

## Ny triaxialutrustning på SGI

LOVISA MORITZ

Linköping i januari 1998



**Statens geotekniska institut**  
**Swedish Geotechnical Institute**

S-581 93 Linköping, Sweden  
Tel. 013-11 51 00, Int. +46 13 11 51 00  
Fax. 013-13 16 96, Int +46 13 13 16 96

ISSN 1100-6692

## Innehållsförteckning



Text	Sida
1 INLEDNING .....	4
1.1 UTRUSTNINGEN.....	4
2 KONSOLIDERING .....	6
3 BELASTNINGSFÖRSÖK .....	7
3.1 AKTIVT FÖRSÖK .....	7
3.2 PASSIVT FÖRSÖK .....	7
3.3 CYKLISKT FÖRSÖK .....	8
3.4 SPECIELL SPÄNNINGSVÄG .....	8
4 FELKÄLLOR.....	9
5 REDOVISNING OCH UTVÄREDRING .....	9
5.1 DATABAS .....	10
5.2 KORRIGERINGAR VID UPPRITNING AV SKJUVNING.....	10
5.3 UTVÄRDERING AV TRIAXIALFÖRSÖK .....	11
6 UTFÖRDA FÖRSÖK .....	12
6.1 SILT .....	12
6.2 LERA .....	13
7 REFERENSER.....	14

## FÖRORD

Statens Geotekniska Institut har beslutat att bygga upp en kapacitet för att kunna utföra avancerade triaxialförsök. Byggforskningsrådet har stöttat finansieringen i detta projekt. Projektet har bestått i att köpa in en triaxialutrustning samt trimma in densamma och utbilda personal på SGI som kan utföra försök. En databas på alla försök är också upprättad. Projektet har redovisats i form av studiebesök från de geotekniska avdelningarna på varje teknisk högskola som varit intresserad, föredrag vid VTI/SGI:s forskardagar och denna rapport.

Projektledare har varit Lovisa Moritz vid SGI. Personal som utbildats vid SGI är förutom projektledaren även Pär Elander och Monica Lundgren. Databasen är utförd av Hans Jonsson och Björn Löfhrot, SGI. Många värdefulla synpunkter och råd har Rolf Larsson, SGI bistått med.

Linköping i januari 1998

Lovisa Moritz

## Ny triaxialutrustning på SGI

---

### SAMMANFATTNING

Syftet med projektet har varit att bygga upp en fungerande triaxialutrustning på SGI och utarbeta försöksrutiner för att utföra olika typer av triaxialförsök.

Triaxialförsök är en avancerad laboratoriemetod för att bestämma skjuvhållfasthet och deformationsegenskaper i jord. Genom att applicera vertikala och horisontella spänningar samt att trycksätta porvattnet i cirkulär cylindriska jordprov kan man återskapa de i fält rådande spänningsförhållandena i proven och därefter utsätta dem för olika spänningsbelastningar. Standardförsök utförs som aktiva eller passiva, statiska eller cykliska försök. Mer avancerade försök utförs enligt förprogrammerade deformationsmönster, spänningsvägar eller belastningsvariationer.

Utrustningen på SGI består av tre separata triaxialutrustningar med en cell till varje utrustning. Gemensamt för alla tre utrustningarna är att både det vertikala och det allsidiga trycket kan styras automatiskt via en dator samt att cykliska belastningar kan produceras med ett flertal olika typer av belastningsmönster till en maximal frekvens av 10 Hz. Som tryckkälla kan komprimerad luft eller oljepump användas.

Utrustningen intrimmad och hittills har 100 triaxialförsök utförts på olika jordar. I rapporten visas några exempel på resultat från silt och lera.

## 1 INLEDNING

Triaxialförsök är den avancerade laboratoriemetod, som är mest använd såväl i forskning som tillämpad geoteknik, för att i första hand bestämma skjuvhållfasthet och deformationsegenskaper i jord. I försöket återskapas de i fält rådande spänningsförhållandena i provet och därefter utsätts detta för olika spänningsförändringar. Standardförsök utförs som aktiva eller passiva, statiska eller cykliska försök. Mer avancerade försök utförs enligt förprogrammerade deformationsmönster, spänningsvägar eller belastningsvariationer.

### 1.1 Utrustningen

Tillgänglig utrustning vid SGI består av tre separata triaxialutrustningar med en cell till varje utrustning. Utrustningarna är tillverkade i USA av Structural Behavior Engineering Laboratories (SBEL) och tillhörande programvara är gjord av Geotechnical Consulting & Testing Systems (GCTS). Volymändringsmätarna är inköpta separat från Wykeham Farrance i England och implementerade i systemet av SBEL.



Figur 1. Triaxialutrustningen på SGI.

De vertikala och de allsidiga trycken styrs automatiskt via en dator och cykliska belastningar produceras med ett flertal olika typer av belastningsmönster till en maximal frekvens av 10 Hz. Som tryckmedium i cellen kan luft eller olja användas.

Den första utrustningen består av en mindre cell som kan användas till prover med en diameter av 50 mm samt en höjd av 100 mm, se figur 2. Den har två utbytbara lastceller med kapaciteter av 110 kPa respektive 500 kPa i deviatorspänning. Den andra utrustningen kan användas till samma provstorlekar som den första men har möjlighet att gå upp till en deviatorspänning av 3300 kPa, vilket är lämpligt för provning av t ex kemiskt stabiliserade prover. Den tredje utrustningen är den största utrustningen och i denna provas provkroppar med en diameter av 100 mm och en höjd av 200 mm. Den maximala kapaciteten för deviatorspänningen i denna är 3100 kPa och även här finns en utbytbar lastcell för mjukare prover som har en kapacitet på 250 kPa. Det är betydelsefullt att ha olika kapaciteter på lastcellerna eftersom upplösningen är beroende av maximala lastkapaciteten. Alla tre triaxialcellerna har portrycksmätare och celltrycksmätare som klarar upp till 1000 kPa. Volymändringsmätarna har en kapacitet på 100 ml.

Triaxialutrustningarna fungerar som tre separata. Vertikaldeformationen och vertikallasten styrs automatiskt med en servoenhet. Celltrycket styrs automatiskt på motsvarande sätt med en andra servoenhet. Trycken kan styras helt oberoende av varandra.

Den första utrustningen använder tryckluft från en separat kompressor vilken klarar upp till 1000 kPa. För de övriga två utrustningarna drivs celltrycket med tryckluft men vertikaltrycket drivs med en hydrauloljepump för att klara de höga trycken.



*Figur 2. Den minsta cellen för prover med en diameter av 50 mm och en höjd av 100 mm.*

## 2 KONSOLIDERING

Ett triaxialförsök utförs i två faser: konsolidering och belastningsförsök. Konsolideringsfasen innebär att man försöker återskapa de spänningar provet hade in situ på ett sätt som innebär minimal störning av provet. Det innebär att permeabla prover kan konsolideras snabbt medan täta prover kan behöva flera dygn på sig. Som regel skall inga prover konsolideras för högre spänningar än 80 % av förkonsolideringstrycket. Detta för att undvika att provet utsätts för krypning.

Konsolideringen utförs i minst två steg för täta prover. I första steget görs en isotrop konsolidering för den horisontalspänning som råder in situ. I det andra steget läggs in situ vertikalspänningen på och provet får konsolidera anisotropt. Konsolideringen skall pågå tills volymändringen avstannat. För en normal svensk lera kan det första steget vanligtvis utföras på ett par timmar medan det andra steget behöver 1 dygn eller längre tid på sig för att alla deformationer skall ha avstannat. Vid konsolidering skall alla dräneringskranar vara öppna.

Deformationsändringen och volymändringen mäts under konsolideringen. Normalt skall provet inte volymändras mer än 4 % under konsolideringsfasen. Kraven varierar för olika typer av jord, där höglplastiska och främst organiska jordar får den största volymändringen.

### 3 BELASTNINGSFÖRSÖK

Provet kan skjuvas dränerat eller odränerat. Dränerad skjuvning innebär att portrycket hålls konstant och att dräneringsvägarna är öppna. Då registreras volymändringen hela tiden. Det är viktigt att skjuvningshastigheten är så låg att full dränering kan ske och att inga porövertryck uppstår. Vid ett odränerat försök stängs dräneringskranarna så att portrycksmätaren hamnar innanför det slutna systemet och portrycksändringen hela tiden kan registreras.

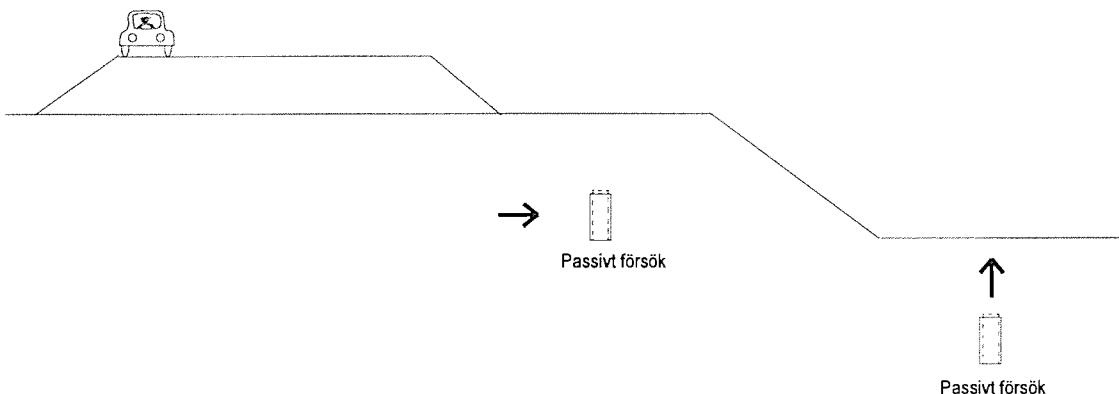
#### 3.1 Aktivt försök

Ett aktivt försök innebär att man belastar provet vertikalt. Detta görs normalt med en konstant deformationshastighet. Under odränerade förhållanden kan normalt en deformationshastighet av 0,01%/min för leror och 0,03%/min för styva leror och silt användas, vilken då säkerställer portrycksutjämning i provet. Vid dränerade förhållanden måste hastigheten sänkas för inte riskera några portrycksändringar under försökets gång. Lämpliga hastigheter kan bedömas ur resultaten från konsolideringsfasen. Normalt blir hastigheter av ca 0,001%/min för lösa leror och 0,01% för styva leror och silt aktuella. För grövre material kan hastigheten ökas, dock normalt inte mer än till 0,2 %/min.

Försöken kan också utföras spänningsstyrda så att vertikalspänningen ökas eller att horisontalspänningen minskas i en förinställd takt.

#### 3.2 Passivt försök

Ett passivt försök innebär antingen att man endast ökar horisontaltrycket eller att man minskar vertikaltrycket beroende på vilken spänningssituation man vill efterlikna, se figur 3.



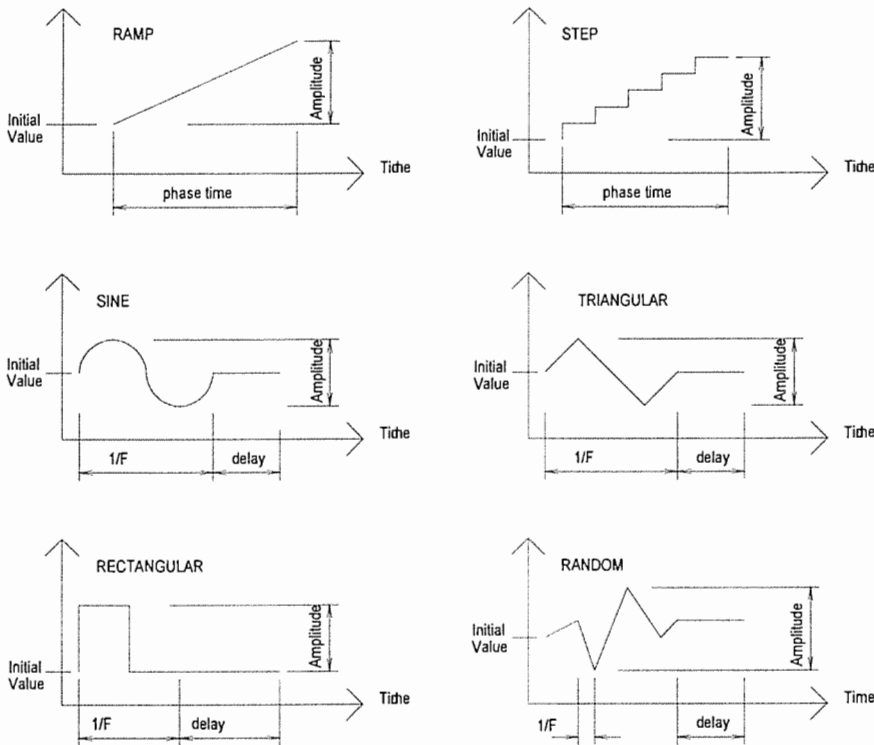
Figur 3. Olika typer av passivt försök beroende på spänningssituation.

När försöket utförs med minskande vertikallast sker detta normalt med en konstant deformationshastighet motsvarande den som gäller för aktiva försök. När försöket utförs med ökande horisontalspänning eller spänningsstyrt med minskande vertikalspänning görs detta med en konstant spänningsökningstakt istället.



### 3.3 Cykliskt försök

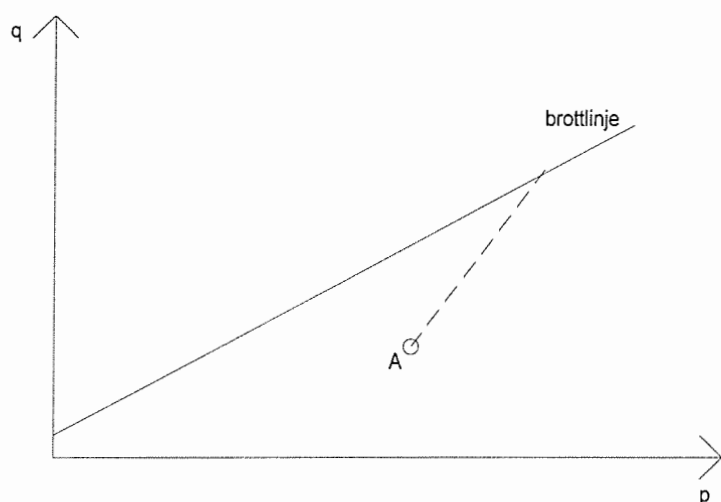
Ett cykliskt försök innebär vanligtvis att man belastar och avlastar provet vertikalt med en bestämd frekvens och amplitud. På- och avlastningsproceduren kan beskrivas med olika typer av belastningskurvor, t ex sinusformad eller triangelformad. SGI:s system kan producera åtta olika belastningskurvor, se figur 4. Den maximala lastväxlingshastighet som kan användas på utrustningarna är 10 Hz, dvs 10 svängningar per sekund och det gäller alla tre utrustningarna.



Figur 4. Olika typer av kurvor för att beskriva belastningen med.

### 3.4 Speciell spänningsväg

Med speciell spänningsväg avses sådana försök som inte innefattas i vanliga aktiva och passiva deformationsstyrda försök eller cykliska försök. Eftersom man kan styra både vertikalspänningen och celltrycket oberoende av varandra, kan man låta provet utsättas för en förutbestämd spänningsväg, se figur 5. Om t ex lutningen på brottlinjen ska bestämmas är det bra att kunna styra försöket mot brottkurvan i olika riktningar. Detta gäller speciellt mycket kompressibla jordar som t ex lös lera.



Figur 5. Förutbestämd spänningsväg från punkt A mot brottninjen.

Man kan även styra försöket efter en funktion innehållande vertikalspänning och horisontalspänning eller vertikal deformation och radiell deformation. Då radiell deformation används beräknas den med hjälp av volymändringen.

#### 4 FELKÄLLOR

Alla mätgivarna kalibreras regelbundet. Givarnas mätnoggrannhet är ca 0,1 % av maximal mätkapacitet.

Montering av prover måste ske med yttersta försiktighet speciellt vid lösa prover. Ändytorna skall vara plana för att få en bra anliggningsyta mot stämparna.

Temperaturen inverkar på framförallt portryckets storlek och det är därför nödvändigt att utföra försöken i konstant temperatur. Triaxialrummet är reglerat för att hålla 20° C ( $\pm 1,5^\circ$ ).

Membranen som används kontrolleras så att de är täta. Vid långvariga försök används paraffinolja eller motsvarande för att undvika diffusion genom membranen. Man måste också vara observant så att läckor inte uppstår i anslutningar och tätningar.

Filterstenarna ska vara så permeabla att vatten från provet kan tränga igenom utan problem. Om filterstenarna har blivit igensatta kan detta åtgärdas genom att behandla hela toppstycket eller bottenstycket i ultradjudsbad. Skulle filterstenarna inte gå att få rena skall de bytas ut.

#### 5 REDOVISNING OCH UTVÄREDRING

Efter försöket hanteras provet varsamt vid nermontering så att provet kan fotograferas utan membran och filterpapper för att dokumentera brottets utseende. Om försöket utförts dränerat vägs provet direkt efter nermonteringen.

## 5.1 Databas

Uppritning sker via en programrutin som är upprättad av SGI och utförd i Access. Före uppritning skall projektet med borrhål och provnivåer redan vara inlagt. Alla försöksresultat, där beställaren så tillåter, läggs i en databas.

Denna uppritning avser skjuvningsdelen. För att rita upp konsolideringsförfarandet används plotkommandon i programmet för styrning av försöken.

## 5.2 Korrigeringar vid uppritning av skjuvning

Före uppritning korrigeras spänningsparametrarna för areans förändring med deformationen och membranets inverkan på lasten. För att korrigera arean innan brott inträffat används följande ekvation:

$$Corr.Area = \frac{1 - Vol.Strain}{1 - AxialStrain} * Area$$

där Vol.Strain är volymändringen och AxialStrain är vertikal deformation under skjuvning. Area är arean vid skjuvnings början.

Den vertikala spänningen kan då skrivas som

$$Vert.Stress = \frac{(1000 * AxialLoad) + (mass / 2 * 9,81)}{Corr.Area} + Cellpress$$

där AxialLoad är den vertikala lasten som registreras från lastcellen och Cellpress är aktuellt celltryck, mass är provets vikt.

Membranet har en liten styvhet som påverkar vertikal och horisontalspänningen speciellt för lösa prover. Då paraffinolja används som tryckmedium ändras membranets egenskaper och styvheten försvinner. Därför görs membrankorrektion endast då luft eller vatten används som tryckmedium i cellen enligt följande

$$Vert.Stress = Vert.Stress - Vert.Corr$$

$$CellPressure = CellPressure - Cell.Corr$$

$$Vert.Corr = \frac{4 * t * E}{Diameter} \left( AxialStrain + \frac{Vol.Strain}{3} \right)$$

$$Cell.corr = \frac{4 * t * E}{Diameter} * \frac{Vol.Strain}{3}$$

där Vert.Stress är vertikalspänningen och Cellpressure är horisontalspänningen. E är membranets elasticitetsmodul som normalt sätts till ca 1040 kPa för gummimembran med tjockleken  $t$ , 0,3 mm. Membrankorrekturen är hämtad från Berre (1981).

Filterpapper placeras på täta prover för att påskynda konsolideringsfasen och den senare portrycksutjämnningen alternativt dräneringen. Filterpapperna placeras i spiral runt provet för att papprets styvhet inte ska inverka på resultatet och ingen korrigeringen behöver göras enligt Berre (1981).



Figur 6. Skjuvbrott i lera.

Om provet, efter att en brottyta utbildats, skjuvas så att man får två separata separata kroppar som förskjuts i förhållande till varandra, se figur 6, minskar kontaktytan och areakorrekturen måste skrivas om. La Rochelle m fl (1988) har föreslagit följande korrektion efter brott

$$corr.area = a_{fail} + (a_{end} - a_{fail}) * \left( \frac{axialstrain - failstrain}{endstrain - failstrain} \right)$$

där failstrain är deformationen vid brott och axialstrain är den aktuella vertikala deformationen.  $a_{fail}$  är arean vid failstrain,  $a_{end}$  är arean vid slutet av försöket och endstrain är vertikal deformation vid slutet av försöket.

### 5.3 Utvärdering av triaxialförsök

Normalt utvärderade parametrar är skjuvhållfasthet, friktionsvinkel, förkonsolideringstryck och elasticitetsmodulen vid halva brottöjningen  $E_{50}$ . Från ett odränerat försök i normalkonsoliderad eller svagt överkonsoliderad lera kan skjuvhållfasthet, förkonsolideringstryck, friktionsvinkel (dock endast  $\phi'_{cv}$ ) och  $E_{50}$  utvärderas. För dränerade försök utvärderas  $c'$ , friktionsvinkel ( $\phi'$ ) och  $E_{50}$ .

Skjuvhållfasthet utvärderas som halva peak-värdet i ett skjuvspännings-deformationsdiagram, se bilaga 1. Skulle det inte finnas något peak-värde används det värde som uppnåtts vid 15 % deformation.

Friktionsvinkeln ( $\phi'$ ) utvärderas från ett spänningsrymddiagram där x-axeln är medelspänning uttryckt som  $(\sigma'_1 + \sigma'_3)/2$  och y-axeln är skjuvspänning uttryckt som  $(\sigma'_1 - \sigma'_3)/2$ , se bilaga 2. En rak linje dras längs spänningsvägen efter att brott utbildats och förlängs så att den skär y-axeln. För odränerade försök i lera skär linjen normalt nära origo. Vid dränerade försök erhålls endast en brottpunkt vilket gör att man bör ha flera försök vid olika spänningar för att kunna utvärdera friktionsvinkeln och eventuellt ett  $c'$ -värde. Vinkeln som bildas mot x-axeln kallas alfa.

$$\tan \alpha = \sin \phi'$$

$$\Rightarrow \phi' = \arcsin(\tan \alpha)$$

för försöken kan  $c'$  också utvärderas genom att avståndet från origo till linjens skärningspunkt med y-axeln mäts, här kallad  $d$ .

$$c_{prim} = \frac{d}{\sqrt{1 - \tan^2 \alpha}}$$

Resultaten kan alternativt uppritas med Mohrs spänningscirklar.

Förkonsolideringstrycket kan för odränerade försök på normalkonsoliderade eller svagt överkonsoliderade kohesionsjordar också utvärderas från ett spänningsrymddiagram där x-axeln är medelspänning uttryckt som  $(\sigma'_1 + \sigma'_3)/2$  och y-axeln är skjuvspänning uttryckt som  $(\sigma'_1 - \sigma'_3)/2$  genom att dra en tangent till spänningsvägens yttre punkt ner mot x-axeln. Tangenten skall skära x-axeln med en vinkel av  $45^\circ$ .

Utvärdering av  $E_{50}$  görs i ett skjuvspännings-deformationsdiagram.

All utvärdering kan utföras i uppritningsprogrammet och resultaten lagras automatiskt i databasen.

## 6 UTFÖRDA FÖRSÖK

Hittills har cirka 100 stycken triaxialförsök utförts med den aktuella utrustningen på SGI. Försök har gjorts på silt, lera, sand och stabiliserad torv. Här nedan kommer några av försöken att redovisas.

### 6.1 Silt

Drygt 30 triaxialförsök har utförts på siltprover som är upptagna i Borlängetrakten med standard kolvprovtagare. Alla prover har konsoliderats för insituspänningen och därefter har aktiva, passiva eller cykliska försök utförts. De aktiva försöken har utförts både dränerade och odränerade. De övriga endast som odränerade.

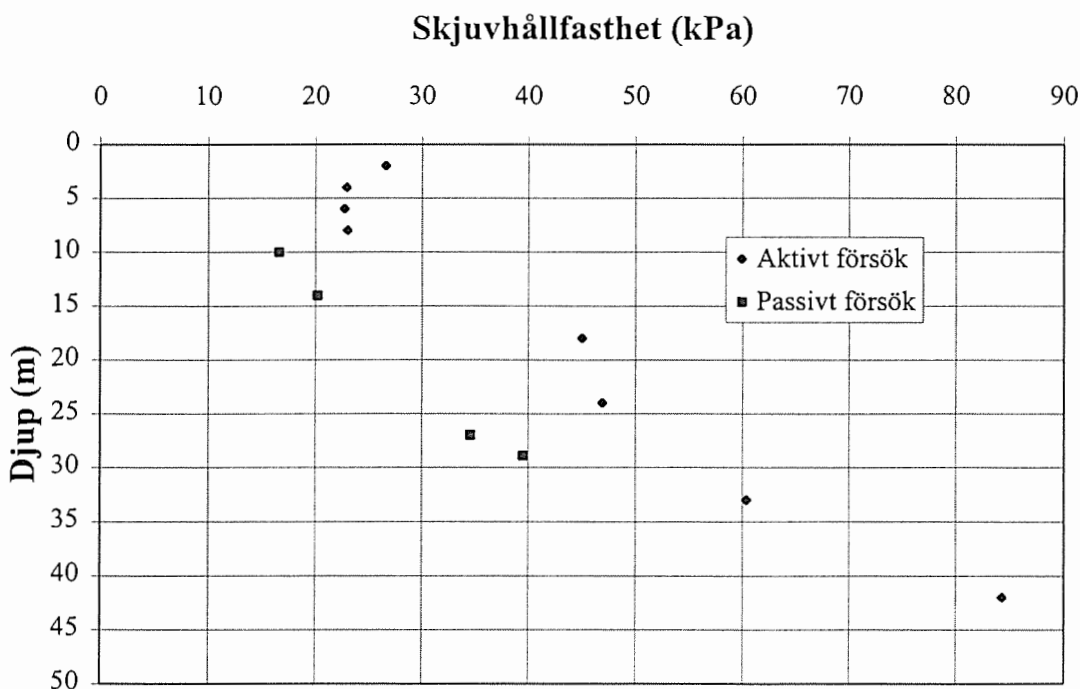
De försök som redovisas här är dränerade aktiva försök som är utförda på silt som är tagen på 0,6-5 m djup. Undersökningar visar att i den aktuella lokalen återfinns silt ner till minst 15 m. I de aktuella lagren utgörs jorden av ren silt. Vattenkvoterna ligger mellan 20 och 30 %, och densiteten varierar mellan 1,85 och 2 t/m<sup>3</sup>. Grundvattenytan i området ligger ca 18 m under markytan och från uppmätta porttryck kan utläsas att porttrycket de översta 12-13 m ligger runt – 50 kPa. I triaxialförsöken konsoliderades proverna för de effektiva in situ spänningarna och då användes ett ”backpressure” av 200 kPa.

Resultaten redovisas i bilaga 3. Friktionsvinkeln och  $c'$  har utvärderats till 38° och 0,55 kPa.

## 6.2 Lera

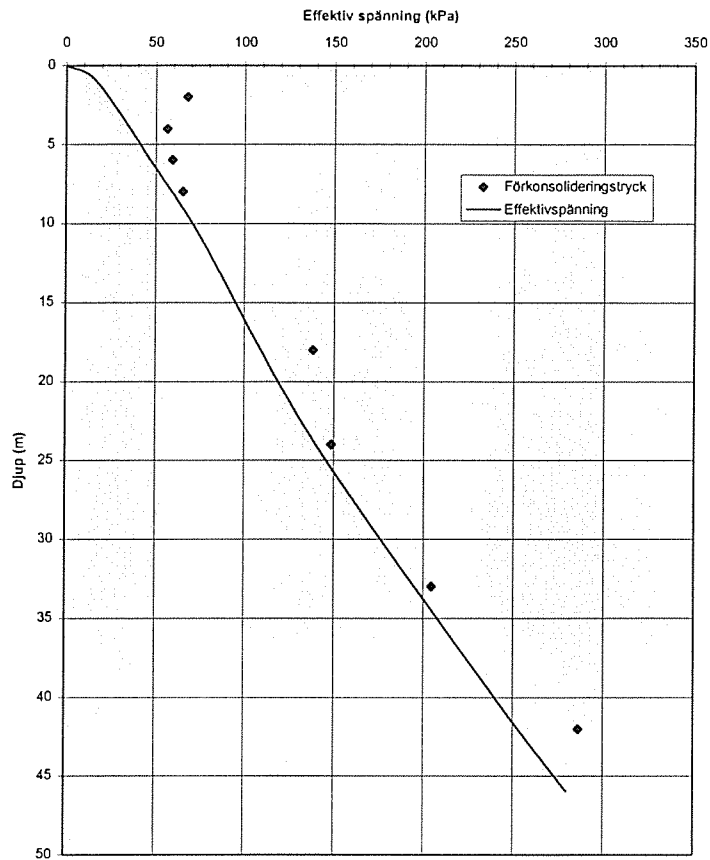
Ca 15 st aktiva och passiva försök är utförda på en lera från Götaälvdalen. Alla försöken utfördes under odränerade förhållanden. Proverna är tagna från 2 till 46 meters djup. Enligt utförda CRS försök är leran endast svagt överkonsoliderad. Vattenkvoten och konflytgränsen varierar mellan 60 och 85 %. Från ca 27 m djup är leran högsensitiv.

Resultaten från triaxialförsöken redovisas i bilaga 4. I figur 7 har utvärderad skjuvhållfasthet ritats mot djupet. Man kan tydligt se att aktiva skjuvhållfastheten i det här fallet är betydligt större än den passiva vilket kan få stor betydelse vid stabilitetsbedömningar.



Figur 7. Utvärderad skjuvhållfasthet från aktiva och passiva triaxialförsök på Götaälvdalslera

I figur 8 har det utvärderade förkonsolideringstrycket ritats mot djupet. Här kan man tydligt se att leran är svagt överkonsoliderad från 5 m djup och neråt.



Figur 8. Förkonsolideringstrycket mot djupet.

## 7 REFERENSER

Berre (1981). Triaxial testing at the Norwegian Geotechnical Institute. NGI. Publication 134, Oslo.

La Rochelle m fl (1988). Observational approach to membrane and area corrections in triaxial tests. ASTM STP 977, Philadelphia, pp 715-731.

Larsson, R (1977). Basic behaviour of Scandinavian clays. Statens geotekniska institut, Rapport 4. Linköping, 108 p.

Larsson, R (1981). Drained behaviour of Swedish clays. Statens geotekniska institut, Rapport 12. Linköping, 157 p.

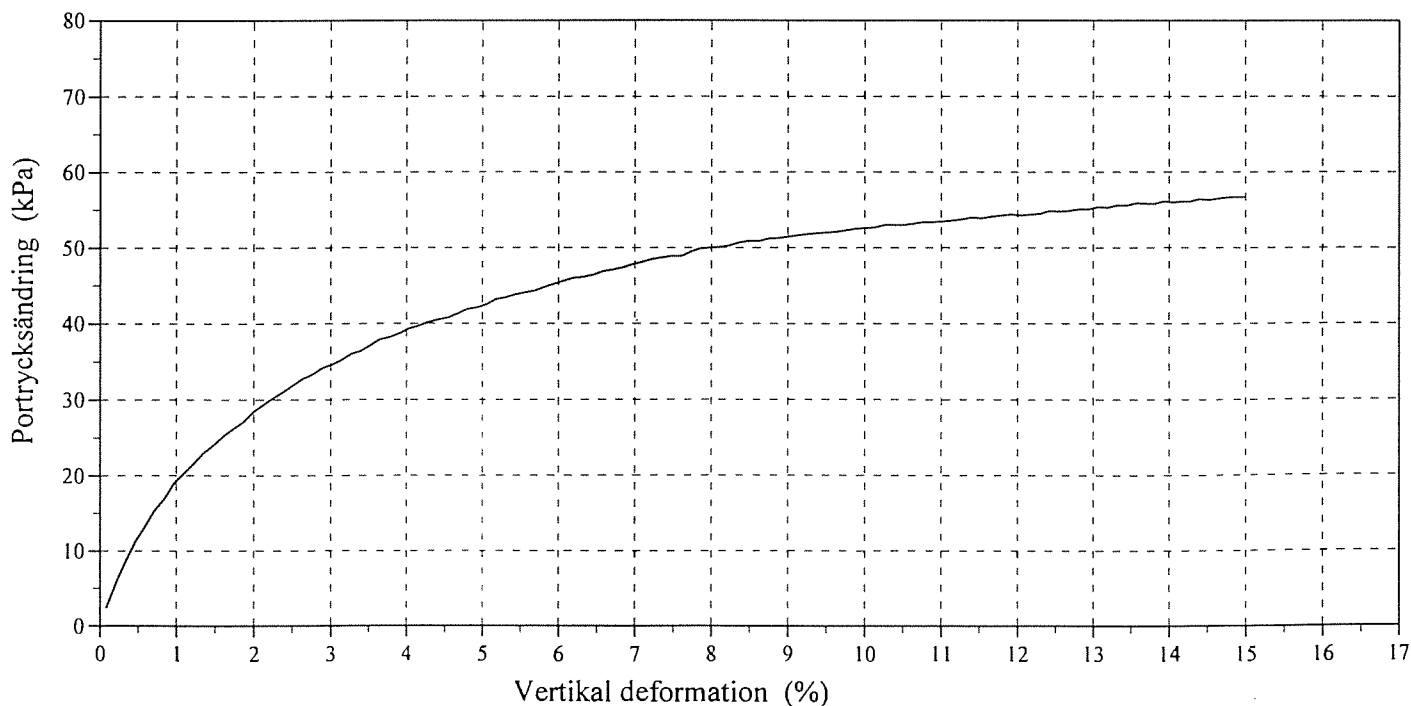
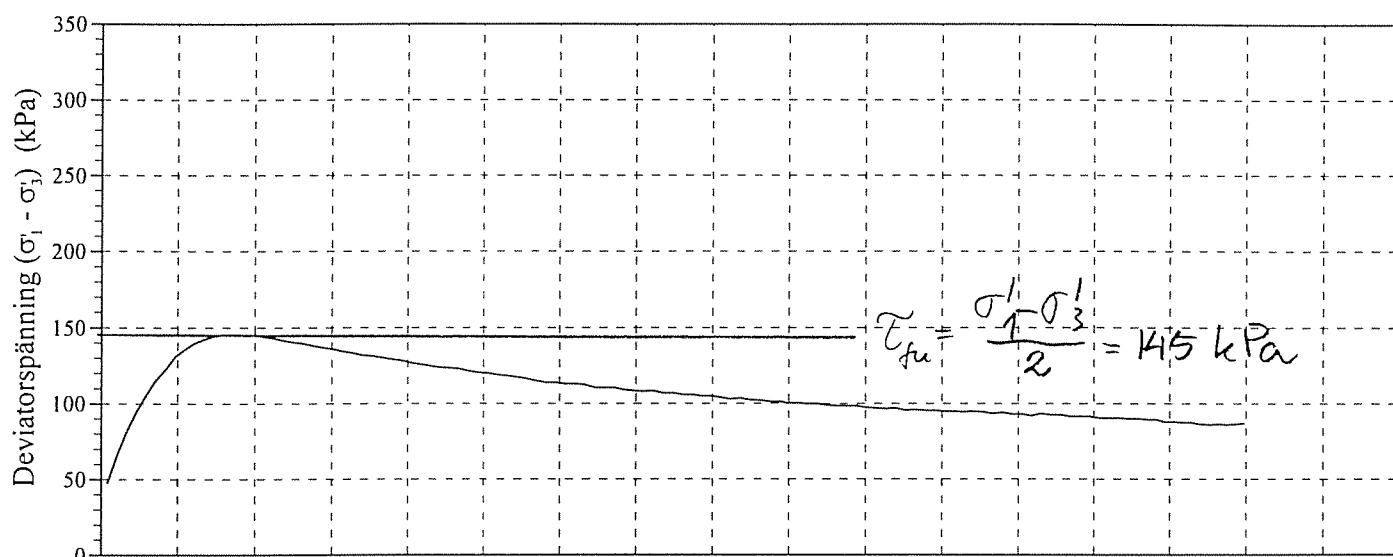
Larsson, R (1997). Investigations and load tests in silty soils. Statens geotekniska institut, Rapport 54. Linköping, 257 p.

Wiesel C-E m fl (1985). Skjuvhållfasthet, Geotekniska laboratorieanvisningar del 9. Bygghövetningsrådet T2:1985.

Westerberg B (1995). Lerors mekaniska egenskaper. Tekn lic Avdelningen för Geoteknik, Luleå Tekniska Universitet, 1995:2, 255 p.

### TRIAXIALFÖRSÖK

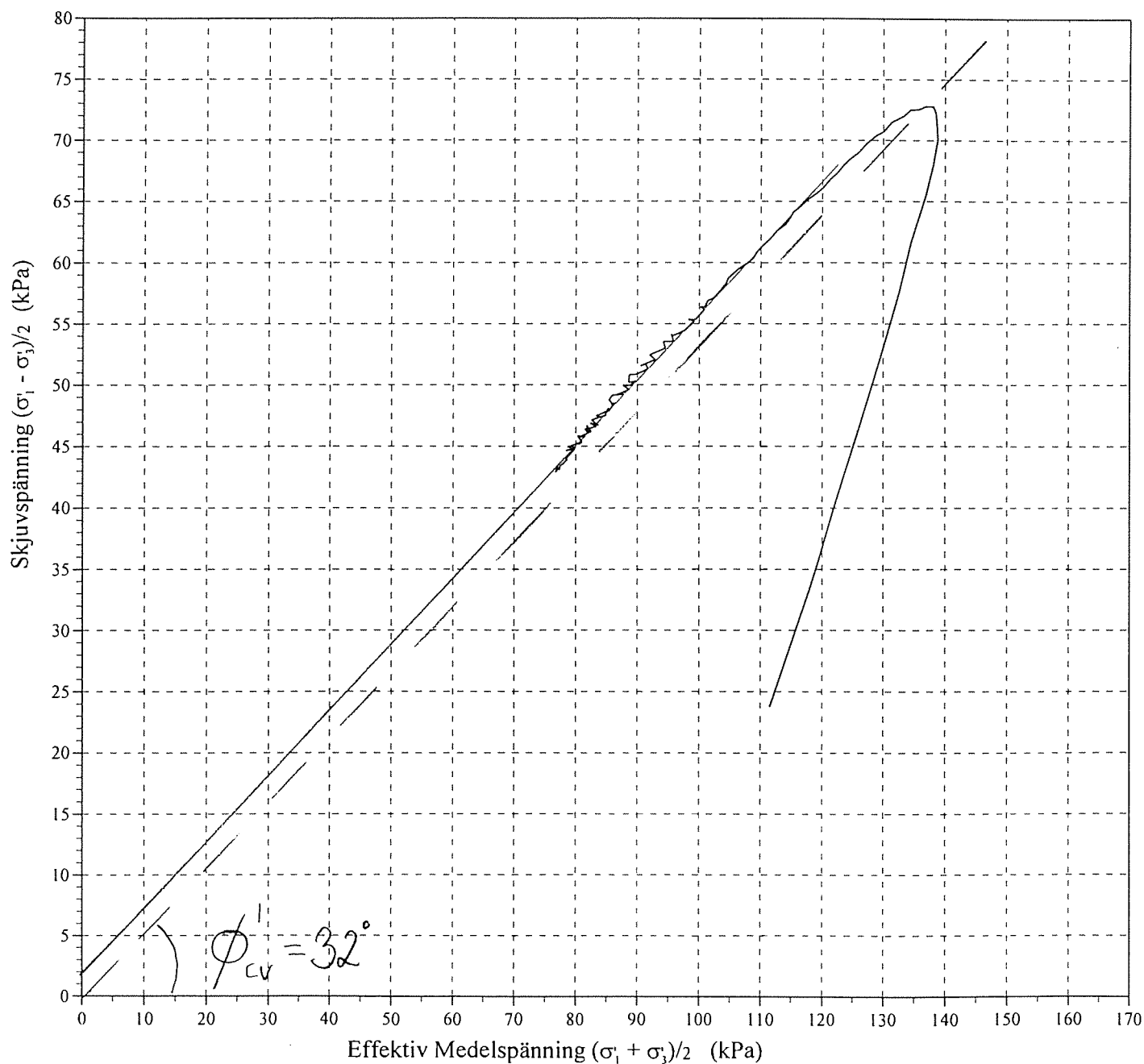
				Datum	1998-01-29
				Dnr	
Borhål	Djup	Benämning		Signatur	
	10 m	GRÅ LERA MED SKAL, SVAGT SULFIDFLÄCKIG			
Försöksdatum	Höjd	Typ av försök	Dräneringsförhållande	Konsolideringsspanningar	
1997-11-29	106,1 mm	Aktivt	Odränerat	$\sigma'_1$	115 kPa
Utfört av	Diameter	Filnamn		$\sigma'_3$	92 kPa
LMO MLu	50,0 mm			Portryck	70 kPa
Anmärkning					
gruskorn, skal					





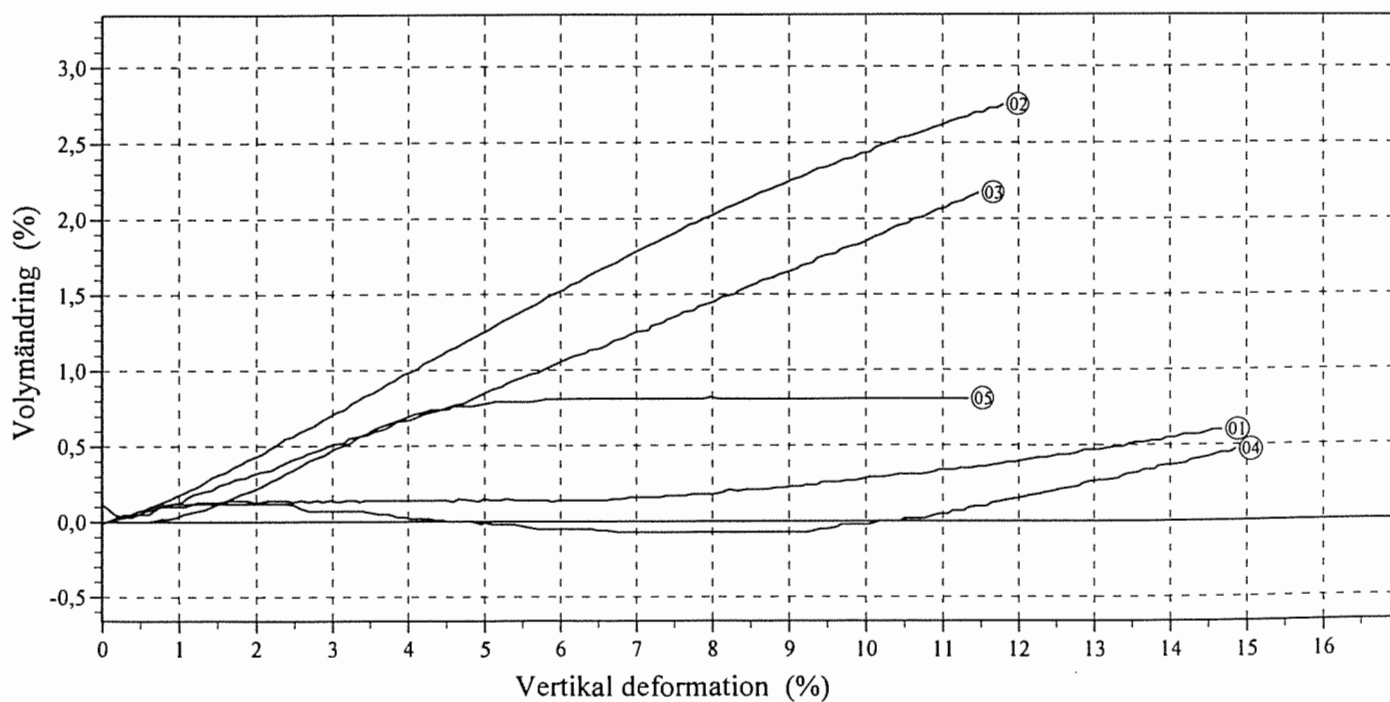
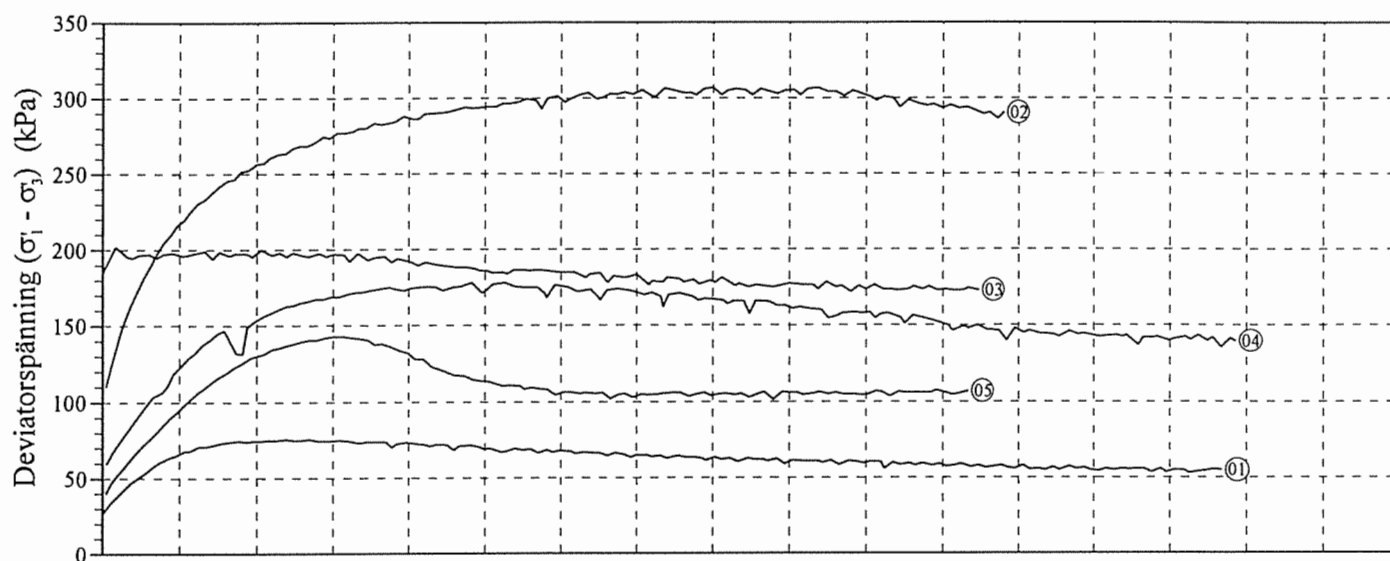
### TRIAXIALFÖRSÖK

				Datum	1998-01-29
				Dnr	
Borrhål	Djup	Benämning		Signatur	
	10 m	GRÅ LERA MED SKAL, SVAGT SULFIDFLÄCKIG			
Försöksdatum	Höjd	Typ av försök	Dräneringsförhållande	Konsolideringsspänningar	
1997-11-29	106,1 mm	Aktivt	Odränerat	$\sigma'_1$	115 kPa
Utfört av	Diameter	Filnamn		$\sigma'_3$	92 kPa
LMO MLu	50,0 mm			Portryck	70 kPa
Anmärkning					
gruskorn, skal					



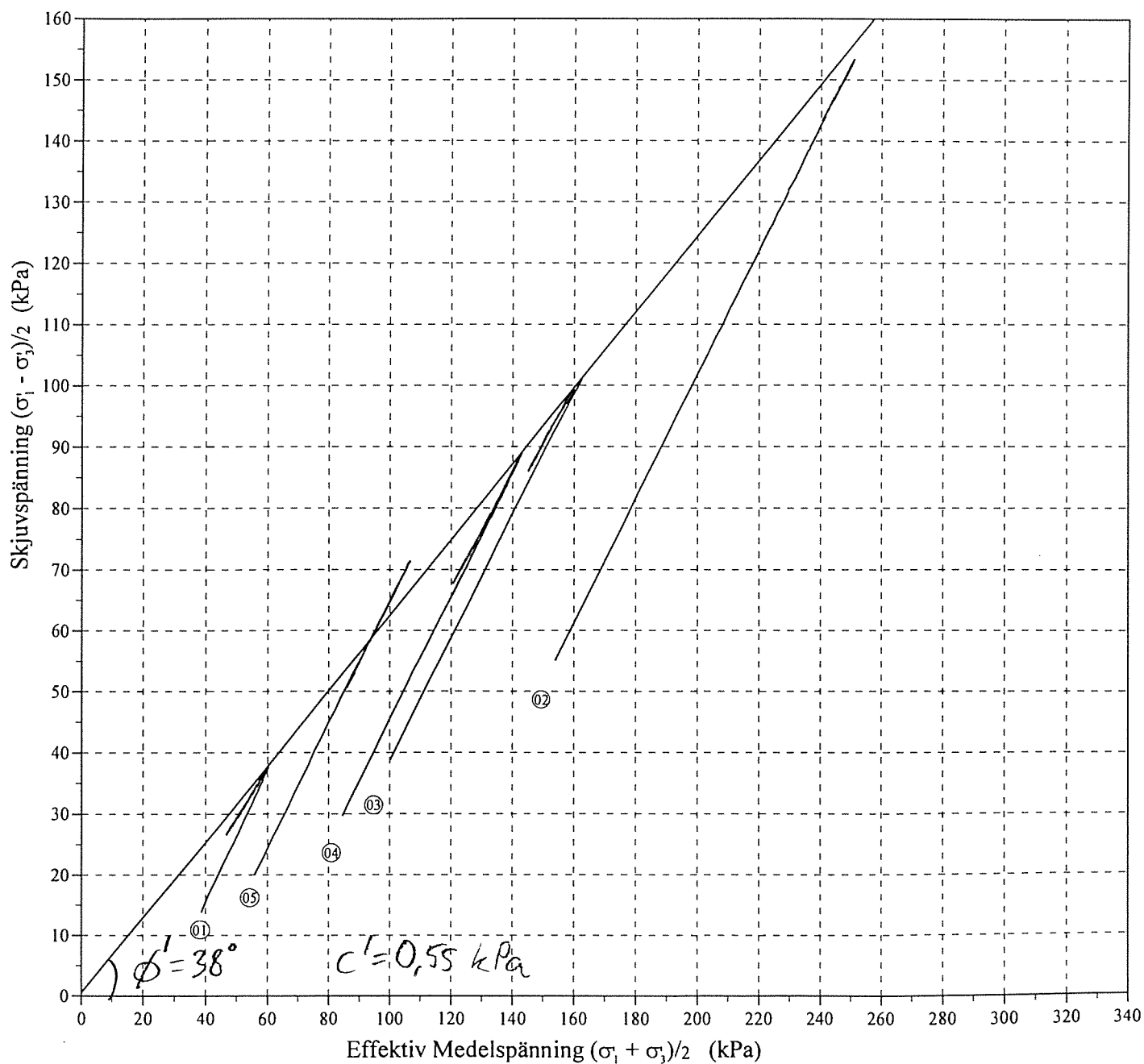
## SAMMANSTÄLLNING AV TRIAXIALFÖRSÖK

Siltprojekt Borlänge Vatthammar	Datum	1998-02-02
	Dnr	1-9312-621
Förklaring		
① Bh 1 djup 0,6 m ② Bh 1 djup 8,3 m ③ Bh 1 djup 4,1 m ④ Bh 1 djup 3,4 m ⑤ Bh 1 djup 1,3 m		



## SAMMANSTÄLLNING AV TRIAXIALFÖRSÖK

Siltprojekt Borlänge Vatthammar	Datum	1998-02-02
	Dnr	1-9312-621
Förklaring		
① Bh 1 djup 0,6 m		
② Bh 1 djup 8,3 m		
③ Bh 1 djup 4,1 m		
④ Bh 1 djup 3,4 m		
⑤ Bh 1 djup 1,3 m		





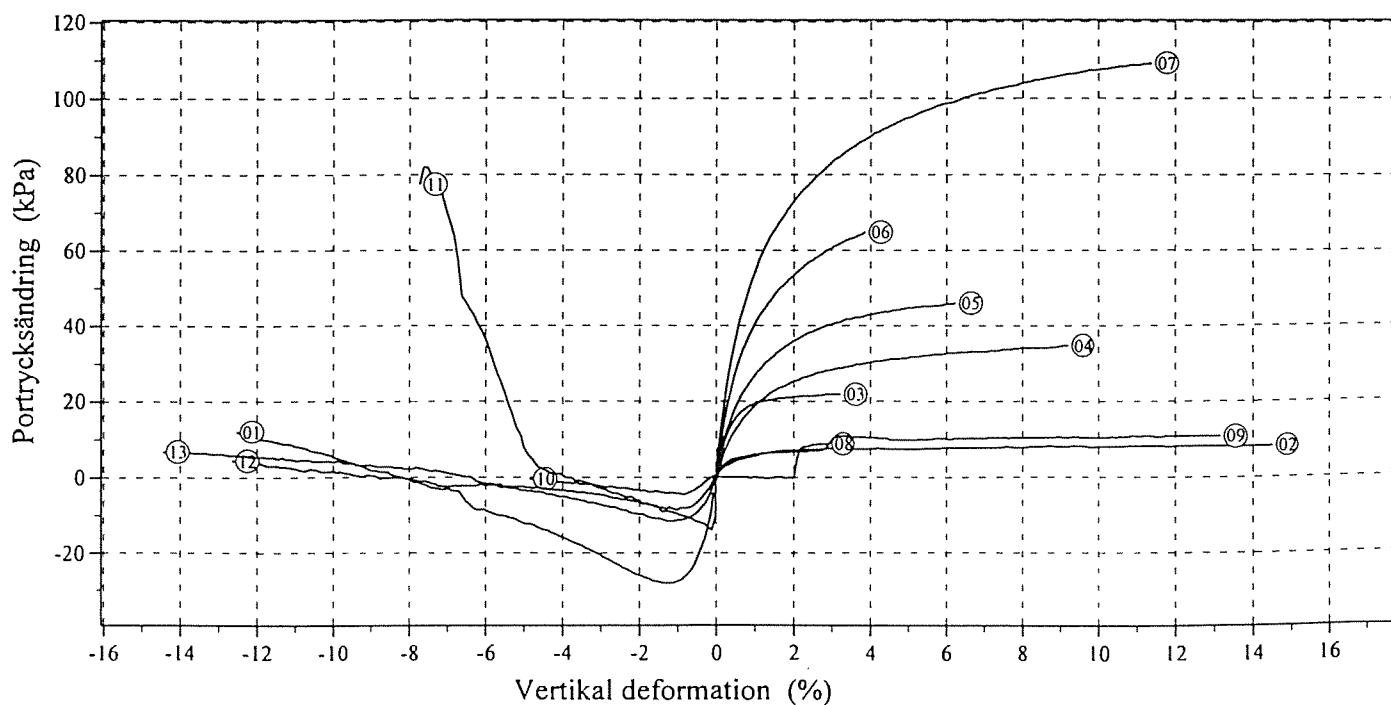
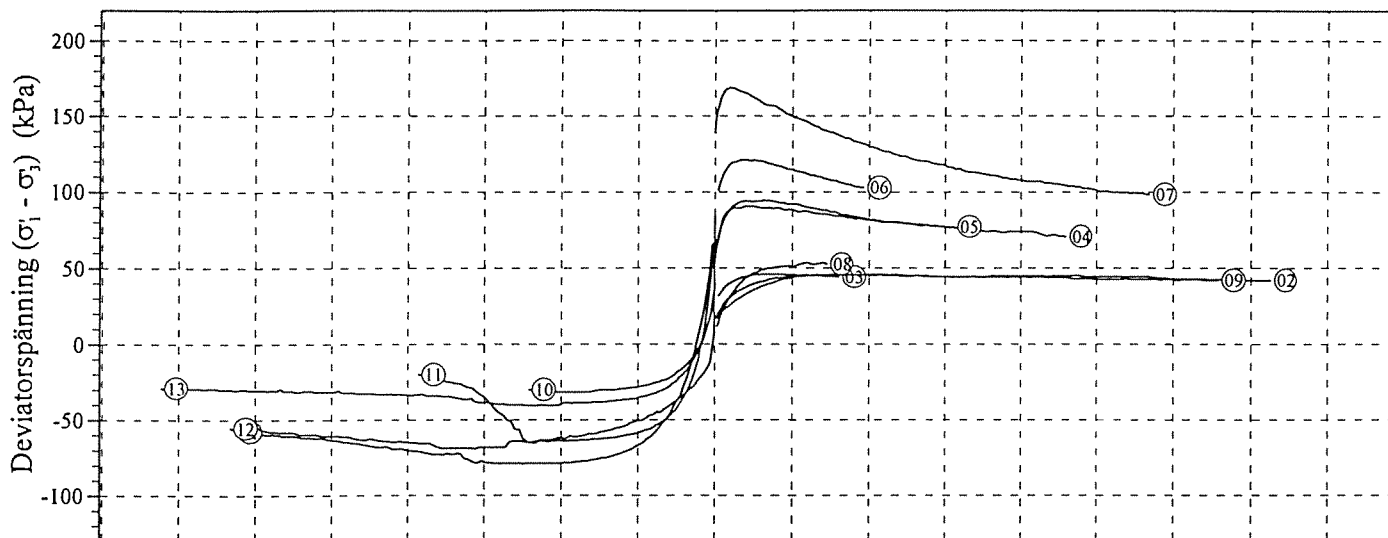
SAMMANSTÄLLNING AV TRIAXIALFÖRSÖK

SKREDET I BALLABO, VÄSTERLANDA -  
ORSAKSUTREDNING

Datum	1998-01-28
Dnr	I-9605-250

Förklaring

- |                        |                      |                      |
|------------------------|----------------------|----------------------|
| ① Bh SGI 5 djup 28,9 m | ⑦ Bh SGI 5 djup 42 m | ⑬ Bh SGI 5 djup 14 m |
| ② Bh SGI 5 djup 4 m    | ⑧ Bh SGI 5 djup 2 m  |                      |
| ③ Bh SGI 5 djup 8 m    | ⑨ Bh SGI 5 djup 6 m  |                      |
| ④ Bh SGI 5 djup 18 m   | ⑩ Bh SGI 5 djup 10 m |                      |
| ⑤ Bh SGI 5 djup 24 m   | ⑪ Bh SGI 5 djup 37 m |                      |
| ⑥ Bh SGI 5 djup 33 m   | ⑫ Bh SGI 5 djup 27 m |                      |



## SAMMANSTÄLLNING AV TRIAXIALFÖRSÖK

SKREDET I BALLABO, VÄSTERLANDA - ORSAKSUTREDNING	Datum	1998-01-28
	Dnr	I-9605-250
Förklaring		
① Bh SGI 5 djup 28,9 m	⑦ Bh SGI 5 djup 42 m	⑬ Bh SGI 5 djup 14 m
② Bh SGI 5 djup 4 m	⑧ Bh SGI 5 djup 2 m	
③ Bh SGI 5 djup 8 m	⑨ Bh SGI 5 djup 6 m	
④ Bh SGI 5 djup 18 m	⑩ Bh SGI 5 djup 10 m	
⑤ Bh SGI 5 djup 24 m	⑪ Bh SGI 5 djup 37 m	
⑥ Bh SGI 5 djup 33 m	⑫ Bh SGI 5 djup 27 m	

