



Svensk Djupstabilisering
Swedish Deep Stabilization Research Centre

Arbetsrapport 28
2003-08

Stabilisering av torv

– ringtest av referensmetod för
tillverkning av laboratorieprov

Kerstin Pousette

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 – 2004. Medlemmar är myndigheter, kalk- och cementleverantörer, entreprenörer, konsulter, forskningsinstitut och högskolor.

Verksamheten finansieras av medlemmarna samt genom anslag från Byggforskningsrådet/Formas, 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, internet: www.swedgeo.se/sd.

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 – 2004. Members of the Centre include authorities, lime and cement manufacturers, 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, +46 70 521 09 39, fax: +46 13 20 19 14 or e-mail: goran.holm@swedgeo.se, internet: www.swedgeo.se/sd.



Svensk Djupstabilisering
Swedish Deep Stabilization Research Centre

Arbetsrapport 28
2003–08

Stabilisering av torv
– ringtest av referensmetod för
tillverkning av laboratorieprov

Kerstin Pousette

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 ej av SD utan redovisade resultat och framförda åsikter är författarens. Redovisningarna är arbetsrapporter inom SD. Även delredovisningar av FoU-projekt inom SD sker i SD:s arbetsrapportserie. Rapporter i SD:s arbetsrapportserie skall endast användas internt inom SD och ej spridas utanför SD.

I föreliggande arbetsrapport redovisas en ringtest av en metod för tillverkning av laboratorieprov. Ringtesten utgör en del av FoU-projektet ”Laboratorieinblandning vid stabilisering av torv. Referensmetod”

Linköping i augusti 2003

Göran Holm
Projektledare för SD

Arbetsrapport

Beställning
(endast för
medlemmar av SD)

Svensk Djupstabilisering
c/o Statens geotekniska institut
581 93 Linköping

Tel: 013-20 18 42
Fax: 013-20 19 14
E-post: birgitta.sahlin@swedgeo.se

Innehållsförteckning

	Sida
1 Inledning	5
1.1 Bakgrund	5
1.2 Syfte	5
1.3 Utförande	5
2 Metodbeskrivning	6
2.1 Allmänt	6
2.2 Utrustning	6
2.3 Tillverkning av provkroppar	6
2.4 Belastning/förvaring under härdningstiden	7
2.5 Enaxligt tryckförsök	7
3 Försöksprogram ringtest	8
4 Resultat och utvärdering	9
4.1 Allmänt	9
4.2 Torvprov	9
4.3 Tillverkade provkroppar	9
4.4 Enaxligt tryckförsök	12
5 Diskussion	15
6 Förslag till fortsättning	17
7 Slutsatser	18
Referenser	19
Bilaga 1 Utdrag ur ”Design Guide Soft Soil Stabilisation”	
Bilaga 2 Utdrag ur Larsson & Mårtensson (1999) ”Förslag till laboratorieanvisning”	
Bilaga 3 Resultat från LTU	
Bilaga 4 Resultat från SGI	
Bilaga 5 Resultat från SCC Viatek Oy	
Bilaga 6 Kompression under härdningstiden	

1 Inledning

1.1 Bakgrund

Denna rapport omfattar det 3:e steget i arbetet med att ta fram en referensmetod för tillverkning, förvaring och undersökning av torvprover stabiliserade på laboratorium.

Arbetet med att ta fram en referensmetod utförs i flera steg där:

Steg 1 omfattade insamling av erfarenheter av provningsmetodik för stabiliserade torvprov ifrån Sverige och Finland. Resultaten finns redovisade i Svensk Djupstabiliserings arbetsrapport 20, "Stabilisering av torv. Referensmetod för laboratorieinblandning", Andersson et al (2001).

Steg 2 omfattade laboratorieundersökningar av hur olika faktorer i metodiken påverkar stabiliseringsresultatet. Undersökningarna utfördes som ett examensarbete vid Luleå tekniska universitet (LTU). Det finns även redovisat i Svensk Djupstabiliserings arbetsrapport 14, Stabilisering av torv i laboratoriemiljö - Utveckling av referensmetod, Larsson & Mårtensson (1999).

Steg 3, vilket denna rapport omfattar, är en ringtest där prover har tillverkats på tre olika laboratorier, av samma utgångsmaterial och enligt samma referensmetod. Därefter jämfördes resultaten från de olika laboratorierna. Referensmetoden som användes är den som framtagits inom EU-projektet EuroSoilStab (ESS) och finns redovisad i "Design Guide Soft Soil Stabilisation".

Med hjälp av resultaten från steg 1-3 ska ett förslag till referensmetod tas fram för inblandning, preparering och förvaring av stabiliserade torvprover.

1.2 Syfte

Syftet med ringtestet är att undersöka om referensmetoden är så väldefinierad att den ger samma resultat oberoende av vilket laboratorium och person som utfört provningarna, dvs om den är operatörsoberoende.

1.3 Utförande

Laboratorierna som varit med i ringtestet är Avd. för Geotekniks laboratorium vid LTU, SGI:s laboratorium och SCC Viatek Oy:s laboratorium i Finland. Ringtestet omfattar två torvsorter, där fem prover tillverkats enligt samma recept av vardera torvsort (SCC Viatek Oy tillverkade sex prov). Därefter har enaxligt tryckförsök utförts efter 28 dygns härdningstid. Jämförelser har gjorts mellan resultaten från de olika laboratorierna.

2 Metodbeskrivning

2.1 Allmänt

I bilaga 1 är metodbeskrivningen för referensmetoden från ”Design Guide Soft Soil Stabilisation” som har använts vid ringtestet bifogad. I bilaga 2 bifogas det förslag till laboratorieanvisning för stabiliserade torvprov som Larsson & Mårtensson (1999) tog fram i steg 2. Det liknar i mycket ESS:s Design Guide.

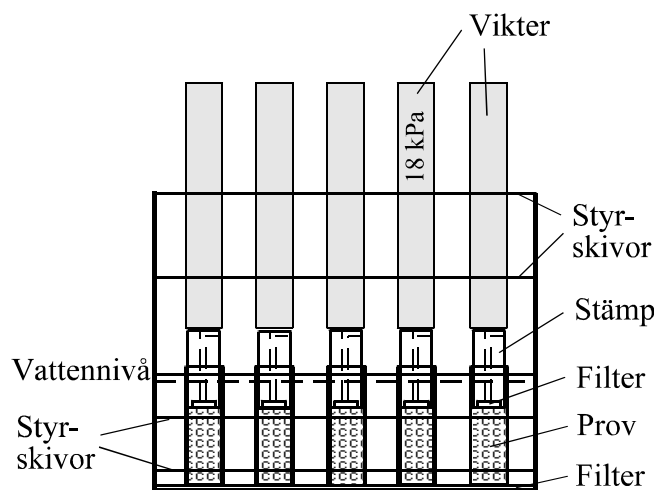
Det här kapitlet innehåller en kortfattad beskrivning av referensmetoden. För fullständig beskrivning hänvisas till bilaga 1. Metoden är anpassad till masstabilisering och den största skillnaden jämfört med metoden att tillverka stabiliserade jordprover för djupstabilisering är att provkropparna belastas under härdningstiden. Belastningen är tänkt att efterlikna den teknik som används vid masstabilisering i fält, där torven efter inblandning av stabiliseringsmedel belastas med jord.

2.2 Utrustning

Förutom vanlig laboratorieutrustning som torkskåp, våg, skålar, spatel mm behövs:

- blandningsutrustning, degblandare eller hushållsassistent
- provhylsor till provkropparna, innerdiameter 68 mm och provhöjd 200-300 mm
- konsolideringsvikter och stämp, normalt motsvarande en belastning på 18 kPa
- filter till botten och toppen av provhylsorna så att porvatten kan dränera ut från proverna
- provrigg för att hålla proverna och vikterna vertikala under härdningstiden
- låda med vatten som proverna står i under härdningstiden
- filtermatta i botten på lådan.

I figur 1 visas provuppställningen under härdningstiden.



Figur 1 Provuppställning för lagring av stabiliserade torvprov under härdningstiden.

2.3 Tillverkning av provkroppar

Torvprovet som ska undersökas homogeniseras först i en stor degblandare så att det okulärt ser homogent ut. Typ av blandningsutrustning är ej preciserad, inte heller tid och omrörningshastighet. Detta sker efter erfarenhet. Från det homogeniserade torvmaterialet tas därefter delprov ut till olika provningsserier, där t ex stabiliseringsmedel eller tillsatsmängd varierar. Blandningen av tillsatsmedel och torv enligt ett recept bör göras i en blandning, inte

i flera delblandningar. Blandning sker till dess torven ser homogen ut, normalt 2 till 5 min. För stabiliserade torvprov rekommenderas diametern 68 mm på provhylsorna som torven packas in i. Dubbelprov görs alltid. Tillverkning av provkroppar ska ske inom 30 minuter efter det att inblandningsarbetet är färdigt. Det sätter en gräns för hur många prover som kan blandas till på en gång. Ska många prover göras enligt samma recept blir det nödvändigt att dela upp dem i flera blandningar.

Om torvblandningen är flytande hålls den ner i provhylsan. Är den fastare packas den i 5-6 lager. Om en packningsstång används ska måtten för den anges och med vilken last torvblandningen belastas. Mellan lagren uppluckras torven med en gaffel eller liknande för att undvika skarpa lagergränser.

2.4 Belastning/förvaring under härdningstiden

Ett filter eller stämp med filter placeras ovanpå torvprovet och provet placeras därefter i den vattenfyllda provlådan med rigg. Belastningsstången placeras ovanpå provet. Uppställningen under härdningstiden ses i figur 1. Temperaturen under härdningstiden ska anges. Normalt sätts den till 18-22°C. Kompressionen av proverna avläses, oftare i början och därefter glesare till dess kompressionen avstannat.

2.5 Enaxligt tryckförsök

Enaxligt tryckförsök är det vanligaste sättet att undersöka härdningseffekten med, för stabiliserade torvprov. För att få provkroppar med längd:diameterförhållande 2:1 kan proven behöva skäras av.

3 Försöksprogram ringtest

En ringtest har utförts där tre laboratorier (LTU, SGI och SCC/Viatek) har tillverkat stabiliserade provkroppar av samma torvprov och grundrecept (stabiliseringsmedel, tillsatsmängd, belastning under härdningstid, temperatur under härdningstiden och provdiameter). Enaxliga tryckförsök utfördes efter 28 dygns härdningstid. Två torvsorter har undersökts, 5 prover tillverkades av vardera torvsort, vilket gav att vardera laboratorium totalt tillverkade 10 provkroppar.

Följande instruktion/information bifogades beställningen till laboratorierna:

Grundreceptet:

Stabiliseringsmedel: 100% Byggcement
Tillsatsmängd: 200 kg/m³
Belastning under härdningstiden: 18 kPa
Lagringstemperatur: +20°C
Provdiameter: 68 mm
Härdningstid: 28 dygn

Specifisering av andra variabler:

- Båda torvprovernas skrymdensitet sätts till 1.04 t/m³ vid beräkning av tillsatsmängd.
- Inblandningstiden sätts till 2 min. Blandningen görs inte i ett svep utan avbryts 1 eller 2 gånger så att material som fastnar på blandningsverktyget och inte kommer med i själva inblandningen kan skrapas av och komma med i blandningen. Om inte blandningen ser homogen ut efter 2 minuter kan inblandningstiden ökas. Det är då viktigt att notera och rapportera detta.
- Provkropparna packas in till en provhöjd på 21 cm.
- Belastningen under härdningstiden läggs på direkt efter inpackning.
- Inför de enaxliga tryckförsöken trimmas proverna till diameter:höjdförhållandet 1:2, dvs till höjden 13,6 cm.
- De enaxliga tryckförsöken utförs med en deformationshastighet på 1,5%/min.

För de två torvsorterna bestäms följande:

- vattenkvot (2 delprov)
- humifieringsgrad enligt von Post (2 delprov)
- glödgningsförlust (2 delprov, +800°C i 1 timme eller till dess att allt organiskt material förbränts)
- pH på utkramat porvatten (2 delprov)

Rapportering sker enligt Design Guide (ESS), vilken bifogas. Dessutom ska konsolideringen under härdningstiden mätas kontinuerligt, normalt efter 2 och 10 min, 1 och 4 timmar samt efter 1, 7, 14 och 28 dygn. Konsolideringen rapporteras samt datum för provtillverkning. Tekniken för att packa in den stabiliserade torven i provtuberna beskrivs noggrant.

Material

Torvproverna är upptagna längs en väg vid Långträsk, ca 10 mil sydväst om Luleå. Torvproverna har beteckningarna 0/650 och 0/750. Proverna har homogeniserats i en stor pizzadegblandare och därefter delats upp i tre delprov. SGI och SCC Viatek Oy får tillsänt sig ca 5 kg prov av vardera torvsort och ca 3 kg Byggcement från LTU. Torvproverna ska förvaras i kylrum till dess tillverkning av proverna utförs.

4 Resultat och utvärdering

4.1 Allmänt

De stabiliserade torvproverna kom att tillverkas vid olika tidpunkt på de olika laboratorierna, se tabell 1.

Provtagningen av torven skedde den 31 januari 2002 med hjälp av grävmaskin. Det var en solig och kall vinterdag, -30°C. Därefter förvarades torvproven i kylrum. Det betyder att förvaringstiden för torven innan provtillverkningen varierade mellan drygt 5 månader och knappt 8 månader, se tabell 1.

Redovisningen från laboratorierna bifogas i bilaga 3-5.

Tabell 1. Datum för tillverkning av prov och enaxligt tryckförsök, samt förvaringstid för torven innan provtillverkning.

Laboratorium	Tillverkning prov	Enaxligt tryckförsök	Förvaringstid torv innan provtillverkning
LTU	2002-06-07	2002-07-05	drygt 5 månader
SGI	2002-08-26	2002-09-23	knappt 8 månader
Viatek	2002 v.35	2002 v.39*	knappt 8 månader

* Härdningstid 28 dygn.

4.2 Torvprov

Torvproven undersöktes med avseende på vattenkvot, glödningsförlust, humifieringsgrad och pH i utkramat porvatten. Resultaten redovisas i tabell 2.

Tabell 2. Vattenkvot, glödningsförlust, humifieringsgrad och pH i utkramat porvatten för undersökta torvprov.

Torvprov	Laboratorium	Vattenkvot [%]	Glödningsförlust [%]	Humifieringsgrad [von Post]	pH
0/650	LTU	677/718	98,9/98,7	5	4,0
0/650	SGI	674/674	91,2/90,3	8	-
0/650	Viatek	677/681	97,8/97,2	-	4,2
0/750	LTU	549/575	98,9/98,7	8	4,1
0/750	SGI	544/544	88,9/88,6	9-10	-
0/750	Viatek	566/559	98,4/99,0	-	3,6

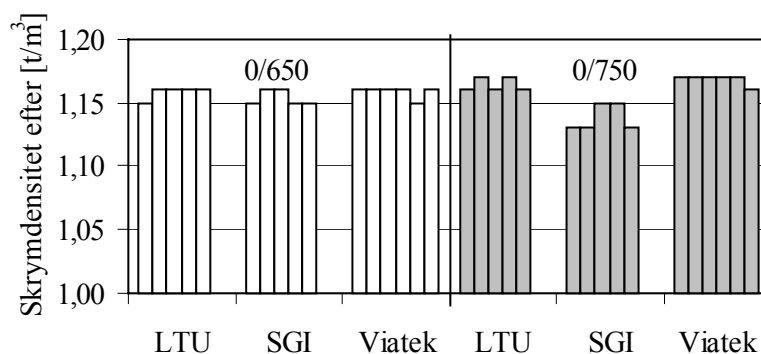
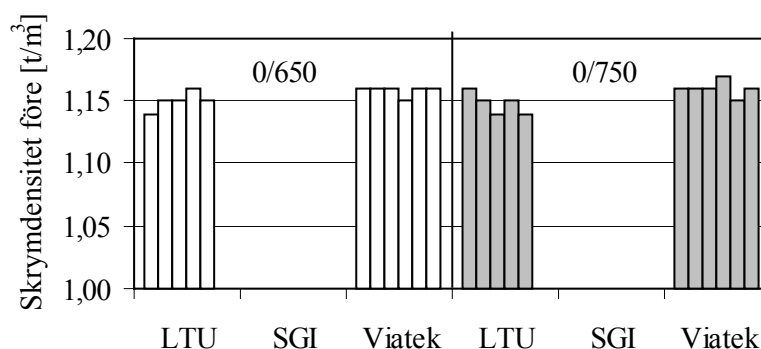
4.3 Tillverkade provkroppar

I tabell 3 har fakta om de tillverkade provkropparnas sammanställts. Medtaget är skrymdensitet före och efter härdningstiden och vattenkvot efter härdningstiden. I tabellen redovisas resultaten som medelvärden och med standardavvikelse och varians. För att illustrera spridningen på resultaten presenteras de även i diagramform, se figur 2.

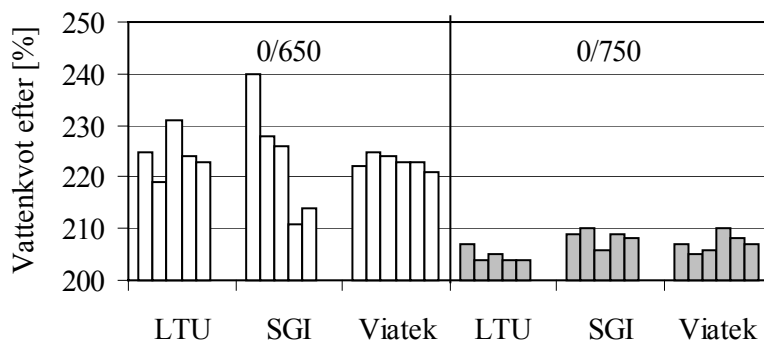
Tabell 3 Provkropparnas skrymdensitet före och efter härdningstiden samt vattenkvot efter härdning, medelvärde, standardavvikelse och varians.

Prov	Laboratorium	ρ före belastning [t/m ³]	Standardavvikelse	Varians	ρ efter härdning [t/m ³]	Standardavvikelse	Varians
0/650	LTU	1,15	0,0071	$5,0 \cdot 10^{-5}$	1,16	0,0045	$2,0 \cdot 10^{-5}$
0/650	SGI	-	-	-	1,15	0,0055	$3,0 \cdot 10^{-5}$
0/650	Viatek	1,16	0,0041	$1,7 \cdot 10^{-5}$	1,16	0,0041	$1,7 \cdot 10^{-5}$
0/750	LTU	1,15	0,0084	$7,0 \cdot 10^{-5}$	1,16	0,0055	$3,0 \cdot 10^{-5}$
0/750	SGI	-	-	-	1,14	0,011	$1,2 \cdot 10^{-5}$
0/750	Viatek	1,16	0,0063	$4,0 \cdot 10^{-5}$	1,17	0,0041	$1,7 \cdot 10^{-5}$

Prov	Laboratorium	w efter härdning [%]	Standardavvikelse	Varians
0/650	LTU	224	4,3	18,8
0/650	SGI	224	11,7	136
0/650	Viatek	223	1,4	2,0
0/750	LTU	205	1,3	1,7
0/750	SGI	208	1,5	2,3
0/750	Viatek	207	1,7	3,0



Figur 2 a) Provkropparnas skrymdensitet före och efter härdning.



Figur 2 b) Provkropparnas vattenkvot efter härdning.

LTU blandade till provkropparna var för sig. Blandningstiden var 2 min. Ett avbrott gjordes efter halva tiden där material som fastnat på blandningsverktyget skrapades av så det kom med i blandningen. Packningen utfördes i 5-6 lager. En packningsstång med räfflad ändyta användes efter att ett lager packats in och provet belastades med den i 5-10 sek. Stångens vikt motsvarar en belastning på 40 kPa.

SGI blandade till material till alla provkroppar på en gång. Vid den första provblandningen (0/650) upptäcktes en viss mängd löst cement i botten på blandningsbunken efter packning av den första provhylan. Blandningen återupptogs ej utan den lösa cementen blandades i för hand. Därefter packades de återstående fyra provkropparna. Det först tillverkade provet har därför gett något avvikande resultat jämfört med det fyra andra. Blandning 2 (0/750) blandades i 2 minuter varefter manuell omrörning med slev gjordes och blandningen återupptogs i 1 minut.

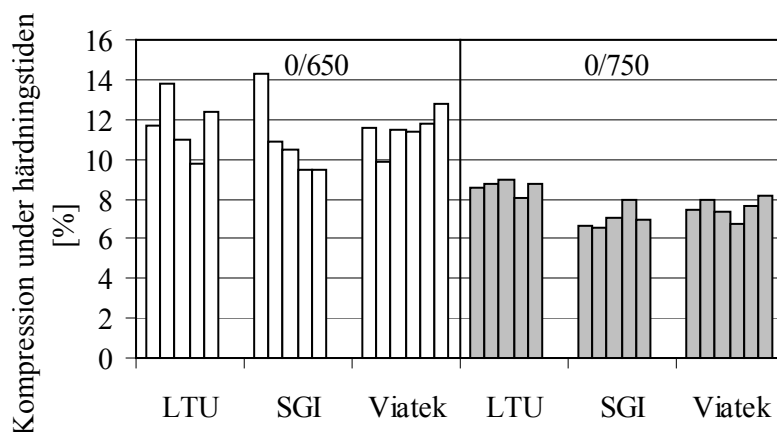
Viatek blandade till provkropparna två och två åt gången med en blandningstid på 2 minuter. De var noga med att inget bindemedel fastnade i kärlets kanter.

Resultaten visar på små variationer mellan provkropparna från de tre laboratorerna. För prov 0/750 har SGI:s provkroppar efter härdningstiden något lägre skrymdensitet än LTU:s och Viateks, $1,14 \text{ t/m}^3$ jämfört med $1,16$ respektive $1,17 \text{ t/m}^3$. Vattenkvoten efter härdning visar störst variation för SGI:s provkroppar av prov 0/650. Orsaken till detta är att blandningen av torv och stabiliseringsmedel inte var fullständig när det första provet tillverkades.

I tabell 4 redovisas den slutliga kompressionen av proverna efter 28 dygns härdningstid. Resultaten redovisas som medelvärde och med standardavvikelse och varians. För att illustrera spridningen på resultaten presenteras de även i diagramform, se figur 3. I bilaga 6 redovisas diagram med kompressionen som funktion av härdningstiden.

Tabell 4 Provkropparnas slutliga kompression efter 28 dygns härdningstid, medelvärde, standardavvikelse och varians.

Prov	Laboratorium	Kompression efter härdningstiden [%]	Standardavvikelse	Varians
0/650	LTU	12	1,5	2,25
0/650	SGI	11	2,0	3,9
0/650	Viatek	11,5	0,93	0,87
0/750	LTU	8,7	0,34	0,12
0/750	SGI	7,0	0,55	0,31
0/750	Viatek	7,5	0,52	0,27



Figur 3 Provkropparnas kompression efter 28 dygns härdningstid.

Kompressionen för prov 0/650 varierar mellan 10 och 14% och för prov 0/750 mellan 6,5 och 9%. Första provkroppen av prov 0/650 som SGI tillverkade avviker något och har komprimerats 3-4% mer än de fyra övriga proven som tillverkades.

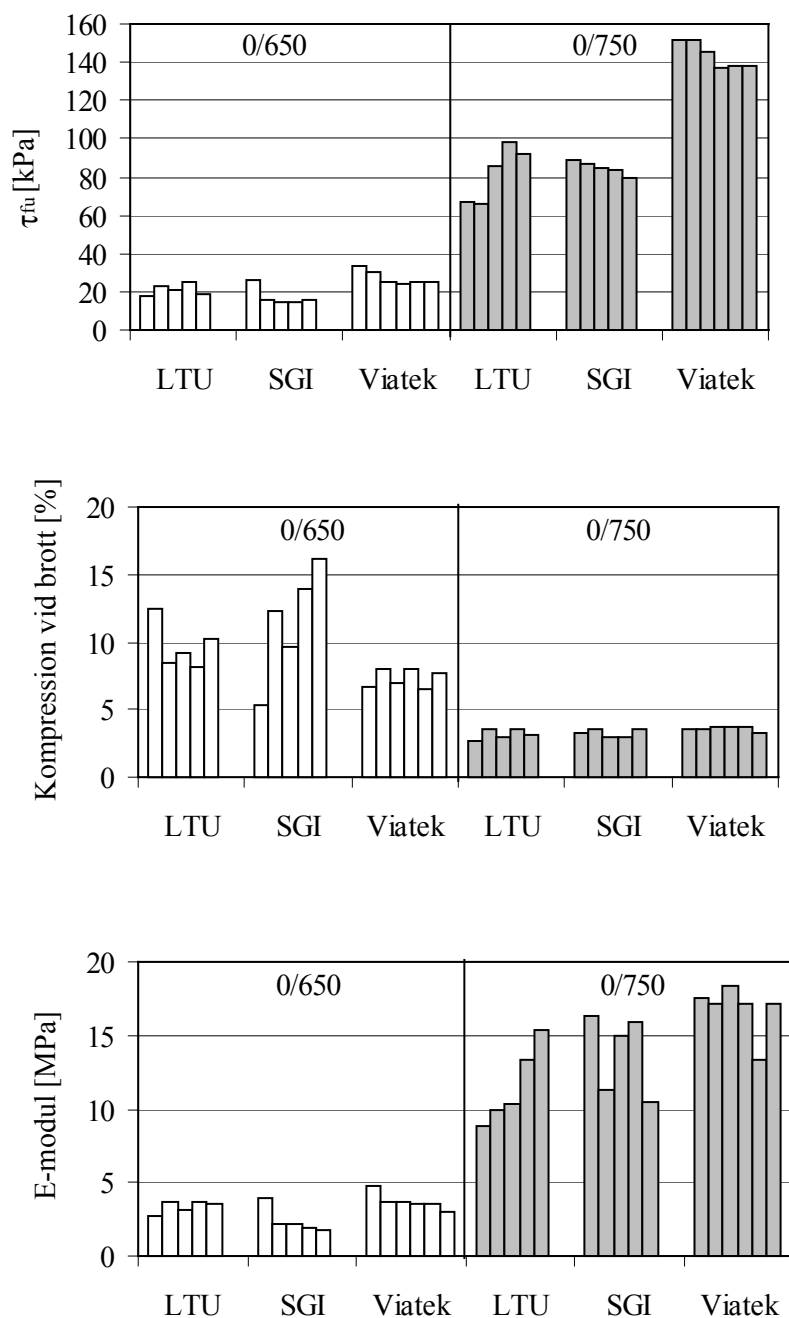
4.4 Enaxligt tryckförsök

I tabell 5 har resultaten från de enaxliga tryckförsöken sammanställts. De redovisas som medelvärden och med standardavvikelse och varians. För att illustrera spridningen på resultaten presenteras de även i diagramform, se figur 4. Det som redovisas är odränerad skjuvhållfasthet, kompression vid brott och E-modul (utvärderad ur σ/ε -kurvas första räta del). Vid utvärdering av den odränerade skjuvhållfastheten har hänsyn tagits till att provets area ökar när det trycks ihop enligt svensk standard SS 027128. De erhållna resultaten från Viatek, där detta inte gjorts, har korrigerats i efterhand enligt detta.

Tabell 5 Resultat från enaxliga tryckförsök, medelvärde, standardavvikelse och varians.

Prov	Laboratorium	τ_{fu} [kPa]	Standard- avvikelse	Varians	Kompression vid brott [%]	Standard- avvikelse	Varians
0/650	LTU	21	2,9	8,2	9,7	1,7	3,0
0/650	SGI	18	4,7	22	11,5	4,1	17
0/650	Viatek	27	3,6	13	7,3	0,67	0,45
0/750	LTU	82	14,6	213	3,1	0,42	0,17
0/750	SGI	85	3,8	14	3,2	0,33	0,11
0/750	Viatek	144	7,1	50	3,6	0,19	0,04

Prov	Laboratorium	E-modul [MPa]	Standard- avvikelse	Varians
0/650	LTU	3,4	0,43	0,19
0/650	SGI	2,4	0,90	0,81
0/650	Viatek	3,7	0,59	0,35
0/750	LTU	12	2,7	7,4
0/750	SGI	14	2,7	7,3
0/750	Viatek	17	1,8	3,1



Figur 4 Resultat från enaxligt tryckförsök, odränerad skjuvhållfasthet, kompression vid brott och E-modul.

De enaxliga tryckförsöken gav skillnader i resultat mellan de tre laboratorierna vad gäller värdet på τ_{fu} . Framförallt gäller det prov 0/750, där Viatek fick ett medelvärde på 144 kPa, medan LTU:s och SGI:s prover gav värden på 82 respektive 85 kPa. Viateks värde är 70-75% högre än de LTU och SGI erhö. Även för prov 0/650 gav Viateks provkroppar något högre τ_{fu} -värden än LTU:s och SGI:s, medelvärde 27 kPa jämfört med 21 respektive 18 kPa.

Störst spridning i τ_{fu} -värden har LTU:s provkroppar för prov 0/750 där framförallt de två första provkropparna har lägre värden än de övriga tre. För ett av proven kan det förklaras av att den undre delen av provet gled ut åt ena sidan när provet började gå till brott. LTU

blandade till proverna ett och ett och även detta kan vara en orsak till att spridningen blir större.

LTU och Viatek utförde försöken med 1,5% deformation per minut, medan SGI använde deformationshastigheten 1,1%/min.

Resultaten från de enaxliga tryckförsöken visar att torvprov 0/650 har dålig stabiliseringspotential. Vid en tillsats av 200 kg/m³ byggcement och 28 dygns härdningstid erhöles ett τ_{fu} -värde på enbart ca 20-25 kPa.

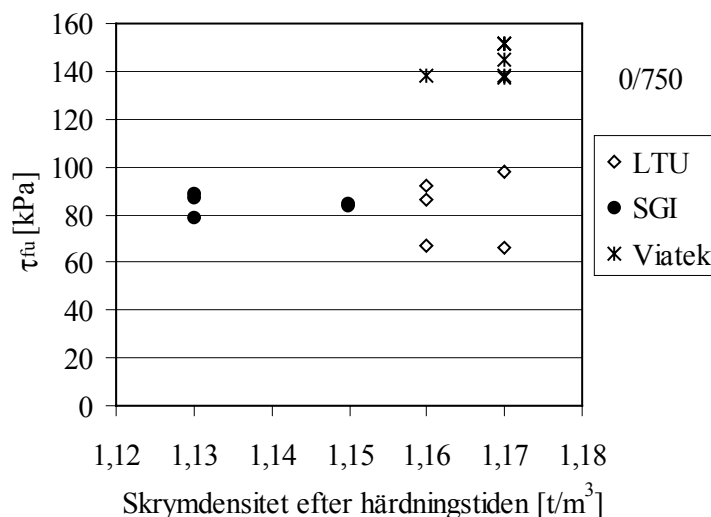
5 Diskussion

Avsikten med ringtestet var att se om den referensmetod som används för att tillverka och förvara provkroppar av stabiliserad torv på laboratorium är tillräckligt väldefinierad för att ge samma resultat oberoende av vid vilket laboratorium försöken utförs. Referensmetoden som användes är beskriven i "Design Guide Soft Soil Stabilisation" och har framtagits inom EU-projektet EuroSoilStab (ESS).

Resultaten visar att när det gäller provkropparna som tillverkades erhöles prov med likvärdig skrymdensitet, vattenkvot och kompression under härdningstiden på de tre laboratorierna. Skillnaderna var små.

Däremot visar resultaten från de enaxliga tryckförsöken på skillnader, där Viateks provkroppar gav högre värden på τ_{fu} än LTU:s och SGI:s. Framförallt är det torvprov 0/750 som har gett stora skillnader i resultat. Viatek har fått τ_{fu} -värden som är 70-75% högre än LTU:s och SGI:s. En orsak till högre τ_{fu} -värden kan vara att proverna är noggrannare packade så att de bli mer homogena, men frågan är om det är fallet och i så fall om det räcker för att höja τ_{fu} -värdet med 70-75%. Om svaret på frågan är ja innebär det att tillverkningen av proverna är avgörande för den stabiliseringseffekt som uppnås.

Eftersom skillnaden i provkropparnas skrymdensitet, vattenkvot och kompression under härdningstiden är liten mellan de tre laboratorierna är det svårt att utifrån dessa värden påstå att det skiljer i noggrannhet vid inpackningen av proverna. För prov 0/750 har Viatek fått något högre medelvärde på skrymdensiteten efter härdningstiden, $1,17 \text{ t/m}^3$ jämfört med $1,14$ och $1,16 \text{ t/m}^3$ för LTU:s och SGI:s prover. Det kan vara en indikation på att proverna är bättre packade. Det finns däremot inget utläsbart samband för prov 0/750 att provkroppar med högre skrymdensitet efter härdning ger högre värde på τ_{fu} , med de små variationer som skrymdensiteten har, se figur 5.



Figur 5 τ_{fu} som funktion av skrymdensitet efter härdningstiden, prov 0/750.

Blandningen av torv och stabiliseringsmedel utfördes för olika antal provkroppar åt gången vid de tre laboratorierna.

- LTU blandade till material för en provkropp åt gången. Begränsningen var blandningsutrustningens storlek.
- Viatek blandade till material för två provkroppar åt gången.
- SGI blandade till material till alla fem provkropparna på en gång.

Blandningstiden var satt till 2 minuter och om blandningen inte såg homogen ut efter det, ökades blandningstiden. Eftersom blandningsutrustningarna kan variera, liksom mängden material som blandas, är det svårt att ange en standardiserad blandningstid. ESS föreskriver 2-5 minuter och att blandningen ska se homogen ut. Tillägg som kan göras är att:

- inblandningen ska ske i minst två omgångar så att stabiliseringsmedel som fastnat på kanten av inblandningsskålen eller blandningsverktyget kan skrapas av och komma med i blandningen.
- efter avslutad maskinell inblandning ska blandningen röras/vändas om manuellt för att kontrollera att den ser homogen ut.
- vid beställning bör blandningstiden anges och väljas till samma för likvärdiga serier.

Att blanda material till ett prov åt gången kan ge större spridning i resultaten än om alla prov i en serie (med samma recept) blandas till på en gång. Spridningen beror på hur homogent torvmaterialet är. ESS rekommenderar att alla prov i en serie blandas till på en gång, med reservationen att om en serie består av många prov är det nödvändigt att göra inblandningen i flera delprov. Tiden det tar att tillverka provkroppar är en begränsande faktor. Den är satt till 30 min, dvs provkropparna ska vara tillverkade inom 30 minuter från det inblandningen startar. SGI tillverkade 5 provkroppar på 26 respektive 30 minuter. Det betyder att där någonstans går gränsen för hur många prov som kan tillverkas inom 30 minuter. För en provserie som omfattar försök efter 7, 28 och 90 dygn (allt som dubbelprov) behöver 6 prov tillverkas. Det är på gränsen för vad som kan hinnas med på 30 minuter. För att inte noggrannheten vid inpackningen ska bli lidande pga tidspress, kan det vara en poäng i att begränsa antalet prov som får tillverkas på en blandning, till exempelvis 4 st. En annan begränsande faktor för hur många prov som kan tillverkas vid en inblandning kan vara blandningsutrustningens kapacitet.

Själva inpackningsarbetet i provhylsorna är svårt att i detalj beskriva. Torvblandningen kan ha olika konsistens vilket gör att det inte finns en teknik som passar för alla blandningar. Vid flytande konsistens hålls blandningen ner i provhylsan. Är den fastare packas den i 5-6 lager. Larsson & Mårtensson (1999) har tagit fram en beskrivning över hur varje lager packas. Packningen utförs i lager om 2-3 cm. Vid packningen tillförs torv provhylsan i form av små bitar, ca 2 cm i diameter. Dessa packas sedan lätt med en stav (med diametern 2 cm) från den ena till den andra sidan av provhylsan för att undvika luftfyllda fickor (porer). Ett mellanfall av detta kan vara att proverna enbart packas för hand. Målsättningen vid packningsarbetet är att undvika stora och alltför många luftfyllda porer och att få så homogena provkroppar som möjligt.

Eftersom inpackningen av torvmaterial görs manuellt kommer resultatet alltid att i någon mån vara beroende av hur noggrant inpackningen sker. Andra faktorer som eventuellt kan påverka stabiliseringseffekten som fås är:

- tiden från inpackning till dess provet belastas i provlådan (den bör anges)
- vattennivån i provlådan där proverna förvaras
- störning av provkroppen vid kapning till rätt längd
- deformationshastigheten vid det enaxliga tryckförsöket.

6 Förslag till fortsättning

Avsikten med att ta fram en referensmetod är att samma försöksresultat ska erhållas oberoende av vilket laboratorium som utför försöken. Eftersom ringtestet gav skillnader i resultat vad gäller stabiliseringseffekt, och någon bra förklaring till detta ej kunnat fastställas, föreslås att ytterligare försök utförs.

Tillverkningsmetodiken har i stort sätt varit densamma på de tre laboratorier som deltagit i ringtestet. Det som främst skiljer sig åt mellan laboratorierna är:

- blandningsutrustning
- antal prov som material har blandats till för i varje inblandning (begränsas uppåt av blandningsutrustningens kapacitet)
- utrustning som har använts (provlåda för förvaring, provtuber, stämpar, belastningsvikter)
- tiden när proverna har tillverkats (LTU 5 månader efter torvprovtagning, Viatek och SGI 8 månader efter torvprovtagning)
- person som har utfört provtillverkningen.

Ett förslag till fortsatt utredning är att en ny ringtest utförs, med tre olika operatörer (från LTU, SGI och Viatek), men att provtillverkningen och de enaxliga tryckförsöken utförs på ett laboratorium. Operatören tar med den blandningsutrustning och annan utrustning (provlåda för förvaring, provtuber, stämpar, belastningsvikter) som används vid provtillverkning. Två torvsorter stabiliseras. Proverna tillverkas vid samma tidpunkt och lagras på samma ställe vid en temperatur (+20°C). En belastning under härdningstiden används, 18 kPa. Vattennivån i provlådorna hålls lika och konstant. De enaxliga tryckförsöken utförs av respektive operatör vid samma tidpunkt (28 dygns härdningstid).

Viktigt att dokumentera (foto) och notera vid försöken är:

- skillnader i utrustning och huruvida detta har någon betydelse för kvalitén på proverna
- blandningens vattenkvot och provernas skrymdensitet före och efter härdningstiden
- skillnader i inpackningsteknik
- skillnader i proverna som okulärt kan ses när de tas ut för provning
- skillnader i preparering (kapning) av proverna inför enaxligt tryckförsök
- skillnader i resultat från enaxliga tryckförsök

Ytterligare undersökningar som kan utföras är att ge en operatör, som aldrig tidigare tillverkat stabiliserade prover, i uppdrag att tillverka prover enligt den referensmetod som finns. Det blir en test på hur väl referensmetoden är definierad och om det finns några oklarheter i den. Proverna tillverkas och undersöks parallellt med den ovan föreslagna försöksserien, för att ha resultat att jämföra med.

7 Slutsatser

Resultaten från ringtestet visar att provkropparna tillverkade vid de tre laboratorierna uppvisar små skillnader vad gäller skrymdensitet, vattenkvot och kompression under härdningstiden. Däremot gav de enaxliga tryckförsöken på de stabiliserade provkropparna skillnader i resultat. För ett av de stabiliserade torvmaterialen fick Viatek ett τ_{fu} -värde som var 70-75% högre än vad SGI och LTU erhöll. Den variationen är för hög för att vara acceptabel och slutsatsen blir att i denna undersökning har referensmetoden ej gett samma resultat oberoende av vilket laboratorium som utfört försöken. Någon bra förklaring till detta har inte kunnat fastställas.

Referenser

Andersson R., Jacobsson A. & Axelsson K. (2001) *Stabilisering av torv. Referensmetod för laboratorieinblandning, steg 1 - Insamling av erfarenheter*, Arbetsrapport 20, Svensk Djupstabilisering, Linköping.

EuroSoilStab (ESS), *Design Guide Soft Soil Stabilisation*, CT97-0351, Project No: 96-3177

Larsson F. & Mårtensson S. (1999) *Stabilisering av torv i laboratoriemiljö - Utveckling av referensmetod*, Examensarbete 1999:250 CIV, Avd. för Geoteknik, Luleå tekniska universitet, Luleå.

Svensk Standard (SS) 02 71 28 (1992) *Geotekniska provningsmetoder - Skjuvhållfasthet - Enaxligt tryckförsök, UU-försök - Kohesionsjord*, Standardiseringskommissionen i Sverige, utgåva 1, Stockholm.

Bilaga 1
EuroSoilStab – utdrag ur Design Guide

EuroSoilStab

(utdrag ut Design Guide)

6.1.1 Laboratory procedure for Preparation and Storing of Test Samples of Soil (Especially Peat) Stabilized by Lime and Cement-Type Materials, for Mass Stabilization Applications

6.1.1.1 Scope

The preparation in the laboratory of samples of soil stabilized by mixing with lime and/or cement-type materials for mass stabilization applications is specified. The focus is on soft soils which contain organic matter in varying degrees: organic clay, gyttja or peat. The stabilizer material may be cement (e.g. portland cement or blast furnace slag cement) or a mixture of cement with additives such as ground granulated blast furnace slag, gypsum, lime, or fly ash. The samples serve for investigation of the properties of the stabilized soil, e.g. by means of the unconfined compression test or the triaxial test.

For deep mixing applications, different procedures are necessary for the laboratory preparation of stabilized soil samples, see "Laboratory procedure for Preparation and Storing of Test Samples of Soil Stabilized by Lime and Cement-Type Materials, for Deep Mixing Applications".

6.1.1.2 Significance and use

The present procedure is relatively simple and yields samples of stabilized soil suitable for the determination of strength and stiffness by means of laboratory strength tests on cylindrical samples such as the unconfined compression test, various kinds of triaxial test and direct shear tests. Other properties, such as permeability, physical and chemical durability, and compressibility may also be determined on such samples. The method yields samples which may be used in determining type of stabilizer and dosage for mass stabilization projects. The samples obtained by the method however do not reflect well the structure of soil stabilized in-situ by common mass stabilization techniques. Conditions of mixing and curing in the laboratory deviate significantly from field conditions, and consequently laboratory strength and stiffness determined on samples prepared by this procedure will likewise deviate from field values. However, when planning a mass stabilization project, a comparative laboratory investigation of the properties of different samples prepared with various stabilizer materials in varying dosages and after varying curing periods, is a useful, often indispensable aid. Further, empirical rules can be developed to allow for the differences in e.g. strength and stiffness between field-stabilized and laboratory-stabilized material. It is usual to produce a number of trial pads ahead of the actual project. Based on the results of the laboratory programme, a few stabilizer combinations and dosages can be applied, and the results are used to assist the final choice and to determine the engineering parameters for use in the final design.

The present procedure gives no guidelines as to the number of tests that should be performed, and the number of variables (e.g. different stabilizers, dosages, length of curing period, etc) that should be tested. These should be carefully planned when defining the laboratory investigation.

6.1.1.3 Definitions

Cohesive Soil; Soil that retains coherence during remoulding

Organic Soil; Soil that contains organic matter

Peat; Soil containing a high degree of organic matter. Peat is formed by remains of plants rich in carbohydrates that are in various stages in the humification process

Gyttja, Soil containing a high degree of organic matter. Gyttja originates from remains of plants and animals rich in fats and proteins

Cement-Type Stabilizer; cement, lime, gypsum, fly-ash and other materials used to chemically stabilize soil

Dosage; The mass of stabilizer in [kg] added to 1 m³ of soil

Dry Mixing; Stabilizer is added in dry state to the soil

Wet Mixing; Stabilizer is added in slurry state to the soil

Water/Stabilizer ratio; the ratio (m/m) of water to stabilizer

Stabilizer component ratio; the ratio (m/m) of the various components of a stabilizer

Note The definitions of soil types given here are limited to the purposes of this procedure to avoid the considerable difficulty of giving definitions which are generally applicable and consistent.

6.1.1.4 Materials and equipment

Soil

Soil is obtained from the site under investigation. It may be obtained by large diameter tube samplers such as the SGI Peat Sampler or by soil sampling devices such as tube and piston samplers and the continuous Delft sampler. Auger samples are acceptable if it can be shown that intermixing of different soil layers is kept within acceptable limits. Large diameter (>20 cm) augers have the advantage of allowing a large quantity of soil to be collected, while the soft soils in question are usually easily penetrated by them.

Stabilizer

Stabilizers are materials with hydraulic properties such as portland cement, blast furnace slag cement, ground granulated blast furnace slag, fly ash, slaked or unslaked lime, and gypsum (anhydrous, demi-hydrous or di-hydrous). The stabilizer used in the laboratory preparation of samples must be representative of the materials to be used in-situ, and must be adequately stored such that their properties are not impaired by exposure to moisture or moist air or extreme temperatures. If stabilizer material has been stored for long periods, its reactivity should be checked.

A stabilizer can be a mixture of two or more stabilizer materials. Filler materials such as sand, silica fume etc. can also be mixed in.

Some stabilizers, notably unslaked lime, have caustic properties, and proper safety precautions and procedures shall be adhered to in dealing with them.

Equipment

- Mixing machine (dough mixer or kitchen mixer) of sufficient capacity to mix soil for the entire test programme (usually 20-50 liters).
- Mixing machine of sufficient capacity to mix a batch of soil with one binder
- Bowl for mixing
- Balance with 0,1 g weighing accuracy up to a measuring range of 2 kg
- Cylindrical moulds for test samples. The size of the mould: inner diameter 68 mm and height 200-300 mm. Here, the test samples will relatively well represent the structure of peat. In average, the test samples will have a weight of about 0,6-0,9 kg
- Loading stamps, e.g. equipped with plastic loading caps to direct load on the top of the test sample. The loading stamps will have a weight of about 6,5 kg. The diameter of the loading stamp should be 2-3 mm less than that of the mould
- Filter stone at the bottom of the mould
- Filter to be used on the top of the test sample (under the loading stamp)
- Loading rack to keep the test samples under load in a vertical position
- Water vessel to simulate the moisture conditions during loading
- Porous mat in the water vessel
- Fork: a kitchen fork the prongs of which may be bent at right angles over a length of approx. 15 mm.

Both the top and the bottom of the sample shall have access to water during the storage time.

The ends of the cylindrical moulds must be flat and perpendicular to the length axis.

6.1.1.5 Preparation and storage procedure

Homogenization of soil

Note Details of the preparation method, such as type of mixing machine and mixing tool, power and r.p.m.'s of the mixing machine, duration of mixing etc. are not specified, but must be chosen on the basis

of local experience with the soil and the available equipment. Classification of the soil in an early stage can assist the choices. Bulk unit weight, water content, organic content, degree of humification, particle size distribution and maximum fibre lengths may be determined to this end. E.g. a coarse-fibrous peat may require different treatment than a slightly organic silty clay.

Homogenization of soil should be performed according to following procedure:

A quantity of soil sufficient to prepare the required number of stabilized soil samples is placed in the mixer. If this exceeds the capacity of the mixer, a larger mixer should be used. It is not acceptable to mix one type of soil in a number of batches. Remove isolated roots and large fibres and coarse material if possible. Mix until the soil is visually homogeneous. In the case of fibrous peat, limit the mixing time to prevent destruction of fibres. Note the time used for mixing. Take out 2 small samples and determine their bulk unit weight and water content. Alternatively the unit weight can be judged from knowledge in the specific area and at the specific depth, preferably from determinations on undisturbed samples.

Choice of sample diameter

Choose the sample diameter based on the coarseness of the mixed soil. In the large majority of cases, 68 mm will be sufficient. Only when the soil contains many coarse particles or fibres should a larger diameter be used.

Preparation of stabilizer

When stabilizer is used which consists of two or more materials, mix these components together in the required proportions and in a quantity sufficient to perform the required tests.

Mixing of soil and stabilizer

A quantity of soil sufficient to prepare the required number of stabilized soil samples for the given soil and a given stabilizer at a given dosage, is placed in the mixer. Each prescribed mixture should be tested with 2 parallel test samples.

Use the bulk unit weight as determined under 6.1 and the required dosage of stabilizer to calculate the necessary amount of stabilizer. The binder quantity is given (as kg/m^3) relative to the wet mass of the peat. For example:

- The density of peat is 1000 kg/m^3 .
- The prescribed binder quantity is 150 kg/m^3
- 150 g binder is needed for each 1000 g of peat

The stabilizer is added to the soil in the mixer. Soil and stabilizer are mixed until the mass is visually homogeneous, normally 2-5 minutes. Note the time used for mixing.

For comparable tests within one laboratory on a given soil, varying stabilizer and dosage, it may be useful to adopt the same mixing time.

Note. Differences in the properties of soils and stabilizers and the mixing machines make it impossible to specify a fixed duration of mixing. The most reliable and repeatable measure of the homogeneity of mixing is the visual appearance. However, where possible, a mixing period of 5 minutes should be applied.

Compaction of mixed soil in mould

The compaction should be performed directly after mixing. The time from mixing to finished sample should be kept low. The entire batch of mixed soil must be formed into samples within 30 minutes of mixing. If many samples are to be prepared with the same dosage it can be advisable to split them into two or three batches.

- Place a filter stone at the bottom and wrap and bind the net cloth around the bottom of the mould
- If the material mix is liquid no compaction is required. The stabilised mass can be "poured" into the moulds. In case the mixture is solid it is compacted into the moulds in 5 – 6 layers. In-between the compaction the layers are loosened or 'bound to each other' (e.g. with help a fork).
- Determine the bulk density of the compacted test samples before loading (later also after loading). The water content is determined when required.

Storage/loading

The following procedure is recommended

1. After compaction a filter is set on top of the test sample in the mould
2. The moulds are set vertically into the rack, on the porous mat in the water vessel – the test sample will remain wet during the loading period.
3. The loading stamp is placed on top of the sample. The magnitude of the loading has to be determined when preparing the test. For example if the required load should be equivalent to an embankment with a height of 1 metre (18 kPa) in the field, the load on the test sample should be 6,7 kg.
4. The storage temperature shall be specified in the order to the laboratory. Normally samples are cured and stored in sealed tubes at 18 - 22 °C.
5. The compression of the test sample is measured immediately after the start (5 seconds) of the loading test. After this the compression is measured after 1 day, 3 days ... etc. until there is no change of compression.

Removing sample from its mould

After the specified curing period, note the height of the sample relative to the ends of the mould, and note the roughness of the end surface of the sample. The removal of the samples from the mould should be made with a minimum of disturbance. Determine the bulk density of the compacted test samples after the specified curing period under load.

Preparation of sample ends

Only if the upper end of the sample has become rough during curing: Cut off a small slice from the upper end of the sample to obtain a flat surface perpendicular to its length axis. Alternatively, if only unconfined compression tests or unconsolidated undrained triaxial tests are to be performed on the samples, it is acceptable to smoothen the upper surface with a thin layer of gypsum.

Note Appropriate cutting equipment, e.g. diamond-tipped saws, which apply minimal disturbance to the sample, and ensure perpendicular and flat cuts, must be used.

6.1.1.6 Reporting

A full report shall be given of the conditions of sample preparation, as follows:

- * classification of soil if determined
- * origin and quantity of soil
- * removal of isolated coarse particles etc. from soil
- * specifications of soil mixer, and applied mixing tool, power, r.p.m.'s, mixing time, storage conditions and time
- * water content of the homogenized soil
- * chosen sample diameter
- * specifications of the chemical and physical properties of each stabilizer material as provided by its producer or supplier:
 - composition (m/m): at least CaO, SiO₂, Al₂O₃, Fe₂O₃, MgO, K₂O, Na₂O, SO₃ (for unslaked lime record both total and active CaO)
 - reactivity
 - specific surface area (Blaine number)
 - density
 - particle size distribution
- * quantity of stabilizer and if applicable proportions of stabilizers
- * specifications of soil/stabilizer mixer, and applied mixing tool, power, r.p.m.'s, mixing time, storage conditions and time
- * type of moulds used
- * if a compaction press is used: description of compaction press: diameter and geometry of stamp, applied pressure
- * bulk density and water content of the mixed soil/stabilizer after mixing
- * storage temperature and deviations from it during curing

Per sample shall be reported:

- * bulk density after compaction and trimming into the mould
- * height of sample relative to the top of the mould after curing

- * roughness of the top end of the sample after curing
- * any difficulty in removing sample from mould after curing
- * any irregularities of the sample, e.g. visible holes and large voids, or the bottom end not being entirely flat and perpendicular
- * treatment of upper end surface prior to further testing.
- * whether top end is cut off and sample height after cutting
- * bulk density after removal from the mould
- * the compression during the curing time

6.1.2 Testing Methods

The following ETC5 documents are applicable to many of the tests likely to be performed on the samples prepared by the procedure in Appendix A and B:

ETC5-E2.97 Laboratory method for determination of unconfined compressive strength: Unconfined compression test on cohesive soils

ETC5-E3.97 Laboratory method for determination of undrained shear strength: Unconsolidated undrained triaxial test

ETC5-F1.97 Stress-strain testing: Methods for consolidated triaxial compression tests on water-saturated soils

(ETC5-F2.97 Laboratory methods for direct shear tests)

ETC5-G1.97 Permeability testing: Determination of soil permeability by constant and falling head

ETC5-D1.97 Compressibility testing: Incremental loading oedometer test and also CRS -test

Bilaga 2
Förslag till laboratorieanvisning

6. FÖRSLAG TILL LABORATORIEANVISNING

6.1 Allmänt

Denna anvisning får ses som ett förslag till hur en laboratorieanvisning för tillverkning och provning av stabiliserade torvprover skulle kunna utformas. Upplägget är detsamma som i SGF:s Rapport 4:95 för inblandning och preparering av KC-stabiliserad jord. Förslaget i Rapport 4:95 har dock redigerats för att passa denna metod vid stabilisering av organisk jord typ torv.

6.2 Förslag

Geotekniska provningsmetoder

Förslag till laboratorieanvisning för inblandning, preparering av provkroppar, förvaring och undersökning av stabiliserade torvprover.

Innehåll

Orientering

- | | |
|----|-----------------------------|
| 1. | Tillämpning |
| 2. | Referenser |
| 3. | Utrustning |
| 4. | Beställning |
| 5. | Inblandning |
| 6. | Preparering av provkroppar |
| 7. | Undersökning av provkroppar |
| 8. | Rapport |
-

Orientering

Detta förslag till anvisning baseras på tidigare erfarenheter inom området samt resultat erhållna under ett examensarbete för utveckling av referensmetod för provkroppstillverkning och provning vid Luleå tekniska universitet.

6.2.1 Tillämpning

Anvisningen är avsedd att tillämpas vid geotekniskt laboratoriearbete för bestämning av stabiliseringseffekten vid inblandning av kemiskt stabiliseringsmedel som Merit, Hyttsten och/eller cement i organisk jord typ torv eller gyttja.

6.2.2 Referenser

Följande standardiserade försök omnämns i förslaget till anvisning och skall utföras enligt svensk standard.

- SS 02 71 14 Geotekniska provningsmetoder – Skrymdensitet
- SS 02 71 16 Geotekniska provningsmetoder - Vattenkvot och vattenmättnadsgrad
- SS 02 71 28 Geotekniska provningsmetoder – Skjuvhållfasthet – enaxligt tryckförsök, UU-försök – Kohesionsjord
- SS 02 71 29 Geotekniska provningsmetoder – Kompressionsegenskaper – Ödometerförsök med stegvis pålastning – Kohesionsjord

6.2.3 Utrustning

- Degblandare eller hushållsassistent (beroende på provmängd)
- Torkskåp
- Snabbvåg med 0.01 g avläsningsnoggrannhet
- Torkskålar
- Torkskåpsbricka
- Spatel
- Blandarskålar
- Stabiliseringsmedel
- Packningsapparat för inpackning av stabiliserad torv i provtuber
- Provhylsor med lock (50 eller 68 mm och höjd 170 respektive 240 mm)
- Redskap för uppluckring typ kraftig gaffel eller liknande
- Provrigg med tillhörande konsolideringsvikter samt stämp med filter och en filtermatta (se kap.2.3.5, figur 2.33 och 2.34)
- Provuttryckare med diameter 50 eller 68 mm

6.2.4 Beställning

Vid beställning av inblandningsförsök med stabiliserad jord skall framgå:

- Vilka provtagningshål och –nivåer som skall ingå i respektive blandning.
- Typ av och mängd stabiliseringsmedel. Anges som mängd inblandningsmedel i kg/m^3 av den orörda torvens massa.
- Antal provkroppar som skall tillverkas för respektive blandning.
- Belastningsnivå under härdningstiden.
- Tidpunkter efter inblandning då provning skall utföras samt vilka provningar som skall utföras vid respektive tidpunkt.

Förvaringsförhållanden under härdning:

- Alt. 1. Förvaring i rumstemperatur (vilket är det normala).
- Alt. 2. Förvaring vid konstant temperatur i kylskåp. Lagringstemperatur anges.
- Alt. 3. Varierande temperatur. Schema ges vid beställning.

6.2.5 Inblandning

I normala fall kan vanlig hushållsassistent eller degblandare användas. För större provmängd används större degblandare.

- Väg blandarskålen som skall användas.
- Lägg i önskad torvmängd, plocka bort större rötter och homogenisera torven genom omrörning för hand ca. 30 sekunder.
- Fördela stabiliseringsmedlet jämnt i torven och blanda till en homogen massa under 2-5 minuter, maskinen stoppas efter halva tiden och oblandad torv och stabiliseringsmedel som fastnat på blandningsverktyg och skål skrapas ned i blandningen.
- Tag ut två delprover för bestämning av vattenkvot.

Tillsättning av stabiliseringsmedel

Önskad mängd stabiliseringsmedel beräknas och vägs upp. Generellt sett väger torv 1000 kg/m³ och för en stabiliseringsmängd på 200 kg/m³ krävs det då för 1 kg torv:

$$1.0 * 10^{-3} m^3 * 200 kg/m^3 = 0.200 kg \text{ stabiliseringsmedel} / kg \text{ torv}$$

Den beställda mängden stabiliseringsmedel tillsätts efter homogenisering av torven enligt ovan. Stabiliseringsmedlet blandas ut för hand i torven innan mixning påbörjas för att det skall fördelas jämt i blandningen.

6.2.6 Packning av provkroppar

Innan tuben packas bestäms tubvikten för att senare kunna beräkna densiteten hos torvprovet. Den stabiliserade torven fylls i insmorda provtuber (tex. vaselin) och packas med packningsapparat (statisk last). Fyll och packa i lager om 20-30 mm oavsett vilken tubdiameter som används. Därefter belastas lagret med konstant tryck ca. 5 sekunder.

Vid ifyllning och packning tillses att luftfickor ej uppkommer. Packning sker först för hand genom att lagret försiktigt trycks ner 10 ggr med en stav med en diameter av ca. 20 mm. Packa provet från ena sida till den andra för att driva ut inneslängd luft. Detta gäller oavsett vilken provkroppsdiameter som används. Efter detta läggs en statisk last på som skall vara jämn, likformig och normalt 40 kPa för denna typ av organisk jord. Ytan som läggs mot torven bör vara räfflad för att förhindra markerade lagergränser. Dessutom skall ytan luckras upp efter varje lager med exempelvis en gaffel. Denna uppluckring behövs främst på prover med låg vattenkvot.

För utprovning av packningen kan packningseffekten kontrolleras i en första hylsa. Packningsförfarandet kan därefter justeras.

Ifyllning och packning skall ske omgående efter inblandning av stabiliseringsmedlet och vara avslutad inom 30 minuter efter att blandningen påbörjats.

Sedan provhylsorna fyllts till önskad höjd avjämnas överytan och provet vägs och skrymdensiteten bestäms. Efter detta sätts proverna i den vattenfyllda provrighgen med den givna överlasten. Mellan överlasten och provet placeras en stämp med filter och i botten av provrighgen en filtermatta för att vatten skall kunna röra sig fritt till och från provet under konsolideringsprocessen.

Proverna förvaras sedan enligt beställarens anvisningar vilket normalt är rumstemperatur. Normalt kan det vara lämpligt att tillverka 2-3 st. provtuber per blandning/härdningstid och dessa provtrycks sedan exempelvis efter 7, 14, 28 resp. 90 dygn. Lagringstemperatur, antal provkroppar, överlast under härdning samt tidpunkt för undersökning skall framgå av beställning (jfr. avsnitt 4).

6.2.7 Undersökning av provkroppar

Vid anvisade tidpunkter utförs undersökning av de stabiliserade torvproverna. Normalt bestäms vattenkvot, skrymdensitet samt skjuvhållfasthet med enaxligt tryckförsök, vilket ger möjlighet att även beräkna elasticitetsmodulen. Vid all parameterbestämning skall svensk standard följas. Normalt mäts konsolideringen under härdningstiden efter 2 och 10 minuter, 1 och 4 timmar samt efter 1, 7, 14 och 28 dygn. De kortaste tiderna är främst avsedda för och se till att konsolideringen kommit igång på ett tillfredställande sätt.

6.2.8 Rapport

Provningsrapport skall ge besked om:

- Den provade torvens egenskaper (humifieringsgrad, densitet) och dess ursprung
- Utförda inblandningar, med beteckning och redovisning av aktuella provtagningssektioner och –nivåer
- Torvens vattenkvot före inblandning av stabiliseringsmedel
- Vattenkvot för stabiliserad torv innan inpackning i tuberna
- Mängd inblandningsmedel, och i förekommande fall proportioner, mellan slagg/cement etc.
- Lagringsförhållanden i form av temperatur, belastning etc.
- Tidpunkt för respektive undersökning (dygn efter inblandning)
- Utvärderade parametrar. Redovisning enligt refererad standard i avsnitt 2 tillkommer.

Bilaga 3
Resultat från LTU

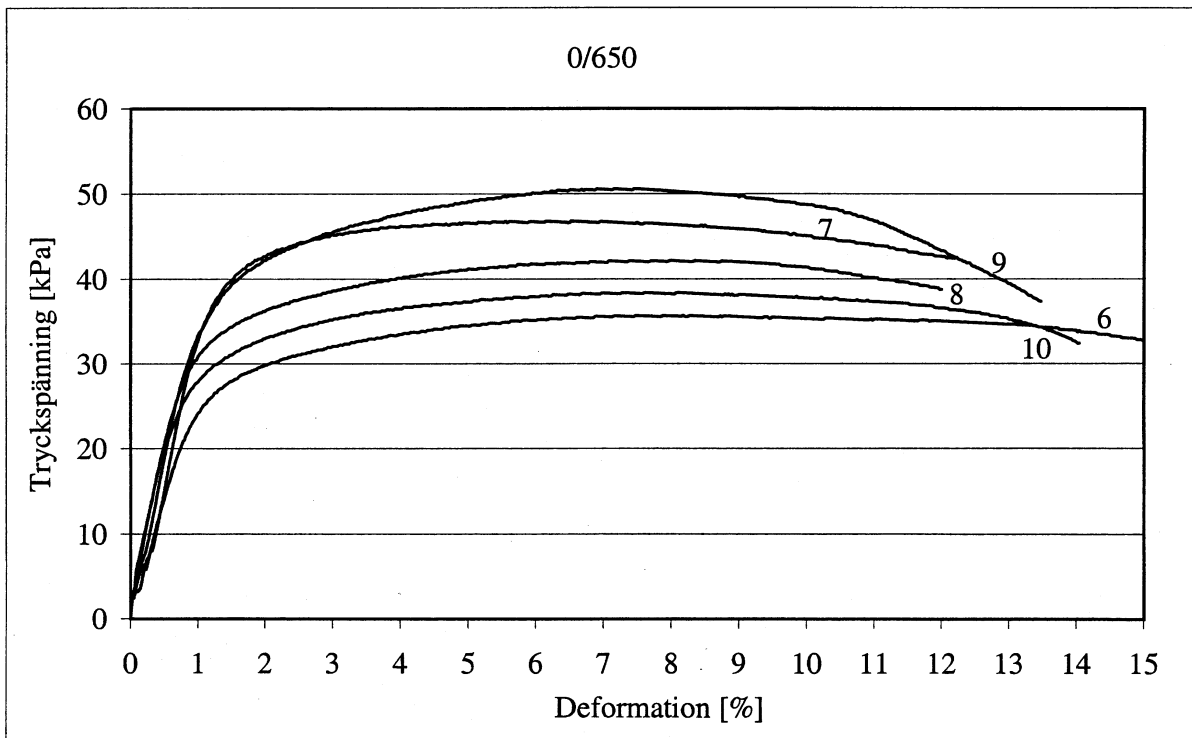
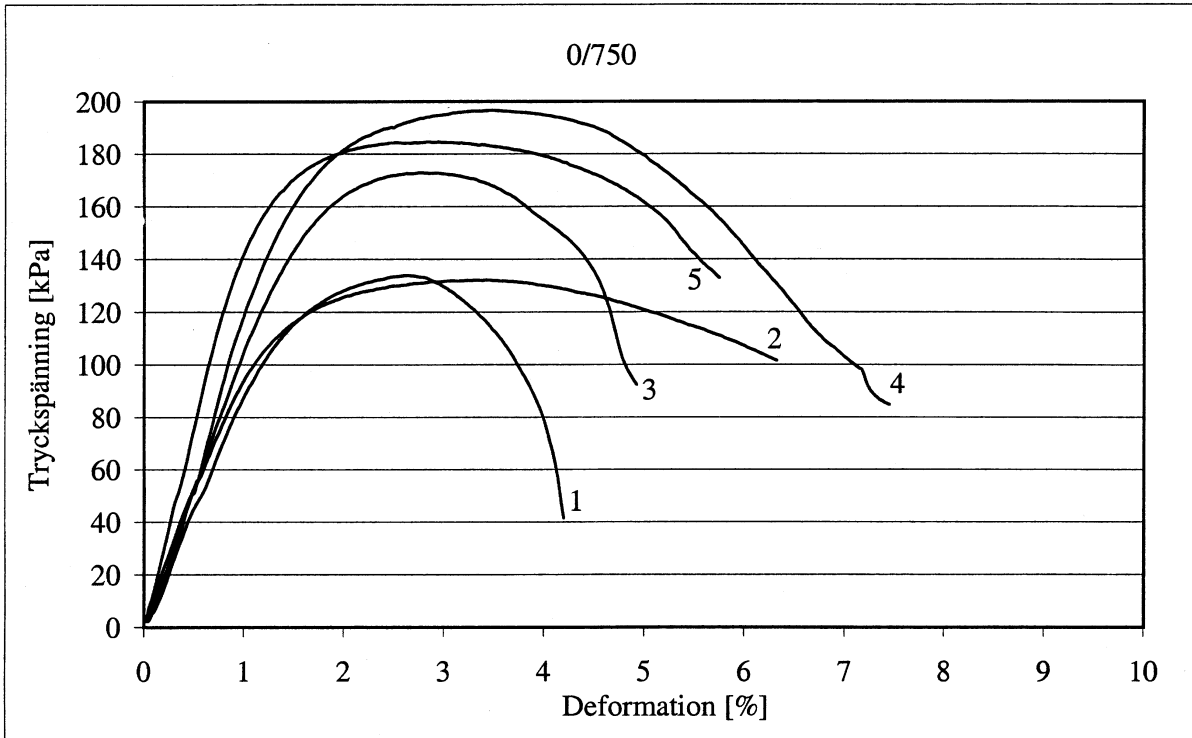
Ringtest

Prov Nr	Datum kl	Prov	Tillsats		Härddningstid [dygn]	Belastning [kPa]	Torv [g]	Tillsats [g]	Prov [g]	Provhöjd [cm]	Densitet [t/m ³]
			typ	[kg/m ³]							
1	2002-06-07	0/750:0,5 m	ByggC	200	28	18	832	160	885,57	21,00	1,161
2	2002-06-07	0/750:0,5 m	ByggC	200	28	18	832	160	877,61	21,00	1,151
3	2002-06-07	0/750:0,5 m	ByggC	200	28	18	832	160	872,76	21,00	1,144
4	2002-06-07	0/750:0,5 m	ByggC	200	28	18	832	160	877,37	21,00	1,150
5	2002-06-07	0/750:0,5 m	ByggC	200	28	18	832	160	865,33	21,00	1,135
6	2002-06-07	0/650:2 m	ByggC	200	28	18	832	160	867,36	21,00	1,137
7	2002-06-07	0/650:2 m	ByggC	200	28	18	832	160	877,90	21,00	1,151
8	2002-06-07	0/650:2 m	ByggC	200	28	18	832	160	876,10	21,00	1,149
9	2002-06-07	0/650:2 m	ByggC	200	28	18	832	160	882,91	21,00	1,158
10	2002-06-07	0/650:2 m	ByggC	200	28	18	832	160	875,72	21,00	1,148

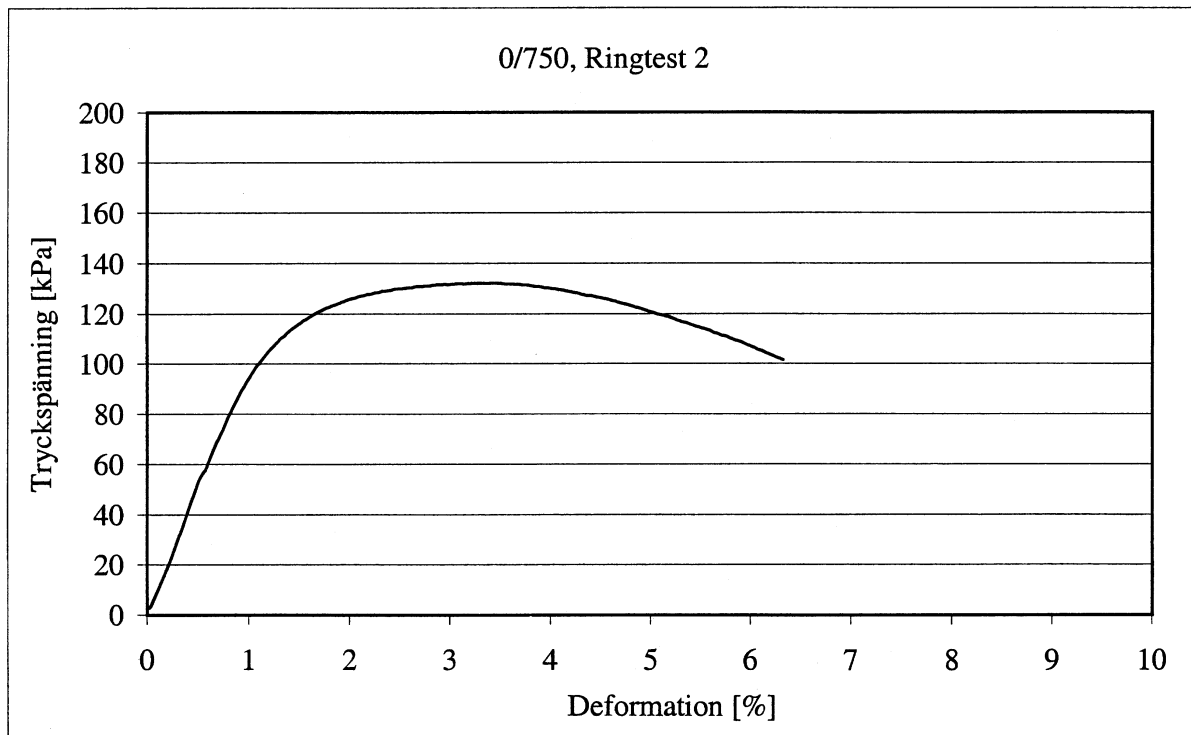
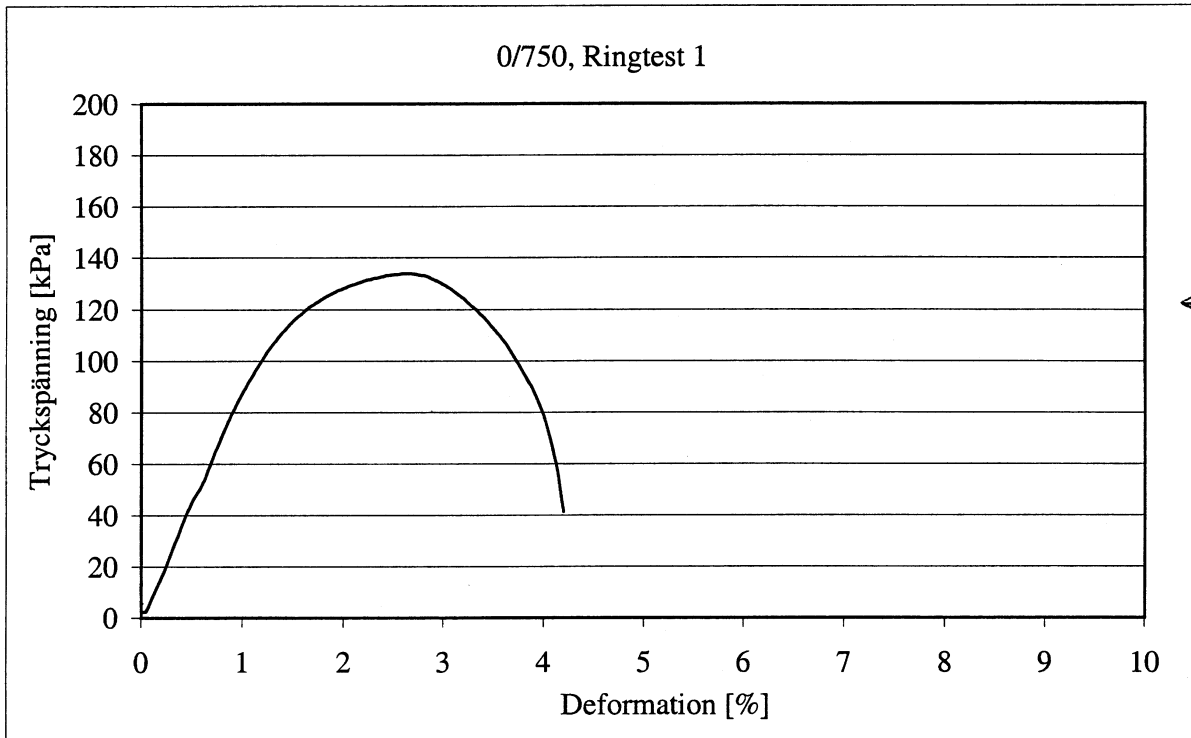
Enax

prov nr	Test datum	Provhöjd [cm]	Prov [g]	Densitet [t/m ³]	kompres		w(ö) [%]	w(u) [%]	w(medel) [%]	Def [%]	τ_{10} [%]
					provh	rigg					
1	2002-07-05	19,60	824,84	1,16	6,7%	8,6%	203,4	211,2	207,3	2,6	67,0
2	2002-07-05	19,30	817,84	1,17	8,1%	8,8%	197,5	210,9	204,2	3,5	66,1
3	2002-07-05	19,35	812,72	1,16	7,9%	9,0%	199,5	209,6	204,6	2,9	86,5
4	2002-07-05	19,45	823,99	1,17	7,4%	8,1%	198,2	209,0	203,6	3,6	98,4
5	2002-07-05	19,20	811,32	1,16	8,6%	8,8%	199,9	208,8	204,3	3,1	92,2
6	2002-07-05	18,80	785,67	1,15	10,5%	11,7%	219,1	230,2	224,7	12,5	17,7
7	2002-07-05	18,50	779,21	1,16	11,9%	13,8%	212,4	224,6	218,5	8,5	23,3
8	2002-07-05	19,00	796,98	1,16	9,5%	11,0%	220,5	242,0	231,2	9,2	21,2
9	2002-07-05	19,15	806,91	1,16	8,8%	9,8%	216,8	230,7	223,7	8,2	25,2
10	2002-07-05	18,65	783,13	1,16	11,2%	12,4%	214,5	231,4	223,0	10,2	19,1

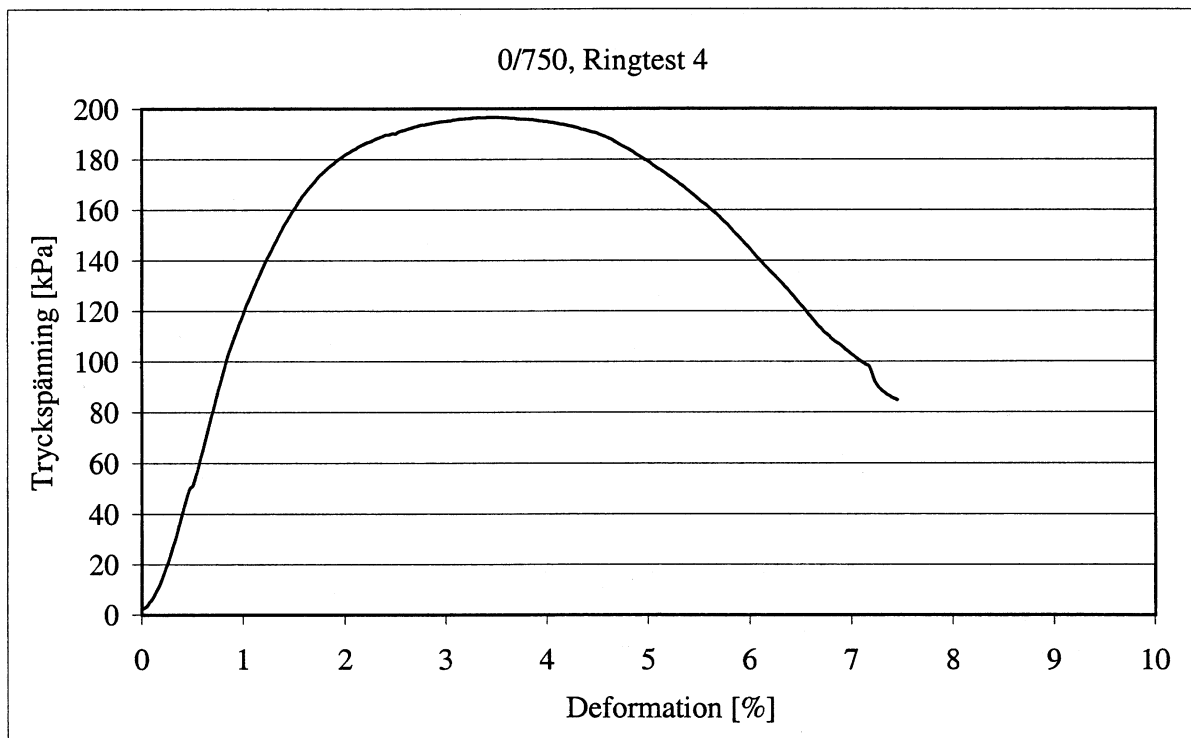
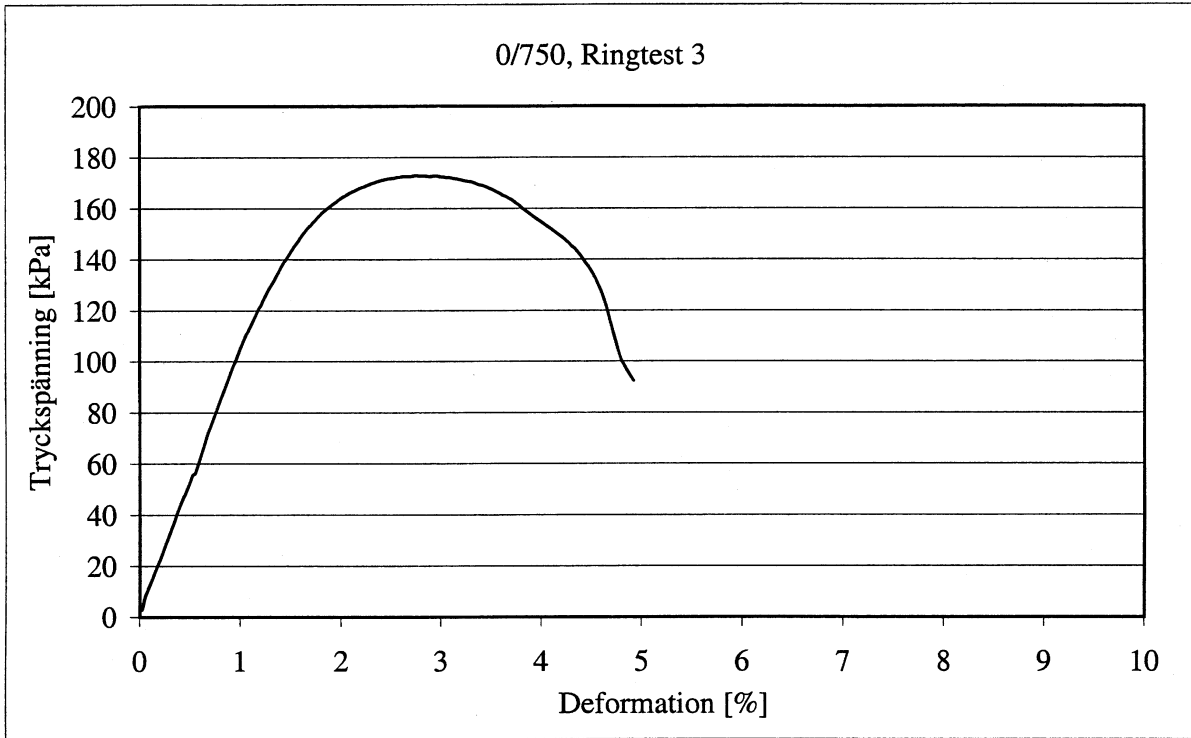
Enaxliga tryckförsök, LTU



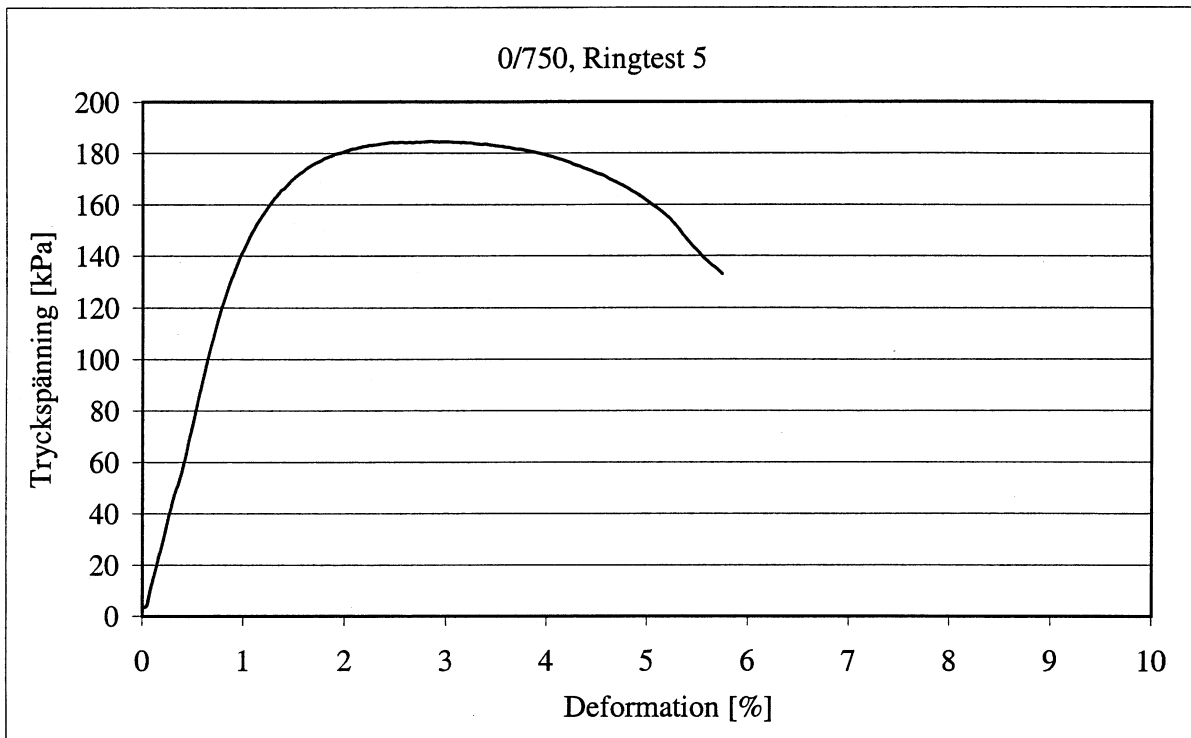
Enaxliga tryckförsök, LTU



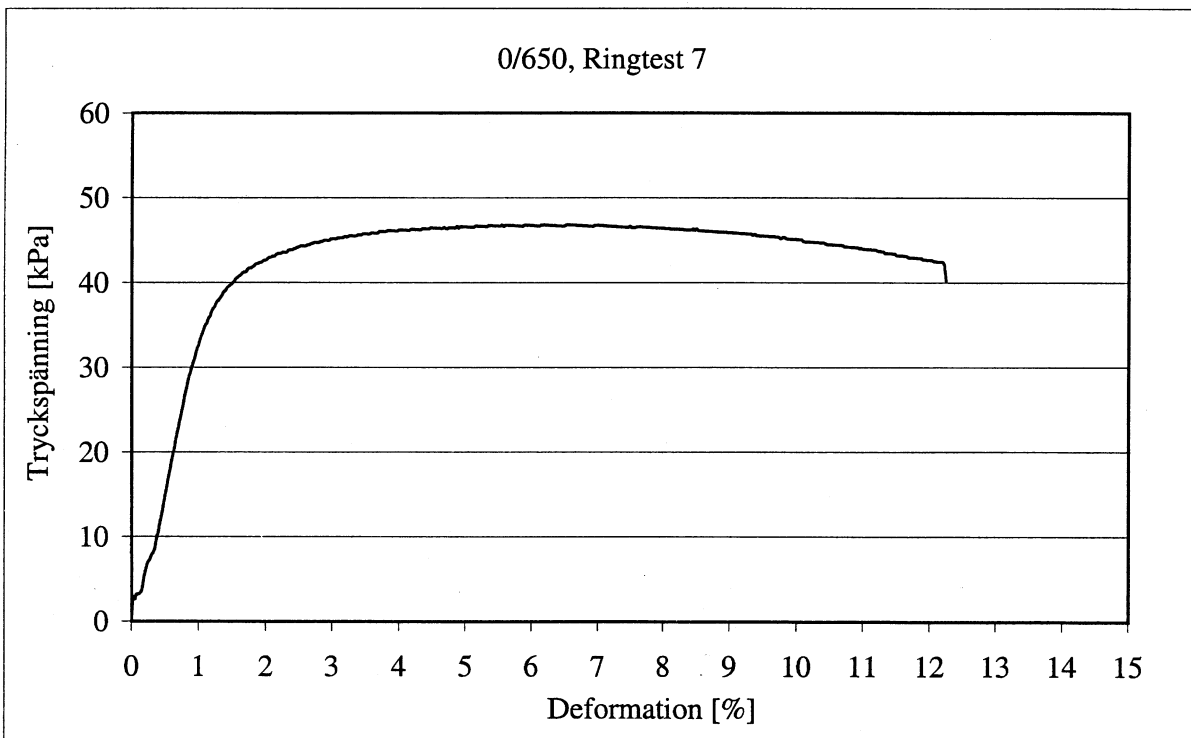
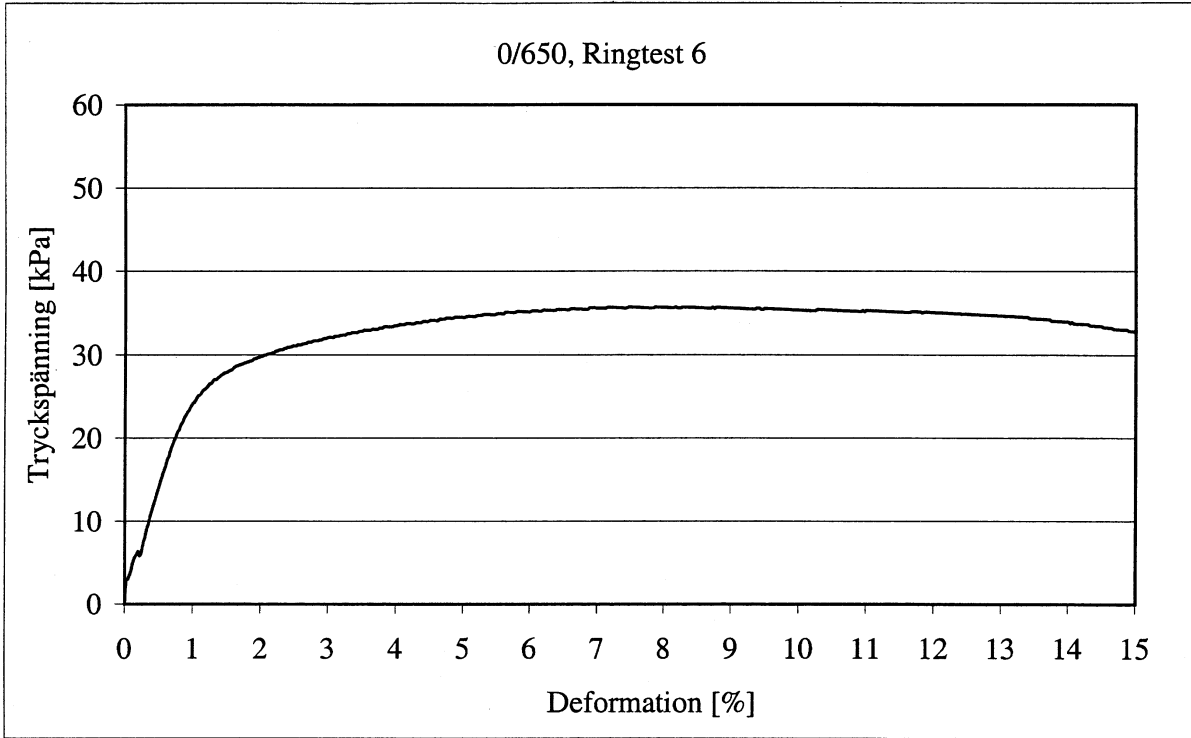
Enaxliga tryckförsök, LTU



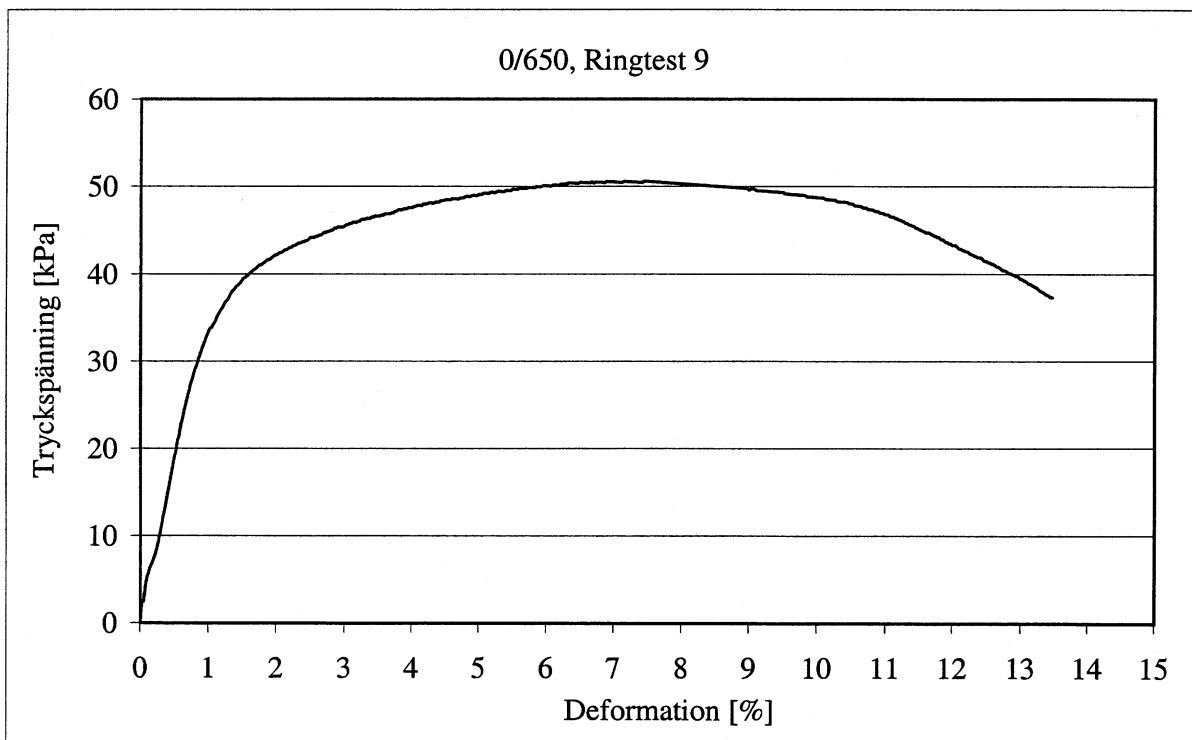
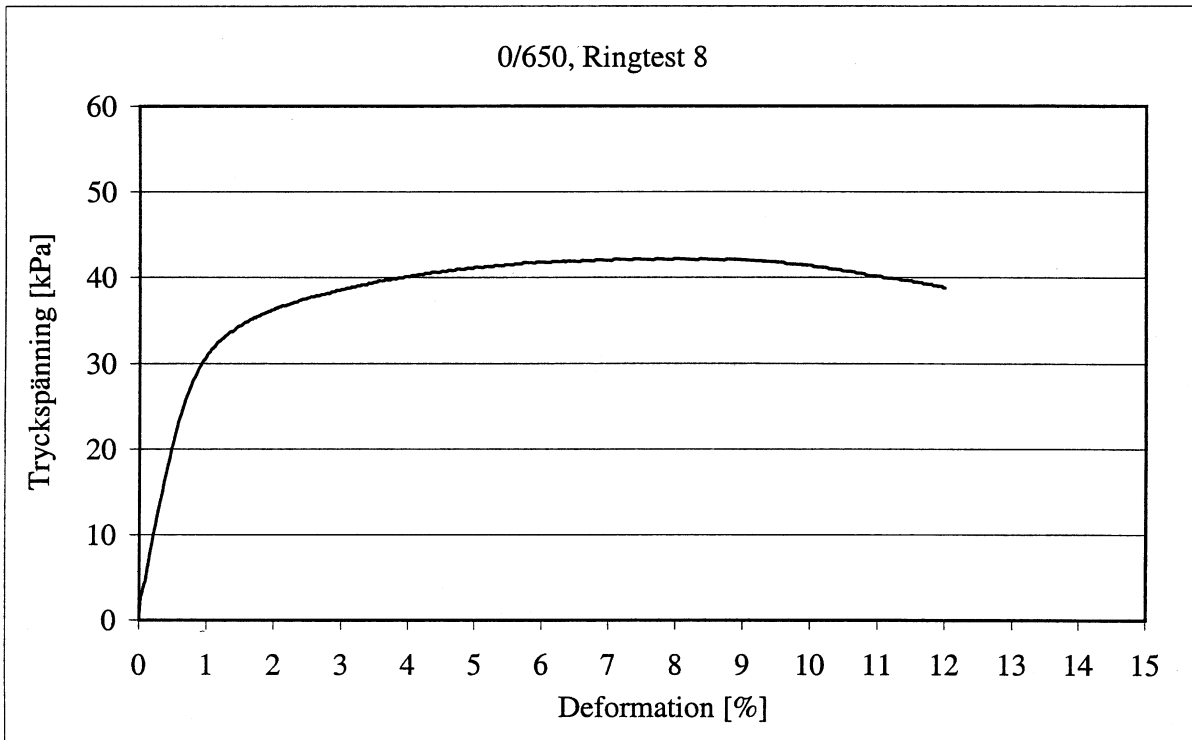
Enaxliga tryckförsök, LTU



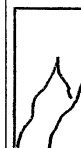
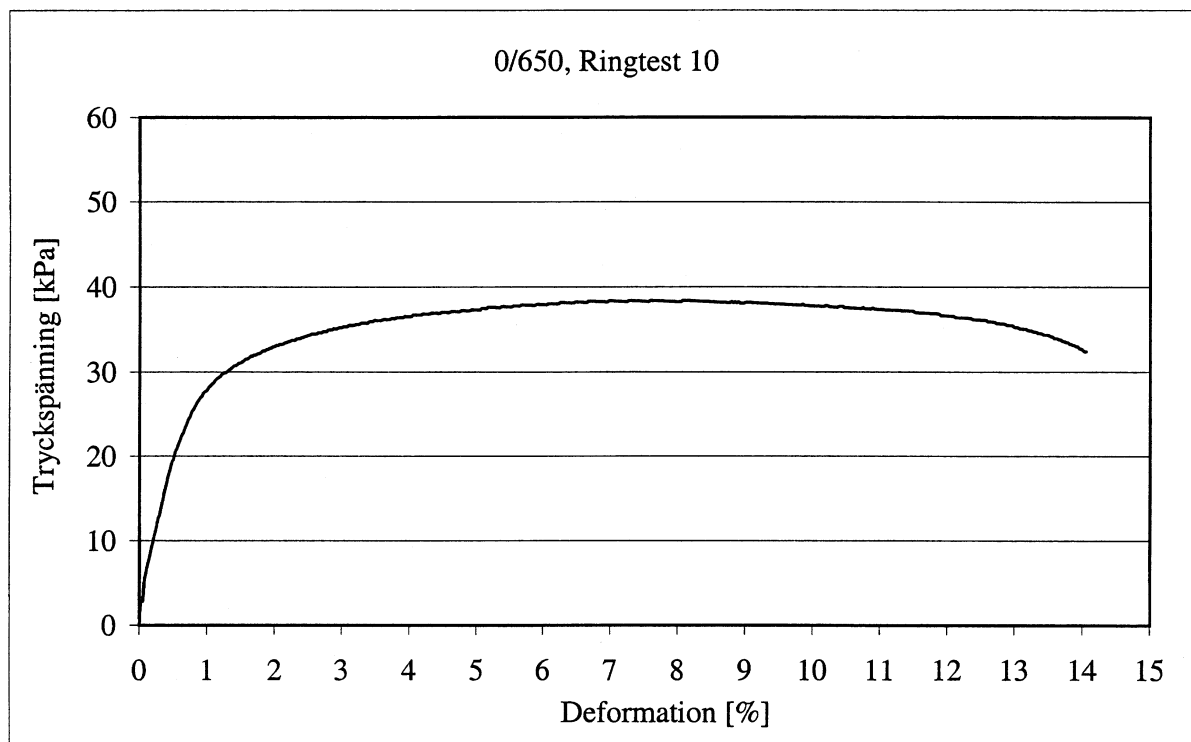
Enaxliga tryckförsök, LTU

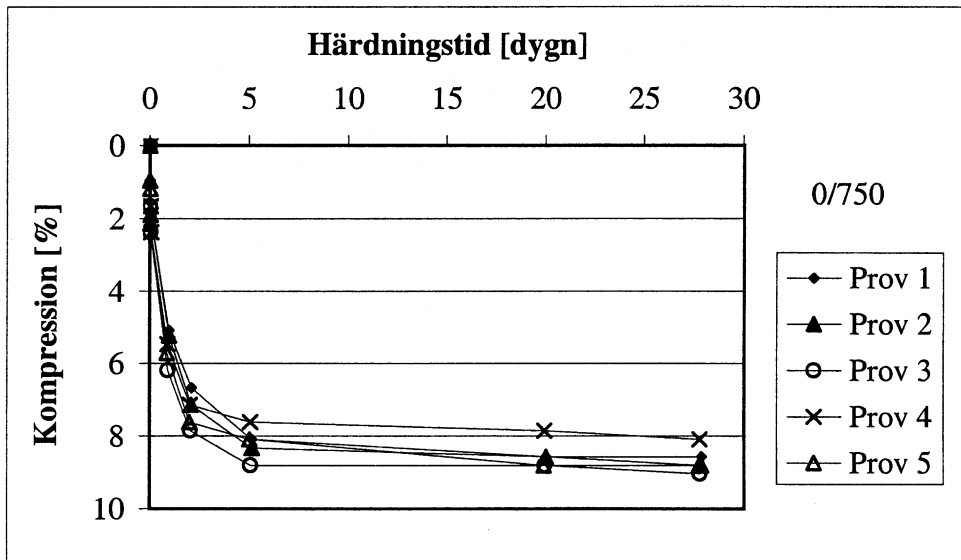
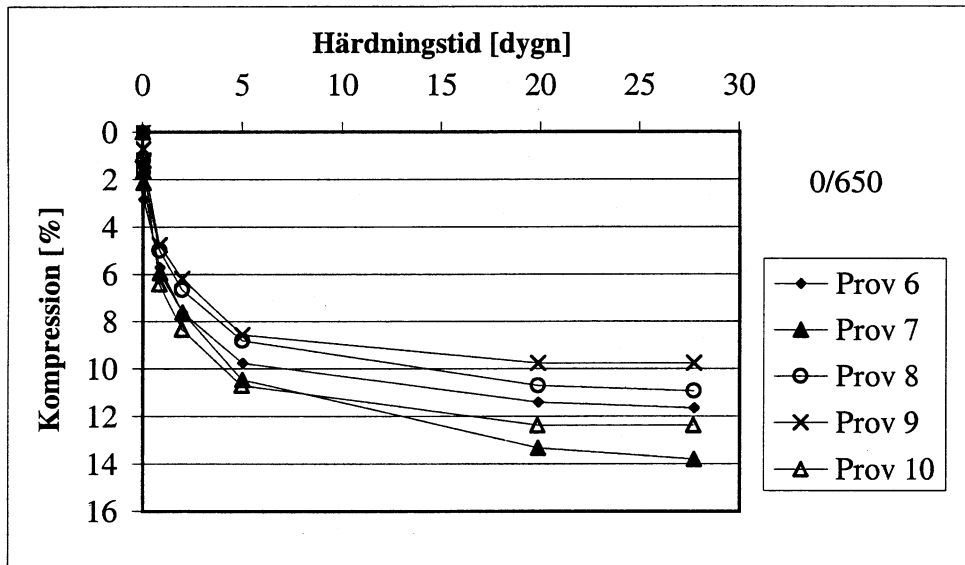


Enaxliga tryckförsök, LTU



Enaxliga tryckförsök, LTU





Bilaga 4
Resultat från SGI

KEMISKT STABILISERAD JORD

Referens: SGI, egna anvisningar. Dokument nr 29

Beställare: Kerstin Pousette, Universitetsområdet, Porsön, Luleå, SE-971 87 Luleå											
Ringtest Torv										Tabell	1
										Dnr	1-0206-344
Datum för inblandning		Handläggare			Laboratorieundersökning			Utförd av		Datum	
020826					020826-020923			O.A. O.A.		021001	
										Teknisk ledare <i>omyttig Kalle!</i>	
Blandning	Tillsatsmedel				Tid efter inblandning dygn	Lagringstemperatur °C	Densitet ρ t/m ³	Vattenkvot w %	Konflytgräns w _L %	Skjuvhållfasthet Enaxliga tryckförsök τ_{fu} kPa	Anmärkning
	kg/m ³	1) Vikts-%	Proportioner Kalk Cement								
BI 1											
Prov 1	200			100	28	ca+20	1,15	674 ² 240		26	Belastning under härdningstid 18kpa
Prov 2	200			100	28	ca+20	1,16	228		16	
Prov 3	200			100	28	ca+20	1,16	226		15	
Prov 4	200			100	28	ca+20	1,15	211		15	
Prov 5	200			100	28	ca+20	1,15	214		16	
BI 2											
Prov 6	200			100	28	ca+20	1,13	544 ² 209		89	Belastning under härdningstid 18kpa
Prov 7	200			100	28	ca+20	1,13	210		87	
Prov 8	200			100	28	ca+20	1,15	206		85	
Prov 9	200			100	28	ca+20	1,15	209		84	
Prov 10	200			100	28	ca+20	1,13	208		79	
<p>1) Beräknad på jordens torra vikt.</p> <p>2) Blandningens vattenkvot före inblandning av kalk/cement.</p> <p>Blandning: 1 Sektion 0/650</p> <p>Blandning: 2 Sektion 0/750</p> <p>3) Skrymdensitet, SS 027114, utgåva 2</p> <p>4) Vattenkvot, SS 027116, utgåva 3</p> <p>5) Konflytgräns, SS 027120, utgåva 2</p> <p>6) Enaxliga tryckförsök, SS 027128, utgåva 1</p> <p>Mätosäkerhet och mätområde framgår av SGI Kvalitetshandbok</p>											

R7 1999-11-18

Ackrediterat laboratorium utses av Styrelsen för ackreditering och teknisk kontroll (SWEDAC) enligt lag. Verksamheten vid de svenska ackrediterade laboratorierna uppfyller kraven enligt SS-EN 45 001.

Denna rapport får endast återges i sin helhet, om inte SWEDAC och utfärdande laboratorium i förväg skriftligen godkänt annat. Resultaten gäller för de provade materialen.

Statens geotekniska institut

581 93 Linköping, telefon 013-20 18 00, telefax 013-20 19 14

SAMMANSTÄLLNING AV LABORATORIEUNDERSÖKNINGAR

Beställare: Kerstin Pousette, Universitetsområdet, Porsön, Luleå, SE-971 87 Luleå						
Ringtest torv					Tabell	2
					Dnr	1-0206-344
Ankomstdatum	Provtagningsredskap	Laboratorieundersökning Datum	Utförd av		Datum	
020626		020826-020905	O.A IMK		021001	
					Teknisk ledare <i>Jenny-Maj Kalle</i>	
Sektion/ Borrhål/ Djup	Benämning enligt "Jordarternas indelning och benämning", Geotekniska laboratorieanvisningar del 2. 1981 års system ¹⁾	2) Densitet ρ t/m ³	3) Vattenkvot w %	4) Glöd-nings-förlust %	5) Humifierings-grad von Post	Jordartsbenämning (Anmärkning)
0/650	SVART HÖGFÖRMULTNAD TORV		674	91,2	8	Th
0/750	BRUN HÖGFÖRMULTNAD TORV		674 554 554	90,3 88,9 88,6	9-10	Th

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

R10 1999-11-18

2) Skrymdensitet SS 027114, Utgåva 2

3) Vattenkvot SS 027116, Utgåva 3

4) Glödningförlust SS 027105. Avvikelse enligt önskemål, temperatur: +800°C

5) Metoden är ej ackrediterad.

Mätosäkerhet och mätområde framgår av SGI Kvalitetshandbok.

Ackrediterat laboratorium utses av Styrelsen för ackreditering och teknisk kontroll (SWEDAC) enligt lag. Verksamheten vid de svenska ackrediterade laboratorierna uppfyller kraven enligt SS-EN 45 001.

Denna rapport får endast återges i sin helhet, om inte SWEDAC och utfärdande laboratorium i förväg skriftligen godkänt annat. Resultaten gäller för de provade materialen.

Statens geotekniska institut

581 93 Linköping, telefon 013-20 18 00, telefax 013-20 19 14



020927

Kommentar till Ringtest stabiliserade torvprov

Blandning nr 1 (sek 0/650). Efter packning av första provhylsan upptäcktes en viss mängd löst cement i botten på blandningsbunken. Blandningen återupptogs ej utan den lösa cementen blandades för hand, efter bästa förmåga. Tid från start av inblandning till lastpåläggning 30 minuter.

Blandning nr 2 (sek 0/750) . Blandades i 2 minuter varefter en manuell omröring med slev gjordes och blandningen återupptogs i 1 minut. Tid från start av inblandning till lastpåläggning 26 minuter.

Utkramning av porvatten för bedömning av pH ej möjligt


För övriga frågor kring det praktiska arbetet var vänlig kontakta

Ola Antehag

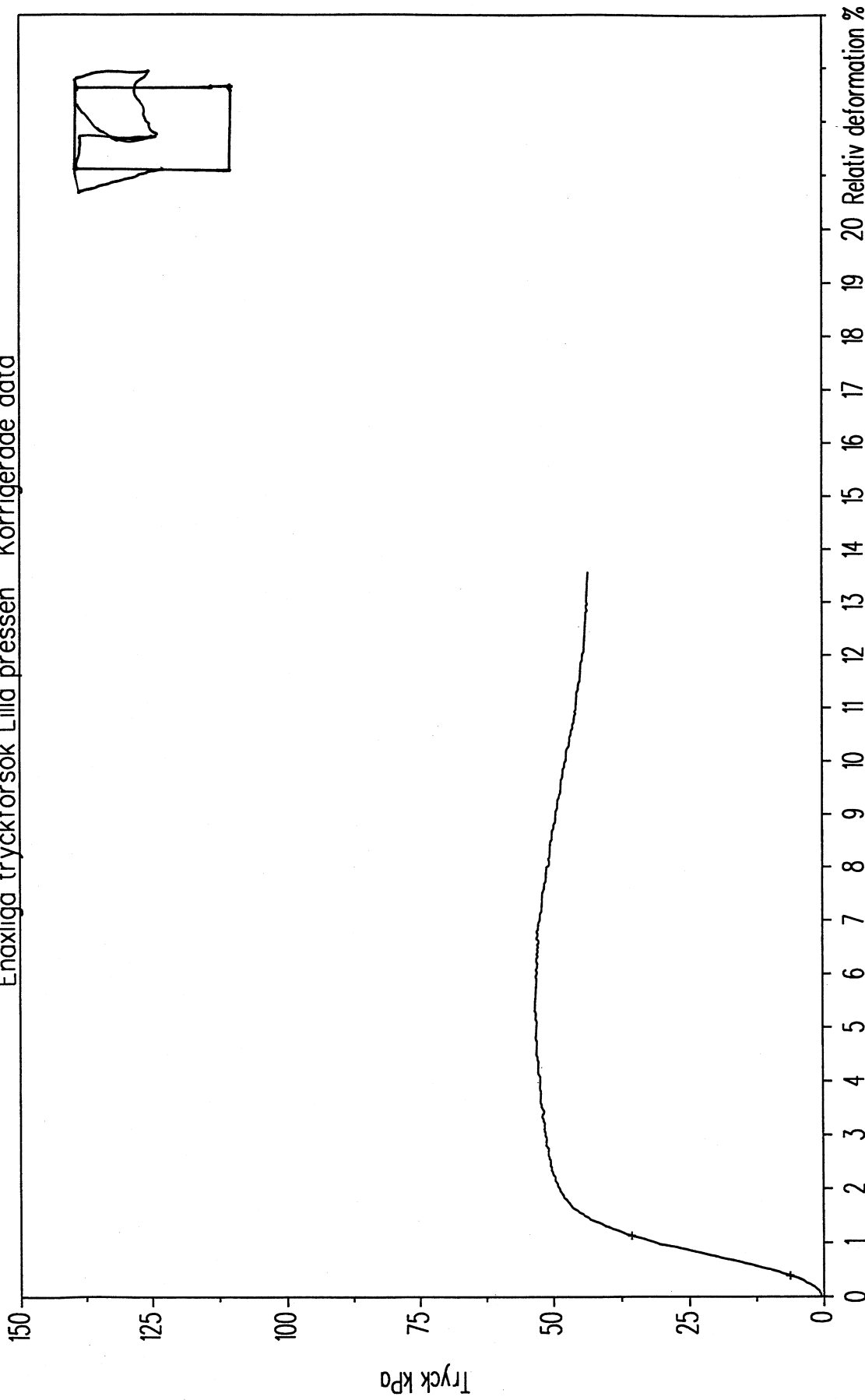
Tel 013-20 19 07


E-mail ola.antehag@swedgeo.se

Med vänliga hälsningar

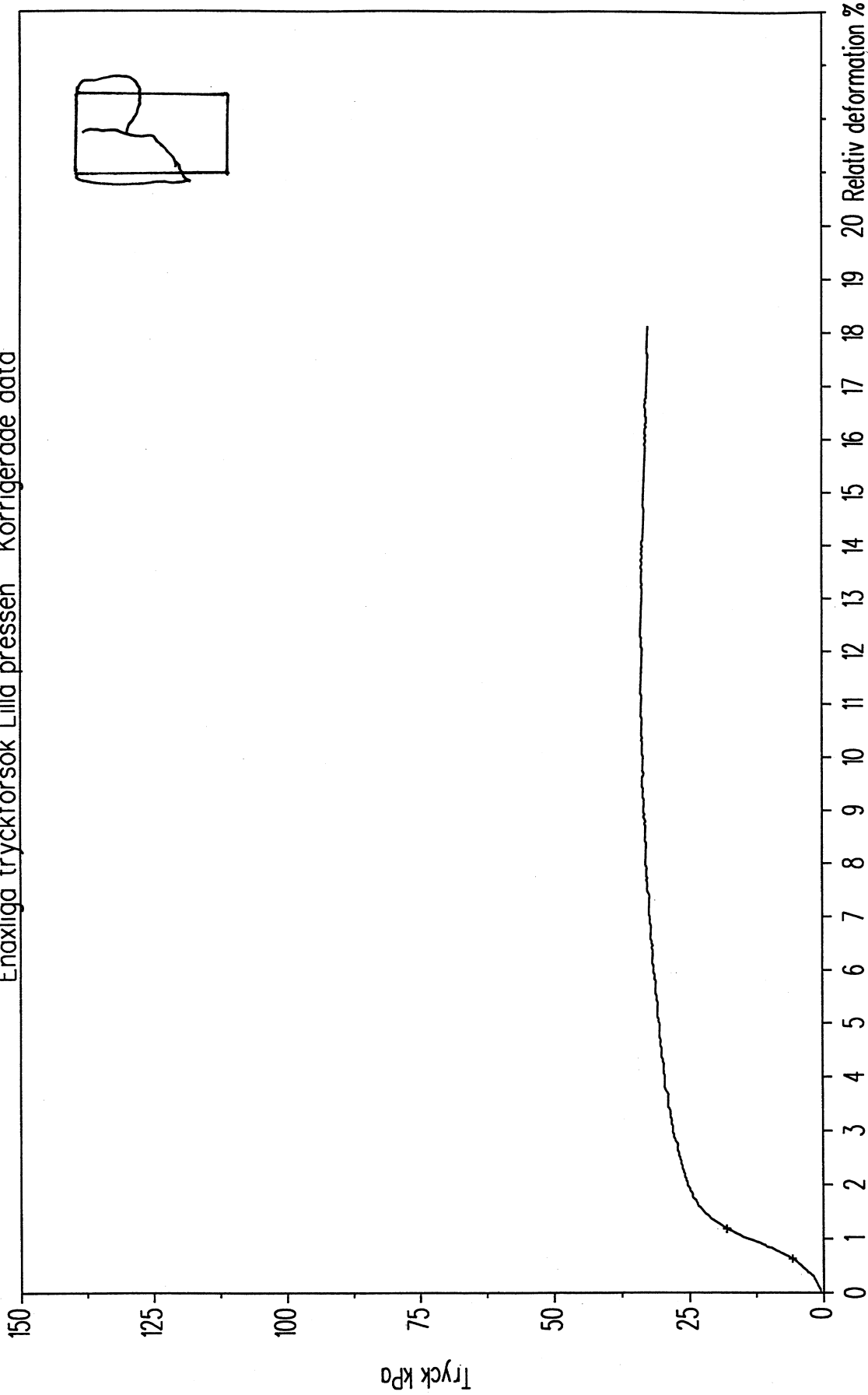

Ola Antehag


Enoxliga tryckförsök Lilla pressen Korrigerade data



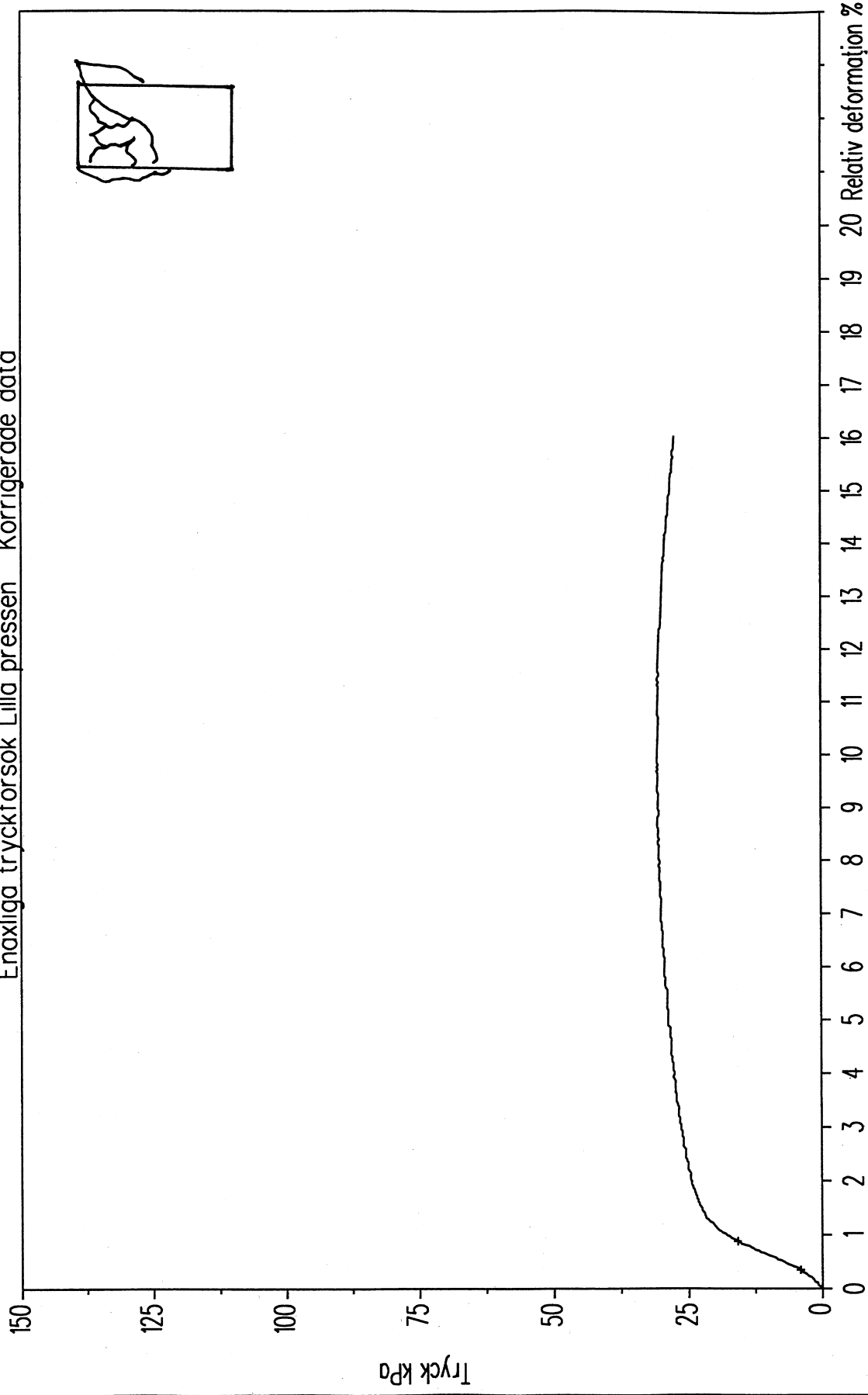
	Provbeteckning : Ring-test torv P I Provhöjd : 135.00 mm Antal dygn / -fjupp : 28 dygn Sek 0650 Provdiameter : 68.00 mm	Inblandningsdatum : 020826 Provningsdatum : 020923	Projektnummer : I-0206-344 Filnamn : 020923MA.kpd
	P _{max} = 53.3 kPa vid 5.31 % deformation C _u = 26.6 kPa (reducerat enl. SS 02 71 28)	Elasticitetsmodul = 4.0 MPa Deformationshastighet = 1.56 mm/minut	Godkänd datum 021001 Sign 阿比々


Enoxliga tryckförsök Lilla pressen Korrigerade data



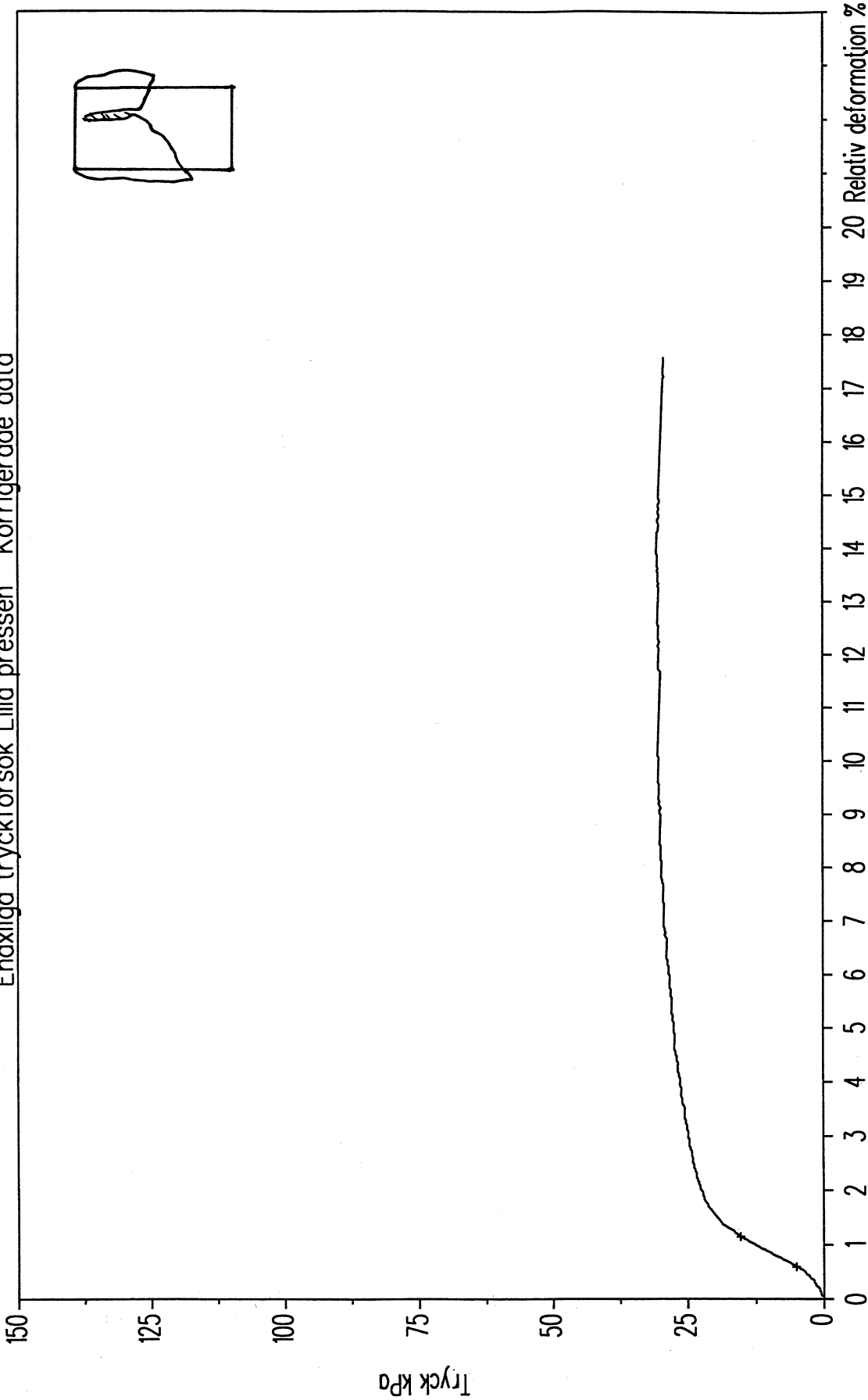
	Provbeteckning : Ring-test torv P 2 Provhöjd : 136.00 mm Antal dygn / Φ björp : 28 dygn Sek 0650 Provdiameter : 68.00 mm	Inblandningsdatum : 020826 Provningsdatum : 020923	Projektnummer : 1-0206-344 Filnamn : 020923AB.kpd
	P _{max} = 33.8 kPa vid 12.29 % deformation Cu = 16.9 kPa (reducerat enl. SS 02 71 28)	Elasticitetsmodul = 2.2 MPa Deformationshastighet = 1.56 mm/minut	Godkänd datum 021001 Sign Jrvk


Enaxliga tryckförsök Lilla pressen Korrigerade data



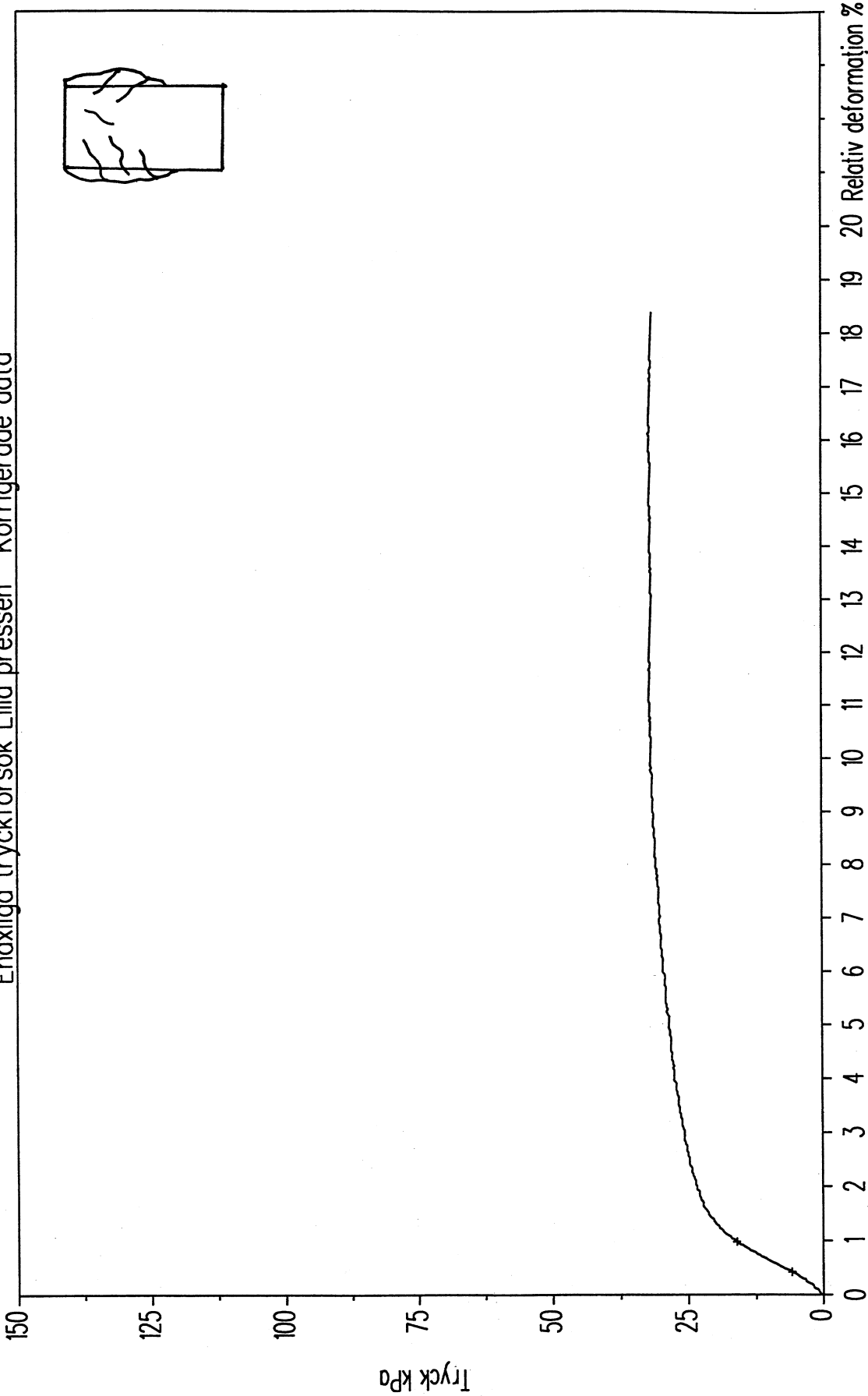
		Provhetsbeteckning : Ring-test torv P 3 Provhöjd : 135.00 mm Inblandningsdatum : 020826 Projektnummer : I-0206-344
		Antal dygn / -djup : 28 dygn Sek 0650 Provdiameter : 68.00 mm Provningsdatum : 020923 Filnamn : 020923AC.kpd
P _{max} = 30.7 kPa vid 9.68 % deformation Elasticitetsmodul = 2.2 MPa Deformationshastighet = 1.56 mm/minut Godkänd datum 021001		
Cu = 15.3 kPa (reducerat enl. SS 02 71 28) Sign 2111		


Enaxliga tryckförsök Lilla pressen Korrigerade data



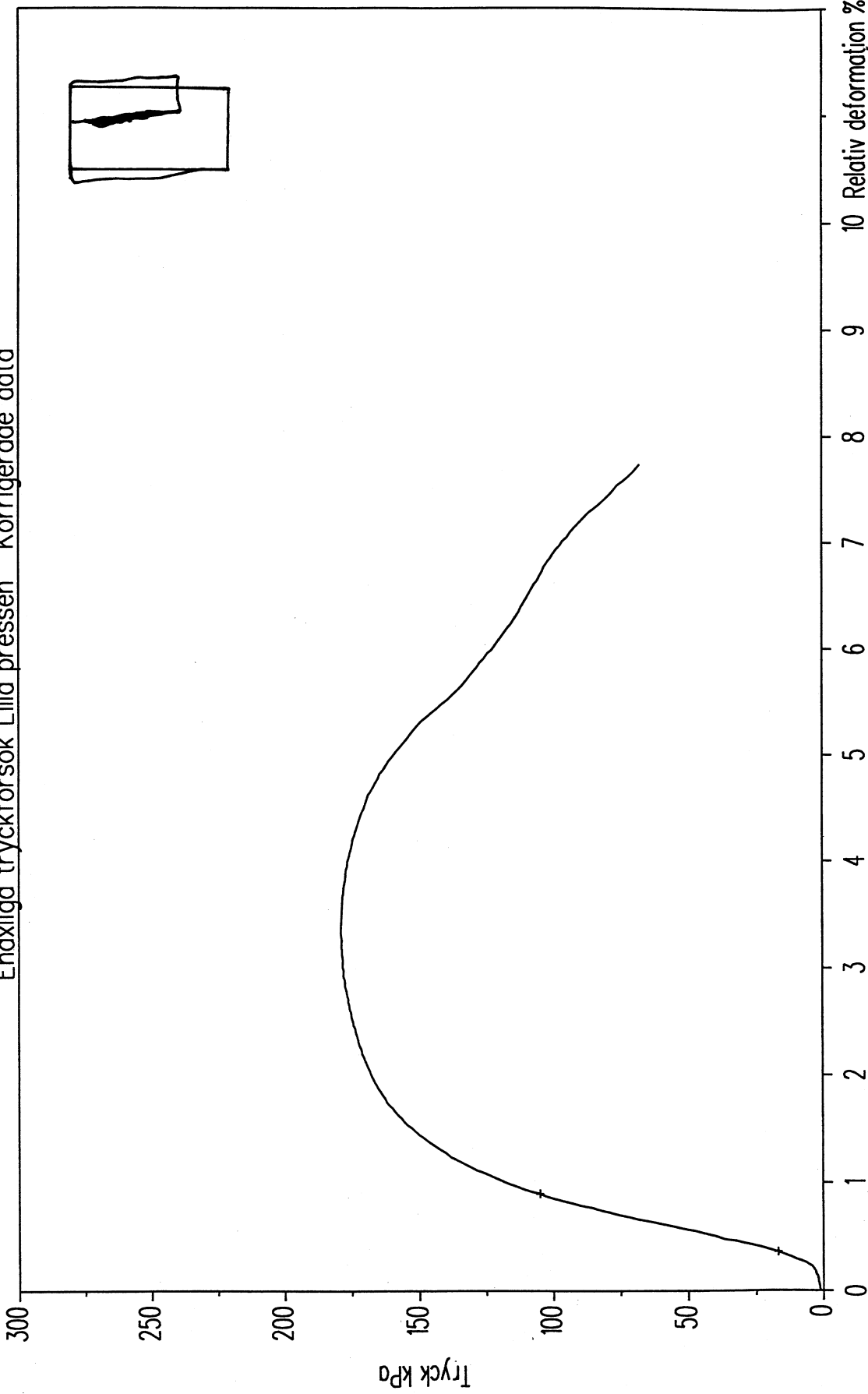
	Provbeteckning : Ring-test torv P 4 Provhöjd : 136.00 mm Inblandningsdatum : 020826 Projektnummer : 1-0206-344
	Antal dygn / Φ -jipp : 28 dygn Sek.0650 Provdiameter : 68.00 mm Provningsdatum : 020923 Filnamn : 020923AD.kpd
	Pmax = 30.6 kPa vid 13.91 % deformation Elasticitetsmodul = 1.9 MPa Deformationshastighet = 1.56 mm/minut Godkänd datum 02.10.01 Cu = 15.3 kPa (reducerat ent. SS 02 71 28) Sign. JHK


Enaxliga tryckförsök Lilla pressen Korrigerade data



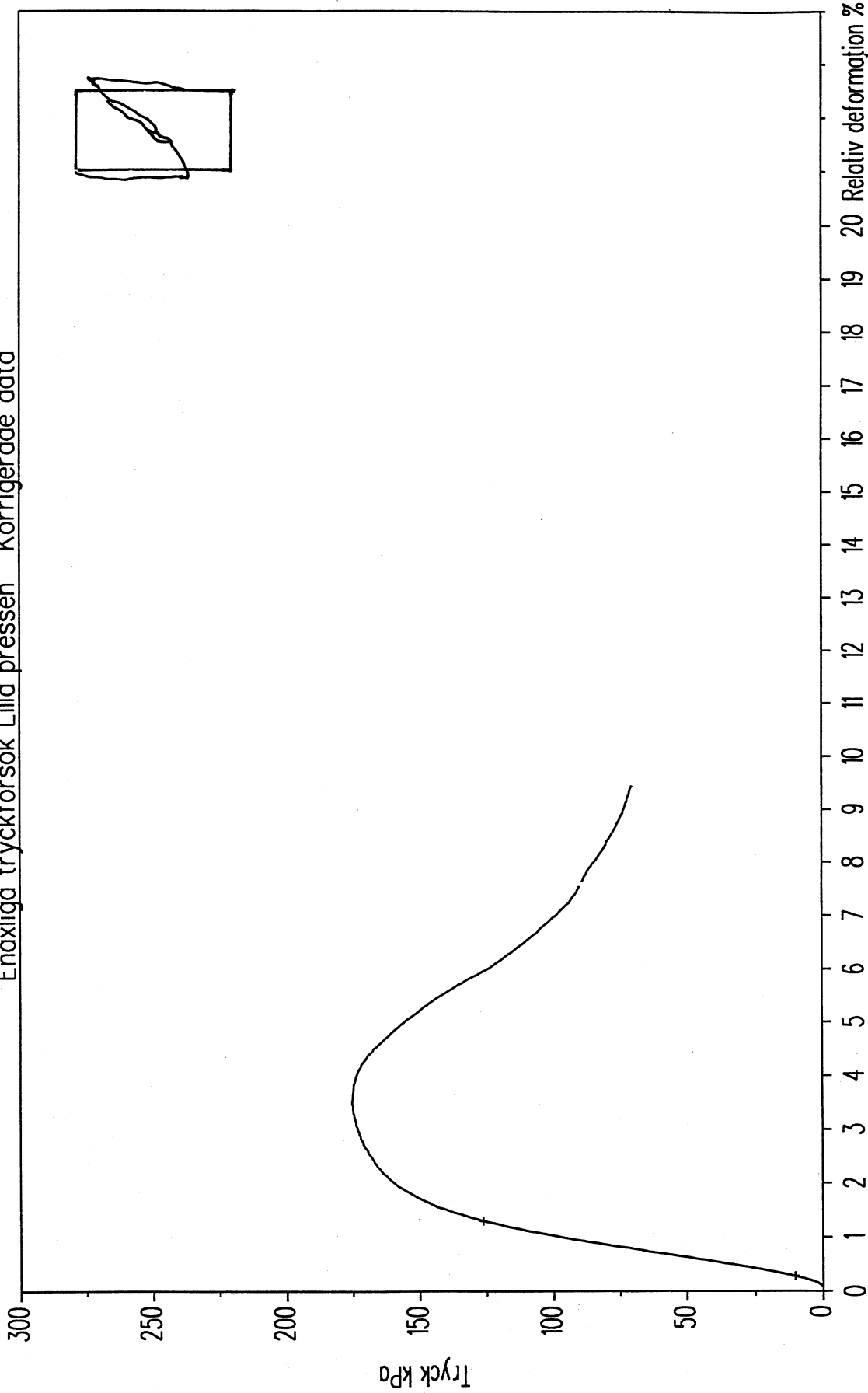
	Provbeteckning : Ring-test torv P 5 Provhöjd : 135.00 mm Inblandningsdatum : 020826 Projektnummer : 1-0206-344
	Antal dygn / Øjæp : 28 dygn Sek 0650 Provdiameter : 68.00 mm Provningsdatum : 020923 Filnamn : 02023AE.kpd
	P _{max} = 32.1 kPa vid 16.12 % deformation Elasticitetsmodul = 1.8 MPa Deformationshastighet = 1.56 mm/minut Godkänd datum 02.10.01 C _u = 16.1 kPa (reducerat enl. SS 02 71 28) Sign JHV

Enaxliga tryckförsök Lilla pressen Korrigerade data

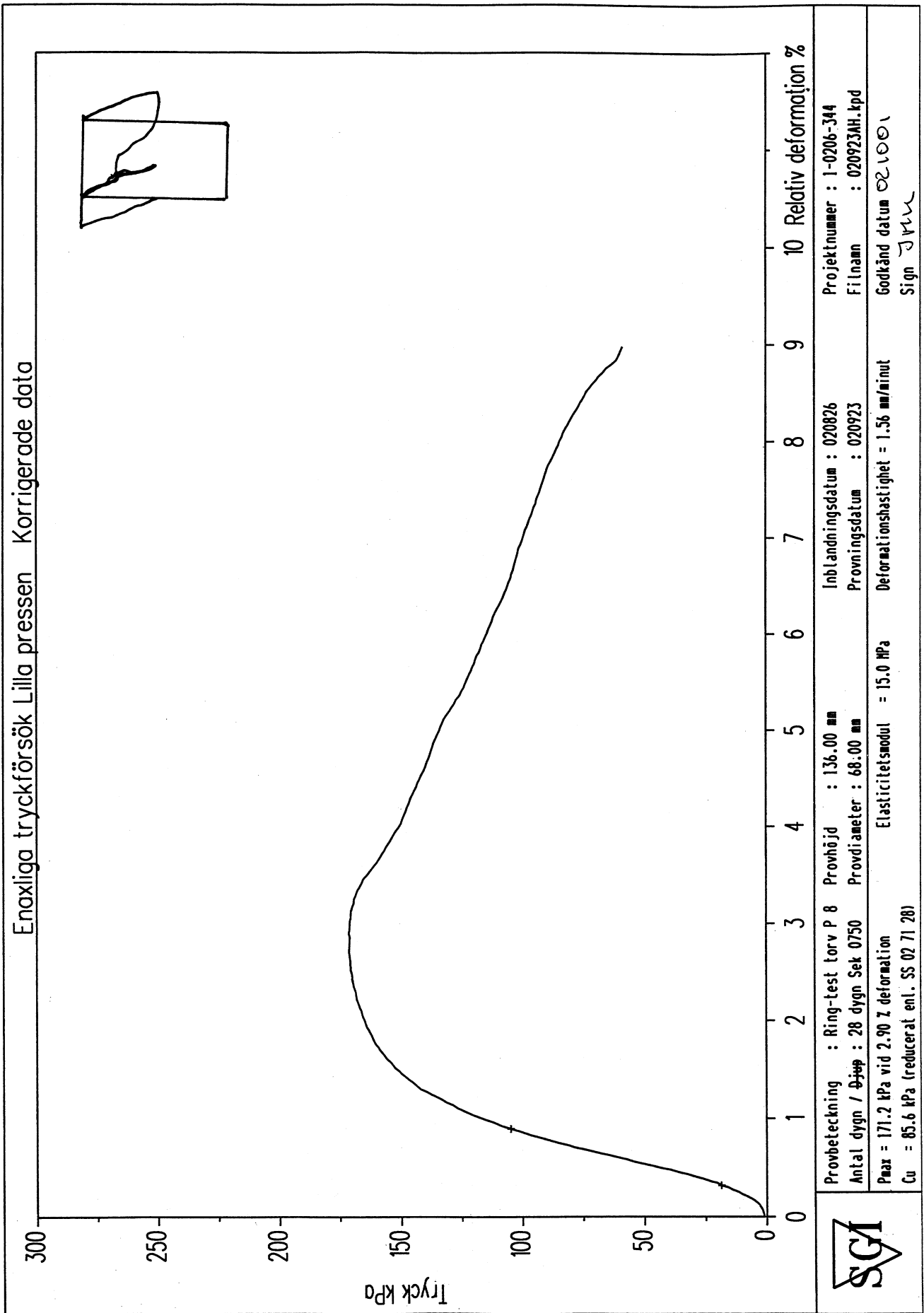


	Provbeteckning : Ring-test torv P 6 Provhöjd : 135.00 mm Inblandningsdatum : 020826	Projektnummer : 1-0206-344
	Antal dygn / Øjpp : 28 dygn Sek 0750 Provdiameter : 68.00 mm Provningsdatum : 020923	Filnamn : 020923AF.kpd
	P _{max} = 178.8 kPa vid 3.33 % deformation E _u = 89.4 kPa (reducerat ent. SS 02 71 28) Elasticitetsmodul = 16.3 MPa	Godkänd datum 021001 Sign. <i>JMV</i>
	Deformationshastighet = 1.56 mm/minut	

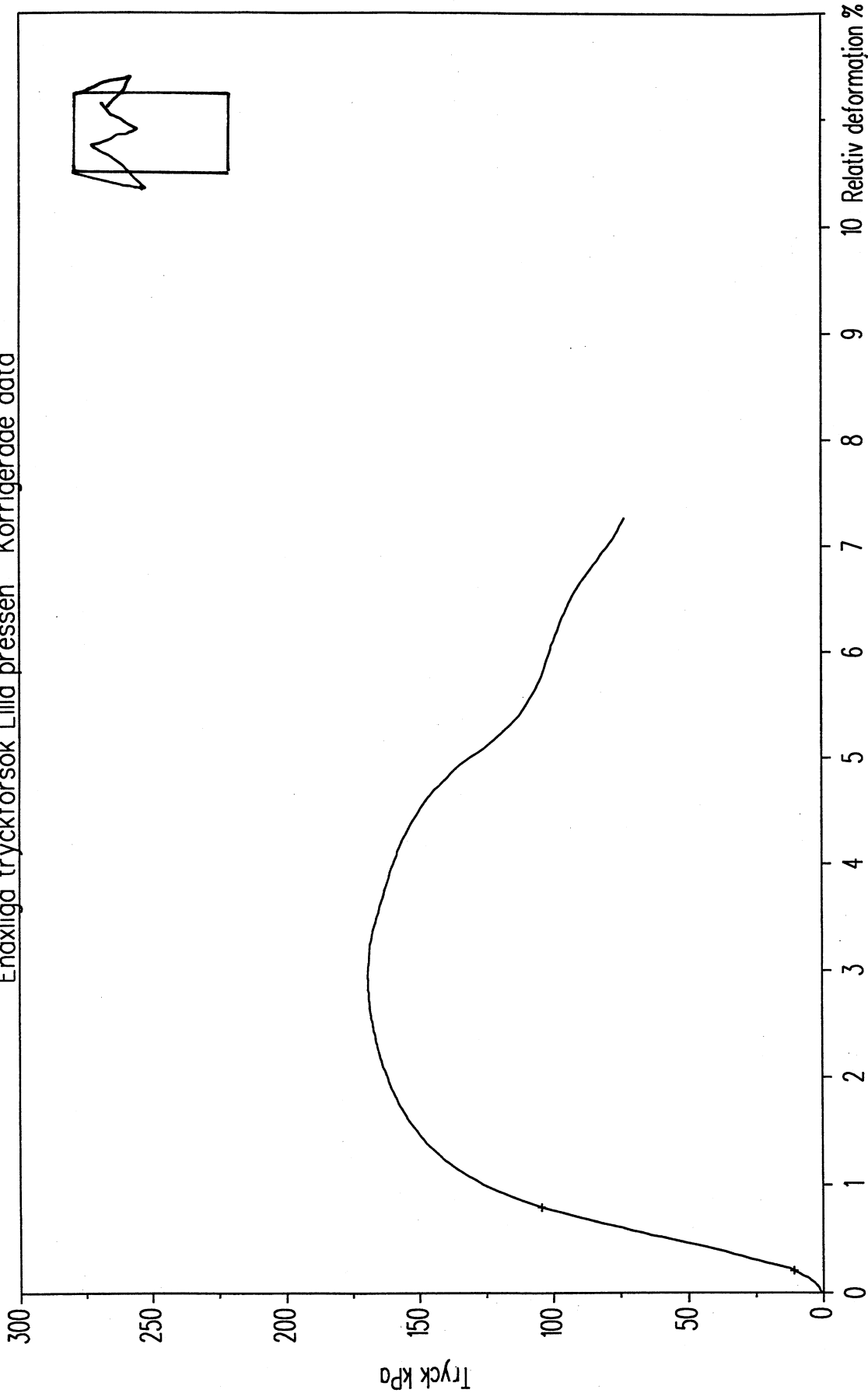
Enoxliga tryckförsök Lilla pressen Korrigerade data



Provbeteckning : Ring-test torv P 7 Antal dygn / Φ bjpp : 28 dygn Sek 0750 P _{max} = 175.2 kPa vid 3.47 % deformation C _u = 87.6 kPa (reducerat enl. SS 02 71 28)	Inblandningsdatum : 020826 Provningsdatum : 020923 Deformationshastighet = 1.55 mm/minut	Projektnummer : 1-0206-344 Filnamn : 020923AG.kpd Godkänd datum 02.10.01 Sign JKK
---	--	--

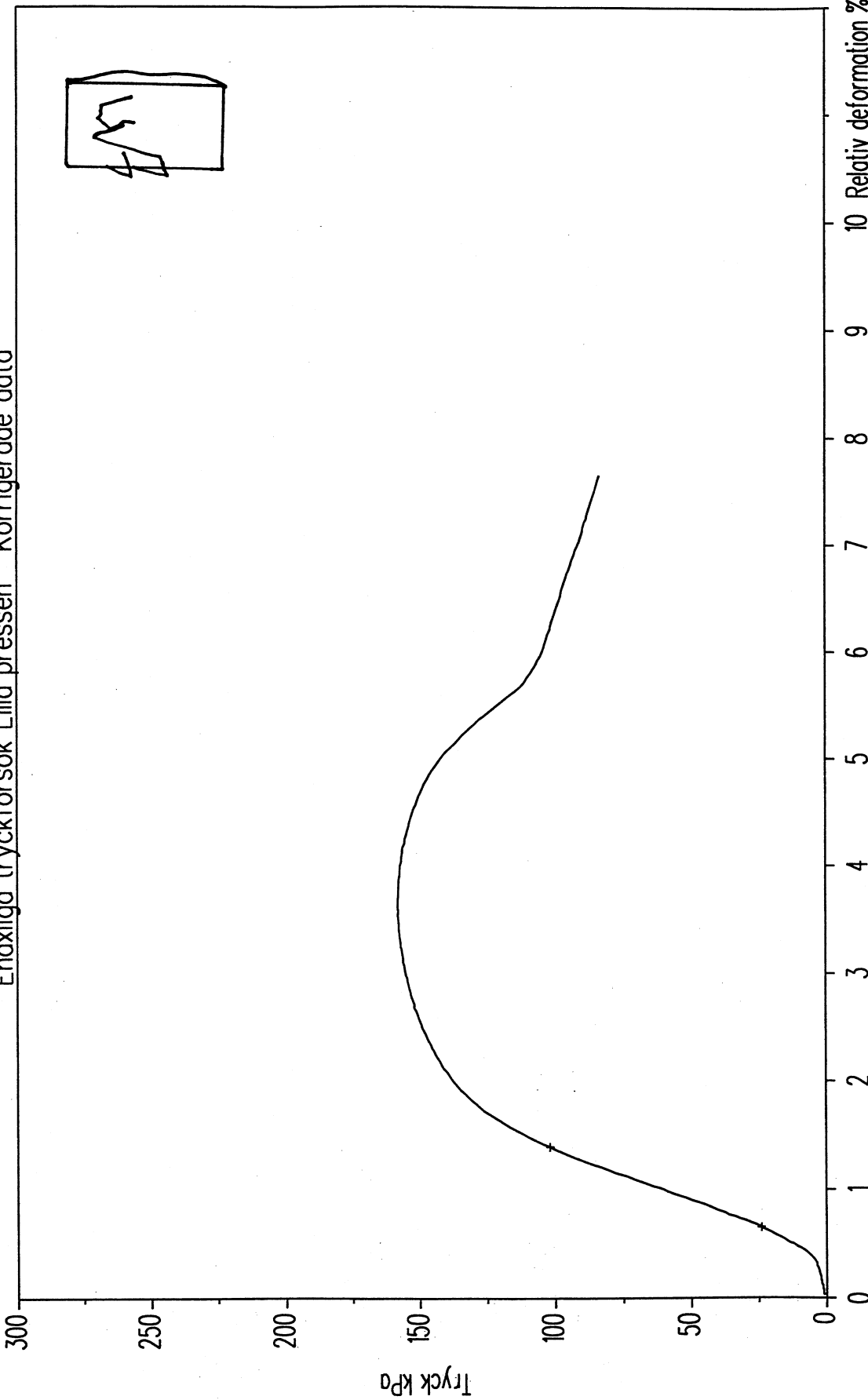



Enoxliga tryckförsök Lilla pressen Korrigerade data



Provbeteckning : Ring-test torv P 9 Antal dygn / Øjæp : 28 dygn Sek 0750 P _{max} = 169.2 kPa vid 2.94 % deformation C _u = 84.6 kPa (reducerat enl. SS 02 71 28)	Inblandningsdatum : 020826 Provningsdatum : 020923 Deformationshastighet = 1.56 mm/minut	Projektnummer : 1-0206-344 Filnamn : 020923AI.kpd Godkänd datum 021001 Sign JRM
--	--	--

Enaxliga tryckförsök Lilla pressen Korrigerade data



	Provbeteckning : Ring-test torv P 10 Provhöjd : 136.00 mm Antal dygn / Øjpp : 28 dygn Sek 0750 Provdiameter : 68.00 mm	Inblandningsdatum : 020826 Provningsdatum : 020923	Projektnummer : 1-0206-344 Filnamn : 020923AJ.kpd
	P _{max} = 158.0 kPa vid 3.62 % deformation C _u = 79.0 kPa (reducerat enl. SS 02 71 28)	Elasticitetsmodul = 10.5 MPa Deformationshastighet = 1.55 mm/minut	Godkänd datum 02.10.01 Sign JWC

D-NR	STARTDATUM	SINGATUR	PROV+BL NR
1-0206-344	020826	0.A	1 1
Tid (minuter)	Höjd (cm) 21 ^{**}	Nedsjunkning (cm)	Kompression %
0	22*	0	0
2	21,7	0,3	1,4
10	21,6	0,4	1,9
60	21,4	0,6	2,9
240	21,1	0,9	4,3
1440	20,3	1,7	8,1
10080	19,1	2,9	13,8
20160	19,0	3,0	14,3
40320	19,0	3,0	14,3
D-NR	STARTDATUM	SINGATUR	PROV+BL NR
1-0206-344	020826	0.A	2 1
Tid (minuter)	Höjd (cm) 21 ^{**}	Nedsjunkning (cm)	Kompression %
0	22*	0	0
2	21,9	0,1	0,5
10	21,8	0,2	1,0
60	21,7	0,3	1,4
240	21,5	0,5	2,3
1440	20,9	1,1	5,2
10080	19,9	2,1	10,0
20160	19,8	2,2	10,5
40320	19,7	2,3	10,9
D-NR	STARTDATUM	SINGATUR	PROV+BL NR
1-0206-344	020826	0.A	3 1
Tid (minuter)	Höjd (cm) 21 ^{**}	Nedsjunkning (cm)	Kompression %
0	22*	0	0
2	22	0	0
10	21,9	0,1	0,5
60	21,8	0,2	1,0
240	21,7	0,3	1,4
1440	21,1	0,9	4,3
10080	20,1	1,9	9,0
20160	19,9	2,1	10,0
40320	19,8	2,2	10,5
D-NR	STARTDATUM	SINGATUR	PROV+BL NR
1-0206-344	020826	0.A	4 1
Tid (minuter)	Höjd (cm) 21 ^{**}	Nedsjunkning (cm)	Kompression %
0	22*	0	0
2	22	0	0
10	22	0	0
60	21,9	0,1	0,5
240	21,7	0,3	1,4
1440	21,1	0,9	4,3
10080	20,2	1,8	8,6
20160	20,1	1,9	9,0
40320	20,0	2,0	9,5

* Längd med filtersten

** = Provets längd utan filtersten

D-NR	STARTDATUM	SINGATUR	PROV+BL NR
1-0206-344	020826	0A	5 1
Tid (minuter)	Höjd (cm) 21**	Nedsjunkning (cm)	Kompression %
0	22*	0	0
2	22	0	0
10	21.9	0,1	0.5
60	21.8	0.2	1.0
240	21.7	0.3	1.4
1440	21.3	0.7	3.3
10080	20.2	1.8	8.6
20160	20.0	2.0	9.5
40320	20.0	2.0	9.5
D-NR	STARTDATUM	SINGATUR	PROV+BL NR
1-0206-344	020826	0A	6 2
Tid (minuter)	Höjd (cm) 21.2**	Nedsjunkning (cm)	Kompression %
0	22.2*	0	0
2	22.2	0	0
10	22.1	0,1	0.5
60	22.0	0.2	0.9
240	21.8	0.4	1.9
1440	21.1	1.1	5.2
10080	20.8	1.4	6.6
20160	20.8	1.4	6.6
40320	20.8	1.4	6.6
D-NR	STARTDATUM	SINGATUR	PROV+BL NR
1-0206-344	020826	0A	7 2
Tid (minuter)	Höjd (cm) 21.5**	Nedsjunkning (cm)	Kompression %
0	22.5*	0	0
2	22.5	0	0
10	22.4	0,1	0.4
60	22.3	0.2	0.9
240	22.0	0.5	2.3
1440	21.5	1.0	4.6
10080	21.1	1.4	6.5
20160	21.1	1.4	6.5
40320	21.1	1.4	6.5
D-NR	STARTDATUM	SINGATUR	PROV+BL NR
1-0206-344	020826	0A	8 2
Tid (minuter)	Höjd (cm) 21.3**	Nedsjunkning (cm)	Kompression %
0	22.3*	0	0
2	22.3	0	0
10	22.3	0	0
60	22.1	0.2	0.9
240	21.9	0.4	1.9
1440	21.1	1.2	5.6
10080	20.8	1.50	7.0
20160	20.8	1.5	7.0
40320	20.8	1.5	7.0

* PROV + FILTERSTEN

** PROVHÖJD

D-NR	STARTDATUM	SINGATUR	PROV+BL NR
1-0206-344	020826	0A	9 2
Tid (minuter)	Höjd (cm)	Nedsjunkning (cm)	Kompression %
0	22,5*	0	0
2	22,3	0,2	0,9
10	22,2	0,3	1,4
60	20,0	0,5	2,3
240	21,9	0,6	2,8
1440	21,1	1,4	6,5
10080	20,8	1,7	7,9
20160	20,8	1,7	7,9
40320	20,8	1,7	7,9
D-NR	STARTDATUM	SINGATUR	PROV+BL NR
1-0206-344	020826	0A	10 2
Tid (minuter)	Höjd (cm)	Nedsjunkning (cm)	Kompression %
0	22,5*	0	0
2	22,4	0,1	0,5
10	22,4	0,1	0,5
60	22,2	0,3	1,4
240	22,0	0,5	2,3
1440	21,4	1,1	5,1
10080	21,0	1,5	6,9
20160	21,0	1,5	6,9
40320	21,0	1,5	6,9
D-NR	STARTDATUM	SINGATUR	PROV+BL NR
Tid (minuter)	Höjd (cm)	Nedsjunkning (cm)	Kompression %
0			
2			
10			
60			
240			
1440			
10080			
20160			
40320			
D-NR	STARTDATUM	SINGATUR	PROV+BL NR
Tid (minuter)	Höjd (cm)	Nedsjunkning (cm)	Kompression %
0			
2			
10			
60			
240			
1440			
10080			
20160			
40320			

* PROV + FILTERSTEN

** PROVVÖJD

Bilaga 5
Resultat från SCC Viatek Oy

RINGTEST (TV1 = Torv 1; TV2 = Torv 2)

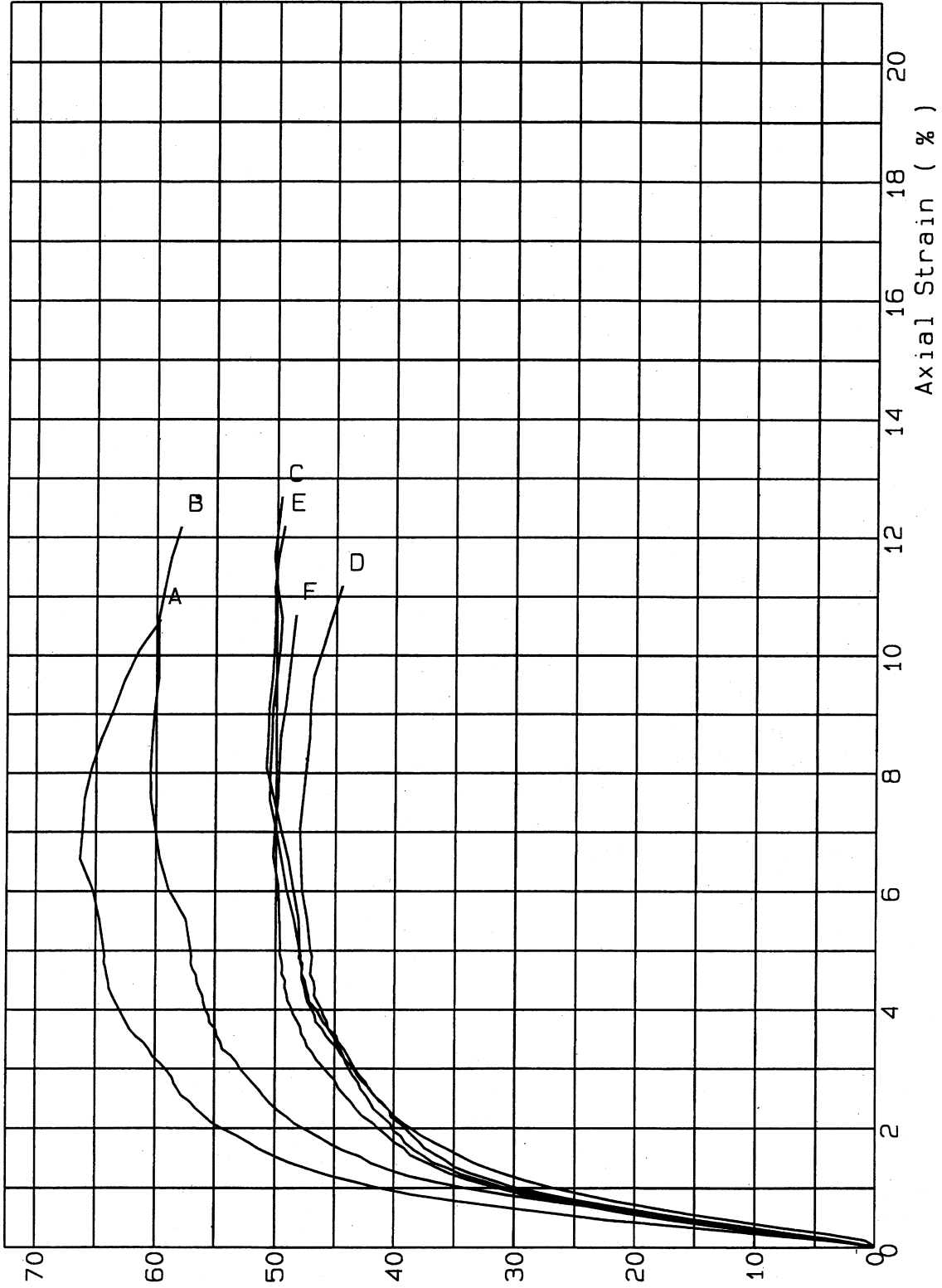
GRUNDLÄGGANDE EGENSKAPER				
	W	ρ	H	pH
TV 1	677	1000	97,8	4,2
TV 1, 2. bestämning	681		97,2	
TV 2	566	1010	98,4	3,6
TV 2, 2. bestämning	559		99,0	
Cement STD PK 6/02	0,8			

PROVSTYCKEN		SÄTTNING %										TRYCKHÅLLFASTHET (28d) => 2 ^{mm} /min, h=136mm						
No	W ₀	ρ_0	m ₀	h ₀	2 min	10 min	1 h	4 h	1 d	7 d	14 d	28 d	h _L	m _L	ρ_L	W _L	σ_L	
TV 1 0/650																		
KR-1A	257	1156/324	831	198	0,5	0,9	1,6	2,8	6,0	11,0	11,5	11,6	136	573	1161/361	222	66	
KR-1B	257	1158/324	832	198	0,3	0,7	1,3	2,6	5,1	9,4	9,8	9,9	136	571	1156/357	225	61	
KR-1C	256	1163/327	836	198	0,3	0,8	1,3	2,6	5,4	10,8	11,5	11,5	136	574	1163/359	224	51	
KR-1D	256	1153/324	829	198	0,3	0,5	1,5	3,0	5,9	10,7	11,2	11,4	136	574	1164/360	223	48	
KR-1E	260	1156/321	831	198	0,5	1,0	1,9	3,2	5,7	11,1	11,7	11,8	136	570	1155/357	223	51	
KR-1F	260	1158/322	832	198	0,5	0,8	1,7	2,9	5,9	11,2	11,9	12,0	136	575	1165/363	221	50	
TV 2 0/750																		
KR-2A	235	1166/348	838	198	0,5	0,8	1,7	2,9	6,3	7,4	7,4	7,4	136	577	1168/381	207	315	
KR-2B	235	1162/347	835	198	0,4	0,7	1,7	3,1	6,4	7,7	7,7	7,9	136	578	1170/384	205	315	
KR-2C	234	1165/349	837	198	0,3	0,6	1,4	2,6	6,0	7,0	7,2	7,3	136	576	1167/381	206	300	
KR-2D	234	1170/350	841	198	0,4	0,8	1,7	3,1	5,9	6,6	6,7	6,7	136	578	1171/378	210	285	
KR-2E	235	1153/344	829	198	0,5	0,6	1,5	3,0	6,2	7,4	7,6	7,6	136	577	1169/380	208	286	
KR-2F	235	1157/346	832	198	0,5	1,0	2,0	3,6	6,6	8,1	8,2	8,2	136	575	1165/379	207	286	

Job: RINGTEST

Sample: KR-1

Deviator Stress v Axial Strain

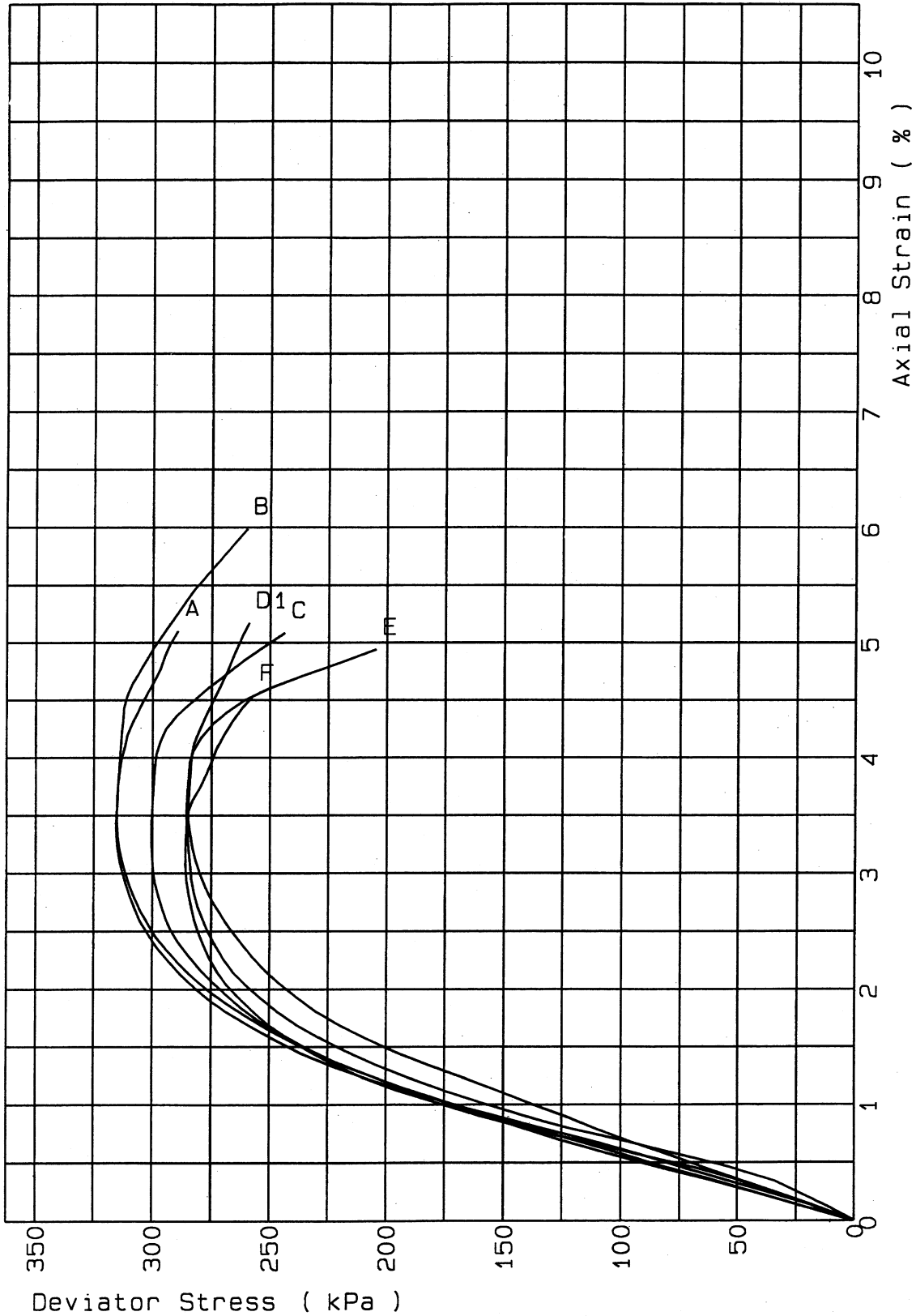


Deviator Stress (kPa)

Job: RINGTEST

Sample: KR-2

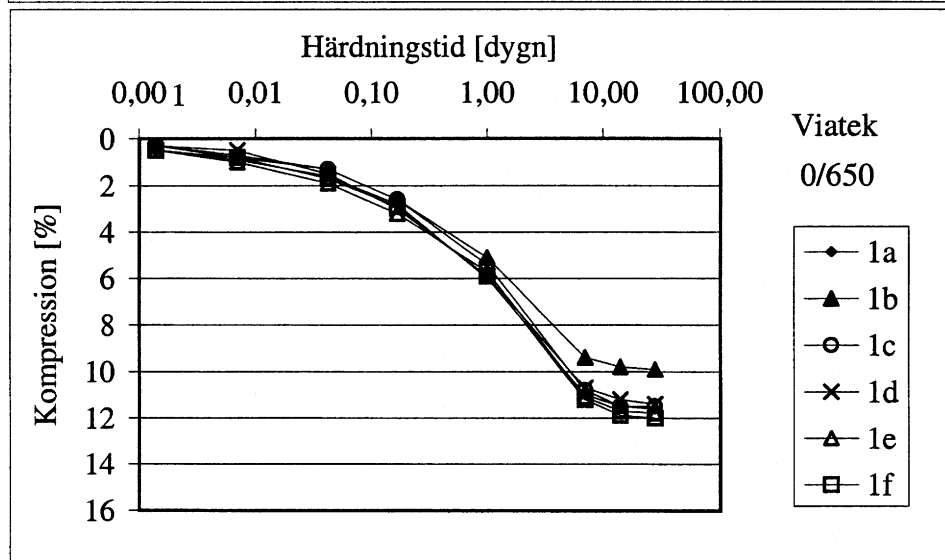
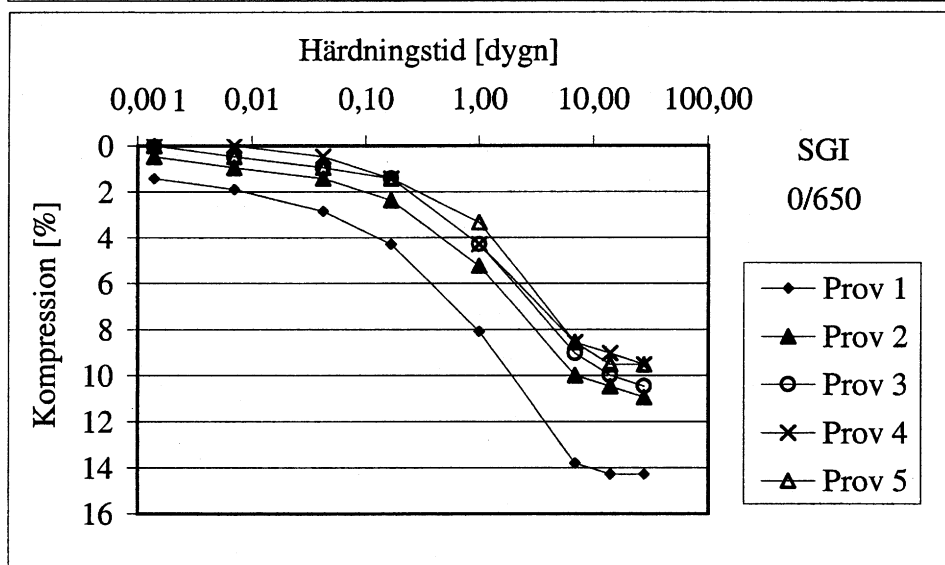
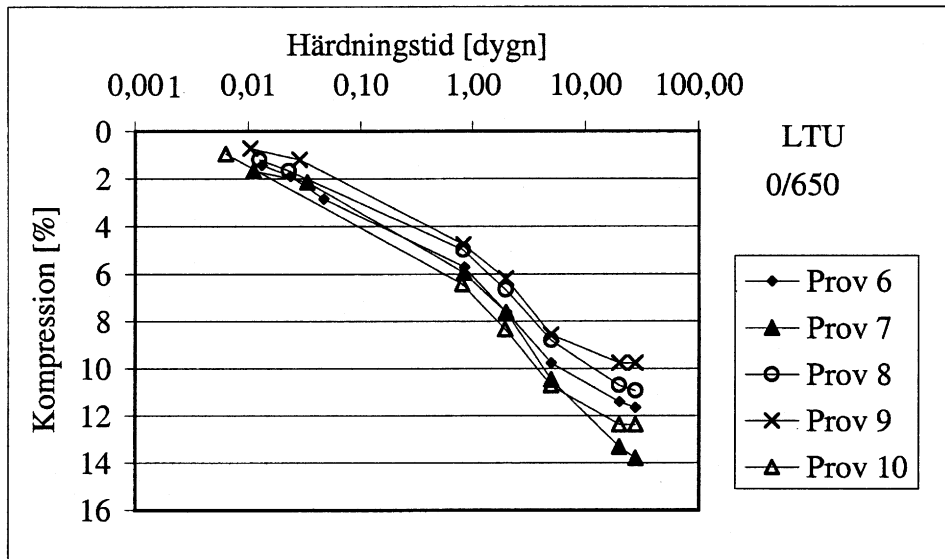
Deviator Stress v Axial Strain



Bilaga 6

Kompression under härdningstiden

Kompression under härdningstiden



Publikationer utgivna av Svensk Djupstabilisering

Arbetsrapport

1. **Arlandabanan, Norra Böjen. Sättningar hos järnvägsbank på kc-pelare (1998)**
Ulf Stjerngren
2. **KC-förstärkning för schakt inom spont, Filipstad Brygge, Oslo (1998)**
Phung Doc Long & Håkan Bredenberg
3. **Inblandningsmekanismer vid djupstabilisering med kalk-, kalk/cementpelare och cementpelare (1998)**
Stefan Larsson
4. **Undersökning av KC-pelare med avseende på dess "homogenitet" (1998)**
Roland Tränk
5. **Bestämning av egenskaper i cellstabiliserad torv (1998)**
Nenad Jelusic, Torbjörn Edstam & Yvonne Rogbeck
6. **Rörelser och portryck vid kalkpelarinstallation Redovisning av mätresultat (1998)**
Åke Johansson
7. **Masstabilisering av väg 590, Askersund (1998)**
Yvonne Rogbeck
8. **KC-pelarförstärkning av instabil slänt. E4, delen Nyland – Ullånger, Västernorrlands län. Åtgärder och mätningar (1998)**
Leiv Viberg, Bertil Eriksson & Stefan Johansson
9. **Grunnförsterkning med kalkcementpælar (1999)**
Stein Christensen, Arnstein Watn, Steinar Nordal, Arnfinn Emdal, Torbjørn 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
12. **Undersökning i fält av stabiliseringseffekt i organisk jord och lera (2000)**
Tobias Hansson, Yvonne Rogbeck & Leif Säfström
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
15. **Djupstabilisering med kalk-cementpelare – Provfält (2000)**
Lars O Johansson
16. **Laboratorieinblandning för stabilisering av lera – Referensmetod (2000)**
Torbjörn Edstam
17. **Kalkcementpelarförstärkning för bro – Funktionsuppföljning. Väst kustbanan, delen Sättinge – Lekarekulle. Bro över väg N359U (km 35/603) (2000)**
Marius Tremblay
18. **Kalk- och kalkcementpelare – Jämförelse mellan laboriestabilisering och pelarinstallation (2001)**
Erika Haglund & Evelina Nilsson
19. **Kalkcementpelare i skivor – Modellförsök (2001)**
Jan Honkanen & Johan Olofsson
20. **Stabilisering av torv. Referensmetod för laboratorieinblandning. Steg 1 – Insamling av erfarenheter (2001)**
Ronny Andersson, Arvid Jacobsson & Karin Axelsson
21. **Erfarenhetsbank – Etapp 2: Erfarenhetsåterföring (2002)**
Magnus Karlsson, Göran Holm & Leif Säfström
22. **International Workshop on Deep Mixing Technology for Infrastructure Development – Current Practice & Research Needs (2002)**
Göran Holm
23. **Studie av inverkan av faktorer i blandningsprocessen vid djupstabilisering med kalkcementpelare – Fältförsök i Håby (2002)**
Stefan Larsson, Marcus Dahlström & Bengt Nilsson
24. **Peptisering vid djupstabilisering (2002)**
Matilda Hoffstedt & Sven-Erik Johansson
25. **Stabilisering/solidifiering av förorenad jord – en förstudie (2003)**
Göran Holm
26. **Gränsson (2003)**
Sven-Erik Johansson
27. **A complementary field study on the uniformity of lime-cement columns – Field tests at Strängnäs (2003)**
Stefan Larsson, Marcus Dahlström & Bengt Nilsson

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. **Provbanks på kalk/cementpelarförstärkt gyttja och sulfidhaltiga lera i Norrala (1999)**
Rolf Larsson
5. **Masstabilisering (2000)**
Nenad Jelusic
6. **Blandningsmekanismer och blandningsprocesser – med tillämpning på pelarstabilisering (2000)**
Stefan Larsson
7. **Deformation Behaviour of Lime/Cement Column Stabilized Clay (2000)**
Sadek Baker
8. **Djupstabilisering med kalkcementpelare – metoder för produktionsmässig kvalitetskontroll i fält (2001)**
Morgan Axelsson
9. **Olika bindemedels funktion vid djupstabilisering (2001)**
Mårten Janz & Sven-Erik Johansson
10. **Mitigation of track and ground vibrations by high speed trains at Ledsgård, Sweden (2002)**
Göran Holm, Bo Andréasson, Per-Evert Bengtsson, Anders Bodare & Håkan Eriksson
11. **Miljöeffektbedömning (LCA) för markstabilisering (2003)**
Tomas Rydberg & Ronny Andersson



Svensk Djupstabilisering

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