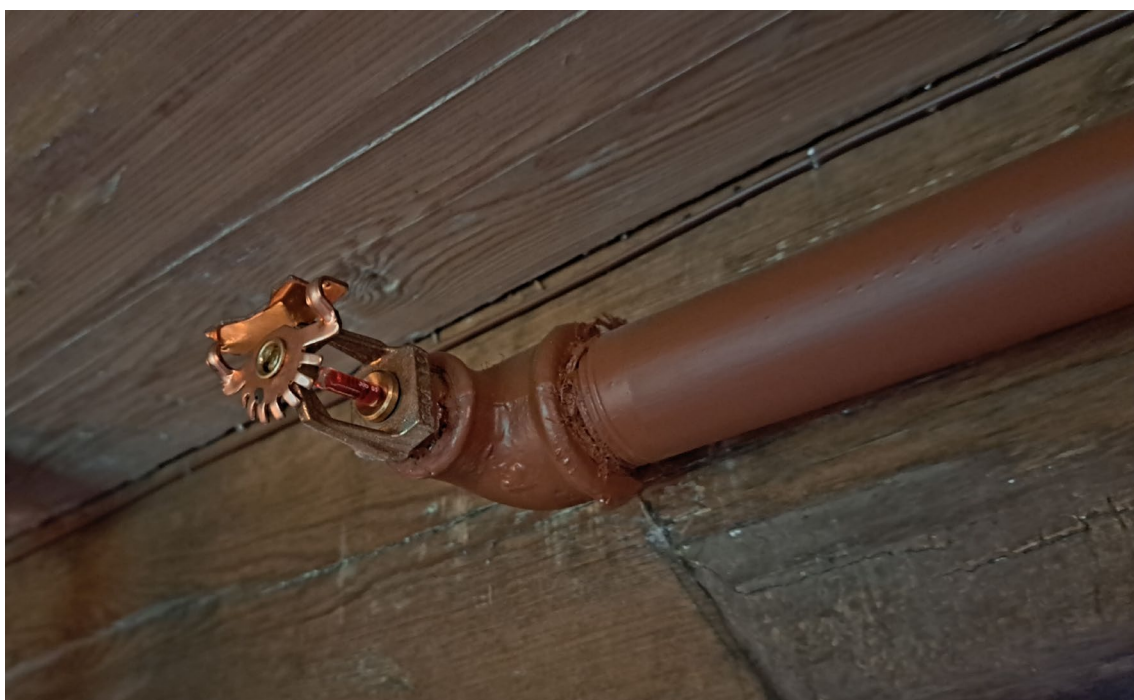




Rekommendationer för installation av sprinklersystem i kyrkor och andra kulturhistoriskt värdefulla byggnader

Magnus Arvidson

Emil Egeltoft, Brandskyddslaget AB

Tomas Godby, Brandskyddsbesiktning T Godby AB

Andreas Bergh

Andrew Gordon

RISE Rapport 2024:99

Rekommendationer för installation av sprinklersystem i kyrkor och andra kulturhistoriskt värdefulla byggnader

Magnus Arvidson

Emil Egeltoft, Brandskyddslaget AB

Tomas Godby, Brandskyddsbesiktning T Godby AB

Andreas Bergh

Andrew Gordon

Abstract

Recommendations for the installation of sprinkler systems in heritage buildings

The objective of the project was to develop recommendations for how sprinkler systems in churches and other culturally valuable buildings can be made with technical solutions that are long-term sustainable and that involve reasonable operating and maintenance needs. The starting point is that the latest edition of accepted standards (SS-EN 12845) and rules for sprinkler systems (SBF 120) as well as for fire alarm systems (SBF 110) should be used. But here it should be recognized that buildings and other conditions are unique, and the individual case may require decisions and technical solutions that are difficult to generalize or predict.

The need for sprinkler systems needs to be based on a methodical evaluation of the fire protection to assess the building's protection value, followed by a detailed examination of the existing fire protection measures and an analysis of possible ignition sources and fire scenarios, how quickly a fire can be detected and what possibilities exist to limit or extinguish the fire at an early stage (by staff or local residents) and the rescue service's response options. For each scenario, an assessment of potential personal and property damage is then made. This analysis should result in an assessment of whether the damage can be considered acceptable or whether additional protective measures, for example an automatic sprinkler system, is desired.

If the sprinkler system is installed as a particular ambition to improve property protection, the property owner is the claimant. The property owner can choose to set higher or lower requirements than the recommendations given in SS-EN 12845 and SBF 120. If the sprinkler system is installed to meet authority requirements (often personal safety requirements), then the relevant legislation also constitutes a requirement. Legislation often specifies SS-EN 12845 or SBF 120 as an acceptable level and any deviations from these need to be verified by the property owner as part of an analytical design or reasonableness assessment. The property owner should also always ensure that the building is insurable and negotiate relevant insurance terms linked to the purpose of the sprinkler system.

The first step in planning a sprinkler system is to establish a design basis, where the purpose and overall functions of the system are established. It then forms the basis for the detailed sprinkler system design and the final delivery inspection. It is normally necessary to have a collaboration between the fire protection consultant, antiquarian expert, conservator, building designer and sprinkler designer already at this stage, who jointly draw up the principal specification.

Based on this specification, the detailed design should be done by a certified sprinkler engineer with extensive experience in designing sprinkler systems for similar facilities. Contact should be made with claimants, building antiques and the county administration at an early stage. Before planning, contact should also be made with the relevant municipality's waterworks department and an analysis of the water quality in the public water supply network should be carried out.

The concrete technical recommendations from the project that should be followed are, among other things, that a full capacity tank is built if connection to the public water supply network is not possible, wet-pipe systems should use stainless steel and/or copper pipes alternatively steel pipes with proper wall thickness, that antifreeze should not be used, that visible pipes with discreet placing and painting are preferable to concealed arrangement of pipes and that sprinklers with fusible links or cylindrical thermal elements should be used instead of sprinklers with glass bulbs. If there is a risk of freezing, the sprinkler system should be designed as either a dry-pipe system or possibly a pre-action system or a wet-pipe system with insulated pipes and electrical trace heating. For spaces where an unintentional sprinkler activation or freezing of any remaining water can cause water damage, a pre-action system of Type A ("double interlock") should be used. Joining of pipes should be done using proven techniques such as welding (undertaken outside the building), threading or with flange joints where an unwanted outflow of water can have major consequences. Installation of sprinklers in unfurnished attic spaces should be carried out according to the recommendations in NFPA 13, alternatively using special approved attic sprinklers. Building engineering measures to prevent water damage due to intentional or unintentional sprinkler activations should be considered.

Key words: Fire sprinklers, heritage buildings, churches.

RISE Research Institutes of Sweden AB

RISE Rapport 2024:99

ISBN: 978-91-89971-65-3

Borås 2024

Innehåll

Abstract.....	2
Innehåll.....	4
Förord.....	7
Sammanfattning	8
1 Inledning	10
1.1 Bakgrund	10
1.2 Målsättning	10
1.3 Metodik	11
1.4 Avgränsningar	11
2 Vad utmärker kulturhistoriskt värdefulla byggnader?	13
2.1 Tidsperspektivet.....	13
2.2 Det kulturhistoriska värdet	13
2.3 Brandrisker och brandscenarier.....	15
2.4 Insatstider och åtkomstmöjligheter	17
2.5 Ingen byggnad är den andra lik.....	17
2.6 Drift och underhållsaspekter	17
2.7 Högre sannolikhet för frysning av vatten.....	17
2.8 Vattenskadeproblematiken.....	18
3 Rekommendationer i SS-EN 12845 och SBF 120:8	19
3.0 Orientering	20
3.1 Omfattning	20
3.2 Normativa hänvisningar [Referenser]	21
3.3 Termer och definitioner.....	21
3.4 Kontraktsförberedelser och dokumentation.....	21
3.5 Sprinklersystemets omfattning	23
3.6 Riskklassificering av verksamheter	25
3.7 Dimensionsbestämmande data	28
3.8 Vattenförsörjning.....	30
3.9 Typ av vattentillopp	34
3.10 Pumpar	40
3.11 Installationstyp och storlek	42
3.12 Sprinklernas placering	47
3.13 Rördimensionering och rörförläggning	49
3.14 Sprinklerdimensionering och användningsområde	53
3.15 Ventiler	58
3.16 Larm och larmanordningar	64
3.17 Rörledningar	68
3.17.1 Krav enligt SS-EN 12845:2015 och SBF 120:8	68

3.17.2	Diskussion om val av sprinklerrör	73
3.17.3	Hantering av rör och rördelar före installation	89
3.17.4	Åtgärder för att förhindra invändig korrosion av rör	90
3.18	Skyltar, meddelanden och information	91
3.19	Driftsättning	96
3.20	Skötsel och underhåll	97
3.21	Regelbunden systembesiktning [Tredje parts besiktning]	102
4	Aspekter som inte omfattas av SS EN-12845 och SBF 120:8	104
4.1	Sprinklersystem för fasader och yttertak	104
4.2	Sprinklersystem på oinredda vindar	106
4.2.1	Rekommendationer i NFPA 13	106
4.2.2	Särskilda vindssprinkler	107
4.3	Tomrörssystem med brandkårsanslutning	110
4.4	Stigarledningar	112
4.5	Gångbryggor för att underlätta kontroll och underhåll	114
4.6	Byggnadstekniska åtgärder för att förhindra vattenskador	117
4.7	Åtgärder för att reducera brandbelastning	119
4.8	Markdränering av vatten från utvändiga system	121
4.9	Provning av lufttätthet i torrörssystem	121
5	Brandlarmsystem	122
5.1	Allmänt	122
5.2	Rekommendationer i SBF 110:8	122
5.3	Installation i kulturhistoriskt värdefulla byggnader	123
5.3.1	Installationsrekommendationer	123
5.3.2	Vanligt förekommande lösningar	124
5.3.3	Vanliga erfarenheter	131
6	Andra tekniska åtgärder för att förbättra brandskyddet	133
6.1	Allmänt	133
6.2	Åskskydd	133
6.3	Inbrottsskydd och inbrottslarm	134
6.4	Kameraövervakning	135
6.5	Passiva brandskyddsåtgärder	136
7	Metodik för val, projektering, installation och drift	139
7.1	Allmänt	139
7.2	Värdering av behov av sprinklersystem	139
7.3	Kravställarens vägval	141
7.3.1	Begreppet kravställare	141
7.3.2	Råd vid upprättande av projekteringsunderlag för sprinkler	141
7.4	Projekteringsskedet	143

7.5	Installationsskedet	145
7.6	Driftskedet.....	146
Referenser		150

Förord

Denna rapport redovisar resultatet från projektet ”Rekommendationer för installation av sprinklersystem i kyrkor och andra kulturhistoriskt värdefulla byggnader”. Projektet finansierades till 75 % av kyrkoantikvarisk ersättning genom Svenska kyrkans nationella program för kunskapsutveckling inom det kyrkliga kulturarvet (Dnr Fkae 2023-0118) och till 25 % av Sprinklerfrämjandet.

Projektets referensgrupp bestod av följande personer:

Staffan Bengtson	Brandskyddslaget AB
Anders Carlsson	Svenska kyrkan, Linköpings stift
Mattias Delin	Brandforsk
Anders Engström	Kyrkans Försäkring AB
Johan Hanberger	Statens fastighetsverk
Geir Jensen	FSS AS (Norge)
Ann-Catrin Johansson	Svenska kyrkan, Kyrkokansliet Uppsala
Joakim Lindqvist	Kyrkans Försäkring AB
Andreas Lundkvist	Brandskyddslaget AB
Claes-Olof Mattsson	Svenska kyrkan, Skara stift
Hanna Nauckhoff	Bengt Dahlgren AB
Karl Markstedt	Brandskyddsföreningen
Göran Persson	Marioff Skandinavien AB
Ikaros Savvidis	Brandskyddsföreningen
Jan Spånslätt	Svenska kyrkan, Göteborgs stift
Johan Strähle	Svenska kyrkan, Västerås stift
Håkan Svensson	Conwise
Stefan Särdaqvist	Myndigheten för samhällsskydd och beredskap, MSB
Alf Thors	AT Brandskydd AB
Benny Wallén	Sprinklerfrämjandet
Johannes Wikström	Svenska kyrkan, Karlstads stift

Omslagsfoto: Magnus Arvidson, RISE.

Sammanfattning

Målsättningen med projektet var att ta fram rekommendationer för hur sprinklersystem i kyrkor och andra kulturhistoriskt värdefulla byggnader kan göras med tekniska lösningar som är långsiktigt hållbara och som innebär rimliga drift- och underhållsbehov. Utgångspunkten är att senaste utgåvan av vedertagna standarder (SS-EN 12845) och regler för sprinklersystem (SBF 120) såväl som för brandlarmsystem (SBF 110) ska följas. Men här ska sägas att byggnader och andra förutsättningar är olika och det enskilda fallet kan kräva beslut och tekniska lösningar som är svåra att generalisera eller förutse.

Behovet av sprinklersystem behöver bygga på en metodisk värdering av brandskyddet för att bedöma byggnadens skyddsvärde följt av en detaljerad undersökning av det befintliga brandskyddet och en analys av tänkbara tändkällor och brandscenarier, hur snabbt en brand kan upptäckas och vilka möjligheter som finns att begränsa eller släcka branden i ett tidigt skede (av hyresgäster, personal eller närboende) samt räddningstjänstens insatsmöjligheter. För varje scenario görs sedan en bedömning av potentiella person- och egendomsskador. Denna analys ska resultera i en värdering om skadorna kan anses acceptabla eller om ytterligare och vilka skyddsåtgärder (till exempel automatiska sprinklersystem) som krävs.

Om sprinklersystemet installeras som en egenambition för att förbättra egendomsskyddet så är fastighetsägaren kravställare. Fastighetsägaren kan välja att ställa högre eller lägre krav än de rekommendationer som ges i SS-EN 12845 och SBF 120. Om sprinklersystemet installeras för att myndighetskrav (ofta personssäkerhet) ska uppfyllas, så utgör även berörd lagstiftning kravställare. Lagstiftningen anger ofta SS-EN 12845 eller SBF 120 som godtagbar nivå och eventuella avsteg från dessa behöver verifieras av fastighetsägaren som en del av en analytisk dimensionering eller skälighetsbedömning. Fastighetsägaren bör dessutom alltid säkerställa att byggnaden är försäkringsbar och förhandla relevanta försäkringsvillkor kopplat till syftet med sprinklersystemet. Det finns även fall där försäkringsbolaget utgör kravställare och kräver att byggnaden har ett sprinklersystem för att försäkra den.

Första steget vid planering av ett sprinklersystem är att upprätta ett projekteringsunderlag där syftet och övergripande funktioner för systemet fastställs. Den utgör sedan underlag för projekteringen av anläggningen och leveransbesiktningen. Det är normalt nödvändigt med ett samarbete mellan brandskyddssakkunnig, antikvarisk sakkunnig, konservator, byggnadskonstruktör och sprinklersakkunnig redan i detta skede.

Baserat på projekteringsunderlaget bör projekteringen göras av certifierad sprinkleringenjör med stor erfarenhet av projektering av liknande anläggningar. Kontakt bör tas med kravställare, byggnadsantikvarie samt länsstyrelse eller Riksantikvarieämbetet i ett tidigt skede. Kommunen behöver dessutom kontaktas för de fall när bygglov och/eller bygganmälan behöver göras. Innan projektering bör även kontakt tas med den aktuella kommunens VA-avdelning och en analys av vattenkvaliteten i det allmänna vattenledningsnätet bör göras.

De konkreta tekniska rekommendationer som bör följas är bland annat att en fullvolymsbassäng anläggs om inte anslutning till det allmänna vattenledningsnätet är

möjlig, våtrörssystem bör utföras av rör i rostfritt stål och/eller av koppar alternativt av stålror av typ handelstuber eller handelsrör, att frysskyddsmedel inte bör användas, att synliga rör med diskret förläggning och inmålning är att föredra framför dold förläggning av rör och att sprinkler med smältlänk eller cylindrisk termisk känselkropp bör användas framför sprinkler med glasbulb. Om risk för frysning föreligger bör sprinklersystemet utföras som antingen ett torrörssystem eller möjligen ett pre-actionsystem eller ett våtrörssystem där en eluppvärmd kabel förläggs mot sprinklerrören och rören förses med termisk isolering. För utrymmen där felaktivering eller frysning av eventuellt kvarstående vatten kan medföra vattenskador bör ett pre-actionsystem av Typ A ("double-interlock") användas. Sammanfogning av rör bör göras med beprövad teknik som svetsning (görs utanför byggnaden), gängning eller med flänsförband där ett oönskat utflöde av vatten kan få stora konsekvenser. Installation av sprinkler i oinredda vindsutrymmen bör utföras enligt rekommendationerna i NFPA 13 alternativt bör särskilda godkända vindssprinkler användas. Byggnadstekniska åtgärder för att förhindra vattenskador bör övervägas.

1 Inledning

1.1 Bakgrund

Under hösten 2023 genomfördes Brandforsk projekt 323-010, ”Driftserfarenheter från sprinklerinstallationer i kyrkor och andra kulturhistoriskt värdefulla byggnader”, se RISE rapport 2023:133.

En av rapportens viktigaste slutsatser är att flera anläggningar använder teknik som när systemen installerades var helt obeprövade. Det gäller i första hand användningen av frysskyddsmedel och gasdrivna (kvävgas) pumpar. Frysskyddsmedel har bidragit till läckage genom både automatiska munstycken och rörkopplingar. Men de har också orsakat höga systemtryck under varma sommark dagar när frysskyddsmedlet i rören expanderar. För flera av anläggningarna har vattenskador uppstått när automatiska munstycken (eller dess glasbulb) brustit. Det är heller inte osannolikt att frysskyddsmedel kan sätta igen automatiska munstycken så att de inte fungerar vid en brand. Flera kvävningstillbud har inträffat när kvävgas som driver en vattenpump strömmat ut i teknikutrymmet med pumpen.

Frysning av kvarstående vatten i torrörssystem har också orsakat ett flertal felaktiveringar och i några fall omfattande vattenskador. Ett fall med frysning där vattenskador undveks eftersom systemet var ett pre-actionsystem av Typ A dokumenterades. För traditionella sprinklersystem används ofta galvaniserade rör i torrörssystem men flera fall med invändig rörkorrosion och läckage från rör dokumenterades. Bristfällig lutning av rör mot lågpunkter och ofullständig dränering av kvarstående vatten är en bidragande orsak till korrosionen.

För både vattendimsystem och traditionella sprinklersystem dokumenterades fall med långa fördröjningstider innan vatten strömmade genom provventilen.

En genomgående observation är att anläggningsskötarna har en mycket viktig roll för att löpande tillsyn och underhåll ska fungera. Men det kräver en stor arbetsinsats och teknisk kompetens. För några anläggningar har hög personalomsättning bidragit till att kompetens saknas och tillsyn och underhåll har blivit eftersatt. De arbetsmoment som ska utföras av anläggningsskötarna, till exempel veckokontroller som provkörning av pumpar, skapar ibland oro hos personalen. Sammantaget har förekomsten av tekniska problem och höga totalkostnader för drift, underhåll, serviceavtal och revisionsbesiktningar bidragit till att flera sprinklersystem har stängts av eller till och med demonterats.

1.2 Målsättning

Målsättningen med projektet var att ta fram rekommendationer för hur sprinklersystem i den här typen av objekt kan göras med tekniska lösningar som är långsiktigt hållbara och som innebär rimliga drift- och underhållsbehov. Utgångspunkten är att senaste utgåvan av vedertagna standarder (SS-EN 12845) och regler för sprinklersystem (SBF 120) såväl som för brandlarmsystem (SBF 110) ska följas.

Projektet har haft målsättningen att:

- Föreslå en metodik för att värdera behovet av ett sprinklersystem och de ställningstaganden som kravställaren behöver göra.
- Dokumentera beprövad och välkänd teknik med enkla och robusta lösningar framför lösningar med fler och ofta komplicerade funktioner.
- Förorda lösningar som inte är knutna till en specifik leverantör och där tillgång till teknisk kompetens och reservdelar kan garanteras under lång tid.
- Betona värdet av bra underhållsrutiner och funktionsprovningar för att tidigt upptäcka och kunna åtgärda fel för att hålla systemet funktionsdugligt.

Härmed utgår vattendimsystem som inte, i alla fall i nuläget, uppfyller flera av ovanstående krav, till exempel att många av de ingående systemkomponenterna är unika för ett specifikt fabrikat.

Rapporten är skriven för kravställare, ägare, förvaltare, försäkringsgivare, projektörer, installatörer, anläggningsskötare och besiktningsmän med flera.

1.3 Metodik

Projektet genomfördes i några olika och delvis överlappande steg:

SS-EN 12845:2015 och SBF 120:8 lästes för att få en bild av dagens rekommendationer för hur sprinkler ska installeras. I rapportens kapitel 3 sammanfattas och kommenteras, med utgångspunkten de förutsättningar som finns i kyrkor och andra kulturhistoriskt värdefulla byggnader, kraven i SS-EN 12845:2015 och SBF 120:8.

Beprövade lösningar identifierades, dels baserat på de driftserfarenheter som framkom i Brandforsk projekt 323-010, dels baserat på den kunskap och de erfarenheter som fanns i projektets projektgrupp och referensgrupp. Information framkom också via samtal med personer utanför projektet och via litteratursökningar.

Aspekter som inte omfattas av SS-EN 12845 och SBF 120:8 identifierades och beskrevs i kapitel 4.

Utformningen av brandlarmsystem och tekniska lösningar som kan anses vedertagna för den här typen av objekt beskrevs i kapitel 5.

Andra tekniska åtgärder för att förbättra brandskyddet sammanfattades i kapitel 6.

Slutligen sammanfattades resultaten för projektet i kapitel 7.

1.4 Avgränsningar

De rekommendationer som kom fram i projektet ska ses som ett komplement till SS-EN 12845:2015 och SBF 120:8. De är förstås inte på något sätt tvingande men målsättningen med rapporten är att redovisa en saklig och väl underbyggd teknisk bakgrund till förslagen.

Naturligtvis kan framtida teknisk utveckling komma att erbjuda alternativa, likvärdiga lösningar till de som föreslås i rapporten. Men här finns en risk att obeprövade lösningar

kan ge problem (i likhet med de som redovisas i Brandforsk projekt 323-010) både i ett kortare och lite längre tidsperspektiv.

Rapporten omfattar inte organisatoriska eller förebyggande (andra än tekniska) åtgärder.

2 Vad utmärker kulturhistoriskt värdefulla byggnader?

En relevant frågeställning är varför brandlarm- och sprinklersystem behöver projekteras, installeras och underhållas på ett delvis annorlunda sätt i kulturhistoriskt värdefulla byggnader jämfört med andra typer av byggnader?

Nedan diskuteras några av aspekterna.

2.1 Tidsperspektivet

Många av de byggnader som räknas som kulturhistoriskt värdefulla har bevarats i flera århundraden och målsättningen är ofta att de fortsättningsvis ska bevaras för kommande generationer. Med en framtida tidshorisont om flera hundra år är det eftersträvarsvårt att brandlarm- och sprinklersystem har en livslängd som överstiger vad som ofta betraktas som acceptabelt i vanliga byggnader.

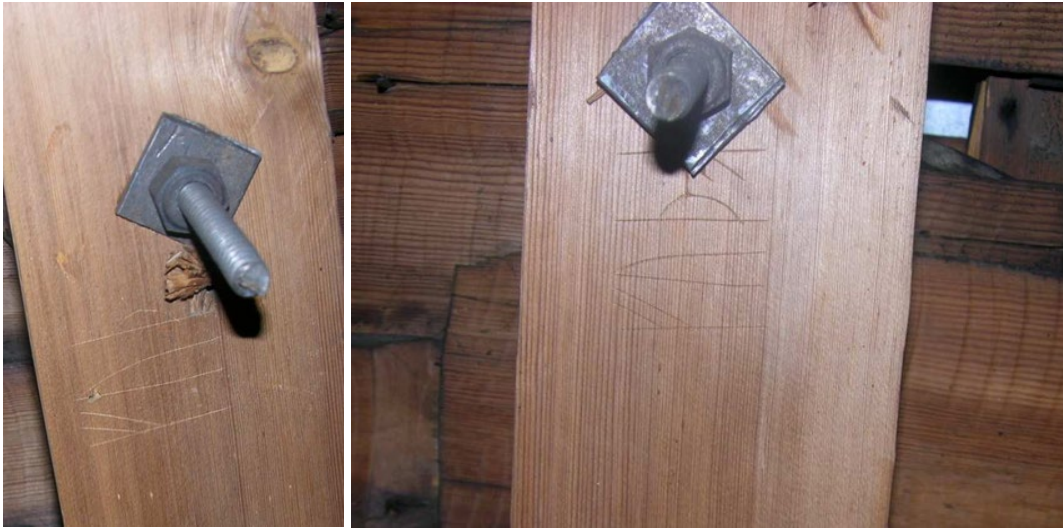
Det är därför av största vikt att beprövade, robusta och hållbara tekniska lösningar används. Det är också viktigt att det finns långsiktig tillgång till teknisk kompetens för service och reparation och långsiktig tillgång till reservdelar.

Utbytbarhet av komponenter med samma eller likvärdiga egenskaper kan behöva göras under systemets tekniska livslängd. Därför bör standardlösningar eftersträvas.

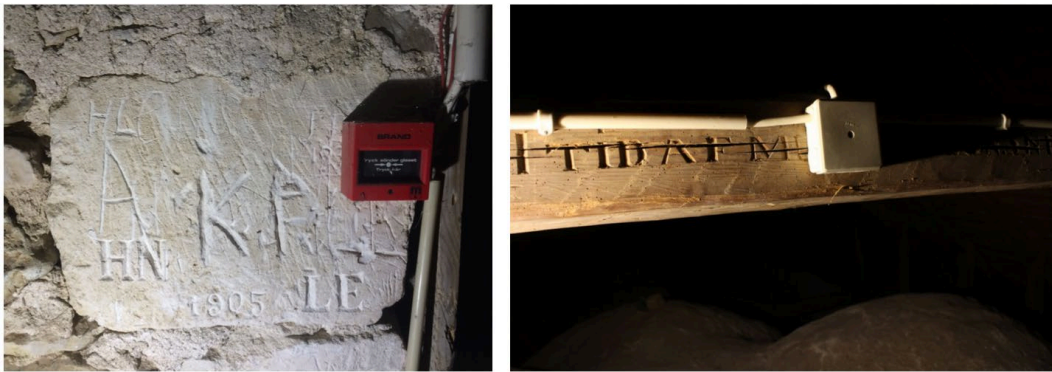
2.2 Det kulturhistoriska värdet

Den här typen av byggnader ställer högre krav på varsamma, diskreta (ibland mer eller mindre dolda) och reversibla installationer. Sett ur en annan aspekt kan det dock ibland vara befogat att tillåta lösningar, till exempel synligt förlagda sprinklerrör, för att underlätta visuella kontroller av systemet. Detta gäller inte minst om det finns risk för frysning av vatten i rörsystemet.

Vid alla typer av installationer såsom elinstallationer, brandlarminstallationer och inte minst sprinklerinstallationer finns det en uppenbar risk att en obetänksam eller ovarsam installation kan orsaka skador på konstruktioner, målningar, dekorationer eller ristningar som är svåra eller omöjliga att återställa. Figur 1 och Figur 2 visar några dåliga exempel från äldre kyrkor.



Figur 1 Två exempel på mycket oaktsam placering av bultar i en kyrka från 1190-talet som anses ha Nordens äldsta timmermansmärkningar. Foto. Kalle Melin, Knadriks Kulturbbygg AB.



Figur 2 Mycket dåligt vald placering av larmknapp för brandlarm och eldragning med tillhörande kopplingsdosa. Foto. Kalle Melin, Knadriks Kulturbbygg AB.

Rör eller ledningsdragningar bör också göras så att de harmoniserar med byggnadskonstruktionen. Melin (2023) ger följande konkreta råd vad gäller installationer i kulturhistoriskt värdefulla byggnader:

- Tillstånd ska finnas från länsstyrelsen eller Riksantikvarieämbetet.
- Låt inte installatören bestämma var och hur ledningar ska dras. All dragning ska förevisas och diskuteras i förväg med antikvarisk expert. Det blir ofta ett billigare och bättre slutresultat.
- Vid omdragning av el, passa på att sanera och välj noga var nydragningen ska ske.

Bra installationer på kyrkvindar kräver enligt Melin (2023) bland annat att:

- Beställare behöver tänka igenom behov, det bör ej överlåtas åt entreprenör.
- Samverkan mellan beslutsfattare, beställare, antikvariskt medverkande och entreprenör är nödvändig under planering och genomförande.
- Det unika behovet får styra och utgångspunkten är ”ju mindre desto bättre”.
- Det som installeras för att skydda ska inte skada mer än det skyddar.

- Installationsdragning diskuteras på plats med antikvariskt medverkande. Planerad dragning som inverkar på eller döljer historiska konstruktioner ska först undersökas så att inte medeltida ristningar fördärvas eller döljs.

Råden är förstå även tillämpbara för alla typer av byggnader och inte bara kyrkor.

Installationer och tilläggsisoleringar som genomförs för att tillgodose moderna behov kan orsaka skador på taklag. Gradvisa tillägg som gångbryggor för inspektion, belysning, kabeldragningar, brandlarm- och sprinklersystem liksom smuts, skräp och isolering på fel ställe minskar upplevelsen av rummen och försvårar inspektion som kan identifiera skador och tecken på nedbrytning. Ökad luftfuktighet orsakad av tilläggsisoleringar kan ge upphov till mögel, röta och skadeinsekter. Klimatförändringarna kommer fortare än förväntat och åtgärder för energieffektivisering, energiomställning och klimatanpassning vidtas också fort. Det är därför angeläget att de tekniska åtgärder som genomförs varken skadar dessa unika konstruktioner eller reducerar deras kulturhistoriska värden. RISE har under 2022 - 2024 bedrivit ett projekt för att ta fram en vägledning med goda exempel för hur kulturvärden och klimatomställningsåtgärder kan balanseras för vårt äldsta bevarade träbyggande (Hagelqvist, 2024 och Sandin, 2024).

2.3 Brandrisker och brandscenarier

Anlagd brand är generellt sett en vanlig brandorsak och det finns anledning att tro att det är vanligare i kulturhistoriskt värdefulla byggnader än i normala byggnader. Brandskadestatistik från England åren 1999 - 2003 visar att två tredjedelar (67,8 %) av alla bränder i kulturhistoriskt värdefulla byggnader är anlagda. Den näst vanligaste brandorsaken var elbränder (6,5 %) följt av heta arbeten (4,8 %). För 14,5 % av bränderna var brandorsaken inte känd. Statistiken omfattade totalt 62 bränder. Detta kan jämföras med storskadestatistik där ungefär 40 % av alla bränder var anlagda. Noterbart är även att över 80 % av alla bränder i brittiska kulturhistoriskt värdefulla byggnader startade nattetid. Intressant att notera är också att antalet bränder i utrymmen som förväntas ha en hög sannolikhet för brand, som pannrum, verkstäder eller kök, var låg (Helm, 2005).

En sammanställning av bränder i svenska kyrkor säger att i snitt en kyrka per år förstörs vid brand (Alexandersson och Karls Fors, 2004). I denna studie sammanställdes brandorsaken för sjutton kyrkobränder åren 1959 – 2001. Sju av bränderna (alltså drygt 40 %) var anlagda, ett par av dem av "satanister". För fem av bränderna angavs tekniska fel som orsak, främst i elsystemen. För fyra av bränderna gick det inte att fastställa orsaken, även om branden i Ryssby kyrka misstänks vara anlagd och en teori är att branden i Trönö kyrka startade när det nymålade golvet självantände. Den sjuttonde branden, branden i Ransäters kyrka, startade i samband med restaureringsarbeten. År 2005 var cirka 13 % av alla bränder i svenska byggnader anlagda, men det finns ett stort mörkertal så den faktiska andelen är förmodligen högre.

Under slutet av 1900-talet och början av 2000-talet tros en specifik person, den så kallade "Gryningspyromanen", ha bränt ned eller försökt att anlägga brand i hundratals byggnader, flera med högt kulturvärde (Erlandsson, 2012).

I Finland är uppskattningsvis 60 % av kyrkobränderna i mer modern tid anlagda. Sedan 1985 då Pedersöre kyrka brann har fem kyrkor totalförstörts eller fått omfattande skador: S:t Olavs kyrka i Tyrvis (1997), Borgå domkyrka och Gruvsta kyrka i Vanda (2006), träkyrkan i Ylivieska (2016) och träkyrkan i Kiihtelysvaara (2018). I samtliga fem fall var branden anlagd och i samtliga fall utom i Ylivieska antändes kyrkan utifrån (Sandberg, 2018). Mitt under juldagsgudstjänsten 2022 totalförstördes träkyrkan i Rautjärvi vid en brand som misstänkts vara anlagd. Branden startade förmodligen nära huvudentrén och i den klockstapel som finns i omedelbar anslutning till entrén. Branden spred sig snabbt, vilket tyder på att den inte startade av naturliga orsaker och en del av kyrkans dörrar var även bundna med snören från utsidan (Westö, 2022).

Dessutom orsakar anlagda bränder ofta större brandskador eftersom (National Fire Chiefs Council, 2016):

- Brand ofta anläggs på flera ställen samtidigt.
- Ofta används brandfarliga vätskor vilket gör att branden tillväxer snabbare.
- Brand anläggs på särskilt utsatta eller känsliga ställen efter mörkrets inbrott, när byggnaden är obevakad och det tar längre tid innan en brand upptäcks.
- Det förekommer att brandanläggaren medvetet gör åverkan på det passiva eller aktiva brandskyddet, till exempel genom att ställa upp branddörrar, stänga av brandlarm eller sprinklersystem, etc.

Här kan tilläggas att kulturhistoriskt värdefulla byggnader ofta har sämre passivt brandskydd än moderna byggnader.

Den enklaste åtgärden för att dramatiskt minska risken för anlagd brand är enligt referensen att öka medvetenhet hos ägare, hyresgäst(er), personal och andra personer med anknytning till byggnaden eller området. För att minska sannolikheten för en anlagd brand bör ägare och/eller hyresgäst systematiskt bedöma byggnaden ur en potentiell brandanläggares perspektiv. Till exempel genom att gå runt insidan och utsidan av byggnaden och bedöma möjligheten att anlägga en brand i brännbart material eller byggnaden och att bedöma hur en brand skulle kunna sprida sig. När eventuella brandrisker har identifierat går det att utforma ”kontrollåtgärder” för att förhindra möjligheten till åtkomst och tillgång till brännbart material.

Den engelska Brandskyddsföreningen har publicerat ett dokument som beskriver en strukturerad riskbedömning och en checklista för att förhindra anlagd brand (Fire Protection Association RC48, 2010). Dokumentet innehåller förslag till praktiska åtgärder som kan vidtas för att avskräcka en potentiell brandanläggare, både när det gäller fysiska säkerhetsåtgärder och hur byggnaden förvaltas. Till det senare kan nämnas att ägare och/eller hyresgäst verkar för ett gott arbetsklimat och arbetssämja bland personalen, att referenser tas på personer som anställs, att det finns rutiner för avfallslagring och hantering, etc.

MSB (Myndigheten för samhällsskydd och beredskap) gav 2016 ut en vägledning som visar hur man kan förebygga och minska risken för anlagda bränder både inne i och utanför byggnader (MSB, 2016). Enligt vägledningen kan många anlagda bränder förhindras genom att hålla god ordning och arbeta systematiskt med förebyggande åtgärder. Vägledningen innehåller praktiska råd som riktar sig till både fastighetsägare och personer som vistas i lokalerna.

2.4 Insatstider och åtkomstmöjligheter

På landsbygden har räddningstjänsten ofta långa insatstider och ibland begränsade resurser. Utanför tätbebyggda områden finns heller inte möjlighet att koppla upp utrustning till det allmänna vattenledningsnätet utan vatten för brandsläckning får hämtas från sjöar, vattendrag eller branddammar.

Utvändig släckning kan försvåras av byggnadens höjd, utbredning eller för att höjdfordon inte kan komma in på borggårdar eller innanför kyrkmurar. Invändig brandsläckning kan försvåras av långa och svåra inträngningsvägar, smala spiraltrappor eller invändiga stegar och byggnadens höjd.

2.5 Ingen byggnad är den andra lik

Byggnader från olika tidsepoker har olika utformning och konstruktionslösningar som gör att ingen byggnad är den andra lik. Över tid kan dessutom om- och tillbyggnationer ha förändrat hela eller delar av en byggnad.

Detta ställer särskilda krav på utformning och installation av brandlarm- och sprinklersystem och storskalig prefabricering av till exempel sprinklerrör med standardlängder är omöjlig.

2.6 Drift och underhållsaspekter

Sammanställningen av driftserfarenheter i Brandforsk projekt 323-010 visar hur viktig regelbunden kontroll, provning och underhåll är för att säkerställa att systemet fungerar vid brand. Men för flera av objekten upplevs drift och underhåll som betungande. Det gäller särskilt mindre församlingar som saknar en gemensam organisation för förvaltning.

System bör alltså utformas för att underlätta anläggningsskötarnas åtaganden och vara enkelt uppbyggda. "Less is more" - fler komponenter och funktioner tillför komplexitet och fler delar som behöver kontrolleras, underhållas och som kan gå sönder.

2.7 Högre sannolikhet för frysning av vatten

Generellt sett har äldre byggnader sämre värmeisolering än moderna byggnader och den naturliga ventilationen genom ytterväggar, tak och fönster bidrar till att minska risken för fuktskador varför tilläggsisolering ofta avrådes. I kulturhistoriskt värdefulla byggnader är det också vanligt att inomhustemperaturen sänks vintertid för att reducera uppvärmningskostnaderna. Sprinklerrören förläggs också ofta på oisolerade kallvindar, inte bara för sprinklerna på själva vinden utan även för sprinkler i de uppvärmda delarna av byggnaden.

Gordon (1996) har studerat frysning av vatten i vattenledningsrör i bostadshus. När vatten i vätskefas fryser till is expanderar det i volym med 8 % och den allmänna uppfattningen är att det är denna volymökning som gör att vattenledningsrör brister. Detta är dock inte helt korrekt. Rören eller rörkopplingarna brister inte av det fysiska tryck som appliceras av tillväxande is, utan av för högt vattentryck. Ett rör som är öppet i en ände kan inte trycksättas och kommer därför inte att brista. I ett slutet rör kommer

volymökningen på grund av tillväxten av is att resultera i ett ökande vattentryck som till slut får rören eller någon annan svag punkt att brista. Ett slutet rörsystem som är fyllt med vatten kan därför brista i dess svagaste punkt och inte nödvändigtvis i den punkt där vattnet fryser, alltså även i en uppvärmd del av byggnaden. Eftersom isen kan förhindra att vatten strömmar i rörsystemet kan utflödet och vattenskadan dessutom uppstå när isen tinar.

2.8 Vattenskadeproblematiken

Sammanställningen av driftserfarenheter i Brandforsk projekt 323-010 redovisar flera fall där vattenskador uppstått på grund av att 1) glasbulben i automatiska sprinkler eller munstycken brustit 2) metalliska delar i automatiska munstycken brustit eller 3) att rörkopplingar brustit.

Att ovanstående delar går sönder kan härledas till höga tryck i rörsystemet när frysskyddsmedel expanderat under årets varma månader eller höga tryck i rörsystemet när kvarstående vatten i torrörssystem frusit under årets kallare månader. Över en längre tid är det också troligt att tryckvariationer i rörsystemet bidrar till materialutmattning i glasbulber och i de metalliska delarna av munstycken.

För kulturhistoriskt värdefulla byggnader kan utströmmande vatten innebära materiella skador som är omöjliga att återställa. Därför finns det anledning att ställa högre krav på tekniska åtgärder för att förhindra att vatten strömmar ut oavsiktligt och för att avleda släckvatten som strömmar ut vid brand.

3 Rekommendationer i SS-EN 12845 och SBF 120:8

Det svenska regelverket SBF 120 för automatiska vattensprinkleranläggningar publiceras av Brandskyddsföreningen och måste normalt uppfyllas för att de svenska försäkringsbolagen ska acceptera sprinkleranläggningen. Den senaste utgåvan, SBF 120:8 som utkom år 2016, är uppdaterad enligt nya utgåvor av den svenska standarden (och europastandarden) SS-EN 12845:2015 och rekommendationer från amerikanska National Fire Protection Association (NFPA) och har en struktur som överensstämmer med europastandarden. De kapitel som ingår i SBF 120:8 och SS-EN 12845:2015 är följande:

0. Orientering
1. Omfattning
2. Normativa hänvisningar [benämnd Referenser i SBF 120:8]
3. Termer och definitioner
4. Kontraktsförberedelser och dokumentation
5. Sprinklersystemets omfattning
6. Riskklassificering av verksamheter
7. Dimensionsbestämmande data
8. Vattenförsörjning
9. Typ av vattentillopp
10. Pumpar
11. Installationstyp och storlek
12. Sprinklernas placering
13. Rördimensionering och rörförläggning
14. Sprinklerdimensionering och användningsområde
15. Ventiler
16. Larm och larmordningar
17. Rörledning
18. Skyltar, meddelanden och information
19. Driftsättning
20. Skötsel och underhåll
21. Regelbunden systembesiktning [benämnd Tredjeparts besiktning i SBF 120:8]

Bilagor

Regelverket SBF 120:8 innehåller inte texten från standarden SS-EN 12845, varför en användare behöver ha tillgång till båda dokumenten. Brandskyddsföreningen erbjuder dock ett samtryck som innehåller den svenska översättningen av standarden SS-EN 12845:2015 och regelverket SBF 120:8 där texterna har samlats i löpande följd och i samma format. Standarden (endast) kan beställas direkt från Svenska institutet för standarder, SIS.

Nedanstående underkapitel följer den struktur och använder de kapitelrubriker som används i SBF 120:8.

Under varje underkapitel finns kommentarer och rekommendationer utöver de i SS-EN 12845 och SBF 120:8 som anses lämpliga för kulturhistoriskt värdefulla byggnader. Texten är inramad för att förenkla för läsaren att hitta den.

Några relevanta delar av dokumentens bilagor omfattas men inte bilagorna i dess helhet.

Här kan också nämnas att Brandskyddsföreningen arbetar om stora delar av SBF 120:8 och att en ny utgåva av regelverket (SBF 120:9) beräknas bli klar under 2025.

3.0 Orientering

Detta inledande avsnitt i SS-EN 12845:2015 ger en allmän beskrivning av ett automatiskt vattensprinklersystem avseende dess funktion och ingående delar.

Här har SBF 120:8 kompletterande text som bland annat säger att installationen av ett vattensprinklersystem i vissa fall kan vara ett krav från myndighet eller utgöra ett byggnadstekniskt byte för en annan brandskyddsåtgärd. Funktion, underhåll och besiktning av vattensprinklersystem ska redovisas i det systematiska brandskyddsarbetet respektive brandskyddsdokumentationen. Överensstämmelse med SBF 120:8 ska visas genom det så kallade anläggarintyget från anläggarfirman.

Majoriteten av de sprinklersystem som dokumenterades i Brandforsk projekt 323-010 har installerats som egendomsskydd där i första hand det kulturhistoriska värdet och inte det ekonomiska värdet ska skyddas. Sprinklersystemen har i de allra flesta fall installerats på initiativ av fastighetsägaren. I dessa fall kan det finnas möjlighet att göra avsteg från rekommendationerna i SS-EN 12845:2015 och SBF 120:8. Avsteg för antikvariska hänsyn kan behöva göras, till exempel avseende placering av sprinkler.

Men för några av objekten är sprinklersystemet en förutsättning för att myndighetskrav ska uppfyllas och därmed en viktig del av personsäkerheten i byggnaden. Myndighetskrav kan ställas utifrån Lagen om skydd mot olyckor, Boverkets Byggregler eller Arbetsmiljöverkets föreskrifter. Sprinklersystemet kan exempelvis kompensera för begränsningar i utrymningsvägar, eller för att medge hotellverksamhet. I dessa fall är möjligheterna mindre att göra avsteg från rekommendationerna i SS-EN 12845:2015 och SBF 120:8 vad gäller till exempel sprinklersystemets omfattning, antal pumpar och systemets varaktighet. Om avsteg görs ställs vanligen högre krav på att avsteget verifieras.

3.1 Omfattning

Här sägs att SBF 120:8 ska tillämpas tillsammans med SS-EN 12845:2015 och det finns textavsnitt som antingen kompletterar eller ersätter texten i SS-EN 12845:2015.

Textavsnitt med skrivningen *"Kompletterar texten i SS-EN 12845:2015"* är avsedda att tillämpas tillsammans med texten i SS-EN 12845:2015 och textavsnitt med skrivningen *"Ersätter texten i SS-EN 12845:2015"* är avsedda att användas i stället för motsvarande punkt i SS-EN 12845:2015. Text där det inte finns några kompletterande krav anges med *"Inga krav utöver SS-EN 12845:2015"*.

Det betonas i SBF 120:8 att ett vattensprinklersystem endast är en del av en byggnads brandskydd. Det är väsentligt att brandskyddets helhet beaktas och att även andra

åtgärder vidtas gällande byggnadstekniskt brandskydd, tekniska installationer och personalens utbildning. SBF 120:8 omfattar inte dessa åtgärder.

Här kan noteras att SBF 120:8 ställer krav på personers behörighet för att projektera, installera, besiktiga och underhålla sprinklersystem. I de flesta fall är de som underhåller systemen en del av personalen (anläggningsskötare). SBF 120:8 omfattar dock inte övriga delar av brandskyddet eller reglerar personalens brandskyddskunskap.

SBF 120:8 anger minimikrav. Det finns alltså ingen problematik med att tillämpa högre krav.

3.2 Normativa hänvisningar [Referenser]

Detta kapitel redovisar de andra dokument som SS-EN 12845:2015 hänvisar till. För hänvisningar som är daterade gäller endast den angivna utgåvan. För odaterade hänvisningar gäller den senaste utgåvan (inklusive tillägg).

SBF 120:8 benämner avsnittet Referenser och listar ett antal referenser utöver de som finns i SS-EN 12845:2015. Här sägs också att senaste utgåvan ska tillämpas, inklusive ändringar och tillägg om inte en daterad utgåva anges. Listan omfattar både internationella och nationella standarder samt dokument utgivna av Brandskyddsföreningen.

3.3 Termer och definitioner

Här redovisas termer och definitioner i SBF 120:8. SBF 120:8 har ett antal definitioner utöver de SS-EN 12845:2015, bland annat definieras Anläggarfirma, Anläggaringtyg, Behörig ingenjör, Besiktningsfirma, Besiktningsintyg och Besiktningsman men också tekniska begrepp som CMSA-sprinkler och Flexibel slang.

Ett nyckelbegrepp som definieras är Kravställare: ”Den (eller de) organisation(er) som har krävt eller begärt installationen av vattensprinklersystemet och/eller ska godkänna utförande av det, till exempel byggherre, fastighetsägare, nyttjanderättshavare, försäkringsbolag, räddningstjänst eller byggnadsnämnd”.

Kravställarens vägval diskuteras i kapitel 7 i denna rapport.

För Sprinklercentral finns en text i SBF 120:8 som kompletterar texten i SS-EN 12845:2015.

3.4 Kontraktsförberedelser och dokumentation

Kapitlet har en allmän inledning (4.1), ett avsnitt om inledande överväganden (4.2), förberedande eller bedömningsskede (4.3) och ett avsnitt om projekteringsstadiet (4.4). Dessutom finns ett avsnitt (4.5) med tillkommande krav avseende projekteringsgranskning.

Enligt avsnitt 4.1 ska ritningar och övrig dokumentation innehålla bland annat anläggningsägarens och/eller brukarens namn, anläggningens adress och belägenhet,

verksamhet i varje byggnad, konstruktörens namn, etc. När den preliminära konstruktionen tas fram bör man enligt avsnitt 4.2 tänka på den effekt som byggnadens konstruktion, andra installationer i byggnaden samt arbetsrutiner inom anläggningen kan ha på sprinklersystemet framtida funktionsduglighet. Behov av andra brandskyddsåtgärder ska värderas och brandskyddet ska bedömas i sin helhet. Effekter vid samverkan mellan sprinklersystemet och andra brandtekniska installationer ska beaktas. Kravställare (se definition i rapportens kapitel 3.3) ska kontaktas i tidigt skede och ska rådfrågas när riskklassificering fastställs.

För kulturhistoriskt värdefulla byggnader behöver aktuell länsstyrelse eller Riksantikvarieämbetet rådfrågas vid installation av brandlarm- och sprinklersystem och ge sitt tillstånd.

Kommunen behöver kontaktas för de fall när bygglov och/eller bygganmälan behöver göras. I kapitel 8, 13 § i Plan- och bygglag (2010:900) finns ett förvanskningförbud som säger att en byggnad som är särskilt värdefull från historisk, kulturhistorisk, miljömässig eller konstnärlig synpunkt inte får förvanskas. I kapitel 8, 17 § finns ett krav som säger att ändring av en byggnad och flyttning av en byggnad ska utföras varsamt så hänsyn tas till byggnadens karaktärsdrag och tar till vara byggnadens tekniska, historiska, kulturhistoriska, miljömässiga och konstnärliga värden.

Här bör även sakkunniga (såsom brandskyddskonsulter, byggnadsantikvarier, försäkringsbolag och räddningstjänst) rådfrågas och erfarenheter från andra installationer beaktas. Det rekommenderas att ett kritiskt angreppssätt ansätts och personer med olika erfarenheter och kompetens bör rådfrågas för att få en bred bild av behov och problematik. Aspekter som teknisk livslängd, underhållsbehov och underhållskostnader, långsiktig tillgång till specialistkunskap och reservdelar behöver värderas. Se diskussion i kapitel 7 i rapporten.

För avsnitt 4.2 som behandlar inledande överväganden har SBF 120:8 en kompletterande text som säger att kravställaren avgör om Bilaga F ska tillämpas och att kravställaren alltid är den som fastställer riskklassificeringen. Bilaga F i SS-EN 12845:2015 omfattar ”Tilläggsåtgärder för att öka systemets tillförlitlighet och tillgänglighet”.

Några av de rekommendationer i Bilaga F som kan vara tillämpliga för kulturhistoriskt värdefulla byggnader är att sprinklersystemet delas upp i zoner, att dubbla larmventiler används och att anläggningen minst ska ha ett så kallat förbättrat enkelt vattentillopp.

Andra tilläggsfunktioner att beakta är att anläggningens funktion upprätthålls vid höjd beredskap eller krig eller vid till exempel bortfall av elförsörjning eller kommunalt vatten.

I ett förberedande eller bedömningsskede (avsnitt 4.3) behövs mer detaljerad information, till exempel typ av installation, riskklassificering, omfattning av skyddet och eventuellt oskyddade delar och sektionsritningar som anger höjden för högst belägna sprinkler över en angiven hydraulisk referenspunkt och en allmän beskrivning av vattenkällan. För avsnitt 4.3 har SBF 120:8 inga krav utöver de i SS-EN 12845:2015.

I projekteringsstadiet ska det enligt avsnitt 4.4 utöver ritningar finnas information om till exempel sektionsbeteckningar, antal sprinkler inom varje sektion och

komponentförteckningar. Arbetsritningarna ska innehålla detaljerad information om riskklass, dimensionerande lagringshöjd, konstruktionsdetaljer för byggnaden, sektionsritningar för varje våningsplan, visa byggnadsdetaljer och installationer som kan påverka sprinklerinstallationen och sprinklernas spridningsbild, ange typ av sprinkler och aktiveringstemperatur, ange placering av larmventiler, flödesvakter, visa lutningen på rörnätet, mm. För avsnitt 4.4 har SBF 120:8 ett antal krav som ersätter de i SS-EN 12845:2015 och en del tillkommande krav. De redovisas inte i detalj här men ett viktigt krav är att projektören ska vara behörig ingenjör (enligt aktuell SBF-norm) och ansvarar för hela projekteringen. Ett tillkommande krav är att projektören ska anmäla till kravställare eller dennes ombud när projekteringen är färdig. Kravställare bör granska och bedöma dokumentationen genom att utföra en projekteringsgranskning enligt avsnitt 4.5.

Här kan noteras att den detaljeringsgrad som krävs enligt avsnitt 4.4 kräver att det finns ett detaljerat ritningsunderlag för byggnaden. Ibland kan detaljerade ritningar saknas för kulturhistoriskt värdefulla byggnader.

Avsnitt 4.5 i SBF 120:8 beskriver hur projekteringsgranskning bör göras i de fall kravställaren kräver en sådan. Granskningen syfte är en kompetent opartisk tredjepartskontroll av projekteringen. Projekteringsgranskaren ska vara behörig ingenjör och granskningen ska göras i god tid innan installationen påbörjas. Granskningen ska minst omfatta riskklassificeringen, fastställa erforderlig vattentäthet och verkningsyta samt granskning val av sprinklertyper och andra komponenter, installationsritning, hydraulisk beräkning och vattenkällas kapacitet. Granskningen ska dokumenteras på lämpligt sätt.

Här kan noteras att både projektering och granskningen därav ställer särskilda krav på erfarenhet och kompetens för just kulturhistoriskt värdefulla byggnader. Projekteringsgranskning enligt avsnitt 4.5 i SBF 120:8 torde vara en lämplig åtgärd för att ta till vara synpunkter från en tredje part.

3.5 Sprinklersystemets omfattning

Kapitlet har ett avsnitt om byggnader och utrymmen som ska skyddas (5.1), krav för lagring i det fria (5.2), krav på brandteknisk avskiljning (5.3), vägledning för dolda utrymmen (5.4) och höjdskillnad mellan högsta respektive lägst placerade sprinkler.

Som utgångspunkt (avsnitt 5.1.1) gäller att alla utrymmen i en byggnad eller anslutande byggnad ska förses med sprinkler. Undantag som medges är bland annat tvättutrymmen och toaletter (men inte kapprum) utförda i icke-brännbart material, separata trapphus och separata vertikala schakt (till exempel hissachakt eller installationsschakt) som inte innehåller brännbart material och som är brandtekniskt avskilda genom sin konstruktion samt utrymmen som skyddas av annat automatiskt släcksystem, till exempel gassläcksystem. SBF 120:8 anger också att hissmaskinrum enbart avsett för eldrift inte får sprinklas. Hydraulikhissmaskinrum bör däremot sprinklas under förutsättning att personskaderisk på grund av vattenbegjutning minimeras.

Trapphus och installationsschakt i kulturhistoriskt värdefulla byggnader kan vara angelägna att förse med sprinkler eftersom de sällan uppfyller formella brandtekniska klasser.

För kulturhistoriskt värdefulla byggnader finns ofta önskemål att sprinkler inte ska installeras i utrymmen där installationen påverkar antikvariska värden, det visuella intrycket eller där en oavsiktlig aktivering kan medföra omfattande vattenskador. Det förekommer också att sprinkler inte installeras i utrymmen med hög takhöjd, till exempel större kyrksalar, med hänvisning till att takhöjden fördröjer aktiveringen. Sådana undantag är därmed en del av en medveten riskanalys som är viktig att förankra hos sprinklerprojektören, se diskussion i kapitel 7 i rapporten.

I avsnitt 5.3 beskrivs brandteknisk avskiljning. Här ställs krav att en del av en byggnad med sprinkler ska vara brandtekniskt avskild (60 minuters brandmotstånd) från en del utan sprinkler och att dörrar mellan de olika delarna ska vara försedda med dörrstängare eller stänga automatiskt vid brand.

För kulturhistoriskt värdefulla byggnader kan dessa krav vara svåra att uppfylla eftersom det inte är säkert att väggar, tak eller dörrar uppfyller formella brandklasser. Exempel där bara delar av byggnaden har sprinkler är större kyrkor eller slott där endast vindsutrymmet och tornet har sprinkler. Ofta är kyrkvalv i tegel eller vindsbjälklag försett med brandbotten, vilket kom som krav redan på 1700-talet. Dessa ska skydda så att en brand på vinden inte sprider sig ner i byggnaden.

En brandteknisk bedömning kan behöva ske på exempelvis dörrar, bjälklag, väggar och bärförmåga. Det finns sedan 2024 en teknisk specifikation för brandtekniska bedömningar som ger råd och riktlinjer om detta (SIS, 2024).

Avsnitt 5.4 beskriver dolda utrymmen där grundkravet är att utrymme mellan obrännbart bjälklag och tätt, obrännbart undertak inte behöver förses med sprinkler under förutsättning att utrymmet saknar brännbart material. Om det finns kabelstegar överstigande viss bredd med elkablar av viss klass (detaljkrav återges ej här) i utrymmet så ska det förses med punktskydd med sprinkler. I klassade utrymningsvägar (till exempel avskilda trapphus och korridorer i hotell) ska sprinkler installeras oavsett bredd på kabelstege. Sprinkler ska också installeras över berört område om det förekommer annat brännbart material som överstiger 200 MJ/m. Om utrymmet mellan bjälklag och undertak överstiger 1,5 m så ska särskild utvärdering göras av skyddets utformning och utförandet ska godkännas av kravställaren.

För kulturhistoriskt värdefulla byggnader kan det i vissa fall vara svårt att identifiera dolda utrymmen eftersom bra ritningsunderlag kan saknas. Det kan också vara praktiskt svårt att installera sprinkler i dolda utrymmen. Dolda utrymmen utgör dock en risk för brandspridning och bör särskilt beaktas och förses med sprinkler om det är praktiskt möjligt alternativt bör utrymmet avskiljas brandtekniskt. Många kulturhistoriskt värdefulla byggnader är dessutom i trä (eller kan ha brännbara ytskikt) vilket innebär att kravet på ”obrännbart bjälklag” inte uppfylls.

När höjdskillnaden mellan sprinklersystemets högsta respektive lägsta placerade sprinkler i en byggnad överstiger 45 m ska kraven i Bilaga E tillämpas enligt avsnitt 5.5.

Kyrktorn är kanske det bästa exemplet på när dessa krav ska tillämpas. Bilaga E, ”Särskilda krav för anläggningar i höga hus”, är tillämpliga för byggnader avsedda för verksamheter där riskklassen inte överstiger OH3. Enligt avsnitt E 2.2 ska sprinklersystem i höga hus indelas i sektioner på ett sätt som gör att höjdskillnaden mellan högst och lägst belägna sprinkler inom enskild sektion ej överstiger 45 m. För ett

smalt kyrktorn högre än 45 m torde dock sprinklersystemet för hela tornet kunna utföras som en enda sektion. Däremot bedöms det som rimligt att tornet är en sektion och vinden en annan sektion.

3.6 Riskklassificering av verksamheter

Kapitlet har en allmän inledning (6.1) och omfattar sedan en beskrivning av olika verksamhetsklasser (6.2) och lagring (6.3).

Innan projekteringen av ett sprinklersystem påbörjas så ska verksamheten klassificeras som antingen Låg riskklass (LH), Normal riskklass (OH) eller Hög riskklass (HH) enligt avsnitt 6.1. Riskklassificeringen beror på verksamhetstyp och brandbelastning. Avsnitt 6.1 kompletteras i SBF 120:8 med en text som säger att riskklassificeringen utgörs av en sammanvägning av verksamheten och brandbelastningen och att det alltid är kravställaren som fastställer riskklassen.

Exempel på verksamheter finns i standardens Bilaga A och återges inte i sin helhet här.

Följande klassificering av verksamheter som kan finnas i kulturhistoriskt värdefulla byggnader identifierades i Bilaga A:

- OH1: Hotell, Bibliotek (ej bokhandel), Restauranger, Kontor (med hänvisning till avsnitt 6.2.2.).
- OH2: Muséer.
- OH3: -.
- OH4: Biografer och teater, Konserthall.

Från ovanstående verksamheter kan ses att ”kyrkor” inte finns med. Kyrkorum, sakristia, vapenhus och andra biutrymmen med lägre takhöjder torde normalt kunna klassificeras som OH1. Vindsutrymmen, särskilt de med hög takhöjd och branta taklutningar kräver troligen en högre riskklassificering. Kyrkvindar är dessutom svårtillgängliga för räddningstjänsten. Senare i rapporten diskuteras den klassificering som används i NFPA 13 för oinredda vindar. Denna klassificering talar för att OH2 kan vara tillfyllest.

Brandbelastningen på muséer kan variera mycket vilket kan föranleda annan klassificering än den som anges i SS-EN 12845:2015.

För en adekvat riskklassificering i det enskilda fallet bör kravställaren rådfråga erfarna brandskydds- och sprinklerprojektörer (det vill säga en sakkunnig brand och behörig ingenjör sprinkler) med kompetens inom området.

Figur 3 och Figur 4 visar utrymmen med olika hög brandbelastning i samma byggnad. Lagringen av brännbart material skulle kunna föranleda att riskklassificering är OH3 och inte OH1.



Figur 3 Interiör i en kulturhistoriskt värdefull byggnad där brandbelastningen är relativt låg. Foto: Magnus Arvidson, RISE.



Figur 4 Utrymme i samma byggnad som ovanstående figur som används för lagring av brännbart material. Brandbelastningen är högre. Foto: Magnus Arvidson, RISE.

Avsnitt 6.1.1 har ett tillkommande krav som säger att för EC-sprinkler (Extended Coverage) som används i riskklass LH och OH enligt SS-EN 12845 så ska riskklassificering ske enligt kapitel 5 i NFPA 13-2016. Kravet på utsträckning av riskklass till närliggande område ska tillämpas enligt NFPA 13-2016.

EC-sprinkler har en större täckningsyta än vanliga sprinkler vilket gör att det krävs färre sprinkler för att skydda ett givet område. Sprinklerna kräver ett minsta avstånd för att förhindra att de väter och kyler varandra och de är som mest lämpliga för släta och horisontella tak. För kulturhistoriskt värdefulla byggnader kan det finnas verksamheter eller utrymmen där de passar. Sprinklernas nackdel är dock att de aktiverar i ett senare skede jämfört med sprinkler med normal täckningsyta. Vissa EC-sprinkler kräver en lägre nominell aktiveringstemperatur för att klassificeras som "Quick Response" och det kan finnas begränsningar som säger att takkonstruktionen ska vara obrännbar.

Avsnitt 6.2 beskriver verksamhetsklasser. Riskklassen OH inkluderar verksamheter där brännbart material med normal brandbelastning och normal brännbarhet hanteras eller tillverkas. Lagring får ske inom verksamhet klassificerad som riskklass OH under förutsättning att följande krav uppfylls:

- a) Hela utrymmet ska projekteras enligt krav för minst OH3.
- b) Högsta angivna lagringshöjder enligt Tabell 1 i standarden får inte överskridas.
- c) Lagret ska uppdelas i block som vart och ett har en yta om max 50 m² och omges av minst 2,4 m breda gångar.

När verksamheten klassificeras som OH4 eller om kraven enligt punkterna b) eller c) inte kan uppfyllas ska områden med lagring behandlas som Hög lagringsrisk (HHS).

Avsnitt 6.3 beskriver lagring och här finns ett flödesschema för att bestämma lagringskategori. I avsnittet beskrivs olika lagringssätt, till exempel frilagring eller lagring i pallställage. För varje lagringssätt finns specifika begränsningar i fråga om lagringshöjd beroende på sprinklertyp och dimensionering av sprinklersystemet (se avsnitt 7.2 i SBF 120:8). SBF 120:8 har inga krav utöver de som anges i SS-EN 12845:2015.

Lagring i museibyggnader är ett exempel där det finns förutsättningar att anpassa lagringssättet och sprinklersystemet för att åstadkomma ett så bra brandskydd som möjligt. Sådana anpassningar kan vara begränsning av lagringshöjd, säkerställning av tillräckligt vertikalt avstånd till taksprinkler, begränsning av minsta avståndet mellan lagringshyllor, utformning av hyllor, val av lagringslådor och installation av nivåsprinkler.

SS-EN 16893:2018 ger vägledning inför ny- och ombyggnation av byggnader och lokaler där samlingar förvaras, används eller visas, såsom museimagasin, permanenta utställningslokaler och visningsrum. Standarden omfattar rekommendationer för att hantera risker som brand, vatten, skadedjur, stöld och de skador som kan orsakas av olämpligt inomhusklimat. Rekommendationerna kan också vara vägledande vid utformning av temporära förvaringsytor och lokaler för tillfälliga utställningar. Kapitel 6 i standarden omfattar brandskydd och förebyggande brandskydd och underkapitlet 6.5.4, det som kallas "Automatiska brandbekämpningssystem". Dessa system är vattensprinklersystem, brandbekämpningssystem med inertgas och kemiska släckgaser, syrereducerande system och vattendimsystem.

Bilaga A i SS-EN 16893:2018 har mer detaljerad information om dessa fyra olika system. För vattensprinklersystem säger standarden bland annat att: "...effekterna av vattenskadorna på samlingarna bör beaktas". Detta gäller både avsiktlig och oavsiktlig aktivering. Några av de konkreta rekommendationerna är att kulturföremål i

magasinslokaler bör vara förpackade i lådor eller på annat sätt vara inneslutna som skydd i händelse av vattenutsläpp. Standarden säger också att åtgärder ska vidtas för att på ett snabbt och kontrollerat sätt kunna tömma eller släppa ut vatten som kan ansamlas i byggnaden i samband med exempelvis brandbekämpning eller aktivering av sprinklersystem. Det får inte finnas några spärrar eller hinder för dränering av vatten via avloppsbrunnar. Den lägsta nivån för förvaring i en förvaringsenhet (hylla eller låda) ska vara minst 150 mm ovanför golvnivån. Här kan noteras att detta motsvarar höjden på en EUR lastpall.

För kompaktarkivhyllor sägs att ryggarna på dubbelsidiga flyttbara hyllrader ska separeras av massiva metallskiljeväggar mellan var femte, eller var sjätte rad. Samtliga flyttbara hyllrader ska vara separerade med minst 25 mm när inga människor är på plats i magasinslokalen, så att släckningsmedlet enklare kan tränga in till alla delar av rummet.

Annex K.13 i VdS CEA 4001en (2021) beskriver installation och dimensionering av takmonterade sprinkler för att skydda kompaktarkiv.

Riksarkivet har föreskrifter och allmänna råd om arkivlokaler (RA-FS 2013:4, 2013). Föreskrifterna gäller lokaler för förvaring av arkiv hos bland statliga myndigheter (med undantag för riksdagens myndigheter, regeringen, Regeringskansliet och utrikesrepresentationen) och Svenska kyrkan. Arkivlokalens inredning ska vara placerad så att den ger arkivhandlingarna ett tillfredsställande skydd vid översvämning, brand och mot klimatpåverkan. Föreskrifterna säger att automatiska släcksystem får installeras i arkivlokalen om de är gassläcksystem eller sprinklersystem för vatten av typen förutlösningssystem. Om ett förutlösningssystem för vattensprinkler installeras ska det vara en systemlösning av Typ A enligt SS-EN 12845. Det ska finnas en handlingsplan för sanering av handlingar och arkivlokal.

3.7 Dimensionsbestämmande data

Kapitlet har anvisningar för dimensionering av sprinklersystem i riskklasserna LH, OH och HHP (7.1), hög riskklass lagringsrisk - HHS (7.2) samt tryck och flödeskrav för schablonberäknade system (7.3). SBF 120:8 har tillkommande krav för sprinklersystem med skuminblandning i avsnitt 7.4 och för EC-sprinkler i avsnitt 7.5.

Tabell 1 visar dimensionering för riskklasserna LH och OH enligt standarden samt en beräkning av ungefärliga vattenflöden och minsta vattenvolym. Indata är hämtad från Tabell 3 i avsnitt 7.1 i SS-EN 12845:2015. Tabellen redovisar också minsta antal sprinkler i verkningsytan baserat på verkningsytans storlek och maximal tillåten täckningsyta för en sprinkler i respektive riskklass samt det ungefärliga, dimensionerande vattenflödet och en beräknad minsta vattenvolym.

Tabell 1 Dimensionering för riskklasserna LH och OH enligt SS-EN 12845:2015 samt en uppskattning av minsta erforderliga vattenflöden och minsta vattenvolym. Tabellen redovisar också minsta antal sprinkler i verkningsytan.

Riskklass	Vattentäthet [mm/min]	Verkningsyta [m ²]		Minsta erforderliga vattenflöde [l/min]		Uppskattad minsta erforderliga vattenvolym [m ³]	
		Våtrörssystem eller pre- actionsystem	Torrörssystem eller kombinerade system	Våtrörssystem eller pre- actionsystem	Torrörssystem eller kombinerade system	Våtrörssystem eller pre- actionsystem	Torrörssystem eller kombinerade system
LH	2,25	84 [≥4 spr]	Ej tillåtet, tillämpa OH1	189	-	6	-
OH1	5,0	72 [≥6 spr]	90 [≥8 spr]	360	450	22	27
OH2	5,0	144 [≥12 spr]	180 [≥15 spr]	720	900	43	54
OH3	5,0	216 [≥18 spr]	270 [≥22 spr]	1 080	1 350	65	81
OH4	5,0	360 [≥30 spr]	Ej tillåtet, tillämpa HHP1	1 800	-	108	-

Not: Kombinerade system består antingen av en tvåfunktionsventil eller en sammansatt installation bestående av både en våtrörs- och en torrörsalarmventil. Under vintermånaderna driftsätts sprinklersystemet som ett torrörssystem. Under övriga delar av året fungerar systemet som ett våtrörssystem. Kombinerade system förekommer sparsamt eller inte alls i Sverige.

I en verklig installation är normalt vattenflödet omkring 10 % till 20 % högre än det som anges i tabellen på grund av hydrauliska förutsättningar i rörsystemet.

Avsnitt 7.2 avser riskklass HHS som för kulturhistoriskt värdefulla byggnader skulle kunna vara tillämpligt för samlingar som förvaras i pallställage eller annan lagringsform. Kraven redovisas inte här. SBF 120:8 har några krav (redovisas ej här) som ersätter de i SS-EN 12845:2015 avseende minsta vattentryck för två sprinklertyper.

Avsnittet 7.3 omfattar krav för så kallade schablonberäknade system som inte är tillåtna enligt SBF 120:8.

Avsnitt 7.4 i SBF 120:8 omfattar tillkommande krav för "Sprinklersystem med skuminblandning" och hänvisar till kraven i SS-EN 13565-2.

Sprinklersystem med skuminblandning skulle kunna ha en tillämpning i kulturhistoriskt värdefulla byggnader där det finns samlingar med våtpreparat. Med våtpreparat avses biologiskt material som inte kan bevaras på annat sätt än i behållare av glas eller rostfritt stål med konserverande vätskor. Förvaringsvätskan kan till exempel bestå av etanol och formalin, men andra vätskor eller blandningar förekommer. Riksantikvarieämbetet har riktlinjer för förvaring av våtpreparat på sin hemsida (<https://www.raa.se>).

Avsnitt 7.5 i SBF 120:8 har tillkommande krav för EC-sprinkler. Kapitel 7.5.1 har ett tillkommande krav som säger att EC-sprinkler i riskklass LH och OH ska dimensioneras i enlighet med SBF 120 med undantagen att verkningsytan ska innehålla minst 5 sprinkler och att specifika krav och villkor som anges för respektive sprinklerhuvud i dess projekterings- och installationsanvisning samt UL-listning (Underwriters Laboratories Inc.) ska vara uppfyllda. Detta gäller inte generella hänvisningar till NFPA eller andra regelverk.

EC-sprinkler beskrivs i rapportens kapitel 3.6.

3.8 Vattenförsörjning

Kapitlet har en allmän inledning (8.1), ett avsnitt som beskriver högsta tillåtna vattentryck (8.2), anslutningar för andra ändamål (8.3), krav på hur utrymmet för vattenförsörjningsutrustningen ska utformas (8.4), krav för utrustning för kapacitetsprov (8.5) och kapacitetsprov (8.6).

Vattenförsörjningen ska enligt avsnitt 8.1 vara utförd så att den automatiskt kan tillhandahålla minst den erforderliga flödes- och tryckkapacitet som sprinklersystemet kräver. För de fall där vattenförsörjningen även används till andra brandskyddssystem, se avsnitt 9.4.4, förutom vad som specifikt anges för hydroforer, så ska varje vattenkälla ha tillräcklig kapacitet för att uppfylla följande minsta krav på varaktighet:

- LH: 30 minuter.
- OH: 60 minuter.
- HHP: 90 minuter.
- HHS: 90 minuter.

För allmänna vattenledningar och outtömliga vattenkällor så är det underförstått att ovanstående varaktigheter är uppfyllda. För system med sprinklertank behöver tankens effektiva volym dimensioneras för sprinklersystemets maximala beräknade vattenflöde multiplicerat med ovanstående varaktighet.

De flesta verksamheter i kulturhistoriskt värdefulla byggnader faller sannolikt under riskklass OH, se diskussion tidigare i rapporten, om det inte finns förråd eller lagerutrymmen i byggnaden med högre lagringshöjder. För kulturhistoriskt värdefulla byggnader där installationen av sprinklersystemet är en egen ambitionsnivå förefaller en värdering av vattenkällans varaktighet och därmed den effektiva bassängvolymen kunna vara möjlig för att reducera kostnaderna för vattentillopptet. Denna värdering kan omfatta insatstid för räddningstjänst, tillgänglighet för räddningstjänst, andra brandskyddsåtgärder i byggnaden, etc. Det är förstås också tänkbart att de aktuella förhållandena kräver att vattenkällans varaktighet ökas jämfört med kraven.

Vatten som används ska vara fritt från fibrösa material eller andra ämnen som kan ackumuleras i och sätta igen sprinklersystemet enligt avsnitt 8.1.2. Saltvatten eller bräckt vatten ska i normaltillståndet inte användas men när lämplig sötvattenförsörjning saknas kan saltvatten eller bräckt vatten användas under förutsättning att sprinklersystemet normalt är fyllt med tappvatten.

En hel del kyrkor och andra kulturhistoriskt värdefulla byggnader är placerade så att det finns nära tillgång till naturliga vattenkällor som sjöar och vattendrag. Men det finns många aspekter som behöver beaktas för att anlägga en sådan vattenkälla, till exempel vattennivåer, underhåll och rengöring. Ur korrosionssynpunkt riskerar naturliga vattenkällor att leda till kraftig korrosionshastighet då risken för till exempel mikrobiell korrosion eller avlagringskorrosion är hög. För system som är anslutna till en naturlig vattenkälla bör mikrobiell analys utföras. För att kontrollera huruvida vatten från det allmänna vattenledningsnätet i sig är korrosivt rekommenderas att utföra en vattenanalys och en bedömning enligt den tyska standarden DIN 50929. I ett långsiktigt perspektiv är det därför troligen bättre att försöka anlägga en fullvolymtank enligt kapitel 3.9 i rapporten än att ansluta sprinklersystemet till en naturlig vattenkälla.

Kring servisledningen och i utrymmen för sprinklercentral ska en minsta temperatur om +4 °C hållas.

SBF 120:8 har inga krav utöver de som anges i SS-EN 12845:2015 för avsnitt 8.1.

Med undantag för vid provtryckning får vattentrycket i systemet enligt avsnitt 8.2 inte vara mer än maximalt 12 bar vid någon utrustningspunkt även när en pump arbetar mot ett stängt system. SBF 120:8 har inga krav utöver de som anges i SS-EN 12845:2015 för avsnitt 8.2. För sprinklersystem i höga byggnader, där höjden mellan högsta belägna sprinkler och lägsta belägna sprinkler överstiger 45 m tillåts vattentrycket att överstiga 12 bar förutsatt att utrustningen är dimensionerad för det högre vattentrycket.

Det är i höga byggnader, där pumpen är belägen i eller under markplan, där det blir stora statiska tryckskillnader mellan sprinklerpumpen och högsta belägna sprinkler. Det är alltså i "utrustningspunkter" nära sprinklerpumpen som det i första hand kan bli höga vattentryck. Det är inte ovanligt att kyrktorn överstiger 45 m vilket gör att det kan bli aktuellt att använda utrustning som klarar mer än 12 bar.

Enligt avsnitt 8.3 får anslutningar till sprinklersystemet för "andra ändamål" endast ske om ett antal villkor är uppfyllda. Anslutning ska ske före larmventilen och övriga villkor är relativt strikta avseende uttagets storlek: att sprinklersystemet inte får vara avsett för höga hus och att sprinklersystemet inte får skydda en flervåningsbyggnad. Sprinklersystemets pumpanläggning ska också vara skild från eventuellt brandpostsystem förutom när en så kallad "kombinerad vattenkälla" enligt avsnitt 9.6.4 installeras. Avsikten med dessa krav är ett brandpostsystem ska fungera oberoende av sprinklersystemet. SBF 120:8 har en kompletterande text till avsnitt 8.3 som säger att anslutning får göras med större rördimension än vad som anges i Tabell 8 i avsnitt 8.3 i SS-EN 12845:2015, dock ska sannolikt flöde alltid beaktas i den hydrauliska beräkningen. Anslutning får även göras i höga hus om en särskild riskbedömning utförts av kravställaren och anslutning får göras i flervåningsbyggnad.

För de kulturhistoriskt värdefulla byggnader där installationen av sprinklersystemet är en egen ambitionsnivå förefaller det rimligt att byggnaden kan ha ett inomhusbrandpostsystem som är anslutet till sprinklersystemet det vill säga att det inte behöver vara fristående. Fast installerade inomhusbrandposter med formstyv slang är enkla att använda för personal vid en första släckinsats, vattenflödet är relativt högt och varaktigheten lång. De ger alltså en högre släckkapacitet än en handbrandsläckare. Anslutning till sprinklersystemets rörnät ger ett koncept som är billigare än ett fristående inomhusbrandpostsystem. Här kan noteras att inomhusbrandposter som är anslutna nedströms larmventilen genererar ett larm när vattnet börjar flöda och larmventilen öppnar. Detta är positivt så till vida att det går ett brandlarm när inomhusbrandposterna används vid en brand. Nackdelen är att inomhusbrandposterna inte kan användas för andra ändamål, till exempel bevattning eller tvättning. Här är viktigt med tydlig skyltning. Inomhusbrandposter som är kopplade till ett torrörssystem vattenfyller rörnätet vilket kan orsaka problem med frysning. Dessutom innebär en sådan anslutning att det är en tidsfördröjning innan vatten börjar att strömma från brandposten.

Stigarledningar för räddningstjänsten beskrivs i kapitel 4.4 i rapporten.

Figur 5 och Figur 6 visar invändiga inomhusbrandposter som är anslutna till sprinklersystemet i byggnaden.



Figur 5 Invändig inomhusbrandpost som är ansluten till sprinklersystemet (våtrörssystem) i byggnaden. Om brandposten används så aktiveras brandlarmet i byggnaden. Till höger om brandposten finns dessutom en larmknapp för brandlarmet. Foto: Magnus Arvidson, RISE.



Figur 6 Invändig inomhusbrandpost som är ansluten till sprinklersystemet (torrörssystem) på en kyrkvind. Om brandposten används så aktiveras brandlarmet i byggnaden. Vintertid är det viktigt att rörsystemet dräneras efter en insats för att förhindra frysning av kvarstående vatten. Foto: Tomas Godby, Brandskyddsbesiktning T Godby AB.

Vattenförsörjningen, avstängningsventiler och sprinklerlarmventilutrustning ska placeras på ett sätt som säkerställer tillträde även i händelse av inträffad brand enligt avsnitt 8.4. Alla delar av utrustningen för vattenförsörjningen och larmventiler ska installeras på ett sätt som skyddar dem mot åverkan och ska på ett lämpligt sätt vara skyddade mot frysning. SBF 120:8 har inga krav utöver de som anges i SS-EN 12845:2015 för avsnittet.

I många av de mindre kyrkor som försetts med sprinklersystem har en separat teknikbyggnad uppförts som innehåller ovanstående utrustning. Vid nybyggnation av en

sådan byggnad bör man också anlägga förrådsutrymmen för material med kulturvärden som ofta sparats på kyrkvindar (brädor, mm) eller material som används i verksamheten (som stolar, stearinljus och psalmböcker). Om en sådana förrådsutrymmen anordnas eller om en separat förrådsbyggnad byggs bör förstas installation av sprinkler övervägas. Här kan noteras att ett sådant utrymme kan kräva högre nivå på sprinklerskyddet vad gäller till exempel vattendensitet och varaktighet.

Här finns förstas också aspekten att byggnadens storlek, utformning, materialval och färgsättning ska passa in i den omgivande kulturmiljön. Länsstyrelsen har råd runt dessa aspekter.

Figur 7 visar två exempel på teknikbyggnader och Figur 8 två exempel på sprinklercentraler i större stadskyrkor.



Figur 7 Två exempel på teknikbyggnader som innehåller både sprinklerpumpar, reservkraftaggregat och vattentank. Foto: Magnus Arvidson, RISE.



Figur 8 Extremt trång sprinklercentral i en stadskyrka (vänster) med två larmventiler och en elmotordriven pump ovanför och en sprinklercentral med elmotordriven pump och en larmventil (höger) i annan kyrka. Foto: Tomas Godby, Brandskyddsbesiktning T Godby AB.

Övriga avsnitt om utrustning för kapacitetsprov (8.5) och kapacitetsprov (8.6) diskuteras inte i detalj här. Figur 9 visar en fast installerad flödesmätare för kapacitetsprov.



Figur 9 Fast installerad flödesmätare för kapacitetsprov i en kyrka. Foto: Tomas Godby, Brandskyddsbesiktning T Godby AB.

Vid kapacitetsprovning där sprinkleranläggningen är ansluten till det allmänna vattenledningsnätet distribueras vattnet ofta direkt ut på omkringliggande mark eller gata. Om sprinkleranläggningen har en vattentank/bassäng är vedertagen praxis att vattnet återförs med en returledning till denna.

SBF 120:8 har text som ersätter delar av kraven i avsnitten 8.5 och 8.6. Ett krav som kan nämnas är att ett förberedande kapacitetsprov ska utföras i samband med projekteringen för att få underlag för bedömning av tillgängliga vattenkällors kapacitet och att ett fullständigt kapacitetsprov ska utföras i samband med leveransbesiktningen samt därefter varje år.

Anslutning till det allmänna vattenledningsnätet och tillhörande utredning om det finns tillräcklig kapacitet är i första hand aktuellt för byggnader såsom stadskyrkor som är belägna i tätorter där det finns ett VA-nät. Det finns ett regelverk från Brandskyddsföreningen, SBF 142:2 (2018), som beskriver anslutning och provning av vattentillopp.

3.9 Typ av vattentillopp

Avsnittet har en allmän inledning (9.1), ett avsnitt som beskriver krav på allmän vattenledning (9.2), krav på magasin, det vill säga bassäng eller tank (9.3), krav på sedimenteringskammare och sugkammare i outtömliga vattenkällor (9.4), krav på hydrofor (9.5), val av vattentillopp (9.6) och isolering av vattentillopp (9.7). SBF 120:8 har ett tillkommande avsnitt (9.8) som beskriver trycktank med gasdrivningspaket. Tekniken är ovanlig i Sverige, men har använts i några sågverk och industrianläggningar. I ett revideringsblad till SBF 120:8 från 2022 utgår dock avsnitt 9.8.

I den allmänna inledningen beskrivs att vattenförsörjning för ett sprinklersystem kan utgöras av en eller flera av följande alternativ:

- a) Allmän vattenledning enligt avsnitt 9.2.
- b) Magasin (bassäng, tank) enligt avsnitt 9.3.
- c) Outtömliga vattenkällor (som sjöar och annat naturligt vattendrag) enligt avsnitt 9.4.

d) Hydrofor enligt avsnitt 9.5.

Den allmänna vattenledningen enligt avsnitt 9.2 ska ha en kapacitet för att uppfylla kraven på vattentryck, vattenflöde och varaktighet i beaktande av extra vattenflöde som krävs för manuell brandsläckning (brandposter, inomhusbrandposter, etc.). En anmärkning till texten säger att vattenbehovet för manuell brandsläckning normalt bestäms av kravställare. Det kan vara nödvändigt att beakta extra flödesbehov för räddningstjänsten. En annan anmärkning säger att tillstånd från lokala vattenmyndigheter vanligtvis krävs för anslutning till allmän vattenledning. SBF 120:8 har en kompletterande text till avsnitt 9.2. Bland annat finns ett krav att erforderligt vattenflöde ska ökas med 50 %, dock höst 1000 l/min. Tillägget avser dels att kompensera för en eventuell framtida försämring av tillförseln, dels att ge en reserv för räddningstjänstens behov. Texten i SBF 120:8 öppnar dock för möjligheten att reducera vattenflödet i ett enskilt fall baserat på utredning och samråd med kravställaren.

Under senare år har uppmärksamhetsmats att tillstånd för anslutning av sprinklersystem till allmän vattenledning blivit svårare att erhålla. Kommunala VA-avdelningar har blivit mer restriktiva med hänvisning till risk för kontaminering av dricksvatten (återströmningsskydd kan krävas) och höga vattenflöden i det allmänna vattenledningsnätet vid kapacitetsprov. Den kommunala VA-avdelningen bör kontaktas i ett tidigt skede avseende möjligheten att ansluta sprinklersystemet. Det finns ett regelverk från Brandskyddsföreningen, SBF 142:2 (2018), som beskriver anslutning och provning av vattentillopp.

Ett magasin (bassäng, tank) enligt avsnitt 9.3 kan utgöras av en eller flera av följande alternativ:

- Torrtank.
- Bassäng.
- Högvattenmagasin.

För varje sprinklersystem ska en minsta erforderlig vattenmängd finnas, antingen genom en så kallad fullvolymbassäng eller med en mindre bassäng som har en viss minsta effektiv vattenmängd kompletterad med automatisk påfyllning av vatten.

Torrtank och högvattenmagasin är nuförtiden relativt ovanliga lösningar i Sverige, men var mer vanligt i början av 1900-talet. Om tanken är placerad tillräckligt högt ovanför sprinkleranläggningens högsta punkt så skulle vattenförsörjningen kunna utgöras av självfall.

För så kallade ”fullständigt beräknade anläggningar” (som är det normala i Sverige) så ska bassängens erforderliga effektiva vattenmängd beräknas genom att multiplicera högsta erforderliga vattenflöde med den varaktighet som anges i avsnitt 8.1.1. För fullvolymbassänger ska vattenkällan klara av att återfylla bassängen inom högst 36 timmar.

För bassänger med mindre volym finns ett antal detaljkrav för hur den automatiska påfyllningen ska anordnas som ej återges här. Utöver det som sägs ovan finns dessutom krav på en minsta effektiv vattenmängd. Till exempel är den 10 m³ för våtrörssystem och pre-actionsystem i riskklass OH1, 20 m³ för torrörssystem i riskklass OH1 och 20 m³ för våtrörssystem och pre-actionsystem i riskklass OH2. Tabell 1 i rapporten redovisar som

jämförelse en uppskattning av minsta erforderliga vattenflöden och minsta vattenvolym för riskklasserna LH och OH1 – OH4.

SBF 120:8 har både kompletterande text och text som ersätter några av kraven i avsnitt 9.3, bland annat att vattenmagasin även ska utrustas med larm för låg temperatur i magasin där det föreligger risk för frysning av vatten. Påfyllningen till bassängen ska ske från allmän vattenledning och ska vara automatisk via minst två mekaniska flottörer (två magnetventiler) alternativt två elektriskt styrda ventiler.

Kraven i avsnitt 9.4 för sedimenteringskammare och sugkammare i outtömliga vattenkällor beskrivs inte här. SBF 120:8 har några kompletterande krav för avsnittet.

Avsnittet 9.5 beskriver hydroforer. En hydrofor är i detta sammanhang ett tryckkärl som delvis (till cirka 2/3-delar) är fyllt med vatten. Resterande volym är fyllt med tryckluft. Trycket ska inte överstiga 12 bar. Den minsta erforderliga volymen vatten i en hydrofor som utgör ett enkelt vattentillopp i riskklass OH1 ska vara 23 m³. Men eftersom tekniken är mycket ovanlig i Sverige beskrivs den inte i mer detalj i denna rapport. SBF 120:8 har inga krav utöver de i SS-EN 12845:2015.

Tekniken med hydroforer är principiellt intressant för kulturhistoriskt värdefulla byggnader där det allmänna elnätet är bristfälligt. Men eftersom tekniken är mycket ovanlig så rekommenderas den inte.

Avsnittet 9.6 i SS-EN 12845:2015 beskriver fyra olika typer av vattentillopp: "Enkelt vattentillopp", "Förbättrat enkelt vattentillopp", "Dubblerat vattentillopp" och "Kombinerade vattentillopp". Det förstnämnda kan anses vara det med lägst tillförlitlighet. Det tredje alternativet har högst tillförlitlighet. Ett kombinerat vattentillopp är avsett att försörja både sprinklersystemet och brandpostsystem eller stigarledning. SBF 120:8 har kompletterande text till några av kraven i avsnitt 9.6, bland annat att ett enkelt vattentillopp endast är ett godtagbart vattentillopp i riskklasserna LH och OH1.

Som diskuterats i rapporten torde delar av en kyrka som kyrkorum, sakristia, vapenhus och andra biutrymmen med lägre takhöjder normalt kunna klassificeras som OH1. Vindsutrymmen, särskilt de med hög takhöjd och branta taklutningar, kräver troligen en högre riskklassificering. Vindsutrymmen bedöms vara riskklass OH2, se kapitel 3.6 i rapporten.

Ovanstående klassificering medför att ett så kallat enkelt vattentillopp normalt inte är godtagbart för kyrkor. Men här kan också noteras att de krav som ställs i varje enskilt fall kräver en utredning och samråd med kravställaren.

För kulturhistoriskt värdefulla byggnader där vattenkällan utgörs av en bassäng, till exempel för att det inte finns allmän vattenledning med tillräcklig kapacitet, rekommenderas följande:

- Att bassängen utförs som en så kallad fullvolymbassäng, det vill säga att bassängen inte har någon automatisk påfyllning utan att den rymmer hela den erforderliga effektiva vattenmängden. Fyllning av tank ska göras med dricksvatten, antingen med en fast anslutning eller med tankbil.
- Om bassängen utförs som en fullvolymbassäng och har två eller flera pumpar räknas vattentilloppet som ett "Förbättrat enkelt vattentillopp" om lämpligt rent (enligt

avsnitt 8.1.2) vatten används och bassängen är invändigt målad eller på annat sätt korrosionsskyddad på ett sätt som begränsar behovet av tömning för rengöring och underhåll till perioder om minst 10 år. Nedanstående rekommendation ger vägledning avseende det sistnämnda.

- Att bassängen utförs av ett material eller har ett invändigt ytskikt som håller vattnet rent. I Brandforsk projekt 323-010 dokumenterades några fall med botten slam i sprinklerbassänger tillverkade av betong. En kommande Europastandard innehåller rekommendationer för tillförlitlig och säker försörjning av dricksvatten samt för handel, industri, jordbruk och brandbekämpning (DRAFT prEN 1508, 2024). Dokument är skrivet både för konstruktörer, ägare, operatörer och entreprenörer. Olika lagstiftningskrav för vattenförsörjning, befolkning, sociala och klimatiska förhållanden i Europa har också tagits i beaktande. Standarden innehåller både funktionskrav och detaljkrav. Material som inte gör att det lagrade vattnet försämrats ska användas på de ytor som vattnet kommer i kontakt med. Betong- och cementbruk uppfyller i allmänhet detta krav enligt standarden, men särskild försiktighet ska iakttas om tillsatser används. För att underlätta rengöring och för att undvika bakterietillväxt ska invändiga ytor vara så släta och porfria som möjligt. Detta kan uppnås genom val av betongens kvalitet inklusive beläggning av betongformen eller genom applicering av lämpliga beläggningar eller ytskikt. Det ska verifieras att material som används för invändiga ytskikt inte ökar mikrobiell tillväxt, frigör kemiska föroreningar eller bryts ner. Alla metalledar som ska installeras i vattentanken ska skyddas; rostfritt stål rekommenderas.

Figur 10 visar två exempel på liggande cylindriska vattentankar tillverkad i glasfiber. Tankarna har använts i två olika kyrkor i drygt 20 år. Vattenkvaliteten i en av tankarna har kontrollerats regelbundet och varit utan anmärkning.



Figur 10 Liggande cylindriska vattentankar med automatisk påfyllning i två olika kyrkor. Den till vänster är placerad på golvet i teknikbyggnaden och rymmer 15 m³ vatten. Den till höger rymmer 5 m³ vatten och är placerad på ett stativ i teknikbyggnaden som ger ett positivt inloppstryck till sprinklersystemets pumpenhet som är placerad på golvnivå. Foto: Magnus Arvidson, RISE.

Vattentankar kan liksom ovanstående tankar vara prefabricerade eller platsbyggda. Volymen för prefabricerade tankar erbjuder oftast inte den effektiva vattenvolym som

krävs för en fullvolymbassäng, men tankarna kan sammankopplas för att ge en större total vattenvolym.

Figur 11 visar inspektion av en vattenbassäng (fullvolymbassäng) tillverkad av betong för ett sprinklersystem i en kyrka driftsatt år 2006. Det har inte varit problem med slam eller sediment i tanken. Figur 12 visar en annan vattenbassäng (fullvolymbassäng) tillverkad av betong för ett sprinklersystem i en kyrka driftsatt år 2012 där det varit problem med sediment.

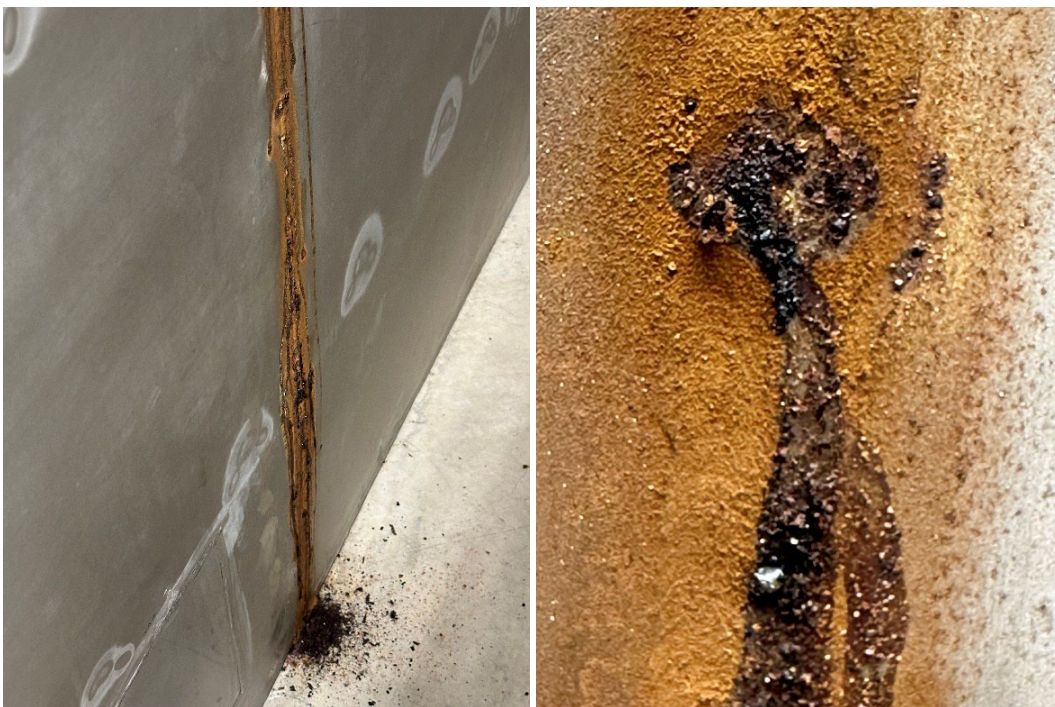


Figur 11 Inspektion av en vattenbassäng (fullvolymbassäng) tillverkad av betong för ett sprinklersystem i en kyrka driftsatt år 2006. Bassängen är placerad i en separat teknikbyggnad som är uppvärmd. Foto: Magnus Arvidson, RISE.



Figur 12 Vattenbassäng (fullvolymbassäng) tillverkad av betong för ett sprinklersystem i en kyrka driftsatt år 2012. Bassängen är placerad i en slänt ovanför teknikbyggnaden vilket ger självfall till sprinklerpumparna. Problem med sediment i bassängen har förekommit. Foto: Magnus Arvidson, RISE.

Figur 13 visar en av flera svetsfogar som korroderat på en platsbyggd sprinklertank utförd av rostfritt stål, dock inte i en kulturhistoriskt värdefull byggnad. Tanken uppfördes 2017 och fotona är från 2024. Den bakomliggande orsaken till korrosionsangreppen är troligen att ingen eller bristfällig betning av svetsfogarna gjordes efter svetsningen.



Figur 13 En av flera svetsfogar som korroderat på en platsbyggd sprinklertank utförd av rostfritt stål. Tanken uppfördes 2017 och fotona är från 2024. Foto: Krister Kilbrandt, RISE.

3.10 Pumpar

Avsnittet har en allmän inledning (10.1), ett avsnitt som beskriver krav för system med flera pumpar (10.2), krav på pumpcentral (10.3), krav på vattenkällans högsta temperatur (10.4), krav på ventiler och tillbehör (10.5), krav på sugförhållanden för pumpar (10.6), tryck och flödeskrav för pumpar (10.7), krav på elmotordrivna pumpar (10.8) och krav på dieselmotordrivna pumpar (10.9).

Avsnitt 10.1 säger bland annat att pumpen ska drivas av antingen en elmotor eller en dieselmotor. För avsnitt 10.1 har SBF 120:8 en kompletterande text som säger att varvtalsreglering på pumpar kan användas för att förhindra att det totala trycket i anläggningen överstiger 12 bar. Rör och ventiler i sprinklercentral/pumpcentral ska dimensioneras för tryck vid blockerad varvtalsreglering och samtliga larmventiler ska dessutom förses med säkerhetsventil (DN15) så att eventuellt tryck över 12 bar inte kvarstår nedströms larmventilen.

I kulturhistoriskt värdefulla byggnader bör pumpar med varvtalsreglering undvikas. Här kan noteras att sprinklerpumpar sällan dimensioneras för så höga tryck som 12 bar. Varvtalsreglering på pumpar är därför ofta överflödigt och en komponent som både ökar kostnaden och potentiellt kan försämra tillförlitligheten.

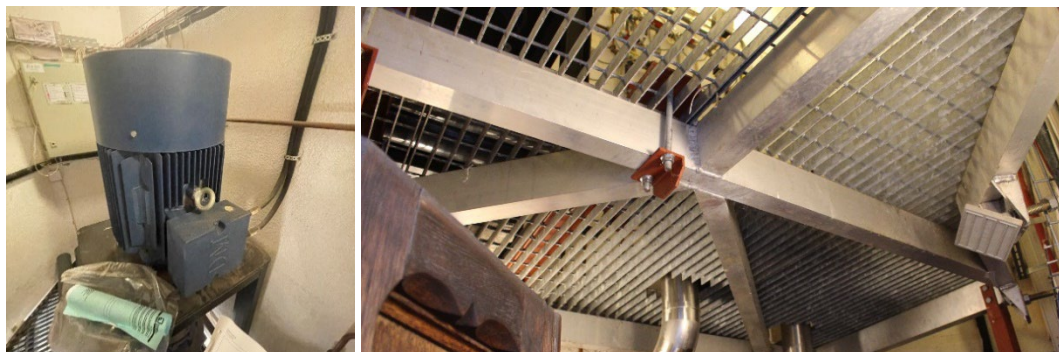
För anläggningar med flera pumpar som beskrivs i avsnitt 10.2 har SBF 120:8 en text som ersätter den i SS-EN 12845:2015. Grundkravet är att pumpar ska kunna arbeta parallellt oavsett flöde. Där två pumpar är installerade ska vardera pumpen oberoende av den andra kunna leverera vatten med erforderligt tryck och flöde. Där tre pumpar är installerade ska bortfall av en pump innebära att två pumpar tillsammans ska kunna leverera erforderligt tryck och flöde. Där fler än en pump är installerad i ett förbättrat enkelt och dubblerat vattentillöpp får inte fler än en pump vara elektriskt driven. Flera elektriskt drivna pumpar kan dock accepteras under ett antal förutsättningar, bland annat att det finns ett fast installerat reservverk (till exempel dieseldrivet) för den ena pumpen.

Att en sprinkleranläggning har tre pumpar är ovanligt, men förekommer.

Avsnitt 10.3 har krav för pumpcentralen. Det grundläggande kravet är att sprinklerpumpar ska vara placerade i ett brandtekniskt avskilt utrymme med minst 60 minuters brandklass. Lokalen ska helst finnas i en separat byggnad, i andra hand i en byggnad i anslutning till en sprinklad byggnad med ingång direkt från de fria och i tredje hand i ett separat utrymme i en sprinklad byggnad med direkt ingång från det fria. SBF 120:8 kompletterar med ett fjärde alternativ, ett separat utrymme med säkert tillträde i händelse av brand (till exempel via brandtekniskt avskilt trapphus). Pumpcentralens temperatur ska vara minst +4 °C för pumpcentral med elektriskt driven pump och minst +10 °C för pumpcentral med dieseldriven pump.

För mindre träkyrkor är det vanligt att pumpar är placerade i en separat och fristående teknikbyggnad som har ingång direkt från det fria. I större stadskyrkor kan pumpar vara placerade i själva kyrkan, men ofta har anläggningarna endast elmotordrivna pumpar. I en kulturhistorisk byggnad kan det anses antikvariskt olämpligt att förstärka brandklassen på väggar eller tak eller ens göra infästningar för utrustning.

Figur 14 visar en plattform för elmotordriven sprinklerpump konstruerad av rektangulära fyrkantsrör och gallerdurk i sprinklercentralen i en stadskyrka. Plattformen är placerad ovanför larmventilerna och har inga infästningar i väggarna utan är helt fristående.



Figur 14 Plattform för elmotordriven sprinklerpump konstruerad av rektangulära fyrkantsrör och gallerdurk i sprinklercentralen i en stadskyrka. Plattformen är placerad ovanför larmventilerna och har inga infästningar i väggarna utan är helt fristående. Foto: Emil Egeltoft, Brandskyddslaget och Magnus Arvidson, RISE.

Enligt avsnitt 10.4 ska vattenkällans högsta temperatur inte överstiga $+40\text{ }^{\circ}\text{C}$. Avsnitt 10.5 beskriver hur ventiler och tillbehör ska installeras och beskrivs inte i detalj här. SBF 120:8 har inga krav utöver de som anges i SS-EN 12845:2015 för dessa båda avsnitt.

Avsnitt 10.6 om sugförhållanden för pumpar är relativt detaljerat och beskrivs inte här. SBF 120:8 har några kompletterande krav avseende vattenhastighet i sugledningar.

Avsnitt 10.7 innehåller tryck- och flödeskrav för pumpar. För fullständigt hydrauliskt beräknade system sägs bland annat att pumpen ska leverera ett tryck som överstiger erforderligt tryck för anläggningens hydrauliskt sämsta verkningsyta med minst 0,5 bar. För system med kommunal matningsledning ska ett kapacitetsprov utföras som visar att vattenkällan utan förstärkning med pump, kan leverera anläggningens erforderliga flöde $+20\%$, vid ett tryck av minst 0,5 bar, redovisat vid pumpens inlopp. Provet ska utföras då vattenkällan är som mest belastad av övrig förbrukning. SBF 120:8 säger att två pressostater ska finnas för start av varje pumpaggregat och signal från vardera pressostaten ska starta pumpen.

För elmotordrivna pumpar är grundkraven i avsnitt 10.8 att elektrisk kraft ska vara ständigt tillgänglig och efter start ska pumpen nå sin nominella kapacitet inom 15 sekunder. Detaljkrav beskrivs inte här.

Det finns anläggningar i flera kyrkor där den enda elmotordrivna sprinklerpumpen har elförsörjning från två inkommande elmatningar. Med ett visst tidsintervall kontrollerar en kontaktor att spänning finns på huvudmatningen och om de inte gör det så väljs den alternativa matningen. Denna lösning har dock vid revisionsbesiktning visat sig innebära en felkälla som gör att sprinklerpumpen inte startar vid provning. Anläggningen kräver dessutom två elabonnemang.

Sannolikheten för att detta fel uppträder kan vara högre än att en enkel inkommande elmatning fallerar samtidigt som det är en brand i byggnaden. Det viktigaste är att en brand i byggnaden inte riskerar att slå ut elmatningen till pumpar. I kapitel 3.18 i

rapporten beskrivs brandkårsanslutning som till viss del kan utgöra en back-up när exempelvis en sprinklerpump inte fungerar.

För dieselmotordrivna pumpaggregat är grundkraven i avsnitt 10.9 att dieselmotorn ska vara avsedd för kontinuerlig drift vid full belastning och kontinuerligt avge kraft, pump ska vara i full drift inom 15 sekunder efter påbörjad start, horisontell pump ska vara direkt driven och pumpens automatiska start och drift ska inte vara beroende av någon annan kraftkälla än motorn och dess batterier. Detaljkrav beskrivs inte här. Figur 15 visar två dieseldrivna pumpaggregat placerade i teknikbyggnaden för en mindre kyrka.



Figur 15 Två dieselmotordrivna pumpaggregat placerade i teknikbyggnaden för en mindre kyrka. Foto: Tomas Godby, Brandskyddsbesiktning T Godby AB.

SBF 120:8 har kompletterande krav som säger att luftfilter ska skyddas mot vatten från sprinkler i lokalen och att leverantörens provkörning kan göras före eller efter installation. För en anläggning i riskklass LH är kravet att det ska finnas tillräckligt med bränsle för att driva en dieselmotor vid full belastning i minst 3 timmar. För riskklass OH är kravet minst 4 timmar. Bränslet ska uppfylla motortillverkarens specifikationer.

Som diskuterats tidigare i rapporten är riskklass OH oftast relevant för kulturhistoriskt värdefulla byggnader. Det är viktigt att biodiesel inte används för att undvika beväxning och igensättningar. Eco Par diesel eller blankdiesel erfordras. Bo diesel ("B-nolldiesel" eller "blankdiesel") är en typ av dieselbränsle som inte innehåller någon biodiesel. Den är ett mindre miljövänligt alternativ men kan lagras längre tidsperioder eftersom bränslet saknar den biodieselskomponent som kan oxidera och bilda avlagringar.

3.11 Installationstyp och storlek

Avsnittet beskriver krav för våtrörssystem (11.1), torrörssystem (11.2), kombinerade system (11.3), förutlösningssystem (11.4), torrörsförlängningssystem eller kombinerade förlängningssystem (11.5), förlängningssystem med vattenspraysystem (11.6), vattenspraysystem (Grupp utlösningssystem) (11.7) och sprinklersystem med skuminblandning (11.8). De två sista avsnitten är tillkommande krav som inte finns i SS-EN 12845:2015.

Våtrörssystem är enligt avsnitt 11.1 system som är fyllda med vatten under tryck och ska därför installeras där det inte finns risk för frysning och ej heller där omgivningstemperaturen överstiger +95 °C. De delar av ett våtrörssystem som kan förväntas utsättas för frysrisk kan antingen fyllas med frysskyddsmedel, förses med termisk isolering eller utföras som ett torrörsförlängningssystem eller ett kombinerat förlängningssystem. För våtrörssystem har SBF 120:8 kompletterande krav som bland annat säger att larmgivning till larmcentral ska fördröjas i högst 60 sekunder från det att larmventilen öppnar.

Avsnitt 11.1.2.1 säger att varje del av rörnätet som fylls med frysskyddsmedel inte ska ha fler än 20 sprinkler. Där fler än två frysskyddade system kontrolleras av en larmventil ska det totala antalet sprinkler inom det skyddade områdena inte överstiga 100 sprinkler. System med frysskyddsmedel ska vara försedda med återströmningsskydd för att förhindra förorening av vattenkällan. Frysskyddsmedel ska uppfylla kraven enligt SBF 60:4 vilket innebär att de ska vara godkända av VdS, FM eller UL.

Ovanstående krav att rörnätet inte ska ha fler än 20 sprinkler medför att mängden frysskyddsmedel är begränsad. Bakgrunden till kravet kan vara att frysskyddsmedel som innehåller glykol och glycerin är mer eller mindre brännbara. Här kan också noteras att det saknas rekommendationer vad gäller till exempel tryckbegränsande utrustning. Brandforsk projekt 323-010 redovisar problem med bland annat läckage och höga systemtryck vid användning av ett specifikt frysskyddsmedel som är en vattenbaserad saltlösning. Frysskyddsmedel ökar systemets komplexitet och används inte särskilt ofta. Bristen på praktisk erfarenhet av användning av frysskyddsmedel har troligen bidragit till den problematik som redovisas i Brandforsk projekt 323-010.

Det finns kommersiella frysskyddsmedel på marknaden som är listade av UL eller godkända av VdS. Användningen av dessa frysskyddsmedel är kopplade till en hel del restriktioner, bland annat avseende maximal rörvolym och val av sprinkler. Rekommendationen här är därför att frysskyddsmedel inte används överhuvudtaget i kulturhistoriskt värdefulla byggnader. Därmed finns det två vedertagna tekniska lösningar för att skydda systemet mot frysning:

1. Att sprinklersystemet utförs som ett torrörssystem.
2. Att en eluppvärmd kabel förläggas mot sprinklerrören och att rören förses med isolering med en minimitjocklek om 25 mm som har ett vattenavvisande hölje.

Båda dessa tekniska lösningar finns beskrivna i detalj i SS-EN 12845:2015.

Avsnitt 11.1.2.2 beskriver frysskydd med eluppvärmd kabel som förläggas mot sprinklerrören. Den eluppvärmda kabeln ska vara övervakad för kraftbortfall och för fel i uppvärmningselementen eller sensorerna. Rörnätet ska vara isolerat enligt Euroklass A1 eller A2 eller likvärdigt. Dubbla värmeslingor ska finnas för det ouppvärmda rörnätet. Vardera av de två värmeslingorna ska klara av att värma rören till en temperatur om minst +4 °C. Värmeteipen ska ej korsförläggas över varandra. Värmeteipen ska förläggas på röret på motsatta sidan om sprinklern och sluta 25 mm från rörände. Alla rör försedda med elektrisk uppvärmning ska förses med isolering med en minimitjocklek om 25 mm och vara försedd med vattenavvisande hölje. Alla ändar ska förseglas mot vatteninträngning. Värmeteipen ska ha en effekt om max 10 W/m.

Här kan anmärkas att elektriska installationer tillför en brandrisk, förbrukar el, ökar anläggningens komplexitet och behovet av tillsyn/kontroll och underhåll. Här kan dock sägas att även ett torrörssystem är tekniskt komplicerat.

Avsnitt 11.2 beskriver torrörssystem. Torrörssystem är normalt fyllda med trycksatt luft eller kvävgas nedströms larmventilen och med vatten under tryck uppströms larmventilen. Torrörssystem ska endast installeras när frysrisk föreligger eller om omgivningstemperaturen överstiger +70 °C, till exempel i torkugnar. Trycket i systemet ska hållas inom det tryckområde som rekommenderas av larmventilleverantören. För torrörssystem har SBF 120:8 kompletterande krav som bland annat säger att trycket i sprinklerrören ska överstiga det tryck vid vilket torrörlarmventilen öppnar i enlighet med dess produktblad. Om sådan uppgift saknas så ska trycket vara mellan 0,5 bar och 2 bar. Systemet ska vara så tätt att lufttrycket inte sjunker mer än 0,15 bar under 24 timmar. Luftkompressorn ska vara försedd med en säkerhetsventil som förhindrar lufttrycket i rörsystemet att överstiga det högsta tillåtna. Mellan kompressorn och rörsystemet ska det finnas ett tryckkärlet för att förhindra allt för täta starter och stopp av kompressorn. Tryckkärlet ska ha en minsta volym om 15 dm³, det vill säga 15 l, för vanliga system och 5 dm³ för torrörsförlängningssystem. Vid behov ska särskild vattenavskiljare finnas.

I Brandforsk projekt 323-010 dokumenterades två fall där sprinklersystemens luftkompressor ofta startade. Detta indikerar att rörsystemet inte är lufttätt. Båda anläggningarna hade varit i drift i omkring 20 år och har rör av rostfritt stål som är delvis svetsade och delvis har mekaniska rörkopplingar. En luftkompressor med relativt stor trycktank bör därför väljas för att undvika att den startar ofta. Installation av driftstidsmätare på luftkompressorn kan vara ett alternativ för att följa upp om rörsystemet är lufttätt eller ej. Här finns också aspekten att ny varm luft tillför fukt till rörnätet som kondenserar till vatten som kan bidra till invändig korrosion.

Vid projektering eller upphandling bör en luftkompressor av industriell kvalitet specificeras för att erhålla en lång livslängd. Vad gäller val av kompressorluftens renhet kan hänvisning till SS-ISO 8573-1:2010 göras. Standarden är indelad i tre huvudgrupper av föroreningar; fasta partiklar, vatten (både vätska och ånga) och olja (både aerosoler och ånga). Dessa tre huvudgrupper har upp till tio olika renhetsklasser; åtta för partiklar, tio för vatten och fem för olja. Ju lägre nummer, desto renare måste luften vara. När det gäller vatteninnehåll i luften rangordnas de strängare klasserna efter deras tryckdaggpunkt och, från klass 7, baserat på vätskeinhåll i luften i gram per kubikmeter. Daggpunkten för luft av klass 1 måste vara minst -70 °C, för klass 2 minst -40 °C och för klass 3 minst -20 °C.

Vid kontakt med en större tillverkare av luftkompressorer bedömde en erfaren försäljningsingenjör (med kunskap om sprinklersystem) att Klass 2.3.2 är en rimlig nivå som också ställer krav på hela systemet. Siffran "3" i denna klassificering avser vatteninnehållet.

Figur 16 visar en luftkompressor för ett torrörssystem i en kyrka. Luftkompressorn har varit i drift i närmare 30 år vilket visar att kvalitet kan löna sig i längden.



Figur 16 Luftkompressor av hög kvalitet för ett torrörssystem i en kyrka. Kompressorn har varit i drift i närmare 30 år. Luftarrangemang med larm för lågt lufttryck uppströms luftregulatorn ger en mycket tidig signal om något fel uppstår på lufttillförseln.

Tiden från det att systemets provningsventil öppnas till dess att vatten strömmar ut genom ventilens munstycksöppning får inte överstiga 90 sekunder i riskklass LH och 60 sekunder i riskklasserna OH och HH. Det sägs i SS-EN 12845:2015 att kravet erfarenhetsmässigt uppfylls om rörsystemets totala rörvolym inte överstiger 4 m³ för riskklasserna LH och OH, förutsatt att sprinklersystemet har en så kallad snabböppnare. För riskklass HH bör den maximala rörvolymen vara högst 3 m³. SBF 120:8 har

kompletterande krav som bland annat säger att maximal rörvolym utan snabböppnare är 1,5 m³ i riskklasserna LH och OH.

Avsnitt 11.3 beskriver så kallade ”kombinerade system”. Kombinerade system består antingen av en tvåfunktionsventil eller en sammansatt installation bestående av både en våtrörs- och en torrörslarmventil. Under vintermånaderna driftsätts sprinklersystemet som ett torrörssystem. Under övriga delar av året fungerar systemet som ett våtrörssystem. SBF 120:8 har inga krav utöver de som anges i SS-EN 12845:2015 för detta avsnitt.

Kombinerade system är ovanliga i Sverige men är troligen vanligare i andra europeiska länder.

Avsnitt 11.4 beskriver så kallade ”förtlösningssystem” som också är kända under namnet ”pre-actionsystem”. Denna typ av system kan utföras som ”Typ A” respektive ”Typ B”.

Typ A-system installeras som ett normalt torrörssystem men ventilen aktiveras endast om både brandlarmsystem och sprinkler aktiveras. Den engelska benämningen för systemet är ”double-interlock”. Systemet används där avsevärd skada skulle kunna uppstå om systemet aktiveras oavsiktligt.

Typ B-system installeras som ett normalt torrörssystem men ventilen aktiveras antingen via ett brandlarmsystem eller vid aktivering av sprinkler. Den engelska benämningen för systemet är ”single-interlock”. Systemen installeras ofta där snabb brandspridning kan förväntas. Om brandlarmet detekterar branden (oftast röken) i ett tidigt skede är rörsystemet vattenfyllt när värmen från branden är tillräckligt hög för att aktivera sprinklerna.

För kulturhistoriskt värdefulla byggnader används ofta Typ A-system (”double-interlock”) för att minska risken för vattenskador. I Brandforsk projekt 323-010 beskrivs ett fall där kvarstående vatten i ett torrörssystem frös och skadade sprinklersystemet, men vatten strömmade inte ut eftersom inte brandlarmsystemet larmade.

Typ B-system (”single-interlock”) finns också installerade på en del kyrkvindar. Eftersom ett brandlarm öppnar systemets magnetventil och släpper in vatten i systemet kräver ett felaktigt brandlarm, åtminstone vintertid, att rörsystemet dräneras per omgående för att förhindra frysning.

Här kan dock anmärkas att den högre komplexiteten jämfört med vanliga torrörssystem innebär lägre driftssäkerhet, dyrare installationer samt högre drift- och underhållskostnader.

Brandlarmsdetektorer ska installeras i samtliga utrymmen som skyddas av systemet och ska uppfylla relevanta delar av EN 54 eller, i avsaknad av dessa, med ändamålsenliga bestämmelser som gäller där sprinklerinstallationen utförs. SBF 120:8 har text som ersätter dessa krav så till vida att aktivering ska ske av en automatisk brandlarmanläggning som uppfyller kraven i SBF 110. Andra typer av automatiska detekterings- och/eller aktiveringssystem kan användas efter särskild utredning och godkännande av kravställare.

Lämpliga detektorer är rökdetektorer eller aspirerande rökdetektorer för att erhålla en tidig detektering. Kapitel 5 i rapporten beskriver brandlarmsystem i mer detalj.

Torrörsförlängningssystem eller kombinerade förlängningssystem ska uppfylla avsnitten 11.5 och 11.6 förutom att de har begränsad omfattning och utgör förlängningar till normala våtrörssystem. Antal sprinkler inom förlängningssystem ska inte överstiga 100. Där fler än två förlängningssystem är anslutna till en larmventil får antalet sprinkler inte överstiga 250. SBF 120:8 har inga krav utöver de som anges i SS-EN 12845:2015 för dessa avsnitt.

Torrörsförlängningssystem eller kombinerade förlängningssystem är vanliga för till exempel utvändiga lastkajer.

I avsnitt 11.6 beskrivs förlängningssystem med vattenspraysystem. Detta är system med öppna sprinkler eller munstycken. Systemet kan anslutas till det befintliga systemet (våtrörssystem) via en egen aktiveringsventil (gruppventil eller kontrollventil) med en anslutning som är maximalt 80 mm och förutsatt att det extra vattenflödet inräknas vid dimensioneringen av vattenkällan. Systemen installeras när en intensiv brand med en snabb brandspridning förväntas och när det är önskvärt att vattenbegjuta ett helt område inom vilken branden kan uppstå eller spridas. SBF 120:8 har inga krav utöver de som anges i SS-EN 12845:2015 för detta avsnitt.

För kulturhistoriskt värdefulla byggnader skulle systemtypen kunna användas där det går att placera gruppventilen i byggnaden och installera munstycken för att vattenbegjuta till exempel en ytterfasad eller ett yttertak. Gruppventilen aktiveras av ett separat branddetekteringssystem eller en kontrollventil med en termisk känslkropp. En fördel skulle kunna vara mindre rördragning och kortare tid till vattenbegjutning jämfört med en torrörsalarmventil placerad i en sprinklercentral. Mer information om skydd av fasader och yttertak finns i rapportens kapitel 4.1.

SBF 120:8 har tillkommande krav som inte finns i SS-EN 12845:2015 i avsnitt 11.7, Vattenspraysystem (Grupputlösningssystem). Här finns en hänvisning till SIS-CEN/TS 14816 vad gäller utformning och dimensionering av system. Avsnitt 11.8 i SBF 120:8 omfattar också tillkommande krav och avser sprinklersystem med skuminblandning som ska utföras i enlighet med kraven i SS-EN 13565-2.

3.12 Sprinklernas placering

Avsnittet har en allmän inledning (12.1), krav på maximal täckningsyta för sprinkler (12.2), minimiavstånd mellan sprinkler (12.3), placering av sprinkler i förhållande till byggnadskonstruktion (12.4) och nivåsprinkler i HH-risker (12.5). Avsnitt 12.6 omfattar tillkommande krav för Extended Coverage (EC) sprinkler.

För taksprinkler ska det enligt avsnitt 12.1 vara ett fritt utrymme under sprinklerna om minst 0,5 m i riskklasserna LH och OH. För så kallade ”flat spray sprinkler” kan avståndet minskas till 0,3 m. SBF 120:8 har en kompletterande text i avsnitt 12.1.1 som beskriver placering av sprinkler avseende hinder för vattendistributionen för sprinkler.

Enligt avsnitt 12.2 är maximal täckningsyta för en sprinkler (utom väggssprinkler) i riskklass LH 21,0 m² och i riskklass OH 12,0 m². Maximalt avstånd mellan sprinkler är 4,6 m (för LH) respektive 4,0 m (för OH) och maximalt avstånd till vägg eller annan

avskärmning är 2,0 m men kortare avstånd (1,5 m) föreskrivs bland annat när taket har exponerade balkar eller takstolar samt när ytterväggar har brännbar konstruktion. Minsta horisontella avstånd mellan sprinkler är 2,0 m enligt avsnitt 12.3. För dessa båda avsnitt har SBF 120:8 inga andra eller kompletterande krav.

Enligt avsnitt 12.4 så ska sprinkler installeras så att spridarplattan är maximalt 300 mm från taket om det är brännbart och maximalt 450 mm från taket om takkonstruktionen är obrännbar (motsvarande Euroclass A1 eller A2). När det så är möjligt ska dock spridarplattan vara mellan 75 mm och 150 mm från taket så att sprinklerna aktiveras så tidigt som möjligt vid en brand. Om det är oundvikligt att tillämpa ovanstående maximala avstånd från taket ska området där avsteg från rekommendationerna görs vara så litet som möjligt. SBF 120:8 har en kompletterande text i avsnitt 12.4.1 som säger att ett "exponerat bjälklag" endast avser utrymmen med trä- och stålbalkar som saknar passivt skydd för att uppnå erforderlig klass i bärande avseende (till exempel beklädnadsskivor eller brandskyddsmålning). Det finns också kompletterande text som beskriver när sprinkler i takfickor utförda i obrännbart material inte krävs och kompletterande text för innertak i obrännbart material. SBF 120:8 har också text i avsnitt 12.4.2 som kompletterar den i SS-EN 12845:2015 när takfickor utförda i obrännbart material inte behöver ha sprinkler.

Sprinkler ska placeras med spridarplattan parallellt med taklutningen enligt avsnitt 12.4.3. Om taklutningen är större än 30° i förhållande till horisontalplanet ska en rad sprinkler placeras vid taknocken eller inte mer än 0,75 m från taknock mätt radiellt.

Placering av sprinkler och dimensionering av sprinklersystem på oinredda vindar är överhuvudtaget inte beskrivet i SS-EN 12845:2015 och SBF 120:8. Ovanstående beskrivning om orientering av sprinkler med avseende på taklutning och taknock är dock tillämbart. Skydd av oinredda vindar beskrivs i kapitel 4.2 i denna rapport.

Krav i avsnitt 12.4.4 säger att avståndet från ytterkanten på skärmtak till närmaste sprinkler inte ska överstiga 1,5 m.

Ovanstående krav torde vara tillämbart för placering av sprinkler under läktare och balkonger i kulturhistoriskt värdefulla byggnader.

Avsnitt 12.4.5 beskriver de villkor som ska vara uppfyllda för att ljusinsläpp inte behöver sprinkler och här har SBF 120:8 en del kompletterande krav (återges ej i detalj).

Avsnitten 12.4.6 och 12.4.7 beskriver hur sprinkler ska placeras med hänsyn till balkar och liknande hinder med avseende på inverkan på sprinklernas spridningsbild, men kraven redovisas inte i detalj här. SBF 120:8 har inga andra eller kompletterande krav.

Ovanstående krav är tillämbara för placering av sprinkler i kulturhistoriskt värdefulla byggnader i utrymmen med takbalkar men reglerna kan vara svåra att följa helt och hållet i denna typ av objekt. Bedömningar om lämpliga placeringar kan behöva göras på plats.

Avsnitt 12.4.8 beskriver placering av sprinkler för takkonstruktioner med fackverksbalkar, avsnitt 12.4.9 placering runt pelare och avsnitt 12.4.10 placering under plattformar, ventilationskanaler och liknande. Kraven redovisas inte här. För avsnitt 12.4.10 har SBF 120:8 kompletterande krav som förtydligar när flera hinder ska räknas som ett hinder.

Gångbryggor eller plattformar för installation och åtkomst av rörsystem på vindar kan (beroende på bredd och genomsläpplighet av vatten) behöva sprinkler under gångbryggan/plattformen. Utformning av gångbryggor på i första hand vindar diskuteras i rapportens kapitel 4.5.

Avsnitt 12.5 avser nivå sprinkler i HH-risker och kan vara tillämpligt för samlingar som förvaras i pallställage. SBF 120:8 har kompletterande krav för avsnitt 12.5.1 hur sprinkler ska placeras.

SBF 120:8 har tillkommande krav som inte finns i SS-EN 12845:2015 i avsnitt 12.6 för Extended Coverage (EC) sprinkler. Vad gäller installation av sådana sprinkler finns hänvisningar till NFPA 13.

EC-sprinkler beskrivs i rapportens kapitel 3.6.

3.13 Rördimensionering och rörförläggning

Avsnittet har en allmän inledning (13.1), ett avsnitt om beräkning av tryckförluster i rörnät (13.2), krav för schablonberäknade system (13.3) och krav för fullständigt hydrauliskt beräknade anläggningar (13.4). I avsnitt 13.5 har SBF 120:8 tillkommande krav för installation som inte finns i SS-EN 12845:2015.

För avsnitt 13.1 har SBF 120:8 krav som ersätter de i SS-EN 12845:2015. Rördimensionering ska alltid ske med en fullständig hydraulisk beräkning varför kraven för schablonberäknade system i avsnitt 13.3 inte är aktuella. Datorprogram som används för den hydraulisk beräkningen ska uppfylla kraven i SBF 1030.

I avsnitt 13.2 beskrivs hur tryckförluster i rörnät ska beräknas och Tabell 22 (återges ej här) redovisar den friktionsförlustfaktor (C-värde) som ska användas för rör. SBF 120:8 har text som kompletterar den i SS-EN 12845:2015. Bland annat sägs att C-värdet för plaströr ska vara 140 men att annat C-värde kan användas om det kan verifieras av ackrediterat provningslaboratorium. För flexibla slangar sägs att tryckförlust enligt slangens typgodkännande kan användas.

Ett högt C-värde motsvarar en lägre friktionsförlust vid vattenströmning i rör. Rör av rostfritt stål och koppar har ett C-värde om 140 och stålrör och galvaniserade rör har ett C-värde om 120. Friktionsförlusterna är alltså lägre i de två förstnämnda rörtyperna (som kan vara lämpliga i kulturhistoriskt värdefulla byggnader) vilket vid en hydraulisk dimensionering kan innebära att klenare rördimensioner kan vara möjliga att använda.

Avsnittet 13.2.2. beskriver den statiska tryckskillnaden mellan två sammanbundna punkter i ett system med ekvationen $p = 0,098h$, där p är den statiska tryckskillnaden i bar och h är det vertikala avståndet mellan systempunkterna i meter.

Om det vertikala avståndet mellan en sprinklerpump och den högst placerade sprinklern i till exempel ett kyrktorn är 100 m så är den statiska tryckskillnaden 9,8 bar enligt ovanstående ekvation. Även om så stora höjdskillnader inte är vanliga så illustrerar exemplet att hänsyn behöver tas vad gäller tryckklass på rör och andra komponenter i ett sprinklersystem med stora vertikala höjdskillnader.

Avsnittet 13.3 som avser krav för schablonberäknade system är inte aktuellt enligt diskussionen ovan.

I avsnitt 13.4 finns krav för fullständigt hydrauliskt beräknade anläggningar. Avsnittet 13.4.4 redovisar lägsta tillåtna munstyckstryck för den hydrauliskt sämst belägna sprinklern när alla sprinkler inom verkningsytan avger vatten. För riskklass LH är trycket 0,70 bar och för riskklass OH är det 0,35 bar. Trycket ska dock inte understiga det som krävs för att erhålla korrekt vattentäthet.

Ovanstående krav illustrerar att traditionella sprinklersystem opererar med låga vattentryck: 0,35 bar motsvarar 47 l/min för en "normal" sprinkler med K-faktor 80 (l/min)/√bar och 0,70 bar motsvarar 67 l/min för samma sprinkler.

För avsnitt 13.4.3.1 a) har SBF 120:8 krav som ersätter de i SS-EN 12845:2015 avseende hur verkningsytan i den hydrauliska beräkningen ska utformas.

Avsnitt 13.4.5 redovisar krav för minsta rördimension. För riskklass LH är minsta tillåtna rördimension 20 mm. För riskklass OH och HH är minsta tillåtna rördimension 20 mm för horisontella och uppåtriktade rör som ansluter till en sprinkler med en K-faktor som inte är större än 80 (l/min)/√bar. För alla andra riskklasser är minsta rördimension 25 mm.

Klena rördimensioner är fördelaktigt för synliga rör, för rördragning i trånga utrymmen och för att begränsa håltagning genom byggnadskonstruktioner. Ovanstående krav illustrerar den minsta rördimension som är tillåten för traditionella sprinklersystem där ovanstående rördimensioner förstås blir aktuella för hela eller delar av grenrör till en eller möjligen några sprinkler beroende på de hydrauliska förutsättningarna.

Rekommendationer för förläggning av rör i kulturhistoriskt värdefulla byggnader är enligt Andersson (2005) att:

- Avståndet mellan rör och byggnadsdel bör vara detsamma som rörets diameter med undantag för rör med uppåtriktade sprinkler. Avståndet mellan två parallella rör ska vara detsamma som rörets radie. Om dimensionerna på de parallella rören är olika, ska avståndet mellan rör och byggnadsdel motsvara det största rörets diameter och avståndet mellan rören vara detsamma som det största rörets radie.
- Fästanordningar ska godkännas av antikvarisk kontrollant.
- På plats där rör ska dras genom träkonstruktioner i golv, tak eller vägg, ska hål borras med en diameter motsvarande rörets diameter plus maximalt 10 mm. Hålborrning ska utföras utan skada på träet runt hålen. Efter det att rören monterats ska hålen säkras mot vattenskador och/eller svampangrepp. Vid borrning i sten gäller motsvarande.
- Vid håltagning i bjälkar och annan tjockare träkonstruktion ska hålsåg endast användas i yttre delarna. Detta beror på faran för varmgång. Inre del av hål ska borras.

Ovanstående rekommendationer är baserade på ett underlag från en specifik kyrka.

Figur 17 till Figur 20 visar ett bra exempel på hur sprinkler kan installeras för att skydda en kyrksal. Alla delar av kyrkan har ett torrörssystem fyllt med tryckluft. Under orgelläktaren och läktaren längs långväggen finns synliga sprinklerrör med horisontella väggsprinkler. Rören är målade i en kulör snarlik väggarna och takets kulör och rören är

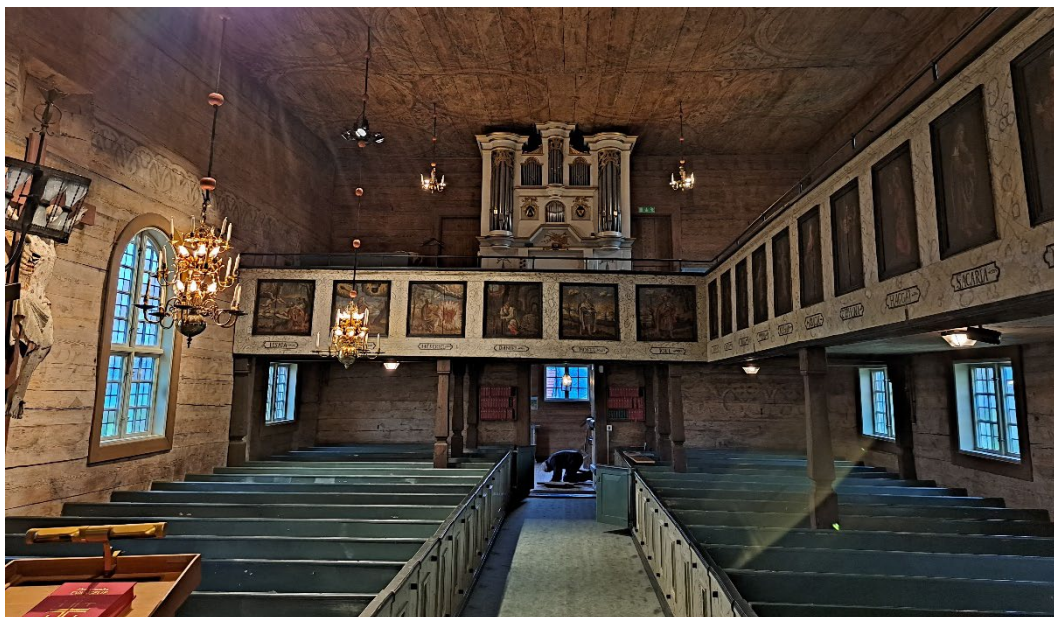
förlagda på ett diskret sätt. I kyrksalens tak är nedåtriktade så kallade torrörssprinkler installerade som är anslutna till rörsystemet på kyrkvinden.



Figur 17 Under kyrkans orgelläktare är rören synliga (men inmålade) och har horisontella väggsprinkler. Vid hörnet syns en av systemets dräneringsventiler. Notera sprinklerörets lutning mot dräneringsventilen. Foto: Magnus Arvidson, RISE.



Figur 18 Under läktaren längs långväggen är sprinklerröret förlagt bakom en bärande träbalk och är inte synligt från mittgången i kyrkan. Systemet har horisontella väggsprinkler. Foto: Magnus Arvidson, RISE.



Figur 19 I kyrksalens tak är nedåtriktade så kallade torrörssprinkler installerade som är anslutna till rörsystemet på kyrkvinden. Sprinklerna vid taket är mycket svåra att se med blotta ögat från golvnivå. Foto: Magnus Arvidson, RISE.



Figur 20 En av de så kallade torrörssprinkler som är installerade genom vindsbjälklaget och som är anslutna till ett rörsystem på kyrkvinden. Foto: Magnus Arvidson, RISE.

Uppåtriktade sprinkler ska inte anslutas till något rör med större dimension än 65 mm, eller 50 mm om röret är isolerat enligt avsnitt 13.4.5 i SS-EN 12845:2015. Not: Här avses termisk isolering för frysskydd av rör. För större dimensioner ska ett stickrör installeras så att avståndet från sprinklernas spridarplatta till närmsta del av huvudröret är minst

1,5 gånger diametern på detta rör. Nedåtriktade sprinkler ska inte anslutas direkt till något rör med dimension större än 80 mm.

Ovanstående krav för uppåtriktade sprinkler är ett sätt att minska inverkan av det underliggande rörets skärmning av vattenspridningen från sprinklern. Bakgrunden till rördimensionsbegränsningen för nedåtriktade sprinkler är troligen sannolikheten för ansamling av sediment och korrosion i botten av rör som kan sätta igen utloppet på sprinkler.

I avsnitt 13.5 har SBF 120:8 tillkommande krav för installation som inte omnämns i SS-EN 12845:2015. Här sägs att installationen av ett automatiskt vattensprinklersystem ska utföras av en anläggarfirma. Sprinklersystemets rörnät ska installeras på installationsplatsen av anläggarfirma. Prefabricering (förtillverkning) av delar av rörnätet får ske på följande villkor:

- Prefabricering kategori I: Prefabricering av raka gängade rör (med gängade rördelar) upp till en maximal längd av 8 m får utföras av anläggarfirma eller av annat företag.
- Prefabricering kategori II: Prefabricering av rörmontage utöver kategori I får utföras av anläggarfirma eller av underleverantör till anläggarfirma som uppfyller kraven i avsnitt 13.5.3.
- Prefabricering kategori III: Fogning av rör och rör/rördelar (till exempel anslutningsmuffar) vid dimensioner <DN 50 med svetsrobot eller motsvarande standardiserad svetskvalitet.

I avsnitt 13.5.3 beskrivs de krav som ställs på företag som utför prefabricering enligt kategori I och/eller II. Företagen ska ha ett dokumenterat kvalitetssystem som inkluderar bland annat hur svenska föreskrifter för svetsar och svetsning uppfylls samt hur invändig renhet för (sammansatta) rörsektioner ska säkerställas. Rent praktiskt sägs också att prefabriceringsmetoden inte ska minska rörets innerdiameter. Samtliga detaljkrav återges ej här.

Prefabricering av rör är troligen mindre vanligt för dessa objekt än för andra typer av byggnader men kan vara aktuellt om flänsförband används i stället för mekaniska kopplingar (rillkopplingar).

3.14 Sprinklerdimensionering och användningsområde

Avsnittet har en allmän inledning (14.1), ett avsnitt om sprinklertyper och placering (14.2), flöde från sprinkler (14.3), sprinklertemperatur (14.4), sprinklerkänslighet (14.5), sprinklerskydd (14.6), stänkskydd för sprinkler (14.7), sprinklerbrickor (14.8) och rostskydd av sprinkler (14.9). I avsnitt 14.10 har SBF 120:8 tillkommande komponentkrav för sprinkler som inte omnämns i SS-EN 12845:2015.

Avsnitt 14.1 säger att endast nya (oanvända) sprinkler får användas. De får inte förändras, utsmyckas eller täckas över förutom vad som sägs i avsnitt 14.9.

Sprinkler som inte är fabriksmålade eller har någon ytbehandling är av obehandlad mässing och smälter normalt bra in i miljöer i kulturhistoriskt värdefulla byggnader. Fabriksmålade sprinkler är dessutom dyrare än sprinkler i obehandlad mässing.

SBF 120:8 har en kompletterande text som redovisar ytterligare typer av sprinkler som är tillåtna att använda, bland annat så kallade Extended Coverage (EC) sprinkler som har en större täckningsyta än vanliga sprinkler.

EC-sprinkler beskrivs i rapportens kapitel 3.6.

Avsnitt 14.2 beskriver sprinklertyper och placering. I avsnittet finns Tabell 37a (återges ej här) som beskriver sprinklertyper och K-faktorer (flödeskoefficient) för olika riskklasser. För riskklass LH (vattentäthet om 2,5 mm/min) föreskrivs sprinkler med en nominell K-faktor om 57 (l/min)/√bar. För riskklass OH föreskrivs sprinkler med en nominell K-faktor om antingen 80 (l/min)/√bar eller 115 (l/min)/√bar. SBF 120:8 har en kompletterande text som medger användning av sprinkler med större K-faktor. För riskklasserna LH och OH är sådana sprinkler av typen Extended Coverage (EC).

För kulturhistoriskt värdefulla byggnader finns det miljöer där det kan vara lämpligt att använda sprinkler med lägre K-faktor än de som beskrivs ovan för att begränsa vattenflödet och eventuella vattenskador vid brand eller oavsiktlig aktivering. Exempel på sådana miljöer kan vara mindre rum och kattvindar eller liknande utrymmen med låg takhöjd. Flera tillverkare har sprinkler med nominella K-faktorer om både 57 (l/min)/√bar och 40 (l/min)/√bar. I mindre utrymmen är det troligt att en eller ett fåtal sprinkler aktiverar vilket gör att flödet ändå är fullt tillräckligt för att dämpa eller kontrollera en brand. Om rörsystemet är utfört av rostfritt stål eller av koppar torde sannolikheten för igensättning av utloppsöppningen vara låg eftersom inga korrosionsprodukter bildas i rören.

I avsnitt 14.2.5 har SBF 120:8 tillkommande krav till de i SS-EN 12845:2015 som medger att andra sprinklertyper (benämnda "specialsprinkler") än de som diskuteras ovan tillåts att användas efter särskild utvärdering och efter kravställarens medgivande. Sprinklerna ska uppfylla kraven i avsnitt 14.10.3.

Så kallade vindsprinkler faller under kategorin specialsprinkler. Se diskussion i kapitel 4.2 i denna rapport.

Avsnitt 14.3 beskriver hur vattenflödet från en sprinkler ska beräknas baserat på dess K-faktor och vattentrycket. SBF 120:8 har inga krav utöver de i SS-EN 12845:2015.

Avsnitt 14.4 beskriver att den nominella aktiveringstemperaturen för sprinkler ska väljas så att den är så nära omgivningstemperaturen som möjligt men inte lägre än 30 °C över normal omgivningstemperatur. Under normala omständigheter är en aktiveringstemperatur på 68 °C eller 74 °C lämplig. Inom oventilerade dolda utrymmen eller vid ljusinsläpp eller glastak kan det vara nödvändigt att installera sprinkler med högre aktiveringstemperatur upp till 93 °C eller 100 °C. SBF 120:8 har inga krav utöver de i SS-EN 12845:2015.

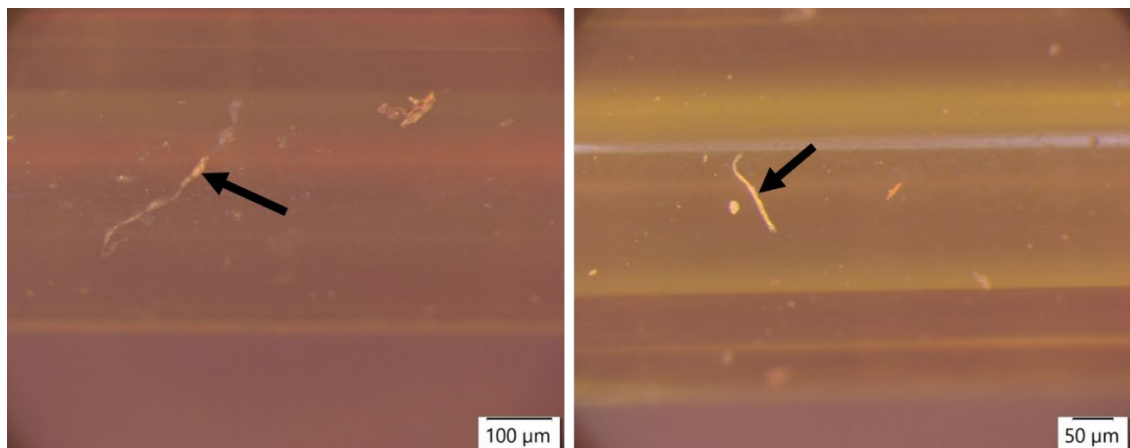
För kulturhistoriskt värdefulla byggnader är ouppvärmade och oinredda vindar ett exempel på ett utrymme där högre nominella aktiveringstemperatur är lämpligt på grund av höga temperaturer sommartid. Utvändiga automatiska sprinkler under takfot på byggnader är ett annat exempel där direkt solstrålning skulle kunna få en sprinkler att aktivera.

Avsnitt 14.5 beskriver sprinklerkänslighet, det vill säga den termiska känselkroppens termiska tröghet. Baserat på sprinklerkänslighet kan sprinkler klassificeras som:

- "Quick response", normalt sprinkler med 3 mm glasbulb eller tunn smältlänk.
- "Special response", normalt sprinkler med 4 mm glasbulb.
- "Standard response A", normalt sprinkler med 5 mm glasbulb eller tjockare smältlänk.

SBF 120:8 har kompletterande krav som säger att sprinkler med olika klassificering inte får blandas inom ett och samma utrymme förutom (under vissa förutsättningar) vid ombyggnation av äldre system.

Moderna sprinkler tillverkas inte med glasbulber med större diameter än 5 mm. Äldre sprinkler kan ha glasbulber upp till 12 mm. Sprinkler med glasbulb är känsliga för mekaniska skador vid transport, installation och under driftstiden. Glasbulben kan få skador, till exempel mikrosprickor, som gör att den brister utan att det brinner. Sådana skador dokumenterades i Brandforsk projekt 323-010 och kan förklara några av de sprinkleraktiveringar som inträffat i flera kyrkor. Figur 21 visar två glasbulber som granskades med mikroskop i Brandforsk projekt 323-010 och där mikrosprickor hittades



Figur 21 Mikrosprickor i glasbulber som dokumenterades i Brandforsk projekt 323-010. Skadorna kan förklara några av de sprinkleraktiveringar som inträffat i flera kyrkor. Foto: Leandro De Oliveira, RISE.

Men glasbulben kan också skadas så att sprinklern inte aktiverar vid brand. Figur 22 visar fyra exempel på sprinkler med skadade glasbulber som provats vid RISE vid så kallad "25-årskontroll" av sprinkler som demonterats från olika anläggningar.



Figur 22 Två exempel på sprinkler med 3 mm glasbulb och ett exempel på sprinkler med 8 mm glasbulb där dess ena ände skadats. Det sista fallet är troligen ett tillverkningsfel där glasbulben monterats snett och skadats. Skadan är svår att upptäcka när sprinklern är installerad och gör att den inte aktiveras vid en brand. Det fjärde exemplet är en sprinkler med 5 mm glasbulb som utsatts för en mekanisk skada (spridarplattan är deformerad) som även skadat glasbulben. Foto: Mourhaf Jandali och Andreas Herbertsson, RISE.

Sprinkler av typen "Quick response" är inte tillåtna i torrörssystem enligt SS-EN 12845:2015 och förutlösningssystem av Typ A, det som på engelska benämns som "double-interlock" system. Bakgrunden är att allt för många sprinkler riskerar att aktivera innan vatten börjar att distribueras från sprinklerna.

För kulturhistoriskt värdefulla byggnader rekommenderas att sprinkler med antingen smältlänk eller cylindrisk termisk känselkropp används. En smältlänk består av två metallskivor som är sammanfogade med ett smältlod som smälter vid en bestämd temperatur. En cylindrisk termiska känselkropp består av en cylinder där den ena änden har en kula av rostfritt stål som hålls av ett smältlod. När lodet smälter, rör sig kulan in i cylindern så att det termiska elementet faller bort från sprinklern. Sprinkler med dessa lösningar är mer robusta än sprinkler med glasbulb.

Figur 23 visar sprinkler från två olika tillverkare som uppfyller ovanstående rekommendationer. Andra sprinklertillverkare har likvärdiga sprinkler.



Figur 23 Reliable GFR Series med smältlänk ("Quick response") och Reliable G Series med en cylindrisk termisk känselkropp ("Standard response") samt Tyco Series TY-FRL med smältlänk ("Quick response") och Tyco Series TY-L med en cylindrisk termisk känselkropp ("Standard response"). Foton: Respektive tillverkare.

Sprinkler installerade så att de finns risk för mekanisk skada ska förses med skyddskorg enligt avsnitt 14.6. Figur 24 visar en sprinkler med skyddskorg.



Figur 24 Sprinkler med skyddskorg i en sprinklerinstallation på en kyrkvind. Här kan noteras att den uppåtriktade sprinklern inte är installerad enligt kraven, det vill säga att sprinklerokets plan ska vara parallell med röret. Foto: Magnus Arvidson, RISE.

Avsnitt 14.7 beskriver stänkskydd för sprinkler, vilket är relevant för sprinkler installerade i ställage eller under perforerade hyllor och liknande. Avsnitt 14.8 har krav för sprinklerbrickor. SBF 120:8 har inga krav utöver de i SS-EN 12845:2015 för dessa avsnitt.

I avsnitt 14.9 sägs att sprinkler som installeras i korrosiv miljö ska skyddas med en lämplig skyddsmålning utförd av leverantörer eller vara utförd av lämpligt korrosionsbeständigt material. SBF 120:8 har inga krav utöver de i SS-EN 12845:2015.

I avsnitt 14.10 har SBF 120:8 tillkommande komponentkrav för sprinkler som inte omnämns i SS-EN 12845:2015. I avsnitt 14.10.3 återfinns kraven för specialsprinkler som bland annat säger att projektering och installation ska göras enligt sprinklernas godkännande.

Så kallade "vindsprinkler" faller under kategorin specialsprinkler. Se diskussion i kapitel 4.2 i denna rapport.

3.15 Ventiler

Avsnittet beskriver krav för larmventiler (15.1), avstängningsventil (15.2), ventiler på ringmatade ledningar (15.3), dräneringsventiler (15.4), provningsventiler (15.5), spolanslutningar (15.6) och manometrar (15.7).

Det grundläggande kravet i avsnitt 15.1 är att varje installation ska vara försedd med en sprinklerlarmventil i enlighet med kraven i EN 12259-2 (våtrör) eller EN 12259-3 (torrör). SBF 120:8 har ett kompletterande krav som säger att sprinklersystem även kan vara försedda med larmventil som uppfyller kraven i EN 12259-9 (Grupputlösningventil).

För avstängningsventiler krävs enligt avsnitt 15.2 bland annat att de ska vara säkrade i rätt läge med rem och lås eller vara säkrad på motsvarande sätt. Enligt Bilaga H i SS-EN 12845:2015 så ska ventilindikeringslarm finnas. För normalt öppna ventiler ska larm ges med en gång när ventilen börjar stängas.

Det normala är att "rätt läge" är att ventilen är öppen, men det kan finnas situationer när den ska vara stängd och inte kunna öppnas av obehörig person, till exempel när det pågår reparationsarbete på systemet. Exempel på ventiler som normalt ska vara stängda är bypass-ventil för tryckluft, dräneringsventiler och ventil på kapacitetsprovsningsledning.

Avstängningsventiler ska inte installeras nedströms larmventilen förutom vad som anges i SS-EN 12845:2015. För att underlätta provning och underhåll kan en avstängningsventil installeras omedelbart nedströms larmventilen om den är övervakad. SBF 120:8 har en kompletterande text som säger att kraven för avstängningsventiler även gäller larmavstängningsventiler.

Nuförtiden är det vanligt att det finns en avstängningsventil direkt nedströms larmventil för att möjliggöra enklare service och underhåll utan att rörsystemet dräneras på vatten eller luft.

Avsnitt 15.3 har anvisningar för ventiler på ringmatade ledningar inom en fastighet som säger att avstängningsventiler ska installeras så att matningen kan indelas i områden med maximalt fyra larmventiler. SBF 120:8 har inga krav utöver de i SS-EN 12845:2015.

Dräneringsventiler ska installeras för att tillåta dränering av rörsystemet och avsnitt 15.4 har detaljerade anvisningar för hur de ska installeras. Ventilerna ska installeras på undersida rör och utloppet ska inte placeras högre än 3 m ovan golv och ska förses med en lämplig plugg. SBF 120:8 har ett exempel på hur en anordning för provning och dränering i ett torrörssystem kan utformas. Figur 25 visar tre exempel på hur dräneringsventiler i ett torrörssystem kan utformas och placeras.

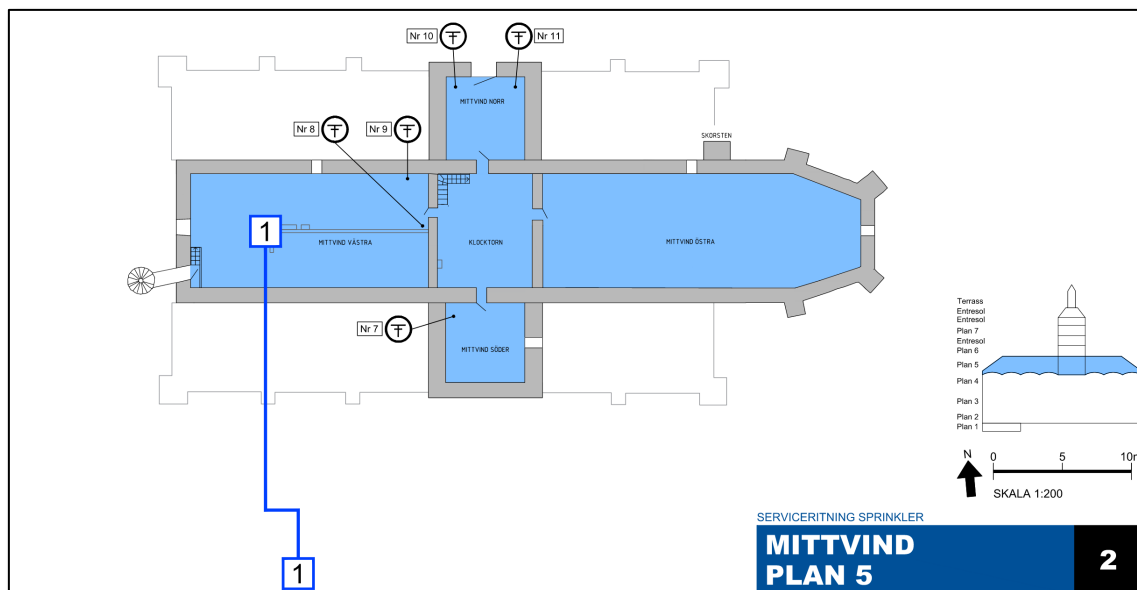


Figur 25 Till vänster visas två dräneringsventiler för ett torrörssystem i samma kyrka, en ventil invändigt i kyrkan och en ventil placerad utvändigt kyrkan. Mellan två avstängningsventiler finns en rörvolym som fylls till hälften med frostskyddsvätska (ofta spolarvätska). Avsikten är att kondensvatten i sprinklersystemet ska ansamlas i denna volym som dräneras och fylls på med frostskyddsvätska regelbundet. Fotot till höger visar en dräneringsventil med kärl tillverkat av rostfritt stål. Foto: Magnus Arvidson, RISE.

Kvarstående vatten som ansamlas i lågpunkter i torrörssystem bidrar till en hög fukthalt i rören som i kombination med tryckluft ger en ökad risk för korrosion och läckage. Det är därför särskilt angeläget att torrörssystem dräneras omsorgsfullt efter en provning när stora delar av rörsystemet kan vara vattenfyllt. Större mängder kvarstående vatten som fryser kan leda till båda skador på själva rörsystemet och vattenskador.

Dräneringsventiler bör numreras på serviceritning och på plats. Vid återställning efter provning bör det finnas en lista på ventilerna så att sprinklerentreprenören kan upprätta en skriftlig egenkontroll på att alla dessa är tömda på vatten och därefter fyllda med frostskyddsvätska. På serviceprotokoll bör det också finnas en förteckning som redovisar att alla dräneringsventiler är kontrollerade och tömda. Vid återställning så bör sprinklerentreprenören ha med sig serviceritningar eftersom det är lätt att missa en dräneringsventil. Detta är särskilt viktigt för en ny anläggarfirma eller ny personal som inte har lärt sig byggnaden och systemet. Dränering och återfyllning av dräneringskärl kan behöva ske flera gånger under vintersäsongen.

Figur 26 visar ett exempel på en serviceritning med numrerade dräneringsventiler.



Figur 26 Exempel på serviceritning med numrerade dräneringsventiler. Foto: Emil Egeltoft, Brandskyddslaget AB.

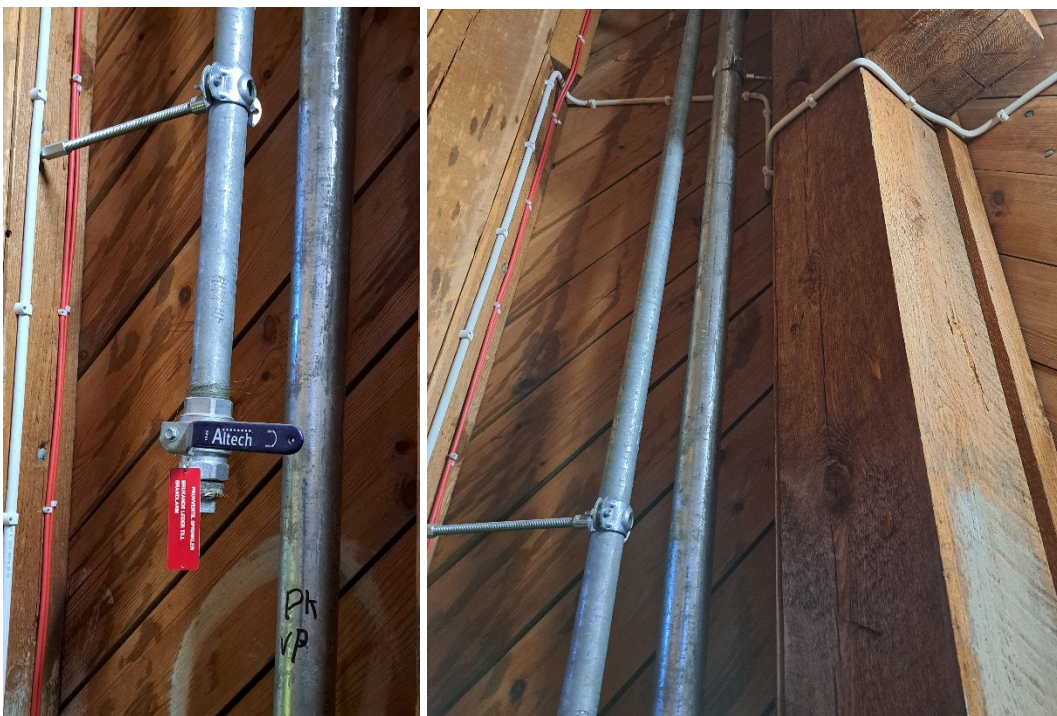
Avsnitt 15.5 beskriver provningsventiler för provning av larm och pumpstart samt provningsventil på sprinklersystemet. SBF 120:8 har inga krav utöver de i SS-EN 12845:2015.

I höga kyrktorn eller på vindar kan tillgängligheten för provningsventiler vara besvärlig. En lämplig lösning är att en returledning med mindre dimension dras till sprinklercentralen där provningsventilen installeras. Alternativt dras en returledning ned till ett lägre våningsplan där det finns en anslutning för slang. Det förenklar provningen väsentligt men här bör beaktas att fördröjningstiden till dess att vatten börjar att strömma genom en provningsventil placerad i sprinklercentralen eller på lägre våningsplan är längre än om ventilen varit placerad vid rörsystemets ändpunkt.

Figur 27 visar ett exempel på en returledning till sprinklercentralen och Figur 28 rördragning från systemets högsta punkt till ett våningsplan i ett kyrktorn där slang kan anslutas och vatten ledas ut genom en öppning till det fria.



Figur 27 Exempel på en returledning med mindre dimension dragen parallellt med ett distributionsrör till sprinklercentralen där provningsventilen installeras. Sprinklerröret har mekaniska rörkopplingar (rillkopplingar) och jordflätor för att säkerställa god potentialutjämning av hela rörsystemet. Foto: Tomas Godby, Brandskyddsbesiktning T Godby AB.

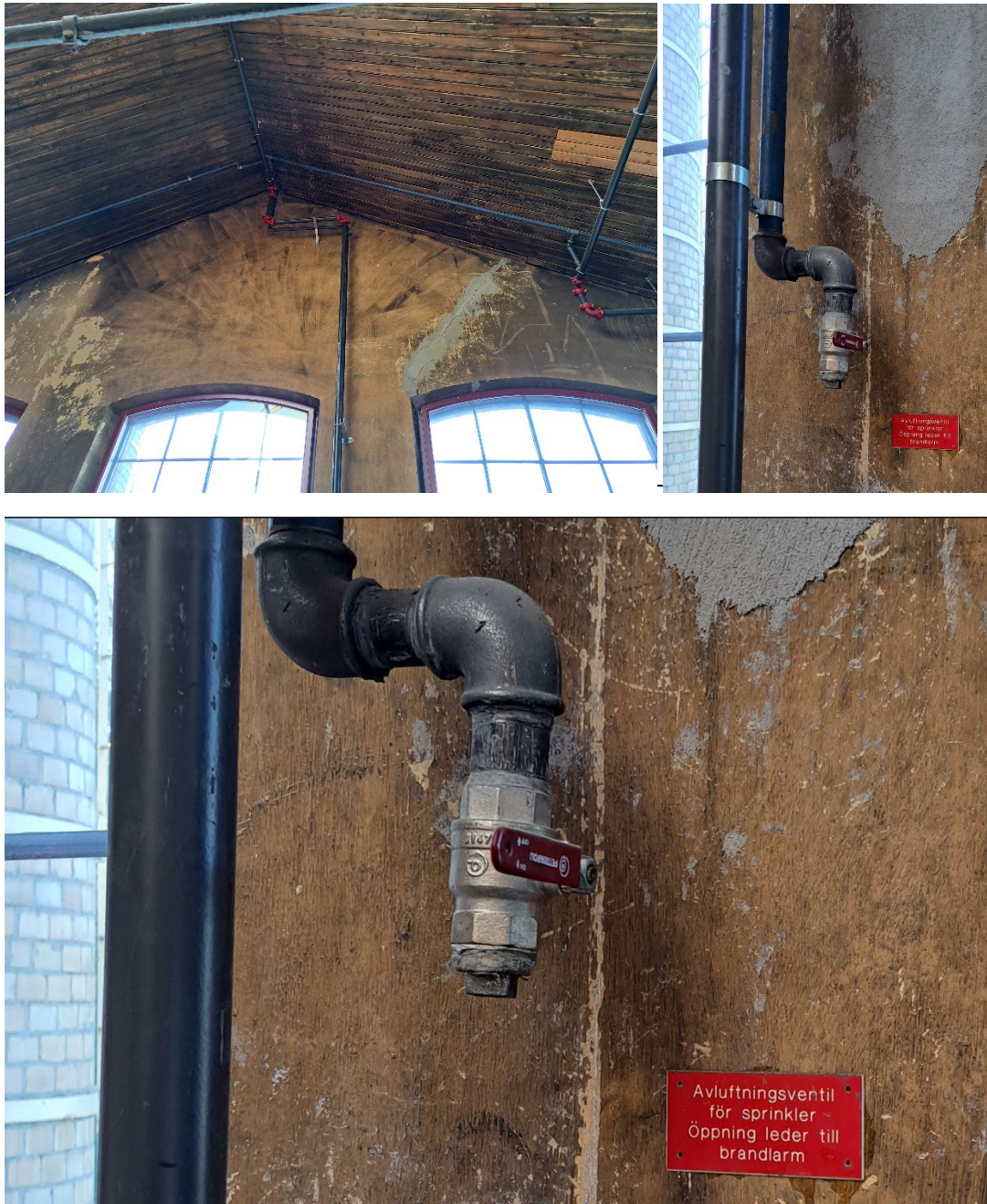


Figur 28 Provningsventil installerad i ett torrörssystem i ett kyrktorn med rördragnings från systemets högsta punkt till ett våningsplan i tornet där slang kan anslutas och vatten ledas ut genom en öppning och till det fria. Foto: Magnus Arvidson, RISE.

Avsnitt 15.6 beskriver spolanslutningar och deras placering. Detaljkraven återges inte här. SBF 120:8 kräver att en avluftningsventil ska finnas i anläggningens högsta punkt för att kunna släppa ut luft när ett våtrörssystem fylls med vatten. Avluftningsventil får placeras högst 3 m över golv eller annat lättillgängligt gångplan och ska skyddas mot mekanisk skada.

Avluftning av våtrörssystem är viktigt för att förhindra onödiga larm samt förhindra eller begränsa invändig korrosion i rör. I extremfall kan kvarstående luft i rörsystemet innebära att brandlarm vid vattenflöde inte erhålls alternativt fördröjs.

Figur 29 visar hur ett rörsystem (våtrörssystem) installerat vid tak kan förses med en avluftningsventil placerad vid golvnivå.



Figur 29 Ett exempel på hur den högsta punkten i ett våtrörssystem installerat vid tak kan förses med en avluftsventil placerad vid golvnivå. Här kan också noteras att ventilens utlopp är försedd med en gängad plugg som förhindrar utströmning av vatten vid oavsiktlig eller otillbörlig öppning av ventilen. Foto: Magnus Arvidson, RISE.

Avsnitt 15.7 har krav för manometrar (återges ej här). SBF 120:8 har inga krav utöver de i SS-EN 12845:2015.

3.16 Larm och larmanordningar

Avsnittet beskriver larm vid vattenflöde (16.1), elektriska larmgivare för flöde och tryck (16.2) och förbindelse med räddningstjänsten och/eller annan central larmmottagare (16.3). SBF 120:8 har tillkommande krav som gäller förbindelse med lokal larmorganisation.

Grundkravet enligt avsnitt 16.1.1 är att varje sprinklerventil ska förses med ett vattendrivet larm och en elektrisk anordning för att vidarebefordra larm. SBF 120:8 har kompletterande krav till de i SS-EN 12845:2015 som säger att brandlarm (A-larm) från en sprinkleranläggning ska vara av signal från larmpressostat eller signal från flödesvakt enligt avsnitt 10.3.2 i SS-EN 12845:2015.

Den vattendrivna larmklockan ska installeras så att klockdelen är placerad på utsidan av yttervägg. SBF 120:8 har i avsnitt 16.1.2 tillkommande krav som säger att den vattendrivna larmklockan ska placeras så att den visar på angreppsväg till sprinklercentralen. Den vattendrivna larmklockan kan också enligt SBF 120:8 ersättas med elektriskt larmdon som försörjs av två separata strömkällor via övervakat ledningssystem.

Nuförtiden är den vanligaste lösningen att den vattendrivna larmklockan ersätts med elektriskt larmdon med blixtljus på fasad. Blixtljusets synbarhet kan dock vara dålig dagtid. I kulturhistoriskt värdefulla byggnader kan håltagning för rör och storleken på en vattendriven larmklocka tala för att den mer moderna lösningen med elektriskt larmdon används. Figur 30 visar elektriskt larmdon med blixtljus på fasad på en nybyggd teknikbyggnad. På en befintlig byggnad behöver placering av blixtljus göras på ett varsamt sätt.



Figur 30 Elektriskt larmdon med blixtljus på fasad på teknikbyggnad. Foto: Magnus Arvidson, RISE.

Elektriska anordningar för larmgivning från sprinklersystem ska vara antingen flödesvakter eller pressostat. Enligt kompletterande krav i SBF 120:8 ska larmpressostat uppfylla kraven från The Loss Prevention Certification Board (LPCB) eller VdS Schadenverhütung GmbH (VdS), alternativt vara listade av FM Approvals eller

Underwriters Laboratories, Inc. (UL). Flödesvakter ska endast installeras i våtrörssystem. En provanslutning med öppning motsvarande systemets minsta sprinkler (och anordning för dränering av vatten) ska installeras nedströms varje flödesvakt för simulering av aktivering av sprinkler. Utloppet för provledningen ska anpassas till avlopp så att vattenflöde kan observeras under prov.



Figur 31 Traditionell typ av flödesvakt som har en "plastpaddel" som rör sig när vatten börjar att flöda i röret. Rörelsen fångas upp av en elektrisk brytare som ger en signal till ett larm. Foto: Tomas Godby, Brandskyddsbesiktning T Godby AB.

Flödesvakter används till exempel för att få en indikation från vilket våningsplan eller del av en byggnad en sprinkler har aktiverat. Med en sådan indikation går det snabbare att lokalisera en eventuell brand eller en sprinkler som oavsiktligt aktiverat. För många kulturhistoriskt värdefulla byggnader, till exempel mindre kyrkor, är byggnaderna så små att flödesvakter på sprinklersystemet inte är nödvändiga. För större och mer komplexa byggnader är de mer användbara.

Den vanligaste typen av flödesvakt har en "plastpaddel" som rör sig när vatten börjar att flöda i röret. Rörelsen fångas upp av en elektrisk brytare som ger en signal till ett larm. Flödesvakterna har en mekaniskt justerbar fördröjning för att inte generera onödiga larm vid mindre vattenrörelser i röret. Det finns tre nackdelar med denna traditionella typ av flödesvakt: 1) vatten som flödar genom provanslutningen behöver samlas upp och dräneras bort, 2) provningen gör att nytt, syresatt vatten kommer in i rötnätet vilket ökar risken för korrosion i rören och 3) provningen kräver minst två personer, en för att öppna provanslutningen och en annan för att övervaka larmsignalen. Figur 31 visar en traditionell typ av flödesvakt.

Under senare år har det utvecklats tekniklösningar för att underlätta provning och undvika vattenflöde ut genom provanslutning. En lösning bygger på att en liten vattenpump monterad på sprinklerröret cirkulerar vatten runt flödesvakten. Pumpen kan startas och stoppas från sprinklercentralen vilket gör att det räcker med en person för att utföra provningen. En annan lösning använder temperatursensorer i röret vilket möjliggör fjärrtestning och övervakning, kontinuerlig självkontroll och avkänning om det finns vatten i röret och larm för låg vattentemperatur. I kulturhistoriskt värdefulla

byggnader finns ofta inte behovet att ha flödesvakter, men om de installeras bör det beaktas att moderna lösningar kan vålla tekniska problem och att de kan ha sämre tillförlitlighet. Behov av flödesvakt kan finnas för brandlarm från sprinkler i teknikbyggnad/sprinklerpumpcentral om ej våtrörlarmventil finns i denna central.

Torrörssystem och förutlösningssystem (pre-actionsystem) ska ha ett lågtryckslarm för tryckluften i rörnätet. Larmet ska vidareföras till ständigt bemannad plats till exempel via larmtablå och brandlarmcentral.

Lågtryckslarm är viktigt eftersom ett sjunkande lufttryck kan få torrörlarmventilen att öppna och vattenfylla rörsystemet. Lågtryckslarm kan indikera fel på luftkompressor, luftläckage, etc. Erfarenheten från revisionsbesiktningar är att larmnivån ofta är felinställd.

Lågtryckslarm ger också en indikation på att mer dramatiska händelser är på väg att inträffa, som att en rökkoppling börjar att separera på grund av frysning.

För avsnitt 16.3 har SBF 120:8 krav som ersätter de i SS-EN 12845:2015. Brandlarm från ett sprinklersystem ska automatiskt överföras till räddningstjänsten över en övervakad förbindelse (med särskilda krav som inte återges här) eller till en ständigt bemannad larmcentral varifrån räddningstjänsten tillkallas. Avtal ska finnas mellan anläggningsinnehavaren och larmcentralen som reglerar vilka rutiner som gäller vid brandlarm, fellarm och larmöverföringsfel.

Utrustningen för automatisk larmöverföring från ett sprinklersystem till larmmottagare ska kunna provas för att kontrollera att förbindelse till larmmottagare och mellan larmpressostat och larmöverföringsutrustning upprätthålls enligt SS-EN 12845:2015.

I avsnitt 16.4 har SBF 120:8 tillkommande krav som inte omnämns i SS-EN 12845:2015 som gäller förbindelse med lokal larmorganisation. Brandlarm från ett sprinklersystem ska automatiskt överföras till en lokal larmorganisation med en övervakad förbindelse eller via en ständigt bemannad larmcentral. Larmöverföring kan ske via brandlarmanläggning och larmorganisationen kan bland annat göra en kompletterande insats för att begränsa skadorna och vid behov initiera utrymning av lokalerna samt förbereda för räddningstjänstens ankomst.

Med "larmorganisation" avses fastighetsägarens eller verksamhetens personal som får ett larm och kan initiera en första undersökning eller insats.

Larmorganisationen får normalt larmet från överordnat system, larmsändare eller från larmcentralen. Utlarmningen bör ske med telefonsamtal och inte enbart via SMS eftersom det finns en risk att SMS inte alltid kommer fram vid störningar.

Vid en aktiverad sprinkler krävs en snabb insats för att undersöka var aktiveringen skett samt orsak. Vid en felaktivering bör vattenflödet snabbt stängas av. Genomtänkt placering av avstängningsventiler rekommenderas för att reducera tiden till avstängning. Larmorganisationen bör möta upp räddningstjänsten för att visa vägen och samverka för en så effektiv insats som möjligt. Vid en skarp brand så finns det ofta ett behov av att beslutsfattare med kunskap om byggnaden, brandskyddet och verksamheten kan stödja arbetet på räddningstjänstens ledningsplats.

På dagtid är troligen anläggningsskötaren tillgänglig. Utanför arbetstid erfordras jourpersonal som snabbt kan agera på larmet med rätt åtgärd. Jourpersonal (närboende, jourfirmor eller bevakningsföretag) bör ha kort insatstid. Det är ofta förknippat med en relativt hög kostnad för organisationen, men behövs ofta om det är många återkommande störningar. Vid en vattenskada ska resursen kunna vidta åtgärder för att begränsa skador samt kalla in entreprenörer för sanering och restvärdesräddning. Åtgärdsplan med aktuell kontaktlista ska finnas hos larmcentralen. Teknisk möjlighet att kunna övervaka eller hantera larm på distans kan underlätta. Även frivilliga som bor nära byggnaden eller Civila insatspersoner (CIP) kan användas efter överenskommelse. Det finns ofta ett stort intresse av att kunna bidra för att skydda en lokal kyrka eller annan kulturhistoriskt värdefull byggnad.

3.17 Rörledningar

Till skillnad från övriga underkapitel i kapitel 3 så är detta underkapitel indelat så att kraven enligt SS-EN 12845:2015 och SBF 120:8 beskrivs i ett eget underkapitel. Därefter diskuteras lämpliga och mindre lämpliga rörmaterial i detalj, följt av hantering av rör och åtgärder för att förhindra invändig korrosion av rör.

3.17.1 Krav enligt SS-EN 12845:2015 och SBF 120:8

Avsnittet har en allmän inledning (17.1), ett avsnitt om rörhållare (17.2) och krav för rörledningar i dolda utrymmen (17.3). Avsnitt 17.4 i SBF 120:8 har tillkommande krav för plaströr.

För rörledningar under mark säger SS-EN 12845:2015 bland annat att de ska förläggas i enlighet med leverantörens anvisningar och att de ska vara tillfredställande skyddade mot korrosion. Följande rörkvaliteter rekommenderas: ”gjutjärn, valsjärn, cementrör, förstärkt glasfiber och HD polyeten”. Det sägs också att lämpliga åtgärder ska vidtas för att undvika skador på markförlagda rörledningar, till exempel av passerande fordon.

För kulturhistoriskt värdefulla byggnader förefaller det sistnämnda röralternativet (HDPE) vara mest lämpligt för markförlagda rör. Detta är också det vanligaste alternativet nuförtiden för andra typer av byggnader. Polyeten är mycket slagttåligt även vid låg temperatur, är korrosionssäkert och det kontaminerar inte stillastående vatten (om röret är vattenfyllt). En bra åtgärd för att förhindra skador av passerande fordon är att rören förläggs i en rörkultvert.

För rörledningar ovan mark säger avsnitt 17.1.2 i SS-EN 12845:2015 att rörledningar nedströms larmventil ska vara av stål, koppar eller av annat material som uppfyller lämpliga krav som är aktuella på den plats där anläggningen uppföres. Kompletterande krav i SBF 120:8 säger att invändigt galvaniserade stålrör inte får förekomma i våtrörssystem. Detta är med anledning av att vätgas kan bildas vid en kemisk reaktion mellan vatten, syre och zink. Detta kan bidra till höga systemtryck och att rörkopplingar brister. Vätgas som läcker ut genom rören kan också innebära en brand- och explosionsrisk.

Rörledningar och rördelar med mindre dimension än 50 mm ska enligt avsnitt 17.1.3 i SS-EN 12845:2015 inte svetsas på plats med undantag för de fall då installatören

använder en automatisk svetsmaskin. Inte i något fall ska svetsning, skärning, lödning eller andra heta arbeten utföras i själva anläggningen.

För flexibla rör och rördelar säger SS-EN 12845:2015 i avsnitt 17.1.4 att: "Om man kan förvänta sig rörelse mellan olika delar av sprinklersystemets rörnät, t.ex. beroende på påverkan från vissa typer av ställage, ska en flexibel rörledning eller rördel monteras vid anslutningen till fördelningsröret". SBF 120:8 har i avsnitt 17.1.10 tillkommande krav för flexibla slangar. Kraven är bland annat att slangarna ska vara typgodkända av någon av de angivna certifieringsorganen och att de ska installeras i enlighet med tillverkarens anvisningar.

För kulturhistoriskt värdefulla byggnader skulle flexibla slangar kunna användas för att ta upp rörelser mellan olika delar av ett rörsystem. Byggnadskonstruktionen i kulturhistoriska byggnader kan röra sig över tid, till exempel på grund av sättningar i grund eller i byggnadsstommar.

Vad gäller dold förläggning av rör är kravet i avsnitt 17.1.5 i SS-EN 12845:2015 att rörledningar ska förläggas på ett sådant sätt att de är lätt tillgängliga för underhåll och ändringsarbeten. Det ska inte vara ingjutna i betongbjälklag eller i tak. När så är möjligt bör rör inte förläggas i dolda utrymmen som kan medföra besvär vid besiktning, reparation och ändringar.

Här finns alltså en rekommendation ("...bör rör inte förläggas i dolda utrymmen...") som kan vara motstridigt ett vanligt önskemål att rör i kulturhistoriskt värdefulla byggnader rör förläggs dolda. Rekommendation att rören inte ska vara dolda beror på att de ska vara lätta att inspektera med avseende på risken för vattenläckage. Men ibland är dold förläggning av rör nödvändigt vilket kan föranleda installation av inspektionsluckor. Figur 32 visar ett exempel på förläggning av distributionsrör i en kyrka.



Figur 32 Exempel på förläggning av distributionsrör från en sprinklercentral placerad i ett tidigare pannrum och till kyrkvinden genom den forna skorstenen. Foto: Magnus Arvidson, RISE.

När det inte kan undvikas att rörledningar för vattenförsörjning passerar genom en osprinklad byggnad ska rörledningen monteras i golvnivå och ska som skydd mot mekaniska skador vara inbyggd i lämplig brandteknisk klass enligt avsnitt 17.1.6 i SS-EN 12845:2015. Här säger SBF 120:8 att matarledningar i första hand ska förläggas inom sprinklade ytor men om de passerar en osprinklad yta så kan de skyddas mot brand med så kallad skyddssprinkler. Med skyddssprinkler menas sprinkler installerade på

röret. Detta förutsätter dock att byggnaden har en brandklassning som minst motsvarar sprinkleranläggningens varaktighet.

Behovet av att sprinkler i sprinklercentral och på matarledningar bör utredas som en del av kravställningen. Om sprinkler endast installerats på vind eller i torn så ska en noga vald placering av matarledning göras men nyttan av skyddssprinkler behöver beaktas, särskilt med pre-actionsystem som kräver brandlarm vilket komplicerar utformningen. Figur 33 visar en skyddssprinkler där matarledningar är dragna genom delar av en kyrka som inte har sprinkler och till kyrkvind respektive kyrktorn.



Figur 33 Så kallad skyddssprinkler på en matarledning som passerar en osprinklad yta. Foto: Magnus Arvidson, RISE.

Vad gäller målning av rör säger avsnitt 17.1.7 i SS-EN 12845:2015 att ej galvaniserade stålrör ska målas om miljömässiga skäl gör detta nödvändigt. Galvaniserade rör ska målas i de fall förzinkningen skadats, till exempel efter gängning. Här har texten också en anmärkning att extra skydd kan behövas i ovanligt korrosiva miljöer.

Målning av rör på plats är olämpligt eftersom det i praktiken har visat sig vara svårt att uppnå korrekt korrosionsklass. Om rören ”målas in” för att vara diskreta bör det göras med täckfärg över fabriksmålningen.

Målning av rör kan också föranledas av att de ska vara så diskreta som möjligt. Figur 34 visar exempel på inmålning av synliga sprinklerrör.



Figur 34 Exempel på inmålning av synliga sprinklerrör för att göra dem diskreta. Foto: Tomas Godby, Brandskyddsbesiktning T Godby AB och Magnus Arvidson, RISE.

Anordningar ska finnas för att kunna tömma hela rörnätet på vatten enligt avsnitt 17.1.8. När detta inte kan ske genom dräneringsventilen vid larmventil ska ytterligare ventiler installeras enligt avsnitt 15.4 (se kapitel 3.15 i denna rapport). Grenrör i torrörssystem, kombinerade system och förutlösningssystem (pre-actionsystem) ska ha en lutning om minst 12 mm per meter mot fördelningsrör enligt SBF 120:8. Figur 35 visar lutningen av ett grenrör i ett torrörssystem. Fördelningsröret ska luta mot lämplig avtappning med minst 4 mm per meter. Grenrör ska endast anslutas till fördelningsrörens sida eller översida.

SBF 120:8 har högre krav (större lutning) än kraven i SS-EN 12845:2015 vilket troligen kan motiveras av det kalla klimatet i Sverige. För kulturhistoriskt värdefulla byggnader kan erforderlig rörlutning vara en utmaning eftersom byggnaderna inte alltid är vågräta/lodräta. Det är vanligt med bristfällig rörlutning (även om det är tekniskt möjligt) även i vanliga byggnader. Ofta är långa horisontella rörledningarna utsatta för korrosion just på grund av bristfällig rörlutning medan de vertikala rörledningarna inte korroderar i samma utsträckning. I rör med rillkopplingar finnas

ofta en mindre mängd kvarstående vatten i den nedre delen av röret beroende på kopplingarnas konstruktion.



Figur 35 Lutning av grenrör i torrörssystem på en kyrkvind. I detta fall är rörlutningen korrekt. Här kan noteras att den uppåtriktade sprinklern inte är installerad enligt kraven, det vill säga att sprinklerokets plan ska vara parallell med röret. Foto: Tomas Godby, Brandskyddsbesiktning T Godby AB.

Avsnitt 17.1.9 i SS-EN 12845:2015 anger att kopparrör endast får användas i våtrörssystem i riskklasserna LH, OH1, OH2 och OH3, nedströms eventuella stålrör. Kopparrör ska fogas antingen genom mekaniska kopplingar eller hårdlödning. Kopplingar som används ska uppfylla EN 1254.

I samband med hårdlödning ska koppar och kopparfogar samt fogar med legeringar i koppar och zink (mässing), eller i koppar, tenn och zink (brons) utföras i enlighet med EN ISO 3677. Fogar med hårdlödning ska endast utföras av särskild utbildad personal. Fogar mellan koppar och stål ska vara utförda med flänsar som sammanfogas med skruvar i rostfritt stål. Rörledningar får inte böjas på plats. Åtgärder ska vidtagas mot galvanisk korrosion.

Avsnitt 17.2 innehåller krav för rörhållare. Här sägs bland annat att rörhållare ska vara fästade direkt i byggnaden eller, där så är nödvändigt, till processutrustning, pallställ eller andra konstruktioner. De ska inte nyttjas för andra installationer. De ska vara av justerbar typ för att säkerställa en jämn belastningskapacitet. Rörhållare ska omsluta hela röret och ska inte svetsas i rör eller rördel.

Val av typ och placering av infästning för rörhållare i byggnadskonstruktionen kan kräva antikvarisk medverkan. I Brandforsk projekt 323-010 dokumenterades ett exempel på infästning i takstolar för upphängningar av rör. För att undvika att installationerna skadar eller lämnar spår består infästningen av en galvaniserad plåt med ett flertal mindre (5 mm tjocka) träskruvar. Infästningarna provbelastades i närvaro av besiktningsman och deras åverkan på träet dokumenterades och visade sig vara liten (Norrby, 2001). Figur 36 visar infästningen.



Figur 36 Grenrör av rostfritt stål i ett torrörssystem i en större stadskyrka. Här ses den infästning som ska ge mindre åverkan på trätakstolen än en traditionell infästning med fransk träskruv. Foto: Magnus Arvidson, RISE.

För kopparrör ska upphängningarnas insida ha ett lämpligt skydd med tillräckligt elektriskt motstånd för att undvika korrosion mellan kontaktytorna. Rörhållare ska placeras på ett avstånd ej längre än 4 m för stålrör och 2 m för kopparrör. För rörledningar med dimension överstigande 50 mm kan dessa avstånd ökas med 50 % under förutsättning att ett av följande krav uppfylles: 1) att två oberoende upphängningar fästs direkt i byggnaden och 2) att rörhållare som används klarar en belastning på 50 % mer än vad som anges i Tabell 40 i SS-EN 12845:2015 (tabellen återges ej här).

Avsnitt 17.3 behandlar hur rörledningar i dolda utrymmen som undertak och undergolv ska dimensioneras och återges inte här.

Avsnitt 17.4 i SBF 120:8 har tillkommande krav för plaströr som inte återges här.

3.17.2 Diskussion om val av sprinklerrör

För rörledningar ovan mark säger som sagt avsnitt 17.1.2 i SS-EN 12845:2015 att rörledningar nedströms larmventil ska vara av stål, koppar eller av annat material som uppfyller lämpliga krav som är aktuella på den plats där anläggningen uppföres. Kompletterande krav i SBF 120:8 säger att invändigt galvaniserade stålrör inte får förekomma i våtrörssystem. Då rör på grund av korrosiv miljö eller media kräver andra material (till exempel rostfritt stål) ska materialval och godstjocklek godkännas av kravställaren.

Nedan diskuteras olika typer av sprinklerrör i mer detalj, även de som kan anses som mindre lämpliga för kulturhistoriskt värdefulla byggnader:

- Rör av stål (omålade eller utvändigt fabriksmålade).
- Rör av stål (galvaniserade).
- Rör av stål (polymerförstärka).
- Rör av rostfritt stål.

- Rör av koppar.
- Rör av plast.

För sprinklerrörssystem som är typgodkända är det viktigt att använda de godkända kombinationerna av kopplingar, rör och verktyg som föreskrivs. Det är förstås också viktigt att tillverkarens monterings- och installationsanvisningar följs.

Mekaniska rörkopplingar kräver korrekt åtdragningsmoment. Den ökade användningen av tunnväggiga sprinklerrör innebär att det blivit ännu viktigare att installationen görs korrekt. För sprinkleranläggningar i till exempel köpcentrum som ofta byggs om visar erfarenheterna på ökad korrosion på grund av den dränering och återfyllning av system som krävs vid förändringar av sprinklersystemet. Det finns exempel när tunnväggiga sprinklerrör har haft en oacceptabelt kort livslängd, i storleksordningen cirka 5 till 10 år. I vissa länder har därför installation av tunnväggiga sprinklerrör förbjudits. Rörkvalitet och sammanfogningsmetoder bör noga beaktas med avseende på önskad livslängd, konsekvenserna om en fog går sönder, fogarnas lufttätethet, etc.

Rör av stål (omålade eller utvändigt fabriksmålade)

Stålrör är den vanligaste rörtypen för traditionella sprinklersystem. Rör av stål ska enligt SBF 120:8 uppfylla någon av följande standarder: SS-EN 10217-1, SS-EN 10255-M, SS-EN 10305-3, ASTM 135 eller ASTM 795. Tillåten fogningsmetod är gängning, svetsning, rillning, användning av flänsförband eller så kallade mekaniska T-rör (anbörningsbygel).

SBF 120:8 har också en tabell (Tabell 17.1.2, återges ej här) som anger minsta godstjocklek för stålrör som sammanfogas med rillade förband. När mekaniska kopplingar används ska den minsta godstjockleken även uppfylla tillverkarens anvisningar.

Figur 37 visar ett exempel på en installation som gjordes år 1965 med handelstuber och handelsrör i en kyrka. Rören är efter snart 60 år fullt funktionsdugliga.



Figur 37 Ett torrörssystem installerat i ett kyrktorn år 1965 där svarta stålrör använts (övre fotot). Rören har kraftigt fall som förhindrar kvarstående vatten vilket medfört att det inte varit problem med invändig korrosion. Röret är sammanfogat med flänsförband. Här kan också den kraftiga smidesinfästningen noteras. Det nedre fotot visar så kallade gröna gängade handelsrör på samma torrörssystem sammanfogade med aducerade (gjutna) rördelar. Foto: Tomas Godby, Brandskyddsbesiktning T Godby AB.

Rörledningar för torrörssystem, kombinerade system eller för förutlösningssystem (pre-actionsystem) ska minst uppfylla korrosivitetsklass C2 enligt SS-EN ISO 1461 eller SS 3603 enligt SBF 120:8.

Figur 38 visar foton av utvändigt målade rör som har kraftig korrosion från utsidan. Fotona är från en skadeutredning utförd av RISE.



Figur 38 Utvändigt målade rör som har kraftig korrosion från utsidan. Rören i fråga hade suttit i en högkorrosiv inomhusmiljö med mycket fukt och klorider. Skadeområdena var främst lokaliserade nära gängorna vilket tyder på att den korrosionsskyddade färgen kan ha skadats i dessa områden. Till höger ett foto från granskning med mikroskop där det är tydligt att godset nästan är genomfrätt nära gängorna. Foto: Andreas Bergh, RISE

Med korrosivitetsklass C2 ska ges ett tillräckligt korrosionsskydd för miljöer med låg korrosivitet såsom utomhusmiljöer med låga halter av luftföroreningar, till exempel lantliga områden, eller inomhusmiljöer som inte är uppvärmda med växlande temperatur och luftfuktighet.

Målning av rör på plats är olämpligt eftersom det i praktiken har visat sig vara svårt att uppnå korrekt korrosionsklass. Fabriksmålning är erfarenhetsmässigt bättre.

Rör av stål har den lägsta värmeutvidgningskoefficienten av de rörmaterial som används för sprinklersystem. Denna koefficient beskriver hur mycket ett föremåls storlek ändras med en viss temperaturändring hos föremålet. Eftersom längdutvidgningen är så låg finns inget behov av expansionsslingor och fogar.

Bedömningen är att rör av stål är lämpliga i kulturhistoriskt värdefulla byggnader i första hand för våtrörssystem. Handelsrör och handelstuber snarare än tunnväggiga lättviktsrör bör användas. För torrörssystem rekommenderas rör av rostfritt stål och/eller koppar, se diskussion nedan.

Om stålrör är förlagda synliga i kulturhistoriskt värdefulla byggnader bör gänganslutningar (av estetiska skäl) användas för rör med klenare (upp till och med DN50) rördimension snarare än mekaniska kopplingar. I allmänhet kan dock sägas att gänganslutningar avverkar röret vilket gör att rörets tjocklek minskar.

Sammanfogningsmetoden bör också beaktas med avseende på risken för vattenskador. Flänsförband bedöms vara en säker lösning även om montaget tar längre tid. Valet av packningsmaterialet för såväl rörkopplingar som flänsförband bör beaktas avseende livslängd och övriga egenskaper.

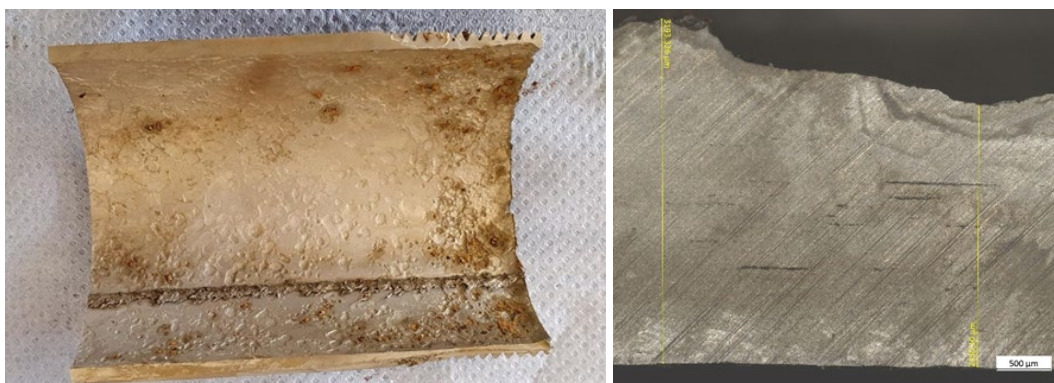
Rör av stål (galvaniserade)

Invändigt galvaniserade stålrör är inte tillåtna i våtrörssystem enligt SBF 120:8 och för torrörssystem sägs att risk för invändig korrosion ska beaktas.

Erfarenheterna från Brandforsk projekt 323-010 visar att invändigt galvaniserade stålrör inte bör användas i torrörssystem eftersom det finns stor risk för invändig korrosion. Vatten ska visserligen inte komma in i ett torrörssystem förrän sprinkler aktiveras men

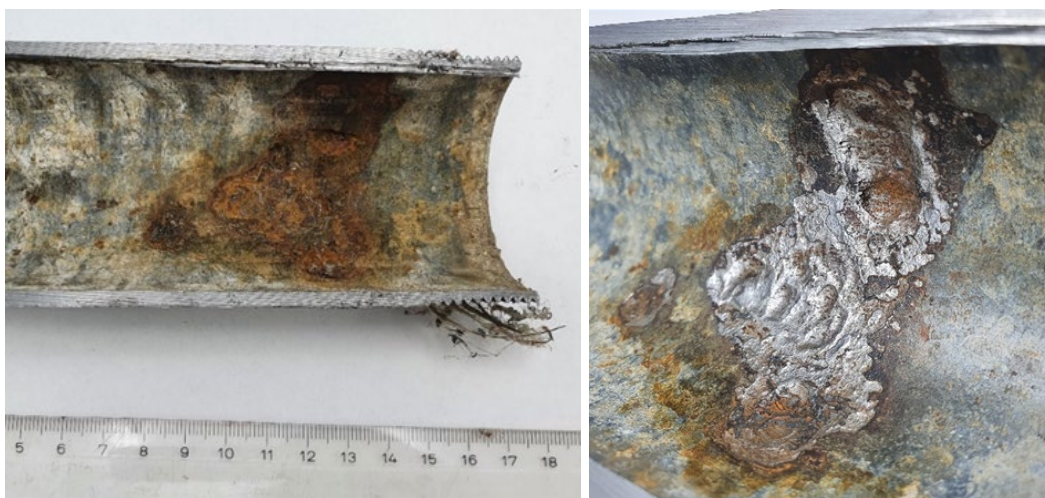
kondens och provning gör det nästan omöjligt att hålla rörsystem helt torra. Galvaniserade stålrör är belagda med zink. Eftersom zink är mer reaktivt än stål, är det tänkt att fungera som ett offermaterial som skapar ett skyddande lager av avlagringar samtidigt som det skyddar stålet. Principen fungerar för att förhindra korrosion på gatuskyltar och skyddsräcken där ytan ges möjlighet att torka. Men under konstant fuktiga och syresatta förhållanden kan korrosion utvecklas på kort tid. En annan nackdel är att vatten från sprinklersystemet (till exempel vid provning där vattnet leds ut i det fria eller till en dagvattenbrunn) kan innehålla så höga halter med zink att det betraktas som ett giftigt avfall.

Figur 39 visar korrosionsskador på ett galvaniserat stålrör från ett torrörssystem. Orsaken är att fukt funnits kvar i sprinklersystemet. Fotona är från en skadeutredning utförd av RISE.



Figur 39 Korrosionsskador på ett galvaniserat stålrör från ett torrörssystem efter att fukt troligtvis funnits kvar i sprinklersystemet. Röret har delats mitt itu och har betatts (lagts i syrabad) för att avlägsna korrosionsprodukter och för att kunna granska den invändiga ytan. Här ses gropfrätning. Ett tvärsnitt av rörets vägg har granskats med mikroskop och den återstående vägg tjockleken har mätts. Foto: Andreas Bergh, RISE.

Det förekommer våtrörssystem med galvaniserade stålrör, där det finns risk för kraftiga, lokala korrosionsangrepp. Figur 40 visar foton från en skadeutredning utförd av RISE.



Figur 40 Kraftigt lokalt korrosionsangrepp (avlagringskorrosion troligen i kombination med mikrobiell korrosion) i ett våtrörssystem med galvaniserade stålrör. Till höger visas en närbild från det bruna området i det vänstra fotot efter att ytan borstats ren. Godset i röret var i princip genomfränt. Foto: Andreas Bergh, RISE.

Figur 41 visar ett lokalt utvändigt korrosionsangrepp (galvanisk korrosion) i ett våtrörssystem med galvaniserade stålrör med en sil i mässing.



Figur 41 Kraftigt lokalt utvändigt korrosionsangrepp (galvanisk korrosion) i ett våtrörssystem med galvaniserade stålrör med en sil i mässing. Troligen har ett mindre vattenläckage bidragit till en elektrolyt vilket är en förutsättning för galvanisk korrosion. Nedströms silen är gänganslutningen tät och det galvaniserade röret oskadat. Foto: Tomas Godby, Brandskyddsbesiktning T Godby AB.

Rör av stål (polymerförstärka)

År 2020 lanserade en tillverkare rör som är invändigt och utvändigt belagda med ett polymerskikt. Ytbehandlingen förbättrar korrosionsbeständigheten och ger en högre C-faktor (lägre strömningsmotstånd) jämfört med stålrör. Rören är dessutom tunnväggiga vilket gör dem lättare än vanliga stålrör. Rören har inte lika bra korrosionsbeständighet som rör av rostfritt stål men provning visar att de är betydligt bättre än invändigt galvaniserade rör och stålrör. Rören är godkända av FM Approvals och tillverkas av ett tyskt företag och en fabrik planeras i USA (FM Approvals, 2020).

Just nu finns inte dessa polymerförstärkta sprinklerrör på marknaden men det kan inte uteslutas att de kommer att lanseras igen. Rören är förstås principiellt intressanta men eftersom det är en ny produkt där det saknas praktisk erfarenhet om de fungerar över tid så rekommenderas de inte för användning i kulturhistoriskt värdefulla byggnader.

Rör av rostfritt stål

SS-EN 12845:2015 och SBF 120:8 har inga rekommendationer för sprinklerrör av rostfritt stål. SBF 120:8 säger dock att om korrosiv miljö eller media kräver andra material (till exempel rostfritt stål) så ska materialval och godstjocklek godkännas av kravställaren.

Rostfritt stål har en tillsats med krom, och ibland även nickel, för att bli korrosionsbeständigt. Kromet reagerar med syre (i luft eller vatten) och bildar en mycket tunn, transparent, passiv film (kromoxid) över stålets yta, vilket begränsar vidare oxidation (rost). Rör av rostfritt, syrafast stål 316L (1.4404) är anpassade för skärande bearbetning och har mycket goda korrosionsegenskaper. Stålet som är legerat med

molybden har ett förbättrat korrosionsmotstånd mot punktfrätning och spaltkorrosion i klorida miljöer. Stål i denna kvalitet 316L kan svetsas med traditionella metoder.

Rör av rostfritt stål har en högre C-faktor (lägre strömningsmotstånd) jämfört med stålrör vilket ger möjlighet att använda klenare rördimensioner i sprinklersystem.

Det finns flera svenska materialleverantörer som marknadsför sprinklerrör som är typgodkända av bland annat VdS Schadenverhütung GmbH (VdS), Loss Prevention Certification Board (LPCB), Underwriters Laboratories, Inc. (UL) och FM Approvals. Rören har ovanstående kvalitet (316L), sammanfogas med presskopplingar och det finns ett sortiment med raka rör, T-rör och rörböjar. Här kan dock noteras att en del rörsystem med presskopplingar endast är typgodkända för våtrörssystem.

Tabell 2 visar några av de rördimensioner som marknadsförs.

Tabell 2 Typgodkända sprinklerrör av rostfritt, syrafast stål som sammanfogas med presskopplingar.

Nominell rördimension	Ytterdiameter × godstjocklek
DN20	22 mm × 1,2 mm
DN25	28 mm × 1,2 mm
DN32	35 mm × 1,5 mm
DN40	42 mm × 1,5 mm
DN50	54 mm × 1,5 mm
DN65	76,1 mm × 2 mm
DN80	88,9 mm × 2 mm
DN100	108 mm × 2 mm

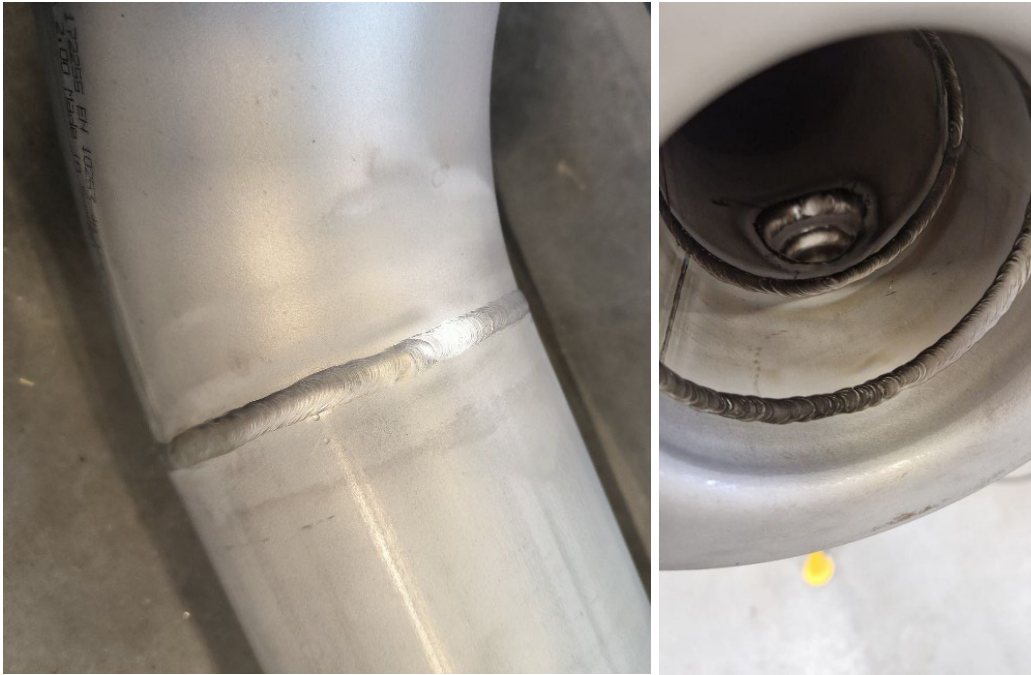
Figur 42 visar en presskoppling som gick isär vid en provtryckning av ett sprinklersystem utfört av rostfritt stål installerat i en kulturhistoriskt värdefull byggnad. Provtryckningen gjordes föredömligt försiktigt där vattentrycket succesivt ökades och rörsystemet kontrollerades med avseende på vattenläckage efter varje tryckökning. Några mindre vattenläckage i gängtätningar noterades och åtgärdades. Vid 10 bars tryck avslutades tryckökningen och sprinklerentreprenören kontrollerade rörsystemet en sista gång. Efter några minuter gick en DN65 rörkoppling vid en rörböj isär. Rörsystemet i området hade kontrollerats en kort tid innan och då fanns inget tecken på läckage. Ventilen till påfyllningen stängdes omedelbart, torkning påbörjades, byggledningen informerades och personalen fick hjälp med att låna avfuktare och värmefläktar. Samtliga rör kontrollerades därefter för att säkerställa att de inte rört sig eller fått några andra skador. Den rörkoppling samt rör som påverkades byttes ut och orsaken till haveriet var troligen att rörkopplingen inte pressats med tillräckligt högt tryck vid montaget. Totalt var det cirka 40 – 50 liter vatten som flödade ut. Dagen efter öppnades delar av golvet för ytterligare avfuktning. Vattnet gav ett fuktgenomslag i innertaket i rummet under utrymmet där läckan inträffade.



Figur 42 Presskoppling som gick isär vid en provtryckning av ett sprinklersystem utfört av rostfritt stål installerat i en kulturhistoriskt värdefull byggnad. Foto: Anders Lusth, Byggconstruct.

Flera materialleverantörer har rostfria mekaniska kopplingar för rillvalsade rör av rostfritt stål. För torrörssystem rekommenderas vanligen en packning som tätar mellanrummet mellan rören och packningshåligheten. Detta förhindrar kvarstående vatten som kan frysa. Stumma rörkopplingar är att föredra för torrörssystem för att rörlutningen inte ska påverkas. Flexibla rörkopplingar rekommenderas enbart då risk för rörelser i byggnad eller system föreligger. Övergångsrör rekommenderas inte för dessa tillämpningar.

Vid svetsning av rostfritt stål ska TIG-svetsning användas. För att skydda svetsfogen tillförs en skyddsgas i detta fall "Tungsten Inert Gas". Svetsmuff kan användas för påstick och sprinkleranslutningar. Över DN50 kan svetsfläns eller lösfläns användas. Figur 43 visar en svetsfog gjord med TIG.



Figur 43 Svetsfog utförd av licenssvetsare med TIG-svets för att sammanfoga två rostfria rör (vänster) samt svetsfog vid svetsning av svetsfläns på rostfritt rör (höger). Foto: Alf Thors, AT Brandskydd AB.

Figur 44 och Figur 45 visar exempel på användning av rör av rostfritt stål med galvaniserade mekaniska rörkopplingar i en kyrka. Så länge det inte finns någon risk för yttre korrosion är det tillfyllest med galvaniserade mekaniska rörkopplingar eftersom de inte kommer i kontakt med mediet (vatten eller luft) i rören.



Figur 44 Rostfritt sprinklerrör som är sammanfogat både med mekaniska galvaniserade rörkopplingar (rillkopplingar) och svetsning. Foto: Magnus Arvidson, RISE.



Figur 45 Distributionsrör av rostfritt stål som är sammanfogade både med mekaniska rörkopplingar och svetsning. Installationen har krävt flera rörböjar som inte är 90°. Foto: Magnus Arvidson, RISE.

Efter svetsning är det viktigt att betning används för att lösa och avlägsna ytföroreningar. Vid betningen avlägsnas till exempel glödska, svetsoxider, eventuella järnföroreningar och blästermedel från den rostfria stålytan och återställer korrosionsbeständigheten i stålet. Man använder vanligen lösningar av salpetersyra och fluorvätesyra för betning av rostfritt stål, så kallad betpasta.

Galvanisk korrosion kan uppstå om rostfritt stål sammanfogas med fel typ av material. Figur 46 visar ett exempel. Generellt ska alla typer av olika material isoleras från varandra för att undvika risken för galvanisk korrosion, förutsatt att det finns en permanent eller temporär fuktfilm. Ju större potentialskillnad det är mellan två olika och sammankopplade material, desto större risk för galvanisk korrosion. För att kontrollera potentialskillnad så används den “elektrokemiska spänningsserien”.



Figur 46 Rör av rostfritt stål med mekanisk rörkoppling av galvaniserat stål vilket har resulterat i galvanisk korrosion. Röret har varit installerat i en bassäng och har därmed varit konstant exponerat för vatten. Foto: Tomas Godby, Brandskyddsbesiktning T Godby AB.

Rör av rostfritt stål har bra korrosionsbeständighet och kan användas både för våt- och torrörssystem. Rören är bockningsbara vilket är en fördel för installationer i kulturhistoriskt värdefulla byggnader men bockning av större rördimensioner kräver kraftfulla stationära rörbockningsmaskiner. Här kan noteras att sprinkler tillverkade av mässing kan användas tillsammans med rör av rostfritt stål utan risk för galvanisk korrosion. För rostfria rör är det avgörande att eventuell täckfärg är kompatibel med materialet eftersom det korrosionsskyddande passivskiktet kan förstöras.

Det finns flera svenska materialleverantörer som marknadsför sprinklerrör som är typgodkända. Rören är av rostfritt, syrafast stål (316L), sammanfogas med presskopplingar och det finns ett sortiment med raka rör, T-rör och rörböjar. Här kan dock noteras att en del rörsystem med presskopplingar endast är typgodkända för våtrörssystem. Det finns även typgodkända mekaniska rörkopplingar på marknaden för rillvalsade rör. Oavsett sammanfogningssystem ska kombinationerna av kopplingar, rör och verktyg som föreskrivs användas och tillverkarens monterings- och installationsanvisningar följas.

I det enskilda fallet bör val av sammanfogningsmetod beaktas med avseende på risken för vattenskador. Svetsning och flänsförband bedöms vara en säker lösning även om montaget tar längre tid. Valet av packningsmaterialet för såväl rörkopplingar som flänsförband bör beaktas avseende livslängd och övriga egenskaper. Svetsning av rör ger en vatten- och lufttät fog över lång tid men svetsning ska göras utanför byggnaden. För de fall när svetsning eller andra heta arbeten i en byggnad är oundvikliga så bör de säkerhetsregler som ges i SBF 506:1 (2022) tillämpas.

Rör av koppar

Kopparrör ska vara i enlighet med SS-EN 1057 enligt SBF 120:8.

Rör av koppar är dyrare än stål men rören har en högre C-faktor (lägre strömningsmotstånd) och är mer motståndskraftiga mot korrosion än stålrör. Koppar har en värmeutvidgningskoefficient som är 1,5 gånger högre än för stål. För rör som inte utsätts för några större temperaturvariationer finns dock inget behov av expansionsslingor. Kopparrör blir inte spröda vid låga temperaturer och de bryts heller inte ned av solens UV-strålning. Rören är lättare än stålrör och de kan bockas vilket förenklar installationen.

En nackdel är att kopparrör endast får användas i våtrörssystem, nedströms eventuella stålrör och endast i riskklasserna LH, OH1, OH2 och OH3 enligt SS-EN 12845:2015. Kopparrör ska fogas antingen genom mekaniska kopplingar eller hårdlödning. Fogar med hårdlödning ska endast utföras av särskild utbildad personal. Rörledningar får inte böjas på plats.

Bakgrunden till att kopparrör inte anses lämpliga för torrörssystem enligt SS-EN 12845:2015 är oklar. Smältpunkten för koppar är omkring 1083 °C så rören torde klara den brandpåverkan som de utsätts för innan vattnet i ett torrörssystem börjar strömma. NFPA 13 tillåter användningen av kopparrör för torrörssystem varför bedömningen här är att det kan accepteras för ovanstående riskklasser i kulturhistoriska värdefulla byggnader.

Som diskuterats tidigare i rapporten tillåts rör av koppar att användas nedströms eventuella stålrör enligt kraven i SS-EN 12845:2015. Det innebär alltså att stålrören har samma eller större rördimensioner än kopparrören. Den relativa massan av de metaller som är i kontakt med varandra har en betydande inverkan på sannolikheten för galvanisk korrosion. När koppars massa är liten i jämförelse med stålets massa är korrosionspotentialen relativt låg. Till exempel vidtas inga speciella försiktighetsåtgärder vid installation av sprinkler av mässing (mässing är en icke-magnetisk kopparlegering, där koppar är legerat med zink) i rör av stål. Om ett flänsförband med packning används mellan kopparröret och stålröret blir det elektriska ledningsmotståndet i fogen relativt högt och risken för korrosion minskar. Skulle galvanisk korrosion uppstå är det stål- eller gjutjärnskomponenterna som normalt angrips och inte koppardelarna (<https://copper.org/>, 2024). Flänsförband mellan koppar och stål ska användas enligt SS-EN 12845:2015 och skruvar i rostfritt stål ska användas.

Även andra åtgärder mot galvanisk korrosion ska dock som sagts tidigare i rapporten vidtas. Till exempel att upphängningarnas insida ska vara försedd med lämpligt skydd med tillräcklig elektriskt motstånd för att undvika korrosion mellan kontaktytor.

I torrörssystem kan risken för galvanisk korrosion öka något i delar där det finns kvarstående vatten i anslutningspunkter mellan kopparrör och stålrör. Detta gäller i regel alla typer av sammankopplade material med olika ädelhet som är i samma elektrolyt (i det här fallet det kvarstående vattnet). Regelbunden provning, renspolning eller annat underhåll som introducerar nytt vatten i ett rörsystem av koppar utgör inte en lika stor riskfaktor som vid stålrör då den allmänna korrosionsbeständigheten är högre för koppar (<https://copper.org/>, 2024).

Vid val av koppar till ett våtrörssystem så bör en vattenanalys utföras. Lågt eller högt pH samt vattnets hårdhet kan indikera om även en mikrobiell analys bör utföras. Koppar, precis som andra material, kan vara känsligt för en uppbyggnad av mikrober vilket i sin tur kan orsaka gropfrätning. Rekommenderad vattensammansättning för kopparrör visas i Tabell 3 (Vinka, 2003).

Tabell 3 Rekommenderad sammansättning av vatten i kopparrör.

Parameter	Värde
pH-värde	7,5 - 9,0
Alkalinitet, mg HCO_3^- /l	Minst 70. Alkaliniteten bör inte överstiga 300
Sulfathalt, mg/l	Mindre än 100
Kvoten [alkalinitet] / [sulfathalt], halterna anges i mg/l	Större än 1
Kloridhalt, mg/l	Mindre än 100

Lämpliga kopparrör och rörkopplingar för sprinklersystem finns att tillgå från VVS-grossister i Sverige. Tabell 4 visar några av de rördimensioner som marknadsförs. Vissa av rördimensionerna i tabellen finns även med större godstjocklek och klarar därför ett högre arbetstryck. Rören är tillverkade av fosfordesoxiderad koppar (Cu-DHP) i enlighet med EN 1057 och är typgodkännande för tappvatteninstallationer i Sverige.

Tabell 4 Rör av koppar för tappvatteninstallationer från en tillverkare. Rören finns att tillgå från VVS-grossister i Sverige.

Nominell rördimension	Ytterdiameter × godstjocklek	Maximalt arbetstryck
DN20	22 mm × 1,0 mm	54 bar
DN25	28 mm × 1,2 mm	51 bar
DN32	35 mm × 1,5 mm	51 bar
DN40	42 mm × 1,5 mm	42 bar
DN50	54 mm × 1,5 mm	33 bar
DN65	76,1 mm × 2 mm	31 bar
DN80	88,9 mm × 2 mm	26 bar
DN100	108 mm × 2 mm	22 bar

Kopparrör har utmärkta böckningsegenskaper och kan sammanfogas med kapillärlödnings, samt med press- eller klämringskopplingar och materialet är helt återvinningsbart. Presskopplingar lämpar sig särskilt väl för installationer där så kallade heta arbeten inte är lämpliga. Presskopplingar kan användas vid synlig rördragning, och även vid dolt montage där möjlighet finns för inspektion och service. I en pressförbindning utsätts tätningen inte för mekaniska krafter, utan alla mekaniska påfrestningar, såsom värmerörelse, vibrationer och tryckstötter, upptas av kontaktytorna mellan röret och kopplingen (Information från Scandinavian Copper Development Association, ej daterad).

Det maximala tillåtna arbetstrycket för presskopplingar är vanligen lägre än det för själva röret. En tillverkare anger att det maximala vatten- eller lufttrycket är 16 bar för presskopplingar i dimension DN15 – DN50 och 10 bar i dimension DN65 – DN100. Presskopplingarna har normalt en O-ring av Etenpropengummi (EPDM) som klarar tappvatten och oljefri tryckluft. Genom en speciell utformning på O-ringen så påvisar kopplingen läckage vid missad pressning. Minst en svensk materialleverantör har mekaniska rörkopplingar (rillkopplingar) för kopparrör. Rörkopplingarna finns i dimension DN50 – DN200, är typgodkända av Underwriters Laboratories, Inc. (UL) och klarar ett maximalt arbetstryck om 20,7 bar.

Det finns en svensk handbok för vattensäker installation av kopparrör. Handboken omfattar bland annat anvisningar för kapning av rör, fogningsmetoder och rördelar, upphängning av rör, längdutvidgning samt tryck och täthetskontroll. Handboken innehåller dessutom flera installationsexempel, dock inga med sprinklersystem (Handbok, 2012). Det finns även en vägledning på engelska för användning av sprinklerrör av koppar (Copper Development Association, 2002).

Figur 47 till Figur 49 visar installationer med kopparrör i flera kyrkor som varit i drift i omkring 20 år. Fotona illustrerar bland annat presskopplingar, böckning av rör och upphängningar samt kombinationen koppar och rostfritt stål.



Figur 47 Installation med kopparrör i ett biutrymme i en kyrka som visar hur rör av koppar kan bockas. Sprinklern är försedd med en skyddskorg och texten på röret säger: "OBS. INGET FÅR HÄNGAS PÅ RÖRET...". Foto: Magnus Arvidson, RISE.



Figur 48 Installation med kopparrör i en kyrka med en horisontell väggssprinkler respektive uppåtriktad sprinkler. Här kan noteras att rörsvepet är av koppar. Foto: Emil Egeltöft, Brandskyddslaget AB och Magnus Arvidson, RISE.



Figur 49 Väggsprinkler i litet utrymme på ett grenrör av koppar som är anslutet till matarledning av rostfritt stål i ett våtrörssystem, ett grenrör av koppar i ett torrörssystem som ansluter till en så kallade torrörssprinkler samt sprinkler vid taknocken på en vind. Foto: Tomas Godby, Brandskyddsbesiktning T Godby AB.

Figur 50 visar ett sprinklersystem med öppna sprinklermunstycken för att vattenbegjuta en ytterfasad på en träkyrka. Rör av koppar är lätt böjbart och när det med tiden oxiderar får det en patina som harmoniserar med byggnaden till skillnad från rör av rostfritt stål som för denna tillämpning skulle behöva målas för att smälta in.

Kopparrör är känsliga för tak- eller fasadtjära och kan förstöras av tjäran. Det här innebär att rören behöver skyddas vid omtjärning och rengöras vid spill. Erfarenhetsmässigt har hängrännor och stuprör korroderat sönder på grund av just detta. Koppar är dessutom stöldbärligt vilket bör beaktas.



Figur 50 Till vänster: Ett sprinklersystem med öppna sprinklerrör (dock ej installerade när fotot togs) för att vattenbegjuta en ytterfasad på en träkyrka. Sprinklersystemet aktiveras sektionsvis och automatiskt via en signal från en värmedetekteringskabel installerad under takfoten. Sprinklerrörerna är tillverkade av koppar och fotot är taget kort tid efter installationen. Till höger: I utomhusmiljö sker en oxidation av koppar, varvid det med tiden bildas ett mörkbrunt skikt på metallens yta som gör röret mindre synligt. Viktigt att notera är att kopparrör är känsliga för tak- eller fasadtjära och kan förstöras vid omtjärning. Det här innebär att rören behöver skyddas vid omtjärning. Foto: Magnus Arvidson, RISE och Tomas Godby, Brandskyddsbesiktning T Godby AB.

En nackdel med sprinklerrör i koppar är att upphängningarna behöver sitta tätare jämfört med stålrör. Det innebär fler rörhållare och därmed fler infästningspunkter, vilket är en nackdel för kulturhistoriskt värdefulla byggnader där så liten åverkan på byggnadsdelar som möjligt eftersträvas. Vad gäller kopparrör sägs också i SS-EN 12845:2015 att: "Upphängning för kopparrör ska på insida vara försedd med lämpligt skydd med tillräcklig elektriskt motstånd för att undvika korrosion mellan kontaktytor." Det här gäller förstås om rörsvepet eller rörklammern är tillverkad i annat material än koppar. Om rörsvepet är invändigt gummiklädd kommer dess konstruktionsmaterial inte i kontakt med röret.

NFPA 13 tillåter DN20 (3/4") sprinklerrör i koppar medan minsta tillåtna rördimension är DN25 (1") för sprinklersystem utformade med stålrör. Här finns alltså en möjlighet att använda grenrör med klenare rördimensioner med kopparrör. Enligt SS-EN 12845:2015 är minsta tillåtna rördimension 20 mm i riskklass LH. För riskklass OH och HH är minst tillåtna rördimension 20 mm för horisontella och uppåtriktade rör som ansluter till en sprinkler med en K-faktor som inte är större än 80 (l/min)/√bar. Dessa krav gäller oavsett typ av rör.

Som redovisas ovan har rör av koppar använts i flera kyrkor men är annars en ofta förbisedd rörtyp för sprinklersystem i allmänhet trots att det finns flera fördelar som hög korrosionsbeständighet, lågt strömningsmotstånd, låg vikt och bockningsbarhet. Bedömningen här är att sprinklerrör av koppar med lägst dimension DN20 kan användas liksom sprinkler med lägre K-faktor som än 80 (l/min)/√bar.

Rör av plast

I avsnitt 17.2 av SBF 120:8 finns tillkommande krav för plaströr. Här sägs bland annat att plaströr endast får användas i våtrörssystem i riskklasserna LH och OH1. Plaströr som inte är godkända för exponerad (synlig) förläggning ska förläggas skyddade mot direkt brandpåverkan. Det finns dock plaströr som är godkända för exponerad förläggning och SBF 120:8 listar ett antal villkor som ska vara uppfyllda (återges ej här).

I Brandforsk projekt 515-021 sammanställdes vilka rörsystem i plast som kan vara användbara för sprinklersystem (Arvidson och Nordling, 2004). I sammanställningen ingår uppgifter såsom rörmaterial, rördimensioner, tryckklass, sammanfogningsteknik, och upphängningar. Rapporten är till stora delar fortfarande relevant.

Det finns flera tillverkare av plaströr och tillhörande komponenter för sprinklersystem på marknaden. Rören är antingen tillverkade av CPVC eller PEX. I USA används dessa rörsystem ofta för boendesprinklersystem eftersom installationen går snabbt, rören är korrosionsbeständiga och för att det är vanligt att rörsystemet integreras med byggnadens tappvattensystem.

För kulturhistoriskt värdefulla byggnader är plaströr fördelaktiga jämfört med stålrör så till vida att vattnet blir mindre kontaminerat. Vid en oavsiktlig aktivering eller vid brand kan det innebära mindre nedsmutsning av känsliga ytor.

I Sverige finns en del exempel på installationer utförda med plaströr i vanliga byggnader, men tekniken har inte fått något större kommersiellt genombrott. Eftersom det finns begränsad praktisk erfarenhet och kunskap av användningen av plaströr i Sverige så känns det inte befogat att rekommendera dem i kulturhistoriskt värdefulla byggnader.

3.17.3 Hantering av rör och rördelar före installation

I en artikel i tidningen VVS Forum redovisas fem konkreta råd för hur material och verktyg för VVS-installationer bör hanteras före installation (Persson, 2024). Råden är tillämpliga även för sprinklerinstallationer och en förkortad version av artikeln återges nedan:

1. Lägg aldrig metallrör direkt på marken: Säkerställ att rören inte repas eller skadas när de flyttas runt. Förvara aldrig metallrör direkt på betonggolv eller marken, dels för att skydda själva rörmaterialet, dels för att rören hålls raka när de läggs på regler. Pluggarna i ändarna av rören ska vara kvar ända tills rören kapas och monteras annars finns risk för smuts i rören.
2. Öppna inte påsarna med rörkopplingar: Rörkopplingarna bör förvaras i påsarna ända till montering för att undvika skador. Här noteras att det förekommer att grossister öppnar påsarna, plockar ur kopplingarna och lägger dem direkt på hyllorna. De kan ligga där länge och bli dammiga.
3. Välj rätt verktyg för rörkapning: Hanteringsfel ger läckage. Det händer att rör kapas med olika typer av verktyg och om metallrör kapas med vinkelslip eller liknande kan det bli skarpa kanter eller metallbitar som sticker ut och orsakar skador på O-ringar i kopplingarna. Rören ska kapas med verktyg som är avsedda för det aktuella materialet. För metallrör ska inte samma skärare användas för olika material. Om det blir något spår av metall som inte passar ihop med nästa rör kan det bli problem.
4. Sköt om presssystemen: Pressmaskiner har batterier och är hydrauliska, de behöver hanteras med omsorg. De ska förvaras i de väskor som de levererats i. Batterierna tål inte kyla så bra och maskinerna bör förvaras i rumstemperatur över natten.
5. Serva inte pressmaskinerna i onödan: Det finns ett serviceintervall för pressmaskiner och olika tillverkare har olika intervaller. Många har intervall på fyra år eller 30 000 -

40 000 pressningar. Numera finns det inbyggda funktioner där maskinen själv summerar pressningar och meddelar när det är dags för service.

3.17.4 Åtgärder för att förhindra invändig korrosion av rör

Det finns flera kommersiella produkter för att förhindra eller försvåra invändig korrosion i torrörssystem med stålrör:

- **Kvävgasfyllning.** Om rörsystemet fylls med kvävgas i stället för tryckluft kan rörens livslängd ökas betydligt. Kväve är en inert gas och med en koncentration om minst 98 % kvävgas skapas en syrefri atmosfär där korrosionshastigheten avtar eller helt upphör. Det finns flera typgodkända kommersiella kvävgasgeneratorer på marknaden med kapacitet som anpassas till den totala rörvolymen. En typ av kvävegenerator genererar kväve genom att ta tryckluft som innehåller 78 % kväve, 21 % syre och andra spårgaser och separerar kvävgasen med membranseparationsteknologi. Kvävgasen fylls sedan i rörsystemet i en ”fyllningsfas” och en ”avtappningsfas” för att hela rörsystemet ska få en homogen blandning. Fyllningspunkten och avtappningspunkten sitter nära varandra på systemets stigarledning. Här kan noteras att även vårrörssystem kan fyllas med kvävgas för att förhindra invändig korrosion av rör. Kvävgasgeneratoren har en viss elförbrukning. Flera tillverkare har liknande system.
- **Korrosionsinhibitorer i gasfas.** Vapor Pipe Shield är patenterad och godkänd av Underwriters Laboratories, Inc. för att förhindra invändig rörkorrosion i sprinklersystem. Produkten är helt mekanisk utan elektriska anslutningar och ansluts direkt i ledningen mellan luftkompressorn och torrörslarmventilen. Luftflödet från luftkompressorn passerar genom enheten och tar med sig molekyler in i rörnätet som fäster på alla invändiga metallytor. Ett tunt lager (en molekyler tjockt) bildar en skyddande barriär mellan metallytan och den invändiga miljön i rören, även på metallytor under kvarstående vatten (Datablad från General Air Products, ej daterad).
- **Undertryck.** Det finns typgodkända lösningar där torrörssystemet i stället för ett övertryck med luft eller kvävgas har ett lätt undertryck. Systemens fördelar ska enligt tillverkaren vara att risken för invändig korrosion i rören minskar och att tiden till dess att vatten distribueras från sprinklerna är kortare jämfört med ett vanligt torrörssystem. De sprinkler som används är typgodkända för systemlösningen eftersom de måste öppna vid ett undertryck snarare än vid ett övertryck (Van Herpe, 2018).

Eftersom det finns begränsad praktisk erfarenhet med de tre lösningar som beskrivs ovan bör de inte tillämpas i kyrkor eller andra kulturhistoriskt värdefulla byggnader. I stället bör fokus vara att minska den mängd vattenånga som tillförs torrörssystemet via luftkompressorn och som kan kondensera till vatten på rörets invändiga (ofta kalla) ytor. Atmosfärisk luft innehåller mer vattenånga vid höga temperaturer (sommartid) och mindre vid lägre temperaturer (vintertid). Vattenånga i tryckluften kan separeras med tillbehör som efterkylare, kondensavskiljare, köldmedelstorkar eller adsorptionstorkar. Det är en fördel om utrymmet med luftkompressorn dessutom har en avfuktare. Val av luftkompressor diskuteras i rapportens kapitel 3.11.

3.18 Skyltar, meddelanden och information

Avsnittet omfattar hur orienteringsritningar ska placeras och vad de ska visa (18.1), hur hänvisningsskyltar ska utformas och placeras (18.2.1), hur skyltning för avstängningsventiler ska utformas och var de skyltarna ska placeras (18.2.2), hur skyltning för larmventiler ska utformas (18.2.3), märkning för avstängningsventiler för anslutning av övriga system som vattenförsörjs via någon del av sprinklersystemet (18.2.4), skyltning av pumpar och tryckstegringspumpar (18.2.5), skyltning för elektriska brytare och larmtabåer (18.2.6) samt skyltning för utrustning för anläggningens drift och provning (18.2.7). SBF 120:8 har tillkommande krav i avsnitt 18.2.8 som rör skyltning av utrustning för kapacitetsprovning och återströmningsskydd.

SBF 120:8 har med hänvisning till Bilaga 120-03 krav som ersätter de i avsnitt 18.1 i SS-EN 12845:2015 vad gäller hur orienterings- och serviceritning ska utformas.

För avsnitt 18.2 har SBF 120:8 kompletterande krav till de i SS-EN 12845:2015. Ett sådant tillkommande krav är att det ska finnas en skylt som anger anläggningens erforderliga kapacitet för sämsta verkningsyta och maximalt tillåtet uttag vid kapacitetsprov (om huvudman för allmänt vattenledningsnät har krav för detta).

För kulturhistoriskt värdefulla byggnader är det angeläget att orienteringsritningar, hänvisningsskyltning och skyltning av avstängningsventiler är tydlig. Detta är särskilt viktigt för pre-actionsystem eller liknande som är extra tekniskt komplicerade.

Sprinklercentraler är ofta inrymda i befintliga utrymmen som inte är optimalt placerade för åtkomlighet varför skyltning är extra viktigt för snabb avstängning vid felaktivering. Ibland är pumpcentral och sprinklercentralen placerad i olika utrymmen eller till och med i olika byggnader, vilket ökar behovet av tydlig skyltning och instruktioner.

Det finns även antikvariska aspekter med skyltning och att användare inte alltid vill röja brandskyddssystemet och komponenternas placering. Detta ställer ytterligare krav på utbildning av personalen, utformning av orienteringsritningar samt insatsplanering med räddningstjänst.

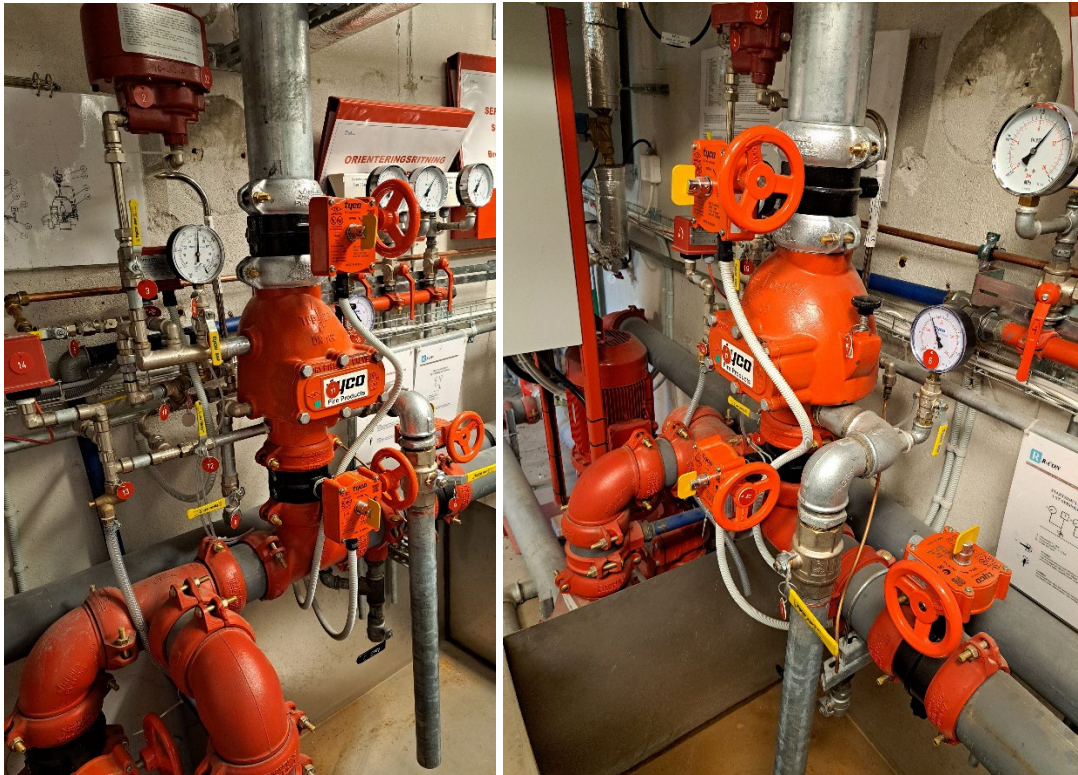
Figur 51 till Figur 53 visar tre exempel på skyltning i sprinklercentraler.



Figur 51 Tydlig skyltning av tillhörande sektioner för torrörsalarmventiler installerade i en kulturhistoriskt värdefull byggnad. Här skulle skyltarna kunna kompletterats med text om vad varje sektion omfattar och sprinklersektionens erforderliga behov för den sämsta verkningsytan. Noterbart är att sprinklersystemet är förberett för en eventuell utökning med fler alarmventiler. Det kan också sägas att alarmventilerna är placerade i ett nybyggt och värmeisolerat utrymme på byggnadens vind. Det gör att rördragningen till respektive sprinklersektion blir mindre omfattande och att systemets fördröjningstider reduceras. Foto: Johan Hanberger, Statens fastighetsverk.



Figur 52 Skyltning av torrörsalarmventil för en klockstapel där information lagts till av anläggningsskötarna om var systemets dräneringsventiler är belägna. Detta är ett exempel på att användaren kan vara den som bäst ser behovet av vilken information som behövs och var den ska finnas. Foto: Emil Egeltøft, Brandskyddslaget AB.



Figur 53 Avsaknad av skyltning av torrörsalarmventil för en sprinklerinstallation på en kyrkvind och kyrktorn. Här skulle en tydlig skyltning kunna informera räddningstjänsten om att sprinklersystemet endast omfattar dessa delar och inte hela kyrkan. Foto: Magnus Arvidson, RISE.

Figur 54 visar ett exempel på en tydlig skyltning av larmventiler i en kyrka.



Figur 54 Bra exempel på skyltar vid larmventiler som anger typ av system, vilka delar av byggnaden som sektionen skyddar och dimensioneringsdata. Foto: Magnus Arvidson, RISE.

Varken SS-EN 12845:2015 eller SBF 120:8 kräver en nödaktiveringsventil på larmventil i ett pre-action- eller delugesystem. Syftet med ventilen är att räddningstjänsten ska kunna aktivera systemet manuellt om exempelvis branddetektionen inte fungerar. I ett pre-actionsystem så innebär det dock bara att rörsystemet börjar vattenfyllas. Vatten distribueras först när sprinkler aktiverar.

Vid samtal med anläggningsskötare och räddningstjänst så saknas ofta kännedom om att det finns en nödaktiveringsventil. Skyltning av nödaktiveringsventil skiljer sig mellan fabrikat men utgörs normalt endast av engelsk text, och det finns en risk att ventilen inte uppmärksammas i en stressig situation. Nödaktiveringsventil bör märkas enligt Arbetsmiljöverkets regler med en brandredskapsskylt med lämplig klartext.

Figur 55 visar en nödaktiveringsventil på larmventil i ett pre-actionsystem i en större stadskyrka.



Figur 55 Nödaktiveringsventil på larmventil i ett pre-actionsystem i en större stadskyrka. Dock endast märkt med text på engelska. Foto: Emil Egeltoft, Brandskyddslaget AB.

En annan funktion som är mindre vanlig i svenska sprinklersystem, men är ett krav i till exempel NFPA 13, är att det finns en brandkårsanslutning (på engelska "fire department connection") för räddningstjänsten. Vid en brand kan räddningspersonalen ansluta en slang från räddningsfordon och pumpa in ytterligare vatten i sprinklersystemet för att säkerställa tillräckligt vattentryck. Anslutningen är inte avsedd att tillhandahålla en specifik mängd vatten, inte heller att ge sprinklersystemets fulla behov. Vitsen med anslutningen är utgöra en back-up exempelvis när det allmänna vattenledningsnätet ger otillräckligt vattenflöde, när en sprinklerpump inte fungerar eller när en ventil är felaktigt stängd.

Brandkårsanslutning finns installerad i några svenska stadskyrkor och bör märkas med brandredskapskylt så att anslutningen enkelt kan uppmärksammas av räddningstjänsten samt ange vilket flöde som krävs och lägsta och högsta vattentryck som får användas. Figur 56 visar brandkårsanslutningar och dess skyltning i en större stadskyrka.



Figur 56 Brandkårsanslutningar och dess skyltning i en större stadskyrka. Foto: Emil Egeltoft, Brandskyddslaget AB.

3.19 Driftsättning

Här finns ett avsnitt för driftsättningsprovningar (19.1) och intyg och dokumentation (19.2).

I avsnitt 19.1.1 beskrivs hur rörnät ska provas. Den hydrostatiska tryckprovningen görs med vatten under minst 2 timmar, med ett vattentryck om minst 15 bar, eller med 1,5 ggr det högsta tryck som anläggningen kommer att utsättas för. Utöver det ska ett torrörssystem tryckprovas med luft (det vill säga en pneumatisk tryckprovning) till minst 2,5 bar under minst 24 timmar. Allt läckage som medför en tryckförlust om mer än 0,15 bar under 24 timmar ska åtgärdas.

Det förekommer att pneumatisk tryckprovning förbises. Ofta är också luftkompressorerna för små för att fylla rörsystemen inom erforderlig tid. Det förekommer att den hydrostatiska tryckprovningen endast skett med 15 bar trots att driftrycket är högre än 10 bar.

I avsnitt 19.1.2 beskrivs hur komponenter ska provas. Ingående komponenter i anläggningen ska kontrolleras enligt avsnitt 20.2.2. och 20.3.2, det vill säga de kontroller som regelmässigt ska utföras veckovis och kvartalsvis.

Avsnitt 19.1.3 beskriver hur vattenkällor ska provas. Här har SBF 120:8 kompletterande krav som säger att rörledning i mark och servisledning i byggnad ska renspolas med erforderligt flöde under minst 5 minuter och att resultatet ska dokumenteras.

Det förekommer att renspolning och dokumentationen av renspolningen förbises. Orsaken kan vara att förläggning av markledning respektive sprinklerinstallationen görs av olika entreprenörer.

För hela avsnitt 19.1 har SBF 120:8 kompletterande krav som säger att installatören ska genomföra en färdigställandekontroll som ska anmälas i god tid till kravställaren och dennes sakkunnige så att dessa kan närvara.

I praktiken är det vanligt att kallelse inte skickas eller att kravställaren och dennes sakkunnige inte deltar vid färdigställandekontroll.

SBF 120:8 har krav som ersätter de i avsnitt 19.2 i SS-EN 12845:2015 och som omfattar de intyg och den dokumentation som installatören ska överlämna till anläggningsägaren. Dokumentationen omfattar bland annat anläggarintyg, relationsritningar, datablad för ingående komponenter och anvisningar för skötsel och underhåll.

SBF 120:8 har tillkommande krav i avsnitt 19.3 som säger att en leveransbesiktning ska genomföras av en tredje part enligt de anvisningar som ges i SBF 141. Efter leveransbesiktningen ska besiktningsmannen utfärda ett besiktningsintyg med omfattning enligt Bilaga 120-05. Noterade avvikelser ska åtgärdas snarast, dock senast inom de intervaller som anges i besiktningsintyget.

Leveransbesiktning är en besiktning som kontrollerar att samtliga punkter i projekteringsunderlaget är inarbetade i anläggningen och därigenom anläggarintyget som ska återspegla det verkliga utförandet, samt att inga andra avvikelser från regelverket finns än de som är angivna i anläggarintyget med tillhörande medgivna avsteg. Leveransbesiktningen är sedan starten för de återkommande besiktningarna, även kallade revisionsbesiktningar. Antikvariska sakkunniga bör ges möjlighet att delta vid leveransbesiktning/slutbesiktning. Tillstånd från länsstyrelsen eller Riksantikvarieämbetet kan innehålla krav på att sprinklerinstallationen ska utföras under antikvarisk medverkan samt att arbetet ska dokumenteras och sammanfattas i en antikvarisk rapport.

3.20 Skötsel och underhåll

Detta avsnitt har en allmän inledning (20.1), krav på användarens program för skötsel och provning (20.2) samt krav på service och underhåll (20.3).

Brandforsk projekt 323-010 visade att regelbunden provning av brandlarm- och sprinklersystem, inklusive alla funktioner och styrningar, är viktigt för att fånga upp problem och rena fel.

Enligt avsnitt 20.1.1 ska användaren utse en person och en ersättare för denne, vilka ska få nödvändiga instruktioner och därefter säkerställa att systemet hålls i funktionsdugligt skick. SBF 120:8 har kompletterande krav som bland annat säger att dessa båda anläggningsskötare ska ha erforderlig utbildning och ha möjlighet att avsätta nödvändig tid för sitt uppdrag. Anläggningsskötare ska ha en kompetens som minst motsvarar kraven som anges i Bilaga 120-06.

I Brandforsk projekt 323-010 framkom att många anläggningsskötare upplever osäkerhet och oro inför sitt uppdrag. Flera tycker också att den utbildning om brandlarm- och sprinklersystemet som de fått har varit bristfällig. I andra fall är anläggningsskötare upplärda av kollegor och har inte genomgått någon formell extern utbildning. Flera kommersiella aktörer erbjuder utbildning av anläggningsskötare för både brandlarm- och sprinklersystem. Dessa utbildningar ger en grundkunskap men det är väsentligt att utbildning även ges vid den aktuella anläggningen eftersom de är unika. Sådan utbildning kan till exempel ges av installatören eller besiktningsmannen för det

aktuella objektet. Det är också betydelsefullt om anläggningsskötaren medverkar vid service och besiktning.

Dokumentation och instruktioner för den specifika anläggningen är ofta bristfällig enligt flera anläggningsägare.

Det finns exempel på anläggningar där all kontroll och provning, även den som ska utföras veckovis, görs på entreprenad av sakkunniga entreprenörer. Dessa exempel finns i första hand i storstadsområden där restider är korta och där det finns tillräckligt många aktörer för att tjänsten ska kunna konkurrensutsättas.

Enligt avsnitt 20.1.2 ska användaren göra regelbundna kontroller (enligt avsnitt 20.2), upprätta ett schema för provning, service och underhåll (enligt avsnitt 20.3) samt dokumentera åtgärder och föra en kontrolljournal. SBF 120:8 har kompletterande krav som bland annat säger att underhåll ska utföras av anläggarfirma enligt SBF 1020 eller av annan kompetent servicefirma som har godtagits av anläggarfirma eller kravställare. Kvartals- och halvårskontroller enligt avsnitt 20.3 kan utföras av anläggningsskötare.

Fastighetsägaren är normalt alltid kravställare i kulturhistoriskt värdefulla byggnader och kan välja den servicepartner som bäst motsvarar de specifika behov och kvalitetskrav som finns.

Om sprinklersystemet är ur funktion eller om det aktiverats ska (enligt avsnitt 20.1.3) förebyggande åtgärder enligt Bilaga J göras vid arbete på systemet. SBF 120:8 har högre krav som säger att åtgärderna minst ska motsvara de i Bilaga J.

Avsnitt 20.1.4 beskriver antalet reservsprinkler beroende på riskklass. För riskklass OH ska antalet reservsprinkler inte understiga 24 sprinkler. Sprinklerna ska förvaras i skåp placerade lättillgängliga i ett utrymme där temperaturen inte överstiger +27 °C. Förrådet av reservsprinkler ska kompletteras direkt efter att reservsprinkler nyttjas. SBF 120:8 har inga krav utöver de som anges i SS-EN 12845:2015 för detta avsnitt.

Om sprinkler byts ut bör det göras av certifierad sprinklerinstallatör och sprinklertillverkarens anvisningar avseende lämplig gängtätning, val av sprinklernyckel och åtdragningsmoment ska följas. Rätt typ av sprinkler ska användas, men det förekommer att fel typ av sprinkler installeras, sannolikt på grund av okunskap.

Figur 57 visar ett reservsprinklerskåp i en kyrka där reservsprinkler helt saknas. När fotot togs hade anläggningen varit i drift i omkring 5 år.



Figur 57 Reservsprinklerskåp i en kyrka där reservsprinkler helt saknas. När fotot togs hade anläggningen varit i drift i omkring 5 år. Foto: Magnus Arvidson, RISE.

Avsnitt 20.1.5 är tillkommande krav som inte nämns i SS-EN 12845:2015 som säger att alla skötsel- och underhållsåtgärder ska dokumenteras i en särskild kontrolljournal. Avsnittet listar den information som journalen ska innehålla (återges ej här) men en av punkterna avser beskrivning av orsaken till onödig aktivering samt de åtgärder som vidtagits för att minimera risken för upprepning. Avsnitt 20.1.6 har också tillkommande krav som säger att en särskild utredning beträffande erforderliga åtgärder ska genomföras om fler än en onödig aktivering erhållits under en tolv månaders period.

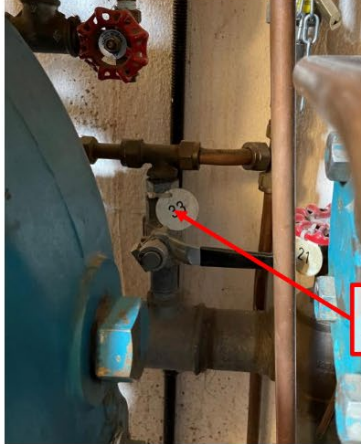
Kontrolljournalen bör vara anpassad utifrån sprinklersystemets faktiska komponenter och kontrollmoment för att underlätta för anläggningsskötaren.

Vanliga orsaker till onödig aktivering är mekanisk åverkan, frysning, avsiktlig åverkan, för hög omgivningstemperatur och fabrikationsfel. Brandforsk projekt 323-010 dokumenterade flera oavsiktliga aktiveringar. Några kyrkor hade dessutom haft flera felaktiveringar, men inte inom en tolv månaders period.

Avsnitt 20.2 beskriver de kontroller och provningar ska genomföras varje vecka och varje månad. SBF 120:8 har en kompletterande text som säger att det är anläggningsskötaren som svarar för regelbunden skötsel och provning av alla för funktionen väsentliga delar. Skötselåtgärderna ska minst omfatta systemets skötselinstruktioner.

För vecko-/månadskontroll och kvartalskontroll som anläggningsskötaren får utföra så bör det finnas en objektsanpassad instruktion som steg-för-steg beskriver kontrollmomenten. Figur 58 visar ett exempel på en steg-för-steginstruktion för hur en kvartalskontroll ska genomföras i en kyrka.

7 Öppna **33. Provventil brandlarm** och kontrollera att brandlarm utlöst **sektion 15** och larmadress **D101** med klartext **Sprinkler vind utlöst**. Larm kommer inte indikera på larmtablå sprinkler.



33. Provventil brandlarm
öppnas för sektion 1

8 När brandlarm konstateras, stäng **33. Provventil brandlarm** och låt larmledning dräneras.

9 Öppna **34. Provventil brandlarm** och kontrollera att brandlarm utlöst **sektion 15** och larmadress **D102** med klartext **Sprinkler torn utlöst**. Larm kommer inte indikera på larmtablå sprinkler.



34. Provventil brandlarm
öppnas för sektion 2

10 När brandlarm konstateras, stäng **34. Provventil brandlarm** och låt larmledning dräneras.

11 Återställ brandlarm på brandförsvarstablå.
Kontrollera att inga larm finns på larmpanelerna.

Figur 58 Exempel på en steg-för-steginstruktion för hur en kvartalskontroll ska genomföras i en kyrka. Foto: Emil Egeltoft, Brandskyddslaget AB.

Avsnitt 20.3 beskriver den service och det underhåll som ska genomföras kvartalsvis, varje halvår, årligen, vart tredje, femte, tionde och vart 25:e år. SBF 120:8 har en kompletterande text som bland annat säger att det ska finnas en plan för periodiskt underhåll som bör omfatta 30 år. Det sägs också att torrörlarmventiler inte behöver provas varje halvår utan årligen med ett partiellt flödesprov och vart tredje år med ett fullflödesprov.

Plan för periodiskt underhåll saknas ofta för äldre anläggningar eftersom dokumentationen inte sällan har förkommit, till exempel på grund av ägarbyte eller bristfällig dokumenthantering.

SBF 120:8 har tillkommande krav i avsnitt 20.5 som inte omnämns i SS-EN 12845:2015 som gäller ändring av anläggning. Detaljkraven återges inte här.

För kulturhistoriskt värdefulla anläggningar torde behovet av ändringar av en sprinkleranläggning vara lägre än för andra typer av byggnader eftersom ombyggnationer, hyresgäst Anpassningar och andra åtgärder troligen är mindre frekventa.

Avsnitt 20.5 har också tillkommande krav som inte omnämns i SS-EN 12845:2015 och berör invändig kontroll av rörnät. Grundkravet är att en invändig rörkontroll i torrörs- och förutlösningssystem (pre-actionsystem) ska ske efter högst 10 år och efter högst 25 år i våtrörssystem. Tidsintervall för därefter kommande kontroller ska fastställas baserat på resultat från den första kontrollen. Tidsintervallet får dock inte överstiga 25 år.

Erfarenheterna från Brandforsk projekt 323-010 visar att kravet att invändig rörkontroll i torrörs- och förutlösningssystem (pre-actionsystem) ska ske efter högst 10 år är ett motiverat krav. Figur 59 visar ett exempel på en invändig rörkontroll i ett torrörssystem.



Figur 59 Invändig rörkontroll i ett torrörssystem installerat på vinden i en större stadskyrka. Rörsystemet är byggt av galvaniserade stålrör och kontrollen har gjorts genom att borrhävar tagits från olika delar av rörsystemet. Systemet installerades år 1996 och rörsystemet var utan anmärkning efter närmare 25 års drifttid. Här kan anmärkas att det varit bättre om borrhävar tagits från botten av röret där korrosion ofta förekommer i just torrörssystem. Foto: Tomas Godby, Brandskyddsbesiktning T Godby AB.

Avsnitt 20.6 har också tillkommande krav som inte omnämns i SS-EN 12845:2015 och berör kontroll av sprinkler. Kontrollen bör göras vart 25:e år och omfattningen ska motsvara Bilaga K i SS-EN 12845:2015. Kravställaren avgör om kontrollen ska göras eller inte.

Kontroll av sprinkler kräver att sprinkler (stickprov) demonteras och skickas till ett provningslaboratorium för provning. Det är en förstörande provning där sprinklernas funktion vid brand provas och inte sannolikheten för felaktivering. En del sprinklertyper tillverkade under 1980- och 1990-tal har O-ringstättningar som har visat sig påverka funktionen såtillvida att ventilbrickan inte öppnar trots höga vattentryck.

Avsnitt 20.7 har också tillkommande krav som inte omnämns i SS-EN 12845:2015 och berör kontroll av flexibel slang. Denna kontroll ska göras i samband med invändig kontroll av rörsystem, eller med tätare intervall om så anges i installationsanvisningen. Minst en flexibel slang per 100 installerade ska ingå i kontrollen.

Flexibel slang används oftast när sprinkler installeras i undertak och är inte vanliga för kulturhistoriskt värdefulla byggnader.

3.21 Regelbunden systembesiktning [Tredje parts besiktning]

SS-EN 12845:2015 benämner avsnittet Tredje parts besiktning. Avsnittet är kort och säger att sprinklersystemet ska besiktigas regelbundet av en kvalificerad person åtminstone en gång per år. Protokollet från besiktningen ska bedöma om systemet uppfyller SS-EN 12845:2015, med hänsyn, men inte begränsat, till underhåll, drift och lämplighet för den risk som skyddas. En förteckning över avvikelser ska upprättas för åtgärdande.

Kompletterande text i SBF 120:8 säger att en revisionsbesiktning av ett automatiskt sprinklersystem innebär en tredjepartskontroll av systemets riktighet. Besiktning ska utföras av certifierad besiktningsfirma. Sprinklersystemet ska regelbundet revisionsbesiktigas, minst en gång per kalenderår med högst 15 månaders mellanrum. Revisionsbesiktning ska minst omfatta anvisningarna enligt SBF 141. Efter revisionsbesiktning ska besiktningsmannen snarast, dock senast inom fyra veckor efter besiktningsdagen, utfärda ett besiktningsintyg. Noterade avvikelser ska åtgärdas snarast, dock senast inom de intervaller som anges i besiktningsintyget.

Boverkets föreskrifter och allmänna råd om säkerhet i händelse av brand i byggnader anger att vattensprinkleranläggningar ska vara utformade så att de fungerar med hög tillförlitlighet. Som ett allmänt råd anges att tillförlitligheten bör vara verifierad enligt SS-EN 12845:2015. Boverket ställer inte krav på att SBF 120 ska följas, vilket innebär att exempelvis revisionsbesiktningar i grunden är en egenambition. Krav på revisionsbesiktningar kan dock finnas i fastighetsägarens försäkringsvillkor.

Brandforsk projekt 323-010 dokumenterade att revisionsbesiktningar inte är så vanliga som de borde vara trots att SBF-reglerna för sprinkler, vattendimma och brandlarm anger att årliga revisionsbesiktningar ska genomföras. För flera objekt finns endast serviceavtal med brandlarm- eller sprinklerinstallatör. Samordnad provning av system, till exempel att en signal från ett brandlarmsystem verkligen öppnar rätt sektionsventil missas därför ofta.

En vanlig besiktningsanmärkning är att anläggningen inte kontrolleras och provas enligt regelverk och att de kontroller som görs inte journalförs. Många anmärkningar är återkommande. Ofta är det anmärkningar av mindre allvarlighetsgrad men allvarligare fel (till exempel långa fördröjningstider för att erhålla vatten i torrörssystem och pre-actionsystem eller deluge- och pre-actionventiler som inte löser ut överhuvudtaget) kan ibland ta flera år att åtgärda. För de kyrkoförsamlingar som ansöker om kyrkoantikvarisk ersättning för systemens driftskostnader är processen minst ett år från det att medel söks till dess att de beviljats vilket medför att tiden till åtgärder av besiktningsanmärkningar blir lång.

Revisionsbesiktningar genomförs i många fall utan att systemets funktioner provas, framför allt gäller det pre-actionsystem. Ett funktionsprov kräver att man är flera personer för att aktivera brandlarm, mäta tider, öppna provningsventilen, hålla i

slangen/munstycket, finnas beredd i sprinklercentralen för att snabbt kunna stänga av om läckage upptäcks, mm. I vissa fall vill man även ha personer längs med rörledningarna för att kunna upptäcka eventuella läckage som visar sig när systemet trycksätts med vatten.

Figur 60 visar ett funktionsprov av två torrörssystem vid en revisionsbesiktning.



Figur 60 Funktionsprov av ett pre-actions-system via slang som anslutits till provningsventil (placerad i det hydrauliskt sämsta läget i rörsystemet) i ett kyrktorn respektive ett biutrymme i kyrksal. I slangens ände sitter en sprinkler med en munstycksöppning motsvarande de minsta sprinklerna som är installerade i sprinklersektionen. Foto: Tomas Godby, Brandskyddsbesiktning T Godby AB och Emil Egeltoft, Brandskyddslaget AB.

4 Aspekter som inte omfattas av SS EN-12845 och SBF 120:8

4.1 Sprinklersystem för fasader och yttertak

SS-EN 12845 och SBF 120:8 har inga rekommendationer för dimensionering och installation av automatiska sprinklersystem för brännbara fasader eller yttertak.

De kyrkor som besöktes i Brandforsk projekt 323-010 har vanligen gruppaktiveringssystem med öppna munstycken som är indelade i sektioner som aktiveras av ett separat branddetektionssystem. Den vanligaste typen av branddetektionssystem har en värmedetektionskabel som kortsluter (av värmen från branden). Detta strömbortfall detekteras och en elektrisk signal öppnar rätt sektionsventil. Figur 61 visar vattenbegjutning av fasad på en kyrka från en sektion med öppna sprinkler.



Figur 61 Vattenbegjutning av fasad på en kyrka från en sektion med öppna sprinkler. Igensättning av ett öppet sprinklarmunstycke från samma anläggning där en geting krupit in genom munstyckets utloppsöppning. Igensättningen uppmärksammades när systemet provades vid en revisionsbesiktning och inget vatten distribuerades från munstycket. Foto: Magnus Arvidson, RISE och Tomas Godby, Brandskyddsbesiktning T Godby AB.

Fasader och yttertak kan beroende på storlek vara dimensionerande för sprinklersystemets totala vattenflöde. Antingen väljs en lösning där samtliga utvändiga fasad- eller takytor kan vattenbegjutas samtidigt, vilket kräver höga vattenflöden men endast en eller ett par sektionsventiler. Eller så utformas sprinklersystemet med flera sektioner så att mindre fasad- eller takytor kan vattenbegjutas en i taget. Det reducerar vattenbehovet men ökar antalet sektionsventiler och försvårar branddetektionen eftersom det inte räcker att detektera att det brinner utan även var det brinner.

Här kan dock anmärkas att det finns många potentiella felkällor med gruppaktiveringssystem, särskilt avseende själva brandlarmet och styrningarna. Till exempel att styrningar inte är inkopplade eller felkopplade, kortslutning i utrustning som inte uppmärksammas eller detekterats eller att delar i brandlarmcentralen är fränkopplade.

Det finns minst en kyrka som har automatiska sprinkler placerade både under takfot och på yttertak med rördragning och anslutning från kyrkvinden. Systemet är ett torrörssystem. Figur 62 visar sprinklernas placering.



Figur 62 Automatiska sprinkler på yttertak och under takfot på en kyrka. Sprinklerna är anslutna till ett rörsystem på kyrkvinden. Foto: Tomas Godby, Brandskyddsbesiktning T Godby AB.

Avsnitt 8.7 i NFPA 13 (2025) har rekommendationer för "Outside Sprinklers for Protection Against Exposure Fires (Exposure Protection Sprinkler Systems)" som ger vägledning om hur ett system kan installeras och dimensioneras för utvändiga fasad- och takytor. Systemen ska tillåtas oavsett om byggnaden har ett invändigt sprinklersystem och ska tillåtas att skydda fönster och andra öppningar i murade väggar, hela fasader, yttertak eller kombinationen därav. Här kan noteras att det är skydd mot exponering av yttre brand som avses, till exempel att en närliggande byggnad brinner.

Sprinklersystemet ska anslutas till en vattenkälla enligt avsnitt 5 i NFPA 13 eller, om så medges, till manuella ventiler eller pumpar eller anslutas till räddningstjänstens utrustning. Anslutningspunkt för räddningstjänsten ska vara placerad så att den inte påverkas av branden. Automatiska system med öppna sprinkler ska vara anslutna till ett branddetektionssystem som är konstruerat för den specifika tillämpningen.

Här finns rekommendationer för placering av sprinkler för att vattenbegjuta både fasader, fönster- eller andra öppningar och yttertak. Rekommendationerna är relativt detaljerade och återges inte här.

4.2 Sprinklersystem på oinredda vindar

4.2.1 Rekommendationer i NFPA 13

Oinredda vindar betraktas som svåra att skydda med sprinkler på grund av bland annat taklutningen och för att de normalt är ouppvärmade. För vindar i kulturhistoriskt värdefulla byggnader föreslås därför att de rekommendationer som finns i NFPA 13 tillämpas eller att särskilda så kallade vindssprinkler används. Taklutning beskrivs med hjälp av två siffror i NFPA 13: stigningen och längden. Till exempel, om taket lutar 6:12, betyder det att över längden av 12" så höjer taket 6". På så sätt går det att bestämma takvinkeln (26,6°).

NFPA 13 (2022) har en del rekommendationer som ger bra vägledning. Oinredda vindar räknas som "Light Hazard Occupancies" där ett våtrörssystem ska dimensioneras för 4,1 mm/min över 140 m², motsvarande minst 560 l/min. Detta motsvarar närmast OH2 enligt SS-EN 12845:2015. För ett torrörssystem så ska verkningsytan ökas med 30 %, det vill säga till 182 m². Dessutom ska verkningsytan ökas med 30 % om taklutningen överskrider en lutning motsvarande 2:12 (9,5°). Det innebär en dimensionering om 4,1 mm/min över 237 m², motsvarande minst 970 l/min. Ett torrörssystem OH2 i SS-EN 12845:2015 dimensioneras för 5 mm/min över 180 m², motsvarande minst 900 l/min. Här ökas inte verkningsytan beroende på taklutningen, men däremot med 25 % (från 144 m²) om systemet är ett torrörssystem.

För torrörssystem säger NFPA 13 att fördröjningstiden får vara maximalt 40 sekunder. Det är alltså kortare tid än de 60 sekunder som är kravet i SS-EN 12845:2015 för riskklasserna OH och HH.

Vad gäller val av sprinkler rekommenderar NFPA 13 sprinkler med en nominell aktiveringstemperatur mellan 79 °C och 109 °C. För brännbara takkonstruktioner med sadeltak och en taklutning som motsvarar 4:12 (18,4°) eller mer finns detaljerade rekommendationer för hur sprinkler ska installeras. Sprinklerna ska vara av typen "quick response" och installeras vid eller nära taketsnock. Grenrör ska installeras längs med taklutningen och med sprinklernas spridarplatta parallellt med taket. Om avståndet mellan sprinkler är längre än 2,4 m mått vinkelrätt mot taklutningen så ska vattentrycket vid sprinklerna vara minst 1,4 bar, motsvarande 94 l/min för en sprinkler med K-faktor 80 (l/min)/√bar. Här kan noteras att så kallade "snabba sprinkler" inte är tillåtna i torrörssystem enligt SS-EN 12845:2015, men att de alltså är ett krav enligt NFPA 13 för denna tillämpning.

I 2025 års utgåva av NFPA 13 finns en del förändringar som rör just installation av sprinkler under tak som lutar. Bland annat medges att sprinklernas spridarplatta kan installeras parallellt med golvet och att verkningsytan inte behöver ökas med 30 % givet vissa förutsättningar.

Figur 63 visar ett exempel på en rad med uppåtriktade spraysprinkler placerade nära taknock på en kyrkvind på mycket brant taklutning.

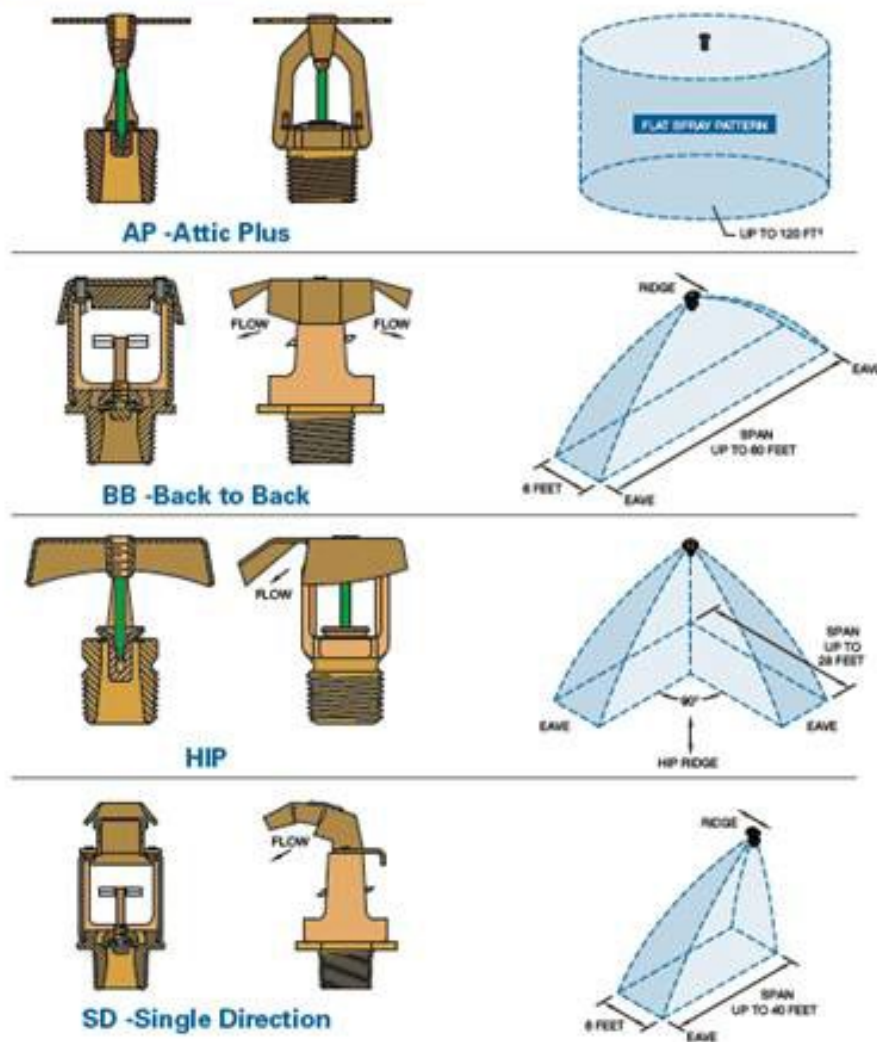


Figur 63 Exempel på en rad med uppåtriktade spraysprinkler placerade nära taknock på en kyrkvind på mycket brant taklutning. Foto: Magnus Arvidson, RISE.

4.2.2 Särskilda vindssprinkler

Installation enligt NFPA 13 med traditionella sprinkler kräver många sprinkler och relativt höga vattenflöden. För vindsutrymmen med sadeltak eller pulpettak kan så kallade "vindssprinkler" (eng. Attic sprinklers) användas. Sprinklerna installeras vidnock - och om inte annat anges - i varje balkfält. Beroende på takfall och vindsutrymmets takspann ska sprinkler med olika spridningsvinkel och K-faktor (munstycksöppning) att väljas. I utrymmen med sadeltak används sprinkler som distribuerar vatten längs båda taklutningarna och i utrymmen med pulpettak användes sprinkler som distribuerar vatten i en riktning längs taklutningen. Sprinklerna har en smal, men ofta mycket lång spridningsbild. Figur 64 visar sprinkler från en tillverkare och deras spridningsbild.

Sprinkler Spray Patterns



Figur 64 Så kallade vindssprinkler från en tillverkare. Andra sprinklertillverkare har liknande sprinkler. Illustration: Tyco Fire Protection Products.

I Tabell 5 och Tabell 6 redovisas dimensioneringsförutsättningarna för sprinkler avsedda för sadeltak från två olika tillverkare. Brandrisken räknas som "Light Hazard" enligt NFPA 13 och om angivet minsta vattenflöde från sprinklerna divideras med dess täckningsyta så är vattendensiteten drygt 4 mm/min.

Tabell 5 Maximal täckningsyta, taklutning samt minsta dimensionerande vattenflöde och vattentryck för vindssprinkler (från en tillverkare) för sadeltak där sprinklerna placeras vid taknock.

Nominell K-faktor ((l/min)/√bar)	Gäng-anslutning	Maximal täckningsyta, mätt på golvnivå (m × m)	Taklutning	Takvinkel (°)	Minsta vattenflöde (l/min) per sprinkler	Minsta vattentryck (bar)
80	1/2"	1,8 × 12	4:12 till ≤6:12	18,4 – 26,6	95	1,37
80	1/2"	1,8 × 12	6:12 till 8:12	26,6 – 33,7	95	1,37
115	3/4"	1,8 × 20 eller 1,5 × 21	4:12 till ≤6:12	18,4 – 26,6	95 - 151	0,68 – 1,72
115	3/4"	1,8 × 20 eller 1,5 × 21	6:12 till 8:12	26,6 – 33,7	106 - 151	0,85 – 1,72

Här kan ses att maximalt möjliga takspann är 21 m. Om takspannet är längre kompletteras sprinklerna vid taknock med ytterligare rader med sprinkler ned längs taklutningen. Maximalt tillåten takvinkel är 33,7°. Om takvinklen är större, upp till och med 45° väljs en annan typ av sprinkler.

Tabell 6 Maximalt takspann, taklutning samt minsta dimensionerande vattenflöde och vattentryck för vindssprinkler (från annan tillverkare jämfört med Tabell 5) för sadeltak där sprinklerna placeras vid taknock.

Nominell K-faktor (l/min)/√bar)	Gång- anslutning	Maximalt takspann, mätt på golvnivå (m)	Taklutning	Takvinkel (°)	Minsta vattenflöde (l/min) per sprinkler	Minsta vattentryck (bar)
60	1/2"	≤6,1	3:12 till <7:12	14,0 – 30,3	49	0,7
60	1/2"	≤6,1	7:12 till <10:12	30,3 – 39,8	49	0,7
60	1/2"	≤6,1	10:12 till 12:12	39,8 – 45,0	49	0,7
80	1/2"	≤12,2	4:12 till <7:12	18,4 – 30,3	95	1,4
80	1/2"	≤12,2	7:12 till <10:12	30,3 – 39,8	95	1,4
80	1/2"	≤12,2	10:12 till 12:12	39,8 – 45,0	95	1,4
80	1/2"	>12,2 till ≤18,3	4:12 till <7:12	18,4 – 30,3	144	3,2
80	1/2"	>12,2 till ≤18,3	7:12 till <10:12	30,3 – 39,8	144	3,2
80	1/2"	>12,2 till ≤18,3	10:12 till 12:12	39,8 – 45,0	144	3,2
115	3/4"	≤18,3	4:12 till <7:12	18,4 – 30,3	144	1,5
115	3/4"	≤18,3	7:12 till <10:12	30,3 – 39,8	144	1,5
115	3/4"	≤18,3	10:12 till 12:12	39,8 – 45,0	152	1,7

Här kan ses att maximalt möjliga takspann är lite drygt 18 m. Om takspannet är längre kompletteras sprinklerna vid taknock med ytterligare rader med sprinkler längre ned längs taklutningen. Maximalt tillåten takvinkel är 45°.

Figur 65 visar en rad med vindssprinkler på vinden i ett svenskt slott. Vindsutrymmet har ett stort takspann och sprinklerna på fotot kompletterar därför sprinkler installerade vid taketsnock.



Figur 65 Så kallade vindssprinkler installerade i en kulturhistoriskt värdefull byggnad. Här kan också noteras att bjälklaget har ett ytskikt av falsad takplåt och att släckvatten från sprinkler leds till byggnadens utsida. Foto: Johan Hanberger, Statens fastighetsverk.

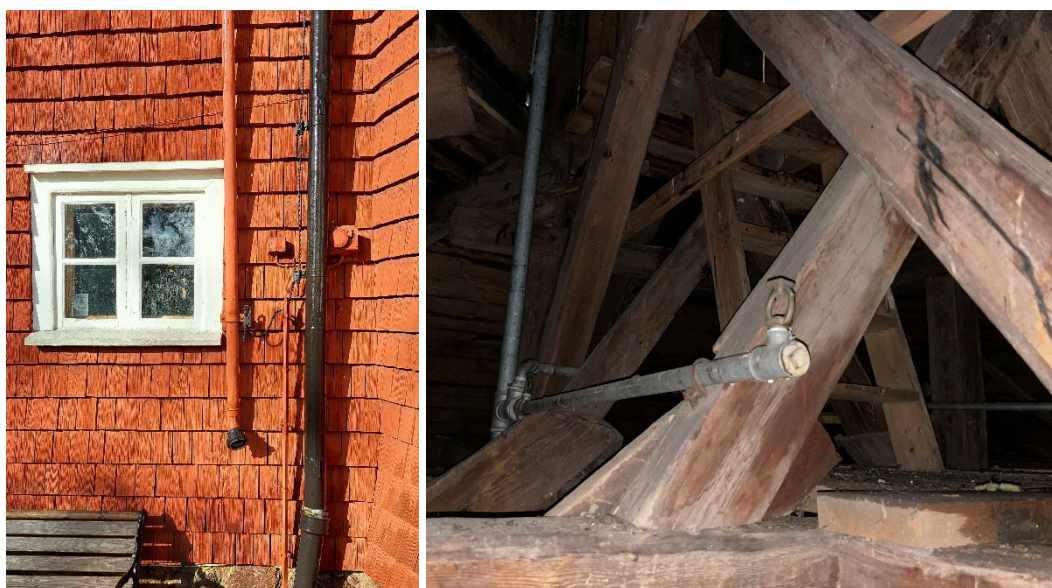
Enligt vissa tillverkare kan det totala vattenbehovet med dessa specialanpassade vindssprinkler reduceras med upp till 70 % jämfört med traditionella sprinkler. De kommersiella sprinkler som diskuteras ovan har provats och certifierats av Underwriters Laboratories, Inc. i enlighet med UL 199G (2012).

4.3 Tomrörssystem med brandkårsanslutning

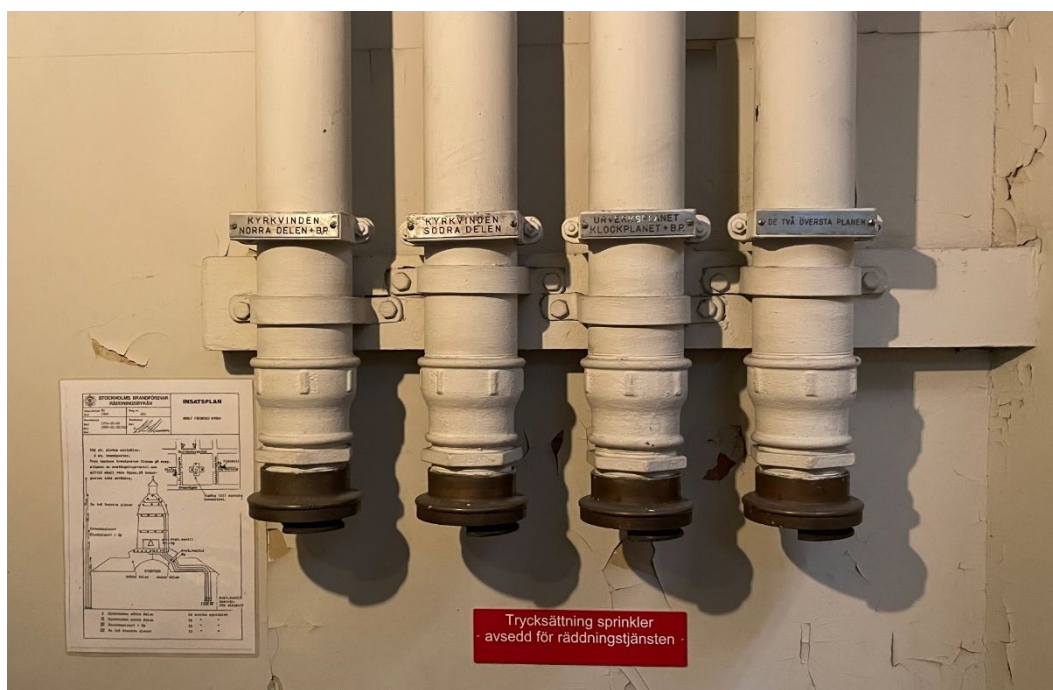
Tomrörssystem är system som varken är trycksatta med vatten, frysskyddsmedel eller luft. Vid brand är det tänkt att räddningstjänsten ska trycksätta anläggningen via en eller flera brandkårsanslutningar. Sprinklerna kan vara öppna eller slutna/automatiska eller en kombination av dessa, till exempel slutna inuti en klockstapel och öppna på klockstapelns fasader. Grunden till att välja slutna/automatiska sprinkler med glasbulb eller smältlänk är att om möjligt begränsa det totala vattenflödet och att bara vattenbegjuta områden nära branden.

Tomrörssystem började installeras redan på 1920-talet i vissa kyrktorn. Statens brandsinspektion (föregångare till MSB) angav i ett meddelande om Brandförsvaret i kyrkor 1964:9 (Statens brandsinspektion, 1964) att tomrörssystem med öppna munstycken ska anordnas i tornspira, takryttare samt övre delen av mycket höga takresningar, det vill säga i utrymmen där brand kan sprida sig snabbt och är svåråtkomlig för räddningstjänstens strålrör. Kravet medförde att tomrörssystem installerades i många kyrkor på 1960 - 1970-talen. Tomrörssystem matades med en

brandkårsanslutning vid entrén eller annan lämplig plats från räddningstjänstens fordon. Figur 66 visar hur anslutningen har anordnats på en mindre kyrka och Figur 67 anslutningarna i ett system i en större kyrka med fyra sektioner.



Figur 66 Anslutning ('brandkårsanslutning') där räddningstjänsten kan ansluta brandslang kopplad till vattenpumpen på ett räddningsfordon. Röret leder vidare upp till ett rörsystem med öppna sprinkler i ett kyrktorn i en kyrka från slutet av 1700-talet. Foto: Magnus Arvidson, RISE och Emil Egeltoft, Brandskyddslaget AB.



Figur 67 Anslutningar ('brandkårsanslutningar') för ett tomrörsystem med fyra sektioner i en större kyrka med tillhörande orienteringsritning. Information saknas om vilket vattentryck och vattenflöde som krävs samt rörsystemets maxtryck. Här ses också att kopplingslock saknas. Foto: Emil Egeltoft, Brandskyddslaget AB.

Systemets fördel är dess enkelhet. Nackdelen är att effektiviteten till stor del är avhängig räddningstjänstens insatstid. En brand som får ett snabbt brandförlopp efter att den detekteras kan vara mycket omfattande innan vattenpåföringen ens har startats. Den

andra nackdelen är att anläggningen riskerar att ha skadats av branden innan systemet vattenfyllts och därför inte är funktionsduglig. Under alla omständigheter erbjuder systemen ett betydligt mer personsäkert sätt att angripa en brand än att rökdykare går in i byggnaden.

För tomrörssystem är ett tidigt brandlarm och snabb trycksättning från räddningsfordon en förutsättning för att systemet överhuvudtaget ska övervägas. Räddningstjänstens insatstid kan förstås bedömas i det enskilda fallet men det är svårare att bedöma om den är tillräcklig eftersom brandförloppet kan vara både snabbt och långsamt.

Rörledningar bör utföras av rostfritt stål och bör sammanfogas med svetsning eller rörflänsar. Öppna såväl som automatiska munstycken bör vara utförda av rostfritt stål och inte av mässing. Rostfritt stål har en betydligt högre smältpunkt (omkring 1500 °C) jämfört med mässing (omkring 900 °C – 940 °C beroende på sammansättningen). Öppna munstycken bör förses med så kallade ”blow-off plugs” för att förhindra att främmande material eller insekter sätter igen utloppsöppningen.

Munstycken bör placeras för att vattenbegjuta invändiga tak- eller väggytor där brandspridningen är som snabbast kompletterat med munstycken som vattenbegjuter bärande balkar. Med öppna sprinkler behöver inte hänsyn tas till aktivering av sprinklerna, vilket är viktigare med automatiska sprinkler. Det gör att placeringen av öppna sprinkler kan optimeras avseende vattenbegjutning. Räddningstjänstens vattenkapacitet (vattentryck och vattenflöde från tillgänglig pump) måste vara tillräcklig för sprinklersystemets behov så en fullständig hydraulisk dimensionering krävs.

Brandkårsanslutningar behöver placeras på säker plats för att ge ett visst skyddsavstånd mot nedfallande byggnadsdelar och så att brandslang inte riskerar att brinna av. Dimensionerande vattentryck och vattenflöde ska vara tydligt skyltat vid brandkårsanslutningarna (även högsta tillåtna tryck ska anges). Vattenbehovet måste jämföras med vattentillgången i brandpostnätet eller vattentag. En orienteringsritning enligt SBF 120 ska finnas.

Tomrörssystemet kräver underhåll för att fungera över tid, som exempelvis dränering av kondenskärl med påfyllning av frostskyddsvätska, kontroll av brandkårsanslutningar och infettning av packning, motionering av ventiler samt kontroll av munstycken, rör, infästningar och packningar. Utöver detta så bör även återkommande provtryckning och invändig rörkontroll göras liksom funktionskontroll av eventuella automatiska sprinkler.

4.4 Stigarledningar

Sprinkler dimensioneras för att kontrollera en brand, även om den i praktiken ofta släcks. Räddningstjänsten behöver därför kunna göra en invändig insats för eftersläckning. För att räddningstjänsten ska kunna göra en invändig släckinsats i tät brandrök kräver arbetsmiljöföreskrifter att de har med sig eget släckvatten. Det är oftast svårt att få invändig åtkomst till vindar och torn i kulturhistoriskt värdefulla byggnader. Det kan vara smala spiraltrappor eller invändiga stegar som brandmän behöver klättra upp för med slangar och annan utrustning för att bekämpa branden. I vissa fall kommer det ta lång tid att få fram släckvatten och i andra fall är det inte säkert att det går alls eller att insatsen bedöms vara för riskfylld. Figur 68 visar två exempel på smala och branta trappor.



Figur 68 Exempel på smala och branta trappor i två kyrkor som leder upp till en kyrkvind respektive ett kyrktorn. Foto: Magnus Arvidson, RISE.

I äldre tomrörssystem så fanns det ofta en separat sektionsledning som gick till stigarledningsuttag på vind och i torn. När tomrörssystemen byggdes om till sprinklersystem så togs även stigarledningarna bort. I några kyrkor så pågår därför åtgärder för att återinstallera stigarledningsuttag.

Enligt Boverkets forskrift bör trycksatta stigarledningar installeras i byggnader om nivåskillnaden mellan angreppspunkt och det översta våningsplanet överstiger 40 m eftersom de brandpumpar som räddningstjänsten normalt använder inte ger tillräckligt vattentryck och vattenflöde för moderna strålrör för så höga höjder. För befintliga stigarledningar kan praktiska prov behöva göras för att dokumentera systemets kapacitet. SBF 504:1, "Regler för trycksatt stigarledning" publicerad av Brandskyddsföreningen (2019) beskriver hur ett system med en eller flera trycksatta stigarledningar kan utformas. Dokumentet omfattar bland annat definitioner, komponenter, projektering, installation, vattenförsörjning, ritningar och beräkningar, driftsättning, skötsel och underhåll och revisionsbesiktning.

För ej trycksatta stigarledningar finns en svensk standard, SS 3112 från 1979. Svenska institutet för standarder planerar att genomföra en översyn av standarden.

Stigarledningar kräver underhåll för att fungera över tid, som kontroll av brandkårsanslutningar/uttag och infettning av packningar, motionering av ventiler samt kontroll av rör och infästningar. Utöver detta så bör även återkommande provtryckning och invändig rörkontroll ske.

Figur 69 visar placering av en ej trycksatt stigarledning på utsidan av fasaden på en byggnad och med dolda uttag under bänk.



Figur 69 Stigarledning gömt bakom stuprör med dolda uttag under bänk. Foto: Emil Egeltoft, Brandskyddslaget AB och Jim Sjöberg.

4.5 Gångbryggor för att underlätta kontroll och underhåll

För installation samt efterföljande kontroll och underhåll av sprinkler och rörsystem på vindar krävs permanenta gångbryggor på bjälklag och under taknock. I vindsutrymmen är sprinklerrör ofta placerade så att åtkomst utan bra gångbryggor innebär en allvarlig personsäkerhetsrisk.

Gångbryggor behöver dock installeras på ett för byggnaden varsamt sätt. De ökar brandbelastningen och dessutom behöver de vara genomsläppliga för vatten från sprinkler alternativt vara täta och ha sprinkler installerade på dess undersida. Enligt kraven i SS-EN 12845:2015 ska sprinkler installeras under plattformar, gångbryggor och liknande om de är rektangulära och är bredare än 1,0 m. Om gångbryggan är placerad närmare än vägg eller annan avskiljning än 0,15 m så ska sprinkler installeras under den om den är bredare än 0,8 m.

Figur 70 visar hur en gångbrygga vid taknock kan anordnas.



Figur 70 Exempel på gångbrygga konstruerad av trä för att ge åtkomst till rörsystem, sprinkler och branddetektorer installerade vid taknock. Gångbryggan har ordentliga räcken och dess bärbalkar har en skonsam infästning. Bärbalkarnas fästpunkt har inte genomgående bultar, i stället är de klämda runt takstolarnas tvärbalkar. Foto: Magnus Arvidson, RISE.

Figur 71 visar ett exempel på gångbrygga under taknocken som är tillverkad av obrännbar gallerdurk och som är vattengenomsläpplig.



Figur 71 Exempel på gångbrygga under taknocken som är tillverkad av obrännbar gallerdurk som är vattengenomsläpplig. Gångbryggan har ordentliga räcken. Foto: Magnus Arvidson, RISE.

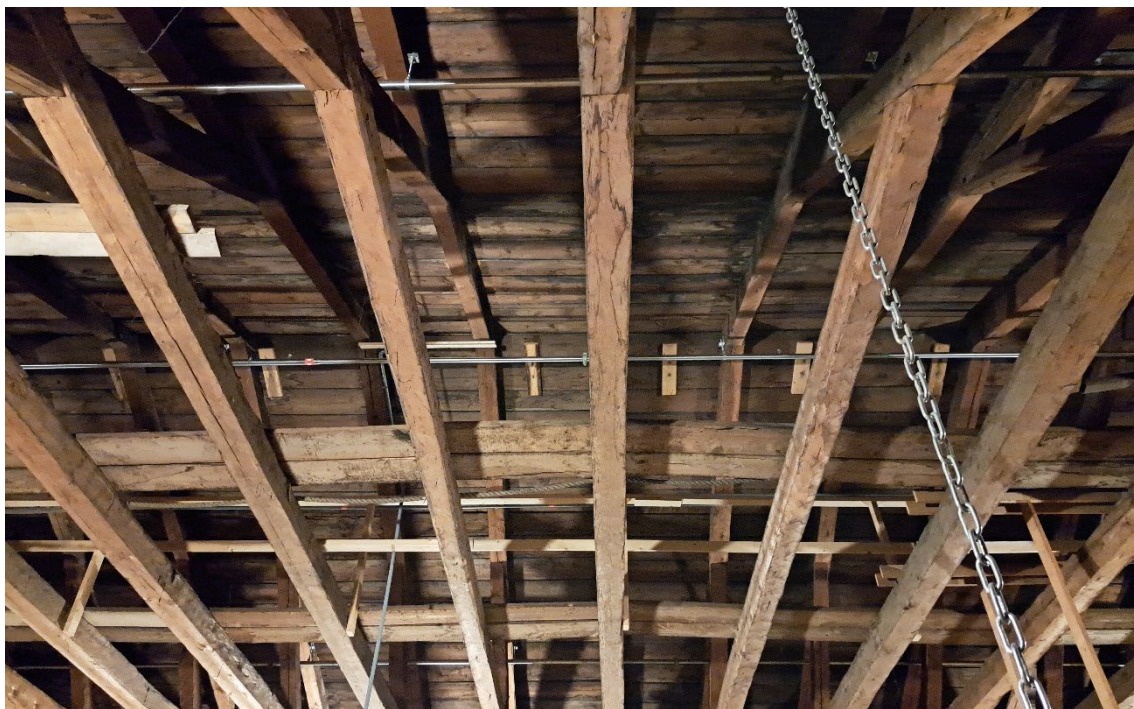
Som ett alternativ till gallerdurk av stål torde gångplanet kunna göras av ställningstrall av trä. En tillverkare erbjuder ställningstrall av hyvlat granvirke med måtten 485 mm × 57 mm med längderna 1400 mm respektive 1950 mm samt med måtten 364 mm × 57 mm med längden 1950 mm. Trallen har distansklossar av trä. Konstruktionen hålls ihop av 8 mm tvärgående gängstänger i järn på tre respektive fyra ställen. Undertill är den stabiliserad av två tvärgående träreglar i varje ände. Allt virke är sorterat enligt hållfasthetsklass C24 och har torkats ner till en fuktkvot på 18 %. Ställningstrall används normalt till tunga ställningar, murarställningar eller brostämp där det krävs lastklass 5 eller 6. En annan leverantör erbjuder trätrall med måtten 490 mm × 56 mm och längderna 1400 mm, 1950 mm och 2200 mm. De ställningstrallar som beskrivs ovan är certifierade av RISE. Figur 72 visar en ställningstrall i trä.



Figur 72 Ett exempel på ställningstrall av trä. Foto från TrallExpert. Andra leverantörer har liknande produkter.

Flera tillverkare erbjuder ställningstrall som har lägre vikt tack vare att distansklossarna mellan reglarna är tillverkade av plast. I denna tillämpning bör sådana ställningstrallar undvikas eftersom plast har ett energiinnehåll som är flera gånger högre än trä.

Figur 73 visar ett exempel på hur en gångbrygga inte bör utformas.



Figur 73 Ett exempel på hur en gångbrygga på en kyrkvind inte bör utformas. I detta fall är det mycket högt ned till kyrktakets valv. Foto: Magnus Arvidson, RISE.

Vid utformning och installation av gångbryggor på vindar bör både antikvariska, sprinklertekniska och personsäkerhetsaspekter beaktas.

4.6 Byggnadstekniska åtgärder för att förhindra vattenskador

En sprinkleraktivering vid brand eller på grund av felaktivering innebär att stora mängder vatten strömmar ut. Vid en brand är det antalet sprinkler som aktiveras och tiden till avstängning som är det som främst påverkar mängden vatten. Vattnet kommer att rinna ner på vindsbjälklag eller valv. På ett valv kommer släckvattnet att rinna längs valvkapporna och samlas i valvets kupor. Det kan bli en ansevärd mängd vatten vars vikt kan göra att valvet rasar, särskilt om vattnet fördelas icke-symmetriskt i valvets olika kupor (Egeltoft, 2019). På ett träbjälklag så kommer en del av vattnet att rinna igenom bjälklaget men en stor del kan sugas upp av eventuell isolering och vikten kan påverka hållfastheten på bjälklaget. Ett ras av bjälklag eller valv på grund av lasten av vatten kan ge omfattande skador och är dessutom en mycket allvarlig personsäkerhetsrisk vid räddningstjänstinsats.

I Brandforsk projekt 323-010 dokumenterades några byggnader där byggnadstekniska åtgärder gjorts för att dränera släckvatten från sprinkler. I en större stadskyrka har ett våningsplan i kyrktornet ett invändigt falsat plåttak som byggdes för att i första hand dränera bort inträngande regnvatten. I fasaden finns ett antal större sidoöppningar där regnvatten kan rinna ut på yttertaket och vidare ned till hängrännor och stuprör. Det invändiga taket förhindrar även att vatten från ett traditionellt sprinklersystem på själva våningsplanet och från våningsplanen ovanför rinner ned i byggnaden. Figur 74 och Figur 75 visar arrangemanget.



Figur 74 Invändigt falsat plåttak på ett våningsplan i kyrktornet som förhindrar vatten från att tränga ned i byggnaden. Foto: Magnus Arvidson, RISE.



Figur 75 Avledning av vatten till yttertak och vidare ned i hängrännor och stuprör sker via gallerförsedda öppningar i kyrktornets fasad. Foto: Magnus Arvidson, RISE.

Figur 76 visar ett exempel från ett kyrktorn i en annan kyrka.



Figur 76 Invändigt tätskikt av falsad stålplåt som troligen byggts för avledning av regnvatten i ett kyrktorn. Öppningen har en lucka med motsvarande tätskikt. Kyrkan har ett traditionellt sprinklersystem. Foto: Magnus Arvidson, RISE.

I två vindsutrymmen på Kalmar slott finns en liknande lösning, se Figur 65 tidigare i rapporten. År 2008 installerades ett traditionellt sprinklersystem på vindarna på Kalmar slott. För att skydda interiörerna i Gyllene salen och Slottskyrkan från släckvatten eller vid ett läckage från vindarna har tätskikt anordnats över dessa delar. Utlopp från det falsade plåttaket mynnar ut i avloppsrör ut genom fasad mot yttre borggården. Utloppsrören är inte synligt i fasaden och har täckts med ett svart metallgaller som skydd mot fåglar (Edlund, 2015).

Nationalmuseum återinvigdes 2018 och har ett traditionellt sprinklersystem (våtrörssystem) med plaströr och diskret installation av sprinklerna, bland annat så har så kallade horisontella väggspinkler använts. Byggnaden har ett dräneringssystem från vinden för avrinning av släckvatten ut genom fasad (Bengtson *med flera*, 2018). Figur 77 visar ett av utloppen ut genom fasad.



Figur 77 På fotot syns ett av utloppen för släckvatten från ett sprinklersystem som är installerat på vinden på Nationalmuseum. Från gatunivån är dock utloppet knappt synligt för blotta ögat. Foto: Staffan Bengtson, Brandskyddslaget AB.

4.7 Åtgärder för att reducera brandbelastning

I Brandforsk projekt 323-010 dokumenterades flera fall där brännbart material lagras permanent i vindsutrymmen. Ofta är det material som någon gång under tidens lopp har bedömts som värda att bevara men lagring av material med mindre kulturhistoriskt värde förekommer. Materialet kan bidra till både mer intensiva brandförlopp och

förhindra eller försvåra att vatten från sprinkler når branden. Nedan ges några exempel, se Figur 78.



Figur 78 Exempel på lagring av brännbart material på vindar. Foto: Magnus Arvidson, RISE.

Även i kyrksalar och i biutrymmen förekommer lagring av brännbart material som stolar, psalmböcker, julkrubbor, stearinljus och marschaller som både ökar brandbelastningen och kan inbjuda till anlagd brand. Figur 79 visar ett exempel.



Figur 79 Lagring av brännbart material i en 1600-talskyrka som ökar sannolikheten för uppkomst av brand, intensifierar brandförloppet och försämrar möjligheten för sprinklersystemet att kontrollera branden. Utrymmet är tillgängligt för besökare. Foto: Magnus Arvidson, RISE.

Som diskuterats tidigare i rapporten kan nybyggnation av en teknikbyggnad vara ett bra tillfälle att även inkludera förrådsutrymmen för både brännbart och obrännbart material som ofta sparas på kyrkvindar eller som används i verksamheten.

4.8 Markdränering av vatten från utvändiga system

Vatten från gruppaktiveringssystem som begjuter fasader och takytor kan ge stora mängder vatten som behöver dräneras bort från byggnadens närområde för att inte tränga in i källare, gravkryptor eller andra utrymmen under mark. Dräneringsledningar i mark som läggs runt till exempel en kyrka kan dock innebära krav på en arkeologisk utgrävning.

4.9 Provning av lufttätthet i torrörssystem

För torrörssystem är regelbunden provning av rörsystemets lufttätthet inte något som föreskrivs i vare sig SS-EN 12845:2015 eller SBF 120:8. Dock krävs att de har ett lågtryckslarm. Från och med 2008 års utgåva av NFPA 25 (NFPA, 2008) blev det däremot ett krav att prova lufttättheten för torr- och pre-actionsystem var 3:e år. Målsättningen är att identifiera läckor innan de blir ett stort problem.

För att identifiera enskilda luftläckage i rörsystemet kan en akustisk läckagedetektor användas. Denna utrustning är en bärbar elektronisk enhet som detekterar högfrekventa ljud som alstras av luftläckage i tryckluftsledningar. Ljuden översätts till en digital bild som visas visuellt på en display. Läckagedetekteringen kan göras från flera meters avstånd från rören vilket kan underlätta läckagesökning på till exempel vindar. Figur 80 visar ett exempel från en tillverkare men det finns flera kommersiella produkter på marknaden.



Figur 80 Läckagesökning i rörsystem med tryckluft eller andra gaser med kamera som gör det möjligt att detektera och snabbt lokalisera läckage. Foto från Elma Instruments AB. Det finns flera andra liknande kommersiella produkter på marknaden.

5 Brandlarmsystem

5.1 Allmänt

Brandlarmsystem är utformade för att detektera olika brandsignaturer, såsom rök, värme, flammor eller gas. Vilken teknik som är mest lämplig beror på tillämpningen, till exempel om brand ska detekteras inomhus eller utomhus. Olika typer av bränder ger olika signaturer och brandsignaturerna kan dessutom variera under olika delar av brandförloppet. Det är vanligt med detektorer eller system som kombinerar detektion av flera signaturer, till exempel både rök och värme.

Signal från brandlarmsystemet kan till exempel aktivera larmdon eller talat utrymningslarm, stänga branddörrar, tända nödljus, styra hissar, styra ventilation och aktivera styrningar för sprinklersystem. Systemet kan också ta emot signaler för aktiverad sprinkler, ta emot felsignaler från sprinklersystemet och överföra brandlarm och fellarm via en larmsändare till en larmmottagare, ofta en larmcentral som sedan larmar ut räddningstjänsten.

Brandlarm installeras ofta enligt regelverket SBF 110:8 (2017) som publiceras av Brandskyddsföreningen.

5.2 Rekommendationer i SBF 110:8

SBF 110:8 omfattar både regler för brandlarmanläggning och utrymningslarm (optiskt och akustiskt med undantag för utrymningslarm med talat meddelande som framgår av SBF 502:1). I regelverket har hänsyn tagits till standarder och tekniska specifikationer som publicerats av European Committee for Standardization (CEN).

Här görs ingen fullständig redovisning av innehållet liknande den i rapportens kapitel 3 för sprinklersystem. Regelverket omfattar emellertid bland annat råd och regler vid planering och projektering, installation, uppstart och konfiguration, färdigställandekontroll och kvalitetssäkring, besiktning, användning och skötsel, underhåll, ändringar och utökningar av installerade system, släckanläggningar, särskilda risker och styrningar.

Likt andra av Brandskyddsföreningens regelverk finns anslutande normer som preciserar kvalitets- och kompetenskrav samt certifiering som säkerställer att dess krav uppfylls och upprätthålls.

Månadskontroll, kvartalsprov och årlig revisionsbesiktning erfordras och normalt även årlig service. Minst två anläggningsskötare ska svara för den kontinuerliga driften och ska ha kännedom om anläggningen samt vara utbildade enligt regelverkets krav.

5.3 Installation i kulturhistoriskt värdefulla byggnader

5.3.1 Installationsrekommendationer

Jensen (2006) beskriver installation av branddetektionssystem i kulturhistoriskt värdefulla byggnader. Installation av detektorer och tillhörande kablar samt annan nödvändig utrustning kräver hänsyn för att minimera åverkan på byggnadsdelar och ytskikt och dessutom är estetiska aspekter extra viktiga. Andra aspekter är rätt val av detektionsmetod för tidig detektion, att reducera installationskostnad och att reducera sannolikheten för onödiga larm. För installationer inomhus är en slutsats i dokumentet att aspirerande system är lämpliga eftersom de kan installeras med liten åverkan och dolt, installationen går att återställa och systemen detekterar en brand (rök) i ett tidigt skede. Systemen är så känsliga att de ofta kan detektera en brand utomhus eller i närområdet, trots att systemet installerats inomhus. Problemet gäller främst vindar med öppna takfötter och liknande. I byggnader som är helt eller delvis ouppvärmade är det viktigt att installera samplingsrören så det inte uppstår invändig kondensation av vatten i rören. En annan aspekt är att fläkten i detektorenheten bullrar vilket bör beaktas vid val av installationsutrymme och i vissa miljöer kan utbyte av dammfilter krävas ofta. I stora, höga utrymmen som kyrksalar kan samplingsrör förläggas på olika höjd från golvet, till exempel både i taknivå och en bit ned från taket. Från golvnivå är samplingsrören mer eller mindre osynliga.

KA och Riksantikvaren i Norge har publicerat en vägledning, "Brannvarslingssystem for kirkebygg" (2020), för installation av branddetektionssystem i kyrkor. Dokumentet beskriver olika typer av system lämpliga att installera invändigt och för att detektera brand på byggnadens utsida. Det innehåller också råd om brandlarm, larmöverföring och rökprover.

Andersson *med flera* (2006) har baserat på både simuleringar och brandförsök tagit fram praktiska rekommendationer för installation av värmedetektionskablar på ytterfasader på byggnader. Optimal placering av värmedetektionskabel är så långt ner som är praktiskt möjligt på fasaden, dock ej under 1 m höjd över marken. Kabel installerad i underkanten av fasadbeklädnaden kan komplettera denna placering. Kablarna bör monteras en bit från väggen/takfoten för att undvika kylning från denna och ska inte monteras i skuggan av någon byggnadsdel. Försöken visar att tiden till detektion kan halveras med rätt monteringsätt. Vid montering under takfot bör kablarna installeras relativt nära väggen, ej längre ut än halva takfoten. Har takfoten gles panel är det inte avgörande om kabeln monteras mellan panelen eller på en plank, det viktiga är det horisontella avståndet till väggen. Alternativt kan kabeln installeras på väggen och nära takfoten. Tiden till aktivering fördröjs avsevärt när kabeln monteras i ett skyddsrör. Det är bättre att installera kabeln bakom en perforerad plåt eller metallnät som skydd mot sabotage.

5.3.2 Vanligt förekommande lösningar

Erfarenheterna från Brandforsk projekt 323-010 visar att följande typer av detektorer är vanliga i kyrkor:

- Rökdetektorer i kyrkorum, på vindar, i torn och övriga ytor.
- Aspirationsdetektorer i kyrkorum, på vindar och i torn.
- Linjära värmedetektorer (värmedetektionskabel eller liknande teknik) på brännbara fasader och på brännbara tak. Signal från dessa system används ofta för att aktivera utvändiga sprinklersystem med öppna munstycken.
- Linjedetektorer som ibland används installeras i höga utrymmen till exempel kyrkorum i stora kyrkor.

Liknande lösningar och val av detektorer är vanliga i andra typer av kulturhistoriskt värdefulla byggnader. Figur 81 och Figur 82 visar provning av rökdetektorer i två kyrkor.



Figur 81 Rökdetektor i en större kyrka och provning från golvnivå av denna detektor med utrustning som imiterar brandrök. Foto: Magnus Arvidson, RISE.



Figur 82 En rökdetektor med hissanordning installerad på en kyrkvind med hög takhöjd. För att underlätta provning går detektorn att sänka ned till golvnivå. Vanligt fel vid användning av hissanordning är att detektorn inte återförs till den höjd (nedpendling) där detektionen förväntas ske utan hamnar för långt ner. Eller att det i utrymmen med hög takhöjd saknas stopp som gör att detektorn blir erforderligt nedpendlad. Foto: Tomas Godby, Brandskyddsbesiktning T Godby AB.

Figur 83 visar en rökdetektor installerad vid taknocken på en kyrkvind som dessutom har ett torrörssystem.



Figur 83 Rökdetektor installerad vid taknocken på en kyrkvind som dessutom har ett torrörssystem. Foto: Magnus Arvidson, RISE.

Aspirerande system (även benämnda samplingsystem) används för att detektera rök i brandens tidiga skede. Samplingsrör med tillhörande detektorenhet och fläkt monteras i ett skåp på lämplig plats i byggnaden. Ljud från samplingsfläkt kan dock vara störande och bör beaktas vid val av plats. Filterbyten i samplingsenheten erfordras normalt årligen. Figur 84 visar skåp för detektorenhet och fläkt.



Figur 84 Skåp för detektorenhet och fläkt för aspirerande system installerat på två större kyrkvindar. Här kan noteras att skåpet till vänster har en punktdetektor för detektion av brand i själva skåpet. Foto: Tomas Godby, Brandskyddsbesiktning T Godby AB och Magnus Arvidson, RISE.

Installationen kan göras i princip osynlig i till exempel ett kyrkorum om skåpet placeras på vinden och samplingsrör med anslutna transparenta tunna slangar dras ner genom taket vid genomföringar för ljuskronor eller andra installationer alternativt genom små borrarade hål i taket. Figur 85 och Figur 86 visar en mer eller mindre osynlig installation av samplingsöppningar.



Figur 85 Förläggning av samplingsrör (slang) för ett aspirerande system vid genomföringen för staget och elkabeln för en ljuskrona. Samplingsöppningen är helt osynlig från golvnivå. Foto: Tomas Godby, Brandskyddsbesiktning T Godby AB.



Figur 86 Dold förläggning av samplingsrör för ett aspirerande system i ett golvbjälklag med samplingsöppning till röret genom takplankan. Denna förläggning kräver att golvplankor på våningen ovanför demonteras. Foto: Magnus Arvidson, RISE.

Det finns en problematik med att samplingsöppningen är placerad helt i nivå med taket. Öppningen ska placeras efter tillverkarens anvisning med hänsyn till takhöjden i rummet. Om utrymmet där samplingsröret är förlagt har högre temperatur än det skyddade utrymmet kan det bli tryckskillnader mellan utrymmena som skapar ett luftflöde genom håltagningen (hålet) från det varma till det kalla utrymmet.

Det kan göra att brandröken inte når samplingsöppningen. Ett sådant exempel är skydd av kyrkorum som, särskilt om kyrkan har väggar av sten eller tegel, håller en relativt låg temperatur varma sommardagar medan vindsutrymmet kan ha hög temperatur. Det är därför viktigt att tätat håltagningen runt samplingsröret och (särskilt i utrymmen med hög takhöjd) att dra ned röret med dess öppning ett stycke ned från taket.

Det finns en risk att samplingsrör med tillhörande slang avsiktligt eller oavsiktligt flyttas ur sitt läge. Figur 87 visar ett samplingsrör med slang tänkt att vara neddragen till ett kyrkorum. Slangen har dragits upp vid byte av belysningsarmatur men har sedan inte återmonterats, vilket uppmärksammades vid en revisionsbesiktning.



Figur 87 Samplingsrör med slang tänkt att vara neddragen till ett kyrkorum. Slangen har dragits upp vid byte av belysningsarmatur men har sedan inte återmonterats, vilket uppmärksammades vid en revisionsbesiktning. Foto: Tomas Godby, Brandskyddsbesiktning T Godby AB.

Nackdelar är att systemets höga känslighet kan medföra onödiga larm, exempelvis på grund av rök från omgivningen, till exempel från vedeldning eller lövbränning, då gamla byggnader ofta är otäta. Även rök som bildas då ljus i kyrkorummet släcks kan orsaka onödiga larm. Detta kan ofta elimineras genom att installera fränkopplingstimers där samplingsystemet kan fränkopplas av kyrkopersonalen i samband med att ljus ska släckas.

Figur 88 visar förläggning av samplingsrör på en vind. Samplingsröret är placerat ett stycke ned från taknocken eftersom varmare luft kan ansamlas i höjdpunkter och ge en temperaturskiktning som fördröjer detektion av brand.

Det finns kyrkor som har en gemensam detektorenhet för vind, torn och kyrkorum, vilket medför att det är svårt att snabbt lokalisera en brand trots tidig detektion och om den enda enheten går sönder står stora delar av bygganden utan detektion. Vid en revisionsbesiktning i en större stadskyrka, där det aspirerande systemet även ska styra sprinkleraktivering (pre-actionsystem av typen "double interlock"), uppmärksammades att rök från tornet även indikerar larm på vinden.



Figur 88 Förläggning av samplingsrör för ett aspirerande system i ett vindsutrymme. Samplingsröret är placerat ett stycke ned från taknocken eftersom varmare luft kan ansamlas i höjdpunkter och ge en temperaturskiktning som fördröjer detektion av brand. Foto: Magnus Arvidson, RISE.

Larm för luftflödesfel är inte ovanliga liksom problem med kondens om luft sugas in från ett uppvärmt utrymme som ett kyrkorum till en kall vind. Detta brukar kunna lösas genom att rören isoleras och att detektor och fläkt monteras i uppvärmt skåp. Figur 89 visar isolering av ett samplingsrör där även en värmekabel installerats under isoleringen för att hålla röret varmt.



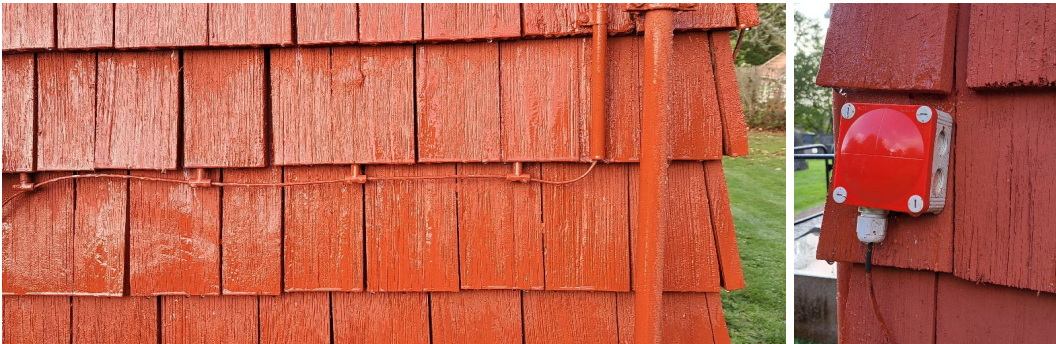
Figur 89 Termisk isolering med tillhörande värmekabel för ett samplingsrör som är förlagt på en kyrkvind som suger in luft från ett uppvärmt kyrkorum. Foto: Magnus Arvidson, RISE.

Värmedetektionskablar installeras ofta utvändigt på byggnader. Det är mer regel än undantag att värmedetektionskablar under takfot och på ytterfasader installeras direkt mot det bakomliggande underlaget. Figur 90 visar ett sådant exempel.



Figur 90 Värmedetektionskabel installerad under takfoten på 1600-tals träkyrka. Detta är en diskret förläggning men ej optimalt för tidig detektion eftersom kabeln ligger direkt mot underlaget, nära fasaden och dessutom är övermålad. Foto: Magnus Arvidson, RISE.

Enligt brandlarmsreglerna i SBF 110:8 bör kabeln placeras minst 1 cm från väggen för att undvika kylning från väggen. Infästning med distansklammer är en bra lösning för att få kabeln en bit från underlaget. För flera kyrkor har felaktivering av utvändiga fasadsprinkler förekommit på grund av att regnvatten letat sig in i utvändiga kopplingsdosor. Efter utbyte av utvändiga kopplingsdosor till dosor med IP65-klassning har det inte varit några fellarm på grund av inträngande regnvatten. Figur 91 visar infästning av värmedetektionskabel på ytterfasad samt kopplingsdosa med IP65-klassning.



Figur 91 Infästning värmedetektionskablar med distansklammer, vilket är en bra lösning, liksom utvändig kopplingsdosa med IP65-klassning. Foto: Magnus Arvidson, RISE.

Felaktivering har även inträffat på grund av mekanisk åverkan i samband med gräsklippning med grästrimmer, i samband med tjärning och takarbeten samt vid soligt väder eftersom för låg aktiveringstemperatur på värmedetektionskablar valts. Värmedetektionskablar som är övermålade eller belagda med tjära behöver bytas eftersom beläggningen kan påverka detektionstiden. Figur 92 visar ett sådant exempel.



Figur 92 Värmedetektkabel på en tjärad träfasad där det finnas anledning att byta ut kabeln på grund av beläggning av trätjära eftersom det inte uppfyller fabrikantens anvisningar. Foto: Tomas Godby, Brandskyddsbesiktning T Godby AB.

Det finns även linjära värmedetektorer där ett tunt sensorrör är fyllt med vanlig luft (atmosfärstryck) installeras i det område som ska övervakas. En elektronisk trycksensor registrerar kontinuerligt lufttrycket i sensorröret och larm fås när larmkriterier överskrids. Larmkriterierna kan vara en absolut temperatur eller en temperaturökning. Rören kan vara av koppar, rostfritt stål eller av PTFE (teflon) beroende på omgivande temperatur och miljö. Figur 93 visar en installation under takfoten på en kyrka.



Figur 93 Linjär värmedetektor med tunt sensorrör som är fyllt med vanlig luft (atmosfärstryck) under takfoten på en kyrka. Foto: Magnus Arvidson, RISE.

5.3.3 Vanliga erfarenheter

Många automatlarm till räddningstjänsten är onödiga larm orsakade av till exempel rök, vattenånga, damm och matlagning. Exempel på onödiga larm i kyrkobyggnader kan hänföras till släckning av tända ljus, luftrörelser och damm på till exempel vindar, insekter som tar sig in i rökdetektorer och rök utifrån från vedeldning eller eldning av löv och ris.

Brandlarmcentraler har kort teknisk livslängd jämfört med sprinklersystem, uppskattningsvis 15 till 20 år och behöver ofta bytas ut för att säkerställa tillgång till reservdelar och reparationsmöjligheter. Utrustning för överföring av bland annat

brandlarm, fellarm, driftlarm och inbrottslarm via mobilnätet kräver också regelbundna uppdateringar eller utbyte av utrustning i takt med nya generationers mobilsystem.

Så kallade "öppna brandlarmsystem" rekommenderas, eftersom dessa ger betydande fördelar för den långsiktiga förvaltningen. Med ett öppet system undviker man inlåsning till specifika anläggningsfirmor, vilket både ger minskade drift- och underhållskostnader och möjlighet att fritt välja samarbetspartner. Med öppna brandlarmsystem avses centralutrustning och tillhörande komponenter som kan tillhandahållas och driftsättas av flera olika leverantörer (anläggarfirmer).

En styrmatrix och tydlig funktionsbeskrivning utgör grunden för all provning och underhåll. Dessa dokument ska noggrant beskriva systemets uppbyggnad och samtliga funktioner, inklusive alla styrningar och gränssnitt mot andra system. Styrmatrisen möjliggör en systematisk och spårbar samordnad provning av brandskyddet som helhet.

För att underlätta den löpande driften och anläggningsskötarens arbete kan särskilda provningsvred installeras som exempelvis aktiverar en styrtgång till ett pre-actionsystem eller förberedda fränkopplingsmöjligheter för sprinklerprov.

En annan erfarenhet är att larmcentralen alltid bör kontakta larmmottagare via telefon som komplement till SMS-utskick eftersom det finns en risk att SMS inte når fram. Vid val av larmcentral bör det säkerställas vilka tjänster den specifika utrustningen erbjuder. Detta gäller både brandlarm och fellarm då även ett icke uppmärksammat fellarm kan få stora konsekvenser. Delar av eller hela brandlarmanläggningen såväl som sprinkleranläggningen kan sakna funktion om inte fel åtgärdas.

6 Andra tekniska åtgärder för att förbättra brandskyddet

6.1 Allmänt

Det kan finnas andra tekniska åtgärder än brandlarm- och sprinklersystem för att förbättra brandskyddet. Några exempel diskuteras nedan.

Organisatoriska eller förebyggande (andra än tekniska) åtgärder behandlas ej.

6.2 Åskskydd

En utvändig åskledarinstallation ska fånga en blixurladdning och leda strömmen den kortaste vägen till jord, så att den inte skadar vare sig människor eller byggnader. I princip är ett utvändigt åskskyddssystem synligt men delar av anläggningen kan vara dold. Figur 94 visar en nedledare på en kyrka.



Figur 94 Nedledare på en kyrka. Foto: Magnus Arvidson, RISE.

Norska Riksantikvaren (Riksantikvaren, 2009) har publicerat en vägledning för installation av åskskydd på kyrkor med fokus på estetik och anpassning. I vägledningen finns detaljerade beskrivningar, foton och illustrationer av lämpliga och mindre lämpliga installationer. Alla utvändigt placerade uppfångare och nedledare rekommenderas vara tillverkade i koppar och inte i aluminium, galvaniserat eller rostfritt stål eftersom koppar är lätt böjbart och när det med tiden oxiderar får det en patina som harmoniserar med byggnaden till skillnad från ett mer blankt material. Rekommendationen är att nedledarna ska placeras så symmetriskt som möjligt så att strömmen kan ledas ned till mark via två eller flera nedledare som är ungefär lika långa. Befintlig spira kan om den är tillverkad av ledande material användas som uppfångare. Vägledningen omfattar även rekommendationer för ledningsdiameter, böjradier, val av och placering av fästpunkter, lämplig förläggning av jordledning, mm.

6.3 Inbrottsskydd och inbrottslarm

Med relativt enkla åtgärder kan det gå att förebygga eller försvåra inbrottsförsök eller helt förhindra inbrott. Nedan redovisas några åtgärder.

Säkerhetsfilm som appliceras på fönster förstärker glasets motstånd vid olyckshändelse, inbrottsförsök eller skadegörelse. Säkerhetsfilmen gör det svårare att forcera ett fönster och filmen kommer att hålla ihop glasets och reducerar konsekvenserna av krossat glas. Säkerhetsfilm finns i olika tjocklekar och säkerhetsklasser beroende på vilket skydd som eftersträvas. Filmen monteras invändigt på glasen och förseglas med en speciell silikon. Det finns även säkerhetsfilm som monteras utvändigt på glasen som skyddar mot till exempel klotter och repor. Figur 95 visar ett kyrkfönster förstärkt med säkerhetsfilm för att försvåra inbrottsförsök eller skadegörelse.



Figur 95 Kyrkfönster förstärkt med säkerhetsfilm för att försvåra inbrottsförsök eller skadegörelse. Foto: Magnus Arvidson, RISE.

Figur 96 visar ett säkerhetsfönster av polykarbonat installerat innanför ett källarfönster i en kyrka. Säkerhetsfönster finns i olika säkerhetsklasser beroende på vilket skydd som eftersträvas.



Figur 96 Säkerhetsfönster av polykarbonat installerat innanför ett källarfönster i en kyrka.
Foto: Tomas Godby, Brandskyddsbesiktning T Godby AB.

Invändigt en byggnad, till exempel en kyrka som står öppen för allmänheten sommartid, kan en uppgradering av lås var ett enkelt sätt försvåra för obehöriga att komma upp på vindar och kyrktorn eller in i biutrymmen som elcentraler.

Utvändig belysning kan avskräcka försök till inbrott eller skadegörelse under kvälls eller nattetid.

6.4 Kameraövervakning

Kamerabevakning av kyrkans fasader och närområde kan minska risken för anlagd brand. Synlig övervakning avskräcker potentiella gärningspersoner genom den ökade upptäcktsrisken och ger värdefullt bevismaterial vid brottsutredningar. Moderna system kan upptäcka misstänkt beteende i förebyggande syfte och vissa system kan automatiskt detektera brand eller rök för snabbare larm. Erfarenheter från skolbyggnader visar att kameraövervakning fungerar för att minska anlagda bränder (Johansson *med flera*, 2020).

Kamerabevakning av kyrkogårdar kräver ofta särskilt tillstånd. Ansökan behöver innehålla en tydlig motivering av behovet, med dokumentation av tidigare incidenter som kan kompletteras med relevant nationell statistik, riskanalys och liknande som stöd i motiveringen. Eftersom kyrkobesök ofta handlar om att utöva sin tro är det en mycket privat stund där integritetsaspekten väger tungt. Grundprincipen är att man ska kunna vistas i kyrkan utan övervakning. Dock kan dokumenterade risker för brand, skadegörelse och stöld motivera viss kamerabevakning. Det är viktigt att överväga om bevakning behövs dygnet runt eller bara kvälls- och nattetid, samt om kamerorna kan aktiveras enbart vid larm. Normalt undviker man filmning under gudstjänster. Kamerornas placering är avgörande. De ska täcka utsatta områden utan onödig filmning av omgivningen. För att förhindra manipulation monteras de högt eller i skyddade lägen. Placeringen måste också ta hänsyn till väder och ljusförhållanden för optimal funktion året runt. Förbättrad belysning förstärker effekten genom att både avskräcka och förbättra bildkvaliteten (Integritetsskyddsmyndigheten, 2022).

Brottsförebyggande rådet (Brå) har sammanfattat en internationell metastudie om brottsförebyggande effekter av kamerabevakning som genomfört för Brås räkning (Grevholm, 2018). Resultaten visar att kamerabevakning sammantaget gett statistiskt signifikanta brottsförebyggande effekter på brott mot fordon, egendomsbrott och narkotikabrott. Däremot har det mindre effekt på våldsbrott och ordningsstörningar. Det har också gett statistiskt signifikanta brottsförebyggande effekter på bilparkeringar och i bostadsområden, men inte i centrumkärnor, kollektivtrafik eller särskilda bostadsområden med flerfamiljshus. Rapporten betonar att resultatuppdelningar i exempelvis olika typer av brott eller typer av platser är trubbiga, samt att försiktighet behöver iaktas när resultaten överförs till ett enskilt land som Sverige. Myndigheten Brå verkar enligt sin hemsida för att brottsligheten minskar och tryggheten ökar i samhället. Detta gör man genom att ta fram fakta och sprida kunskap om brottslighet, brottsbekämpning och brottsförebyggande arbete, till i första hand regeringen och myndigheter inom rättsväsendet.

6.5 Passiva brandskyddsåtgärder

Med passivt brandskydd avses att brandskyddsklassade konstruktioner används och att byggnaden är indelad i brandceller. Passivt brandskydd kan begränsa en brand till utrymmet eller den del av byggnaden där en brand uppstår eller skydda bärande konstruktioner. Brandspridning genom öppningar kan förhindras med automatisk stängning av branddörrar eller brandspjäll. Genomföringar för elkablar, VVS-rör och liknande kräver korrekt genomförda brandtätningar.

Utformning av passiva brandskyddsåtgärder i kulturhistoriskt värdefulla byggnader ligger utanför målsättningen för detta projekt. Vägledning finns i bland annat i den kunskapssammanställning som genomförts av Brandforsk (Delin och Broström, 2021).

Här ges dock några exempel på lösningar som noterats vid platsbesök i byggnader. Figur 97 visar en äldre branddörr som kompletteras med en modern branddörr på vinden i en större stadskyrka.



Figur 97 En illustration av äldre passivt brandskydd i en större stadskyrka. Här kan noteras att dörröppningen och dess äldre branddörr har kompletterats (möjligen till och med helt ersatts men sparats på sin plats) med en modern branddörr. Foto: Magnus Arvidson, RISE.

Figur 98 visar ett exempel där ett brandlarm- och sprinklersystem installerats på en kyrkvind. Rödragning av både samplingsrör och sprinklerrör är gjorda genom en mindre branddörr som avskiljer ett vindsutrymme från kyrktornet. Det passiva brandskyddet har därmed försämrats.



Figur 98 Förläggning av samplingsrör och sprinklerrör genom en mindre branddörr så att den inte går att stänga. Detta försämrar det passiva brandskyddet. Foto: Tomas Godby, Brandskyddsbesiktning T Godby AB.

På ett annat ställe i byggnaden har rördragning gjorts vid sidan av branddörrens karm men utan att genomföringarna brandtätats. Figur 99 visar detta exempel.



Figur 99 Förläggning av samplingsrör och sprinklerrör vid sidan av karmen till en mindre branddörr utan efterföljande brandtätning. Detta försämrar det passiva brandskyddet. Foto: Tomas Godby, Brandskyddsbesiktning T Godby AB.

7 Metodik för val, projektering, installation och drift

7.1 Allmänt

Gemensamt för många kulturhistoriskt värdefulla byggnader med sprinklersystem är att det har funnits en målsättning att bevara dem till kommande generationer. Det är alltså bevarande av kulturvärdena som varit bakgrunden till installationen. För moderna byggnader är det ofta byggnadens (med innehåll) ekonomiska värde, myndighetskrav eller försäkringskrav som föranleder installation av sprinklersystem. För kulturhistoriskt värdefulla byggnader finns förvisso även direkta ekonomiska värden som är värda att skydda men också indirekta och kanske förbisedda ekonomiska värden. Många objekt är turistattraktioner som genererar lokala och regionala inkomster och arbetstillfällen.

Målsättningen med projektet var att ta fram rekommendationer för hur sprinklersystem i den här typen av objekt kan göras med tekniska lösningar som är långsiktigt hållbara och som innebär rimliga drift- och underhållsbehov. Projektet har haft målsättningen att föreslå beprövad och välkänd teknik samt enkla och robusta lösningar framför lösningar med fler och ofta komplicerade funktioner. De tekniska lösningarna är heller inte knutna till en specifik leverantör och så generella att det bör finnas teknisk kompetens och reservdelar under lång tid. Dessutom betonas värdet av bra underhållsrutiner och funktionsprovningar för att tidigt upptäcka och kunna åtgärda fel för att hålla systemet funktionsdugligt.

Men här ska sägas att alla byggnader och dess förutsättningar är olika och det enskilda fallet kan kräva beslut och tekniska lösningar som är svåra att generalisera eller förutse. Därför beskriver nedanstående underkapitel en metodik som kan tillämpas för att fånga upp de aspekter som behöver värderas.

7.2 Värdering av behov av sprinklersystem

Behovet av sprinklersystem behöver bygga på en metodisk värdering av brandskyddet. Här ges en översiktlig beskrivning av en möjlig arbetsmetod för detta. Med risk avses ofta sannolikheten för en oönskad händelse multiplicerad med dess konsekvens och i en riskanalys behöver båda dessa delar värderas.

Det första steget är att fastighetsägaren gör en bedömning av den kulturhistoriska byggnadens och verksamhetens skyddsvärde. Detta ger en grundläggande förståelse för vilka åtgärder som är motiverade. Därefter genomförs en detaljerad undersökning av det befintliga brandskyddet för att identifiera styrkor och svagheter. Syftet är att bestämma om det behövs en högre ambitionsnivå för brandskyddet än myndighetskrav.

För att få en heltäckande bild av brandriskerna måste olika tänkbara brandscenarier analyseras ingående. Exempel på brandscenarier att beakta är:

- Brand inne byggnaden.
- Brand på vind eller i torn.
- Brand på ytterfasad.

- Brand på yttertak.
- Brand i angränsande byggnader, fordon eller vegetation som kan sprida sig till den aktuella byggnaden.

Varje scenario bör bedömas utifrån flera aspekter:

Brandens uppkomst och utveckling

Först identifieras möjliga tändkällor och startföremål som kan initiera en brand. Därefter analyseras hur snabbt branden kan förväntas utvecklas och vilka spridningsvägar som finns till andra utrymmen eller brandceller. Detta ger en bild av brandens potentiella omfattning och tidsperspektiv.

Möjliga tändkällor kan vara elektrisk utrustning, levande ljus, rökning, anlagd brand, matlagning, åsknedslag, fyrverkerier eller brandspridning från närliggande byggnad, fordon, skog eller annat brännbart material.

Upptäckt och initial respons

Det är kritiskt att bedöma hur snabbt en brand kan upptäckas och vilka möjligheter som finns att begränsa eller släcka branden i ett tidigt skede (av eventuella bosatta i byggnaden, personal eller närboende). Här analyseras både tekniska system och mänskliga faktorer.

Räddningstjänstens insatsmöjligheter

En viktig del är att utvärdera sannolikheten för att räddningstjänsten ska kunna genomföra en effektiv insats. Detta inkluderar faktorer som insatstid, tillgänglighet och förutsättningar för räddningstjänstens insats.

Konsekvensanalys

För varje scenario görs en bedömning av potentiella person- och egendomsskador. Denna analys ska resultera i en bedömning av om skadorna kan anses acceptabla eller om ytterligare skyddsåtgärder krävs.

Utvärdering av kostnadseffektiva skyddsbarriärer

När brandscenarierna är analyserade utvärderas möjliga skyddsbarriärer för att minska sannolikheten för brand eller begränsa dess konsekvenser. Ett robust brandskydd innehåller flera lager av skyddsbarriärer vilket ger ett skydd mot att en barriär inte fungerar i alla situationer.

För varje skyddsbarriär bör följande delar bedömas:

- Påverkar skyddsbarriären sannolikheten att brandscenariot ska inträffa?
- Hur påverkas de förväntade egendomsskadorna av skyddsbarriären?
- Teknisk och antikvarisk genomförbarhet för skyddsbarriären?
- Kan skyddsåtgärden i sig innebära en risk för skador?
- Livscykelkostnad för skyddsbarriären?
- Ställer skyddsbarriären särskilda krav på verksamheten (resurser, kompetens eller arbetssätt)?

Slutligen görs en bedömning av varje skyddsbarriärs kostnadseffektivitet genom att väga nyttan mot kostnaderna. Detta ger underlag för prioritering av åtgärder. Automatiska sprinklersystem (se kapitel 3) eller tomrörsystem med brandkårsanslutning (se kapitel 4.3) kan vara kostnadseffektiva åtgärder.

7.3 Kravställarens vägval

7.3.1 Begreppet kravställare

Ett nyckelbegrepp i SBF 120:8 är "Kravställare". Med detta begrepp avses den (eller de) organisation(er) som har krävt eller begärt installationen av vattensprinklerssystemet och/eller ska godkänna utförande av det.

Om sprinklersystemet installeras som en egenambition för att förbättra egendomsskyddet så är enbart fastighetsägaren kravställare. Fastighetsägaren kan välja att ställa högre eller lägre krav än de rekommendationer som ges i SS-EN 12845:2015 och SBF 120:8. Om sprinklersystemet installeras för att myndighetskrav (ofta personssäkerhetskrav) ska tillgodoses enligt Boverkets föreskrifter, Lagen om skydd mot olyckor eller Arbetsmiljölagen, så utgör även berörd lagstiftning kravställare. Lagstiftningen anger ofta SS-EN 12845:2015 eller SBF 120:8 som godtagbar nivå och eventuella avsteg från dessa behöver verifieras av fastighetsägaren som en del av en analytisk dimensionering eller skälighetsbedömning. Installation av sprinklersystem som en egenambition kan tillgodoräknas av fastighetsägaren för att uppfylla vissa myndighetskrav, detta innebär också att berörd lagstiftning utgör kravställare.

Fastighetsägaren bör alltid säkerställa att byggnaden är försäkringsbar och förhandla relevanta försäkringsvillkor kopplat till syftet med sprinklersystemet. Försäkringsvillkor kan innehålla krav på att SBF 120:8 ska följas. Utifrån försäkringsbolagets perspektiv så kan sprinklersystemet både minska risken för brandskador samtidigt som risken för vattenskador kan öka eller minska.

7.3.2 Råd vid upprättande av projekteringsunderlag för sprinkler

Första steget vid planeringen av installationen av ett sprinklersystem är att upprätta ett projekteringsunderlag där syftet och övergripande funktioner för systemet fastställs. Den utgör sedan underlag för projekteringen av anläggningen och den avslutande leveransbesiktningen.

Fastighetsägaren tar ofta hjälp av sakkunniga för att upprätta ett projekteringsunderlag. Det är normalt nödvändigt med ett samarbete mellan brandskyddssakkunnig, antikvarisk sakkunnig och sprinklersakkunnig redan i detta skede. Konservator kan också behöva rådfrågas för exempelvis fast och lös inredning som är känsliga mot vatten. Byggnadskonstruktör bör rådfrågas för att bedöma effekter av släckvatten på bjälklag och eventuella åtgärder för dränering bör diskuteras med antikvarisk sakkunnig.

Rådet är att projekteringsunderlaget minst beaktar följande aspekter:

Skyddsmål och sprinklersystemets omfattning

- Ange om huvudsyftet med sprinklersystemet är att tillgodose personssäkerhetskrav eller är en del av egendomsskyddet.
- Ange vilka delar som ska skyddas av sprinkler. Det bör finnas ett bakomliggande resonemang utifrån värderingen av behovet av ett sprinklersystem avseende vilka brandscenarier som sprinklersystemet ska hantera och förväntad effekt samt avgränsningar som sprinklersystemet inte ska dimensioneras för. Motivera varför enskilda delar eller utrymmen av en byggnad kan undantas och bedöm möjliga konsekvenser av att en brand uppstår där det inte finns sprinkler. Syftet är att säkerställa att en brand utanför skyddat område inte medför oacceptabla risker. Om detta inte går att fastställa bör skyddat område utökas.
- Värdera om sprinklerskyddet även ska omfatta eventuella brännbara fasader och yttertak.
- Värdera om sprinklerskyddet ska kunna upprätthållas även vid höjd beredskap eller krig. Detta berör bland annat beroenden av extern vatten- och strömförsörjning.
- Räddningstjänstens insatstid och insatsförutsättningar kan ge skäl till utökade krav jämfört med de i SS-EN 12845:2015 och SBF 120:8.

Antikvariska aspekter

- Identifiering av utrymmen, ytskikt eller inredning som är extra sårbara för vatten från sprinkler och som därmed bör undantas från sprinkler eller som påverkar sprinklers placering.
- Nödvändiga byggnadstekniska åtgärder för installation och underhåll av sprinklersystemet.
- Nödvändiga byggnadstekniska åtgärder för att begränsa vattenskador, som exempelvis dräneringsmöjligheter på vindar och i torn.

Riskklassificering

- Bedöm och fastställ riskklassen baserat på de rekommendationer som finns i SS-EN 12845:2015 och SBF 120:8.

Dimensionering (vattentäthet, verkningsyta och varaktighet)

- Ange om sprinklersystem även ska användas för inomhusbrandposter eller trycksatta stigarledningar.
- Bestäm vattentäthet och verkningsyta baserat på de generella rekommendationer som ges i SS-EN 12845:2015 och SBF 120:8 eller (vid behov) andra sprinklerregelverk.
- Bestäm systemets varaktighet. Är de generella rekommendationer som finns i SS-EN 12845:2015 och SBF 120:8 lämpliga?

Vattenförsörjning och typ av vattentillopp

- Bestäm lämpligt utrymme för vattenförsörjningsutrustning eller placering av teknikbyggnad och dragning av eventuell servisledning.
- Bestäm lämplig placering för eventuell bassäng.

- Bestäm vilken typ av vattentillopp som är godtagbart, det vill säga om ett enkelt vattentillopp, förbättrat enkelt vattentillopp, dubblerade vattentillopp eller kombinerade vattentillopp ska användas.

Pumpar och funktion vid strömbortfall

- Bedöm sannolikheten för strömbrott, särskilt risk för påverkan vid åsknedslag eller skogsbrand (markförlagda elledningar eller luftledning).
- Värdera redundanskrav på pumpar.
- Bedöm om huvudsäkringens storlek är tillräcklig för elmotordrivna pumpar(s) effektbehov, särskilt avseende starteffekt.
- Värdera behov och möjligheter till matning från räddningstjänstens pumpar som back-up till fast installerade pump(ar).
- Värdera inverkan och hantering av långvariga avbrott i system för vattenförsörjning, elförsörjning och larmöverföring.

Larm och larmanordningar

- Bedöm övervakningskrav och behov av självövervakande funktioner.

Skötsel, underhåll och besiktningar

- Specificera krav utöver eller lägre än SBF 120:8.
- Värdera optimering med hänsyn till självövervakande funktioner som prediktivt kan bedöma underhållsbehov.

Skydd av egna installationen

Behovet av att förse sprinklercentral och matarledning med skyddssprinkler bör utredas. Om sprinkler endast installerats på vind eller i torn så ska en noga vald placering av matarledning göras men nyttan med skyddssprinkler behöver beaktas. Detta gäller särskilt för pre-actions-system (som kräver brandlarm i utrymmet med sprinkler) vilket komplicerar utformningen.

Dokumentation av avvikelser

Varje medgiven avvikelse från SS-EN 12845:2015 eller SBF 120:8 ska dokumenteras med beskrivning, bakgrund till avvikelse och bedömning av påverkan på sprinklersystemets effektivitet och driftsäkerhet.

7.4 Projekteringsskedet

Projekteringen bör göras av certifierad sprinkleringenjör med stor erfarenhet av projektering av liknande anläggningar och ska baseras på det projekteringsunderlag som beskrivs ovan. Kontakt bör tas med kravställare, byggnadsantikvarie och länsstyrelse i ett tidigt skede. Innan projektering sker bör även kontakt tas med den aktuella kommunens VA-avdelning och en analys av vattenkvaliteten i det allmänna vattenledningsnätet bör göras.

De konkreta tekniska rekommendationer som bör följas är att:

- En fullvolymsbassäng anläggs om inte anslutning till det allmänna vattenledningsnätet är möjlig. För att underlätta rengöring och för att undvika

bakterietillväxt ska invändiga ytor i bassängen vara så släta och porfria som möjligt. Alla metalldelar som installeras i bassängen ska skyddas; rostfritt stål rekommenderas.

- Naturliga vattenkällor som sjöar och vattendrag bör inte utgöra vattenförsörjning för sprinklersystem mot bakgrund av ökad komplexitet och ökad risk för invändig rörkorrosion.
- Våtrörssystem bör utföras av rör i rostfritt stål och/eller av koppar alternativt av stålrör av typ handelstuber eller handelsrör. Typgodkända rör och sammanfogningssystem för sprinklersystem ska användas. Avluftningsventiler ska anordnas minst enligt kraven i SBF 120:8. Rör av rostfritt stål eller av koppar behöver normalt inget utvändigt korrosionsskydd men kan där så önskas målas för att göras mindre synliga. För rostfria rör är det avgörande att eventuell täckfärg är kompatibel med materialet eftersom det korrosionsskyddande passivskiktet kan förstöras. Stålrör ska vara utvändigt fabriksmålade (där så erfordras) för att uppfylla avsedd korrosivitetsklass och där så önskas täckmålas för att göras mindre synliga.
- Frysskyddsmedel bör inte användas. Om risk för frysning föreligger bör sprinklersystemet utföras som antingen:
 - Ett torrörssystem eller möjligen ett pre-actionsystem.
 - Ett våtrörssystem där en eluppvärmd kabel förläggas mot sprinklerrören och dessa förses med ej brännbar termisk isolering. Detaljerade anvisningar finns i SS-EN 12845:2015.
- För utrymmen där felaktivering eller frysning av eventuellt kvarstående vatten kan medföra vattenskador bör ett pre-actionsystem av Typ A ("double-interlock") användas. Här kan dock sägas att dessa system har sämre tillförlitlighet vid brand med många möjliga felkällor och att driftskostnaderna ökar. Vid revisionsbesiktningar uppdagas ofta allvarliga fel varför regelbunden samordnad funktionsprovning är viktigt. Sprinklersystemet ska endast aktiveras av brandlarmets styrsignal när detektorer inom pre-actionsystemets skyddade ytor utlöser ett larm.
- Torrörssystem, pre-actionsystem och deluge-system bör utföras av rör i rostfritt stål och/eller av koppar. Typgodkända rör och sammanfogningssystem för sprinklersystem ska användas. Rörlutningar och placering av dräneringsventiler ska minst uppfylla kraven i SBF 120:8. Rör av stål eller av koppar behöver normalt inget utvändigt korrosionsskydd men kan där så önskas täckmålas för att göras mindre synliga. För rostfria rör är det avgörande att eventuell täckfärg är kompatibel med materialet eftersom det korrosionsskyddande passivskiktet kan förstöras. För kopparrör kan noteras att de kan förstöras av fasad- och taktjära.
- Sammanfogning av rör bör göras med beprövad teknik som svetsning, gängning eller med flänsförband i utrymmen där ett oönskat utflöde av vatten kan få stora konsekvenser.
- Synliga rör med diskret förläggning och inmålning är att föredra framför dold förläggning av rör.
- Val av typ och planerad placering av rörhållare (upphängningar) ska göras i samråd med antikvarisk sakkunnig.
- Planerad håltagning, placering av rör och rördragning samt inmålning ska göras i samråd med antikvarisk sakkunnig.
- Sprinkler med smältlänk eller cylindrisk termisk känselkropp bör användas framför sprinkler med glasbulb som är känsligare för mekaniska skador, tryckvariationer i

rörssystemet och vibrationer som kan föranleda att de inte aktiverar när det brinner eller felaktiverar när det inte brinner.

- När det är lämpligt (till exempel mindre utrymmen eller utrymmen med låg takhöjd) bör sprinkler med låg K-faktor väljas för att reducera vattenflödet.
- Så kallade Extended Coverage (EC) sprinkler är oftast inte användbara eftersom de kräver horisontella och släta tak. Här rekommenderas att de inte används alls eftersom den större täckningsytan även fördröjer tiden till aktivering.
- Installation av sprinkler i oinredda vindsutrymmen bör utföras enligt rekommendationerna i NFPA 13 alternativt bör särskilda godkända vindssprinkler användas. Installationsrekommendationer ska i alla dess delar (verkningsyta, antal sprinkler i verkningsyta, maximalt tillåten tidsfördröjning, etc.) uppfyllas.
- Planerad placering av sprinkler bör diskuteras i samråd med antikvarisk sakkunnig och konservator för att vid behov värdera placering som uppfyller både brandtekniska, antikvariska och konservators krav.
- På vindar krävs ofta permanenta gångbryggor för att underlätta installation och framtida kontroll och underhåll. Gångbryggorna bör förses med räcken och dess bredd ska minimeras för att minska obstruktionen av vattensprayen. För att medge vattengenomsläpplighet rekommenderas att gångplanet görs av ställningstrall av trä eller gallerdurk av stål. Alternativt kan sprinkler installeras på dess undersida. Utformning, placering och infästning av gångbryggor bör göras i samråd med antikvarisk sakkunnig.
- Sprinklersystem för brännbara fasader bör utformas som torrörssystem med automatiska sprinkler snarare än som deluge-system aktiverade av separat branddetektionssystem.
- Sprinklersystem för brännbara yttertak bör utformas som deluge-system där en värdering av storleken på de ytor som varje sektion täcker görs. Stora ytor kräver höga vattenflöden men minskar antalet sektionsventiler.
- Hänsyn ska tas till de ökade laster som släckvattnet ger på bärande konstruktioner, till exempel att vatten ansamlas i termisk isolering på vindsbjälklag eller valv. På ett valv kommer släckvattnet att rinna längs valvkapporna och samlas i valvets kupor.
- Byggnadstekniska åtgärder för att förhindra vattenskador och höga laster på bärande konstruktioner bör övervägas.

7.5 Installationsskedet

Två viktiga aspekter att beakta är risken för att installationsarbetet startar en brand och att all håltagning, rör- och ledningsdragnings ska förevisas och diskuteras i förväg med antikvarisk expert. En plan för brandskydd under byggtid bör finnas. Planerad rör- och ledningsdragnings som inverkar på det visuella intrycket (även upplevelsen av rummet) eller döljer historiska konstruktioner ska värderas så att inte ristningar, målningar eller liknande fördärras eller döljs. Permanenta gångbryggor ska installeras på ett för byggnaden varsamt sätt. Vid utformning och installation av gångbryggor på vindar bör både antikvariska, sprinklertekniska och personsäkerhetsaspekter beaktas.

Noggrann efterkontroll av rörkopplingar, kontroll av korrekt rörlutning (torrörssystem) och provtryckning av rörssystem utöver normal praxis och de krav som ställs i SBF 120:8 är befogat med hänsyn till risk för vattenskador.

Att installationen av sprinklersystemet uppfyller regelverken ska säkerställas vid en leveransbesiktning som ska genomföras av en tredje part enligt de anvisningar som ges i SBF 141 (2021) publicerad av Brandskyddsföreningen. Eventuella avvikelser ska åtgärdas snarast, dock senast inom de intervaller som anges i besiktningsintyget. Antikvariskt sakkunniga bör ges möjlighet att delta vid leveransbesiktning/slutbesiktning.

7.6 Driftskedet

Förhoppningsvis ska ett sprinklersystem installerat enligt rekommendationerna i denna rapport kunna vara i drift under åtskilliga år. Att det fungerar över tid är dock avhängigt regelbunden kontroll, provning, service och besiktning. Traditionella sprinklersystem är uppbyggda med mer eller mindre standardiserade komponenter. Anläggningsägaren är därmed inte låst till en enda leverantör eller serviceföretag. Denna flexibilitet skapar flera fördelar: det ökar konkurrensen mellan marknadsaktörer, ger bättre möjligheter till kostnadseffektiva lösningar och underlättar både underhåll och framtida uppgraderingar av systemet. Detta gäller även själva komponenterna. Om en viss komponent av ett fabrikat har dålig tillgänglighet kan den i de flesta fall bytas mot likvärdig komponent.

Vecko- och kvartalsprov görs normalt av anläggningsskötaren. Utbildningen för anläggningsskötarna är en 1-dagsutbildning men kravet är dessutom att de ska uppdatera sig inom utbildningen vart femte år. Om anläggningsskötaren är utbildad inom området och hålls uppdaterad samt regelbundet sköter anläggningens vecko-, månads- och i vissa fall kvartalskontroller så kan driftskostnaden sänkas, jämfört med att anlita servicefirma för samtliga kontroller. Det är viktigt med enkla och tydliga drift- och skötselinstruktioner som är lättillgängliga och att de vid behov kontinuerligt uppdateras av anläggarfirman. Det förekommer att vecko- och kvartalsprov görs på entreprenad av sakkunniga entreprenörer. Dessa exempel finns i första hand i storstadsområden där restider är korta och där det finns tillräckligt många aktörer för att tjänsten ska kunna konkurrensutsättas.

Det finns nästan alltid drift- och skötselinstruktioner för larmventiler uppsatta i sprinklercentralen men dessa är skrivna för anläggningsskötare för att läsas under normala omständigheter. Vid en brand eller felaktivering så är det viktigt att de åtgärder som räddningstjänsten kan vidta med att manuellt öppna pre-actionventil, försörja sprinklersystemet via eventuell brandkårsanslutning vid ström/pumpbortfall eller att snabbt kunna stänga av systemet tydligt framgår. Syftet är att säkerhetsställa att sprinklersystem aktiveras vid brand samt att minska tiden tills dess att sprinklern stängs av vid felaktivering och därmed minska vattenskadorna.

För att förhindra eller fördröja invändig rörkorrosion och frysning av kvarstående vatten i torrörssystem är det mycket viktigt att systemets dräneringsventiler regelbundet töms och återfylls med frostskyddsvätska. Erfarenhetsmässigt (omfattande vattenskadorna förorsakade av frysning av kvarstående vatten i rör och i dräneringskärl) är det väsentligt att enskilda ventiler inte förbises. För våtrörssystem är regelbunden avluftning av rörssystemet viktigt för att förhindra eller fördröja invändig rörkorrosion.

Revisionsbesiktningar är erfarenhetsmässigt inte så vanliga som de borde vara trots att SBF-reglerna för både brandlarm- och sprinklersystem anger att revisionsbesiktningar

ska genomföras en gång per kalenderår med högst 15 månaders mellanrum. Samordnad provning av system, till exempel att en signal från ett brandlarmsystem verkligen öppnar rätt sektionsventil, missas därför ofta. Avvikelse ska, om de inte godkänts av kravställaren, vara avhjälpta inom tre månader efter besiktningsdagen. I andra fall genomförs revisionsbesiktningar men noterade brister åtgärdas inte. Dessa brister kan i många fall äventyra sprinklersystemets funktion.

Revisionsbesiktningar genomförs i många fall utan att systemets funktioner provas, framför allt gäller det pre-actionsystem. För att dokumentera tid till brandlarm och tiden det tar innan vatten flödar ut genom provningsventilen krävs flera personer. Dels för att aktivera brandlarm, mäta tider, öppna provningsventilen, hålla i slangen/munstycket, finnas beredd i sprinklercentralen för att snabbt kunna stänga av om läckage upptäcks, mm. I vissa fall vill man även ha personer längs med rörledningar för att kunna upptäcka läckage.

Plan för periodiskt underhåll saknas ofta för äldre anläggningar eftersom dokumentationen inte sällan har förkommit, till exempel på grund av ägarbyte eller bristfällig dokumenthantering.

Tillförlitlighetsbaserad intervalloptimering

SBF 120:8 anger vilka underhållsåtgärder som ska vidtas och deras frekvens. Kraven är desamma oavsett om funktionsfelen kan anses vara acceptabla eller innebära att verksamhet i byggnaden inte får bedrivas (ytterligheter för egenambition kontra personssäkerhet). Kraven påverkas inte heller av förbättringar i sprinklersystemet för att förbättra tillförlitligheten utöver regelverkets krav.

NFPA 25 är en standard som hanterar kontroll, provning och underhåll av vattenbaserade brandskyddssystem, som exempelvis sprinklersystem. NFPA 25 tillåter systemspecifika planer för kontroll, provning och underhåll, men specificerar inte exakt hur detta ska utformas. I stället anges att systemspecifika planer ska godkännas av kravställaren.

Tanken med tillförlitlighetsbaserad intervalloptimering är att anpassa frekvenser för kontroller och provningar i förhållande till faktiska data från tidigare provningar och acceptabel felfrekvens för komponenterna och sprinklersystemet tillförlitlighet. Det kan innebära att frekvensen både behöver ökas eller kan minskas i förhållande till de intervall som normalt ska följas enligt NFPA 25. Vid bedömning av frekvens så behöver man även beakta bland annat byggnadens skyddsvärde, sprinklersystemet skick och konsekvenser vid felfunktion samt underhållshistorik.

En utmaning med att utveckla tillförlitlighetsbaserad intervalloptimering är att fastställa vad som är acceptabel felfrekvens, eftersom detta inte anges i några myndighetskrav, regelverk eller standarder. Användning av data från befintlig kontrolljournal kan användas för att bestämma felfrekvenser. Det är inte enkelt att bedöma om det är värt att exempelvis genomföra provning varje vecka i stället för varje månad. Det skiljer mycket i kostnad att utföra 52 provningar i stället för 12 provningar samtidigt som det är svårt att värdera den förbättrade tillförlitligheten. Det kan därför leda till att man bara använder metodiken för att kortsiktigt reducera driftskostnader.

Nedan anges några aspekter att beakta för de som vill använda tillförlitlighetsbaserad intervalloptimering:

- Noggrann och konsekvent rapportering krävs. Datan måste ge en sann bild av verkligheten. Kontrolljournalen ska fyllas i och ligga till grund för årlig besiktning. Den utgör ett bra underlag och möjlighet att upptäcka avvikande resultat som kan leda till tidig upptäckt av fel/brist.
- Datan måste vara tillräckligt omfattande för att vara statistiskt pålitlig och man måste utvärdera den mot tydliga, förbestämda mått.
- Troligen behövs IT-system som stöd för automatisk analys. Rapportering via lämpligt system/programvaror kan också vara möjlig.
- Kontroll och provningsfrekvenser måste vara tekniskt försvarbara och stödjas av belägg för högre eller lägre tillförlitlighet.

Aspekterna ovan visar att uppstarten kan kräva rätt omfattande arbete för att samla in och analysera data, koordinera bedömningar samt dokumentation.

Funktionssäkerhetsinriktat underhåll

Om sprinklersystem är installerat som en egenambition så har SS-EN 12845:2015 och SBF 120:8 rekommendationer för skötsel och underhåll. Utgångspunkten är att fastighetsägaren alltid vill att sprinklersystemet ska fungera, men i detta fall kan man tänka mer kostnad/nytta och arbeta för att hitta minsta möjliga kostnad utifrån ett livscykelperspektiv. Hur skulle du bygga upp underhållet för ert sprinklersystem om ni fick bestämma helt själva?

Syftet med underhåll är att minska försämringen över tid av sprinklersystemet och minska sannolikheten för fel, dvs underhåll ska öka tillförlitligheten. Underhåll omfattar enligt SS-EN 13306:2017 även begreppen drift, skötsel, underhåll och besiktning.

Funktionssäkerhetsinriktat underhåll (Reliability Centered Maintenance) är ett systematiskt arbetssätt för att bevara systemets funktioner, där exempelvis en komponent ska underhållas för att bevara systemets funktioner och inte för att den kan underhållas. Arbetssättet kan användas vid framtagande av underhållsprogram för att minska den totala underhållskostnaden för sprinklersystem samtidigt som dess funktion bevaras.

Arbetssättet handlar om att systematiskt analysera hur sprinklersystemet kan falla och sedan välja de mest effektiva underhållsstrategierna för att förebygga dessa fel, samtidigt som man optimerar resursanvändningen.

Analysen av sprinklersystemet genomförs av en ansvarig analysledare som ansvarar för processen och dokumentationen med stöd av en arbetsgrupp som har relevanta kompetenser för att kunna genomföra en tillförlitlig analys av sprinklersystemet. Exempel på relevant kompetens är anläggarfirma, besiktningsman, brandskyddskonsult, anläggningsskötare och teknisk förvaltare.

Analysen kan genomföras i enlighet med följande frågor:

- Steg 1: Vilka är sprinklersystemets funktioner och nuvarande prestandakrav?
- Steg 2: Bryt ner sprinklersystemet till komponenter (till exempel magnetventil)?
- Steg 3: Bedöm funktionsfel för komponenten?
- Steg 4: Bedöm troliga orsaker för varje funktionsfel?
- Steg 5: Bedöm sannolikhet och konsekvensen för varje orsak?
- Steg 6: Vad kan göras för att förhindra eller förebygga varje funktionsfel?

- Steg 7: Vad skall göras om ingen användbar förebyggande underhållsåtgärd hittas?

Resultatet från analysen är förslag på underhållsåtgärder för att uppnå en kostnadseffektiv underhållsplan med en god balans mellan förebyggande och avhjälpande underhåll.

Referenser

Rapporter och artiklar

Alexandersson, Kerstin och Karls Fors, Anette, "Kyrkan brinner! Vad händer sedan?", Rapport från Riksantikvarieämbetet 2004:2, ISBN 91-7209-341-2, 2004

Andersson, Jan G, "Montageanvisning för vattensläcksystem mm. i antikvariskt värdefulla byggnader", Elplanering Väst AB 2005 (troligen)

Andersson, Petra, Persson, Henry och Tuovinen Heimo, "Råd för installation av värmedetektionskablar på ytterfasad", SP Report 2006:09, SP Sveriges Provnings- och Forskningsinstitut, ISBN 91-85303-93-3, ISSN 0284-5172, Borås, 2006

Arvidson, Magnus och Nordling, Bengt, "Sprinklerrör i plast, Brandforsk projekt 515-021" SP Rapport 2004:01, SP Sveriges Provnings- och Forskningsinstitut

Arvidson, Magnus, Egeltoft, Emil och Godby, Tomas, "Driftserfarenheter från sprinklerinstallationer i kyrkor och andra kulturhistoriskt värdefulla byggnader, Brandforsk projekt 323-010", RISE Rapport 2023:133

Bengtson, Staffan, Wahlsten, Viktor, Engström, Johan, Rittsel, Johan och Rosenberg, Anders, "Sprinkler i kulturbyggnader", Byggnadskultur, Svenska Byggnadsvårdsföreningens tidskrift, nr 3, 2018

Delin, Mattias och Broström, Tor, "Brandsäkerhet för byggnader med kulturvärden - En kunskapsöversikt", Brandforsk, 2021

Edlund, Richard, "Kalmar slott, Sprinkling av vinden, Antikvarisk medverkan, SFV objekt H322, Slottet 1", Kalmar läns museum, Byggnadsantikvarisk rapport, 2015

Egeltoft, Emil, "Vad kan vi lära oss av branden i Notre-Dame de Paris?", Bygg & teknik 6/2019

Erlandsson, Ulf, "Hur tänker en brandanläggare?", MSB562 – 2012, ISBN 978-91-7383-343-1, Myndigheten för samhällsskydd och beredskap, 2012

"Förvaring av mänskliga kvarlevor – våtpreparat", <https://www.raa.se/>

Gordon, Jeffery R., "An Investigation into Freezing and Bursting Water Pipes in Residential Construction", Research Report 96-1, School of Architecture-Building Research Council University of Illinois, prepared for Insurance Institute for Property Loss Reduction

Grevholm, Erik, "Fungerar kamerabevakning brottsförebyggande? Resultat från en metastudie samt reflektioner om metoder och resultat", Brottsförebyggande rådet, 2018

Hagelqvist, Stina, "Taklag i medeltida kyrkor hotade", trä!, nummer 3, årgång 37, 2024

Helm, Kay, "Serious fires in heritage premises 1999 – 2003", Fire Prevention & Fire Engineers Journal, October 2005, pp. 36-37

Jensen, Geir, "Minimum Invasive Fire Detection for Protection of Heritage", Jointly Published by Riksantikvaren the Norwegian Directorate for Cultural Heritage Historic

Scotland: Technical Conservation, Research and Education Group, ISBN 82-7574-040-1, 2006

Johansson, Nils, McNamee, Margaret och van Hees, Patrick, "ANLAGD BRAND i skolor och förskolor - Trender och uppföljning av åtgärder", TVBB; Nr 3230, Lund University

Melin, Karl-Magnus, "Installationer, städningar och isolering", föredrag vid Seminarium om varsamma metoder för brandskydd och installationer i kyrkor, Huskvarna den 8 mars 2023

"New Corrosion-Resistant Sprinkler Pipe" Approved Products News, Volume 36, Issue 2, FM Approvals, December 11, 2020

Norrby, Olle, "Brandskydd i Stockholms kyrkor", Bygg & Teknik, 6/01

Persson, Daniel, "Grossisterna river sönder påsarna och plockar ur kopplingarna", Publicerad 14 oktober 2024, uppdaterad 11 oktober 2024

Sandberg, Johan, "Inget skydd är heltäckande," Kyrkpressen, Vol. 1 av 2, Nr. 40 - 41, 2018

Sandin, Ylva, "Kyrktaksprojektet", <https://www.ri.se/sv/vad-vi-gor/projekt/kyrktaksprojektet> (besökt 2024-09-16)

Van Herpe, Koen, "Vacuum sprinkler systems for the protection of cultural heritage", presentation vid Fire Sprinkler International 2018, Stockholm, 2018.

Vinka, Tor-Gunnar, "Genomfrätningar på kopparrör", VA-Forsk Rapport nr 26 april 2003

Westö, Daniel, "Polisen utreder bränderna i Rautjärvi – det här vet vi så här långt", <https://svenska.yle.fi/a/7-10025289>, 2022-12-27, uppdaterad 2022-12-27

Standarder och vägledningar

"Arson Risk Reduction, Preserving Life and Heritage in the North West", National Fire Chiefs Council, 2016

"Brannvarslingsystem for kirkebygg", KA, 2020

DRAFT prEN 1508, "Water supply - Requirements for systems and components for the storage of water", May 2024 (Will supersede EN 1508:1998)

NFPA 13, "Standard for the Installation of Sprinkler System", National Fire Protection Association, 2022 edition

NFPA 25, "Standard for the Inspection, Testing, and Maintenance of Water-Based Fire Protection Systems", National Fire Protection Association, 2008 edition

"Minska risken för anlagda brander", publikationsnummer MSB982, Myndigheten för samhällsskydd och beredskap, 2016

"Montering av utvendige lynvernanlegg på kirker. En veileder i estetikk", Riksantikvaren, 2009

Plan- och bygglag (2010:900), Utfärdad: 2010-07-01, Ändrad: t.o.m. SFS 2024:943

RA-FS 2013:4, "Riksarkivets föreskrifter och allmänna råd om arkivlokaler; beslutade den 3 maj 2013"

"Rekommendationer om brandskydd i kyrkor", Statens Brandinspektion 1964:9, 1964

"Risk Control. Arson prevention. The protection of premises from deliberate fire raising", Fire Protection Association RC48, First published 2010, Version 01

SBF 60:4, "Komponenter för vattensprinklersystem", Brandskyddsföreningen, 2020

SBF 110:8, "Regler för brandlarm", Brandskyddsföreningen, 2017

SBF 120:8, "Regler för automatiskt vattensprinklersystem 2016", Brandskyddsföreningen, 2016

SBF 141:5, "Regler för utförandet av besiktning av brandskyddsanläggningar", Brandskyddsföreningen, 2021

SBF 142:2, "Regler för anslutning och provning av vattentillopp till sprinklersystem", Svenska Brandskyddsföreningen, 2018

SBF 502:1, "Regler för utrymningslarm med talat meddelande", Svenska Brandskyddsföreningen, 2016

SBF 504:1, "Regler för trycksatt stigarledning", Brandskyddsföreningen, 2019

SBF 506:1, "Säkerhetsregler för brandfarliga heta arbeten på tillfällig arbetsplats", Brandskyddsföreningen, 2022

SIS-CEN/TS 14816:2009, "Brand och räddning - Vattenspray - Utförande, installation och underhåll", Utgåva: 1, fastställd: 2009-01-23

SS-EN 54-1:2021, "Brand och räddning - Branddetekterings- och brandlarmsystem – Del 1: Introduktion", Utgåva: 4, fastställd: 2021-06-29

SS-EN 12845:2015, "Brand och räddning - Fasta släcksystem – Automatiska sprinklersystem - Utförande, installation och underhåll", fastställd: 2015-06-14, publicerad 2015-06-16

SS-EN 13306:2017, "Underhåll - Underhållsterminologi", Utgåva: 1, fastställd: 2017-12-04

SS-EN 13565-2:2018+AC:2019, "Brand och räddning - Fasta släcksystem - Skumsystem - Del 2: Utförande, installation och underhåll", Utgåva: 1, Fastställd: 2019-05-06

SS-EN 16893:2018, "Bevarande av kulturarv - Specifikationer för placering, konstruktion och anpassning av byggnader eller utrymmen avsedda för förvaring eller användning av samlingar", Utgåva: 1, fastställd: 2018-02-14

SS 3112, "Brandmaterial – Stigarledning för brandsläckning", SMS, Sveriges Mekanstandardisering, Utgåva 1, första giltighetsdag 1979-07-01

SS-ISO 8573-1:2010, "Tryckluft - Del 1: Föroreningar och renhetsklasser (ISO 8573-1:2010, IDT)", Utgåva: 4, fastställd: 2010-10-08

SIS/TS 24836:2024, "Analytisk dimensionering – Krav och rekommendationer", fastställd: 2024-09-24

UL 199G, "UL LLC Outline of Investigation for Fire Testing of Specific Application Sprinklers for Use in Attic Spaces", Published Date: August 09, 2012

VdS CEA 4001en, "Planning and Installation", VdS CEA Guidelines for Sprinkler Systems, VdS Schadenverhütung GmbH, 2021-01 (07)

Information från branschorganisationer och företag

"Complete Dry Sprinkler System Filling Solutions", General Air Products, ej daterad

"Corrosion of Mixed Metal Fire Sprinkler Systems", Copper Development Association Inc., 2024 <https://copper.org/>)

"FIRE SPRINKLER SYSTEMS", A4003-96/02, Copper Development Association

"Presskopplingar", informationsmaterial från Scandinavian Copper Development Association

SVEBRA 2014:1, "Riktlinje för Kontroll och underhåll av torr stigarledning", Version 1:2, 2024-06-01

"Vattensäker installation med kopparrör, Monteringsanvisning med installationsexempel", Utgåva 3, 2012

Through our international collaboration programmes with academia, industry, and the public sector, we ensure the competitiveness of the Swedish business community on an international level and contribute to a sustainable society. Our 2,800 employees support and promote all manner of innovative processes, and our roughly 100 testbeds and demonstration facilities are instrumental in developing the future-proofing of products, technologies, and services. RISE Research Institutes of Sweden is fully owned by the Swedish state.

I internationell samverkan med akademi, näringsliv och offentlig sektor bidrar vi till ett konkurrenskraftigt näringsliv och ett hållbart samhälle. RISE 2 800 medarbetare driver och stöder alla typer av innovationsprocesser. Vi erbjuder ett 100-tal test- och demonstrationsmiljöer för framtidssäkra produkter, tekniker och tjänster. RISE Research Institutes of Sweden ägs av svenska staten.



RISE Research Institutes of Sweden AB Box 857, 501 15 BORÅS Telefon: 010-516 50 00 E-post: info@ri.se, Internet: www.ri.se	Brandskydd RISE Rapport 2024:99 ISBN:
---	--