



**Svensk Djupstabilisering**  
Swedish Deep Stabilization Research Centre

**Arbetsrapport 17**  
2000-09

# Kalkcementpelarförstärkning för bro – Funktionsuppföljning

**Marius Tremblay**

## **Svensk Djupstabilisering**

Svensk Djupstabilisering (SD) är ett centrum för forskning och utveckling inom djupstabilisering med kalk-cementpelare. Verksamheten syftar till att initiera och bedriva en branschsamordnad forsknings- och utvecklingsverksamhet, som ger säkerhetsmässiga, funktionsmässiga och ekonomiska vinster som tillgodoser svenska intressen hos samhället och industrin. Verksamheten baseras på en FoU-plan för åren 1996-2000. Medlemmar är myndigheter, kalk- och cementleverantörer, entreprenörer, konsulter, forskningsinstitut och högskolor.

Verksamheten finansieras av medlemmarna samt genom anslag från Byggforskningsrådet, Svenska byggbranschens utvecklingsfond och Kommunikationsforskningsberedningen.

Svensk Djupstabilisering har sitt säte vid Statens geotekniska institut (SGI) och leds av en styrgrupp med representanter för medlemmarna.

Ytterligare upplysningar om verksamheten lämnas av SD:s projektledare Göran Holm, tel: 013-20 18 61, 070-521 09 39, fax: 013-20 19 14, e-post: [goran.holm@swedgeo.se](mailto:goran.holm@swedgeo.se), <http://www.swedgeo.se/sd.htm>.

## **Swedish Deep Stabilization Research Centre**

The Swedish Deep Stabilization Research Centre coordinates research and development activities in deep stabilization of soft soils with lime-cement columns. A joint research programme based on the needs stated by the authorities and the industry is being conducted during the period 1996 - 2000. Members of the Centre include authorities, lime and cement manufactures, contractors, consultants, research institutes and universities.

The work of the Swedish Deep Stabilization Research Centre is financed by its members and by research grants.

The Swedish Deep Stabilization Research Centre is located at the Swedish Geotechnical Institute and has a Steering Committee with representatives chosen from among its members.

Further information on the Swedish Deep Stabilization Research Centre can be obtained from the Project Manager, Mr G Holm, tel: +46 13 20 18 61, fax: +46 13 20 19 14 or e-mail: [goran.holm@swedgeo.se](mailto:goran.holm@swedgeo.se), <http://www.swedgeo.se/sd.htm>.



**Svensk Djupstabilisering**  
Swedish Deep Stabilization Research Centre

**Arbetsrapport 17**  
2000-09

**Kalkcementpelarförstärkning för bro**  
**– Funktionsuppföljning –**

Västkustbanan, delen Sätinge – Lekarekulle.  
Bro över väg N359U (km 35/603)

**Marius Tremblay**

# Förord

Svensk Djupstabilisering (SD) baserar verksamheten på sin FoU-plan, som bl a innehåller ett antal stora FoU-projekt. För att öka underlaget för dessa forskningsprojekt satsar SD på kompletterande mätningar/analyser i lämpliga förstärkningsprojekt. Redovisningen av dessa mätningar/analyser granskas inte av SD, utan redovisade resultat och framförda åsikter är författarens. Redovisningarna är arbetsrapporter inom SD. Även delredovisningar av vissa FoU-projekt inom SD sker i SD:s arbetsrapportserie. Rapporter i SD:s arbetsrapportserie skall endast användas internt inom SD och inte spridas utanför SD.

Föreliggande arbetsrapport är en redovisning av mätningar vid en kalk-cementpelargrundlagd bro som underlag för FoU-projekt inom ”Stabiliserad jords egenskaper” och ”Funktionssätt”.

Linköping i september 2000

Göran Holm  
Projektledare för SD

<b>Arbetsrapport</b>	Svensk Djupstabilisering c/o Statens geotekniska institut 581 93 Linköping
Beställning (endast för medlemmar av SD)	Tel: 013-20 18 42 Fax: 013-20 19 14 E-post: birgitta.sahlin@swedgeo.se
Upplaga	150 ex
Tryckeri	Roland Offset AB, Linköping, oktober 2000

# Innehåll

<b>1. Bakgrund.....</b>	<b>4</b>
<b>2. Utförda anläggningar.....</b>	<b>5</b>
<b>3. Geotekniska förhållanden.....</b>	<b>8</b>
<b>4. Utförda beräkningar .....</b>	<b>9</b>
<b>5. Instrumentering och provning .....</b>	<b>12</b>
5.1 Slangsättningsmätare	12
5.2 Bälgslangsmätare	13
5.3 Inklinometer	13
5.4 Portrycksmätare	13
5.5 Provning med kalkpelarsonden	13
5.6 Okulär besiktning av pelarna	13
5.7 Provtagning av pelardel och provning med triaxialförsök	14
<b>6. Resultat från mätningar och provningar .....</b>	<b>15</b>
6.1 Allmänna egenskaper	15
6.2 Deformationer	16
6.3 Grundvattenvariationer	18
<b>7. Slutsatser - iakttagelser .....</b>	<b>20</b>
<b>Bilaga 1 - Resultat från lab- och fältundersökningar .....</b>	<b>21</b>
<b>Bilaga 2 - Resultat från blandningsförsök i laboratoriet för     kalkcementstabilisering .....</b>	<b>33</b>
<b>Bilaga 3 - Okulär besiktning av kalkcementpelare.....</b>	<b>35</b>
<b>Bilaga 4 - Resultat från kalkpelarsonderingar (KPS, OKPS) .....</b>	<b>63</b>
<b>Bilaga 5 - Resultat från triaxialförsök.....</b>	<b>67</b>
<b>Bilaga 6 - Resultat från slangsettningsmätare.....</b>	<b>81</b>
<b>Bilaga 7 - Resultat från bälgslangar .....</b>	<b>87</b>
<b>Bilaga 8 - Resultat från inklinometrar .....</b>	<b>93</b>
<b>Bilaga 9 - Resultat från grundvattenobservationer .....</b>	<b>99</b>

# 1. Bakgrund

Tillämpning av de nya tekniska beskrivningarna för dimensionering av broar (väg och järnväg) innebär bland annat att deformationer i bruksstadiet skall beräknas. För broar grundlagda på kalkcementpelarstabiliserad lera används ofta beräkningsmodeller som tar hänsyn till radiellt vattenflöde, vilket innebär att modellerna kan användas med god resultat när kalkcementpelarförstärkning utförs till fast botten, men blir mindre tillförlitliga när pelarna avslutas i leran utan att nå fast botten.

Användning av en blandning av kalk och cement som ersättning för enbart kalk medför ändrat beteende hos förstärkningen. Kalkcementblandningen medför att pelarna blir starkare och styvare, men viss risk finns att de blir något mer inhomogena än rena kalkpelare. Detta medför i sin tur att vidhäftningen mellan pelare och oförstärkt jord kan påverkas. Dessutom påverkas pelarnas hydrauliska egenskaper och deras förmåga att leda bort porövertryck. Dessa faktorer får konsekvenser för pelarnas funktion och på beräkningsmodeller och beräkningsresultat.

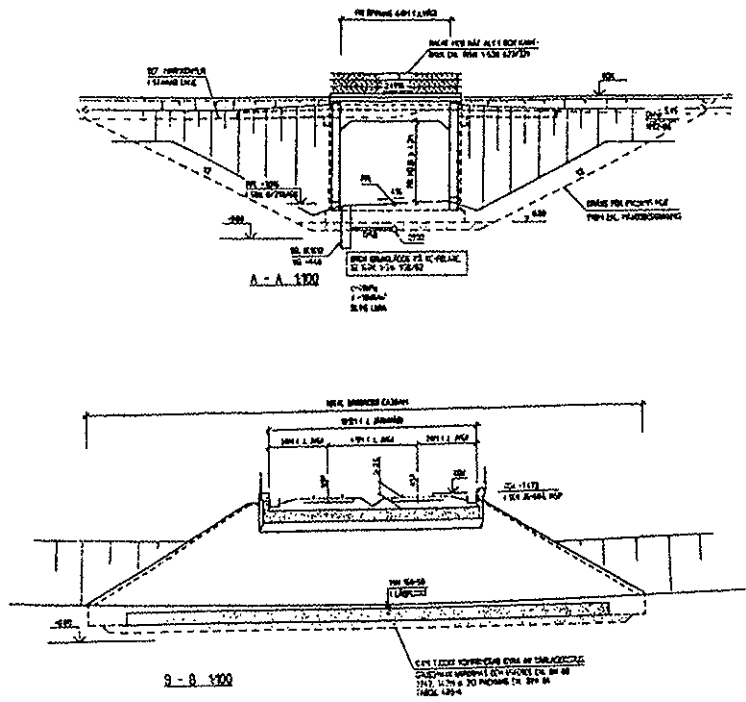
I Sverige utförs idag drygt 2 miljoner meter djupstabilisering per år. Bindemedlet utgörs till största del av en blandning av kalk och cement. Däremot är de flesta tidigare uppföljningar utförda på stabilisering med ren kalk som bindemedel. För broar grundlagda på kalkcementpelarstabiliserad lera finns knappast någon sättningsuppföljning.

Vid upp- och ombyggnad av Västkustbanan till dubbelspår utfördes en förstärkning genom djupstabilisering med kalkcementpelare för grundläggning av en bro över väg N359U (km 35/603). Förbelastning utfördes på området under 6-7 månader innan avschaktning och brobygge.

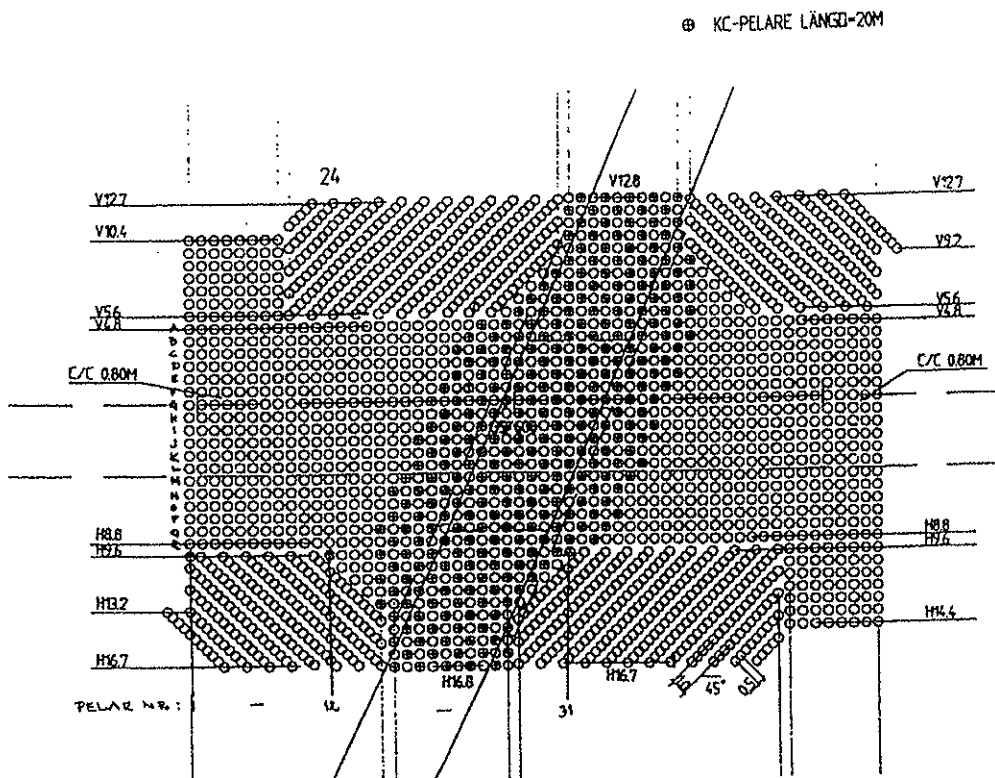
En produktionsuppföljning som innehåller horisontella mätslangar samt konventionella och omvända kalkpelarsonderingar utfördes av entreprenören under Banverkets omsorg. Ytterligare instrumentering och mätning utfördes inom detta projekt för att kunna följa upp deformationerna under förbelastningstiden samt ändringar i grundvattenförhållandena före och under avschaktning. Även provtagning och laboratorieundersökning av delar av pelare har utförts under projektet.

Denna rapport utgör en sammanställning av utförda mätningar vid ovannämnda bro. Uppföljningen har finansierats av Banverket (Huvudkontoret och Västra Regionen), Statens geotekniska institutet och Chalmers Tekniska Högskola.



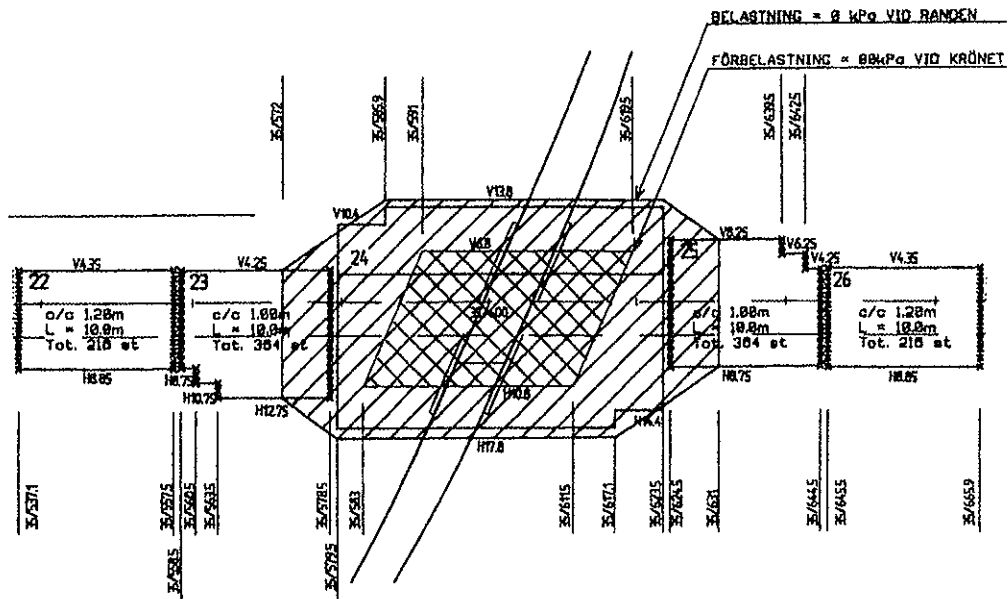


Figur 2 - Bro över väg N359U (Vallbyvägen).



Figur 3 - Jordförstärkning utförd vid bro över väg N359U (Vallbyvägen).





Figur 4 - Förbelastning vid broläget.

Efter ca 7 månader togs förbelastningen bort och avschaktning utfördes. Vägen under bron går i skärning med som mest ca 5 m. Därefter byggdes bron och dubbelspåret färdigställdes.

### 3. Geotekniska förhållanden

Resultat från laboratorie- och fältundersökningarna presenteras i *Bilaga 1*.

Jordlagren består huvudsakligen av lera. Vid 35+600 är lermäktigheten ca 35m.

Jordlagren består under mulljorden av torrskorpelera till 1 m djup ovan mycket lös lera. Skjuvhållfastheten närmast under torrskorpan är 9 kPa med 1 kPa tillväxt per meter ner till 9 m djup. Därunder är tillväxten 1,3 kPa per meter.

Leran, som delvis är siltig, är lös - närmast under torrskorpan ställvis mycket lös. Vidare innehåller leran skal och siltskikt samt i sin övre del även växtdelar.

Densiteten är 1,55 - 1,60 t/m<sup>3</sup>, vattenkvoten varierar mellan 60 till 80 % och konflytgränsen ligger något lägre (ned till 15 %-enheter). Leran är i huvudsak mellansensitiv med sensitivetsvärden kring 20.

Lerans kompressionsegenskaper har undersökts med ödometerförsök typ CRS. Försöken visar en svagt konsoliderad lera (OCR = 1,1-1,2) med kompressionsmoduler mellan 570 och 12 000 kPa (ökande med djupet). Lerans hydrauliska konduktivitet ligger kring 1e-10 m/s.

Blandningar med olika mängder bindmedel (kalk och cement) har testats i laboratoriet för att uppnå en tillfredställande ökning av hållfasthet hos den förstärkta leran. Försöken resulterade i en blandning kalk/cement med andelar 50/50, vilket ger hållfasthetsvärde efter 14 dagar av ca 200 kPa, se *Bilaga 2*.

## 4. Utförda beräkningar

Mellan km 35+500 och km 35+700 går järnvägen på två nya spår öster om det gamla spåret. Järnvägen går i bank med bankhöjd ca 0,7- ca 1,0m.

Bron över enskild väg N359U under Västkustbanan vid km 35+603 utföres som en sluten ram med en fri höjd av minst 4,2m och en öppning av 6m. Länkplattor utföres för utjämning av sättningsdifferenser.

Den enskilda vägen ligger i skärning med som mest 5m under befintlig markyta, dvs ca 6m under järnvägen.

### 4.1 Stabilitet

#### *Beräkningsförutsättningar*

Ur stabilitetssynpunkt dimensionerades hela den nya sträckan för en beräknad stabilitet av  $F_c \geq 1,5$ . Stabilitetsberäkningar har utförts med hjälp av beräkningsprogrammet SSTAB, med odränerad analys och cirkulärcylindriska glidytor.

Tåglasten har förutsatts vara 110 kN/m och spår, dvs en ytlast av 44 kPa på bredden 2,5m för varje spår. Överbalklasten förutsattes bestå av makadam med densiteten 2,0 t/m<sup>3</sup> och friktionsvinkeln 45°. För underballast och övrig bankfyllning förutsattes friktionsjord med densiteten 1,8 t/m<sup>3</sup> och friktionsvinkeln 35°.

Ytjordlagret, torrskorpan (ca 1m) har förutsatts ha en densitet av 1,7 t/m<sup>3</sup> och en skjuvhållfasthet av 20 kPa. För leran under torrskorpan har skjuvhållfasthetsfördelningen valts med ledning av de ur vingsond och konförsök uppmätta skjuvhållfastheterna, reducerade enligt SGI, Information nr 3, se Kapitel 3.

#### *Förstärkningsåtgärder*

##### Järnväg

För att stabiliteten för dubbelspåret skall vara tillfredsställande har förstärkningsåtgärder krävts längs järnvägen.

Från km ca 35+100 till km ca 35+700 bro över enskild väg N 359 V vid 35+603 har förstärkning under järnvägsbanken utförts med kalkcementpelare.

##### Enskild väg N 359 V, (km 35+603)

Vägen går i skärning längst en sträcka av ca 160 m. Vid bron är skärningsdjupet under markytan ca 5m. För att uppnå tillfredsställande stabilitet av sckakten och järnvägen har avschaktningsplan och förstärkning med kalkcementpelare utförts.

## 4.2 Grundvattensänkning

För sättningsberäkning har en grundvattensänkning förutsatts i det kalkcementpelarförstärkta området. Avsänkningstratten från dräneringsnivån vid bron till befintlig grundvattennivå har antagits ha en lutning på 1:5. Detta innebär att en relativ stor spänningsökning pga grundvattensänkning har beaktats i anslutning till bron och dess effekt har beaktats på en sträcka av ca 30 m på ömse sidan av bron.

## 4.3 Sättningberäkningar

### *Beräkningsförutsättningar*

För sättningsutvecklingen för järnvägen har Banverket angett vissa kvalitetskrav som innebär en acceptabel sättning av 150 mm på 20 år efter järnvägens driftsättning och en maximal differenssättning på samma tid av 34 mm räknat på 10 m längd.

Vid sättningsberäkningarna har *förväntade* sättningar redovisats, dvs sättningarna har beräknats med de värden på förkonsolideringslast, porttrycksprofiler och kompressionsmoduler som bedömts med ledning av undersökningsresultaten. Sättningarna har således angetts utan någon säkerhetsfaktor med den normala osäkerheten i beräkningsresultaten (normalt  $\pm 30\%$ ).

Utvärderade parametrar från utförda CRS-försök redovisas i *Bilaga 1*.

Även en sammanställning av utvärderad förkonsolideringsspänning som funktion av djupet redovisas i diagramform i *Bilaga 1*. I diagrammet redovisas också den vid sättningsberäkningarna använda förkonsolideringsspänningen, utvärderad vid en tolkning av laboratieförsöken.

*Bilaga 1* innehåller även motsvarande sammanställning för kompressionsmodulen ML samt redovisning av de vid sättningsberäkningarna använda värdena, även här bedömda med en försiktig utvärdering av det samlade resultatet från de utförda CRS-försöken.

### *Beräkningsmetoder*

Sättningarna inom och under det kalkcementstabiliserade området har beräknats med hjälp av beräkningsprogrammet LIMESET (se SGI:s Varia Nr. 248). LIMESET förutsätter att lastfördelningen mellan kalkcementpelarna och den ostabiliserade leran beräknas under den idealiserade förutsättningen, att samma sättning uppkommer i pelare respektive ostabiliserad lera på varje nivå.

För den ostabiliserade delen av leran mellan kalkpelarna har värden enligt sammanställningarna i Bilaga 1 använts. För kalkcementpelarna har generellt förutsatts en skjuvhållfasthet  $\tau_{fuk}$  av 150 kPa och en kompressionsmodul av 11 250 kPa, dvs  $75 \cdot \tau_{fuk}$ . Förhållandet mellan permeabiliteten i kalkcementpelare

och lera har satts till 1 000. Enligt förutsättningarna för LIMESET fördelas spänningarna mellan kalkcementpelare och omgivande oförstärkt jord så att pelare och oförstärkt lera komprimeras lika mycket.

Detta innebär att lasten överförs successivt från den ostabiliserade leran till kalkcementpelarna och att lasten nedförs till pelarnas underkant. Om lerlagret sträcker sig djupare än pelarblocket antas att lasten sprids enligt 2:1-metoden från pelarnas underkant. För beräkning av tidsförloppet antas att kalkcementpelarna har en väsentligt högre permeabilitet än ostabiliserad lera och kan därför betraktas som vertikaldräner.

Sättningsberäkning i ostabiliserad lera under det kalkcementpelarförstärkta blocket har utförts utan hänsyn till krypdeformationer. Underkant av det kalkcementpelarförstärkta jordblocket förutsättes vara dränerande.

Även under icke-kalkpelarförstärkt bank, där normalt tryckbankar erfordrats med hänsyn till stabiliteten, har sättningar beräknats utan hänsyn till krypdeformationer men med försiktigt tolkade värden på förkonsolideringsspänning och kompressionsmoduler.

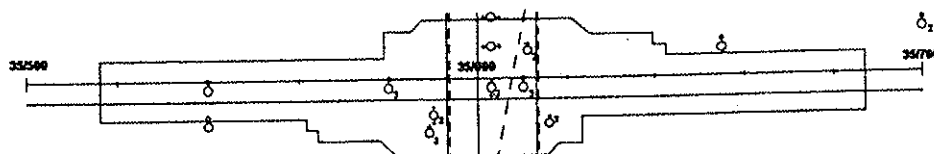
### ***Förstärkningsåtgärder***

På järnvägssträckan mellan 35+100 och 36+200 har leran bedömts vara överkonsoliderad med 20 kPa, svagt ökande med djupet till 40 kPa vid 25m. Upp till en bankhöjd av 1,2m erhålles teoretiskt beräknade sättningar, som uppfyller kvalitetskravet.

Bron vid 35+603 grundläggs på kalkpelare efter förbelastning. Anslutande järnvägsbank mellan 35+516 och 35+686 förstärks med kalkcementpelare.

## 5. Instrumentering och provning

Instrumentering gjordes för att följa upp deformationer (verikala och horisontella) och portrycksutveckling med tiden. Deformationerna följdes med hjälp av bälgslangar, inklinometer samt slangställningsmätning, medan portrycket mättes med slutna och öppna portrycksmätare. En plan över instrumenteringen presenteras i *Figur 5*.



### Förklaring:

- ⊕ Bälgslang
- ⊗ Inklinometer
- ⊙ Portrycksmätare
- GW-observationsrör
- Slangställningsmätare
- temporär
- - - permanent

*Figur 5 - Plan över instrumentering.*

### 5.1 Slangställningsmätare

En produktionsuppföljning som ingick i entreprenaden innehåller horisontella mätslangar såväl i temporärt som i permanent skede.

Totalt installeras 6 slangställningsmätare varav 3 temporära användes för att följa upp förbelastningen (sektion 35+593, 35+600 och 35+613) medan 3 installerades permanent efter brobygget (sektion 35+593, 35+607,3 och 35+613), se *Figur 5*.

Mätningar i slangställningsmätare utfördes regelbundet under hela byggskedet samt med jämna mellanrum efter avslutat bygge. Utöver nollmätningen utfördes mätningarna av entreprenören enligt bygghandlingarna var 14:e dag den första månaden och därefter varje månad under 6 månader.

## 5.2 Bälgslangsmätare

Totalt installerades 4 bälgslangar till ett djup av ca 25 m. Två stycken sattes i K/C-pelare omedelbart efter det att pelarna tillverkats, medan de andra två sattes i leran mellan pelarna, se *Figur 5*.

Utöver nollmätning genomfördes mätningar vid sex tillfällen, dvs 10, 20, 30, 60, 90 och 180 dagar efter det att förbelastningen lades på.

## 5.3 Inklinometer

Två inklinometerrör installerades i direkt anslutning till överlasten, ett vid krönet och ett vid släntfoten. Inklinometerrören tryckes ned till ca 30 m djup under markytan. Mätarnas placering framgår av *Figur 5*.

Mätningar utfördes vid sex tillfällen, dvs 10, 20, 30, 60, 90 och 180 dagar efter det att förbelastningen lades på.

## 5.4 Portrycksmätare

Två typer av mätare användes för att följa upp ändringar i grundvattensituationen, dels ett slutet system (typ BAT), dels ett öppet system (filterspets med plastslang). Totalt installerades 8 spetsar med slutet system och 12 med öppet system. Samtliga mätare installerades före utläggningen av överlasten och mätningar gjordes såväl under tiden som överlasten verkade, som under avlastningen och schaktning till fullt djup för vägport. Därefter har mätningar utförts under några tillfällen för att följa upp ev. förändringar i grundvattennivå en längre period efter slutförande av schakt och bygge. Mätarnas placering framgår av *Figur 5*.

Mätningar utfördes vid sex tillfällen, dvs 10, 20, 30, 60, 90 och 180 dagar efter det att förbelastningen lades på.

## 5.5 Provning med kalkpelarsonden

För att kontrollera hållfastheten hos kalkcementpelarna genomfördes ett stort antal pelarsonderingar. Både konventionella trycksonderingar (KPS) och omvända sonderingar (OKPS) har utförts.

## 5.6 Okulär besiktning av pelarna

I samband med avschaktning för bron utfördes en okulär besiktning av ett 20-tal pelare. Syftet med besiktningen var att i detalj dokumentera pelarnas utseende och homogenitet genom bl.a. fotodokumentation och bestämning av dimensioner och hållfasthet på olika pelartvärnsnitt.

Denna dokumentation utfördes av Chalmers Tekniska Högskola och presenteras i en separat skrift (Homogenitet hos KC-pelare – en fältstudie, Öberg-Högsta, 1997) samt i *Bilaga 3*.

### **5.7 Provtagning av pelardel och provning med triaxialförsök**

I samband med avschaktingen togs även delar av 12 pelare till laboratoriet på Chalmers för vidare undersökning. Kompressionsförsök med triaxutrustning utfördes på 6 av dessa pelare, medan de resterande 6 användes för bestämning av hydraulisk konduktivitet.

Resultatet från kompressionsförsöken presenteras i Kapitel 6.

Resultatet från bestämning av hydraulisk konduktivitet presenteras i ett examensarbete från CTH (Permeabilitetsmätning i kalkcementpelare – in situ och laboratorieförsök, Kernell och Pettersson, Examensarbete 1996:4) och sammanfattas i Kapitel 6.



## 6. Resultat från mätningar och provningar

### 6.1 Allmänna egenskaper

#### *Hållfasthet*

Kalkpelarinstallationen och produktionsuppföljningen har utförts på sedvanligt sätt. Resultatet från utförda sonderingar visar en tämligen ojämn hållfasthet hos pelarna. Variationen gäller främst skillnader i djupled med en markant ökande hållfasthet med djupet.

Skillnader kan även noteras mellan resultaten från KPS och OKPS. Med konventinella sonderingar (KPS) varierar hållfasthet mellan 50 och 200 kPa, medan omvända sonderingar ger en hållfasthet mellan 100 och 300 kPa (de lägsta värdena gäller i det översta jordlagret).

En sammanställning av resultatet från pelarsonderingar finns i *Bilaga 4*.

Triaxialförsök utförda i laboratoriet på delar av kalkcementpelare visar på betydligt högre värden på hållfasthet än uppmätt med KPS/OKPS, vilket antyder betydligt högre deformationsmoduler. Resultatet från dessa försök presenteras i *Bilaga 5* och sammanställs i *Tabell 1*.

*Tabell 1 - Hållfasthet uppmätt från triaxialförsök samt beräknade moduler (75 x hållf.)*

<b>Pelare Nr</b>	<b>Hållfasthet (kPa)</b>	<b>Modul (kPa)</b>
1	900	67500
2	450	33750
3	600	45000
4	800	60000
5	700	52500
6	350	26250

#### *Hydraulisk konduktivitet*

Den hydrauliska konduktiviteten hos kalkcementpelarna har undersökts på Chalmers Tekniska Högskola inom ramen för ett examensarbete. Mätningar har utförts i fält med manschetter och på prover i laboratoriet.

Sju prover samt tre pelare har testats i laboratoriet resp. i fält med olika försöksutfarande. Resultatet visas i *Tabell 2*.

Resultatet från fyra försök i laboratoriet ger en hydraulisk konduktivitet hos vissa pelare av ca  $1,0e-9$  m/s. Detta är betydligt mindre än det som antas i beräkningsmodellen där  $K_{\text{pelare}}$  sätts till ca 1000 gånger  $K_{\text{lera}}$ . Dessa prover har antagligen varit homogena, dvs utan sprickor och därmed visat en lägre relativ låg hydraulisk konduktivitet. Tre labförsök och samtliga fältförsök ger en hydraulisk konduktivitet av ca  $1,0e-7$  m/s,

vilket motsvarar ca 1000 gånger lerans hydrauliska konduktivitet. Dessa resultat tyder på att pelarnas och provernas makrostruktur har undersökts bättre än i de ovan nämnda fyra laborieförsöken, vilket bör stämma bättre med pelarnas egenskaper.

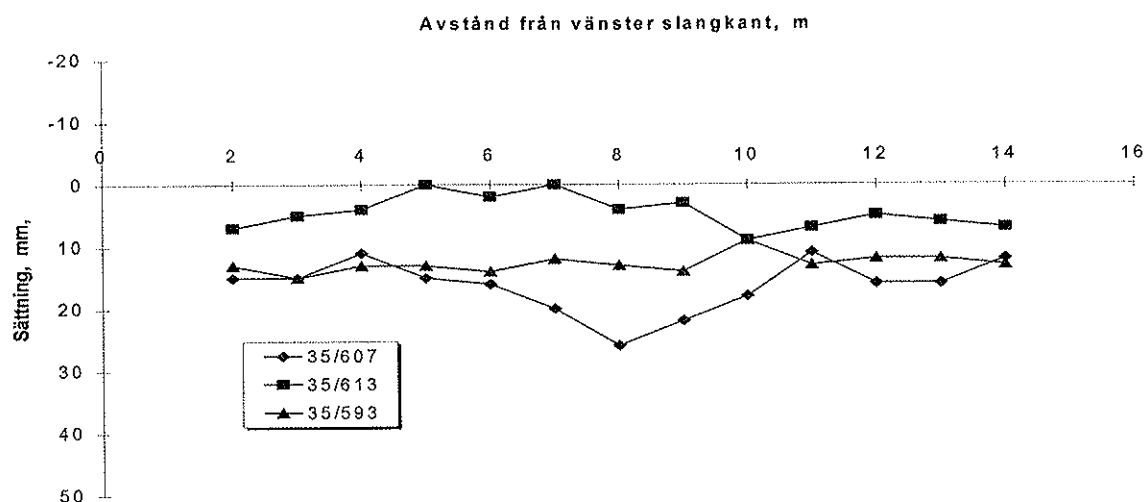
Tabell 2 - Hydraulisk konduktivitet uppmätt i laboriet och i fält.

Prov (lab.)	K (m/s) min	K (m/s) max
1	1,0 e-9	5,0 e-9
2	2,5 e-9	3,0 e-8
3	4,0 e-10	8,2 e-9
4	1,0 e-7	8,5 e-7
5	1,0 e-7	1,0 e-6
6	2,5 e-7	1,0 e-6
7	1,0 e-9	1,7 e-8
<b>Pelare (fält)</b>		
24	2,5 e-7	7,5 e-7
25	5,0 e-7	9,0 e-7
26	0,3 e-7	2,0 e-7

## 6.2 Deformationer

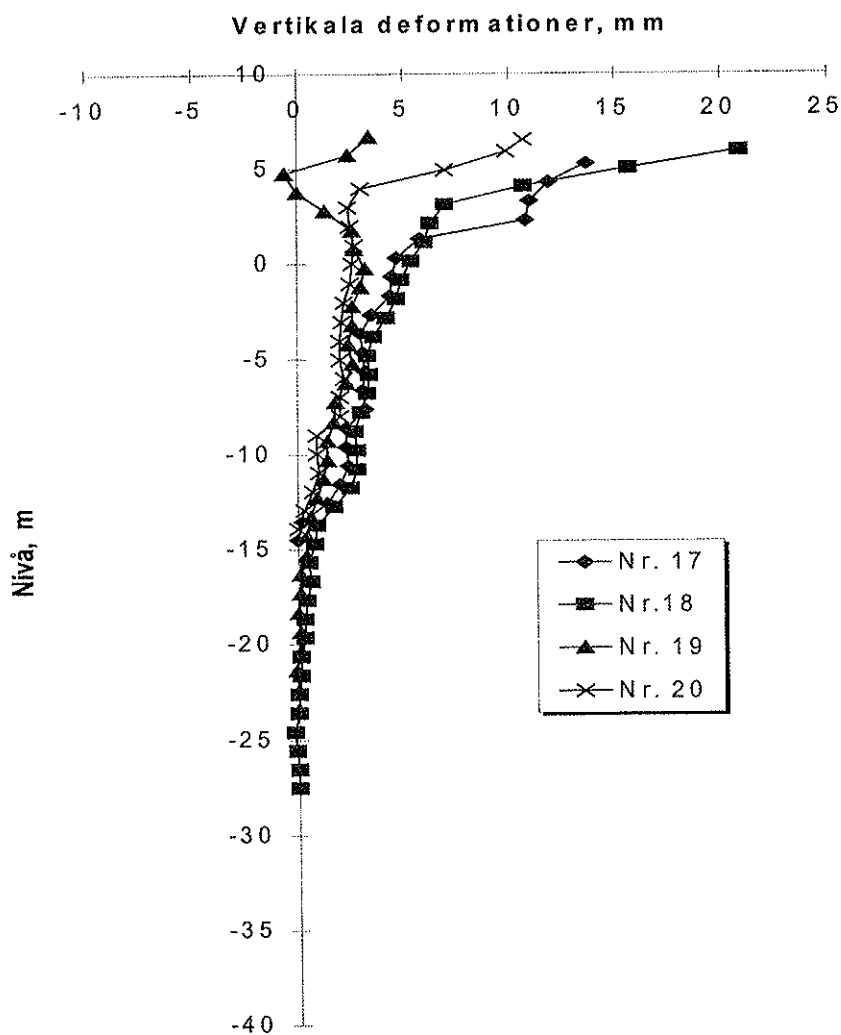
Deformationerna som uppkom under förbelastningstiden kunde följas upp med hjälp av slangställningsmätare, bälgslangar och inklinometrar.

Tre temporära slangställningsmätare användes under förbelastningen och ersattes senare med tre permanenta slangar för vidare uppföljning. Resultat från slangställningsmätarna presenteras i *Bilaga 6* och sammanställning av den sista mätningen finns i *Figur 6*. Resultatet visar en total vertikal deformation av ca 20 mm under hela belastningstiden. Mätningarna visar också tydligt att en stor del av deformationen uppkommer direkt efter belastningen, dvs mellan nollavläsningen och första mätomgången.



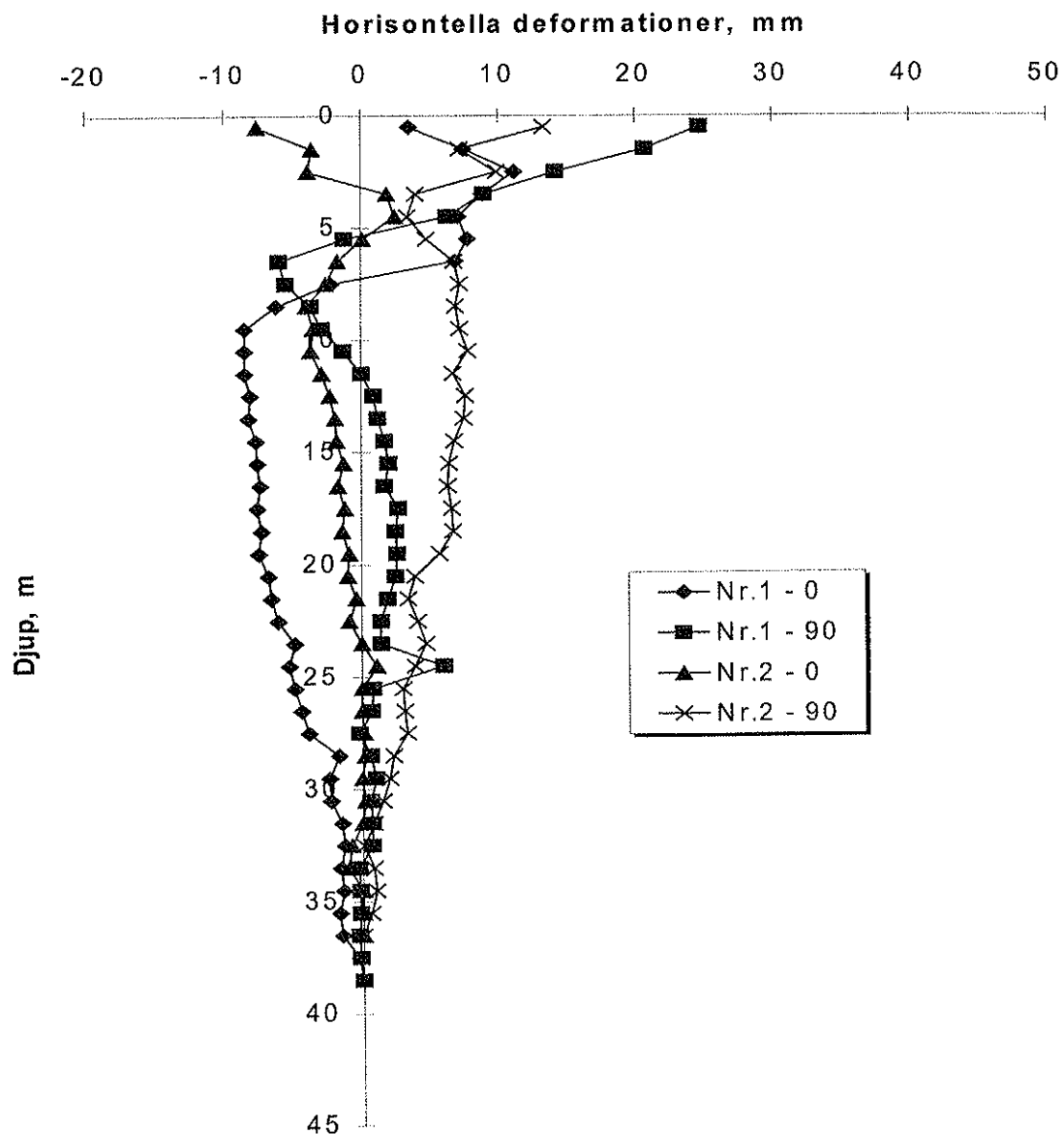
Figur 6 - Vertikala deformationer uppmätta med slangställningsmätare.

Fyra bälgslangar kunde användas under förbelastningstiden och till en viss del under avschaktningen innan de blev förstörda. Resultatet från mätningarna presenteras i *Bilaga 7* och en sammanställning av den sista mätningen finns i *Figur 7*. De utförda mätningarna tyder på att deformationerna förekommer främst i det översta jordlagret och att ingen (eller ytterst liten) deformation förekommer i den nedersta delen av kalkcementförstärkningen, eller under denna. Den uppmätta deformationen med bälgslangarna är av samma storleksordning som den uppmätt med slangställningsmätare, dvs ca 20 mm totalt. Även här tyder mätningarna på att största delen av sättningen uppkom direkt efter belastning.



Figur 7 - Vertikala deformationer uppmätta med bälgslangar.

Den horisontella deformationen av jordlagren orsakad av förbelastningen har följts upp med två inklinometrar. Resultatet från mätningarna presenteras i *Bilaga 8* och är sammanställt i *Figur 8*. Resultatet tyder på små deformationer i sidled under belastningen vilket medför att det mesta av jordvolymsändringen förekommer som vertikala deformationer (sättningar).



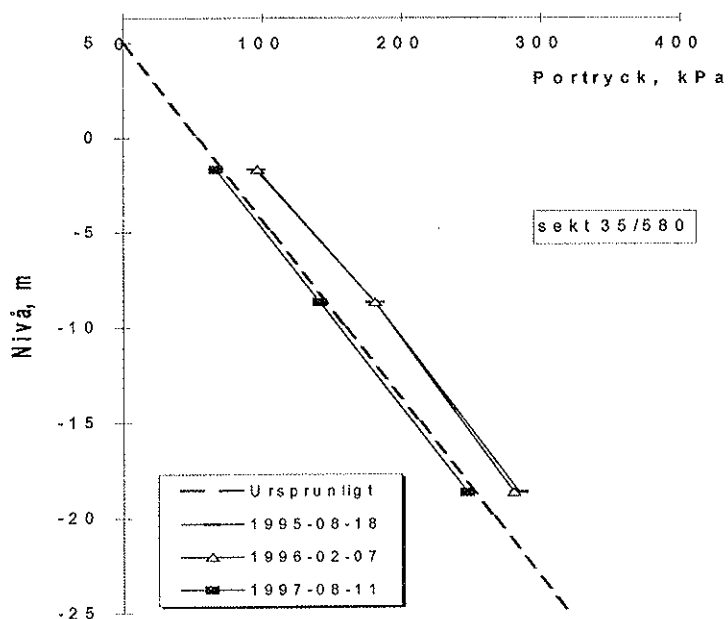
Figur 8 - Horisontella deformationer uppmätta med inklinometrar.

### 6.3 Grundvattenvariationer

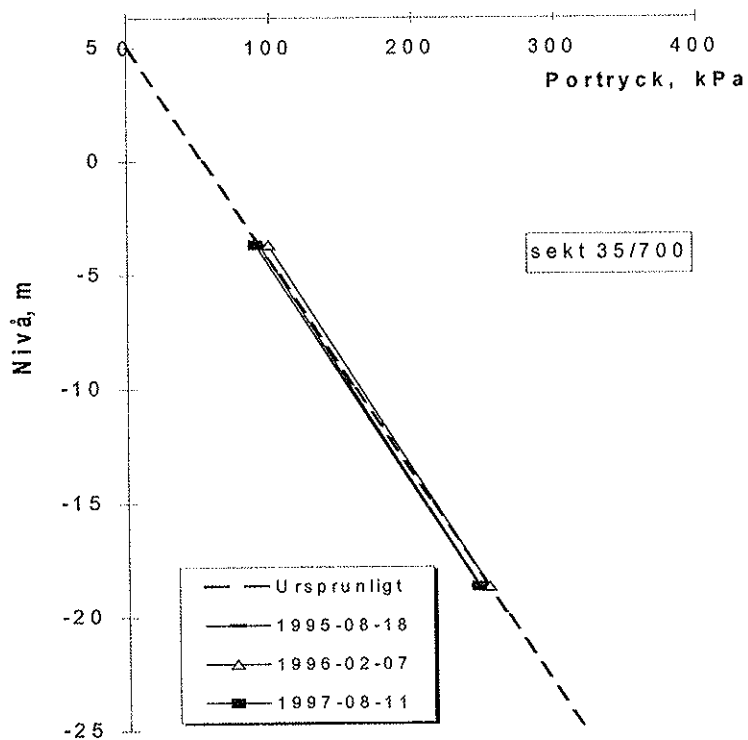
Grundvattennivån och portrycket kring broläget har uppmäts i öppna resp. slutna system. Mätningarna började efter pelarinstallationen och fortsatte anda till sommaren 1997 i de instrument som bevarades under brobygget eller i nya instrument som installerades efeter färdigställande av dubbelspåret.

Mätningar redovisas i *Bilaga 9* och sammanfattas i form av ändringar i portrycksprofil i *Figur 9* samt *Figur 10*. Mätningarna visar att portrycket kring broläget ökade efter förbelastningen men som väntat sjönk hastigt under avschaktningen, dock utan att visa

några uppenbara effekter i form av grundvattensänkning utanför schakten, se *Figur 9*. Mätning av grundvattennivåer på ett visst avstånd från broläget visar små variationer, se *Figur 10*.



*Figur 9 - Variation av portrycksprofilen vid sektion 35/580.*



*Figur 10 - Variation av portrycksprofilen vid sektion 35/700.*

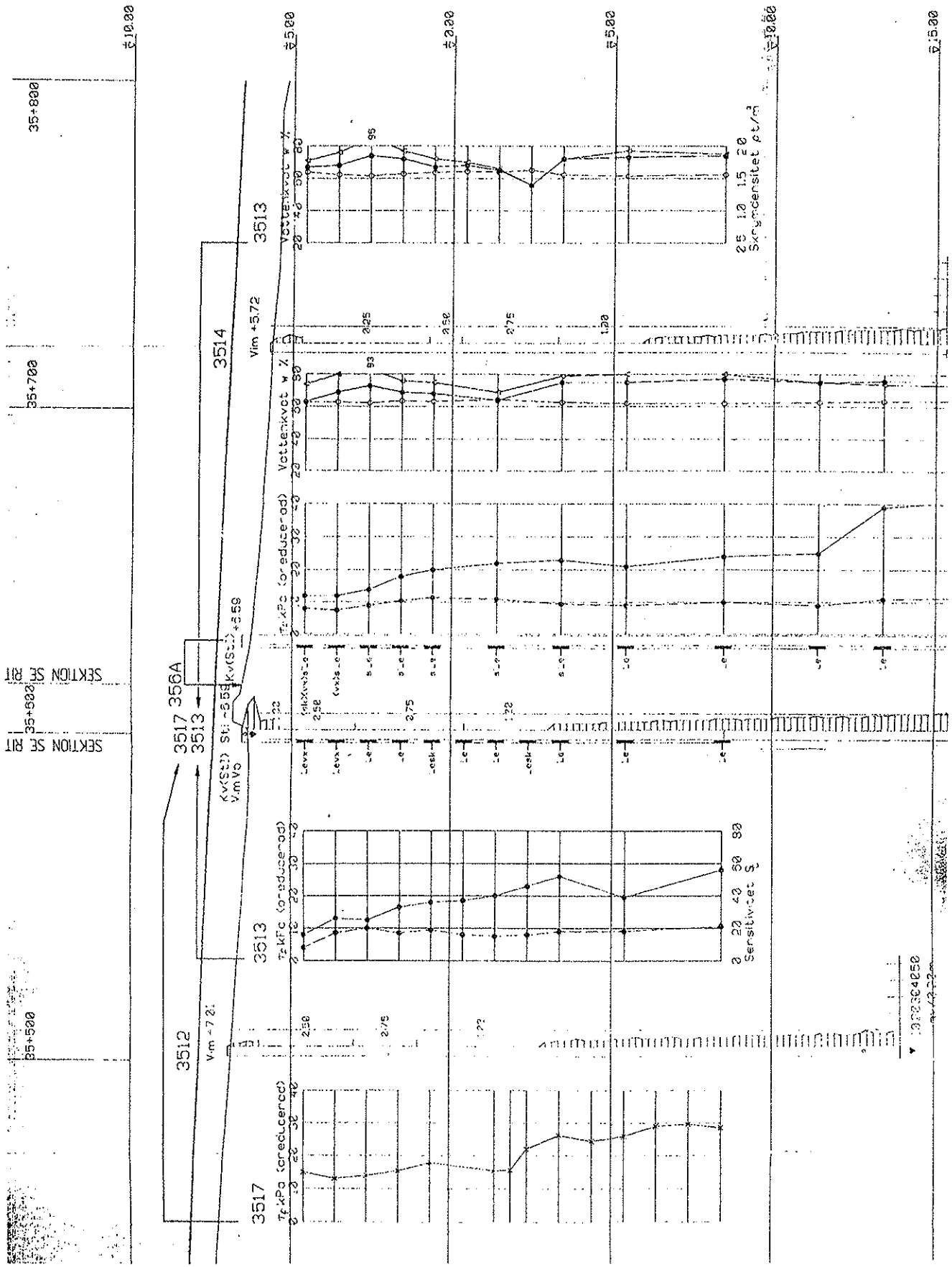
## 7. Slutsatser - iakttagelser

Rapporten presenterar mätningar utförda i samband med installation av kalkcementpelare, förbelastning av området samt schaktning/återfyllning i anslutning till bro över väg N359U vid Vallby. Ingen analys av mätresultatet utfördes i detta projekt, vilket innebär att jämförelse med beräknade deformationer och nya beräkningar utförda med uppmätta jord- och pelaregenskaper inte finns i denna rapport.

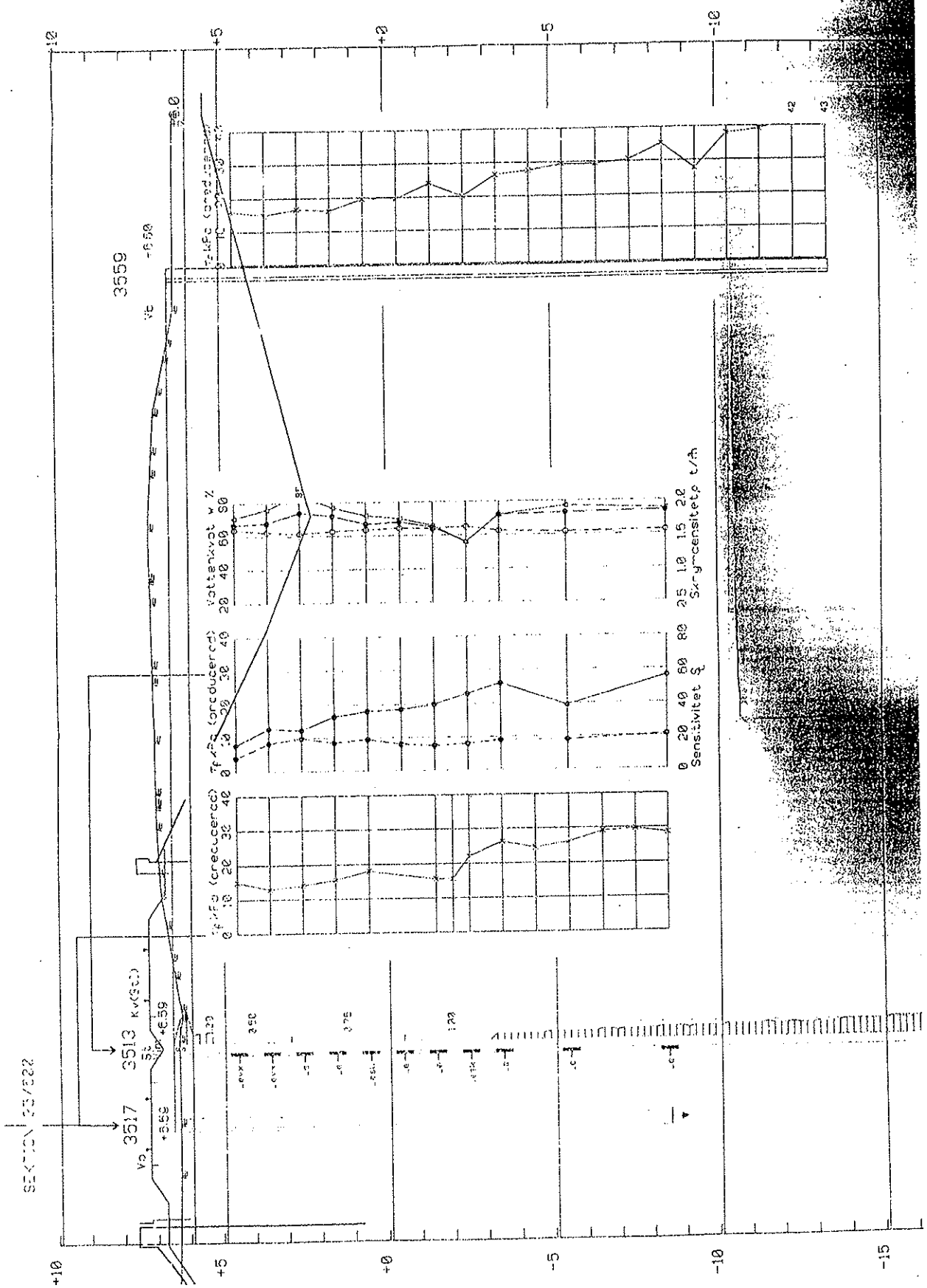
Vissa slutsatser/iakttagelser kan däremot vara av intresse:

- Sjuvhållfasthetsvärden uppmätta med sonderingar i pelare i fält och på prover blandade på laboratorium skiljer sig avsevärt från varandra.
- Moduler uppskattade från triaxialförsök är avsevärt högre än dem som användes i beräkningarna.
- Pelarnas hydrauliska konduktivitet (permeabilitet) varierar mycket beroende på pelarnas makrostruktur. Detta kan leda till svårigheter när det gäller att bedöma pelarnas förmåga att agera som dräner, eftersom vissa ”täta” partier kan hindra vattenflödet.
- Grundvattensänkningen som utfördes vid broläget verkar inte ha påverkat området utanför schakten. Detta motverkar det antagande som gjordes att pelarförstärkningen kunde medverka i fortplantningen av grundvattensänkningen längs järnvägsbanken.

**Bilaga 1 -  
Resultat från lab- och fältundersökningar**









VÄDURSGATAN 6  
BOX 5343, 402 27 GÖTEBORG TELEFON 031 - 35 33 00

SAMMANSTÄLLNING AV  
LABORATORIEUNDERSÖKNINGAR

Projekt

FJÄRÅS - LEKAREKULLE

PROVTAGNING LABORATORIEUNDERSÖKNINGAR

datum 1992-11-11

datum

PROVTAGNINGSRÄDSKAP  
Kv St I

GODKÄND den 1992-11-19

Littera, uppdragsnr o. likn.

Tabellnr, planschnr o. likn.

laboratorieförest. *Lennart Nilsson*

SGF nr 31. 87.06. 250x50 ex BCB Vbpg 871324 © Svenska Geotekniska Föreningen

Sektion/borrhål Djup/nivå	Benämning	Densitet $\rho$ t/m <sup>3</sup>	Vatten- kvot w %	Konfyt- bräns w <sub>L</sub> %	Sensit- vitets enf. konprov S <sub>L</sub>	Skjuvhållförmåga (reducerad) T <sub>fu</sub> kPa*		Omrönd skjuvhållf. kPa	Anm.
						Tryckprov	Konprov		
35/250 CL									
2,0	Grå siltig GYTTJA växt- och skal- rester	1,49 1,53 1,52	79	111	2	14	5,9		
3,0	Grå gyttjig siltig LERA växtrester	1,57 1,58 1,55	75	81	6	15	2,6		
4,0	Grå siltig LERA växtrester	1,56 1,55 1,57	83	64	27	11	0,43		
5,0	Grå siltig LERA skalrester	1,56 1,58 1,56	71	60	36	15	0,43		
6,0	Grå siltig LERA	1,53 1,58 1,61	78	63	28	13	0,45		
7,0	Grå siltig LERA	1,66 1,64 1,65	70	55	38	15	0,41		
8,0	Grå siltig LERA	1,64 1,63 1,61	69	56	52	20	0,39		
10,0	Grå siltig LERA siltskikt	1,80 1,80 1,66	45	31	51	12	0,24		


SKJUVAHÅLLFÖRMÅGAN HAR BERÄKNATS  
ENL. SGF:s LABORATORIEKORT FHE 1984  
SKJUVAHÅLLFÖRMÅGAN HAR E.J. BERÄKNATS  
PÅ BÄRSTYR I ELLER KORTYRSTYRÅG

Lediga kolonner är avsedda för resultat av specialundersökningar  
Prädenstämmande förkortningar kan tas användas  
SKJ = direkta skjuvförsök  
komp = kompressionsförsök  
\*1 = komfördjuning  
\*\* = packningsförsök

\*1) Underströkning av värden anger att skjuvhållförmågan beräknats  
rekommenderade korrektionsfaktorer anges i lediga kolonner eller i  
bilaga 1  
1 kPa = 1 kN/m<sup>2</sup> ≈ 0,1 Mp/m<sup>2</sup>

SGF nr 31. 87-06 250x50 ex BCB Vbg 871324

© Sveriges Geotekniska Föreningen

 VÅDURSGATAN 6 VÄST BOX 5343, 402 27 GÖTEBORG TELEFON 031 - 35 33 00		SAMMANSTÄLLNING AV LABORATORIEUNDERSÖKNINGAR							
PRÖVTÄGNING datum 1992-11-11 PROVTÄGNINGSREDSKAP Kv St I		LABORATORIEUNDERSÖKNINGAR datum GODKÄND den 1992-11-19 laboratorieförest. <i>L. Lundström</i>							
		Projekt FJÄRÅS - LEKAREKULLE							
		Littera. uppdragsnr o. likn. Tabellnr, planschnr o. likn.							
Sektion/borrhål Djup/nivå	Benämning	Densitet ρ t/m <sup>3</sup>	Veiten- kvot w %	Konliq- gräns w <sub>L</sub> %	Sensli- vitetent. konprov S <sub>t</sub>	Stjuvhalffasthet [reducerad] T <sub>1/2</sub> [kPa] Tryckprov Konprov		Omförd skjuvhall. kPa	Anm.
35/250 CL									
12,0	Brun silting LERA	1,78 1,77 1,78	46	41	33	15	0,45		
15,0	Brun silting LERA	1,85 1,86 1,89	40	38	16	15	0,94		

SKJUVHALLFASTHETEN HAR UTVÄRDERATS  
 ENLIGT EN LABORATORIEKEMPELIE 1984  
 SKJUVHALLFASTHETEN HAR UJ BEKRÄFTATS  
 19 10 HÄRVEDEN ILLI GYLLERHIM I LLER KIRKJUYIGGANS

Lediga kolonner är avsedda för resultat av specialundersökningar  
 Nedanstående förkortningar kan i de användas  
 Skj - direktskjuvprov      kon - konförelning  
 komp - kompressionsprov      nec - packningsprov

\*) Undertryckning av värden anger att stjuvhalffastheten bör reduceras.  
 Rekommenderade korrelationsfaktorer anges i ledig kolumn eller i  
 följande .....  
 117% = 1131/m<sup>2</sup> ≈ 0,1 Mp/m<sup>2</sup>

GF nr 31. 80.08 800x60 ex. 8ca Vag P11228

© Svenska Geotekniska Föreningen

Sektion/borrhål Djup/nivå		Benämning	Densitet ρ t/m <sup>3</sup>	Vatten- kvot w %	Konfyt- gräns w <sub>L</sub> %	Sensitivitet eni. konprov S <sub>t</sub>	Skjuvhållföret (reducerad) T <sub>v</sub> (kPa*)		Tjälf grupp	Mtrl grupp	Anm.
							Tryckprov	Konprov			
35+600	Dspm										
2.0	Grå LERA, växtd.		1.60	71	67	8		(8)			
3.0	Grå LERA, växtd.		1.56	76	68	17		13			
3.2 ccs	Grå LERA, växtd.		1.59	74							
4.0	Grå LERA, (sulfidfl.)		1.54	85	74	20		12.5			
4.2 ccs	Grå LERA, (skal)(sulfidfl.)		1.55	85							
5.0	Grå LERA, (sulfidfl.)		1.57	77	72	17		16.5			
5.2	Grå LERA, sulfidfl.		1.57	75							
6.0	Grå LERA, skal, sulfidfl.		1.59	72	67	19		18			
6.2 ccs	Grå sulfidfl. LERA		1.56	72							
7.0	Grå sulfidfl. LERA, (skal)		1.61	70	68	16		18.5			
7.2	Grå sulfidfl. LERA, skal		-	76							
8.0	Grå sulfidfl. LERA		1.60	66	65	15		20			
8.2 ccs	Grå sulfidfl. LERA, skal		1.65	61							
9.0	Grå sulfidfl. LERA, skal		1.63	56	56	16		23			
9.2	Grå sulfidfl. LERA		1.66	58							
10.0	Grå sulfidfl. LERA		1.56	72	72	18		26			
10.2	Grå sulfidfl. LERA		1.55	79							
12.0	Grå sulfidfl. LERA		1.54	77	73	18		19.5			
12.2 ccs	Grå sulfidfl. LERA		1.57	74							
15.0 ccs	Grå sulfidfl. LERA		1.55	78							
15.2	Grå sulfidfl. LERA		1.56	75	74	21		28			

SAMMANSTÄLLNING AV  
LABORATORIEUNDERSÖKNINGAR

BIKONOL KONSULT AB  
Tel. 031-456961

Projekt  
I:injeoml. Kb - Frs

PROVTAGNING  
datum 920611 / R Alm

LABORATORIEUNDERSÖKNINGAR  
datum 920619 / JP

PROVTAGNINGSPREPARAT  
Kv St I

GODKÄND den  
laboratorieförst. 920626

Littera, uppdragsnr e. likn.  
998 309

Tabellnr, planschnr e. likn.

Lediga kolumner är avsedda för resultat av specialundersökningar  
Nedanstående förkortningar kan i examvändas  
Skj = direkta skjuvförsök kom = komförsökning  
komp = kompressionsförsök pec = pechningförsök

\*) Understruken av värden anger att skjuvhållföret bryt reduceras.  
Rekommenderade korrektionsfaktorer anges i ledig kolumn eller i  
bilaga  
1 kPa = 1 kN/m<sup>2</sup> ≈ 0.1 Mp/m<sup>2</sup>

# SCANDIACONSULT

VÄDURSGATAN 6  
BOX 5343, 402 27 GÖTEBORG TELEFON 031 - 35 33 00

VÄST

SAMMANSTÄLLNING AV

LABORATORIEUNDERSÖKNINGAR

Projekt

FJÄRÄS - LEKAREKULLE

PROVTAGNING

LABORATORIEUNDERSÖKNINGAR

datum 1992-11-11

datum

PROVTAENINGSREDSKAP  
Kv St I

GODKÄND den 1992-11-19

laboratorieförest. *Lennart Nilsson*

Littera, uppdragsnr o. likn.

Tabellnr, planschnr o. likn.

Anm.

Omrörd  
skjuvhållf.Skjuvhållfasthet  
(reducerad)  
 $T_{fu}$  kPa\*Tryckprov  
KomprovSensitivitets  
konprov  
 $S_t$ Konflyt-  
gräns  
 $w_L$   
%Vatten-  
kvot  
 $w$   
%Densitet  
 $\rho$   
t/m<sup>3</sup>

Benämning

SKJUVMÄTTASRETTEN HAR BEVÄRDETS  
I M. SKJUTLÄMNINGEN I 1906  
SKJUVMÄTTASRETTEN HAR U. I. BEVÄRDETS  
I D. HÄRSTYLLT GYLLINGEN I 1111 KONTYLLINGEN

Lediga kolumner för avsedda för resultat av specialundersökningar  
Nederstämde förkortningar kan te användas  
SKJ - direkta skjuvförsök  
komp - kompressionsförsök  
konp - kompressionsförsök  
kon - komfördelning  
pac - packningsförsök

\*) Underströkning av värden anger att skjuvhållfastheten bör reduceras.  
Rekommenderade korrektionsfaktorer anges i ledig kolumn eller i  
bilaga .....  
1 MPa = 1 MN/m<sup>2</sup> = 0,1 Mpp/m<sup>2</sup>

© Svenska Geotekniska Föreningen

SGF nr 31, 87-06 750x50 ex BCB Vhp 871324

Sektion/borrhål Djup/nivå	Benämning	Densitet $\rho$ t/m <sup>3</sup>	Vatten- kvot $w$ %	Konflyt- gräns $w_L$ %	Sensitivitets konprov $S_t$	Skjuvhållfasthet (reducerad) $T_{fu}$ kPa*	Omrörd skjuvhållf.	Anm.
35/615DSM								
2,0	Grå siltig LERA skal-och växtrester	1,57 1,58	74	63	16	12	0,75	
3,0	Grå siltig LERA växtrester	1,49 1,57 1,55	80	69	15	12	0,81	
4,0	Grå siltig LERA	1,52 1,56 1,55	83	73	18	14	0,75	
5,0	Grå siltig LERA	1,51 1,59 1,59	76	69	21	18	0,87	
6,0	Grå diff sulfidfl siltig LERA	1,57 1,58 1,58	75	68	23	20	0,87	
8,0	Grå sulfidfl siltig LERA	1,57 1,61 1,60	69	64	22	22	0,97	
10,0	Grå sulfidfl siltig LERA	1,62 1,57 1,56	79	75	19	23	1,2	
12,0	Grå sulfidfl LERA	1,55 1,56	80	75	18	21	1,15	

# SCANDIACONSULT

VÄST  
VÄDURSGATAN 6  
BOX 5343, 402 27 GÖTEBORG TELEFON 031 - 35 33 00

SAMMANSTÄLLNING AV  
LABORATORIEUNDERSÖKNINGAR

Projekt

FJÄRÅS - LEKAREKULLE

PROVTAGNING

LABORATORIEUNDERSÖKNINGAR

datum 1992-11-11

datum

PROVTAGNINGSPREDSKAP  
Kv St I

GODKÄND den 1992-11-19

Uttera, uppdragsnr o. lkn.

Tabellnr, planschnr o. lkn.

laboratorieförst. *Lennart Nilsson*

© Svenska Geotekniska Föreningen

SGF nr 31. 87.06 250x50 ex RCB Vhg 871324

10: 356A

Sektion/borrhål Djup/nivå	Benämning	Densitet $\rho$ 1/m <sup>3</sup>	Vatten- kvot w %	Konfyl- gräns w <sub>L</sub> %	Sensiti- vitets enl. konprov S <sub>L</sub>	Skjuvhållfasthet (reducerad) T <sub>fu</sub> kPa*		Omörd skjuvhåll kPa	Anm.
						Tryckprov	Konprov		
35/615DSPM									
15,0	Grå sulfidfl LERA	1,55 1,56	80	77	20	24	1,15		
18,0	Grå sulfidfl LERA	1,57 1,57	75	75	18	25	1,4		
20,0	Grå sulfidfl LERA	1,59 1,59	74	76	22	39	1,8		
25,0	Grå sulfidfl LERA	1,61 1,61	73	76	24	43	1,8		

SKJUVAHÅLLFASTHETEN HAR BERÄKNATS  
ENL. SGF:s LABORATORIEKURSER FRÅG  
SKJUVAHÅLLFASTHETEN HAR OJ  
REKURRER  
FRÅG HÄRSTYR TILL GYTTJÄRAN I LERER KORREKTURER

Ledda kolumnen är avsedda för resultat av specialundersökningar  
Nedanstående förkortningar kan användas  
Sj = direkt skjuvförstök  
komp = kompressionsförstök  
korr = korrigerad  
pec = packningsförstök

\* Undertryckning av värden anger att skjuvhållfastheten bör reduceras.  
Rekommenderade korrektionsfaktorer anges i ledig kolumn eller i  
längd  
1 kPa = 1 kN/m<sup>2</sup> ≈ 0,1 MPa/m<sup>2</sup>

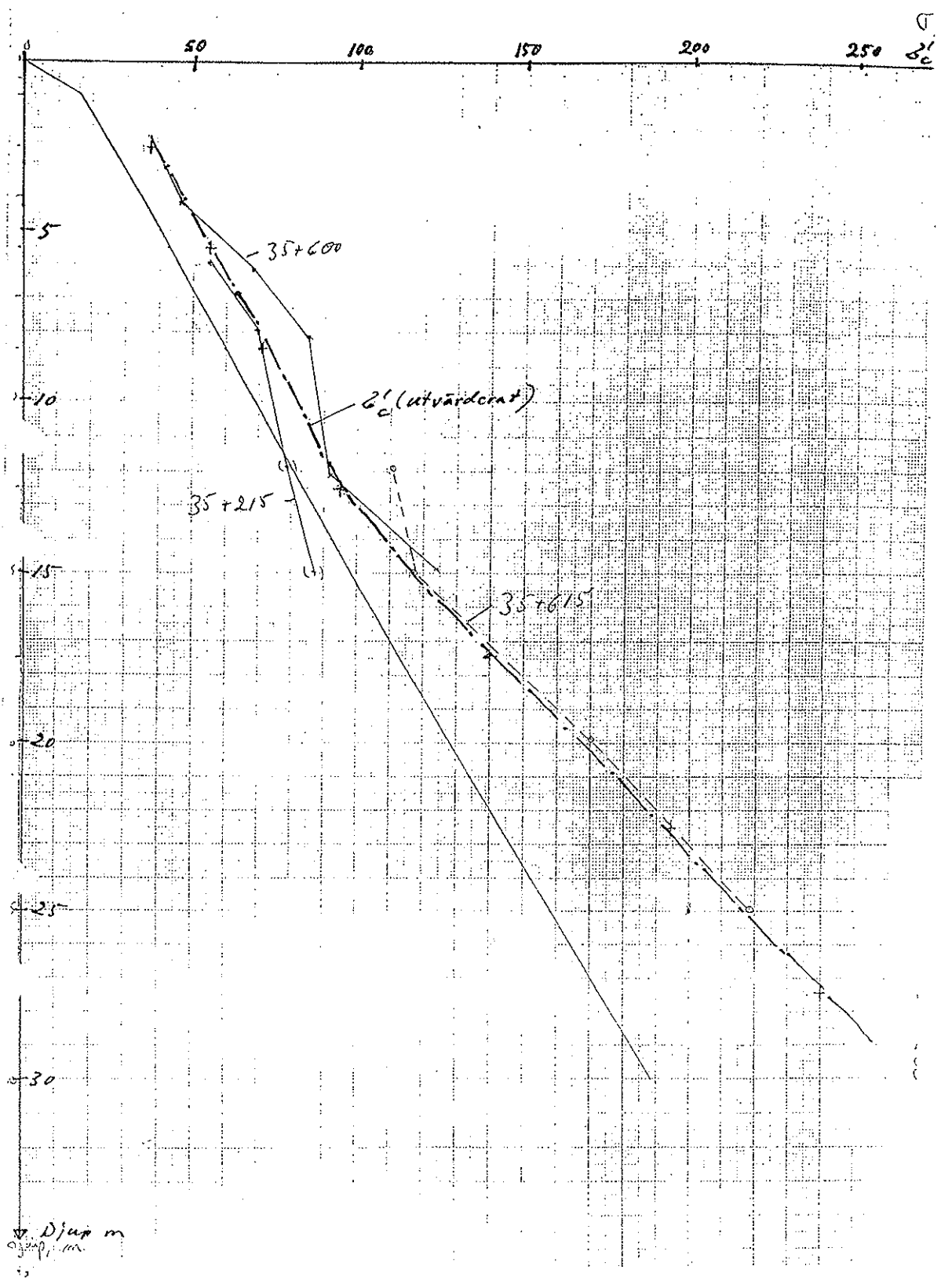
Västkustbanan  
 Delen Sätinge - Lekarekulle

REDOVISNING AV BERÄKNINGSPARAMETRAR

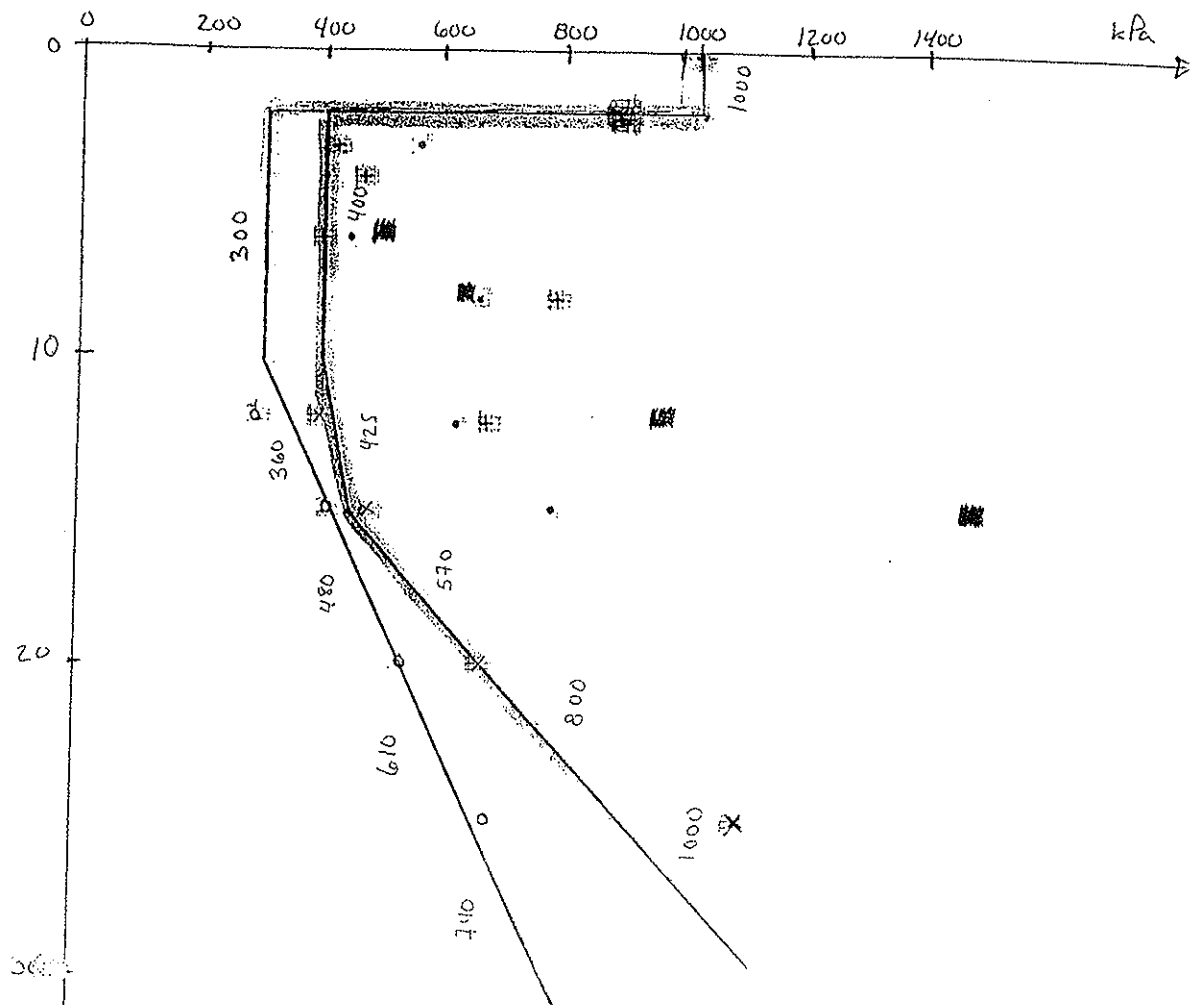
Längdmätning	Marknivå	Lab				
35+250		Scandiac				
Djup m	Sigma'c kPa	ML	Sigma'L	m	Mo	cv
6,0	56	498	95	13,0		4,8E-08
8,0	70	647	117	12,7		5,8E-08
12,0	79	969	173	10,5		5,0E-08
15,0	88	1480	129	21,3		1,1E-08

Längdmätning	Marknivå	Lab				
35+600	6,59	Bikonol				
Djup m	Sigma'c kPa	ML	Sigma'L	m	Mo	cv
3,2	42	560	94	-	2 000	3,1E-08
4,2	47	400	89	12,3	2 000	1,0E-08
6,2	69	445	118	19,0	3 000	1,2E-08
8,2	86	665	131	11,2	3 200	2,7E-08
12,2	93	630	152	11,0	2 900	1,4E-08
15,0	125	780	201	7,7	2 400	2,0E-08

Längdmätning	Marknivå	Lab				
35+615		Scandiac				
Djup m	Sigma'c kPa	ML	Sigma'L	m	Mo	cv
12,0	112	286	124	13,7		1,7E-08
15,0	118	410	141	13,8		2,7E-08
20,0	171	541	207	17,7		3,3E-08
25,0	219	694	246	18,3		2,4E-08



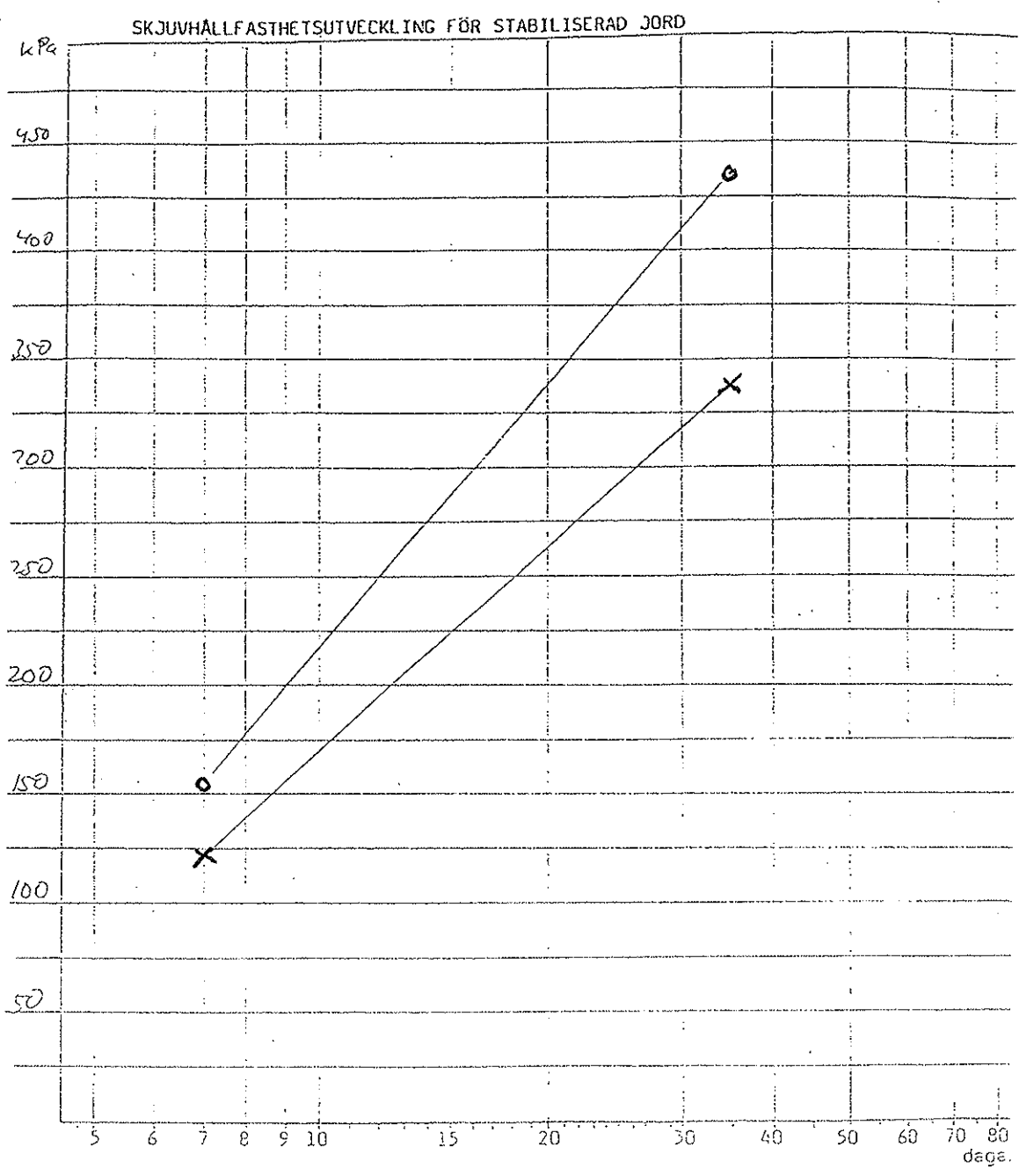




- 35/250 SC
- ▲ 35/600 BK
- 35/615 SC
- ✕ 36/250 SC
- ⊕ 36/264 BK



**Bilaga 2 -  
Resultat från blandningsförsök i laboratoriet för  
kalkcementstabilisering**



FJÄRÄS - LEKARÉKULLE 35+615 DJPM 6-10 M			
18 kg/m	50/50	KALK/CEMENT	x
22 kg/m	50/50	KALK/CEMENT	o

**Bilaga 3 -  
Okulär besiktning av kalkcementpelare**

## APPENDIX D-Vallby-Fjärås

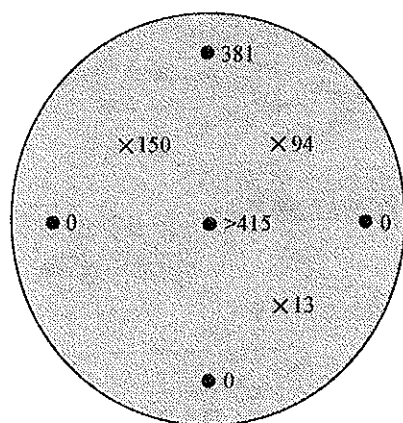
De markeringar som finns i detta appendix innebär:

□ = normal k/c-pelare

■ = bindemedelsansamling

▨ = kornig/uppsprucken struktur

Pelare L10 2 m under markytan:



De uppskattade medelskjuvhållfastheterna 2 meter under markytan är:

$$\tau_{fu}^{KPS} = 60 \text{ kPa}$$

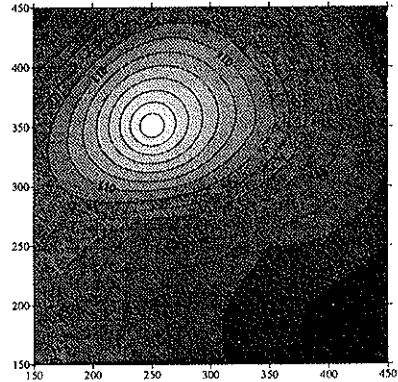
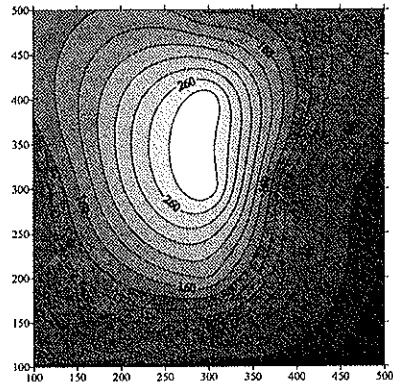
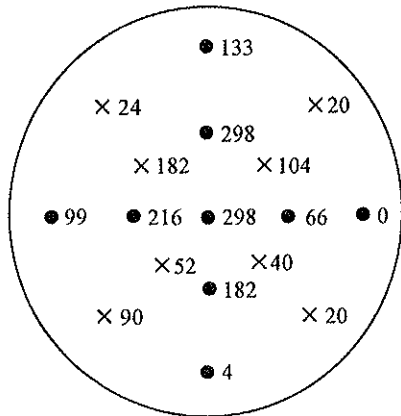
$$\tau_{fu}^{\text{Penetrometer}} \Rightarrow 160 \text{ kPa}$$

$$\tau_{fu}^{\text{vinge}} = 87 \text{ kPa}$$

Andelen av pelartvärsnittet som är bra<sup>1</sup> är uppskattningsvis ca 40 %. Pelaren har ett mycket oregelbundet tvärsnitt. Dess diameter är ca 150 mm 1 meter under markytan. 2 meter under markytan har tvärsnittets diameter ökat till ca 300 mm. Ytan är kornig och bindemedel syns tydligt i hela pelartvärsnittet.

<sup>1</sup> Med bra menas del av pelartvärsnittet som ser ut som en normal kalkcementpelare förväntas göra och som har en hållfasthet som är lika hög eller högre än vad som är föreskrivet. Den karakteristiska skjuvhållfastheten förutsattes vara 150 kPa.

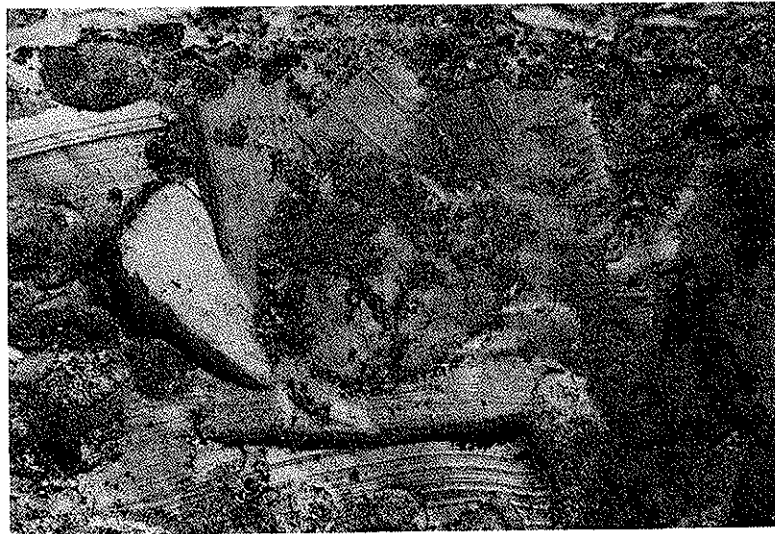
Pelare N3 2,5 m under markytan:



Uppskattad skjuvhållfasthet med penetrometer och vinge.

Fördelning av den uppskattade skjuvhållfastheten med penetrometer beräknad m h a kriging.

Fördelning av den uppskattade skjuvhållfastheten med vinge beräknad m h a kriging.



De uppskattade medelskjuvhållfastheterna 2,5 meter under markytan är:

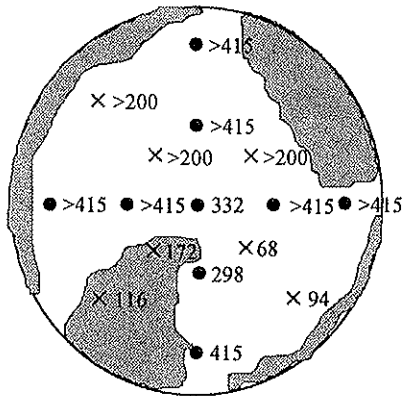
$$\tau_{fu}^{KPS} = 100\text{kPa}$$

$$\tau_{fu}^{Penetrometer} = 144\text{kPa}$$

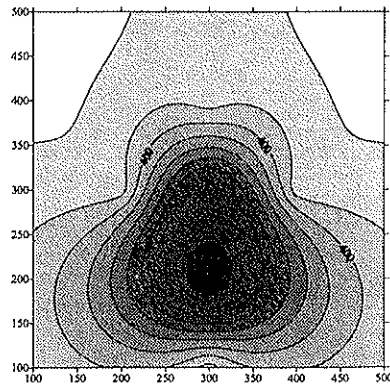
$$\tau_{fu}^{vinge} = 67\text{kPa}$$

Andelen av pelartvärsnittet som är bra<sup>1</sup> är uppskattningsvis ca 30 %. Pelartvärsnittets diameter är något oregelbundet ca 450×400 mm är rostfärgad och jämn, ingen tydlig bindemedelsansamling kan urskiljas.

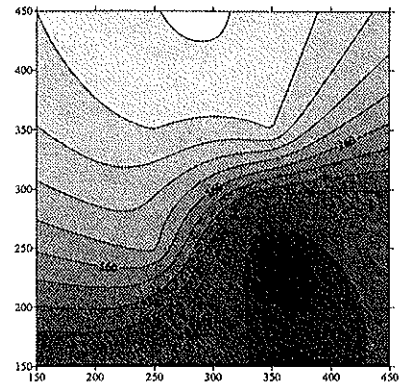
Pelare N4 2,5 m under markytan:



Uppskattad skjuvhållfasthet med penetrometer och vinge.



Fördelning av den uppskattade skjuvhållfastheten med penetrometer beräknad m h a kriging.



Fördelning av den uppskattade skjuvhållfastheten med vinge beräknad m h a kriging.



De uppskattade medelskjuvhållfastheterna 2,5 meter under markytan är:

$$\tau_{fu}^{KPS} = 60\text{kPa}$$

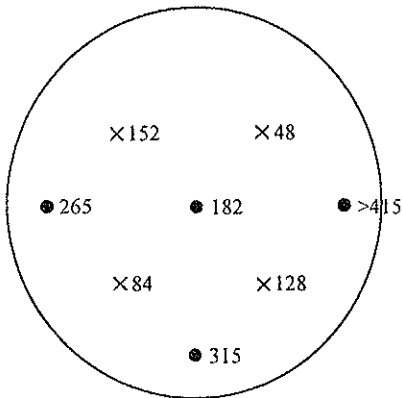
$$\tau_{fu}^{\text{Penetrometer}} \Rightarrow 415\text{kPa}$$

$$\tau_{fu}^{\text{vinge}} \Rightarrow 150\text{kPa}$$

Andelen av pelartvärsnittet som är bra är uppskattningsvis ca 70 %. Pelartvärsnittets diameter är ca 700 mm. Tydliga bindemedelsansamlingar finns främst i pelartvärsnittets ytterkanter och ytan är något kornig.



Pelare R5 2,5 m under markytan:



De uppskattade medelskjuvhållfastheterna 2,5 meter under markytan är:

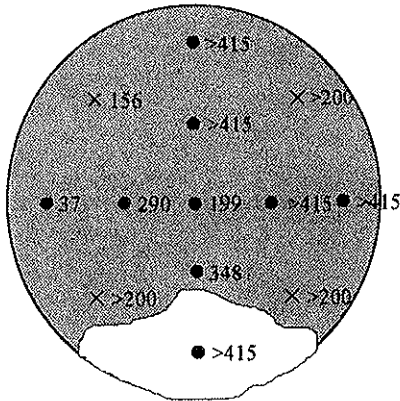
$$\tau_{fu}^{KPS} = 140\text{kPa}$$

$$\tau_{fu}^{Penetrometer} \Rightarrow 290\text{kPa}$$

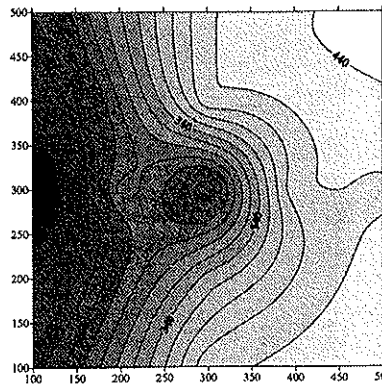
$$\tau_{fu}^{vinge} = 103\text{kPa}$$

Andelen av pelartvärsnittet som är bra är uppskattningsvis ca 30 %. Pelartvärsnittets diameter är oregelbundet ca 500×300 mm. Ytan är rostfärgad och jämn, ingen tydlig bindemedelsansamling kan urskiljas.

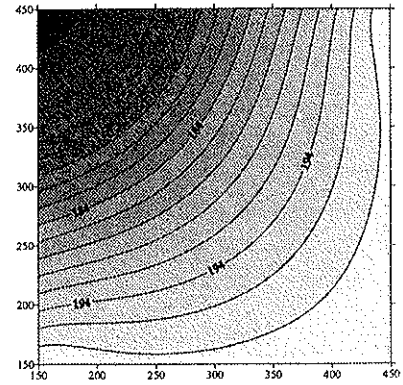
Pelare R9 2,5 m under markytan:



Uppskattad skjuvhållfasthet med penetrometer och vinge.



Fördelning av den uppskattade skjuvhållfastheten med penetrometer beräknad m h a kriging.



Fördelning av den uppskattade skjuvhållfastheten med vinge beräknad m h a kriging.



De uppskattade medelskjuvhållfastheterna 2,5 meter under markytan är:

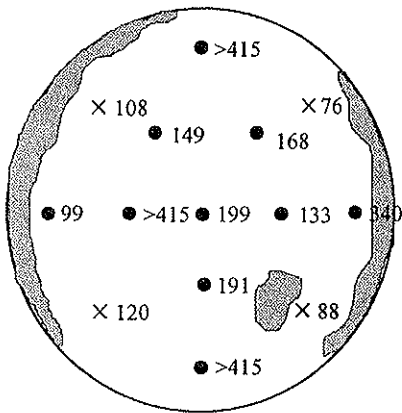
$$\tau_{fu}^{KPS} = 200\text{kPa}$$

$$\tau_{fu}^{\text{Penetrometer}} \Rightarrow 325\text{kPa}$$

$$\tau_{fu}^{\text{vinge}} \Rightarrow 185\text{kPa}$$

Andelen av pelartvärsnittet som är bra är uppskattningsvis ca 90 %. Pelartvärsnittets diameter är ca 450 mm. Tydliga bindemedelsansamlingar är synliga i hela tvärsnittet och ytan är kornig.

Pelare R10 2,5 m under markytan:



De uppskattade medelskjuvhållfastheterna 2,5 meter under markytan är:

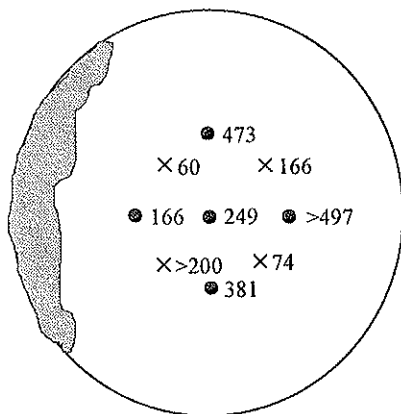
$$\tau_{fu}^{KPS} = 170 \text{ kPa}$$

$$\tau_{fu}^{\text{Penetrometer}} \Rightarrow 252 \text{ kPa}$$

$$\tau_{fu}^{\text{vinge}} = 98 \text{ kPa}$$

Andelen av pelartvärsnittet som är bra är uppskattningsvis ca 50 %. Pelartvärsnittets diameter är något oregelbundet ca 550×650 mm. Bindemedel syns tydligt främst i pelarens ytterkanter och ytan är något kornig.

Pelare Q5 2,5 m under markytan:



De uppskattade medelskjuvhållfastheterna 2,5 meter under markytan är:

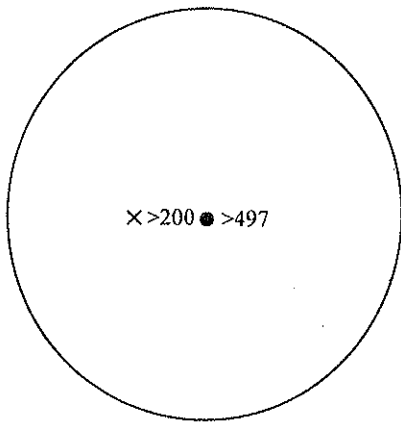
$$\tau_{fu}^{KPS} = 190 \text{ kPa}$$

$$\tau_{fu}^{\text{Penetrometer}} = 353 \text{ kPa}$$

$$\tau_{fu}^{\text{vinge}} = 125 \text{ kPa}$$

Andelen av pelartvärsnittet som är bra är uppskattningsvis ca 50 %. Pelartvärsnittets diameter är något oregelbundet ca 350×400 mm. Endast bindemedel i pelarens ena ytterkant och tvärsnittsytan är något kornig just där.

Pelare Q9 2,5 m under markytan:



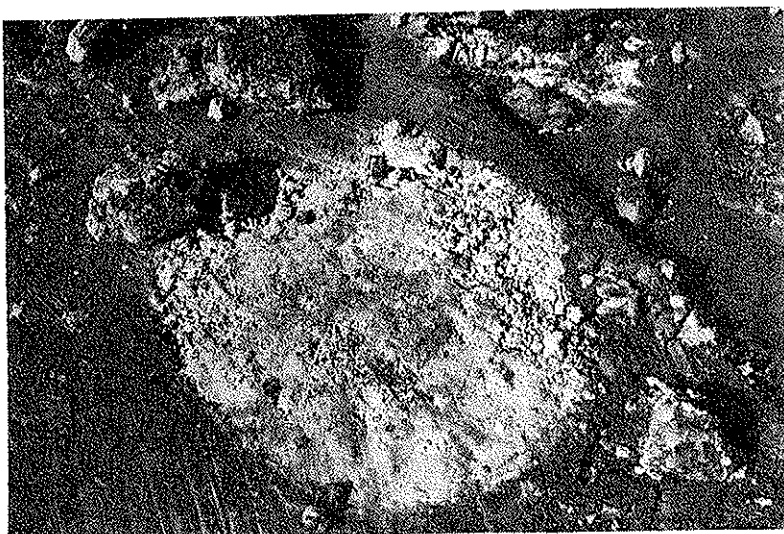
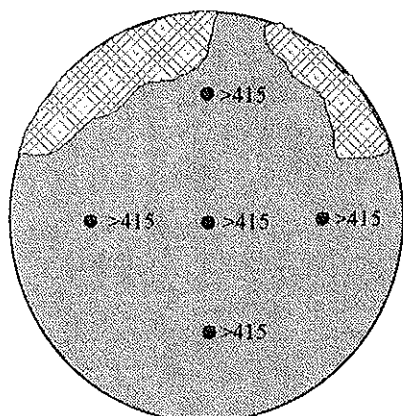
De uppskattade medelskjuvhållfastheterna 2,5 meter under markytan är:

$$\tau_{fu}^{\text{Penetrometer}} = 271 \text{ kPa}$$

$$\tau_{fu}^{\text{vinge}} = 98 \text{ kPa}$$

I de överst metrarna närmast markytan kunde ingen tydlig pelare urskiljas. Först 2,5 m under markytan kunde pelaren urskiljas. Pelartvärsnittets diameter är något oregelbunden och ca 300×250 mm. Dock finns ingen tydlig bindemedelsansamling Ytan är rostfärgad något kornig. Andelen av pelartvärsnittet som är bra är uppskattningsvis ca 20 %.

Pelare J25 2,5 m under markytan:

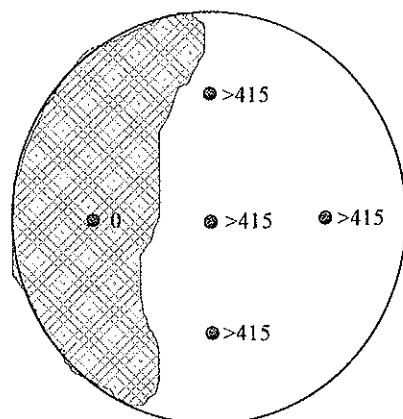


Den uppskattade medelskjuvhållfastheten 2,5 meter under markytan är:

$$\tau_{fu}^{\text{Penetrometer}} \Rightarrow 415 \text{ kPa}$$

Andelen av pelartvärsnittet som är bra är uppskattningsvis ca 100 %. Pelartvärsnittets diameter är ca 600 mm. Bindemedel syns tydligt i hela pelartvärsnittet som också har en zon med mycket grovkornigt material i en del av ytterkanten.

Pelare J25 5 m under markytan:

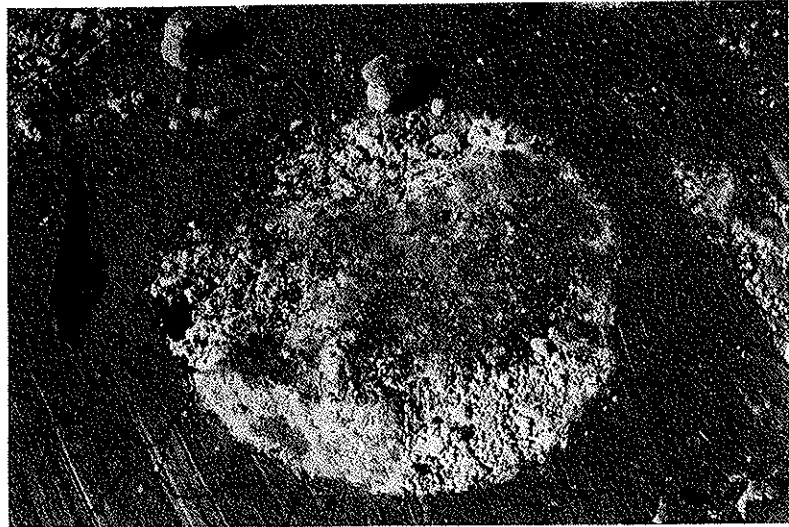
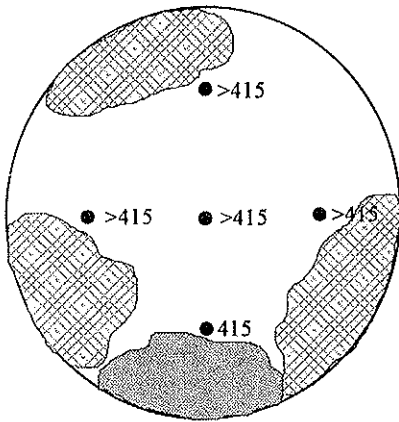


Den uppskattade medelskjuvhållfastheten 6 meter under markytan är:

$$\tau_{fu}^{\text{Penetrometer}} \Rightarrow 330 \text{ kPa}$$

Andelen av pelartvärsnittet som är bra är uppskattningsvis ca 70 %. Pelartvärsnittets diameter är ca 600 mm. Bindemedel är synligt längs ena kanten av pelartvärsnittet och där är pelaren grovkornig i strukturen.

Pelare J26 2,5 m under markytan:

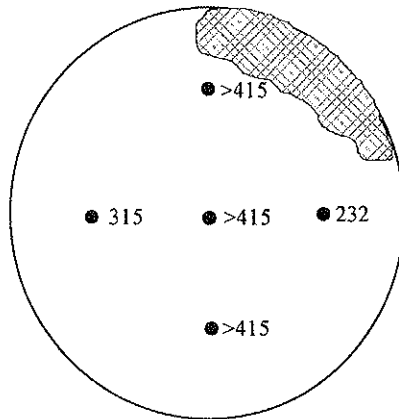


Den uppskattade medelskjuvhållfastheten 2,5 meter under markytan är:

$$\tau_{fu}^{\text{Penetrometer}} \Rightarrow 415 \text{ kPa}$$

Andelen av pelartvärsnittet som är bra är uppskattningsvis ca 90 %. Pelartvärsnittets diameter är ca 600 mm. Bindemedel syns tydligt längs kanterna av pelartvärsnittet och pelaren har där också zoner med mycket grovkornigt material.

Pelare J26 5 m under markytan:



Den uppskattade medelskjuvhållfastheten 5 meter under markytan är:

$$\tau_{fu}^{\text{Penetrometer}} \Rightarrow 358 \text{ kPa}$$

Andelen av pelartvärsnittet som är bra är uppskattningsvis ca 90 %. Pelartvärsnittets diameter är ca 600 mm. Bindemedel syns tydligt längs kanterna av pelartvärsnittet och pelaren har där också zoner med grovkornigt material. Ytan är något kornig.

Pelare J26 6 m under markytan:



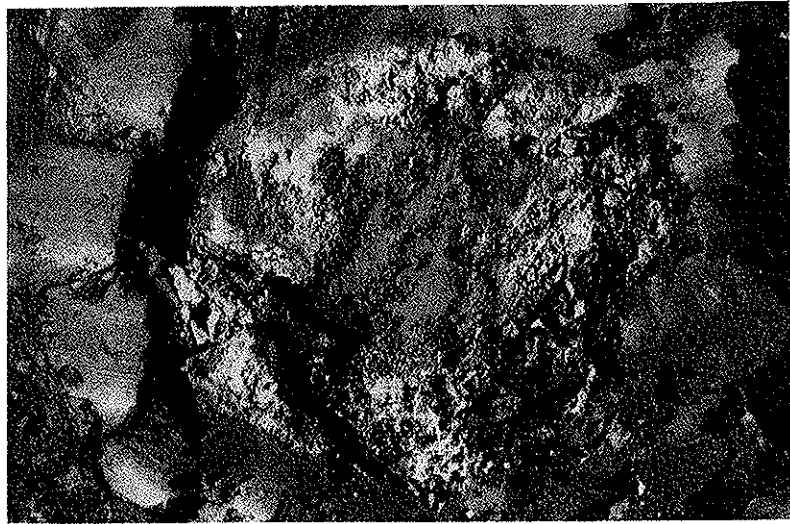
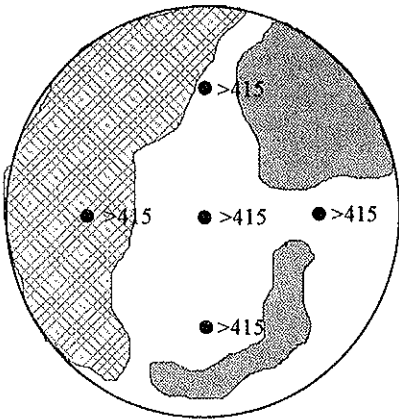
Den uppskattade medelskjuvhållfastheten 6 meter under markytan är:

$$\tau_{fu}^{\text{Penetrometer}} \Rightarrow 335 \text{ kPa}$$

Andelen av pelartvärsnittet som är bra är uppskattningsvis ca 80 %. Pelartvärsnittets diameter är ca 600 mm. Bindemedel syns tydligt längs ena kanten av pelartvärsnittet. Ytan är kornig och ojämn med rostfärgade fläckar.



Pelare K25 5 m under markytan:

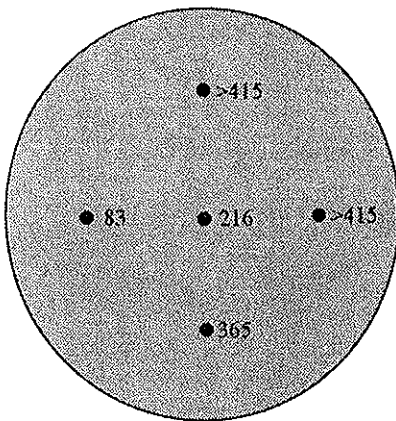


Den uppskattade medelskjuvhållfastheten 5 meter under markytan är:

$$\tau_{fu}^{\text{Penetrometer}} \Rightarrow 415 \text{ kPa}$$

Andelen av pelartvärsnittet som är bra är uppskattningsvis ca 90 %. Pelartvärsnittets diameter är ca 650 mm. Bindemedel syns tydligt längs kanterna av pelartvärsnittet. Ytan är kornig och ojämn över hela tvärsnittet och längs ena kanten finns en zon med grovkornigt material.

Pelare K25 6 m under markytan:

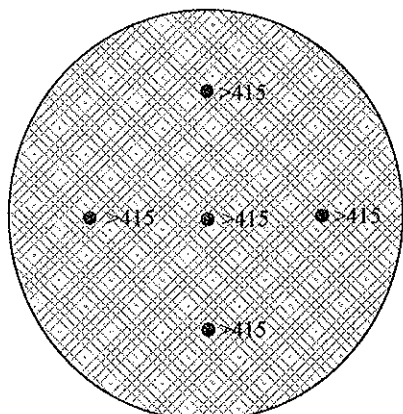


Den uppskattade medelskjuvhållfastheten 6 meter under markytan är:

$$\tau_{fu}^{\text{Penetrometer}} = 299 \text{ kPa}$$

Andelen av pelartvärsnittet som är bra är uppskattningsvis ca 70 %. Pelartvärsnittets diameter är ca 650 mm. Bindemedel syns tydligt i hela pelartvärsnittet. Ytterkanten av pelaren är kornig och ojämn.

Pelare K26 2,5 m under markytan:

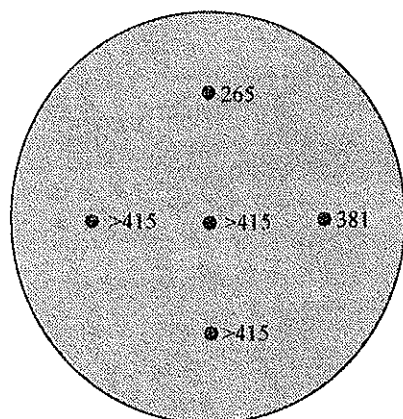


Den uppskattade medelskjuvhållfastheten 2,5 meter under markytan är:

$$\tau_{fu}^{\text{Penetrometer}} \Rightarrow 415 \text{ kPa}$$

Andelen av pelartvärsnittet som är bra är uppskattningsvis ca 100 %. Pelartvärsnittets diameter är ca 700 mm. Bindemedel syns tydligt i hela pelartvärsnittet. Materialet är grovkornigt i ytan.

Pelare K26 5 m under markytan:

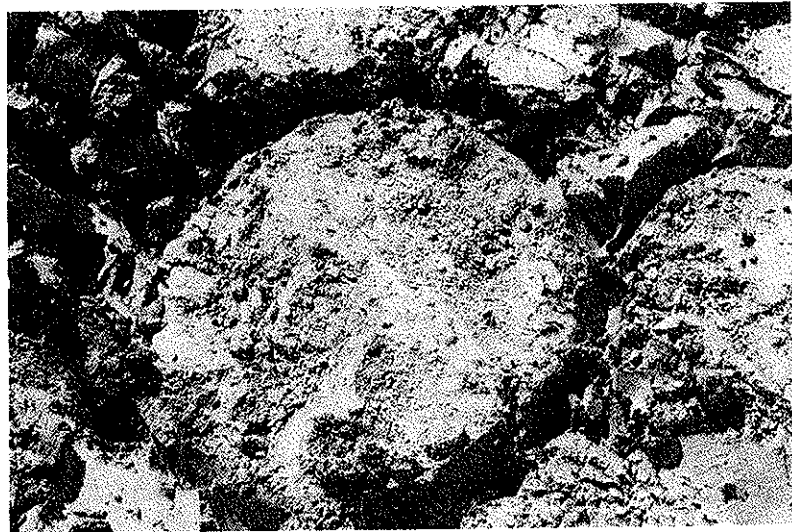
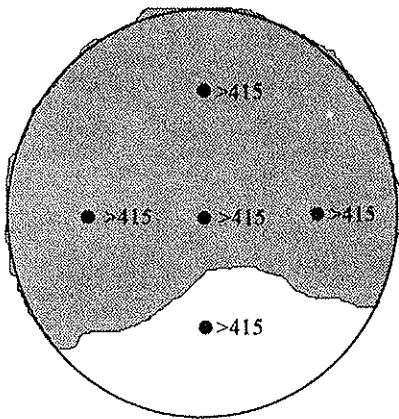


Den uppskattade medelskjuvhållfastheten 5 meter under markytan är:

$$\tau_{fu}^{\text{Penetrometer}} \Rightarrow 375 \text{ kPa}$$

Andelen av pelartvärsnittet som är bra är uppskattningsvis ca 100 %. Pelartvärsnittets diameter är ca 650mm. Bindemedel syns tydligt i hela pelartvärsnittet, och materialet är något kornigt i ytan.

Pelare K26 6 m under markytan:

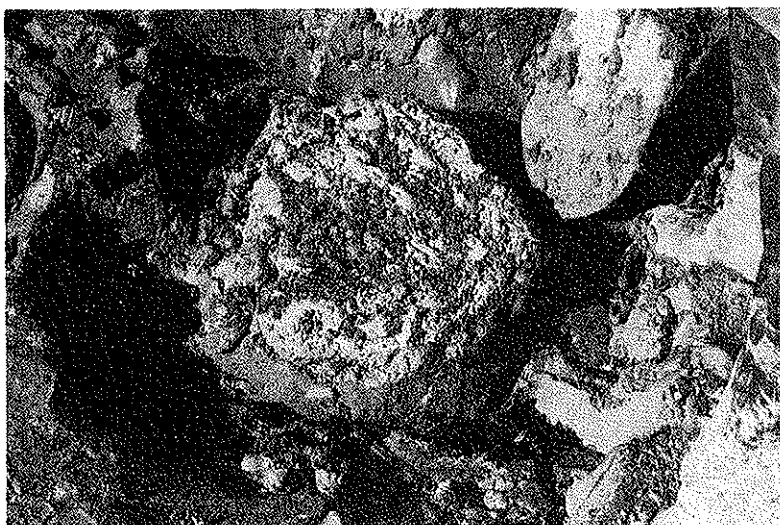
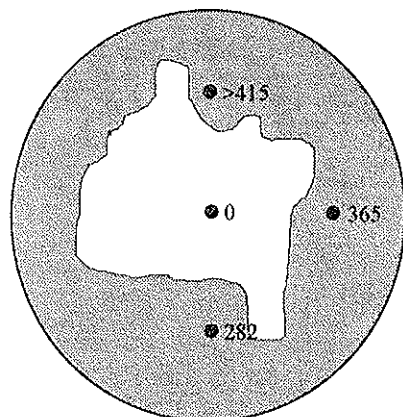


Den uppskattade medelskjuvhållfastheten 6 meter under markytan är:

$$\tau_{fu}^{\text{Penetrometer}} \Rightarrow 415 \text{ kPa}$$

Andelen av pelartvärnsnittet som är bra är uppskattningsvis ca 100 %. Pelartvärnsnittets diameter var ca 800×750 mm. Bindemedel syns tydligt i en del av pelartvärnsnittet, och materialet är kornigt i ytan.

Pelare L25 2,5 m under markytan:

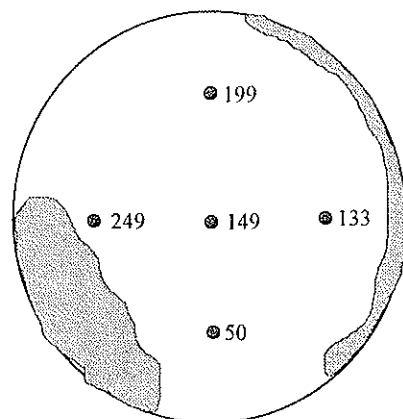


Den uppskattade medelskjuvhållfastheten 2,5 meter under markytan är:

$$\tau_{fu}^{\text{Penetrometer}} \Rightarrow 265 \text{ kPa}$$

Andelen av pelartvärsnittet som är bra är uppskattningsvis ca 60 %. Pelartvärsnittets diameter är ca 500 mm. Bindemedel syns tydligt i en del av pelartvärsnittet, men materialet är väldigt grovkornigt i hela pelarytan.

Pelare L25 5 m under markytan:

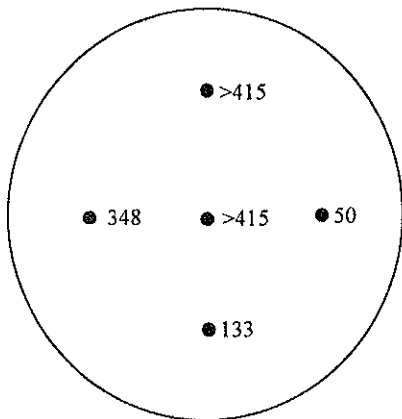


Den uppskattade medelskjuvhållfastheten 5 meter under markytan är:

$$\tau_{fu}^{\text{Penetrometer}} = 156 \text{ kPa}$$

Andelen av pelartvärsnittet som är bra är uppskattningsvis ca 50 %. Pelartvärsnittets diameter är ca 650×550 mm. Bindemedel syns tydligt i ytterkanterna av pelartvärsnittet, och materialet är kornigt i ytan.

Pelare L25 6 m under markytan:

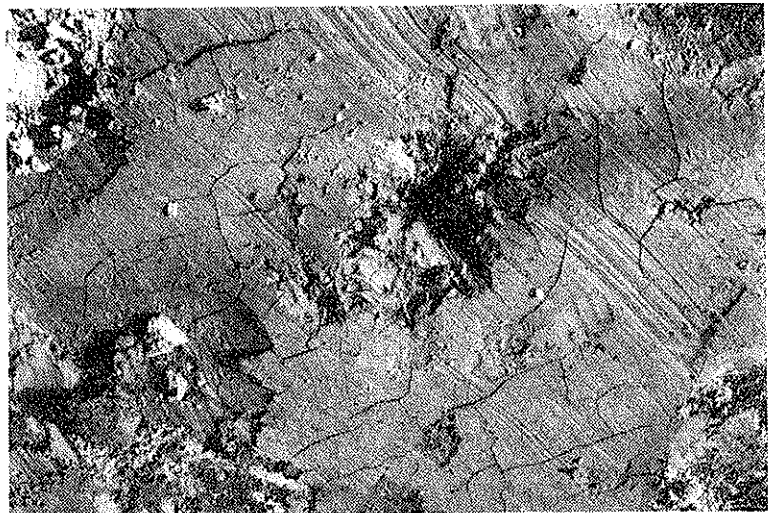
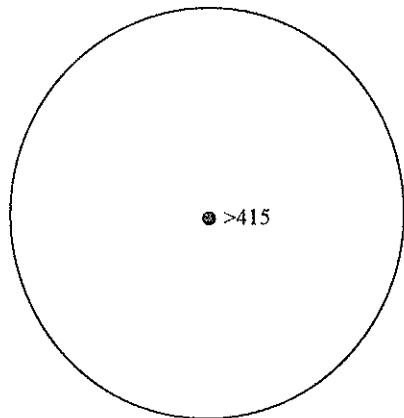


Den uppskattade medelskjuvhållfastheten 6 meter under markytan är:

$$\tau_{fu}^{\text{Penetrometer}} \Rightarrow 270 \text{ kPa}$$

Andelen av pelartvärsnittet som är bra är uppskattningsvis ca 70 %. Pelartvärsnittets diameter är ca 550 mm. Det syns ingen tydlig bindemedelsansamling i tvärsnittet.

Pelare L26 2,5 m under markytan:

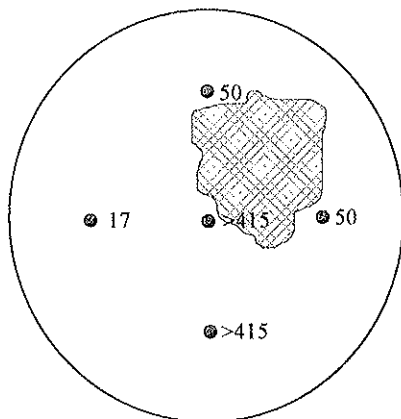


Den uppskattade medelskjuvhållfastheten 2,5 meter under markytan är:

$$\tau_{fu}^{\text{Penetrometer}} \Rightarrow 415 \text{ kPa}$$

Andelen av pelartvärsnittet som är bra är uppskattningsvis ca 10 %. Pelartvärsnittets diameter är endast ca 100 mm och ojämn. Hållfastheten är dock god.

Pelare L26 5 m under markytan:



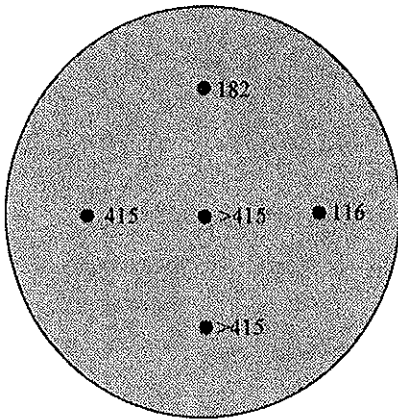
Den uppskattade medelskjuvhållfastheten 5 meter under markytan är:

$$\tau_{fu}^{\text{Penetrometer}} \Rightarrow 185 \text{ kPa}$$

Andelen av pelartvärsnittet som är bra är uppskattningsvis ca 40 %. Pelartvärsnittets diameter är ca 550×500 mm. Bindemedel syns tydligt i en del av pelartvärsnittet, och är där något krossat i ytan.



Pelare L26 6 m under markytan:

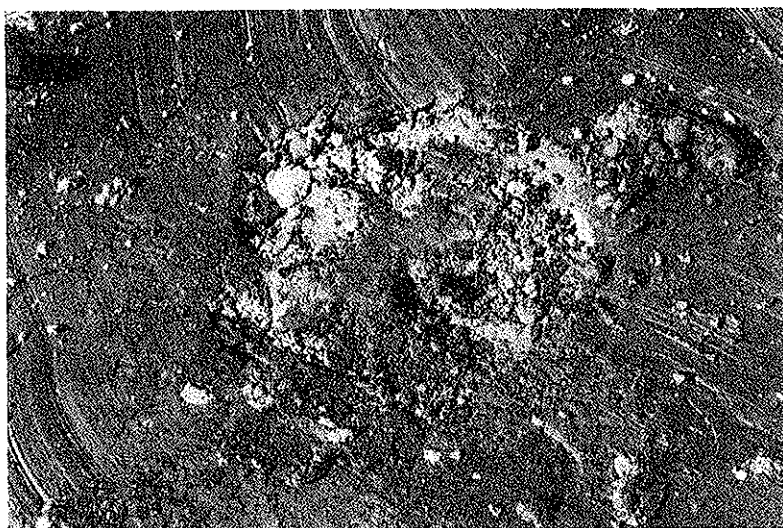
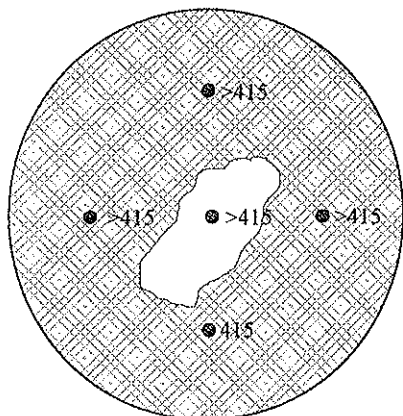


Den uppskattade medelskjuvhållfastheten 6 meter under markytan är:

$$\tau_{fu}^{\text{Penetrometer}} \Rightarrow 300\text{kPa}$$

Andelen av pelartvärsnittet som är bra är uppskattningsvis ca 80 %. Pelartvärsnittets diameter är ca 650 mm men ojämt i kanterna. Bindemedel syns tydligt i hela pelartvärsnittet, och materialet är något kornigt i ytan.

Pelare M25 2,5 m under markytan:

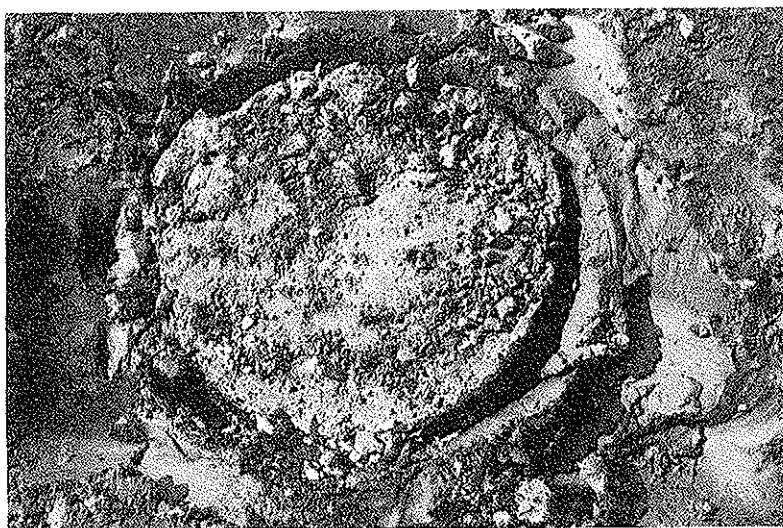
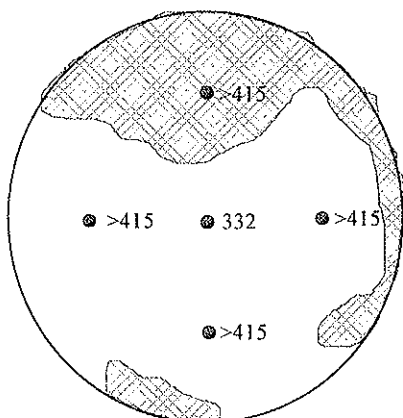


Den uppskattade medelskjuvhållfastheten 2,5 meter under markytan är:

$$\tau_{fu}^{\text{Penetrometer}} \Rightarrow 415 \text{ kPa}$$

Andelen av pelartvärsnittet som är bra är uppskattningsvis ca 80 %. Pelartvärsnittets diameter är oregelbunden men ca 500 mm. Bindemedel syns tydligt i hela pelartvärsnittet, och materialet är grovkornigt i ytan.

Pelare M25 5 m under markytan:



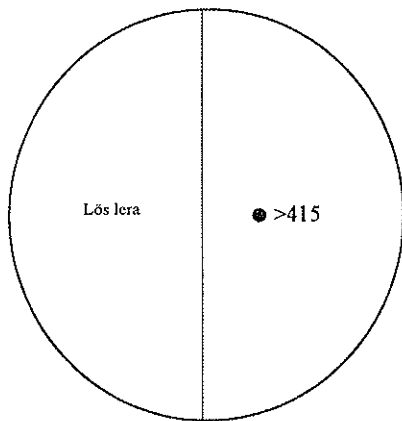
Den uppskattade medelskjuvhållfastheten 5 meter under markytan är:

$$\tau_{fu}^{\text{Penetrometer}} \Rightarrow 415 \text{ kPa}$$

Andelen av pelartvärsnittet som är bra är uppskattningsvis ca 90 %. Pelartvärsnittets diameter är oregelbundet men ca 500 mm. Bindemedel syns tydligt i hela pelartvärsnittet, och materialet är krossat i ytan.



Pelare M25 6 m under markytan:

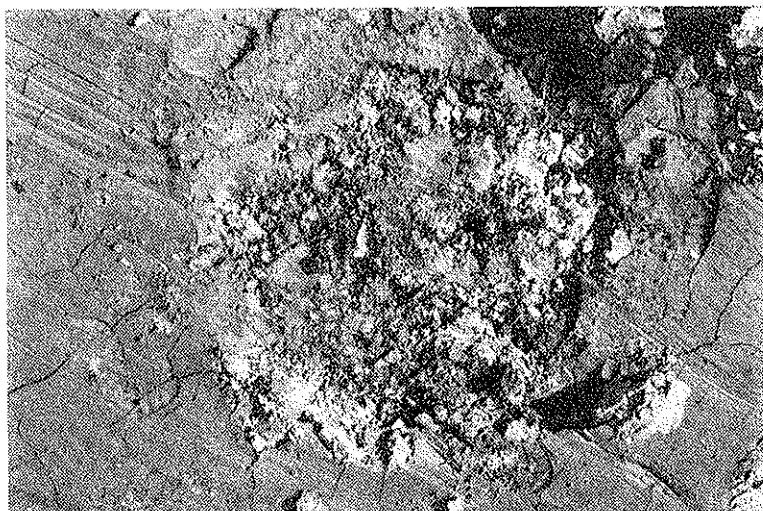
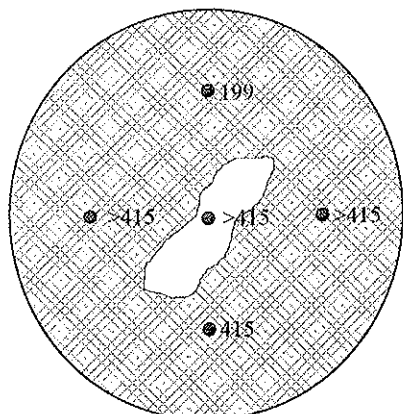


Den uppskattade medelskjuvhållfastheten 6 meter under markytan är:

$$\tau_{fu}^{\text{Penetrometer}} \Rightarrow 415 \text{ kPa}$$

Andelen av pelartvärsnittet som är bra är uppskattningsvis ca 50 %. Pelartvärsnittets diameter är svår att bedöma då halva pelaren utgörs av lös lera.

Pelare M26 2,5 m under markytan:

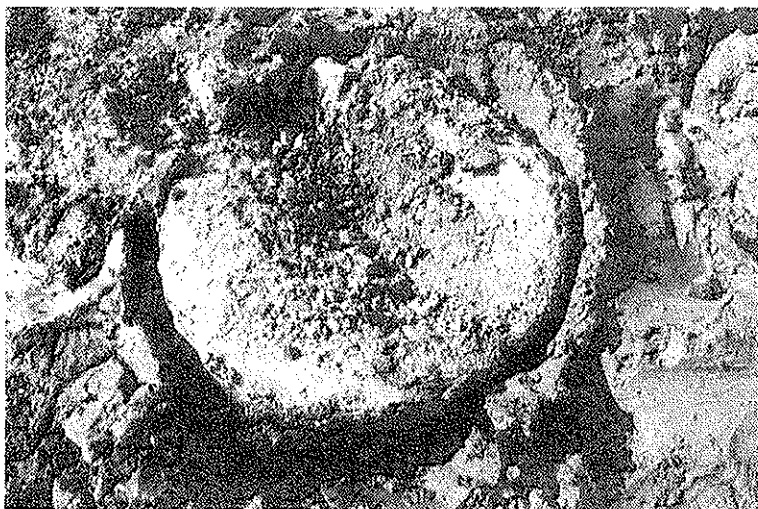
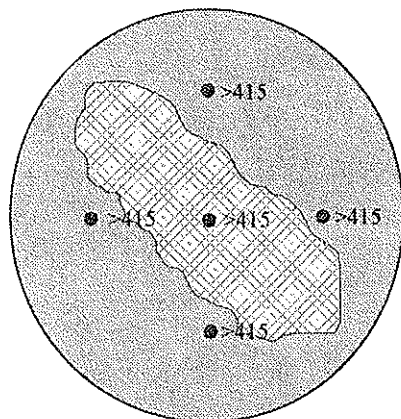


Den uppskattade medelskjuvhållfastheten 2,5 meter under markytan är:

$$\tau_{fu}^{\text{Penetrometer}} \Rightarrow 370\text{kPa}$$

Andelen av pelartvärsnittet som är bra är uppskattningsvis ca 90 %. Pelartvärsnittets diameter är ca 500 mm och något oregelbundet. Bindemedel syns tydligt i hela pelartvärsnittet, och materialet är krossat i ytan.

Pelare M26 5 m under markytan:

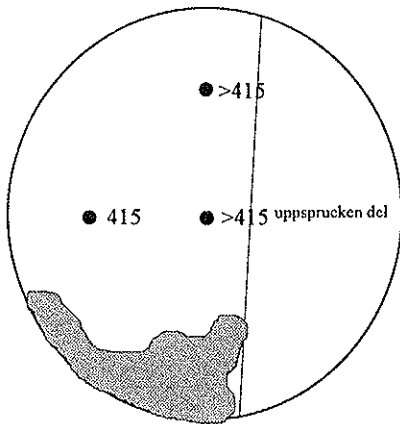


Den uppskattade medelskjuvhållfastheten 5 meter under markytan är:

$$\tau_{fu}^{\text{Penetrometer}} \Rightarrow 415\text{kPa}$$

Andelen av pelartvärsnittet som är bra är uppskattningsvis ca 100 %. Pelartvärsnittets diameter är oregelbundet och ca 650 mm. Bindemedel syns tydligt i hela pelartvärsnittet och materialet är mycket grovkornigt i en del av pelarytan.

Pelare M26 6 m under markytan:

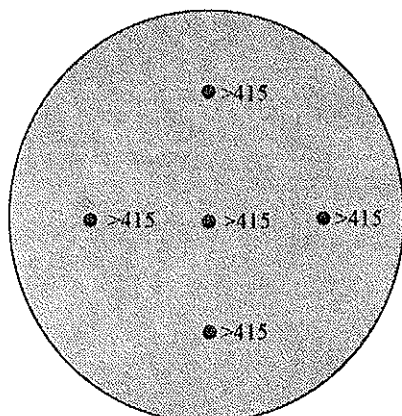


Den uppskattade medelskjuvhållfastheten 6 meter under markytan är:

$$\tau_{fu}^{\text{Penetrometer}} \Rightarrow 415 \text{ kPa}$$

Andelen av pelartvärsnittet som är bra är uppskattningsvis ca 60 %. Pelartvärsnittets diameter är svårt att uppskatta eftersom en del av pelaren var helt uppsprucken. Bindemedel syns tydligt i en del av pelartvärsnittet och materialet är där något kornigt ytan.

Pelare N28 5 m under markytan:



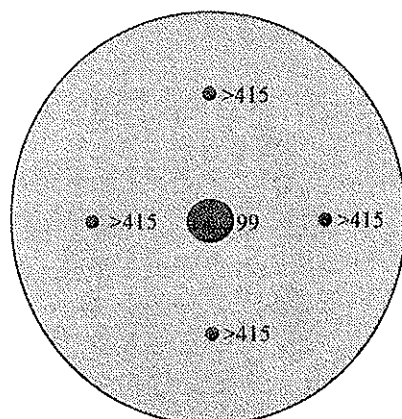
Den uppskattade medelskjuvhållfastheten 5 meter under markytan är:

$$\tau_{fu}^{\text{Penetrometer}} \Rightarrow 415 \text{ kPa}$$

$$\tau_{fu}^{\text{Triax}} \approx 700 \text{ kPa}$$

Andelen av pelartvärsnittet som är bra är uppskattningsvis ca 100 %. Pelartvärsnittets diameter är ca 600 mm. Bindemedel syns tydligt i hela pelartvärsnittet och materialet är något kornigt i ytan.

Pelare N28 6 m under markytan:

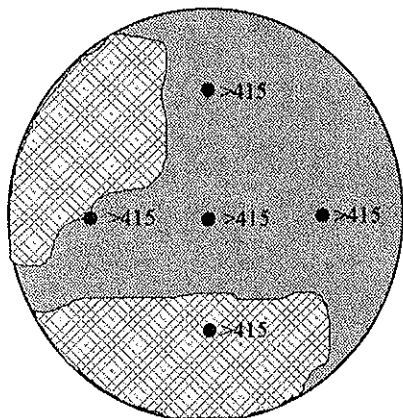


Den uppskattade medelskjuvhållfastheten 6 meter under markytan är:

$$\tau_{fu}^{\text{Penetrometer}} \Rightarrow 372 \text{ kPa}$$

Andelen av pelartvärsnittet som är bra är uppskattningsvis ca 90 %. Pelartvärsnittets diameter är ca 600 mm. Bindemedel syns tydligt i hela pelartvärsnittet och materialet är något kornigt i ytan. I centrum av pelaren finns dessutom ett vattenfyllt hål. Förmodligen skapat av kellystången.

Pelare N29 5 m under markytan:



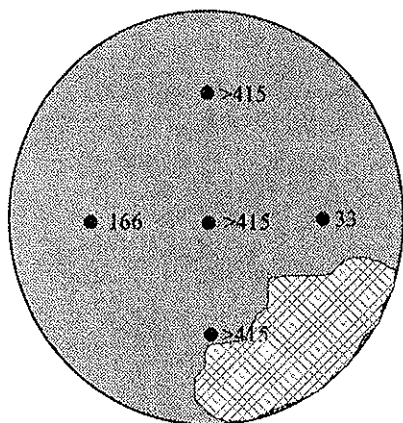
Den uppskattade medelskjuvhållfastheten 5 meter under markytan är:

$$\tau_{fu}^{\text{Penetrometer}} \Rightarrow 415 \text{ kPa}$$

$$\tau_{fu}^{\text{Triax}} \approx 600 \text{ kPa}$$

Andelen av pelartvärsnittet som är bra är uppskattningsvis ca 90 %. Pelartvärsnittets diameter är ca 550 mm. Bindemedel syns tydligt i hela pelartvärsnittet och materialet är något krossat i delar av ytan.

Pelare N29 6 m under markytan:

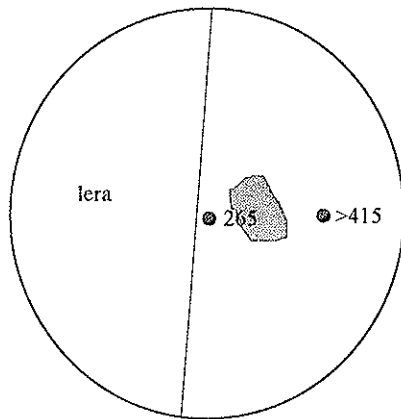


Den uppskattade medelskjuvhållfastheten 6 meter under markytan är:

$$\tau_{fu}^{\text{Penetrometer}} \Rightarrow 285 \text{ kPa}$$

Andelen av pelartvärsnittet som är bra är uppskattningsvis ca 70 %. Pelartvärsnittets diameter är ca 550×600 mm. Bindemedel syns tydligt i hela pelartvärsnittet och materialet är något krossat material i delar av ytan.

Pelare N30 5 m under markytan:



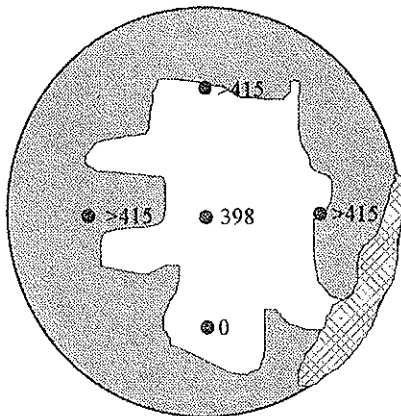
Den uppskattade medelskjuvhållfastheten 5 meter under markytan är:

$$\tau_{fu}^{\text{Penetrometer}} \Rightarrow 340\text{kPa}$$

$$\tau_{fu}^{\text{Triax}} \approx 450\text{kPa}$$

Andelen av pelartvärnsnittet som är bra är uppskattningsvis ca 50 %. Pelartvärnsnittets diameter är ca 600×650 mm. Bindemedel syns i en del av pelartvärnsnittet och materialet är något kornigt ytan.

Pelare N30 6 m under markytan:



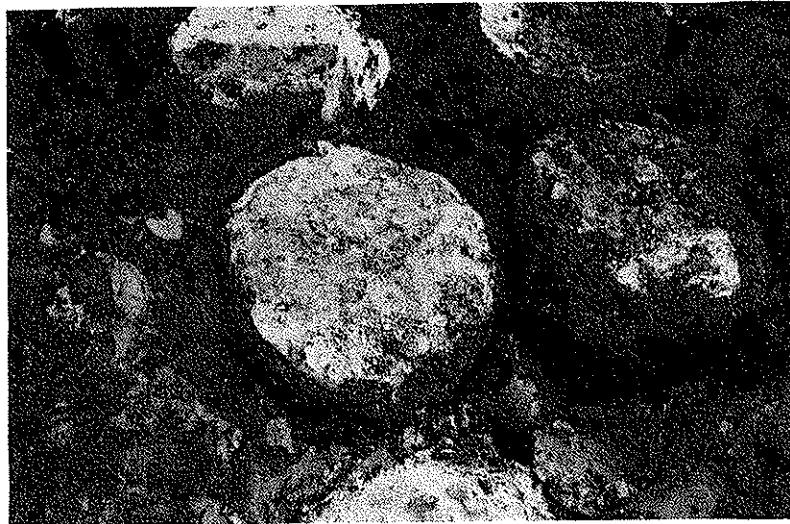
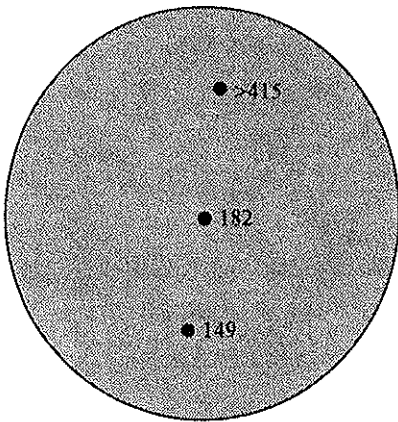
Den uppskattade medelskjuvhållfastheten 6 meter under markytan är:

$$\tau_{fu}^{\text{Penetrometer}} \Rightarrow 325\text{kPa}$$

Andelen av pelartvärnsnittet som är bra är uppskattningsvis ca 70 %. Pelartvärnsnittets diameter är ca 550×600 mm. Bindemedel syns i ytterkanterna av pelartvärnsnittet och materialet är något kornigt och krossat i delar av ytan.



PelareO28 5 m under markytan:



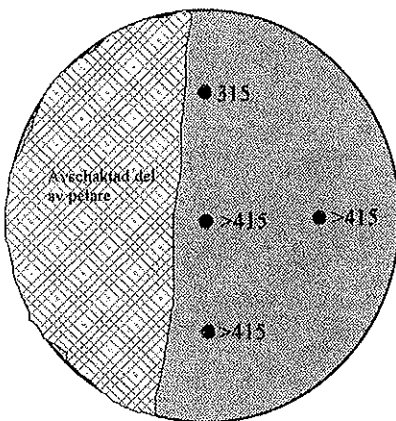
Den uppskattade medelskjuvhållfastheten 5 meter under markytan är:

$$\tau_{fu}^{\text{Penetrometer}} = 328\text{kPa}$$

$$\tau_{fu}^{\text{Triax}} \approx 350\text{kPa}$$

Andelen av pelartvärsnittet som är bra är uppskattningsvis ca 70 %. Pelartvärsnittets diameter är ca 600 mm. Bindemedel syns i hela pelartvärsnittet och materialet är något kornigt i ytan.

PelareO28 6 m under markytan:

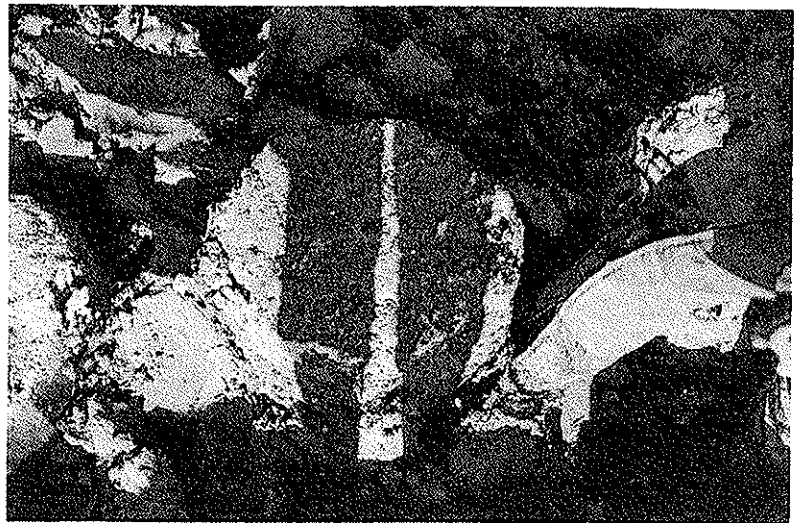
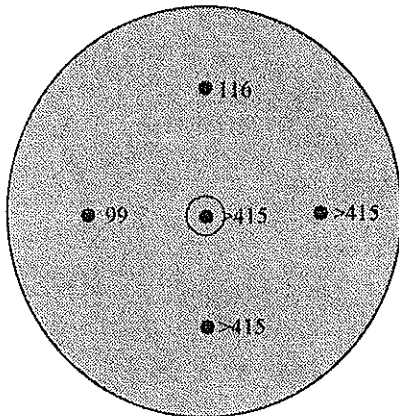


Den uppskattade medelskjuvhållfastheten 6 meter under markytan är:

$$\tau_{fu}^{\text{Penetrometer}} \Rightarrow 390\text{kPa}$$

Andelen av pelartvärsnittet som är bra är uppskattningsvis ca 70 %. Pelartvärsnittets diameter är ca 650×600 mm. Bindemedel syns i hela pelartvärsnittet och materialet är krossat i en del av ytan. Pelaren var avschaktad i ena sidan.

PelareO29 5 m under markytan:



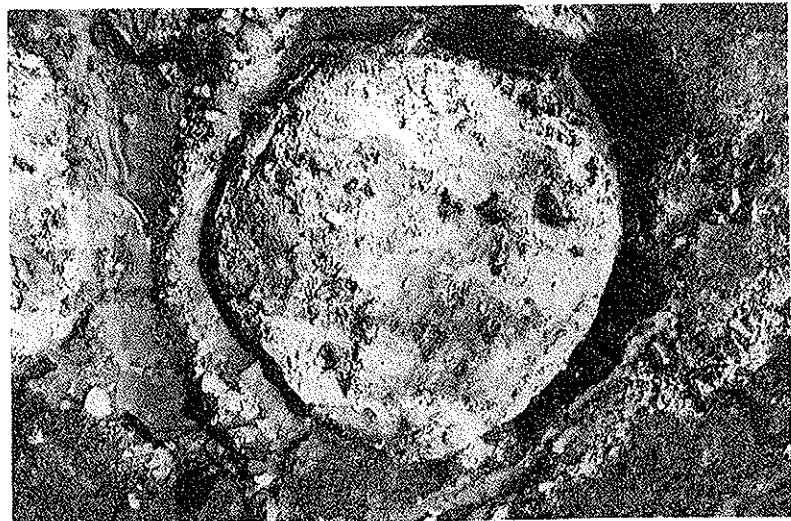
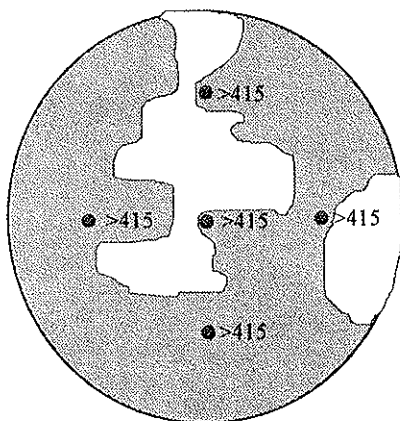
Den uppskattade medelskjuvhållfastheten 5 meter under markytan är:

$$\tau_{fu}^{\text{Penetrometer}} \Rightarrow 292 \text{ kPa}$$

$$\tau_{fu}^{\text{Triax}} \approx 800 \text{ kPa}$$

Andelen av pelartvärsnittet som är bra är uppskattningsvis ca 70 %. Pelartvärsnittets diameter är ca 600 mm. Bindemedel syns i hela pelartvärsnittet och materialet är kornigt ytan. Pelaren har ett centrumhål med en diameter ca 50 mm.

PelareO29 6 m under markytan:



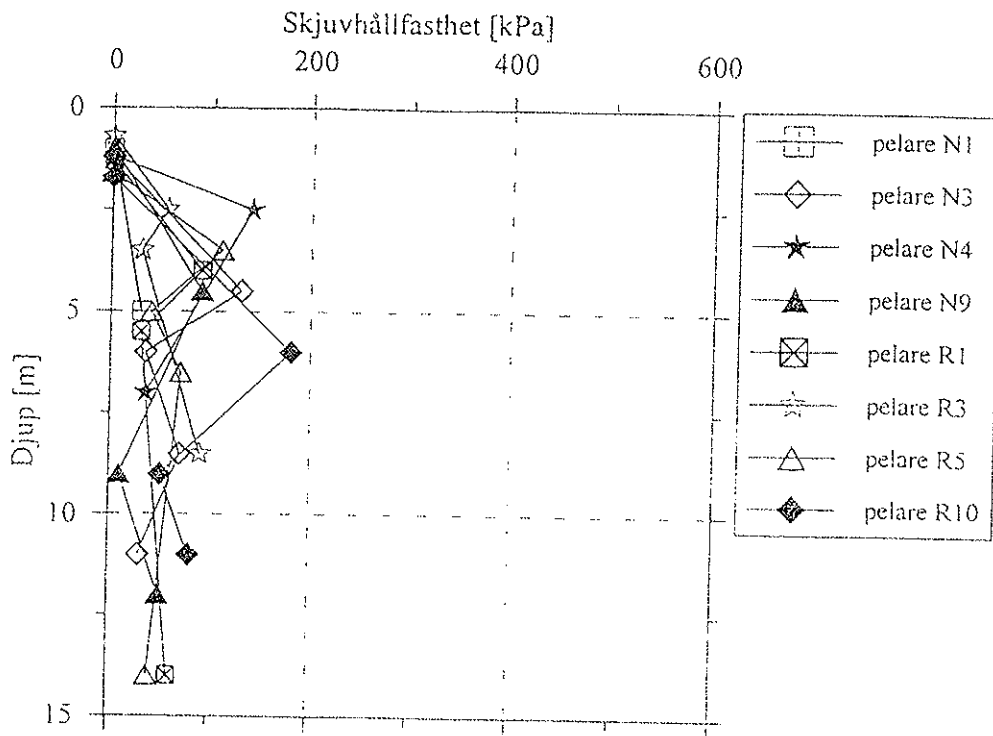
Den uppskattade medelskjuvhållfastheten 6 meter under markytan är:

$$\tau_{fu}^{\text{Penetrometer}} \Rightarrow 415 \text{ kPa}$$

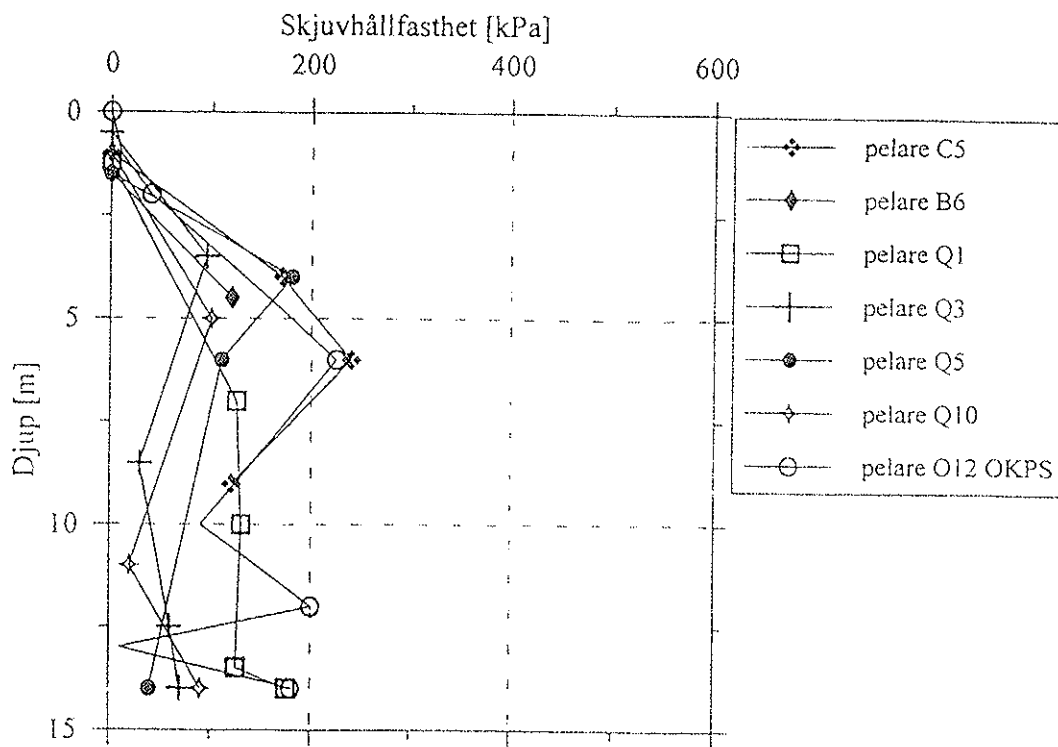
Andelen av pelartvärsnittet som är bra är uppskattningsvis ca 90 %. Pelartvärsnittets diameter är ca 600x650 mm. Bindemedel syns i hela pelartvärsnittet och materialet är kornigt i ytan.



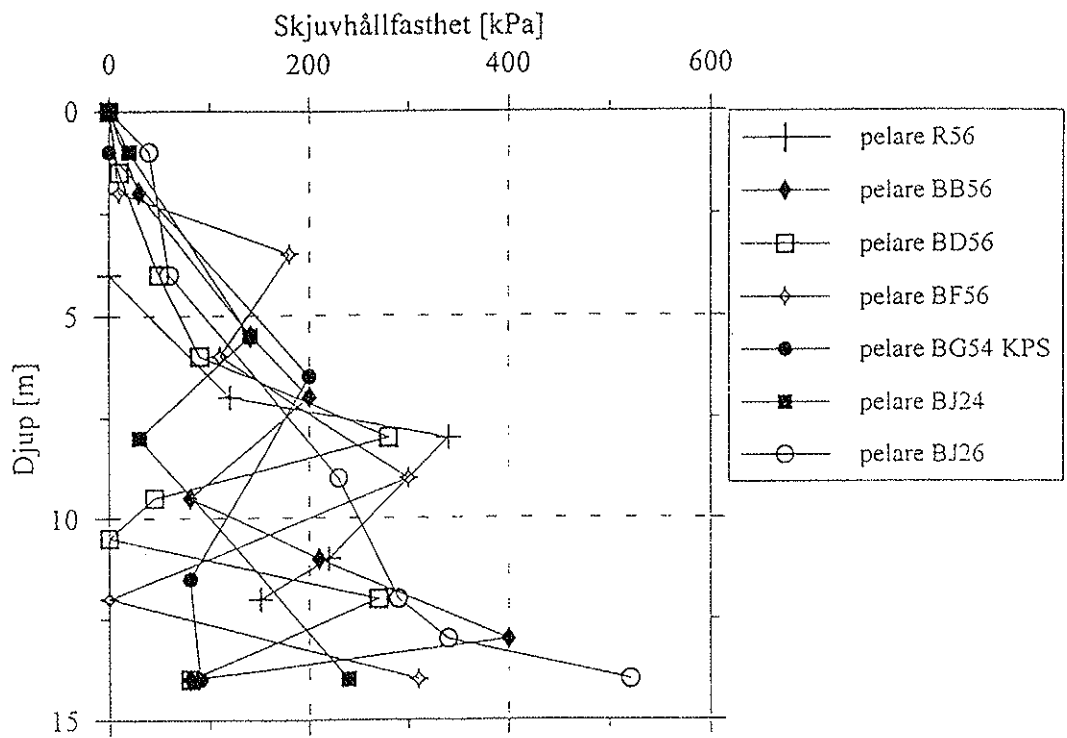
**Bilaga 4 -  
Resultat från kalkpelarsonderingar (KPS, OKPS)**



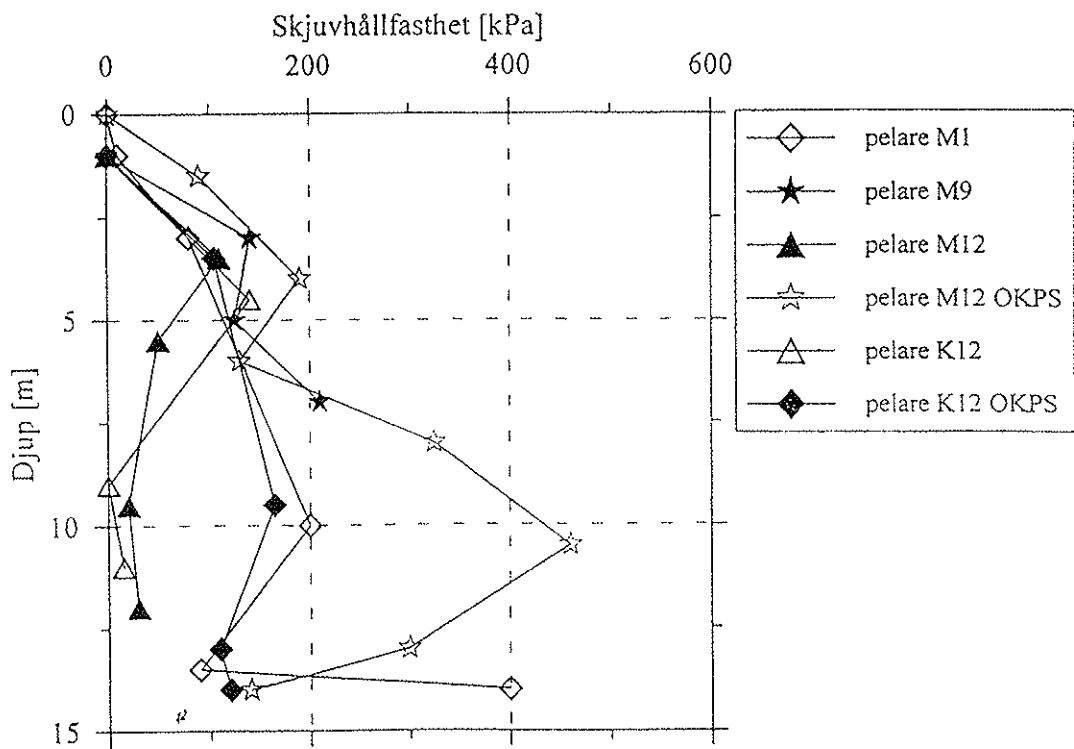
a) Medelskjuvhållfasthet uppskattad från KPS.



b) Medelskjuvhållfasthet uppskattad från KPS där inget annat är markerat.



c) Medelskjuvhållfasthet uppskattad från OKPS där inget annat är markerat.



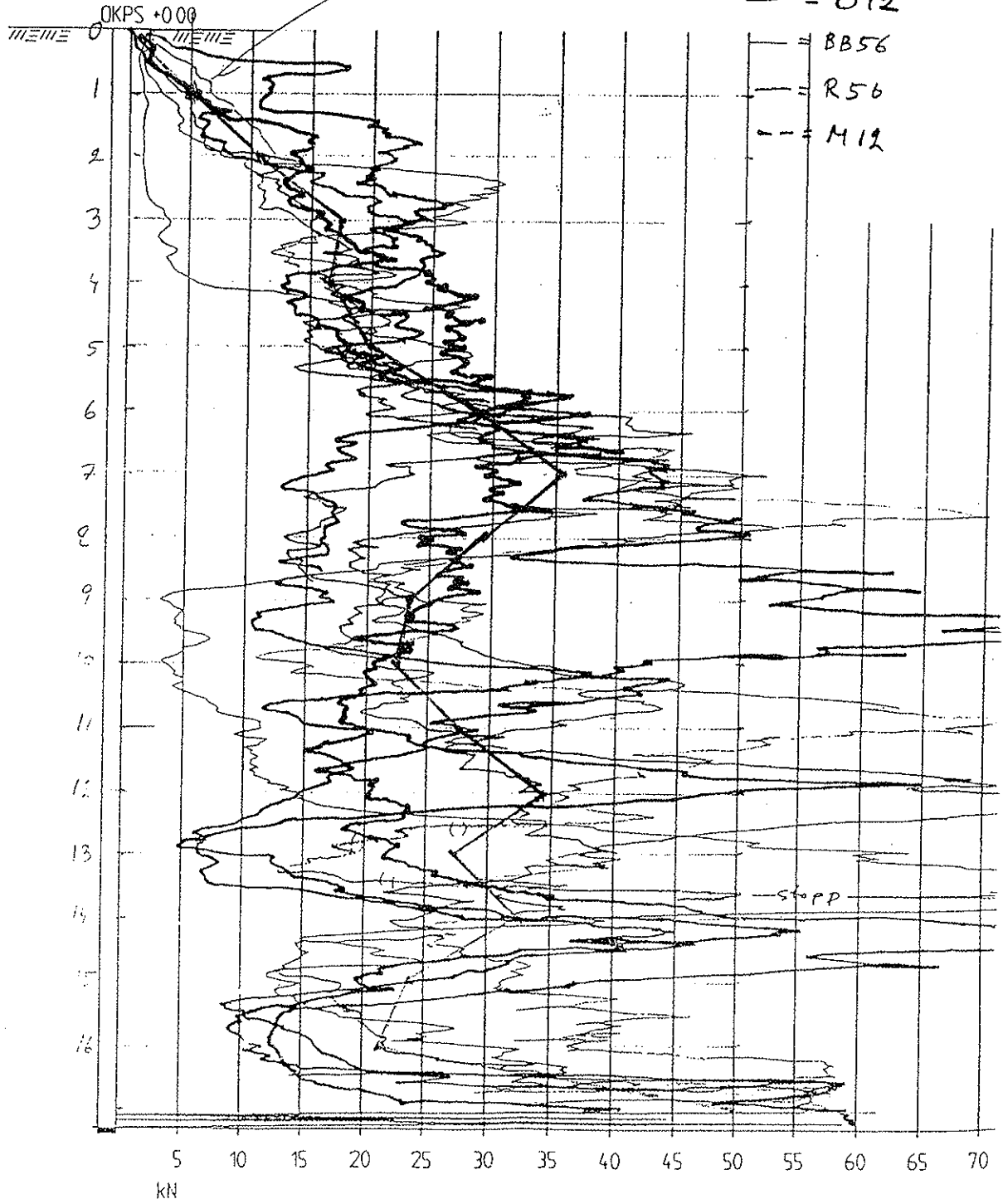
d) Medelskjuvhållfasthet uppskattad från KPS där inget annat är markerat.

# Ruta 24

24 BF 56

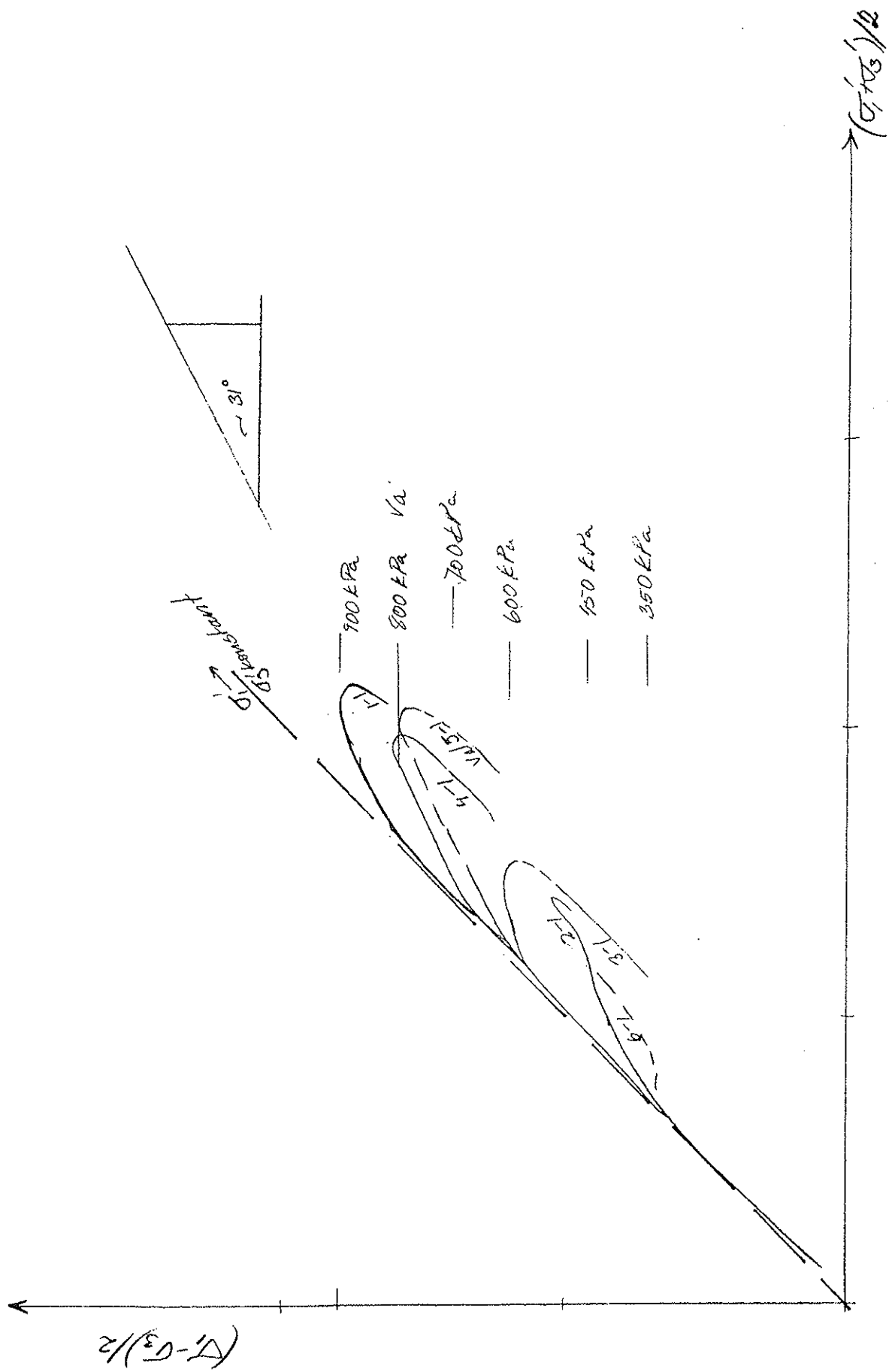
Detta byggd av L. Nilsson

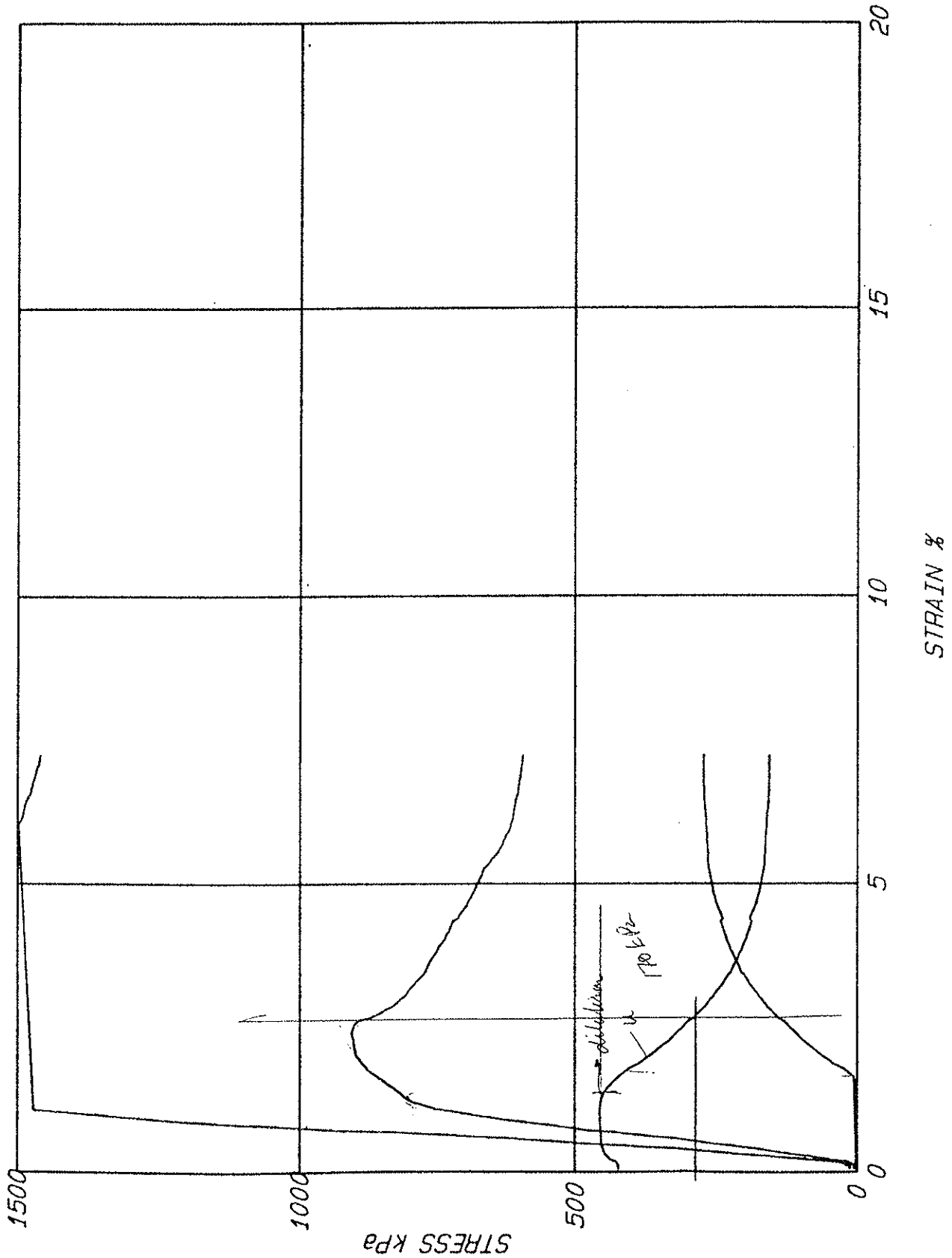
- = BFS6
- = BD56
- = K12
- = O12
- = BB56
- = R56
- = M12

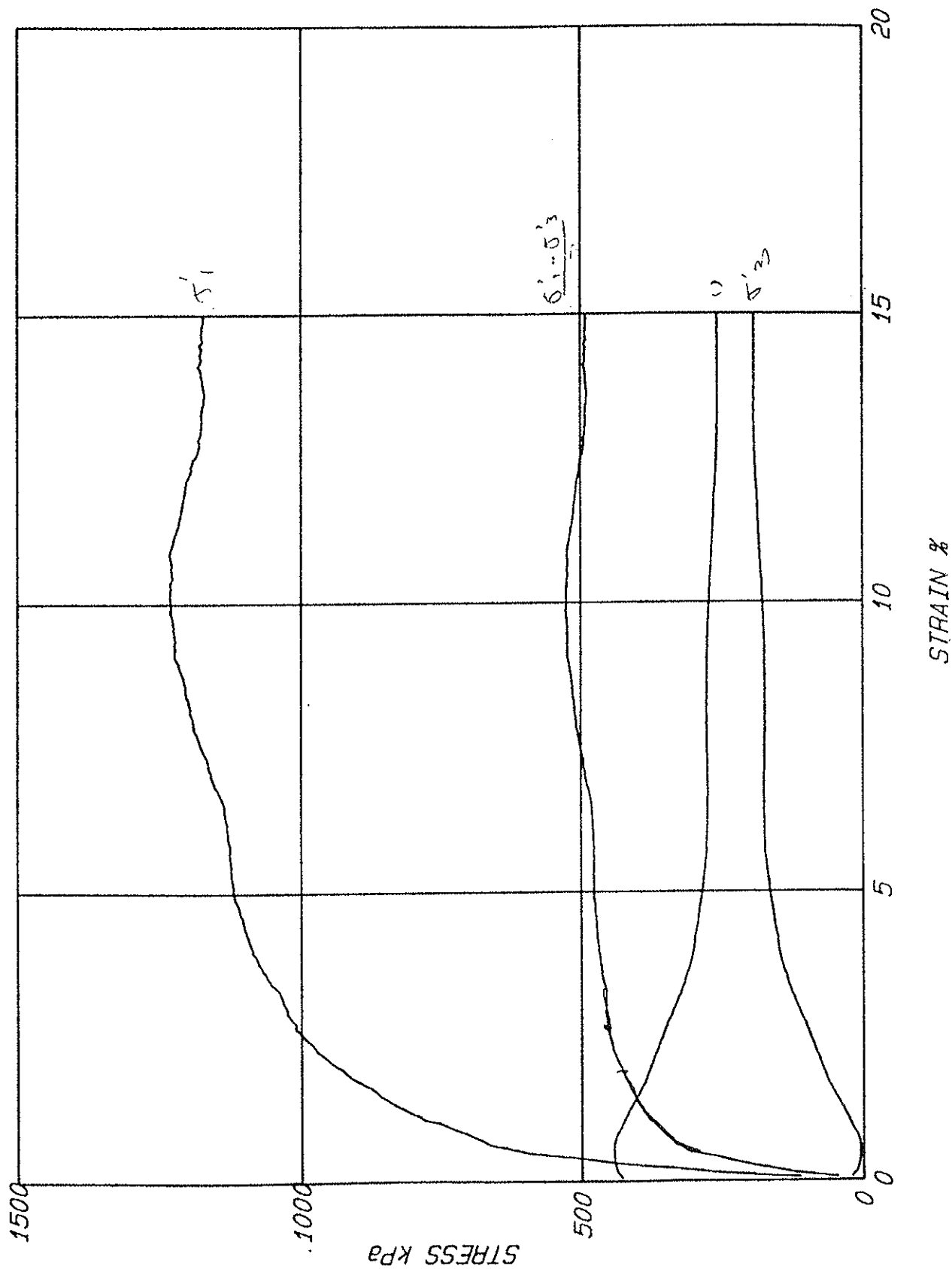


— = model värde

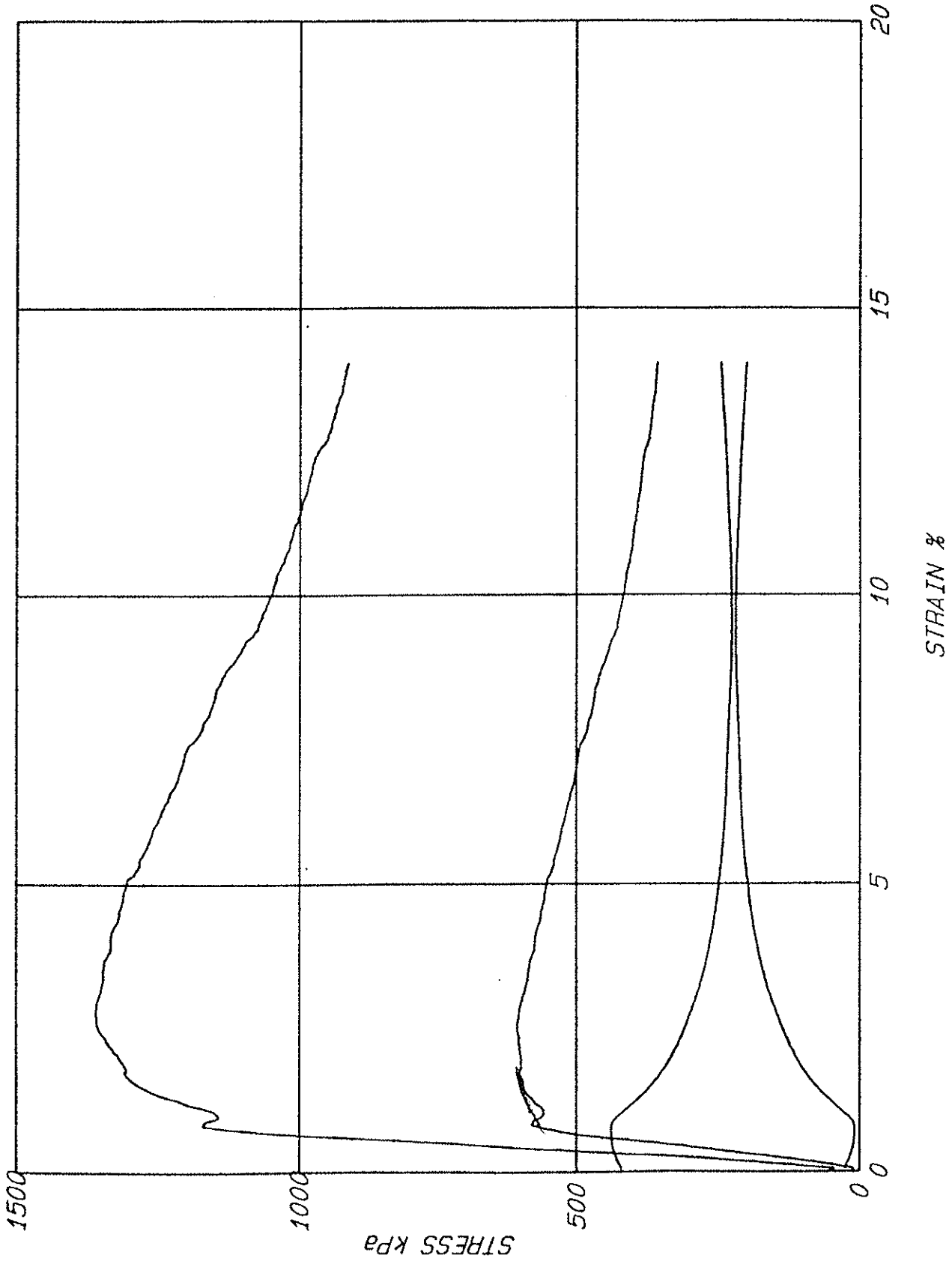
**Bilaga 5 -  
Resultat från triaxialförsök**

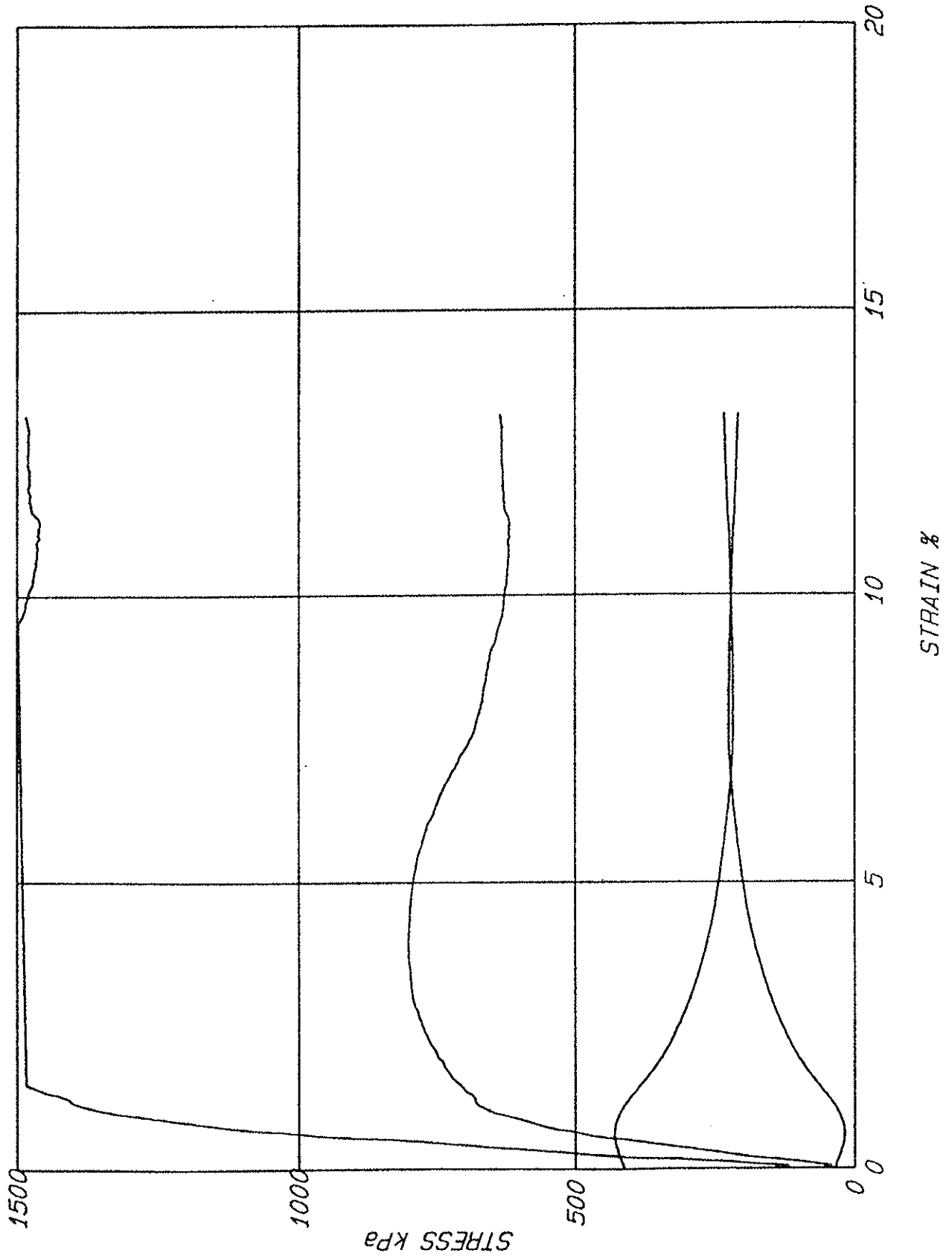


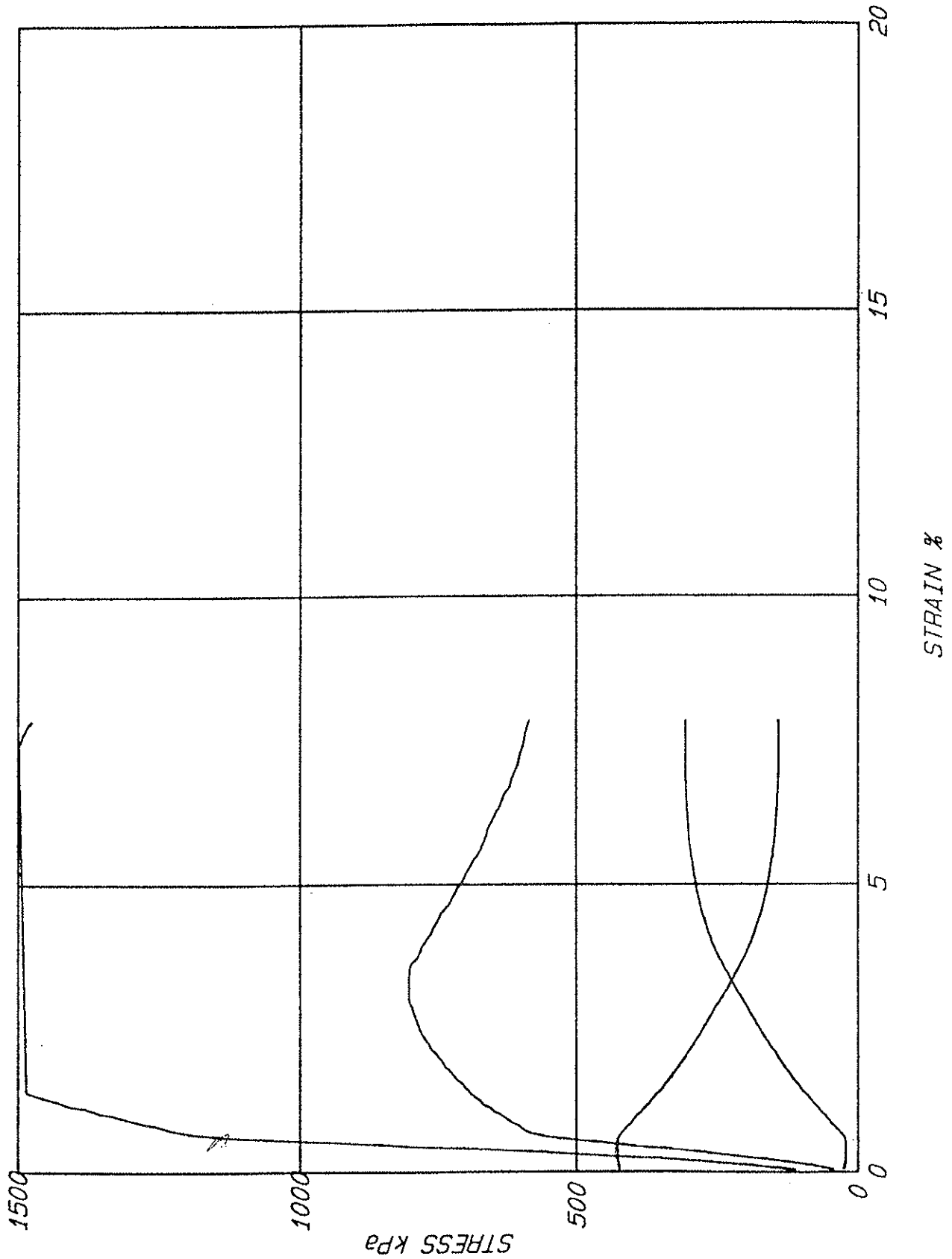


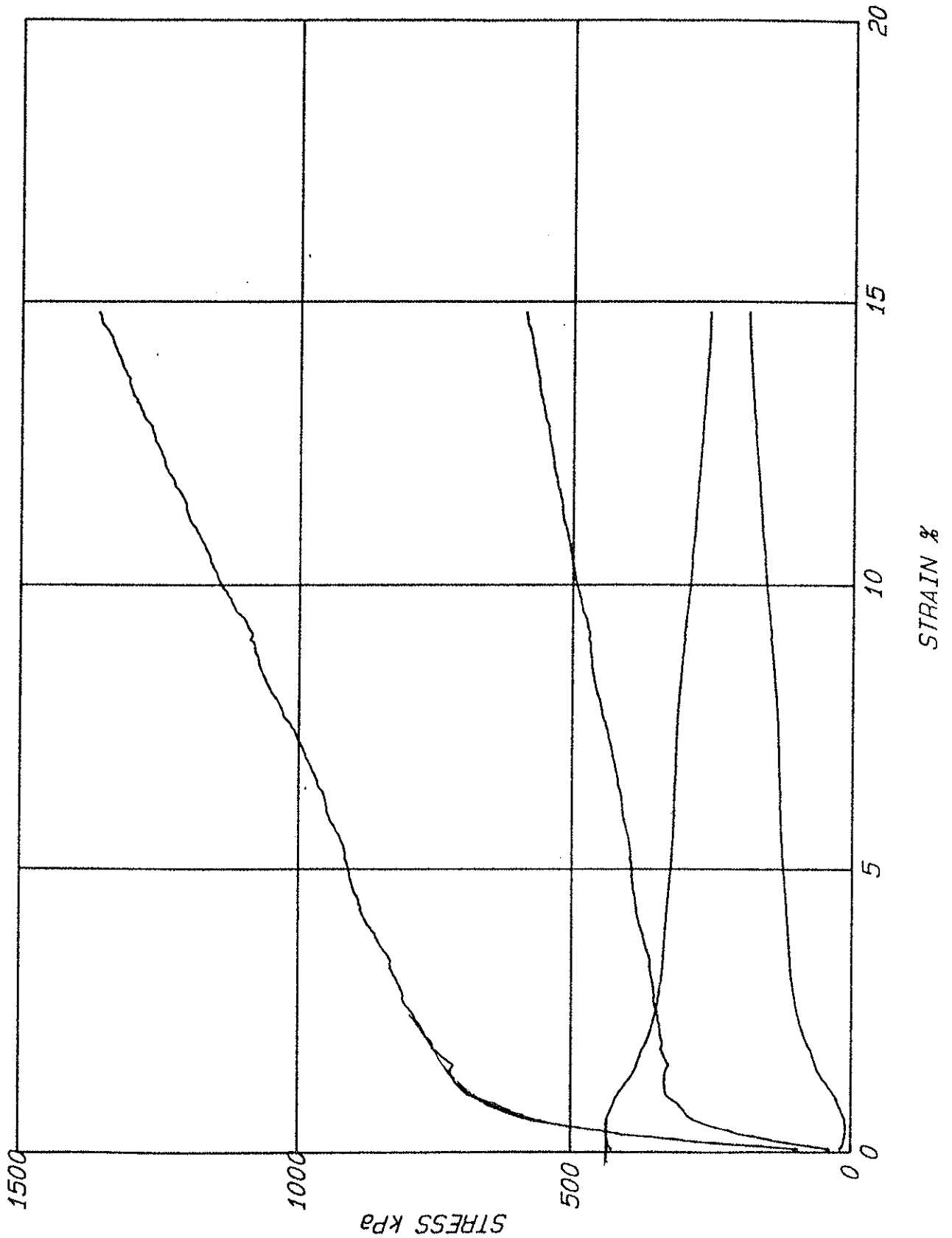


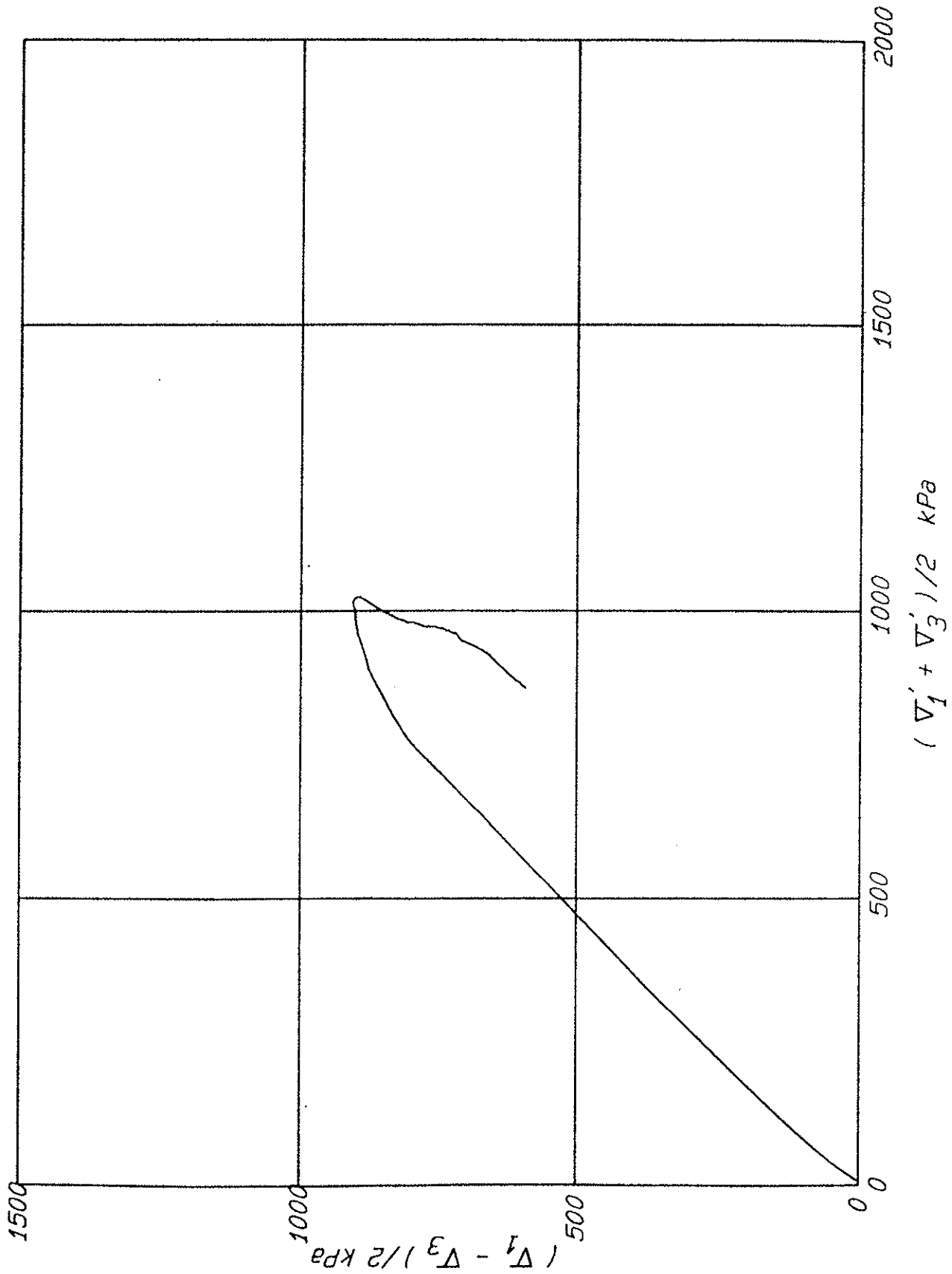


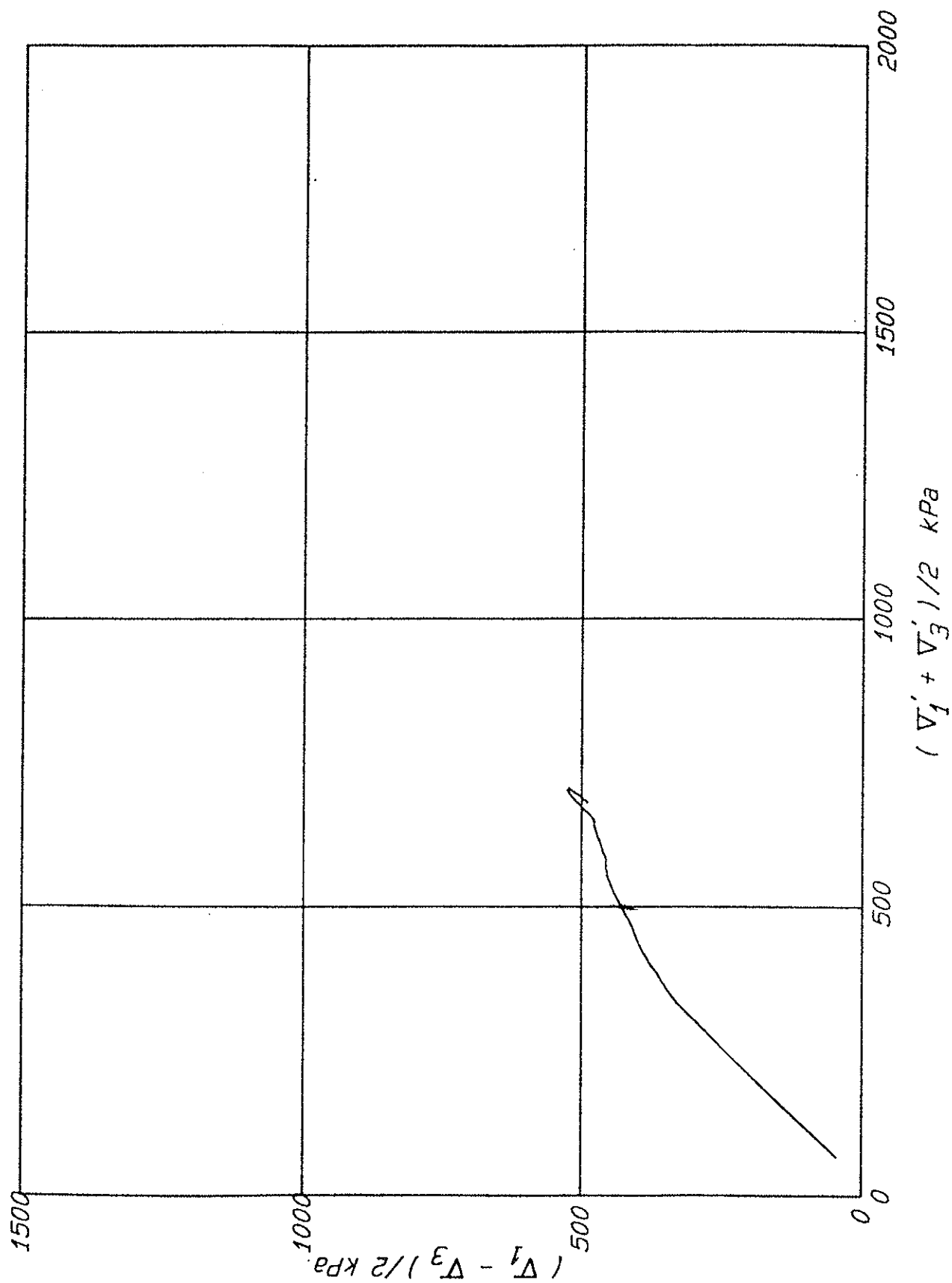


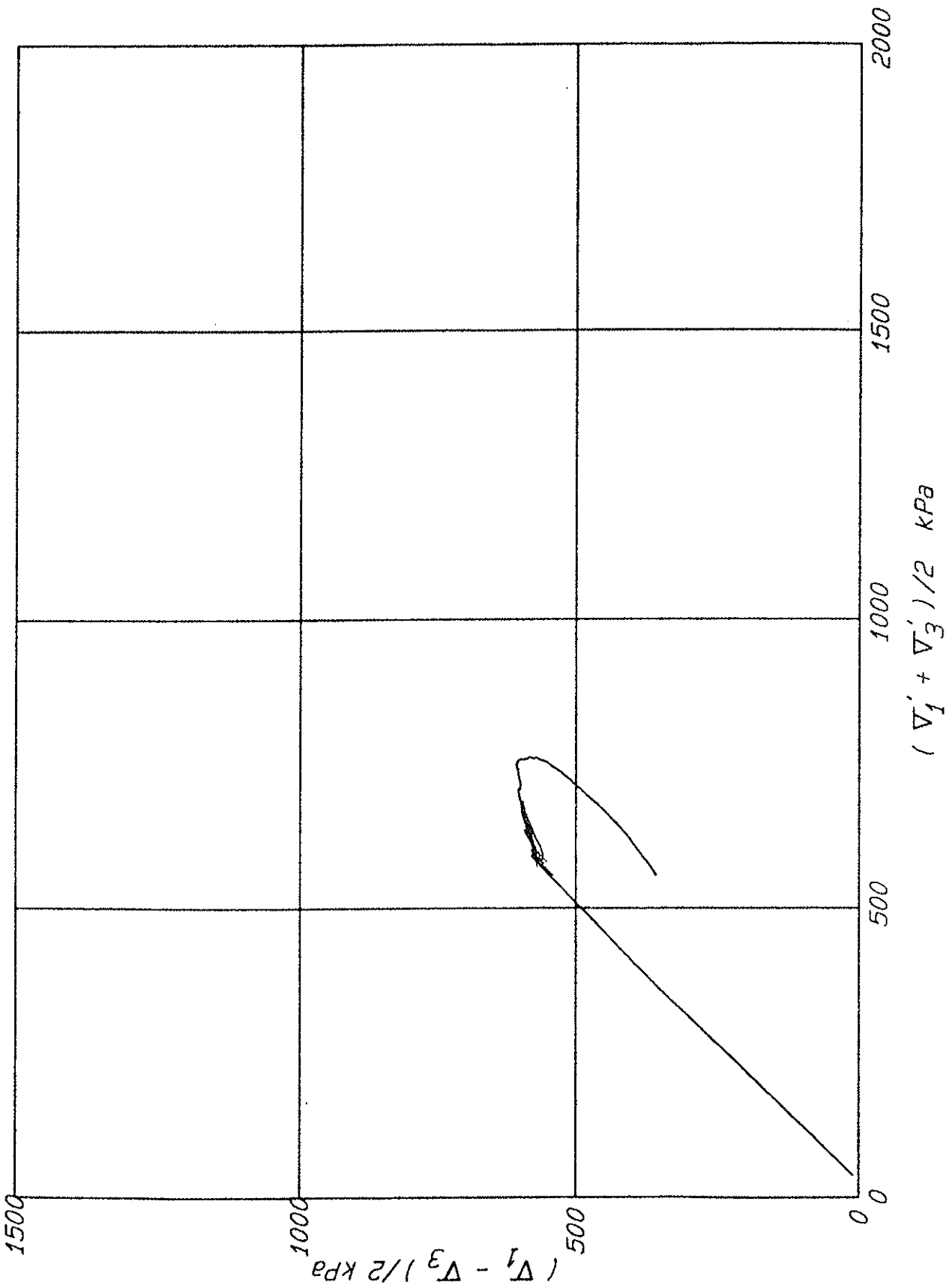


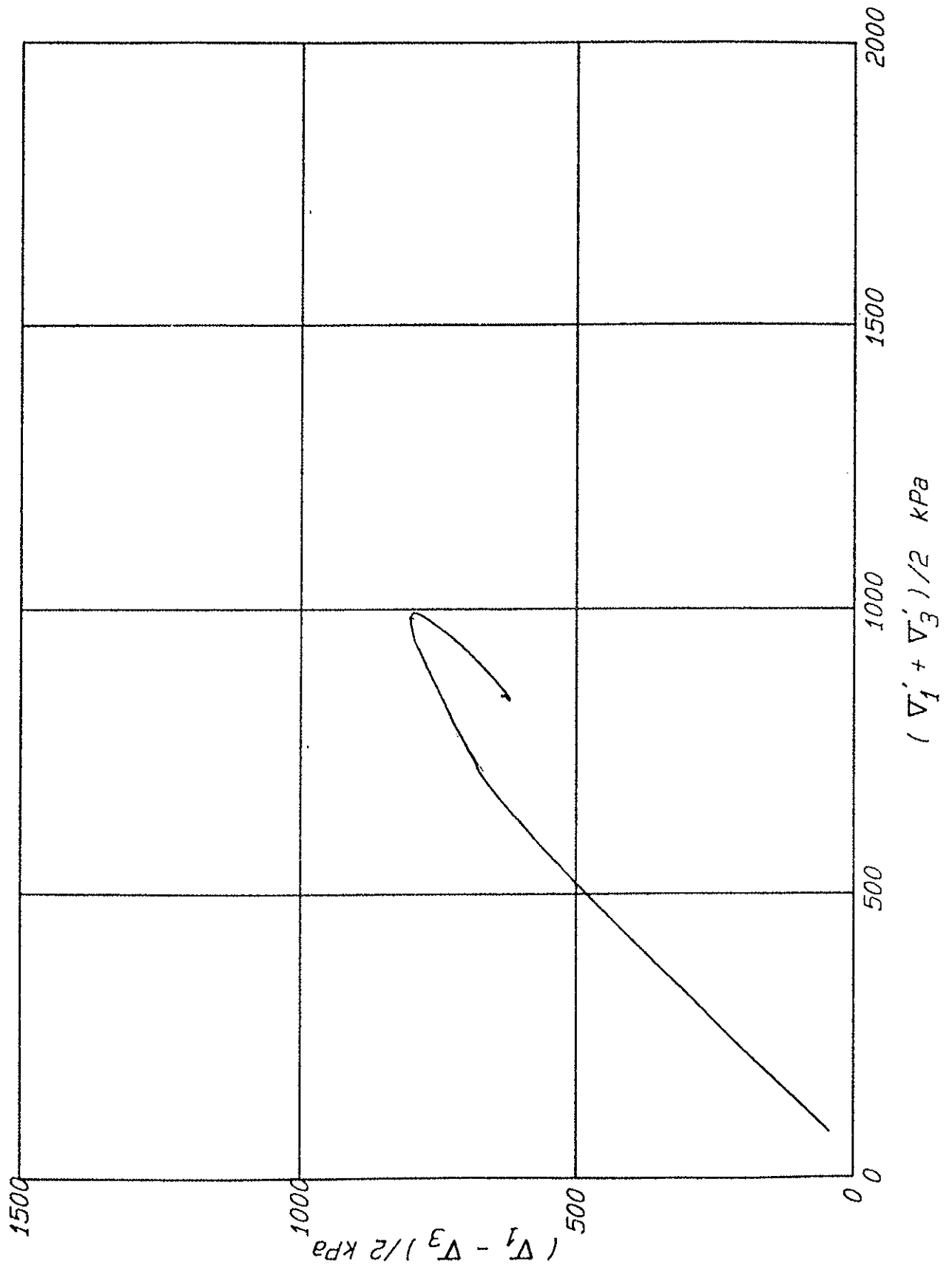




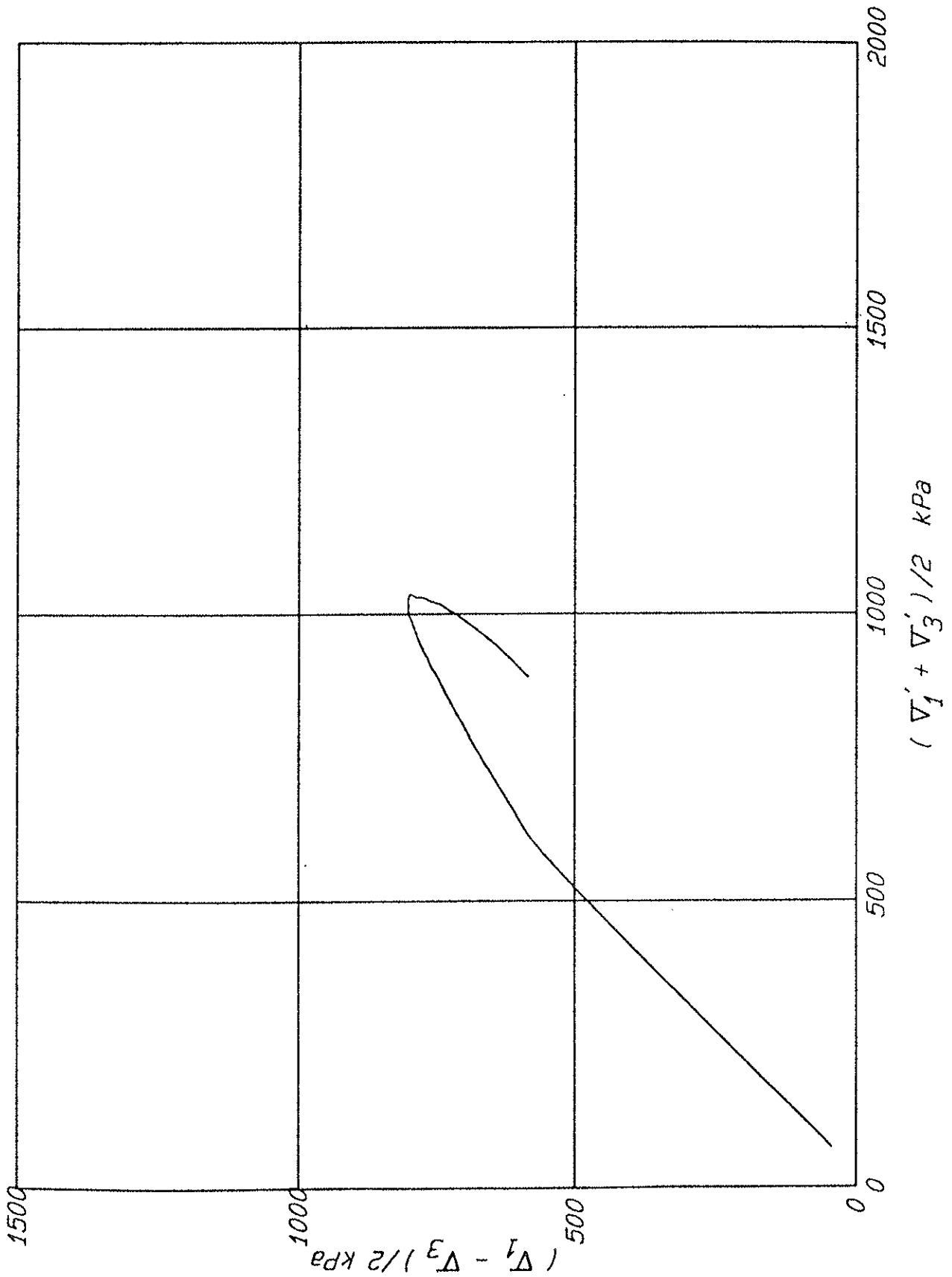


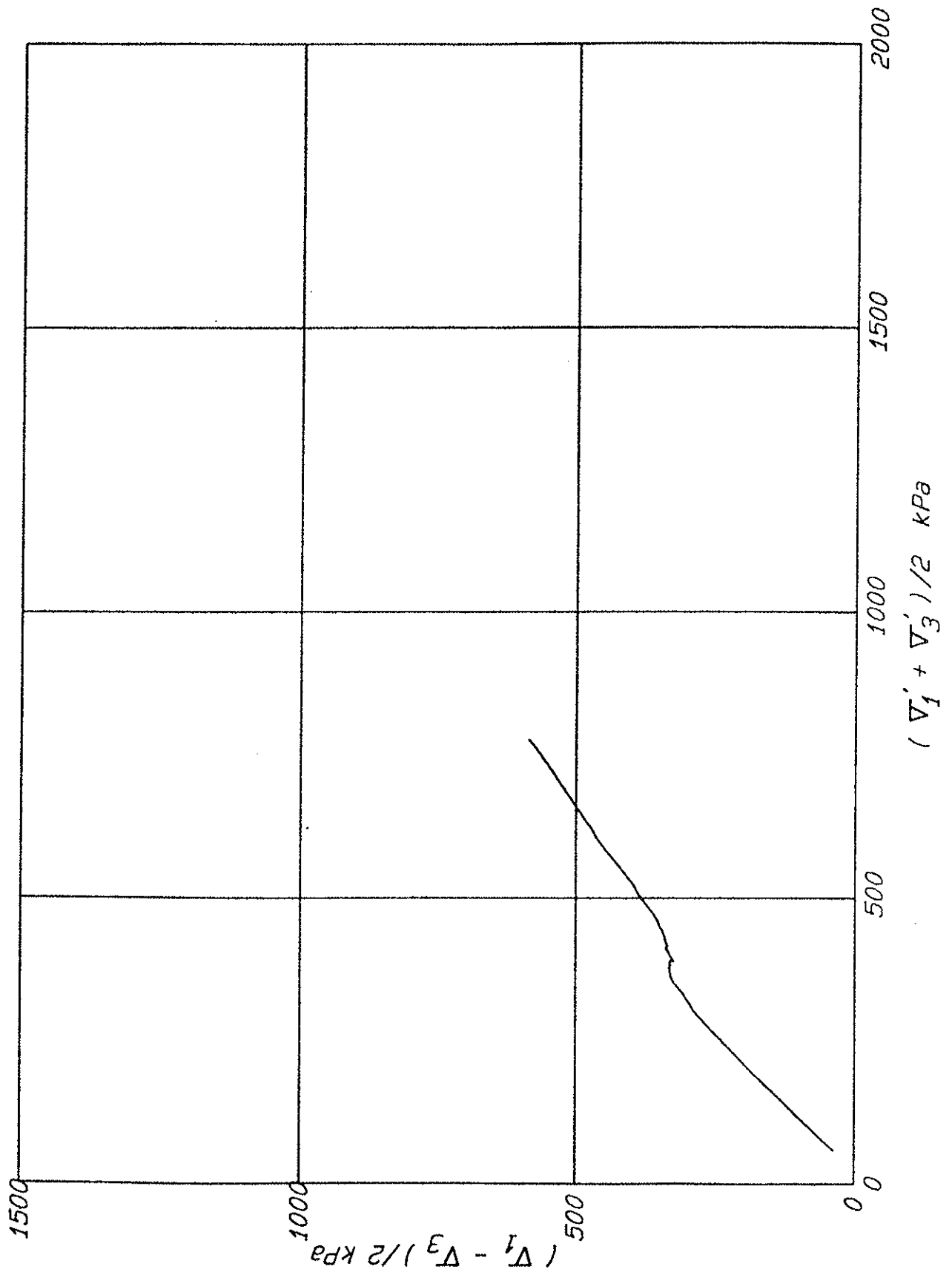






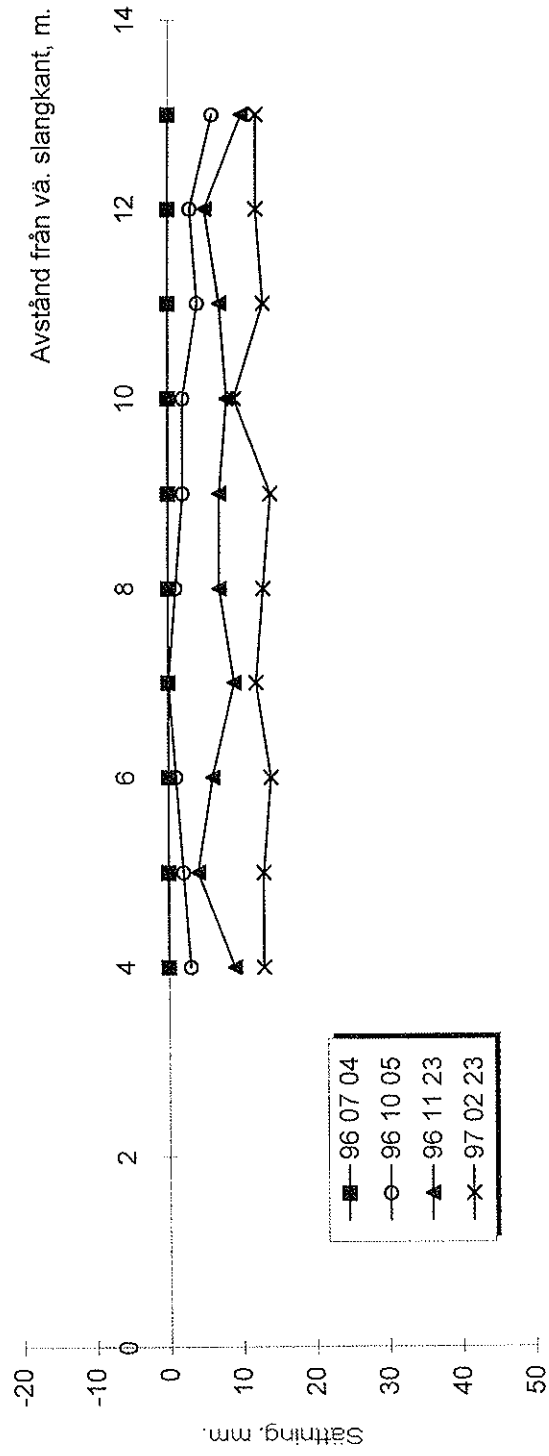




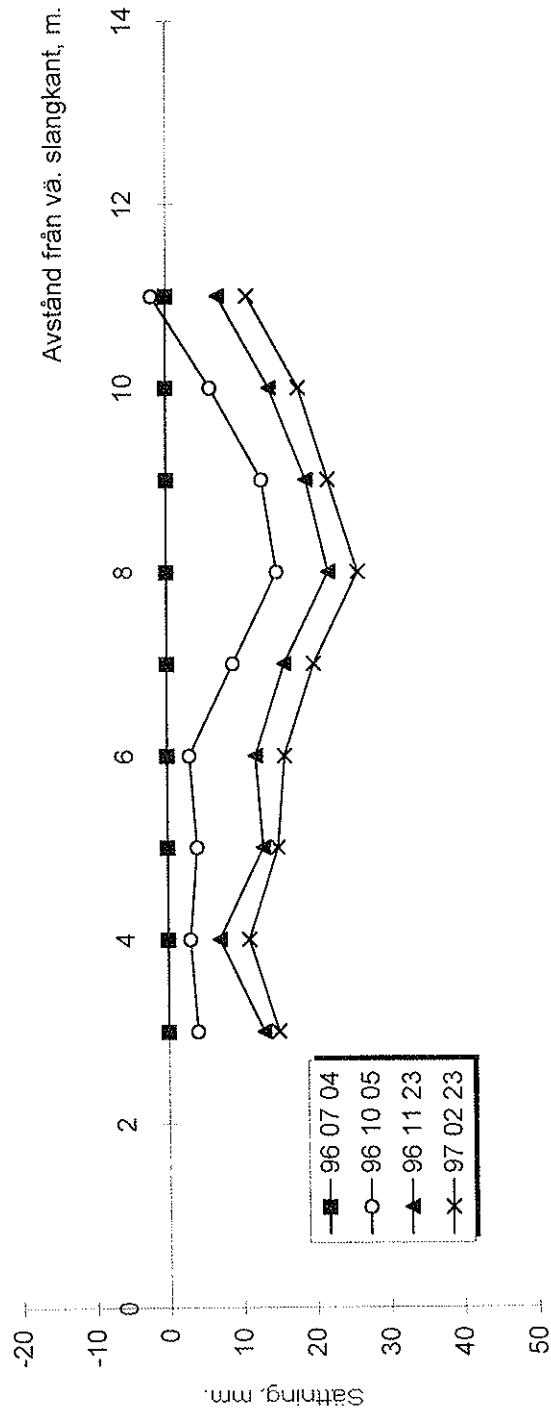


**Bilaga 6 -  
Resultat från slangättningsmätare**

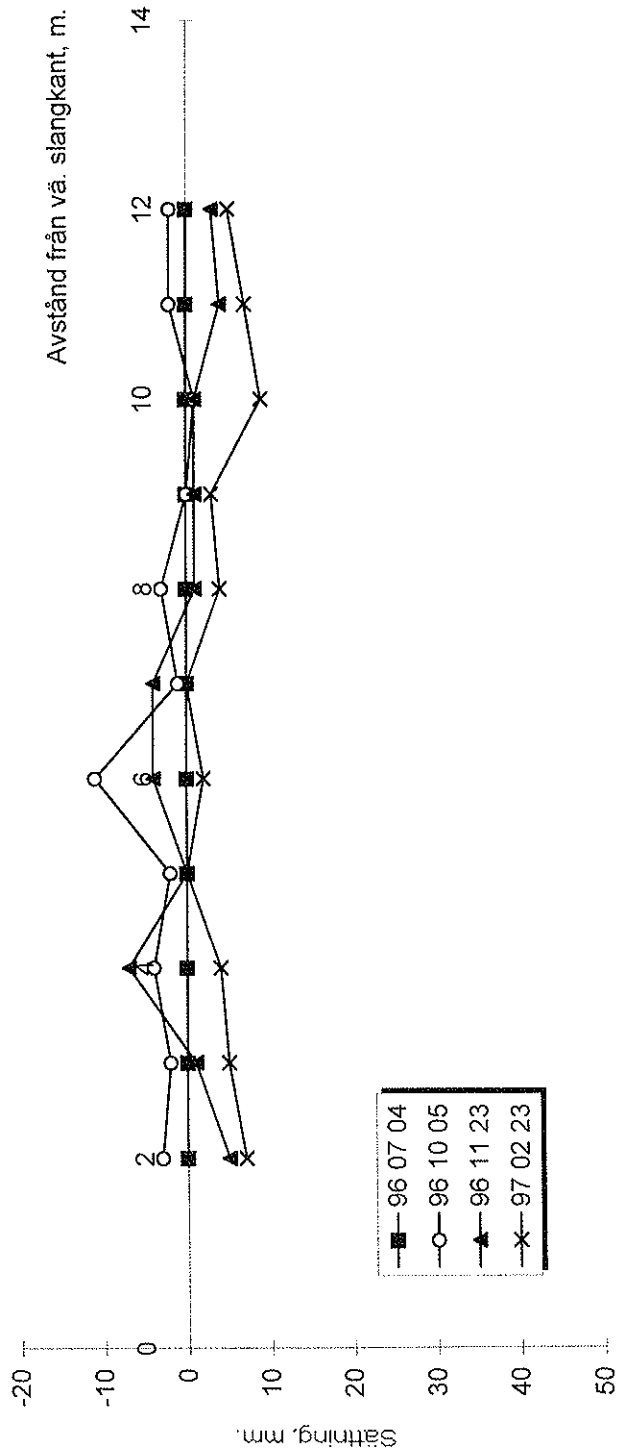
Vkb Fjärås  
Slang Nr : 35/593



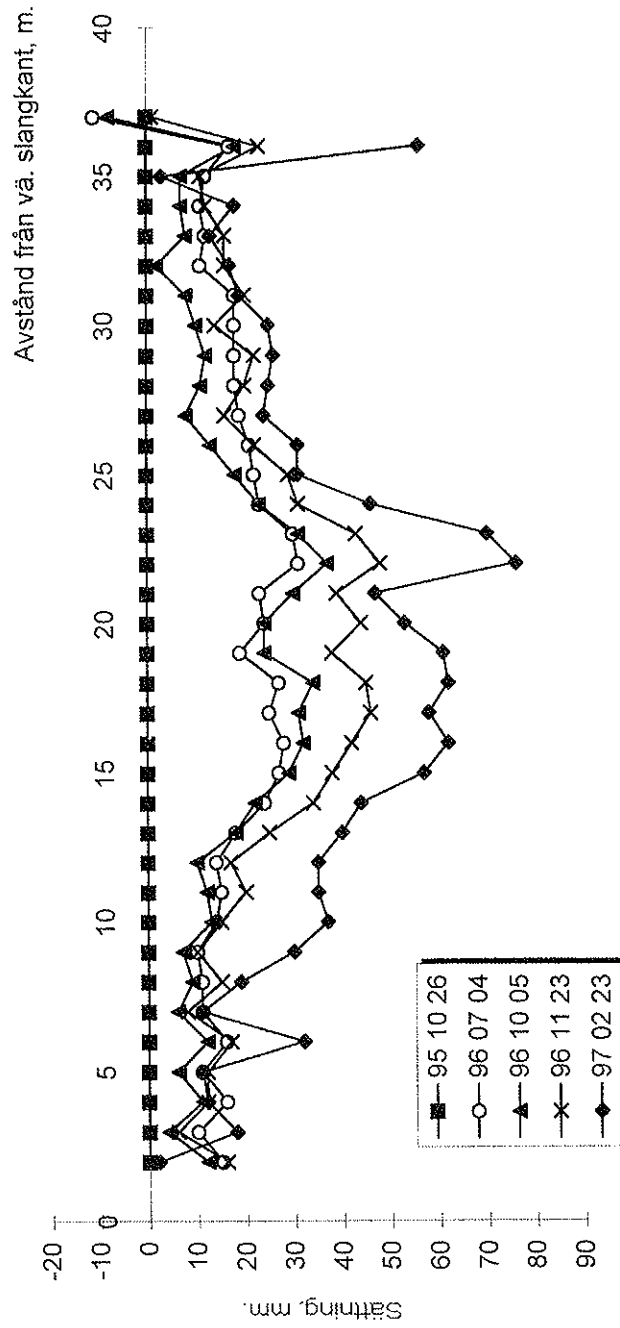
Vkb Fjärås  
Slang Nr : 35/607



Vkb Fjärås  
Slang Nr : 35/613



Vkb Fjärås  
Slang Nr : 35/800







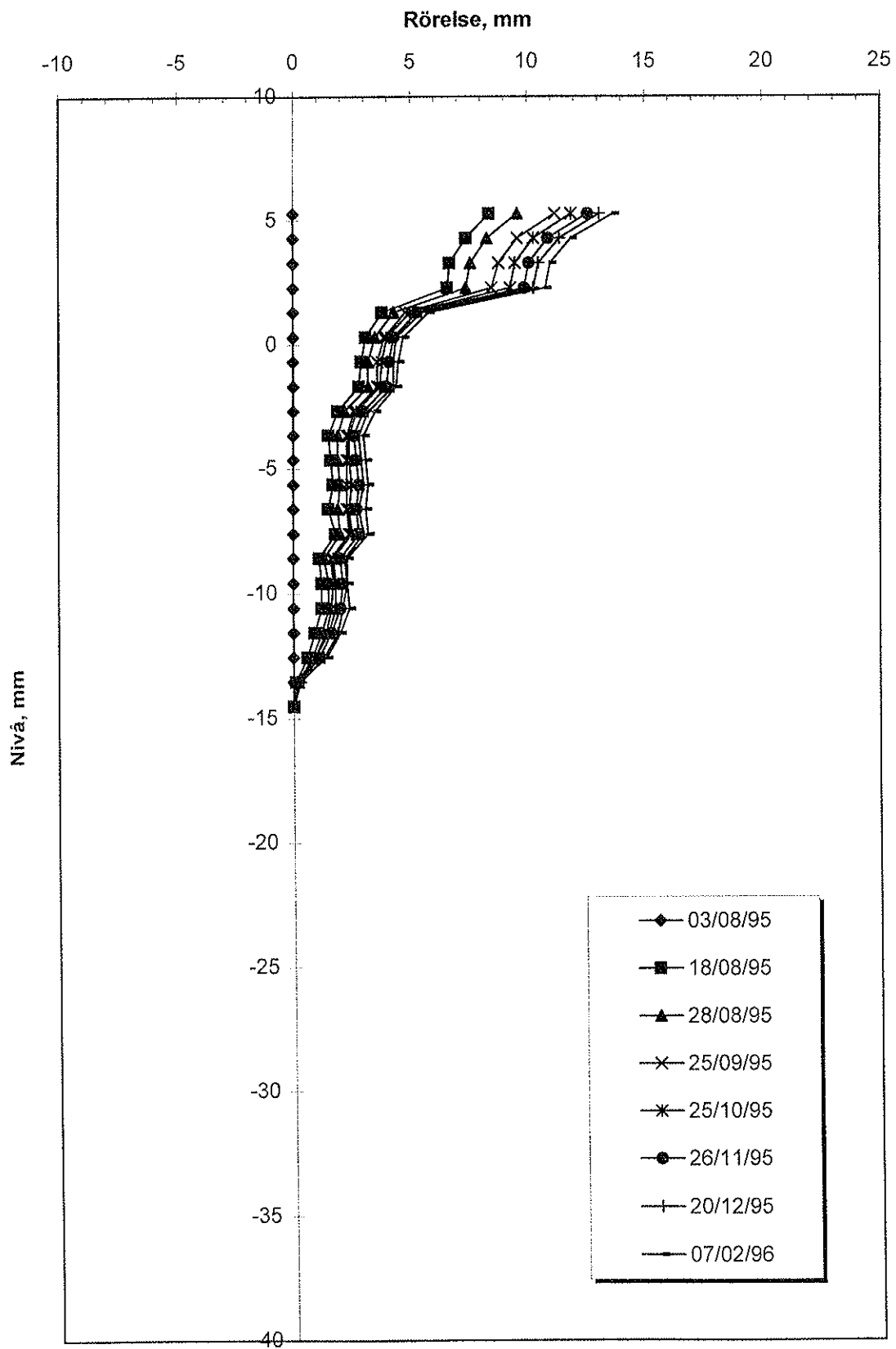
**Bilaga 7 -  
Resultat från bälgslangar**

## Funktionsuppföljning av kalkcementpelarförstärkning på Väst kustbanan

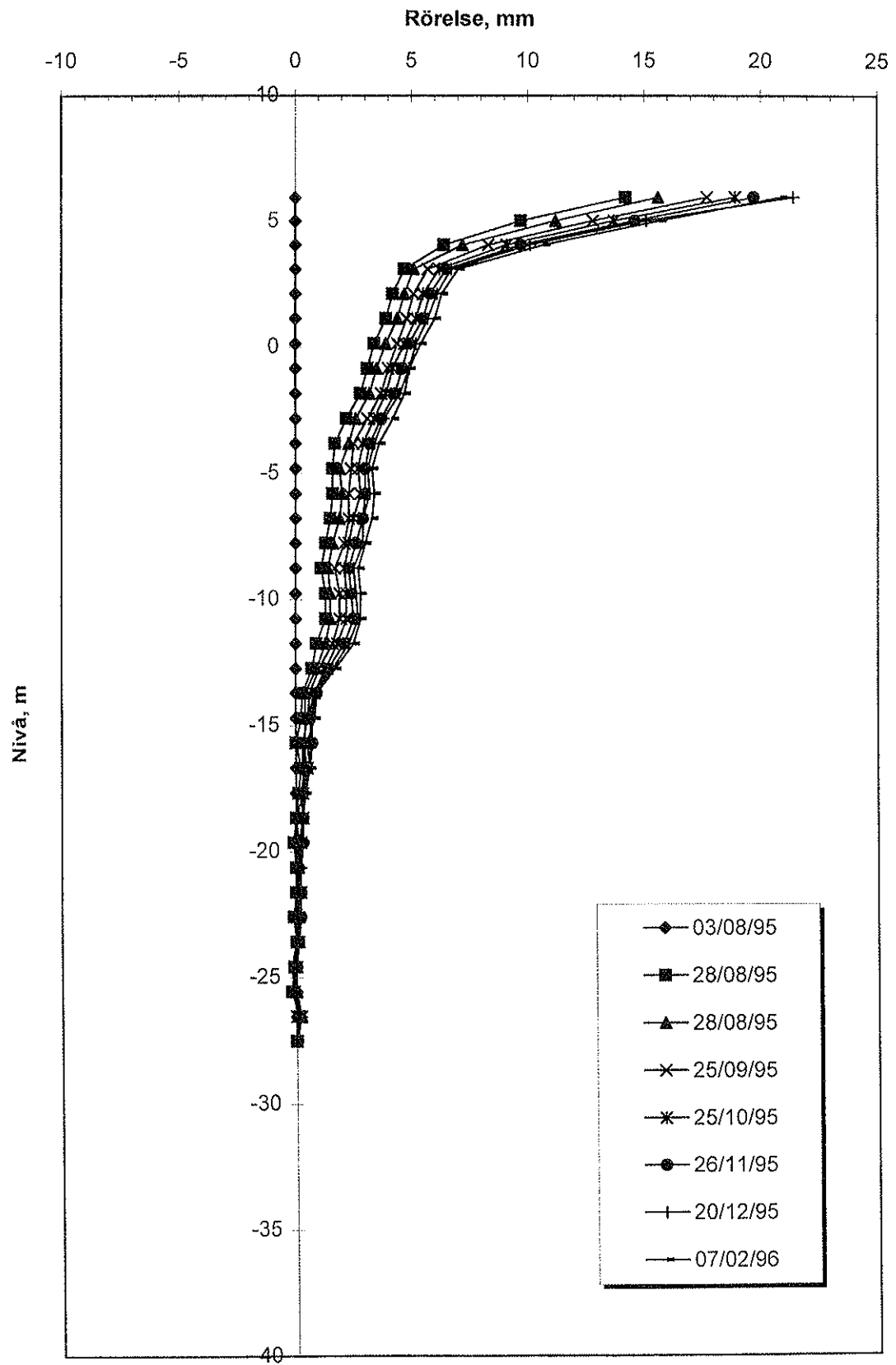
### Bälgslangmätare

Bälgslang Nr	Sektion	Djup, m under my
17	35/603 H2.4	20
18	35/603 H2.4	33
19	35/590 H8	30
20	35/590 H8	20

# Bälgslang Nr 17

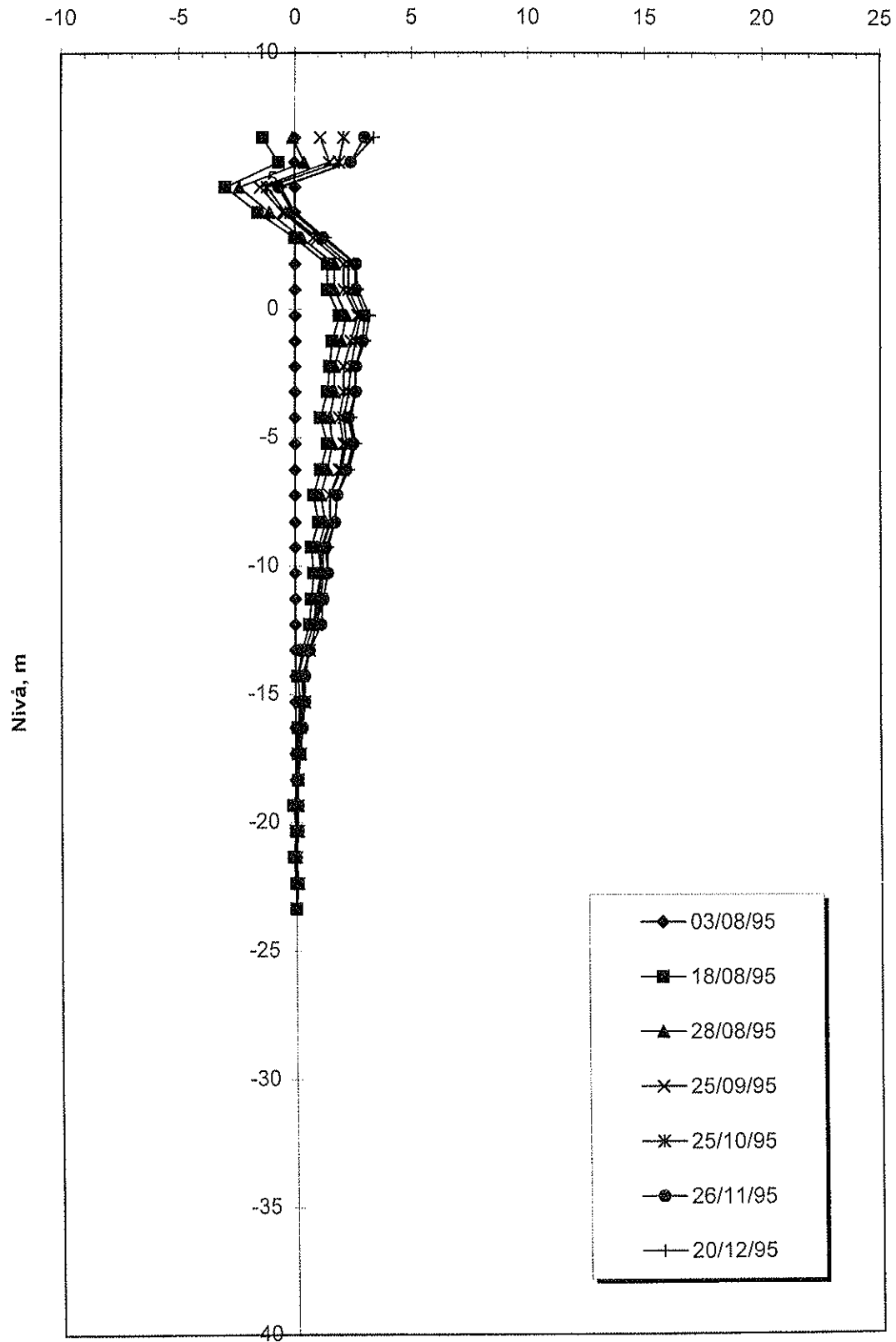


# Bälgslang Nr 18

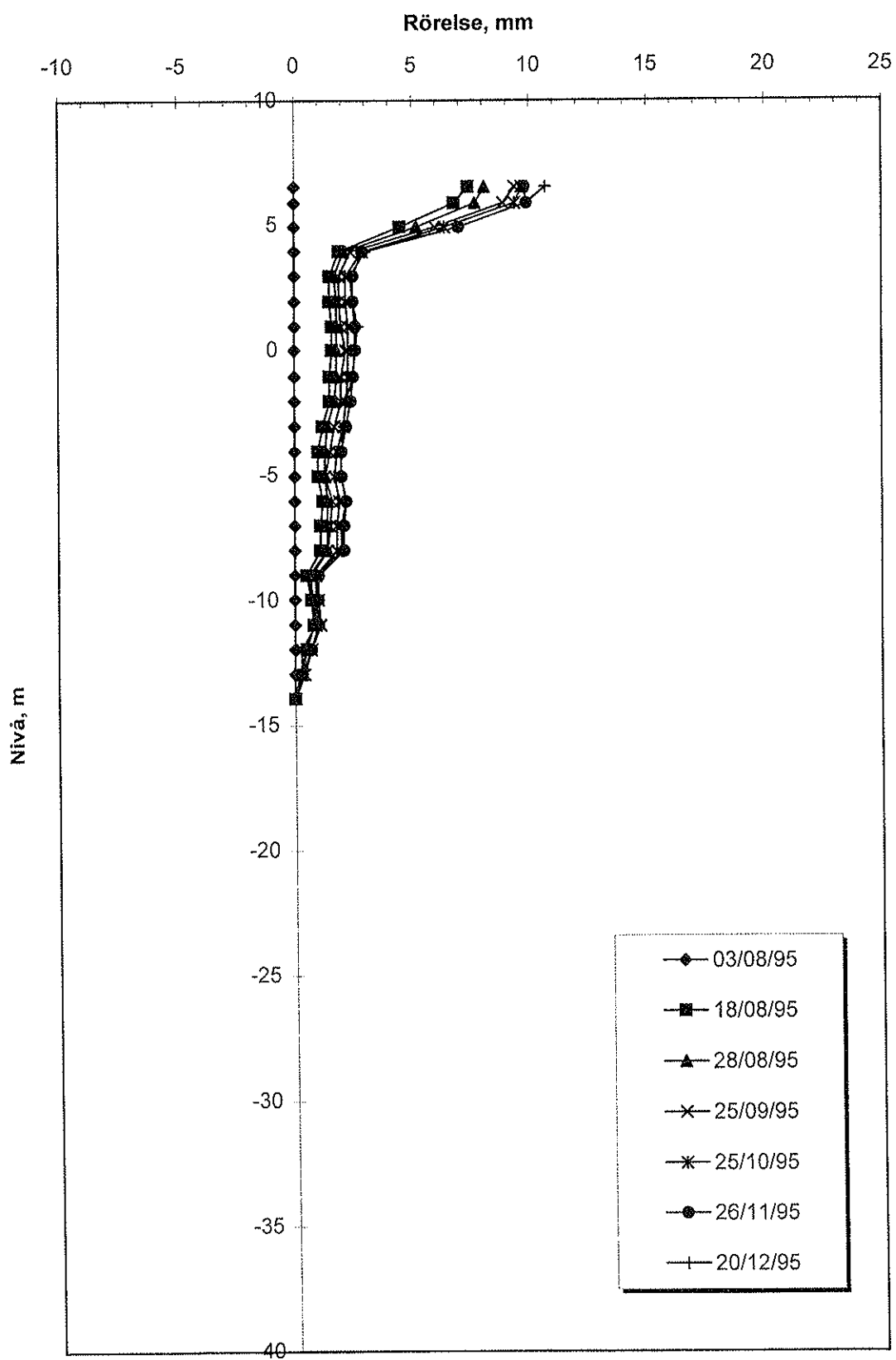


# Bälgslang Nr 19

Rörelse, mm

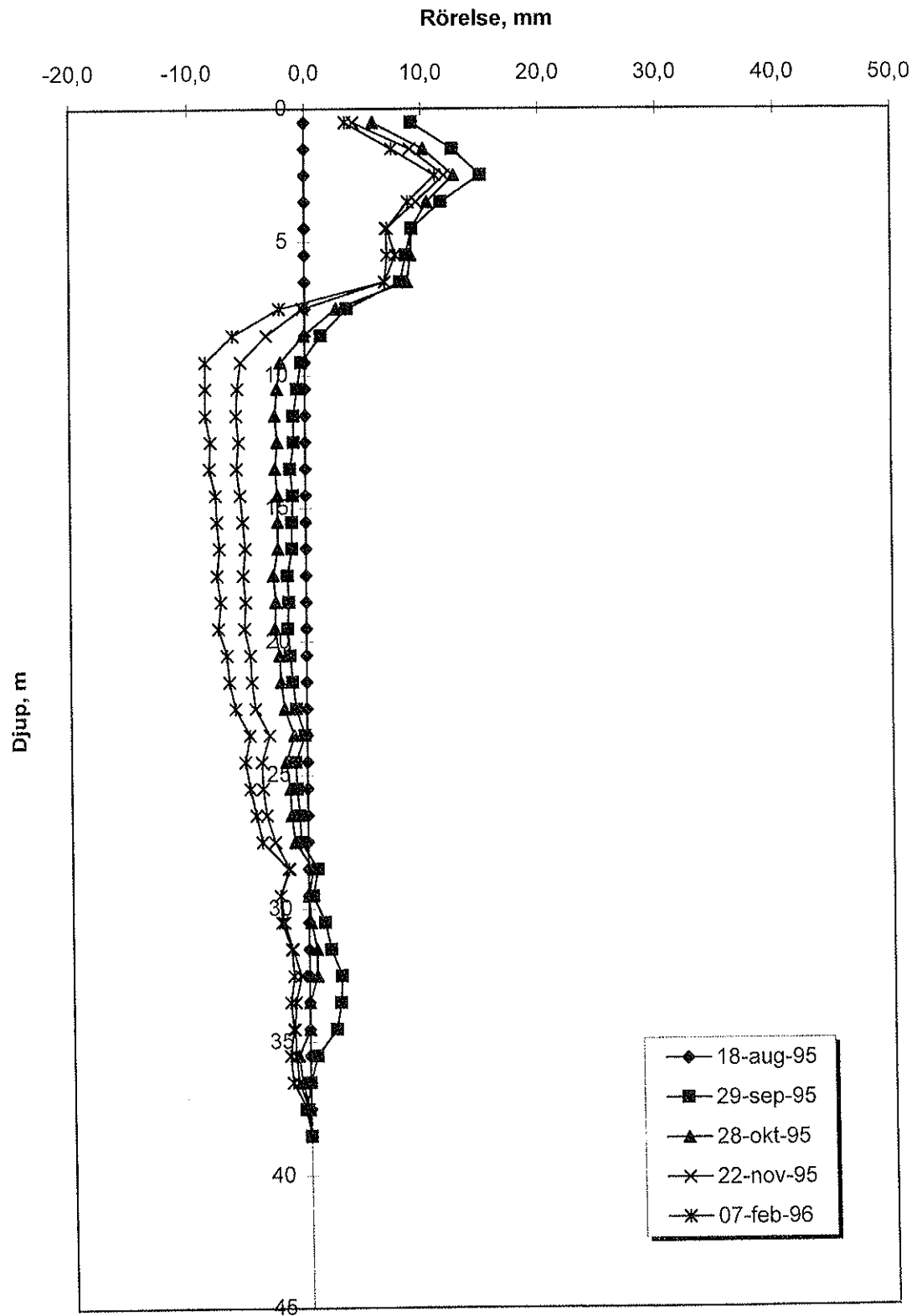


# Bälgslang Nr 20



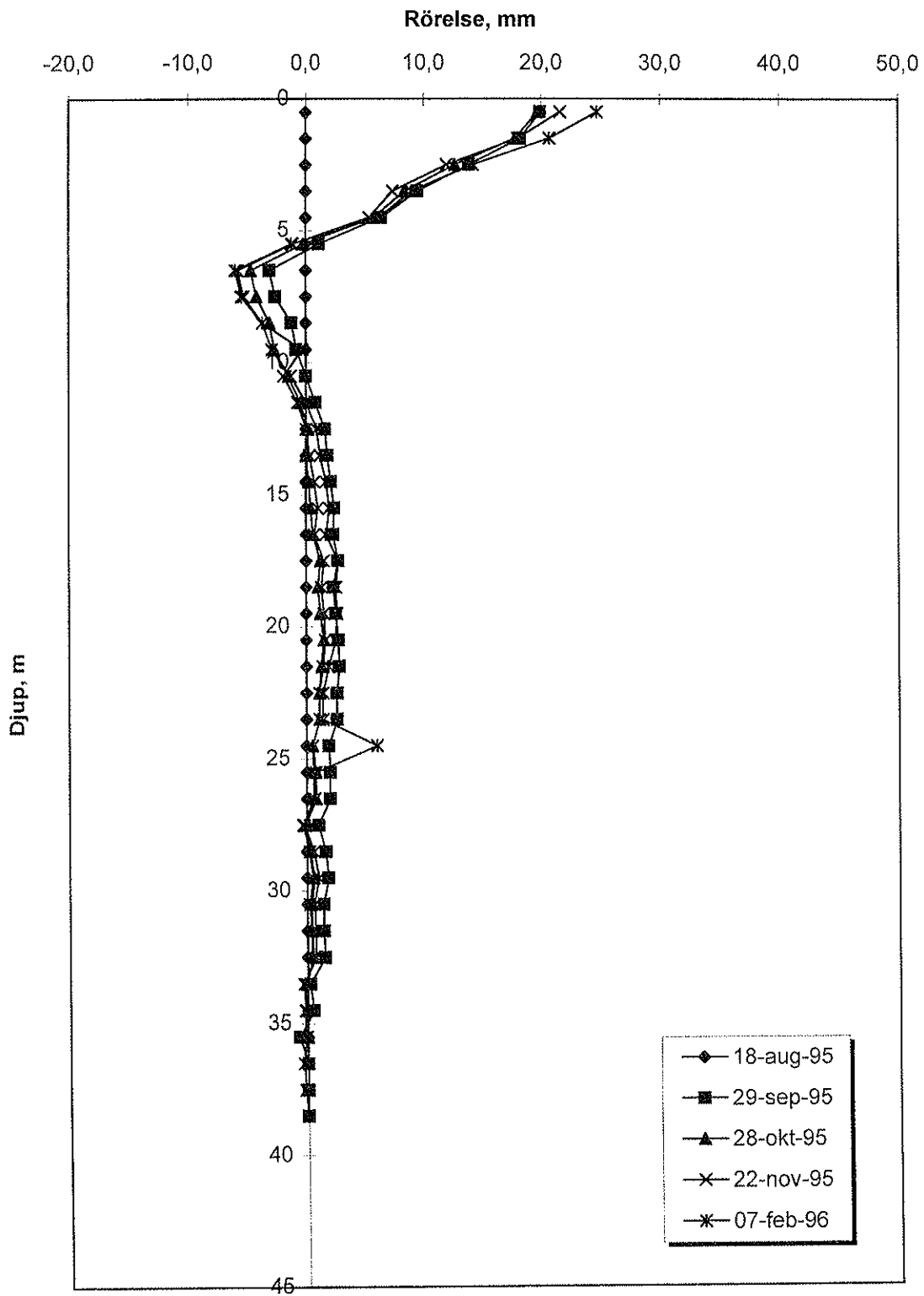
**Bilaga 8 -  
Resultat från inklinometrar**

# Inklinometer Nr.1 - Släntkrön Bäring 0

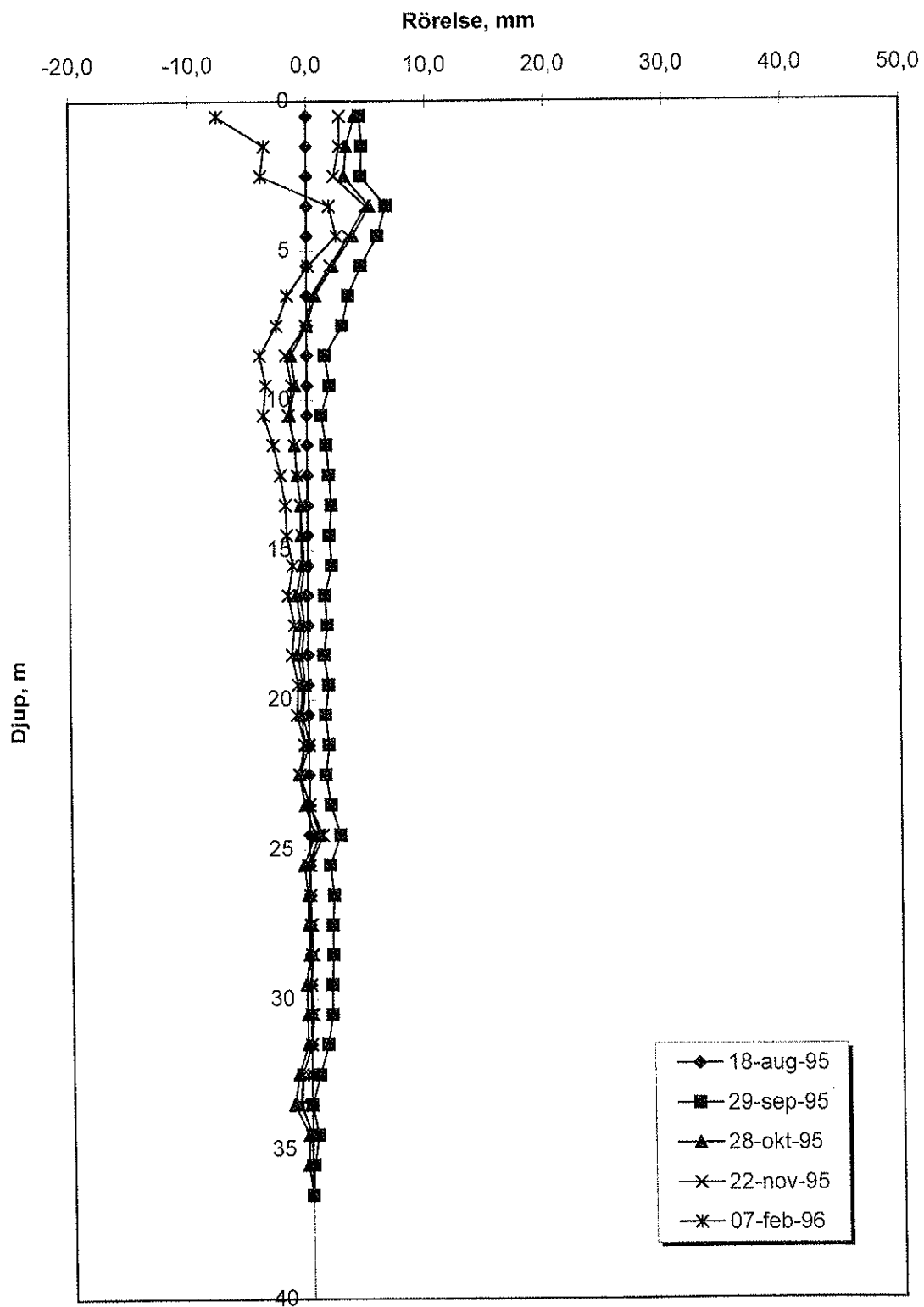




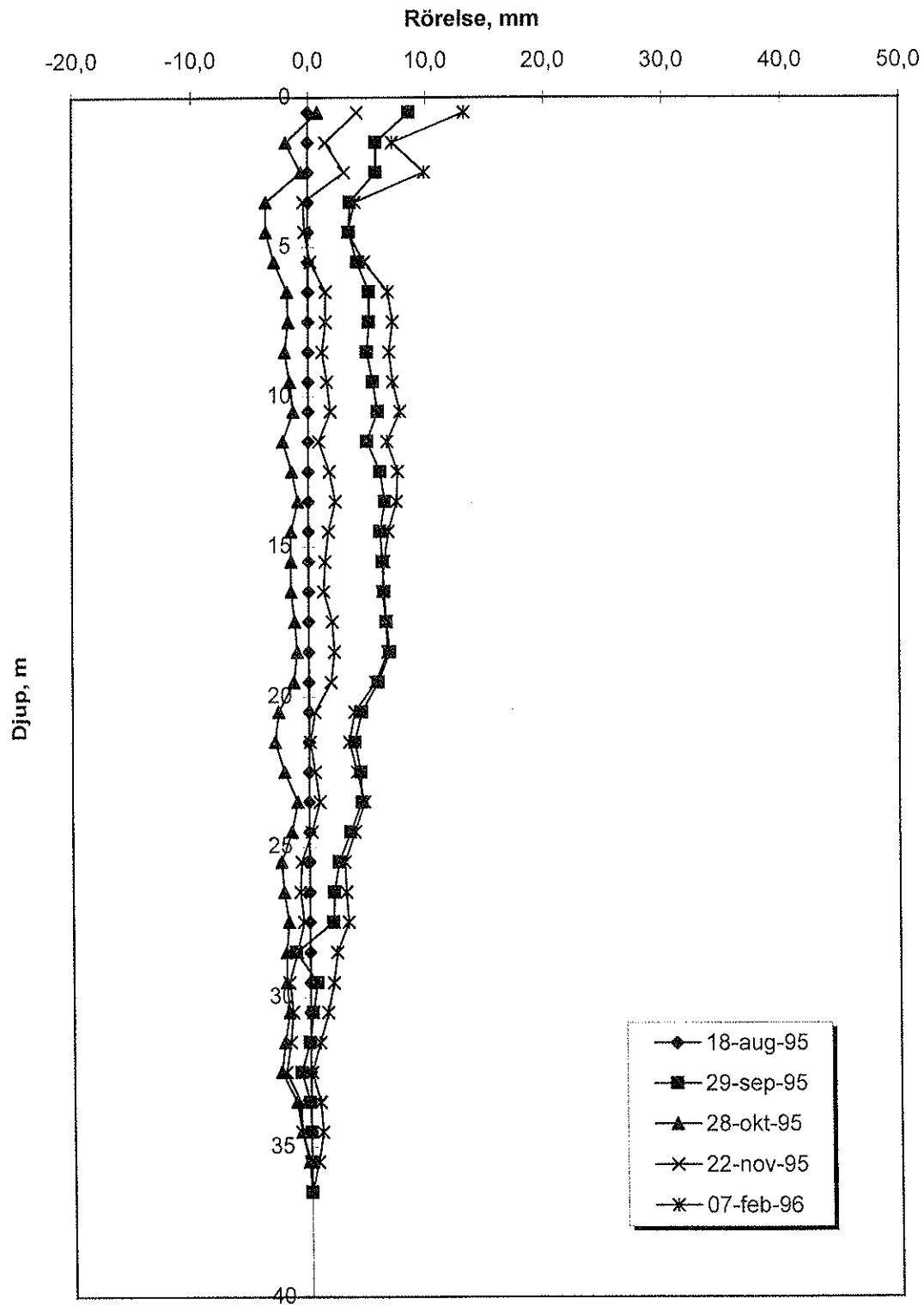
Inklinometer Nr.1 - Släntkrön  
Bäring 90



# Inklinometer Nr.2 - Släntfot Bäring 0



Inklinometer Nr.2 - Släntfot  
Bäring 90



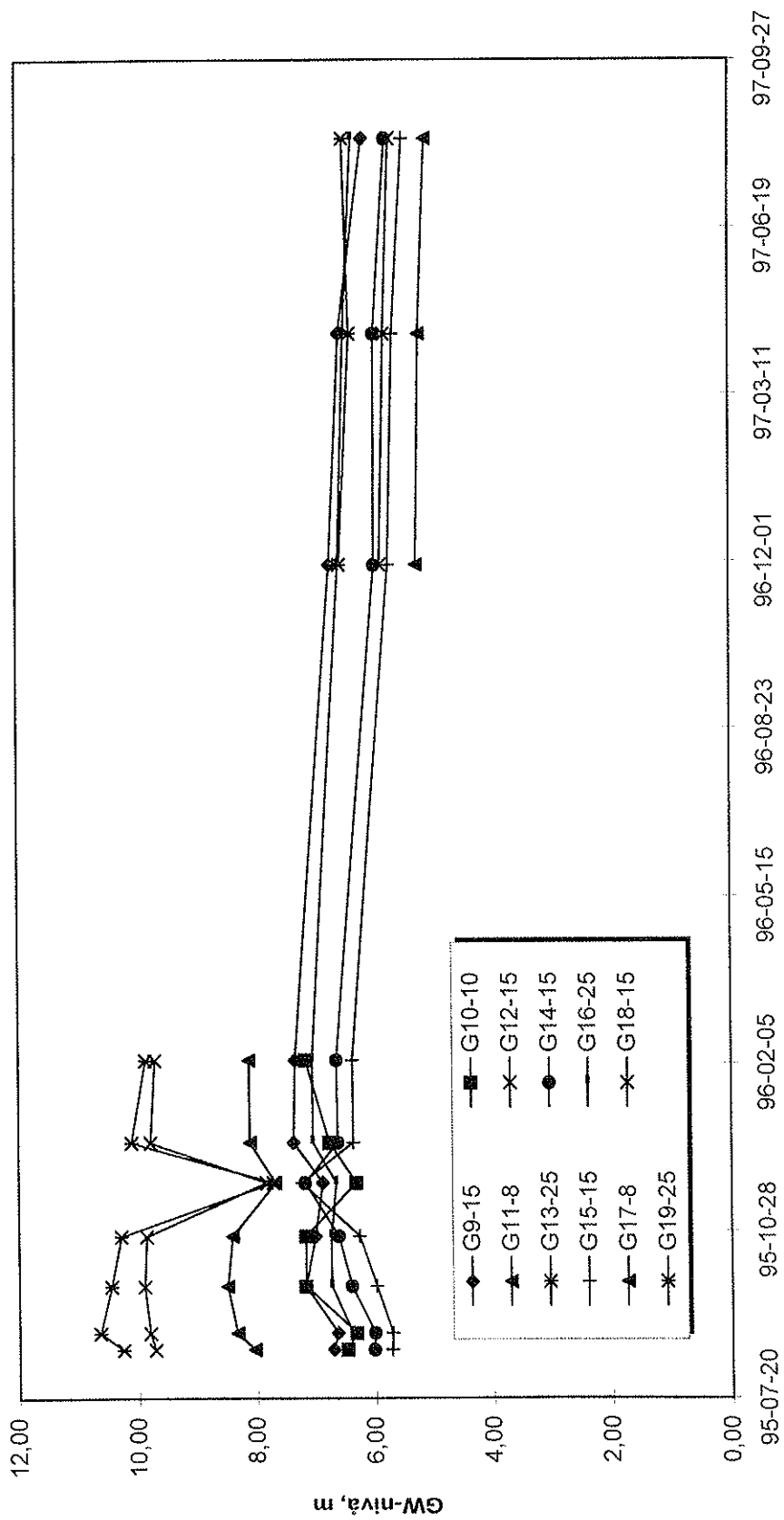


**Bilaga 9 -  
Resultat från grundvattenobservationer**

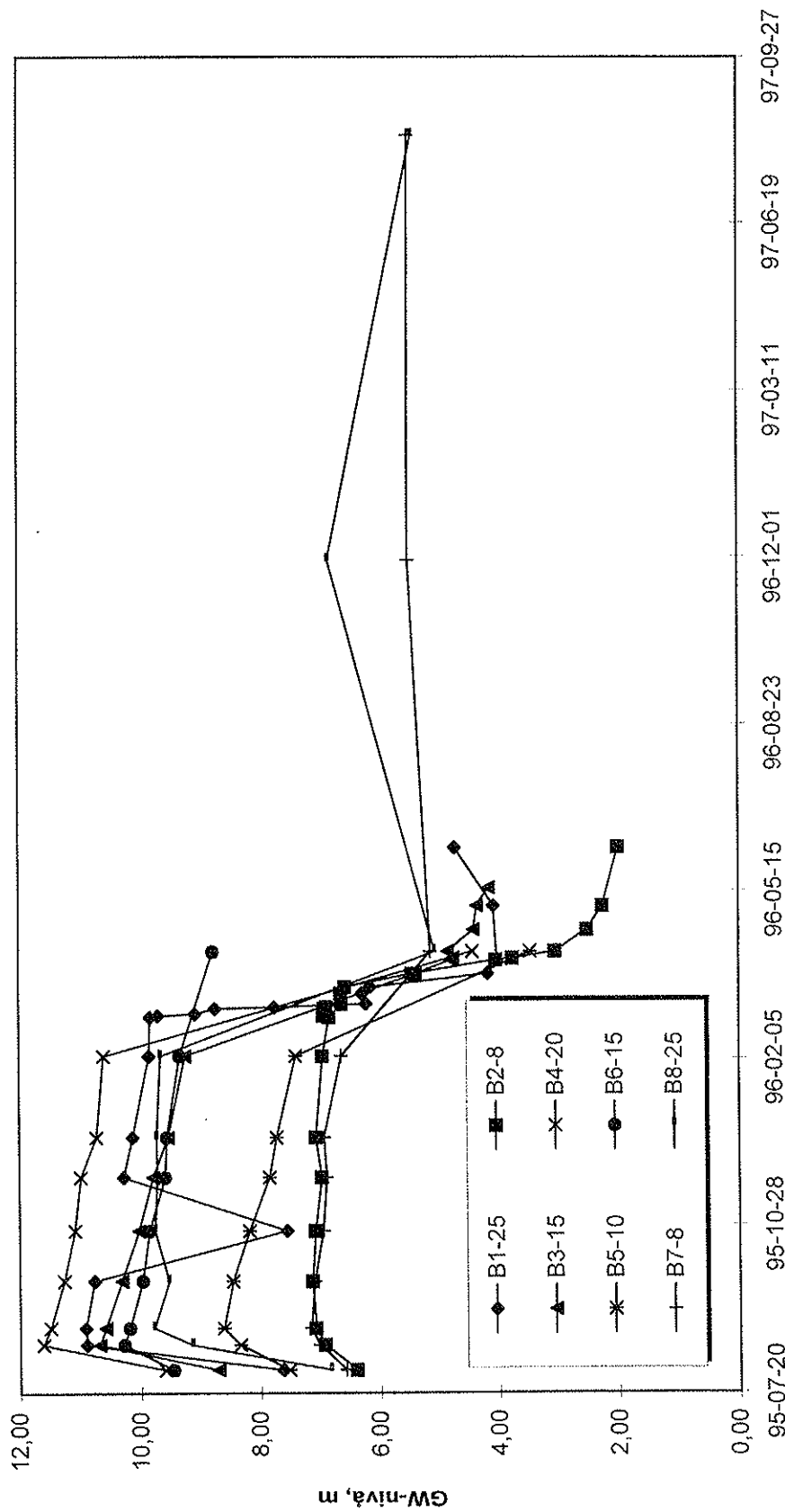
**Funktionsuppföljning av kalkcementpelarförstärkning på Väst kustbanan**  
**Grundvattenrör och porttrycksmätare**

	Spets Nr	Spetsdjup, m under my	Sektion
<i>Slutna system</i>	B1	25	35/590 H10
	B2	8	35/590 H10
	B3	15	35/590 H10
	B4	20	35/611 V6
	B5	10	35/611 V6
	B6	15	35/616 H10
	B7	8	35/616 H10
	B8	25	35/616 H10
<i>Öppna system</i>	G9	15	35/540 H10
	G10	10	35/540 H2
	G11	8	35/580 H2
	G12	15	35/580 H2
	G13	25	35/580 H2
	G14	15	35/655 V6
	G15	15	35/700 V10
	G16	25	35/700 V10
	G17	8	35/610 H2
	G18	15	35/610 H2
	G19	25	35/610 H2

# Portrycksmätning - Öppna system



Portrycksmätning - Slutna system





## Publikationer utgivna av Svensk Djupstabilisering

### Arbetsrapport

- 1. Arlandabanan, Norra Böjen. Sättningar hos järnvägsbank på kc-pelare. (1998)**  
Ulf Stjerngren, Jacobson & Widmark
- 2. KC-förstärkning för schakt inom spont, Filipstad Brygge, Oslo. (1998)**  
Phung Doc Long, Stabilator AB  
Håkan Bredenberg, Stabilator AB
- 3. Inblandningsmekanismer vid djupstabilisering med kalk-, kalk/cementpelare och cementpelare. (1998)**  
Stefan Larsson, Tyréns
- 4. Undersökning av KC-pelare med avseende på dess "homogenitet". (1998)**  
Roland Tränk, SGI
- 5. Bestämning av egenskaper i cellstabiliserad torv. (1998)**  
Nenad Jelusic, Vägverket Region Mitt,  
Torbjörn Edstam, SGI & Yvonne Rogbeck, SGI
- 6. Rörelser och portryck vid kalkpelarinstallation. Redovisning av mätresultat. (1998)**  
Åke Johansson, SGI
- 7. Masstabilisering av väg 590, Askersund. 1998**  
Yvonne Rogbeck, SGI
- 8. KC-pelarförstärkning av instabil slänt. E4, delen Nyland - Ullånger, Västernorrlands län. Åtgärder och mätningar. (1998)**  
Leiv Viberg, SGI, Bertil Eriksson, Vägverket Produktion Mitt & Stefan Johansson, Vägverket Produktion Mitt
- 9. Grunnförstärkning med kalkcementpelar. (1999)**  
Stein Christensen, Arnstein Watn, Steinar Nordal, Arnfinn Emdal, Torbjörn Lund & Thomas Kristiansen
- 10. Dimensioneringsvägledning för djupstabilisering (1999)**  
Översättning av Finska Vägverkets klarlägganden 18/1997
- 11. Historik och svenska erfarenheter av kalkstabilisering av vägterrasser. (1999)**  
Stefan Gustafsson, Scandiaconsult
- 12. Undersökning i fält av stabiliseringseffekt i organisk jord och lera. (2000)**  
Tobias Hansson, Hercules Grundläggning AB,  
Yvonne Rogbeck, SGI, & Leif Säfström, Vägverket Region Mälardalen
- 13. Utvärdering av verksamheten inom Svensk Djupstabilisering. Vetenskaplig uppläggning. Måluppfyllelse av FoU-plan. (2000)**

- 14. Stabilisering av torv i laboratoriemiljö – utveckling av referensmetod . (2000)**  
Fredrik Larsson & Stefan Mårtensson, LTU
- 15. Djupstabilisering med kalk-cementpelare – Provfält . (2000)**  
Lars O Johansson, SGI
- 16. Laboratorieinblandning för stabilisering av lera – Referensmetod . (2000)**  
Torbjörn Edstam, SGI

### Rapport

- 1. Erfarenhetsbank för kalk-cementpelare. (1997)**  
Torbjörn Edstam
- 2. Kalktypens inverkan på stabiliseringsresultatet. En förstudie. (1997)**  
Helen Åhnberg & Håkan Pihl
- 3. Stabilisering av organisk jord med cement- och puzzolanreaktioner. (2000)**  
Karin Axelsson, Sven-Erik Johansson & Ronny Andersson
- 4. Provbank på kalk/cementpelarförstärkt gyttja och sulfidhaltig lera i Norrala. (1999)**  
Rolf Larsson



**Svensk Djupstabilisering**

**c/o SGI, 581 93 Linköping  
Tel: 013-20 18 61, Fax: 013- 20 19 14  
<http://www.swedgeo.se/sd>**