A technical drawing on the left side of the page. At the top is a rectangular cross-section of a beam with a stippled pattern. Below it is a cross-section of a pile head, also with a stippled pattern, shown within a bracket-like structure. A long, vertical pile extends downwards from the head. Near the bottom of the pile, there are several horizontal lines representing a connection or a specific section. At the very bottom, the pile is shown embedded in a foundation, represented by horizontal hatching lines.

PÅLKOMMISSIONEN

Tekniskt PM 1:2010

Resultat av provningar av borrade stålrörspålar för projekt Citybanan

Utförda av

Bo Berglars och Hans Öberg

Editor: Gunnar Westberg

Linköping 2010

FÖRORD

Provning av hylskarvar, påspetsar och ringborrkronor för borrade stålrörspålar har utförts på KTH Hållfasthetslära och Piling Development AB har bistått med utvärdering av resultaten. I detta tekniska PM visas resultat av utförda tryck-, böj- och dragprov med hylsskarvar för RD-pålar. Provningsen omfattar såväl betongfyllda som tomma rör.

Borrade stålrörspålar används i ökande utsträckning i Sverige. Regler för hur dimensionering, utförande och kontroll ska ske för denna typ av påle saknas i Sverige. Pålkommisionen beslöt 2005 därför att skapa en arbetsgrupp vars uppgift var att ta fram anvisningar för borrade stålrörspålar.

Avsikten med detta tekniska PM är att visa på projektspecifika provningar som skett i samband med utredningsarbetet för att bidra med kunskap om pålprovning. De bilagorna aktuella provningarna har gjorts i syfte att verifiera ingående material i ett specifikt projekt och inte för att publiceras som en rapport eller ett läromedel. Genom sammanställning och publicering av materialet sprids kunskap om exempelvis provningsförfarande.

Status på tekniskt PM

Pålkommisionens styrelse beslöt år 2008 att införa en skriftserie med tekniska PM som ett komplement till kommissionens rapportserie, men med en annan status än rapporterna. Det tekniska PM:et kan beskrivas som en arbetsrapport i vilken möjlighet finns att dela med sig av sin kunskap.

Syftet med tekniska PM är att bidra till att kunskap om pålning sprids. Tekniska PM finns nedladdningsbara från Pålkommisionens arbetsplattform. Det är inte Pålkommisionens avsikt att PM:et ska refereras till i projekterings- eller konstruktionshandlingar.

Innehållsförteckning

FÖRORD.....	2
--------------------	----------

<u>1</u>	<u>INLEDNING</u>	<u>4</u>
-----------------	-------------------------	-----------------

1.1	BAKGRUND	4
------------	-----------------	----------

1.2	SYFTE	4
------------	--------------	----------

<u>2</u>	<u>GENOMFÖRANDEBESKRIVNING</u>	<u>4</u>
-----------------	---------------------------------------	-----------------

BILAGOR

Bilaga 1 Provning hylsskarvar – uppställning och utvärdering

Bilaga 2 Böjprovning av betong fyllda rör

Bilaga 3 Sammanställning av resultat

Bilaga 4 Tryckprovning av RD-skarv, betong fyllda rör

Bilaga 5 Bilaga 1-6 Analys av provningar RD-pålar

1 INLEDNING

1.1 Bakgrund

För projekt Citybanan, Grundförstärkning av kvarteret Stiftelsen har provning på RD-pålar utförts för att verifiera att det valda borrhande stålrorssystemet och de valda dimensionerna för att verifiera dimensioneringen. Utvärderingen av proven har gjorts i enlighet med Boverkets Handbok ”Dimensionering genom provning”. Orsaken till utredningen är att säkerställa val av en för systemet lämplig dimensionerande lastkapacitet.

1.2 Syfte

För att få använda sig av aktuellt påsystem erfordrades provning av de ingående detaljerna för att visa systemets tillförlitlighet. Detta tekniska PM syftar till att sprida kunskap om provningar både i form av provningsutförande och tolkning av provningar. Därför beskrivs inte de förväntade resultaten. Utan dessa får utläsas ut bifogade bilagor där provningarna beskrivs.

2 GENOMFÖRANDEBESKRIVNING

Provningarna redovisas i bilagor. Där framgår exempelvis uppställningar, antal prover, utvärdering av resultat, etc.

PÅLKOMMISSIONEN Tekniska PM

1:2008 Utredning av dimensioneringsprinciper för bergskor och skarvar till pålar

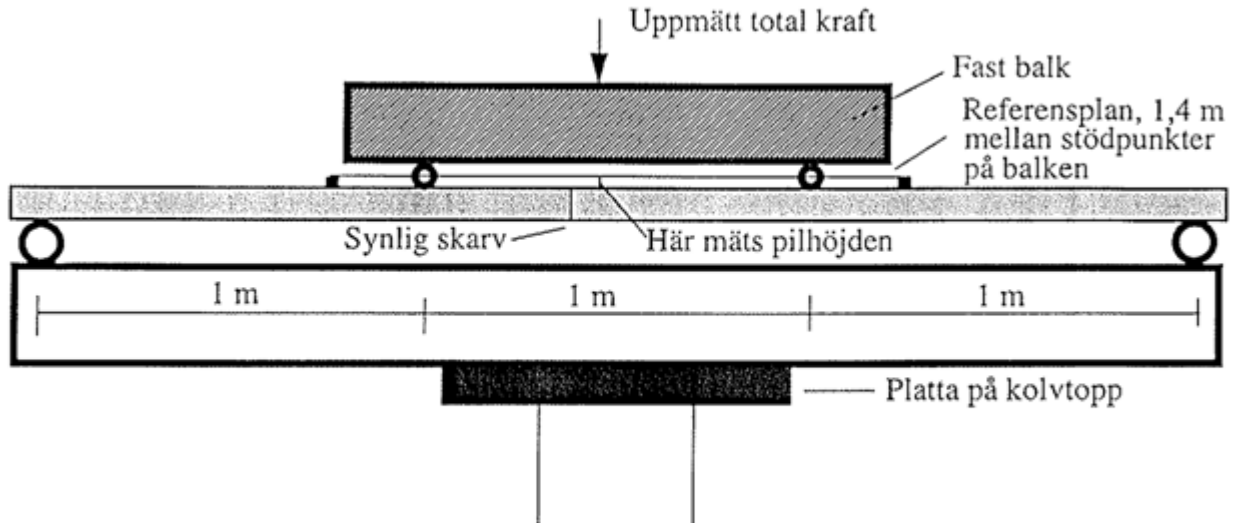
1:2010 Resultat av provningar av borrade stålrörspålar för projekt Citybanan

I september 1959 bildades Pålkommittén för påslagning och påbärighet. Till grund för kommissionens verksamhet ligger samhällets och branschens behov av forskning och information inom pålningsområdet. Medlemmar är entreprenörer, tillverkare, konsulter, forskare, kommuner samt representanter för olika myndigheter. Organisationen Pålkommissionen, som sammanfogar dessa grupper, är unik i Europa. Ytterligare upplysningar om Pålkommissionens verksamhet och medlemskap lämnas av kommissionens sekreterare.

Resultat av provningar av Ruukki hylsskarvar

utförda av KTH och Piling Development AB, Uppsala, 2008.)

Böjprovning utfördes med uppställning enligt nedan.



Utvärdering av resultaten

Som framgår av provningsresultaten erhålls till en början ett linjärt samband mellan påförd kraft och rörelse. Sambandet blir sedan olinjärt och övergår i ett flytområde varefter brott inträffar.

För beräkning av dimensionerande karakteristiska värden brukar publikationen "Dimensionering genom provning" från Boverket tillämpas. Mätresultaten behandlas statistiskt och ett karakteristiskt värde beräknas, med vissa antaganden om mätresultatens statistiska fördelning och signifikans.

Vid utvärderingen av resultaten måste beaktas vilket gränstillstånd som utvärderingen syftar till. Om det är fråga om ett olycksfallstillstånd är det normalt motiverat att räkna med det uppnådda brottvärdet som karakteristiskt värdet.

För utvärdering av karakteristiskt värde för brottgränstillståndet används ofta provningsresultat som motsvarar 0.2% töjning. Även andra grunder för utvärdering används dock.

För bruksgränstillståndet gäller att variabla laster inte får ge kvarstående rörelser samt att uppkommande rörelser inte får vara för stora. Detta motiverar att karakteristisk last för detta gränstillstånd väljs som den största lasteffekten där förhållandet last/rörelse är linjärt.

Böjprovning av betongfyllda rör

6 stycken rör, 2 av vardera dimensionen varav ett oskarvat och ett skarvat, fylldes med betong (CBI). Efter ca 4 veckor böjprovades rören i samma utrustning och på samma sätt som de ofyllda rören. Se ovan. Resultaten framgår av nedanstående diagram och tabeller.

Samtliga skarvade pålar uppvisade efter maximal last ett först snabbt avtagande moment och därefter en tydlig knall i samband med ett plötsligt språng i momentet. Jfr foto nedan.



BS-140-MF-1

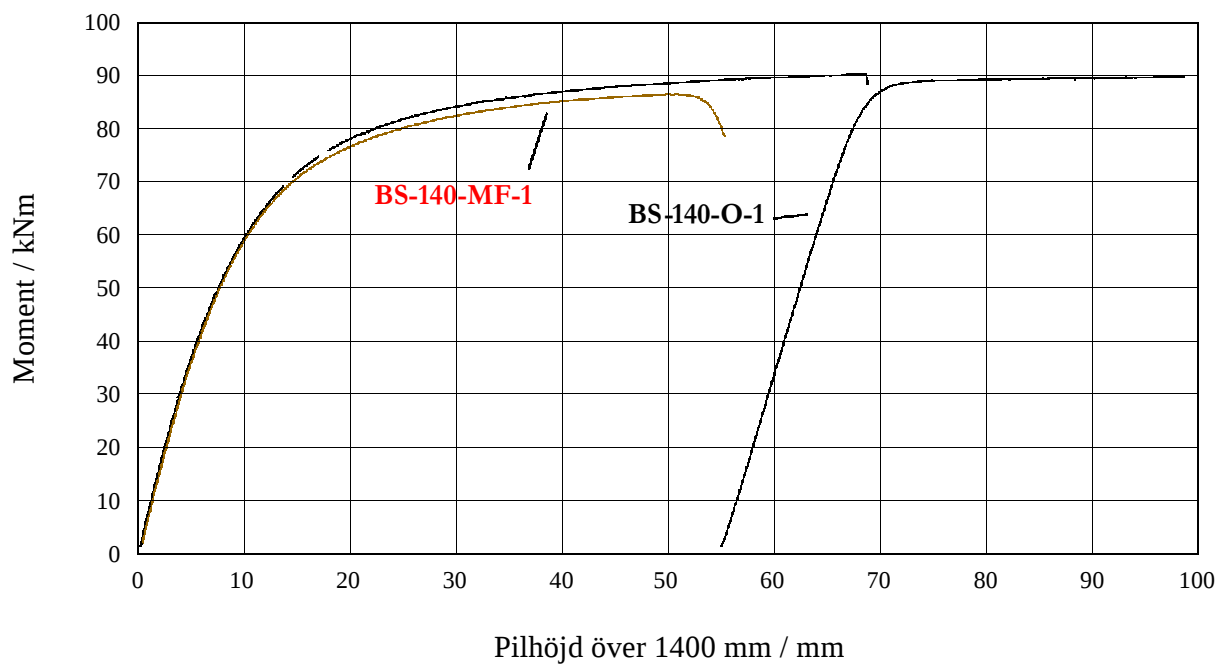


BS-170-MF-1

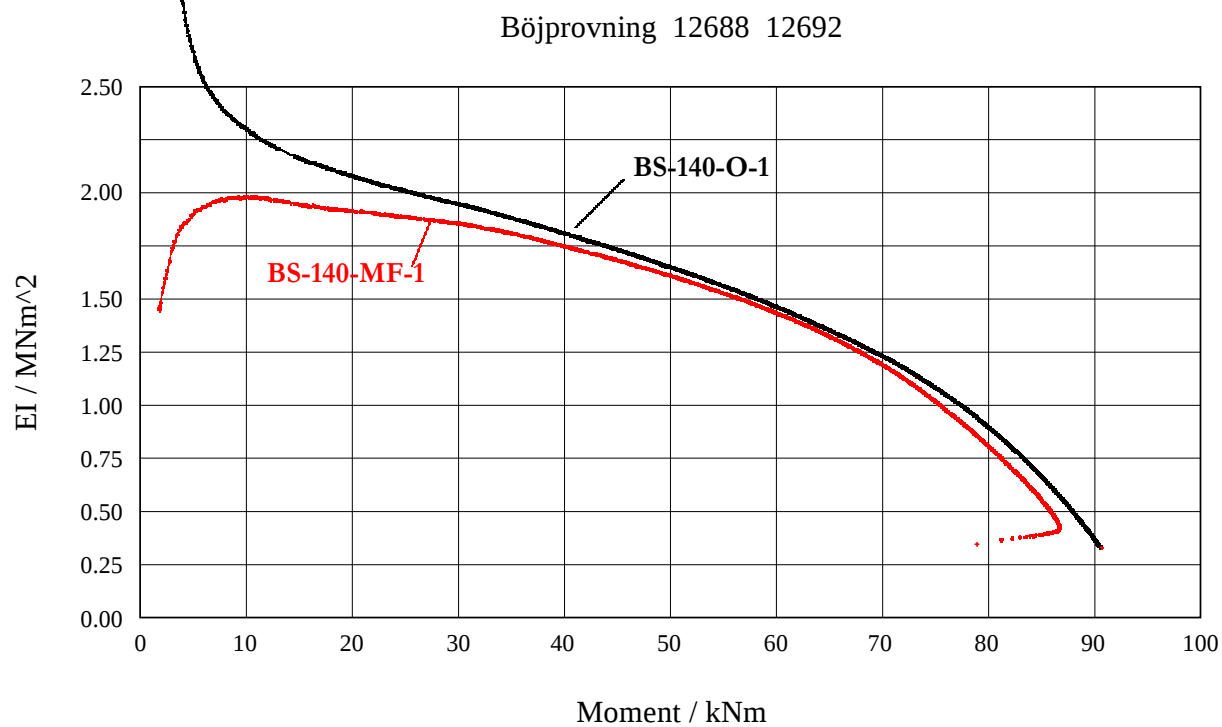


BS-220-MF-1

Böjprovning 12688 12692

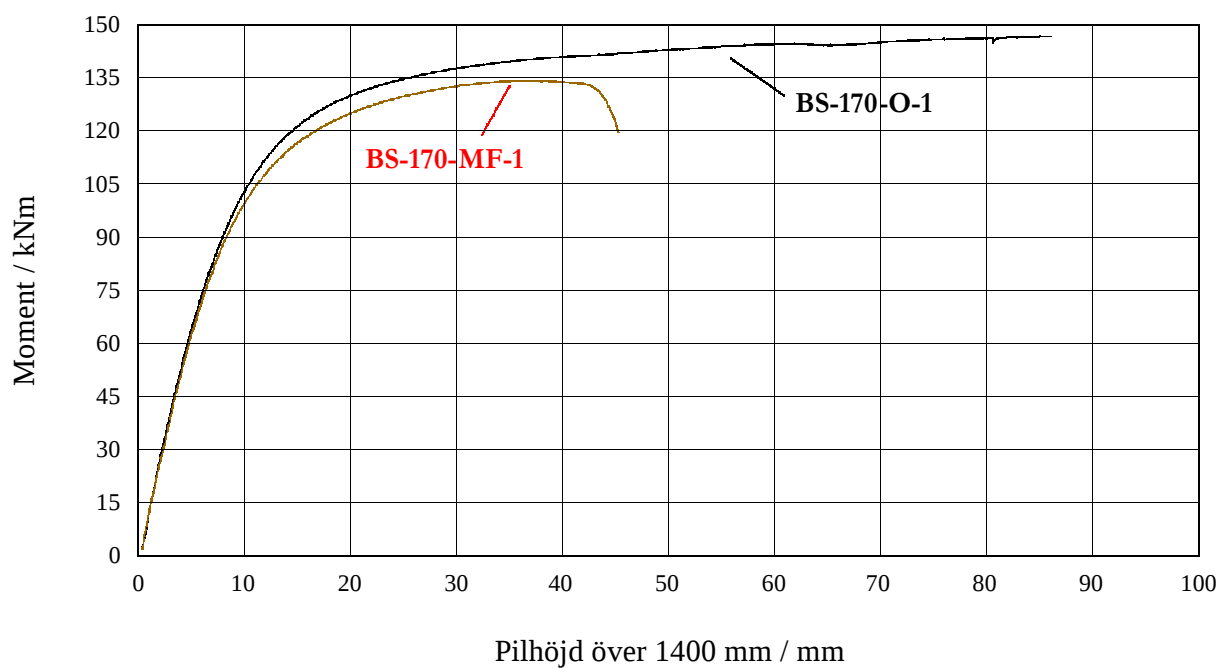


2007-02-27 - 2007-02-28
BS-140-O-1 BS-140-MF-1



2007-02-27 - 2007-02-28
BS-140-O-1 BS-140-MF-1

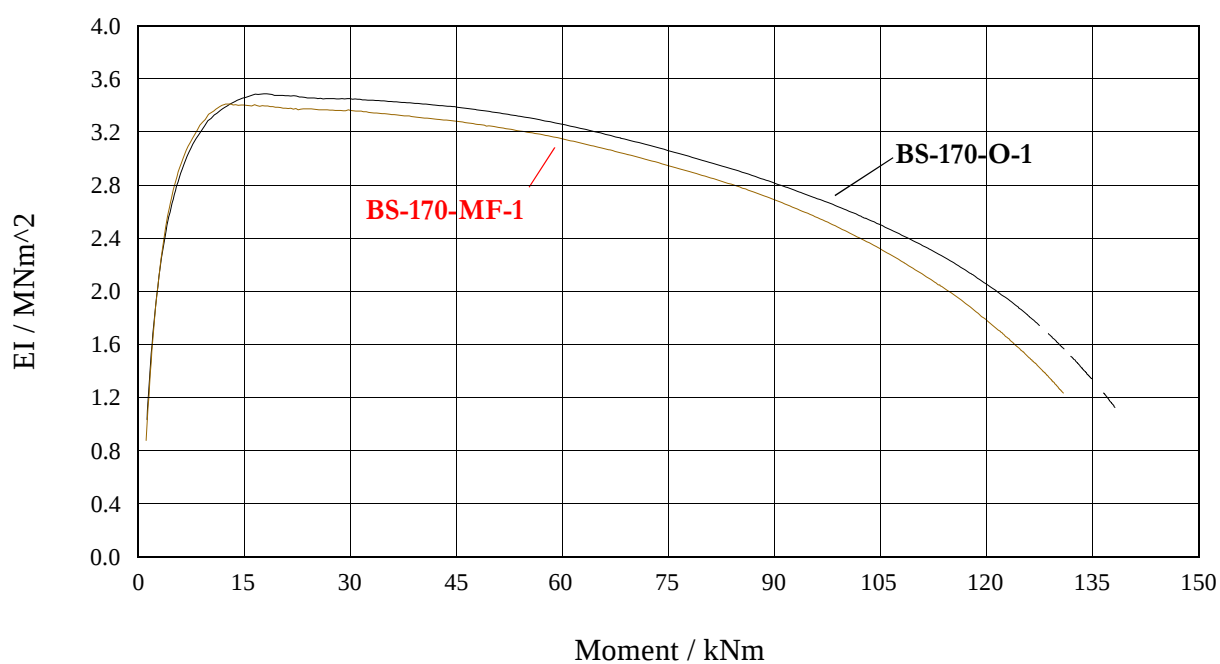
Böjprovning 12695 12699



2008-02-28

BS-170-O-1 BS-170-MF-1

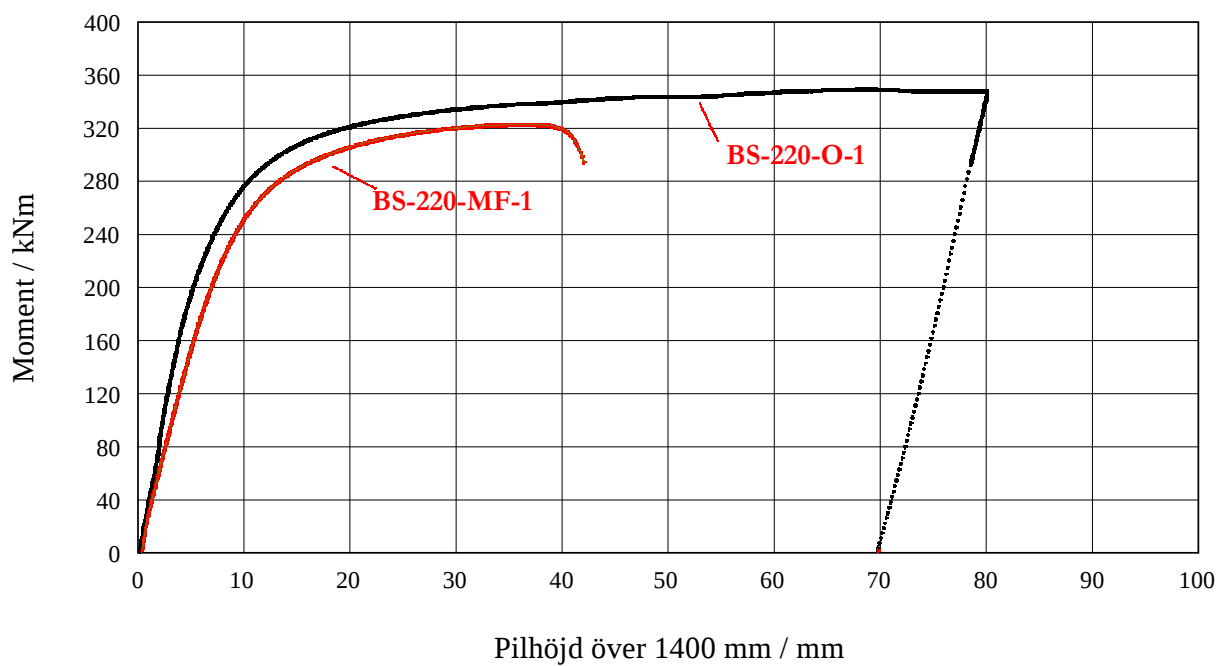
Böjprovning 12695 12699



2008-02-28

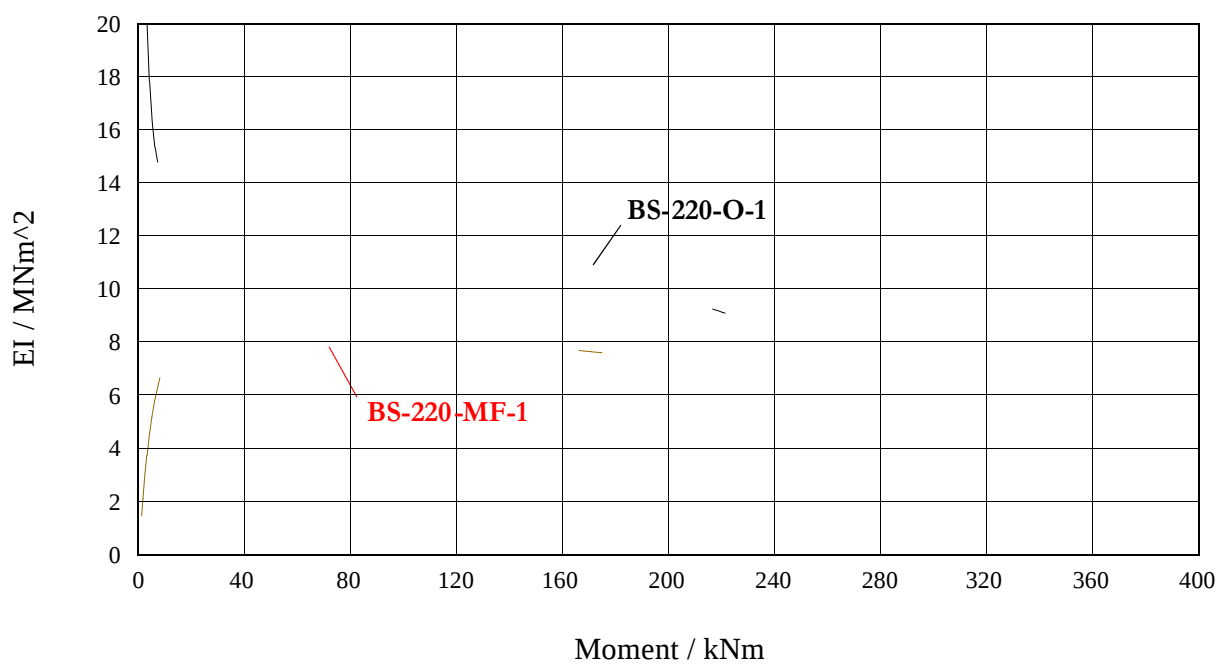
BS-170-O-1 BS-170-MF-1

Böjprovning 12702 12706



2008-02-28, 2008-02-29
BS-220-O-1, BS-220-MF-1

Böjprovning 12702 12706



2008-02-28, 2008-02-29
BS-220-O-1, BS-220-MF-1

Sammanställningar av resultat i tabellform

Resultat av provtryckningar av pålspetsar (borrkronor) med diameter 140 mm

Utan betong			Med betong		
Prov nr.	Typ	$F_{\max}$ / MN	Prov nr.	Typ	$F_{\max}$ / MN
TBA-140-4	Rotex	2,11	TBA-140-1	Rotex	2,85
TBA-140-5		2,13	TBA-140-2		2,92
TBA-140-6		2,13	TBA-140-3		2,95
TBB-140-4	Robit	2,14	TBB-140-1	Robit	2,95
TBB-140-5		2,16	TBB-140-2		2,90
TBB-140-6		2,16	TBB-140-3		2,98
	Medelvärde	2,14		Medelvärde	2,93
	Standardavvikelse	0,019		Standardavvikelse	0,046

Resultat av provtryckningar av pålspetsar (borrkronor) med diameter 170 mm

Utan betong			Med betong		
Prov nr.	Typ	$F_{\max}$ / MN	Prov nr.	Typ	$F_{\max}$ / MN
TBA-170-4	Rotex	2,62	TBA-170-1	Rotex	3,84
TBA-170-5		2,62	TBA-170-2		3,94
TBA-170-6		2,62	TBA-170-3		3,89
TBB-170-4	Robit	2,53	TBB-170-1	Robit	4,10
TBB-170-5		2,51	TBB-170-2		3,83
TBB-170-6		2,80	TBB-170-3		4,02
	Medelvärde	2,62		Medelvärde	3,94
	Standardavvikelse	0,10		Standardavvikelse	0,11

Resultat av provtryckningar av pålspetsar (borrkronor) med diameter 220 mm

Utan betong			Med betong		
Prov nr.	Typ	$F_{\max}$ / MN	Prov nr.	Typ	$F_{\max}$ / MN
TBA-220-4	Rotex	4,15	TBA-220-1	Rotex	6,83
TBA-220-5		4,32	TBA-220-2		6,82
TBA-220-6		4,04	TBA-220-3		7,11
TBB-220-4	Robit	4,84	TBB-220-1	Robit	7,33
TBB-220-5		4,71	TBB-220-2		7,22
TBB-220-6		4,84	TBB-220-3		6,89
	Medelvärde	4,48		Medelvärde	7,03
	Standardavvikelse	0,36		Standardavvikelse	0,22

Resultat av provtryckningar av skarvar med diameter 140 mm

Utan betong			Med betong		
Prov nr.	Skarvmoment	$F_{\max}$ / MN	Prov nr.	Skarvmoment	$F_{\max}$ / MN
TS-140-MF-4	8,2	2,06	TS-140-MF-1	8,2	
TS-140-MF-5	8,1	2,08	TS-140-MF-2	8,1	
TS-140-MF-6	8,2	2,05	TS-140-MF-3	8,2	
			TS-140-M3-1	3,1	
			TS-140-M1-1	1,1	
			TS-140-M3-1 reducerat gods	3,1	
	Medelvärde	2,06		Medelvärde	
	Standardavvikelse	0,015		Standardavvikelse	

Resultat av provtryckningar av skarvar med diameter 170 mm

Utan betong			Med betong		
Prov nr.	Skarvmoment	$F_{\max}$ / MN	Prov nr.	Skarvmoment	$F_{\max}$ / MN
TS-170-MF-4	8,5	2,54	TS-170-MF-1	9,0	
TS-170-MF-5	8,2	2,57	TS-170-MF-2	8,0	
TS-170-MF-6	8,4	2,56	TS-170-MF-3	8,2	
			TS-170-M3-1	3,1	
			TS-170-M1-1	1,1	
			TS-170-M3-1 reducerat gods	3,2	
	Medelvärde	2,56		Medelvärde	
	Standardavvikelse	0,015		Standardavvikelse	

Resultat av provtryckningar av skarvar med diameter 220 mm

Utan betong			Med betong		
Prov nr.	Skarvmoment	$F_{\max}$ / MN	Prov nr.	Skarvmoment	$F_{\max}$ / MN
TS-220-MF-4	8,4	4,70	TS-220-MF-1	8,3	
TS-220-MF-5	8,4	4,63	TS-220-MF-2	8,3	
TS-220-MF-6	8,7	4,65	TS-220-MF-3	8,7	
			TS-220-M3-1	3,1	
			TS-220-M1-1	1,2	
			TS-220-M3-1 reducerat gods	3,2	
	Medelvärde	4,66		Medelvärde	
	Standardavvikelse	0,036		Standardavvikelse	

Resultat av dragprovning av skarvar med diameter 140 mm

Utan betong		
Prov nr.	Skarvmoment	$F_{\max}$ / MN
DS-140-MF-1	8,4	1,80
DS-140-MF-2	8,5	1,79
DS-140-MF-3	8,4	1,86
DS-140-M3-1	3,1	1,80
DS-140-M1-1	1,1	1,77
	Medelvärde	1,80
	Standardavvikelse	0,03
DS-140-M3-1 reducerat gods	3,2	1,69

Resultat av dragprovning av skarvar med diameter 170 mm

Utan betong		
Prov nr.	Skarvmoment	$F_{\max}$ / MN
DS-170-MF-1	8,4	2,21
DS-170-MF-2	8,4	2,20
DS-170-MF-3	8,7	2,21
DS-170-M3-1	3,1	2,22
DS-170-M1-1	1,1	2,13
	Medelvärde	2,19
	Standardavvikelse	0,036
DS-170-M3-1 reducerat gods	3,0	1,60

Resultat av dragprovning av skarvar med diameter 220 mm

Utan betong		
Prov nr.	Skarvmoment	$F_{\max}$ / MN
DS-220-MF-1	8,8	
DS-220-MF-2	9,0	
DS-220-MF-3	9,0	
DS-220-M3-1	3,0	
DS-220-M1-1	1,1	
	Medelvärde	
	Standardavvikelse	
DS-220-M3-1 reducerat gods	3,2	

Resultat av böjprovning av skarvar med diameter 140 mm

Utan betong			Med betong		
Prov nr.	Skarvmoment	$M_{\max}$ / kNm	Prov nr.	Skarvmoment	$M_{\max}$ / kNm
BS-140-MF-2	8,8	79,7	BS-140-MF-1	8,8	86,7
BS-140-MF-3	8,9	78,8			
BS-140-MF-4	8,8	77,4			
	Medelvärde	78,6			
	Standardavvikelse	1,16			
BS-140-M3-1 reducerat gods	3,1	75,7			
BS-140-O-2	oskarvad	79,9	BS-140-O-1	oskarvad	90,6

Resultat av böjprovning av skarvar med diameter 170 mm

Utan betong			Med betong		
Prov nr.	Skarvmoment	$M_{\max}$ / kNm	Prov nr.	Skarvmoment	$M_{\max}$ / kNm
BS-170-MF-2	8,4	107	BS-170-MF-1	8,7	134
BS-170-MF-3	8,7	109			
BS-170-MF-4	8,7	108			
	Medelvärde	108			
	Standardavvikelse	1			
BS-170-M3-1 reducerat gods	3,0	89			
BS-170-O-2	oskarvad	110	BS-170-O-1	oskarvad	147

Resultat av böjprovning av skarvar med diameter 220 mm

Utan betong			Med betong		
Prov nr.	Skarvmoment	$M_{\max}$ / kNm	Prov nr.	Skarvmoment	$M_{\max}$ / kNm
BS-220-MF-2	9,2	242	BS-220-MF-1	8,8	325
BS-220-MF-3	9,2	243			
BS-220-MF-4	8,8	244			
	Medelvärde	243			
	Standardavvikelse	1			
BS-220-M3-1 reducerat gods		229			
BS-220-O-2	oskarvad	239	BS-220-O-1	oskarvad	352

Sammanställningar av resultat i tabellform

Resultat av provtryckningar av påspetsar (borrkronor) med diameter 140 mm

Utan betong			Med betong		
Prov nr.	Typ	$F_{\max}$ / MN	Prov nr.	Typ	$F_{\max}$ / MN
TBA-140-4	Rotex	2,11	TBA-140-1	Rotex	2,85
TBA-140-5		2,13	TBA-140-2		2,92
TBA-140-6		2,13	TBA-140-3		2,95
TBB-140-4	Robit	2,14	TBB-140-1	Robit	2,95
TBB-140-5		2,16	TBB-140-2		2,90
TBB-140-6		2,16	TBB-140-3		2,98
	Medelvärde	2,14		Medelvärde	2,93
	Standardavvikelse	0,019		Standardavvikelse	0,046

Resultat av provtryckningar av påspetsar (borrkronor) med diameter 170 mm

Utan betong			Med betong		
Prov nr.	Typ	$F_{\max}$ / MN	Prov nr.	Typ	$F_{\max}$ / MN
TBA-170-4	Rotex	2,62	TBA-170-1	Rotex	3,84
TBA-170-5		2,62	TBA-170-2		3,94
TBA-170-6		2,62	TBA-170-3		3,89
TBB-170-4	Robit	2,53	TBB-170-1	Robit	4,10
TBB-170-5		2,51	TBB-170-2		3,83
TBB-170-6		2,80	TBB-170-3		4,02
	Medelvärde	2,62		Medelvärde	3,94
	Standardavvikelse	0,10		Standardavvikelse	0,11

Resultat av provtryckningar av pålspetsar (borrkronor) med diameter 220 mm

Utan betong			Med betong		
Prov nr.	Typ	$F_{\max}$ / MN	Prov nr.	Typ	$F_{\max}$ / MN
TBA-220-4	Rotex	4,15	TBA-220-1	Rotex	6,83
TBA-220-5		4,32	TBA-220-2		6,82
TBA-220-6		4,04	TBA-220-3		7,11
TBB-220-4	Robit	4,84	TBB-220-1	Robit	7,33
TBB-220-5		4,71	TBB-220-2		7,22
TBB-220-6		4,84	TBB-220-3		6,89
	Medelvärde	4,48		Medelvärde	7,03
	Standardavvikelse	0,36		Standardavvikelse	0,22

Resultat av provtryckningar av skarvar med diameter 140 mm

Utan betong			Med betong		
Prov nr.	Skarvmoment	$F_{\max}$ / MN	Prov nr.	Skarvmoment	$F_{\max}$ / MN
TS-140-MF-4	8,2	2,06	TS-140-MF-1	8,2	
TS-140-MF-5	8,1	2,08	TS-140-MF-2	8,1	
TS-140-MF-6	8,2	2,05	TS-140-MF-3	8,2	
			TS-140-M3-1	3,1	
			TS-140-M1-1	1,1	
			TS-140-M3-1 reducerat gods	3,1	
	Medelvärde	2,06		Medelvärde	
	Standardavvikelse	0,015		Standardavvikelse	

Resultat av provtryckningar av skarvar med diameter 170 mm

Utan betong			Med betong		
Prov nr.	Skarvmoment	$F_{\max}$ / MN	Prov nr.	Skarvmoment	$F_{\max}$ / MN
TS-170-MF-4	8,5	2,54	TS-170-MF-1	9,0	
TS-170-MF-5	8,2	2,57	TS-170-MF-2	8,0	
TS-170-MF-6	8,4	2,56	TS-170-MF-3	8,2	
			TS-170-M3-1	3,1	
			TS-170-M1-1	1,1	
			TS-170-M3-1 reducerat gods	3,2	
	Medelvärde	2,56		Medelvärde	
	Standardavvikelse	0,015		Standardavvikelse	

Resultat av provtryckningar av skarvar med diameter 220 mm

Utan betong			Med betong		
Prov nr.	Skarvmoment	$F_{\max}$ / MN	Prov nr.	Skarvmoment	$F_{\max}$ / MN
TS-220-MF-4	8,4	4,70	TS-220-MF-1	8,3	
TS-220-MF-5	8,4	4,63	TS-220-MF-2	8,3	
TS-220-MF-6	8,7	4,65	TS-220-MF-3	8,7	
			TS-220-M3-1	3,1	
			TS-220-M1-1	1,2	
			TS-220-M3-1 reducerat gods	3,2	
	Medelvärde	4,66		Medelvärde	
	Standardavvikelse	0,036		Standardavvikelse	

Resultat av dragprovning av skarvar med diameter 140 mm

Utan betong		
Prov nr.	Skarvmoment	$F_{\max}$ / MN
DS-140-MF-1	8,4	1,80
DS-140-MF-2	8,5	1,79
DS-140-MF-3	8,4	1,86
DS-140-M3-1	3,1	1,80
DS-140-M1-1	1,1	1,77
	Medelvärde	1,80
	Standardavvikelse	0,03
DS-140-M3-1 reducerat gods	3,2	1,69

Resultat av dragprovning av skarvar med diameter 170 mm

Utan betong		
Prov nr.	Skarvmoment	$F_{\max}$ / MN
DS-170-MF-1	8,4	2,21
DS-170-MF-2	8,4	2,20
DS-170-MF-3	8,7	2,21
DS-170-M3-1	3,1	2,22
DS-170-M1-1	1,1	2,13
	Medelvärde	2,19
	Standardavvikelse	0,036
DS-170-M3-1 reducerat gods	3,0	1,60

Resultat av dragprovning av skarvar med diameter 220 mm

Utan betong		
Prov nr.	Skarvmoment	$F_{\max}$ / MN
DS-220-MF-1	8,8	
DS-220-MF-2	9,0	
DS-220-MF-3	9,0	
DS-220-M3-1	3,0	
DS-220-M1-1	1,1	
	Medelvärde	
	Standardavvikelse	
DS-220-M3-1 reducerat gods	3,2	

Resultat av böjprovning av skarvar med diameter 140 mm

Utan betong			Med betong		
Prov nr.	Skarvmoment	$M_{\max}$ / kNm	Prov nr.	Skarvmoment	$M_{\max}$ / kNm
BS-140-MF-2	8,8	79,7	BS-140-MF-1	8,8	86,7
BS-140-MF-3	8,9	78,8			
BS-140-MF-4	8,8	77,4			
	Medelvärde	78,6			
	Standardavvikelse	1,16			
BS-140-M3-1 reducerat gods	3,1	75,7			
BS-140-O-2	oskarvad	79,9	BS-140-O-1	oskarvad	90,6

Resultat av böjprovning av skarvar med diameter 170 mm

Utan betong			Med betong		
Prov nr.	Skarvmoment	$M_{\max}$ / kNm	Prov nr.	Skarvmoment	$M_{\max}$ / kNm
BS-170-MF-2	8,4	107	BS-170-MF-1	8,7	134
BS-170-MF-3	8,7	109			
BS-170-MF-4	8,7	108			
	Medelvärde	108			
	Standardavvikelse	1			
BS-170-M3-1 reducerat gods	3,0	89			
BS-170-O-2	oskarvad	110	BS-170-O-1	oskarvad	147

Resultat av böjprovning av skarvar med diameter 220 mm

Utan betong			Med betong		
Prov nr.	Skarvmoment	$M_{\max}$ / kNm	Prov nr.	Skarvmoment	$M_{\max}$ / kNm
BS-220-MF-2	9,2	242	BS-220-MF-1	8,8	325
BS-220-MF-3	9,2	243			
BS-220-MF-4	8,8	244			
	Medelvärde	243			
	Standardavvikelse	1			
BS-220-M3-1 reducerat gods		229			
BS-220-O-2	oskarvad	239	BS-220-O-1	oskarvad	352

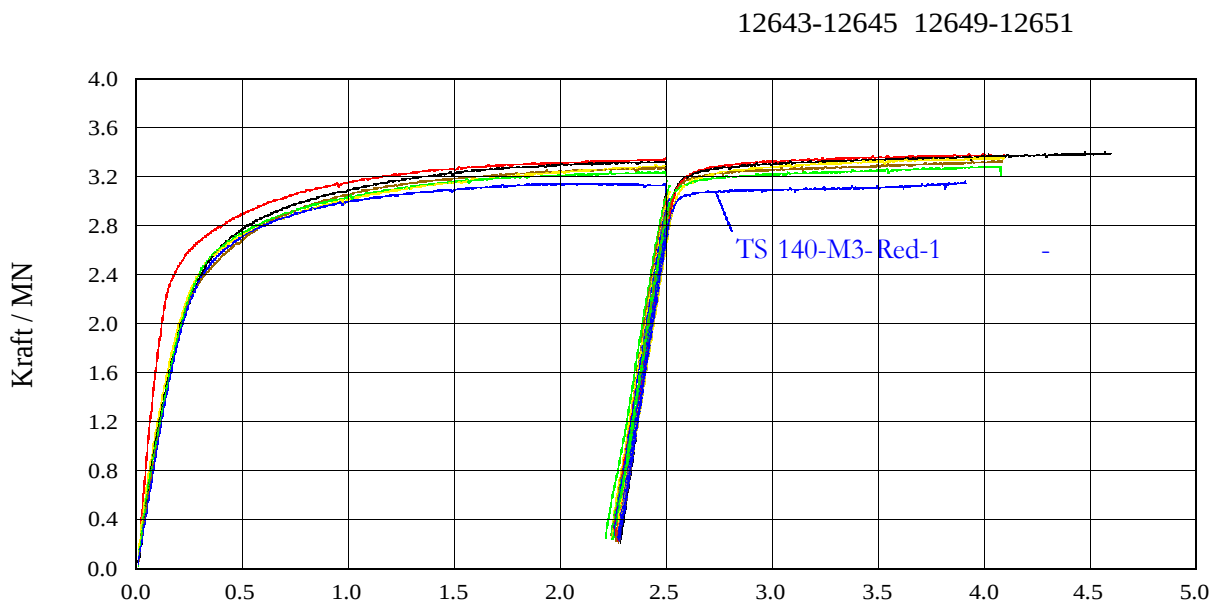
Tryckprovning av RD-skarv, betongfyllda rör

Rörbitar med RD-skarv tryckprovades i maskin MTS 10 MN (Storebror). De hade 28 dygn före provningen fyllts med betong på CBI. Före provningen slipdes ändytorna så att betong- och rörände låg i samma plan. De inbyggda givarna för last och kolvposition användes.

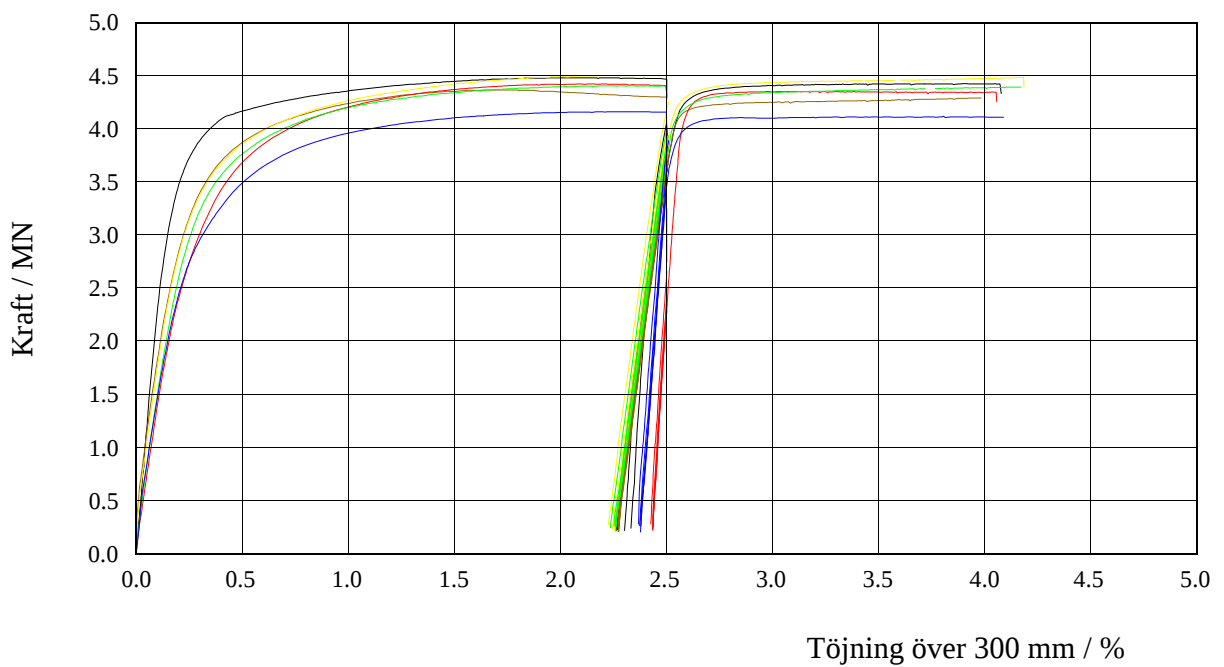
Provkropparnas ändtor placerades mellan två 60 mm tjocka tryckplattor av material UHB Impax Supreme (sträckgräns > 900 MPa). Övre plattan vilade mot en 180 mm tjock stålplatta som var fäst i maskinens lastcell. Den andra plattan vilade på en stålcylinder, diameter 200 mm, som i sin tur stödde på en 180 mm tjock stålplatta, fastskruvad i kolvtoppen. Stålcylindern togs bort vid provningen av rördimension 220 mm.

Två LVDT fästes diametralt över rören med magneter centrerat över skarven. Mätavståndet var 245 mm, 300 mm respektive 365 mm för de tre rördimensionerna. Givarnas ändar fästes därigenom mitt emellan skarvrör och prov- kroppsändarna. Endast givarnas medelvärde registrerades.

Alla data lagrades i en ansluten pc.



12652-12654 12658-12660

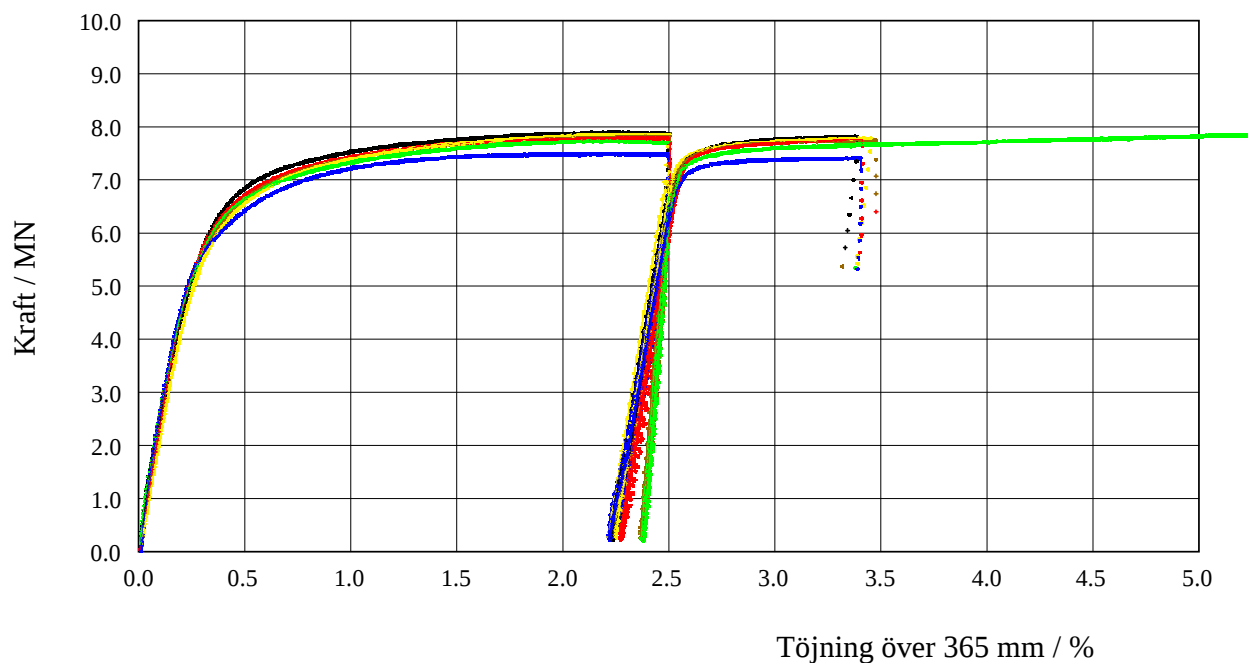


2008-03-11

TS-170-MF-1,2,3 TS-170-M3-1 TS-170-M1-1 TS-170-M3-Red-1

Prov nr	Märkning	$F_{\epsilon=0,5\%} / \text{MN}$	$F_{\epsilon=1\%} / \text{MN}$	$F_{\epsilon=2\%} / \text{MN}$	$F_{\text{max}} / \text{MN}$	
12652	TS-170-MF-1	4,15	4,35	4,47	4,47	svart
12653	TS-170-MF-2	3,86	4,23	4,33	4,36	brun
12654	TS-170-MF-3	3,67	4,19	4,41	4,41	röd
12658	TS-170-M3-1	3,84	4,25	4,48	4,49	gul
12659	TS-170-M1-1	3,75	4,19	4,38	4,15	grön
12660	TS-170-M3-Red-1	3,48	3,95	4,14	4,15	blå

12661-12663 12667-12669



2008-03-11

TS-220-MF-1,2,3 TS-220-M3-1 TS-220-M1-1 TS-220-M#-Red-1

Prov nr	Märkning	$F_{\epsilon=0,5\%}$ / MN	$F_{\epsilon=1\%}$ / MN	$F_{\epsilon=2\%}$ / MN	$F_{\max}$ / MN	
12661	TS-220-MF-1	6,91	7,58	7,92	7,94	svart
12662	TS-220-MF-2	6,70	7,46	7,84	7,88	brun
12663	TS-220-MF-3	6,77	7,48	7,82	7,84	röd
12667	TS-220-M3-1	6,62	7,45	7,86	7,92	gul
12668	TS-220-M1-1	6,70	7,38	7,76	7,92	grön
12669	TS-220-M3-Red-1	6,48	7,26	7,52	7,54	blå

Bilaga 1

Ritningar på borrkronor och gängskarvar provade på KTH.

Uppsala 2010-01-16

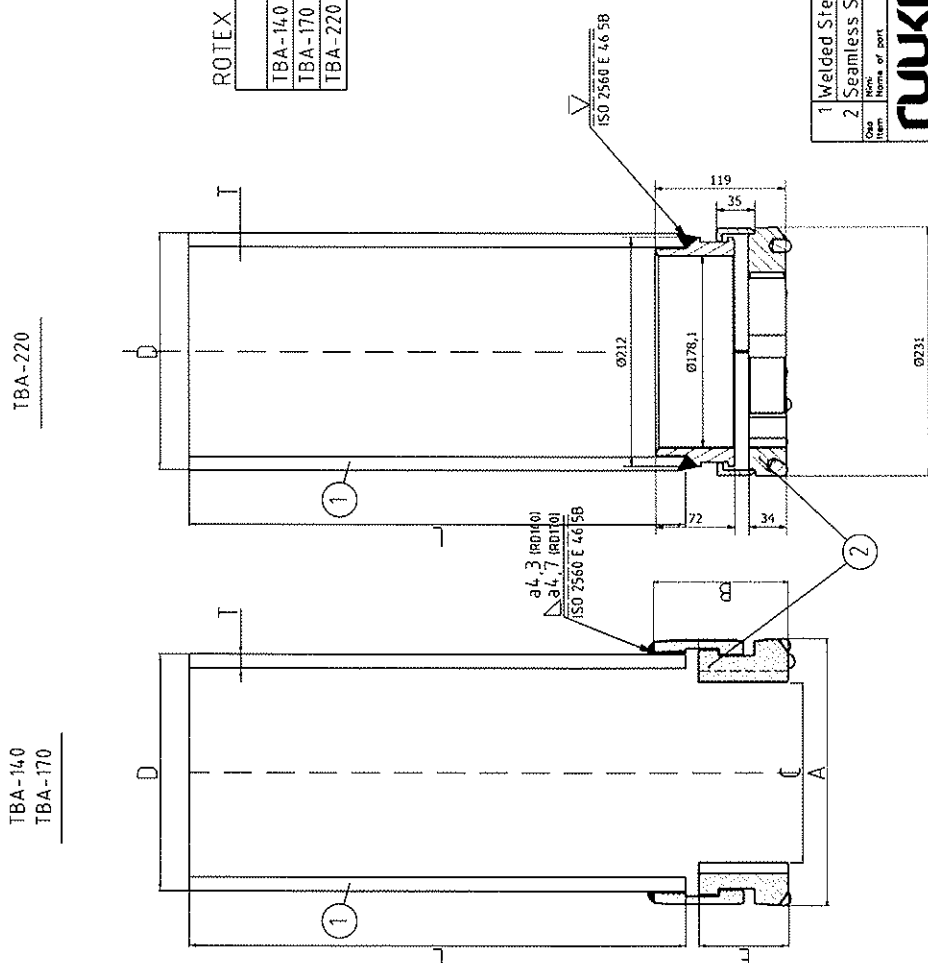


Bo Berglars
PiD Piling Development AB

H. RITNINGAR

Pålspets Rotex

ROTEX	D [mm]	T [mm]	L [mm]	A [mm]	B [mm]	C [mm]	E [mm]
TBA-14.0	139.7	10	350	157.5	103.1	101.0	74.0
TBA-170	168.3	10	425	188.0	92.6	126.6	62.0
TBA-220	219.1	12.5	550	-	-	-	-

[illegible][illegible]

1918 October 10 at 900 Union Depot #1115B
 1918 November 10 Homecoming #1115B
 1918 December 10 Christmas #1115B

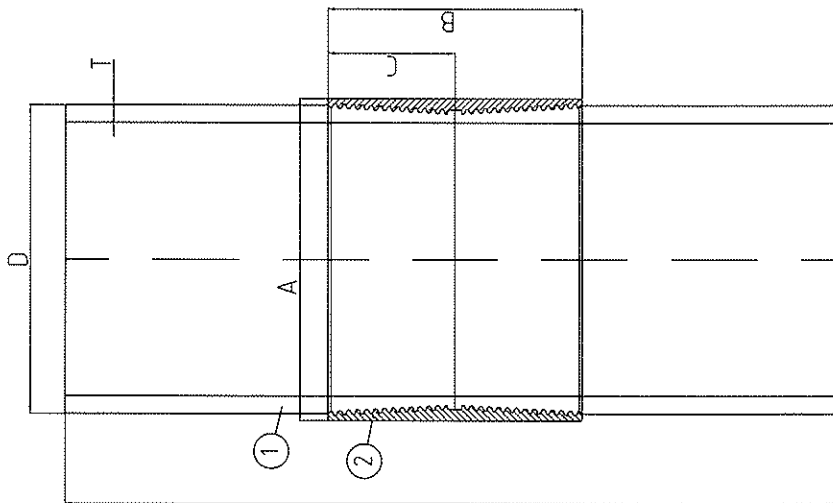
on to a third party.

POLYMERIZATION

ROBIT[illegible]

Tryckprov

FIG 3



	D [mm]	T [mm]	L [mm]	A [mm]	B [mm]	C [mm]
TS-140 / DS-140	139.7	10	350	152.4	14.0	70
TS-170 / DS-170	168.3	10	425	177.8	18.0	90
TS-220 / DS-220	219.1	12.5	550	244.5	18.0	90
TS-140-Red / DS-140-Red	139.7	10	350	147.6	14.0	70
TS-170-Red / DS-170-Red	168.3	10	425	173.0	18.0	90
TS-220-Red / DS-220-Red	219.1	12.5	550	239.7	18.0	90

Red = hylsa som svarvats ned 2,4 mm på radien

Thread: Rd 125/150/200 x 1/4 - 7h 6h - LH
 Profil: According to DIN 405-1
 Tolerances: According to DIN 405-2, 3° conical

1 Welded Steel Tube 2 Seamless Steel Tube		S440J2H		S355J2 (EN 10210)		Price Weight kg Pcs	
Order Item	Part Name of part	Standards/Notes	Rev. No./Date of Rev.	Material	Material	Material	Material
		15.5.2008					
RUUKKI Rautaruukki Oyj Ruukki Construction		Design	Drawn	Checked	Approved	Utility	Indicated in
		HVE	JHV	JHV	JHV	JHV	JHV
Skapa Project Title		File: Date:		Distribution HA 5874 AutoCAD LT 2006		Revision 3990836	
TRYCK OCH DRAGPROVNING AV GÅNGAD SKARV							

The document shall not be presented or given without permission to a third party.
 This document is the property of Rautaruukki Oyj.

SE ANVISNINGAR FÖR RUKKIS RD-BORRPALE
NORMER
BRO 2004 (VV PUBLIKATION 2004:56) SAMT BSK 99

PÄLRÖR
LÄNGDFOGSETSAT RÖR, STÅLKVALITET S420MH
TRYCKPLATT
TRYCKPLATT
SÄSSJ2G3 ELLER S455J2K3
GÄNGAD HYLSSKARV
ÄMNESRÖR, STÅLKVALITET S152
RINGBORRKRONA
ENLIGT TILLVERKARE

BELASTNING

PALEN ÄR BERÄKNAD I SÄKERHETSKLASS SKX
GEOTEKNISKA FÖRHÅLLANDEN

XXXX kN

PÅLÄRNA STOPPSLÅS FÖR EN DIMENSIONERANDE GEOTEKNISK BÄRFÖRMÅGA AV $R_{s,d} > 300 \text{ kN}$ I SKÖ.

PALENS LASTKAPACITET: 5000

ÚTFÓRANDE KLASS:

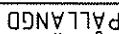
SKÄRKlass:

SVETSNING

SVETSEI EKT80DERS BROTTTHÄ: LEASTHET (8m) SKALL VARA MIN 510 MPa

ARBETSBESKRIVNING

THU: ÄGGSKONTROLPLAN

[illegible]

Påltyp	Pålör		Tryckplatta		Hysskav		
	D	t	b	s	l	d	ts
RD90/6,3	89,9	6,3	150	15	110,0	101,6	11,0
RD115/6,3	114,3	6,3	200	20	120,0	127,0	10,0
RD115/8	114,3	8,0					
RD140/8	139,7	8,0	250	25	140,0	152,4	12,5
RD140/10	139,7	10,0					
RD170/10	168,3	10,0			180,0	177,8	12,7
RD170/12,5	168,3	12,5	300	30	180,0	180,0	15,0
RD220/10	219,1	10,0			180,0	229,0	12,5
RD220/12,5	219,1	12,5			180,0	244,5	20,0

		Raufaruukki Oyj Ruukki Construction		DATE/MI YEAR MONTH DAY		Order Dept. ORDER JVe		SCALE - NUMBER	
				HJo				Urvy Included in	
PROJECT									
RD BORRPÄLAR TYPRITNING									
Order Division CAD - Bureau CAD - User NUMBER									
SET									

Bilaga 2

Materialintyg för pålar, skarvhylsor och Betong.

Uppsala 2010-01-16



Bo Berglars

PiD Piling Development AB

G: Materialintyg för RD borrhålar samt gängade skarvhylsor.

Stål i pålrör: S440J2H

Stål i gängskarvar: S355J2H.

Tabell G1: Hållfasthetsvärden enligt materialintyg för provade Borrhålar.

RD borrhåle	Materialvärden för provkroppar enligt intyg EN 10 204- 2.2			
	fyk(Re) MPa sträckgräns	fuk(Rm) MPa brottgräns	A5 % förlängning	CEV kolekvivalent
Pålrör 1)				
139,7/ 10	461	510	26	0,34
168,3/ 10	495	535	24	0,33
219,1/ 12,5	514	603	23,5	0,29
Gängskarv 2)				
152,4/ 12,5	384	588	28	-
177,8/ 12,5	381	570	29	-
244,5/ 20	354	565	33	-

- 1) Kallformade svetsade konstruktionsrör av olegerat stål och finkornstål enligt EN 10 219. Ruukki stålqualite S440J2H motsvarar ungefär stålet S420MH enligt norm SS-EN 10 219 fast med högre sträckgräns.
Krav på stål Ruukki S440J2H: fyk > 440; fuk = 490-630; A5 >17%; KV (-40°)> 27 J.
- 2) Varmbearbetade sömlösa konstruktionsrör av olegerat stål och finkornstål enl. EN 10 210. Stål S355J2H alternativt St 52.0.

Sammanställningen gjord av Bo Berglars

F. Uppgifter från CBI angående betongfyllningen

Tabell F1. Blandningsrecept

	Kg/1000 Liter
Anläggningscement	430
Vatten	184,9
Limus 40	207,6
FM	4
Naturgrus 0-8 mm	1542,0
w/c	0,43
Summa	2388,5

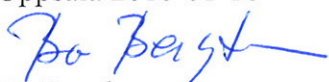
Tabell F2. Uppmätta tryckhållfastheter

Tillverkad	Testad	Alder	Kub	Längd (x)	Bredd (y)	Höjd (z)	Area (A _c)	Massa	Brottlast	Densitet
		dygn	nr	mm	mm	mm	mm ²	g	kN	kg/m ³
Omgång 1 2007-11-02 2007-11-30		28	1	149,0	150,0	150,0	22500	8019	1817,6	2390
			2	150,0	150,0	150,5	22500	7924	1641,3	2340
			3	149,0	149,5	150,5	22500	8030	1754,4	2400
			MV							2380
			4	151,5	150,0	150,5	22500	7967	1673,9	2330
			5	151,0	150,0	150,5	22500	7890	1645,0	2310
Omgång 2 2007-11-02 2007-12-06		34	6	150,0	150,5	150,5	22500	7853	1656,8	2310
			MV							2320
			1	149,5	150,0	150,0	22500	7923	1776,9	2360
			2	149,0	150,0	150,0	22500	7959	1725,0	2370
			3	149,5	150,0	150,0	22500	7944	1752,2	2360
			MV							2360
2008-01-31 2008-02-28		28	5	150,5	150,0	150,0	22500	8144	1732,4	2410
			6	151,0	150,0	150,0	22500	8130	1656,1	2390
			MV							2400
			7	151,0	150,0	150,0	22500	8000	1759,3	2350
			8	151,5	150,0	150,0	22500	8066	1733,7	2370
			9	151,5	150,0	150,0	22500	8094	1672,1	2370
2008-02-01 2008-02-29		28	MV							2360
			1	151,0	150,0	150,0	22500	8000	1759,3	2350
			2	151,5	150,0	150,0	22500	8066	1733,7	2370
			3	151,5	150,0	150,0	22500	8094	1672,1	2370
			MV							2360
			4	151,5	150,0	150,0	22500	8094	1672,1	2370
2008-02-12 2008-03-11		28	5	151,5	150,0	150,0	22500	8094	1672,1	2370
			6	151,5	150,0	150,0	22500	8094	1672,1	2370
			7	151,5	150,0	150,0	22500	8094	1672,1	2370
			8	151,5	150,0	150,0	22500	8094	1672,1	2370
			9	151,5	150,0	150,0	22500	8094	1672,1	2370
			MV							2360

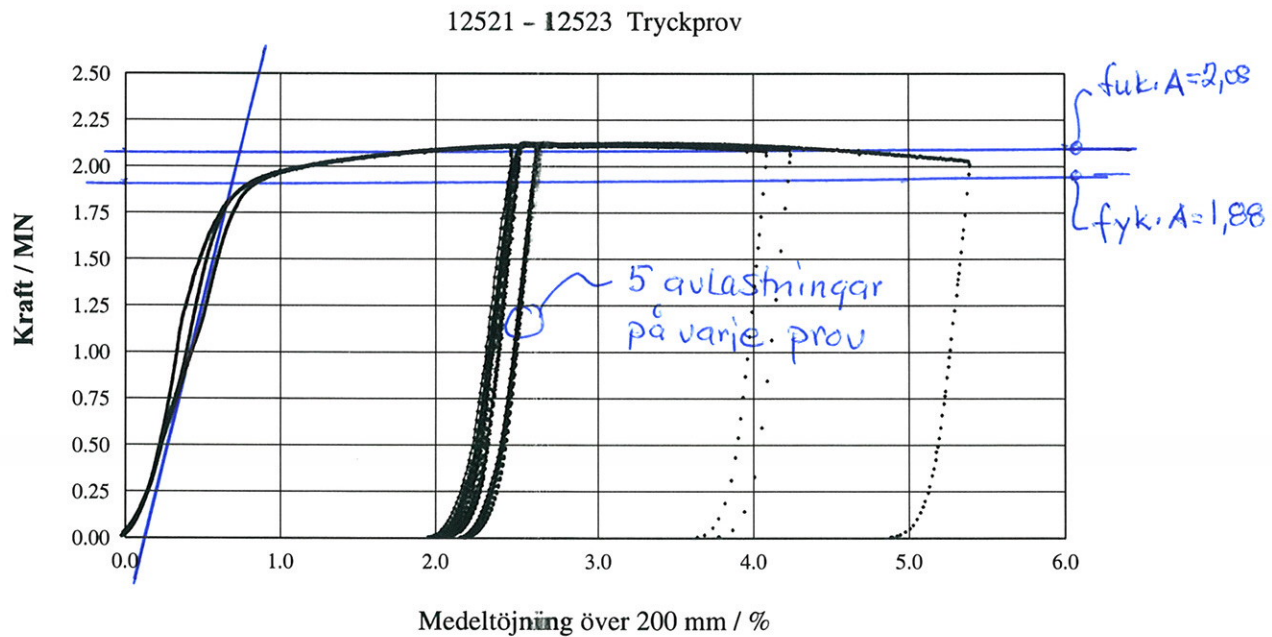
Bilaga 3

Tryckprovning av påspetsar med ringborrkronor.

Uppsala 2010-01-16



Bo Berglars
PiD Piling Development AB

Rotex 140; ofylld

2007-10-09 - 2007-10-10

TBA-140-4,5,6 Rotex 140 mm, ofyllda

Tabell A1. Rotex 140 mm, ofyllda

Prov nr	Märkning	$F_{\varepsilon=0,5\%}$ / MN	$F_{\varepsilon=1\%}$ / MN	$F_{\varepsilon=2\%}$ / MN	$F_{\max}$ / MN
12521	TBA-140-4	1,54	1,97	2,02	2,53 2,13
12522	TBA-140-5	1,43	1,97	2,08	2,13
12523	TBA-140-6	1,19	1,96	2,09	2,13

Systemet för märkning av de olika provkropparna finns på sidan 64.

$$F_{stuk} = f_{yk} \times A_s = 461 \times A_s = 1,88 \text{ MN}$$

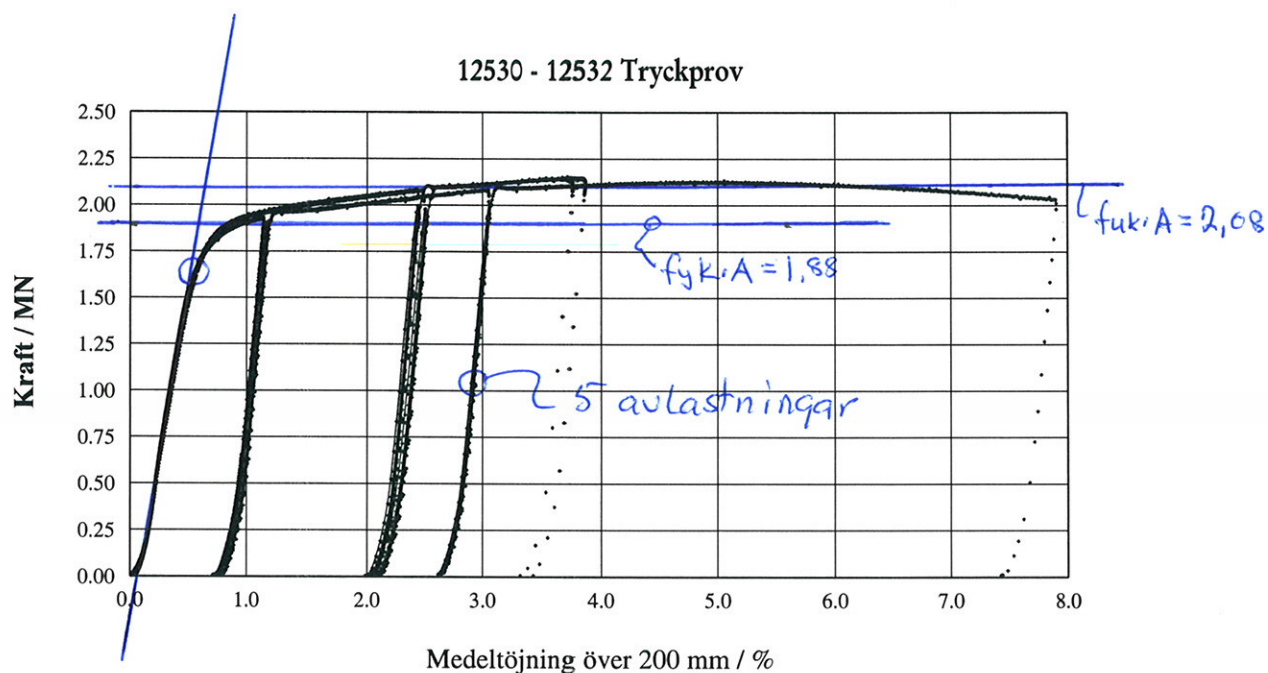
$$F_{\max} = f_{uk} \times A_s = 510 \times A_s = 2,08 \text{ MN}$$

$$\Phi F_{\max, k} = 2,10 \text{ MN (dim gm prövning)}$$

$$F_{\max, mv} = 2,14 \text{ MN}$$

$$\text{Reduktion} = \frac{2,10}{2,08} > 1,0$$

OK

Robit 140; ofylld

2007-10-05, 2007-10-08

TBB-140-4,5,6 Robit 140 mm, ofyllda

Tabell A4. Robit 140 mm, ofyllda

Prov nr	Märkning	$F_{\epsilon=0,5\%}$ / MN	$F_{\epsilon=1\%}$ / MN	$F_{\epsilon=2\%}$ / MN	$F_{\max}$ / MN
12530	TBB-140-4	1,54	1,90	2,01	2,14
12531	TBB-140-5	1,45	1,92	2,04	2,16
12532	TBB-140-6	1,52	1,94	2,05	2,16

Kommentar

12531

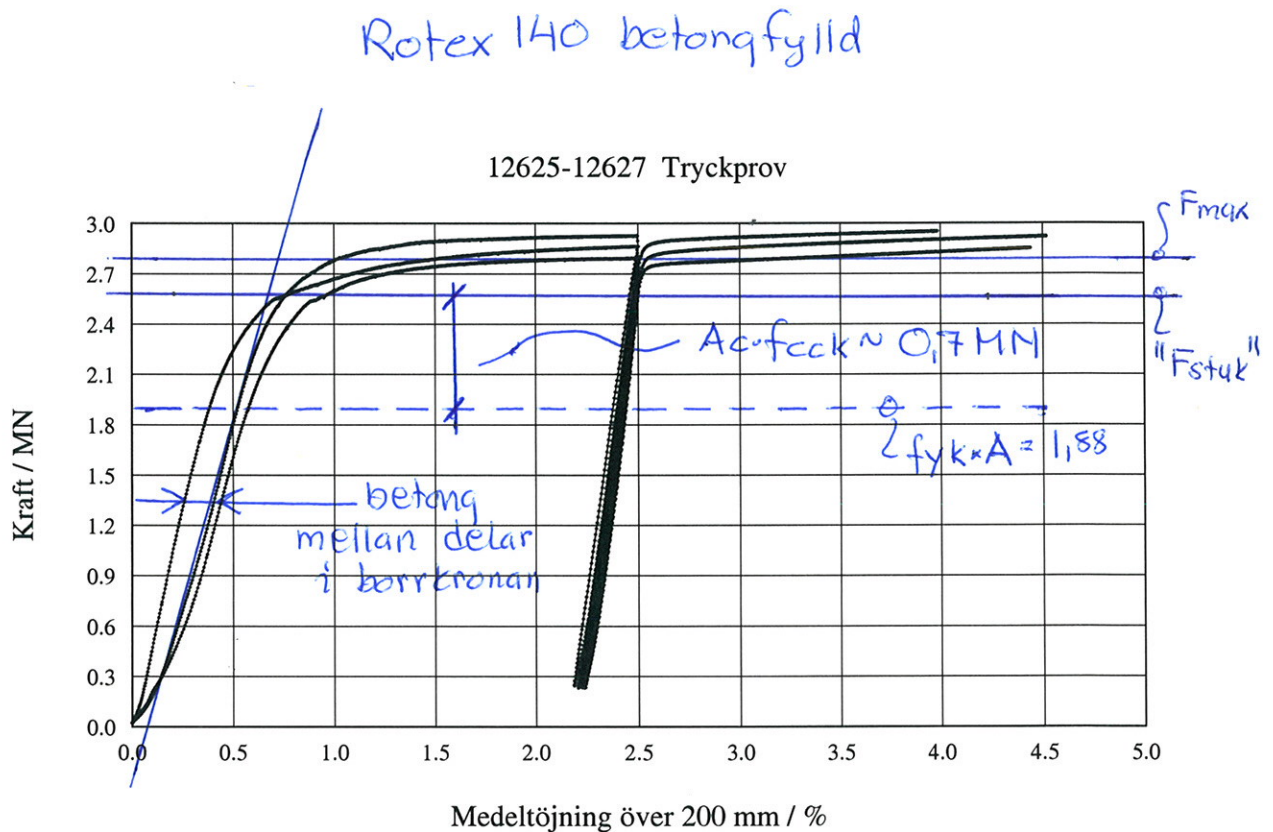
Tydliga knäppar hördes vid 1:a avlastning vid knappt 6 % total töjning. Knäppar hördes även vid låga laster (ca 500 kN) vid slutavlastningen.

$$F_{stuk} = f_{yk} \cdot A = 1,88 \text{ MN}$$

$$F_{\max} = f_{uk} \cdot A = 2,08 \text{ MN}$$

$$F_{\max, k} = 2,10$$

$$\text{Reduktion} = \frac{2,10}{2,08} > 1,0 \quad \underline{\underline{\text{OK}}}$$



2007-12-04

TBA-140-1,2,3 Rotex 140 mm, betongfylld

Anm. Rimligaste förklaringen till avvikelserna vid pålastning är att betong trängt in mellan de lösa detaljerna i spetsen i olika grad.

Tabell A7. Rotex 140 mm, betongfyllda

Prov nr	Märkning	$F_{\varepsilon=0,5\%}$ / MN	$F_{\varepsilon=1\%}$ / MN	$F_{\varepsilon=2\%}$ / MN	$F_{\max}$ / MN
12625	TBA-140-1	1,61	2,60	2,78	2,85
12626	TBA-140-2	2,24	2,67	2,84	2,92
12627	TBA-140-3	1,78	2,78	2,91	2,95

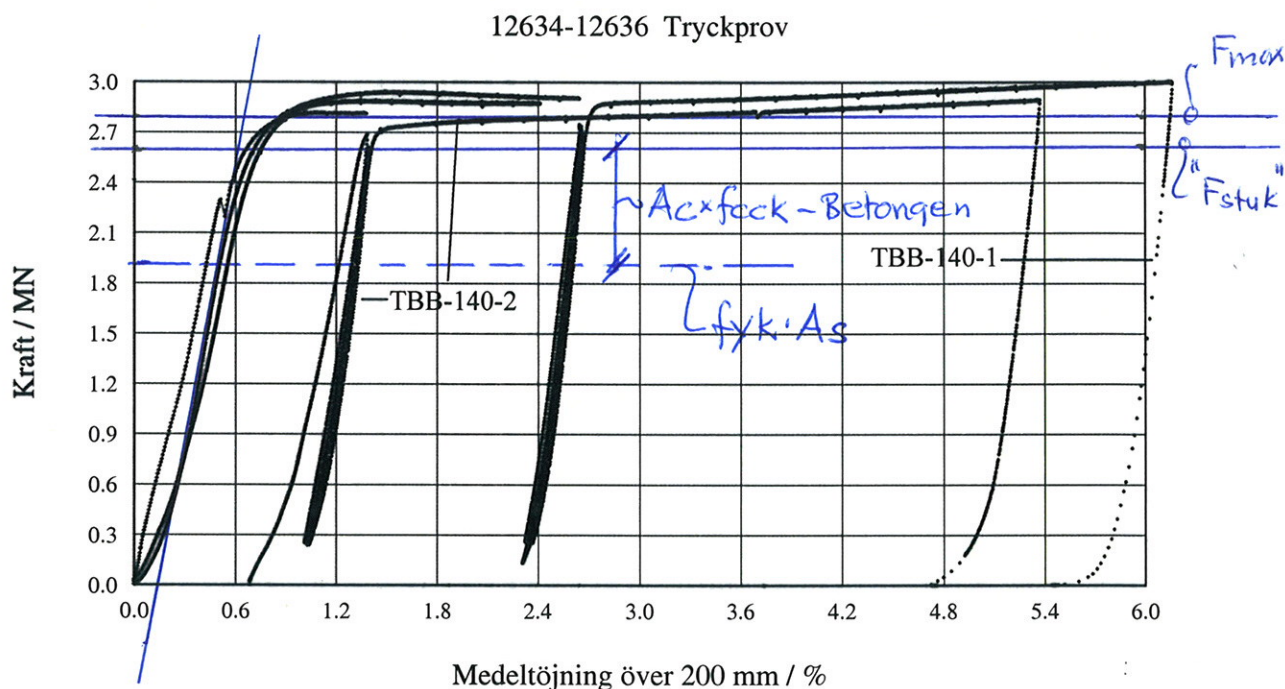
$$F_{\text{stuk}} = f_{yk} \cdot A_s + f_{ck} \cdot A_c = 2,58 \text{ MN}$$

$$F_{\max} = f_{uk} \cdot A_s + f_{ck} \cdot A_c = 2,78$$

Provning:

$$F_{\max, k} = 2,82 \text{ MN}$$

Robit 140; betongfylld



2007-12-14

TBB-140-1,2,3 Robit 140 mm, betongfyllda

$$F_{stuk} = f_{yk} \cdot A_s + f_{ock} \cdot A_c = 2,58 \text{ MN}$$

$$F_{max} = f_{uk} \cdot A_s + f_{ock} \cdot A_c = 2,98 \text{ MN}$$

Anm. TBB-140-2 provades först. Eftersom lasten snabbt uppnådde ett maximum gjordes en total avlastning tidigare än tänkt, så att situationen skulle kunna övervägas. Utgående från den fortsatta provning valdes avlastningar vid större töjningar i fortsättningen.

Borrkronan sprack under provningen, gissningsvis i samband med hacket vid första pålastningen. Inget speciellt ljud noterades dock någon gång under provningen.



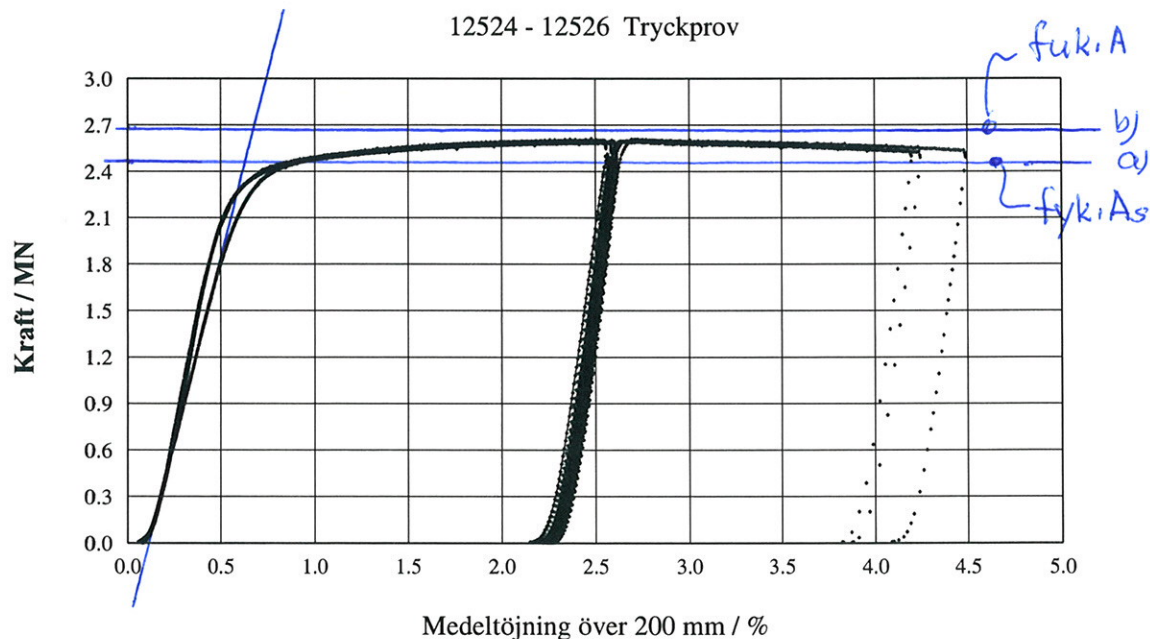
12635



Tabell A9. Robit 140 mm, betongfyllda

Prov nr	Märkning	$F_{\epsilon=0,5\%}$ / MN	$F_{\epsilon=1\%}$ / MN	$F_{\epsilon=2\%}$ / MN	F_{max} / MN
12634	TBB-140-1	1,89	2,86	2,92	2,95
12635	TBB-140-2	2,27	2,81	2,79	2,90
12636	TBB-140-3	1,65	2,84	2,87	2,98

Rotex 170, ofylld



2007-10-10

TBA-170-4,5,6 Rotex 170 mm, ofyllda

$$a) F_{stuk} = f_{yk} \cdot A_s = 495 \cdot A_s = 2,46 \text{ MN}$$

$$b) "F_{max}" = f_{uk} \cdot A_s = 2,66 \text{ MN}$$

$$c) F_{max,k} = 2,39 \text{ MN}$$

Tabell A2. Rotex 170 mm, ofyllda

$$\text{Reduktion} = \frac{2,39}{2,66} = 0,90 \quad \underline{\text{OK}}$$

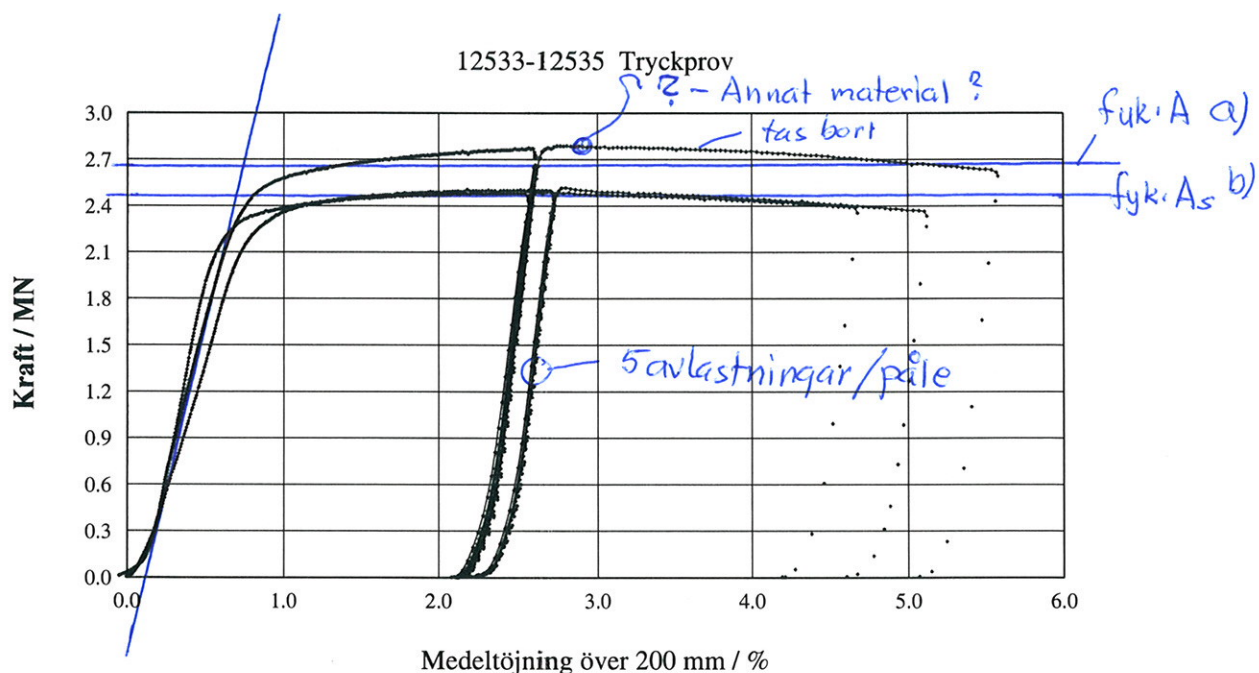
Prov nr	Märkning	$F_{\epsilon=0,5\%}$ / MN	$F_{\epsilon=1\%}$ / MN	$F_{\epsilon=2\%}$ / MN	$F_{\max}$ / MN
12524	TBA-170-4	1,80	2,49	2,59	2,62
12525	TBA-170-5	2,05	2,49	2,59	2,62
12526	TBA-170-6	2,05	2,47	2,57	2,62

Kommentar

12524

Metalliskt knäpp vid avlastning.

Robit 170; ofylld



2007-10-08

TBB-170-4,5,6 Robit 170 mm, ofylld

$$b) F_{stuk} = f_{yk} \cdot A = 495 \cdot A_s = 2,46$$

$$a) "F_{max}" = f_{uk} \cdot A_s = 2,66$$

$$c) F_{max,k} = 2,44$$

$$Reduktion = c/a = \frac{2,44}{2,66} = 0,92 \quad \underline{\underline{OK}}$$

Tabell A5. Robit 170 mm, ofyllda

Prov nr	Märkning	$F_{\epsilon=0,5\%}$ / MN	$F_{\epsilon=1\%}$ / MN	$F_{\epsilon=2\%}$ / MN	F_{max} / MN
12533	TBB-170-4	1,39	2,36	2,49	2,53
12534	TBB-170-5	1,92 -?	2,39	2,47	2,51
12535	TBB-170-6	1,68	2,58	2,73	2,80 -?

bortas ur mätning

Kommentar

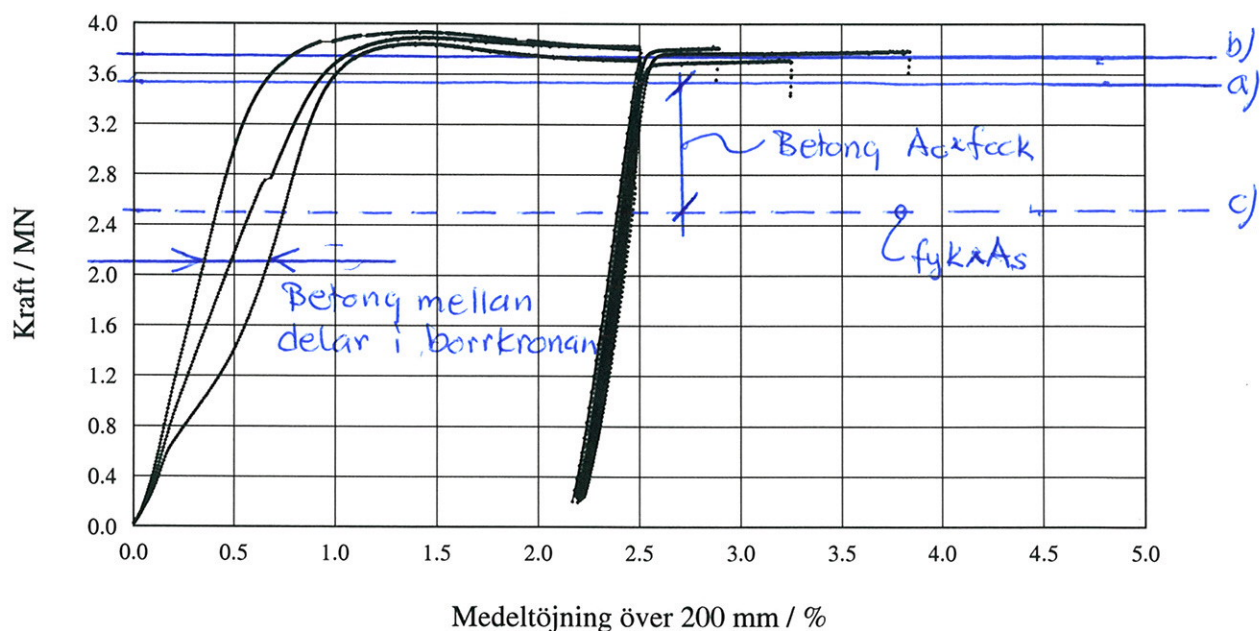
Prov 12535 uppvisade en avsevärt högre Brinellhårdhet än 12533 och 12534. (ca HB 195 mot HB 160 vid mätning direkt på den krökta mantelytan. Intrycken blev tydligt ovala och värdena är ungefärliga). 12535 tycks alltså tillverkad av ett något annat material än de övriga två.

12533

Ring "red" i infästningen. Detta kan möjligen vara orsak till extra deformation vid första pålastningen

Rotex 170; betongfylld

12628-12630 Tryckprov



2007-12-04

TBA-170-1,2,3 Rotex 170 mm, betongfylld

$$c) F_{stuk} = f_{yk} \times A_s = 2,46$$

$$"F_{max}" = f_{uk} \times A_s = 2,66$$

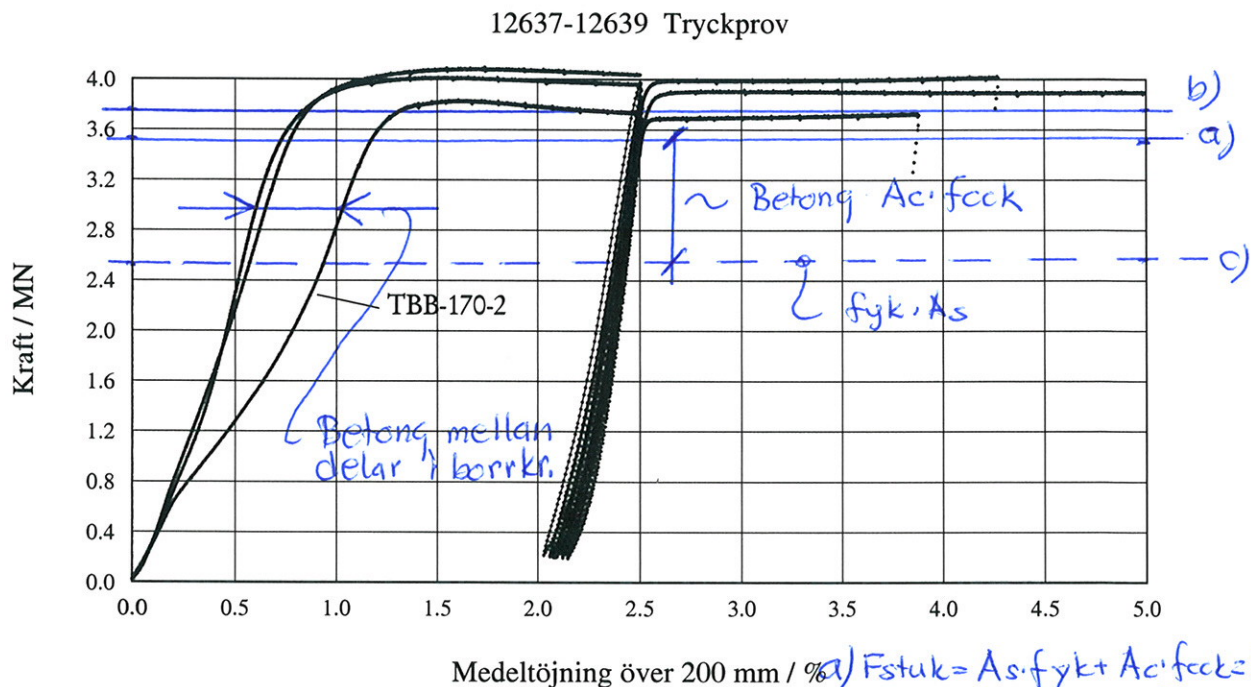
$$a) F_{stuk} = f_{yk} \times A_s + f_{ack} \times A_c = 3,53$$

$$b) "F_{max}" = f_{uk} \times A + f_{ack} \times A_c = 3,73$$

Tabell A8. TBA-140-1,2,3 Rotex 170 mm, betongfyllda

Prov nr	Märkning	$F_{\epsilon=0,5\%}$ / MN	$F_{\epsilon=1\%}$ / MN	$F_{\epsilon=2\%}$ / MN	F_{max} / MN
12628	TBA-170-1	1,40	3,59	3,74	3,84
12629	TBA-170-2	3,00	3,86	3,86	3,94
12630	TBA-170-3	2,17	3,68	3,83	3,89

Robit 170; betongfylld



2007-12-04, 2007-12-05

TBB-170-1,2,3 Robit 170 mm, betongfylld

a) $F_{stuk} = A_s \cdot f_{yk} + A_c \cdot f_{ck} = 3,53$

b) $F_{max} = A_s \cdot f_{uk} + A_c \cdot f_{ck} = 3,73$

c) $F_{stuk} = A_s \cdot f_{yk} = 2,46$

Anm. Någon säker förklaring till det avvikande beteendet hos TBB-170-2 har inte kunnat finnas. Bucklingen har utvecklats i huvudsak som på övriga provstavar och någon avvikande glipa i borrkronan kan ej heller observeras. Provet förefaller ej snedare än övriga. Se foto nedan.

En möjlig förklaring är att betong trängt in mellan de rörliga delarna i borrkronan. Betongen har sedan krossats och kompakterats under den första pålastningen så att styvheten under avlastningarna vid 2,5 % töjning blev densamma för övriga prov.

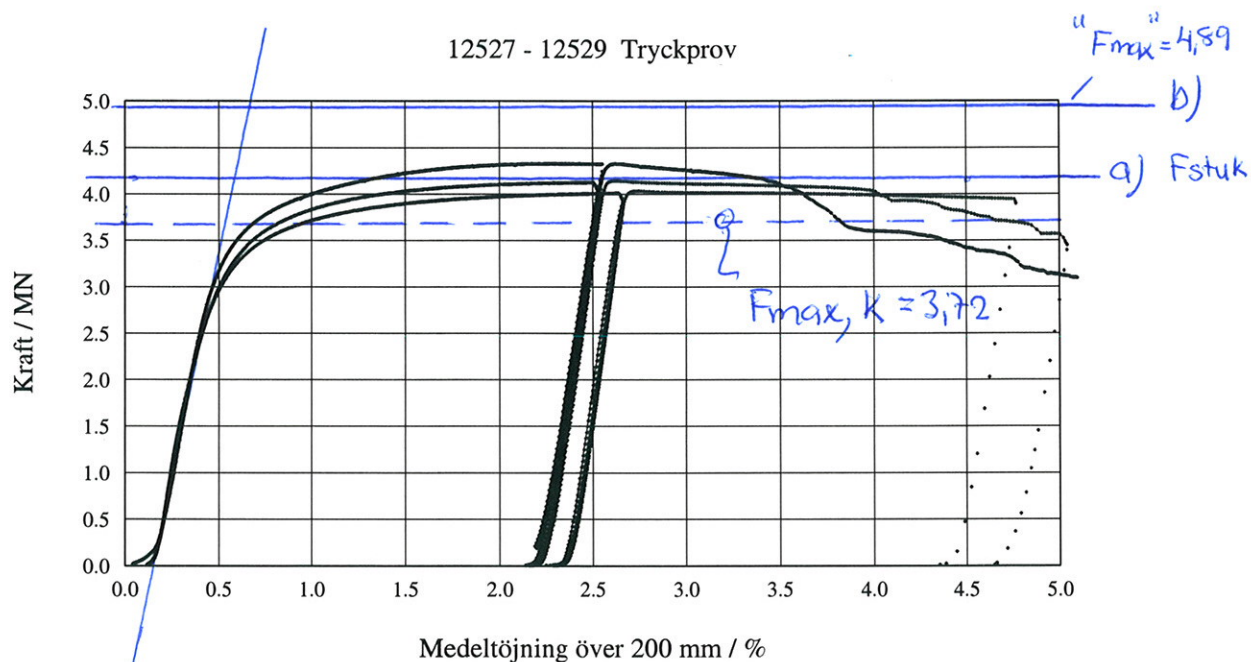
d) $F_{max, k} = 3,68$

Reduktion: $3,68/3,73 = 0,99$ OK

Tabell A10. Robit 170 mm, betongfyllda

Prov nr	Märkning	$F_{\varepsilon=0,5\%}$ / MN	$F_{\varepsilon=1\%}$ / MN	$F_{\varepsilon=2\%}$ / MN	F_{max} / MN
12637	TBB-170-1	2,16	3,91	4,07	4,10
12638	TBB-170-2	1,28	2,82	3,78	3,83
12639	TBB-170-3	2,30	3,90	3,99	4,02

Rotex 220; ofylld



2007-10-10, 2007-12-05
TBA-220-4,5,6 Rotex 220 mm, ofyllda

a) $F_{stuk} = f_{yk} \cdot A = 4.17 \text{ MN}$
 b) $F_{max} = f_{uk} \cdot A = 4.89 \text{ MN}$
 c) $F_{max, k} = 3.72$

Reduktion: $K = \frac{3.72}{4.17} = 0.89 = \frac{3.72}{4.89} = 0.76$
 Ej bra

Tabell A3. Rotex 220 mm, ofyllda

Prov nr	Märkning	$F_{\epsilon=0.5\%}$ / MN	$F_{\epsilon=1\%}$ / MN	$F_{\epsilon=2\%}$ / MN	F_{max} / MN
12527	TBA-220-4	3,01	3,83	4,10	4,15
12528	TBA-220-5	3,17	4,00	4,31	4,32
12529	TBA-220-6	2,96	3,72	3,97	4,04

Kommentarer

12527

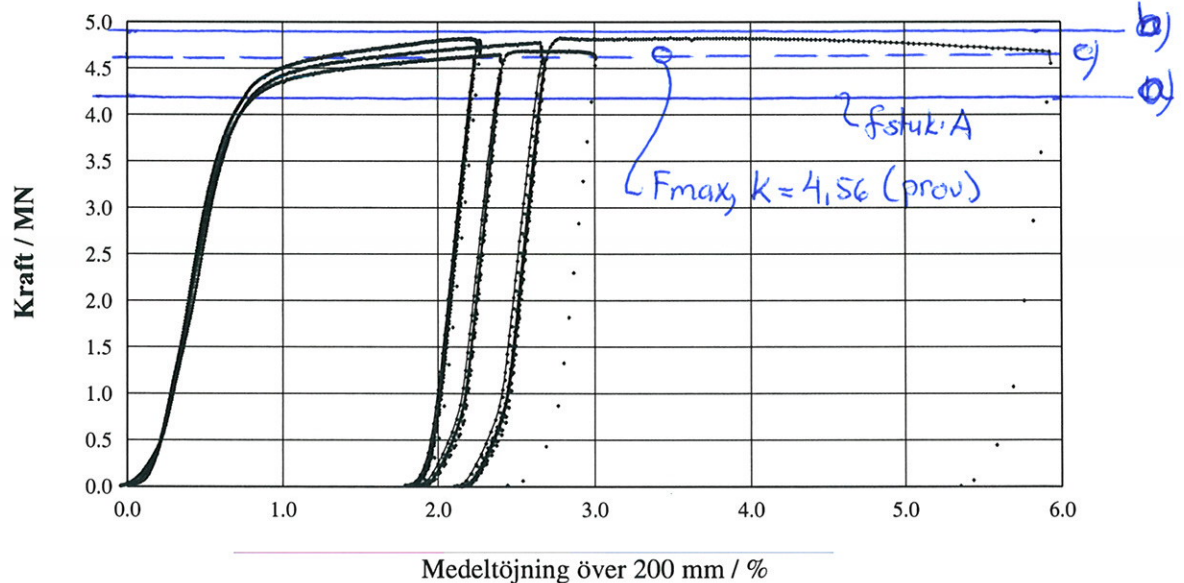
Metalliskt knäppande vid avlastning.

12528

Denna provkropp levererades vid ett senare tillfälle. Lasterna blev något högre men föll vid lägre töjningar. Rotex-påspetsen bucklade nu före stålröret. Kraftigt knaster hörde under en tid efter det att lasten börjat sjunka.

Robit 220; ofylld

12536-12538 Tryckprov



2007-10-09

TBB-220-4,5,6 Robit 220 mm, ofyllda

$$a) F_{stuk} = f_{yk} \cdot A_s = 4,17 \text{ MN}$$

$$b) F_{max} = f_{uk} \cdot A_s = 4,89$$

$$c) F_{max, k} = 4,56 \text{ MN}$$

Tabell A6. Robit 220 mm, ofyllda

Reduktion: $\gamma/b = 0,93$ OK

Prov nr	Märkning	$F_{\epsilon=0,5\%}$ / MN	$F_{\epsilon=1\%}$ / MN	$F_{\epsilon=2\%}$ / MN	F_{max} / MN
12536	TBB-220-4	3,01	4,50	4,80	4,84
12537	TBB-220-5	2,86	4,36	4,60	4,71
12538	TBB-220-6	2,68	4,42	4,69	4,84

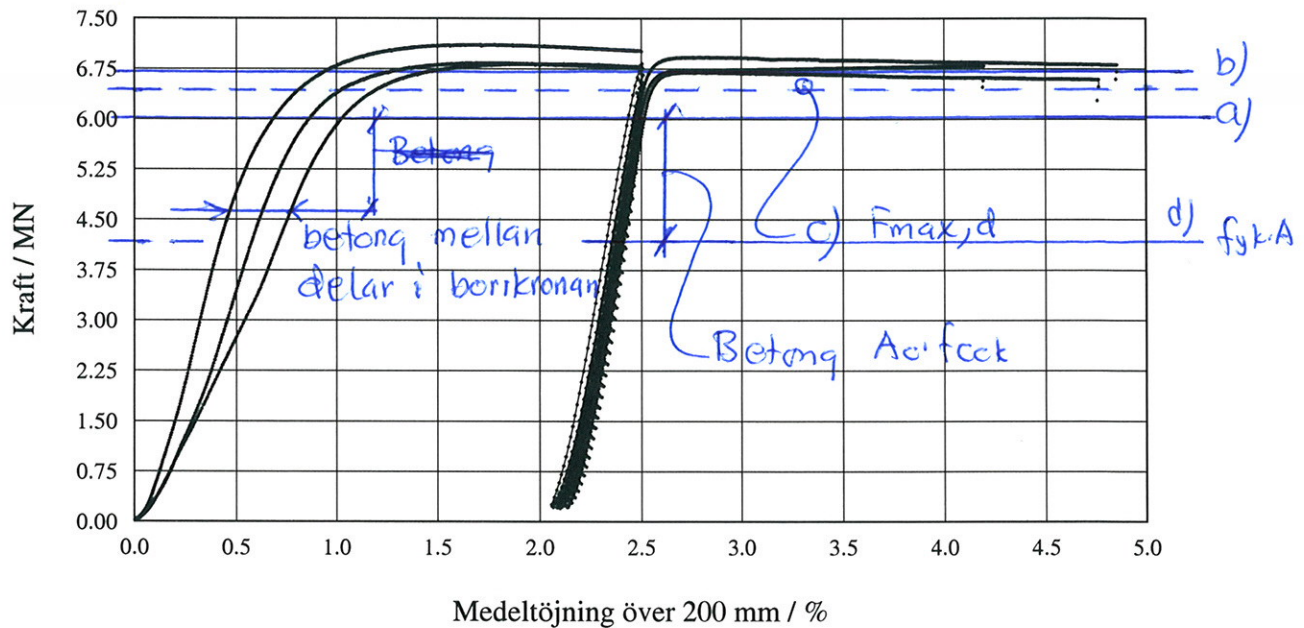
Kommentar

12536

Mindre än 2 % plastisk töjning vid maximal last. Buckling inträdde ovanför extensometrarna. Ett svagt metalliskt knäpp hördes vid tredje avlastningen, nära noll last.

Rotex 220; betongfylld

12631-12633 Tryckprov



2007-12-05

TBA-220-1,2,3 Rotex, betongfylld

$$a) F_{stuk} = f_{yk} \cdot A_s + f_{ck} \cdot A_c = 6,08 \text{ MN}$$

$$b) F_{max} = f_{uk} \cdot A_s + f_{ck} \cdot A_c = 6,73 \text{ MN}$$

$$c) F_{max,k} = 6,39$$

$$\text{Reduktion : } c/b = \frac{6,39}{6,73} = 0,95$$

OK

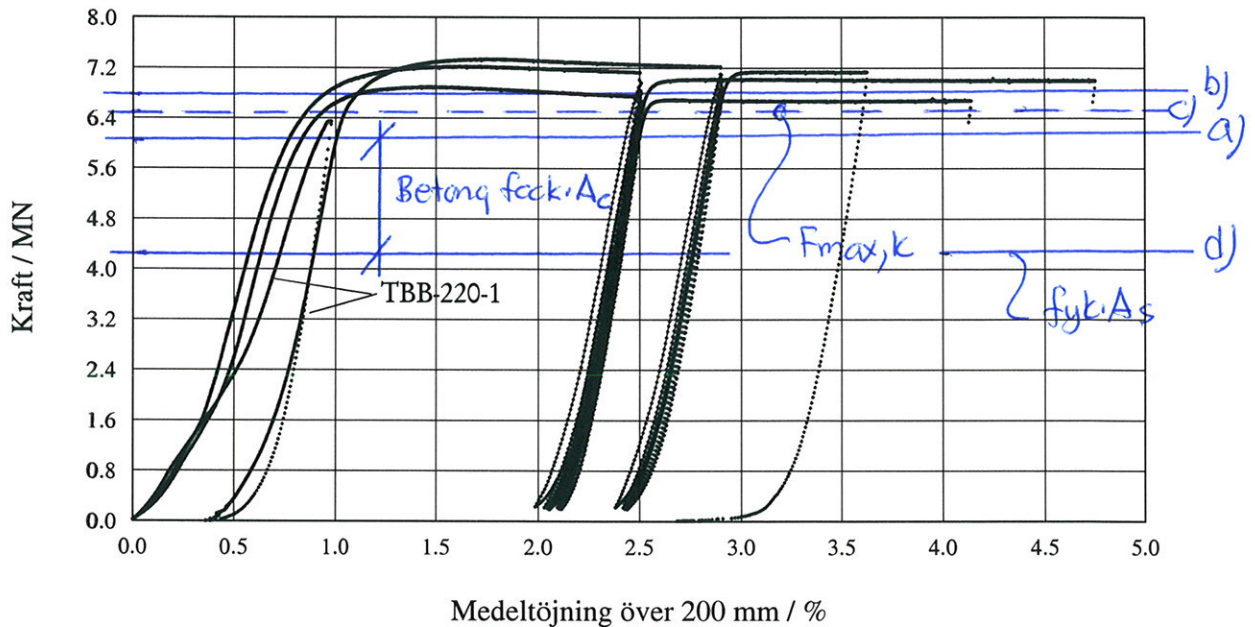
Tabell A9. Rotex 220 mm, betongfyllda

Prov nr	Märkning	$F_{\epsilon=0,5\%}$ / MN	$F_{\epsilon=1\%}$ / MN	$F_{\epsilon=2\%}$ / MN	F_{max} / MN
12631	TBA-220-1	3,44	6,39	6,82	6,83
12632	TBA-220-2	2,75	5,91	6,82	6,82
12633	TBA-220-3	4,91	6,79	7,08	7,11

$$d) f_{yk} \cdot A = 4,17$$

Robit 220; betongfylld

12640-12642 Tryckprov



2007-12-05

TBB-220-1,2,3 Robit 220 mm, betongfylld

$$a) F_{stuk} = f_{yk} \cdot A_s + f_{ck} \cdot A_c = 6,00 \text{ MN}$$

$$b) F_{max} = f_{uk} \cdot A_s + f_{ck} \cdot A_c = 6,73$$

$$c) F_{max,k} = 6,42 \text{ (provning)}$$

$$\text{Reduktion: } 6,42 / 6,73 = 0,95 \text{ OK}$$

Tabell A11. Robit 220 mm, betongfyllda

Prov nr	Märkning	$F_{\epsilon=0,5\%}$ / MN	$F_{\epsilon=1\%}$ / MN	$F_{\epsilon=2\%}$ / MN	F_{max} / MN
12640	TBB-220-1	2,32	6,01	7,33	7,33
12641	TBB-220-2	3,37	6,89	7,18	7,22
12642	TBB-220-3	2,60	6,64	6,82	6,89

Anm. Även en liten förflyttning av nollpunkten för kurva TBB-220-1 gör signifikant skillnad i $F_{\epsilon=1\%}$.

$$d) f_{yk} \cdot A_s = 4,17$$

Bilaga 4

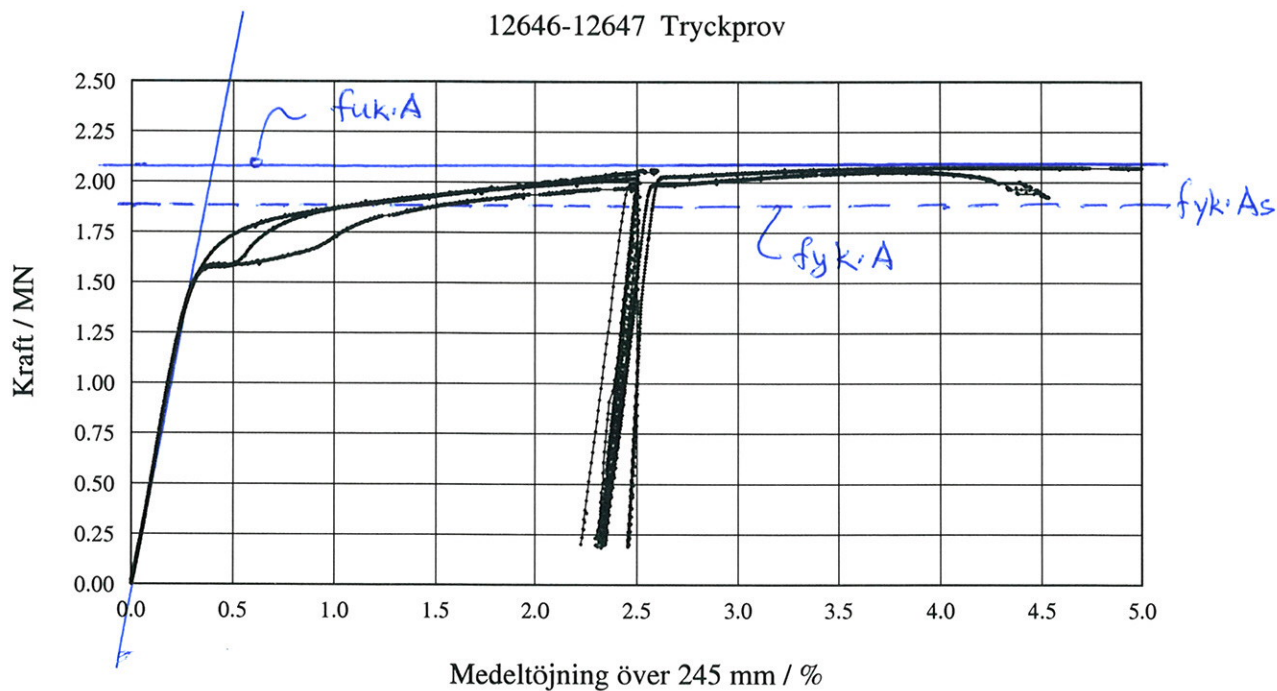
Tryckprovning av gängade RD-skarvar.

Uppsala 2010-01-16



Bo Berglars
PiD Piling Development AB

Skarv RD140; ofylld



2007-12-06, 2007-12-07
TS-140-MF-4,5,6 Ofyllda

$$F_{\max} = f_{yk} \cdot A_s = 2,08 \text{ MN}$$

$$F_{stuk} = f_{yk} \cdot A_s = 1,88 \text{ MN}$$

$$F_{\max, R} = 2,01 \text{ MN}$$

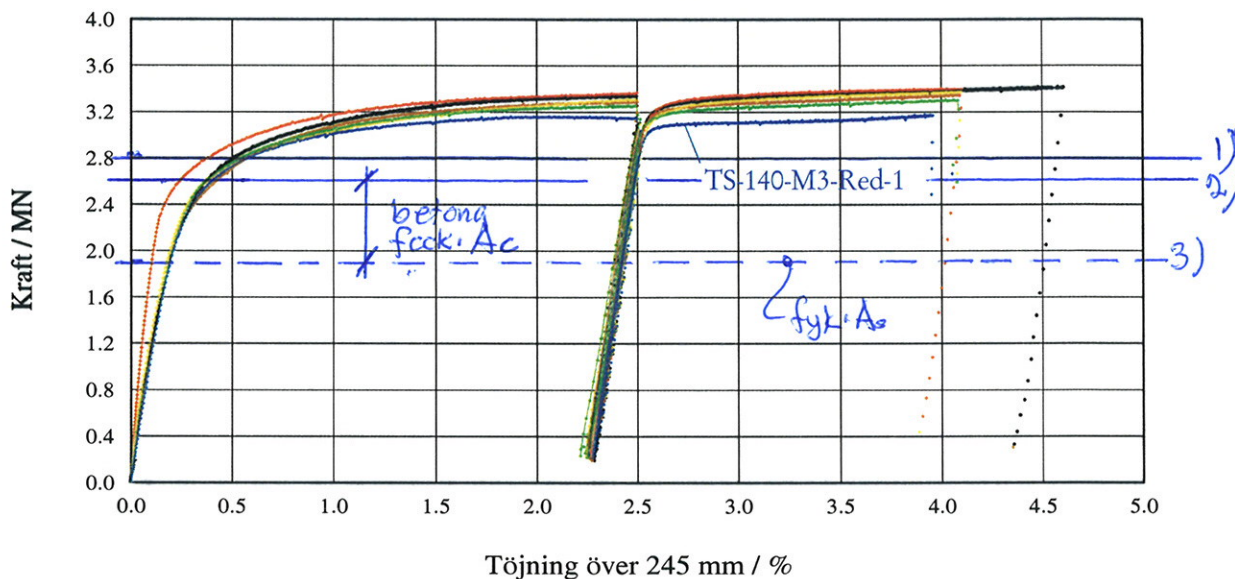
Tabell A12. RD-skarv 140 mm, ofyllda

Prov nr	Märkning	$F_{\varepsilon=0,5\%}$ / MN	$F_{\varepsilon=1\%}$ / MN	$F_{\varepsilon=2\%}$ / MN	$F_{\max}$ / MN	M_{skarv} / kNm
12646	TS-140-MF-4	1,74	1,87	2,00	2,06	8,2
12647	TS-140-MF-5	1,59	1,87	1,98	2,08	8,1
12648	TS-140-MF-6	1,58	1,72	1,94	2,05	8,2

skarv RD 140; betongfylld

Tryckprovning av betongfyllda RD-skarvar

12643-12645 12649-12651



2008-03-10 - 2008-03-11

TS-140-MF-1,2,3 TS-140-M3-1 TS-140-M1-1 TS-140-M3-Red

Tabell A14. RD-skarv 140 mm, betongfyllda

Prov nr	Märkning	$F_{\epsilon=0,5\%}$ / MN	$F_{\epsilon=1\%}$ / MN	$F_{\epsilon=2\%}$ / MN	$F_{\max}$ / MN	M_{skarv} / kNm	Kurva i diagram
12643	TS-140-MF-1	2,79	3,11	3,31	3,42	8,2	svart
12644	TS-140-MF-2	2,72	3,07	3,26	3,35	8,1	brun
12645	TS-140-MF-3	2,91	3,18	3,33	3,40	8,2	röd
12649	TS-140-M3-1	2,75	3,03	3,25	3,38	3,1	gul
12650	TS-140-M1-1	2,76	3,05	3,23	3,32	1,1	grön
12651*	TS-140-M3-Red-1	2,74	3,02	3,15	3,18	3,1	blå

* Hylsan har svarvats ned 2,4 mm på radien, motsvarande 2,4 mm avrostning

$$F_{uk} \cdot A_s = 2,08$$

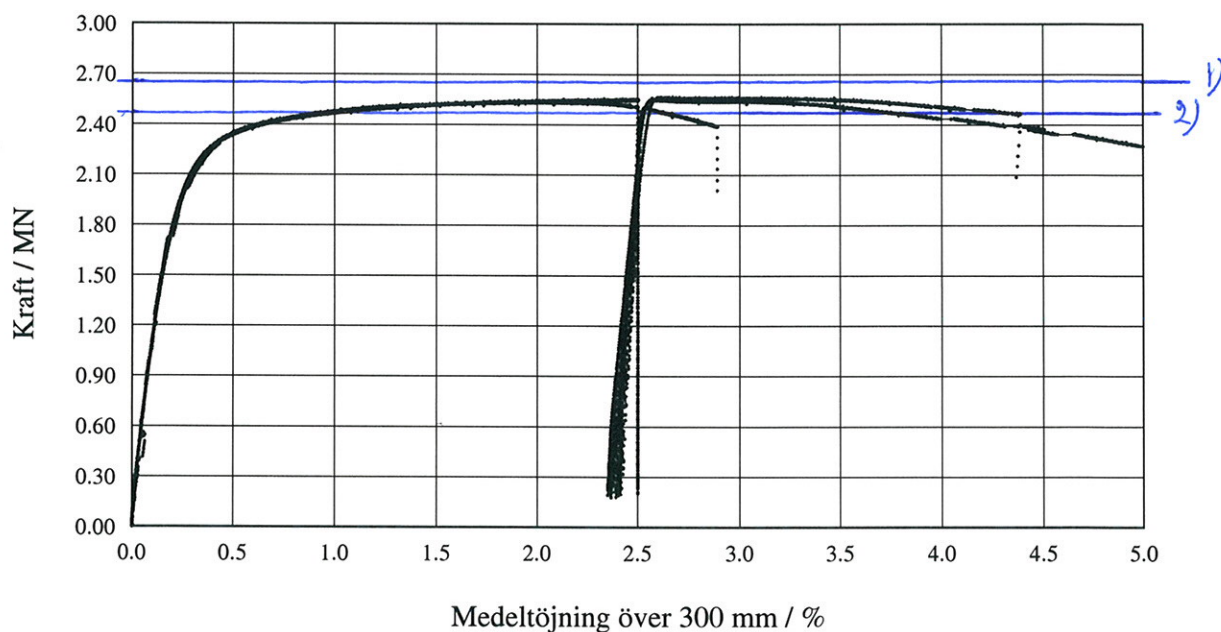
$$3) F_{yk} \cdot A_s = 1,88$$

$$1) F_{uk} \cdot A_s + f_{ck} \cdot A_c = 2,78$$

$$2) F_{yk} \cdot A_s + f_{ck} \cdot A_c = 2,58$$

Skarv RD 170; ofylld

12655-12657 Tryckprov



2007-12-07

TS-170-MF-4,5,6 Ofyllda

$$1) F_{max} = f_{uk} \cdot A_s = 2,66$$

$$2) F_{stuk} = f_{yk} \cdot A_s = 2,46$$

$$F_{max,k} = 2,51$$

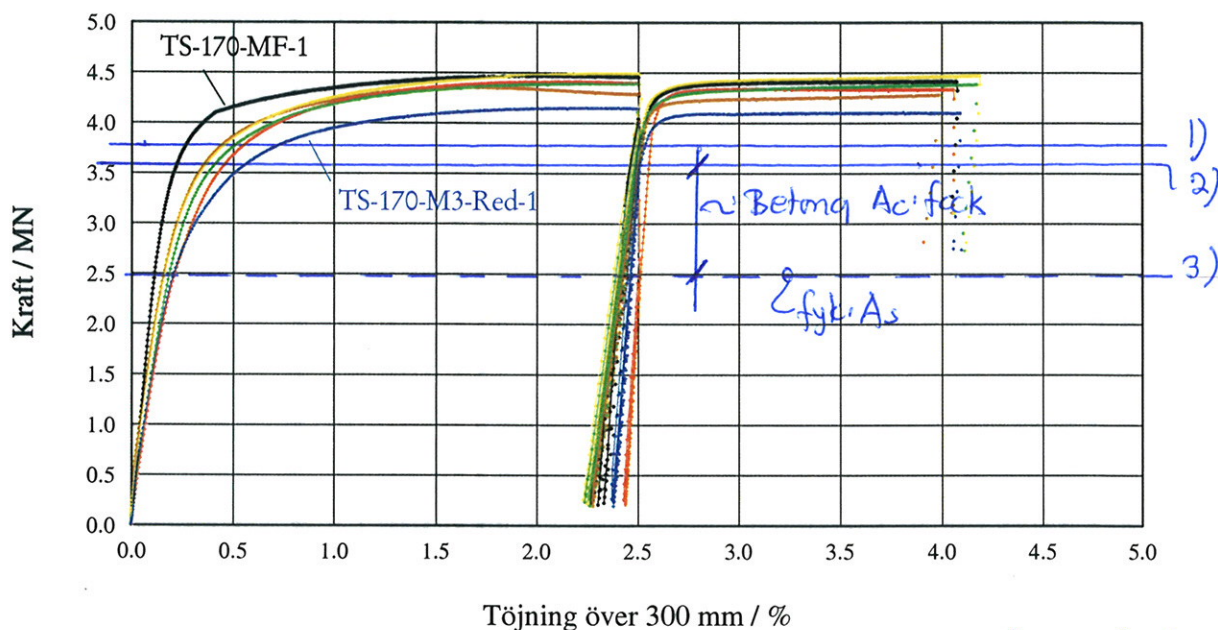
Tabell A13. RD-skarv 170 mm, ofyllda

Prov nr	Märkning	$F_{\varepsilon=0,5\%}$ / MN	$F_{\varepsilon=1\%}$ / MN	$F_{\varepsilon=2\%}$ / MN	F_{max} / MN	M_{skarv} / kNm
12655	TS-170-MF-4	2,35	2,48	2,53	2,54	8,5
12656	TS-170-MF-5	2,35	2,47	2,53	2,57	8,2
12657	TS-170-MF-6	2,34	2,47	2,53	2,56	8,4

Betongfyllda skarvar RD 170

Tryckprovning av betongfyllda RD-skarvar

12652-12654 12658-12660



2008-03-11

TS-170-MF-1,2,3 TS-170-M3-1 TS-170-M1-1 TS-170-M3-Red-1

$$1) F_{max} = f_{uk} \cdot A_s + A_c \cdot f_{ck} = 3,73$$

$$2) F_{stut} = f_{yk} \cdot A_s + A_c \cdot f_{ck} = 3,53$$

$$3) F_{stut} = f_{yk} \cdot A_s = 2,46$$

Tabell A15. RD-skarv 170 mm, betongfyllda

Prov nr	Märkning	$F_{\epsilon=0,5\%}$ / MN	$F_{\epsilon=1\%}$ / MN	$F_{\epsilon=2\%}$ / MN	F_{max} / MN	M_{skarv} / kNm	Kurva i diagram
12652	TS-170-MF-1	4,15	4,35	4,47	4,47	9,0	svart
12653	TS-170-MF-2	3,86	4,23	4,33	4,36	8,0	brun
12654	TS-170-MF-3	3,67	4,19	4,41	4,41	8,2	röd
12658	TS-170-M3-1	3,84	4,25	4,48	4,49	3,1	gul
12659	TS-170-M1-1	3,75	4,19	4,38	4,15	1,1	grön
12660*	TS-170-M3-Red-1	3,48	3,95	4,14	4,15	3,2	blå

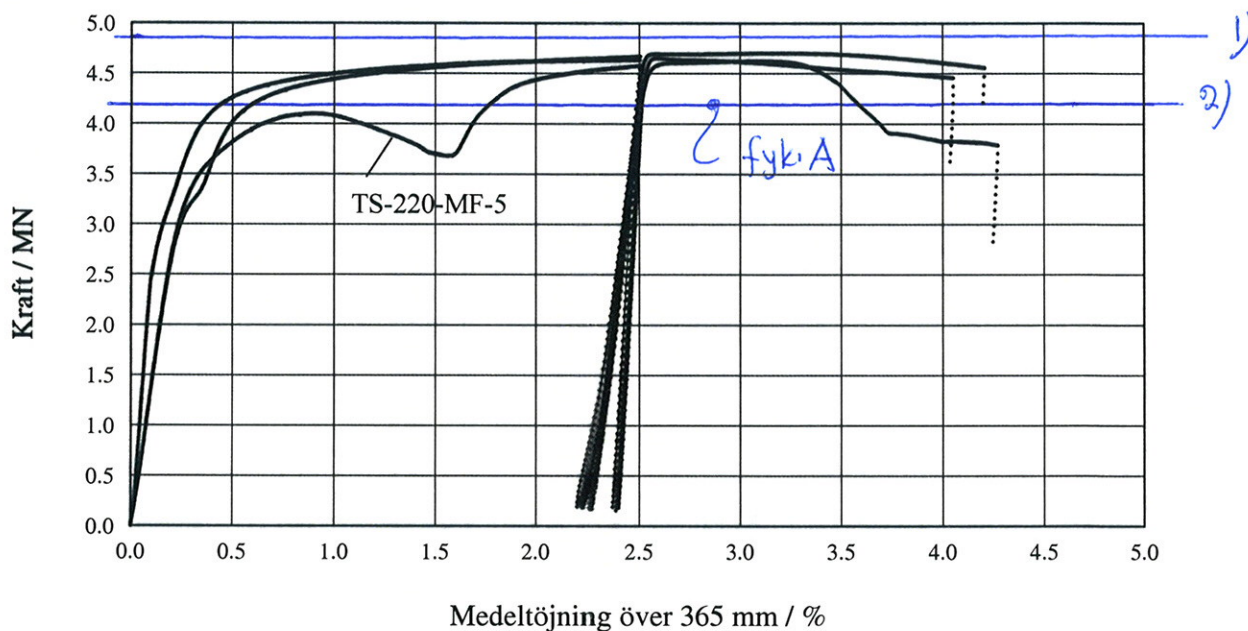
* Hylsan har svarvats ned 2,4 mm på radien, motsvarande 2,4 mm avrostning

Kommentar

12652 uppvisar högre initial styvhet än övriga. Någon skillnad i hårdhet mellan 12652, 12653 och 12654 kunde inte påvisas, varken på rör eller på hylsa (ca HB 70). Någon annan förklaring till den högre initiala styvheten hos 12652 kunde inte heller upptäckas.

Skarv RD 220; ofylld

12664-12666 Tryckprov



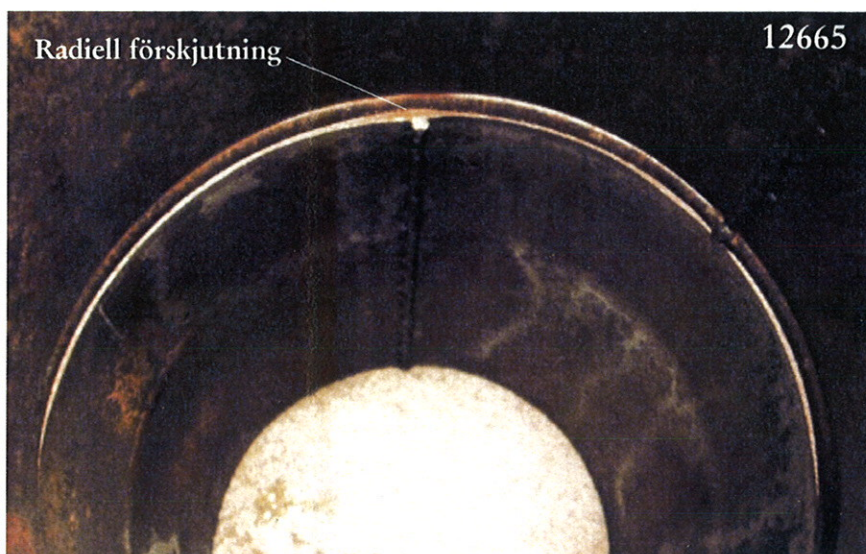
Tabell A14. RD-skarv 220 mm, ofyllda

Prov nr	Märkning	$F_{\epsilon=0,5\%}$ / MN	$F_{\epsilon=1\%}$ / MN	$F_{\epsilon=2\%}$ / MN	$F_{\max}$ / MN	M_{skarv} / kNm
12664	TS-220-MF-4	4,02	4,44	4,62	4,70	8,4
12665	TS-220-MF-5	3,81	4,08	4,43	4,63	8,4
12666	TS-220-MF-6	4,26	4,49	4,62	4,65	8,7

Kommentar

12665, TS-220-MF-5, uppvisade ett avvikande beteende. Efter provningen syntes på insidan en radiell förskjutning vid skarven mellan de två rörhalvorna som ej observerades på övriga provkroppar.

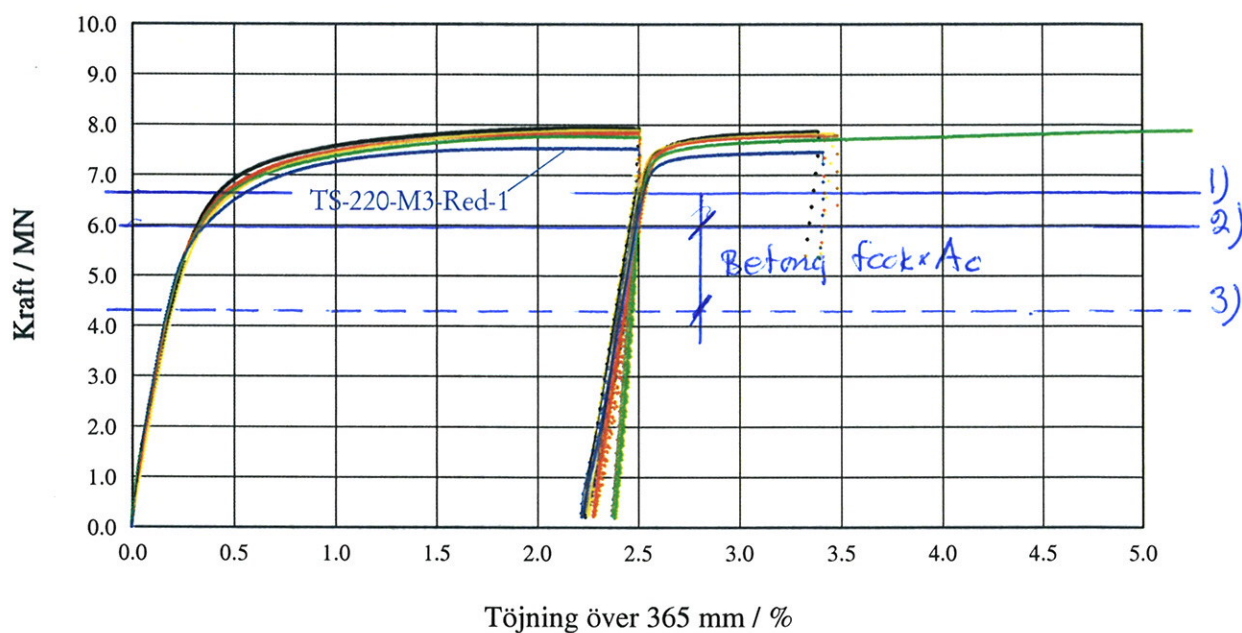
Se foto till höger.



Betongfylld skarv RD 220

Tryckprovning av betongfyllda RD-skarvar

12661-12663 12667-12669



2008-03-11

TS-220-MF-1,2,3 TS-220-M3-1 TS-220-M1-1 TS-220-M3-Red-1

Tabell A16. RD-skarv 220 mm, betongfyllda

Prov nr	Märkning	$F_{\epsilon=0,5\%}$ / MN	$F_{\epsilon=1\%}$ / MN	$F_{\epsilon=2\%}$ / MN	F_{max} / MN	M_{skarv} / kNm	Kurva i diagram
12661	TS-220-MF-1	6,91	7,58	7,92	7,94	8,3	svart
12662	TS-220-MF-2	6,70	7,46	7,84	7,88	8,3	brun
12663	TS-220-MF-3	6,77	7,48	7,82	7,84	8,7	röd
12667	TS-220-M3-1	6,62	7,45	7,86	7,92	3,1	gul
12668	TS-220-M1-1	6,70	7,38	7,76	7,92	1,2	grön
12669*	TS-220-M3-Red-1	6,48	7,26	7,52	7,54	3,2	blå

* Hylsan har svarvats ned 2,4 mm på radien, motsvarande 2,4 mm avrostning

$$\begin{aligned}
 1) F_{max} &= f_{uk} \cdot A_s + f_{ck} \cdot A_c = 6,73 \\
 2) "F_{stuk}" &= f_{yk} \cdot A + f_{ck} \cdot A_c = 6,00 \\
 3) F_{stuk} &= f_{yk} \cdot A = 4,17
 \end{aligned}$$

Bilaga 5

Dragprovning av gängade RD-skarvar

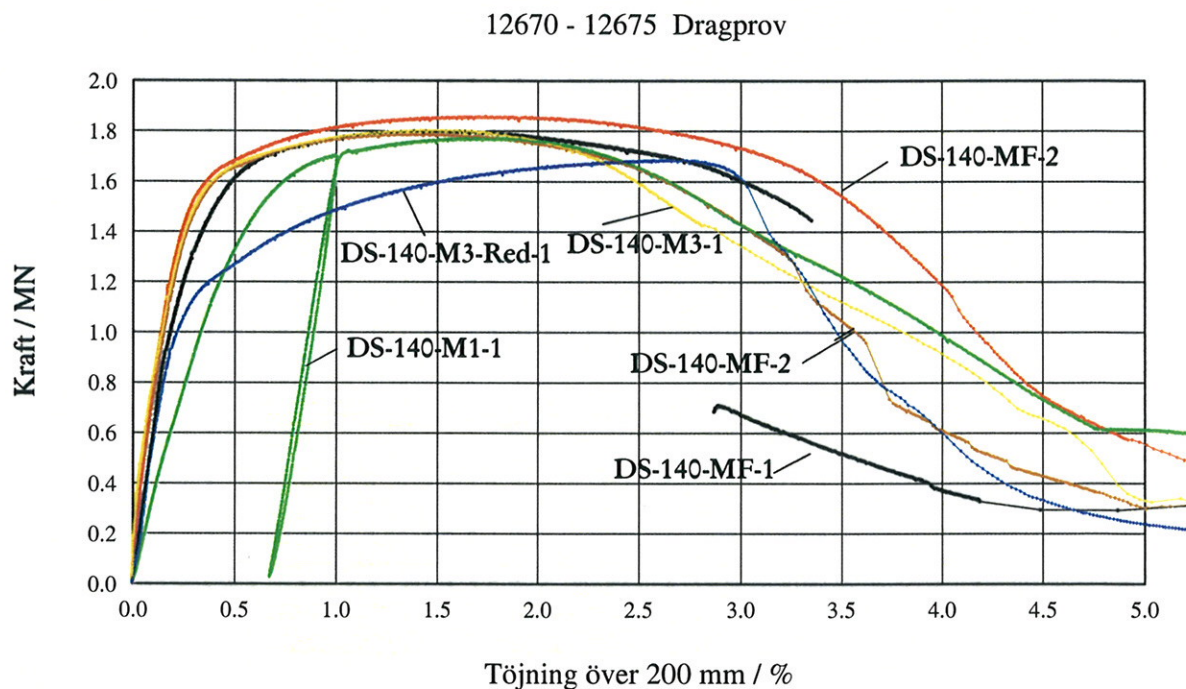
Uppsala 2010-01-16



Bo Berglars
PiD Piling Development AB

Drag skarv RD 140

Dragprovning av ofyllda rör med diameter 140 mm



2007-11-26 - 2008-02-05

DS-140-MF-1,2,3 DS-140-M3-1 DS-140-M1-1 DS-140-M3-Red-1

Tabell C1. Dragprovning av ofyllda RD-skarvar, 140 mm

Prov nr	Märkning	$F_{\max}$ / MN	Färg
12670	DS-140-MF-1	1,80	svart
12671	DS-140-MF-2	1,79	brun
12672	DS-140-MF-3	1,86	röd
12673	DS-140-M3-1	1,80	gul
12674	DS-140-M1-1	1,77	grön
12675*	DS-140-M3-Red-1*	1,69	blå

* Hylsan har svarvats ned 2,4 mm på radien, motsvarande 2,4 mm avrostning

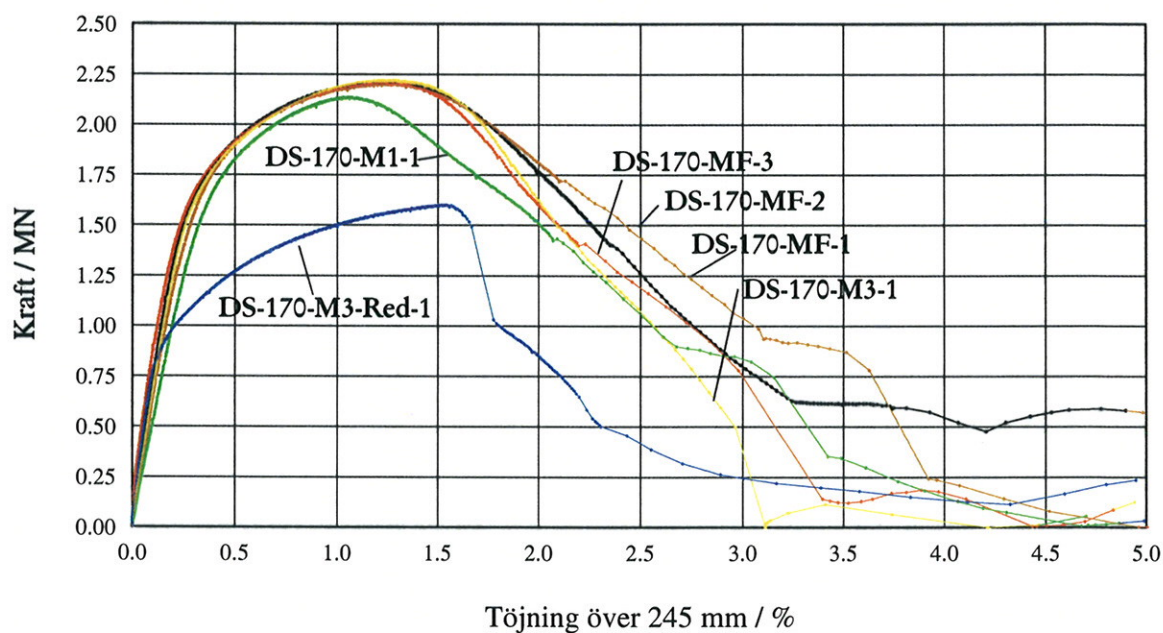
Kommentar

Ett plötsligt brott inträffade vid provning av DS-140-MF-1 vid rätt hög last varvid töjningssgivarnas fästen rubbades något. Därav den minskade töjningssignalen omedelbart efter brottet.

Drag skarv RD 170

Dragprovning av ofyllda rör med diameter 170 mm

12676 - 12681



2008-02-06 - 2008-02-07

DS-170-MF-1,2,3 DS-170-M3-1 DS-170-M1-1 DS-170-M3-Red-1

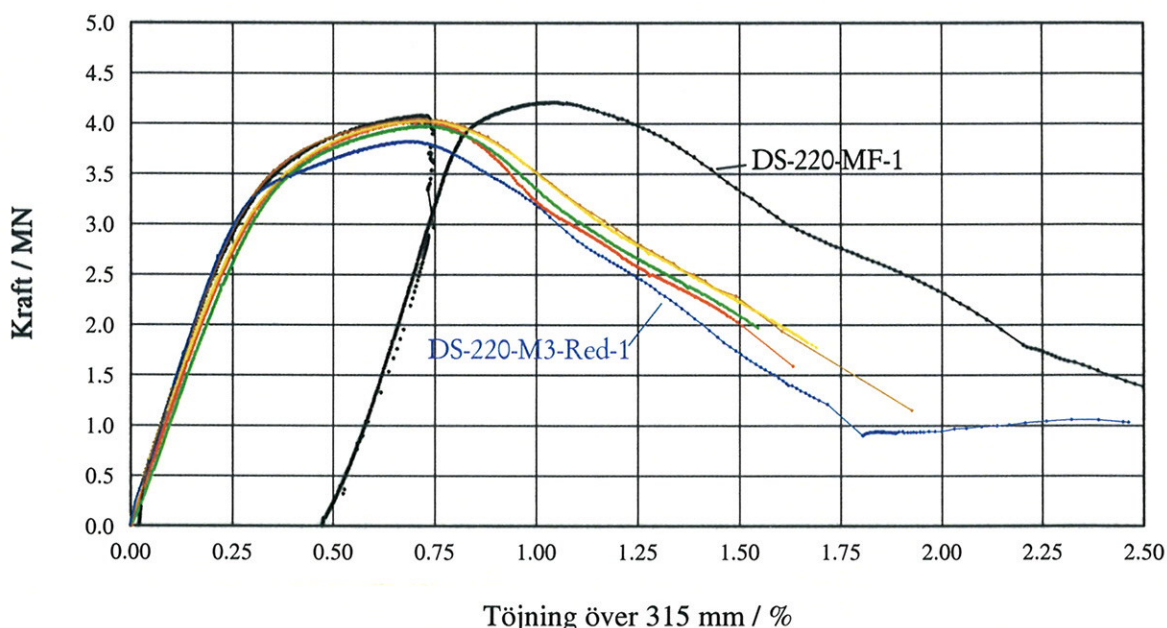
Tabell C2. Dragprovning av ofyllda RD-skarvar, 170 mm

Prov nr	Märkning	$F_{\max}$ / MN	Färg
12676	DS-170-MF-1	2,21	svart
12677	DS-170-MF-2	2,20	brun
12678	DS-170-MF-3	2,21	röd
12679	DS-170-M3-1	2,22	gul
12680	DS-170-M1-1	2,13	grön
12681	DS-170-M3-Red-1*	1,60	blå

* Hylsan har svarvats ned 2,4 mm på radien, motsvarande 2,4 mm avrostning

Dragprovning av ofyllda rör med diameter 220 mm

12682 - 12686



Tabell C3. Dragprovning av ofyllda RD-skarvar, 220 mm

Prov nr	Märkning	$F_{\max}$ / MN	Färg
12682-1	DS-220-MF-1	4,08	svart
12682-2	DS-220-MF-1	4,21	svart
12683	DS-220-MF-2	4,04	brun
12684	DS-220-MF-3	4,02	röd
12685	DS-220-M3-1	4,03	gul
12686	DS-220-M1-1	3,97	grön
12687*	DS-220-M3-Red-1*	3,82	blå

* Hylsan har svarvats ned 2,4 mm på radien, motsvarande 2,4 mm avrostning

Anm. Vid provningen av DS-220-MF-1 brast den inre svetsen på ena flänsen varefter ringen vrängdes och rörets ände stukades in. Därefter brast den yttre svetsen och ringen skjuvades av. Maximalt uppnådd last var 4,08 MN. En ny ring svetsades på och provningen återupptogs. Maximal last 4,21 MN uppnåddes nu. Upptagna last-töjningskurvor fick sammanfalla vid avlastningen - nya pålastningen. Resultatet avviker kraftigt från övriga dragprov varför något kanske förändrades då första flänsen skjuvades av eller då nya ringen svetsades på. En möjlig orsak kan vara att en viss sneddragning uppstod vid avskjuvningen. Då den nya ringen svetsades på parallellt med den befintliga kvartstod snedställningen vid den fortsatta provningen. Skarvhylsan deformerades kraftig vid detta prov till skillnad mot fallet vid övriga dragprov på skarvade 220-rör. Märken på rördelarna mellan flänsar och skarvhylsa visade att belastningsplattorna tryckt hårt mot rören vid detta prov vilket visar på den snedbelastning som uppstod under brottförloppet. Se foto ovan, sidan 45. Av dessa skäl har maximala lasten 4,08 MN använts i resultattabellen nedan.

Bilaga 6

Böjprovning av gängade RD-skarvar

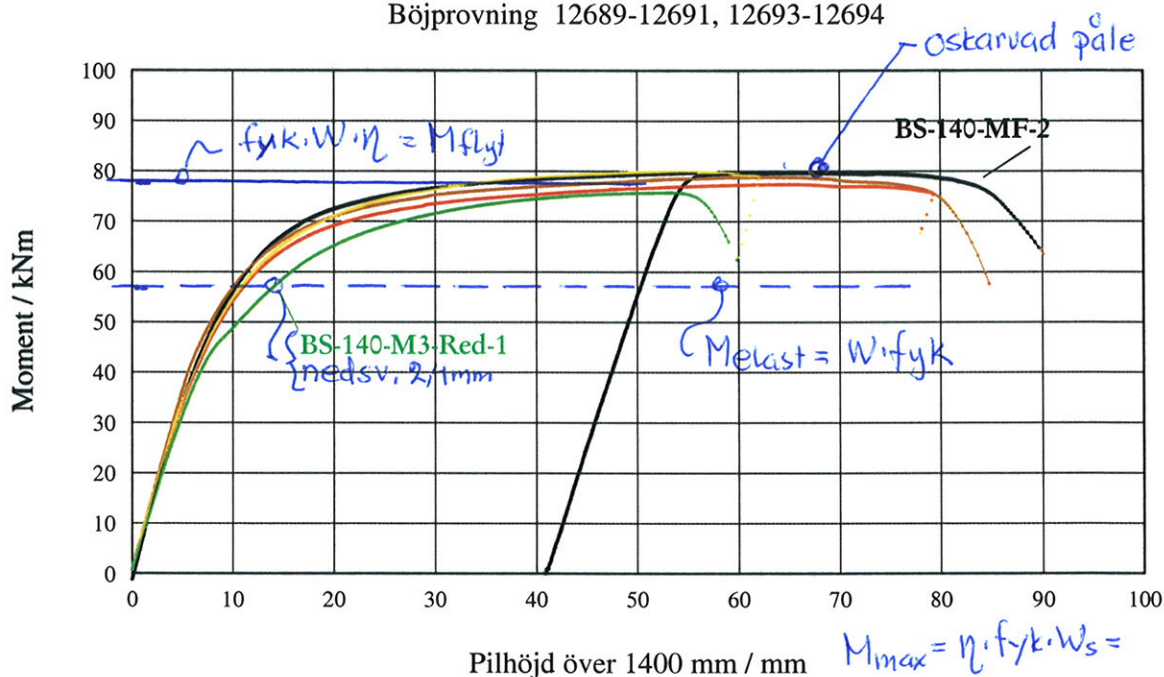
Uppsala 2010-01-16



Bo Berglars
PiD Piling Development AB

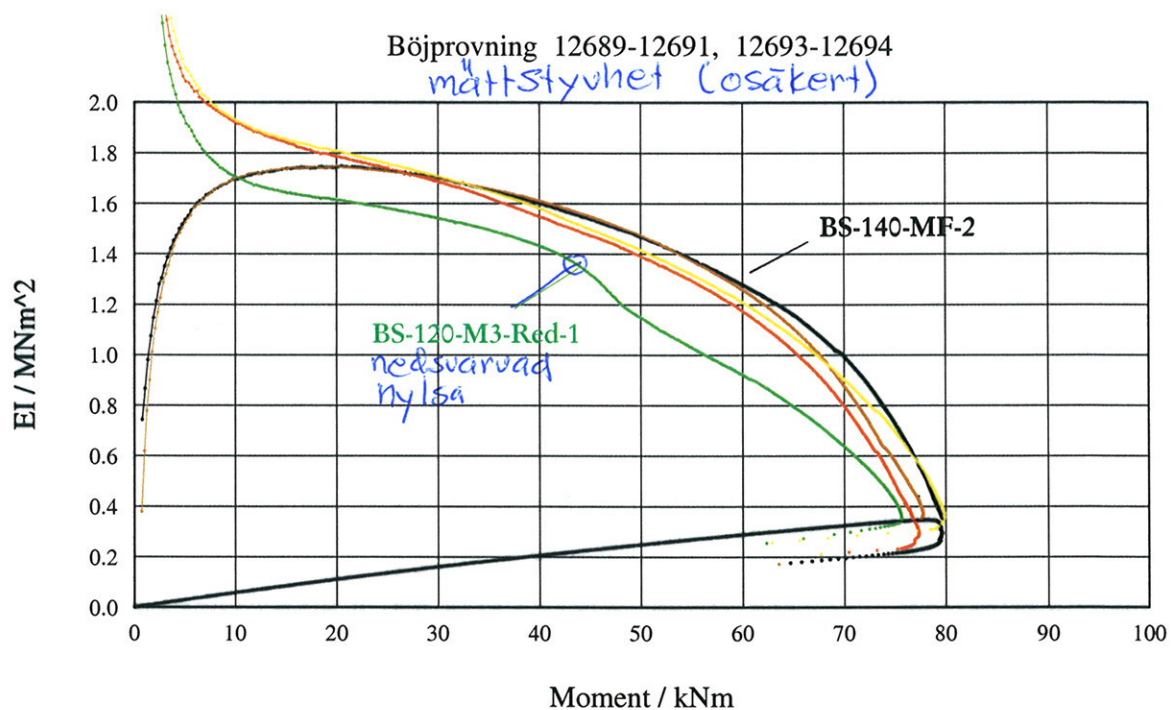
Böjprov RD 140/10

Böjprovning 12689-12691, 12693-12694



Böjprovning 12689-12691, 12693-12694

måttstyvhet (osäkert)



Tabell B1.

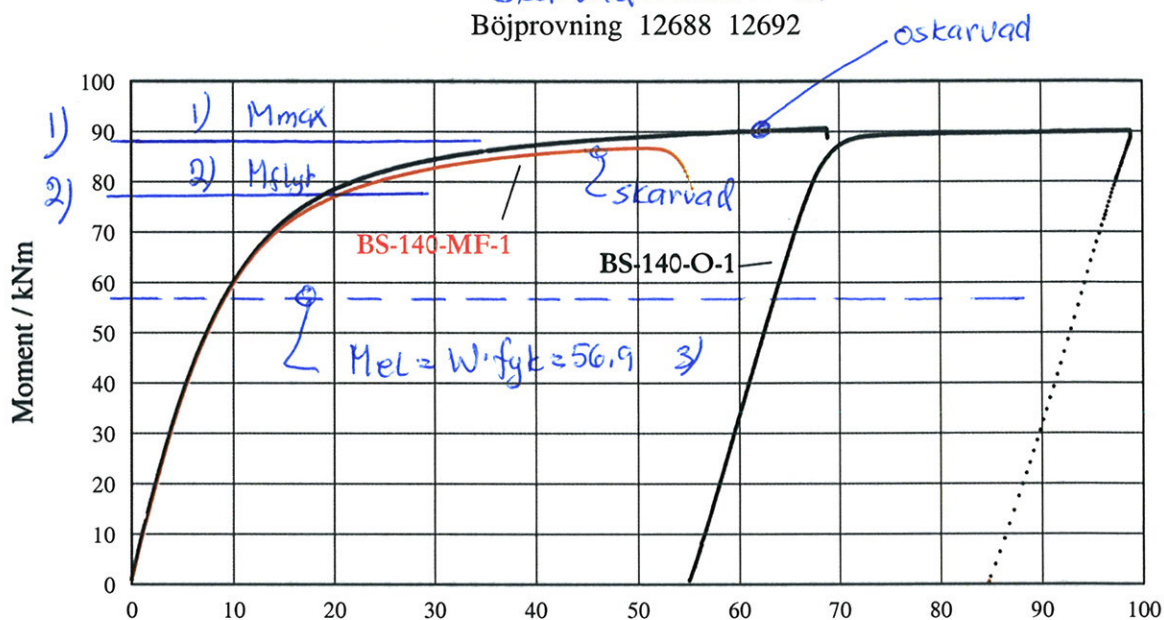
Böjprovning av ofyllda
RD-skarvar, 140 mm.

12689	BS-140-MF-2	svart	$M_{max}/kNm = 79,7$
12690	BS-140-MF-3	brun	$M_{max}/kNm = 78,8$
12691	BS-140-MF-4	röd	$M_{max}/kNm = 77,4$
12693	BS-140-O-2	gul	$M_{max}/kNm = 79,9$
12694	BS-140-M3-Red-1	grön	$M_{max}/kNm = 75,7$

Anm. BS-140-MF-3 uppvisar större styvhet än den oskarvade vid låga moment. Detta är anmärkningsvärt men kanske inte orimligt. Skarvhylsan utgör ju en förstärkning om rörändarna är väl hopdragna.

Böjning RD 140; betongfylld
skarvad - ostarvad

Böjprovning 12688 12692



Pilhöjd över 1400 mm / mm

2007-02-27 - 2007-02-28

BS-140-O-1 BS-140-MF-1

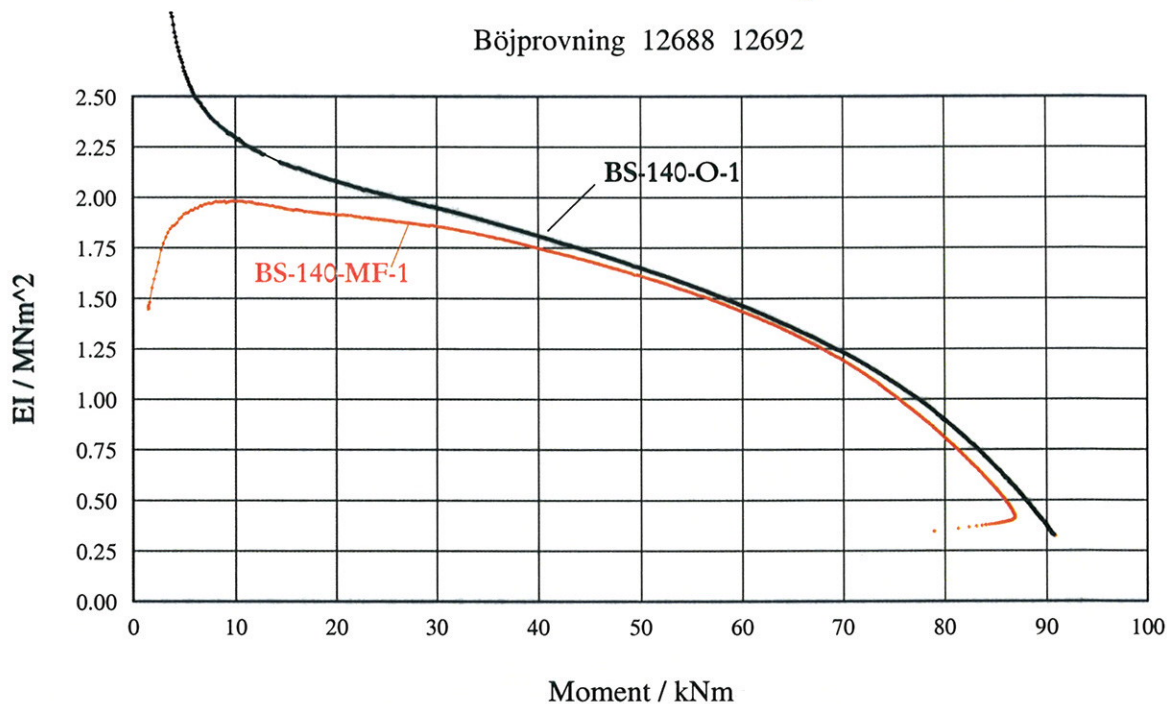
1) $M_{max} = f_{yk} \cdot \eta \cdot W_s + f_{eck} \cdot W_c = 88.4$

2) $M_{flyt} = f_{yk} \cdot \eta \cdot W_s = 77.9$

Betongfyllda rör

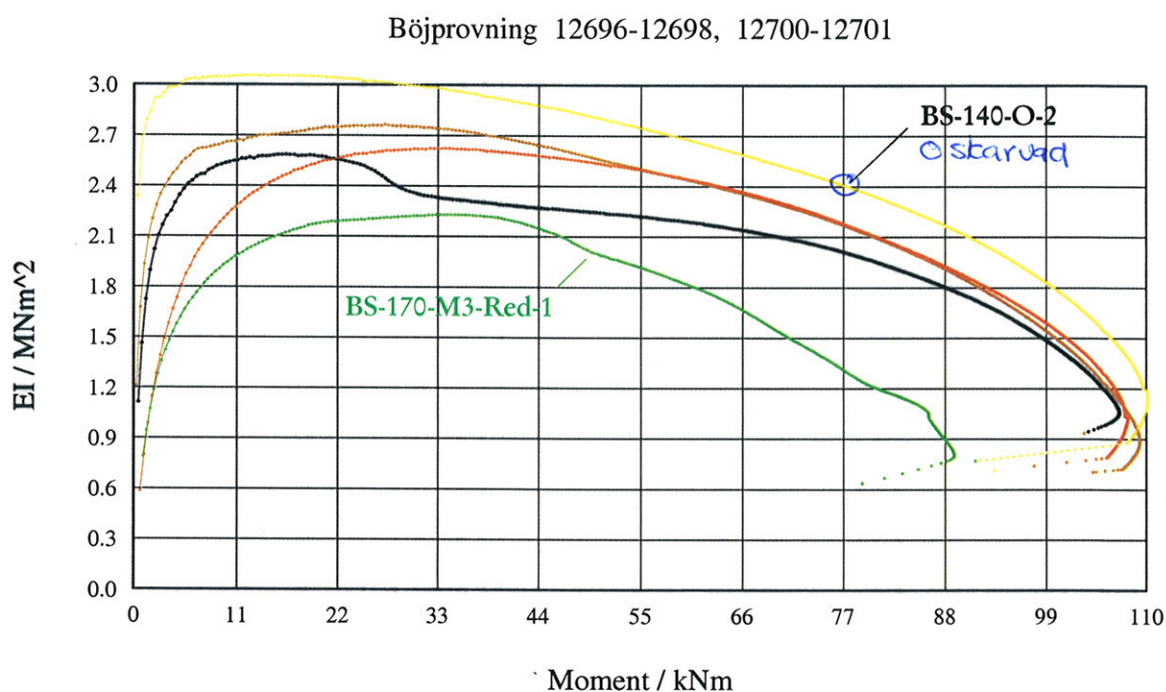
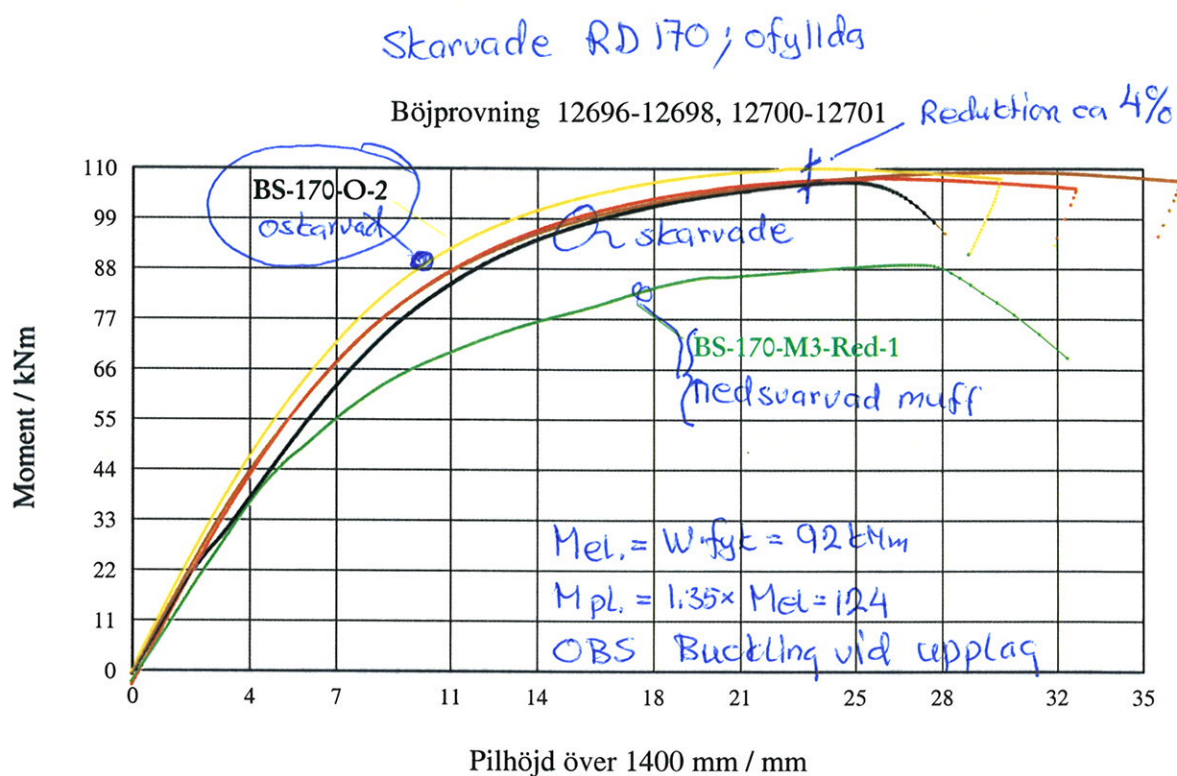
3) $M_{el} = f_{yk} \cdot W_s = 56.9$

Böjprovning 12688 12692



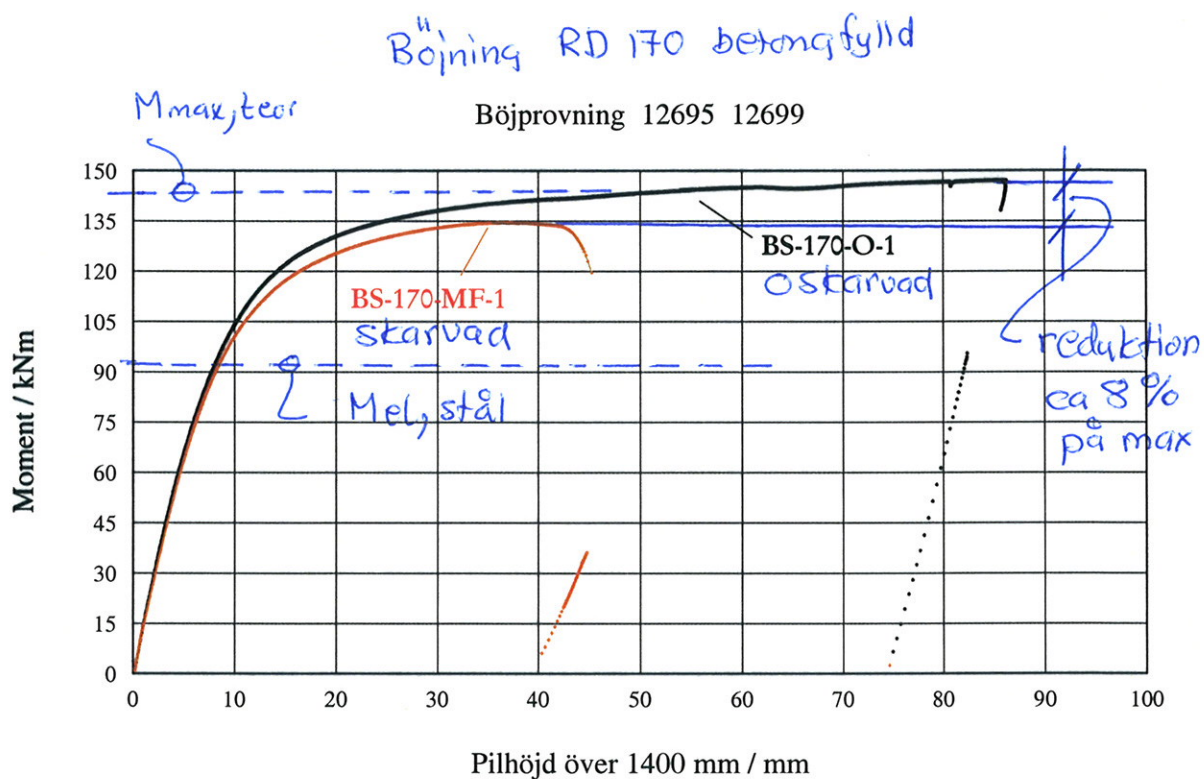
2007-02-27 - 2007-02-28

BS-140-O-1 BS-140-MF-1



Tabell B2.
Böjprovning av ofyllda
RD-skarvar, 170 mm.

Nr	Beteckning	Färg i diagram	$M_{\max}$ / kNm
12696	BS-170-MF-2	svart	107
12697	BS-170-MF-3	brun	109
12698	BS-170-MF-4	röd	108
12700	BS-170-O-2	gul	110
12701	BS-170-M3-Red-1	grön	89



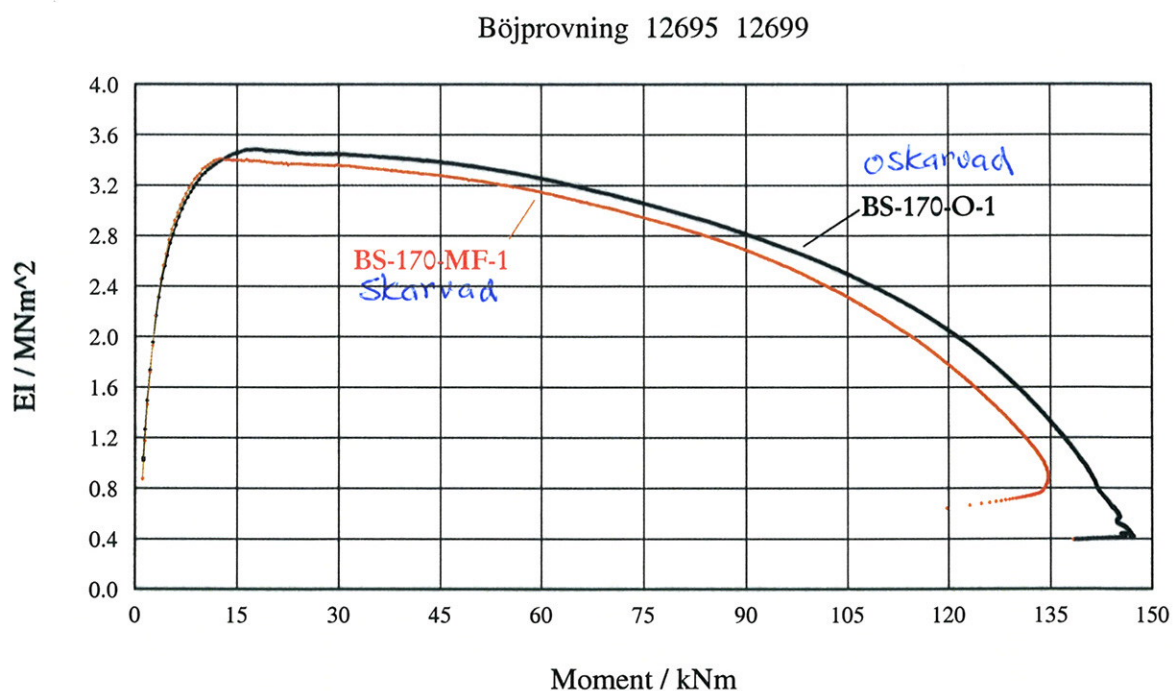
2008-02-28

BS-170-O-1 BS-170-MF-1

$$M_{max, teor} = \eta \cdot W_s \cdot f_{yk} + W_c \cdot f_{ack} = 124 + 20 = 144$$

$$M_{el, stål} = W_s \cdot f_{yk} = 92$$

Betongfyllda rör

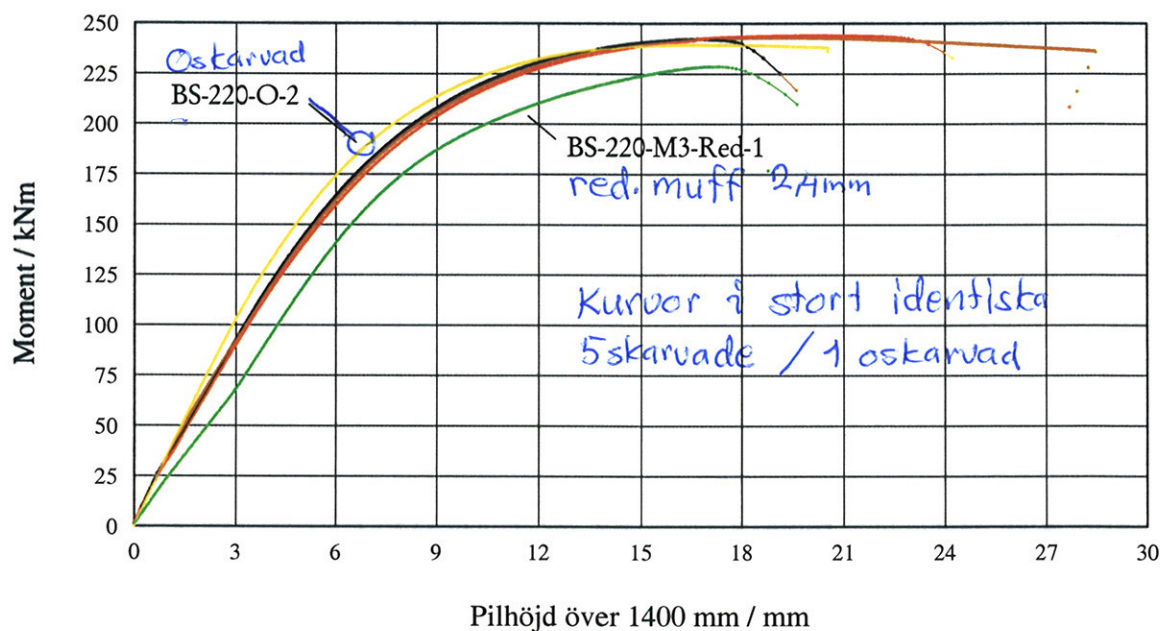


2008-02-28

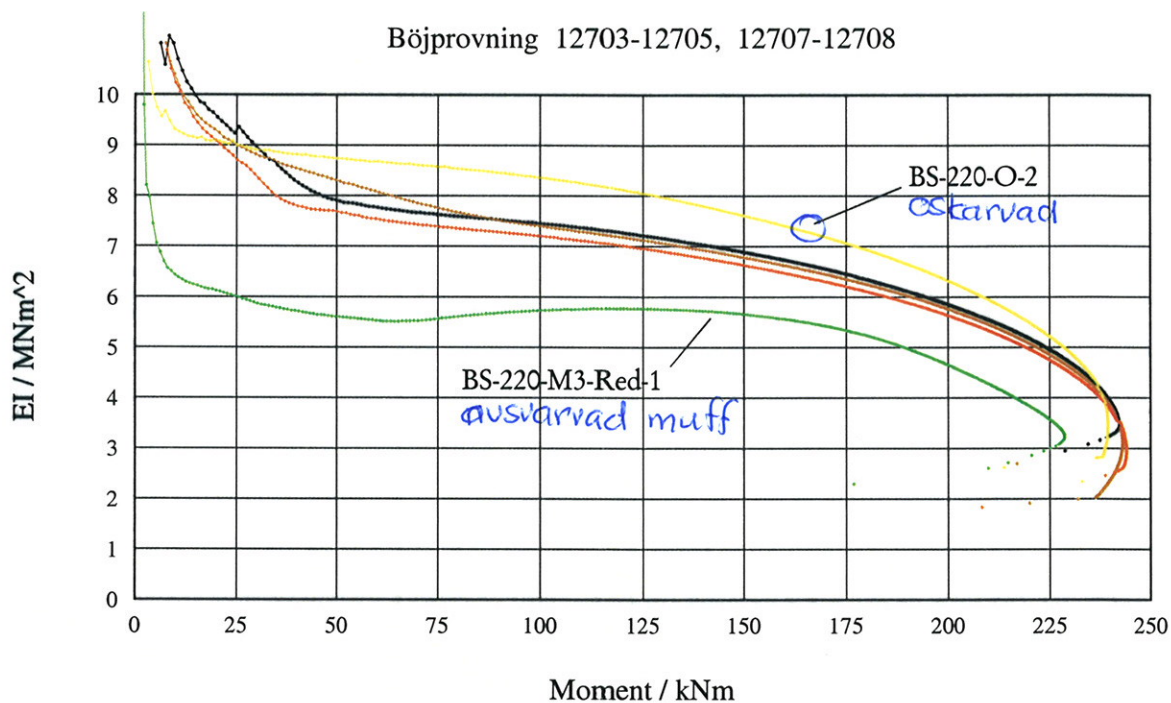
BS-170-O-1 BS-170-MF-1

RD 220; ofyllda

Böjprovning 12703-12705 12707-12708



Böjprovning 12703-12705, 12707-12708

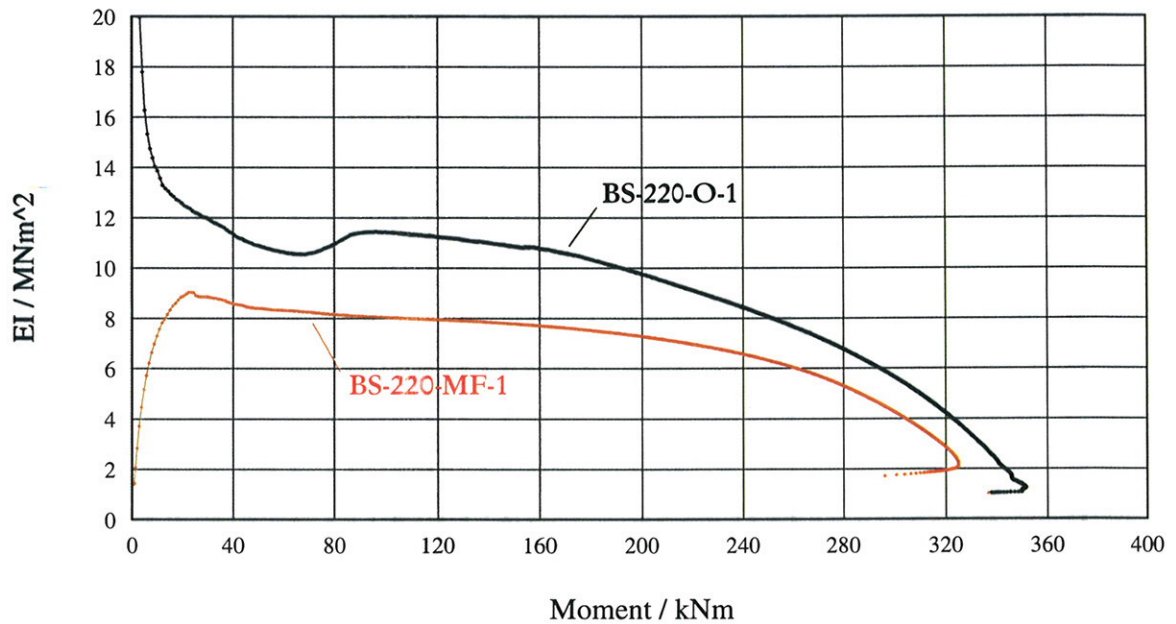


Tabell B3.
Böjprovning av ofyllda
RD-skarvar, 220 mm.

Nr	Beteckning	Färg i diagram	$M_{\max}$ / kNm
12703	BS-220-MF-2	svart	242
12704	BS-220-MF-3	brun	243
12705	BS-220-MF-4	röd	244
12707	BS-220-O-2	gul	239
12709	BS-220-M3-Red-1	grön	229

RD 220; Betongfylld; skarvad/oskarvad

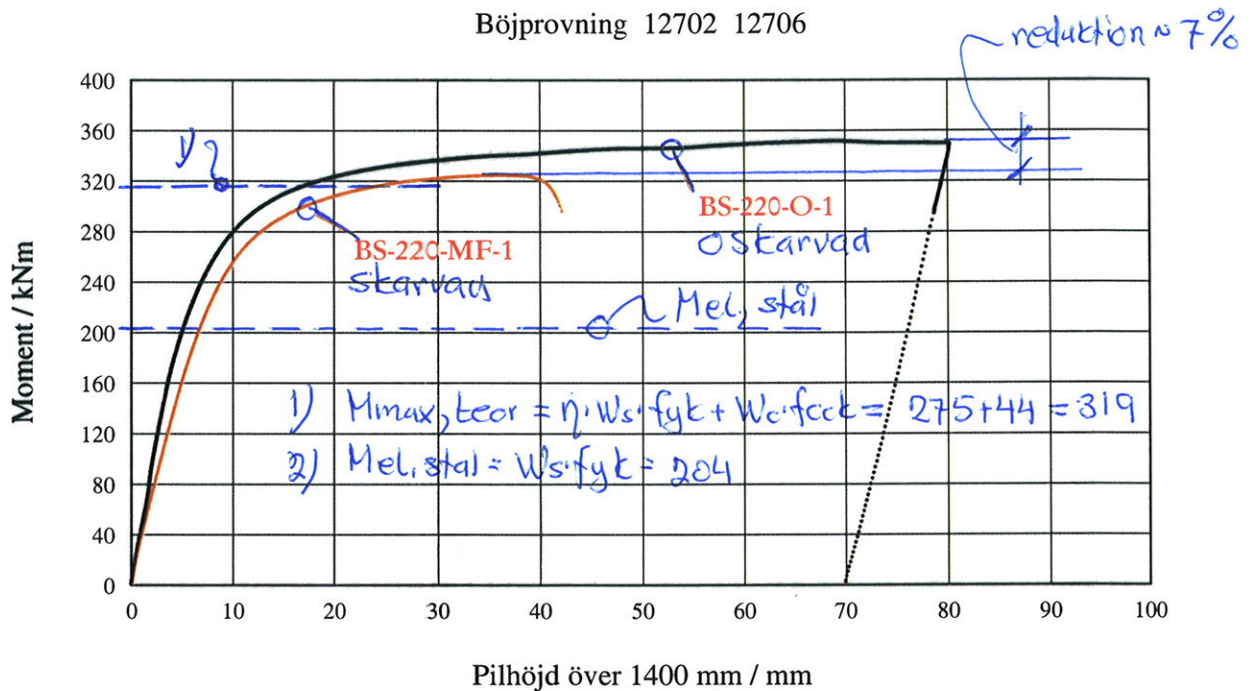
Böjprovning 12702 12706



2008-02-28, 2008-02-29
BS-220-O-1, BS-220-MF-1

Betongfyllda rör

Böjprovning 12702 12706



2008-02-28, 2008-02-29
BS-220-O-1, BS-220-MF-1