS 027126. Utrustningens egendeformation är beaktad.

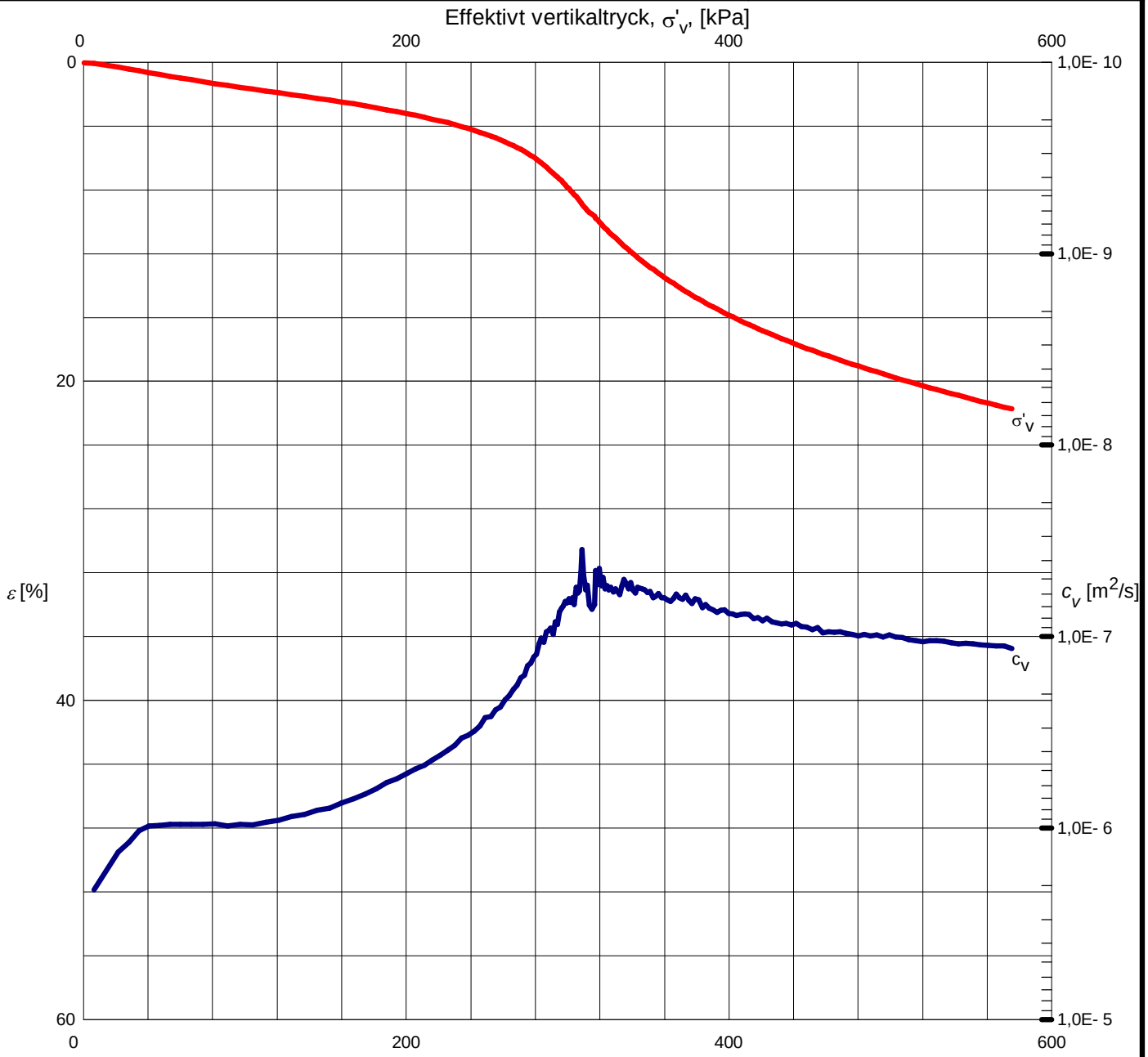
σ'_c, kPa	M_L, kPa	σ'_L, kPa
145	1394	236

Anm.

RAMBOLL

Redovisning av ödometerförsök, CRS-försök

Projekt: **Järnvågsgatan**		
Uppdragsnummer:	*Uppdragsgivare:* Golder Associates AB	*Datum/Sign:* 2015-03-02 / HS *Löp-nr/Gransk.:* 13783 / LN
Sektion/borrhål: 1501 *Densitet:* 1,58 t/m^3 *Vattenkvot:* 75,0 % *Benämning:* siltig LERA	*Djup:* 30,0 m *Provningstemp.:* 8 ^{o}C	*Ödometer nr:* 2 *Provdiameter:* 50 mm *Provhöjd:* 20 mm *Def.hastighet:* 0,72 %/h



Redovisning enligt SGF:s Laboratorietekommittés rekommendationer.

Försöket är utfört och utvärderat enligt Svensk Standard SS 027126.
Utrustningens egendeformation är beaktad. För utvärdering se bilagda diagram sid 2 - 4.

σ'_c, kPa	M_L, kPa	σ'_L, kPa	M'	$c_{v,\,min}$, m^2/s	k_i, m/s	β_k
236	890	276	12,3	5,8E-8	1,3E-9	3,8

Anm.

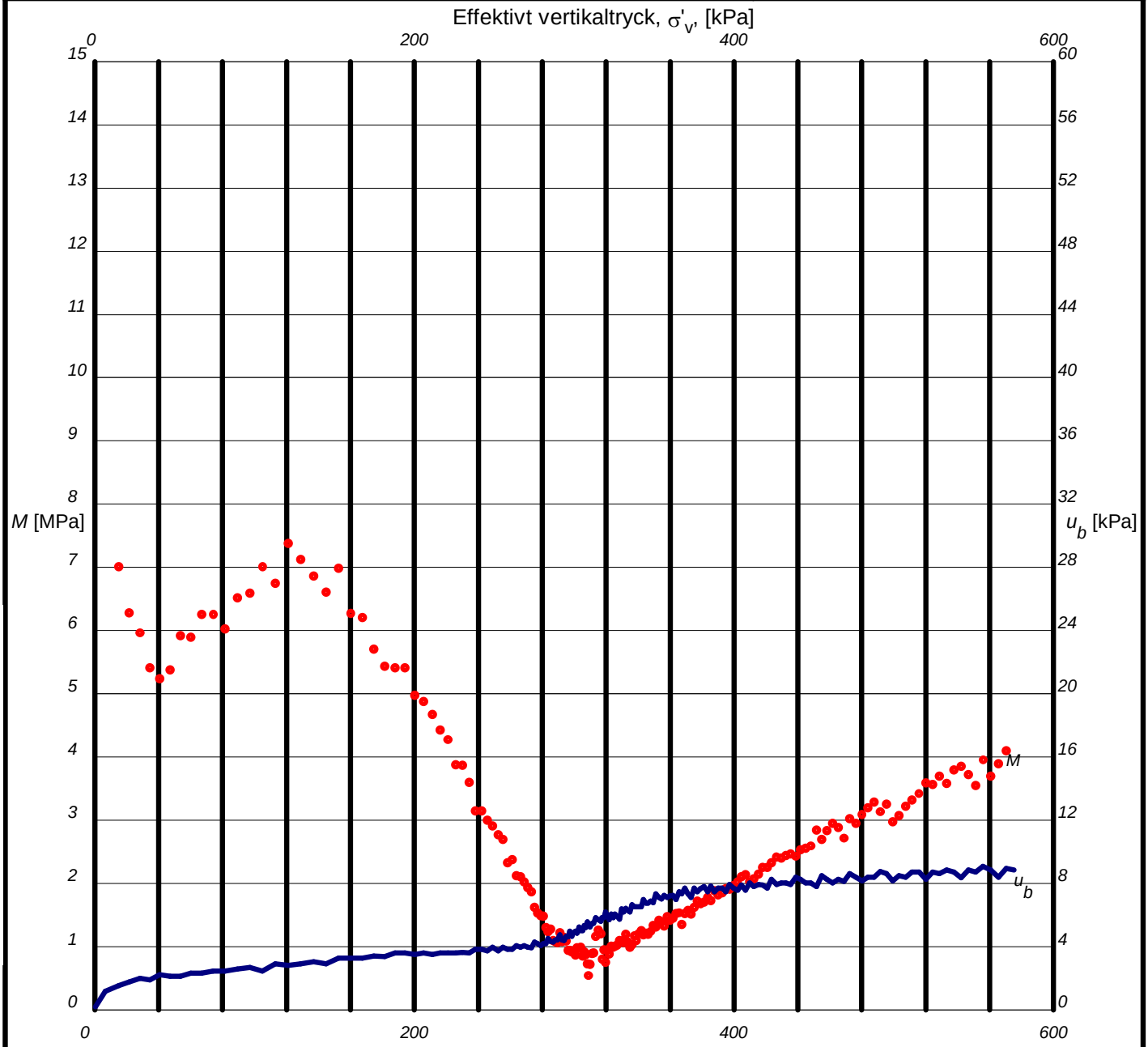
Ramböll Sverige AB, Division Syd
Vädursgatan 6, Box 5343, 402 27 Göteborg
Telefon 010-615 60 00, Geolab.goteborg@ramboll.se

T:\39_1\39004201\CRS\CrsRitRam\DFB13783.crs 2015-03-02

RAMBOLL

Utvärdering av modultal och kontroll av portryck

Projekt: **Järnvågsgatan**		
Uppdragsnummer:	*Uppdragsgivare:* Golder Associates AB	*Datum/Sign:* 2015-03-02 / HS *Löp-nr/Gransk.:* 13783 / LN
Sektion/borrhål: 1501 *Densitet:* 1,58 t/m^3 *Vattenkvot:* 75,0 % *Benämning:* siltig LERA	*Djup:* 30,0 m *Provningstemp.:* 8 ^{o}C	*Ödometer nr:* 2 *Provdiameter:* 50 mm *Provhöjd:* 20 mm *Def.hastighet:* 0,72 %/h



Försöket är utfört och utvärderat enligt Svensk Standard SS 027126. Utrustningens egendeformation är beaktad.

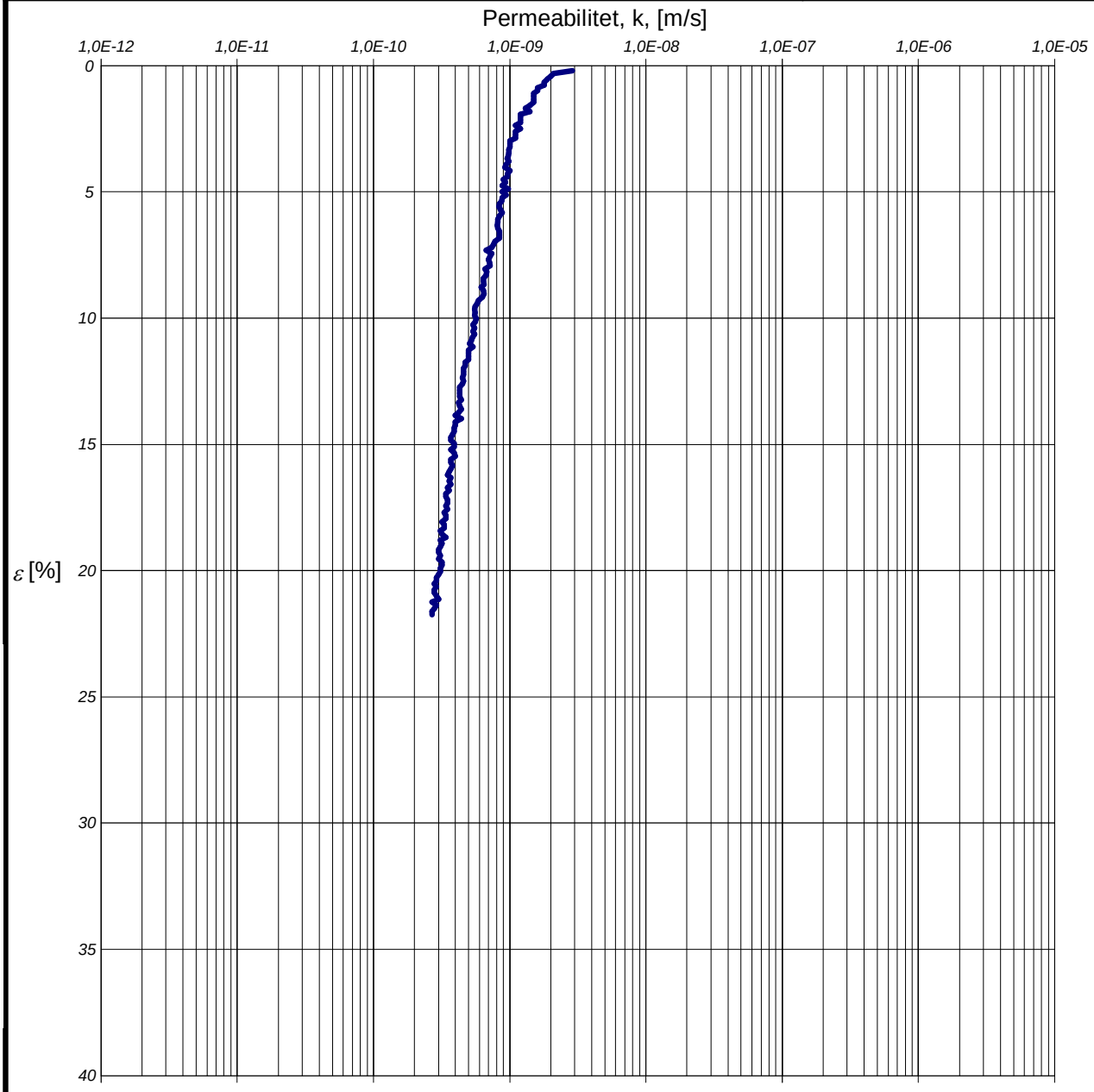
M'	σ'$_L$, kPa
12,3	276

Anm.

Redovisning enligt SGF:s Laboratorietekommittés rekommendationer.

Utvärdering av permeabilitet

Projekt: **Järnvågsgatan**		
Uppdragsnummer:	*Uppdragsgivare:* Golder Associates AB	*Datum/Sign:* 2015-03-02 / HS *Löp-nr/Gransk.:* 13783 / LN
Sektion/borrhål: 1501 *Densitet:* 1,58 t/m^3 *Vattenkvot:* 75,0 % *Benämning:* siltig LERA	*Djup:* 30,0 m *Provningstemp.:* 8 ^{o}C	*Ödometer nr:* 2 *Provdiameter:* 50 mm *Provhöjd:* 20 mm *Def.hastighet:* 0,72 %/h



Redovisning enligt SGF:s Laboratoriekommittés rekommendationer.

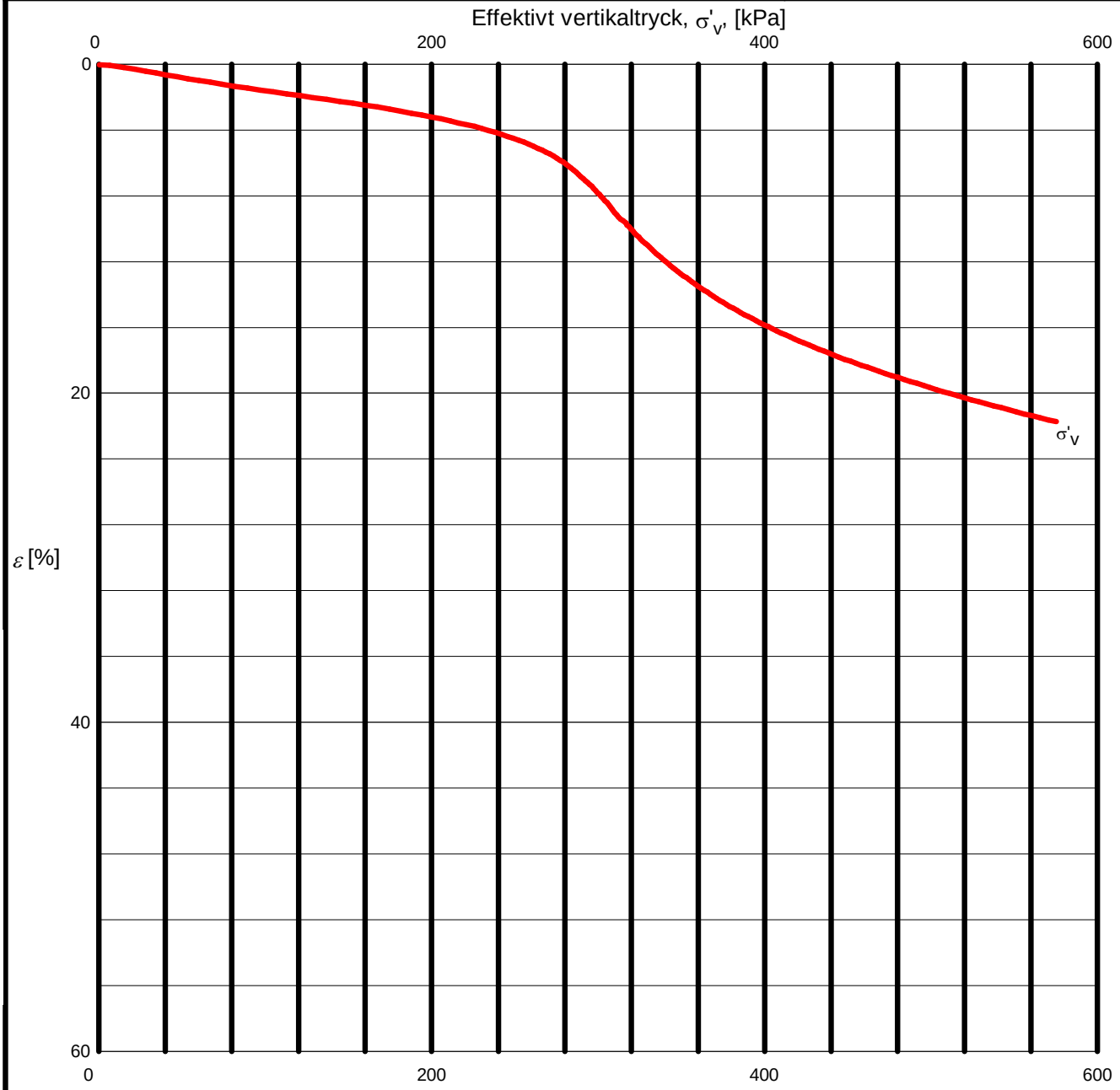
Försöket är utfört och utvärderat enligt Svensk Standard SS 027126.

k_i , m/s	β_k
1,3E-9	3,8

Anm.

Utvärdering av förkonsolideringstryck och linjär modul

Projekt: **Järnvågsgatan**		
Uppdragsnummer:	*Uppdragsgivare:* Golder Associates AB	*Datum/Sign:* 2015-03-02 / HS *Löp-nr/Gransk.:* 13783 / LN
Sektion/borrhål: 1501 *Densitet:* 1,58 t/m^3 *Vattenkvot:* 75,0 % *Benämning:* siltig LERA	*Djup:* 30,0 m *Provningstemp.:* 8 ^{o}C	*Ödometer nr:* 2 *Provdiameter:* 50 mm *Provhöjd:* 20 mm *Def.hastighet:* 0,72 %/h



Redovisning enligt SGF:s Laboratorietekommittés rekommendationer.

Försöket är utfört och utvärderat enligt Svensk Standard SS 027126. Utrustningens egendeformation är beaktad.

σ'_c, kPa	M_L, kPa	σ'_L, kPa
236	890	276

Anm.

BILAGA 4

Direkt Skjuvförsök – Lab.protokoll

Ramböll Sverige AB, Division Syd
Vädursgatan 6
BOX 5343, 402 27 GÖTEBORG
Telefon 010 - 615 60 00
geolab.goteborg@ramboll.se

Konsoliderat Odränerat Skjuvförsök

Dp Järnvågsgatan

2015-03-13

Konsolideringsspänning : 50 **kPa**

Skjuvspänning : 50 **kPa**

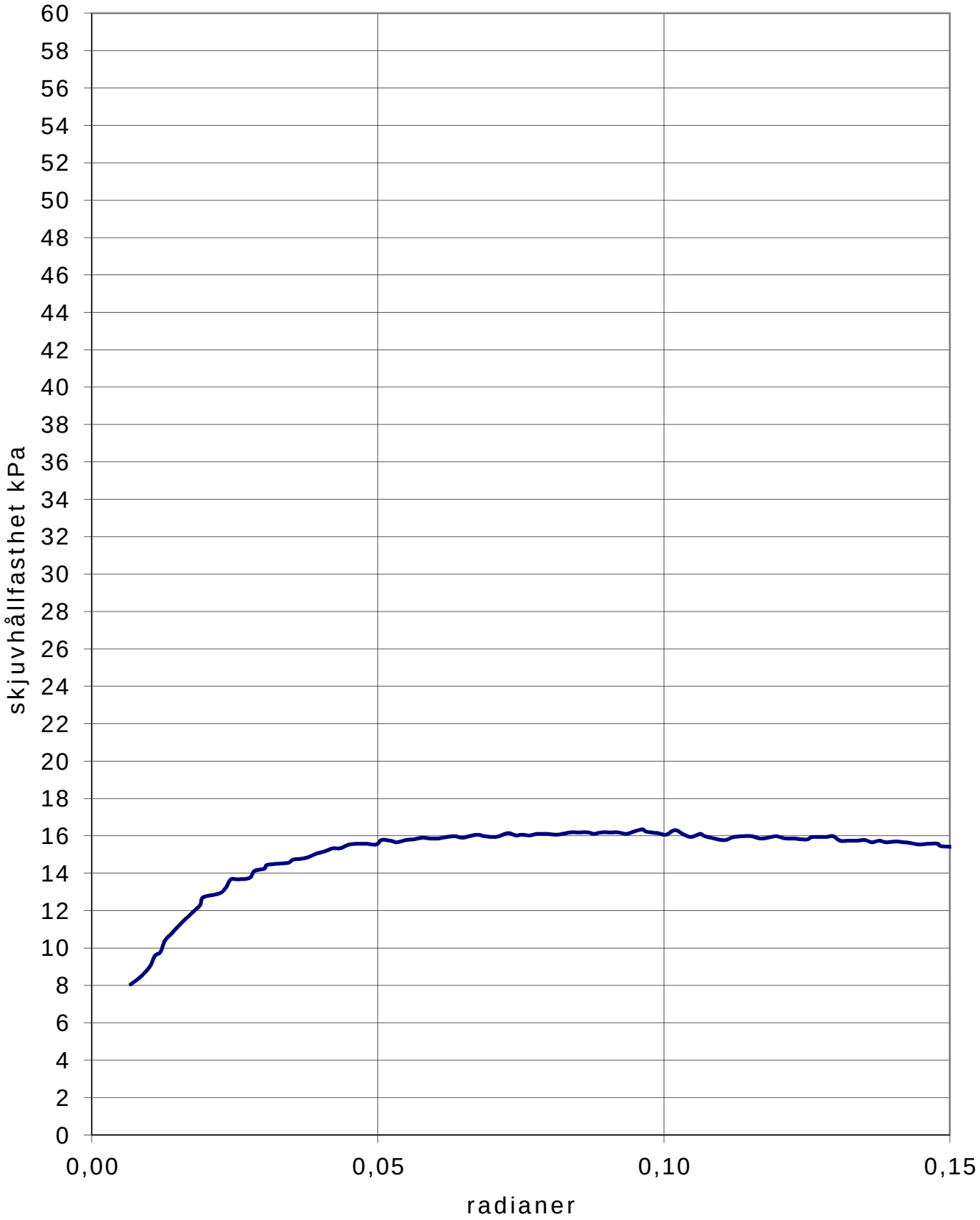
Brottspänning : 16,3 **kPa**

Bh : **1501**

Djup : **5** m

Jordart : Le

Densitet : 1,54 t/m³



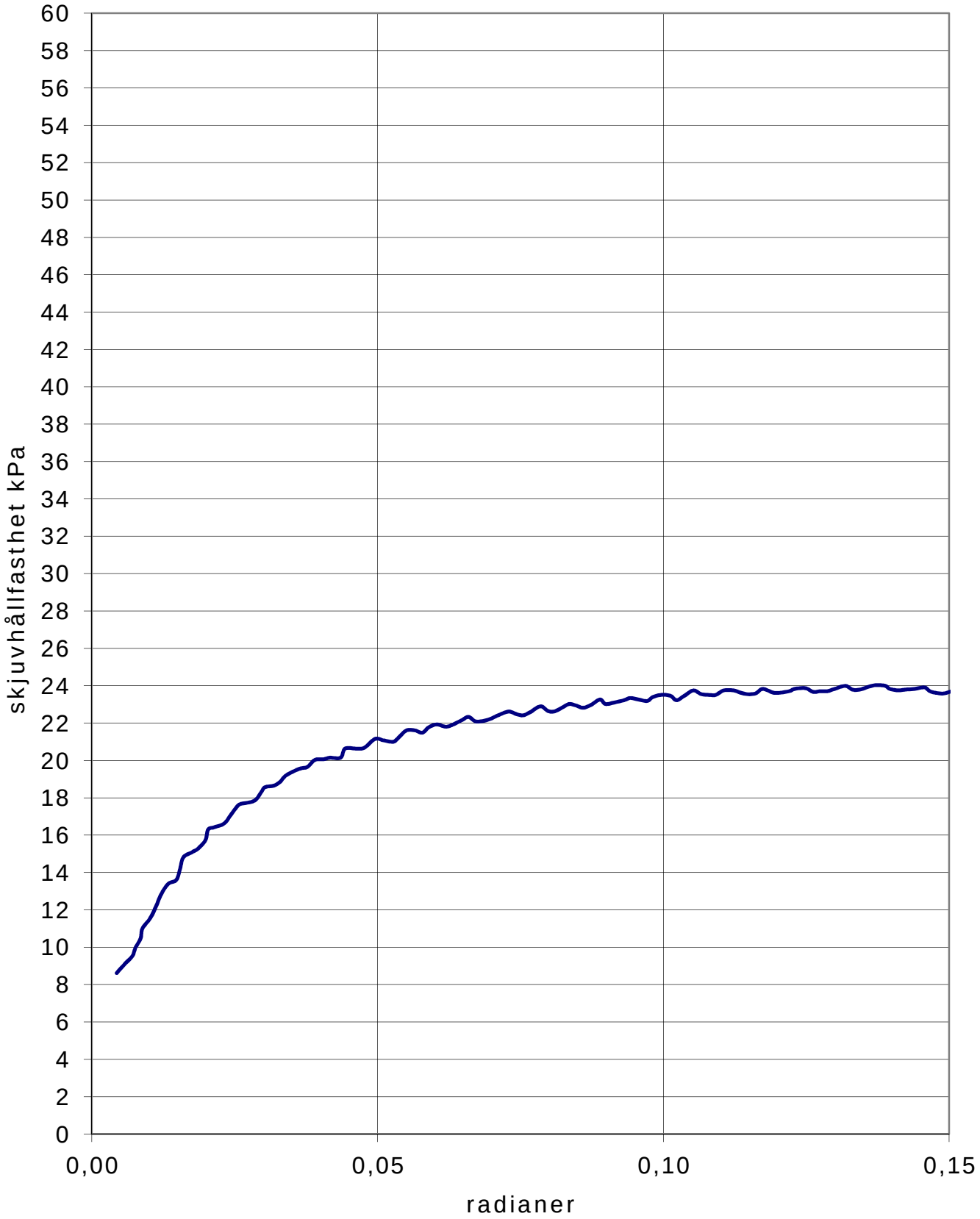
Ramböll Sverige AB, Division Syd
Vädursgatan 6
BOX 5343, 402 27 GÖTEBORG
Telefon 010 - 615 60 00
geolab.goteborg@ramboll.se

Konsoliderat Odränerat Skjuvförsök

Dp Järnvågsgatan

2015-03-13

Konsolideringsspänning :	73	**kPa**	**Bh :**	**1501**			
Skjuvspänning :	73	**kPa**	**Djup :**	**9**	m		
Brottspänning :	24,0	**kPa**	**Jordart :**	Le		**Densitet :**	1,55 t/m³



Ramböll Sverige AB, Division Syd
Vädursgatan 6
BOX 5343, 402 27 GÖTEBORG
Telefon 010 - 615 60 00
geolab.goteborg@ramboll.se

Konsoliderat Odränerat Skjuvförsök

Dp Järnvågsgatan

2015-03-13

Konsolideringsspänning : 110 **kPa**

Skjuvspänning : 110 **kPa**

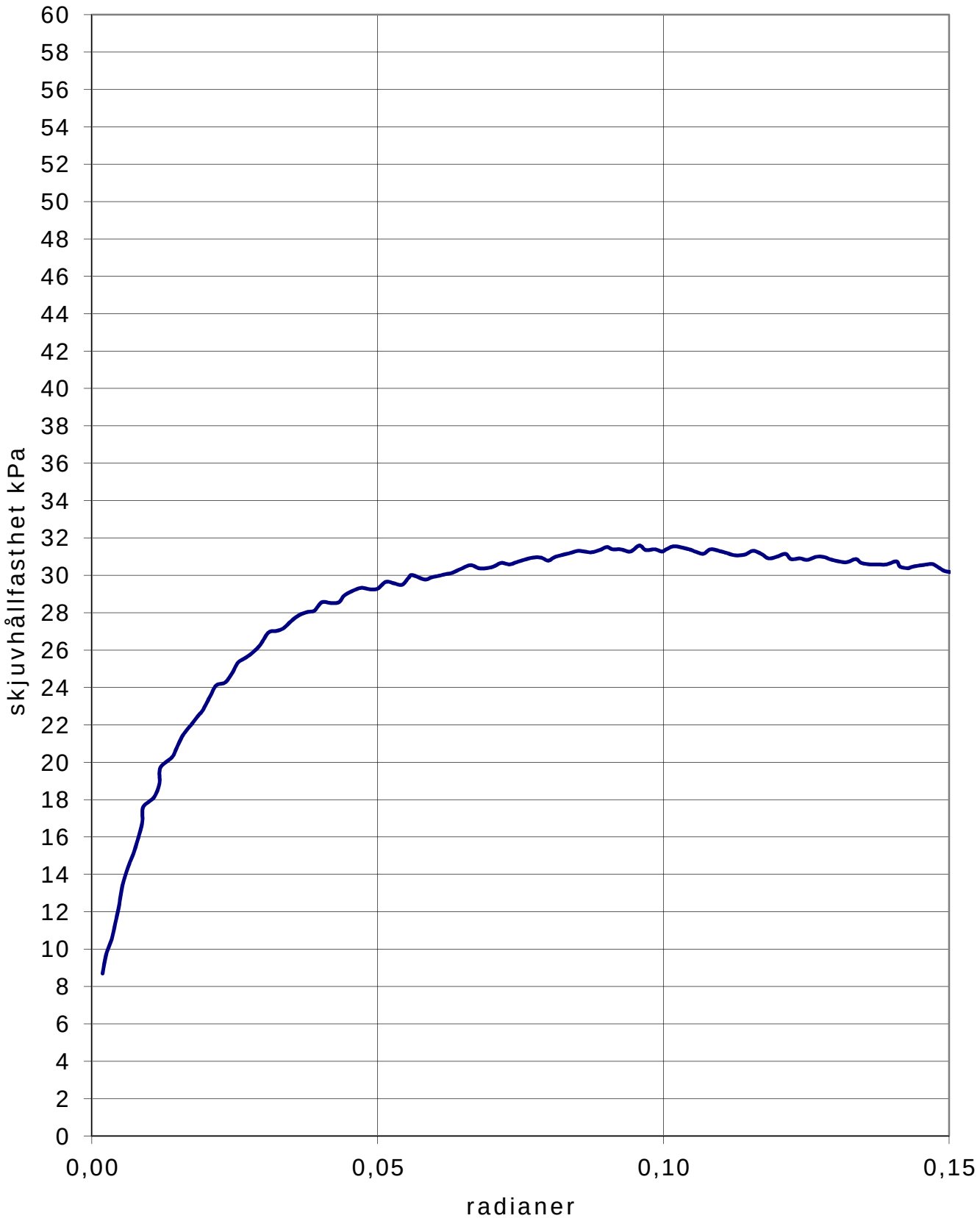
Brottspänning : 31,6 **kPa**

Bh : **1501**

Djup : **15** m

Jordart : Le

Densitet : 1,62 t/m³



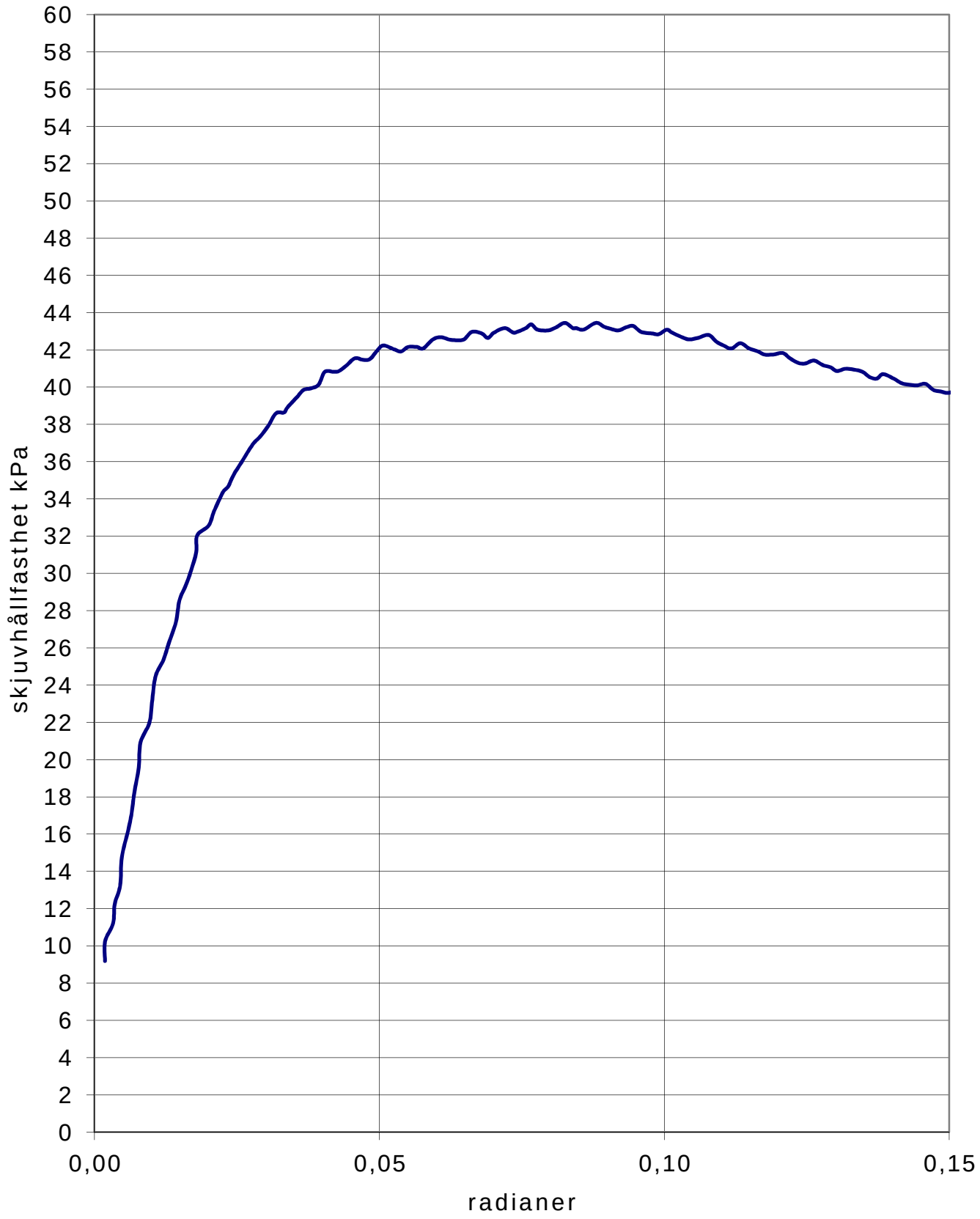
Ramböll Sverige AB, Division Syd
Vädursgatan 6
BOX 5343, 402 27 GÖTEBORG
Telefon 010 - 615 60 00
geolab.goteborg@ramboll.se

Konsoliderat Odränerat Skjuvförsök

Dp Järnvågsgatan

2015-03-13

Konsolideringsspänning :	150	**kPa**	**Bh :**	**1501**		
Skjuvspänning :	150	**kPa**	**Djup :**	**21**	m	
Brottspänning :	43,5	**kPa**	**Jordart :**	Le	**Densitet :**	1,66 t/m³



Ramböll Sverige AB, Division Syd
Vädursgatan 6
BOX 5343, 402 27 GÖTEBORG
Telefon 010 - 615 60 00
geolab.goteborg@ramboll.se

Konsoliderat Odränerat Skjuvförsök

Dp Järnvågsgatan

2015-03-13

Konsolideringsspänning : 207 **kPa**

Skjuvspänning : 207 **kPa**

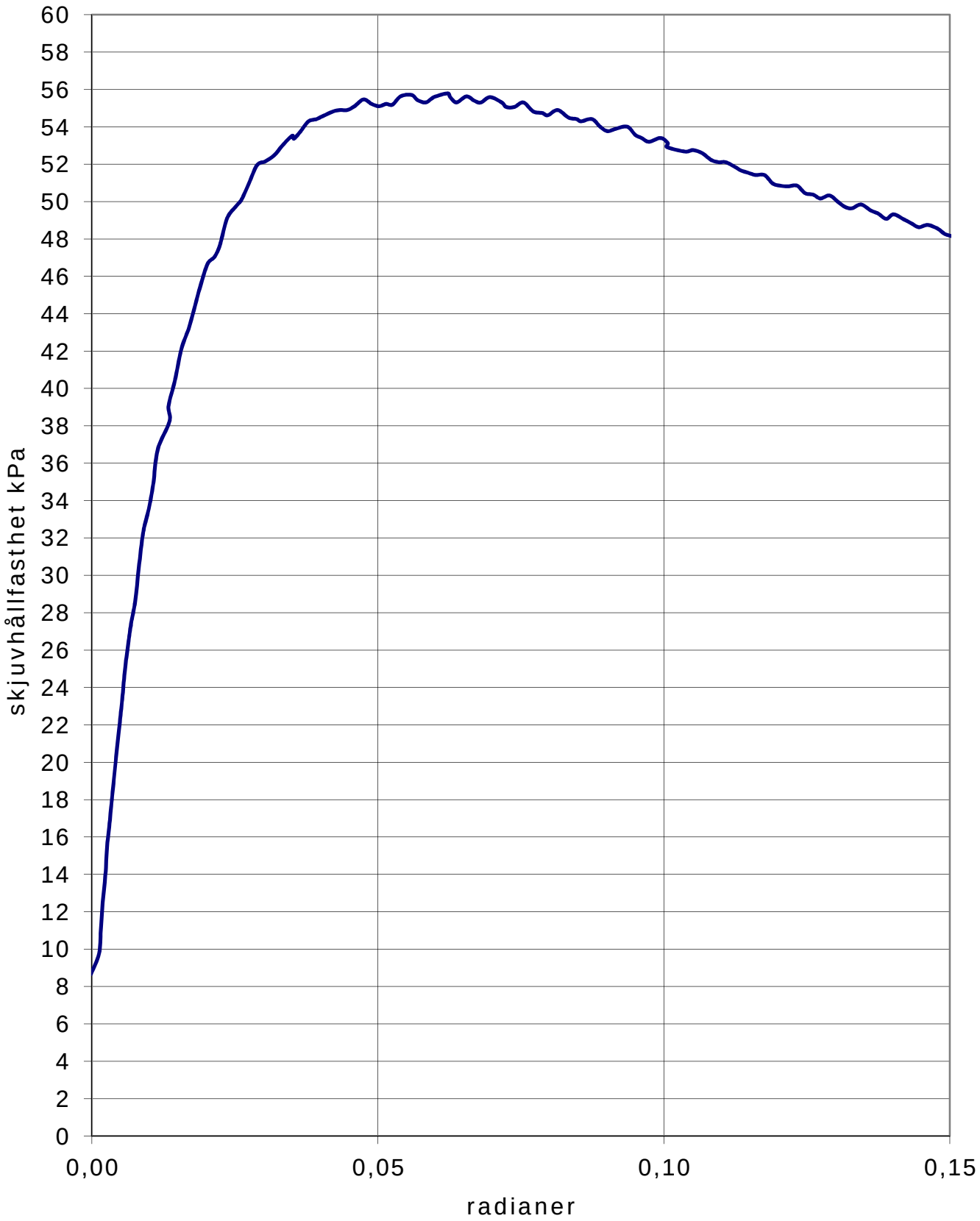
Brottspänning : 55,8 **kPa**

Bh : **1501**

Djup : **30** m

Jordart : Le

Densitet : 1,57 t/m³



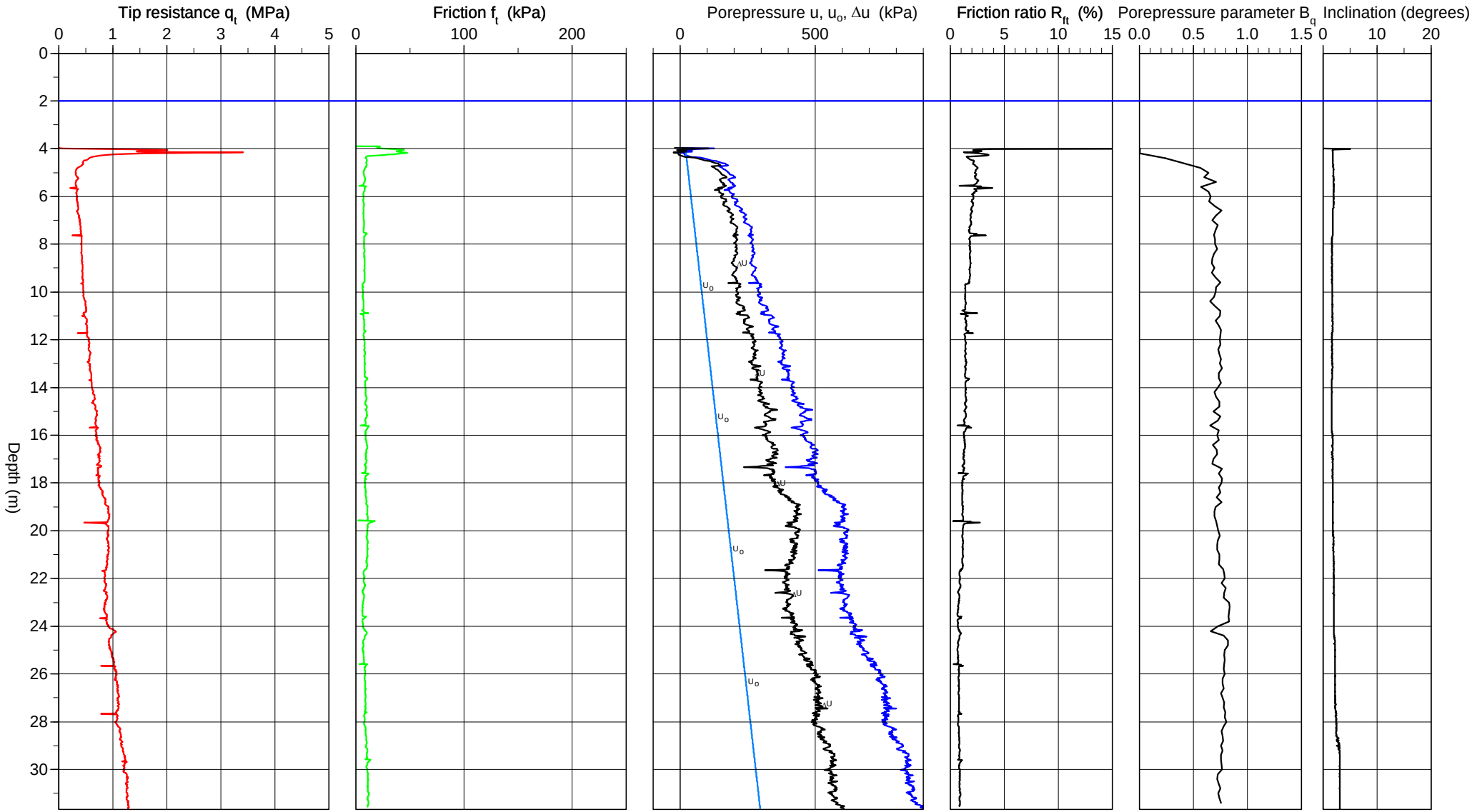
BILAGA 5

Utvärdering CPT-sonderingar

CPT-test performed according to EN ISO 22476-1

Predrilling depth	4.00 m	Reference		Fluid in filter	Glycerin
Start depth	4.00 m	Level at reference		Coordinats	
Stop depth	31.68 m	Predrilled material	Fyllning	Equipment	Geotech
Ground water level	2.00 m	Geometry	Normal	Cone nr	4640

Project	DP Järnvågsgatan
Project nr	14512220160
Site	Järnvågsgatan
Designation	1501
Date	2015-02-04

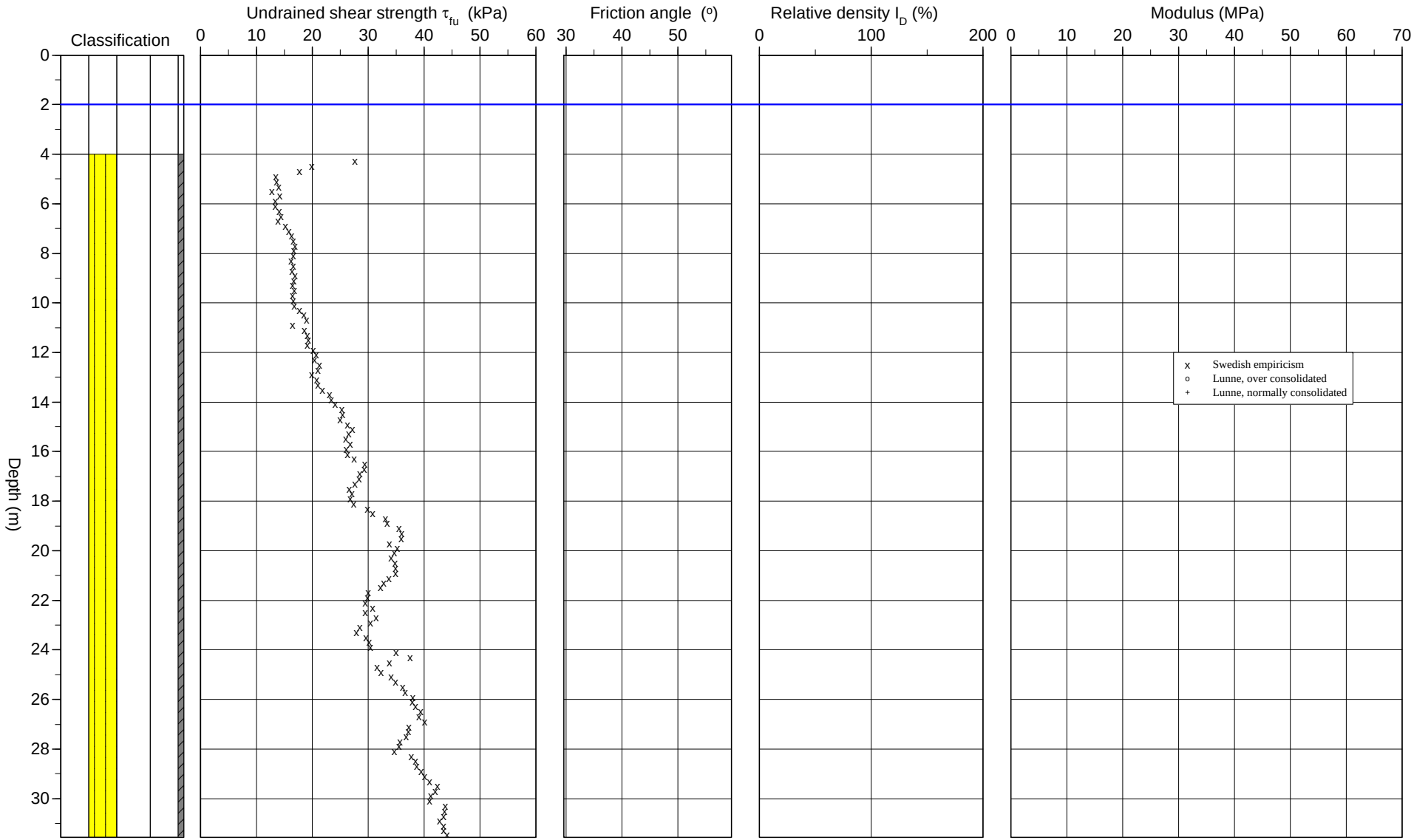


Golder Associates AB
Lilla Bommen 6; 411 04 GÖTEBORG; Tel. 031-700 82 30

CPT test evaluated accorrding to SGI Information 15 rev. 2007

Reference		Predrilling depth	4.00 m	Evaluator	Emil Johansson
Level at reference		Predrilled material	Fyllning	Evaluation date	2015-02-09
Ground water level	2.00 m	Equipment	Geotech		
Start depth	4.00 m	Geometry	Normal		

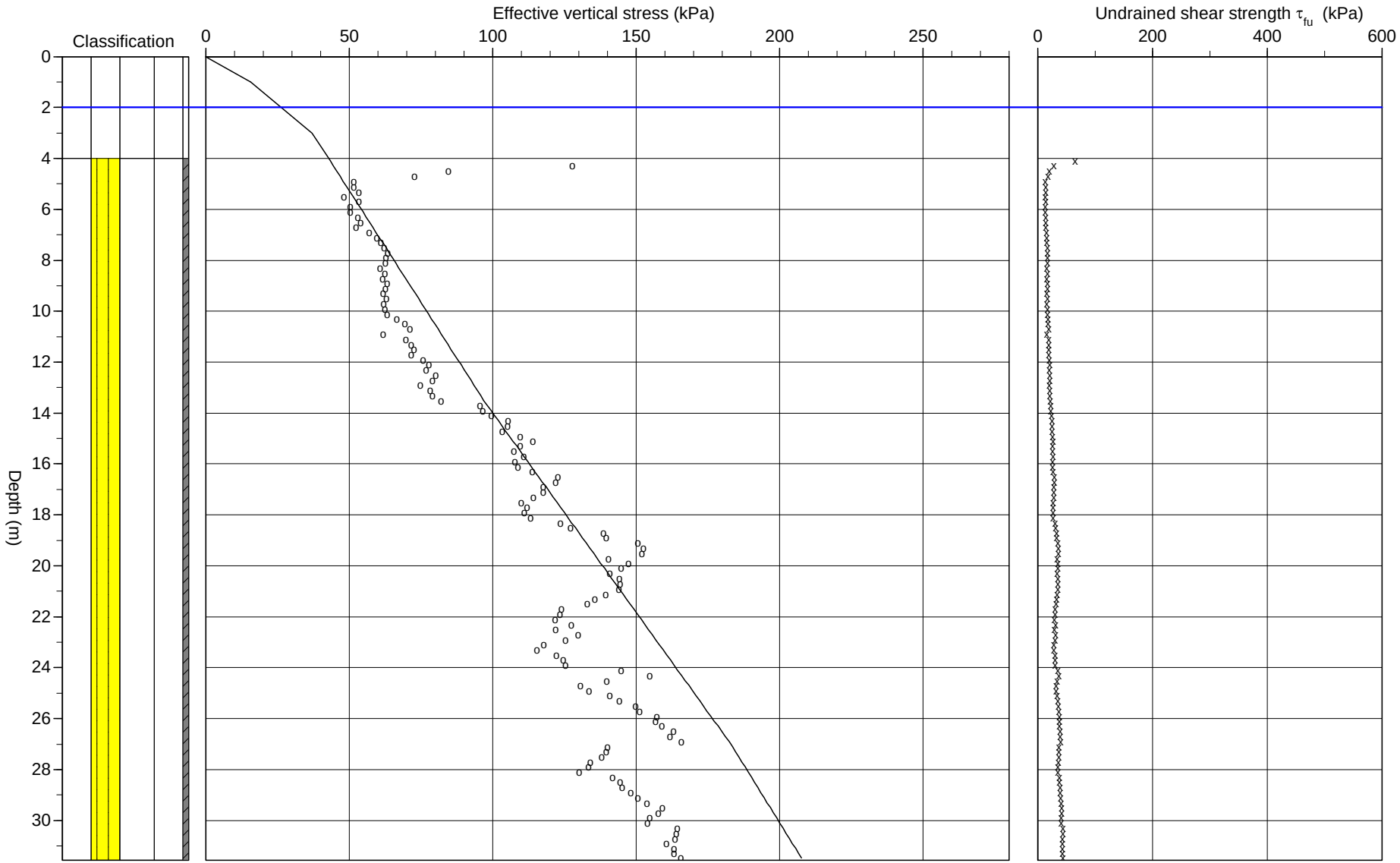
Project	DP Järnvågsgatan
Project nr	14512220160
Site	Järnvågsgatan
Designation	1501
Date	2015-02-04



CPT test evaluated accorrding to SGI Information 15 rev. 2007

Reference		Predrilling depth	4.00 m	Evaluator	Emil Johansson
Ground water level		Predrilled material	Fyllning	Evaluation date	2015-02-09
Grundvattenyta	2.00 m	Equipment	Geotech		
Start depth	4.00 m	Geometry	Normal		

Project	DP Järnvågsgatan
Project nr	14512220160
Site	Järnvågsgatan
Designation	1501
Date	2015-02-04



C P T - test

Project		Site	Järnvågsgatan
DP Järnvågsgatan 14512220160		Designation	1501
		Date	2015-02-04

Predrilling depth	4.00 m	Predrilled material	Fyllning
Start depth	4.00 m	Geometry	Normal
Stop depth	31.68 m	Fluid in filter	Glycerin
Ground water level	2.00 m	Operator	Mikael Karlsson
Reference		Equipment	Geotech
Level at reference		[x] Porepressure measurement	

Calibration data

Cone	4640	Internal friction O_c	0.0 kPa
Date	20150119	Internal friction O_f	0.0 kPa
Areafactorr a	0.833	Cross talk c_1	0.000
Areafactor b	0.000	Cross talk c_2	0.000

Cero values, kPa

	Porepressure	Friction	Tip resistance
Before	247.60	121.60	2.89
After	247.10	121.50	2.87
Diff	-0.50	-0.10	-0.02

Scale factors

Porepressure		Friction		Tip resistance	
Range	Code	Range	Code	Range	Code

[ ] **Use scale factors**

Correction

Porepressure	(none)
Friction	(none)
Tip resistance	(none)

Estimated sounding class

Porepressure observations

Depth (m)	Porepressure (kPa)
2.00	0.00

Boundaries

Depth (m)

Classification

Depth (m) From	Depth (m) To	Density (ton/m^3)	Liquid limit	Soil
0.00	4.00	1.60		
4.00	13.50	1.60	0.80	
13.50	27.00	1.67	0.65	
27.00	33.00	1.58	0.80	

Notes

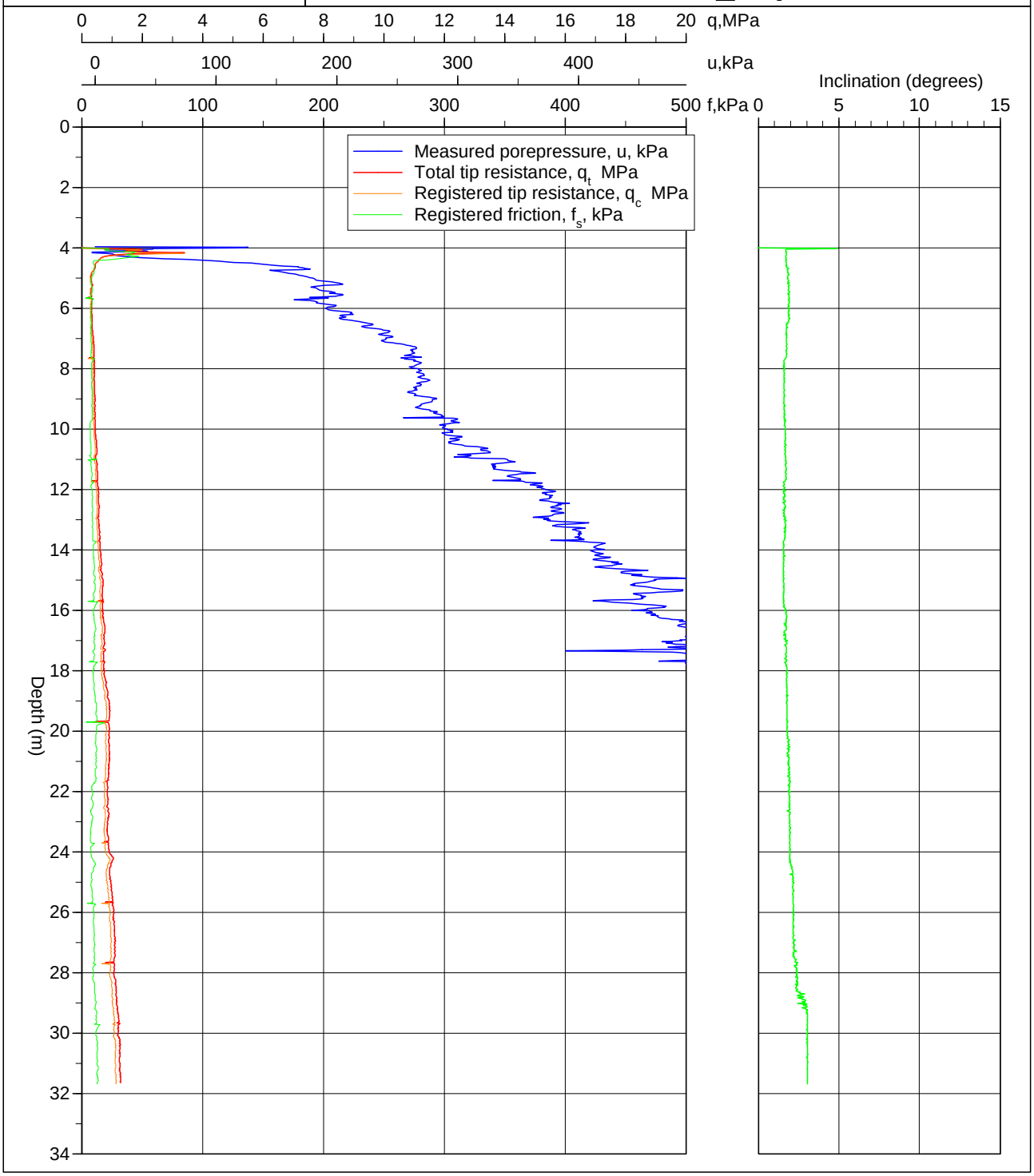
G:\Projekt\2014\1470160-Dp Järnvågsgatan, Gbg\11_Analys\CPT\1501.CPW

CPT-test performed according to EN ISO 22476-1

Project	**DP Järnvågsgatan**	**Site**	**Järnvågsgatan**
Project number	**14512220160**	**Designation**	**1501**
Company	**Sweco Infrastructure AB**	**Date**	**2015-02-04**
Operator	**Mikael Karlsson**		

Predrilled depth	4.00 m	Predrilled material	Fyllning
Start depth	4.00 m	Geometry	Normal
Stop depth	31.68 m	Fluid in filter	Glycerin
Ground water level	2.00 m	Borehole coordinates	
Reference		Equipment	Geotech
Level at reference		Cone nr	4640

[x] **Porepressure measurement**

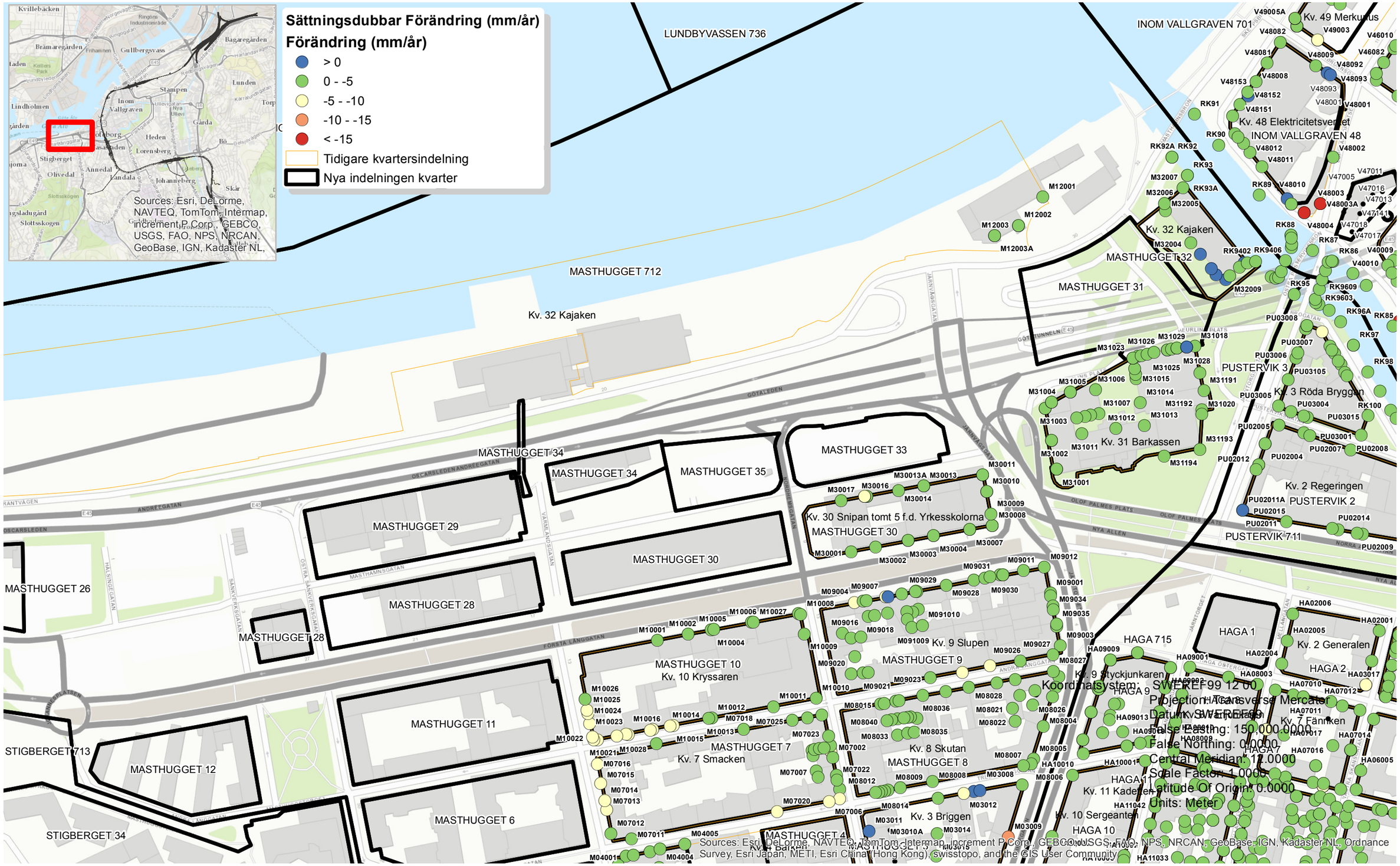


G:\Projekt\2014\1470160-Dp Järnvågsgatan, Gbg\11_Analys\CPT\1501.CPW

BILAGA 6

Sättningsmätningar

Golder Associates	**ÖVERSIKT JÄRNVÅGEN GÖTEBORG**	Projektnr. 1470160 Skala (A3) 1:2500 Datum 2016-04-14	**BILAGA A**



Uppdragsledare: O. Skepp

Handläggare: K. Sanell & S. Shakil

Underlag: Copyright Lantmäteriverket. Ärende nr M2004/2092". Ritad av: J. Andersson

\\sto1-s-main01\G\Projekt\2014\1470160-Dp Järnvägsgatan, Gbg\10_Ritningar\GIS\BILAGA A Översikt dubbar.mxd

Golder Associates är en global medarbetarägd organisation med över 50 års erfarenhet, som i sin rådgivning verkar för att använda jordens möjligheter utan att påverka dess integritet. Vi tillhandahåller kostnadseffektiva lösningar som hjälper våra kunder att nå sina mål inom hållbar samhällsutveckling genom oberoende rådgivning, design och konstruktionslösningar inom våra specialistområden miljö, jord, berg och vatten.

För mer information, besök golder.com

Afrika	+ 27 11 254 4800
Asien	+ 86 21 6258 5522
Europa	+ 44 1628 851851
Oceanien	+ 61 3 8862 3500
Nordamerika	+ 1 800 275 3281
Sydamerika	+ 56 2 2616 2000

solutions@golder.com
www.golder.com

Golder Associates AB
Lilla Bommen 6
411 04 Göteborg
Sverige
T: 031-700 82 30

Golder Associates