

Magnus Arvidson, Bengt Nordling

Sprinklerrör i plast

BRANDFORSK projekt 515-021

Magnus Arvidson, Bengt Nordling

Sprinklerrör i plast

BRANDFORSK projekt 515-021

Abstract

Plastic piping for sprinkler systems

There are several proven thermoplastic piping systems on the Swedish market for tap water, domestic hot water and space heating and cooling systems in materials such as PE, PEX, PP, PB, ABS or CPVC that could be used as sprinkler pipes. The objective of this project was to determine which plastic piping systems could be suitable for use in sprinkler systems. The report concentrates on pipes intended for tap water systems, as pipes for heating systems are not generally suitable for the higher pressures needed for sprinkler systems. It includes details such as the type of material, pipe sizes, pressure class, methods of jointing, support systems, etc. This subsection also describes the type of plastic sprinkler pipe used in the USA.

The report describes the requirements that the products should meet, and makes suggestions for appropriate installation criteria. A basic requirement should naturally be that the pipes and pipe systems must meet the tap water system requirements of the Swedish Building Regulations, and that systems must be installed in accordance with their manufacturers' recommendations. They should be used only for environments with relative low fire loadings, i.e. those classified as 'low risk class' in the Swedish SBF 120 sprinkler regulations. Residential buildings, hotels, office, churches, private hotels, hospitals, schools and nursing homes are regarded as low risk classes.

Only wet pipe systems are considered, and the pipes must be run in such a way as to avoid any risk of freezing. If an anti-freeze is used, its compatibility with the material of the pipe must be considered. High ambient temperatures should also be avoided, as the pressure resistance of the pipes falls with increasing temperature.

As there can be high pressure drops across pipe couplings, and particularly for small pipe sizes, it is important that the coupling pressure drops should be included in the hydraulic design calculations for the sprinkler system. The smallest pipe size for branch pipe architectures should be 25 mm, with a minimum internal diameter of 18 mm. Smaller-bore pipes could be used for other system architectures, in which the pipes are linked so that water can flow from several directions, although a guide value suggests not less than 16 mm pipes with minimum internal diameters of 12 mm. Pipes and sprinklers must also be fastened such that they cannot be pushed out of position when the sprinkler operates. It is particularly important that the sprinklers are firmly fastened when they are supplied by flexible pipes that are delivered in rolls; as such pipes try to return to their original shape and can therefore pull a sprinkler out of position.

Fire resistance of the pipes is an important factor in these contexts. This was tested on small scale in a rig in which a gas burner was used as the fire source. Summarising, it can be said that there is a very considerable difference in fire resistance, depending on whether water is flowing through the pipes or not. With water flowing through them, they can withstand temperatures without leaking. With the exception of the Alu/PE pipes and pipes of glass-fibre reinforced epoxy, there is a considerable risk of leakage if water is not flowing through the pipes, i.e. before the sprinkler has activated. The pipes should therefore be protected against direct exposure to fire. This can be regarded as having been done if the sprinkler pipes are run above a false ceiling that meets the requirements in respect of ignition-resistant cladding, or if they are cast or built into the floor/ceiling structure or are run behind panels of at least 9 mm thick gypsum board or wood panels. As a result of these requirements, pipes and couplings that are concealed should be type-approved for concealed installation.

Key words: Plastic piping, sprinkler systems, PE, PEX, PP, PB, CPVC, ABS.

**SP Sveriges Provnings- och
Forskningsinstitut**
SP Rapport 2004:01
ISBN 91-7848-942-3
ISSN 0284-5172
Borås 2004

**SP Swedish National Testing and
Research Institute**
SP Report 2004:01

Postal address:
Box 857,
SE-501 15 BORÅS, Sweden
Telephone: +46 33 16 50 00
Telex: 36252 Testing S
Telefax: +46 33 13 55 02
E-mail: info@sp.se

Innehållsförteckning

	Abstract	
	Förord	
	Sammanfattning	
1	Målsättning och projektplan	7
2	Beskrivning av olika typer av plaster	8
2.1	Termoplaster	8
2.2	Hårdplaster	8
3	Användning av plaströr för sprinklersystem i USA	10
3.1	Historik	10
3.2	BlazeMaster® CPVC sprinklerrör	11
3.3	FlameGuard™ CPVC sprinklerrör	12
3.4	Victaulic FireLock® CPVC sprinklerrör	12
3.5	AQUASAFETM - Uponor Wirsbo boendesprinklersystem i PEX	13
3.6	REHAU® boendesprinklersystem i PEX	14
4	Uppbyggnad av sprinklersystem	16
5	Allmänt om plaströr för tappvatten-, värme- och kylsystem	19
5.1	Användning av plaströr i Sverige	19
5.2	Lagkrav	20
5.3	Typgodkännanden	21
5.4	Provningsmetoder, mm.	21
5.5	Sammanfogningstekniker	21
5.5.1	Mekaniska kopplingar	21
5.5.2	Svetsning	22
5.5.3	Limning	22
5.6	”Rör i rör” system	23
6	Sammanställning av plaströr användbara för sprinklersystem	24
6.1	Rör av polyeten (PE)	24
6.2	Rör av tvärbunden polyeten (PEX)	25
6.3	Rör av polypropen (PP)	26
6.4	Rör av polybuten (PB)	27
6.5	Rör av efterklorerad PVC (CPVC)	28
6.6	Rör av Akrylnitril Butadien Styren (ABS)	28
6.7	Rör av glasfiberarmerad epoxi	29
7	Diskussion och slutsatser	30
7.1	Fördelar och nackdelar med plaströr	30
7.2	Sammanfattande jämförelse mellan olika typer av plaströr	31
7.3	Förslag till produkt- och installationskrav för sprinklerrör i plast	33
7.4	Förläggning av rör avseende skydd mot direkt brandpåverkan	34
7.5	Allmän bedömning av UL 1821	35
8	Förslag till fortsatta insatser	37
	Appendix A - Beskrivning av UL 1821	
	Appendix B - Provning av brandmotståndsförmåga	
	Appendix C - Exempel på tillverkare och återförsäljare	

Förord

Projektet finansierades av Brandforsk (projektnummer 515-021) och projektet initierades av Sprinklerinstallatörerna inom VVS Installatörerna.

Projektet följdes av den fasta referensgruppen för ”sprinkler - varulagring”, kompletterad med ytterligare några personer. Följande personer ingick:

Bo Andersson	Statens Räddningsverk
Leif Beisland	Folksam (representerade Sveriges Försäkringsförbund)
Jan Berntsson	Bengt Dahlgren AB
Kaare Brandsjö	FRC Fire and Rescue Consultant
Lars Hellsten	Scania CV AB
Jens Hjort	Svenska Brandförsvarsföreningen (SBF)
Göran Holmstedt	Institutionen för Brandteknik, Lunds Tekniska Högskola
Lennart Håkansson	NVS Västra Sprinklerfilial (representerade VVS-installatörerna)
Jan Lagerblad	IKEA AB
John Ljungqvist	Uponor Wirsbo AB
Bo Molin	Södra Älvsborgs Räddningstjänstförbund
Olle Norrby	Brandgruppen AB
Kjell Olsson	Lagerstedt & Krantz AB
Ari Santavuori	Sampo Industrieförsäkring AB
Torsten Södergren	if...skadeförsäkring (representerade Sveriges Försäkringsförbund)
Anders Wallin	Brandforsk
Haukur Ingason	SP Brandteknik
Henry Persson	SP Brandteknik
Bengt Nordling	SP Energiteknik
Magnus Arvidson	SP Brandteknik (projektledare)

Projektledaren önskar tacka referensgruppen för värdefulla synpunkter och kommentarer på projektet och rapportens innehåll och utformning.

Sammanfattning

På den svenska marknaden finns flera beprövade rörsystem i plast (termoplast) för tappvatten-, värme- eller kylsystem, bland annat i materialen PE, PEX, PP, PB, ABS och CPVC som skulle kunna vara användbara som sprinklerrör. Det finns även kompositrör av plast och med skikt av aluminium som kan vara intressanta. Målsättningen med projektet var att sammanställa vilka rörsystem i plast som kan vara användbara för sprinklersystem. Rapportens innehåll koncentreras till rör som är avsedda för tappvatten, eftersom värmerören som regel inte klarar de högre trycken som kommer ifråga för sprinklersystem. I sammanställningen ingår uppgifter såsom rörmaterial, rördimensioner, tryckklass, sammanfogningsteknik, upphängningar, etc. Under detta delmoment dokumenterades även vilken typ av sprinklerrör i plast som används i USA.

Rapporten redovisar vilka produktkrav som bör ställas och ger förslag till installationskrav. En grundförutsättning bör naturligtvis vara att rören och rörinstallationen skall uppfylla de krav för tappvattensystem som anges i Boverkets byggregler och att installationen görs i enlighet med tillverkarens rekommendationer. Rören bör endast användas för verksamheter med relativt liten brandbelastning, så kallad 'Låg riskklass' i enlighet med de svenska sprinklerreglerna SBF 120. Hit räknas bostäder, hotell, kontor, kyrkor, pensionat, sjukhus, skolor och vårdhem.

Endast våtrörsystem kommer ifråga och rören skall förläggas så att någon risk för frysnings inte föreligger. Vid användning av frysskyddsmedel skall rörens kompatibilitet med aktuellt frysskyddsmedel beaktas. Höga omgivningstemperaturer bör också undvikas eftersom rörens tryckbeständighet avtar med ökande temperatur.

Eftersom höga tryckfall över rörkopplingar kan förekomma, speciellt för klena rördimensioner är det viktigt att kopplingens tryckfall inkluderas i den hydrauliska dimensioneringen av sprinklersystemet. För förgreningssystem bör minsta rördimension vara 25 mm med minsta innerdiameter 18 mm. För andra systemtyper, där rörsystemet sammanlänkas så att vatten kan strömma från flera håll, bör klenare rördimensioner kunna användas, ett riktvärde borde kunna vara minst 16 mm med minsta innerdiameter 12 mm.

Rör och sprinkler behöver även fästas så att de inte förskjuts ur sitt läge när sprinkler aktiveras. För flexibla rör som levereras rullade i kartong är det extra viktigt att sprinklerna förankras väl, eftersom röret strävar att återgå till sin ursprungliga form och därför kan flytta en sprinkler ur sitt läge.

En viktig fråga i dessa sammanhang är rörens brandmotståndsförmåga. Detta provades i en uppställning i liten skala där en gasolbrännare används som brandkälla. Sammanfattningsvis kan man säga att skillnaden i brandmotståndsförmåga är mycket stor beroende på om vatten strömmar genom rören eller ej. När vatten strömmar genom rören klarar de mycket kraftig brandpåverkan utan läckage. För samtliga rör, undantaget Alu/PE rören och rören i glasfiberarmerad epoxi, finns det en stor risk att läckage uppstår när vatten inte strömmar genom rören, det vill säga innan sprinkler har aktiverat. Därför bör rören förläggas skyddade mot direkt brandexponering. Godtagbar förläggning kan anses uppfyllt om sprinklerrören är förlagda ovan ett undertak som uppfyller kraven på tändskyddande beklädnad, är ingjutna eller inbyggda i takbjälklaget eller är placerade bakom täckpaneler utförda av minst 9 mm gips- eller träskiva. Som en följd av ovanstående krav bör rör och kopplingar som förläggs dolda vara typgodkända för dolt montage.

Sökord: Plaströr, sprinkler, brand, PE, PEX, PP, PB, CPVC, ABS

1 Målsättning och projektplan

På den svenska marknaden finns flera beprövade rörsystem i plast (termoplast) för tappvatten-, värme- eller kylsystem, bland annat i materialen PE (polyeten), PEX (tvärbunden polyeten), PP (polypropen), PB (polybuten), ABS (Akrylnitril Butadien Styren) och CPVC (efterklorerad PVC) som skulle kunna vara användbara som sprinklerrör. Det finns även kompositrör av plast och aluminium. I flera fall tillverkas både rör och rördelar inom landet. Målsättningen med projektet var att:

- Sammanställa vilka rörsystem i plast, avsedda för tappvatten-, värme- eller kylsystem, som även kan vara användbara för sprinklersystem.
- Beskriva lämpliga sammanfogningstekniker mellan rör, rördelar och sprinkler, speciellt med avseende på långtidsegenskaper för läckage och hållfasthet.
- Undersöka rörens brandmotståndsförmåga.
- Beskriva hur rören kan förläggas skyddade (ovan undertak, täckpaneler, etc.) för att förhindra direkt brandexponering.
- Undersöka och beskriva vilka andra krav som bör ställas på rörsystemen för att de skall vara användbara för sprinklersystem.
- Föreslå adekvata produkt- och installationskrav.

För att uppfylla denna målsättning ingick följande delmoment i projektet:

Delmoment 1 – sammanställning av rörsystem i plast

I detta delmoment sammanställdes vilka rörsystem i plast, avsedda för tappvatten-, värme- eller kylsystem, som även kan vara användbara för sprinklersystem. I sammanställningen ingår uppgifter såsom rörmaterial, rördimensioner, tryckklass, sammanfogningsteknik, upphängningar, etc. Under detta delmoment dokumenterades även vilka typer av sprinklerrör i plast som används i USA.

Delmoment 2 – provning av brandmotståndsförmåga

I praktiken är det sannolikt att rören förläggs skyddade för direkt brandpåverkan, till exempel av estetiska skäl. Men det bedömdes ändå vara intressant att undersöka rörens brandmotståndsförmåga. Detta provades i en uppställning i liten skala där en gasolbrännare används som brandkälla. Gastemperaturen vid röret valdes så att den var ”representativ” för brand i bostad, hotell, kontor, etc. Vatten tilläts att strömma genom rören, med typiskt vattenflöde, under försöken, men värmetåligheten utan vattenflöde, alltså ”innan sprinkleraktivering” studerades också.

Delmoment 3 – förläggning av rör

Här undersöktes hur rören kan förläggas skyddade (ovan undertak, täckpaneler, etc.) för att undvika direkt brandexponering och vilka krav som bör ställas på sådana byggnadsdelar.

Delmoment 4 – produkt- och installationskrav

I detta delmoment sammanställdes adekvata produkt- och installationskrav för sprinklerrör i plast.

2 Beskrivning av olika typer av plaster

Plaster är ett samlingsbegrepp för termoplaster och hårdplaster [1]. Utgångspunkten för tillverkning är vanligtvis råolja, naturgas och kol. Plasternas egenskaper beror på den kemiska uppbyggnaden och den fysikaliska strukturen, linjära och grenade molekyldjor, fördelningen mellan långa och korta molekyler, graden av förnätning, etc. Dessutom kan plasternas egenskaper varieras inom vida gränser genom homo- och copolymerisering, blandning av olika polymerer och tillsatser som stabilisatorer, mjukgörare, fyllmedel, etc.

Plaster som är uppbyggda av linjära eller förgrenade kedjemolekyler kallas för termoplaster. Den sammanhållande kraften mellan molekylerna är svaga bindningar. Vid måttlig uppvärmning släpper dessa bindningar, molekylerna får ökad rörlighet och materialet mjuknar.

Plaster med förnätad struktur kallas för hårdplaster. Härdningsreaktionen är liktydig med förnätning. Något förenklat kan man säga att förnätningen liknas vid en mekanisk uppstapning av strukturen som ger polymeren högre styvhet och temperaturresistans.

Nedan beskrivs termoplaster och hårdplaster mer i detalj [2].

2.1 Termoplaster

Termoplaster, såsom PE, PP, PB, PVC, CPVC, ABS, etc är plastmaterial som formas medan materialet befinner sig i ett plastiskt tillstånd, vilket åstadkommes genom uppvärmning av materialet till mellan 100°C och 250°C. Vanligast är formsprutning, till exempel av rördelar och extrudering (strängsprutning) av rör. Termoplastens molekyldjor är långa och trådformiga och förenade genom fysisk adhesion, vilket gör att de svaga sekundära krafterna övervinns vid uppvärmning och platen smälter innan molekyldjan förstörs. Termoplaster kan på grund av de svaga molekylobindningarna smältas och omformas flera gånger. Termoplaster mjuknar när temperaturen höjs, samtidigt som brottöjning och slagseghet ökar. Det är därför viktigt att kontrollera det högsta tillåtna trycket för respektive produkt vid förhöjd temperatur.

För vissa kemiska applikationer användes glasfiberförstärkta termoplaster. Genom inblandning av olika fyllmedel, till exempel kol, grafit och metallspån erhålls olika karaktärer på termoplasterna. Dessa tillsatser kan dock inverka negativt på möjligheterna att omforma eller återanvända termoplasterna.

2.2 Hårdplaster

Hårdplaster, polyester och epoxi är plastmaterial som stelnar genom en kemisk reaktion, härdning. De enskilda molekyldjorna i hårdplaten är sammanlänkade med korta bryggor till stora tredimensionella nät med hög tvärbindingstäthet. På grund av nätstrukturen mjuknar hårdplaster inte vid uppvärmning i samma grad som termoplaster, utan sönderdelas kemiskt vid tillräckligt hög temperatur. En hårdplast kan således inte omformas eller återanvändas.

Med armerade plaster menas en hårdplast som förstärkts mekaniskt med hjälp av någon slags fiber vilket gör att den mekaniska hållfastheten i vissa fall är mycket hög. Armerad plast benämns ofta AP i svensk litteratur. Som armeringsmaterial används i huvudsak pulverbunden glasfibermatta. Specialarmeringar kan förekomma, exempelvis kolfibermatta.

Utmärkande för alla hårdplasterna är att de har:

- Mycket hög mekanisk styrka.
- Hårda och styva konstruktioner.
- Bra elektrisk isolator.
- Hög värmetålighet.
- Hög kemikalieresistens.
- Låg expansion.

3 Användning av plaströr för sprinklersystem i USA

3.1 Historik

År 1852 installerades det första sprinklersystemet i USA. Systemet bestod av perforerade järnrör. Det första automatiska sprinklersystemet uppfanns år 1862. År 1896 bildades National Fire Protection Association¹ (NFPA) och deras två första rekommendationer publicerades, varav den ena, NFPA 13, var för automatiska sprinklersystem. Under årens lopp har naturligtvis NFPA 13 genomgått stora förändringar, både avseende själva sprinklerna och rörsystemen. Den första typ av sprinklerrör som användes var gjutjärnrör, vilket ersattes av stålrör år 1892. Under 1960-talet började sprinklerrör i koppar att användas och på 1980-talet introducerades rör i CPVC, PB (polybuten) och tunnväggiga stålrör på marknaden [3]. På senare år har även PEX-rör börjat att användas.

Idag används sprinklerrör i plast ofta i USA. I första hand för bostäder, hotell, kontor och andra verksamheter med relativt liten brandbelastning. Sprinklerrör i plast har flera fördelar jämfört med rör i stål, t ex förbättrad arbetsmiljö vid installation eftersom rören har låg vikt och är enkla att kapa och sammanfoga, inte utsätts för korrosion, har lågt strömningsmotstånd, etc.

Sprinklerrör i CPVC har funnits på marknaden längst och är allra mest vanliga. Fördelen med CPVC jämfört med andra termoplaster är högre värmetålighet, vilket är en fördel i sprinklersammanhang.

Under senare år har även patenterade sprinklersystem bestående av PEX-rör (tvärbunden polyeten) i klena dimensioner introducerats på den amerikanska marknaden. Dessa system kombinerar byggnadens tappvattensystem med sprinklersystemet. På så sätt reduceras rördragningen och en regelbunden omsättning av vattnet fås.

Tilläggs bör att man tidigare även använt rör i PB (polybuten) i USA, men för närvarande används inte detta material eftersom det har varit problem med läckage, i första hand i tappvattensystem.

I nedanstående underkapitel redovisas de certifierade sprinklerrör i plast som används i USA.

¹ National Fire Protection Association (NFPA) är en oberoende, ideell, internationell organisation med mer än 75 000 medlemmar som sedan mer än hundra år arbetar med att minska uppkomsten av och konsekvenser av brand. Som ett led i detta arbete utvecklar och publicerar man rekommendationer inom brandskyddsområdet. Finansieringen sker via försäljning av publikationer, med medlemsavgifter och seminarier. För närvarande omfattar NFPAs rekommendationer tolv volymer och över 285 olika dokument. Mest känd av rekommendationerna är troligen NFPA 13, som är den allra äldsta, publicerad i sin första utgåva redan 1896. NFPA 13 beskriver detaljerat dimensionering och installation av sprinklersystem i framförallt industriella byggnader. NFPA 13D, publicerad i sin första utgåva 1975, innehåller rekommendationer för enbostadshus och småhus och NFPA 13R, publicerad för första gången 1989, innehåller rekommendationer för flerbostadshus, hotell, motell, vårdhem och liknande byggnader upp till och med fyra våningsplan. De flesta av NFPAs rekommendationer är godkända av American National Standards Institute (ANSI). Det är vanligt att dokumenten refererar till standarder från Underwriters Laboratories och Factory Mutual.

3.2 BlazeMaster® CPVC sprinklerrör

Rör i efterklorerad PVC, så kallad CPVC har använts som kall- och varmvattentrör och inom processindustrin sedan början 1960-talet. De började att användas för boendesprinkler i USA 1984 och listades av Underwriters Laboratories, Inc. för denna applikation 1985. I dagsläget är de mycket vanliga.

Företaget Noveon™ (tidigare hette man BFGoodrich) har utvecklat BlazeMaster® och tillverkar även själva plastråvaran, men har licensierat tillverkning av rör och rördelar till fem tillverkare, Harvel Plastics Inc., Hershey Valve Company Ltd, IPEX Inc., Tyco Fire Products och Thompson Plastics Inc.

BlazeMaster® har omfattande godkännanden från bland annat Underwriters Laboratories, Inc., Factory Mutual, NSF International, The Public Health and Safety Company™ (samtliga USA) och Loss Prevention Council Certification Board (England). På den svenska marknaden marknadsförs rören av Tyco Building Services Products (Sweden) och rören är certifierade av Svensk Brand & Säkerhetscertifiering AB.

Rören finns i dimensioner från 20 mm upp till 80 mm, se tabell 1, och är godkända för ett maximalt arbetstryck om 12 bar (175 psi) vid maximalt 65°C och för upp till 22 bar (315 psi) vid maximalt 23°C.

Rören är styva och levereras i raka längder, de bör ej bockas. Det finns ett stort utbud av olika rördelar anpassade för sprinklersystem. Fogning av rör och rördelar sker med hjälp av ett lösningsmedelsbaserat lim. Efter limningen är det viktigt att limmet får härda i mellan 1 och 5 minuter innan röret och rördelen hanteras. Innan tryckprovning av systemet skall härdningstiden vara från någon timme upp till ett antal dygn, beroende på omgivande temperatur och rördimensionen. Systemet skall tryckprovas i minst 2 timmar.

Eftersom rören har relativt hög temperaturlåghet kan de förläggas exponerade, förutsatt att ett antal villkor är uppfyllda, bland annat att taket är horisontellt och slätt och att särskilda ”snabbaktiverande” sprinkler används. Om inte dessa villkor är uppfyllda skall rören förläggas skyddade mot direkt brandexponering.

Vid upphängning av horisontella rör är det största rekommenderade klamringsavståndet mellan 1,7 m och 3,0 m, beroende på rördimension.

Mer information om BlazeMaster® finns på www.blazemaster.com, där det även finns möjlighet att prenumerera på ett nyhetsbrev.

Tabell 1 Rördimensioner för BlazeMaster® sprinklerrör i CPVC.

Nominell rördimension		D _y [mm]	D _i [mm]
¾"	DN 20	26,7	22,2
1"	DN 25	33,4	28,0
1¼"	DN 32	42,2	35,4
1½"	DN 40	48,3	40,6
2"	DN 50	60,3	50,9
2½"	DN 65	73,0	61,5
3"	DN 80	88,9	75,0

3.3 FlameGuard™ CPVC sprinklerrör

FlameGuard™ sprinklerrör i CPVC är jämförbara med rören från andra fabrikanter men har bara funnits på marknaden i några års tid. Rörsystemet tillverkas av Spears® Manufacturing Company i USA.

FlameGuard™ har godkännanden från bland annat Underwriters Laboratories, Inc., Factory Mutual, NSF International, The Public Health and Safety Company™ (samtliga USA) och Loss Prevention Council Certification Board (England).

Rören finns i dimensioner från 20 mm upp till 80 mm och är godkända för ett maximalt arbetstryck om 12 bar (175 psi) vid maximalt 65°C av Underwriters Laboratories, Inc. och för samma tryck upp till 49°C av Loss Prevention Council Certification Board (England).

Rören är styva och levereras i raka längder, de bör ej bockas. Det finns ett stort utbud av olika rördelar anpassade för sprinklersystem. Fogning av rör och rördelar sker med hjälp av ett lösningsmedelsbaserat lim.

Eftersom rören har relativt hög temperaturlåghet kan de förläggas exponerade, förutsatt att ett antal villkor är uppfyllda, bland annat att taket är horisontellt och slätt och att särskilda ”snabbaktiverande” sprinkler används. Om inte dessa villkor är uppfyllda skall rören förläggas skyddade mot direkt brandexponering.

Vid upphängning av horisontella rör är det största rekommenderade klamringsavståndet mellan 1,7 m och 3,0 m, beroende på rördimension.

Mer information om FlameGuard™ sprinklerrör finns på www.spearsmfg.com.

3.4 Victaulic FireLock® CPVC sprinklerrör

Victaulic FireLock® sprinklerrör är jämförbara med rören från andra fabrikanter men har bara funnits på marknaden i några års tid. Rörsystemet tillverkas av Victaulic® Company of America i USA.

Victaulic FireLock® har godkännanden från bland annat Underwriters Laboratories, Inc. och Factory Mutual (båda USA). Rören finns i dimensioner från 20 mm upp till 50 mm och är godkända för ett maximalt arbetstryck om 12 bar (175 psi) vid maximalt 65°C av UL (USA).

Rören är styva och levereras i raka längder, de bör ej bockas. Det finns ett stort utbud av olika rördelar anpassade för sprinklersystem. Fogning av rör och rördelar sker med hjälp av ett lösningsmedelsbaserat lim. Eftersom rören har relativt hög temperaturlåghet kan de förläggas exponerade, förutsatt att ett antal villkor är uppfyllda, bland annat att taket är horisontellt och slätt och att särskilda ”snabbaktiverande” sprinkler används. Om inte dessa villkor är uppfyllda skall rören förläggas skyddade mot direkt brandexponering.

Vid upphängning av horisontella rör är det största rekommenderade klamringsavståndet mellan 1,7 m och 3,0 m, beroende på rördimension.

Mer information om Victaulic FireLock® sprinklerrör finns på www.victaulic.com.

3.5 AQUASAFE™ - Uponor Wirsbo boendesprinklersystem i PEX

Den amerikanska divisionen i företaget Uponor Wirsbo har utvecklat och patenterat ett sprinklersystem bestående av PEX-rör i klena dimensioner [4, 5]. Tidigare har plaströr eller kopparrör i rördimensioner klenare än ¾" (DN 20) inte varit tillåtna enligt NFPA 13D, men i den senaste utgåvan (år 2002) medges ½" (DN 15) plaströr eller kopparrör under vissa förutsättningar. Systemet introducerades på den amerikanska marknaden i juni 2000 och är avsett att installeras i enlighet med NFPA 13D i småhus och enbostadshus och systemet är godkänt av Underwriters Laboratories, Inc. för denna applikation. Tanken är att systemet skall installeras av rörmokare med särskild utbildning och inte av sprinklerinstallatör. Därför har Uponor Wirsbo tagit fram en detaljerad handbok [6] som beskriver hur en installation skall utföras.

Rörsystemet byggs upp i ett nätverk av PEX-rör i dimension 16 mm x 1,8 mm, där varje sprinkler matas från fyra håll, se figur 1. Det kräver att sprinklerna monteras i en "multiport" med fyra anslutningar men säkerställer ett tillräckligt flöde till sprinklern trots den klena rördimensionen. Systemet ansluts till en fördelare (samlingsrör) som ansluts till byggnadens kallvattenservis. Till rörsystemet kopplas även en eller flera vattenförbrukare, till exempel en vattenklosett, en tappvattenkran eller en tvättmaskin. På detta sätt erhålls en regelbunden vattenomsättning i sprinklersystemet och så länge det finns tappvatten garanteras även vatten till sprinklerna. Den regelbundna vattenomsättningen kan medge att systemet inte behöver förses med något återströmningskydd, utöver vad som krävs för tappvattnet.

Systemet går snabbt att installera, dels för att PEX-rören lätt kan böjas (rören levereras på rulle) och dels för att kopplingen mellan rören och sprinkler görs med en koppling, Wirsbo Quick & Easy, som utnyttjar PEX-rörens flexibilitet på så sätt att rören expanderas med ett verktyg och skjuts över kopplingen. Den expanderade röränden krymper därefter tillbaka och greppar "automatiskt" mot kopplingen inom några sekunder. Rördragningen mellan olika sprinkler och från sprinkler till fördelare är skarvlös, vilket innebär att risken för vattenläckage är låg. Dessutom förläggs rören i tomrör, s k "rör-i-rör" så att eventuellt läckagevatten följer tomröret och kan observeras innan byggnadsstommen skadas.

Systemet har bland annat utvärderats i brandförsök [7] utförda i Kanada. Fyra försök utfördes i olika rum, vardagsrum, sovrum, etc. i en byggnad. Rören var förlagda synliga, det vill säga de var inte förlagda ovanför något undertak. Försöken visade att systemet klarade att kontrollera de olika brandförloppen så att utrymning var möjlig. I ett av försöken exponerades rören för en temperatur om 140°C utan någon synbar skada.

I USA går systemet under namnet AQUASAFE™. Detta namn användes inte i Sverige, eftersom namnet redan är registrerat av ett annat svenskt företag. Systemet introducerades på den svenska och nordiska marknaden år 2002 under namnet Wirsbo Boendesprinklersystem. Ett demonstrationsförsök [8] har även utförts vid SP Brandteknik. Vid detta försök var rörsystemet skyddat av takgipsskivor. Temperaturmätningen visar att takgipsskivorna väl skyddar rörsystemet vid brand, den uppmätta yttemperaturen på den icke brandexponerade sidan nådde 67°C. Den högsta uppmätta gastemperaturen på undersida av taket var 285°C.

Man har även tagit fram en installationsmanual för den svenska marknaden [9] som är anpassad till de rekommendationer för installation av boendesprinkler som publiceras av Svenska Brandförsvärsföreningen.



Figur 1 Varje sprinkler ansluts med fyra 16 mm PEX-rör i Uponor Wirsbo boendesprinklersystem. Fotot visar ett system som är under installation och sprinklern är därför försedd med en skyddskåpa.

Under våren 2003 genomfördes de första installationerna, dels i ett enbostadshus i Oslo i ett markplan och två våningsplan, totalt 12 stycken sprinkler och cirka 200 m rör och i ett äldreboende i Helsingfors. Mer information om AQUASAFE™ finns på www.wirsbo.com och www.wirsbo.se.

3.6 REHAU® boendesprinklersystem i PEX

Den amerikanska divisionen i företaget REHAU har utvecklat och patenterat ett sprinklersystem bestående av PEX-rör som jämförbara med system utvecklade av andra fabrikanter.

Systemet använder något grövre rördimensioner ¾" (DN 22) istället för som andra fabrikanter ½" (DN 15), detta innebär att varje sprinkler matas från två håll istället för fyra. Dessutom krävs mindre mängder rör. Systemet är introducerat på den amerikanska marknaden och är avsett att installeras i enlighet med NFPA 13D i småhus och enbostadshus.

Rörssystemet byggs upp som ett gridsystem av PEX-rör i dimension 22 mm x 2,5 mm, där varje sprinkler matas från två håll. Det kräver att sprinklerna monteras i en "multiport" med två anslutningar. Systemet ansluts till en fördelare (samlingsrör) som ansluts till byggnadens kallvattenservis. Till rörssystemet kopplas även en eller flera vattenförbrukare, till exempel en vattenklosett, blandare eller en tvättmaskin. På detta sätt erhålls en regelbunden vattenomsättning i sprinklersystemet och så länge det finns tappvatten garanteras även vatten till sprinklerna. Den regelbundna vattenomsättningen kan medge att systemet inte behöver förses med något återströmningsskydd, utöver vad som krävs för tappvattnet.



Figur 2 Fäst kropp för sprinkler för REHAU® boendesprinklersystem där 22 mm PEX-rör ansluts med en koppling av typen skjuthylsa.

Systemet går snabbt att installera, dels för att PEX-rören lätt kan böjas (rören levereras på rulle eller raka längder) och dels för att kopplingen mellan rören och sprinkler görs med en koppling, EVERLOC, av typen skjuthylsa. Rödragningen mellan olika sprinkler och från sprinkler till fördelare är skarvlös, vilket innebär att risken för vattenläckage är låg.

Mer information från REHAU finns på www.REHAU-NA.com.

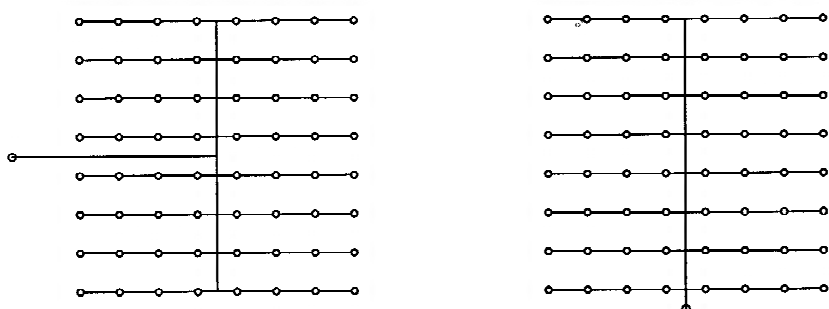
4 Uppbyggnad av sprinklersystem

Ett sprinklersystem kan byggas upp på olika sätt beroende på bland annat praktiska, hydrauliska och ekonomiska förutsättningar. Man kan säga att det finns tre huvudtyper av system [10]:

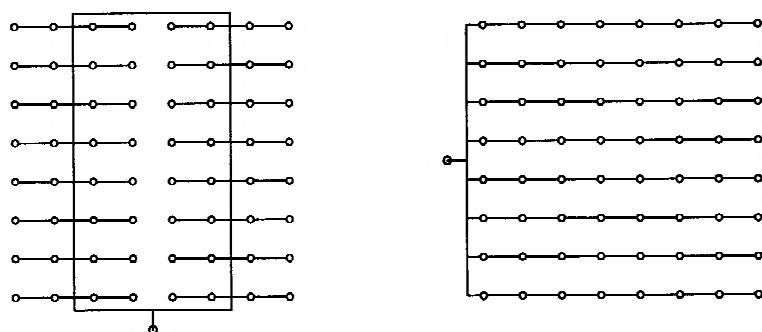
Förgreningssystem: Är den vanligaste och ”ursprungliga” systemuppbyggnaden. Systemet är uppbyggt med fördelningsrör till vilka grenrör är anslutna. Sprinklerna, normalt mellan 2 till 4 sprinkler, är monterade på grenrören, antingen direkt eller med korta stickrör. Systemuppbyggnaden gör att vattenflödet till varje sprinkler kommer från en riktning, vilket medför att tryckförlusterna är relativt höga.

Loopsystem: Utvecklades på 1970-talet för att reducera tryckförlusterna i rörsystemet. I systemet sammanlänkas delar av fördelningsrören så att man får en sluten slinga, en loop. Vattnet kan därför strömma från två riktningar fram till grenrörens anslutningspunkt. Systemuppbyggnaden ger lägre tryckförluster jämfört med ett förgreningssystem, vilket innebär att klenare rördimensioner kan användas.

Gridsystem: Innebär att varje grenrör (som då benämns gridrör) matas från två håll. Det innebär att vatten strömmar fram till varje sprinkler från riktningar. Denna systemtyp ger lägre tryckförluster än ett loopsystem och används ofta för sprinkler som kräver höga vattenflöden, till exempel ESFR och ELO sprinkler.



Dubbelsidiga förgreningssystem med centralmatning
(till vänster) eller med ändmatning (till höger)



Loopsystem med grenrör

Gridsystem med gridrör

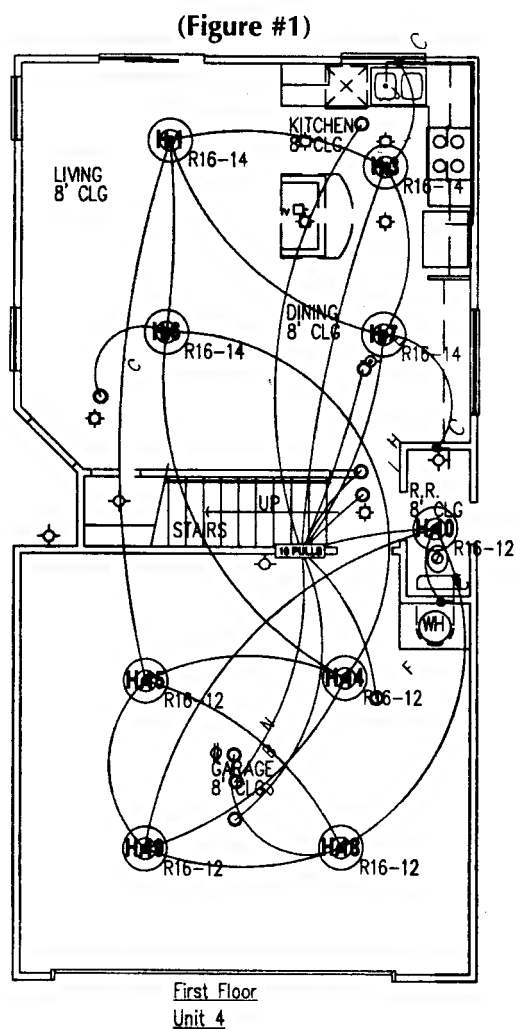
Figur 3 Exempel på olika uppbyggnad av sprinklersystem. Varianter av dessa huvudtyper kan i praktiken förekomma.

Varianter på dessa tre huvudtyper kan i praktiken förekomma. För loopssystem och gridsystem är det viktigt att komma ihåg att möjligheten att använda flödesvakter ute i systemet minskar eftersom vattnet matas från olika håll.

Under senare år har en ny typ av system, vars systemuppbyggnad kan beskrivas som ett **nätverk** utvecklats. Systemet är avsett för småhus, enbostadshus eller flerbostadshus i trä och beskrivs mer i detalj i kapitel 3. Systemuppbyggnaden innebär att flexibla plaströr i mycket klena rördimensioner kan användas eftersom vattnet kan strömma i systemets alla delar. Enligt NFPA 13D är minsta tillåtna rördimension för stålrör 1" (DN 25). För andra typer av rör, underförstått rör i plast eller koppar, är minsta tillåtna rördimension $\frac{3}{4}$ " (DN 20).

Sprinklerrör i plast (benämningen "icke-metall" används i NFPA 13D) och i koppar kan, tillsammans med godkända rörkopplingar, användas i $\frac{1}{2}$ " (DN 15) i nätverk system. Förutsättningarna är dock att:

- 1) Varje sprinkler matas via minst tre separata anslutningar.
- 2) Hydrauliska beräkningar tydligt visar de rör som ger flödet till sprinklerna.
- 3) Inga "dead-ends" finns.
- 4) Hydrauliska beräkningar görs för varje enskild sprinkler i systemet och för varje par av sprinkler, belägna inom samma rum.
- 5) Den hydrauliskt sämst belägna enskilda sprinklern / par av sprinkler markeras på ritningsunderlaget.
- 6) Hydrauliska beräkningar i enlighet med NFPA 13, *Standard for the Installation of Sprinkler Systems* genomförs, med tillägget att även tryckförluster över rörkopplingar skall inkluderas.
- 7) Sprinklersystemet kan antingen försörjas från det allmänna, kommunala nätet (tappvatten) eller förses med en sil vid anslutningspunkten till vattenkällan.
- 8) Sammanfogningstekniken mellan rör och rördelar är godkänd.
- 9) Om ett uttag i form av ett T-rör används på rör skall varje enskild sprinkler ha fyra separata anslutningar från vattenkällan. Maximalt tillåts ett T-rör på varje rör mellan sprinkler och varje uttag skall endast betjäna vattenförbrukare, till exempel en vattenklosett, tappvattenkran eller tvättmaskin, tillhörande hushållet.
- 10) Rörsystemet för byggnadens tappvattensystem skall vara i koppar eller annat godkänt material.



Figur 4 Systemuppbyggnad som kan beskrivas som ett nätverk innebär att flexibla plaströr i mycket klena rördimensioner kan användas eftersom vattnet kan strömma i systemets alla delar. Bilden visar installationen av Uponor Wirsbo AQUASAFE™ system i en lägenhet.

En annan möjlig systemuppbyggnad för i första hand flexibla plaströr är att varje sprinkler matas med ett separat rör. Dessa rör är sedan anslutna till en gemensam fördelare (samlingsrör) som är anslutet till ett huvudstamrör, som i sin tur är anslutet till systemets vattenkälla. För ett flerbostadshus kan man tänka sig att sprinklerna inom varje lägenhet matas från en fördelare. Tekniken har bland annat använts i ett äldreboende [11] i Saltsjöbaden.

5 Allmänt om plaströr för tappvatten-, värme- och kylsystem

Rent generellt kan man säga att de godkända rörsystem i plast för tappvatten-, värme- och kylsystem som finns på den svenska marknaden har detaljerade projekterings- och installationsanvisningar. Anvisningarna innehåller bland annat information om hantering, transport och lagring, kapning och koppling, klamring, värmeutvidgning och utförande av expansionslyror, utförande av genomföringar genom brandcellsgränser, täthetsprovning, etc.

Vid dimensionsangivelser för plaströr av termoplaster används genomgående ytterdiametern för att beskriva rörets dimension. Detta innebär att ett rör med beteckningen DN 20 har en ytterdiameter på 20 mm. I vissa fall anges även ytterdiameter och godstjocklek, till exempel 20 x 2. Detta innebär då att ytterdiametern är 20 mm och godstjockleken är 2 mm. Beteckningar i tum används mycket sällan för plaströr i Sverige.

Även för kopparrör talar man normalt om ytterdiameter i mm vid dimensionsangivelser. Dock lever en del gamla tumbeteckningar kvar fortfarande men de blir alltmer sällsynta. Följande dimensioner används idag för kopparrör i tappvattensystem i Sverige. Måttangivelserna avser ytterdiameter x godstjocklek i mm med motsvarande tumbeteckning inom parantes, 12 x 1 (3/8"), 15 x 1 (1/2"), 18 x 1, 22 x 1 (3/4"), 28 x 1,5 (1"), 35 x 1,5 (1 1/4"), 42 x 1,5 (1 1/2") och 54 x 1,5 (2").

För stålrör är bilden något mer komplicerad då rörets beteckning inte är direkt kopplad till någon mätbar diameter på röret. Traditionellt har tumbeteckningar varit vanliga men numera ser man oftast beteckningen DN följt av ett siffervärde. Siffran står dock inte för en diameter utan är bara en storleksbeteckning. Godstjockleken på röret kan variera beroende på tryckklass och användningsområde. Nedan listas de vanligast förekommande dimensionerna.

Tabell 2 De mest förekommande dimensionerna för stålrör.

Stålrör DN	Ytterdiameter [mm]	Godstjocklek [mm]	Tumbeteckning
10	17,2	2,35	3/8"
15	21,3	2,65	1/2"
20	26,9	2,65	3/4"
25	33,7	3,25	1"
32	42,4	3,25	1/4"
40	48,3	3,25	1 1/2"
50	60,3	3,65	2"
65	76,1	3,29	2 1/2"
80	88,9	3,20	3"

5.1 Användning av plaströr i Sverige

I Sverige finns i huvudsak två olika användningsområden för plaströr i bostäder, för tappvatten respektive för värmesystem. Tappvattenrören kan dessutom uppdelas i två undergrupper, nämligen rör för enbart kallvatten och rör som kan användas för både varm- och kallvatten. Det finns även universalrör som kan användas till både tappvatten- och värmesystem. Rapportens innehåll koncentreras till rör som är avsedda för

tappvatten, eftersom värmerören som regel inte klarar de högre trycken som kommer ifråga för sprinklersystem.

Det finns en lång erfarenhet (mer än 40 år) av att använda plaströr för tappvatten i Sverige. Material och materialkombinationer utvecklas fortfarande och för de nyare systemen finns endast några få års erfarenheter. Det finns ett flertal tillverkare och återförsäljare av kompletta system för rör och rördelar i Sverige.

I huvudsak finns det tre olika plastmaterial som används i Sverige idag. Polyeten (PE) i ett antal olika varianter är det absolut vanligaste materialet. De övriga två är polypropen (PP) och polybuten (PB) som används i mindre omfattning, se vidare i sammanställningen för de olika materialen och de olika tillverkarna (återförsäljarna) längre fram i rapporten.

5.2 Lagkrav

Användningen av olika material och sammanfogningstekniker regleras av Boverkets byggregler, BFS 1993:57 med ändringar till och med 2002:19. Krav för tappvatten behandlas i avsnitt 6:61.

Allmänt gäller att kallvatteninstallationer för dricksvatten skall utföras av ett sådant material och utformas så att kallvattnet kan uppfylla de krav i kemiskt och mikrobiellt hänseende som ställs på dricksvatten. Vattenberörda delar av tappvatteninstallationer skall utföras av sådant material och utformas så att ohälsosamma ämnen inte kan utlösas i tappvattnet och så att ohälsosam tillväxt av mikroorganismer i tappvattnet förhindras. Installationerna skall inte heller avge lukt eller smak till tappvattnet.

Fast installerad utrustning som ansluts till en vatteninstallation och placeras i ett utrymme utan golvvavlopp, skall vara försedd med skydd mot oavsiktlig utströmning av vatten.

Tappvatteninstallationer skall utföras av sådant material och utformas så att de har tillräcklig beständighet mot de yttre och inre mekaniska, kemiska och mikrobiella processer som de kan förväntas bli utsatta för. Risk för skador på omgivande byggnadsdelar eller andra olägenheter på grund av frysning, kondensering eller till följd av utströmmande vatten skall begränsas. Om installationen utförs som dolt montage, skall installationens anslutningar, kopplingar och lödningar ha samma motståndsförmåga mot skador som omgivande rörledningsmaterial.

Avstängningsventiler och armatur för nedtappning av tappvattensystemet skall installeras i den utsträckning som är nödvändig med hänsyn till installationens art och komplexitet.

Tappvatteninstallationer skall dimensioneras för ett statiskt tryck på lägst 1 MPa (10 bar) med hänsyn tagen till den påverkan som tryckslag medför.

Slangställ, dvs kortare rörledningar i plast eller gummi med fabriksmonterade anslutningsmuttrar, får inte användas för inkoppling av tappventiler, blandare och dylikt.

Rörledningar i tappvatteninstallationer skall förläggas så att tillräckliga expansionsmöjligheter finns.

Installationen skall utföras så att återsugning och backströmning av förorenat vatten eller andra vätskor förhindras och så att inträngning av gaser och inläckage av vätskor inte kan ske.

5.3 Typgodkännanden

De flesta rör och rörkopplingar som är avsedda för tappvatten- och värmesystem och som säljs på den svenska marknaden idag är typgodkända för användning till respektive område. Det finns för närvarande två olika certifieringsorgan, Sitac respektive Swedcert, som utfärdar typgodkännanden inom dessa områden.

5.4 Provningsmetoder, mm.

De provningsmetoder som används vid provning för typgodkännande är enligt följande:

NKB 3	Varmvattenbeständiga plaströr.
SS 3362	Plaströr - Tryckrör av PE till kallvattenledningar.
NKB 18	Mekaniska kopplingar av metall för plaströr av PB och PEX för tappvatten-installationer.

Dessutom finns det ett större antal internationella standarder i form av ISO och EN standarder som behandlar plaströr och kopplingar till dessa.

För rör med kopplingar som förläggs som dolt montage, det vill säga där man inte kan inspektera kopplingen i efterhand, finns det idag inga officiella provningsmetoder. Dock har respektive certifieringsorgan, alltså Sitac respektive Swedcert, utarbetat egna provningsmetoder för dolt montage. Provningsmetoderna skiljer sig åt, men går i princip ut på att man provar rör och koppling tillsammans i någon typ av dragprov eller långtidsprov under förhöjd belastning. Vid dolt montage gäller dessutom att kopplingen inte får vara demonterbar.

5.5 Sammanfogningstekniker

Det finns tre huvudprinciper för sammanfogning av rör, dels med hjälp av kopplingar och dels med olika former av svetsning. För vissa rör, främst CPVC och ABS-rör, kan även limning komma ifråga.

5.5.1 Mekaniska kopplingar

Kopplingar kan användas som fogningsmetod för alla typer av plaströr. Följande huvudtyper finns.

Klämringskopplingar: En mekanisk koppling, ofta utförd i mässing, som består av en nippel, mutter och klämring. Nippeln och muttern har koniska tätningsytor som vid hopdragning pressar samman klämringen så att denna tätar mot plaströret samt nippel och mutter. För att inte klämringen skall deformera plaströret så placeras en metallisk stödhylsa inuti plaströret som extra stöd. Stödhylsan kan vara utformad som en del av nippeln eller som en helt separat del. Kopplingarna skall dras med en bestämd kraft, ofta specificerad som antalet åtdragningsvarv efter åtdragning för hand. Inga specialverktyg krävs vid monteringen. Kopplingarna kan efterdras om behov skulle föreligga och de kan mycket enkelt demonteras och återmonteras igen. Kopplingstypen finns i ett flertal olika fabrikat och har funnits på den svenska marknaden under lång tid.

Presskopplingar: Kopplingen består av en nippel med inbyggd stödhylsa samt en klämhylsa som låser fast kopplingen vid röret. Stödhylsan är försedd med en eller flera O-ringar som tätar mot vattentrycket samt ett antal hullingar som förhindrar att röret glider

ut. Vid monteringen träs röret på stödhylsan och klämhylsan pressas ihop med hjälp av ett specialverktyg. Kopplingen går ej att demontera igen utan att förstöra den. Kopplingstypen är relativt ny på den svenska marknaden.

Presshylsor: Detta är en variant av presskopplingar som består av en nippel med inbyggd räfflad stödhylsa och en lös hylsa av mässing eller plast som träs utanpå det ordinarie röret. För att montera kopplingen används ett speciellt verktyg som expanderar den fria röränden. När röret har expanderats tillräckligt mycket tas verktyget bort och nippeln sticks in i röret.

Mässingshylsan skjuts sedan tillbaka mot kopplingen med hjälp av ett verktyg och fixerar röret mot den räfflade stödhylsan. I de fall som hylsan är gjord av plast placeras den vid röränden från början och expanderas tillsammans med röret. På grund av elasticiteten i röret återgår detta till sin ursprungliga form och greppar om den räfflade stödhylsan. Efter några minuter har man fått en olösbar förbindelse mellan rör och koppling. Presshylsorna innehåller som regel inga O-ringar.

Instickskopplingar: Kopplingen består av en nippel som röret sticks in i. Inuti nippeln finns en O-ring som tätar mot vattentrycket samt ett antal ståltänder som greppar tag i röret och låser fast det. Lösa stödhylsor måste användas i plaströret för att detta inte ska deformeras. Röret kan roteras i kopplingen efter avslutat montage. Kopplingen kan enkelt demonteras och återmonteras igen utan verktyg. Kopplingstypen har funnits länge för tryckluft men är ny för tillämpningar med vatten som arbetsmedium.

5.5.2 Svetsning

Svetsning används i första hand för PE och PP-rör. Följande huvudtyper finns.

Spegelsvetsning (ibland även kallad stumsvetsning): De två rör, eller rör och rördel, som skall sammanfogas placeras på var sin sida om en uppvärmd teflonbelagd svetsplatta (spegel). Rörändarna pressas mot plattan med ett givet tryck och temperatur (beror på rördimensionen) så att plasten smälter. Svetsplattan tas sedan bort och rörändarna pressas omedelbart mot varandra och hålls under tryck under en viss tid. Sammanfogningen ger då en tät och homogen svetsfog. Sammanfogningstekniken ger en mindre vulst på insida och utsida av röret. För små dimensioner kan vulsten ge upphov till ett icke försumbart tryckfall.

Fusionssvetsning: Fusionssvetsning är en variant av spegelsvetsning och innebär att en han- och en hondel upphetas samtidigt till en given temperatur. När rätt temperatur har erhållits pressas delarna ihop och en tät fog erhålls.

Elmuffsvetsning: En muff skjuts på de båda rördelarna som skall sammanfogas. Elmuffen är invändigt försedd med en motståndstråd. Genom att ansluta en spänningskälla till motståndstråden smälts plasten av den i tråden alstrade värmen. Efter avkylning erhålls en stark och helt tät fog.

5.5.3 Limning

Limning är en snabb och enkel metod som i första hand används för CPVC och ABS-rör. Det är viktigt att båda ytorna som skall limmas är rena och fria från föroreningar såsom olja, fett och smuts. Ju renare ytorna är desto bättre blir resultatet. Med dagens moderna limmer är det emellertid normalt inte nödvändigt att slipa rör och rördelsytor före påläggning av limmet.

Limmet löser upp ytan på röret och rördelen så att dessa smälter samman när de skjuts ihop. Limskarven får inte belastas under de första 5 – 10 minuterna. Härdningstiden innan tryckprovning varierar med rördimension, relativ luftfuktighet och omgivningstemperatur. Tumregeln säger att 1 timmes härdningstid per 0,1 MPa krävs vid 20°C. Efter härdning erhålls en fog som är starkare än både rör och rördel.

Av arbetsmiljöskäl är det viktigt att lokalerna har god ventilation vid limning.

Det finns en svensk undersökning där man mätt emissioner vid limning av sprinklerrör i CPVC. Mätningen [12] utfördes vid en sprinklerinstallation vid Sabbatsbergs sjukhus 1996. Enligt limfabrikanten emitteras tre komponenter från limmet, cyklohexan, metyletylketon och tetrahydrofuran. Provtagning genomfördes på fem olika provplatser och de uppmätta nivåerna jämfördes med de hygieniska gränsvärdena enligt Arbetsstyrelsens Författningssamling AFS 1993:9, för en arbetsdags exponering. Resultatet visade att de uppmätta värdena lågt långt under de hygieniska gränsvärdena.

5.6 ”Rör i rör” system

Ett flertal olika tillverkare tillhandahåller även så kallade ”rör i rör” system för extra säkerhet mot vattenskador. Den tryckbärande rörledningen dras då i ett parallellkorrugerat tomrör som fungerar som extra säkerhet mot vattenskador. Det är viktigt att tomrören är tätade mot anslutningspunkterna och öppet på ett eller flera ställen där ett eventuellt läckage kan iakttagas samt avledas till en golvbrunn eller liknande. Tomrören tillverkas normalt i polyeten (PE) och finns i dimensionerna 24, 28 och 34 mm.

En provningsmetod för rör i rör system har nyligen tagits fram i ett Nordtestprojekt. Provningsmetoden behandlar både själva rören och anslutningsdetaljer samt möjligheten att byta ut ett innerrör utan att skada installationen.

6 Sammanställning av plaströr användbara för sprinklersystem

I detta kapitel redovisas ett antal rörsystem i plast, avsedda för tappvatten-, värme eller kylsystem, som även kan vara användbara för sprinklersystem. Dessutom redovisas information om rör i glasfiberarmerad epoxi, som skulle kunna vara användbara för sprinklersystem i högre riskklasser än 'Låg riskklass' och 'Normal riskklass'. Samtliga rörsystem finns tillgängliga på den svenska marknaden. De rörsystem som diskuteras är:

- Polyeten (PE)
- Tvärbunden polyeten (PEX)
- Polypropen (PP)
- Polybuten (PB)
- Efterklorerad PVC (CPV)
- Akrylnitril Butadien Styren (ABS).
- Glasfiberarmerad epoxi

I Appendix C redovisas exempel på tillverkare och återförsäljare av dessa rör.

Vissa rörsystem i termoplast har utelämnats i sammanställningen, därför att rören inte är så vanliga. De rör som det handlar om är:

- Polyvinylklorid (PVC). Har god kemisk resistans och används därför för industriella rörsystem.
- Polyvinyldifluorid (PVDF). Används bland annat inom livsmedels- och läkemedelsapplikationer där höga krav på renhet ställs.

6.1 Rör av polyeten (PE)

Rör av ren polyeten, så kallade PE-rör finns tre olika hållfasthetsklasser, PE 63, PE 80 och PE 100. Tidigare betecknades dessa PEL, PEM och PEH rör där den sista bokstaven refererade till materialets densitet, L för låg densitet, M för medium och H för hög densitet. Sifferbeteckningarna står för materialets långtidshållfasthet "Minimum Required Strength". Dessa siffror betecknar materialets långtidshållfasthet vid transport av 20°C vatten och motsvarar den spänning som materialet kan uppta utan brott i minst 50 år.

PE-rör finns i tre olika tryckklasser som klarar kraven på minst 1,0 MPa konstruktionstryck, PN 10, PN 16 och PN 20. Det angivna konstruktionstrycket avser vatten vid 20°C och det sjunker snabbt med stigande temperatur. Högsta rekommenderade driftstemperatur är 45°C, men då har högsta tillåtna arbetstryck sjunkit till ca 0,3 MPa för ett PN 10 rör. Materialet blir inte sprött vid lägre temperaturer utan klarar temperaturer ned till -40°C.

Rören finns i dimensioner från 16 mm och upp till 1200 mm eller ännu större. Godstjockleken är beroende av tryckklass men ligger typiskt i intervallet 2 - 10 mm för rör med ytterdiameter mellan 16 mm och 63 mm.

Rören har funnits på marknaden i mer än 40 år och används framför allt till mark- och sjöförlagda ledningar. Vanliga applikationer är tryckledningar för dricksvatten och spillvatten och för köldbärarledningar. Ett mycket vanligt tillämpningsområde är som inkommande matarledning för tappvatten till enskilda hushåll. PE-rören är endast avsedda

för kallt vatten. Minsta tillåtna bockningsradie är 120 gånger rörets ytterdiameter. Om snävare krökar krävs måste rören skarvas med hjälp av rördelar.

Till rörsystemet finns ett stort antal rördelar för både mekaniska kopplingar och delar för svetsning.

Typiska data för PE 80 rör. Dessa kan variera något mellan olika tillverkare.

Materialsammansättning:

Polyeten	97 - 99 %
Additiv (antioxidant, UV-stabilisator)	< 0,1 %
Färgämnen	0,1 - 2,5 %

Övriga data:

Densitet	950 kg/m ³
E-modul/kort tid	800 MPa
Brotthållfasthet	> 18 Mpa
Brottöjning	> 600 %
Smältindex	0,5 g/10 min
Längdutvidgning	0,20 mm/m°C
Värmeledningstal	0,4 W/m°C
Hårdhet	60 Shore D

6.2 Rör av tvärbunden polyeten (PEX)

Detta är idag det vanligaste plastmaterialet i Sverige för tappvatteninstallationer för både varmt och kallt vatten. Basmaterialen är polyeten med hög densitet som har förnätats med hjälp av gammastrålning eller peroxider. Materialet förekommer i några olika varianter och de tidigaste varianterna har funnits i mer än 30 år. Förutom det rena PEX-röret finns det även PEX-rör som är försedda med syrespärr och rör som innehåller ett tunt aluminiumskikt.

De rör som är försedda med syrespärr kallas ofta universälror och har ett extra lager med ett plastmaterial som utgör en syrediffusionsspärr mot syreinträngning. Universälror kan därför användas till både tappvatten- och värmesystem. Syrespärren läggs vanligtvis som ett tunt utanpåliggande skikt och kan bestå av Etenvinylalkohol (EVOH).

För kompositrör med ett inbyggt aluminiumskikt, ofta kallade alupexrör, tjänstgör aluminiumskiktet som syrediffusionsspärr. Rören består av ett inre skikt av PEX, ett tunt mellanskikt av aluminium och ett tunt yttre skikt av PE. Aluminiumskiktet ökar rören styvhet högst avsevärt och rören kan enkelt kallbockas med en kvarstående deformation, till skillnad från ett vanligt PEX-rör som strävar efter att återta sin ursprungliga form.

PEX-rör görs normalt för tryckklassen PN 10 med högsta tillåtna arbetstrycket 1,0 MPa vid högsta tillåtna kontinuerliga driftstemperaturen 70°C. Vid kortvarig belastning tål rören upp till 95°C.

De dimensioner som kan komma ifråga för sprinklertillämpningar finns i två olika dimensionsklasser. Den första är med ytterdiametererna 16, 20 och 25 mm och godstjocklekar mellan 2,2 och 3,5 mm beroende på diameter, tryckklass och tillverkare. Den andra dimensionsserien har ytterdiametererna 15, 18, 22 och 28 mm och godstjocklekar mellan 2,5 och 4 mm. Vid upphängning av horisontella rör är det största rekommenderade klamringsavståndet för rör som har dold förläggning ca 1,5 m för kallt vatten (ca 0,5 m vid synlig förläggning). För PEX-rör med aluminiumskikt kan

klamringsavståndet ökas till ca 2 m vid dolt montage respektive ca 1 m vid synligt montage. PEX-rören finns i dimensioner upp till 63 mm (även större rör finns men är ovanliga).

PEX-rör sammanfogas med konventionella mekaniska kopplingar, svetsning används inte. Ett stort utbud av olika rördelar finns tillgängligt från de olika rörtillverkarna och ett antal fristående kopplingstillverkare. Rören kan även kallbockas till en radie som är 5 - 7 gånger rörets ytterdiameter. Om snävare krökar önskas kan rören varmbockas ner till en radie om två gånger rörets ytterdiameter. För alupexrör gäller att de kan bockas till en radie som är 3 gånger rörets ytterdiameter med hjälp av bockningsverktyg och till 5 gånger rörets ytterdiameter vid bockning för hand.

Tillverkarna rekommenderar att materialet skall lagras och installeras så att det inte utsätts för direkt solljus.

Typiska data för PEX-rör.

Materialsammansättning:

Polyeten	99 %
Antioxidant	0,5 %
Organiska peroxider	0,5 %

Övriga data, kan variera något mellan olika tillverkare:

Densitet	954 kg/m ³
Brottöjning	>600 %
Smältindex (190°C/21,6 kg)	2,0 g/10 min
Längdutvidgning	0,20 mm/m°C
Värmeledningstal	0,41 W/m°C
Kultryckshårdhet	52 N/mm ²
Smälttemperatur	134°C

6.3 Rör av polypropen (PP)

Rör av polypropen, sk PP-rör, förekommer idag som rörledning för kallt och varmt tappvatten i bostäder. Materialet förekommer i några olika varianter och de tidigaste varianterna har funnits i mer än 20 år. Förutom det rena PP-röret finns det även PP-rör som är armerade med glasfiber i mittskiktet och rör som innehåller ett tunt aluminiumskikt som fungerar som syrediffusionsspärr.

Flera tillverkare använder begreppet PP-R (Polypropen-Random) för de rör som används för kallt och varmt tappvatten. Dessa rör är färgade gröna.

PP-rör görs normalt för tryckklassen PN 10 med högsta tillåtna arbetstrycket 1,0 MPa vid högsta tillåtna kontinuerliga driftstemperaturen om 60 - 65°C. Vid kortvarig belastning tål rören upp till ca 100°C, lite olika för olika tillverkare. Blir något spröd vid 0°C.

PP-rör sammanfogas genom fusionssvetsning, konventionella mekaniska kopplingar används inte. Ett stort utbud av olika rördelar finns tillgängligt från de olika tillverkarna. Rören kan även kallbockas till en radie som är åtta gånger rörets ytterdiameter. Om snävare krökar önskas kan rören varmbockas ner till en radie om fem gånger rörets ytterdiameter.

Rören finns i dimensioner från 16 mm och upp till 500 mm eller ännu större. Godstjockleken är beroende av tryckklass men ligger typiskt i intervallet 2 - 6 mm för rör med ytterdiameter mellan 16 mm och 63 mm.

Vid upphängning av horisontella rör är det största rekommenderade klamringsavståndet ca 80 cm för kallt vatten.

Materialet i PP-rören är UV-stabiliserat men tillverkarna rekommenderar att materialet skall lagras och installeras så att det inte utsätts för direkt solljus.

Typiska data för PP-rör. Dessa kan variera något mellan olika tillverkare.

Materialsammansättning:

Polypropen	93 %
Polyeten	4 %
Antioxidant	1 %
Färgämnen	2 %

Övriga data:

Densitet	895 kg/m ³
E-modul/kort tid	800 MPa
Brottöjning	800 %
Smältindex (190°C/5 kg)	0,4 g/10 min
Längdutvidgning	0,15 mm/m°C
Värmeledningstal	0,24 W/m°C
Kultryckshårdhet	40 N/mm ²

6.4 Rör av polybuten (PB)

Materialet har funnits i mer än 15 år men är inte så vanligt på den svenska marknaden. Det har liknande egenskaper som PEX och PP. Det förekommer idag som rörledning för både kallt och varmt tappvatten i bostäder. Rören finns både som rör i ren PB och med ett mittenskikt som är armerat med glasfiber.

PB-rör görs normalt för tryckklassen PN 10 med högsta tillåtna arbetstrycket 1,0 MPa vid temperaturen 70°C. Vid kortvarig belastning tål rören upp till ca 95°C.

PB-rör kan skarvas genom fusionssvetsning eller med hjälp av konventionella mekaniska kopplingar. Ett stort utbud av olika rördelar finns tillgängligt. Rören kan även bockas till en radie som är åtta gånger rörets ytterdiameter.

Rören finns i dimensioner från 16 mm och upp till 63 mm eller ännu större. Godstjockleken är beroende av tryckklass men ligger typiskt i intervallet 2 - 6 mm för rör med ytterdiameter mellan 16 mm och 63 mm.

Vid upphängning av horisontella rör är det största rekommenderade klamringsavståndet 70 - 80 cm för kallt vatten.

Typiska data för PB-rör. Dessa kan variera något mellan olika tillverkare.

Densitet	930 kg/m ³
E-modul/kort tid	800 MPa
Brottöjning	>125 %
Smältindex (190°C/5 kg)	0,4 g/10 min

Längdutvidgning	0,13 mm/m°C
Värmeledningstal	0,22 W/m°C

6.5 Rör av efterklorerad PVC (CPVC)

Rör av efterklorerad PVC, så kallade CPVC-rör används mycket litet till dricksvatteninstallationer i Sverige. Efterkloreringen görs för att få en bättre temperaturbeständighet än med vanliga PVC-rör. Rören är dock vanliga i USA och i Storbritannien för just sprinklersystem, vilket diskuteras mer i andra avsnitt av rapporten. Rören har funnits på marknaden i mer än 40 år.

Rören finns i dimensioner från 16 mm och upp till 63 mm eller ännu större. Godstjockleken är beroende av tryckklass men ligger typiskt i intervallet 2 - 5 mm för rör med ytterdiameter mellan 16 mm och 63 mm..

CPVC-rör finns i tryckklassen PN 16. Det angivna konstruktionstrycket avser vatten vid 20°C och det sjunker med stigande temperatur. Högsta rekommenderade driftstemperatur är 80 - 100°C. Materialet blir sprött vid temperaturer under 0°C.

Rören är styva och levereras i raka längder, de bör ej bockas. Fogning av rör och rördelar sker med hjälp av ett lösningsmedelsbaserat lim, oftast med TANGIT lim. Efter limningen är det viktigt att limmet får härda innan den belastas med tryck. En leverantör rekommenderar 1 timmes härdningstid per 0,1 MPa som systemet skall provtryckas med. Vid provtrycket 1,5 MPa skall alltså härdningstiden vara minst 15 timmar. De flesta leverantörerna har ett stort utbud av olika rördelar för limning.

Vid upphängning av horisontella rör är det största rekommenderade klamringsavståndet ca 80 cm för kallt vatten.

Typiska data för CPVC-rör. Dessa kan variera något mellan olika tillverkare.

Densitet	1550 kg/m ³
E-modul/kort tid	3000 MPa
Brotthållfasthet	> 50 MPa
Brottöjning	> 80 %
Längdutvidgning	0,06 mm/m°C
Värmeledningstal	0,14 W/m°C
Hårdhet	85 - 100 Shore D

6.6 Rör av Akrylnitril Butadien Styren (ABS)

Akrylnitril Butadien Styren (ABS) är ett material med god hållfasthet, bra mekaniska egenskaper och mycket goda kemiska motståndsegenskaper. Rören används bland annat för kylsystem. En annan tillämpning är för samplingsrör för branddetektionssystem.

ABS-rör görs normalt för tryckklassen PN 10 med högsta tillåtna arbetstrycket 1,0 MPa vid temperaturen 20°C. Rören klarar temperaturer ned till -40°C och högsta rekommenderade driftstemperatur är 70°C.

ABS-rör sammanfogas genom limning, som korrekt utförd ger en fog som är starkare än både rör och rördel. Ett stort utbud av olika rördelar finns tillgängligt, inklusive övergångar till gäng- och flänsförband.

Rören finns i dimensioner från 16 mm och upp till 63 mm eller ännu större. Godstjockleken är beroende av tryckklass men ligger typiskt i intervallet 1,4 - 4 mm för rör med ytterdiameter mellan 16 mm och 63 mm.

Rören är styva och levereras i raka längder, de bör ej bockas. Efter limningen är det viktigt att limmet får härda innan den belastas med tryck. En leverantör rekommenderar 0,5 till 2 timmars härdningstid per 0,1 MPa som systemet skall provtryckas med.

Vid upphängning av horisontella rör är det största rekommenderade klamringsavståndet 80 - 140 cm för rör med ytterdiameter mellan 16 mm och 63 mm (kallt vatten).

Typiska data för ABS-rör. Dessa kan variera något mellan olika tillverkare.

Densitet	1000 kg/m ³
Längdutvidgning	0,10 mm/m°C
Värmeledningstal	0,157 W/m°C

6.7 Rör av glasfiberarmerad epoxi

Glasfiberarmerade epoxirör har användningsområden som brandvattenledningar för cisternområden, distributionsledningar för oljeprodukter, kylvatten- och slamledningar inom processindustrin, sura och basiska vätskor i scrubbermiljö, fjärrvärme- och fjärrkylledningar.

Tillverkningen av rör och rördelar som böjar, T-stycken etc. sker genom lindning av glasfibertrådar indränkta i epoxi. Detta förfarande ger en mycket hög hållfasthet och tolerans hos komponenterna. Den glatta ytan inuti rören gör att friktionsförlusterna blir mycket låga. Rören och rörkomponenterna utsätts inte för korrosion, har hög värmebeständighet, hög hållfasthet och god kemisk motståndskraft.

Rör sammanfogas med epoxilim, mekaniska kopplingar, gängade fogar eller flänsar beroende på typ av rör och tryckklass.

Typiska data för glasfiberarmerade epoxirör. Dessa kan variera något mellan olika tillverkare.

Materialsammansättning:

Epoxi	29 %
Glasfiber (E-glas)	71 %

Övriga data:

Densitet	1500 - 1800 kg/m ³
Längdutvidgning	0,018 - 0,0023 mm/m°C
Värmeledningstal	0,19 - 0,33 W/m°C

7 Diskussion och slutsatser

Målsättningen med projektet var bland annat att sammanställa vilka rörsystem i plast, avsedda för tappvatten eller värme, som även kan vara användbara för sprinklersystem, undersöka dessa rörs brandmotståndsförmåga, undersöka hur rören kan förläggas skyddade för direkt brandexponering och att formulera adekvata produkt- och installationskrav.

Sprinklerrör i plast (läs termoplast) är i första hand användbara för verksamheter med relativt liten brandbelastning, så kallad 'Låg riskklass' och tillämpliga verksamheter under 'Normal riskklass, Grupp 1' eftersom de normalt behöver förläggas skyddade mot direkt brandpåverkan. I verksamheter med högre riskklass, till exempel industri, lager och liknande är det ofta vanligt att sprinklerrören förläggs synliga. I de svenska sprinklerreglerna SBF 120 räknas bostäder, hotell, kontor, kyrkor, pensionat, sjukhus, skolor och vårdhem som 'Låg riskklass'. Till 'Normal riskklass, Grupp 1' räknas bland annat restauranger, databehandling, elutrymmen och samlingslokaler.

Sprinklerrör i hårdplast och kompositrör av plast och metall har betydligt bättre brandmotståndsförmåga än rör i termoplast och kan därför vara användbara för högre riskklasser än 'Låg riskklass' och 'Normal riskklass'. Se vidare diskussion i kapitel 8, Förslag till fortsatta insatser.

7.1 Fördelar och nackdelar med plaströr

Plaströr har både fördelar och nackdelar jämfört med rör i metall:

Fördelar

- Låg vikt, vilket underlättar transport, hantering och installation.
- Utsätts inte för korrosion och mikrobiologisk korrosion (MIC).
- Enkla att kapa och sammanfoga. I vissa fall krävs specialverktyg och utrustning, men generellt kan man dock säga att uppvärmning med öppen låga eller svetsning inte krävs, vilket medför reducerad brandrisk vid installation.
- Lågt strömningsmotstånd. Dock har plaströr generellt större godstjocklek än metallrör vilket innebär att för samma ytterdiameter så har plaströren mindre innerdiameter vilket ökar strömningsmotståndet.
- Beprövade system med lång livslängd.
- Lägre risk för kontaminering av dricksvatten jämfört med rör i metall.
- Rörsystemet kan kombineras med tappvattnet i byggnaden. Här finns dock två motstridiga krav som man bör vara uppmärksam på. Dels att större rördimensioner normalt krävs för sprinkler. För tappvatten önskar man normalt klena rördimensioner för att få en ordentlig omsättning av (dricks)vattnet. Dels att sprinkler kan kräva högre tryck än tappvattnet.
- Vissa rörtyper är, särskilt i klenare dimensioner, bockningsbara, med eller utan specialverktyg.

Nackdelar

- Sämre brandmotståndsförmåga jämfört med rör i metall, vilket innebär att rören oftast inte kan förläggas synliga, utan behöver skyddas mot direkt brandexponering. Den sämre brandmotståndsförmågan begränsar även användningen till våtrörsystem.
- Har lägre mekanisk tålighet jämfört med rör i metall. Det innebär större risk för skador vid transport och hantering på byggnadsarbetsplats såväl som efter installation (penetration av spik eller skruv).
- Kortare avstånd mellan upphängningar jämfört med stålrör, eftersom rören normalt har sämre styvhet.
- Det finns en uppenbar risk för stora tryckfall i rördelar. Dessa har ofta en väsentligt mindre tvärsnittsarea än själva röret och kan ge oväntat stora tryckfall, speciellt om vattenflödet ska passera förbi flera stycken rördelar.
- Vissa restriktioner avseende installation (sammanfogning med lim) vid kall väderlek.
- Har generellt högre längdutvidgningskoefficient än metall. Detta innebär att systemet kan behöva utformas med expansionsböjar.
- I vissa fall saknas rördelar och anslutningar anpassade för sprinklersystem.
- Vissa termoplaster kan attrahera gnagare, såsom möss och råttor. Enligt svenska plaströrstillverkare är detta inget problem. SP känner inte till något fall där skador har uppstått på grund av att gnagare har ätit på rörledningen.

7.2 Sammanfattande jämförelse mellan olika typer av plaströr

Rent generellt kan man säga att de godkända rörsystem i plast för tappvatten-, värme- och kylsystem som finns på den svenska marknaden har detaljerade projektering och installationsanvisningar. Anvisningarna innehåller bland annat information om hantering, transport och lagring, kapning och koppling, klamring, värmeutvidgning och utförande av expansionslyror, utförande av genomföringar genom brandcellsgränser, täthetsprovning, etc. Här ges en sammanfattande jämförelse mellan de olika typer av plaströr som diskuteras i rapporten.

Polyeten (PE)

Rör av polyeten (PE) används framför allt för mark- och sjöförlagda ledningar. PE-rören är endast avsedda för kallt vatten. Rören finns med ytterdiametrar från 16 mm och större. Till rörsystemet finns ett stort antal rördelar för både mekaniska kopplingar och för svetsning.

Tvärbunden polyeten (PEX)

Rör av tvärbunden polyeten (PEX) är idag det vanligaste plastmaterialet i Sverige för tappvatteninstallationer för både varmt och kallt vatten. Förutom det vanliga PEX-röret finns det även PEX-rör som är försedda med syrespärr och rör som innehåller ett tunt aluminiumskikt. De rör som är försedda med syrespärr kallas ofta universälror och kan användas till både tappvatten- och värmesystem. De rena PEX-rören finns i

rördimensioner med ytterdiametrar från mellan 15 mm till 63 mm. De klenare rördimensionerna innebär att ett sprinklersystem normalt behöver sammanlänkas så att vatten kan strömma från flera håll. En fördel med de vanliga PEX-rören är att de är relativt flexibla, vilket innebär att de kan dras runt hinder, etc. PEX-rör sammanfogas med konventionella mekaniska kopplingar, svetsning används inte.

För kompositrör med ett inbyggt aluminiumskikt, ofta kallade alupexrör, tjänstgör aluminiumskiktet som syrediffusionsspärr. Rören består av ett inre skikt av PEX, ett tunt mellanskikt av aluminium och ett tunt yttre skikt av PE. Aluminiumskiktet ökar rören styvhet högst avsevärt och rören kan enkelt kallbockas med en kvarstående deformation, till skillnad från ett vanligt PEX-rör som strävar efter att återta sin ursprungliga form.

Polypropen (PP)

Rör av polypropen (PP) används både för kallt och varmt tappvatten i bostäder. Förutom det rena PP-röret finns det även PP-rör som är armerade med glasfiber i mittskiktet och rör som innehåller ett tunt aluminiumskikt som fungerar som syrediffusionsspärr. PP-rör sammanfogas genom fusionssvetsning, konventionella mekaniska kopplingar används inte. Ett stort utbud av olika rördelar finns tillgängligt från de olika tillverkarna. PP-rören finns i dimensioner med ytterdiameter från 16 mm och uppåt.

Polybuten (PB)

Rör av polybuten (PB) är inte så vanliga på den svenska marknaden. Rören har liknande egenskaper som rör i PEX och PP och förekommer både för kallt och varmt tappvatten i bostäder. PB-rör kan skarvas genom fusionssvetsning eller med hjälp av konventionella mekaniska kopplingar. Ett stort utbud av olika rördelar finns tillgängligt. Rören kan även bockas till en radie som är åtta gånger rørets ytterdiameter. Rören finns i dimensioner med ytterdiameter från 16 mm och uppåt.

Efterklorerad PVC (CPVC)

Rör av efterklorerad PVC, så kallade CPVC-rör används mycket litet till dricksvatteninstallationer i Sverige, men är vanliga i USA för just sprinklersystem. Rören finns i dimensioner från 16 mm och större. Rören är styva och levereras i raka längder, de bör ej bockas. Fogning av rör och rördelar sker med hjälp av ett lösningsmedelsbaserat lim. De flesta leverantörerna har ett stort utbud av olika rördelar för limning.

Akrylnitril Butadien Styren (ABS)

Akrylnitril Butadien Styren (ABS) är ett material med god hållfasthet, bra mekaniska egenskaper och mycket goda kemiska motståndsegenskaper. Rören används bland annat för kylsystem. Rören är styva och levereras i raka längder, de bör ej bockas och de finns i dimensioner från 16 mm och större. ABS-rör sammanfogas genom limning. Ett stort utbud av olika rördelar finns tillgängligt, inklusive övergångar till gäng- och flänsförband.

Glasfiberarmerade epoxirör

Glasfiberarmerade epoxirör används för industri tillämpningar, till exempel som distributionsledningar för oljeprodukter och för sura och basiska vätskor. Tillverkningen av rör och rördelar som böjar, T-stycken etc. sker genom lindning av glasfibertrådar indränkta i epoxi. Rören och rörkomponenterna utsätts inte för korrosion, har hög värmebeständighet, hög hållfasthet och god kemisk motståndskraft. Rör sammanfogas med epoxilim, mekaniska kopplingar, gängade fogar eller flänsar beroende på typ av rör och tryckklass. Rören kan sägas vara överkvalité för sprinklersystem i låg riskklass, men skulle kunna vara användbara för högre riskklasser. Rören diskuteras vidare i kapitel 8, ”Förslag till fortsatta insatser”.

I nedanstående tabell presenteras en sammanställning och översikt av de olika plaströr (undantag rör i glasfiberarmerad epoxi) som diskuteras i rapporten.

Tabell 3 Sammanställning och översikt av de olika plaströr (undantag rör i glasfiberarmerad epoxi) som diskuteras i rapporten.

	PE	PEX	PP	PB	CPVC	ABS
Användningsområde	Mark- och sjöförlagda ledningar. Endast kallt vatten.	Tappvatten, både för kallt och varmt vatten. Värmerör.	Tappvatten, både för kallt och varmt vatten.	Tappvatten, både för kallt och varmt vatten. Kylapplikationer.	Industriella rörsystem. Sprinklersystem.	Kylapplikationer
Drifttemperatur ¹⁾	-40°C till +45°C	-25°C till +70°C	0°C till +60°C	-5°C till +70°C	0°C till +80°C	-40°C till +70°C
Rördimensioner [mm] ²⁾ D _y · T	16 x 2,0 20 x 2,0 25 x 2,3 32 x 2,9 40 x 3,7 50 x 4,6 63 x 5,8 samt större	12 x 2,0 15 x 2,5 18 x 2,5 22 x 3,0 25 x 3,5 28 x 4,0 32 x 4,4 40 x 5,5 50 x 6,9 63 x 8,7 samt större	16 x 1,9 20 x 1,9 25 x 2,3 32 x 3,0 40 x 3,7 50 x 4,6 63 x 5,8 samt större	16 x 2,0 20 x 2,0 25 x 2,3 32 x 3,0 40 x 3,7 50 x 4,6 63 x 5,8 samt större	16 x 1,2 20 x 1,5 25 x 1,9 32 x 2,4 40 x 3,0 50 x 3,7 63 x 4,7 samt större	20 x 1,5 25 x 1,8 32 x 2,0 40 x 2,5 50 x 3,2 63 x 4,0 samt större
Sammanfogningsteknik	Mekaniska kopplingar Svetsning	Mekaniska kopplingar	Fusionssvetsning	Fusionssvetsning	Lim	Lim
Avstånd mellan upphängningar [cm] ³⁾	60 – 100 cm	25 – 50 cm 130 – 150 cm (Alupex)	75 – 125 cm	70 – 140 cm	85 – 135 cm	100 – 140 cm
Densitet [kg/m ³]	950 kg/m ³ (PE 80)	954 kg/m ³	895 kg/m ³	930 kg/m ³	1550 kg/m ³	1000 kg/m ³
Längdutvidgning [mm/m°C]	0,20 mm/m°C	0,20 mm/m°C	0,15 mm/m°C	0,13 mm/m°C	0,06 mm/m°C	0,10 mm/m°C

- 1) Kan variera något beroende på leverantör. Observera att tryckbeständigheten sjunker med ökande temperatur.
- 2) Kan variera något beroende på leverantör. Notera att PEX-rör finns i två olika dimensionsklasser
- 3) Första värde avser 25 mm rör (för PEX 22 mm) och andra värde 63 mm rör. Avser vatten vid 20°C och utan stödskena. Kan variera något beroende på leverantör.

7.3 Förslag till produkt- och installationskrav för sprinklerrör i plast

En grundförutsättning bör naturligtvis vara att rören och rörinstallationen skall uppfylla de krav för tappvattensystem som anges i Boverkets byggregler och att installationen görs i enlighet med tillverkarens rekommendationer.

Rören bör endast användas för verksamheter med relativt liten brandbelastning, så kallad 'Låg riskklass' och tillämpliga verksamheter under 'Normal riskklass, Grupp 1', i enlighet de svenska sprinklerreglerna SBF 120.

Endast våtrörsystem bör användas och rören skall förläggas så att någon risk för frysning inte föreligger. Vid användning av frysskyddsmedel skall rörens kompatibilitet med aktuellt frysskyddsmedel beaktas. Höga omgivningstemperaturer bör också undvikas eftersom rörens tryckbeständighet avtar med ökande temperatur.

Dessutom bör rören förläggas skyddade mot direkt brandexponering. Godtagbar förläggning diskuteras i nedanstående kapitel. Som en följd av ovanstående krav bör rör och kopplingar som förläggs dolda vara typgodkända för dolt montage.

Eftersom höga tryckfall över rör kopplingar kan förekomma, speciellt för klena rördimensioner är det viktigt att kopplingens tryckfall inkluderas i den hydrauliska dimensioneringen av sprinklersystemet.

För förgreningssystem bör minsta rördimension vara 25 mm med minsta innerdiameter 18 mm. För andra systemtyper, där rörsystemet sammanlänkas så att vatten kan strömma från flera håll, bör klenare rördimensioner kunna användas, ett riktvärde borde kunna vara minst 16 mm med minsta innerdiameter 12 mm.

Rör och sprinkler behöver även fästas så att de inte förskjuts ur sitt läge när sprinkler aktiveras. För flexibla rör som levereras rullade i kartong är det extra viktigt att sprinklerna förankras väl, eftersom röret strävar att återgå till sin ursprungliga form och därför kan flytta en sprinkler ur sitt läge.

Normalt utförs kallvattenledningar för dricksvatten inte med någon syrediffusionsspärr eftersom vattnet redan är mer än tillräcklig syrsatt. Anledningen till att man i värmesystem behöver ett diffusionstät material är att man här har ett slutet system med cirkulerande vatten och att värmepannan i systemet oftast består av kolstål. Kombinationen syresatt vatten och kolstål leder snabbt till stora risker för korrosionsskador. För ett sprinklersystem finns det normalt ingen större anledning till att man ska välja ett diffusionstät rörmaterial eftersom det knappast är aktuellt med att välja kolstål eller andra korrosionsbenägna material i sprinklersystemets övriga delar.

7.4 Förläggning av rör avseende skydd mot direkt brandpåverkan

Eftersom plaströr har sämre brandmotståndsförmåga jämfört med rör i metall, kan rören oftast inte förläggas synliga, utan behöver skyddas mot direkt brandexponering. Typgodkända rör i CPVC kan emellertid förläggas exponerade, förutsatt att ett antal villkor är uppfyllda, bland annat att taket är horisontellt och slätt och att särskilda ”snabbaktiverande” sprinkler används.

I de rekommendationer [13] för installation av boendesprinkler som publicerades av Svenska Brandförsvärsföreningen (SBF) under år 2002 krävs att sprinklerrör i plast som inte är typgodkända för sprinklersystem skall förläggas så att de är skyddade för direkt brandpåverkan. Detta krav kan enligt rekommendationerna anses uppfyllt om sprinklerrören är förlagda ovan ett undertak som uppfyller kraven på tändskyddande beklädnad, är ingjutna eller inbyggda i takbjälklaget eller är placerade bakom täckpaneler utförda av minst 9 mm gips- eller träskiva.

Tändskyddande beklädnad är ett begrepp som används i Boverkets byggregler, med vilket avses beklädnad som hindrar antändning av bakomliggande brännbara material, till exempel träbjälklag eller elkablar. Provning av detta utförs i enlighet med Nordtest Fire 003 och kravet är att temperaturökningen ovanför undertaket inte får överstiga 250°C i medeltal under tio minuters provning. Dessutom får den maximala temperaturen i enstaka punkt inte överstiga 270°C. Vid provningen används den så kallade ”standardbrandkurvan”. Materialen i tändskyddande beklädnad måste vara svåra att antända och får endast utveckla lite värme och rök vid brand. Obrännbara material uppfyller dessa materialkrav.

För undertak gäller att armaturer och andra installationer måste vara godkända tillsammans med undertaket för att detta i sin helhet skall fylla fordringarna för tändskyddande beklädnad. I Boverkets byggregler finns också ett krav att material i tak och väggar inte får falla ned vid brandpåverkan. Detta krav har tillkommit för att förhindra osäkra montage metoder med till exempel plastdetaljer och tunna trådar.

För de applikationer där sprinklerrör i plast är som mest intressanta, bostäder, hotell, kontor och liknande verksamheter, är bedömningen att tändskyddande beklädnad ger ett tillfredställande skydd mot brandexponering.

För undertak som helt eller delvis är demonterbara finns en risk att sprinklerrören kan komma att bli exponerade, till exempel vid service eller reparationer av ventilationskanaler, el- och datakablar, etc i undertaksutrymmet. Ur brandsäkerhetssynpunkt bör alltså undertaket återställas så snabbt som möjligt efter sådant arbete. Även om sannolikheten är låg så kan brand, till exempel i elkablar, också uppstå i ett undertaksutrymme, vilket kan göra ett sprinklersystem med plaströr obrukbart.

7.5 Allmän bedömning av UL 1821

I Appendix A beskrivs i detalj den provningsmetod, UL 1821, för sprinklerrör i plast som har utvecklats av Underwriters Laboratories Inc. i USA. Provningsmetoden omfattar rör och rördelar i termoplast avsedda för sprinklersystem för 'Light Hazard occupancies' och för bostäder. I sammanhanget bör påpekas att definitionen av 'Light Hazard occupancies' enligt NFPA 13 inte helt överstämmer med 'Låg riskklass' i de svenska sprinklerreglerna SBF 120. I nedanstående tabell görs en jämförelse mellan 'Låg riskklass' i SBF 120 och NFPA 13.

Några av de verksamheter som räknas som 'Light Hazard occupancies' enligt NFPA 13 faller in under 'Normal riskklass, Grupp 1' enligt SBF 120. Dessa är restauranger och samlingslokaler. Bibliotek listas inte specifikt av SBF 120, men torde vara jämförbart med bokhandel som räknas till 'Normal riskklass, Grupp 2'.

Tabell 4 Låg riskklass i enlighet med SBF 120 och NFPA 13.

Låg riskklass enligt SBF 120	Light Hazard occupancies ¹ enligt kapitel A.5.2 i NFPA 13
Bostäder	Churches
Hotell	Clubs
Kontor	Eaves and overhangs, if of combustible construction with no combustibles beneath
Kyrkor	Educational
Pensionat	Hospitals
Sjukhus	Institutional
Skolor	Libraries, excepts large stack rooms
Vårdhem	Museums
	Nursing and convalescent homes
	Offices, including data processing
	Residential
	Restaurants seating areas
	Theatres and auditoriums, excluding stages and prosceniums
	Unused attics

1) Enligt kapitel 5.2 i NFPA 13 definieras Light Hazard occupancies som "Light hazard occupancies shall be defined as occupancies or portions of other occupancies where the quantity and / or combustibility of contents is low and fires with relatively low rates of heat release are expected". Ovanstående lista med exempel på sådana verksamheter återfinns i Annex A och är att betrakta som rådgivande.

UL 1821 innehåller ett knappt tjugotal olika provningsmoment för både rör och rördelar. Vissa provningsmoment, bland annat provtryckning, tryckcyklingsprov och temperaturcyklingsprov återfinns även (om än med vissa avvikelser) i de svenska provningsmetoderna för varmvattenbeständiga plaströr och mekaniska kopplingar av

metall för plaströr av PB och PEX för tappvatteninstallationer. Endast två provningsmoment, provet av rörens brandmotståndsförmåga och sprinkleraktiveringsprovet är direkt kopplade till användningen i sprinklersystem. Det bör även påpekas att UL 1821 i första hand är inriktad mot plaströr som sammanfogas med lim.

Några av provningsmomenten, till exempel bestämning av friktionsförlustfaktor (C-faktor) finns heller inte i de svenska provningsmetoderna för plaströr. De flesta tillverkarna anger dock värden för strömningsförluster för rör och rördelar i sina projekteringsanvisningar. I detta sammanhang är det speciellt viktigt att peka på risken för stora tryckfall i rördelar. Dessa har ofta en väsentligt mindre tvärsnittsarea än själva röret och kan ge oväntat stora tryckfall, speciellt om vattenflödet ska passera förbi flera stycken rördelar.

Liknande situation gäller för böjprovet. Här finns inte heller något motsvarande prov i de svenska provningsmetoderna för plaströr. De flesta tillverkarna anger emellertid minsta tillåtna bockningsradie i sina projekteringsanvisningar.

Provningsmetoden måste i sin helhet sägas vara mycket ambitiöst upplagd med ett högt säkerhetstänkande och täcker in de flesta tänkbara haverimöjligheter. Dock saknas vissa provningsmoment som kanske borde ingå. Ett exempel är provning av genomföringar genom brandcellsskiljande konstruktioner. Om sprinklerrören används tillsammans med kopplingsdetaljer i mässing så behöver det även ställas krav på mässingskvaliteten. I dagens svenska krav ställs följande krav på mässingsdetaljer för kopplingar och liknande i NKB 18.

- Utlöst mängd tungmetaller, NKB 18 punkt 3.1.2. Provobjektet utsätts för en syntetisk vattenlösning och efter 10 dygns exponering analyseras vattnet med avseende på bly och kadmium.
- Avzinkningshärdighet, NKB 18 punkt 3.1.3. Provningsutförs enligt ISO 6509.
- Härdighet mot spänningskorrosion, NKB 18 punkt 3.1.4. Provningsutförs enligt ISO 6957.

8 Förslag till fortsatta insatser

Denna rapport diskuterar i första hand rör i termoplast, eftersom det är denna typ av rör som används för tappvatten-, värme- och kylsystem för bland annat bostäder. Som sprinklerrör är dessa typer av rör i första hand användbara för verksamheter med relativt liten brandbelastning, så kallad 'Låg riskklass' eftersom de normalt behöver förläggas skyddade mot direkt brandpåverkan. I de svenska sprinklerreglerna SBF 120 räknas bostäder, hotell, kontor, kyrkor, pensionat, sjukhus, skolor och vårdhem som 'Låg riskklass'.

Sprinklerrör i hårdplast har betydligt bättre brandmotståndsförmåga än rör i termoplast och skulle därför vara användbara för högre riskklasser än 'Låg riskklass', där sprinklerrören normalt förläggs synliga. Exempel skulle kunna vara industrilokaler, varulager och vägtunnlar.

Även den typ av kompositrör som brandprovats inom ramen för projektet förefaller ha en hög brandmotståndsförmåga. Rören består av ett inre skikt av plast, ett tunt mellanskikt av aluminium och ett tunt yttre skikt av plast. Aluminiumskiktets funktion är att öka rörens styvhet och medger att rören kan kallboccas med en kvarstående deformation. Det ger även rören en syrediffusionstäthet. En förklaring till den ökade brandmotståndsförmågan är troligen att aluminiumskiktet leder bort värme och därmed jämnar ut värmepåverkan.

Fortsatta insatser bör koncentreras mot att undersöka möjligheterna att använda sprinklerrör i hårdplast eller kompositrör för högre riskklasser.

Referenser

- 1 "Primos Första Djungelbok, En guide i plastdjungeln", Primo Sverige AB
- 2 Teknisk information från GPA Plast, 2003
- 3 Notarianni, Kathy A, and Jackson, Margaret A., "Comparison of Fire Sprinkler Piping Materials: Steel, Copper, Chlorinated Polyvinyl Chloride and Polybutylene, in Residential and Light Hazard Installations", NISTIR 5339, National Institute of Standards and Technology, Gaithersburg, USA, June 1994
- 4 Coughlin, P., "Multipurpose Residential Systems with Gridded Layouts – Moving Residential Fire Safety to a New Plateau", proceedings from the Fire Suppression and Detection Research Application Symposium, Tampa, Florida, USA, January 23 – 25, 2002
- 5 "Combined Plumbing/Sprinkler System", *Fire Protection Contractor Magazine*, Volume 25, No. 12, December 2002
- 6 Uponor Wirsbo AQUASAFE™, "Residential Fire Protection Systems Installation Handbook", Fourth Edition, August 2001, USA
- 7 Zu, Joseph Z., Crampton, George P., Carpenter, Don W., McCartney, Cameron and Leroux, Patrice, "Fire Detection and Suppression Studies at Kemano Village", proceedings from the Fire Suppression and Detection Research Application Symposium, Tampa, Florida, USA, January 23 – 25, 2002
- 8 Arvidson, Magnus, "Stort intresse för demonstration av boendesprinkler", *BrandPosten*, Nr 26, juni 2002
- 9 "Wirsbo Sprinkler, Boendesprinkler, Presentation", Uponor Wirsbo, september 2003
- 10 Siljedahl, Carl Mikael, "Sprinklerhandboken, För projektörer och anläggningsägare", Svenska Brandförsvarsföreningen, 1989
- 11 Norrby, Olle, "Boendesprinkler – hemmets airbag", *Bygg & Teknik*, Nummer 6, September, 2002
- 12 "Liming sprinklerrör, kemiska emissioner", VBB Samhällsbyggnad, 1996-07-30
- 13 "Installation av boendesprinkler", Svenska Brandförsvarsföreningen, utgåva 1, 2002

Appendix A – Beskrivning av UL 1821

I detta Appendix redovisas en sammanfattning och beskrivning av UL 1821. I slutet av varje underkapitel finns en kort beskrivning, skrivet med *fet, kursiverad stil*, av eventuellt liknande krav för rörsystem godkända för den svenska markanden.

A1 Allmänt

Underwriters Laboratories Inc. (UL) i USA har utvecklat en provningsmetod för sprinklerrör i plast, UL 1821². Provningsmetoden kom i sin första utgåva år 1994 och genomgick mindre revideringar 1996 och 1999. Provningsmetoden omfattar rör och rördelar i termoplast avsedda för sprinklersystem för:

- 1) 'Light Hazard occupancies' definierade i enlighet med 'the Standard for Installation of Sprinkler Systems, NFPA 13'.
- 2) 'Residential occupancies' definierade i enlighet med 'the Standard for Installation of Sprinkler Systems in One and Two Family Dwellings', NFPA 13D.
- 3) 'Residential occupancies' definierade i enlighet med 'the Standard for Installation of Sprinkler Systems in Residential Occupancies Up to Four Stories in Height', NFPA 13R.

Provningsmetoden innehåller en del grundkrav bland annat skall rören och rördelarna ha en rördiameter om minst $\frac{3}{4}$ " (DN 20), ha en tryckklass motsvarande minst 1,21 MPa (175 psig) och klara en driftstemperatur motsvarande minst +49°C (120°F).

I nedanstående underkapitel beskrivs de krav som sprinklerrör i plast skall uppfylla och de provningsmetoder som används.

A2 Brandpåverkan (Fire Exposure Test)

Sprinklerrören och dess rördelar skall klara en viss brandpåverkan utan att brista, separera eller läcka. Dessa egenskaper provas under en 5 minuters period, efter brandpåverkan, med ett vattentryck motsvarande maximalt tillåtet arbetstryck. Dessutom skall sprinklerna inte rubbas ur sitt läge under brandprovet.

Sprinklerrör i plast som avses att skyddas mot direkt brandpåverkan med antingen;

- a) minst 9,5 mm ($\frac{3}{8}$ ") tjocka gipsskivor,
- b) undertaksskivor med en ytvikt om minst 1,76 kg/m² (0,35 lbs. per sq. ft) installerade i ett bärverk av metall, eller,
- c) minst 12,7 mm ($\frac{1}{2}$ ") plywood täckpaneler

behöver inte brandprovas.

² UL 1821, Standard for Thermoplastic Sprinkler Pipe and Fittings for Fire Protection Service, Underwriters Laboratories, Inc., First Edition, December 1994 med mindre revideringar May 25, 1999

Brandförsöket genomförs i en brandhall under ett tak som placeras så att det är 2,4 m över brandhallens golv. Som brandkälla används en 0,46 m² balja med n-heptan. (Not. Denna brandkälla ger en brandeffekt motsvarande cirka 900 kW). Under taket installeras det sprinklerrörsystem som skall provas. Här finns två möjligheter, antingen används två stycken nedåtriktade sprinkler eller två stycken horisontella väggspinkler.

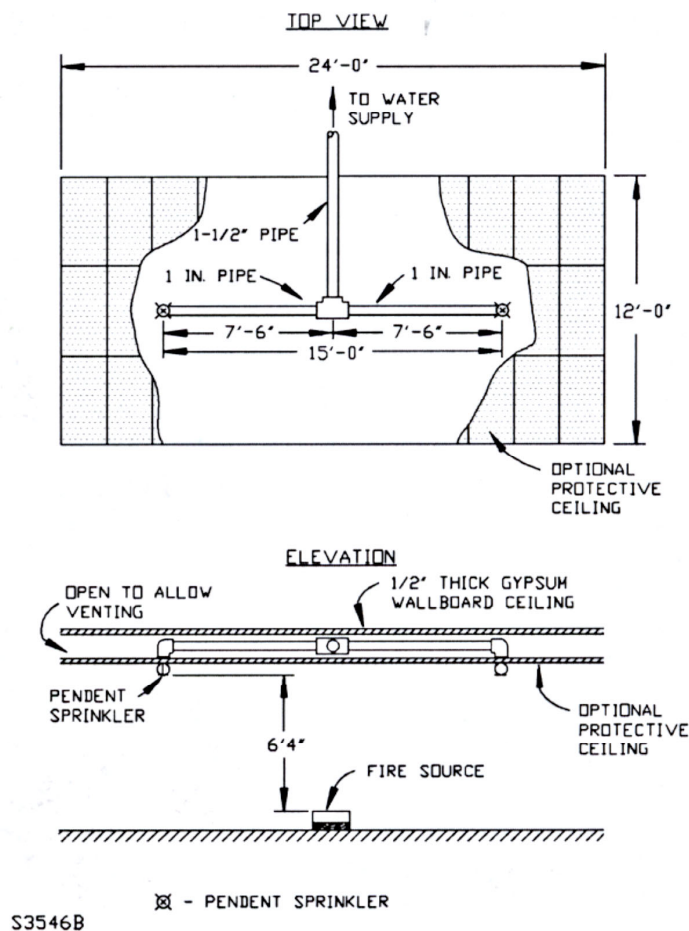
Försöksuppställningen för nedåtriktade sprinkler visas i figur A-1. För horisontella väggspinkler byggs även ett väggparti. Om tillverkaren specificerar att ett undertak (med andra specifikationer än vad som anges ovan) skall skydda sprinklerrören mot direkt brandpåverkan installeras ett undertak i enlighet med tillverkarens rekommendationer. Om sprinklerrören är avsedda att installeras exponerade skall sprinklernas spridarplatta installeras på maximalt avstånd, enligt tillverkaren, från taket.

Brandkällan placeras mellan de två sprinklerna, som tillåts att aktivera under brandförsöket. Efter det att sprinklerna har aktiverat justeras vattenflödet så att ett "lågt" vattenflöde, motsvarande 84,6 L/min per sprinkler hålls. Efter 10 minuter avbryts försöket och vattnet till sprinklerna stängs av.

Försöket repeteras med ett "hög" vattenflöde motsvarande det vattenflöde som erhålls vid ett vattentryck som är lika med maximalt tillåtet vattentryck.

Det framkommer inte av provningsmetoden vilken rördimension som skall användas vid brandprovet, men en figur anger 1" (DN 25) rör.

Motsvarande provning finns inte för tappvatten eller värmerör. Bedömningen är att brandpåverkan vid denna provning inte är särskilt hög. Dels är brandeffekten relativt låg, dels kyler vattnet från sprinklerna de varma brandgaserna. Bedömningen är dock att brandpåverkan är representativ för 'Låg riskklass' enligt SBF 120.



Note 1 – Fire source is to be centered directly under piping tee.

Note 2 – The distance from the sprinkler deflector to the ceiling for exposed piping is to be the maximum as specified in the pipe manufacturer's installation instructions but in no case greater than 12 inches (305 mm).

Figure 10.1 revised May 25, 1999

Figur A-1 Provning av sprinklerrörens brandmotståndsförmåga, här med nedåtriktade sprinkler, enligt UL 1821. Metoden medger även att rören skyddas med ett undertak under försöket.

A3 Bestämning av friktionsförlustfaktor (Pipe Coefficient of Friction Test)

Den friktionsförlustfaktor (C-faktor) som används för att beräkna vattenströmning i rörledningar enligt Hazen-Williams ekvationer bestäms genom försök. Försöken genomförs genom att mäta tryckfallet genom ett 6,1 m (20 ft) långt rör vid minst fem olika vattenflöden.

Motsvarande provning finns för närvarande inte i de svenska provningsmetoderna för plaströr. De flesta tillverkarna anger dock värden för strömningsförluster i rör i sina projekteringsanvisningar.

A4 Bestämning av tryckförluster i rördelar (Fitting Equivalent Length Test)

Tryckförluster i rördelar, uttryckt i ”ekvivalent rörlängd” bestäms på det sätt som beskrivs i ovanstående underkapitel.

Motsvarande provning finns för närvarande inte i de svenska provningsmetoderna för plaströrskopplingar. Provningsmetoden kan vara motiverad med tanke på att vissa kopplingar ger mycket stora reduktioner av den fria tvärsnittsarean i röret. Problemet blir större ju mindre rördiameter man använder, 2 mm reduktion av innerdiametern har större procentuell betydelse för DN 15 än för DN 25.

A5 Krossningsmotstånd (Crush Resistance Test)

Ett icke trycksatt tomt rör placeras på en stålplatta. Stålplattan ska vara 41 mm (1-5/8”) bred och minst 26 mm (1”) hög och dess kanter ska vara rundade med en radie på 3,2 mm (0,125”). En kraft anbringas på toppen av röret via en metallplatta som är förbunden med en dragprovmaskin. Kraften ökas successivt till 890 N (200 lb) så att hoptryckningshastigheten blir 13 mm/min (0,5 inch/min). Kraften kvarhålls under 5 minuter.

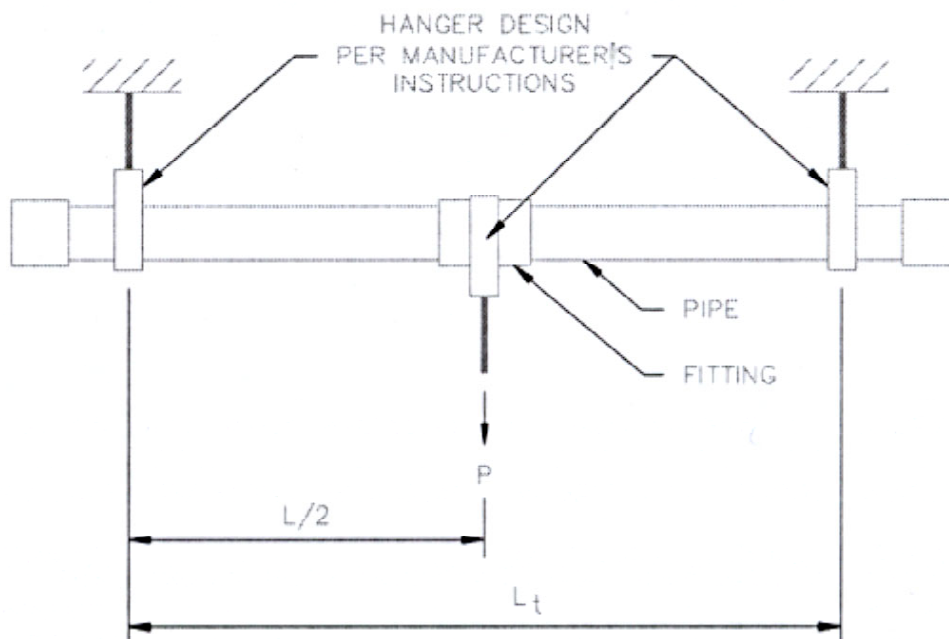
Efter försöket skall rören klara ett provtryckningstest enligt punkt A12 nedan.

Motsvarande provning finns för närvarande inte i de svenska provningsmetoderna för plaströr och kopplingar för tappvatten. Provningsmetoden är dock mycket lik en provningsmetod för plaströr som används till gasdistribution.

A6 Nedböjningsprov (Flexural Test)

Rör skall klara en viss nedböjning utan att vecka sig, börja läcka eller uppvisa andra typer av permanenta skador. Detta provas genom att ett rör hängs upp i två upphängningar, som är placerade på dubbla det avstånd som specificeras av tillverkaren. Rörkopplingen skall vara placerad mitt mellan de två upphängningarna. Röret fylls med vatten och trycksätts till nominellt tryck. Rörets mittpunkt (vid rörkopplingen) belastas, under 1 minut, med en punktlast som motsvarar lasten från halva det vattenfyllda röret. Försöksuppställningen visas i figur A-2.

Motsvarande provning finns för närvarande inte i de svenska provningsmetoderna för plaströr och kopplingar för tappvatten.



Figur A-2 Nedböjningsprov i enlighet med UL 1821.

A7 Stötprov (Impact Resistance Test)

Detta försök skall genomföras både med tillverkarens grövsta och klenaste rördimension. Innan försöket skall rören konditioneras vid -18°C , $\pm 0^{\circ}\text{C}$ och $+21^{\circ}\text{C}$ (0°F , 32°F och 70°F) i minst 24 h. Omedelbart efter konditioneringen skall rören belastas med en vikt med en massa om 0,9 kg (2 lb) i form av en stålcylinder med diametern 32 mm ($1\frac{1}{2}$ "). Stålcylindern skall ha en flat stötyta med rundade kanter. Stötenergin skall vara 13,5 J (10 foot-pounds) för rördimensioner upp till 1" (DN 25) och 20,3 J (15 foot-pounds) för rördimensioner större än 1" (DN 25). Stötprovet ska genomföras enligt ASTM D2444-93, Standard Test Method for Determination of the Impact Resistance of Thermoplastic Pipe and Fittings by Means of Tup (Falling Weight), vid rumstemperatur, men med provobjekten konditionerade enligt ovan.

Efter försöket skall rören klara ett provtryckningstest enligt punkt A12 nedan.

Motsvarande provning finns för närvarande inte i de svenska provningsmetoderna för plaströr och kopplingar för tappvatten. Provingen är dock mycket lik en provningsmetod för plaströr som används till gasdistribution.

A8 Vibrationsprov (Vibration Test)

För detta försök skall ett 610 mm (2 ft) långt rör, med rörkoppling, vibreras i 30 h utan försämring av dess egenskaper. Efter försöket undersöks provobjekten med avseende på nötning och andra eventuella skador samt provas enligt provtryckningstestet 6.12 nedan.

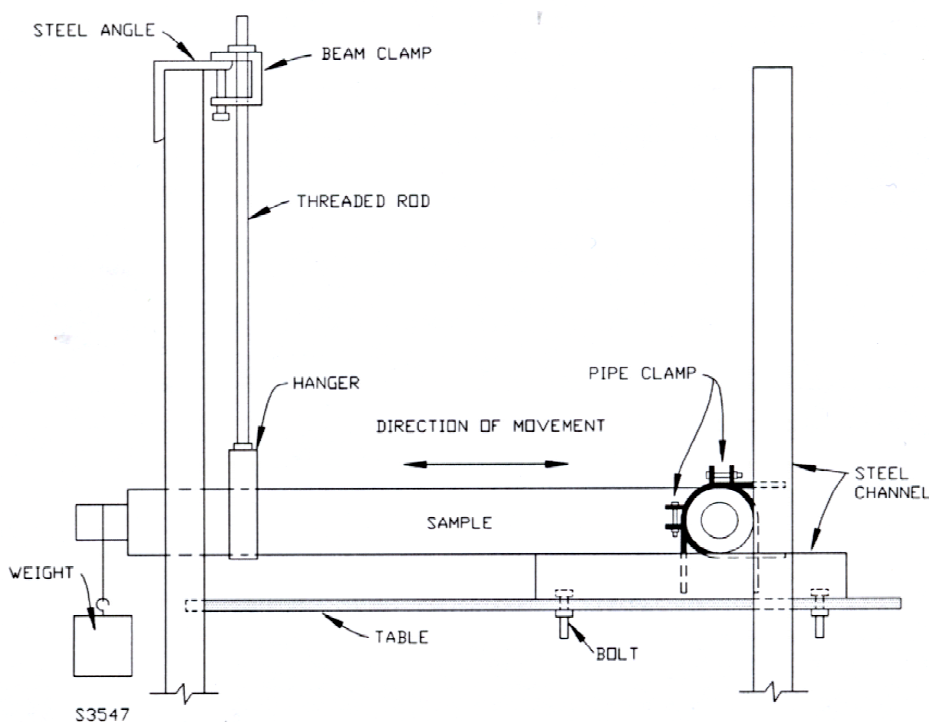
Den ände av röret som är försett med ett T-rörkoppling bultas fast på en vibrationsplatta, se figur A-3. Den andra änden av röret löper genom en rörupphängning. Denna rörupphängning skall representera en typ av upphängning som bedöms åstadkomma mest

nötning mot röret. Rörupphängningen skall placeras så att avståndet mellan rörupphängningen och T-rörkopplingen blir det maximalt tillåtna enligt tillverkarens monteringsanvisning. Rörupphängningen fästs så att den sitter fast förankrat i ett stöd som inte vibrerar. En vikt motsvarande lasten från av 1,2 m (4 ft) vattenfyllt rör hängs på den fria röränden.

Röret vibreras med en amplitud motsvarande 0,51 mm (0,02") med en frekvens som varierar mellan 18 – 37 hertz i 5 h. Cyklingstiden skall vara 25 ± 5 sekunder. Om någon resonansfrekvens hittas skall uppställningen vibreras vid denna eller de frekvenserna under de återstående 25 timmarna. Om inga resonansfrekvenser hittas vibreras uppställningen i enlighet med ett specificerat schema.

Vibrationsprovningen utförs på ett trycklöst rör.

Motsvarande provning finns för närvarande inte i de svenska provningsmetoderna för plaströr och kopplingar för tappvatten.



Figur A-3 Vibrationsprov i enlighet med UL 1821.

A9 Sprinkleraktiveringsprov (High Pressure Sprinkler Operation Test)

Detta försök skall genomföras för att säkerställa att en sprinkler inte förskjuts ur sitt läge vid aktivering, så att spridningsbilden påverkas.

Försöket görs så att ett 3,05 m (10 ft) rör förses med ett vinkelrör och ett 0,6 m (2 ft) nedstick till en sprinkler. En andra sprinkler monteras på ett nedstick centriskt på röret.

Röret ansluts till en vattenkälla som klarar att ge fullt flöde vid trycket 1,21 MPa (175 psig).

Röret installeras ovanför ett undertak. Val av undertak samt val och montage av sprinkler görs av tillverkaren, med nedanstående förutsättningar;

- a) Undertakskivorna skall vara av en typ av material som bedöms ge störst sannolikhet att påverka sprinklernas spridningsbild.
- b) Avståndet mellan sprinklernas spridarplatta och täckbrickans underkant (infällda sprinkler används) skall vara minsta tillåtna.
- c) Täckbrickan skall ge så litet stöd för sprinklern som möjligt.

Röret trycksätts till ett statiskt tryck om 1,21 MPa (175 psig) och sprinklern aktiveras med en brinnande fackla. Efter aktivering justeras vattentrycket till 1,10 MPa (160 psig) och försöket pågår i 2 minuter. Spridningsbilden observeras visuellt för att säkerställa att den inte påverkas.

Motsvarande provning finns för närvarande inte i de svenska provningsmetoderna för plaströr och kopplingar för tappvatten.

A10 Böjprov (Kinking Test)

Detta prov är avsett för flexibla termoplaströr och kravet är att rören inte får vecka sig (kinking) när röret bockas till 75% av den av tillverkaren minsta specificerade bockningsradien.

Innan försöket skall rören konditioneras vid -18°C och +21°C (0°F och 70°F) och den av tillverkaren högsta specificerade driftstemperaturen i minst 24 h. Omedelbart efter konditioneringen skall rören placeras i en särskild utrustning för böjprovet.

Motsvarande provning finns för närvarande inte i de svenska provningsmetoderna för plaströr och kopplingar för tappvatten. De flesta tillverkarna anger dock minsta tillåtna bockningsradie i sina projekteringsanvisningar. Det finns dock ett liknande prov i NKB 18 där ett rör med två kopplingar är böjt till en radie som är 8 gånger rördiametern. Det utsätts sedan för ett högt inre övertryck. Provningsen avser att kontrollera tätheten mellan kopplingarna och röret.

A11 Monteringsprov (Assembly Test)

Ett representativt rör med rörkopplingar i den grövsta rördimensionen skall monteras enligt följande:

- a) Sammanfogning vid lägsta rumstemperatur och med kortaste härdningstid som är specificerad i tillverkarens installationsmanual. Provningsen skall inkludera sammanfogning vid $\pm 0^{\circ}\text{C}$ (32°F) eller lägre temperatur, om lägre temperatur är specificerad i tillverkarens installationsmanual, och $+49^{\circ}\text{C}$ (120°F) eller högre temperatur, om högre temperatur är specificerad i tillverkarens installationsmanual.
- b) För rörsystem där lim (solvent cement) används vid sammanfogningen skall limmet konditioneras vid aktuell rumstemperatur i minst 16 h innan sammanfogningen.

Efter sammanfogning och härdning skall systemet tryckprovras under 2 h vid 1,58 MPa (225 psig).

Motsvarande provning finns för närvarande inte i de svenska provningsmetoderna för plaströr och kopplingar för tappvatten. Detta beror på att det är mycket sällsynt med limmade rör i Sverige. Provningsmomentet har förmodligen tillkommit på grund av de långa härdningstider som krävs för limning innan rören får belastas. För de fogningsmetoder som är vanligt förekommande i Sverige, dvs kopplingar och svetsning, gäller att fogen får belastas inom 0 - 2 timmar beroende på fabrikat och fogningsmetod.

A12 Provtryckning (Hydrostatic Pressure Test)

Ett representativt rör med rörkopplingar skall klara 1 minuts tryckprov, utan att brista, separera eller läcka. Vattentrycket skall motsvara fem gånger rörets nominella tryckklass (rated pressure).

Urvalet av provobjekt skall göras så att installationen får värsta tänkbara kombinationer med hänsyn till mått och tillverkningstoleranser.

Röret skall ha en minsta längd motsvarande minst tio gånger rördiametern. Flexibla rör skall böjas till den minsta specificerade bockningsradien under tryckprovet.

Provningsmetoden medger undantag från ovanstående krav för plaströr som har sådan elasticitet (jämfört med stålrör) att de ger en stötdämpande funktion i ett rörsystem. För sådana plaströr kan både provtrycket och provtidens varaktighet reduceras.

Motsvarande provning finns i de svenska provningsmetoderna NKB 3 och NKB 18. Provtryckningen görs dock med ett tryck som är avhängigt av rördimensionen och materialet och ligger normalt i intervallet 3 - 5 gånger den nominella tryckklassen. Provtryckningen görs dock under betydligt längre tider, minst en timme och upp till 1000 timmar.

A13 Tryckcyklingsprov (Pressure Cycling Test)

Ett representativt rör med rörkopplingar skall klara 3000 tryckcyklningar mellan 0 och rörets dubbla nominella tryckklass utan att brista, separera eller läcka.

Vid tryckcyklingen ska rören och kopplingarna vara helt vattenfyllda och cyklingen skall göras med ca 10 cykler per minut.

Efter försöket skall rören klara ett provtryckningstest enligt punkt A12 ovan.

Rörlängden skall för varje rör vara minst 10 gånger rördiametern.

Motsvarande provning finns i den svenska provningsmetoden NKB 18. Tryckcyklingen görs här med 10000 cykler mellan 0 och 1,5 MPa och med 30 cykler per minut.

A14 Temperaturcyklingsprov (Temperature Cycling Test)

Ett representativt rör med rörkopplingar genomgå ett temperaturcyklingsstest där temperaturen varierar från 2°C (35 °F) till maximalt tillåten temperatur. Vid provningen skall röret vara fyllt med vatten av trycket 345 kPa (50 psig). Temperaturen skall hållas på respektive nivå i 24 h och totalt skall 5 hela cykler utföras.

Efter försöket skall rören klara ett provtryckningstest enligt punkt A12 ovan.

Rörlängden skall för varje rör vara minst 10 gånger rördiametern.

Motsvarande provning finns i den svenska provningsmetoden NKB 18. Eftersom dessa rör är avsedda för varmvatten så är provningen betydligt mer omfattande. Följande gäller för temperaturcyklning enligt NKB 18:

- *Tryck 1,0 MPa.*
- *Temperaturnivåer 20(±5) och 93(±2)°C.*
- *Antal cykler 5000 st.*
- *Cyklingsstid 15 minuter kallt och 15 minuter varmt.*
- *14 stycken kopplingar provas och kopplas upp i en bestämd slinga med både långa och korta rör som är både fast inspända och fritt upphängda.*

A15 Provtryckning långtidsprov (Long-Term Hydrostatic Pressure Test)

Provningen utförs enligt ASTM D1598-86 med rör och kopplingar under konstant omgivningstemperatur i 1000 h. Rören utsätts för ett konstant inre övertryck så att en förutbestämd ringspänning erhålls i rören. Under och efter provningen kontrolleras rör och kopplingar med avseende på brott, läckage och eventuella glidningar mellan rör och kopplingar.

Motsvarande provning finns i de svenska provningsmetoderna NKB 3 och NKB 18. Provtryckningen görs dock med ett tryck som är avhängigt av rördimensionen och materialet och dessutom vid 95°C eftersom rören ska tåla varmvatten.

A16 Miljötålighetsprovning (Environmental Exposure Test)

Efter miljötålighetsprovningarna enligt nedan rören uppfylla följande kriterier.

- a) Draghållfastheten får inte reduceras med mer än 30% efter exponering i vattenbad enligt A.16.1 och inte med mer än 10% efter exponering i ljus och vatten enligt A16.3.
- b) Provobjekten får inte brista, krackelera eller flisas sönder när de utsätts för ett stötprov enligt punkt A7 vid temperaturen 21°C (70 °F). Denna provningsdel gäller dock ej de provobjekt som har utsatts för ljus- och vattenexponering enligt A.16.3

nedan.

- c) Provobjekten skall klara en provtryckning med en trycknivå som uppgår till 90% av den specificerade enligt punkt A12 ovan.

A16.1 Vattenbadsprov (Water Immersion Test)

Provobjekten sänks ned i ett vattenbad med temperaturen $87\pm 2^\circ\text{C}$. Alla provobjekten exponeras i 30, 90 och 180 dagar. Provobjekten får sedan svalna vid 23°C och 50 % RH före provningen.

Motsvarande provning finns i den svenska provningsmetoden NKB 3. Dock med den skillnaden att rören hålls trycksatta under hela provningstiden.

A16.2 Luftåldringsprov (Air Oven Aging Exposure)

Provobjekten utsätts för åldring i ett värmeskåp med temperaturen 100°C för ett rör som har maximalt tillåten temperatur om 49°C . För rör som har högre maximalt tillåten temperatur än 49°C skall temperaturen i värmeskåpet vara 100°C plus halva skillnaden mellan maximalt tillåten temperatur och 49°C . Alla provobjekten exponeras i 30, 90 och 180 dagar. Provobjekten får sedan svalna vid 23°C och 50 % RH före provningen.

Om ett rörmaterial inte tål ovanstående temperaturer utan att påverkas negativt kan materialet istället provas vid en lägre temperatur men under en längre tid. Tiden i dygn D beräknas enligt följande formel (t = temperaturen i $^\circ\text{C}$).

$$D = (184049) \cdot e^{(-0,0693 \cdot t)}$$

Motsvarande provning finns för närvarande inte i de svenska provningsmetoderna för plaströr och kopplingar för tappvatten.

A16.3 Ljus och vattenexponering (Light and Water Exposure)

Provobjekten exponeras för UV-ljus och vatten under 360 h i en för ändamålet speciellt utformad apparat. Provobjekten monteras vertikalt inuti en cylinder som roterar med 1 rpm. Ett system med dysor ska tillse att provobjekten kan sprayas med vatten. Under varje 20 minuterscykel ska provobjekten utsättas för 17 minuters UV-ljus och 3 minuters vattenbegjutning. Temperaturen i provcylindern skall vara $63\pm 5^\circ\text{C}$ under provningen.

Om rören och kopplingarna fraktas från leverantören i speciella förpackningar som skyddar mot solljus så kan exponeringstiden för ljus och vatten minskas till 45 h.

Motsvarande provning finns för närvarande inte i de svenska provningsmetoderna för plaströr och kopplingar för tappvatten.

A17 Test av märkning (Marking Permanency Test)

Märkningen på provobjekten skall vara läsbar när den har genomgått följande provning. Provningen utförs på den minsta av de aktuella diametrarna. Provobjekten torkas av med en ren trasa före provningen.

Två provobjekt konditioneras under 168 h i temperaturen $70\pm 1^\circ\text{C}$ i ett värmeskåp med cirkulerande luft. De får sedan svalna i rumstemperatur.

Två provobjekt nedsänks under 24 h i vatten av $60\pm 1^\circ\text{C}$ och tas sedan upp, skakas av och får torka i rumstemperatur.

Ytterligare två provobjekt nedsänks under 24 h i olja (ASTM Fuel oil No 2, se ASTM D396-90a) med temperaturen $60\pm 1^\circ\text{C}$. Provobjekten tas upp och torkas av med en ren och torr trasa och får anta rumstemperatur innan vidare provning.

Två provobjekt provas utan någon konditionering före provningen.

Provningen utförs i en speciell apparat där ett tygband roteras mot textdelen på det provade röret. Provningen skall ske vid omgivningstemperaturen $23\pm 8^\circ\text{C}$ och $50\pm 5\%$ RH. Varje rör provas med ett nytt tygband som rör sig fram och tillbaka över texten på röret med en slaglängd på 159 mm. Hastigheten skall vara ca 28 cykler per minut och totalt skall provning upprepas i 50 cykler.

Efter provningen skall alla provobjekten ha en fullt läsbar märkningstext.

Tre okonditionerade provobjekt provas i ytterligare 50 cykler. Av dessa skall minsta två ha en fullt läsbar märkningstext.

Motsvarande provning finns för närvarande inte i de svenska provningsmetoderna för plaströr och kopplingar för tappvatten.

Appendix B - Provning av brandmotståndsförmåga

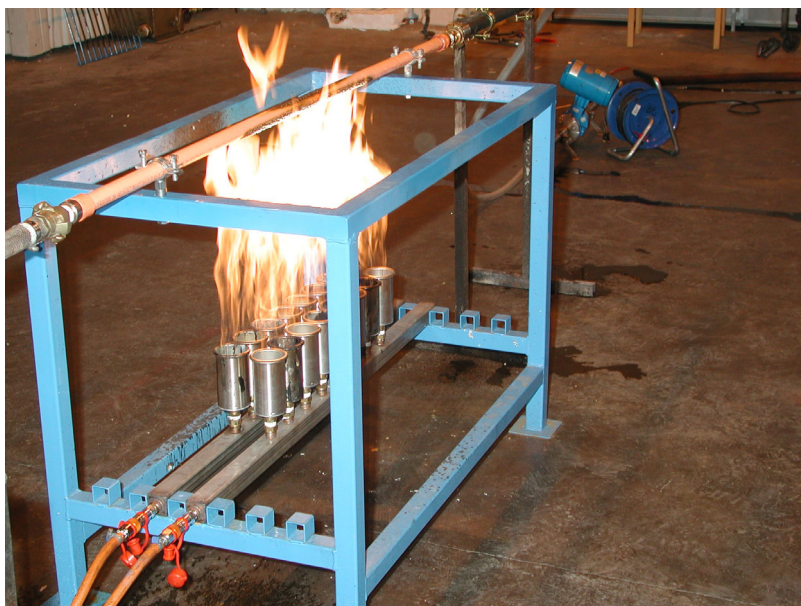
I praktiken är det sannolikt att sprinklerrören förläggs skyddade för direkt brandpåverkan, till exempel av estetiska skäl. Men det bedömdes ändå vara intressant att undersöka den relativa brandmotståndsförmågan mellan några av de plaströr som redovisas i rapporten.

Detta provades i en uppställning i liten skala där en matris med gasolbrännare används som brandkälla. Gastemperaturen mätt vid det provade röret var antingen 400°C eller 600°C. Båda dessa temperaturnivåer ligger sannolikt betydligt högre än den brandgas-temperatur som används i UL 1821, se bilaga A, och är orealistiska om sprinklersystemet fungerar som det ska, det vill säga aktiverar i ett tidigt skede och kontrollerar eller släcker branden. Men som påpekas ovan så var målsättningen med proven i första hand att undersöka den relativa brandmotståndsförmågan mellan plaströren.

Antingen strömmade vatten genom rören för att studera brandmotståndsförmågan ”efter sprinkleraktivering” eller så var rören trycksatta med vatten för att studera brandmotståndsförmågan ”innan sprinkleraktivering”. Det bör tilläggas att delar av ett rörsystem kan ha låg eller ingen vattenströmning trots att sprinkler har aktiverat. Exempel är grenrör nedströms aktiverade sprinkler eller delar av ett gridsystem.

B1 Försöksuppställning och provningsmetodik

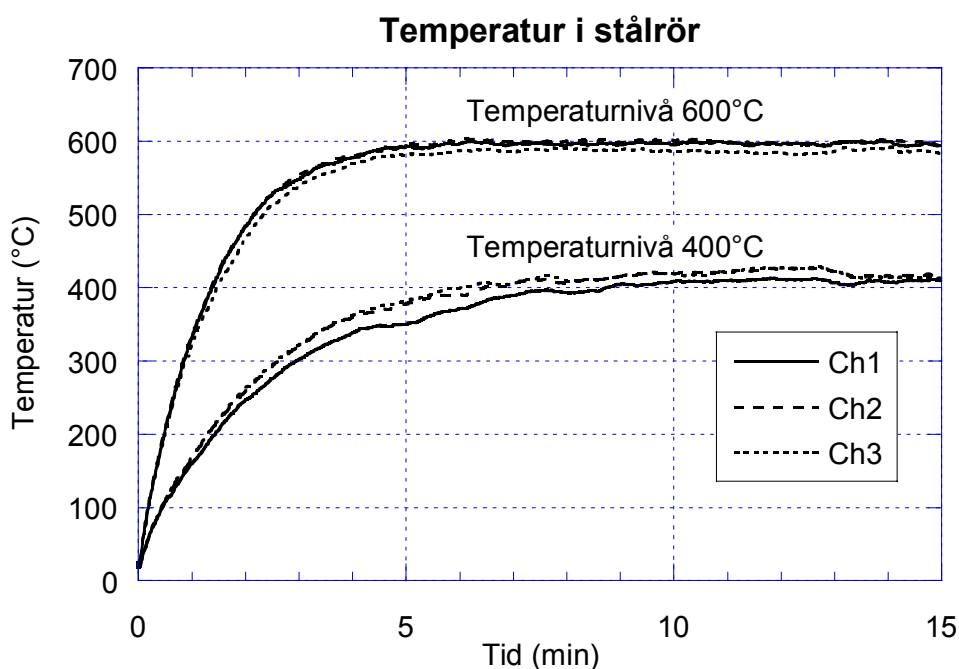
Det plaströr som provades monterades centriskt, cirka 400 mm över en matris med 2 rader om 8 stycken gasolbrännare (förblandad flamma), se figur B-1. Rören fixerades mellan två upplag, bestående av en klammer med överfall, med ett horisontellt avstånd på 1100 mm. Rören var emellertid inte fast inspända utan kunde röra sig i längdriktningen.



Figur B-1 Försöksuppställningen. Fotot visar provning av BlazeMaster® CPVC rör vid temperaturnivån 600°C, med strömmande vatten. Observera att de provade rören inte var fast inspända utan kunde röra sig i längdriktningen.

Det provade plaströret exponerades för en konstant ('steady state') temperatur. Denna temperatur och motsvarande gasflöde justerades in före varje försöksserie med hjälp av ett stålrör med en ytterdiameter om 25 mm och en godstjocklek om 2 mm. På röret utsida svetsades tre stycken termoelement av typ K, med c/c 100 mm. Vid kalibreringen av temperaturen och motsvarande gasflöde var stålröret inte vattenfyllt utan helt tomt och öppet i båda ändar. Figur B-2 visar hur snabbt temperaturen i röret stiger när det placeras ovanför gasolbrännarna för de två olika temperaturnivåerna, 400°C respektive 600°C. Kanal Ch2 representerar det termoelement som satt placerat centriskt på röret, mellan termoelementen med kanalnummer Ch1 och Ch3. Man kan konstatera att det finns en viss skillnad i uppmätt temperatur mellan de tre termoelementen, men den kan betraktas som liten.

Dessutom gjordes ett separat försök där stålröret roterades 180°. Försöket visade att samma temperaturnivåer uppmättes, temperaturen i röret var alltså jämn.



Figur B-2 Temperaturökningen i stålröret när det placeras ovanför gasolbrännarna.

Varje plaströr som provades var 1500 mm långt och varje ände var försedd med någon form av gänganslutning. I den ena änden anslöts smalslang som kopplades till det allmänna, kommunala vattenledningsnätet.

I försöken med strömmade vatten var vattenflödet 50 L/min genom rören, som anslöts till en boendesprinkler med en nominell K-faktor motsvarande $63,4 \text{ (L/min)/bar}^{1/2}$. Vattnet från sprinklern leddes direkt till avloppet. Vid detta flöde var vattentrycket i röret cirka 0,6 bar. Flödet är representativt för minsta flöde från en boendesprinkler. För de PEX-rör som används för Uponor Wirsbo boendesprinklersystem var flödet endast en fjärdedel så högt, 12,5 L/min, eftersom varje sprinkler matas från fyra håll med detta koncept. I detta fall anslöts en modifierad sprinkler med mindre munstycksöppning, som

gav det lägre flödet vid cirka 1,0 bar. Vattentemperaturen var cirka 10°C i samtliga försök.

I de övriga försöken var rören trycksatta från det allmänna, kommunala vattenledningsnätet. Det statiska vattentrycket i rören var omkring 5,5 bar. Vid dessa försök luftades rören omsorgsfullt innan försöken, för att undvika luftbubblor. Vattentemperaturen var också i dessa försök cirka 10°C.

Nedanstående tabell redovisar de rör som provades.

Tabell B-1 De rör som provades.

Rörtyp	Fabrikat och eventuellt produktnamn	Tryckklass vid 20°C	Kulör	Rördimension D _v · T
PE (PE63)	Uponor Wirsbo	PN10	Svart	25 x 2,3
Alu/PE rör	Uponor Wirsbo, Unipipe	PN10	Vit	25 x 2,5
PEX	Uponor Wirsbo	PN15	Transparent	25 x 2,3
PEX, utan skyddsrör	Uponor Wirsbo, Boendesprinkler	PN16	Transparent	16 x 1,8
PEX, med skyddsrör	Uponor Wirsbo, Boendesprinkler	PN16	Transparent + grön	16 x 1,8
PP-R	GPA Plast	PN10	Grön	25 x 4,2
PP-H	GPA Plast	PN10	Grå	25 x 2,7
ABS	GPA Plast, Durapipe LT-40	PN10	Limegrön	25 x 1,9
BlazeMaster®, CPVC	Tyco Fire Products	PN22	Orange	26,7 x 2,25
CPVC	GPA Plast	PN16	Grå	25 x 1,9
Glasfiberarmerad epoxi	Ameron Bondstrand® 2000	PN16	Svart	27 x 3,5

I försöken med strömmande vatten provades rören vid två temperaturnivåer, 400°C respektive 600°C. Provningsen pågick i femton minuter. Ett försök med varje rörtyp genomfördes.

I försöken där rören var trycksatta med vatten provades rören vid 400°C tills läckage uppstod. I de två fallen där något läckage inte uppstod pågick provningen i femton minuter, varefter den avbröts. Två försök med varje rörtyp genomfördes för att få en uppfattning om spridningen i resultat för identiska försök.

B2 Resultat

Tabell B-2 och B-3 redovisar resultaten från försöken.

Tabell B-2 Resultat från provningen av brandmotståndsförmåga (strömmande vatten).

Rörtyper	400°C	600°C
PE	Ej läckage	Ej läckage
Alu/PE	Ej läckage	Ej läckage
PEX, 25 mm	Ej läckage	Ej läckage
PEX, 16 mm	Ej läckage	Ej läckage
PEX, 16 mm med skyddsror	Ej läckage	Ej läckage
PP-R	Ej läckage	Ej läckage
PP-H	Ej läckage	Ej läckage
ABS	Ej läckage	Ej läckage
BlazeMaster®	Ej läckage	Ej läckage
CPVC	Ej läckage	Ej läckage
Glasfiberarmerade epoxi	Ej läckage	Ej läckage

Tabell B-3 Resultat från provningen av brandmotståndsförmåga (rören trycksatta med vatten) angivet som tid till läckage. Två försök med varje rörtyper genomfördes.

Rörtyper	400°C	Läckagepunkt
PE	01:08, 00:48	Undersidan
Alu/PE	Ej läckage	-
PEX, 25 mm	02:09, 01:54	Undersidan
PEX, 16 mm	01:32, 01:22	Undersidan
PEX, 16 mm med skyddsror	01:30, 01:33	Undersidan
PP-R	03:12, 03:08	Undersidan
PP-H	02:47, 03:59	Undersidan
ABS	01:27, 01:29	Översidan
BlazeMaster®	01:47, 02:13	Översidan
CPVC	02:32, 02:05	Översidan
Glasfiberarmerade epoxi	Ej läckage	-

B3 Kommentarer och slutsatser

Sammanfattningsvis kan man säga att skillnaden i brandmotståndsförmåga är mycket stor beroende på om vatten strömmar genom rören eller ej. När vatten strömmar genom rören klarar de mycket kraftig brandpåverkan utan läckage. För samtliga rör, undantaget Alu/PE rören och rören i glasfiberarmerad epoxi, finns det en risk att läckage uppstår när vatten inte strömmar genom rören, det vill säga innan sprinkler har aktiverat. Detta faktum stärker rekommendationen att rören bör förläggas skyddade mot direkt brandpåverkan. Resultaten diskuteras mer i detalj nedan.

Strömmande vatten

När vatten strömmar genom rören klarar de kraftig brandpåverkan utan att läckage uppstår. Samtliga de rör som provades klarade femton minuters brandpåverkan vid 400°C respektive 600°C. Det bör dock observeras att vattentrycket i rören var relativt lågt eftersom vattentrycket motsvarade minsta flöde från en boendesprinkler.

Rören betar sig lite olika. Rören i CPVC antänds inte av branden utan bildar ett kolskikt på ytan. Rören i ABS betar sig på ungefär samma sätt, med skillnaden att de antänds, brinner i ett tiotal sekunder, varefter ett kolskikt bildas på ytan och ytbranden slocknar.

PP-rören och PEX-rören antänds och brinner i någon minut, varvid plasten smälter och rörets tvärsnitt minskar. När en jämvikt nås, där kylningen från vattnet balanserar värmen från gasolbrännarna, avtar och slocknar branden på ytan. PE-rören brinner svagt under cirka en minut. Ett kolskikt bildas och tvärsnittet minskar inte nämnvärt.

Alu/PE rören blir endast svagt missfärgade och brända under försöket, i övrigt händer inget. Rören i glasfiberarmerad epoxi påverkas inte nämnvärt.

Trycksatta med vatten

Två rör klarar 400°C värmepåverkan under femton minuter utan läckage, Alu/PE rören och rören i glasfiberarmerad epoxi. En förklaring till den höga brandmotståndsförmågan för Alu/PE rören är troligen att aluminiumskiktet leder bort värme och därmed jämnar ut värmepåverkan. Rören i glasfiberarmerad epoxi (hårdplast) har en dokumenterat hög brandmotståndsförmåga, så de goda resultaten i denna försöksserie förväntas inte.

Alla de andra rören går till läckage inom en eller några minuter. I vissa fall uppstår läckaget på ovansidan av röret, i andra fall på undersidan.

Det är en viss spridning i resultat för de identiska försöken, varför en försiktighet bör tillämpas med en alltför bokstavlig tolkning av den relativa rankningen mellan de olika rören. Däremot finns det tydliga trender i resultaten. En grupp av rör klarar mellan en och en och halv minuts påverkan, en annan grupp med rör omkring tre minuter och en tredje grupp ligger resultatmässigt däremellan.

Sämst av de provade rören är PE-rören, som klarar runt en minuts brandpåverkan. Därefter följer PEX-rör som används för Uponor Wirsbo boendesprinklersystem och rören i ABS. PEX-rören för Uponor Wirsbo boendesprinklersystem är det av de provade rören som har klenast rördimension, vilket naturligtvis påverkar resultatet. För dessa rör kan det noteras att skyddsroret inte har någon större inverkan på tiden till läckage. Skyddsroret ger troligen ett visst begränsat skydd till en början, men smälter och antänder efter cirka 45 sekunder, vilket troligen ökar brandpåverkan. PEX-rören med 25 mm ytterdiameter klarade något längre tids brandpåverkan än de klenare PEX-rören, vilket förefaller logiskt.

De båda rören i CPVC (BlazeMaster® respektive från GPA Plast AB) har jämförbar brandmotståndsförmåga. Resultatmässigt hamnar de i någonstans mitt emellan rören med sämst och rören med bäst resultat. Till denna grupp kan även räknas PEX-rören med 25 mm ytterdiameter.

Bäst brandmotståndsförmåga (av de rör som gick till läckage) har rören i PP-R och PP-H som klarade runt tre minuters brandpåverkan.

I sammanhanget bör man lägga in ett förbehåll avseende förekomsten av luft i rören. Vid försöken luftades rören omsorgsfullt. I ett verkligt sprinklersystem är det svårt att helt avlufta hela system. Luft kommer att ansamlas i högpunkter och utgör en extra känslig punkt vid brandpåverkan. Under ogynnsamma omständigheter kan tiden till läckage vid en verklig brand vara kort.

Appendix C – Exempel på tillverkare och återförsäljare

Här redovisas några exempel på tillverkare och återförsäljare av de plaströr som diskuteras i rapporten. Inga anspråk görs att listan är komplett, varken avseende tillverkare och återförsäljare eller själva produkterna. För mer information om produkterna rekommenderas direktkontakt med respektive företag.

Tabell C1 Exempel på tillverkare eller återförsäljare av PE-rör.

Tillverkare eller återförsäljare	Produktnamn	Typ av rör	Rördimensioner $D_v \cdot T$
Armaturljansson AB (www.armaturljansson.se)	AJ Trycksystem Polyeten	PE 80 PN 12,5	20 x 2,0
			25 x 2,3
			32 x 2,9
			40 x 3,7
			50 x 4,6
			63 x 5,8
			sa \ddot{m} t st \ddot{o} rre
Georg Fischer AB (www.georgfischer.se)	ELGEF plus	PE 80	20 x 2,0
			25 x 2,3
			32 x 2,9
			40 x 3,7
			50 x 4,6
			63 x 5,8
			sa \ddot{m} t st \ddot{o} rre
GPA Plast (www.gpa.se)	PE-rör	PE 80 PN10	20 x 1,9
			25 x 2,3
			32 x 2,9
			40 x 3,7
			50 x 4,6
			63 x 5,8
			sa \ddot{m} t st \ddot{o} rre
KWH Pipe Sverige AB (www.kwhpipe.se)	PE-rör	PE 80 Dim.spänning 5 MPa PN10	16 x 2,0
			20 x 2,0
			25 x 2,3
			32 x 2,9
			40 x 3,7
			50 x 4,6
			63 x 5,8
			sa \ddot{m} t st \ddot{o} rre
Pipelife Sverige AB (www.pipelife.se)	PEM tryckrör	PEM PN 10	16 x 2,0
			20 x 2,0
			25 x 2,3
			32 x 2,9
			40 x 3,7
			50 x 4,6
			63 x 5,8
			sa \ddot{m} t st \ddot{o} rre

Tabell C1 Exempel på tillverkare eller återförsäljare av PE-rör (forts).

REHAU AB (www.rehau.se)	RAU PE	PE 80 PN10	20 x 2,0 25 x 2,3 32 x 2,9 40 x 3,7 50 x 4,6 63 x 5,8 samt större
Uponor Wirsbo AB (www.wirsbo.se)	Upoten Polyetenrörssystem	PEM-rör PN10	16 x 2,0 20 x 2,0 25 x 2,3 32 x 2,9 40 x 3,7 50 x 4,6 63 x 5,8 samt större

Tabell C2 Exempel på tillverkare eller återförsäljare av PEX-rör.

Tillverkare eller återförsäljare	Produktnamn	Typ av rör	Rördimensioner D _v · T	
Armaturjonsson AB (www.armaturjonsson.se)	Sanipex	PEX rör	12 x 1,8	
			16 x 2,2	
			20 x 2,8	
Beulco Armatur AB (www.beulcoarmatur.se)	VSH Multicon	PEX rör	14 x 2,0	
			16 x 2,2	
			20 x 2,8	
	VSH Multicon	Alupex rör	25 x 3,5	
			14 x 2,0	
			16 x 2,0	
Lagerstedt & Krantz AB (www.lagerstedt-krantz.se)	LK TappPex	PEX rör	20 x 2,0	
			26 x 3,0	
			15 x 2,5	
			18 x 2,5	
	LK Universal	PEX rör med syrediffusionsspärr	22 x 3,0	
			28 x 4,0	
	LK Universal	Alupexrör	16 x 2,2	
			20 x 2,8	
			25 x 3,5	
			16 x 2,0	
REHAU AB (www.rehau.se)	RAUTITAN flex och RAUTITAN stabil	PEX rör Alupex rör	20 x 2,0	
			20 x 2,8	
				25 x 3,5
				32 x 4,4
				40 x 5,5
				50 x 6,9
				63 x 8,7
Roth Scandinavia AB (www.rothscandinavia.se)	MultiPex	PEX rör	16 x 2,2	
			15 x 2,5	
			18 x 2,5	
			22 x 3,0	
			28 x 4,0	
	Alu-LaserPex	Alupex rör	32 x 4,4	
			14 - 63 mm	

Tabell C2 Exempel på tillverkare eller återförsäljare av PEX-rör (forts).

Uponor Wirsbo AB (www.wirsbo.se)	Wirsbo tappvatten- system, Witapex	PEX rör	12 x 2,0	
			15 x 2,5	
			18 x 2,5	
			22 x 3,0	
			28 x 4,0	
			32 x 4,4	
			40 x 5,5	
			50 x 6,9	
			63 x 8,7	
			Unipipe Systems	Alu/PE rör
	20 x 2,25			
	25 x 2,5			
	32 x 3,0			
	Wavin AB (www.wavin.se)	Tigris Pex rör	PEX rör	40 x 4,0
50 x 4,5				
63 x 6,0				
samt större				
Tigris alupex rör				Alupex rör
		15 x 2,5		
		18 x 2,5		
		22 x 3,0		
		28 x 4,0		
		16 x 2,0		
		20 x 2,25		
		25 x 2,5		

Tabell C3 Exempel på tillverkare eller återförsäljare av PP-rör.

Tillverkare eller återförsäljare	Produktnamn	Typ av rör	Rördimensioner $D_v \cdot T$
Armaturjonsson AB (www.armaturjonsson.se)	AJ trycksystem i PP	PP-R PN10	16 x 1,9
			20 x 1,9
		Finns även som PN 20.	25 x 2,3
			32 x 3,0
			40 x 3,7
			50 x 4,6
			63 x 5,8 samt större
Georg Fischer AB (www.georgfischer.se)	PP-H rörsystem	PP-H/Beta	20 x 1,9
			25 x 2,3
			32 x 3,0
			40 x 3,7
			50 x 4,6
			63 x 5,8 samt större
GPA Plast (www.gpa.se)	Tappvattensystem av polypropen	PP-R PN10	16 x 1,8
			20 x 2,5
			25 x 2,7
			32 x 2,9
			40 x 3,7
			50 x 4,6
			63 x 5,8 samt större
Lagerstedt & Krantz AB (www.lagerstedt-krantz.se)	LK PP-R	PP-R PN10	20 x 3,4
			25 x 4,2
			32 x 5,4
			40 x 6,7
			50 x 8,4
			63 x 10,5 samt större
R.E. Thermoprodukter AB (www.retherm.se)	Fusiotherm Faser kompositrör	Glasfiberförstärkt PP-R rör	20 x 2,8
			25 x 3,5
			32 x 4,4
			40 x 5,5
			50 x 6,9
			63 x 8,6 samt större

Tabell C4 Exempel på tillverkare eller återförsäljare av PB-rör.

Tillverkare eller återförsäljare	Produktnamn	Typ av rör	Rördimensioner $D_v \cdot T$
Georg Fischer AB (www.georgfischer.se)	INSTAFLEX	PB rör	16 x 2,0
			20 x 2,0
			25 x 2,3
			32 x 3,0
			40 x 3,7
			50 x 4,6
			63 x 5,8
			sa \ddot{m} t stö \ddot{r} re
R.E. Thermoprodukter AB (www.retherm.se)	Aquatherm SHT	PB rör	16 x 2,0
	Combirör		20 x 2,0
			25 x 2,3
	Aquatherm SHT	Glasfiberförstärkt	20 x 2,0
	Combi-Faserrör	PB rör	25 x 2,3
			32 x 2,9

Tabell C5 Exempel på tillverkare eller återförsäljare av CPVC-rör.

Tillverkare eller återförsäljare	Produktnamn	Typ av rör	Rördimensioner $D_v \cdot T$
Georg Fischer AB (www.georgfischer.se)	CPVC rör	PN 16	16 x 1,8
			20 x 2,3
			25 x 2,8
			32 x 2,4
			40 x 3,0
			50 x 3,7
			63 x 4,7
			sa \ddot{m} t stö \ddot{r} re
GPA Plast (www.gpa.se)	CPVC rör	PN16	16 x 1,2
			20 x 1,5
			25 x 1,9
			32 x 2,4
			40 x 3,0
			50 x 3,7
			63 x 4,7
			sa \ddot{m} t stö \ddot{r} re

Tabell C6 Exempel på tillverkare eller återförsäljare av ABS-rör.

Tillverkare eller återförsäljare	Produktnamn	Typ av rör	Rördimensioner $D_v \cdot T$
GPA Plast (www.gpa.se)	Durapipe LT-40	PN10	20 x 1,5
			25 x 1,8
			32 x 2,0
			40 x 2,5
			50 x 3,2
			63 x 4,0 samt större
Georg Fischer AB (www.georgfischer.se)	ABS	PN10	16 x 1,5
			20 x 1,7
			25 x 1,9
			32 x 2,2
			40 x 2,7
			50 x 3,3 63 x 4,3 samt större

Tabell C7 Exempel på tillverkare eller återförsäljare av glasfiberarmerade epoxirör.

Tillverkare eller återförsäljare	Produktnamn	Typ av rör	Rördimensioner $D_v \cdot T$
Identec AB (www.identec.se)	Ameron Bondstrand® 2000	PN16, med invändig liner	27 x 3,5
			42 x 3,5
			53,2 x 3,6
			81,8 x 3,6
			samt större
GPA Plast (www.gpa.se)	CENTRICAST II	PN10 – PN25, beroende på rördimension, med invändig liner	34 x 5
			48 x 6
			60 x 6
			73 x 6 89 x 6 samt större

SP Sveriges Provnings- och Forskningsinstitut utvecklar och förmedlar teknik för näringslivets utveckling och konkurrenskraft och för säkerhet, resurshushållning och god miljö i samhället. Vi har Sveriges bredaste och mest kvalificerade resurser för teknisk utvärdering, mätteknik, forskning och utveckling. Vår forskning sker i nära samverkan med högskola, universitet och internationella kolleger. Vi är mer än 500 ingenjörer och forskare som bygger våra tjänster på kompetens, effektivitet, opartiskhet och internationell acceptans.



SP Brandteknik
 SP RAPPORT 2004:01
 ISBN 91-7848-942-3
 ISSN 0284-5172



SP Sveriges Provnings- och Forskningsinstitut

Box 857
 501 15 BORÅS
 Telefon: 033-16 50 00, Telefax: 033-13 55 02
 E-post: info@sp.se, Internet: www.sp.se

A Member of

United Competence