

**SBUF<sup>®</sup> -projekt****Förbelastning av torv, kalkgyttja och bleke****Rv 50 Mjölby-Motala**Projektledare  
Bo Johansson

NCC Infra

Arbetsgrupp  
Peter Carlsten  
Helene KennedyTrafikverket  
NCC Teknik



NCC Construction Sverige AB  
Region Infra Sverige

# Rapport

## Förord

NCC Construction Sverige AB har av Trafikverket fått i uppdrag att på totalentreprenad bygga ny Rv50 Mjölby-Motala. Projektet består att knappt 3 mil ny väg, drygt 40 broar av olika storlekar upp till den ca 600 m långa bron över Motalaviken.

Vägsträckan passerar två större torvområden och tidigt i projekteringsskedet väcktes tanken att dessa torvområden skulle förstärkas genom förbelastning. I denna rapport redovisas geotekniska undersökningar i fält och laboratorium, deformationsmätningar, porttycksmätningar, analyser och slutsatser, men viktigast är kanske de sammanfattande råden om genomförandet av denna typ av projekt.

Projektet genomfördes av en arbetsgrupp som förutom av projektledaren (författare) bestod av följande:

- Helene Kennedy, NCC Teknik, (geokonstruktör och bollplank)
- Peter Carlsten, Trafikverket, (mentor och bollplank)

Arbetsgruppen har tillsammans diskuterat fram undersökningsprogram, hur verifiering och utförande av bank och överlast ska göras samt vilka slutsatser som kan dras av projektet.

Till projektet har även en referensgrupp varit kopplad som omfattar följande personer:

- Tord Olsson, Trafikverket
- Magnus Lundgren, Peab
- Per-Evert Bengtsson, SGI
- Torbjörn Edstam, Skanska

Referens- och arbetsgrupp hade ett inledande möte för att diskutera projektets innehåll och ett avslutande för att diskutera de resultat som framkommit.

Arbetet har finansierats av följande organisationer:

- SBUF
- NCC
- Trafikverket

Ett stort tack skall även riktas till personalen på arbetsplatsen, ingen nämnd ingen glömd, för deras engagemang och nyfikenhet.

Göteborg 2012-09-11

Bo Johansson



NCC Construction Sverige AB  
Region Infra Sverige

# Rapport

## Sammanfattning

Ett flertal genomförda projekt har visat att en rätt utförd förbelastning av organisk jord ger en vägbank med acceptabla krypdeformationer. En sådan förbelastning är i jämförelse med traditionell urgrävning kostnadseffektiv, eftersom det åtgår mindre fyllnadsmaterial och schakt under ofta besvärliga förhållanden kan undvikas.

Orsaken till att metoden trots de uppenbara fördelarna inte används är framförallt följande:

- metoden kräver liggtid vid utförande som ibland inte finns tillgänglig och liggtiden kan vara svår att prediktera,
- organiska jordars geotekniska egenskaper är svårare att bestämma än mineraljordars och resultaten upplevs som mer osäkra,
- den hållfasthetstillväxt som sker måste beaktas men upplevs som osäker,
- rädsla för att framtida krypdeformationer ska utbildas i den organiska jorden.

Syftet med föreliggande rapport är därför primärt att klargöra hur man bör tänka vid projektering och utförande en grundförstärkning med förbelastning av organisk jord.

Projektet innehåller olika bestämningar av deformations- och hållfasthetsegenskaper i laboratorium, t.ex. kompressometerförsök med stegvisa på- och avlastningar på torv och skjuvförsök på torv, gyttja, kalkgyttja, bleke och lera. Under det stegvisa uppförandet av vägbanken mättes sättningar, portryck och hållfasthetstillväxt i de underliggande jordlagren med CPT och vingsonderingar. Vidare uppmättes deformationerna med slangställningsmätningar, peglar och jordskruvar.

De viktigaste resultaten från utförd laboratorieundersökning är:

- Samband hållfasthet och effektivspänning
  - erhållna resultat överensstämmer med tillgänglig emperi
  - bleken får en lägre hållfasthetstillväxt än lera.
- Deformationsegenskaper hos organisk jord
  - överensstämmer med tillgänglig emperi
  - pålastningsmodul och krypning efter avlastning påverkas kraftigt av torvens humifieringsgrad och effektivspänningsnivå

De viktigaste resultaten från utförd geotekniks underökning är:

- hållfasthetsbestämning med hjälp av CPT- och vingsondering överensstämmer relativt väl. Mindre effektivspänningsförändringar med tillhörande hållfasthetsökning kan inte verifieras på grund av stor spridning i resultatet.

De viktigaste resultaten från utförda deformationsmätningar är:

- Sättningsuppföljning med peglar ger tillräcklig information
- Fördelen med slangställningsmätning är att den inte hindrar eller av misstag förstörs av pågående schakt- och fyllnadsarbeten.
- Jordskruvar ger besked om hur stor deformation är i olika delar av jordprofilen, men resultaten blir osäkra vid riktigt stora deformationerna.

De viktigaste erfarenheter vid utförandet:

- De initiala deformationerna är mycket stora, vilket gör att det inte är lämpligt att styra fyllningsarbetet mot angivna fyllningsnivåer. Lagerhöjden kan bli för stor. Uppfyllningen bör istället definieras som en fyllningstjocklek.
- Portrycksmätningarna visar att det är vanskligt att mäta portryck under längre tid. Mätarna bör regelbundet funktionstestas eller sättas om.

De viktigaste erfarenheterna vid projektering:

- Hållfastheten hos organisk jord kan bestämmas med hjälp av tillgänglig emperi
- Humifieringsgrad och vattenkvot behövs för att kunna bestämma deformationsegenskaperna hos den organiska jorden
- Hållfasthets- och deformationsegenskaper hos underliggande lösa jordlager måste undersökas.
- Överlastens storlek måste anpassas till effektivspänningsökningen. I praktiken högre överlast vid låg bank och lägre överlast vid hög bank.

## Innehåll

1.	Bakgrund .....	9
1.1	Inledning .....	9
1.2	Syfte .....	10
1.3	Genomförande .....	10
2.	Provområde för fältförsök .....	11
2.1	Lokal för fältförsök inom Rv 50 Mjölby - Motala .....	11
2.2	Grundförhållanden .....	12
2.2.1	Allmän beskrivning .....	12
2.3	Geotekniska undersökningar .....	12
2.3.1	Fältundersökningar .....	13
2.3.2	Laboratorieundersökningar .....	13
3.	Utförande av fältförsök .....	17
3.1	Beskrivning av uppbyggnad av vägbank med överlast .....	17
3.2	Instrumentering av undergrund och bank .....	18
3.2.1	Slagsättningsmätare .....	18
3.2.2	Peglar .....	18
3.2.3	Jordskruvar .....	18
3.2.4	Foderrör för geotekniska undersökningar .....	20
3.3	Tolkad jordlagerföljd i mätsektionerna .....	20
3.4	Mätprogram .....	21
3.4.1	Geotekniska undersökningar .....	21
3.4.2	Deformationer .....	21
3.4.3	Portryck .....	21
4.	Mätresultat .....	22
4.1	Deformationer .....	22
4.1.1	Sättning i jordprofil .....	22
4.1.2	Sättning i tvärled .....	23
	Kompression i .....	25
4.1.3	jordprofil .....	25
4.2	Portryck .....	26
4.3	CPT -sondering .....	28
	Odränerad skjuvh .....	28
4.4	ållfasthet .....	28
5.	Resultat bearbetning .....	30
5.1	Uppmätt deformation hos torv, kalkgyttja och bleke .....	30
5.2	Prognostisering av slutsättning .....	30
6.	Rekommendationer vid utförande av förbelastning av torv .....	33
6.1	Överslag för bedömning av kostnadseffektivitet .....	33
6.2	Inledande bedömning av teknisk lämplighet .....	33
6.3	Geoteknisk undersökning .....	34
6.4	Dimensionering .....	34
6.5	Beskrivning av utförande .....	35
6.6	Uppföljning .....	35
7.	Slutsatser .....	37
	Referenser .....	38



NCC Construction Sverige AB  
Region Infra Sverige

# Rapport



## 1. Bakgrund

### 1.1 Inledning

Vid väg- och järnvägsbyggnad utskiftas eller förstärks närmast rutinmässigt all organisk jord i undergrunden till stora kostnader. Ett flertal genomförda projekt har dock visat att en rätt utförd förbelastning av den organiska jorden ger en vägbank med framtida små och acceptabla krypdeformationer. En sådan förbelastning är i jämförelse med traditionell urgrävning kostnadseffektiv, eftersom det åtgår mindre fyllnadsmaterial och dessutom kan schakt under ofta besvärliga förhållanden under grundvattenytan undvikas. Den uppgrävda organiska jorden klassificeras dessutom ibland som avfall och det kan i dessa fall finnas restriktioner på hur och var materialet skall hanteras och deponeras.

Det finns således stora vinster, men varför används metoden inte i större omfattning?

Det beror sannolikt på en kombination av orsaker där de viktigaste sannolikt är:

- Mental spärr – är det verkligen rätt att bygga på nedbrytningsbart biologiskt material?
- Metoden kräver liggtid vid utförande som ibland inte finns tillgänglig och liggtiden kan vara svår att prediktera.
- Organiska jordars geotekniska egenskaper är svårare att bestämma än mineraljordars och resultaten upplevs som mer osäkra. Vingförsök kan t.ex. vara missvisande vid bestämning av hållfasthet.
- Ostörd provtagning och laborieförsök kräver speciell utrustning, vilket inte alla geotekniska konsulter har tillgång till.
- En rädsla för att framtida krypdeformationer ska utbildas i de organiska jordlagren.

Dessa faktorer gör sammantaget att grundförstärkning via förbelastning ofta på ett tidigt stadium väljs bort.

Metoden lämpar sig dock mycket väl för aktiv design/observationsmetoden. Provbanks eller stegvisa uppfyllningar kan utnyttjas för att bestämma hur underliggande jords hållfasthet och deformationsegenskaper förbättras av den successiva effektivspänningsökningen. Erhållna resultat bestämmer därefter den vidare uppbyggnaden av bank och eventuell överlast.

Idag finns en bristande erfarenhet om de geotekniska egenskaperna hos andra jordar som förekommer i torvmark, såsom, högförmultnad torv, gyttja, kalkgyttja och bleke, vilka ofta underlagrar den mer utforskade lågförmultnade torven.

## 1.2 Syfte

Projektet avser därför att:

- utöka tillgänglig empiri om jordar som förekommer i torvmark, framför allt geotekniska egenskaper hos högförmultnad torv, gyttja, kalkgyttja och bleke.
- undersöka hur dessa jordars geotekniska egenskaper förändras till följd av en stor effektivspänningsökning
- studera vilka undersökningsmetoder som är bäst lämpade för att bestämma hållfastheten i fält
- studera hur aktiv design/observationsmetoden kan tillämpas vid förbelastning av organisk jord, kalkgyttja och bleke

Målsättningen är att kunna presentera råd om hur observationsmetoden kan tillämpas, dvs. råd om vad som ska observeras och hur det ska observeras samt vilka åtgärder som ska vidtas vid eventuell avvikelse.

Den största nyttan med projektet är sannolikt metodiken som säkerställer att konstruktionen får önskad funktion, vilket förhoppningsvis leder till att den kostnadseffektiva förstärkningen av torv med förbelastning kommer att tillämpas mer frekvent.

## 1.3 Genomförande

Provtagning och laboratieförsök utfördes på jordar från ett torvområde som passeras på vägsträckan Rv 50 Mjölby - Motala. Laboratieförsöken omfattar bland annat kompressometerförsök med stegvisa på- och avlastningar samt skjuvförsök på torv, gyttja, kalkgyttja, bleke och lera.

Erhållna resultat utnyttjades för att prognostisera sättningar och hållfasthetstillväxt under uppförandet av bank och överlast samt efter avlastning för den färdiga vägen.

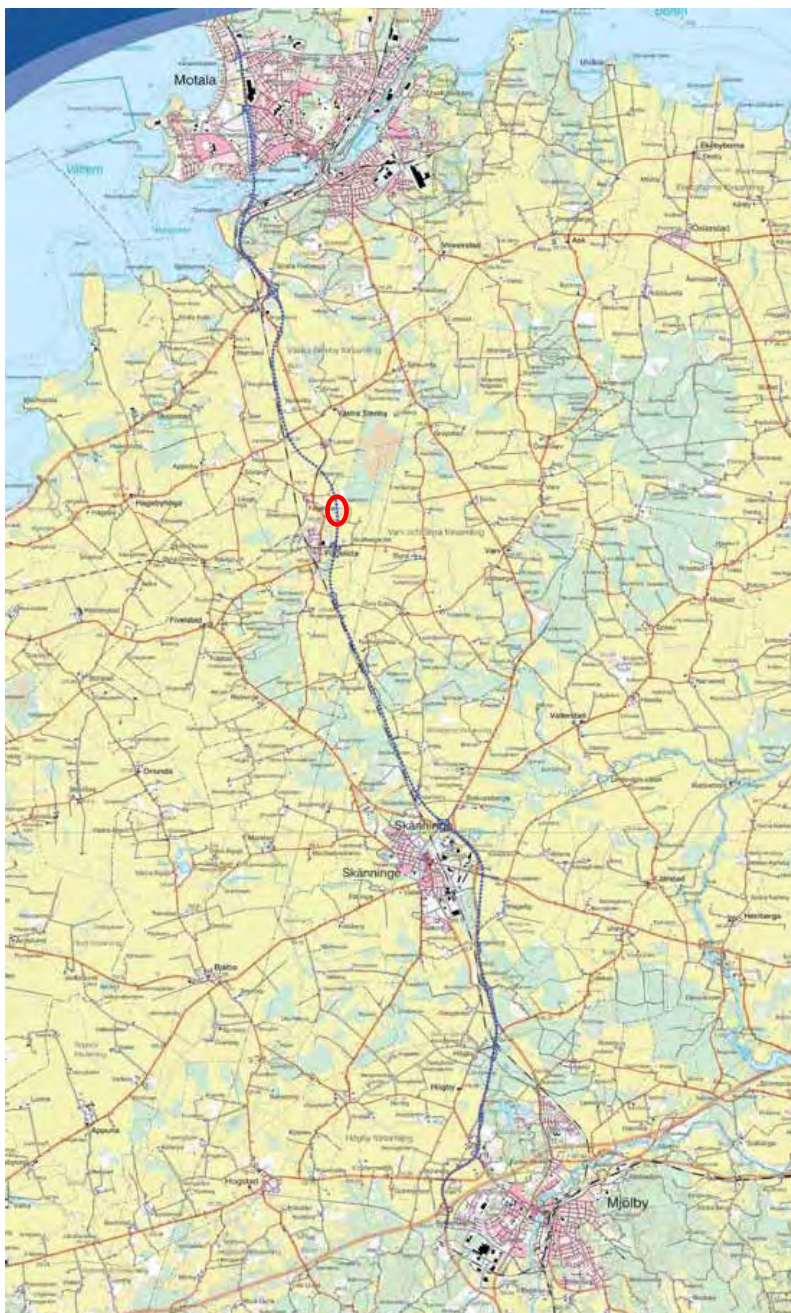
Under det stegvisa uppförandet av vägbanken mättes sättningar, portryck och hållfasthetstillväxt i de underliggande jordlagren.

Resultaten utnyttjades därefter för att jämföra och analysera bestämda geotekniska egenskaper i laboratorium och fält.

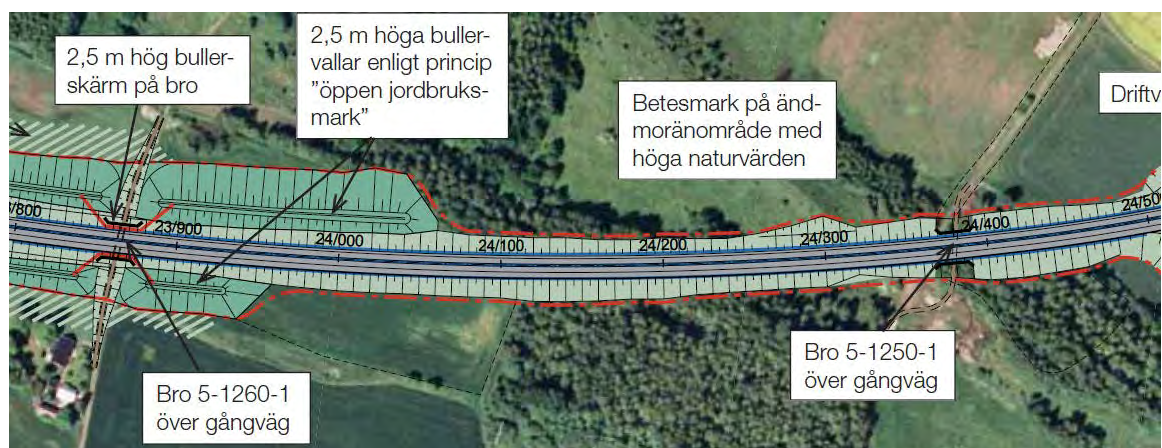
## 2. Provområde för fältförsök

### 2.1 Lokal för fältförsök inom Rv 50 Mjölby - Motala

Förbelastningen av organisk jord utfördes där ny Rv 50 Mjölby - Motala passerar två större torvområden strax norr om Fågelsta, se Figur 1. Utbredningen av dessa torvområden sträcker sig mellan ungefär km 23/900 och 24/200 respektive mellan ungefär km 24/380 och 24/440, se Figur 2. Ny Rv 50 har på sträckan 2+1 körfält och en 14,5 m bred belagd yta. Vid passagen av torvområdena ligger vägens profilplan 2-2,5 m över mossens tidigare yta.



Figur 1 Ny Rv 50 Mjölby - Motala



Figur 2 Ny Rv 50 Mjölby - Motala vid torvområden

## 2.2 Grundförhållanden

Den genomförda geotekniska undersökningen vid framtagandet av arbetsplanen utgjordes av i huvudsak stick- och trycksonderingar samt några skruvprovtagningar för att bestämma jordlagerföljden. Dessa undersökningar har kompletterats för att framförallt få en bättre uppfattning om den organiska jordens och den underlagande mineraljordens hållfasthets- och deformationsegenskaper.

### 2.2.1 Allmän beskrivning

Torvområdet utgörs oftast av ca 2-4 m mäktigt lager av torv. Under torven återfinns ett 0,5-2 m mäktigt lager bestående av kalkgyttja och/eller bleke som i sin tur vilar på en varvig siltig lera med varierande inslag av silt- och sandskikt.

Torven har en vattenkvot som minskar med förmultningsgrad från 1000% för den lågförmultnade ner till som lägst 200% för den högförmultnade och densiteten är omkring 1,0 t/m<sup>3</sup>. Den okorrigerade skjuvhållfastheten bestämd med vingförsök indikerar en hållfasthet på omkring 10 kPa.

Kalkgyttjan/bleken har en hög vattenkvot som minskar mot djupet från ca 500% till som lägst ca 150%. Dess densitet ökar mot djupet från drygt 1,0 t/m<sup>3</sup> till som högst uppmätt knappt 1,3 t/m<sup>3</sup>. Den okorrigerade hållfastheten bestämd med konförsök och vingförsök indikerar en hållfasthet på mellan 5-10 kPa.

Den underliggande varviga siltiga leran med varierande inslag av sand- och siltskikt är sannolikt svagt överkonsoliderad. Dess vattenkvot och konflytgräns varierar mellan 40 och 70% och densiteten ligger mellan 1,6 och 1,8 t/m<sup>3</sup>. Den korrigerade skjuvhållfastheten ligger med några få undantag mellan ca 20 och 30 kPa.

## 2.3 Geotekniska undersökningar

De geotekniska undersökningarna som utförts omfattar CPT-sonderingar och vingförsök genom hela jordprofilen, provtagning med skruv- och kolvprovtagare av den underlagande mineraljorden samt provtagning av organisk jord med den så kallade torvprovtagaren.

### 2.3.1 Fältundersökningar

CPT-sonderingar och vingförsök utfördes i provområdet innan uppbyggnaden av banken påbörjades, och resultaten från dessa sonderingar i sektion 23/980, 24/060 och 24/420 redovisas i bilaga 1.

### 2.3.2 Laboratorieundersökningar

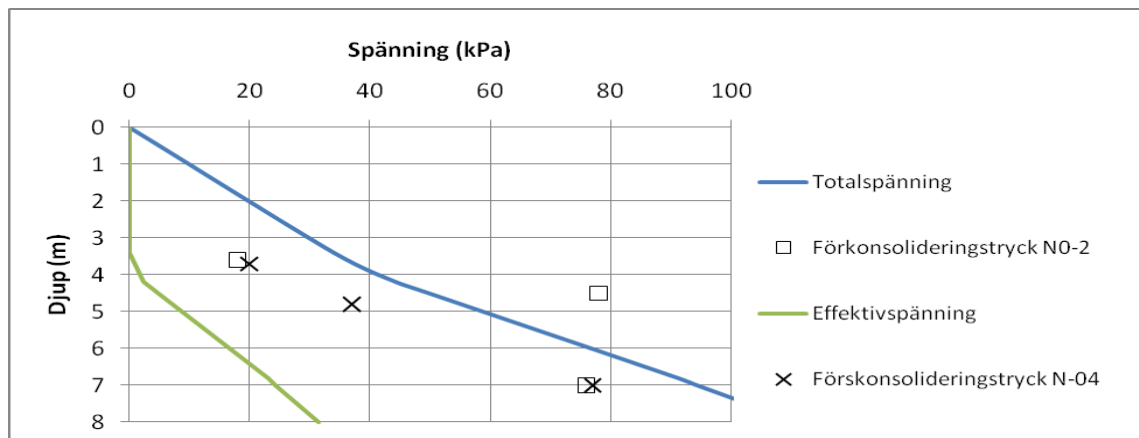
Laboratorieundersökningar har utförts på prover tagna med kolvprovtagare och torvprovtagare. Kompressometerförsök har utförts på den organiska jorden medan CRS-försök har utförts på kalkgyttja, bleke och underliggande lera.

#### Klassificering och rutinundersökning

De jordartsklassificeringar och rutinundersökningar som Sweco utfört på prover tagna med skruv- och kolvprovtagare, och de som SGI gjort på prover tagna med torvprovtagare redovisas i bilaga 2.

#### CRS-försök

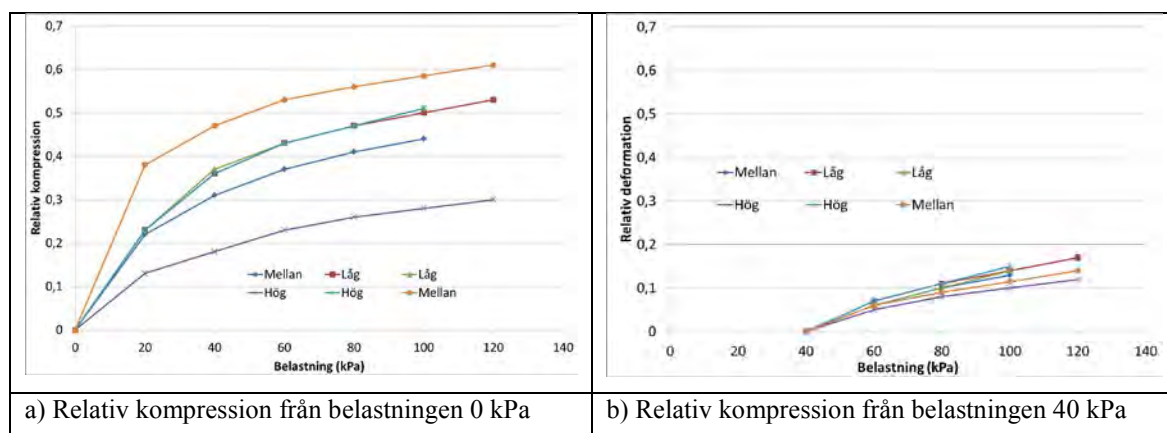
CRS-försöken utfördes av Sweco och samtliga försök finns redovisade i bilaga 3. I Figur 3 finns uppmätta förkonsolideringstryck från km 23/980 och km 24/060 redovisade. Något förkonsolideringstryck kunde inte bestämmas i bleken och kompressionen var vid dessa försök så stor att de inte kunde slutföras. Sammanställningen visar att kalkgyttjan och den underliggande leran sannolikt är något överkonsoliderad.



Figur 3 Uppmätta förkonsolideringstryck i km 23/980 och km 24/060  
(hydrostatiskt vattentryck från markytan antas råda)

#### Kompressionsförsök

Kompressionsförsök har utförts av SGI i kompressometer med diametern 100 mm och en provhöjd på ca 40 mm. Försöken har utförts och utvärderats i enlighet med SS 0271129 "Ödometerförsök med stegvis upplastning". Stegvis pålastning och avlastning samt avslutande pålastning användes vid kompressionsförsöken och anpassades till de laststeg som förväntades vid det faktiska utförandet, dvs. den last som förväntades efter etapp 3 och 5, se vidare avsnitt 4.1.

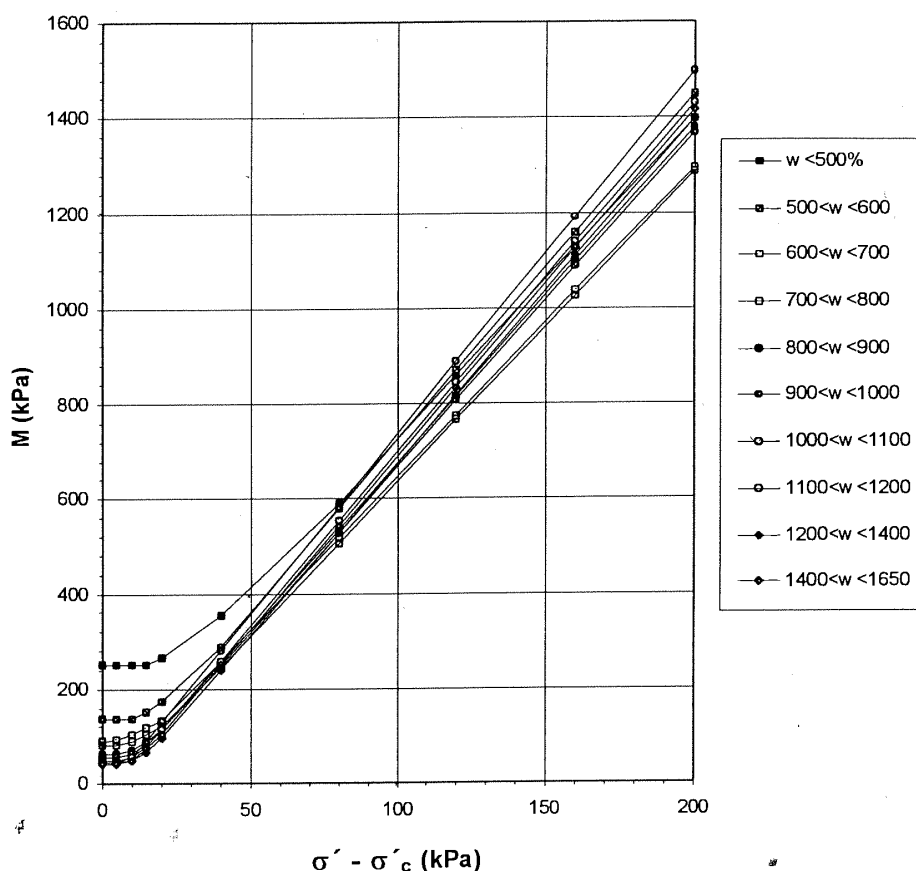


**Figur 4 Sammanställning av kompressometerförsök**

I Figur 4a återfinns en sammanställning av den kompression som erhöles vid kompressionsförsöken. Resultatet från samtliga utförda kompressionsförsök är redovisade i bilaga 4. Resultaten visar att 30-60% kompression sker vid belastning av vägbank och överlast, dvs. vid belastningen 100-120 kPa.

Störst skillnad i kompression uppkommer vid låga effektivspänningar, dvs. vid spänningar lägre än 40 kPa. Skillnaden i deformation är relativt liten när gränsspänningen ( $\sigma'_L$ ) passerats. Kompressionen över gränsspänningen beror av kompressionsmodulen,  $M_L$ , och modultalet,  $M'$ .  $M'$  ligger normalt i intervallet 5-10. I Figur 4b redovisas relativ kompression från spänningen 40 kPa. Eftersom modulen vid effektivspänningen 40 kPa och  $M'$  är i samma storleksordning för de olika försöken blir skillnaden i kompression liten vid en jämförelse.

SGI (1999) redovisar samband mellan tangentmodul och effektivspänning, se Figur 5. Sambandet bygger på erfarenhetsvärden från 115 kompressionsförsök. Figuren visar att tangentmodulen för spänningar över 40 kPa är relativt oberoende av torvens ursprungliga vattenkvot.



Figur 5 Samband: Tangentmodul (M) mot effektivtryck (SGI, 1999)

Avlastningsmodul och den modul som uppmättes vid andra pålastningen framgår av Tabell 1. Sammanställningen visar att en högförmultnad torv får högst modul och att den slutliga spänningsnivån för första pålastningen har stor betydelse för den andra pålastningsmodulen.

Tabell 1 Sammanställning av uppmätta avlastnings- och 2:a pålastningsmoduler

Förmultningsgrad	Låg	Låg	Mellan	Mellan	Hög	Hög
Maxlast (kPa)	120	100	120	100	120	100
Avlastningsmodul (kPa)	8000	3300	6000	4700	9100	5000
2:a pålastningsmodul (kPa)	3000	1700	4000	2100	7200	3700

### Skjuvförsök

Direkta odränerade skjuvförsök på organiskt material har utförts på SGI med prover tagna med torvprovtagaren. Övriga direkta odränerade skjuvförsök har utförts av Sweco på prover tagna med konventionell kolvprovtagare. En sammanställning av utförda direkta odränerade skjuvförsök återfinns i Tabell 2 nedan och redovisas i sin helhet i bilaga 5.

Med undantag för de försök som utfördes på lera inträffar inget distinkt tydligt brott, vilket gör att den odränerade skjuvhållfastheten utvärderad som skjuvpåkänning vid både 0,15 och 0,35 radianers skjuvning finns redovisad. I tabellen finns även en beräknad skjuvhållfasthet med hjälp av parametern  $a$  som är förhållandet mellan skjuvhållfasthet och förkonsolideringstryck.

Tabell 2. Direkta odränerade skjuvförsök

Jordmaterial	Effektivspänning (kPa)	Skjuvhållfasthet (kPa) vid olika vinkeländring (rad)		Skjuvhållfasthet (kPa) beräknad med olika värde på parametern a				
		0,15	0,35	0,15	0,22	0,25	0,35	0,45
Torv	100	37,0	48,0	15,0	22,0	25,0	35,0	45,0
	40	14,0	17,0	6,0	8,8	10,0	14,0	18,0
	40	15,5	18,0	6,0	8,8	10,0	14,0	18,0
	40	13,5	15,0	6,0	8,8	10,0	14,0	18,0
Kalkgyttja	100	23,0	28,0	15,0	22,0	25,0	35,0	45,0
	70	21,2	24,0	10,5	15,4	17,5	24,5	31,5
	40	7,0	9,0	6,0	8,8	10,0	14,0	18,0
Lera	65	16,0		9,8	14,3	16,3	22,8	29,3
	95	22,5		14,3	20,9	23,8	33,3	42,8
	125	26,0		18,8	27,5	31,3	43,8	56,3
Bleke	40	8,0	12,0	6,0	8,8	10,0	14,0	18,0
	70	10,2	17,0	10,5	15,4	17,5	24,5	31,5
	100	15,0	21,0	15,0	22,0	25,0	35,0	45,0

I tabellen är de a-värden som har bäst överensstämmelse vid 0,15 respektive 0,35 radianers vinkeländring markerade med blå fetstil (0,15 radianer) och röd fetstil (0,35 radianer).

Sammanställningen uppvisar ett tydligt samband mellan förkonsolideringstryck och skjuvhållfasthet som relativt väl överensstämmer med de rekommendationerna som återges i SGI Info 3. Överensstämmelsen är mycket god för kohesionsjord  $a = 0,22$  och för torv  $a = 0,4$ , (jord med >20% organisk halt). Bleken uppvisar vid en jämförelse med lera ett klart lägre a-värde vid samma vinkelförändring.



### 3. Utförande av fältförsök

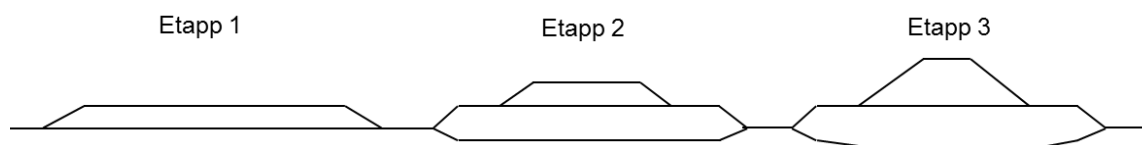
#### 3.1 Beskrivning av uppbyggnad av vägbank med överlast

Vägens profilplan ligger 2-2,5 m över mosseplanet och bankens schematiska uppbyggnad framgår av Figur 5.

För att kunna tillgodogöra sig hållfasthetstillväxten i undergrunden utfördes uppfyllanden kontinuerligt i lager och i tre etapper med längre mellanliggande ligg tid. När sättningarna utbildats och hållfastheten verifierats utfördes en avlastning ned till överbyggnadens terrassnivå, etapp 4, och överbyggnaden färdigställdes därefter, etapp 5.

En övergripande arbetsordning redovisas nedan.

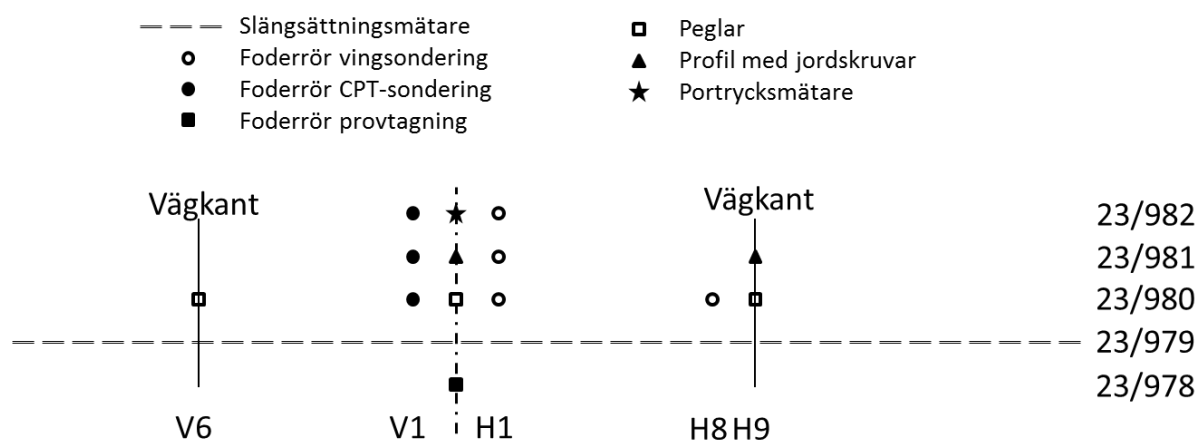
1. Instrumentering av undergrund och bank enligt avsnitt 4.2.
2. Etapp 1a: Utläggning av geonät, fyllning med 0,4 m krossmaterial 0-32 inom område med vertikaldräner och krossmaterial 0-150 utanför. Fyllningen utfördes även på hela tryckbankens bredd.
3. Installation av vertikaldräner. Förekomsten av lågpermeabla relativt mäktiga lager gjorde att vertikaldräner installerades för att säkerställa utförande under tillgänglig byggtid.
4. Utläggning av geotextil, klass N2
5. Etapp 1b: Fyllning med 0,8 m morän eller sand i 2 lager på hela vägbredden och även på hela tryckbankens bredd.
6. Uppföljning av sättningar och portryck. Hållfasthetstillväxten verifierades med hjälp av effektivspänningsökningen.
7. Etapp 2a: Fyllning med 0,5 m morän eller sand i 2 lager på hela vägbredden och även på hela tryckbankens bredd.
8. Etapp 2b: Fyllning med lermorän till nivån för färdig väg på vägbankens hela krönbredd.
9. Uppföljning av sättningar och portryck. Hållfasthetstillväxten verifierades med hjälp av effektivspänningsökningen.
10. Etapp 3: Fyllning till nivån 1,5 m över färdig väg på vägbankens hela krönbredd.
11. Uppföljning av sättningar och portryck. Hållfasthetstillväxten verifierades med hjälp av effektivspänningsökningen.
12. Etapp 4: Avlastning ned till överbyggnadens terrassnivå
13. Terrasstabilisering
14. Etapp 5: Överbyggnaden färdigställdes



Figur 5 Schematisk beskrivning av uppbyggnad av vägbank, etapp 1, etapp 2, och etapp 3 (överlast)

## 3.2 Instrumentering av undergrund och bank

Instrumenteringens läge har anpassats till vertikaldränernas verkliga placering, men angiven placering ligger inom en avvikelse på 0,5 m i längdled och sidled. Samtliga mätningar gjordes manuellt av arbetsplatsens personal. I Figur 6 redovisas en instrumenteringsplan för sektion 23/980. Övriga sektioner 24/060 och 24/420 har samma placering av instrumenteringen, men sektion 24/060 saknar porttrycksmätare.



Figur 6 Instrumenteringsplan sektion 23/980

### 3.2.1 Slängsättningsmätare

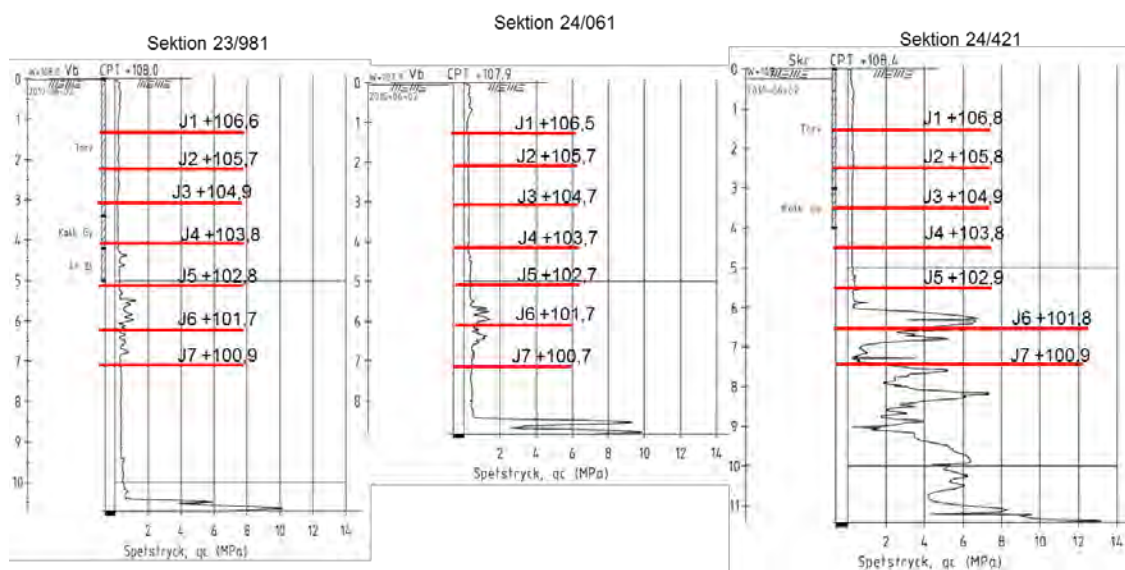
Slängsättningsmätare installerades tvärs banken i sektion 23/979, 24/059 och 24/419.

### 3.2.2 Peglar

Peglar installerades på torven (geonätet) i sektion 23/980, 24/060 och 24/420 i VM, H8 och V6. Peglarna hade en fotplåt på 0,5x0,5 m<sup>2</sup> och fungerade vid en fyllnadshöjd på upp till 6 m.

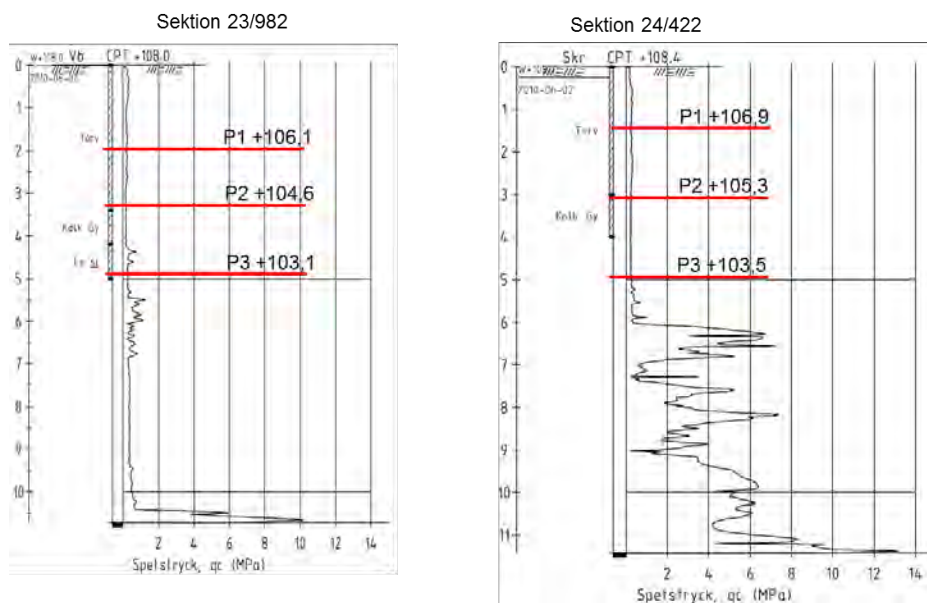
### 3.2.3 Jordskruvar

Jordskruvar installerades varje meter genom jordprofilen i sektion 23/981, 24/061 och 24/421 i VM ned till ca 8 m djup. Deras läge i plan har anpassats något till vertikaldränernas verkliga placering. I Figur 7 framgår nivån för installerade jordskruvar tillsammans med spetstrycket från CPT-sondering.



Figur 7 Nivåer för jordskruvar tillsammans med spetsstryck från CPT-sondering

Porttrycksmätare av typen BAT installerades på tre nivåer i sektion 23/982 och 24/422. I Figur 8 framgår installationsnivåerna tillsammans med spetsstrycken från intilliggande CPT-sondering.



Figur 8 Nivån för installerade porttrycksspetsar tillsammans med spetsstryck från CPT-sondering

### 3.2.4 Foderrör för geotekniska undersökningar

Foderrör installerades genom vägbanken med diametern 110 mm för sonderingar och med minst diametern 150 mm för provtagning.

#### Sektion 23/980

Foderrör för vingförsök installerades i sektion 23/980, 23/981 och 23/982 i H1.

Foderör för CPT-sonderingar installerades i sektion 23/980, 23/981 och 23/982 i V1.

Foderrör för provtagning med torv- och kolvprovtagare installerades i sektion 23/978 VM.

#### Sektion 24/060

Foderrör för vingförsök installerades i sektion 24/062, 24/063 och 24/064 i H2.

Foderör för CPT-sonderingar installerades i sektion 24/062, 24/063 och 24/064 i V2.

Foderrör för provtagning med torv- och kolvprovtagare installerades i sektion 24/058 i VM.

#### Sektion 24/420

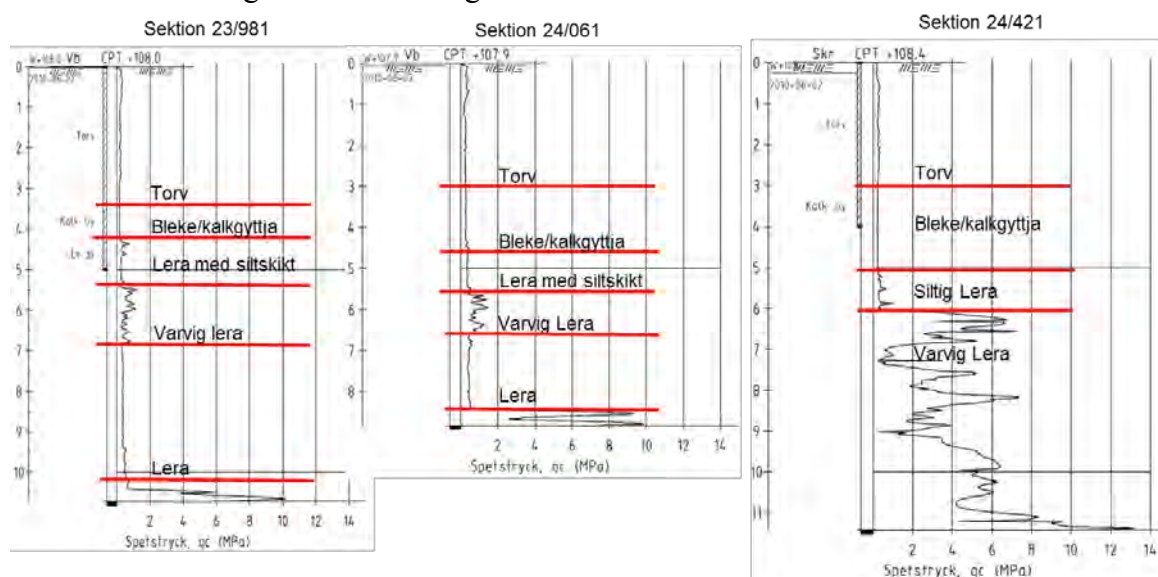
Foderrör för vingförsök installerades i sektion 24/422, 24/423 och 24/424 i H2.

Foderör för CPT-sonderingar installerades i sektion 24/422, 24/423 och 24/424 i V2.

Foderrör för provtagning med torv- och kolvprovtagare installerades i sektion 24/418 i VM.

### 3.3 Tolkad jordlagerföljd i mätsektionerna

En tolkad jordlagerföljd baserad på resultaten från provtagning med torv- och kolvprovtagare och CPT-sonderingar redovisas i Figur 9.



Figur 9 Tolkad jordlagerföljd i mätsektioner

### 3.4 Mätprogram

#### 3.4.1 Geotekniska undersökningar

Vägen byggdes i 5 etapper med mellanliggande längre liggstider. Geotekniska sonderingar och provtagningar utfördes strax innan arbetena för nästa etapp påbörjades enligt nedanstående tabell.

Metod	Etapp 1 Nivå* +1,2 m	Etapp 2 Nivå för färdig väg Nivå* +2-2,5 m	Etapp 3 Överlast 1,5 m Nivå* +3,5-4 m	Etapp 4 Avlastning till terrass ÖB Nivå* +1,5 -2 m	Etapp 5 Överbyggnad påförs Nivå* +2-2,5 m
Vingförsök	X	X	X		
CPT-sondering	X	X	X		

\* nivå avser avstånd från ursprunglig markyta till fyllnadens överyta

#### 3.4.2 Deformationer

Peglar, jordskruvar och slangställningsmätare mättes under uppbyggnaden av varje etapp ungefär en gång per vecka. Mätintervallerna anpassades dock till uppmätta rörelsernas storlek, vilket gjorde att de både utfördes tätare och glesare. Instrumentet för mätning av jordskruvarna gick sönder, vilket tyvärr gav ett längre uppehåll i juli och augusti.

Peglar och jordskruvar kunde av praktiska skäl inte mätas efter etapp 3.

#### 3.4.3 Portryck

Portrycket mättes ca en gång per vecka. Mätintervallen anpassades dock till uppmätta förändringar, vilket gjorde att de utfördes både tätare och glesare.

## 4. Mätresultat

### 4.1 Deformationer

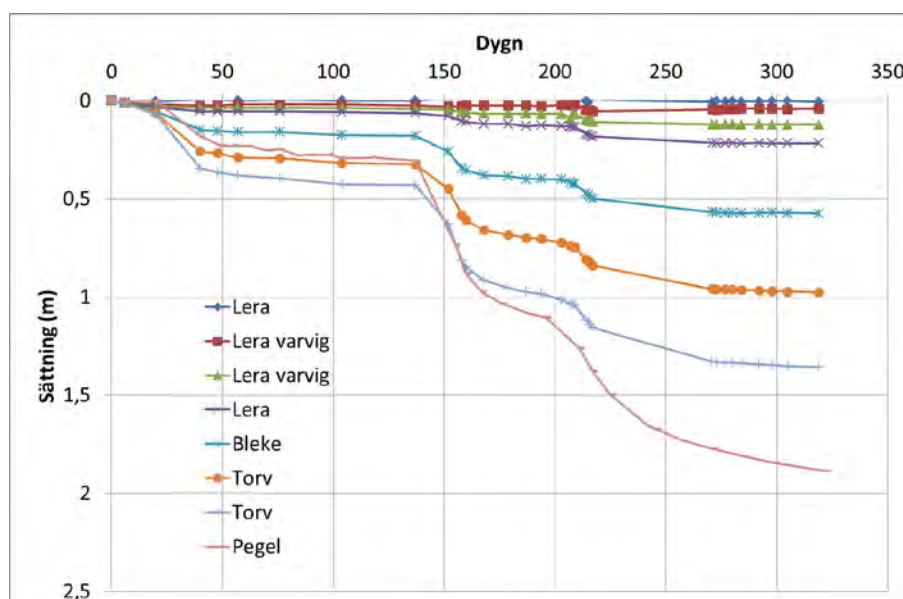
Sättningarna som uppstod i jordprofilen har uppmätts med hjälp av peglar på ursprunglig markyta och jordskruvar i underliggande jordlager. Sättningen i tvärled har även uppmätts med slangställningsmätare.

#### 4.1.1 Sättning i jordprofil

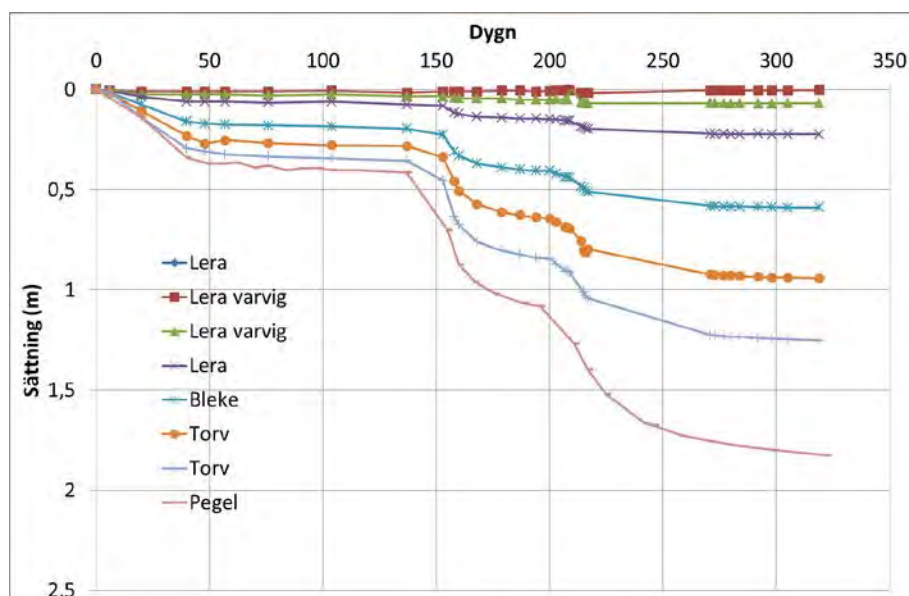
I Figur 10, Figur 11 och Figur 12 redovisas den sättning som uppstod i jordprofilen. Peglarna installerades i samband med utläggningen av det första fyllnadslagret. Det gör att delar av den inledande snabba sättningen som sker inte hann registreras, vilket tydligast framgår i Figur 10. Det längre uppehållet av mätningen av jordskruvarna beror på att mätinstrumentet olyckligtvis gick sönder under semestertider.

Sammanställningen i figurerna visar som väntat att den ackumulerade sättningen minskar mot djupet i jordprofilen och att bleke och torv är mycket kompressibla. Den etappvisa uppbyggnaden av bank och överlast i 3 etapper framgår tydligt i hur sättningarna utvecklas med tiden. Sättningshastigheten är inledningsvis vid varje etapp mycket hög och avtar markant efter ca 20-30 dagar. Det är värt att påminna att belastningen inte sker momentant då den lagervisa uppbyggnaden av banken tog ca 1 vecka vid etapp 1 och 2 och ungefär 2 veckor vid etapp 3.

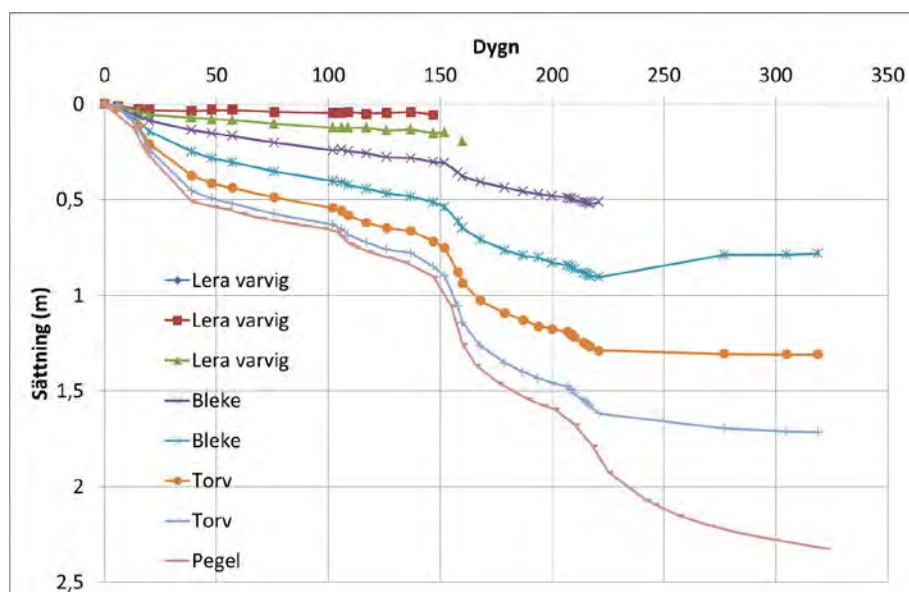
De stora deformationerna gjorde att ”mätörret” för jordskruvarna under uppbyggnaden av etapp 3 stukades i sektion 24/420 och ”mätörret” följde där till viss del med banken ned. Detta visar sig genom mindre sättning än förväntat. Sättningarna i övriga sektioner verkar rimliga, men det kan inte uteslutas att den uppmätta sättningen hos jordskruvarna eventuellt kan vara mindre.



Figur 10 Sättning hos peglar och jordskruvar i km 23/980, vägmitt



Figur 11 Sättning hos peglar och jordskruvar i km 24/060, vägmitt

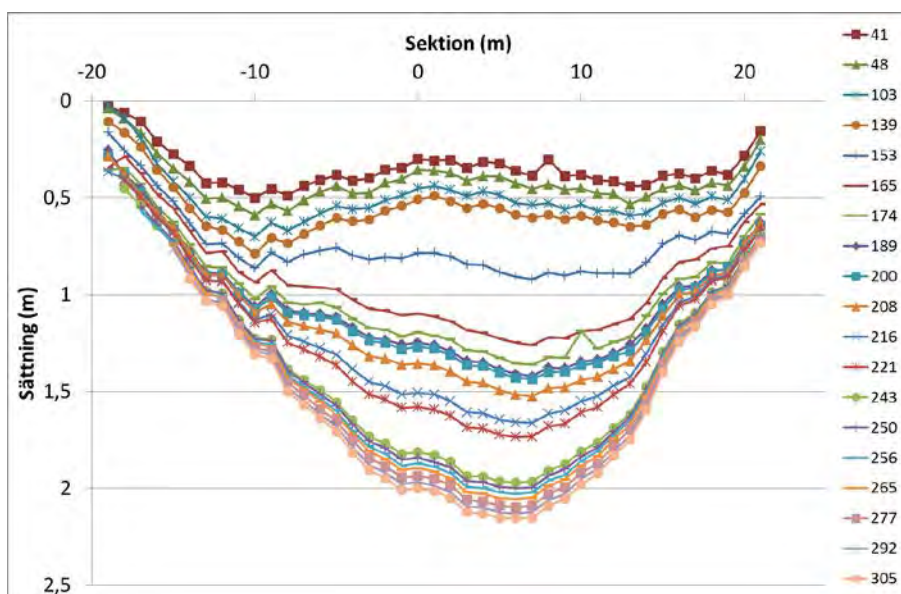


Figur 12 Sättning hos peglar och jordskruvar i km 24/420, vägmitt

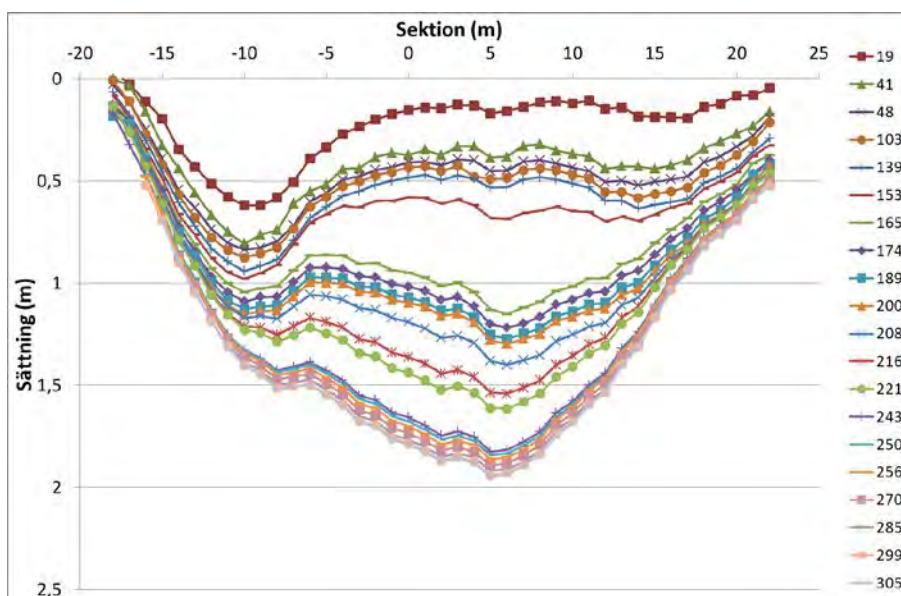
#### 4.1.2 Sättning i tvärlid

Sättningen i tvärlid uppmättes med hjälp av slangställningsmätning och resultatet redovisas i Figur 13, Figur 14 och Figur 15. Deformationerna är som störst i ungefär höger 5. Detta beror på att vägen är en så kallad 2+1 väg, vilket gör att vägbanekanten som även överensstämmer med överlastens utbredning ligger ungefär på vänster 6 respektive höger 9. Vidare så är torvmäktigheten något större på höger sida. Uppbyggnaden av banken i 3 etapper framgår även här relativt tydligt liksom vägbankens och överlastens släntfot.

Det som slangställningsmätningen framförallt tillför är att lokala avvikelser framgår tydligt. I Figur 14 framgår det att en mycket stor sättning sker i ungefär vänster 10 vid utläggningen av tryckbanken i etapp 1. Ett lokalt bärighetsbrott inträffade här i samband med utläggningen av tryckbanken. Något liknande inträffade i km 24/420 där ett bärighetsbrott inträffade i samband med att tryckbankens höjd kompletterades. Det underliggande lagret av bleke trycktes sannolikt ut, vilket resulterade i en ungefär lika stor hävning av torven utanför, se Figur 15. Vidare var deformationerna i km 24/420 så stora att slangen sannolikt gick av.

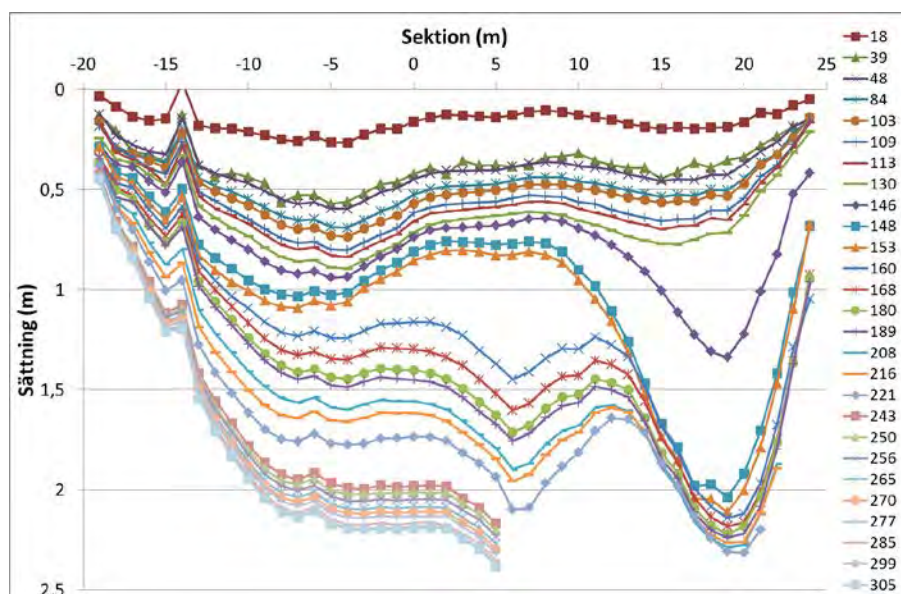


Figur 13 Slangställningsmätning i km 23/980



Figur 14 Slangställningsmätning i km 24/060

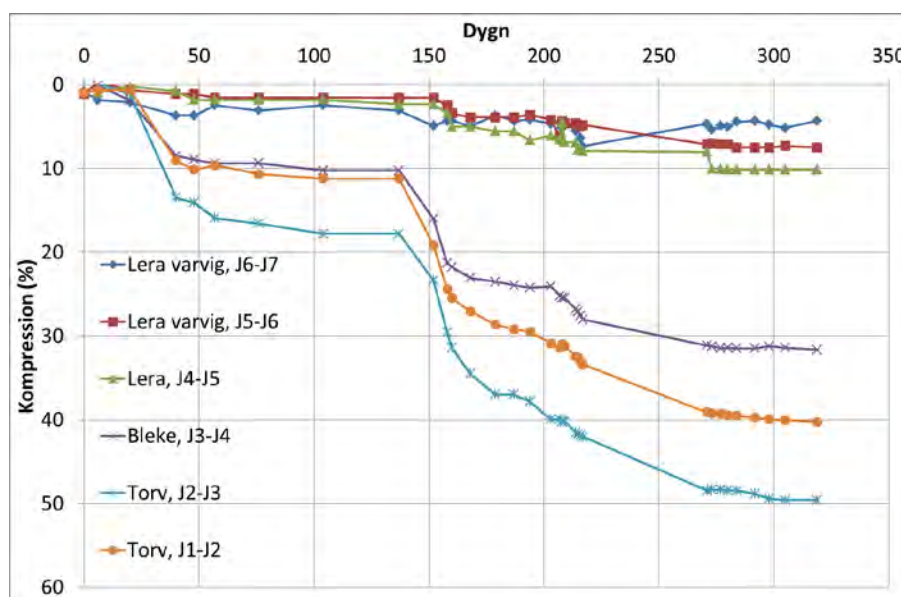




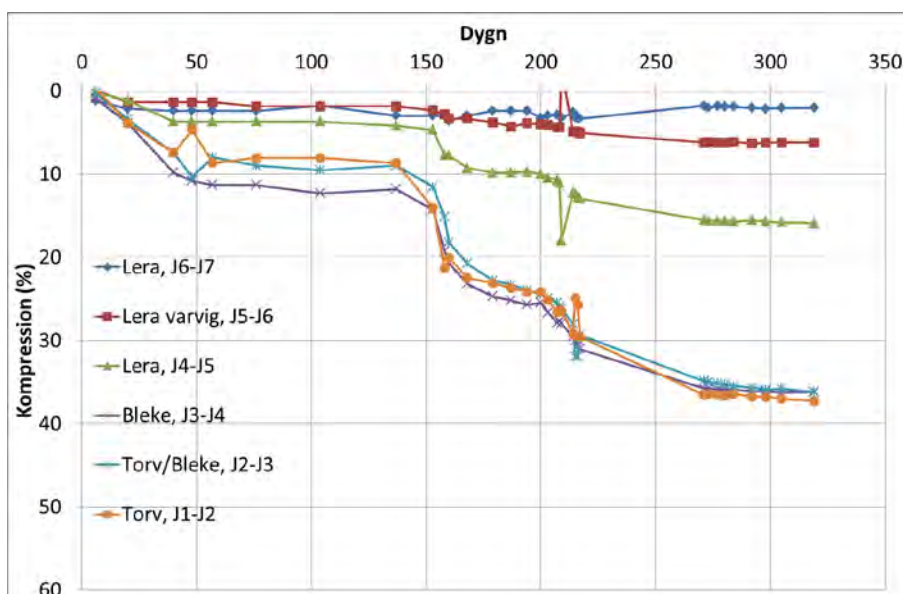
Figur 15 Slangsättningsmätning i km 24/420

#### 4.1.3 Kompression i jordprofil

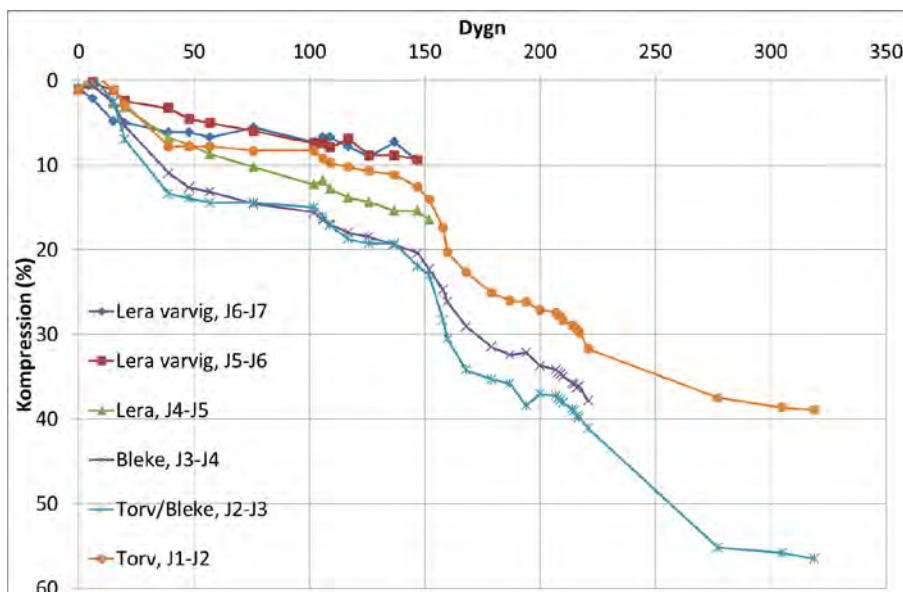
Jordskruvar installerades genom jordprofilen med ungefär 1 m vertikalt avstånd till ca 8 m djup. Den kompression som sker mellan jordskruvarna kan därigenom beräknas. I Figur 16, Figur 17 och Figur 18 redovisas den kompression som erhöles vid uppförandet av tryckbank, vägbank och överlast, (etapp 1 till etapp 3). Den uppmätta kompressionen minskar som väntat mot djupet i jordprofilen. 5-10% kompression erhålls i den underliggande lera medan kompressionen i torv och bleke uppgår till 35-55%. Den stora variationen i kompression i den övre kompressibla jordlagren kan förklaras av att jorden mellan jordskruvarna utgörs av torv med olika humifieringsgrad eller att olika jordarter t.ex bleke och lera återfinns mellan skruvarna.



Figur 16 Kompression i jordprofil km 23/980, vägmitt



Figur 17 Kompression i jordprofil km 24/060, vägmitt



Figur 18 Kompression i jordprofil km 24/420, vägmitt

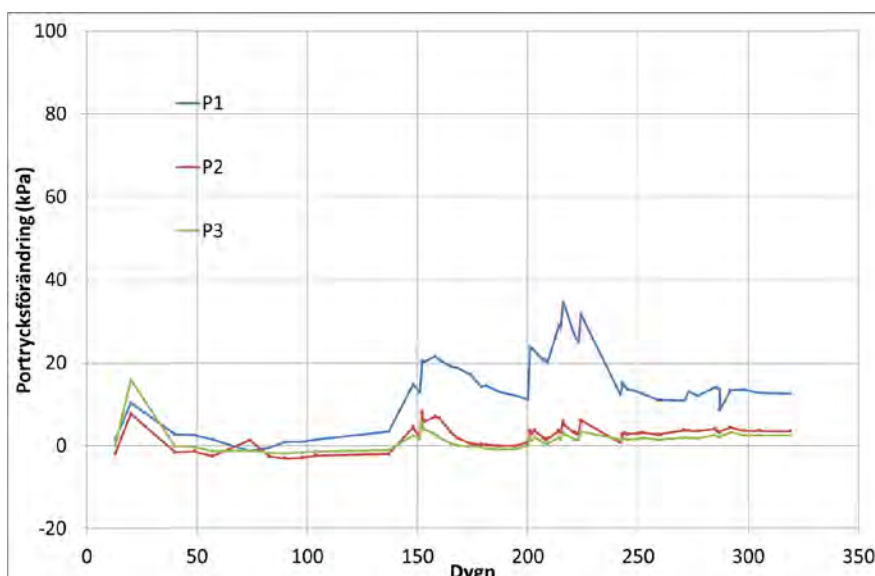
De närliggande mätningarna i km 23/980 och 24/060 visar att kompression i torven uppgår till omkring 40% och att kompressionen i bleken kanske är något lägre. Kompressionen är genomgående högre i km 24/420, men mätningarna är där på slutet osäkra eftersom ”mättröret” stukats.

## 4.2 Portryck

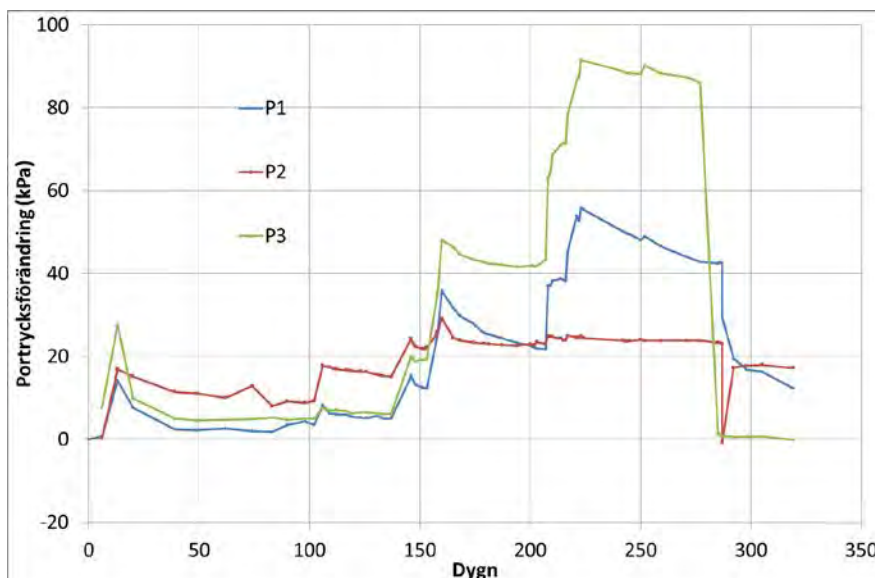
Portrycksmätningar utfördes i vägmitt på tre nivåer i km 23/980 och 24/420. Uppmätt portrycksförändring från första måttillfället redovisas i Figur 19 och Figur 20. Den etappvisa uppbygganden framgår tydligt med ett snabbt ökande portryck som följs av en portrycksutjämning. Att belastningen inte påförs momentant framgår genom en kortare portrycksminskning.

Bankens höjd är något lägre i km 23/980, men den något lägre belastningen förklarar inte den stora skillnaden i portrycksökning som mätningarna visar. Portrycksökningen kan betraktas som helt utjämnad efter 300 dygn i km 23/980 om man tar hänsyn till att portrycksspetsen P1 i torven erhållit en sättning på nästan 1 m.

Mätningarna i km 24/420 visar att portrycksökningen vid varje belastningssteg inte hinner utjämnas mellan belastningsstegen. Portrycksökningen i spetsen P3 motsvarar t.ex. nästan den effektivspänningsökning som förväntas efter det att last från bank och överlast är helt portrycksutjämnad. Den stora portrycksminskningen i km 24/420 efter drygt 280 dygn beror på att installerade kanyler i km 23/980 och 24/420 skiftade plats, vilket resulterade i avsevärt lägre portryck i km 24/420. En fullständig portrycksutjämnning har därför sannolikt skett i båda sektionerna. Relevansen av uppmätta portryck måste därför värderas då de inte kan tas för sanning bl.a. beroende på mätfel.



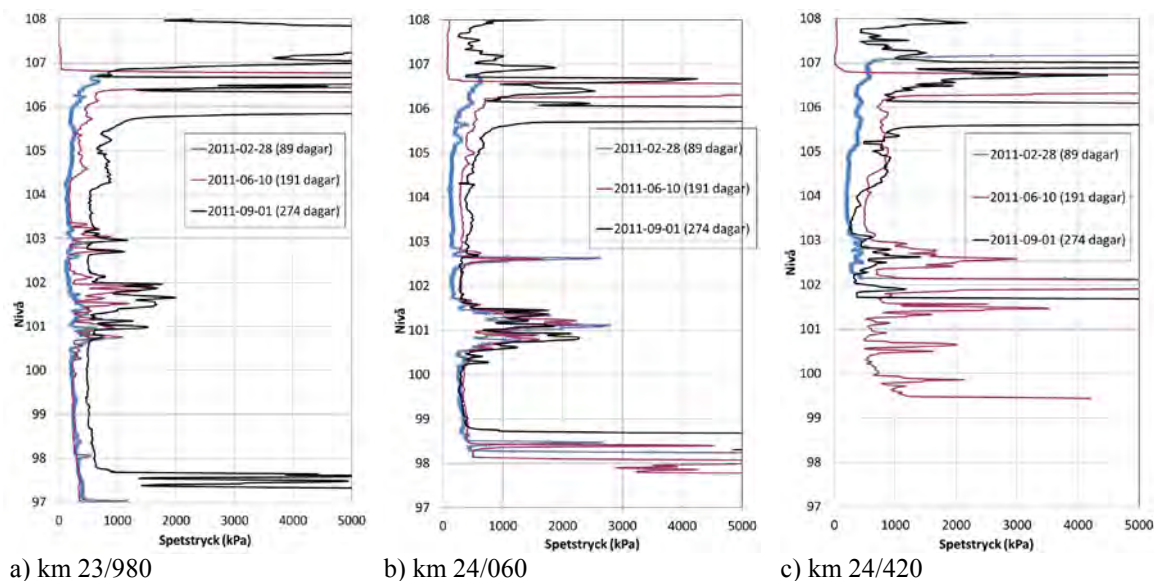
Figur 19 Uppmätt portrycksförändring i km 23/980



Figur 20 Uppmätt portrycksmätningar i km 24/420

### 4.3 CPT -sondering

En sammanställning av spetstrycket från utförda CPT-sonderingar efter etapp 1, 2 och 3 redovisas i Figur 21 och i sin helhet i bilaga 6. Figuren visar att spetstrycket i torven och bleken som förväntat har ökat och att underkanten av fyllningen sjunkit. Uppmätta spetstryck i km 23/980 i september förefaller vara fasförskjuten, då spetstrycket uppvisar en för stor förändring speciellt på stort djup.



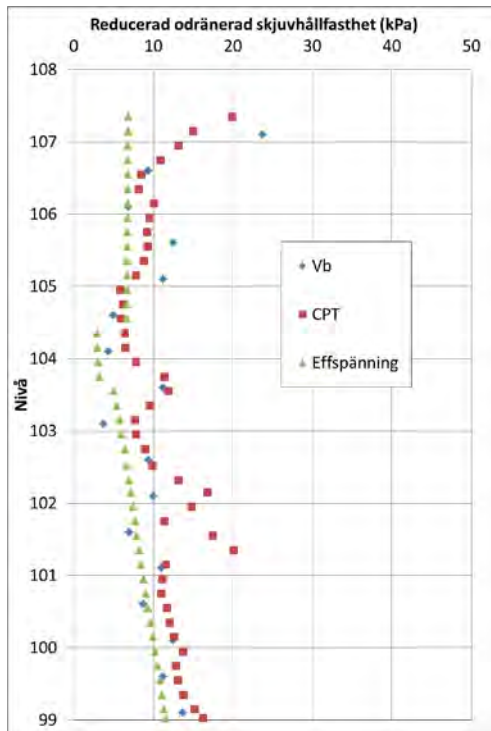
Figur 21 Spetstryck vid CPT-sondering efter etapp 1, 2 och 3

### 4.4 Odränerad skjuvhållfasthet

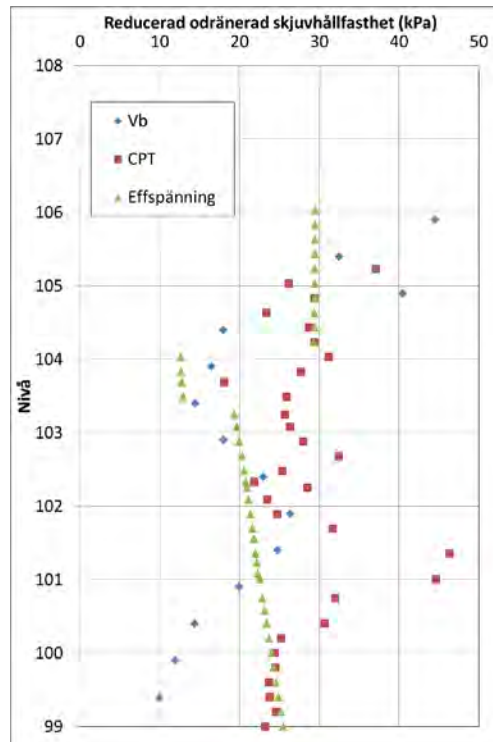
Den reducerade odränerade hållfastheten har bestämts med 1) vingförsök, 2) CPT-sonderingar utvärderade med Conrad och 3) med beräkning utifrån rådande effektivspänning. Skjuvhållfastheten uppmätt med vingförsök i torv och bleke har reducerats med 50%. Skjuvhållfasthet i torv och bleke har i Conrad utvärderats som för lera med en antagen konflytgräns på 200%. Vid beräkning av hållfastheten utifrån effektivspänning har följande a-värden antagits; torv  $a=0,35$ , bleke  $a=0,15$  och lera  $a=0,22$ . Resultatet av en sådan utvärdering efter etapp 1 och 3 för km 23/980 och km 24/420 redovisas i figur 22 och figur 23.

Hållfasthetsökningen mellan etapp 1 och 3 framgår tydligt oavsett om den är bestämd med vingförsök eller CPT-sondering. Hållfastheten är 2 till 3 gånger så hög efter etapp 3. Spridningen i uppmätt hållfasthet är dock stor, vilket gör att rimligheten i enskilda värden måste värderas. Den beräknade hållfastheten utifrån effektivspänning överensstämmer som helhet relativt väl, men är genomgående något lägre efter etapp 1. Detta kan eventuellt bero på en tidigare spänningshistorik då den underliggande leran t.ex. sannolikt är något överkonsoliderad.

En intressant iakttagelse är att utvärdering av skjuvhållfasthet från vingförsök och CPT-sondering visar en högre skjuvhållfasthetstillväxt i ytliga torvlager. Vid utvärdering utifrån rådande effektivtryck syns av naturliga skäl inte samma effekt. Liknande effekter på skjuvhållfasthetstillväxt i ytliga lager har rapporterats av Samson et al (1972) och Carlsten (1985). Den ytliga torven närmast under fyllningen komprimeras mest och får därmed störst hållfasthetstillväxt.

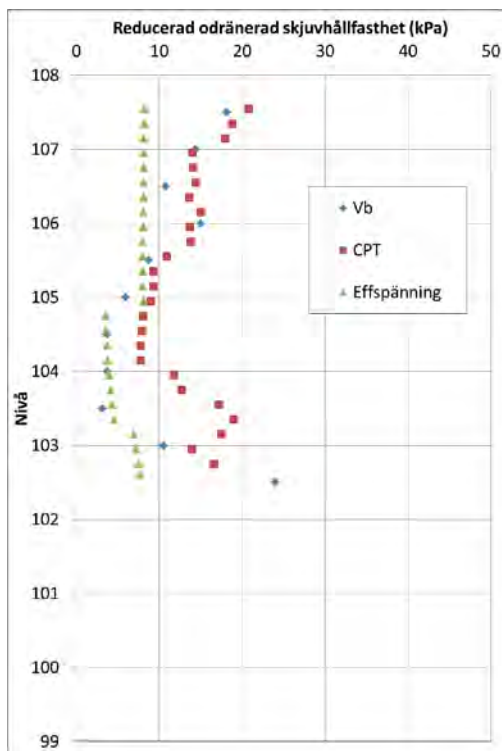


a) efter etapp 1

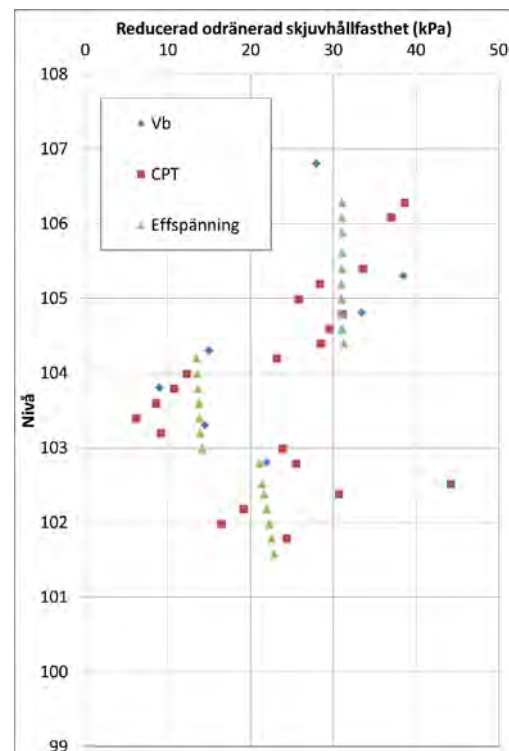


b) efter etapp 3

**Figur 22 Reducerad odränerad skjuvhållfasthet km 23/980**



a) efter etapp 1



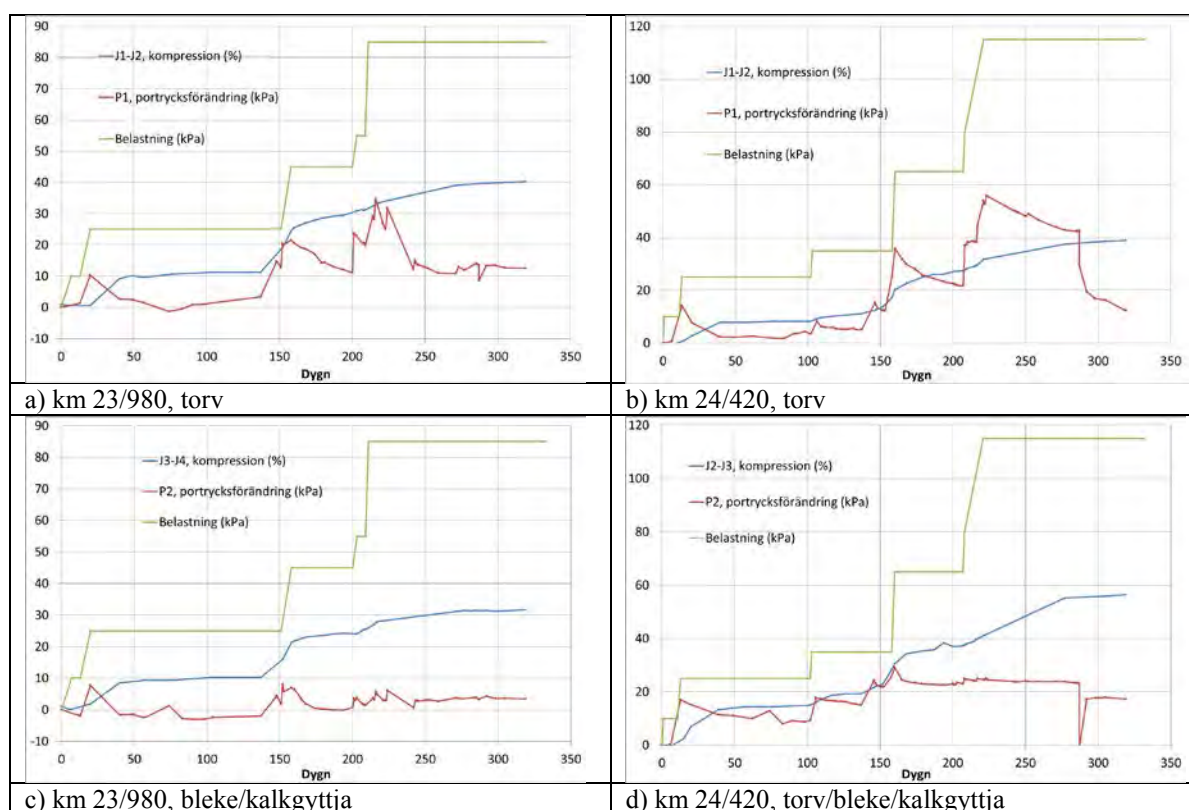
b) efter etapp 3

**Figur 23 Reducerad odränerad skjuvhållfasthet km 24/420**

## 5. Resultat bearbetning

### 5.1 Uppmätt deformation hos torv, kalkgyttja och bleke

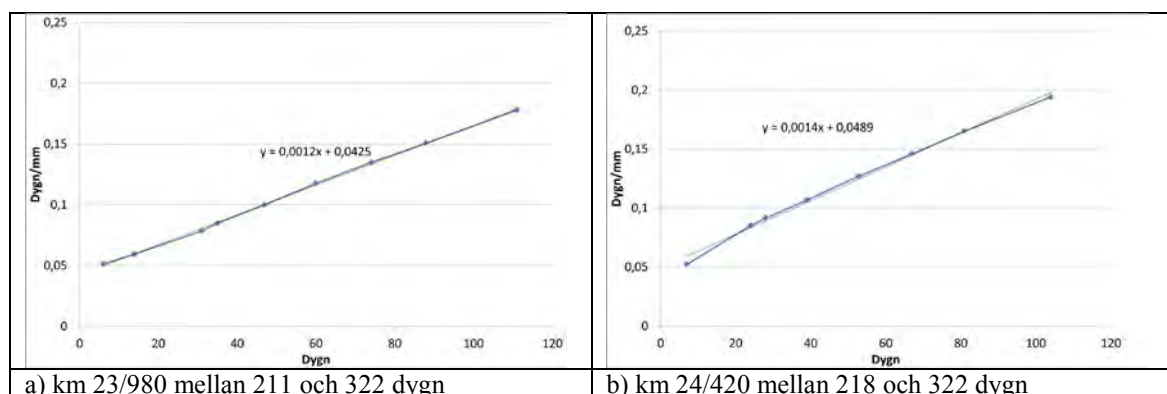
En sammanställning av i torv uppmätt kompression, påförd belastning och erhållen portrycksförändring redovisas i figuren nedan. Av figuren framgår att ca 10, 30 respektive 40% kompression erhöles efter etapp 1 till 3. Utförda kompressionsförsök uppvisade en stor spridning första laststegen upp till 20 kPa belastning. Samtliga försök erhöles dock därefter ungefär 20% kompression ytterligare upp till 100/120 kPa belastning, vilket ungefär motsvarar den belastningsökningen som var mellan etapp1 och 3 då ca 30% kompression uppmättes i fält.



Figur 24 Belastning, kompression och portryck på ungefär samma nivå i jordprofilen

### 5.2 Prognostisering av slutsättning

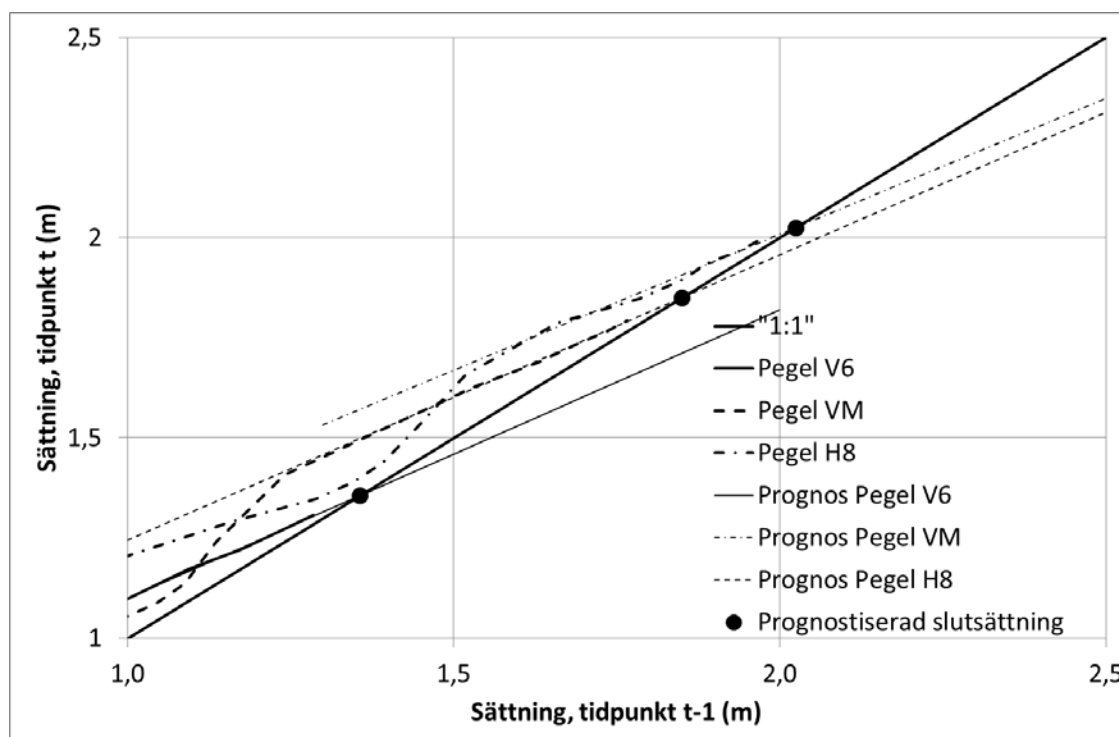
En slutsättning kan beräknas genom en hyperbel anpassning av sättningsförloppet. En sådan har gjorts för den sättning som uppmättes efter det att överlasten påförts, etapp 3. I Figur 25 redovisas dygn/mm som funktion av dygn, eftersom inversen av kurvans lutning motsvarar hyperbelns asymptotvärde. En slutsättning kan därigenom uppskattas genom att den tidigare sättningen adderas. Vid ideala förhållanden, när sättningsförhållandet helt överensstämmer med en hyperbel, ska kurvan skära igenom origo. Så är inte fallet men metoden ger ändå en god uppskattning av kvarvarande sättning. Av sammanställningen i tabellen nedan så kan man anta att omkring 0,2 m sättning kvarstår.



**Figur 25 Hyperbelanpassning av sättningsförloppet efter etapp 3**

	23/980	24/420
Uppmätt sättning efter 322 dagar	1,89 m	2,20 m
Beräknad slutsättning	2,09 m	2,38 m

Ett annat sätt att prognostisera slutsättningen har beskrivits av Asaoka (Eriksson et al, 1984). Asaokas metod innebär att man i ett diagram plottar sättningen vid tidpunkten t mot den sättning som uppmätts vid närmast föregående mätning (tidpunkten t-1). Ett villkor för att metoden ska fungera är att tidsavståndet mellan sättningsavläsningarna är konstant. Sambandet mellan uppmätt sättning vid tidpunkten t och den vid tidpunkten t-1 kommer alltmör att närma sig en linje i lutning 1:1, jfr Figur 26, och där prognosen skär denna lutning 1:1 kan den prognostiserade sättningen avläsas.

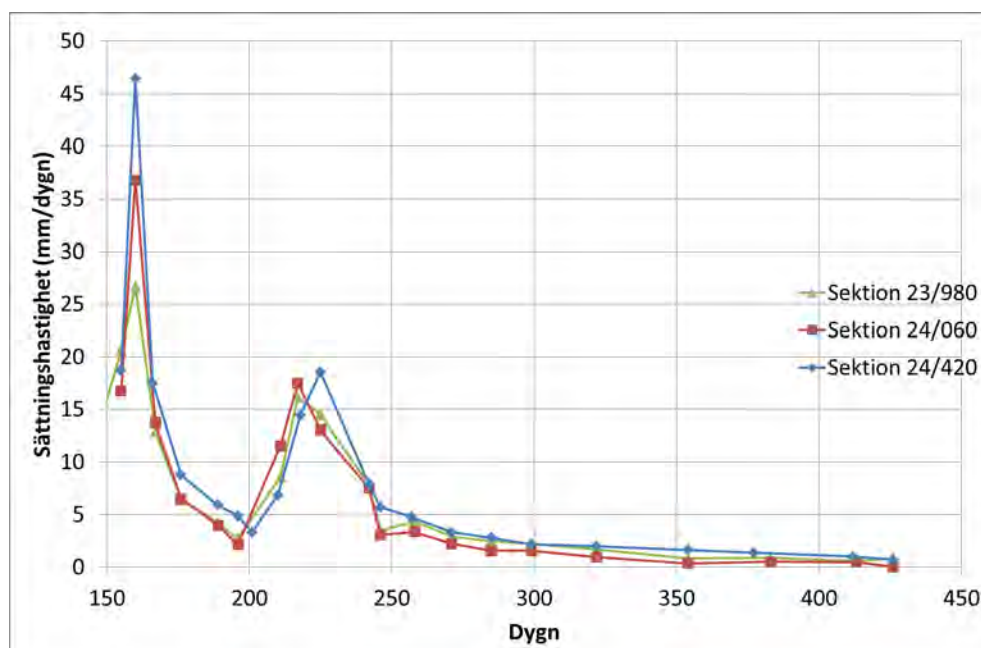


**Figur 26 Prognostisering av slutsättning i sektion 23/980 enligt Asaokas metod**

Liksom för metoden med ”hyperbelanpassning” finns problem även med Asaokas metod om sättningen mer övergår till krypning. Sambandet i plottningen av sättningar har då en tendens att bli nära parallellt med linjen 1:1 och kommer således aldrig att skära denna linje.

Ett mycket enkelt sätt att bedöma kvarstående sättningar är att studera hur sättningshastigheten sjunker, dvs den sättningshastighet som varit sedan det senaste mättillfället. I Figur 26 redovisas hur sättningshastigheten snabbt ökar när den lagervisa uppbyggnaden påbörjas och att den snabbt sjunker när etappen är färdigställd. Sättningshastigheten minskar mycket snabbt ned till omkring 5 mm och retardationen är därefter avsevärt långsammare.

Brytpunkten indikerar sannolikt när konsolideringssättningarna är mer eller mindre utbildade och att den sättning som därefter sker domineras av krypning. Detta styrks t.ex. av den portrycksförändring som registrerats i sektion 23/980 där mer portrycksförändringen är oförändrad efter 250 dagar, se Figur 19. Portrycksmätningarna har dock i vissa fall visat sig vara felaktiga och värdet kan naturligtvis ifrågasättas.



Figur 26 Uppmätt sättningshastighet (mm/dygn)



## 6. Rekommendationer vid utförande av förbelastning av torv

Vid utförande av en förbelastning av organisk jord är det lämpligt att följa nedanstående ungefärliga arbetsgång.

1. Överslag för bedömning av kostnadseffektivitet
2. Överslag för bedömning av teknisk lämplighet
3. Geoteknisk undersökning
4. Dimensionering
5. Beskrivning av utförande
6. Uppföljning

### 6.1 Överslag för bedömning av kostnadseffektivitet

Metoden är oftast ett alternativ till en konventionell massutskiftning. Förbelastningens konkurrenskraft påverkas kraftigt av om det finns ett överskott eller underskott av massor inom objektet, eftersom en stor fördel med metoden är att den minskar behovet av fyllnadsmassor. Metoden är särskilt kostnadseffektiv om det råder ett underskott av berg då massutskiftning oftast måste göras med bergkross som återfyllnadsmaterial. Likaså spelar vägens profilplan in vid bedömning av möjligheterna att kostnadseffektivt kunna utnyttja förbelastningsmetoden.

Miljökrav kan i vissa fall ställas på hur den organiska jorden får hanteras och deponeras, vilket kan öka kostnaden för en konventionell massutskiftning. En kostnadsjämförelse görs annars med hänsyn till skillnaden i jordschakt och fyllnadsmaterial. Den organiska jorden kan vid en sådan beräkning antas erhålla 50% kompression. Det är även viktigt att beakta att projekteringen med dimensionering och redovisning är mer tidskrävande. Det krävs även ett mer omfattande kontrollprogram med t.ex. sättningsuppföljning och porttrycksmätning.

Där metoden är möjlig att använda kan den antas vara kostnadseffektiv i jämförelse med andra grundförstärkningsmetoder som masstabilisering, kc-pelare och bankpålning.

### 6.2 Inledande bedömning av teknisk lämplighet

För att kunna avgöra om förbelastning är ett tekniskt möjligt alternativ så måste sättningarnas tidsförlopp uppskattas, eftersom den tillgängliga liggtiden oftast är begränsad. Bankens stabilitet under uppförandet och den färdiga vägbankens stabilitet måste även kunna förväntas vara tillfredställande.

Sättningarnas tidsförlopp påverkas av ingående jordlagers permeabilitet, men lika viktigt är deras olika mäktighet. Permeabiliteten hos ingående jordlager får oftast väljas utifrån empiri då kompressionsegenskaperna hos den organiska jorden och underlagrande finjord mycket sällan är undersökt i detta skede. Ingående sättningsbenägna jordars mäktighet bör däremot vara undersökt med provtagning och/eller sondering. Det råder ofta i detta skede en viss osäkerhet om jordlagrens permeabilitet och mäktighet, och den osäkerheten kan i detta skede hanteras genom att installation av vertikaldräner förutsätts.

Vid kontroll av stabiliteten hos banken under uppförandet kan den utföras genom att den odränerade skjuvhållfastheten beräknas utifrån den effektivspänning som förväntas efter närmast föregående laststeg. Detta innebär att uppbygganden av banken med överlast kan behöva göras i flera än ett laststeg, men det är fördelaktigt att göra så stor pålastning som

möjligt vid varje laststeg. Användandet av tryckbank kan vara nödvändigt. Det är viktigt att säkerställa att en eventuell tryckbank ryms inom det tänkta eller fastställda vägområdet. Om uppförandet av banken med hänsyn till stabilitet måste göras i etapper så innebär det att den totala liggtiden ökar markant då liggtiden för nästkommande laststeg är minst lika lång som för föregående.

Parametern  $a$  beskriver förhållandet mellan skjuvhållfasthet och förkonsolideringstryck. Erfarenhetsmässigt är  $a \approx 0,4$  för torv,  $a \approx 0,22$  för kohesionsjord, medan erfarenhet från denna uppföljning visar att  $a \approx 0,15$  för bleke. När portrycksökningen utjämnats är hållfasthetstillväxten hos torv så hög att säkerheten mot stabilitetsbrott ökar med högre bankhöjd. Där lera förekommer under torven kommer säkerheten mot stabilitetsbrott att sjunka med ökande bankhöjd, men efter fullständig portrycksutjämning kan den teoretiskt inte bli lägre än 1,2-faldig. I bleke är hållfasthetstillväxten lägre och då kan säkerheten mot stabilitetsbrott efter fullständig portrycksutjämning teoretiskt vara lägre än 1,0. Resonemanget bygger givetvis på att sambandet mellan effektivspänning och odränerad skjuvhållfasthet enligt ovan är giltigt.

### 6.3 Geoteknisk undersökning

Om förbelastningsmetoden befunnits vara kostnadseffektiv och tekniskt möjlig med hänsyn till tillgänglig liggtid och stabilitetsförhållanden så behöver den geotekniska undersökningen vanligen kompletteras.

Det är vid den geotekniska undersökning viktigt att bestämma:

- Jordlagerföljden; provtagning med skruv- och kolvprovtagare i organisk jord och underliggande finkornig jord, CPT- sondering, trycksondering
- deformationsegenskaperna, permeabilitet och kompressionsmodul hos underliggande finkorniga jordar; provtagning med kolvprovtagare och CRS-försök.
- hållfasthetsegenskaperna genom jordprofilen; CPT-sondering, vingförsök, skjuvförsök och konförsök på ostörda prover.
- den organiska jordens humifieringsgrad och vattenkvot; provtagning med skruvprovtagare.

Det kan även i vissa fall vara motiverat att använda torvprovtagaren för att erhålla en säkrare klassificering av den organiska jorden och sådana prover gör det även möjligt att utföra skjuv- och kompressionsförsök på upptagna prover.

### 6.4 Dimensionering

Utifrån den geotekniska undersökningen skapas en jordmodell. När de ingående jordlagrens egenskaper skall bestämmas är det viktigt att värdera resultatet från den utförda geotekniska undersökningen med känd empiri. När det gäller organisk jord så kan det vara nödvändigt att enbart förlita sig till empiri.

Det kan inledningsvis vara lämpligt att utföra sättningsberäkningar och stabilitetsberäkningar för permanentskedet. Sättningsberäkningarna görs för att bestämma jordmodellens slutliga geometri och stabilitetsberäkningar kan därefter utföras med den hållfasthet som kan

förväntas med hänsyn till den effektivspänning som uppkommer efter belastning med bank och överlast. Stabilitetsberäkningarna kan här visa att tryckbankar krävs och om så är fallet görs nya sättnings- och stabilitetsberäkningar för den nya geometrin.

Nästa steg är att bestämma hur hög bank som kan påföras i ett första laststeg med hänsyn till den hållfasthet som råder innan belastning. Säkerheten mot stabilitetsbrott ska i utförandeskedet vara minst 1,3-faldig. För att sprida ut lasten från arbetsfordon kan det med hänsyn till den låga hållfastheten i torven vara nödvändigt att använda ett geonät. Sättningsberäkningar utförs därefter för att bestämma sättningsarnas tidsförlopp och storlek.

I de flesta fall måste fler än ett laststeg utföras. För varje sådant laststeg bestäms hur hög bank som kan påföras med hänsyn till den hållfasthet som kan förväntas med de effektivspänningar som antas råda efter föregående laststeg. Sättningsberäkningar utförs för varje laststeg för att bestämma sättningsarnas tidsförlopp och storlek. Förfarandet upprepas tills hela vägbanken och överlast är uppförd.

Den krypsättning som en organisk jord får efter belastning är betydande, vilket gör att en överlast vanligen måste påföras. Överlastens storlek bör vara så stor att minst 20% minskning av effektivspänningen erhålls i samband med avlastningen. Framtida krypdeformationer minskar ju större last som påförs. Förbelastningen, beroende på torvens humifieringsgrad, resulterar normalt i 30 - 50% kompression av den organiska jorden.

## 6.5 Beskrivning av utförande

Utöver att den önskade geometrin hos banken redovisas tydligt inför varje laststeg så är det viktigt att redovisningen beskriver arbetet på ett sådant sätt att säkerheten mot stabilitetsbrott inte äventyras under uppförandet. Det är därför viktigt att arbetsgången beskrivs noggrant och att det finns villkor för kritiska arbetsskedena t.ex. när nästa laststeg får påbörjas eller när överlasten får tas bort. Det kan även behövas restriktioner med hänsyn till byggtrafik.

Stora sättningar uppkommer och de har inledningsvis ett mycket snabbt tidsförlopp och sättningen kan redan efter någon dag uppgå till flera decimeter. Detta gör att det kan vara olämpligt att ange en nivå för fyllnadshöjden, eftersom det då finns en risk att för stor last påförs. Det är säkrare att åtminstone inledningsvis ange det aktuella fyllnadslagrets maximala tjocklek. Detta kan uttryckligen behöva påpekas då maskinstyrning idag oftast utnyttjas och då med fyllning till en angiven nivå. Fyllningslagrets tjocklek kan med fördel märkas av på de markpeglar som används för uppföljning av sättningar.

Inför varje laststeg bör stabilitetsberäkningar utföras om utfallet i föregående laststeg inte överensstämmer med tidigare antaganden.

## 6.6 Uppföljning

Den uppföljning som krävs är framförallt sättnings- och portrycksmätningar för att kunna bestämma effektivspänningsökningen, dvs. bestämma pålagd last och portrycksförändring.

Sättningsarna kan bestämmas med t.ex. slangsätningsmätning, peglar och eventuellt med jordskruvar. Slangsätningsmätningen har den fördelen att den ger en fullständig tvärsektion och den är heller inte i vägen för eller riskerar att förstöras av byggtrafik.

Jordskruvarna visar hur deformationerna är fördelade i undergrunden, men den informationen är inte nödvändig för att kunna avgöra om t.ex. överlasten kan tas bort. Detta projekt visar också att man inte kan vara säker på att utrustningen fungerar när deformationerna blir stora.

Portrycksmätningar under lång tid är inte alltid att lita på då filtren sätts igen eller skadas av gasbildning, galvaniska strömmar, etc. Detta gör att det vid långa liggtider kan vara nödvändigt att sätta nya portryckspetsar för att kontrollera eller erhålla korrekta värden.

Att verifiera hållfasthetstillväxten med hjälp av sonderingar har visat sig vara vanskligt i detta projekt, speciellt i underliggande finjord som har en lägre hållfasthetstillväxt och därmed är svårare att verifiera. Det kan vara ett komplement och då framförallt i senare skeden när effektivspänningsökningen är som störst och hållfasthetstillväxten är enklare att verifiera med hänsyn till osäkerheter.

## 7. Slutsatser

Med utgångspunkt från erfarenheter vid förbelastning på organisk jord i samband med byggnation av väg 50 kan följande slutsatser dras:

- När jordlagerföljden bestämts och förekommande jordars deformationsegenskaper bestämts kan slutsättnings storlek och sättningarnas tidsförlopp bedömas med relativt god noggrannhet,
- Förbelastningen skall normal kombineras med en överlast. Överlastens storlek bör vara så stor att minst 20% minskning av effektivspänningen erhålls i samband med avlastningen,
- En noggrann uppföljning av sättningarnas storlek och tidsförlopp är nödvändig. Uppföljningen ger svar på om liggtiden kan förkortas, alternativt behöver förlängas, eller om överlasten behöver kompletteras under förbelastningstiden,
- Med hänsyn till jordarnas relativt låga skjuvhållfasthet ska lasten påföras etappvis. Jordarna tillåts konsolidera och hållfasthetstillväxten kan därmed utnyttjas i de kommande laststegen,
- Geometrin hos banken ska redovisas tydligt inför varje laststeg. Arbetsgången ska beskrivas noggrant och villkor ska finnas för kritiska arbetsskeden t.ex. när nästa laststeg får påbörjas eller när överlasten får tas bort. Det kan även behövas restriktioner med hänsyn till byggtrafik.

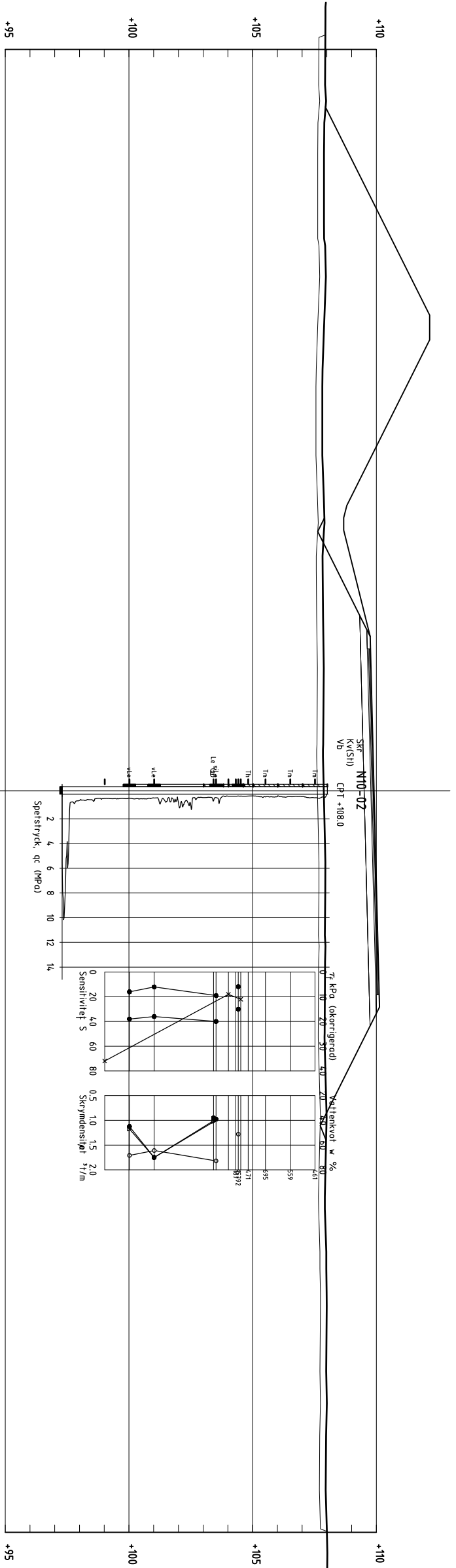
## Referenser

- Carlsten, P. & Lindahl, A., (1999) Torvs geotekniska egenskaper, Sammanställning av erfarenheter från laboratorieförsök på torv, Statens geotekniska institut
- Carlsten, P. (1985), Förbelastning av torvmosse i samband med byggnation av Dalarövägen, Stockholm. Statens geotekniska institut, Linköping, Varia 151
- Eriksson, L. & Fallsvik, J., (1984), Metoder för kontroll av sättningsförlopp, NGM-84, Nordiska geoteknikermötet, Linköping, juni 1984, Vol. 1, pp 461-469
- Landva, A.O., (1980), Vane testing in peat, Canadian geotechnical Journal, Vol. 17, No. 1, pp. 1-19.
- Samson, L., (1985), Postconstruction settlements of an expressway built on peat by precompression, Canadian Geotechnical Journal, Vol. 22, No 3, pp. 308-312
- SIG Information 3, (2007), ”Skjuvhållfasthet – utvärdering i kohesionsjord”, Statens geotekniska institut

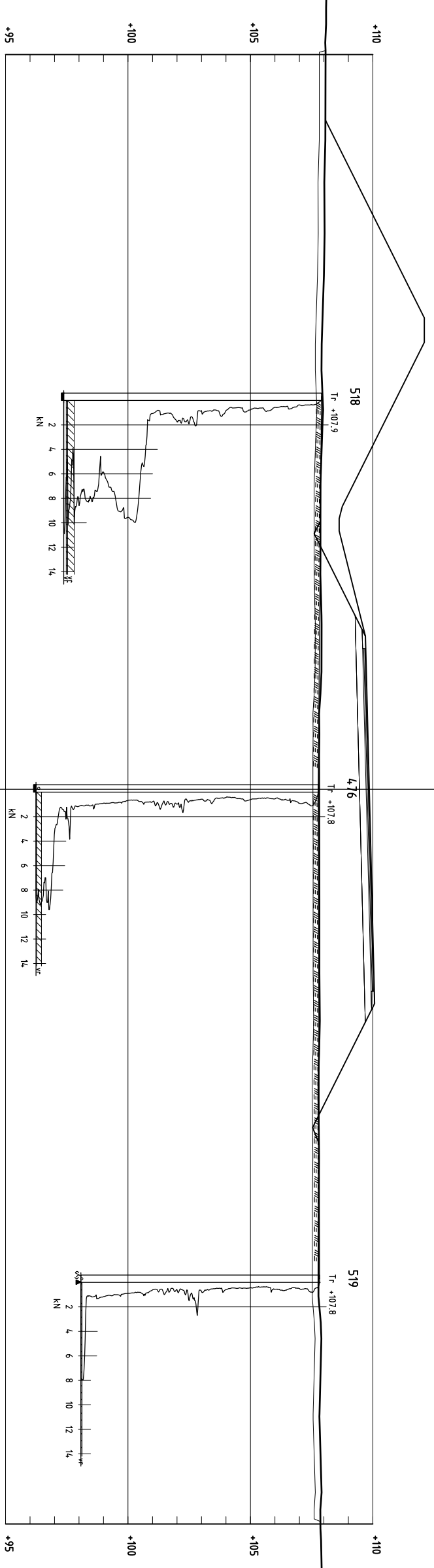


NCC Construction Sverige AB  
Region Infra Sverige

## **Bilaga 1 Geotekniska tvärsektioner**



TV2RSEKTION 23/980  
1:100



TV2RSEKTION 24/000  
1:100

A	Uppdatering N10-02	100906	GN
BET	ARBETSAVÄRDE	DATUM	SKALA
Bygghandling			

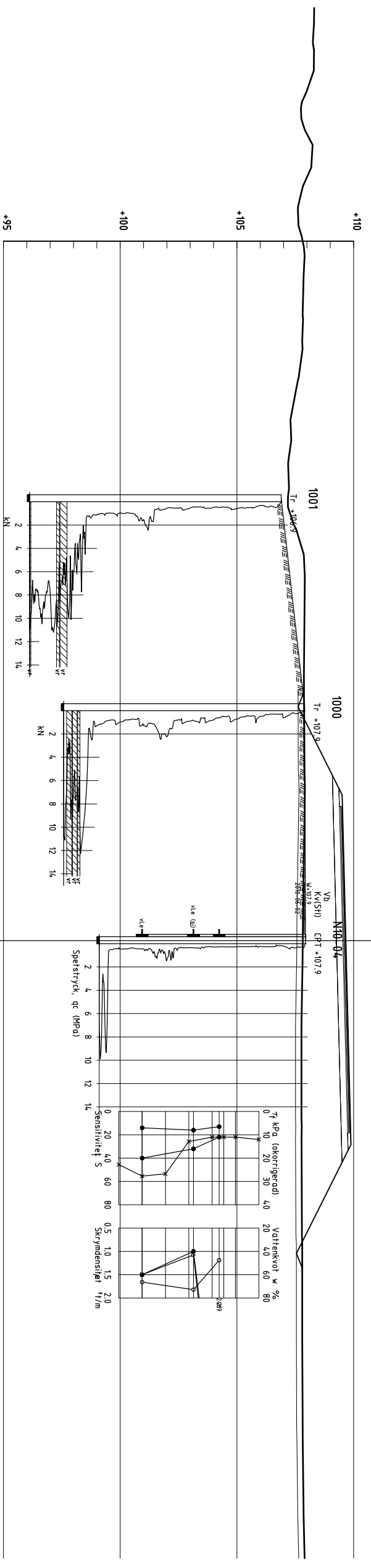
**Rv 50 Mjölby - Motala**  
 Skänninge-Motala

**NCC**  
 NCC TEKNIK  
 710 80 Solna  
 Tel: 08-580 510 00  
 Besöksadress:  
 Valgården 3, Solna

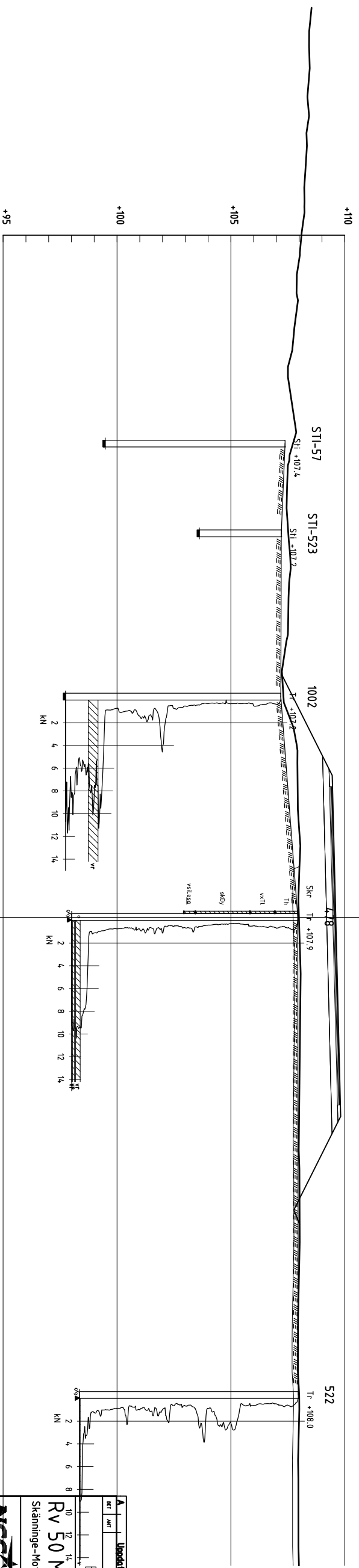
UPPRÄTTAD AV: RYDAR N. ROBERTS AV  
 KONTROLLERAD AV: GN  
 DATUM: 2010-08-19  
 ANSVARSOMRÅDE: Gunnar Nilsson

Geoteknisk undersökning  
 23-580 Hill 25-260  
 Sektioner  
 Skala: A3: 1:100  
 A3: 1:200  
 Nummer: G11-S010



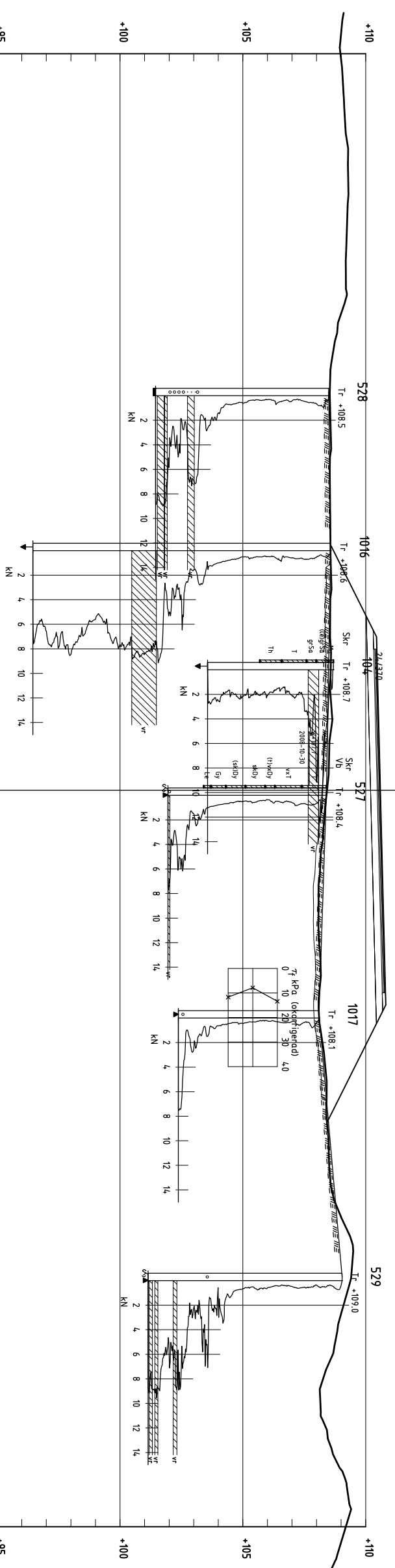


TVRSEKTION 24/1060  
1: 100

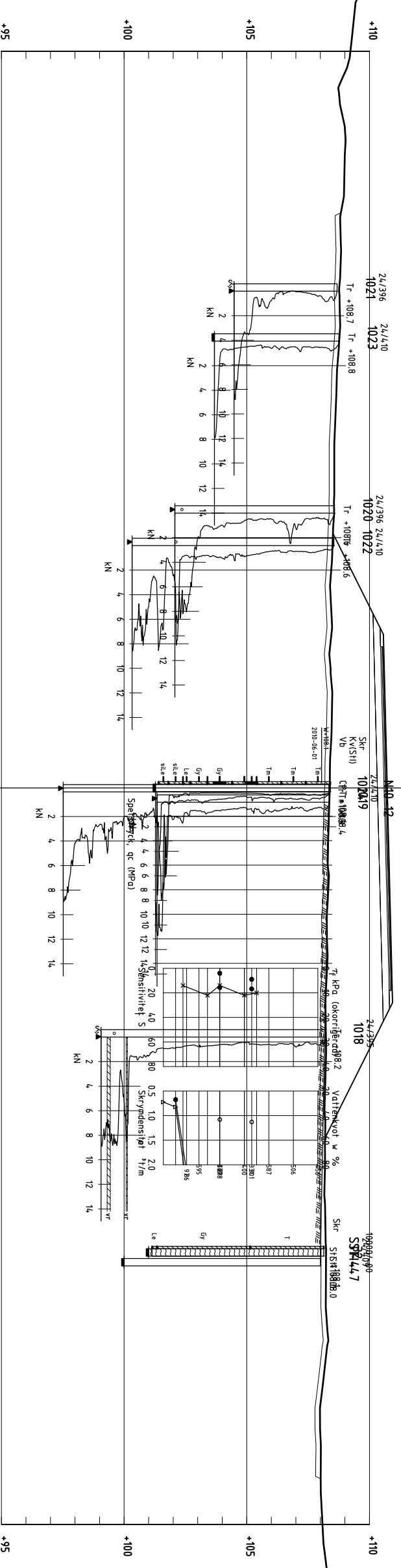


TVRSEKTION 24/1080  
1: 100

A		Undertering N10-04		100906		GR	
REF	ART	ANORDNING	AVSEENDE	DATE	SKALA		
7178171		Bygghandling					
<p><b>NCCT</b> NCC TEKNIK          710 80 Södra          711 00-580 510 00          Besöksadress:          Valgården 3, Södra          Skänninge-Motala</p>							
UPPDRAGS NR		RITAD AV / KONTROLLERAD AV		HANDLEDARE			
7178171		Gunnar Nilsson		GN			
DATE		ANORDNING					
2010-08-19		Gunnar Nilsson					
<p>Geoteknisk undersökning          23+580 till 25+260          Sektioner</p>							
SKALA		NUMMERNUMMER					
A3: 1:100 A3: 1:200		G11-S012				1 BET	



TVÄRSSEKTION 24/380  
1: 100



TVÄRSSEKTION 24/400  
1: 100

A		Uppdatering av N10-12		100906	GN
BET	ART	ANORDNING	AVSEENDE	DATUM	SKALA
		Bygghandling			
Rv 50 Mjölby - Motala					
Skänninge-Motala					
			NCC TEKNIK 7178171 Besöksadress: Valgården 3, Solna 2010-08-19 Gunnar Nilsson		
Geoteknisk undersökning 23-580 Hill 25-260 Sektioner			Nummer A3-1300 G11-S020		
1 BET					



NCC Construction Sverige AB  
Region Infra Sverige

**Rapport**

## **Bilaga 2 Rutinundersökningar**

**SAMMANSTÄLLNING AV LABORATORIEUNDERSÖKNINGAR**

<b>Beställare:</b> Bo Johansson NCC Construction Sverige AB 411 04 Göteborg							
<b>Rv 50 Mjölby - Motala</b>						Tabell	3(4)
						Dnr	2-1005-0375
Ankomstdatum	Provtagningsredskap	Laboratorieundersökning		Datum		Datum	
100611	Torvprovvt. Ø 100 mm	Datum		Utförd av		100706	
						Teknisk ledare	
Sektion/ Borrhål/ Djup		Benämning enligt "Jordarternas indelning och benämning", Geotekniska laboratorieanvisningar del 2. 1981 års system <sup>1)</sup>		2) Densitet $\rho$ t/m <sup>3</sup>	3) Vattenkvot w %	4) Konflytgräns w <sub>L</sub> %	5) Humifieringsgrad von Post
							Jordartsbenämning (Anmärkning)
<b>N10-08</b>							
<u>Rör 0-1m</u>							
0,45-0,55		BRUNSVART, HÖGFÖRMULTNAD TORV		1,05	528	-	8
0,85-0,97		BRUN, LÅGFÖRMULTNAD TORV		1,01	909	-	4
<u>Rör 1-2m</u>							
1,02-1,10		GRÅVIT GYTTJA MED SKALSKIKT OCH RIKLIGT MED VÄXTDELAR, INSLAG AV TORV		1,10	396	-	-
1,30-1,40		GRÅVIT GYTTJA MED SKAL OCH VÄXTDELAR, INSLAG AV TORV		(1,03)	(343)*	-	-
1,60-1,70		GRÅVIT GYTTJA, RIKLIGT MED SKAL, VÄXTDELSSKIKT OCH VEDRESTER		1,19	233	-	-
1,90-1,96		BEIGE GYTTJA, RIKLIGT MED SKAL OCH VÄXTDELAR		1,23	188	-	-

1) Baserad på okulär jordartsklassificering. Hänsyn har tagits till förekommande mätdata.

R10 2006-03-16

2) Skrymdensitet – Tidigare gällande standard SS 027114, Utgåva 2

3) Vattenkvot – Tidigare gällande standard SS 027116, Utgåva 3

4) Konflytgräns – Tidigare gällande standard SS 027120, Utgåva 2

5) Metoden är ej ackrediterad.

 Mätosäkerhet och mätområde för våra metoder redovisas på vår hemsida, [www.swedgeo.se](http://www.swedgeo.se).

Ackrediterat laboratorium utses av Styrelsen för ackreditering och teknisk kontroll (SWEDAC) enligt lag. Denna rapport får endast återges i sin helhet, om inte utfärdande laboratorium i förväg skriftligen godkänt annat. Resultaten gäller enbart för de provade materialen.

**SAMMANSTÄLLNING AV LABORATORIEUNDERSÖKNINGAR**

<b>Beställare:</b> Bo Johansson NCC Construction Sverige AB 411 04 Göteborg						
<b>Rv 50 Mjölby - Motala</b>					Tabell	4(4)
					Dnr	2-1005-0375
Ankomstdatum	Provtagningsredskap	Laboratorieundersökning		Datum		
100602	Torvprov. Ø 100 mm, Skr	Datum	Utförd av	100706		
				Teknisk ledare		
				FB IMK		
Sektion/ Borrhål/ Djup	Benämning enligt "Jordarternas indelning och benämning", Geotekniska laboratorieanvisningar del 2. 1981 års system <sup>1)</sup>	2) Densitet $\rho$ t/m <sup>3</sup>	3) Vattenkvot w %	4) Konflytgräns w <sub>L</sub> %	5) Humifieringsgrad von Post	Jordartsbenämning (Anmärkning)
<b>N10-13</b>						
<u>Rör 0-1m</u>						
0,15-0,25	MÖRKBRUN, HÖGFÖRMULTNAD TORV MED ROTTRÅDAR	1,11	187	-	9	Th rt
0,45-0,55	BRUNSVART, LÅGFÖRMULTNAD TORV	0,94	606	-	3	TI
0,85-0,95	BRUNSVART, LÅGFÖRMULTNAD TORV	0,95	578	-	3	TI
<u>Skr</u>						
1,0-2,0	MÖRKBRUN, LÅGFÖRMULTNAD TORV	-	616	-	4	TI
<u>Rör 2-3m</u>						
2,0-2,1	BRUNSVART, LÅGFÖRMULTNAD TORV	1,06	567	-	3 - 4	TI
2,3-2,4	BRUN, LÅGFÖRMULTNAD TORV	1,05	752	-	3	TI
2,6-2,7	BRUN, LÅGFÖRMULTNAD TORV	1,06	832	-	3	TI
2,90-2,97	BRUN, LÅGFÖRMULTNAD TORV	0,99	811	-	3	TI

1) Baserad på okulär jordartsklassificering. Hänsyn har tagits till förekommande mätdata.

R10 2006-03-16

2) Skrymdensitet – Tidigare gällande standard SS 027114, Utgåva 2

3) Vattenkvot – Tidigare gällande standard SS 027116, Utgåva 3

4) Konflytgräns – Tidigare gällande standard SS 027120, Utgåva 2

5) Metoden är ej ackrediterad.

 Mätosäkerhet och mätområde för våra metoder redovisas på vår hemsida, [www.swedgeo.se](http://www.swedgeo.se).

Ackrediterat laboratorium utses av Styrelsen för ackreditering och teknisk kontroll (SWEDAC) enligt lag. Denna rapport får endast återges i sin helhet, om inte utfärdande laboratorium i förväg skriftligen godkänt annat. Resultaten gäller enbart för de provade materialen.

*Jordprovsanalys*

<b>Projekt Rv 50, Mjölby - Motala</b>			
<i>Uppdragsnummer</i>	<i>Uppdragsgivare</i>	<i>Gransk./Tabell</i>	
7178171	NCC Construction Sverige AB, Solna	<i>Löp-nr</i>	21892
<i>Provtagningsdatum</i>	<i>Provtagningsredskap / Analysmetod</i>	<i>Datum/Sign</i>	2010-08-25
2010-05-26 - 2010-06-30	Skr, Kv St I ø 50mm	<i>Undersökningsdatum</i>	2010-06-30 - 2010-07-07

Borrhål/ Sektion	Djup [m]	Benämning / (okulär jordartsklassificering enl. SGF 1981) Jordartsförkortning (enl. SGF/BGS Beteckningssystem 2001:1)	Densitet	Vatten	Kon-	Sensi-	Skjuv-	Tjälf.	Anm
			$\rho$ [t/m <sup>3</sup> ]	kvot w [%]	flyt- gräns w <sub>L</sub> [%]	tivitet S <sub>t</sub>	hållf.h. $\tau_{fu}$ [kPa] <sup>1)</sup>	klass/ mtrl typ <sup>2)</sup>	
N10-02	0.0-1.0	Brun mellantorv, Tm		461				1/6	
	1.0-2.0	Brun mellantorv, Tm		559				1/6	
	2.0-3.0	Brun mellantorv, Tm		695				1/6	
	3.0-3.4	Brun högförmultnad torv med blekeinslag, Th		471				1/6	
	3.4-4.0	Gul bleke		167					
	3.6	Grå kalkgyttja	1.28	157	92	30	5.9		
	4.2-5.0	Brungrå lera med tunna siltskikt, Le (si)		41	38			3/4b	
	4.5	Grå siltig lera, siLe	1.82	40	39	19	20	4/5	
	7.0	Brungrå varvig lera skredtecken, vLe	1.61	70	70	12	18	3/4b	
8.0	Brungrå varvig lera med enstaka sandkorn, vLe (Referensnivå = My) (Vy = 0.00 m under my 2010-06-26)	1.71	47	45	16	19	3/4b		
N10-04	3.7	Grå kalkgyttja	1.19	246	219	13	11		
	4.8	Brungrå varvig lera med tunna siltskikt, vLe (si)	1.82	43	40	16	16	3/4b	
	7.0	Brungrå varvig lera, vLe (Vy = 0.55 m under my 2010-06-30)	1.66	60	60	14	20	3/4b	
N10-12	3.2	Vitgrå bleke med växtdelar	1.13	331	301	9	8.4		
	4.5	Gråbrun gyttja, Gy (Referensnivå = My) (Vy = 0.40 m under my 2010-06-30)	1.08	769	818	4	7.8	1/6	

1) Okorrigerat värde. Korrigeringen rekommenderas enl. SGF-INFO nr 3

2) Klassificering enl. ATB Väg.

P:\2172\Uppdrag 2010\21892[Kv 100825.xls]



*Jordprovsanalys*

<b>Projekt Rv 50, Mjölby - Motala</b>		
<i>Uppdragsnummer</i>	<i>Uppdragsgivare</i>	<i>Gransk./Tabell</i>
7178171	NCC Construction Sverige AB, Solna	<i>Löp-nr</i> 21892
<i>Provtagningsdatum</i>	<i>Provtagningsredskap / Analysmetod</i>	<i>Datum/Sign</i> 2010-07-05
2010-05-26 - 2010-06-10	Skr	<i>Undersökningsdatum</i> 2010-06-29 - 2010-06-30

<b>Borrhål/ Sektion</b>	<b>Djup [m]</b>	<b>Benämning/ (okulär jordartsklassning enl. SGF 1981) Jordartsförkortning (enl. SGF/BGS Beteckningssystem 2001:2)</b>	<b>Vatten kvot w [%]</b>	<b>Kon- flyt- gräns w<sub>L</sub> [%]</b>	<b>Tjälf. klass/ mtrl typ<sup>1)</sup></b>	<b>Humifi- erings- grad<sup>2)</sup></b>
N10-01 23940	0.0-1.0	Brun mellantorv, Tm	407		1/6	H6-7
	1.0-1.8	Brun mellantorv med blekeinslag, Tm	484		1/6	H7
	1.8-2.6	Gröngul kalkgyttja,	166			
	2.6-3.0	Grågrön kalkgyttja,	165			
	3.0-4.0	Brun finsandig silt med tunna lerskikt, safSi ( <u>le</u> )	20		4/5	
	4.0-5.0	Gråbrun lera med tunna finsandsskikt, Le ( <u>saf</u> ) (Referensnivå = My) (Vy = 0.30 m under my 2010-05-31)	52	52	3/4b	
N10-02	0.0-1.0	Brun mellantorv, Tm	461		1/6	H6-7
	1.0-2.0	Brun mellantorv, Tm	559		1/6	H6
	2.0-3.0	Brun mellantorv, Tm	695		1/6	H5
	3.0-3.4	Brun högförmultnad torv med blekeinslag, Th	471		1/6	H9-10
	3.4-4.0	Gul bleke,	167			
	4.2-5.0	Brungrå lera med tunna siltskikt, Le ( <u>si</u> ) (Referensnivå = My) (Vy = Zero m under my 2010-06-26)	41	38	3/4b	
N10-03 24020 V5	0.0-1.0	Brun mellantorv, Tm	401		1/6	H6-7
	1.0-1.7	Brun lågförmultnad torv, Tl	644		1/6	H4
	1.7-2.0	Gul bleke,	309			
	2.0-3.0	Gul bleke,	207			
	3.0-4.0	Gul bleke,	166			
	4.0-4.4	Gul bleke med enstaka lerskikt, ( <u>le</u> )	89			
	4.4-5.0	Grå lera med tunna silt- och finsandsskikt, Le( <u>si</u> <u>saf</u> )	33	33	4/5	
5.0-6.0	Grå lera med tunna finsandsskikt, Le ( <u>saf</u> )	39	36	3/4b		
N10-05 24100	0.0-1.0	Brun mellantorv, Tm	383		1/6	H6-7
	1.0-2.0	Brun lågförmultnad torv, Tl	707		1/6	H4
	2.0-3.0	Brun lågförmultnad torv, Tl	955		1/6	H2
	3.0-4.0	Brungrå lera med finsandsskikt, Le <u>saf</u>	28	28	3/4b	
	4.0-5.0	Gråbrun lera med finsandsskikt, Le <u>saf</u>	32	30	3/4b	
	5.0-6.0	Gråbrun lera med finsandsskikt, Le <u>saf</u> (Referensnivå = My) (Vy = 0.92 m under my 2010-05-31)	30	24	3/4b	

1) Enl. ATB VAG 2004, VV Publ. 2004:111.

2) Humifieringsgrad enligt von Post.

P:\2172\Uppdrag 2010\21892[Skr 100701.xls]



*Jordprovsanalys*

<b>Projekt Rv 50, Mjölby - Motala</b>			
<i>Uppdragsnummer</i>	<i>Uppdragsgivare</i>	<i>Gransk./Tabell</i>	
7178171	NCC Construction Sverige AB, Solna	<i>Löp-nr</i>	21892
<i>Provtagningsdatum</i>	<i>Provtagningsredskap / Analysmetod</i>	<i>Datum/Sign</i>	2010-07-05
2010-05-26 - 2010-06-10	Skr	<i>Undersökningsdatum</i>	2010-06-29 - 2010-06-30

<b>Borrhål/ Sektion</b>	<b>Djup [m]</b>	<b>Benämning/ (okulär jordartsklassning enl. SGF 1981) Jordartsförkortning (enl. SGF/BGS Beteckningssystem 2001:2)</b>	<b>Vatten kvot w [%]</b>	<b>Kon- flyt- gräns w<sub>L</sub> [%]</b>	<b>Tjälf. klass/ mtrl typ<sup>1)</sup></b>	<b>Humifi- erings- grad<sup>2)</sup></b>
N10-06 24120	0.0-1.0	Brun mellantorv, Tm	612		1/6	H5
	1.0-2.0	Brun lågförmultnad torv, TI	1021		1/6	H3
	2.0-3.0	Gråbrun lera med tunna finsandsskikt, Le ( <u>saf</u> )	34	33	3/4b	
	3.0-4.0	Gråbrun lera med tunna siltskikt, Le ( <u>si</u> ) (Vy = 0.30 m under my 2010-06-10)	32	31	4/5	
N10-07 24140	0.0-1.0	Brun mellantorv, Tm	428		1/6	H6-7
	1.0-2.0	Brun mellantorv, Tm	794		1/6	H5
	2.0-2.6	Brun mellantorv, Tm	834		1/6	H5
	2.6-2.8	Gul bleke,	139			
	2.8-3.0	Gråbrun något finsandig lera, (saf)Le	25	30	3/4b	
	3.0-4.0	Brun finsandig siltig lera, safSiLe (Referensnivå = My) (Vy = 0.40 m under my 2010-06-09)	28	28	4/5	
N10-08 24160	0.0-0.7	Brun mellantorv, Tm	557		1/6	H6
	0.7-2.0	Gul kalkgyttja,	334			
	2.0-2.4	Grågrön kalkgyttja,	172			
	2.4-3.0	Gråbrun finsandig silt, safSi	20		4/5	
	3.0-3.7	Gråbrun lera med tunna finsandsskikt, Le ( <u>saf</u> )	61	58	3/4b	
	3.7-4.0	Brungrå siltig finsand med lerskikt, siSaf <u>le</u> (Referensnivå = My) (Vy = 0.05 m under my 2010-06-09)	29		3/4a	
N10-09 24180	0.0-1.0	Brun mellantorv, Tm	609		1/6	H5
	1.0-1.6	Brun högförmultnad torv med blekeinslag, Th	276		1/6	H9
	1.6-2.0	Grått kalkhaltigt sandigt siltigt grus, sasiGr			3/4a	
	2.0-3.0	Grått kalkhaltigt sandigt lerigt grus, saleGr (Referensnivå = My)			3/4a	
N10-10 24200	0.0-1.0	Brun mellantorv, Tm	480		1/6	H5
	1.0-2.0	Brun högförmultnad torv med blekeinslag, Th	860		1/6	H9
	2.0-2.6	Brun högförmultnad torv med blekeinslag, Th	487		1/6	H9
	2.6-3.0	Grå finsandig lerig silt, safleSi	23	23	4/5	
	3.0-4.0	Gråbrun lera med finsandsskikt, Le <u>saf</u> (Vy = 0.10 m under my 2010-06-09)	32	32	3/4b	

1) Enl. ATB VAG 2004, VV Publ. 2004:111.

2) Humifieringsgrad enligt von Post.

P:\2172\Uppdrag 2010\21892[Skr 100701.xls]





*Jordprovsanalys*

<b>Projekt Rv 50, Mjölby - Motala</b>			
<i>Uppdragsnummer</i>	<i>Uppdragsgivare</i>	<i>Gransk./Tabell</i>	
7178171	NCC Construction Sverige AB, Solna	<i>Löp-nr</i>	21892
<i>Provtagningsdatum</i>	<i>Provtagningsredskap / Analysmetod</i>	<i>Datum/Sign</i>	2010-07-05
2010-05-26 - 2010-06-10	Skr	<i>Undersökningsdatum</i>	2010-06-29 - 2010-06-30

<b>Borrhål/ Sektion</b>	<b>Djup [m]</b>	<b>Benämning/ (okulär jordartsklassning enl. SGF 1981) Jordartsförkortning (enl. SGF/BGS Beteckningssystem 2001:2)</b>	<b>Vatten kvot w [%]</b>	<b>Kon- flyt- gräns w<sub>L</sub> [%]</b>	<b>Tjälf. klass/ mtrl typ<sup>1)</sup></b>	<b>Humifi- erings- grad<sup>2)</sup></b>
N10-11 24220	0.0-1.0	Brun mellantorv, Tm	480		1/6	H7
	1.0-2.0	Brun högförmultnad torv, Th	445		1/6	H8
	2.0-2.7	Gråbrun siltig sand, siSa			2/3	
	2.7-3.0	Brungrå siltig lera med tunna finsandsskikt, siLe (saf)	23	23	4/5	
	3.0-4.0	Brungrå finsandig siltig lera, safsiLe (Referensnivå = My) (Vy = 0.20 m under my 2010-06-08)	21	23	4/5	
N10-12 24400	0.0-1.0	Brun mellantorv, Tm	456		1/6	H6-7
	1.0-2.0	Brun mellantorv, Tm	506		1/6	H5
	2.0-3.0	Brun mellantorv, Tm	587		1/6	H6
	3.0-4.0	Gul bleke,	400			
	4.0-5.0	Gul kalkgyttja,	677			
	5.0-5.7	Grön gyttja, Gy	595		1/6	
	5.7-6.0	Gröngrå lera med gyttjeinslag, Le	97	86	3/5	
	6.0-6.6	Brun siltig lera, siLe	33	27	4/5	
6.6-7.0	Grå siltig lera med sand- och gruskorn, siLe (Referensnivå = My) (Vy = 0.35 m under my 2010-06-01)	29		4/5		

1) Enl. ATB VAG 2004, VV Publ. 2004:111.

2) Humifieringsgrad enligt von Post.

P:\2172\Uppdrag 2010\21892[Skr 100701.xls]





NCC Construction Sverige AB  
Region Infra Sverige

# Rapport

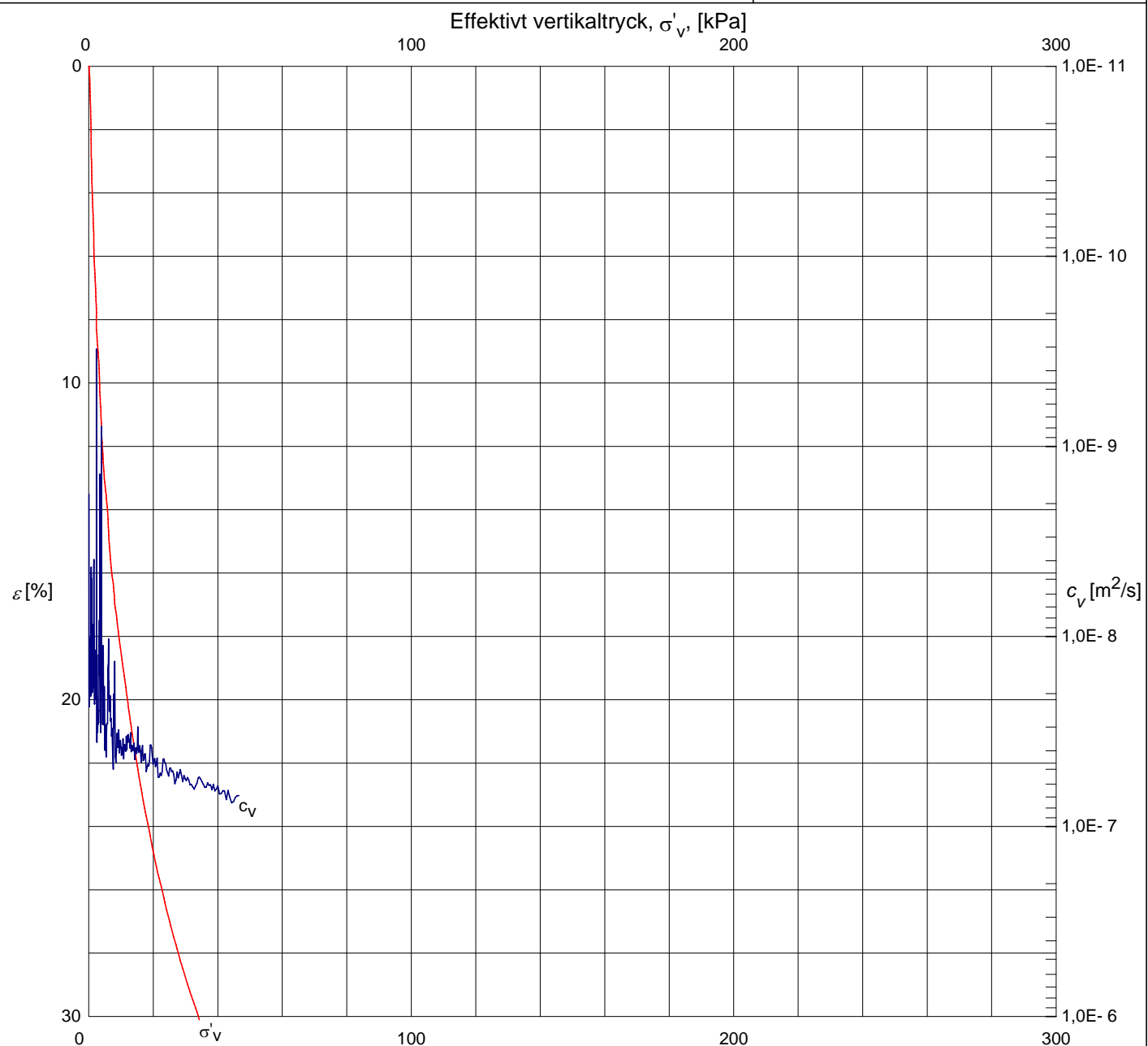


NCC Construction Sverige AB  
Region Infra Sverige

## **Bilaga 3 CRS-försök**

Redovisning av ödometerförsök, CRS-försök

Projekt: <b>Rv 50, Mjölby - Motala</b>		
Uppdragsnummer: 7178171	Uppdragsgivare: NCC Construction Sverige AB, Solna	Datum/Sign: 2010-08-23 Löp-nr/Gransk.:
Sektion/borrhål: N10-02	Djup: 3,4-4,0 m	Ödometer nr: 1
Densitet:	Vattenkvot: 167 %	Provdiameter: 50 mm
Benämning: Bleke	Provningstemp.: 20 °C	Provhöjd: 20 mm
		Def.hastighet: 0,73 %/h



Redovisning enligt SGF:s Laboratoriekommittés rekommendationer.

Försöket är utfört och utvärderat enligt Svensk Standard SS 027126. Vid utvärdering av  $c_v$  och  $k$  har korrektion utförts så att värdena motsvarar en temperatur av 7 °C. Utrustningens egendeformation är beaktad. För utvärdering se bilagda diagram sid 2 - 4.

$\sigma'_c$ , kPa	$M_L$ , kPa	$\sigma'_L$ , kPa	$M'$	$c_{v, min}$ , m <sup>2</sup> /s	$k_i$ , m/s	$\beta_k$
					5,7E-9	1,7

Anm.

Skalan i diagrammet avviker från den av SGF:s Laboratoriekommitté satta rekommendation.



*Redovisning av ödometerförsök, CRS-försök*

Projekt: **Rv 50, Mjölby - Motala**

Uppdragsnummer:  
7178171

Uppdragsgivare:  
NCC Construction Sverige AB, Solna

Datum/Sign: 2010-08-20  
Löp-nr/Gransk.: 21892

Sektion/borrhål: N10-02

Djup: 3,6 m

Ödometer nr: 4

Densitet: 1,28 t/m<sup>3</sup>

Vattenkvot: 157 %

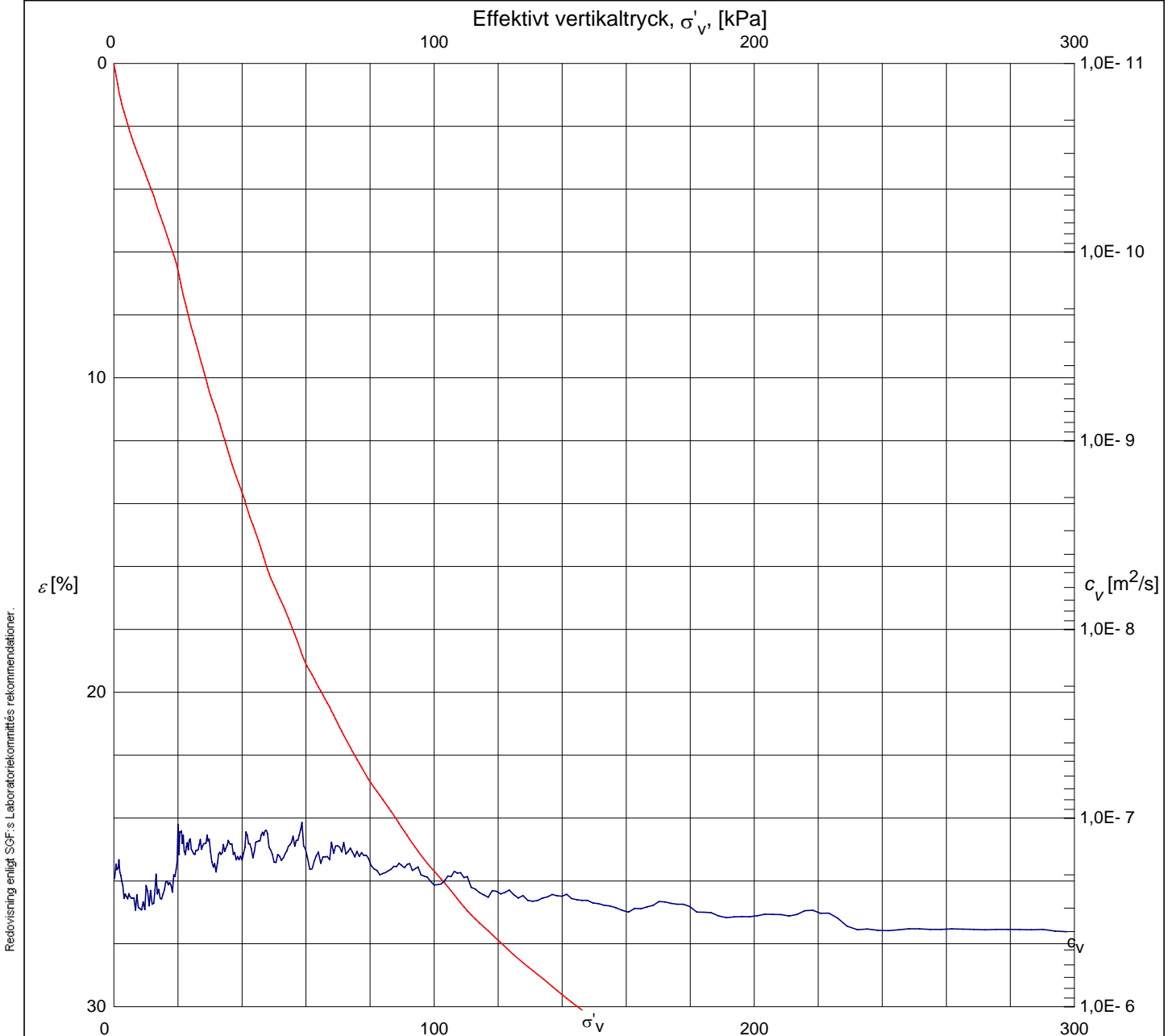
Provningstemp.: 20 °C

Provdiameter: 50 mm

Benämning: Kalkgyttja

Provhöjd: 20 mm

Def.hastighet: 0,75 %/h



Redovisning enligt SGF:s Laboratoriekommittés rekommendationer.

Försöket är utfört och utvärderat enligt Svensk Standard SS 027126. Vid utvärdering av  $c_v$  och  $k$  har korrektion utförts så att värdena motsvarar en temperatur av 7 °C. Utrustningens egendeformation är beaktad. För utvärdering se bilagda diagram sid 2 - 4.

$\sigma'_c$ , kPa	$M_L$ , kPa	$\sigma'_L$ , kPa	$M'$	$c_{v, min}$ , m <sup>2</sup> /s	$k_i$ , m/s	$\beta_k$
18	249	27	9,3	1,3E-7	8,2E-9	2,1

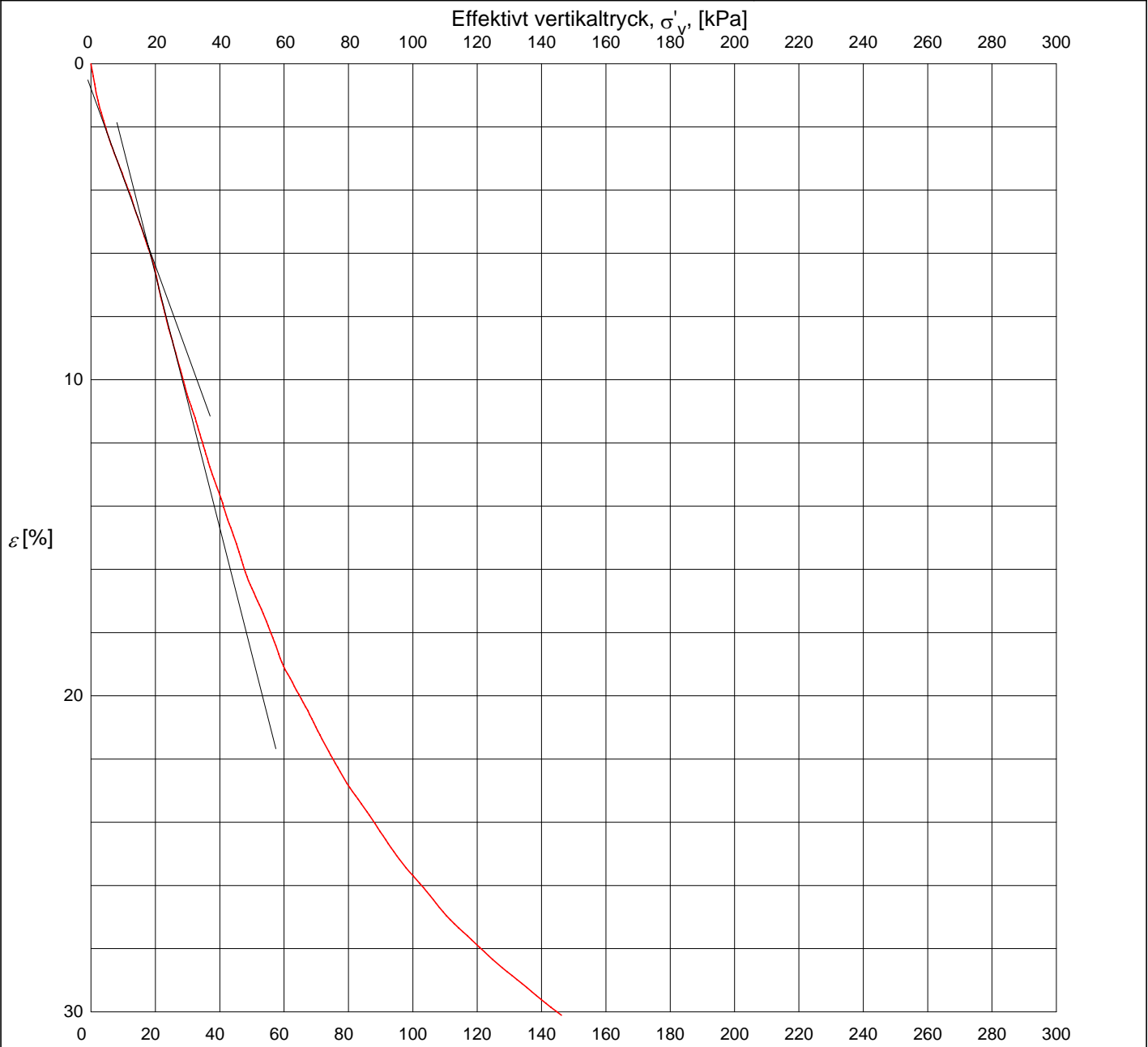
Anm.

Skalan i diagrammet avviker från den av SGF:s Laboratoriekommitté satta rekommendation.



*Utvärdering av förkonsolideringstryck och linjär modul*

<b>Projekt: Rv 50, Mjölby - Motala</b>		
<b>Uppdragsnummer:</b> 7178171	<b>Uppdragsgivare:</b> NCC Construction Sverige AB, Solna	<b>Datum/Sign:</b> 2010-08-20 <b>Löp-nr/Gransk.:</b> 21892
<b>Sektion/borrhål:</b> N10-02	<b>Djup:</b> 3,6 m	<b>Ödometer nr:</b> 4
<b>Densitet:</b> 1,28 t/m <sup>3</sup>	<b>Vattenkvot:</b> 157 %	<b>Provningstemp.:</b> 20 °C
<b>Benämning:</b> Kalkgyttja		<b>Provdiameter:</b> 50 mm <b>Provhöjd:</b> 20 mm <b>Def.hastighet:</b> 0,75 %/h



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

$\sigma'_c$ , kPa	$M_L$ , kPa	$\sigma'_L$ , kPa
18	249	27

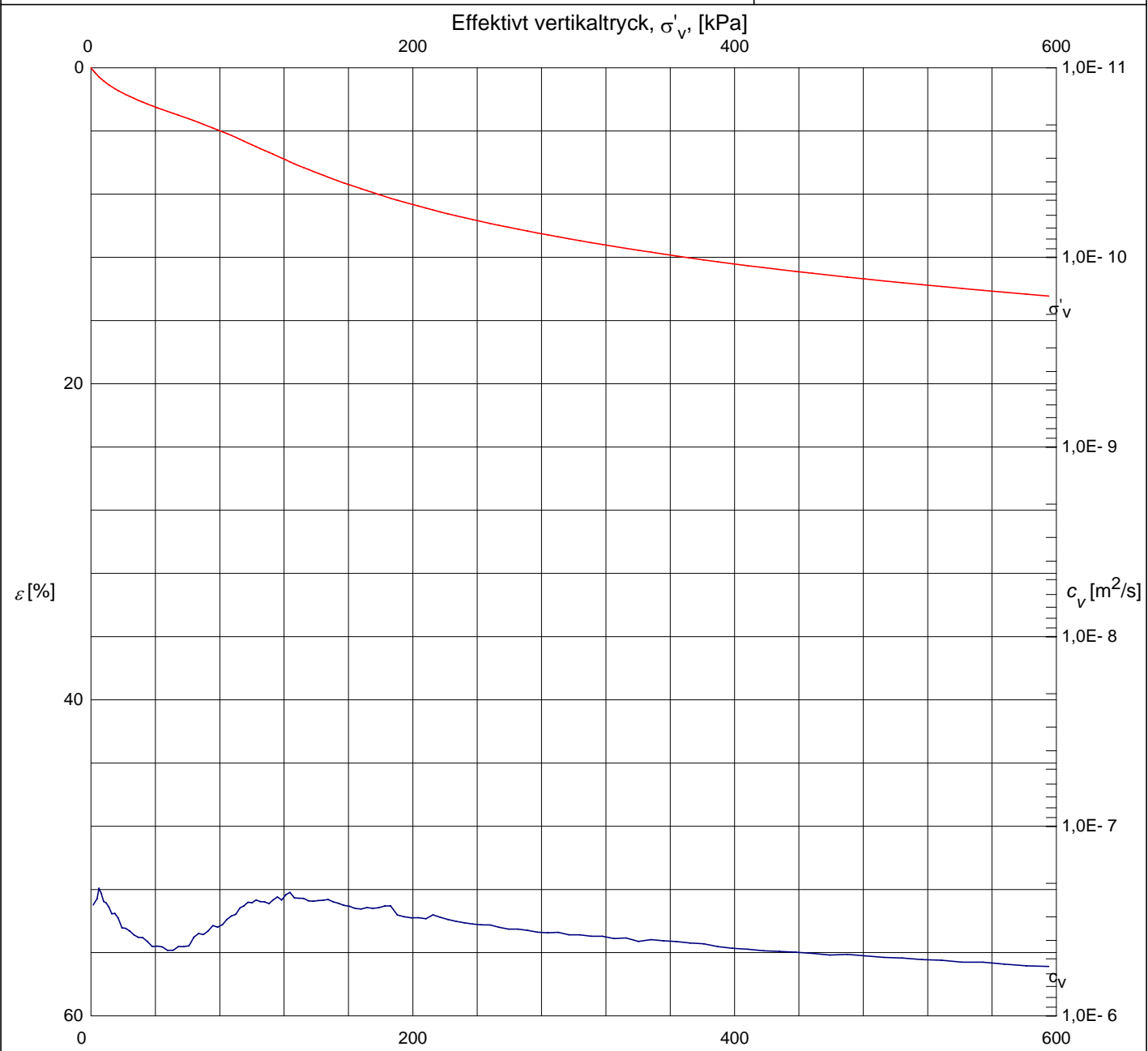
Anm.



Redovisning enligt SGF:s Laboratoriekommittés rekommendationer.

*Redovisning av ödometerförsök, CRS-försök*

<b>Projekt: Rv 50, Mjölby - Motala</b>		
<b>Uppdragsnummer:</b> 7178171	<b>Uppdragsgivare:</b> NCC Construction Sverige AB, Solna	<b>Datum/Sign:</b> 2010-08-20 <b>Löp-nr/Gransk.:</b> 21892
<b>Sektion/borrhål:</b> N10-02	<b>Djup:</b> 4,5 m	<b>Ödometer nr:</b> 5
<b>Densitet:</b> 1,82 t/m <sup>3</sup>	<b>Vattenkvot:</b> 40 %	<b>Provdiameter:</b> 50 mm
<b>Benämning:</b> Siltig lera	<b>Provningstemp.:</b> 20 °C	<b>Provhöjd:</b> 20 mm
		<b>Def.hastighet:</b> 0,71 %/h



Försöket är utfört och utvärderat enligt Svensk Standard SS 027126. Vid utvärdering av  $c_v$  och  $k$  har korrektion utförts så att värdena motsvarar en temperatur av 7 °C. Utrustningens egendeformation är beaktad. För utvärdering se bilagda diagram sid 2 - 4.

$\sigma'_c$ , kPa	$M_L$ , kPa	$\sigma'_L$ , kPa	$M'$	$c_{v, min}$ , m <sup>2</sup> /s	$k_i$ , m/s	$\beta_k$
78	2137	116	19,6	2,4E-7	1,9E-9	4,2

Anm.



*Utvärdering av förkonsolideringstryck och linjär modul*

Projekt: **Rv 50, Mjölby - Motala**

Uppdragsnummer:

Uppdragsgivare:

Datum/Sign: 2010-08-20

7178171

NCC Construction Sverige AB, Solna

Löp-nr/Gransk.: 21892

Sektion/borrhål: N10-02

Djup: 4,5 m

Ödometer nr: 5

Densitet: 1,82 t/m<sup>3</sup>

Vattenkvot: 40 %

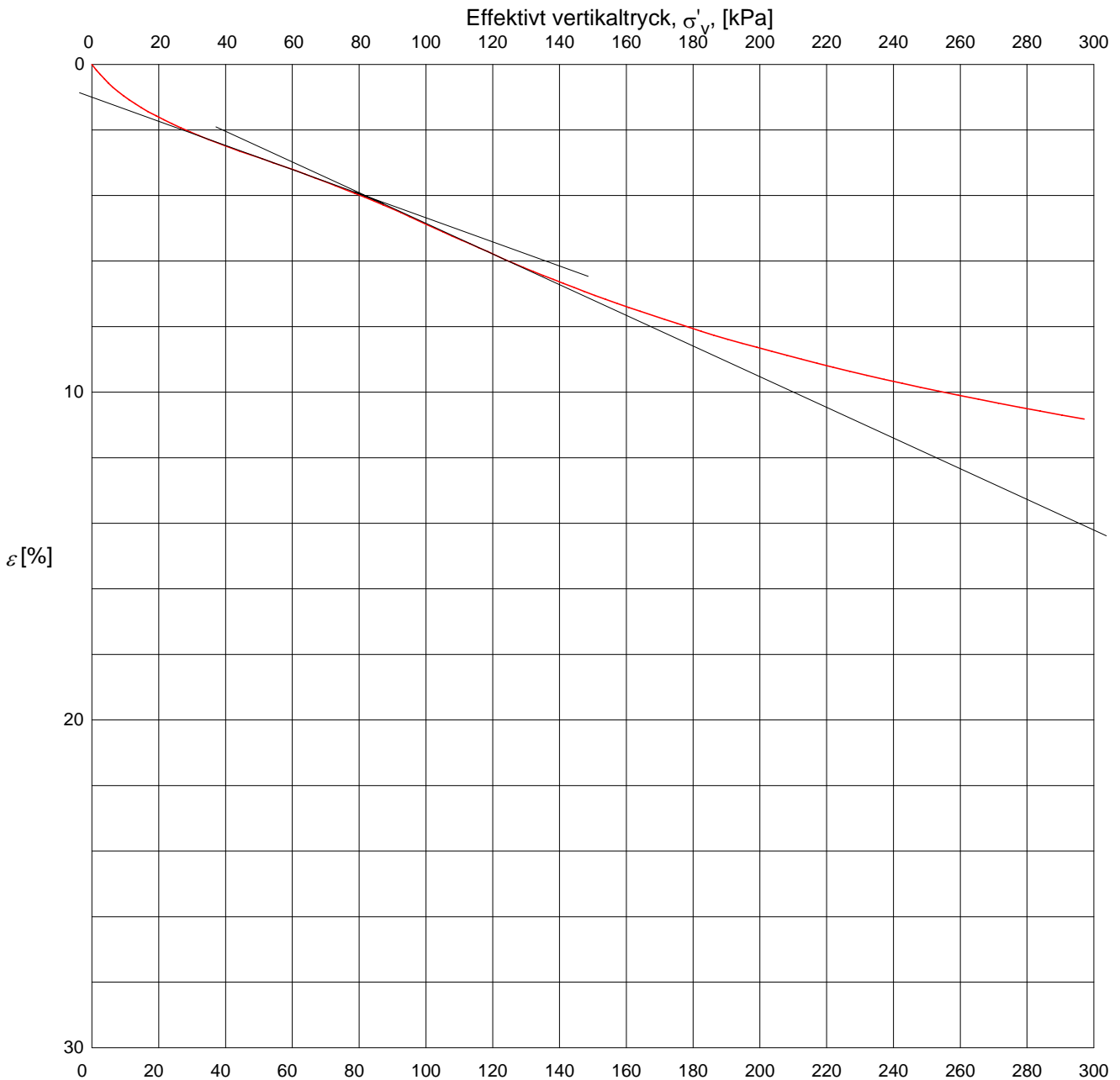
Provningstemp.: 20 °C

Provdiameter: 50 mm

Benämning: Siltig lera

Provhöjd: 20 mm

Def.hastighet: 0,71 %/h



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

$\sigma'_c$ , kPa	$M_L$ , kPa	$\sigma'_L$ , kPa
78	2137	116

Anm.





## Redovisning av ödometerförsök, CRS-försök

Projekt: **Rv 50, Mjölby - Motala**

Uppdragsnummer:

Uppdragsgivare:

Datum/Sign: 2010-08-20

7178171

NCC Construction Sverige AB, Solna

Löp-nr/Gransk.: 21892

Sektion/borrhål: N10-02

Djup: 7,0 m

Ödometer nr: 1

Densitet: 1,61 t/m<sup>3</sup>

Vattenkvot: 70 %

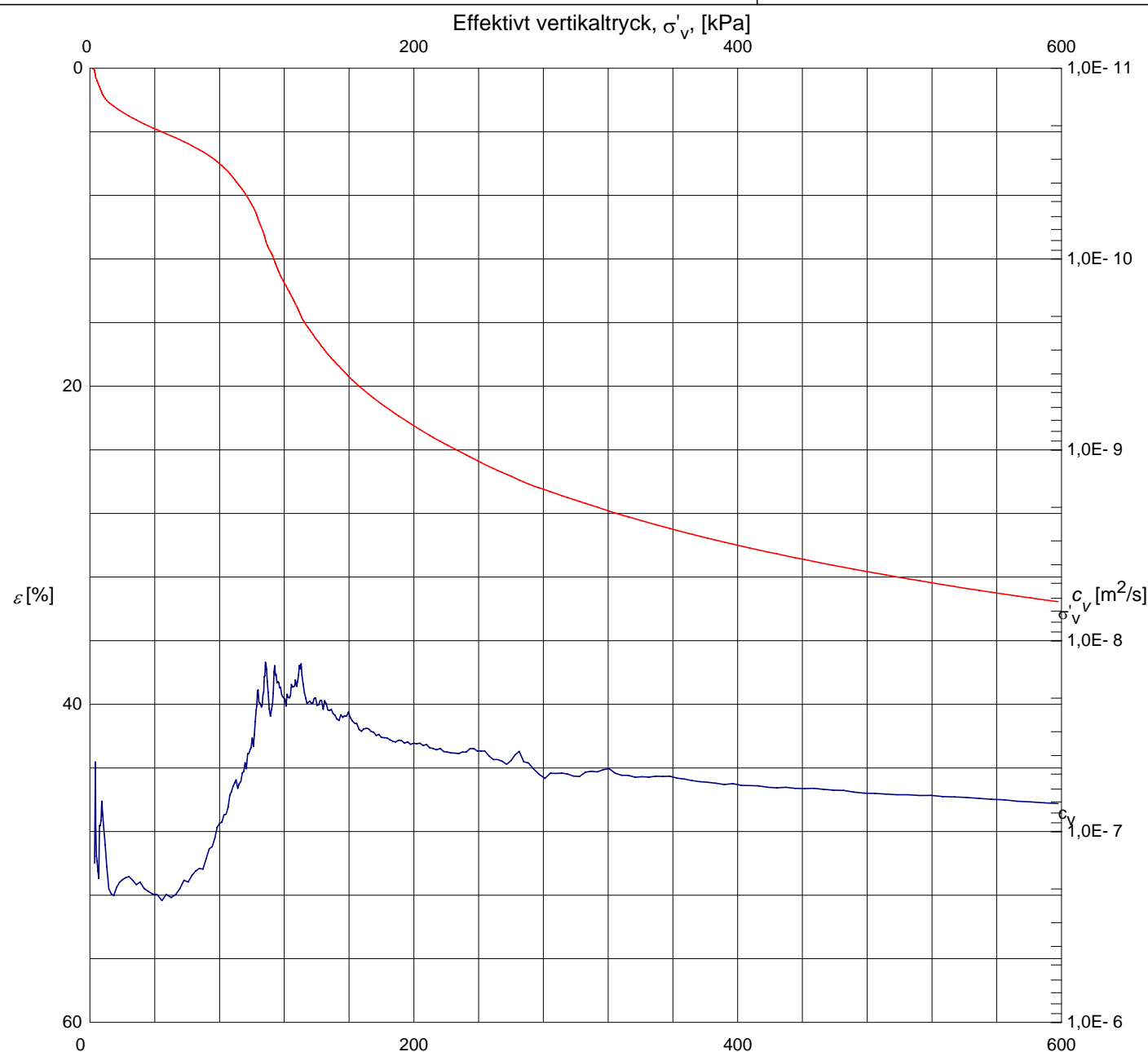
Provningstemp.: 20 °C

Provdiameter: 50 mm

Benämning: Varvig lera skredtecken

Provhöjd: 20 mm

Def.hastighet: 0,73 %/h



Försöket är utfört och utvärderat enligt Svensk Standard SS 027126. Vid utvärdering av  $c_v$  och  $k$  har korrektion utförts så att värdena motsvarar en temperatur av 7 °C. Utrustningens egendeformation är beaktad. För utvärdering se bilagda diagram sid 2 - 4.

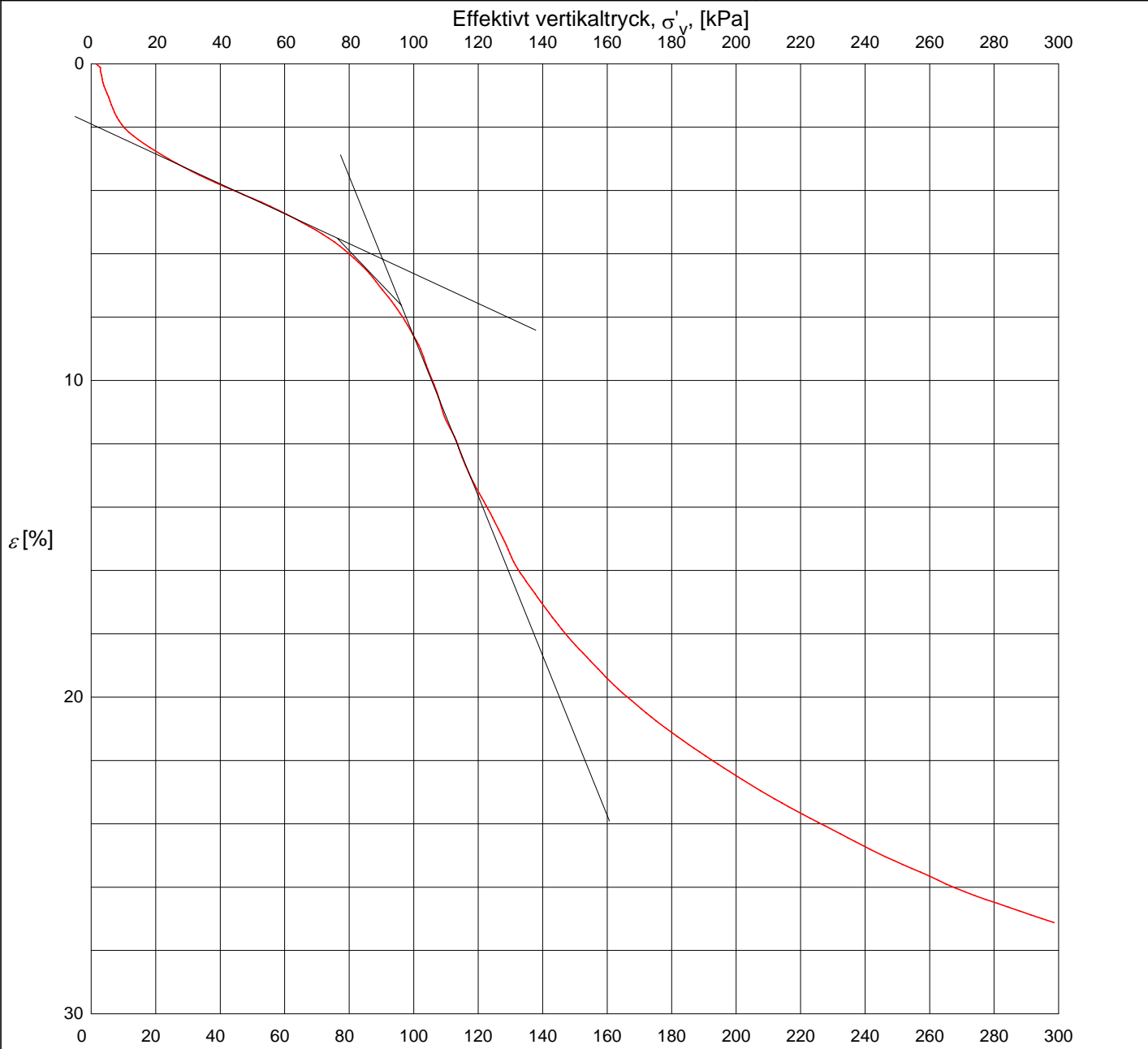
$\sigma'_c$ , kPa	$M_L$ , kPa	$\sigma'_L$ , kPa	$M'$	$c_{v, min}$ , m <sup>2</sup> /s	$k_i$ , m/s	$\beta_k$
76	396	100	13,8	1,8E-8	1,3E-9	3,3

Anm.



*Utvärdering av förkonsolideringstryck och linjär modul*

<b>Projekt: Rv 50, Mjölby - Motala</b>		
<b>Uppdragsnummer:</b> 7178171	<b>Uppdragsgivare:</b> NCC Construction Sverige AB, Solna	<b>Datum/Sign:</b> 2010-08-20 <b>Löp-nr/Gransk.:</b> 21892
<b>Sektion/borrhål:</b> N10-02	<b>Djup:</b> 7,0 m	<b>Ödometer nr:</b> 1
<b>Densitet:</b> 1,61 t/m <sup>3</sup>	<b>Vattenkvot:</b> 70 %	<b>Provningstemp.:</b> 20 °C
<b>Benämning:</b> Varvig lera skredtecken		<b>Provdiameter:</b> 50 mm <b>Provhöjd:</b> 20 mm <b>Def.hastighet:</b> 0,73 %/h



Redovisning enligt SGF:s Laboratoriekommittés rekommendationer.

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

$\sigma'_c$ , kPa	$M_L$ , kPa	$\sigma'_L$ , kPa
76	396	100

Anm.



*Redovisning av ödometerförsök, CRS-försök*

Projekt: **Rv 50, Mjölby - Motala**

Uppdragsnummer:

Uppdragsgivare:

Datum/Sign: 2010-08-20

7178171

NCC Construction Sverige AB, Solna

Löp-nr/Gransk.: 21892

Sektion/borrhål: N10-02

Djup: 8,0 m

Ödometer nr: 4

Densitet: 1,71 t/m<sup>3</sup>

Vattenkvot: 47 %

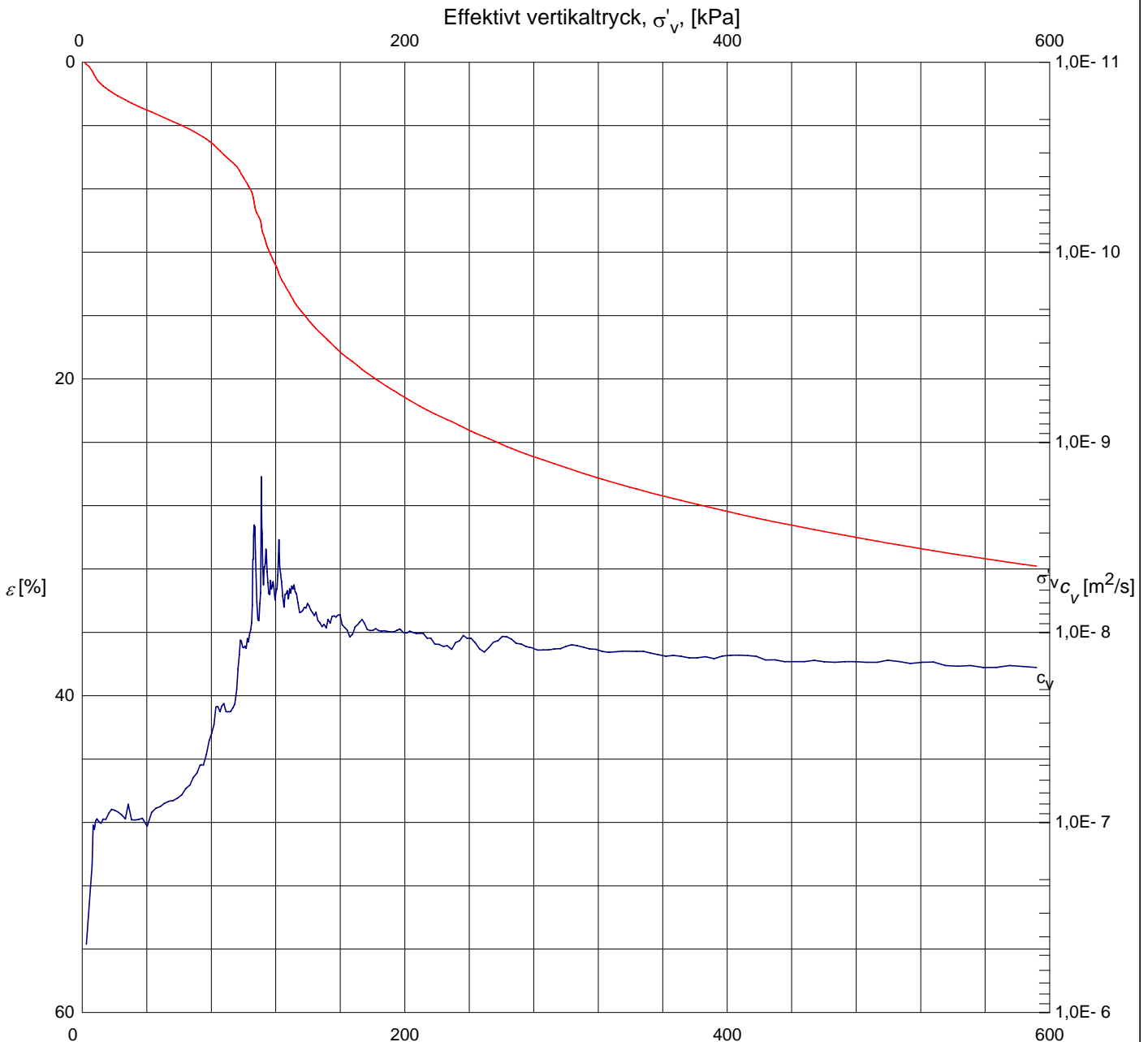
Provningstemp.: 20 °C

Provdiameter: 50 mm

Benämning: Varvig lera med enstaka sandkorn

Provhöjd: 20 mm

Def.hastighet: 0,73 %/h



Försöket är utfört och utvärderat enligt Svensk Standard SS 027126. Vid utvärdering av  $c_v$  och  $k$  har korrektion utförts så att värdena motsvarar en temperatur av 7 °C. Utrustningens egendeformation är beaktad. För utvärdering se bilagda diagram sid 2 - 4.

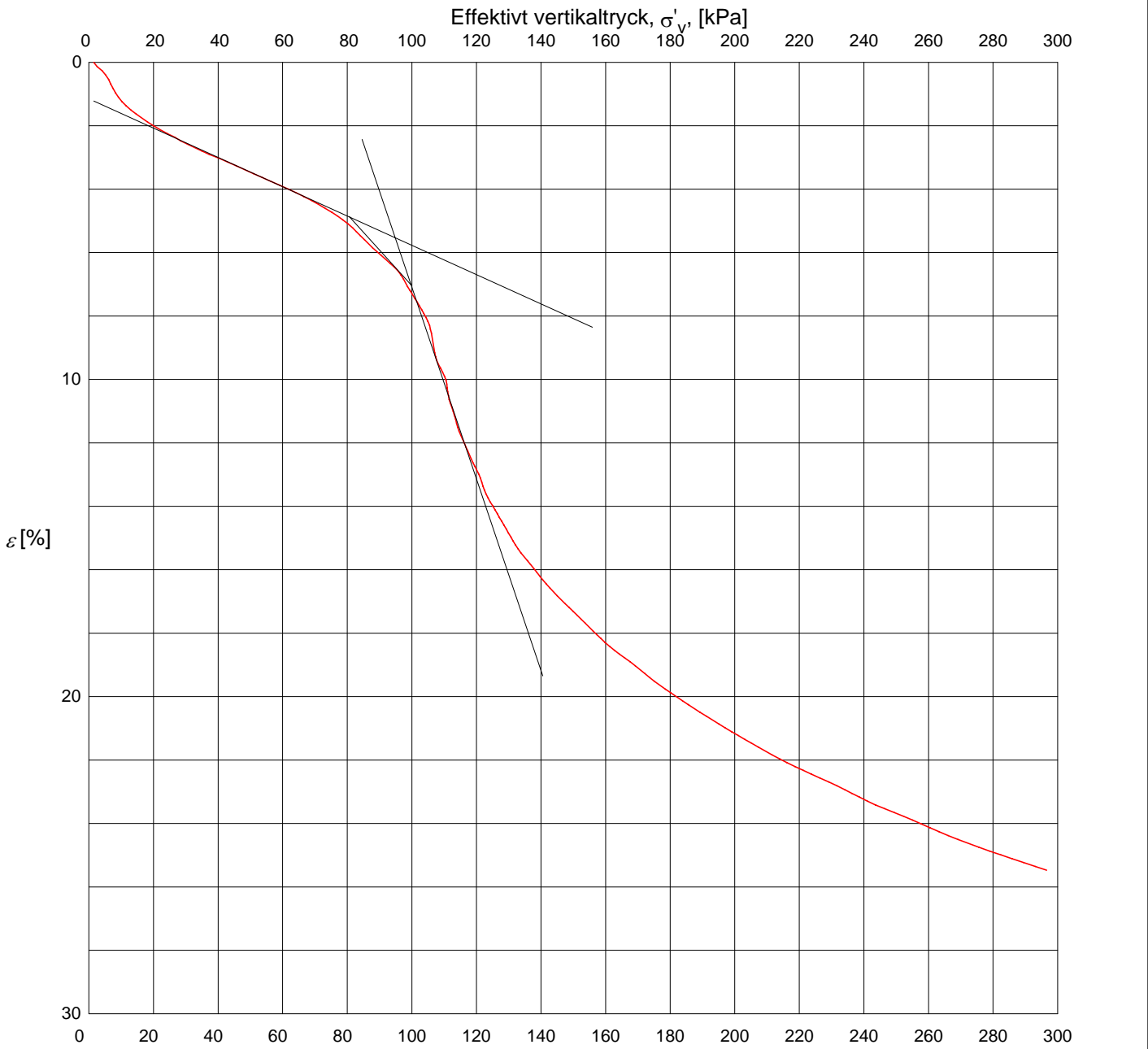
$\sigma'_c$ , kPa	$M_L$ , kPa	$\sigma'_L$ , kPa	$M'$	$c_{v, min}$ , $m^2/s$	$k_i$ , m/s	$\beta_k$
81	331	95	14,0	5,4E-9	3,9E-10	3,9

Anm.



*Utvärdering av förkonsolideringstryck och linjär modul*

<b>Projekt: Rv 50, Mjölby - Motala</b>		
<b>Uppdragsnummer:</b> 7178171	<b>Uppdragsgivare:</b> NCC Construction Sverige AB, Solna	<b>Datum/Sign:</b> 2010-08-20 <b>Löp-nr/Gransk.:</b> 21892
<b>Sektion/borrhål:</b> N10-02 <b>Densitet:</b> 1,71 t/m <sup>3</sup> <b>Benämning:</b> Varvig lera med enstaka sandkorn	<b>Djup:</b> 8,0 m <b>Provningstemp.:</b> 20 °C	<b>Ödometer nr:</b> 4 <b>Provdiameter:</b> 50 mm <b>Provhöjd:</b> 20 mm <b>Def.hastighet:</b> 0,73 %/h



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

$\sigma'_c$ , kPa	$M_L$ , kPa	$\sigma'_L$ , kPa
81	331	95

Anm.



Redovisning enligt SGF:s Laboratoriekommittés rekommendationer.

*Redovisning av ödometerförsök, CRS-försök*

Projekt: **Rv 50, Mjölby - Motala**

Uppdragsnummer:

Uppdragsgivare:

Datum/Sign: 2010-08-18

7178171

NCC Construction Sverige AB, Solna

Löp-nr/Gransk.: 21892

Sektion/borrhål: N10-04

Djup: 3,7 m

Ödometer nr: 2

Densitet: 1,19 t/m<sup>3</sup>

Vattenkvot: 246 %

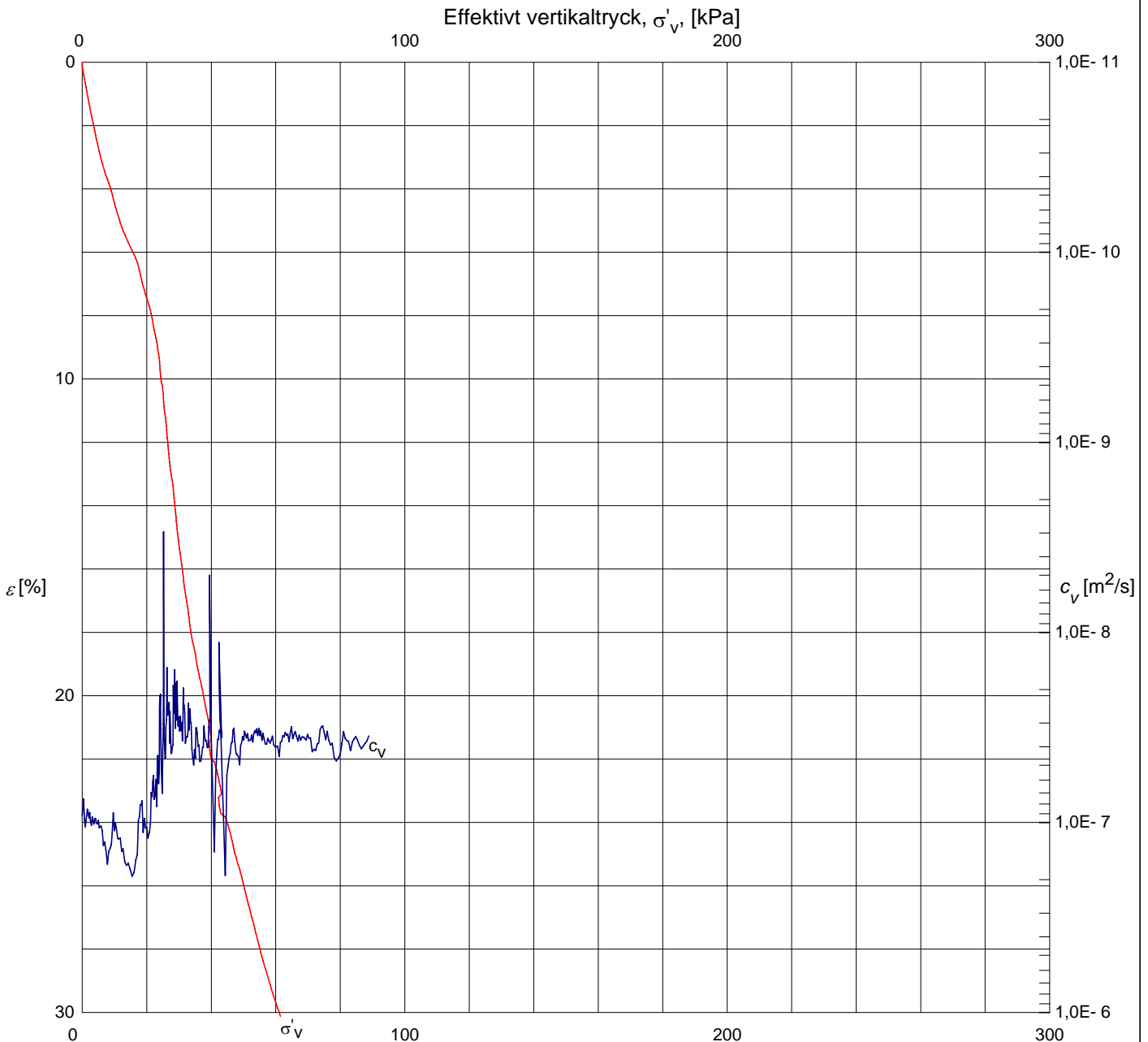
Provningstemp.: 20 °C

Provdiameter: 50 mm

Benämning: Kalkgyttja

Provhöjd: 20 mm

Def.hastighet: 0,75 %/h



Försöket är utfört och utvärderat enligt Svensk Standard SS 027126. Vid utvärdering av  $c_v$  och  $k$  har korrektion utförts så att värdena motsvarar en temperatur av 7 °C. Utrustningens egendeformation är beaktad. För utvärdering se bilagda diagram sid 2 - 4.

$\sigma'_c$ , kPa	$M_L$ , kPa	$\sigma'_L$ , kPa	$M'$	$c_{v, min}$ , m <sup>2</sup> /s	$k_i$ , m/s	$\beta_k$
20	109	25	6,1	3,0E-8	5,4E-9	2,2

Anm.

Skalan i diagrammet avviker från den av SGF:s Laboratoriekommitté satta rekommendation.



*Utvärdering av förkonsolideringstryck och linjär modul*

Projekt: **Rv 50, Mjölby - Motala**

Uppdragsnummer:

Uppdragsgivare:

Datum/Sign: 2010-08-18

7178171

NCC Construction Sverige AB, Solna

Löp-nr/Gransk.: 21892

Sektion/borrhål: N10-04

Djup: 3,7 m

Ödometer nr: 2

Densitet: 1,19 t/m<sup>3</sup>

Vattenkvot: 246 %

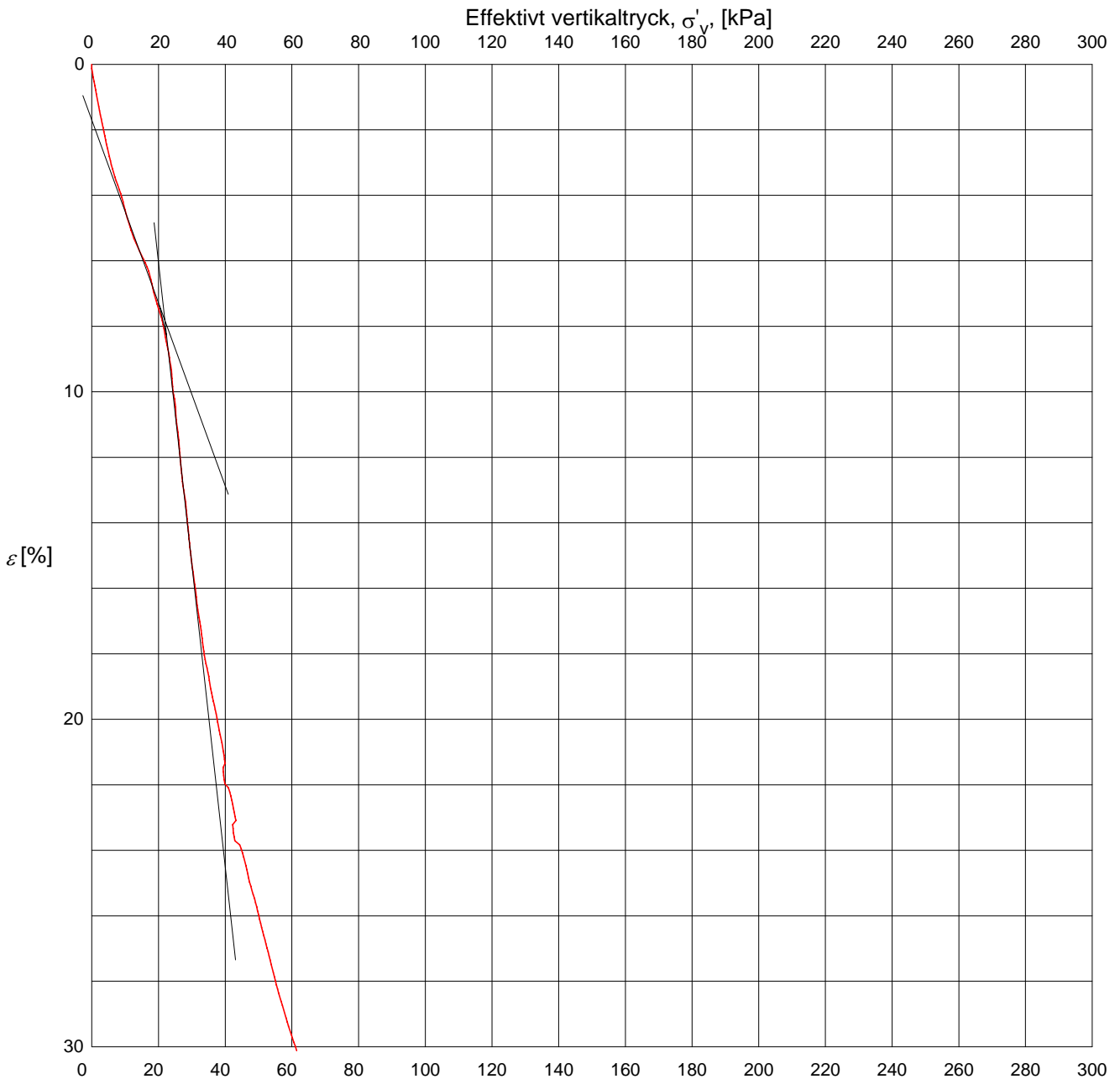
Provningstemp.: 20 °C

Provdiameter: 50 mm

Benämning: Kalkgyttja

Provhöjd: 20 mm

Def.hastighet: 0,75 %/h



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

$\sigma'_c$ , kPa	$M_L$ , kPa	$\sigma'_L$ , kPa
20	109	25

Anm.



*Redovisning av ödometerförsök, CRS-försök*

Projekt: **Rv 50, Mjölby - Motala**

Uppdragsnummer:

Uppdragsgivare:

Datum/Sign: 2010-08-23

7178171

NCC Construction Sverige AB, Solna

Löp-nr/Gransk.: 21892

Sektion/borrhål: N10-04

Djup: 4,8 m

Ödometer nr: 2

Densitet: 1,82 t/m<sup>3</sup>

Vattenkvot: 43 %

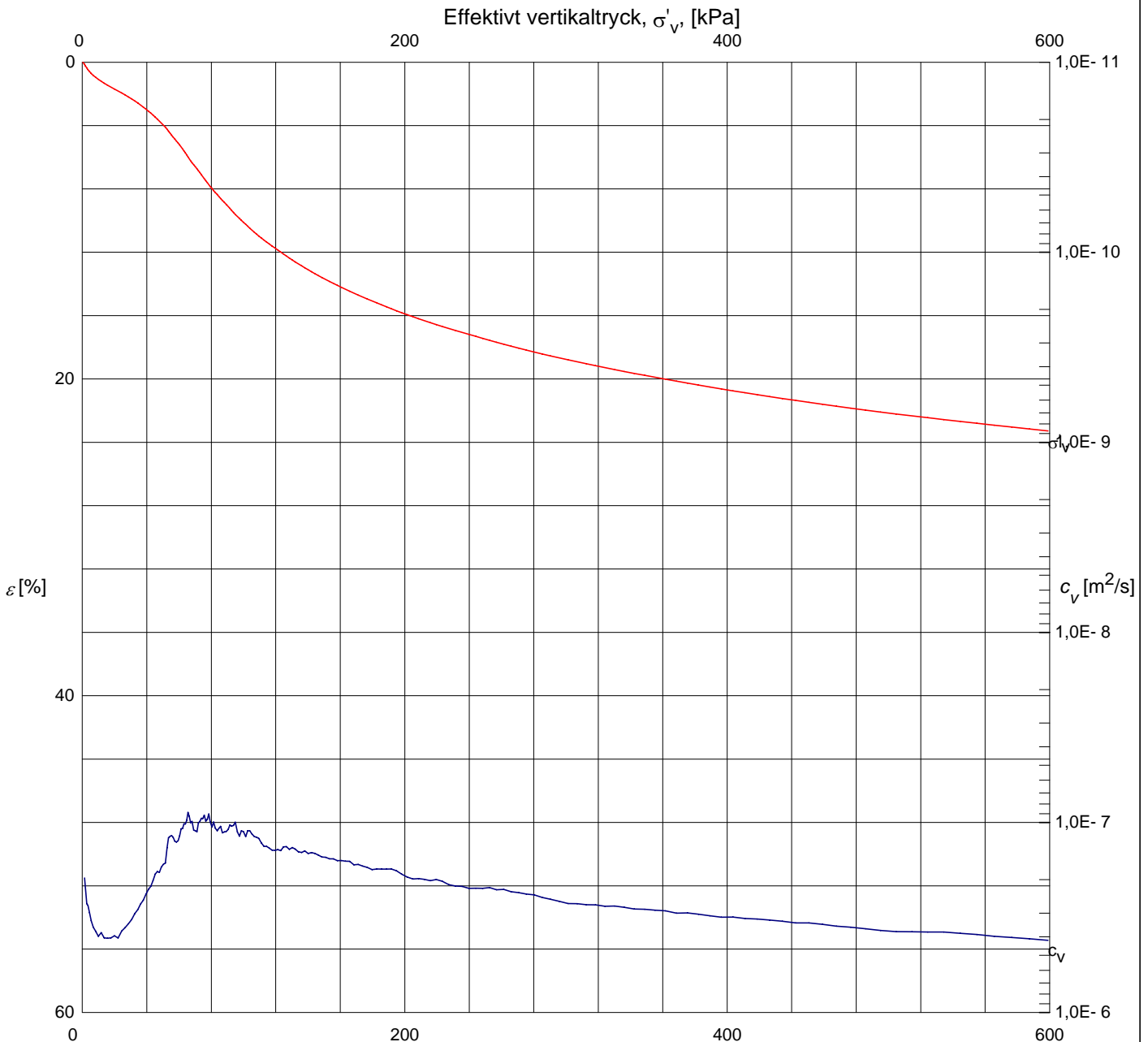
Provningstemp.: 20 °C

Provdiameter: 50 mm

Benämning: Varvig lera med tunna siltskikt

Provhöjd: 20 mm

Def.hastighet: 0,73 %/h



Försöket är utfört och utvärderat enligt Svensk Standard SS 027126. Vid utvärdering av  $c_v$  och  $k$  har korrektion utförts så att värdena motsvarar en temperatur av 7 °C. Utrustningens egendeformation är beaktad. För utvärdering se bilagda diagram sid 2 - 4.

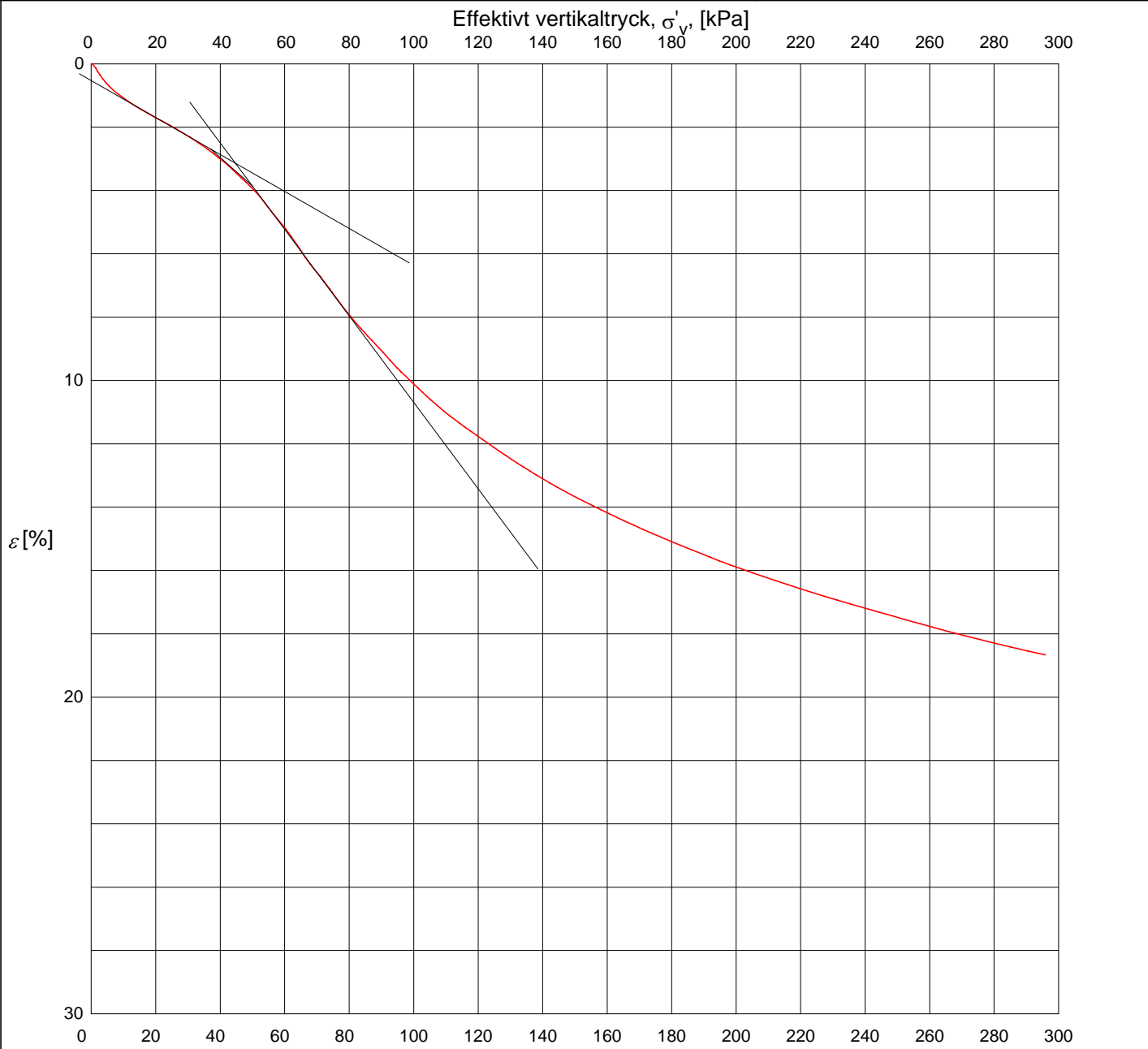
$\sigma'_c$ , kPa	$M_L$ , kPa	$\sigma'_L$ , kPa	$M'$	$c_{v, min}$ , m <sup>2</sup> /s	$k_i$ , m/s	$\beta_k$
37	732	75	17,0	9,5E-8	2,2E-9	3,0

Anm.



*Utvärdering av förkonsolideringstryck och linjär modul*

<b>Projekt: Rv 50, Mjölby - Motala</b>		
<i>Uppdragsnummer:</i> 7178171	<i>Uppdragsgivare:</i> NCC Construction Sverige AB, Solna	<i>Datum/Sign:</i> 2010-08-23 <i>Löp-nr/Gransk.:</i> 21892
<i>Sektion/borrhål:</i> N10-04 <i>Densitet:</i> 1,82 t/m <sup>3</sup> <i>Benämning:</i> Varvig lera med tunna siltskikt	<i>Djup:</i> 4,8 m <i>Provningstemp.:</i> 20 °C	<i>Ödometer nr:</i> 2 <i>Provdiameter:</i> 50 mm <i>Provhöjd:</i> 20 mm <i>Def.hastighet:</i> 0,73 %/h



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

$\sigma'_c$ , kPa	$M_L$ , kPa	$\sigma'_L$ , kPa
37	732	75

Anm.



Redovisning enligt SGF:s Laboratoriekommittés rekommendationer.



Redovisning av ödometerförsök, CRS-försök

Projekt: Rv 50, Mjölby - Motala

Uppdragsnummer:

Uppdragsgivare:

Datum/Sign: 2010-08-18

7178171

NCC Construction Sverige AB, Soln

Löp-nr/Gransk.: 21892

Sektion/borrhål: N10-04

Djup: 7,0 m

Ödometer nr: 5

Densitet: 1,66 t/m<sup>3</sup>

Vattenkvot: 60 %

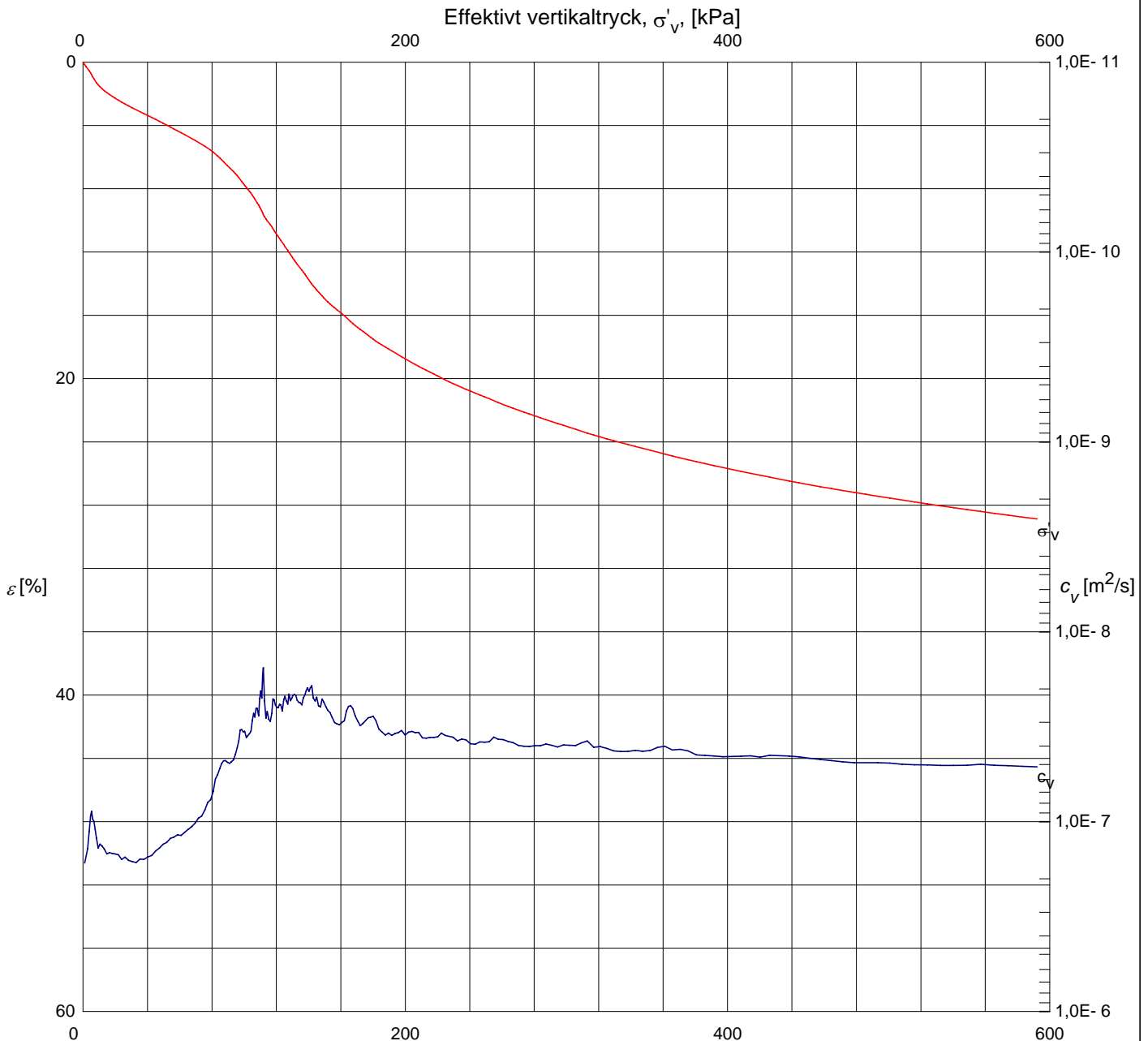
Provningstemp.: 20 °C

Provdiameter: 50 mm

Benämning: Varvig lera

Provhöjd: 20 mm

Def.hastighet: 0,72 %/h



Försöket är utfört och utvärderat enligt Svensk Standard SS 027126. Vid utvärdering av  $c_v$  och  $k$  har korrektion utförts så att värdena motsvarar en temperatur av 7 °C. Utrustningens egendeformation är beaktad. För utvärdering se bilagda diagram sid 2 - 4.

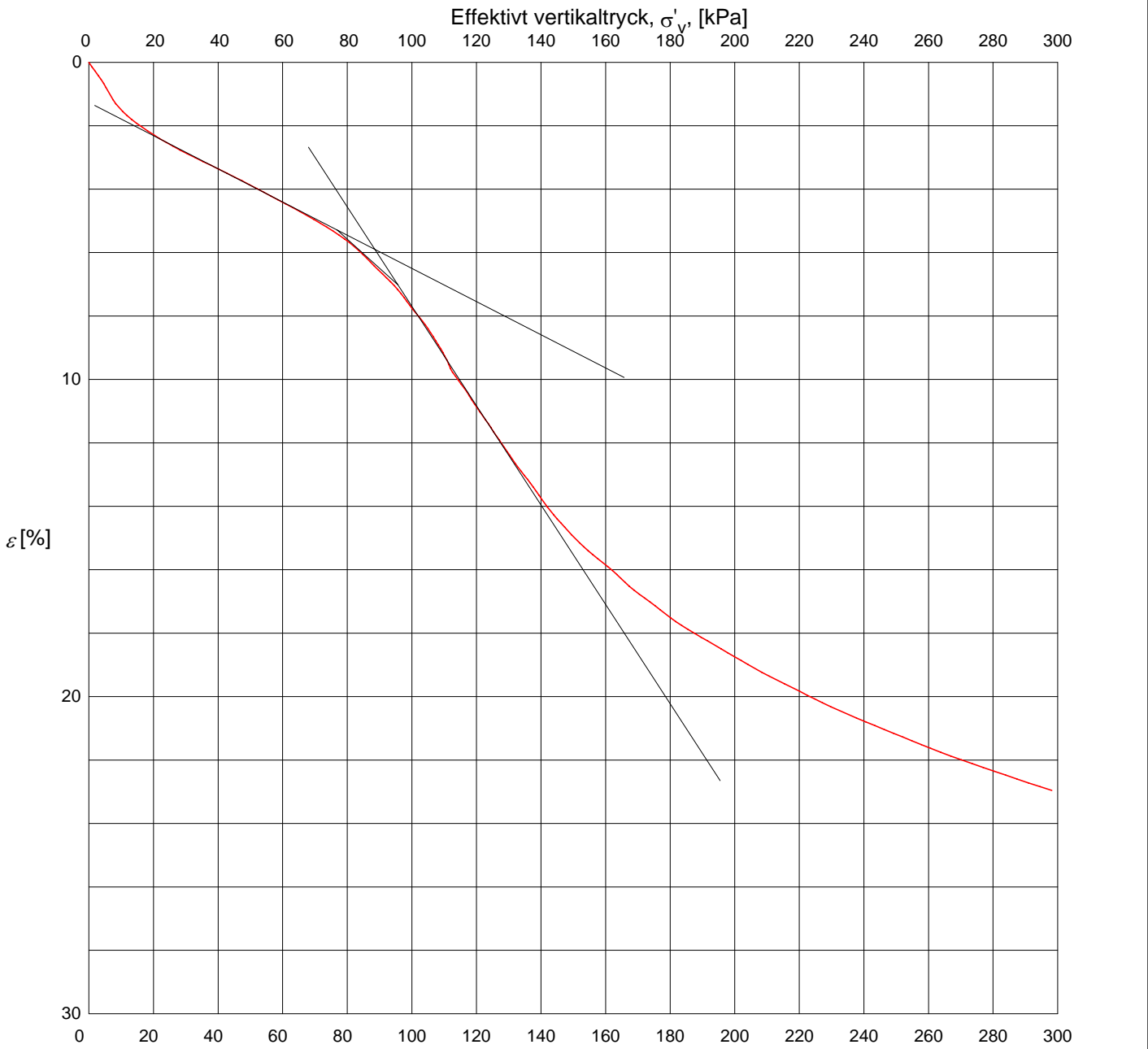
$\sigma'_c$ , kPa	$M_L$ , kPa	$\sigma'_L$ , kPa	$M'$	$c_{v, min}$ , m <sup>2</sup> /s	$k_i$ , m/s	$\beta_k$
77	638	116	14,8	2,2E-8	1,6E-9	4,8

Anm.



*Utvärdering av förkonsolideringstryck och linjär modul*

<b>Projekt: Rv 50, Mjölby - Motala</b>		
<b>Uppdragsnummer:</b> 7178171	<b>Uppdragsgivare:</b> NCC Construction Sverige AB, Soln	<b>Datum/Sign:</b> 2010-08-18 <b>Löp-nr/Gransk.:</b> 21892
<b>Sektion/borrhål:</b> N10-04 <b>Densitet:</b> 1,66 t/m <sup>3</sup> <b>Benämning:</b> Varvig lera	<b>Djup:</b> 7,0 m <b>Provnings-temp.:</b> 20 °C <b>Vattenkvot:</b> 60 %	<b>Ödometer nr:</b> 5 <b>Provdiameter:</b> 50 mm <b>Provhöjd:</b> 20 mm <b>Def.hastighet:</b> 0,72 %/h



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

$\sigma'_c$ , kPa	$M_L$ , kPa	$\sigma'_L$ , kPa
77	638	116

Anm.



Redovisning enligt SGF:s Laboratoriekommittés rekommendationer.

*Redovisning av ödometerförsök, CRS-försök*

Projekt: **Rv 50, Motala - Mjölby**

Uppdragsnummer:

Uppdragsgivare:

Datum/Sign: 2010-08-16

7178171

NCC Construction Sverige AB, Solna

Löp-nr/Gransk.: 21892

Sektion/borrhål: N10-12

Djup: 3,2 m

Ödometer nr: 3

Densitet: 1,13 t/m<sup>3</sup>

Vattenkvot: 331 %

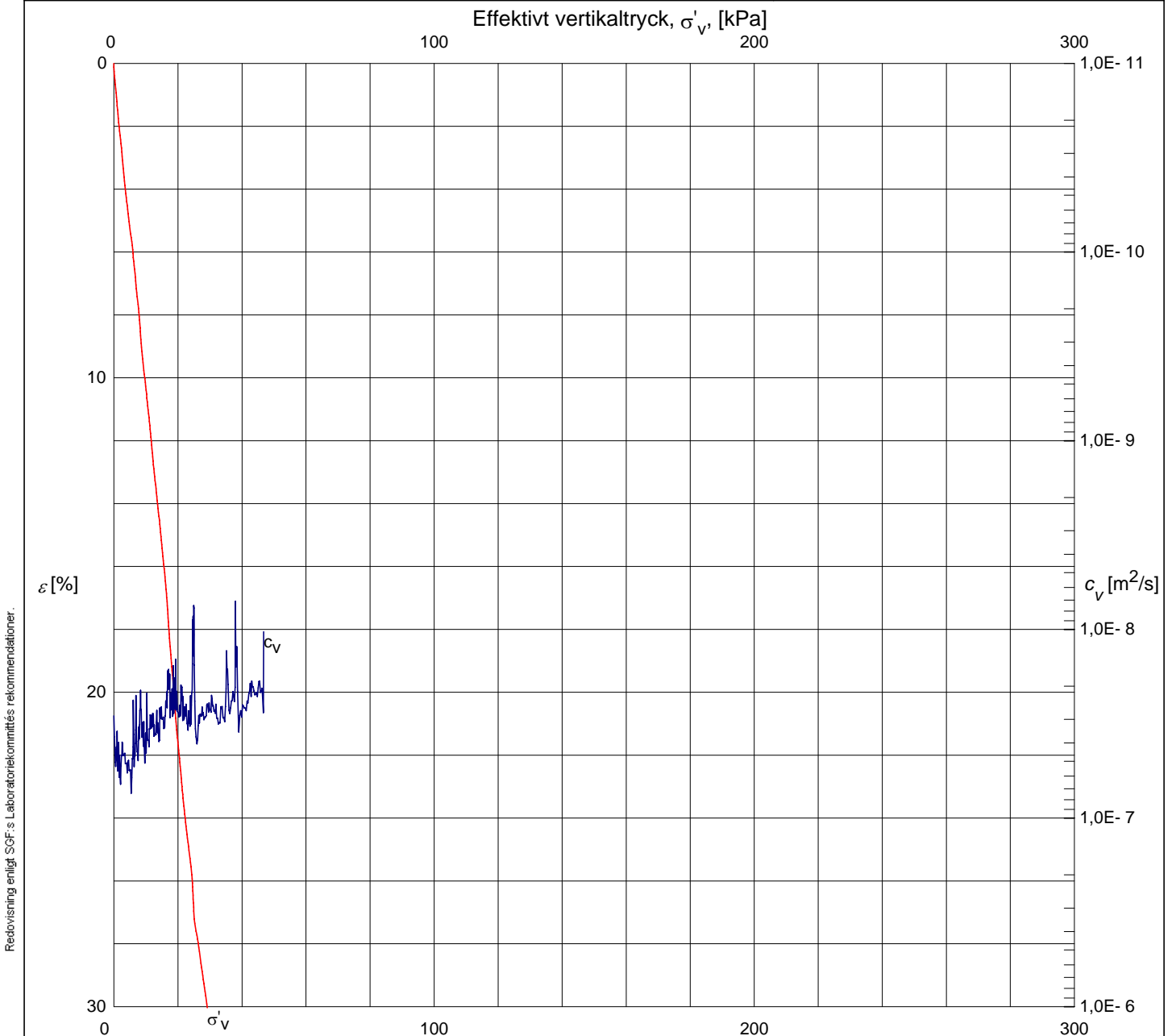
Provningstemp.: 20 °C

Provdiameter: 50 mm

Benämning: Bleke med växtdelar

Provhöjd: 20 mm

Def.hastighet: 0,76 %/h



Redovisning enligt SGF:s Laboratoriekommittés rekommendationer.

Försöket är utfört och utvärderat enligt Svensk Standard SS 027126. Vid utvärdering av  $c_v$  och  $k$  har korrektion utförts så att värdena motsvarar en temperatur av 7 °C. Utrustningens egendeformation är beaktad. För utvärdering se bilagda diagram sid 2 - 4.

$\sigma'_c$ , kPa	$M_L$ , kPa	$\sigma'_L$ , kPa	$M'$	$c_{v, min}$ , m <sup>2</sup> /s	$k_i$ , m/s	$\beta_k$
( 11 )	( 69 )	( 15 )	( 6,0 )	( 2,3E-8 )	( 5,3E-9 )	( 1,8 )

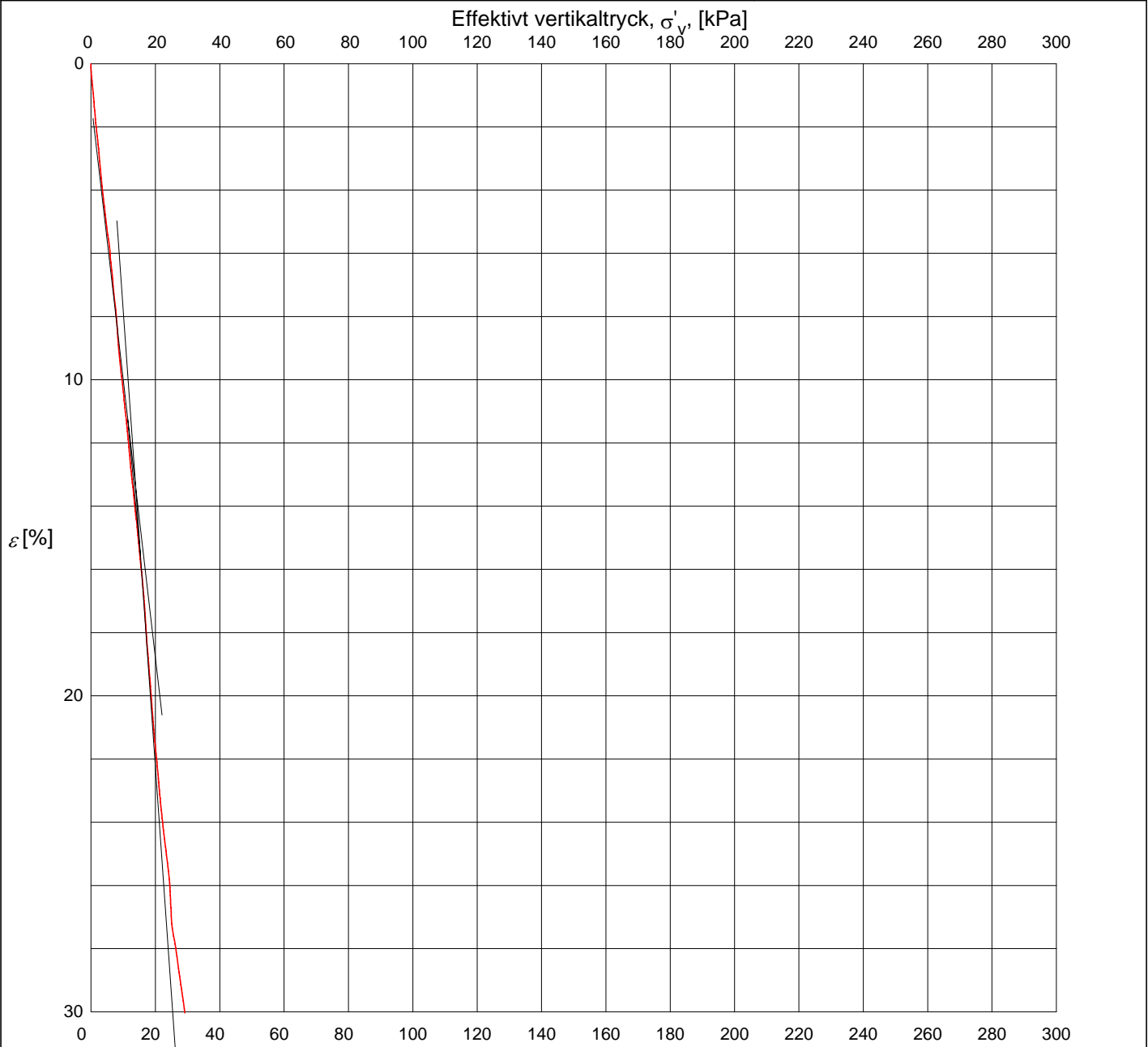
Anm.

Skalan i diagrammet avviker från den av SGF:s Laboratoriekommitté satta rekommendation.



*Utvärdering av förkonsolideringstryck och linjär modul*

<b>Projekt: Rv 50, Motala - Mjölby</b>		
<b>Uppdragsnummer:</b> 7178171	<b>Uppdragsgivare:</b> NCC Construction Sverige AB, Solna	<b>Datum/Sign:</b> 2010-08-16 <b>Löp-nr/Gransk.:</b> 21892
<b>Sektion/borrhål:</b> N10-12 <b>Densitet:</b> 1,13 t/m <sup>3</sup> <b>Benämning:</b> Bleke med växtdelar	<b>Djup:</b> 3,2 m <b>Provningstemp.:</b> 20 °C <b>Vattenkvot:</b> 331 %	<b>Ödometer nr:</b> 3 <b>Provdiameter:</b> 50 mm <b>Provhöjd:</b> 20 mm <b>Def.hastighet:</b> 0,76 %/h



Redovisning enligt SGF:s Laboratoriekommittés rekommendationer.

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

$\sigma'_c$ , kPa	$M_L$ , kPa	$\sigma'_L$ , kPa
( 11 )	( 69 )	(15)

Anm.



*Redovisning av ödometerförsök, CRS-försök*

Projekt: **Rv 50, Mjölby - Motala**

Uppdragsnummer:  
7178171

Uppdragsgivare:  
NCC Construction Sverige AB, Solna

Datum/Sign: 2010-08-16  
Löp-nr/Gransk.:

Sektion/borrhål: N10-12

Djup: 4,5 m

Ödometer nr: 2

Densitet: 1,08 t/m<sup>3</sup>

Vattenkvot: 769 %

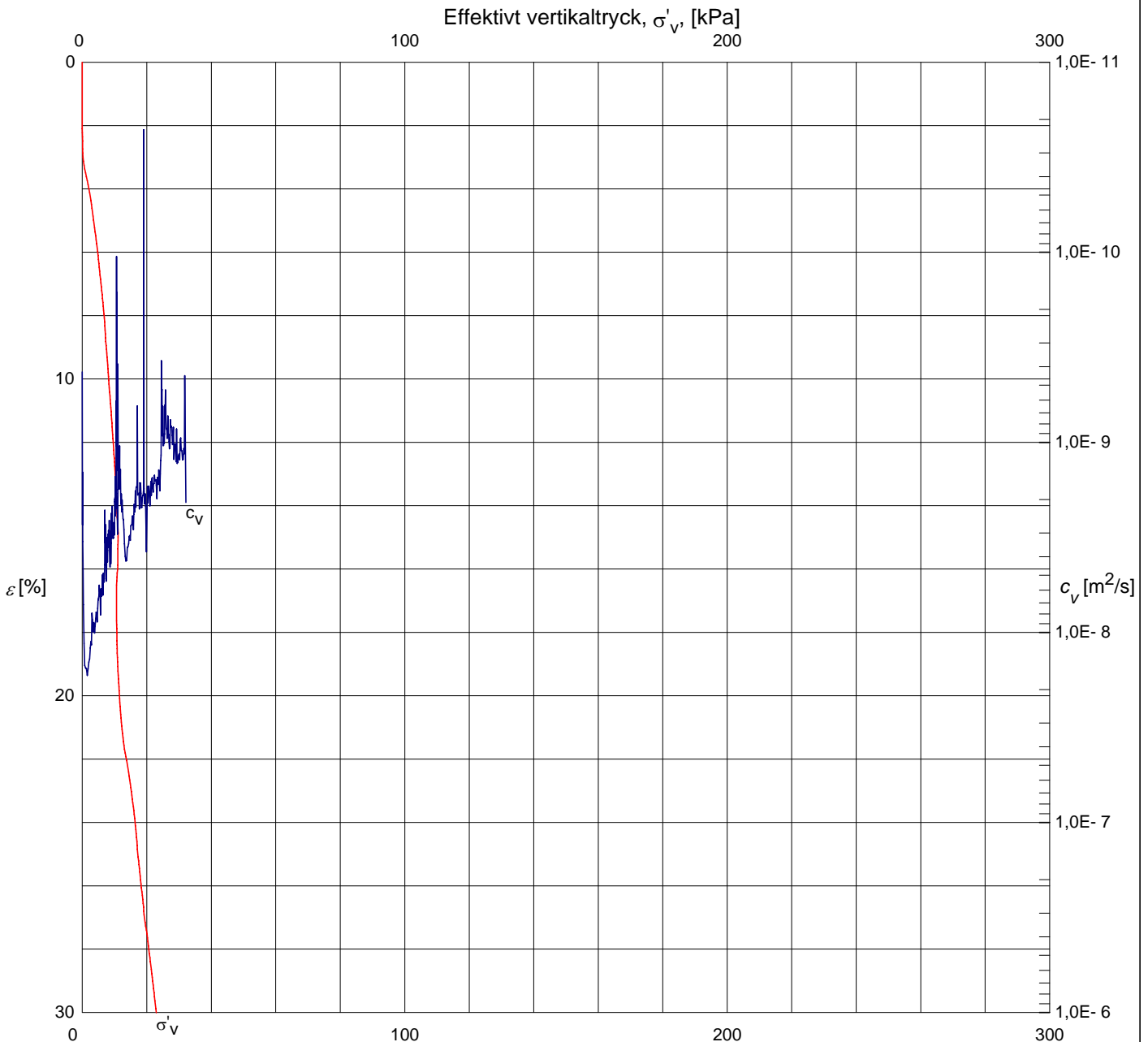
Provningstemp.: 20 °C

Provdiameter: 50 mm

Benämning: Gyttja

Provhöjd: 20 mm

Def.hastighet: 0,74 %/h



Försöket är utfört och utvärderat enligt Svensk Standard SS 027126. Vid utvärdering av  $c_v$  och  $k$  har korrektion utförts så att värdena motsvarar en temperatur av 7 °C. Utrustningens egendeformation är beaktad. För utvärdering se bilagda diagram sid 2 - 4.

$\sigma'_c$ , kPa	$M_L$ , kPa	$\sigma'_L$ , kPa	$M'$	$c_{v, min}$ , m <sup>2</sup> /s	$k_i$ , m/s	$\beta_k$
					1,1E-9	3,1

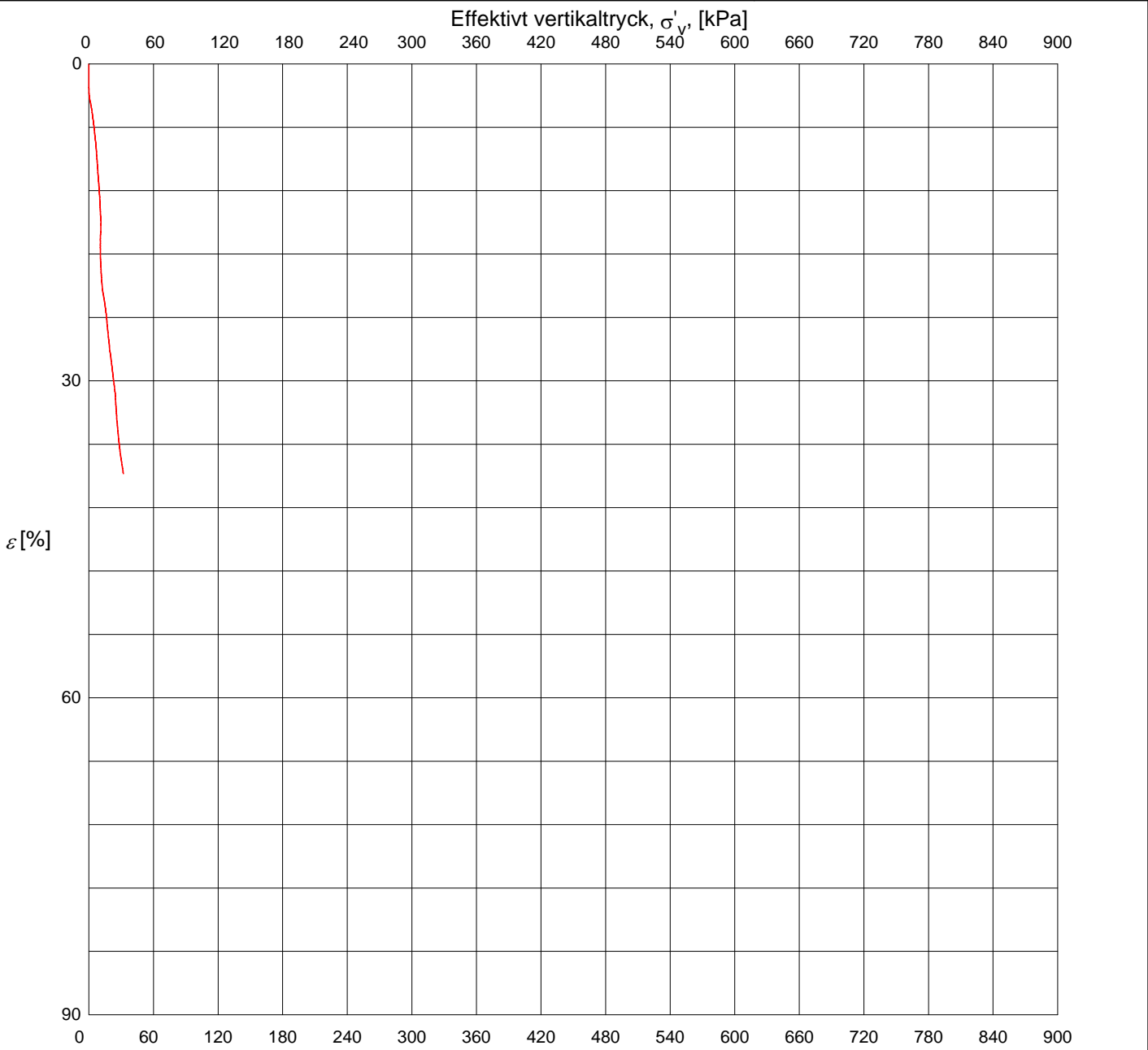
Anm.

Skalan i diagrammet avviker från den av SGF:s Laboratoriekommitté satta rekommendation.



*Utvärdering av förkonsolideringstryck och linjär modul*

<b>Projekt: Rv 50, Mjölby - Motala</b>		
<b>Uppdragsnummer:</b> 7178171	<b>Uppdragsgivare:</b> NCC Construction Sverige AB, Solna	<b>Datum/Sign:</b> 2010-08-16 <b>Löp-nr/Gransk.:</b>
<b>Sektion/borrhål:</b> N10-12 <b>Densitet:</b> 1,08 t/m <sup>3</sup> <b>Benämning:</b> Gyttja	<b>Djup:</b> 4,5 m <b>Provningstemp.:</b> 20 °C <b>Vattenkvot:</b> 769 %	<b>Ödometer nr:</b> 2 <b>Provdiameter:</b> 50 mm <b>Provhöjd:</b> 20 mm <b>Def.hastighet:</b> 0,74 %/h



Redovisning enligt SGF:s Laboratoriekommittés rekommendationer.

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

$\sigma'_c$ , kPa	$M_L$ , kPa	$\sigma'_L$ , kPa

Anm.

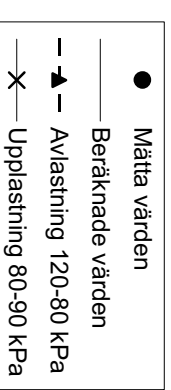
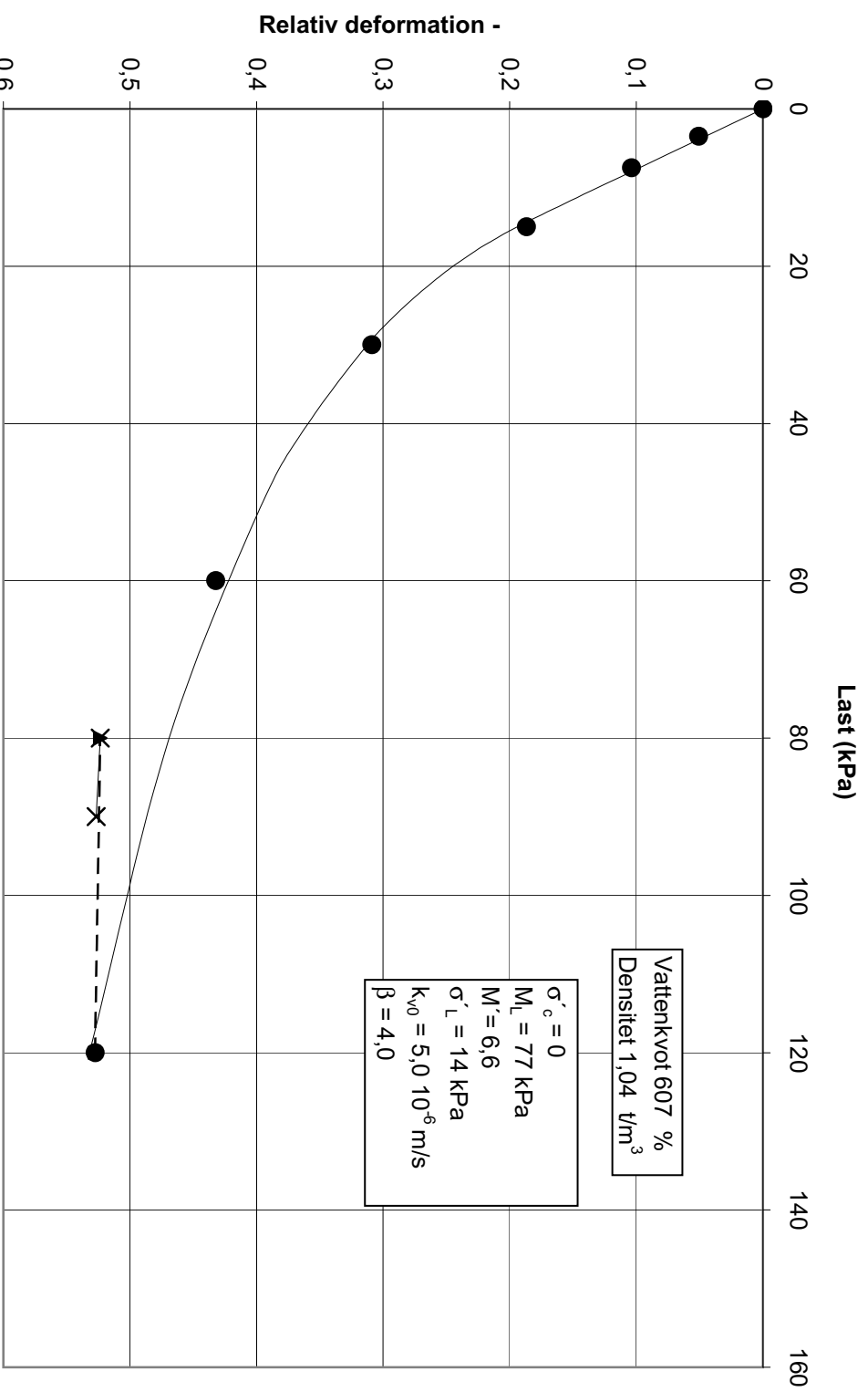




NCC Construction Sverige AB  
Region Infra Sverige

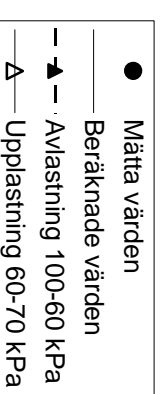
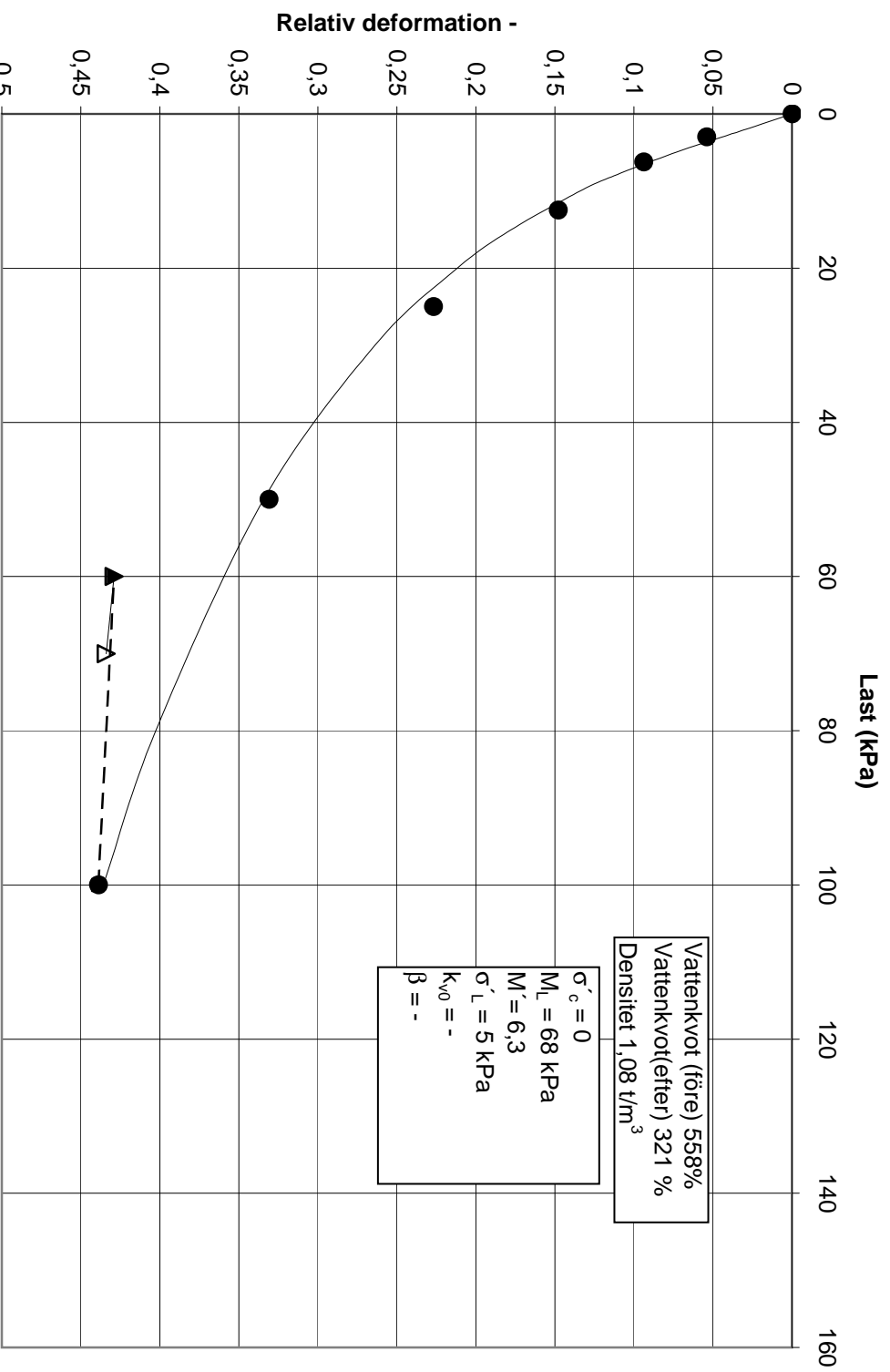
## **Bilaga 4 Kompressionsförsök**

### Kompressometerförsök $\phi$ 100 mm Borrhål 02 - 1,5-1,7 Lågförmultnad torv

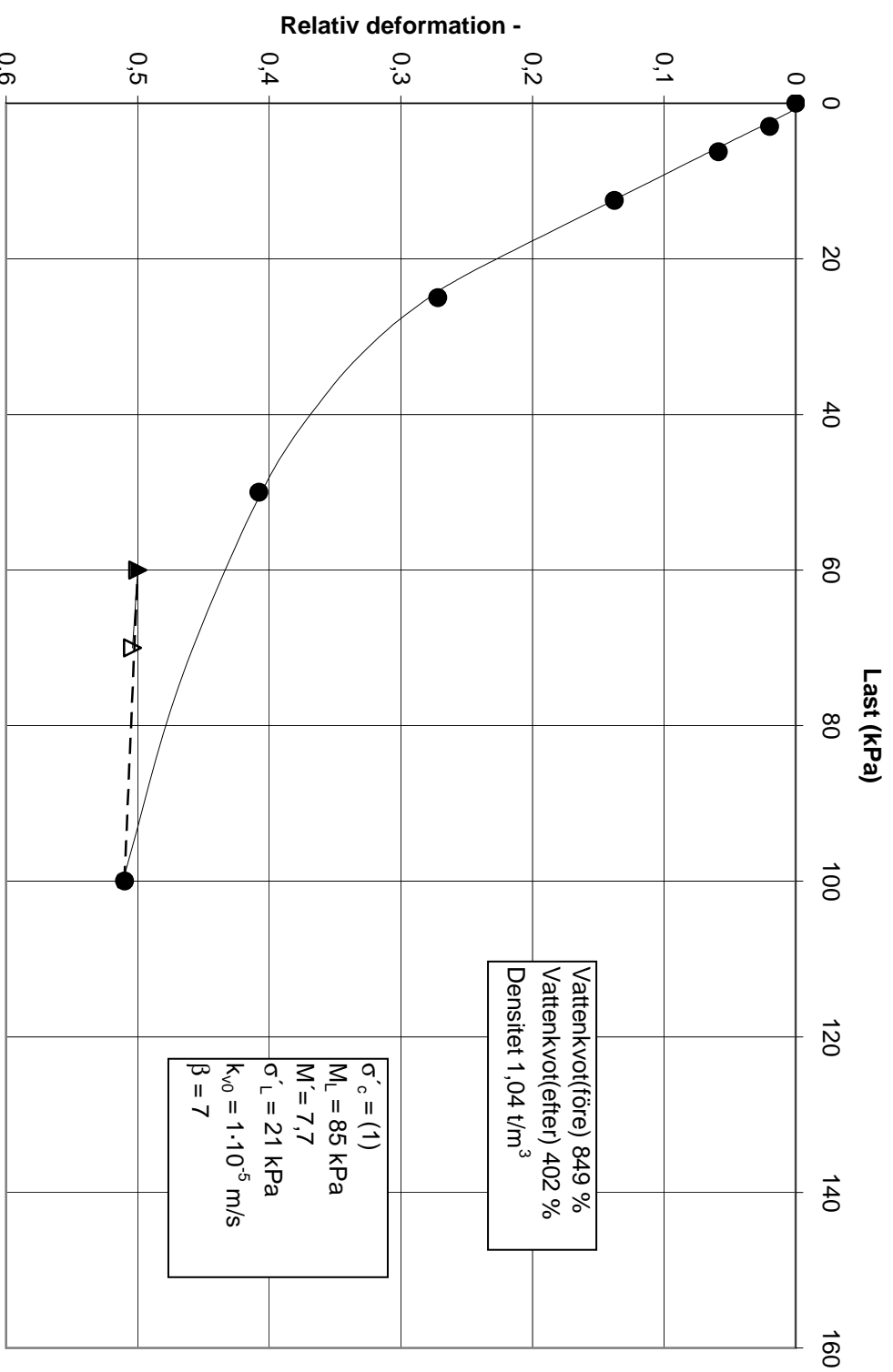




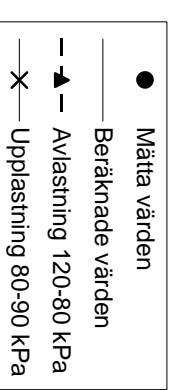
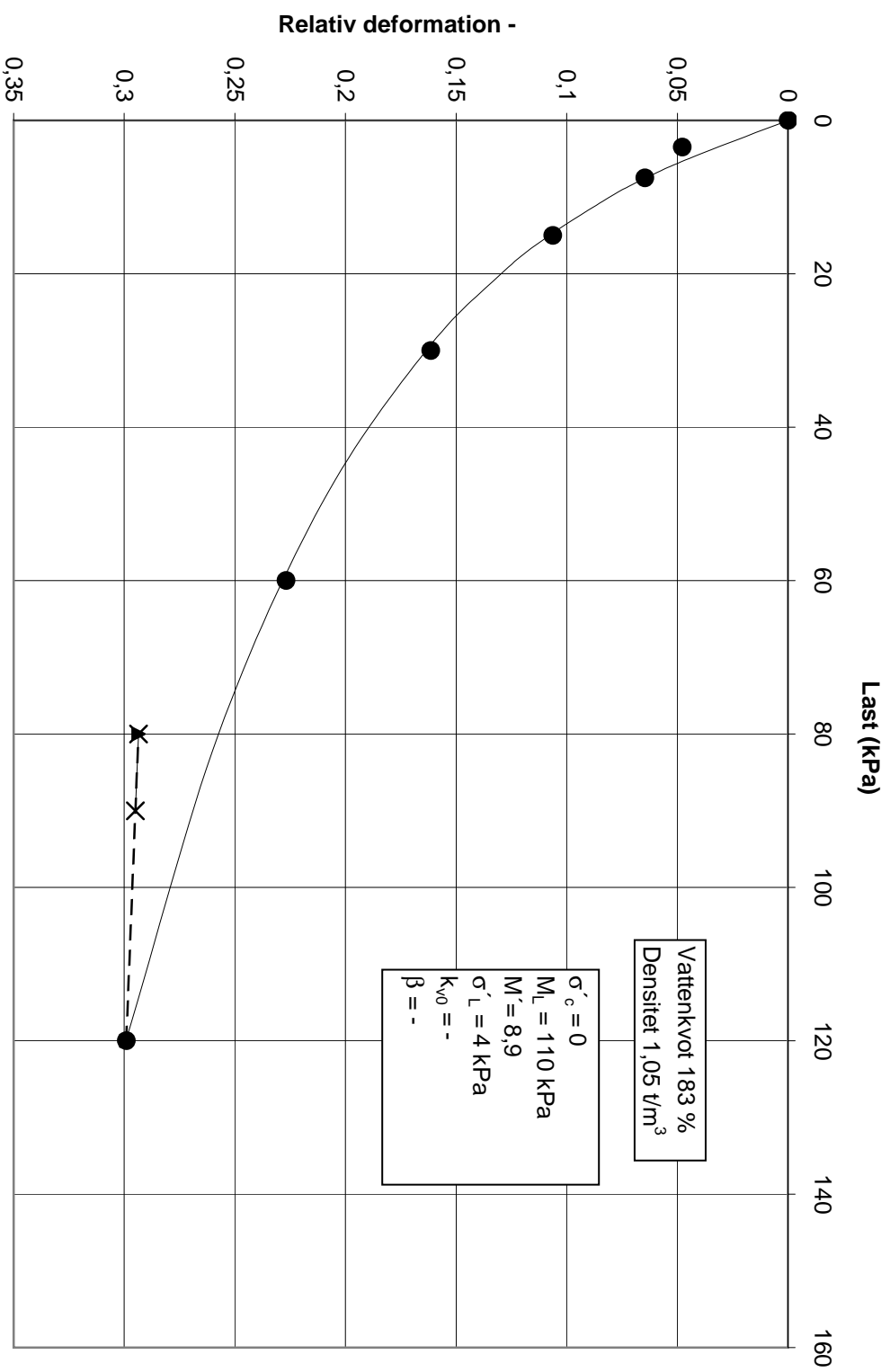
### Kompressometerförsök $\phi$ 100 mm Borrhål 02-1,7-1,9 Mellantorv



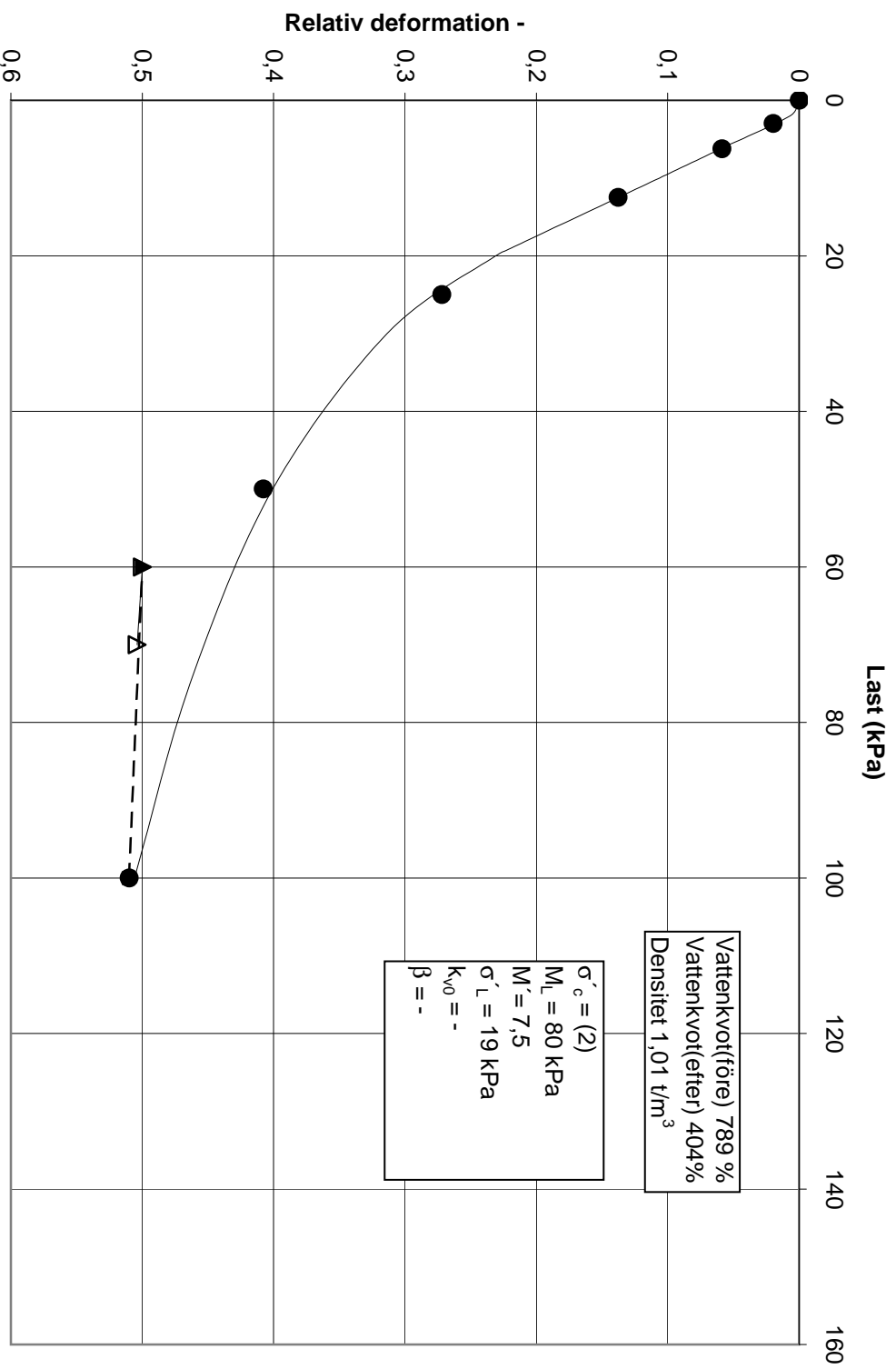
### Kompressometerförsök $\phi$ 100 mm Borrhål 02- 2,6-2,8 Lågförmultnad torv



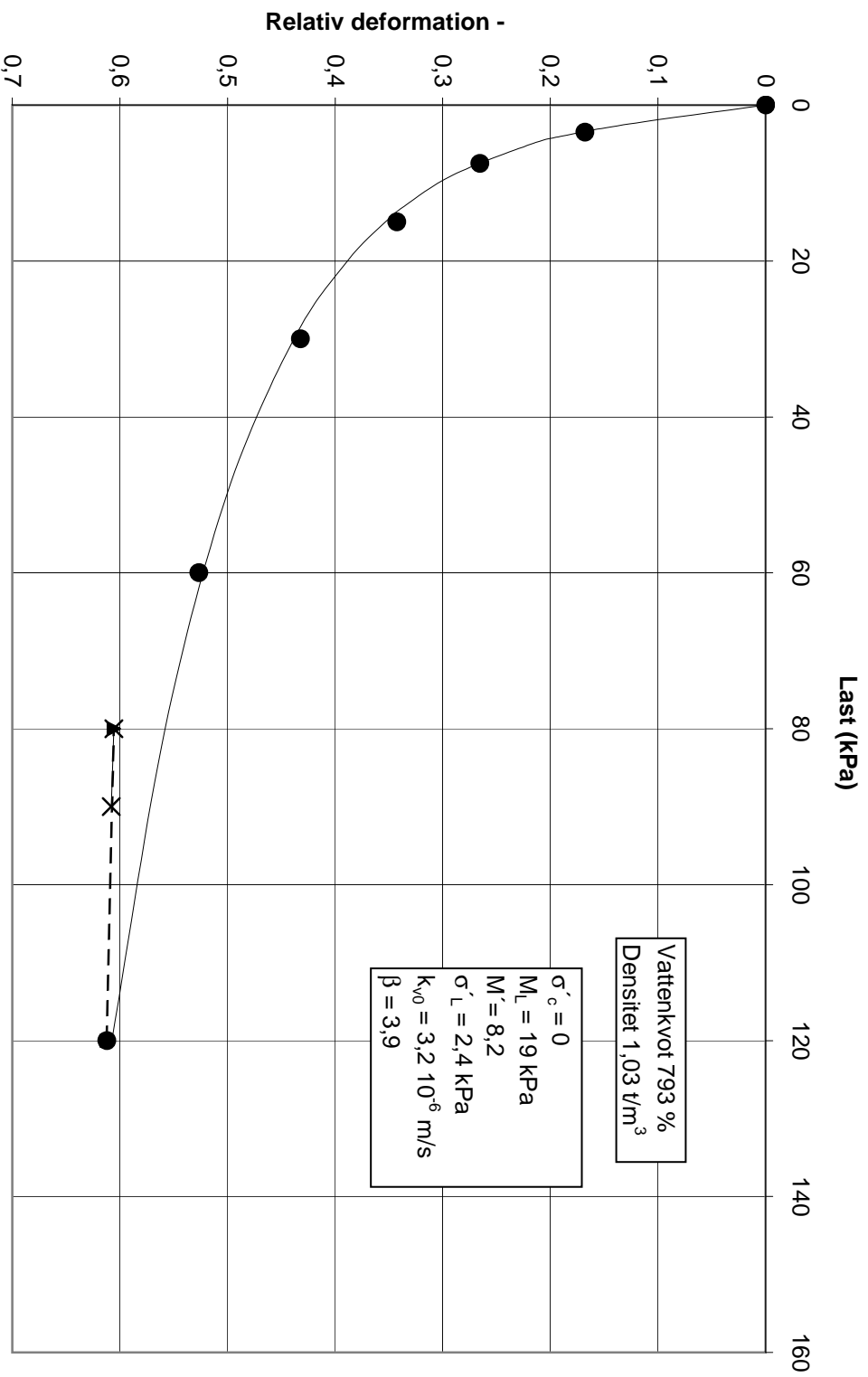
Kompressometerförsök  $\phi$  100 mm  
 Borrhål 04 - 0,4-0,6 Högförmultnad torv



### Kompressometerförsök $\phi$ 100 mm Borrhål 04 - 1,6-1,8 Högförmultnad torv



Kompressometerförsök  $\phi$  100 mm  
 Borrhål 04 - 2,4-2,6 Mellantorv



Vattenkvot 793 %  
 Densitet 1,03 t/m<sup>3</sup>

$\sigma'_c = 0$   
 $M_L = 19$  kPa  
 $M'_L = 8,2$   
 $\sigma'_L = 2,4$  kPa  
 $k_{v0} = 3,2 \cdot 10^{-6}$  m/s  
 $\beta = 3,9$

● Mätta värden  
 — Beräknade värden  
 -▲- Avlastning 120-80 kPa  
 -x- Upplastning 80-90 kPa



NCC Construction Sverige AB  
Region Infra Sverige

# Rapport



NCC Construction Sverige AB  
Region Infra Sverige

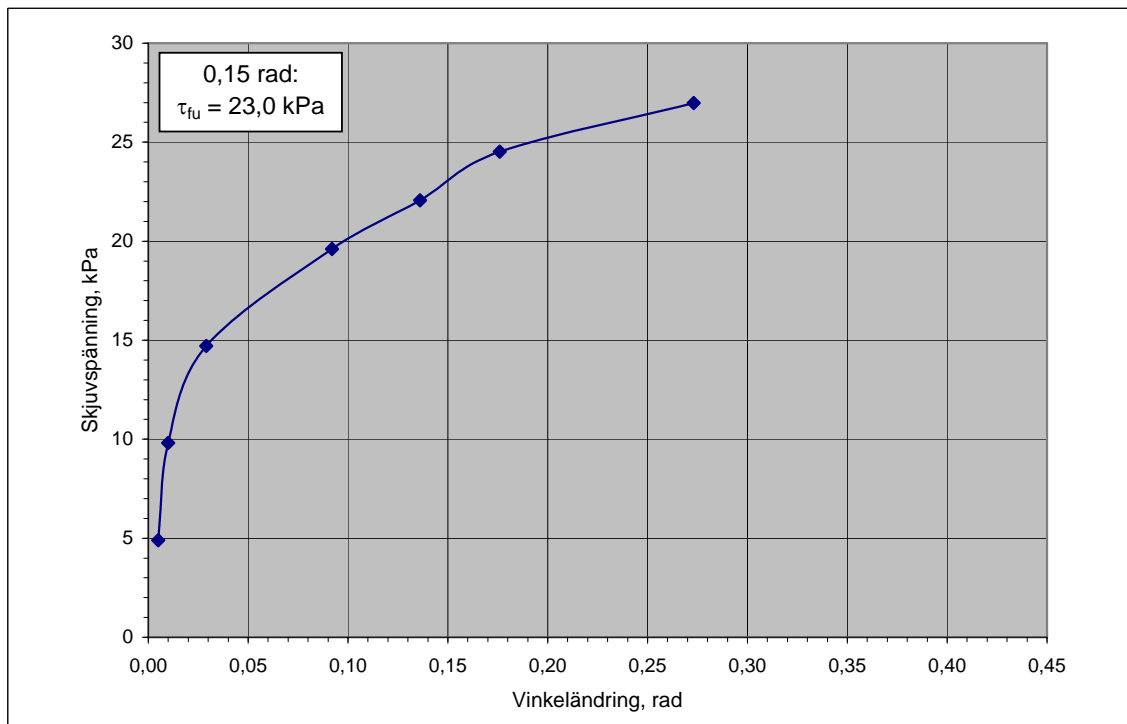
## **Bilaga 5:1 Skjuvförsök - lera**

*Skjuvförsök*

<b>Projekt Rv 50, Mjölby-Motala</b>		
<i>Uppdragsnummer</i>	<i>Uppdragsgivare</i>	<i>Gransk./Tabell</i>
7178171	NCC Construction Sverige AB, Solna	<i>Löp-nr</i> 21892
<i>Provtagningsdatum</i>	<i>Provtagningsredskap / Analysmetod</i>	<i>Datum/Sign</i> 2010-08-31
2010-05-26	Kv St I ø 50 mm	<i>Undersökningsdatum</i>
		2010-08-25 - 2010-08-26

Borrhålsnummer / sektion: N10-02  
 Provtagningsdjup / gällar mellan [m]: 3,6  
 Typ av skjuvförsök: Odränerat  
 Geoteknisk benämning: Grå kalkgyttja

Punkt	Normalspänn.( $\sigma_a$ ) kPa	Brottgräns ( $\tau_{fu}$ ), kPa	Vattenkvot, %	Skrymdensitet, t/m <sup>3</sup>
1	100	23,0	157	1,32



Kommentar: Direkt skjuvförsök enl SS 027127 har utförts med skjuvapparat typ SGI. Provet har fått konsolidera för 100 kPa. Skjuvförsöket har utförts odränerat och med låst provhöjd (9,25 mm).



P:\2172\Uppdrag 2010\21892\Skjuvförsök N10-02 3,6m 100kPa 100830.xls

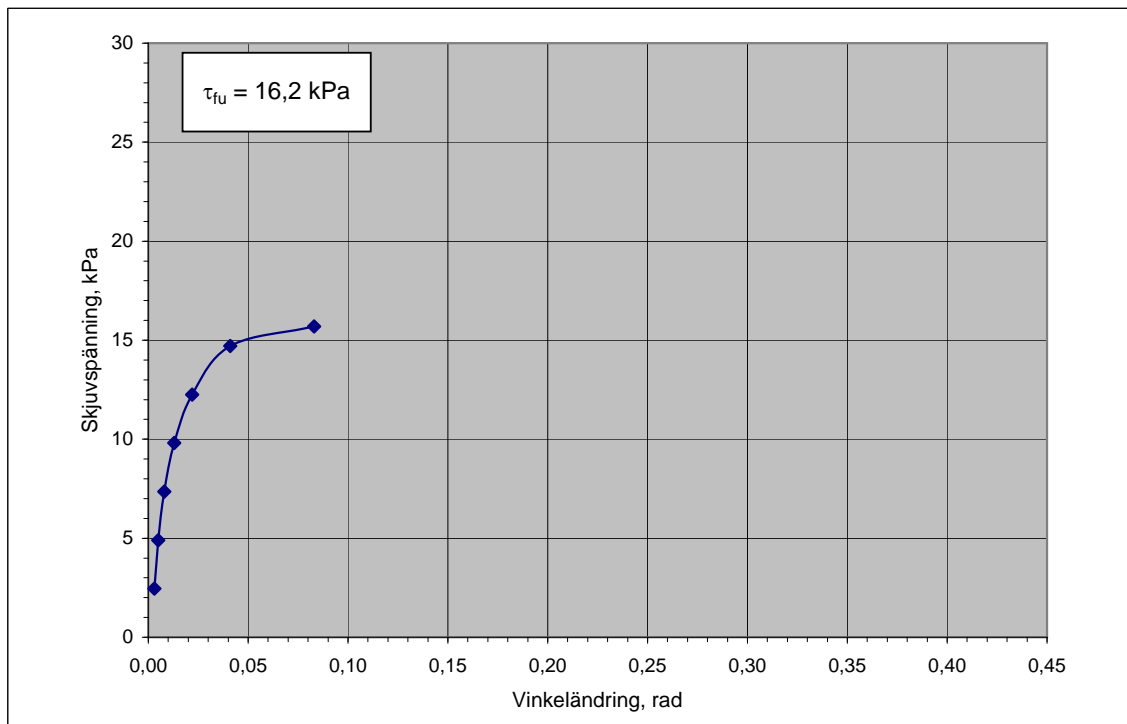


Skjuvförsök

<b>Projekt Rv 50, Mjölby-Motala</b>		
<b>Uppdragsnummer</b>	<b>Uppdragsgivare</b>	<b>Gransk./Tabell</b>
7178171	NCC Construction Sverige AB, Solna	Löp-nr 21892
<b>Provtagningsdatum</b>	<b>Provtagningsredskap / Analysmetod</b>	<b>Datum/Sign</b>
2010-05-26	Kv St I ø 50 mm	2010-08-30
		<b>Undersökningsdatum</b>
		2010-08-29 - 2010-08-30

Borrhålsnummer / sektion: N10-02  
 Provtagningsdjup / gällar mellan [m]: 7,0  
 Typ av skjuvförsök: Odränerat  
 Geoteknisk benämning: Brunrå varvig lera, skredtecken

Punkt	Normalspänn.( $\sigma_a$ ) kPa	Brottgräns ( $\tau_{fu}$ ), kPa	Vattenkvot, %	Skrymdensitet, t/m <sup>3</sup>
1	65	16,2	70	1,61



Kommentar: Direkt skjuvförsök enl SS 027127 har utförts med skjuvapparat typ SGI. Provet har fått konsolidera för 65 kPa. Skjuvförsöket har utförts odränerat och med låst provhöjd (13,86 mm).

Vinkeländringen har uppnått värdet 0,15 radianer för det laststeg som har lett till brott, varför kurvan har extrapolerats vid bestämning av hållfastheten. Den extrapolerade kurvan är dock osäker. Om skillnaden mellan den största och näst största påförda skjuvspänningen är  $\Delta\tau$  (1,0 kPa), bör den bestämda hållfastheten maximalt vara  $\Delta\tau/2$  över det sista laststegets skjuvspänning (15,7 kPa).



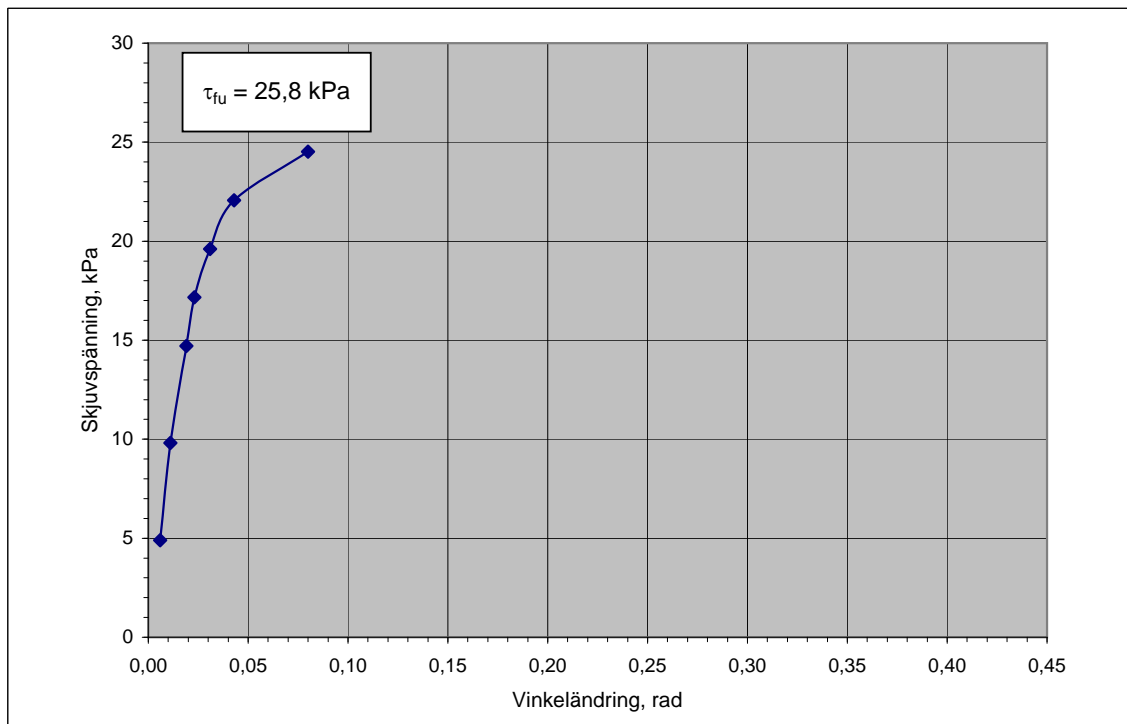
P:\2172\Uppdrag 2010\21892\Skjuvförsök N10-02 7,0m 65kPa 100830.xls

*Skjuvförsök*

<b>Projekt Rv 50, Mjölby-Motala</b>		
<i>Uppdragsnummer</i>	<i>Uppdragsgivare</i>	<i>Gransk./Tabell</i>
7178171	NCC Construction Sverige AB, Solna	<i>Löp-nr</i> 21892
<i>Provtagningsdatum</i>	<i>Provtagningsredskap / Analysmetod</i>	<i>Datum/Sign</i> 2010-08-30
2010-05-26	Kv St I ø 50 mm	<i>Undersökningsdatum</i>
		2010-08-29 - 2010-08-30

Borrhålsnummer / sektion: N10-02  
 Provtagningsdjup / gällar mellan [m]: 7,0  
 Typ av skjuvförsök: Odränerat  
 Geoteknisk benämning: Brunrå varvig lera, skredtecken

Punkt	Normalspänn.( $\sigma_a$ ) kPa	Brottgräns ( $\tau_{fu}$ ), kPa	Vattenkvot, %	Skrymdensitet, t/m <sup>3</sup>
1	125	25,8	70	1,61



Kommentar: Direkt skjuvförsök enl SS 027127 har utförts med skjuvapparat typ SGI. Provet har fått konsolidera för 125 kPa. Skjuvförsöket har utförts odränerat och med låst provhöjd (11,56 mm).

Vinkeländringen har uppnått värdet 0,15 radianer för det laststeg som har lett till brott, varför kurvan har extrapolerats vid bestämning av hållfastheten. Den extrapolerade kurvan är dock osäker. Om skillnaden mellan den största och näst största påförda skjuvspänningen är  $\Delta\tau$  (2,5 kPa), bör den bestämda hållfastheten maximalt vara  $\Delta\tau/2$  över det sista laststegets skjuvspänning (24,5 kPa).



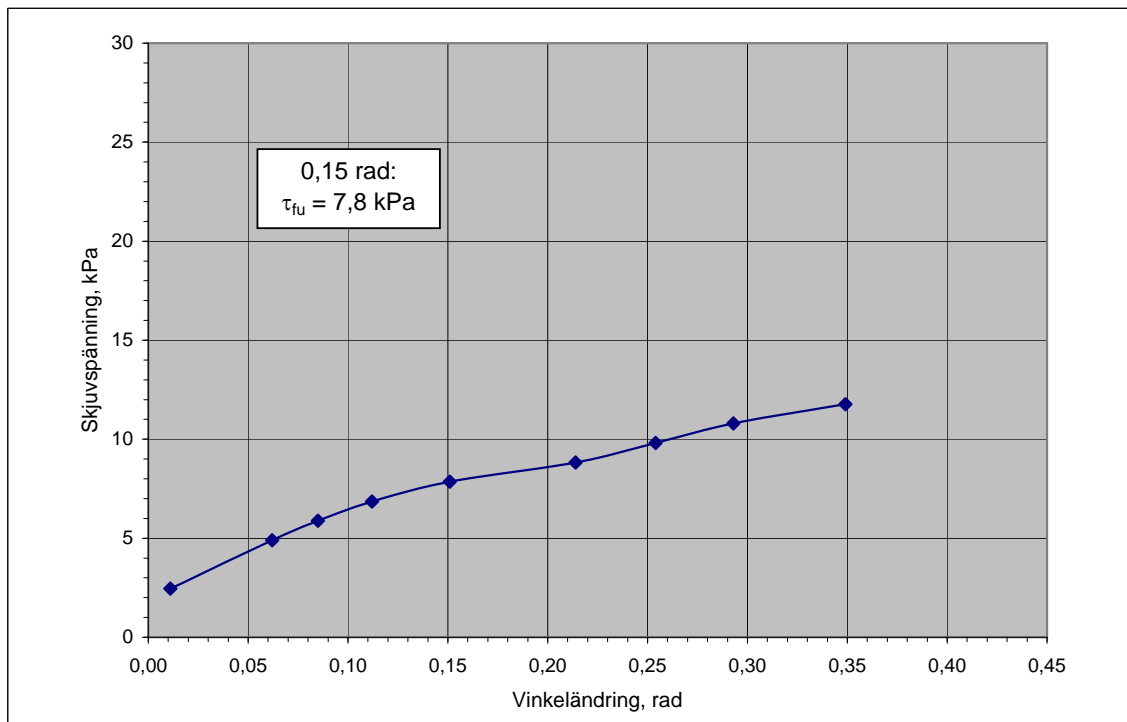
P:\2172\Uppdrag 2010\21892\Skjuvförsök N10-02 7,0m 125kPa 100830.xls

*Skjuvförsök*

<b>Projekt Rv 50, Mjölby-Motala</b>		
<i>Uppdragsnummer</i>	<i>Uppdragsgivare</i>	<i>Gransk./Tabell</i>
7178171	NCC Construction Sverige AB, Solna	<i>Löp-nr</i> 21892
<i>Provtagningsdatum</i>	<i>Provtagningsredskap / Analysmetod</i>	<i>Datum/Sign</i> 2010-08-31
2010-06-30	Kv St I ø 50 mm	<i>Undersökningsdatum</i>
		2010-08-26 - 2010-08-27

Borrhålsnummer / sektion: N10-12  
 Provtagningsdjup / gällar mellan [m]: 3,2  
 Typ av skjuvförsök: Odränerat  
 Geoteknisk benämning: Vitgrå bleke med växtdelar

Punkt	Normalspänn.( $\sigma_a$ ) kPa	Brottgräns ( $\tau_{fu}$ ), kPa	Vattenkvot, %	Skrymdensitet, t/m <sup>3</sup>
1	40	7,8	331	1,12



Kommentar: Direkt skjuvförsök enl SS 027127 har utförts med skjuvapparat typ SGI. Provet har fått konsolidera för 40 kPa. Skjuvförsöket har utförts odränerat och med låst provhöjd (10,26 mm).



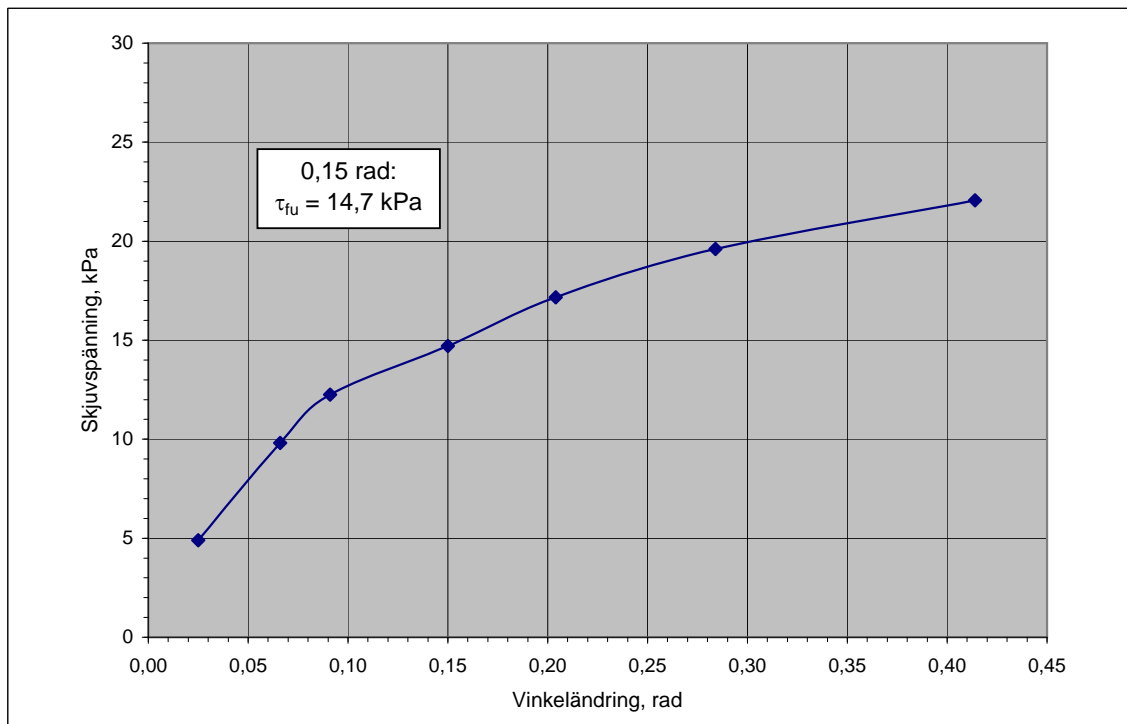
P:\2172\Uppdrag 2010\21892\Skjuvförsök N10-12 3,2m 40kPa 100830.xls

*Skjuvförsök*

<b>Projekt Rv 50, Mjölby-Motala</b>		
<i>Uppdragsnummer</i>	<i>Uppdragsgivare</i>	<i>Gransk./Tabell</i>
7178171	NCC Construction Sverige AB, Solna	<i>Löp-nr</i> 21892
<i>Provtagningsdatum</i>	<i>Provtagningsredskap / Analysmetod</i>	<i>Datum/Sign</i> 2010-08-31
2010-06-30	Kv St I ø 50 mm	<i>Undersökningsdatum</i>
		2010-08-26 - 2010-08-27

Borrhålsnummer / sektion: N10-12  
 Provtagningsdjup / gällar mellan [m]: 3,2  
 Typ av skjuvförsök: Odränerat  
 Geoteknisk benämning: Vitgrå bleke med växtdelar

Punkt	Normalspänn.( $\sigma_a$ ) kPa	Brottgräns ( $\tau_{fu}$ ), kPa	Vattenkvot, %	Skrymdensitet, t/m <sup>3</sup>
1	100	14,7	331	1,08



Kommentar: Direkt skjuvförsök enl SS 027127 har utförts med skjuvapparat typ SGI. Provet har fått konsolidera för 100 kPa. Skjuvförsöket har utförts odränerat och med låst provhöjd (4,32 mm).



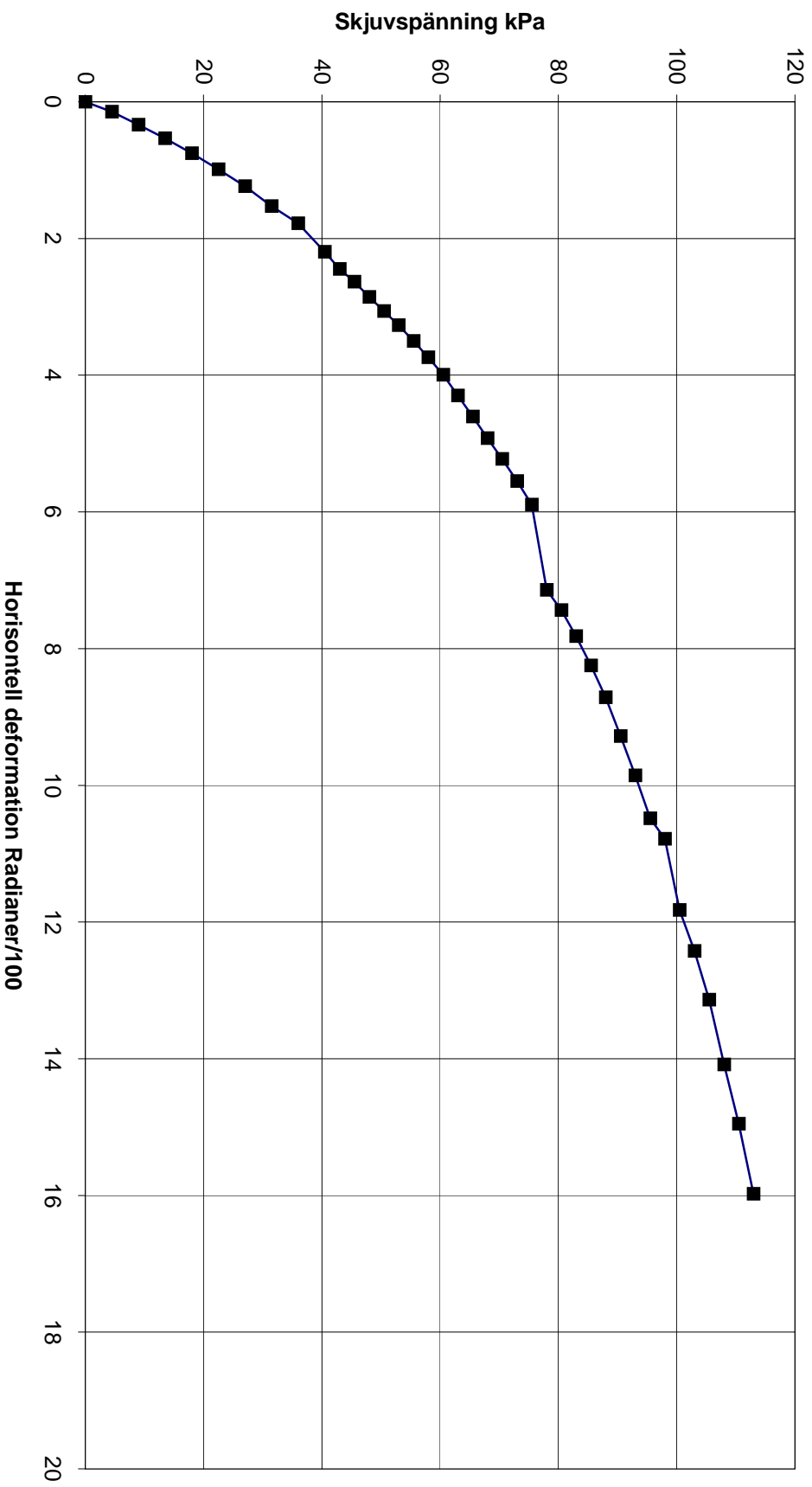
P:\2172\Uppdrag 2010\21892\Skjuvförsök N10-12 3,2m 100kPa 100830.xls



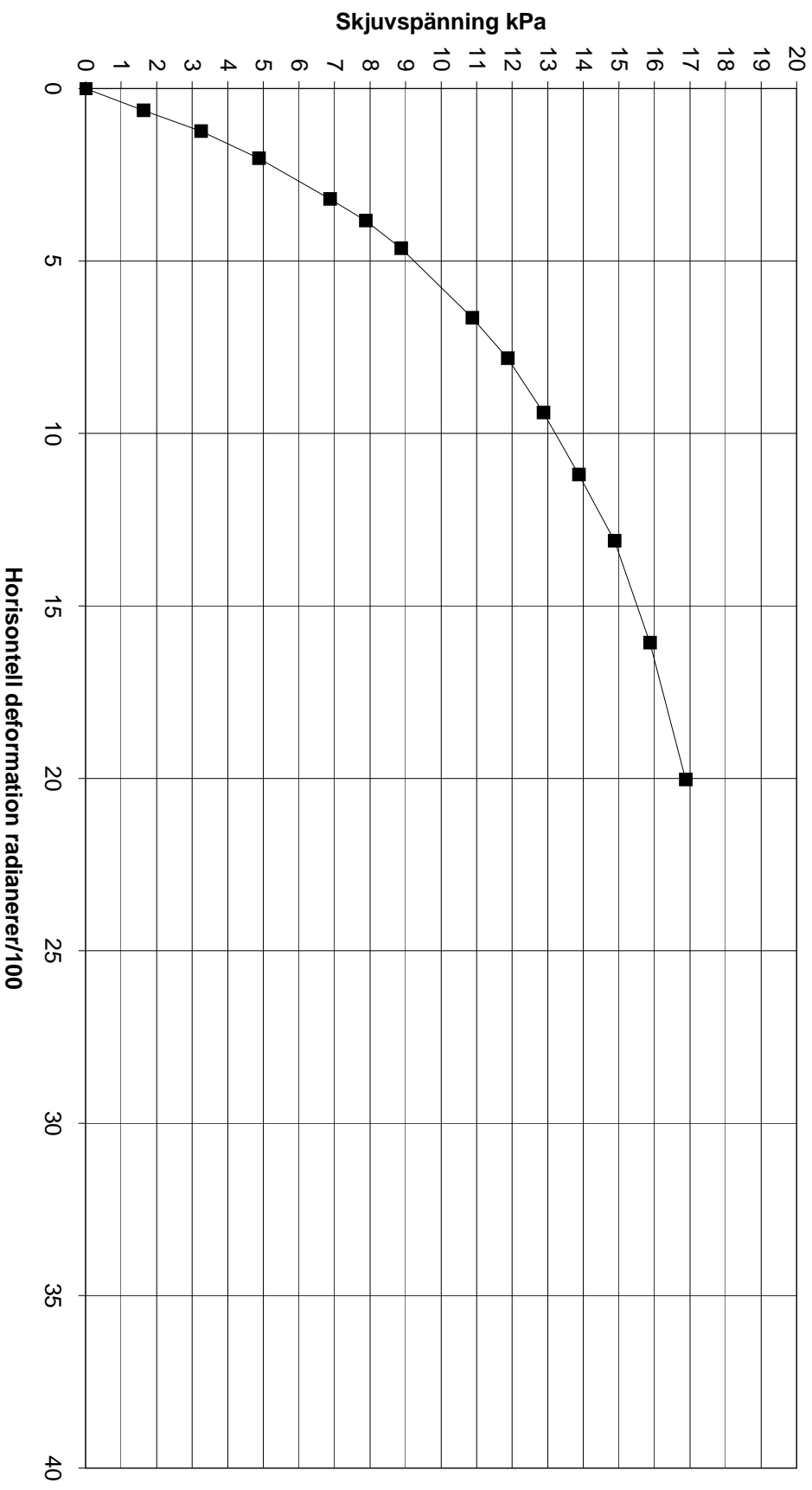
NCC Construction Sverige AB  
Region Infra Sverige

**Bilaga 5:2 Skjuvförsök – torv**

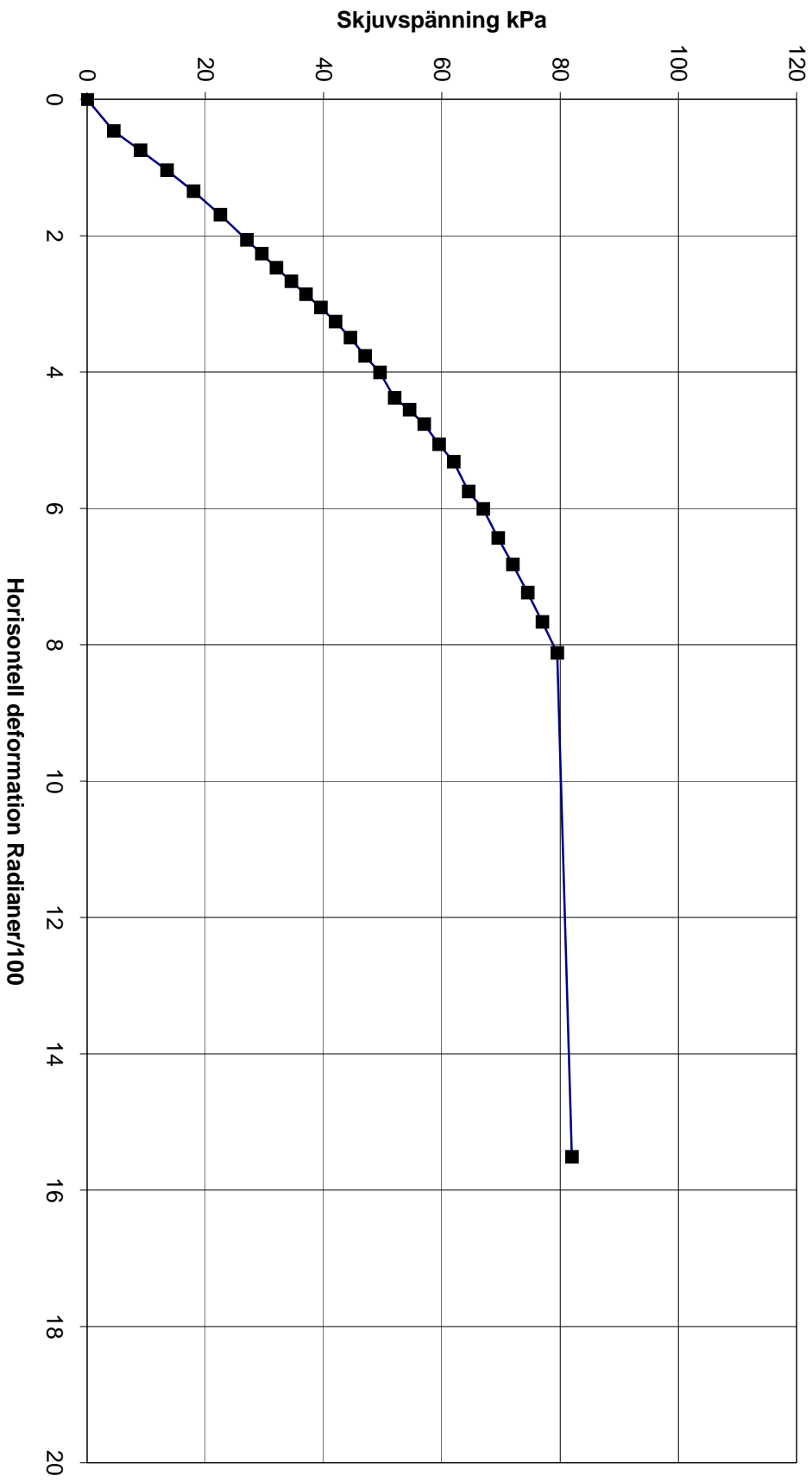
**Direkt odränerat skjuvförsök på torv. Diameter 100 mm**  
**Konsolideringsspänning 90 kPa**  
**Th BH 04 0,67-0,85 m - prov 4**  
**Vattenkvot 306 %, Densitet 0,97 t/m<sup>3</sup>**



Direkt odränerat skjuvförsök på torv. Diameter 100 mm  
Konsolideringsspänning 40 kPa  
T1, BH 02 2,6-2,8 m - prov 16  
Vattenkvot 827 % Densitet 0,99 t/m<sup>3</sup>

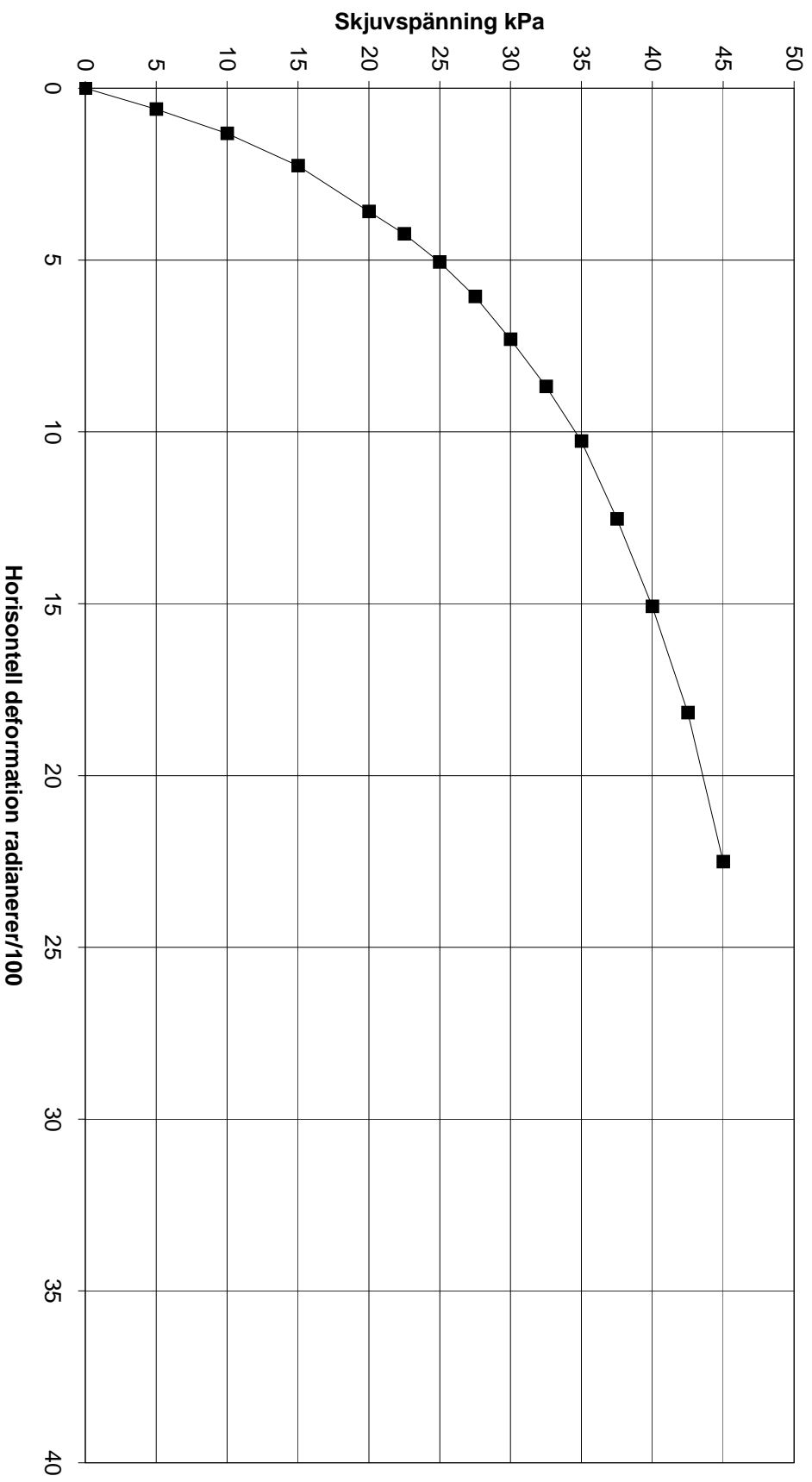


Direkt odränerat skjuvförsök på torv. Diameter 100 mm  
Konsolideringsspänning 90 kPa  
TI BH 02 1,5-1,7 m - prov 8  
Vattenkvot 673 % Densitet 0,96 t/m<sup>3</sup>

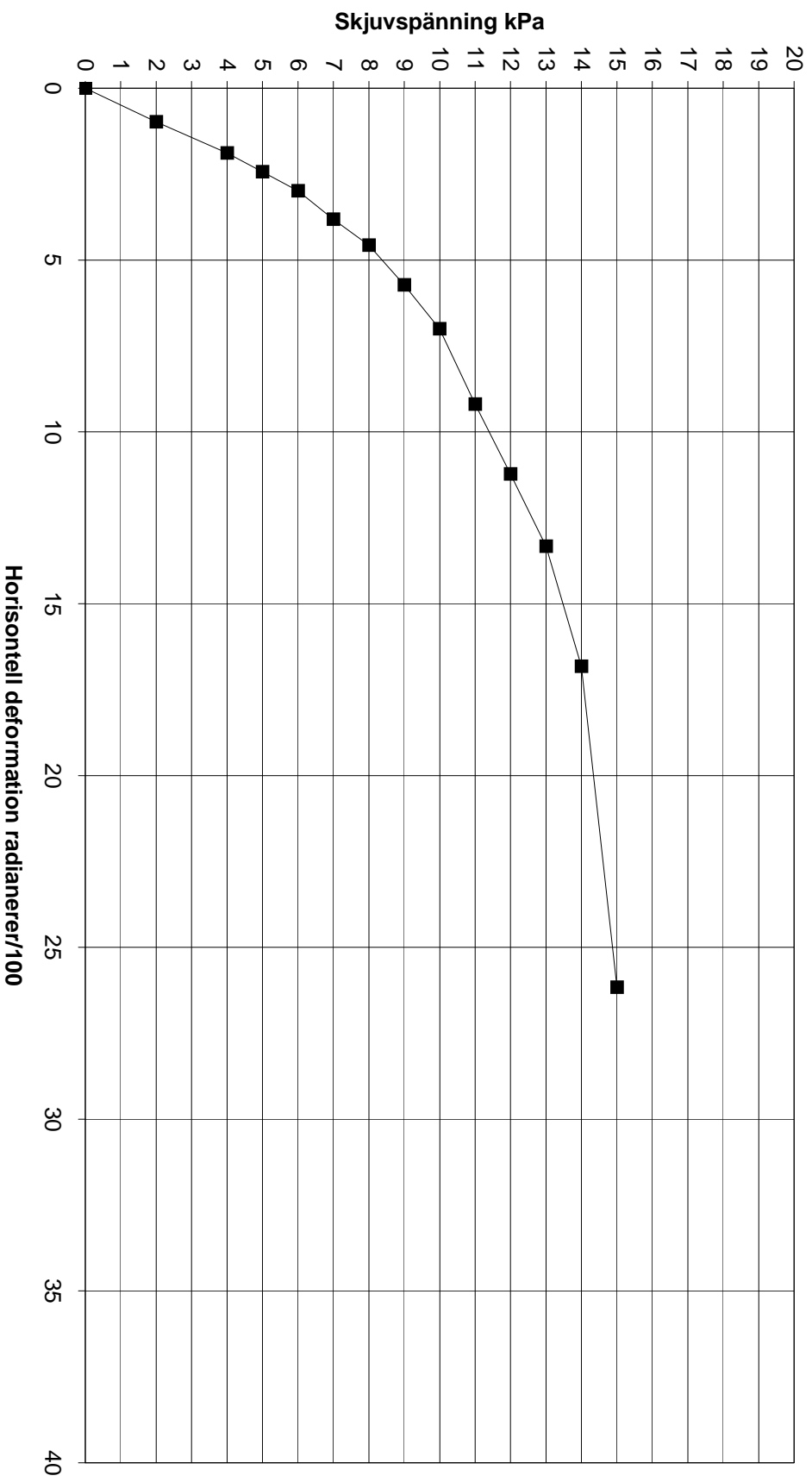




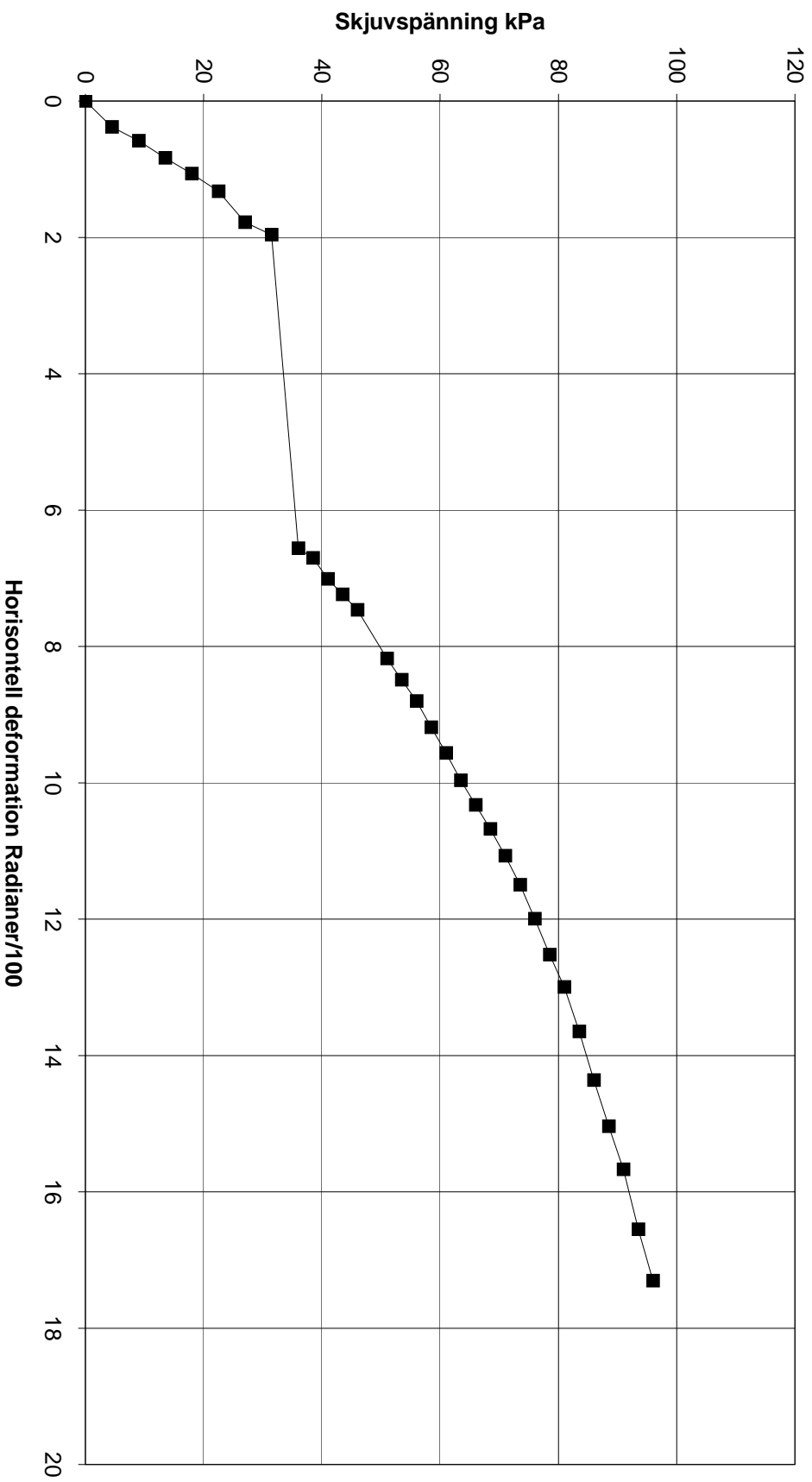
Direkt odränerat skjuvförsök på torv. Diameter 100 mm  
Konsolideringsspänning 100 kPa  
TI, BH 02 2,80-2,96 m - prov 17  
Vattenkvot 946 % Densitet 0,98 t/m<sup>3</sup>



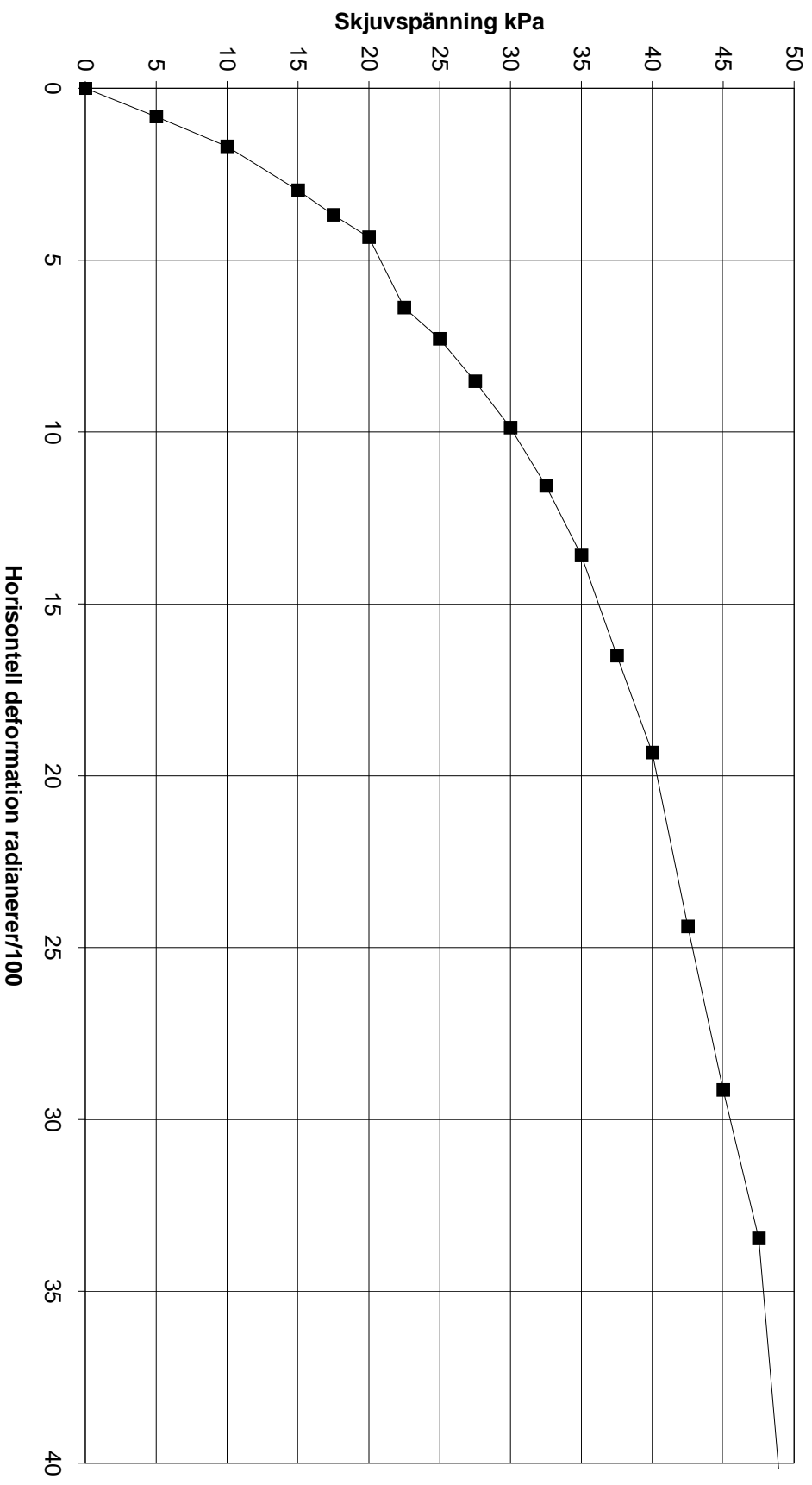
Direkt odränerat skjuvförsök på torv. Diameter 100 mm  
Konsolideringsspänning 40 kPa  
T<sub>m</sub>, BH 02 1,7-1,9 m - prov 9  
Vattenkvot 566 % Densitet 0,99 t/m<sup>3</sup>



**Direkt odränerat skjuvförsök på torv. Diameter 100 mm**  
**Konsolideringsspänning 90 kPa**  
**T<sub>m</sub>, BH 04 2,4-2,6 m - prov 18**  
**Vattenkvot 746 % Densitet 1,06 t/m<sup>3</sup>**



Direkt odränerat skjuvförsök på torv. Diameter 100 mm  
Konsolideringsspänning 100 kPa  
T<sub>m</sub>, BH 02 1,70-1,90 m - prov 9  
Vattenkvot 529 % Densitet 1,01 t/m<sup>3</sup>





NCC Construction Sverige AB  
Region Infra Sverige

# Rapport



NCC Construction Sverige AB  
Region Infra Sverige

**Rapport**

## **Bilaga 6:1 CPT-sondering etapp 1**

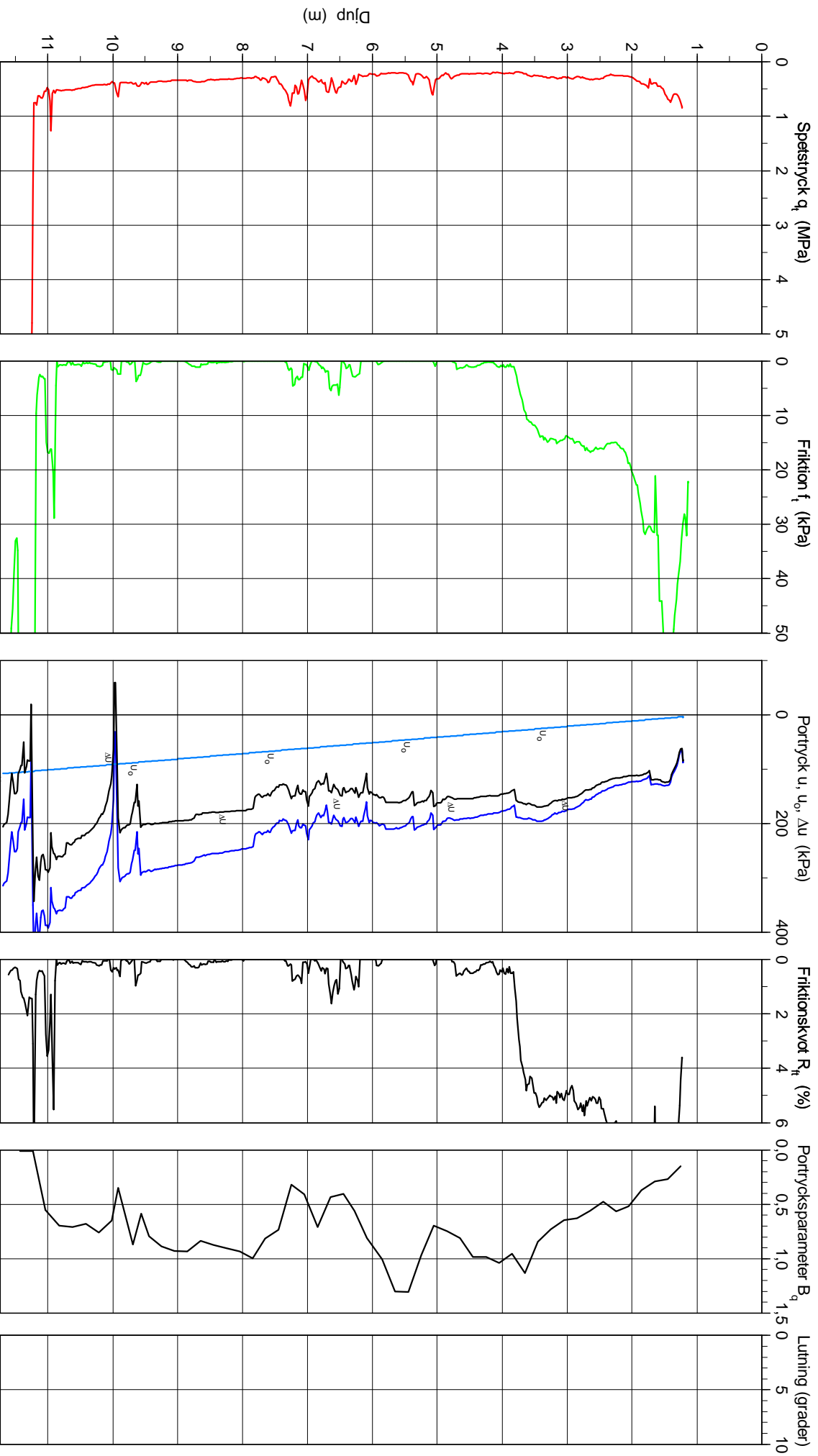
# CPT-sondering utförd enligt EN ISO 22476-1

Förborringsdjup 1,25 m  
 Start djup 1,25 m  
 Stopp djup 11,73 m  
 Grundvattennivå 0,85 m

Referens my  
 Nivå vid referens 108,60 m  
 Förborrat material Fyllning  
 Geometri Normal

Vätska i filter  
 Borrpunktens koord.  
 Utrustning GM100  
 Sond nr 20453

Projekt RV50  
 Projekt nr 10137297  
 Plats Fågelsta  
 Borrhål 23980V1  
 Datum 20110225



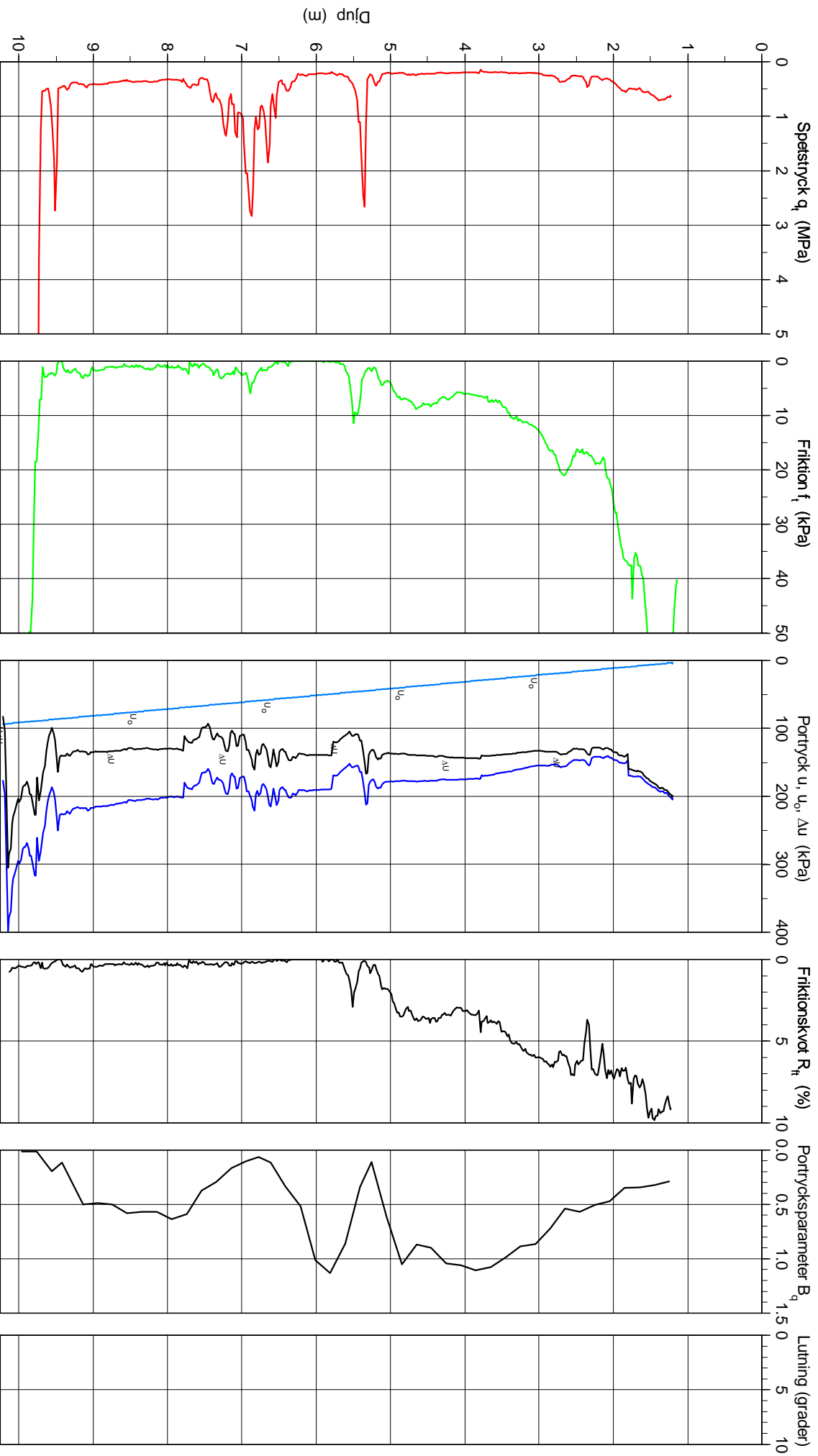
# CPT-sondering utförd enligt EN ISO 22476-1

Förbörningsdjup 1.25 m  
 Start djup 1.25 m  
 Stopp djup 10.25 m  
 Grundvattennivå 0.85 m

Referens my  
 Nivå vid referens 108.60 m  
 Förborrat material Fyllning  
 Geometri Normal

Vätska i filter  
 Borrpunktens koord.  
 Utrustning GM100  
 Sond nr 20453

Projekt RV 50  
 Projekt nr 10137297  
 Plats Fågelsta  
 Borrhål 24062V2  
 Datum 20110228





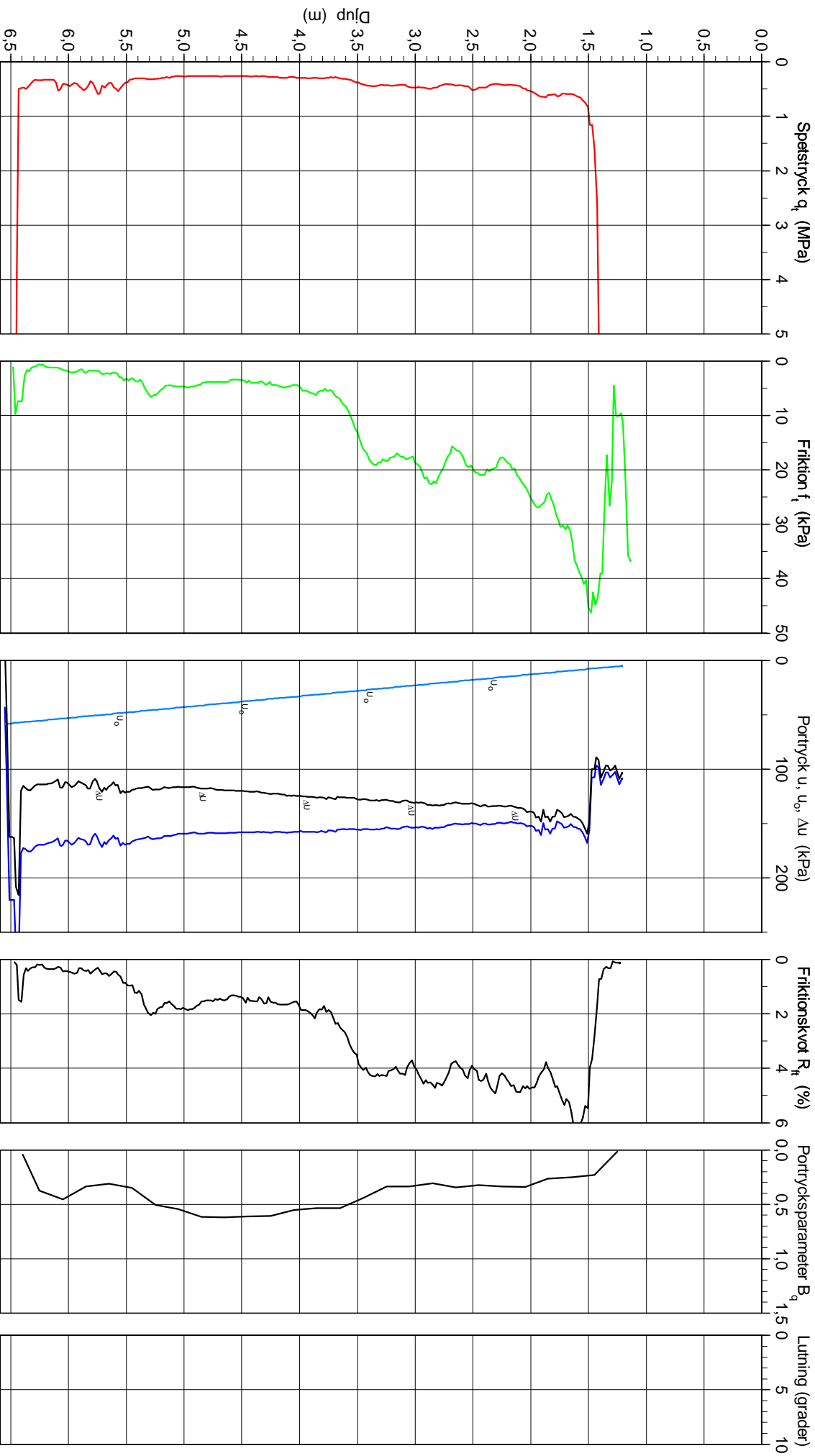
# CPT-sondering utförd enligt EN ISO 22476-1

Förborringsdjup 1,25 m  
 Start djup 1,25 m  
 Stopp djup 6,59 m  
 Grundvattennivå 0,70 m

Referens my  
 Nivå vid referens 109,00 m  
 Förborrat material Fyllning  
 Geometri Normal

Vätska i filter  
 Borrpunktens koord.  
 Utrustning GM100  
 Sond nr 20453

Projekt RV50  
 Projekt nr 10137297  
 Plats Fågelsta  
 Borrhål 24422V2  
 Datum 20110228





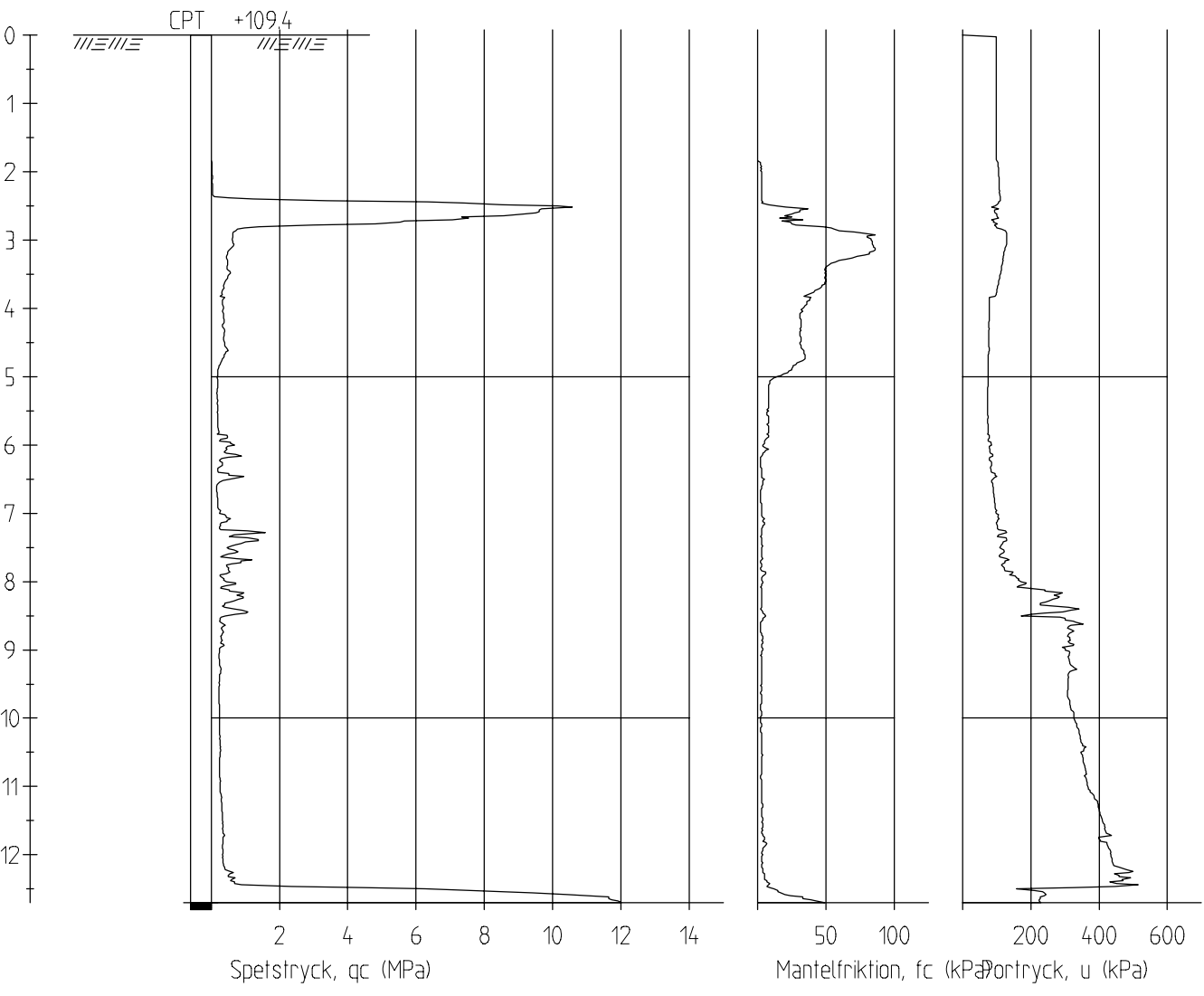
NCC Construction Sverige AB  
Region Infra Sverige

# Rapport



NCC Construction Sverige AB  
Region Infra Sverige

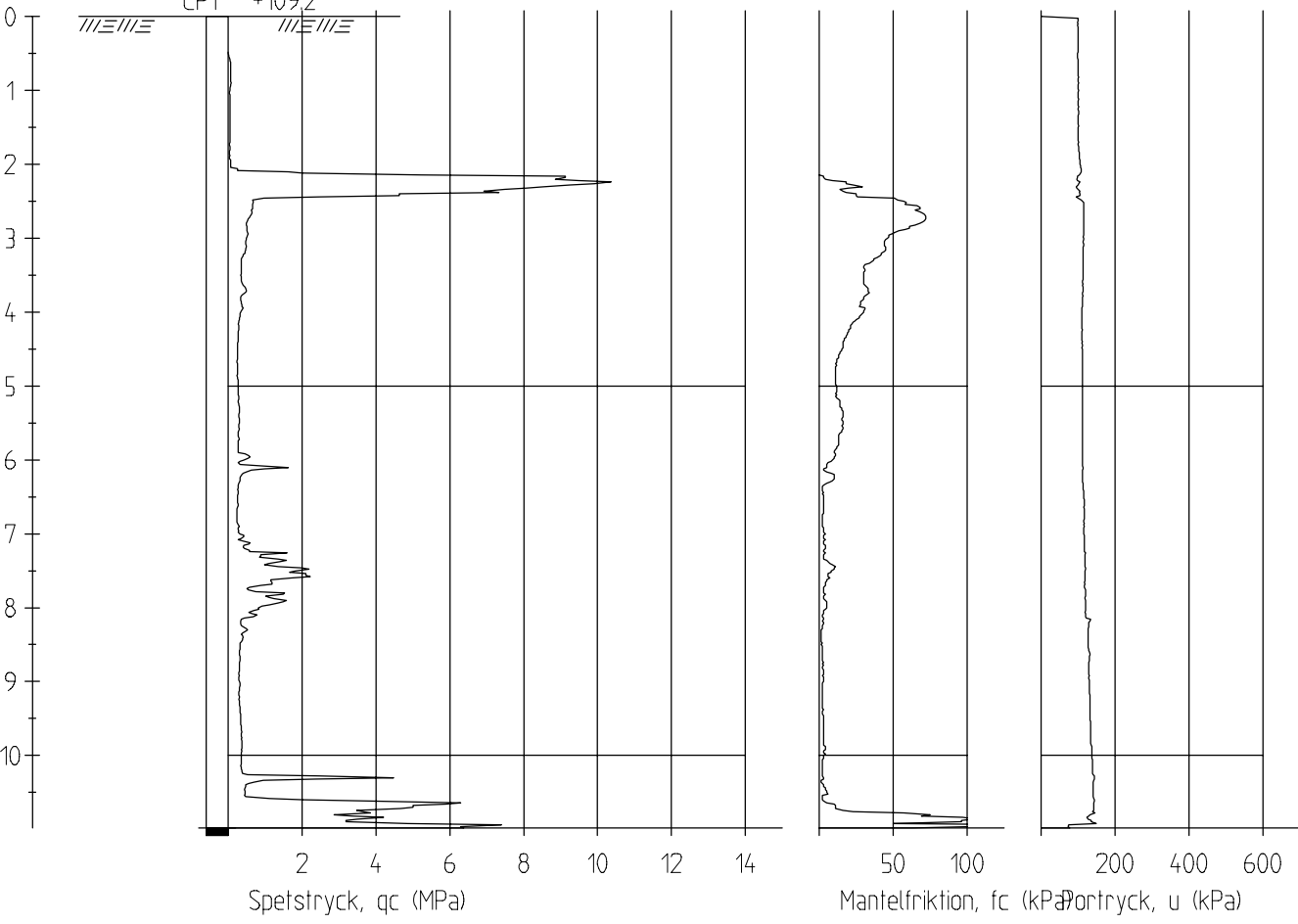
## **Bilaga 6:2 CPT-sondering etapp 2**

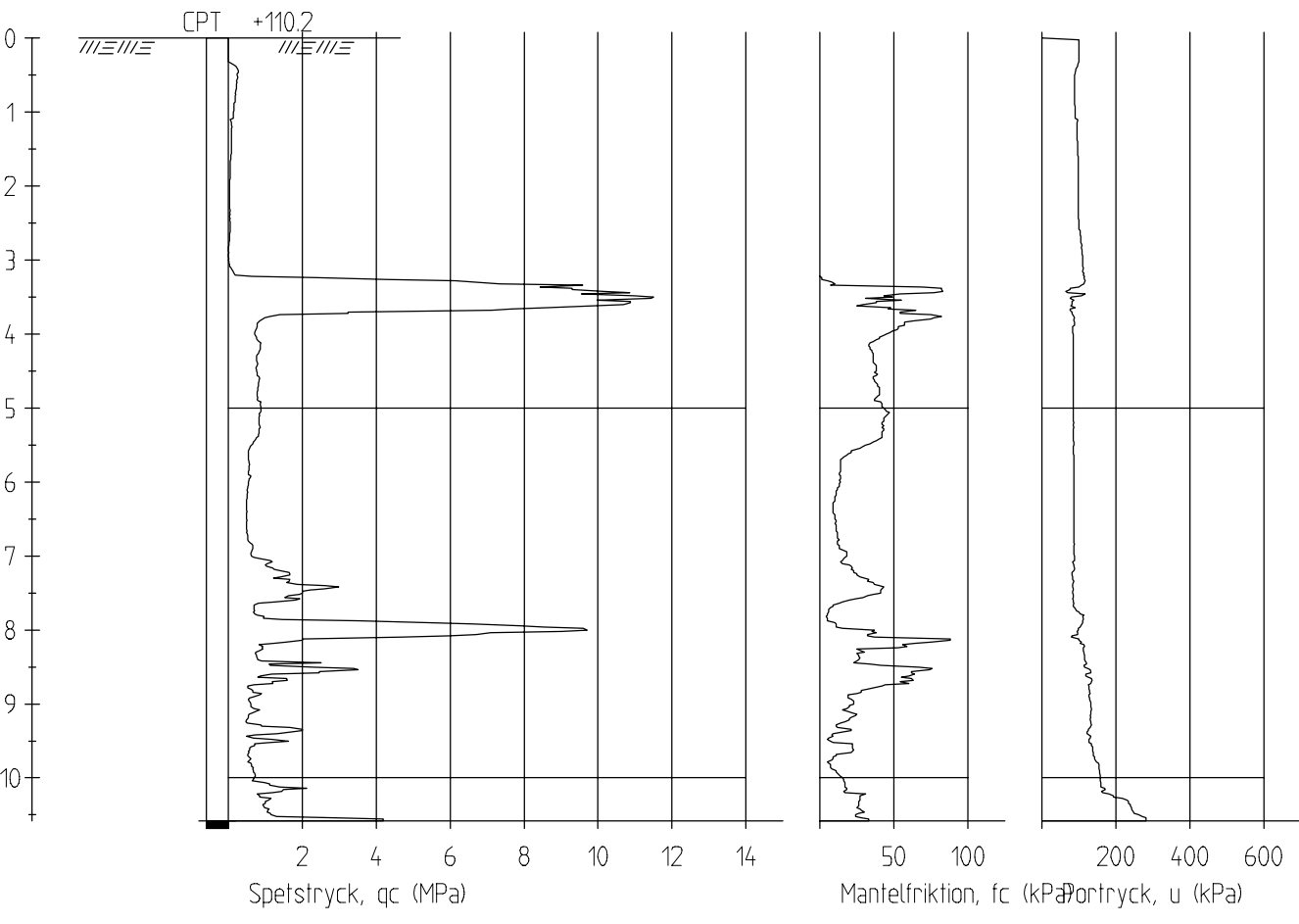


CPT +109.2

///E///E

///E///E







NCC Construction Sverige AB  
Region Infra Sverige

**Rapport**

## **Bilaga 6:3 CPT-sondering etapp 3**

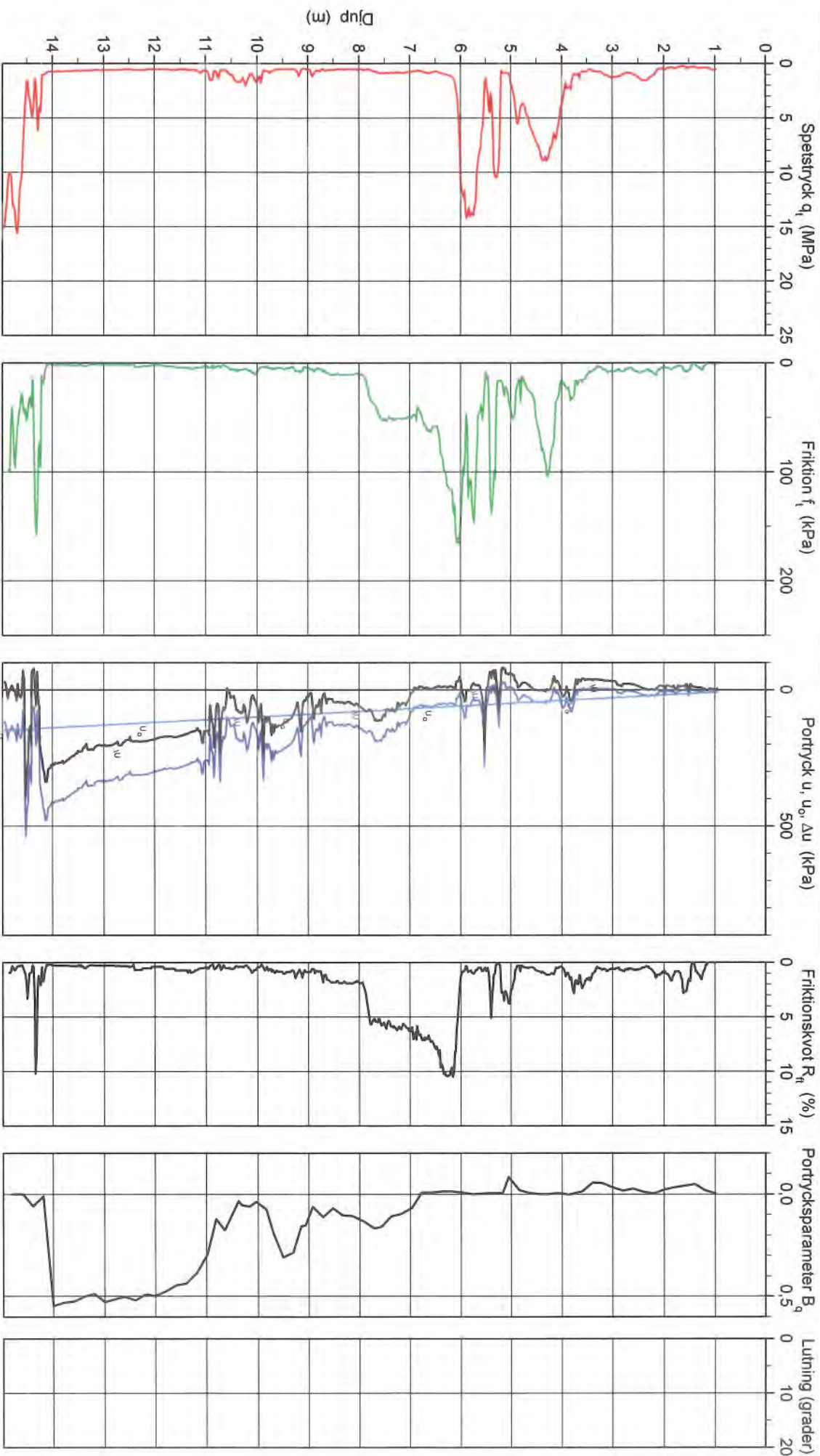
# CPT-sondering utförd enligt EN ISO 22476-1

Förboringssdjup 1,00 m  
 Start djup 1,00 m  
 Stopp djup 14,98 m  
 Grundvattennivå 0,00 m

Referens My  
 Nivå vid referens 110,98 m  
 Förborrat material Fy  
 Geometri Normal

Vätska i filter Glycerin  
 Borrpunktens koord. Utrusning  
 Sond nr 51051

Projekt Rv 50 Mjölby-Motala  
 Projekt nr 10137297  
 Plats Fågelsta  
 Borrhål 23982V1  
 Datum 110901



WSP

Rox 71 581 02 Tinkännimo

L:\546510\37297 NCC Rv 50 Motala-5\_Beräkningar\Conrad.aug 11\23982V1\cpt.gpw

2011-09-16



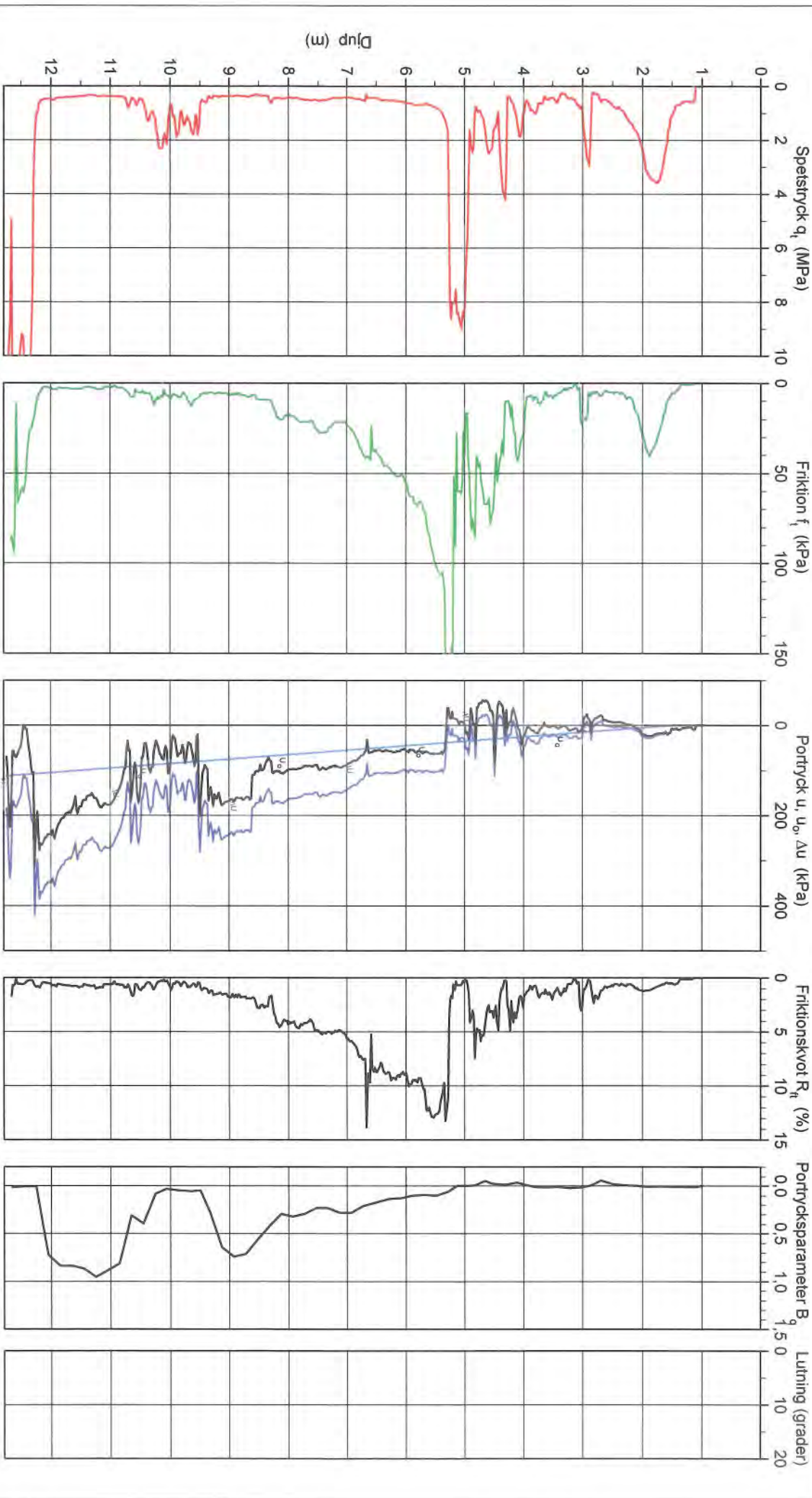
# CPT-sondering utförd enligt EN ISO 22476-1

Förboringdjup 1,00 m  
 Start djup 1,00 m  
 Stopp djup 12,79 m  
 Grundvattennivå 1,45 m

Referens My  
 Nivå vid referens 110,68 m  
 Förborrat material Fy  
 Geometri Normal

Vätska i filter Glycerin  
 Borrpunktens koord. Utrusting  
 Sond nr Envi 51051

Projekt Rv 50 Mjölby-Motala  
 Projekt nr 10137297  
 Plats Fågelsta  
 Borrhål 24064V2  
 Datum 110901



WSP

Rov 71 581 07 T inkännino

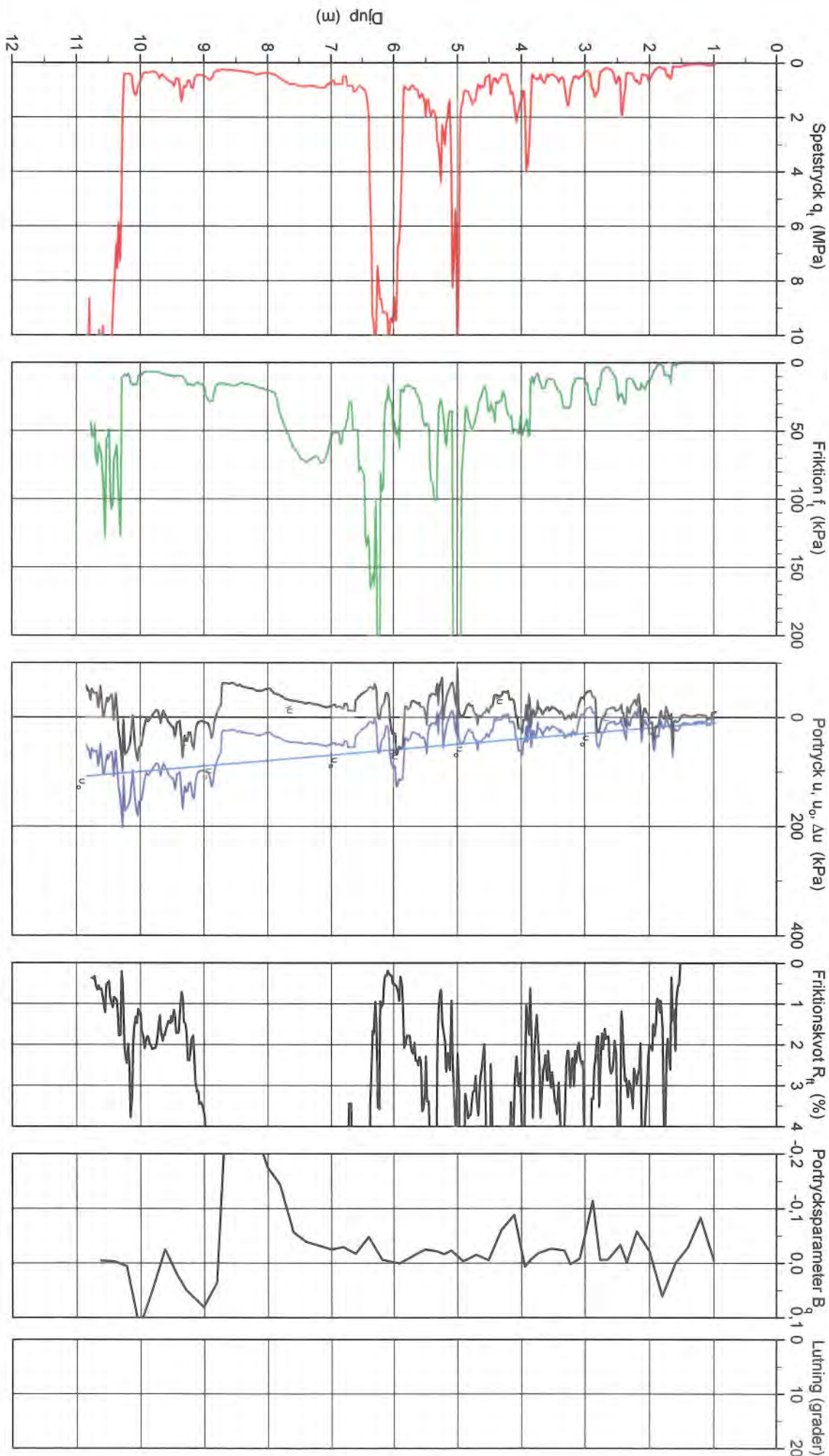
# CPT-sondering utförd enligt EN ISO 22476-1

Förbörningsdjup 1,00 m  
 Start djup 1,00 m  
 Stopp djup 10,88 m  
 Grundvattennivå 0,00 m

Referens My  
 Nivå vid referens 111,40 m  
 Förborrat material Fy  
 Geometri Normal

Vätska i filter Glycerin  
 Borrpunktens koord. Utrustning  
 Sond nr 51051

Projekt Rv 50 Mjölby-Motala  
 Projekt nr 10137297  
 Plats Fågelsta  
 Borrhål 24424 V2  
 Datum 110901



WSP

Rox 71 581 02 T inkännino