



Stötvågsbelastning mot kabelgenomföringar

ROGER BERGLUND, TOBIAS CARLBERG, BJÖRN GREGORSSON

Roger Berglund, Tobias Carlberg, Björn
Gregorsson

Stötvågsbelastning mot kabelgenomföringar

Titel	Stötvågsbelastning mot kabelgenomföringar
Title	Blast Load Test of Cable Transit Systems
Rapportnr/Report no	FOI-R—4510--SE
Månad/Month	
Utgivningsår/Year	2017
Antal sidor/Pages	67 p
ISSN	
Kund/Customer	Fortifikationsverket
Forskningsområde	11. Vapen, Skydd och säkerhet
FoT-område	Vapen och skydd
Projektnr/Project no	E63022/E63047
Godkänd av/Approved by	Janis Ritums
Ansvarig avdelning	Försvars- och säkerhetssystem
Exportkontroll	Innehållet är granskat och omfattar ingen information som är underställd exportkontrollagstiftningen.

Detta verk är skyddat enligt lagen (1960:729) om upphovsrätt till litterära och konstnärliga verk, vilket bl.a. innebär att citering är tillåten i enlighet med vad som anges i 22 § i nämnd lag. För att använda verket på ett sätt som inte medges direkt av svensk lag krävs särskild överenskommelse.

This work is protected by the Swedish Act on Copyright in Literary and Artistic Works (1960:729). Citation is permitted in accordance with article 22 in said act. Any form of use that goes beyond what is permitted by Swedish copyright law, requires the written permission of FOI.

Sammanfattning

FOI har fått i uppdrag av Fortifikationsverket att utföra en serie av stötvågsbelastningar med kort och lång varaktighet mot olika kabelgenomföringar från leverantörerna MCT-Brattberg och ROXTEC.

Genomföringarna monterades med olika konfigurationer av kablage och rör. I vissa tester packades genomföringarna med endast packbitar och utan kablage. Monteringen av tätningarna utfördes av extern entreprenör med stor erfarenhet av denna typ av installationer.

Varje kabelgenomföring monterades med tätningar på trycksidan och i vissa fall även på baksidan av provobjektet. Täthetskontroll och eventuell läckagemätning av den mellanliggande volymen genomfördes innan och efter varje test på de genomföringar som hade tätningar på både tryck- och baksida.

Resultatet av mätningarna från täthetskontrollen av respektive kabelgenomföring redovisas i denna rapport.

Testerna utfördes i FOI:s stötvågstub IV på Botele Udd i Märsta under vintern 2016 samt under våren 2017.

Nyckelord: Stötvågstub, Kabelgenomföringar, Stötvågsbelastning

Summary

FOI has been commissioned by the Swedish Fortifications Agency to perform a series of blast load tests with short and long term duration against various cable transits from the suppliers MCT-Brattberg and ROXTEC.

The transits were installed with different configurations of cabling and pipes and in some tests with only the transits. The installation of the transits were carried out by an external contractor with extensive experience in this type of installations.

Each cable transit was mounted on the pressure side and in some cases also on the backside of the test object. Leakage control and possible leakage measurement of the intermediate volume was carried out before and after each test on the transits that had seals on both pressure- and backside.

The results of the measurements of the leakage of the respective cable transit is presented in this report.

The tests were carried out in FOI's Shock Tube IV, located at Botele Udd Märsta, in the winter of 2016 and during the spring of 2017.

Keywords: Shock Tube, Cable transits, Blast load

Innehållsförteckning

1	Inledning	7
2	Genomförande	8
2.1	Provanläggning	8
2.2	Provobjekt	9
2.3	Skottprogram.....	10
2.4	Explosivämne.....	11
2.5	Stötvågsbelastning.....	12
2.6	Täthetsprovning	15
3	Försöksobjekt samt resultat	17
3.1	Kablage och rör.....	17
3.2	Provserie 1	17
3.3	Provserie 2	33
3.4	Provserie 3	36
4	Kommentarer	52
4.1	Täthetsprovningen	52
4.2	Installation	52
4.3	Utvärdering.....	54
5	Appendix	55

1 Inledning

FOI har blivit anlätade av Fortifikationsverket att genomföra ett antal serier avseende stötvågsbelastning med både kort och lång varaktighet mot genomföringar. Detta för att verifiera vad ett urval av de produkter som finns tillgängliga på dagens marknad klarar av.

Kablar som dras in i skyddade byggnader passerar normalt in igenom kabelgenomföringar. Genomföringarna används för att hindra det skyddade utrymmet från att skadas av effekterna från en stötvåg samt göra det möjligt att bevara övertrycket i utrymmet.

Utvecklingen av marknadsprodukter gällande kabel- och rör genomföringar passande för skyddsbarriärer har varit relativt omfattande och i dagsläget finns en mängd genomföringar av olika slag. En typ var av sådan utformning att den skulle kunna eftermonteras genom en håltagning i en befintlig vägg. Denna är utformad så att den skall kunna monteras på både trycksidan och den skyddade sidan av den tänkta väggen eller barriären.

Utförandet med en tätning på var sida av barriären medför att genomföringen kan täthetskontrolleras individuellt direkt efter montage men även senare i ett förvaltningsskede av en anläggning.

Kabelgenomföringarna som belastningstestades i dessa försök var av olika utföranden och fabrikat, MCT-Brattberg och ROXTEC. En av genomföringstyperna som testades var av äldre utförande, motsvarande de som idag finns monterade i många befintliga skyddsbarriärer.

Försöken bestod utav tre olika serier, där provobjektet utrustades med ett antal olika genomföringar av varierande fabrik med montering på en eller båda sidor av provobjektet. För utförligare beskrivning av de olika serierna se kapitel 3. Samtliga konfigurationer i serierna samt valda belastningsfall specificerades av beställaren.

Ramarna till genomföringarna monterades av personal från FOI och FortV. Installationen av tätningarna utfördes av BLP entreprenad AB som har stor erfarenhet av liknande arbeten.

I rapporten redovisas individuellt vad varje genomföring hade för prestanda avseende stötvågsbelastning. Läckageflöden som understeg 1 liter/min redovisas inte då dessa anses försumbara och kan klassas som täta enligt beställaren. De skador som uppstått på genomföringarna redovisas i Appendix.

Försöken genomfördes under slutet av 2016 och våren 2017 i FOI:s försöksanläggning, stötvågstub IV, vid Botele Udd i Märsta.

2 Genomförande

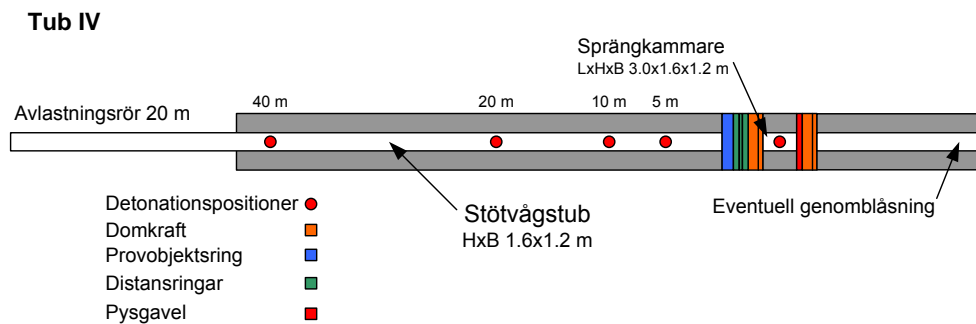
2.1 Provanläggning

På före detta FOA:s område Botele Udd i Märsta, numera nyttjat av Försvarmaktens Hundtjänstenhet FHTE, ligger FOI:s anläggning Stötvågstub IV (se Figur 2.1-2.2). Stötvågstuben byggdes i början av 70-talet och är fortfarande i drift i FOI:s regi.

I stötvågstuben kan man efterlikna verkan av stora detonationer med varierat tryck och varaktighet. Detta uppnås med en mindre mängd explosivämnen i stötvågstuben än vid frifältsförsök.



Figur 2.1 Stötvågstub IV i Märsta.



Figur 2.2 Schematisk bild över stötvågstuben. Här monterad för skott ute i tuben.

2.2 Provobjekt

Tillverkningen av provobjektet skedde inledningsvis på FOI:s anläggning Grindsjön. Genomföringarna av modell KGFG och rör, motsvarande håltagning, för KGC Efixerades mot en stadigt upplagd formbotten. Volymen som avsågs fyllas med betong försågs sedan med armering (se Figur 2.3). På FOI:s anläggning i Botele Udd gjöts sedan provobjektet liggande i för ändamålet avsett fundament (se Figur 2.3).



Figur 2.3 Armering i provobjektet t.v. provobjekt t.h.

Efter att betongen härdat, restes och frilades provobjektet. Provobjektet försågs därefter med genomföringar av modell KGC inklusive ramar på fram- och baksida, och genomföringarna av modell KGFG kompletterades med adaptrar för anpassning till annan dimension (se Figur 2.4).



Figur 2.4 Upprest provkropp med adaptrar och ramar monterade.

2.3 Skottprogram

Försöken bestod av tre serier med olika installationer av genomföringar. Alla serier började med en lägre belastning med kort varaktighet. I tabell 2.1 visas en sammanställning av försökens skottprogram, för sammanfattning av belastningsfallen, se tabell 2.3.

I serie 1 följdes detta skott av tre medelhöga belastningar med kort varaktighet. Efter detta sköts sedan två skott i kammaren. Ett med lågt och ett med högt tryck, båda med långa varaktigheter.

I serie 2 sköts en medelhög belastning med kort varaktighet följt av tre höga belastningar med kort varaktighet. Serien avbröts innan sprängkammarskotten då samtliga genomföringar var sönderskjutna.

I serie 3 sköts en medelhög belastning med kort varaktighet följt av tre höga belastningar med kort varaktighet. Efter detta sköts sedan två skott i kammaren. Ett med lågt och ett med högt tryck, båda med långa varaktigheter.

Tabell 2.1 Skottprogram

Provsérie	skottnr.	Objekt	Datum	Tid	Laddning (kg)	Avstånd (m)	Belastningsfall	Anmärkning
1	1	Block 2016	2016-11-23	11:53:00	9,6	40	I	
1	2	Block 2016	2016-11-23	14:19:00	9,6	20	II	
1	3	Block 2016	2016-11-24	10:38:00	9,6	20	II	
1	4	Block 2016	2016-11-24	13:20:00	9,6	20	II	Givarkabelbrott efter 24 ms
1	5	Block 2016	2016-11-25	09:07:17	0,3	S.Kammare	IV	
1	6	Block 2016	2016-11-25	10:49:27	3,0	S.Kammare	V	
2	7	Block 2015	2016-12-12	10:25:00	9,6	20	II	
2	8	Block 2015	2016-12-12	11:40:25	9,6	10	III	
2	9	Block 2015	2016-12-12	13:35:30	9,6	10	III	
2	10	Block 2015	2016-12-12	14:40:14	9,6	10	III	Alla objekt sönderskjutna
2	11	Block 2015	-		0,3	S.Kammare	IV	Ej utfört
2	12	Block 2015	-		3,0	S.Kammare	V	Ej utfört
3	13	Block 2016	2017-05-15	11:10:00	9,4	20	II	
3	14	Block 2016	2017-05-15	14:15:00	9,4	10	III	
3	15	Block 2016	2017-05-16	09:57:00	9,4	10	III	
3	16	Block 2016	2017-05-16	11:40:00	9,4	10	III	
3	17	Block 2016	2017-05-17	10:48:00	0,3	S.Kammare	IV	
3	18	Block 2016	2017-05-17	11:04:00	3,0	S.Kammare	V	

2.4 Explosivämne

Explosivämnet som användes under försöken var i belastningsfall I, II och III ett klot av gjuten trotyl med militär sprängdeg M/46 som booster (se Figur 2.5). I belastningsfall IV och V användes militär sprängdeg M/46 som bakades till ett klot. Laddningarna hängdes vid samtliga försök upp i nät, centrerat i stötvågstuben eller i sprängkammaren och på önskat avstånd från provobjektet (se Figur 2.6).

Samtliga laddningar initierades med El-sprängkapsel typ VA Gr2 enligt anläggningens driftinstruktioner FOA dnr 95-4959/S.



Figur 2.5 Klot av gjuten trotyl med M/46 som booster t.h. El-sprängkapsel t.v.



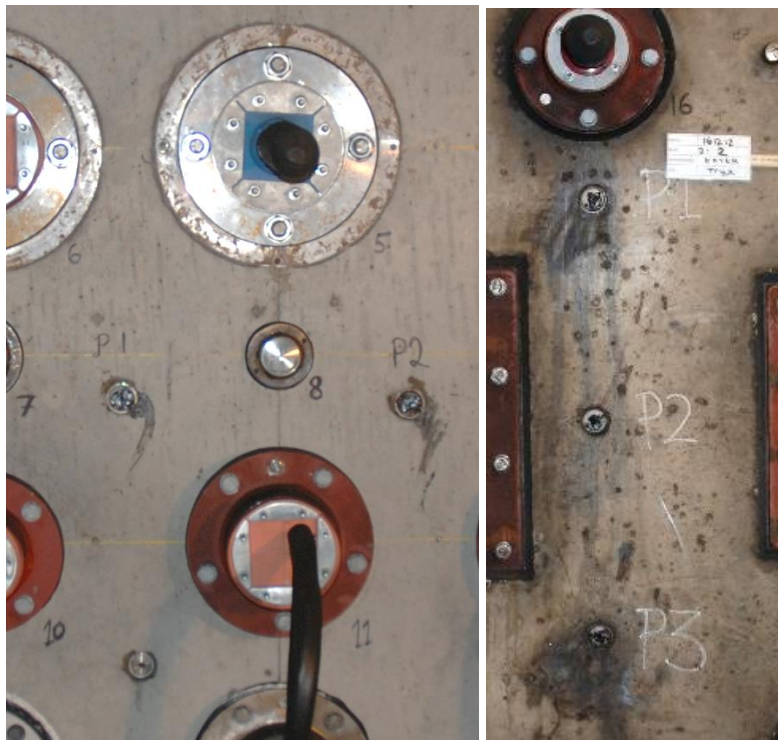
Figur 2.6 Sprängdeg i klotform upphängd i sprängkammare.

2.5 Stötvågsbelastning

I serie 1 monterades 2 stycken tryckgivare. P1 och P2 på betongblocket (se Figur 2.7). I serie 2 användes även en tredje tryckgivare P3, Givarna var av piezoelektrisk typ av märket PCB. Alla givare skyddades med ett lager av molybdensulfidfett. Syftet med fettet är att reducera en temperaturdrift som annars dessa givare ger, speciellt vid långvarig exponering av värme.

Tabell 2.2 Givare

Givare	Modell	Serienummer	Känslighet	Anmärkning
P1	102B04	36741	1,378 MPa/V	
P2	102B04	36742	1,371	
P3	102B04	36743	1,386	Endast i serie 2



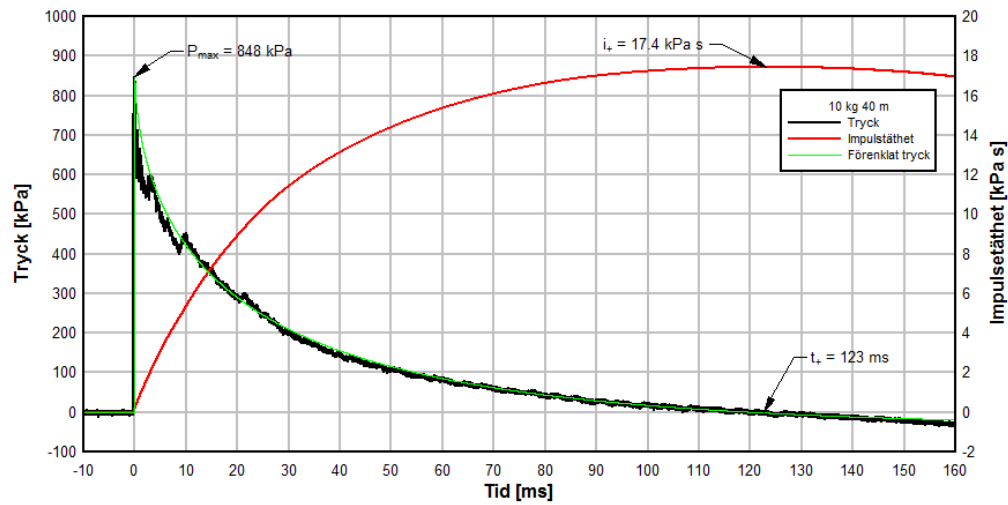
Figur 2.7 Tryckgivarnas placering, P1 och P2 i serie 1 t.v. T. h. P1, P2 och P3 i serie 2.

Givarna matades med en ström på 20 mA från en förstärkare, PCB584. Denna förstärkare har en gränshastighet på 100 kHz. En HBM Genesis7t med ett mätkort GN813 användes vid datainsamlingen. Samplingshastigheten valdes till 1 MHz.

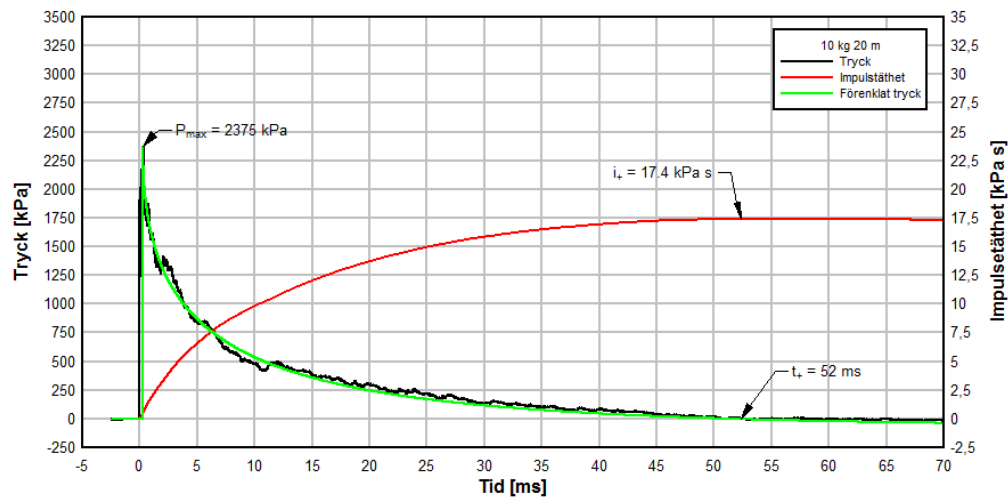
Tre olika nivåer på belastningar med relativt korta varaktigheter användes. Två olika nivåer på belastningar med extra lång varaktigheter (kammарtryck) användes.

Då endast väldigt små variationer av trycken inom varje enskilt belastningsfall noterades har tryckregistreringarna medelvärdesbildats och endast en kurva per fall redovisas här (se Figur 2.8-2.12). Maximalt tryck, maximal impulstäthet samt varaktighet. Den gröna linjen

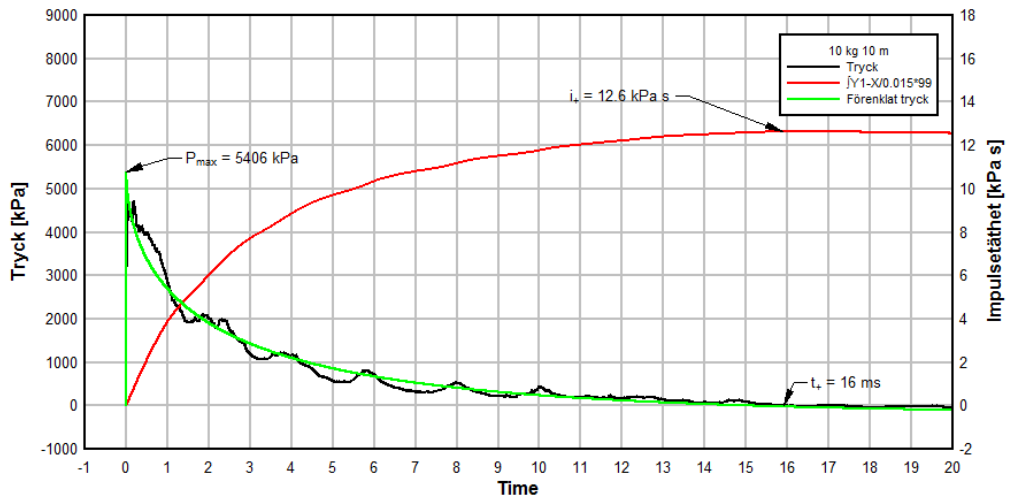
är en förenklad tryckbild skapad med hjälp av exponentiellt avtagande kurvanpassning. Detta ger en tydligare bild motsvarande en generell belastning.



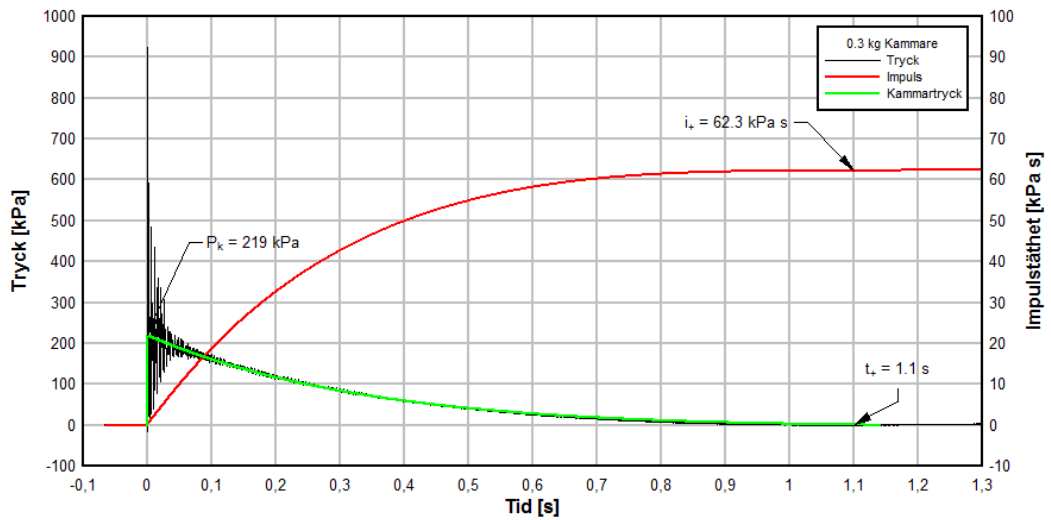
Figur 2.8 Låg kortvarig belastning från tuben, ~10 kg på 40 m.



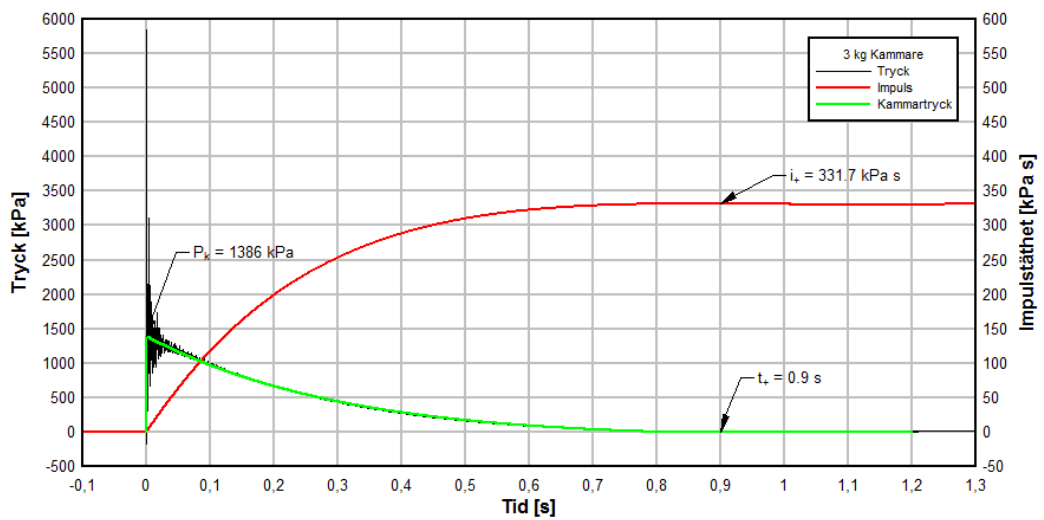
Figur 2.9 Medelhög kortvarig belastning från tuben, ~10 kg på 20 m.



Figur 2.10 Hög kortvarig belastning från tuben, ~10 kg på 10 m.



Figur 2.11 Låg långvarig belastning från kammaren, 0.3 kg.



Figur 2.12 Hög långvarig belastning från kammaren, 3.0 kg.

Även om tryckmätningar utfördes vid alla försök så finns kalibreringsdata för tuben tillhands. Särskilt varaktigheten vid försök i sprängkammaren är svårt att bestämma. Temperaturen är hög under lång tid i kammaren vilket påverkar givarna som i sin tur försvårar bestämningen av när trycket är noll.

Tabell 2.3 Sammanfattning belastningsfallen med kalibreringsdata inom parantes.

Belastningsfall	Typ	Tryck [MPa]	Impulstäthet [kPa s]	Varaktighet [ms]
I	Tub. Lågt tryck kort varaktighet (~10 kg 40 m)	0.9 (1.0)	17.4 (24.2)	123 (143)
II	Tub. Medel högt tryck kort varaktighet (~10 kg 20 m)	2.4 (2.6)	17.4 (20.0)	52 (56)
III	Tub. Högt tryck kort varaktighet (~10 kg 10 m)	5.4 (6.0)	12.6 (17.1)	16 (15)
IV	Kammare. Lågt tryck lång varaktighet (0.3 kg 2 pyshål)	0.2 (0.3)	62 (140)	1 100 (1 300)
V	Kammare. Högt tryck lång varaktighet (3 kg 2 pyshål)	1.4 (1.5)	332 (490)	- (1 500)

2.6 Täthetsprovning

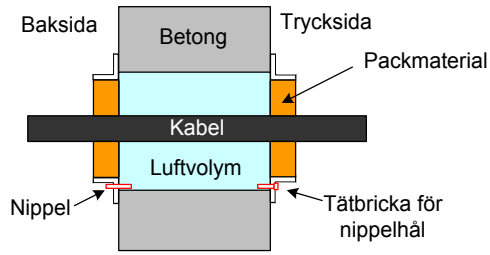
Nipplar installerades i ramarna till de genomföringar som var utrustade med tätningar på både tryck- och baksida (se Figur 2.13). Detta för att kunna kontrollera tätheten efter belastning. Täthetsprov utfördes även före belastning för att säkerställa att installationerna var täta.

Täthetsprovningen utfördes genom att man med hjälp av en kompressor ökade trycket i genomföringarnas hålrum (se Figur 2.14). När ett övertryck på 100 kPa uppnåtts stängdes en ventil mellan kompressor och hålrum. Trycket mättes därefter med en digital tryckmätare med stor noggrannhet (± 10 Pa), Fluke 719 100G (se Figur 2.15). Medan trycket låg på sprayades genomföringen med såpvatten för att hitta eventuella läckage vars karaktär protokollfördes.

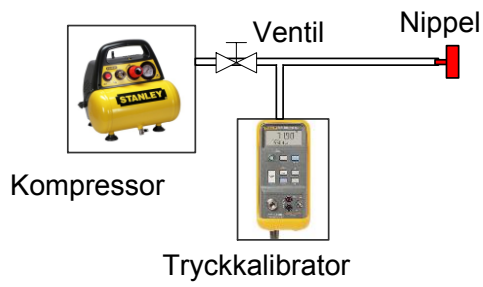
I de fall när ett läckage kunde noteras mättes även tryckfallet över tid. Vid små läckage bestämdes tiden för tryckfallet t ex. från 100 kPa till 90 kPa. Då volymen är känd kan ett flöde approximativt uppskattas med hjälp av den allmänna gaslagen. Tryckfallet är inte linjärt och starkt beroende av volymen men en direkt jämförelse före och efter skott ger ändå värdefull information om otäthet. Läckage mindre än 1 liter/minut ansågs försumbart och genomföringen betraktade som tät.



Figur 2.13 Nippel för mätning av tryck i inneslutet hålrum.



Figur 2.14 Schematisk bild av genomföring.



Figur 2.15 Utrustning för täthetsprovning.

3 Försöksobjekt samt resultat

3.1 Kablage och rör

Under försöken användes ett flertal olika kabeltyper och rörstorlekar (se Tabell 3.1)

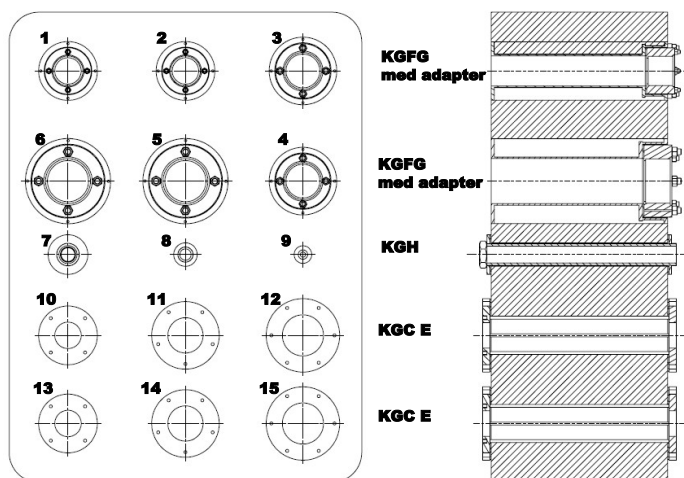
Tabell 3.1 Kablage/rör

Kabel/rör	Diameter (mm)	Ledare	Benämning	E-nr
1	8,6	3G1,5R50	EKK-Light	0410001
2	12	5G1,5	EQLQ	0460040
3	23	4*16/16	FXQJ	00 11405
4	32	4*50/15	AKKJ	00 05920
5	56,2	4*240/72 F4 sekt	AXQJ	00 01780
Rör 1	76,1	-	-	-
Rör 2	95	-	-	-

3.2 Provserie 1

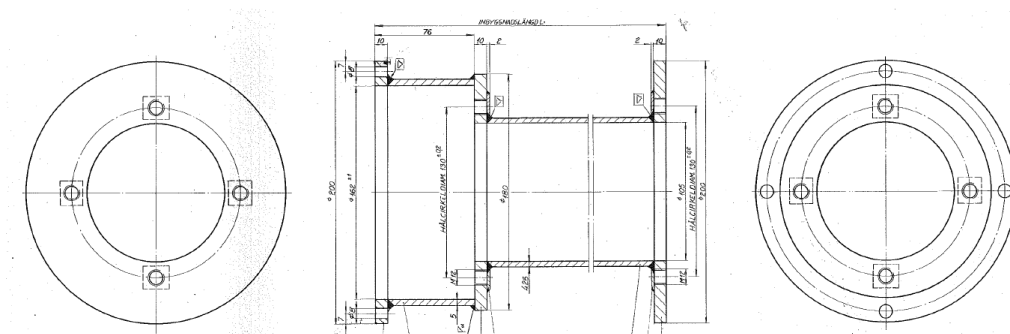
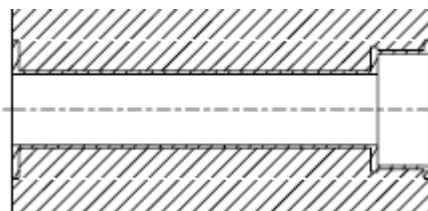


Figur 3.1 Överblick montage tryck- och baksida före belastning provserie 1.



Figur 3.2 Ritning montage provblock serie 1

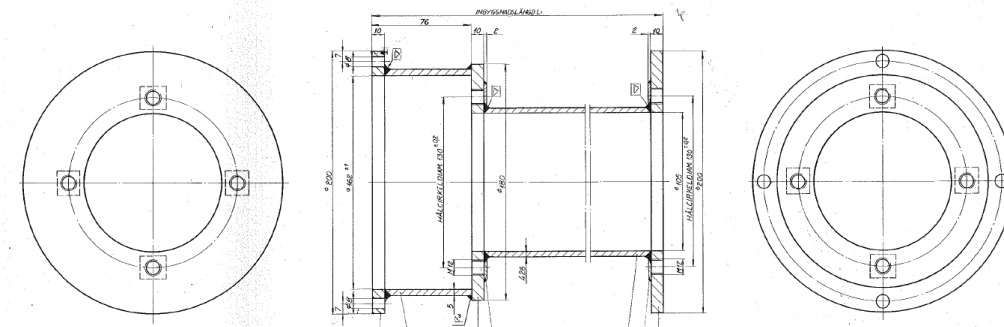
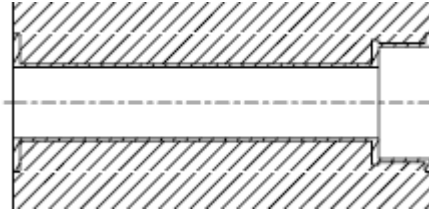
Resultat serie 1 genomföring 1



Kabelgenomföring Typ	Leverantör	Genomföring, typ, antal och dimension	Anmärkning
KGFG 100 Med adapter	MCT	RGPO 100 2 st 30/22 2 st 30/0	2 st kablar Ø23 mm Går mellan genomföring Nr 1 och genomföring Nr 2.

Serie	1		
Genomföring	1		
Skottnummer	Belastningsfall	Täthet	Anmärkning
1	I	Mäts ej	Öppen baksida. Trycksida till synes tät.
2	II	-	Ingen förändring
3	II	-	Ingen förändring
4	II	-	Ingen förändring
5	IV	-	Ingen förändring
6	V	-	Ingen förändring

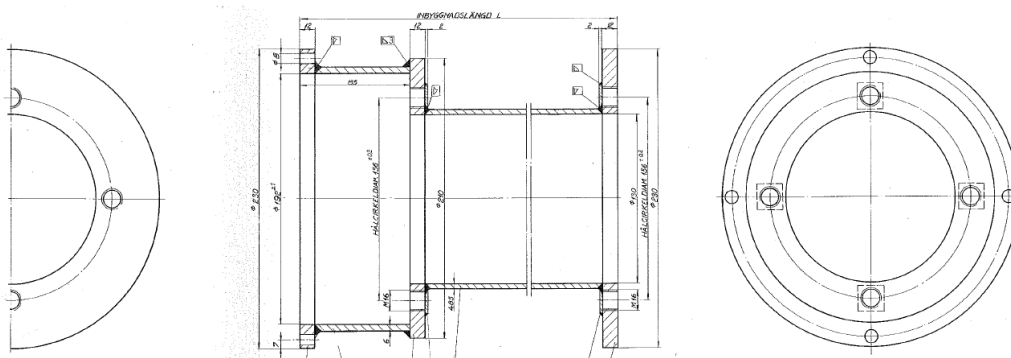
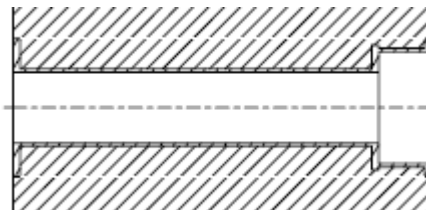
Resultat serie 1 genomföring 2



Kabelgenomföring Typ	Leverantör	Genomföring typ, antal och dimension	Anmärkning
KGFG 100 Med adapter	ROXTEC	R 100 4 st tätningsskivor ROXTEC RM 30	2 st kablar $\varnothing 23$ mm Går mellan genomföring Nr 1 och genomföring Nr 2.

Serie	1		
Genomföring	2		
Skottnummer	Belastningsfall	Täthet	Anmärkning
1	I	Mäts ej	Öppen baksida. Trycksida till synes tät.
2	II	-	Ingen förändring
3	II	-	Ingen förändring
4	II	-	Ingen förändring
5	IV	-	Ingen förändring
6	V	-	Ingen förändring

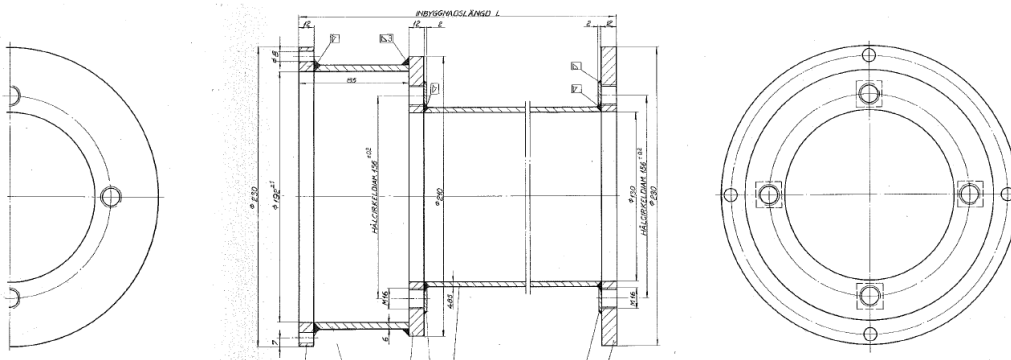
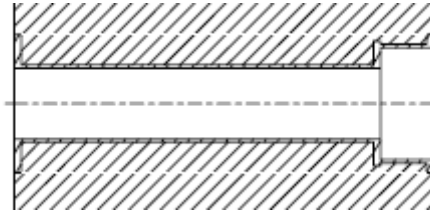
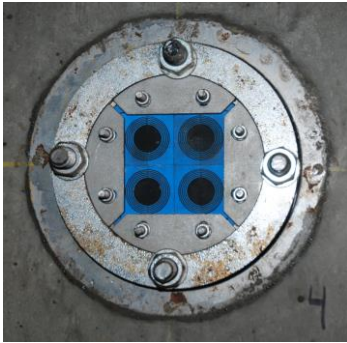
Resultat serie 1 genomföring 3



Kabelgenomföring Typ	Leverantör	Genomföring typ, antal och dimension	Anmärkning
KGFG 125 Med adapter	MCT	RGPO 125 4 st 40/0	Inga kablar

Serie	1		
Genomföring	3		
Skottnummer	Belastningsfall	Täthet	Anmärkning
1	I	Mäts ej	Öppen baksida. Trycksida bortskjuten.
2	II	-	Pluggad
3	II	-	-
4	II	-	-
5	IV	-	-
6	V	-	-

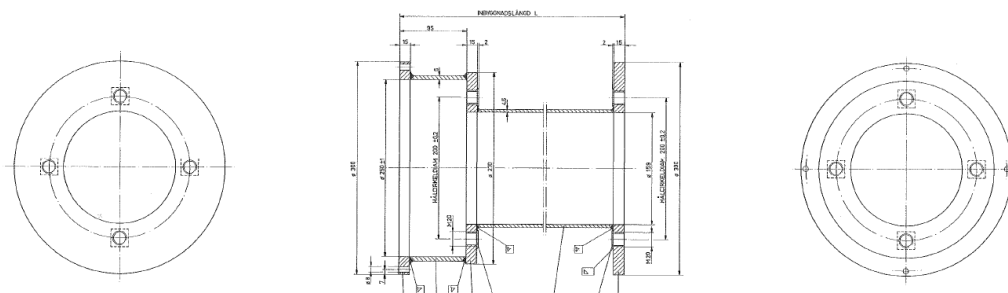
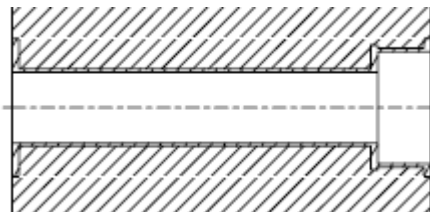
Resultat serie 1 genomföring 4



Kabelgenomföring Typ	Leverantör	Genomföring typ, antal och dimension	Anmärkning
KGFG 125 Med adapter	ROXTEC	R 125 4 st tätningsskivor ROXTEC RM 40	Inga kablar

Serie	1		
Genomföring	4		
Skottnummer	Belastningsfall	Täthet	Anmärkning
1	I	Mäts ej	Öppen baksida. Trycksida till synes tät.
2	II	-	Ingen förändring
3	II	-	Ingen förändring
4	II	-	Ingen förändring
5	IV	-	Ingen förändring
6	V	-	Bortskjuten

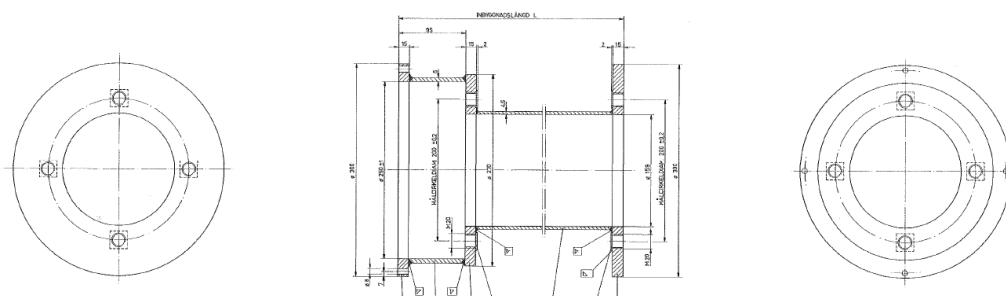
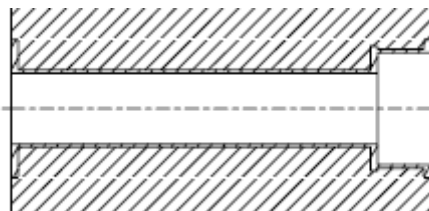
Resultat serie 1 genomföring 5



Kabelgenomföring Typ	Leverantör	Genomföring typ, antal och dimension	Anmärkning
KGFG 150 Med adapter	ROXTEC	R 150 1 st tättningsmodul ROXTEC RM 60	Kabel Ø56 mm. Avslutas ca 20 cm utanför kabeltätningen.

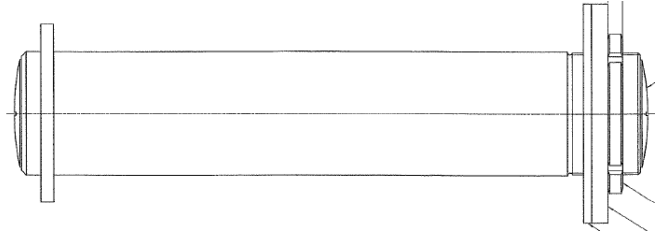
Serie	1		
Genomföring	5		
Skottnummer	Belastningsfall	Täthet	Anmärkning
1	I	Mäts ej	Öppen baksida. Trycksida till synes tät.
2	II	-	Ingen förändring
3	II	-	Ingen förändring
4	II	-	Ingen förändring
5	IV	-	Ingen förändring
6	V	-	Ingen förändring

Resultat serie 1 genomföring 6



Kabelgenomföring Typ	Leverantör	Genomföring typ, antal och dimension	Anmärkning
KGFG 150 Med adapter	MCT	RGPO 150 1 st 90/54	Kabel Ø56 mm. Avslutas ca 20 cm utanför kabeltätningen.

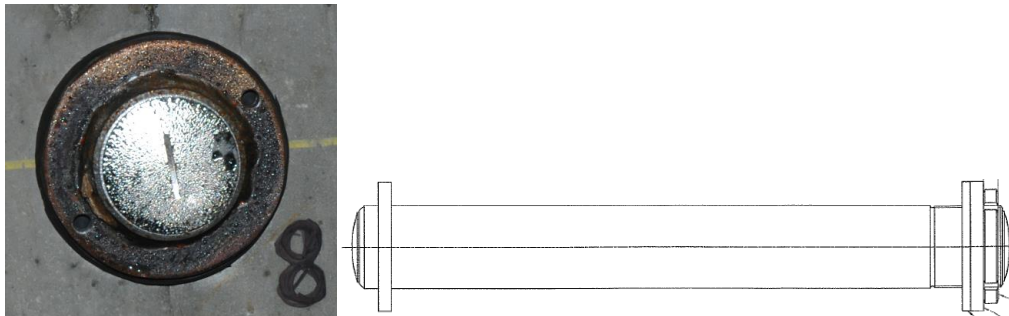
Serie	1		
Genomföring	6		
Skottnummer	Belastningsfall	Täthet	Anmärkning
1	I	Mäts ej	Öppen baksida. Trycksida till synes tät.
2	II	-	Ingen förändring
3	II	-	Ingen förändring
4	II	-	Ingen förändring
5	IV	-	Ingen förändring
6	V	-	Bortskjuten

Resultat serie 1 genomföring 7

Kabelgenomföring Typ	Leverantör	Genomföring typ, antal och dimension	Anmärkning
KGH M63 E	-	-	Pluggad

Serie	1		
Genomföring	7		
Skottnummer	Belastningsfall	Täthet	Anmärkning
1	I	Mäts ej	Används ej
2	II	-	-
3	II	-	-
4	II	-	-
5	IV	-	-
6	V	-	-

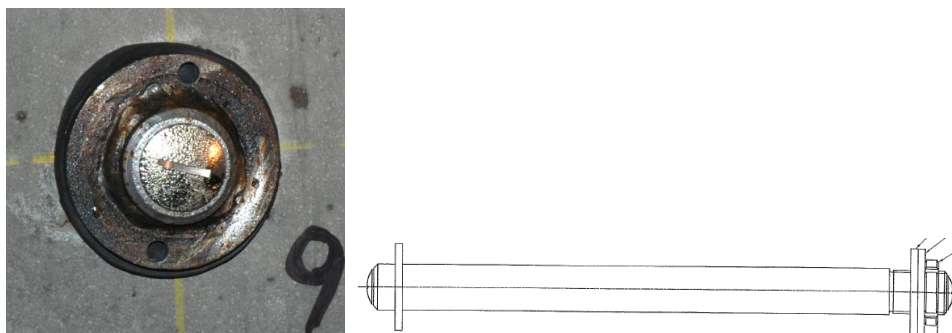
Resultat serie 1 genomföring 8



Kabelgenomföring Typ	Leverantör	Genomföring typ, antal och dimension	Anmärkning
KGH M40 E	-	-	Pluggad

Serie	1		
Genomföring	8		
Skottnummer	Belastningsfall	Täthet	Anmärkning
1	I	Mäts ej	Används ej
2	II	-	-
3	II	-	-
4	II	-	-
5	IV	-	-
6	V	-	-

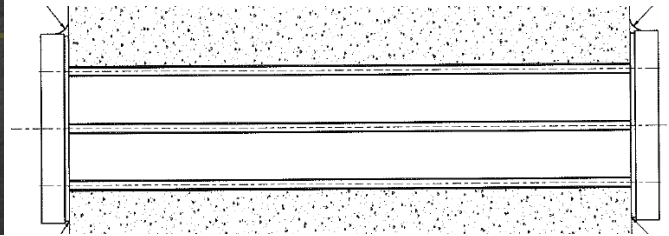
Resultat serie 1 genomföring 9



Kabelgenomföring Typ	Leverantör	Genomföring typ, antal och dimension	Anmärkning
KGH M20 E	-	-	Pluggad

Serie	1		
Genomföring	9		
Skottnummer	Belastningsfall	Täthet	Anmärkning
1	I	Mäts ej	Används ej
2	II	-	-
3	II	-	-
4	II	-	-
5	IV	-	-
6	V	-	-

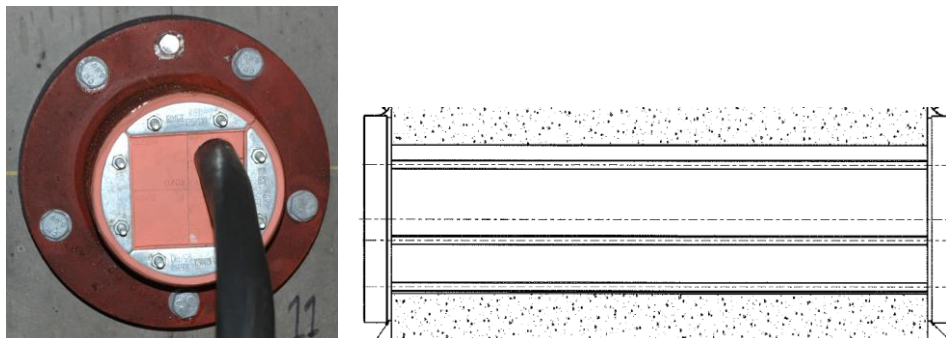
Resultat serie 1 genomföring 10



Kabelgenomföring Typ	Leverantör	Genomföring typ, antal och dimension	Anmärkning
KGC 100 E	MCT	RGPO 100 5 st 20/0 2 st 20/12 2 st 20/9	2 st kablar $\varnothing 8,6$ mm 2 st kablar $\varnothing 12$ mm Samtliga kablar går mellan genomföring Nr 10 och genomföring Nr 13.

Serie	1		
Genomföring	10		
Skottnummer	Belastningsfall	Täthet	Anmärkning
0		5 l/min	Läcker lite mot betong på båda sidor samt vid kablage redan innan belastning
1	I	4 l/min	Inga synbara förändringar av genomföringen sedan installation.
2	II	4 l/min	Ingen förändring
3	II	4 l/min	Ingen förändring
4	II	3 l/min	Ingen förändring
5	IV	3 l/min	Ingen förändring
6	V	Tät	Läckage runt kablar på trycksida har minskat

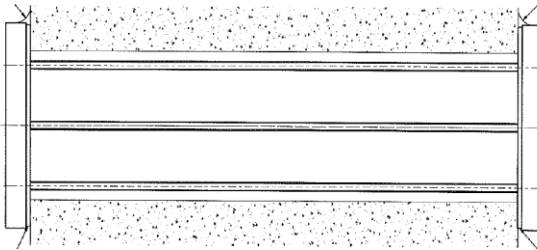
Resultat serie 1 genomföring 11



Kabelgenomföring Typ	Leverantör	Genomföring typ, antal och dimension	Anmärkning
KGC 125 E	MCT	RGPO 125 3 st 40/0 1 st 40/30	1 st kabel Ø32 mm Kabeln går mellan genomföring Nr 11 och genomföring Nr 14.

Serie	1		
Genomföring	11		
Skottnummer	Belastningsfall	Täthet	Anmärkning
0		Går ej att mäta	Läcker mycket redan före skott, framför allt runt kabel trycksida. Går ej att bygga upp tillräckligt med tryck för läckagemätning.
1	I	-	Inga synbara förändringar av genomföringen sedan installation.
2	II	-	Ingen förändring
3	II	-	Bortskjuten trycksida
4	II	-	Båda sidor bortskjutna. Pluggas
5	IV	-	-
6	V	-	-

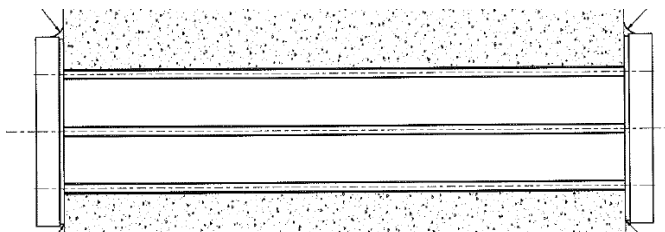
Resultat serie 1 genomföring 12



Kabelgenomföring Typ	Leverantör	Genomföring typ, antal och dimension	Anmärkning
KGC 150 E	MCT	RGPO 150 1 st 40/0 2 st 40/22 1 st 40/30 17 st 10/0	2 st kablar Ø23 mm 1 st kabel Ø32 mm Samtliga kablar går mellan genomföring Nr 12 och genomföring Nr 15.

Serie	1		
Genomföring	12		
Skottnummer	Belastningsfall	Täthet	Anmärkning
0		2 l/min	Läcker mot betong på baksida. Läcker genom kabel, troligen pga skada på kabel mellan genomföringarna.
1	I	5 l/min	Inga synbara förändringar av genomföringen sedan installation.
2	II	5 l/min	Ingen förändring
3	II	4 l/min	Ingen förändring
4	II	4 l/min	Ingen förändring
5	IV	4 l/min	Ingen förändring
6	V	4 l/min	Ingen förändring

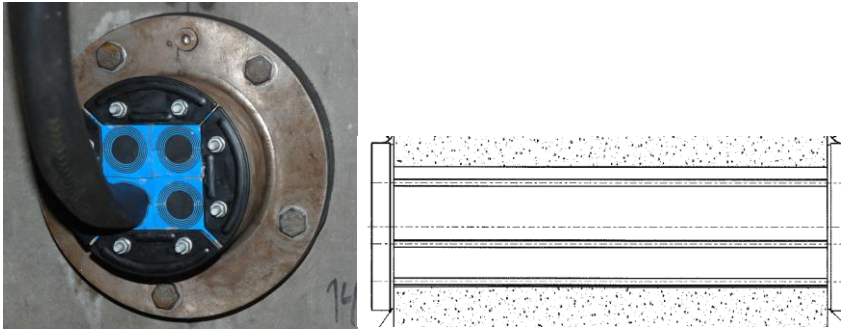
Resultat serie 1 genomföring 13



Kabelgenomföring Typ	Leverantör	Genomföring typ, antal och dimension	Anmärkning
KGC 100 E	ROXTEC	R 100 9 st tättningsmoduler ROXTEC RM 20	2 st kablar Ø8,6 mm 2 st kablar Ø12 mm Samtliga kablar går mellan genomföring Nr 10 och genomföring Nr 13.

Serie	1		
Genomföring	13		
Skottnummer	Belastningsfall	Täthet	Anmärkning
0		Tät	Läcker lite mot betong båda sidor.
1	I	1 l/min	Ingen förändring
2	II	Tät	Ingen förändring
3	II	Tät	Ingen förändring
4	II	Tät	Läcker mot betong båda sidor samt lite runt genomföring.
5	IV	Tät	Ingen förändring
6	V	Tät	Ingen förändring

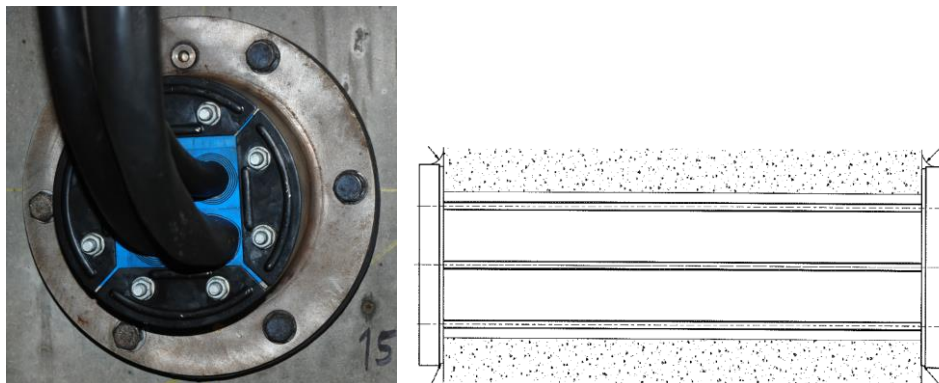
Resultat serie 1 genomföring 14



Kabelgenomföring Typ	Leverantör	Genomföring typ, antal och dimension	Anmärkning
KGC 125 E	ROXTEC	R 125 4 st tätningssmoduler ROXTEC RM 40	1 st kabel $\varnothing 32$ mm Kabeln går mellan genomföring Nr 11 och genomföring Nr 14.

Serie	1		
Genomföring	14		
Skottnummer	Belastningsfall	Täthet	Anmärkning
0		Tät	-
1	I	Tät	-
2	II	Tät	-
3	II	Tät	Litet läckage runt kabel trycksida
4	II	1 l/min	Läcker lite runt intryckt kabel trycksida.
5	IV	Tät	Ingen förändring
6	V	5 l/min	Som skott 4. Kabel bränd

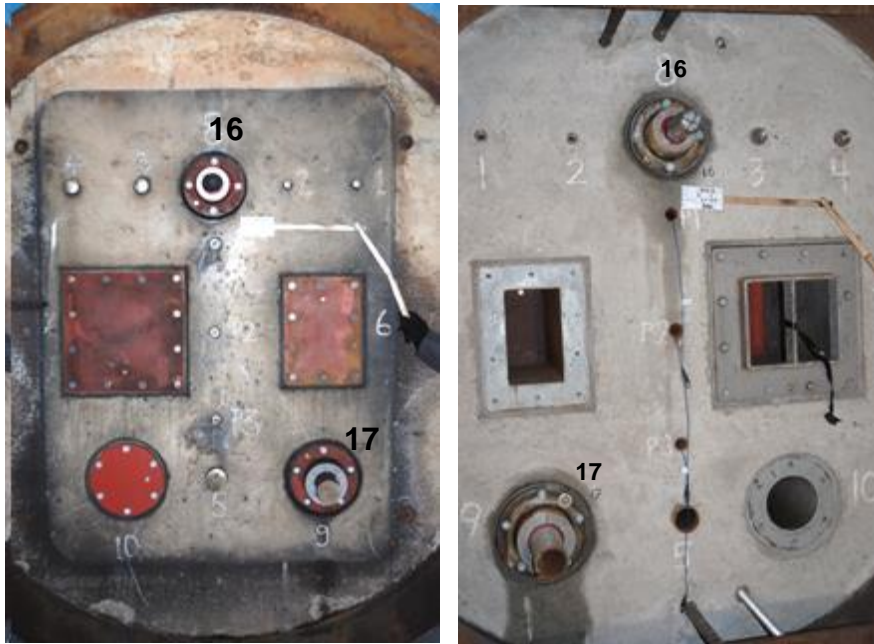
Resultat serie 1 genomföring 15



Kabelgenomföring Typ	Leverantör	Genomföring typ, antal och dimension	Anmärkning
KGC 150 E	ROXTEC	R 150 4 st tätningsmoduler ROXTEC RM 40 17 st tätningsmoduler ROXTEC RM 10	2 st kablar $\varnothing 23$ mm 1 st kabel $\varnothing 32$ mm Samtliga kablar går mellan genomföring Nr 12 och genomföring Nr 15.

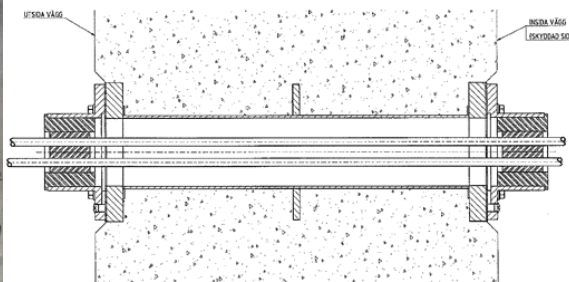
Serie	1		
Genomföring	15		
Skottnummer	Belastningsfall	Täthet	Anmärkning
0		Tät	Läcker lite mot betong båda sidor.
1	I	2 l/min	Ingen förändring
2	II	Tät	Läcker lite mot betong baksida samt vid nippel trycksida.
3	II	Tät	Ingen förändring
4	II	Tät	Ingen förändring
5	IV	Tät	Ingen förändring
6	V	Tät	Som skott 2. Kabel Bränd

3.3 Provserie 2



Figur 3.3 Överblick montage tryck- och baksida provserie 2.

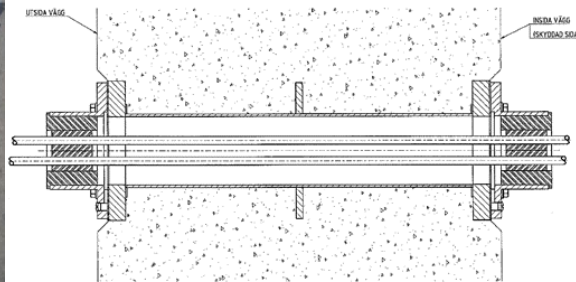
Resultat serie 2 genomföring 16



Kabelgenomföring Typ	Leverantör	Genomföring typ, antal och dimension	Anmärkning
KGC 100	MCT	SR 100	1st kabel $\varnothing 56,2$ mm med ändförslutning monteras igenom bägge tätningarna i genomföringen och avslutas ca 15 cm utanför tätningen på trycksidan.

Serie	2		
Genomföring	16		
Skottnummer	Belastningsfall	Täthet	Anmärkning
0		Tät efter justering	Läcker mycket på trycksida mot kabel initialt. Skruvar i tätning på trycksidan dras åt ytterligare före skott 1 vilket resulterar i bättre täthet. Baksida läcker något vid gummipackning.
1	II	Tät efter justering	Läcker mycket vid kabel på trycksida. Skruvar dras ytterligare före skott 2 vilket åter ger bättre täthet. Baksida som innan.
2	III	Tät	Tätning läcker mycket lite upptill och nedtill på trycksida, dock ej mot kabel. Baksida som innan.
3	III	Tät	Läcker mycket lite runt kabel och mellan tätningsringar på trycksida. Baksida som innan.
4	III	Otät	Inre tätningsring intryck/invikt på trycksida vilket ger stort läckage.
5	IV	-	Försöket avbryts.
6	V	-	-

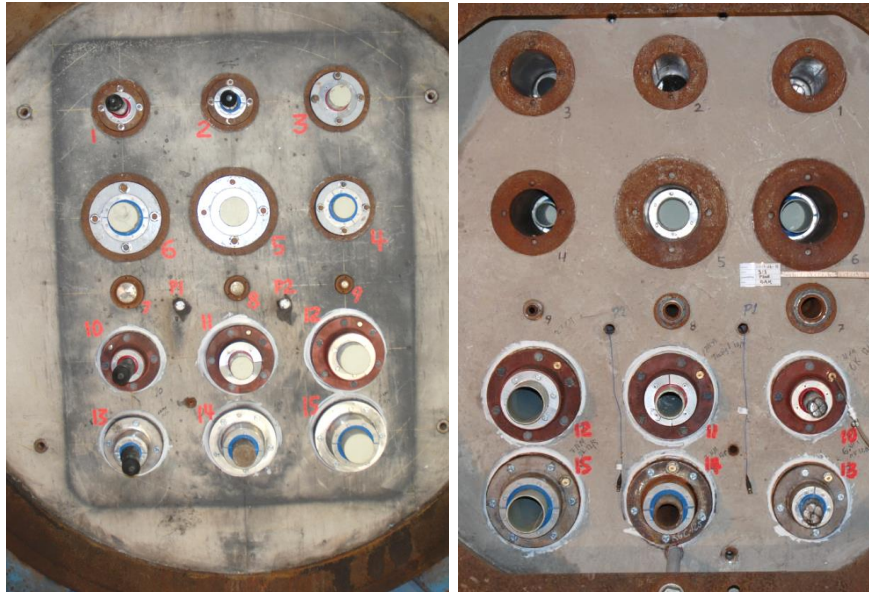
Resultat serie 2 genomföring 17



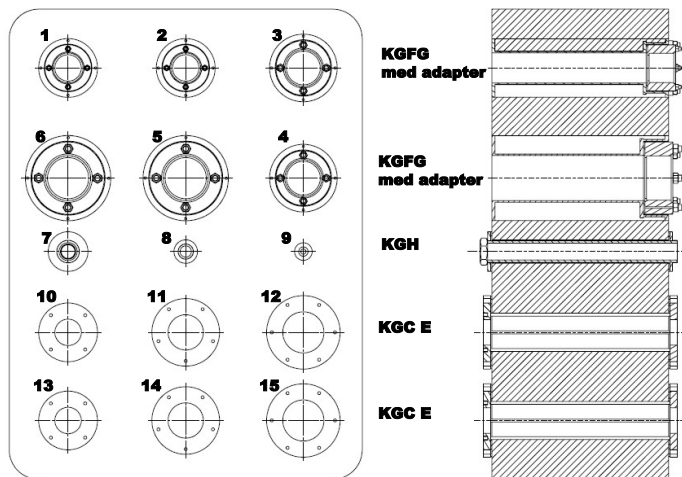
Kabelgenomföring Typ	Leverantör	Genomföring typ, antal och dimension	Anmärkning
KGC 125	MCT	SR 125	1st rör \varnothing 76,1 mm monteras igenom bägge tätningarna i genomföringen och avslutas ca 15 cm utanför tätningen på trycksidan.

Serie	2		
Genomföring	17		
Skottnummer	Belastningsfall	Täthet	Anmärkning
0		Tät efter justering	Läcker runt rör på trycksida. Skruvar i tätning på trycksidan dras åt ytterligare före skott 1 vilket resulterar i bättre täthet Läcker mycket lite vid gummipackning på baksida.
1	II	Tät	Läcker mycket lite runt rör och i underkant tätning mellan plåthalvor och vid skruv på trycksida. Baksida som innan.
2	III	Otät	Rör intryckt. Inre packningsring på trycksida intryckt vilket resulterar i stort läckage. Inre packningsring något uttryckt på baksida. Pluggas.
3	III	-	-
4	III	-	-
5	IV	-	-
6	V	-	-

3.4 Provsérie 3

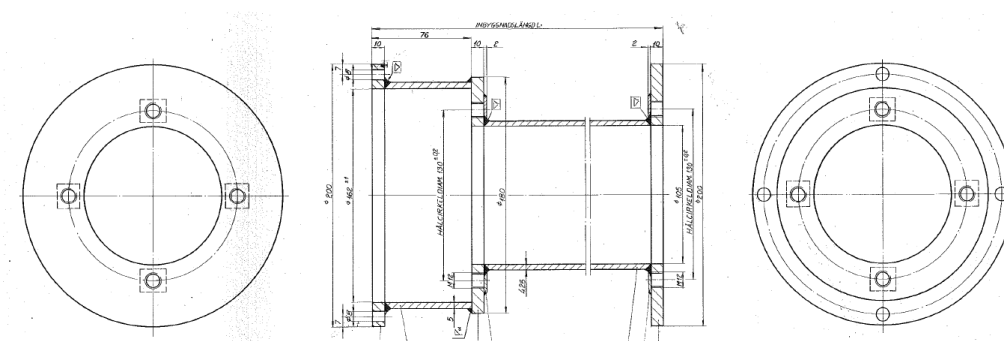
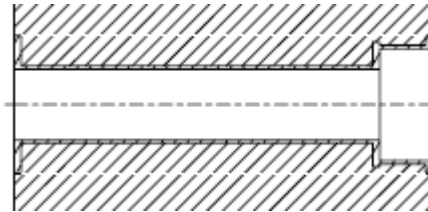


Figur 3.4 Överblick montage tryck- och baksida provserie 3.



Figur 3.5 Ritning montage provblock serie 3

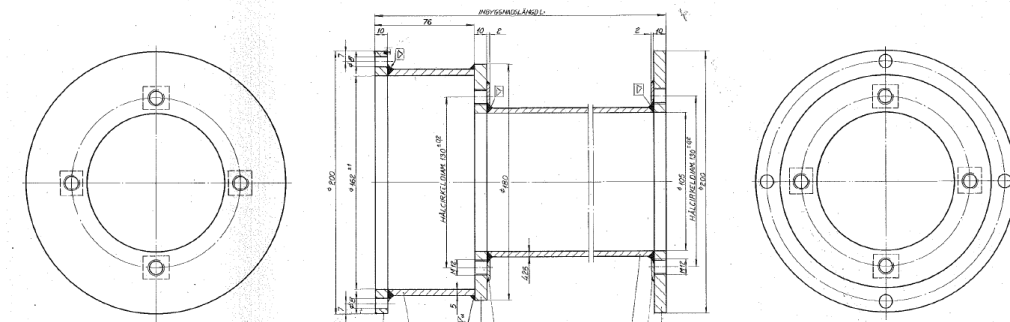
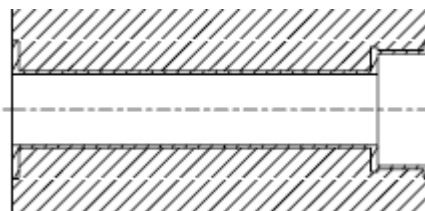
Resultat serie 3 genomföring 1



Kabelgenomföring Typ	Leverantör	Genomföring, typ, antal och dimension	Anmärkning
KGFG 100 Med adapter	MCT	SR 100	1st kabel $\varnothing 56,2$ mm med ändförslutning monteras igenom tätningen i genomföringen och avslutas ca 15 cm utanför tätningen på trycksidan

Serie	3		
Genomföring	1		
Skottnummer	Belastningsfall	Täthet	Anmärkning
1	II	Mäts ej	Öppen baksida
2	III	-	Kabeln intryckt delvis. I övrigt till synes intakt
3	III	-	Hela tätningen bortskjuten. Pluggas
4	III	-	-
5	IV	-	-
6	V	-	-

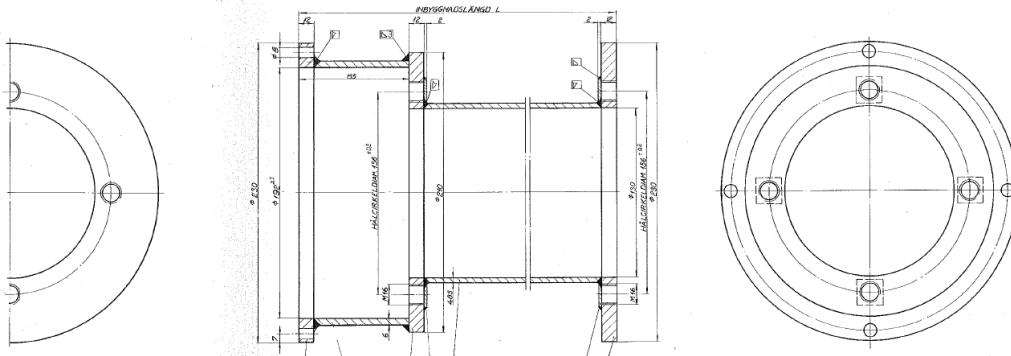
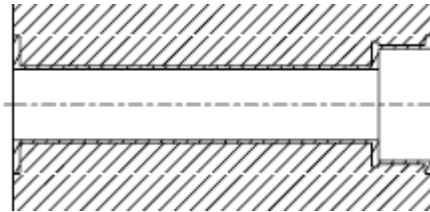
Resultat serie 3 genomföring 2



Kabelgenomföring Typ	Leverantör	Genomföring typ, antal och dimension	Anmärkning
KGFG 100 Med adapter	ROXTEC	RS 100	1st kabel Ø56,2 mm med ändförslutning monteras igenom tätningen i genomföringen och avslutas ca 15 cm utanför tätningen på trycksidan

Serie	3		
Genomföring	2		
Skottnummer	Belastningsfall	Täthet	Anmärkning
1	II	Mäts ej	Öppen baksida
2	III	-	Kabeln intryckt något. I övrigt till synes intakt
3	III	-	Ingen förändring
4	III	-	Ingen förändring
5	IV	-	Ingen förändring
6	V	-	Kabel och inre del av tätning bortskjutet

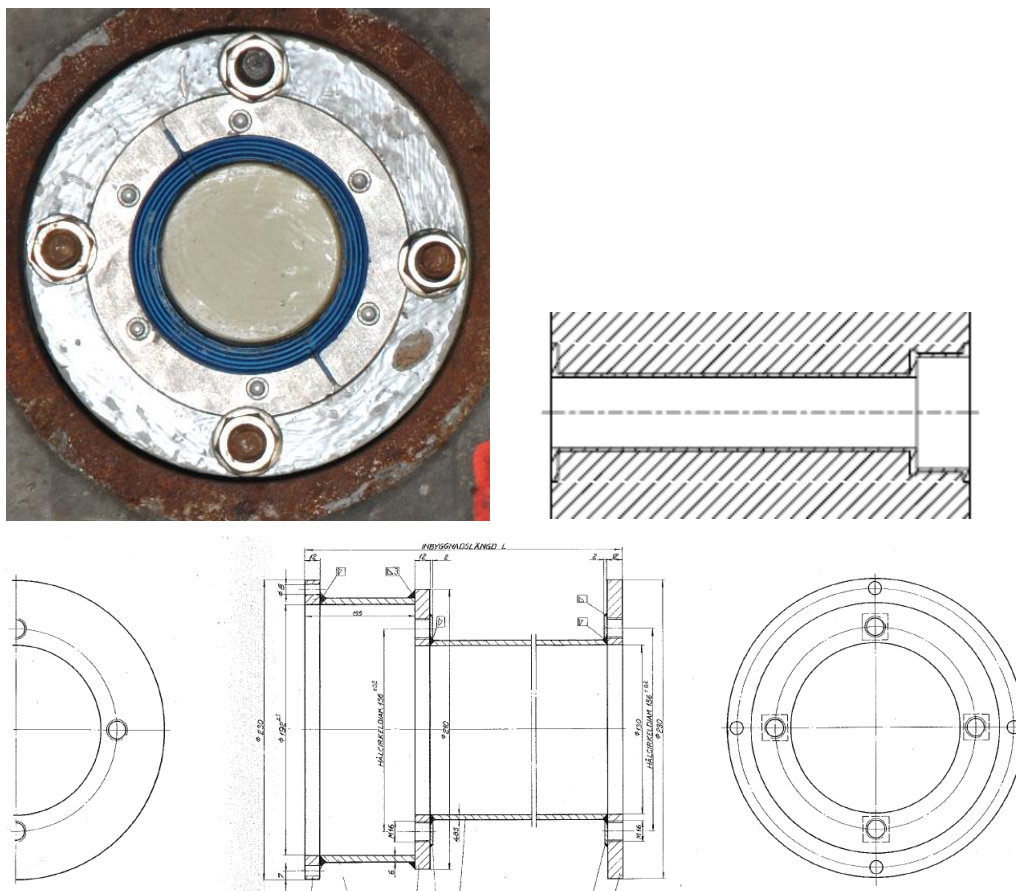
Resultat serie 3 genomföring 3



Kabelgenomföring Typ	Leverantör	Genomföring typ, antal och dimension	Anmärkning
KGFG 125 Med adapter	MCT	SR 125	1 st rör \varnothing 76,1 mm monteras igenom bägge tätningarna i genomföringen och avslutas ca 10 cm utanför tätningen på trycksidan.

Serie	3		
Genomföring	3		
Skottnummer	Belastningsfall	Täthet	Anmärkning
1	II	Mäts ej	Öppen baksida
2	III	-	Röret bortskjutet. Pluggas
3	III	-	-
4	III	-	-
5	IV	-	-
6	V	-	-

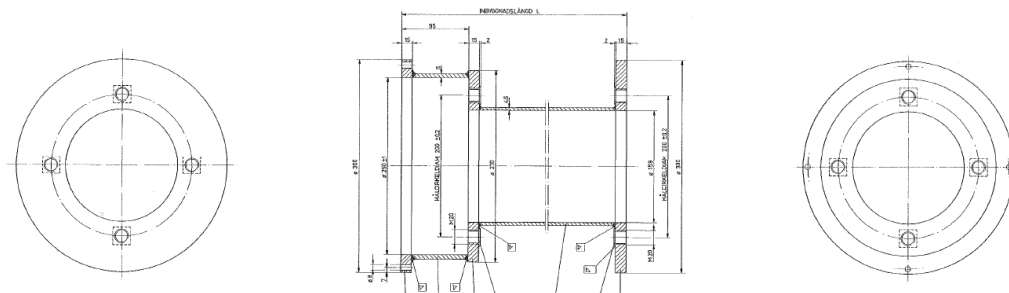
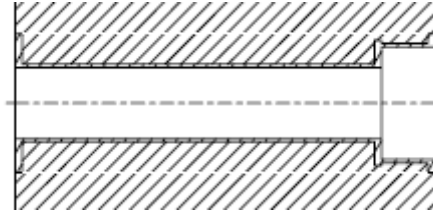
Resultat serie 3 genomföring 4



Kabelgenomföring Typ	Leverantör	Genomföring typ, antal och dimension	Anmärkning
KGFG 125 Med adapter	ROXTEC	RS 125	1st rör Ø 76,1 mm monteras igenom bägge tätningarna i genomföringen och avslutas ca 10 cm utanför tätningen på trycksidan.

Serie	3		
Genomföring	4		
Skottnummer	Belastningsfall	Täthet	Anmärkning
1	II	Mäts ej	Öppen baksida
2	III	-	Rör och inre del av tätning bortskjutet. Pluggas
3	III	-	-
4	III	-	-
5	IV	-	-
6	V	-	-

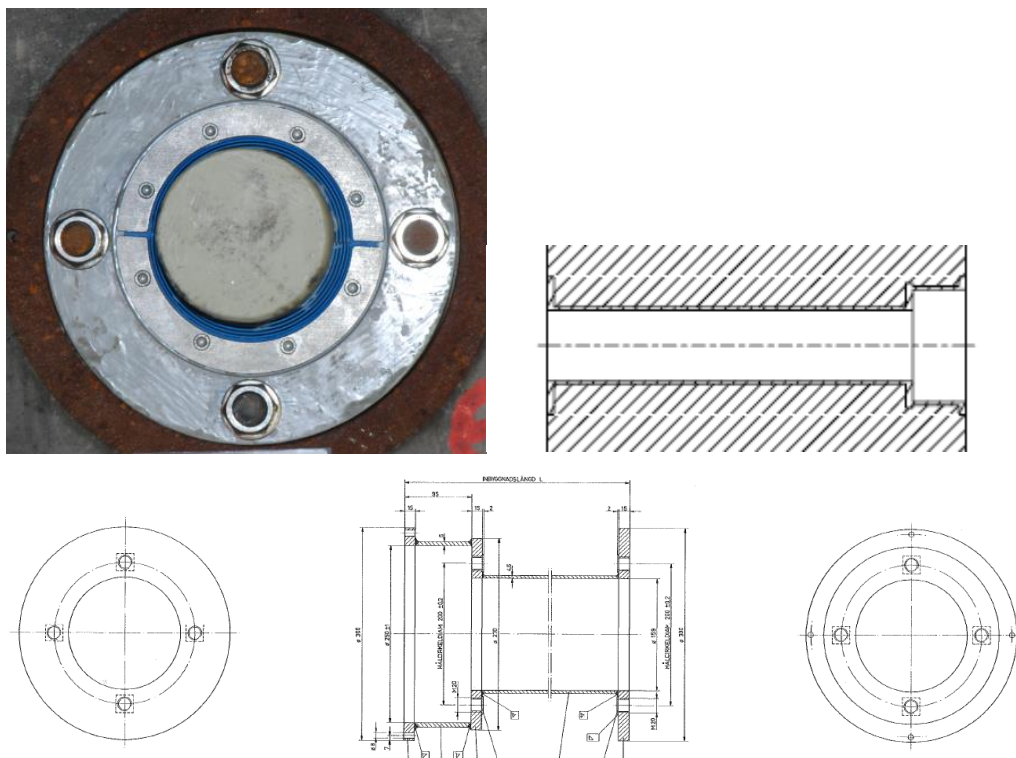
Resultat serie 3 genomföring 5



Kabelgenomföring Typ	Leverantör	Genomföring typ, antal och dimension	Anmärkning
KGFG 150 Med adapter	MCT	SR 150	1st rör \varnothing 95 mm monteras igenom bägge tätningarna i genomföringen och avslutas ca 10 cm utanför tätningen på trycksidan.

Serie	3		
Genomföring	5		
Skottnummer	Belastningsfall	Täthet	Anmärkning
1	II	Mäts ej	Öppen baksida
2	III	-	Rör och hela tätningen bortskjutet. Pluggas
3	III	-	-
4	III	-	-
5	IV	-	-
6	V	-	-

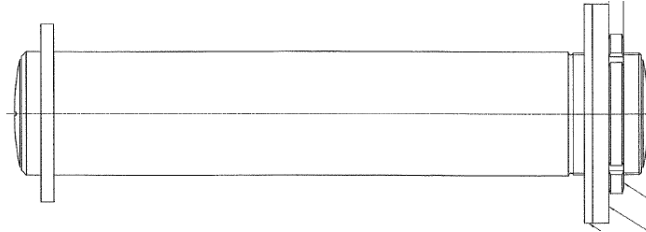
Resultat serie 3 genomföring 6



Kabelgenomföring Typ	Leverantör	Genomföring typ, antal och dimension	Anmärkning
KGFG 150 Med adapter	ROXTEC	RS 150	1st rör Ø 95 mm monteras igenom bägge tätningarna i genomföringen och avslutas ca 10 cm utanför tätningen på trycksidan.

Serie	3		
Genomföring	6		
Skottnummer	Belastningsfall	Täthet	Anmärkning
1	II	Mäts ej	Öppen baksida
2	III	-	Rör och inre del av tätningen bortskjutet. Pluggas
3	III	-	-
4	III	-	-
5	IV	-	-
6	V	-	-

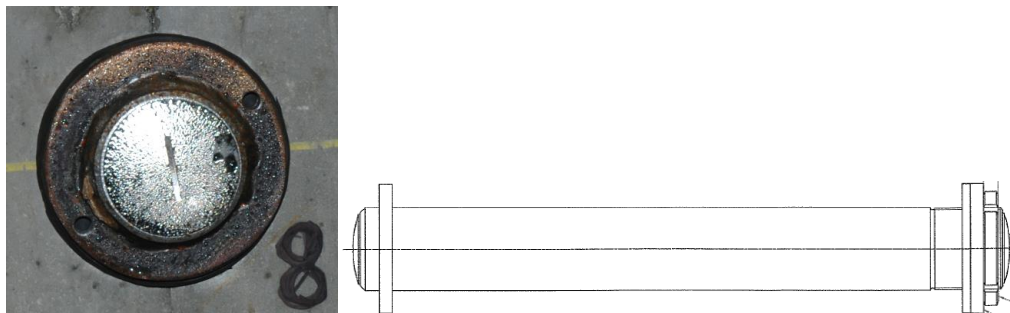
Resultat serie 3 genomföring 7



Kabelgenomföring Typ	Leverantör	Genomföring typ, antal och dimension	Anmärkning
KGH M63 E	-	-	Pluggad

Serie	3		
Genomföring	7		
Skottnummer	Belastningsfall	Täthet	Anmärkning
1	II	Mäts ej	Används ej
2	III	-	-
3	III	-	-
4	III	-	-
5	IV	-	-
6	V	-	-

Resultat serie 3 genomföring 8



Kabelgenomföring Typ	Leverantör	Genomföring typ, antal och dimension	Anmärkning
KGH M40 E	-	-	Pluggad

Serie	3		
Genomföring	8		
Skottnummer	Belastningsfall	Täthet	Anmärkning
1	II	Mäts ej	Används ej
2	III	-	-
3	III	-	-
4	III	-	-
5	IV	-	-
6	V	-	-

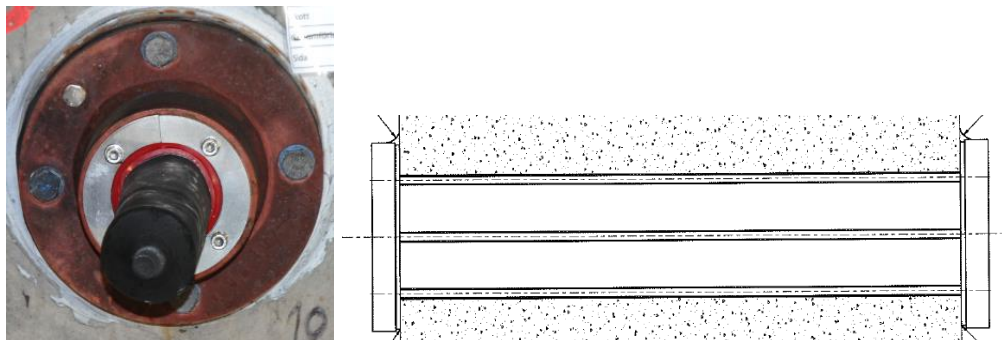
Resultat serie 3 genomföring 9



Kabelgenomföring Typ	Leverantör	Genomföring typ, antal och dimension	Anmärkning
KGH M20 E	-	-	Pluggad

Serie	3		
Genomföring	9		
Skottnummer	Belastningsfall	Täthet	Anmärkning
1	II	Mäts ej	Används ej
2	III	-	-
3	III	-	-
4	III	-	-
5	IV	-	-
6	V	-	-

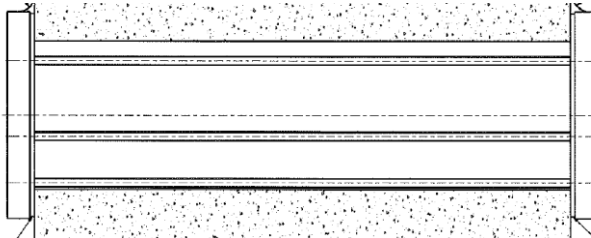
Resultat serie 3 genomföring 10



Kabelgenomföring Typ	Leverantör	Genomföring typ, antal och dimension	Anmärkning
KGC 100 E	MCT	SR 100	1st kabel $\varnothing 56,2$ mm med ändförslutning monteras igenom bägge tätningarna i genomföringen och avslutas ca 15 cm utanför tätningen på trycksidan

Serie	3		
Genomföring	10		
Skottnummer	Belastningsfall	Täthet	Anmärkning
0		Tät	-
1	II	Tät	Till synes opåverkad
2	III	Tät	Ingen förändring
3	III	Tät	Ingen förändring
4	III	Tät	Ingen förändring
5	IV	Tät	Ingen förändring
6	V	Tät	Tätningen missfärgad av värmen. I övrigt ingen förändring

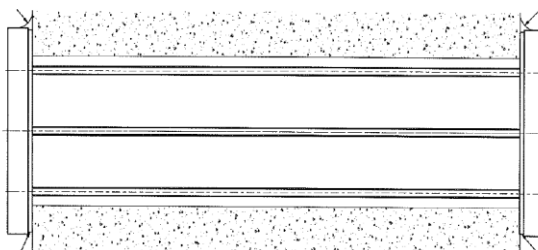
Resultat serie 3 genomföring 11



Kabelgenomföring Typ	Leverantör	Genomföring typ, antal och dimension	Anmärkning
KGC 125 E	MCT	SR 125	1st rör \varnothing 76,1 mm monteras igenom bägge tätningarna i genomföringen och avslutas ca 10 cm utanför tätningen på trycksidan.

Serie	3		
Genomföring	11		
Skottnummer	Belastningsfall	Täthet	Anmärkning
0		2 l/min	Läcker lite mot rör baksida och lite mellan fläns och genomföring baksida
1	II	Ej mätbart	Läcker mycket på trycksida. Går ej att bygga upp tillräckligt tryck för mätning.
2	III	-	Röret intryck igenom tätning på trycksida. Tätningens beslag på utsidan deformerade. Pluggas
3	III	-	
4	III	-	
5	IV	-	
6	V	-	

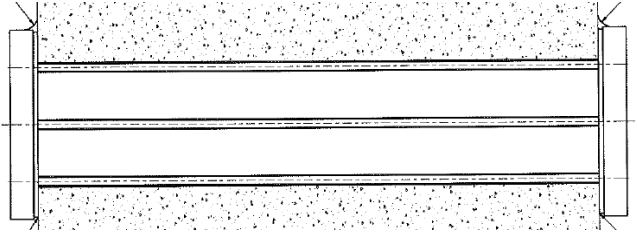
Resultat serie 3 genomföring 12



Kabelgenomföring Typ	Leverantör	Genomföring typ, antal och dimension	Anmärkning
KGC 150 E	MCT	SR 150	1st rör \varnothing 95 mm monteras igenom bägge tätningarna i genomföringen och avslutas ca 10 cm utanför tätningen på trycksidan.

Serie	3		
Genomföring	12		
Skottnummer	Belastningsfall	Täthet	Anmärkning
0		2 l/min	Läcker lite mot rör trycksida och lite mellan fläns och genomföring baksida.
1	II	5 l/min	Ingen större förändring
2	III	12 l/min	Läcker trycksida. Hela tätningen intryckt i stosen 1-2 cm
3	III	8 l/min	Något tätare. Troligen sot intryckt. Annars ingen förändring
4	III	5 l/min	Ingen förändring
5	IV	5 l/min	Ingen förändring
6	V	4 l/min	Ingen förändring

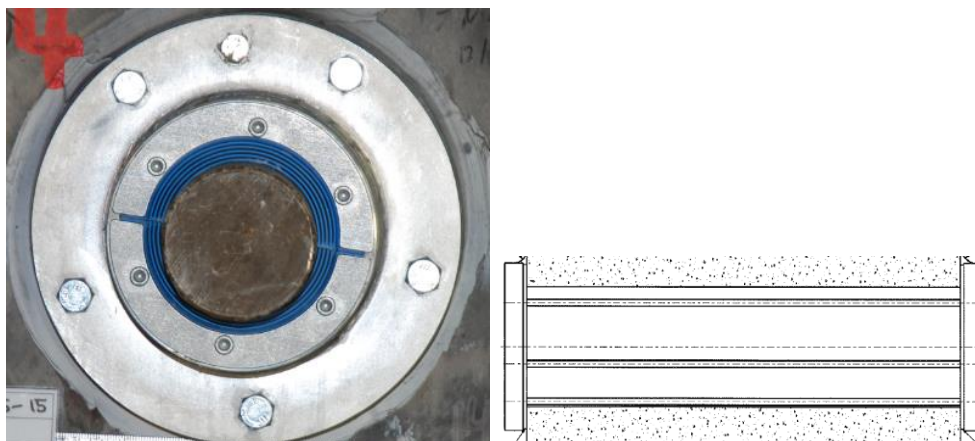
Resultat serie 3 genomföring 13



Kabelgenomföring Typ	Leverantör	Genomföring typ, antal och dimension	Anmärkning
KGC 100 E	ROXTEC	RS 100	1st kabel $\varnothing 56,2$ mm med ändförslutning monteras igenom bägge tätningarna i genomföringen och avslutas ca 15 cm utanför tätningen på trycksidan

Serie	3		
Genomföring	13		
Skottnummer	Belastningsfall	Täthet	Anmärkning
0		Tät	-
1	II	Tät	Till synes opåverkad
2	III	Tät	Ingen förändring
3	III	Tät	Ingen förändring
4	III	Tät	Ingen förändring
5	IV	Tät	Ingen förändring
6	V	Tät	Ingen förändring

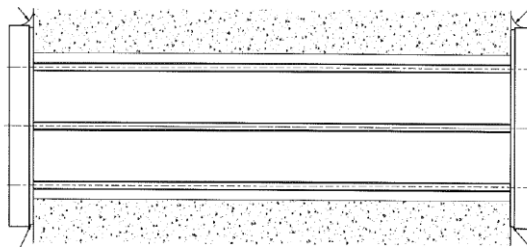
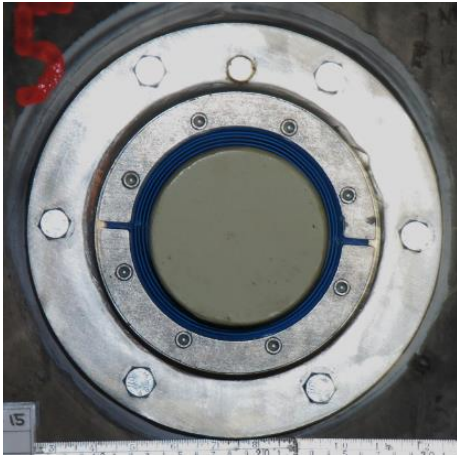
Resultat serie 3 genomföring 14



Kabelgenomföring Typ	Leverantör	Genomföring typ, antal och dimension	Anmärkning
KGC 125 E	ROXTEC	RS 125	1st rör \varnothing 76,1 mm monteras igenom bägge tätningarna i genomföringen och avslutas ca 10 cm utanför tätningen på trycksidan.

Serie	3		
Genomföring	14		
Skottnummer	Belastningsfall	Täthet	Anmärkning
0		Tät	-
1	II	Tät	Till synes opåverkad
2	III	Tät	Ingen förändring
3	III	Tät	Ingen förändring
4	III	Tät	Ingen förändring
5	IV	Tät	Ingen förändring
6	V	Tät	Ingen förändring

Resultat serie 3 genomföring 15



Kabelgenomföring Typ	Leverantör	Genomföring typ, antal och dimension	Anmärkning
KGC 150 E	ROXTEC	RS 150	1st rör \varnothing 95 mm monteras igenom bägge tätningarna i genomföringen och avslutas ca 10 cm utanför tätningen på trycksidan.

Serie	3		
Genomföring	15		
Skottnummer	Belastningsfall	Täthet	Anmärkning
0		Tät	
1	II	Tät	Till synes opåverkad
2	III	Tät	Ingen förändring
3	III	Tät	Ingen förändring
4	III	Tät	Ingen förändring
5	IV	Tät	Ingen förändring
6	V	Tät	Ingen förändring

4 Kommentarer

4.1 Täthetsprovningen

Att med den förenklade metoden för att mäta tätheten som användes under försöken kunna avgöra med precision hur mycket en genomföring läcker i liter per minut är svårt. Läckaget är beroende av vilken volym kabelgenomföringen har, under hur lång tid mätningen sker och i vilket tryckspann som mätningen utförs.

I de fall där trycksidan bekräftats skadad eller mycket läckande har inte täthetsprov av baksidans genomföring kunnat utföras. För att kunna fastställa baksidans täthet skulle krävas att trycksidan pluggades och att mätning därefter utfördes. Detta utfördes inte under dessa provserier.

Nipplarna som installerades på KGC-ramarna var tvungna att utrustas med extra brickor för att förhindra att nippeln bottnade in i packningen vilket annars orsakade stopp i nippeln.

Såpvatten användes för detektera eventuella läckage. Detta var en metod som fungerade väl.

4.2 Installation

Genomföringsramarna monterades av personal från FOI och FortV. Tätningar och kablar/rör installerades av extern montör, BLP Entreprenad AB.

Vid serie 1 uppstod läckage på flera av genomföringarna mellan betong och genomföring (se figur 4.1). Detta berodde sannolikt på att packningen mellan betong och genomföring inte klarade av att fylla ut betongens ojämnheter. Vid montage av genomföringar i serie 3 applicerades akryltätning mellan packning och betong vilket löste läckageproblemet mot betongen som noterades i serie 1.



Figur 4.1

Genomföringarna av modell KGH monterades men ingick ej i provserien. De pluggades därför (se figur 4.2).



Figur 4.2 Pluggad genomföring

På vissa av ROXTEC's installationer av modell KGC i serie 1 läckte det mellan packningsramen och genomföringen (se figur 4.3). Orsakerna till detta var en kombination av att ramarna inte var helt plana och att den plugg som tätade nippelhålet var för lång och gjorde att ramen inte helt låg mot flänspackningen. Packningen skadades också av den för långa pluggen. Pluggen byttes ut mot en annan kortare modell och tätningsmassa lades mellan packning och genomföring på skadade ställen för att minimera läckage innan försöken genomfördes. Åtgärderna förbättrade tätheten avsevärt men inte fullständigt.



Figur 4.3 Läckage mellan packningsram och genomföring

Ramarna till genomföringarna av modell KGFG i serie 1 var tillverkade med en innerdiameter som översteg toleranserna för ramarna vilket medförde att dessa tätningar fick dras hårdare än rekommenderat och troligen inte tätade så bra som avsett.

Till serie 3 byttes dessa ramar ut mot nya med rätt dimensioner.

Installationen i serie 1 utfördes enligt specifikation men i vissa fall även efter erfarenhet och känsla. Detta innebar i vissa fall att tätningsskruvarna drogs något längre än rekommenderat från tillverkaren.

Enligt rekommendationer från en av leverantörerna skall packningsbitarna sitta på plats i minst 30 dagar innan de belastas enligt kravspecifikationer. Detta för att bitarna skall hinna "sätta sig" och därmed täta tillfredställande. Denna rekommendation kunde inte hållas i samtliga fall. De som satt kortast tid innan de utsattes för belastning monterades ca 72 timmar före försöket (genomföring 2, 4, 5 och 13).

I serie 2 var åtdragningarna av spännskruvarna i genomföring 16 och 17 troligtvis för löst utförda. Redan innan första belastningen läckte det kraftigt från båda genomföringarna. Detta åtgärdades genom att dra åt spännskruvarna ytterligare. Efter första skottet justerades spännskruvarna på genomföring 16 ytterligare då den återigen uppfattades för löst åtdragen. Innan genomföringen justerats så pass att läckaget åtgärdats släppte några av justerskruvarnas infästningar vilket omöjliggjorde vidare åtdragning.

I serie 3 momentdrogs samtliga spännskruvar till leverantörens angivna värden. Redan före angivet värde släppte infästningen på en av spännskruvarna till genomföring 5 på trycksidan. Innan försöken påbörjades efterdrogs spännskruvarna till de angivna värdena på samtliga genomföringar. På genomföring 5, 11 och 12 lossnade vid detta tillfälle flera av infästningarna till spännskruvarna innan angivet moment uppnåts. På grund av detta avbröts efterdragningen av spännskruvarna till dessa genomföringar.

I serie 2 och 3 har rören i genomföringarna en plan yta mot stötvågen (se figur 4.4) vilket gör att dessa belastas inåt mer än vad fallet hade varit vid en verklig installation. Rörets utformning medför att även tätningen får en kraftigare belastning i axiell riktning än vid en verklig installation. Detta är något som bör beaktas för framtida försök med liknande utformning. Dock kan noteras att förutsättningarna var lika för samtliga genomföringar under försöken.



Figur 4.4 Plan ändyta vid test med rör genomföringarna

4.3 Utvärdering

Bedömningar och analyser av resultaten från försöken beskrivna i kapitel 3 ingår ej i uppdraget till FOI.

5 Appendix

I detta appendix visas bilder på skador som uppstått på genomföringarna.

Serie 1



Serie 1 genomföring 10 trycksida efter installation före skott 1.



Serie 1 genomföring 12 baksida efter installation före skott 1.



Serie 1 genomföring 13 trycksida efter installation före skott 1.



*Serie 1 genomföring 13 trycksida efter installation före skott 1.
Tätad med akryltätning.*



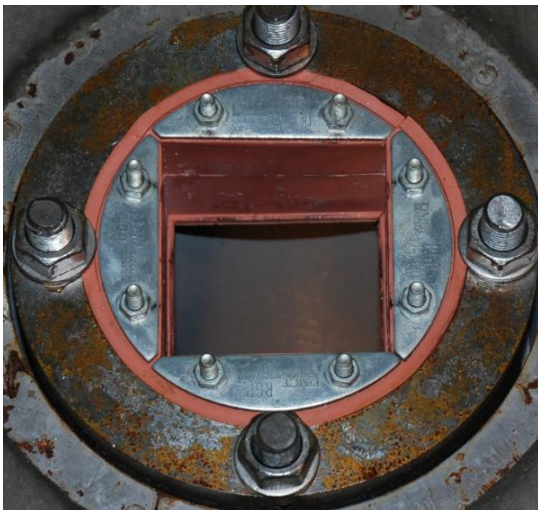
Serie 1 genomföring 14 trycksida efter installation före skott 1.



Serie 1 genomföring 15 baksida efter installation före skott 1.



Serie 1 genomföring 15 trycksida efter installation före skott 1.



Serie 1 genomföring 3 trycksida efter skott 1.



Serie 1 genomföring 12 baksida efter skott 2. Läckage i kablar via hölje.



Serie 1 genomföring 11 trycksida efter skott 3.



Serie 1 genomföring 11 trycksida efter skott 4.



Serie 1 genomföring 11 baksida efter skott 4.



Serie 1 genomföring 14 trycksida efter skott 4.



Serie 1 genomföring 4 trycksida efter skott 6.



Serie 1 genomföring 5 baksida efter skott 6.



Serie 1 genomföring 6 trycksida efter skott 6.



Serie 1 genomföring 10 trycksida efter skott 6.



Serie 1 genomföring 11 trycksida efter skott 6.



Serie 1 genomföring 12 trycksida efter skott 6.



Serie 1 genomföring 13 trycksida efter skott 6.



Serie 1 genomföring 14 läckage trycksida efter skott 6.



Serie 1 genomföring 15 läckage trycksida efter skott 6.

Serie 2



Serie 2 genomföring 16 läckage trycksida efter skott 3.



Serie 2 genomföring 16 intryckt tätning trycksida efter skott 4.



Serie 2 genomföring 17 läckage trycksida efter skott 1.



Serie 2 genomföring 17 intryckt tätning trycksida efter skott 2.

Serie 3



Serie 3 genomföring 11 läckage baksida före skott 3:1.



Serie 3 genomföring 12 läckage trycksida före skott 1.



Serie 3 genomföring 12 läckage baksida före skott 1.



Serie 3 genomföring 3 bortskjuten trycksida efter skott 1.



Serie 3 genomföring 5 bortskjuten trycksida efter skott 1.



Serie 3 genomföring 4 bortskjuten trycksida efter skott 2.



Serie 3 genomföring 6 bortskjuten trycksida efter skott 2.



Serie 3 genomföring 11 intryckt rör trycksida efter skott 2.



Serie 3 genomföring 11 intryckt rör baksida efter skott 2.



Serie 3 genomföring 12 intryckt tätning trycksida efter skott 2.



Serie 3 genomföring 1 bortskjuten trycksida efter skott 3.



Serie 3 genomföring 2 bortskjuten trycksida efter skott 6.

FOI är en huvudsakligen uppdragsfinansierad myndighet under Försvarsdepartementet. Kärnverksamheten är forskning, metod- och teknikutveckling till nytta för försvar och säkerhet. Organisationen har cirka 1000 anställda varav ungefär 800 är forskare. Detta gör organisationen till Sveriges största forskningsinstitut. FOI ger kunderna tillgång till ledande expertis inom ett stort antal tillämpningsområden såsom säkerhetspolitiska studier och analyser inom försvar och säkerhet, bedömning av olika typer av hot, system för ledning och hantering av kriser, skydd mot och hantering av farliga ämnen, IT-säkerhet och nya sensorers möjligheter.



FOI
Totalförsvarets forskningsinstitut
164 90 Stockholm

Tel: 08-55 50 30 00
Fax: 08-55 50 31 00

www.foi.se