



Driftserfarenheter från sprinkler- installationer i kyrkor och andra kulturhistoriskt värdefulla byggnader

Magnus Arvidson
Emil Egeltoft
Tomas Godby

BRANDFORSK
2024:6



BRAND
FORSK

Referensgrupp

Staffan Bengtson, Brandskyddslaget AB
Anders Carlsson, Svenska kyrkan, Linköpings stift
Mattias Delin, Brandforsk
Anders Engström, Kyrkans Försäkring AB
Sune Fransson, Svenska kyrkan, Karlstads stift
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
Göran Persson, Marioff Skandinavien AB
Jan Spånslätt, Svenska kyrkan, Göteborgs stift
Johan Strähle, Svenska kyrkan, Västerås stift
Stefan Särqvist, Myndigheten för samhällsskydd och beredskap, MSB
Alf Thors, AT Brandskydd AB
Johannes Wikström, Svenska kyrkan, Karlstads stift

Denna rapport utgör ett slutligt arbetsmanuskript för det rubricerade projektet. Den officiella projektrapporten, till vilken referens bör ske återfinns på RISE:s hemsida:

"Driftserfarenheter från sprinklerinstallationer i kyrkor och andra kulturhistoriskt värdefulla byggnader"

www.rise.se

BRANDFORSK

2024:6



Abstract

Operating experiences from sprinkler system installations in Swedish churches and other heritage buildings

During the past 20 years, the fire protection of many historically valuable buildings in Sweden, especially ancient wooden churches, have been improved with the installation of fire detection and fire sprinkler systems. The objective of the project was to document the operating experiences from some of these buildings. Most of the installations have been made in small- or intermediate-sized wooden churches, but installations in larger buildings were identified. The operating experiences were documented by interviews with the end users, fire protection inspectors and system installers, and by study visits.

Problems associated with the use of antifreeze were identified. Systems have experienced leakage, high and varying system pressures during warm days and unintentional activations due to breakage of nozzles or nozzle glass bulbs. For systems designed as dry-pipe systems, unintentional activations have occurred during wintertime due to freezing. Testing of dry-pipe systems during the study visits also revealed unacceptably long water delivery times and residual water in piping.

Many of the smaller rural churches are using a high-pressure gas (nitrogen) driven pump because the public grid is unreliable. Three suffocation incidents were documented when nitrogen was unintentionally released into the technical space. Two of the incidents can be described as profoundly serious.

The church building managers have a key role in the daily supervision of these installations. But it requires effort, technical competence and not least a substantial deal of self-interest. For some churches, high staff turnover has contributed to a lack of competence and supervision and maintenance has been neglected. High frequency of fault alarms (operating alarms) was also perceived as a burden and is also costly. Overall, the occurrence of technical problems and excessive costs have contributed to the shutdown or even dismantling of several sprinkler systems.

Key words: Churches, heritage buildings, fire safety, fire sprinkler systems, water mist fire protection systems, fire alarm systems

RISE Research Institutes of Sweden AB

RISE Rapport 2023:133

ISBN: 978-91-89896-20-8

2023

Innehåll

Abstract.....	1
Innehåll.....	2
Förord.....	5
Sammanfattning	6
1 Inledning	7
1.1 Bakgrund.....	7
1.2 Frågeställningar och målsättning.....	7
1.3 Metodik.....	8
2 Regelverk och normer.....	9
2.1 Installation av traditionella sprinklersystem	9
2.2 Installation av vattendimsystem.....	10
2.3 Olika typer av sprinklersystem	11
2.3.1 Våtrörssystem.....	12
2.3.2 Torrörssystem.....	12
2.3.3 Pre-actionsystem (föraktiveringssystem).....	12
2.3.4 Deluge-system (gruppaktiveringssystem).....	13
2.3.5 Tomrörssystem	14
3 Kyrkor eller andra kulturhistoriskt värdefulla byggnader med sprinklersystem	16
3.1 Mindre och medelstora landsbygdskyrkor	16
3.2 Större stadskyrkor	18
3.3 Andra kulturhistoriskt värdefulla byggnader	19
4 Aktivering vid brand	21
4.1 Allmänt	21
4.2 Branden på Etnografiska museet i Stockholm (2012).....	21
4.3 Branden i Grafikens hus i Mariefred (2014).....	21
4.4 Branden på Kungliga Operan i Stockholm (2019).....	22
4.5 Branden på Sandhamn Seglarhotell (2023)	23
4.6 Branden i Eksjö (2015)	23
5 Aktivering eller utströmning av vatten utan brand	25
5.1 Allmänt	25
5.2 Aktivering av munstycke i mindre träkyrka (2021).....	25
5.3 Aktivering av munstycke i mindre träkyrka (2018).....	25
5.4 Aktivering av munstycken i mindre träkyrka (2009 och 2010).....	26
5.5 Aktivering av munstycke i mindre träkyrka (2018).....	27
5.6 Aktivering av munstycken i mindre träkyrka (2018)	28
5.7 Aktivering av munstycke i mindre träkyrka (2013).....	29

5.8	Aktivering av munstycke (2023) och läckage i större träkyrka.....	30
5.9	Aktivering av sprinkler i stadskyrka (2016)	31
5.10	Frysning av kvarstående vatten i sprinklerrör i stadskyrka (2024)	32
5.11	Frysning av kvarstående vatten i sprinklerrör i annan stadskyrka (2024)	32
5.12	Vattenskador vid driftsättning och provtryckning av system (2014).....	33
5.13	Brusten rörkoppling till matarledning (2017)	33
5.14	Aktivering av tak- och fasadsystem	34
6	Erfarenheter sammanställda via intervjuer och litteratursökning	37
6.1	Erfarenheter från kyrkans stift	37
6.1.1	Uppsala stift	37
6.1.2	Linköpings stift.....	37
6.1.3	Skara stift.....	40
6.1.4	Strängnäs stift.....	41
6.1.5	Västerås stift	43
6.1.6	Växjö stift.....	44
6.1.7	Lunds stift.....	44
6.1.8	Göteborgs stift	45
6.1.9	Karlstads stift.....	46
6.1.10	Härnösands stift	47
6.1.11	Luleå stift.....	48
6.1.12	Visby stift.....	48
6.1.13	Stockholms stift	48
6.2	Erfarenheter från Statens fastighetsverk.....	48
7	Observationer från platsbesöken	51
7.1	Allmänt	51
7.2	Gruppaktiveringsventiler utan möjlighet till provning	51
7.3	Automatiska munstycken placerade långt från tak.....	52
7.4	Sprinklersystem på vindar och i torn	54
7.4.1	Placering av sprinkler.....	54
7.4.2	Gångbryggor på vindar.....	58
7.4.3	Användning av rör i rostfritt stål.....	59
7.4.4	Lagring av brännbart material på vindar	61
7.4.5	Dränering av släckvatten på vindar eller torn.....	63
7.5	Användning eller förvaring av brännbart material	66
7.5.1	Brännbart material i allmänna utrymmen.....	66
7.5.2	Brännbart material i biutrymmen.....	67
7.6	Åskledare nära eller i kontakt med brännbara material.....	69

8	Erfarenheter med brandlarmsystem.....	70
8.1	Allmänt	70
8.2	Aspirerande system (samplingssystem)	71
8.3	Bortkoppling eller felkoppling av värmedetektionskabel.....	71
8.4	Förläggning av värmedetektionskabel.....	72
8.5	Oisolerade värmedetektionskablar på vind.....	73
9	Sammanställning av vanligt förekommande tekniska problem.....	74
9.1	Användning av frysskyddsmedel	74
9.2	Kvävningstillbud med kvävgas	78
9.3	Problem med torrörslarmventiler och kvarstående vatten i rör	80
9.4	Igensättning av utvändiga munstycken.....	83
9.5	Inträngning av vatten vid provning av utvändiga sprinklersystem.....	84
9.6	Kvarstående vatten i utvändiga rörsystem	85
9.7	Markdränning av vatten från utvändiga system	85
9.8	Användning av galvaniserade rör	85
9.9	Luftläckage i torrörssystem	86
10	Drift, underhåll och besiktningar.....	87
10.1	Erfarenheter från drift och underhåll.....	87
10.2	Få marknadsaktörer	88
10.3	Revisionsbesiktningar.....	88
10.4	Kostnader för drift och underhåll.....	89
11	Diskussion och slutsats	91
12	Slutsats och rekommendationer	94
12.1	Brandskyddsföreningen.....	94
12.2	Försäkringsbolag	94
12.3	Stift och församlingar	95
12.4	Byggnadsantikvarier	95
12.5	Besiktningsmän	95
12.6	Brandskyddskonsulter	95
12.7	Sprinklerinstallatörer	95
13	Fortsatta insatser	96
	Referenser	98

Förord

Denna rapport redovisar resultatet från Brandforsk projekt 323-010.

Projektets referensgrupp bestod av följande personer:

Staffan Bengtson	Brandskyddslaget AB
Anders Carlsson	Svenska kyrkan, Linköpings stift
Mattias Delin	Brandforsk
Anders Engström	Kyrkans Försäkring AB
Sune Fransson	Svenska kyrkan, Karlstads stift
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
Göran Persson	Marioff Skandinavien AB
Jan Spånslätt	Svenska kyrkan, Göteborgs stift
Johan Strähle	Svenska kyrkan, Västerås stift
Stefan Särqvist	Myndigheten för samhällsskydd och beredskap, MSB
Alf Thors	AT Brandskydd AB
Johannes Wikström	Svenska kyrkan, Karlstads stift

Omslagsfoto: Magnus Arvidson, RISE.

Sammanfattning

Sedan 2000-talets början har automatiska sprinklersystem installerats i ett större antal svenska kyrkor och andra kulturhistoriskt värdefulla byggnader. Med "sprinklersystem" avses här både traditionella sprinklersystem och mer moderna vattendimsystem. Målsättningen med projektet var att dokumentera och sammanställa driftserfarenheter från dessa sprinklersystem.

Sammanfattningsvis kan sägas att flera anläggningar använder teknik som när systemen installerades var helt obeprövade. Här avses i första hand användning av frysskyddsmedel och gasdrivna (kvävgas) pumpar. Dessutom har torrörssystem med nedåtriktade munstycken installerats vilket strider mot vedertagen praxis. Frysskyddsmedel har bidragit till läckage genom både automatiska munstycken och rörkopplingar. Men de har också orsakat höga systemtryck under varma sommar 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.

Frysning i torrörssystem har också orsakat ett flertal felaktiveringar och i några fall omfattande vattenskador. Ett fall med frysning där vattenskador undveks eftersom systemet var av typen pre-actionsystem dokumenterades. För traditionella sprinklersystem används ofta invändigt galvaniserade rör i torrörssystem men detta kan erfarenhetsmässigt betraktas som olämpligt och 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.

Flera kvävningstillbud har inträffat när kvävgas som driver en vattenpump strömmat ut i teknikutrymmet med pumpen. Två av tillbudena kan betecknas som mycket allvarliga. I anläggningarna har därför gaslarm installerats som larmar vid onormalt låga syrgaskoncentrationer. För att helt komma till rätta med problematiken föreslås att kvävgasen byts till teknisk luft.

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.

Sökord: Kyrkor, kulturhistoriskt värdefulla byggnader, sprinklersystem, vattendimsystem, brandlarmsystem.

1 Inledning

1.1 Bakgrund

Tomrörssystem började installeras redan på 1920-talet i en del kyrktorn i större stadskyrkor, till exempel Katarina kyrka och Storkyrkan i Stockholm. I Adolf Fredriks kyrka i Stockholm installerades ett system år 1945. 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. Tomrörssystem matades med en brandkårsanslutning vid entrén eller annan lämplig plats från räddningstjänstens fordon. Detta medförde att många kyrkor fick tomrörssystemen på 1960 - 1970-talen.

Systemet i Storkyrkan ersattes med ett modernt automatiskt sprinklersystem omkring år 2000 och även i andra kyrkor i Stockholm installerades moderna sprinklersystem under samma tidsperiod. I en domkyrka i ett annat stift installerades ett tomrörssystem med slutna munstycken på vinden och i tornet år 1965. Detta system byggdes om till ett automatiskt torrörssystem år 1999.

Under början på 2000-talet anlades flera kyrkobränder, bland annat i Bäckaby gamla kyrka (2000), Södra Råda gamla kyrka (2001), Ledsjö kyrka (2004) och Ramnäs kyrka (2006). Detta föranledde installation av automatiska sprinklersystem i ett större antal mindre och medelstora landsbygdskyrkor och andra kulturhistoriskt värdefulla byggnader. Med "sprinklersystem" avses här både traditionella sprinklersystem och mer moderna vattendimssystem. Erfarenheterna från installationen av sprinklersystem i nio träkyrkor som genomfördes åren 2004 - 2006 dokumenterades i Brandforsk projekt 500-061 (Arvidson, 2006). En slutsats är att installationerna är diskreta och väl utförda men att flera av dem är relativt komplexa. Eftersom hela eller delar av kyrkorna är ouppvärmda finns risk för frysning, vilket kräver installation av torrörssystem eller användning av frysskyddsmedel i vattnet. Torrörssystem måste gå att dränera; annars finns risk att kvarstående vatten fryser eller bidrar till invändig rörkorrosion. I några av kyrkorna används därför tryckluft för att blåsa rören fria från kvarstående vatten. Inledande försök visade att tekniken fungerade men praktisk erfarenhet under längre tid saknades. Lämpligheten och val av frysskyddsmedel var en annan frågeställning som kom upp. Dels gör det systemen mer komplicerade och underhållskrävande, dels finns risk att vissa frysskyddsmedel skadar känsliga ytor om läckage uppstår. Slutligen konkluderades att kontroll, provning och underhåll är nyckeln till hög tillförlitlighet. Men det kräver tid, utbildning och engagemang från anläggningsskötaren. Flera anläggningsskötare uttryckte att underhållet krävt mer tid och varit dyrare än man förväntat sig och erfarenhetsutbyte mellan olika kyrkor efterlystes.

1.2 Frågeställningar och målsättning

Målsättningen med projektet var att dokumentera och sammanställa driftserfarenheter i ett längre tidsperspektiv. Utgångspunkten var att de kyrkor som ingick i ovanstående projekt finansierat av Brandforsk inkluderades men också andra kyrkor eller

kulturhistoriskt värdefulla byggnader med sprinklersystem. Frågeställningar som var intressanta att dokumentera var bland annat bra lösningar, tekniska problem och dåliga lösningar, uppkomna vattenskador, drifts- och underhållskostnader samt eventuella brandtillbud.

Det bedömdes inte rimligt att inkludera samtliga svenska kyrkor eller andra kulturhistoriskt värdefulla byggnader med sprinklersystem i studien. Men genom att inkludera ett större antal objekt var målsättningen att avgöra om vissa erfarenheter är av mer generell natur. Sprinklersystem av typen ”tomrörsystem” exkluderades också eftersom det inte är ett automatiskt system.

I ett större perspektiv är förhoppningen att resultaten från projektet ska kunna ligga till grund för konkreta rekommendationer och specifika lösningar som är långsiktigt hållbara och som innebär rimliga drift- och underhållskostnader.

De specifika objekten samt företagsnamn och produktnamn anonymiserades och beskrivs i allmänna termer. Av den anledningen är detaljer för flera publikationer i referenslistan medvetet utelämnade liksom några uppgiftslämnarens namn.

1.3 Metodik

Projektet genomfördes i tre delmoment:

Delmoment 1: Val av lämpliga objekt. Denna del baserades på information från projektdeltagarna, referensgruppen och via kontakt med Svenska kyrkan som har uppgifter om vilka församlingar som fått så kallad kyrkoantikvarisk ersättning för att installera sprinklersystem. Här kontaktades även sprinklerinstallatörer som är eller varit verksamma inom området.

Delmoment 2: Informationsinsamling. Detta moment genomfördes genom kontakt med stift och enskilda församlingar samt genom intervjuer med nyckelpersoner, via sammanställning av information (besiktningsprotokoll och rapporter) och via en litteratursökning på internet. Platsbesök genomfördes dessutom på några utvalda objekt under hösten 2023. Dessa besök gjordes i samband med revisionsbesiktning. Totalt besöktes sex mindre och medelstora landsbygdskyrkor; fem av kyrkorna har vattendimsystem (högtryckssystem) och en kyrka ett traditionellt sprinklersystem. Fyra större stadskyrkor besöktes, samtliga med traditionella sprinklersystem. Vid platsbesöken deltog även brandlarm- och sprinklerinstallatörer, vilket medgav att systemens funktioner såsom tid till brandlarm, larmöverföring, start av pump, start av eventuellt reservkraftaggregat, tiden till vattenströmning genom provventil, tiden till aktivering av utvändiga sprinklerssektioner, etcetera provades.

Delmoment 3: Informationen sammanställdes och redovisas i denna rapport. Informationsspridning omfattade även föredrag samt artiklar i branschtidningar.

2 Regelverk och normer

2.1 Installation av traditionella sprinklersystem

Installation av traditionella sprinklersystem görs i Sverige idag ofta enligt Brandskyddsföreningens regler i SBF 120:8 från 2016 och den svenska standarden SS-EN 12845:2015. Brandskyddsföreningen publicerar också regler för anläggargifirmor avseende installation och service av sprinklersystem. De första SBF-reglerna för sprinklersystem utkom år 2001. Tidigare svenska sprinklerregler utgavs av FSAB, Försäkringsbranschens Servicebolag och benämndes RUS.

Flertalet av sprinklerinstallationerna i kyrkor har inte utförts helt enligt regler och standarder då dessa inte omfattar till exempel utvändigt skydd av träfasader och trätak som ofta förekommer i de kyrkor som har skyddats med sprinkler. Brandskyddskonsulter alternativt installatörer har i stället tagit fram underlag för installationernas utformning.

Enligt SBF-reglerna/standarden ska installatören överlämna ett underlag för regelbunden skötsel och provning av systemet till användaren. Underlaget ska bland annat redovisa vilka åtgärder som ska vidtas i händelse av fel på systemet eller i händelse av aktivering. I Tabell 1 redovisas de tidsintervall och moment som krävs för kontroll, drift, service och besiktning. För en komplett beskrivning av ingående moment, se SS-EN 12845:2015 och SBF 120:8. Kontroll och provning ska journalföras. Genomförd service och provning ska dokumenteras i ett protokoll som överlämnas till användaren och ska ange alla åtgärder som vidtagits eller behöver vidtas.

Tabell 1 Tidsintervall och moment vid kontroll, drift, service och besiktning av traditionella sprinklersystem enligt SS-EN 12845:2015 och SBF 120:8.

Intervall	Utförare	Moment
Varje vecka	Intern	Avläsning av vatten- och lufttryck i system, vattennivå i eventuell tank, kontroll att ventiler står rätt, provning av automatisk start av pump samt kontroll av bränsle-, kylvatten och smörjoljenivåer, etc. Dieselmotor ska vara i drift i minst 20 minuter eller enligt leverantörens anvisning. Om vattenturbinklocka finns ska den aktiveras under minst 30 sekunder.
Varje månad	Intern	Kontroll av elektrolyt i startbatteri för dieselmotor och batterier för övervakningspanel.
Varje kvartal	Intern	Kontroll av att riskklass är oförändrad. Visuellt kontroll av rör, upphängningar och sprinkler. Eventuella pumpar ska startas automatiskt och vattenkällans tryck vid erforderligt flöde kontrolleras, avstängningsventiler ska kontrolleras och motioneras och flödeslarm provas. Reservkraft från dieselaggregat ska kontrolleras med avseende på funktion och reservdelars antal och dess skick ska kontrolleras.
Halvårsvis	Intern	Den elektriska installationen för larmöverföring ska kontrolleras.
Varje år	Extern	Kapacitetsprovning av pump(ar) eller vattenkälla (för anläggningar utan pumpar). Systemet för misslyckat startförsök och påfyllningsventiler för bassänger ska provas. Silar på pumpars sugledning och sedimenteringskammare och deras perforeringsytor ska kontrolleras och vid behov rengöras. Torrörlarmventiler ska provas årligen genom partiellt flödesprov (Not: Tillägg till SS-EN 12845:2015 enligt SBF 120:8).
Vart 3:e år	Extern	Avstängningsventiler och larm- och backventiler ska kontrolleras och ersättas eller renoveras efter behov. Hydroforer ska kontrolleras invändigt och om nödvändigt

Intervall	Utförare	Moment
		tömmas och rengöras. Torrörsalarmventiler ska provas vart tredje år genom fullt flödesprov (Not: Tillägg till SS-EN 12845:2015 enligt SBF 120:8).
Vart 10:e år	Extern	Invändig kontroll, rengöring och vid behov underhåll av ytskikt av tankar. Invändig kontroll av rör för torrörssystem och pre-actionsystem (Not: Tillägg till SS-EN 12845:2015 enligt SBF 120:8).
Vart 25:e år	Extern	Renspolning och invändig kontroll av våtrörssystem och kontroll av sprinkler (Not: Tillägg till SS-EN 12845:2015 enligt SBF 120:8).
Varje år	Extern	Sprinklersystemet ska regelbundet besiktigas av en kvalificerad person, åtminstone en gång per år.
Varje år	Extern	Service.

Vissa av momenten kan sannolikt samordnas; den årliga kapacitetsprovingen av pump(ar) kan göras vid den årliga besiktningen eller servicen. Detsamma gäller de moment som görs var 3:e, 10:e eller 25:e år som kan kombineras med den årliga servicen.

2.2 Installation av vattendimmsystem

Installation av vattendimma görs i Sverige idag ofta enligt Brandskyddsföreningens regler i SBF 503:2 från 2023 och standarden SS-EN 14972-1:2020. Brandskyddsföreningen publicerar regler för anläggarefirmor avseende installation och service av vattendimanläggningar. De första SBF-reglerna för vattendimma utkom år 2019 och här kan noteras att alla installationer som beskrivs i denna rapport utförts innan detta år.

Flertalet av vattendiminstallationerna i kyrkor har inte byggts enligt regler/standarder då nationella sådana saknats och dessa inte omfattar till exempel utvändigt skydd av träfasader och trätak som ofta förekommer i de kyrkor som har skyddats med vattendimma. Brandskyddskonsulter alternativt installatörer har i stället tagit fram underlag för installationernas utformning.

I Tabell 2 redovisas de tidsintervall och moment som krävs för kontroll, drift, service och besiktning. För en komplett beskrivning av ingående moment, se SS-EN 14972-1:2020 och SBF 503:2. Kontroll och provning ska journalföras. Genomförd service och provning ska dokumenteras i ett protokoll som överlämnas till användaren och ska ange alla åtgärder som vidtagits eller behöver vidtas.

Tabell 2 Tidsintervall och moment vid kontroll, drift, service och besiktning av vattendimmsystem enligt SS-EN 14972-1:2020 och SBF 503:2.

Intervall	Utförare	Moment
Varje vecka	Intern	Kontroller: Avläsning av vattentryck, kontroll av vattennivå i tank(ar), kontroll av avstängningsventilers läge, kontroll av larmfunktion för respektive larmventil. Pumpstartprov: Kontroll av automatisk pumpstart och starttryck. Kontroll av diesel- och smörjoljenivåer, oljetryck och kylvattenflöde. Därefter omstartsprov av dieselmotor och drift i 20 minuter med kontroll av oljetryck, motortemperatur, mm.
Varje månad	Intern	Eventuella värmesystem som förhindrar frysning ska kontrolleras liksom elektrolytnivå och densitet för alla bly-syra-celler (inklusive startbatteri och batterier till kontrollpanel).
Varje kvartal	Intern	Vattenkällor: Varje vattenkälla ska provas med varje larmventilsenhet i systemet. Elektriska anslutningar: Eventuella sekundära elektriska anslutningar från dieselgeneratorer ska kontrolleras så att de fungerar tillfredsställande. Brandlarmets flödes- och/eller tryckvakter: Provas genom att provventilen för larmet aktiveras för att simulera flödet till ett munstycke. Automatisk pumpstart, vattenflöde och vattenflödeslarm kontrolleras.

Intervall	Utförare	Moment
		Utbyte: De utbytesdelar som finns i reserv ska kontrolleras vad gäller antal och skick samt fyllas på vid behov. Okulär kontroll: Hela rörsystemet och munstycken kontrolleras okulärt. Not: Tillägg till SS-EN 14972-1:2020 enligt SBF 503:2.
Halvårsvis	Intern	Torr- och delugeventiler: De rörliga delarna manövreras och funktionen och överensstämmelse med DIOM-manualen kontrolleras. Provning av branddetekterings- och larmsystem: Branddetekterings- och larmsystem ska provas och servas i enlighet med EN 54 eller nationella föreskrifter.
Varje år	Extern	Riskrevidering: Identifiering och bedömning (av behörig person) av eventuella ändringar av byggnad, användningsområde, lagringskonfiguration, uppvärmning, belysning, utrustning, m.m. på riskklassificering och installationsdimensionering. Vattendimmunstycken: En visuell inspektion av munstyckena avseende möjlighet till aktivering av värme och hinder för spridningsbild. Automatisk flödesprovning av pumpenheter: Kapacitetsprov vid full belastning. Startfelsprovning av dieselmotor: Verifiering av larm för misslyckat startförsök. Påfyllningsventiler i vattenlagringstankar: Funktionsprovning. Pump- och systemsilar: Kontroll och vid behov rengöring av pump- och systemsilar. Rör och rörhållare: Kontroll avseende korrosion och mekaniska skador. Rören ska kontrolleras med avseende på elektriska jordningsanslutningar. Undersökning av cylindrar och tankar: Utvändig granskning avseende tecken på skada eller obehörig ändring samt skada på systemslangar. Fjärröverföring av larm: Elektrisk överföring och kvittering kontrolleras. Systemintegritet: Systemet ska kontrolleras visuellt med avseende på läckage. Vid misstanke om läckage ska en provtryckning genomföras. Kapacitetsprov: Ska genomföras enligt SBF 142. Not: Tillägg till SS-EN 14972-1:2020 enligt SBF 503:2. Kontroll av vattenkvalitet: Ska uppfylla kraven i DIOM. Not: Tillägg till SS-EN 14972-1:2020 enligt SBF 503:2.
Vart 3:e år	Extern	Lagringstankar: Alla tankar ska granskas in- och utvändigt med avseende på korrosion samt rengöras samt och målas om och/eller få förbättrat korrosionsskydd vid behov. Avstängnings-, larm- och backventiler i vattentillförseln: Ska granskas och bytas ut eller ses över vid behov.
Vart 5:e år	-	Femårsrutin behöver ej utföras. Not: Ändring av SS-EN 14972-1:2020 SBF 503:2.
Vart 10:e år	Extern	Rörledning: Ska rensolas och kontrolleras i överensstämmelse med DIOM-manualen. Rörsystem: Ska kontrolleras enligt 9.2.12 vilket innebär att det rensolas, provtrycks och att invändig och utvändig rörkontroll görs. Kontroll av munstycken: Funktionskontroll av munstycken vid laboratorium.
Varje år	Extern	Tredjepartskontroll: Revisionsbesiktning enligt SBF 141.

Not: Med DIOM avses tillverkarens anvisningar, Design, Installation, Operation, Maintenance.

Vissa av momenten kan sannolikt samordnas.

2.3 Olika typer av sprinklersystem

Det finns i princip fem olika typer av sprinklersystem, oavsett om systemet är ett traditionellt sprinklersystem eller ett vattendimsystem:

- Våtrörssystem.
- Torrörssystem.
- Pre-actionsystem (föraktiveringssystem).
- Deluge-system (gruppkaktiveringssystem).
- Tomrörssystem.

De olika systemtyperna beskrivs översiktligt nedan.

2.3.1 Våtrörssystem

Ett våtrörssystem är ett system där sprinklerrören står fyllda med vatten under tryck, vilket begränsar användningen till byggnader utan frysrisk. Vatten distribueras omedelbart från sprinklerna när de aktiveras av värmen från en brand. Våtrörssystem kan betraktas som den enklaste, billigaste och mest tillförlitliga systemtypen. Frysning kan till exempel förhindras genom att ett frysskyddsmedel tillförs vattnet i rören eller att rören förses med termisk isolering och värmekabel.

2.3.2 Torrörssystem

Ett torrörssystem är ett sprinklersystem där sprinklerrören står fyllda med tryckluft eller trycksatt kvävgas. Systemtypen används i oisolerade och ouppvärmade byggnader eller system där rören är förlagda utomhus. När en eller flera sprinkler aktiveras av värmen från en brand strömmar luften/kvävgasen ut, en ventil öppnar och vattnet strömmar in i rörsystemet och fram till den eller de sprinkler som aktiverats. Från det att en sprinkler aktiverats finns en fördröjning tills vattnet distribueras. Enligt nuvarande SBF-regelverk för sprinkler tillåts maximalt 60 sekunders fördröjning. Denna tidsfördröjning medför att branden hinner bli större jämfört med ett våtrörssystem innan den kontrolleras av sprinklerna. Eftersom fler sprinkler förväntas aktiveras ökas verkningsytan (den yta med sprinkler som förväntas aktiveras vid brand) med 25 % jämfört med våtrörssystem. Vattenkällans storlek (volym) blir därmed 25 % större jämfört med ett våtrörssystem. För vattendimsystem ska tidsfördröjningen tills vattnet distribueras vara enligt tillverkarens anvisningar, Design, Installation, Operation, Maintenance (DIOM).

Torrörssystem kräver uppåtriktade sprinkler för att inte kvarstående vatten (efter provning eller aktivering) ska ansamlas i sprinklernas inlopp som då utgör en lågpunkt. Konsekvenserna av installation av nedåtriktade sprinkler i ett torrörssystem visas senare i rapporten. Torrörssystem utformas som grenrörssystem och rören ska förläggas med lutning mot en lågpunkt med dräneringsventil. Enligt nuvarande SBF-regelverk för sprinkler erfordras att rör för torrörssystem minst ska uppfylla "...kraven för korrosivitetsklass C2 enligt SS-EN ISO 1461 eller SS 3603". Regelverket säger också att: "Risk för invändig korrosion vid invändigt galvaniserade rör ska beaktas". För vattendimma gäller att rör ska vara utformade enligt tillverkarens anvisningar (DIOM).

Fördelen med kvävgas i stället för tryckluft är att den invändiga korrosionen i rören går långsammare. Det finns kvävgasgeneratorer på marknaden som är särskilt anpassade för sprinklersystem samt kommersiella övervakningssystem av bland annat kvävgashalt och övertryck via mobilapp.

Torrörssystem är mer komplexa än våtrörssystem vilket ställer högre krav på kontroll, provning och underhåll. Efter provningen eller aktivering behöver rörsystemet dräneras men kvarstående vatten kan ansamlas i lågpunkter vilket bidrar till en hög fukthalt i rören som i kombination med tryckluften ger en ökad sannolikhet för korrosion och läckage.

2.3.3 Pre-actionsystem (föraktiveringssystem)

Dessa system används i byggnader eller utrymmen där det finns risk för frysning och/eller i byggnader eller utrymmen som är extra känsliga för vattenskador. Systemet

är en kombination av ett torrörssystem och ett branddetektionssystem installerade inom samma område.

För så kallade "single-interlock"-system är principen att rörsystemet börjar att fyllas med vatten vid brandlarm. Vid långsamma brandförlopp är därmed tiden från dess att sprinklerna aktiveras av värmen från en brand tills vattnet distribueras kortare än för ett torrörssystem. En nackdel är att ett felaktigt brandlarm kan fylla upp ett rörssystem i ett kallt utrymme och att vattnet hinner frysa innan rörsystemet dränerats.

För så kallade "double-interlock"-system är principen att både minst en branddetektor och en eller flera sprinkler måste aktiveras innan rörsystemet fylls med vatten fram till sprinklerna. En avsiktlig eller oavsiktlig åverkan på en sprinkler leder alltså inte till någon vattenskada och ett oavsiktligt brandlarm fyller inte upp rörsystemet med vatten. Ibland används det svenska begreppet "dubbelsäkrat föraktiveringssystem" för att beskriva denna typ av system.

Vad gäller komplexitet och tillförlitlighet delar pre-actionsystemen de nackdelar som finns med torrörssystem. Beroendet av ett branddetektionssystem bidrar till ytterligare komplexitet och reducerad tillförlitlighet.

2.3.4 Deluge-system (gruppaktiveringssystem)

I denna typ av system är öppna vattenspraymunstycken eller sprinkler anslutna till ett rörssystem. När systemet aktiveras, vilken kan ske automatiskt av ett branddetektionssystem med branddetektorer placerade inom samma område som munstyckena och/eller manuellt, distribueras vatten över hela det skyddade området.

Gruppaktiveringssystem som aktiverar automatiskt vid brand är vanliga på kyrkor för skydd av träfasader eller som skydd av brännbara tak. Figur 1 visar ett system för en träfasad. Det förekommer även automatiska gruppaktiveringssystem på kyrkvindar. Exempel på manuella gruppaktiveringssystem är system som installeras över eller under teaterscener för att skydda scenmaskineriet. Dessa system kräver att eventuell vattenpump startas och att en ventil öppnas för att starta vattenpåföringen.



Figur 1 Utvändigt rörsystem med öppna sprinkler för vattenbegjutning av träfasaden. I just detta fall öppnas en ventil till rörsystemet när två parallella tryckluftsfyllda detektionsslangar under takfoten brinner av. Foto: Magnus Arvidson, RISE.

2.3.5 Tomrörssystem

Tomrörssystem är ett manuellt aktiverat 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. Systemen förekommer som skydd av vindar, klockstaplar eller fasader. Figur 2 visar hur anslutningarna har anordnats på en kyrka och klockstapel.



Figur 2 Anslutningar ('brandkårsanslutning') där räddningstjänsten kan ansluta brandslang kopplad till vattenpumpen på ett räddningsfordon. Rören leder vidare upp till ett rörsystem med både öppna och slutna/automatiska sprinkler i en klockstapel respektive slutna sprinkler på en kyrkvind i en kyrka från slutet av 1600-talet. Foto: Magnus Arvidson, RISE.

Grunden till att välja slutna sprinkler med glasbulb eller smältlänk är att försöka att begränsa det totala vattenflödet och att bara vattenbegjuta områden nära branden.

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. Ett exempel på detta är branden i träkyrkan i Ylivieska från 1786 i finska Österbotten som förstördes i en våldsam anlagd brand på påskdagen 2016. En man bröt sig in i kyrkan och använde bensin för att anlägga branden. Det gjorde att branden snabbt blev mycket kraftig. Räddningstjänsten kunde inte använda tomrörsystemet som fanns installerat i kyrkan eftersom den kraftiga hettan hindrade brandmännen från att komma åt brandkårsanslutningen som låg intill kyrkväggen. Det var också omöjligt för räddningstjänsten att ta sig in i kyrkan eftersom branden var så kraftig. Efter någon timme störtade kyrkans tak in. Brandanläggaren greps i närheten av kyrkan, erkände och dömdes senare för dådet (von Kraemer, 2016).

Brandens omfattning innan vattenpåföringen startar är det ena problemet. Det andra problemet är att anläggningen riskerar att ha hunnit skadas av branden innan den aktiverats och därför inte är funktionsduglig.

Systemen var tidigare vanliga på vindar och i klocktorn i större stadskyrkor. Anslutningspunkten låg då ofta en bra bit från kyrkan för att ge ett visst skyddsavstånd mot nedfallande byggnadsdelar. Under alla omständigheter erbjuder systemen ett betydligt mer personsäkert sätt att angripa en brand än att rökdykare går in i byggnaden. Många system finns fortfarande kvar i mindre och medelstora landsbygdskyrkor.

3 Kyrkor eller andra kulturhistoriskt värdefulla byggnader med sprinklersystem

I detta kapitel redovisas översiktligt hur sprinklersystemen är utformade i de kyrkor eller andra kulturhistoriskt värdefulla byggnader som identifierades i projektet. Som tidigare sagts är de specifika objekten inte angivna med undantag för de objekt som är allmänt omnämnda i andra publika källor och referenser.

3.1 Mindre och medelstora landsbygdskyrkor

Efter branden ombord på passagerarfartyget Scandinavian Star 1990, som krävde 158 människoliv, skärpte det internationella sjösäkerhetsorganet International Maritime Organization (IMO) kraven på brandsäkerhet. De nya reglerna berörde inte bara nybyggda passagerarfartyg utan också - enligt en särskild tidsplan - befintliga fartyg. Utöver högre krav på brandegenskaperna på ytskikt krävde IMO också installation av brandlarm och sprinklersystem i passagerarutrymmen. De nya kraven öppnade en stor marknad för alternativa sprinklersystem ('vattendimma') där lägre vattenflöde, lägre totalvikt och klenare rördimensioner var viktiga egenskaper. Under samma tidsperiod påbörjades utfasningen av släckgasen halon och andra ozonnedbrytande kemikalier enligt det så kallade Montrealprotokollet. Det fanns därmed också ett behov av att utveckla mer miljövänliga alternativ för fartygsmaskinrum. I början av 1990-talet inleddes därför en snabb teknikutveckling av vattendimsystem som också involverade företag som inte tidigare jobbat med brandskyddssystem (Arvidson och Hertzberg, 2006).

För landbaserade installationer fanns inte samma tydliga incitament för nya typer av sprinklersystem. Kyrkor och andra kulturhistoriska byggnader blev dock en tillämpning där marknadens aktörer lyfte fram lägre vattenflöden, mindre risk för vattenskador och klenare rördimensioner som positiva kvaliteter jämfört med traditionella sprinklersystem. I början och mitten av 2000-talet installerades sprinklersystem i flera mindre och medelstora landsbygdskyrkor. För några av kyrkorna hämtades inspiration från Norge där vattendimsystem installerats i flera stavkyrkor. I några fall anlätades också norska brandskyddskonsulter som bidrog med sina erfarenheter. Några av de första installationerna blev mycket komplexa där vattendimsystem installerades för att skydda invändiga utrymmen som kyrksal, sakristia, vapenhus och vindsutrymmen men där traditionella sprinklersystem installerades för att vattenbegjuta brännbara yttertak och fasader.

Sprinklerinstallationerna i mindre och medelstora landsbygdskyrkor ser principiellt ganska lika ut. Den typiska installationen består av en uppvärmd och isolerad teknikbyggnad placerad nära kyrkan. I teknikbyggnaden finns vattentank, pumpar, elkraftsgenerator (vid behov) och ibland systemets sektionsventiler. Från teknikbyggnaden löper markförlagda rörledningar fram till kyrkan. Ofta förläggs rören i en rörkulvert vilket förenklar inspektion och eventuellt utbyte av rör. Rören förläggs med lutning mot en avtappningsventil. För vissa kyrkor går det att hitta ett utrymme i kyrkan

där rören kan dras vidare upp till vinden så att rören blir dolda. I andra fall finns det inte några sådana utrymmen och då kan en utvändig påbyggnad behövas. Flera kyrkor har mindre, nybyggda, uppvärmda utrymmen eller skåp för sektionsventiler. På vinden sker rördragning till invändiga utrymmen som kyrkorum, sakristia och vapenhus samt i förekommande fall till ytterfasader och yttertak. Rördragningen på vinden kan alltså vara relativt omfattande och eftersom vindarna i allmänhet är oisolerade ligger rören exponerade för både värme och kyla.

För invändiga utrymmen och i vindsutrymmet är det vanligt med antingen torrörssystem eller våtrörssystem med frysskyddsmedel och automatiska sprinkler (sprinkler med glasbulb eller smältlänk). I kyrkor som är helt eller delvis uppvärmda förekommer våtrörssystem utan inblandning av frysskyddsmedel.

För fasader och yttertak används vanligen gruppaktiveringssystem med öppna munstycken som är indelade i sektioner som aktiveras av ett separat branddetektionssystem. Den vanligaste typen av branddetektionssystem har en kabel som kortsluter (av värmen från branden). Detta strömbortfall detekteras och en elektrisk signal öppnar rätt sektionsventil. En annan mindre vanlig lösning (ett par kyrkor) har två parallella polymerslangar per sprinklersektion som är fyllda med luft under tryck. När slangarna brinner av fås ett tryckfall som pneumatiskt öppnar en ventil. Denna lösning är därmed inte beroende av elkraft.

Argumenten mot att använda vattendimma för de utvändiga delarna var att de mindre vattendropparna riskerade att påverkas av vind. För de kyrkor (merparten) där vattendimsystem faktiskt installerades utvändigt är det dock uppenbart att munstyckenas spridningsbild optimerades för att göra dem mindre känsliga mot vindpåverkan. Munstyckena har en spridningsbild med samlade strålar som träffar vägg- eller takytan innan vattenstrålarna atomiserats till mindre vattendroppar. När väl vattnet rinner ned längs vägg- eller takytan är påverkan av vind liten. Figur 3 visar en aktivering av ett högtryckssystem med öppna munstycken som vattenbegjuter en kyrkas spåntak.



Figur 3 Aktivering av ett högtryckssystem med öppna munstycken som vattenbegjuter kyrkans spåntak. Dagen när provet genomfördes var blåsigt. Foto: Magnus Arvidson, RISE.

Oftast saknas kommunalt vatten med erforderlig kapacitet. Då erfordras bassäng eller tank med tillhörande pumpar. Vattenkällans varaktighet ska enligt sprinklerreglerna SBF 120:8 vara minst 60 minuter. Men ofta har denna tid reducerats och anpassats efter räddningstjänstens insatstid. Eftersom strömbrott kan förekomma används vanligen någon av följande pumplösningar:

- En elmotordriven pump kombinerad med en dieselmotordriven pump alternativt två dieseldrivna pumpar.
- En eller två elmotordrivna pumpar anslutna till det allmänna elnätet kombinerat med en reservkraftmatning från en dieselgenerator.
- Pump som drivs av komprimerad gas, vanligen kvävgas, i tryckkärl. En tillverkare av högtryckssystem har benämningen Gas Pump Unit (GPU) för denna lösning.

3.2 Större stadskyrkor

Den mest kända kyrkobränden i modern tid är den i Katarina kyrka i Stockholm natten mot den 17 maj 1990. Kyrkan hade återinvigts 1989 efter en renovering som kostade 22 miljoner kr. Branden antogs ha berott på ett tekniskt fel i elledningen till den stora centrala takkronan (Alexandersson och Karls Fors, 2004). Kyrkans hade ett sprinklersystem, ett tomrörsystem installerat på 1960-talet med anslutning för Räddningstjänsten. Men det fanns inga sprinkler där branden startade vilket kan förklara varför systemet inte var effektivt vid insatsen (Samtal med Emil Egeltöft, 2023). År 1995 återinvigdes kyrkan och i samband med återuppbyggnaden förstärktes

brandskyddet med nya brandcellsgränser och ett modernt sprinklersystem (Alexandersson och Karls Fors, 2004).

Flera större stadskyrkor med sprinklersystem identifierades. Eftersom kyrkorna vanligtvis är byggda av sten eller tegel är det inte aktuellt med utvändiga sprinkler som är vanligt för de mindre kyrkor av trä som diskuteras ovan. En annan skillnad är att kyrkorummen vanligtvis inte har sprinkler eftersom rummen är stora och höga. Vanligast är att sprinkler är installerade i vinds- och tornutrymmen. Det är utrymmen där byggnadskonstruktionen är av trä och utrymmena är dessutom mycket svåråtkomliga för manuell brandsläckning. Figur 4 visar vinden på en större kyrka.



Figur 4 Vindsutrymme i en större stadskyrka. Ett traditionellt sprinklersystem (pre-actionsystem) är installerat. Sprinklerrören är av rostfritt stål. Foto: Magnus Arvidson, RISE.

De flesta av de skyddade stadskyrkorna som identifierades har traditionella sprinklersystem; endast en större stadskyrka med vattendimsystem identifierades. Vattenförsörjningen för sprinkler i stadskyrkorna matas ofta via kommunala vattenledningsnätet. För höga byggnader erfordras ofta en eller flera tryckstegringspumpar.

3.3 Andra kulturhistoriskt värdefulla byggnader

Under denna kategori återfinns större byggnader som slott och museer eller mindre, äldre byggnader som bedriver till exempel hotell- eller restaurangverksamhet och där sprinkler installerats för att i första hand förbättra personsäkerheten. Ofta har byggnaderna traditionella sprinklersystem. Två slott med vattendimsystem identifierades, men det kan finnas fler anläggningar.

På grund av risk för vattenskada har museer ofta pre-actionsystem, i övrigt går det inte att säga att systemen är utformade på något specifikt sätt.

År 2008 installerades ett traditionellt sprinklersystem på vindarna på Kalmar slott med en typ av vindssprinkler som installeras vidnock. Sprinklersystemet är ett torrörssystem och för att skydda interiörerna i Gyllene salen och Slottskyrkan från släckvatten vid en aktivering av sprinkler eller vid ett läckage (från vindarna ovanför) har ett tätskikt av plåt installerats. Utlopp från skyddstaket mynnar ut genom fasad mot yttre borggården (Edlund, 2015).

Nationalmuseum återinvigdes 2018 efter en komplex renovering som pågick i fyra år. Byggnaden har ett traditionellt sprinklersystem (våtrörssystem) med plaströr och diskret installation av sprinklerna, bland annat så har så kallade horisontella väggssprinkler använts. Systemet har ett dräneringssystem för avrinning av vatten ut genom fasad (Bengtson *et al.*, 2018).

4 Aktivering vid brand

4.1 Allmänt

Aktivering av sprinkler föranledd av brand är ovanligt, dels för att bränder är sällsynta, dels för att det inte är ovanligt att en brand upptäcks och begränsas i skedet innan temperaturen är så hög att automatiska sprinkler eller branddetektorer aktiveras. Några fall identifierades dock.

4.2 Branden på Etnografiska museet i Stockholm (2012)

Branden på Etnografiska museet i Stockholm i oktober 2012 började i ett kylrum där nästan 4 000 föremål förvarades. Orsaken till branden var ett elfel i en klimatgivare. Branden i sig inte var inte särskilt omfattande men ett antal föremål totalförstördes och runt 700 föremål vattenskadades. Dessutom rökskadades samtliga föremål som förvarades i kylrummet (Wandrell, 2017).

En rökdykarinsats mot branden i kylrummet initierades tidigt efter räddningstjänstens ankomst (första enhet var på plats klockan 15:22). Enligt räddningsledaren var kylrummet helt rökfyllt och man försökte lokalisera branden bland annat med hjälp av värmekamera. Efter kort tid förbättrades sikten och rökdykarna kunde så småningom lokalisera själva brandhärden till kompaktlagerhyllor som kollapsat/sjunkit ihop. När hyllorna bändes isär för att lokalisera och komma åt brandhärden intensifierades branden och två sprinkler aktiverades varvid branden kontrollerades. Vattnet från sprinklerna nådde dock inte alla delar av branden och därför krävdes manuella släckinsatser med mindre vattenmängder för att helt släcka den. Insatsen ansågs avslutad klockan 17:15 och den sista enheten lämnade platsen klockan 20:25. Trots att sprinklervattnet spred sig över stora golvytor skadades inga föremål (här noteras att ovanstående referens beskriver mer omfattande vattenskador), då museet, med erfarenhet från tidigare vattenskada, lagrar alla sina föremål på lastpallar med en nivåskillnad över golv (Holmstedt och Wisén, 2012).

4.3 Branden i Grafikens hus i Mariefred (2014)

Branden är intressant eftersom den visar att det är viktigt att installera sprinkler i alla delar av en byggnad. Branden startade tidigt på morgonen den 16 mars 2014 i någon av de angränsande lokalerna till konsthallen Grafikens hus. En av lokalerna i byggnaden användes av den lokala golfklubben och den andra stod tom. Lokalerna saknade både automatiskt brandlarm och sprinklersystem. De delar av bygganden som inrymde Grafikens hus hade däremot både ett automatiskt brandlarm och ett sprinklersystem som installerades 1996 med en kommunal enkelmatad vattenförsörjning. Verkstadsdelen var i princip utförd i riskklass N3 och övriga ytor i riskklass N1. Not: Riskklasserna som anges kallas numera OH3 och OH1. Arkivet hade dock inte sprinkler. När räddningstjänsten anlände var byggnaden helt övertänd. Branden gav

upphov till ett enormt gnistregn och därför tvingades man redan i ett tidigt skede att placera ut personal ner mot samhället, flera hundra meter från själva branden, för att säkerställa att inga ytterligare bränder skulle uppstå. Erfarenheterna från branden visar på vikten att hela bygganden förses med sprinkler. Annars finns en risk att en brand som börjar i de icke skyddade delarna bryter igenom bristfälligt utförda brandsektionerande väggar som ger en brand som sprinklersystemet inte är dimensionerat för (Holmstedt, 2014).

Enligt uppgifter i media uppstod branden i samband med att en 24-årig man och hans två kamrater letade efter något att stjäla i förråden utanför byggnaden. När de inte hittade något av värde rökte 24-åringen en cigarett och fimpen som kastades orsakade en plötslig brand, troligen i brandfarliga vätskor som förvarades i förrådet. När han ser att det börjar brinna får han panik och beger sig därifrån i bil utan att larma (Persson, 2017).

4.4 Branden på Kungliga Operan i Stockholm (2019)

Kungliga Operan i Stockholm uppfördes åren 1887 - 1898 och är ett statligt byggnadsminne som förvaltas av Statens fastighetsverk. Byggnaden har ett heltäckande brandlarmsystem och vissa delar har ett sprinklersystem. Klockan 03:32 på morgonen den 14 maj 2019 inkommer att automatlarm och flera enheter larmas till byggnaden. Rökdykarna har svårt att orientera sig trots att man har orienteringsritningar och brandgasspridning till flera utrymmen konstateras. I utrymmet under den stora scenen hittar man brandkällan som är släckt av två aktiverade sprinkler (From, 2019).

Branden visade sig ha startat i en teknisk installation under en säng som användes i föreställningen Dracula. Installationen (för visuella effekter rök, mm) försörjdes med elektricitet via två bilbatterier som var placerade under sängen som var omsluten av tyg och hade sidor och överdel utförd i plywood samt en stomme av metallreglar. Brandskadorna medförde att den föreställning som skulle genomföras samma dag ställdes in men dagen efter kunde verksamhet bedrivas som vanligt.

Rapporten utmynnar i ett antal förbättringsförslag från Storstockholms brandförsvår riktade till fastighetsägare och verksamhetsutövare i deras systematiska brandskyddsarbete. Vad gäller byggnadens sprinklersystem är slutsatserna att:

- Det automatiska sprinklersystemet och gruppaktiveringssystemet är integrerade med varandra och har samma vattenförsörjning. Sårbarheten av samtidig användning av byggnadens gruppaktiveringssystem och det automatiska sprinklersystemet bör förtydligas i insatsplanen.
- Orienteringsritningar för brandlarm och sprinkler, insatsplan samt området vid brandförsvartablån behöver kompletteras med information om byggnadens gruppaktiveringssystem.
- Nyckel till skåpet för gruppaktiveringssystemet kan placeras vid brandförsvartablån alternativt kompletteras till objektsnycklarna för det automatiska brandlarmet.
- Komplettera skyltning av vägen från brandförsvartablån till sprinklercentralen för att säkerställa att räddningstjänsten snabbt kan hitta till sprinklercentralen.

4.5 Branden på Sandhamn Seglarhotell (2023)

Den 9 maj 2023, klockan 07:46 inkommer ett larm via telefon till larmcentralen om en brand i spaavdelningen på Sandhamn Seglarhotell. Verksamheten bedrivs i två byggnader, en äldre byggnad med bland annat restaurang och receptionsdel, samt en nyare del med hotellrum, konferenslokaler, gym och en spaavdelning med pool och behandlingsrum. Hotellbyggnaden uppfördes 1999 men spaavdelningen i samma byggnad är ombyggd i ett senare skede. Vissa av behandlingsrummen har använts som förråd för förbrukningsmaterial och annan materiel och rummen har fyllts med kartonger och madrasser ända upp till tak. Behandlingsrummen har sprinkler (From och Tomtin, 2023).

Ungefär klockan 07:40 aktiveras hotellets brand- och utrymningslarm. Utrymningsorganisationen aktiveras, hotellet börjar utrymmas och en kontroll av orsaken till larmet genomförs. Personal i angränsning till spaavdelningen känner röklukt och upptäcker en brand i ett av förråden/behandlingsrummen på plan 1 (markplan). De larmar larmcentralen via telefon. Från rummet, som är helt fyllt med kartonger, kommer tjock rök ut och personalen bedömer att det brinner i mitten av rummets övre del. Personalen börjar ta ut kartonger för att hitta branden men röken tilltar. Ett släckförsök med handbrandsläckare görs innan dörren stängs.

Klockan 08:03 anländer brandvärnet till hotellet. De lyckas inte släcka initialbranden bland kartongerna och branden och röken tilltar. De stänger dörren och retirerar till rökfri miljö. Därefter aktiveras en sprinkler i förrådet av värmen från branden. Omkring klockan 09:05 anländer ytterligare enheter med helikopter och med brandbåt. Kontroll och ventilerings av rök från byggnaden görs och sprinklersystemet slås av. Vattenskador begränsades genom att raka vatten på golvet ned i golvbrunnar. Räddningsinsatsen avslutas klockan 10:49.

Utredarnas bedömning är att branden troligtvis berodde på värmeöverföring från förrådets takspotlight med halogenlampa till närliggande kartonger med tofflor. Utredarna bedömer också att sprinklersystemet har varit avgörande för att branden dämpats och inte utvecklats till en större rumsbrand. Men sprinklersystemets effektivitet har begränsats av att kartonger hade staplats högt och nära aktuell sprinkler. Därför kunde vatten från sprinklern inte nå initialbranden. Branden begränsas till förrådet, men rökspridning sker till fyra hotell-lägenheter i fastigheten. Ingen person skadas vid olyckstillfället.

I ett angränsande rum finner utredarna att madrasser är staplade så högt att de blockerar en sprinkler. Madrassen närmast taket visar tecken på värmepåverkan av spotlights och hade kunnat startat ytterligare en brand. En av rekommendationerna efter branden är därför att förvaring av material inte får ske på ett avstånd närmare/högre än 50 centimeter från/under sprinkler. Verksamheten bör komplettera sin egenkontroll av brandskyddet med regelbunden inspektion av detta.

4.6 Branden i Eksjö (2015)

Med finansiering via Sprinklerfrämjandet installerades två fasadsprinklersystem med öppna munstycken mellan de två kvarter som ligger tätast i Gamla stan i Eksjö. Vid en brand kan räddningstjänsten ansluta vatten från räddningsfordon eller från en

motorspruta så att fasaden vattenbegjuts. Sprinklersystemen kan påföra vatten över en fasadlängd om cirka 30 meter och kräver ett vattenflöde på vardera 1 800 l/min (Hjorth, 2018 samt Glenting, 2002). Den 16 augusti 2015 startade en brand i en lägenhet på Vaxblekaregränd. En hel fastighet med tre huskroppar med kulturhistoriskt värde totalförstördes och en person omkommer vid branden. Enligt olycksutredningen av Myndigheten för samhällsskydd och beredskap (MSB, 2016) efter branden tog det relativt lång tid innan fasadsprinklern kunde kopplas upp och trycksättas med vatten från en motorspruta eftersom en pågående rökdykarinsats blev resurskrävande. Det fanns helt enkelt inte tillräckligt med personal för att klara båda uppgifterna. Men utredningen bedömer att den utvändiga vattenbegjutningen sannolikt var en avgörande faktor som förhindrade brandspridning över Vaxblekaregränd till nästa kvarter. Dessutom frigjordes delar av den personal som fanns vid fastigheten när väl vattenbegjutningen kom i gång, vilket blev en tillgång i insatsen.

5 Aktivering eller utströmning av vatten utan brand

5.1 Allmänt

Flera fall med aktivering av sprinkler eller utströmning av vatten utan att det brinner dokumenterades enligt nedan.

5.2 Aktivering av munstycke i mindre träkyrka (2021)

Träkyrkan färdigställdes i slutet av 1600-talet och har ett högtryckssystem installerat år 2006. I kyrksalen och övriga invändiga utrymmen samt på kyrkvinden är ett torrörssystem installerat. Vintern 2021 skedde en vattenskada när ett automatiskt munstycke (med glasbulb) löste ut och en stor mängd vatten rann ner i kyrkorummet. Vattenskador uppstod på väggmålningar och inredning och bjälklaget fylldes med vatten. Sanering och torkning påbörjades omgående. Kyrkan stängdes för en tid, delar av golvet i kyrkorummet byttes och väggmålningar restaurerades av en konservator. Skadan täcktes till stor del av pastoratets försäkring. Orsaken till aktiveringen är oklar men kan ha berott på frysning av kondensvatten i rörsystemet eller materialutmattning i glasbulb/munstycke (Fransson, 2023).

5.3 Aktivering av munstycke i mindre träkyrka (2018)

I februari 2018, det vill säga vintertid, aktiverade ett automatiskt vattendimmunstycke på vinden i kyrkan av okänd anledning. Nuvarande träkyrka uppfördes vid slutet av 1400-talet men byggdes till under 1600- och 1700-talen. Vinden har träbjälklag med mineralullsisolering och därunder träplank som utgör taket i kyrksalen. Sprinklersystemet på vinden är ett vattendimsystem (högtryck) utfört som ett torrörssystem och installerades 2005.

Delar av bjälklaget blev skadat med förhöjd fuktnivå i isolering, blöta bjälkar och träplank. Träplanken i kyrksalen hade en förhöjd fuktnivå och synliga missfärgningar. Golvplanken i kyrksalen samt underliggande isolering hade en något förhöjd fuktnivå. Tecken fanns på att vatten runnit ned till grunden under kyrksalen men det var svårt att bekräfta på grund av begränsade åtkomstmöjligheter. De delar av mineralullsisoleringen som var blöta samt underliggande papp i vindsbjälklaget revs ut. Därefter torkades träbjälkar och träplank med avfuktare placerad under ett skynke med byggplast. Golvplanken torkades och därefter demonterades en golvplanka för kontroll av fuktnivå i underliggande golvisolering. Fuktnivån var tillfyllest och golvplankan återställdes utan åtgärder (Nilsson, 2018).

Figur 5 är från platsbesöket hösten 2023 och visar delar av den mineralullsisolering i vindsbjälklaget som byttes och missfärgning av en takplanka sett från golvet i kyrksalen.



Figur 5 Delar av den mineralullsisolering i vindsbjälklaget som byttes sett från en plattform vid taknock och missfärgning av takplanka sett från kyrksalen. Mineralullsisoleringen som byttes ut är försedd med ett ytskikt av papper. Foto: Magnus Arvidson, RISE.

5.4 Aktiveringar av munstycken i mindre träkyrka (2009 och 2010)

År 2008 installerades ett vattendimsystem (högtryck) i en mindre kyrka från 1600-talet. Kyrksal, sakristia och vapenhus hade från början ett torrörssystem fyllt med tryckluft.

Det har varit två fall där automatiska munstycken (med glasbulb) på kyrkvinden aktiverat. Det första fallet var runt julen 2009. Enligt anläggningsskötarens minnesbilder inträffade aktiveringen sent på natten. Vad man kommer ihåg tog det ett tag innan systemet kunde slås av. Det blev ordentligt blött och stora delar av cellulosaisoleringen i vindsbjälklaget behövde bytas ut. Personal från Jönköpings läns museum genomförde en besiktning den 12 januari 2010. Enligt anteckningarna fanns då

mindre spår i måleriet och skadan betraktades som vara av mindre allvarlig art. Någon konserveringsåtgärd behöves inte.

Enligt en insatsrapport från räddningstjänsten inträffade den andra incidenten den 29 januari 2011, alltså drygt ett år senare. Larmet inkom cirka klockan 17:33 och första fordon ankom till kyrkan klockan 17:52, det vill säga efter 19 minuter. Enligt rapporten aktiverade två munstycken på vinden och rapporten beskriver att det var vattenskador i isolering, innertak (målningar) och på kyrkgolvet. Insatsen avslutades klockan 20:15 (Insatsrapport, 2011). Not: Uppskattningsvis ger varje munstycke cirka 15 l/min, varför i storleksordningen 600 liter vatten kan ha strömmat ut. Vid platsbesöket hösten 2023 noterades mindre färgsläpp i taket som troligen härrör från aktiveringarna.

Anläggningen har en större luftkompressor för renblåsning av rörsystemet. Erfarenhetsmässigt blev det dock aldrig riktigt torrt och det är därför troligt att de båda felaktiveringarna berodde på frysning eftersom de inträffade vintertid. Efter de båda aktiveringarna byggdes det ursprungliga torrörssystemet år 2011 om till ett våtrörssystem (med frysskyddsmedel). Efter bytet till frysskyddsmedel har kyrkan i stället fått problem med läckage genom munstycken och rörkopplingar. Det är återkommande nya munstycken och rörkopplingar som läcker, ibland syns bara några droppar då och då men i andra fall är det större mängder som kräver hink under munstycken/kopplingar.

5.5 Aktivering av munstycke i mindre träkyrka (2018)

Kyrkan som uppfördes i mitten av 1600-talet har ett högtryckssystem installerat år 2013 där alla delar av rörsystemet är fyllt med frysskyddsmedel. Ett automatiskt munstycke som var installerat under en takfot aktiverade den 25 mars 2018, det vill säga under våren. Figur 6 visar munstycket och här kan ses att skyddskorgens topp har brustit. Det invändiga trycket i rörsystemet har alltså överförts via glasbulben, som därmed har stått emot trycket, vilket inte skyddskorgens metalliska delar gjort. Här kan noteras att godstjockleken är som minst precis i anslutningen mellan byglarna och toppen. Vid aktiveringen genererades ett brandlarm. När anläggningsskötare kom fram upplevde denne att vattenflödet var lågt vilket talar för att munstycket var delvis igensatt. Aktiveringen förorsakade inga större materiella skador.

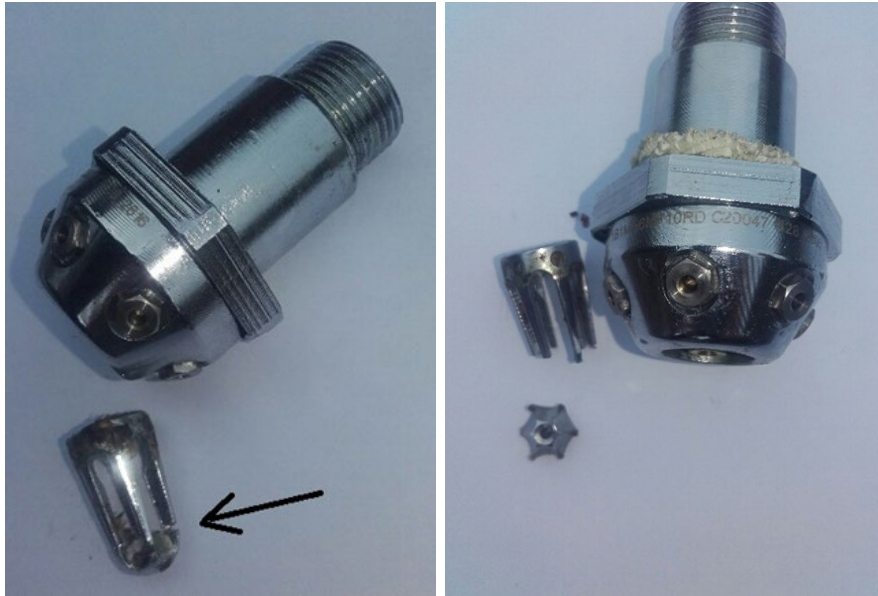


Figur 6 Automatiskt munstycke (högtryckssystem) installerat under takfot som aktiverade utan brand. Foto: Okänd.

5.6 Aktivering av munstycken i mindre träkyrka (2018)

Kyrkan som uppfördes som ett kapell i mitten av 1600-talet har ett högtryckssystem installerat år 2011 där alla delar av rörsystemet är fyllt med frysskyddsmedel. Två munstycken placerade på kyrkvinden ovanför korets altare respektive dopaltare aktiverade utan brand hösten 2018.

Figur 7 visar de båda munstyckena. För det ena av munstyckena kan ses en skada på en av skyddskorgens byglar. Skyddskorgens har dock inte brustit utan i detta fall är det glasbulben som har varit den svagaste länken. För det andra munstycket har skyddskorgens topp brustit. Det invändiga trycket i rörsystemet har alltså överförts via glasbulben, som därmed har stått emot trycket, vilket inte skyddskorgens metalliska delar gjort.



Figur 7 Automatiska munstycken (högtryckssystem) installerade på kyrkvind som aktiverade utan brand. Foto: Okänd.

5.7 Aktivering av munstycke i mindre träkyrka (2013)

Kyrkan i dess nuvarande form är från slutet av 1600-talet. Vid en renovering 2011 återfick kyrkan vitmålade innerväggar och tak. Dessutom installerades nya takarmaturer liksom ny skåpinredning i sakristia och ett nytt värmesystem och ett sprinklersystem (högtryck) installerades. Vapenhuset fick ett nytt trägolv och övriga golv renoverades. Återinvigningen skedde den 12 juni 2011. År 2013 inträffade en aktivering av ett vattendimmunestycke (högtryck) vilket ledde till omfattande vattenskadorna i södra delen av kyrkan. Vattenskadorna på byggnaden gick att åtgärda efter nedmontering av innerpanel och brädgolv. Men orgeln blev totalförstörd och ersattes av en digitalorgel, till vilken man har kunnat utnyttja den gamla orgelfasaden. Votivskeppet liksom malmkronan i taket skadades och fick renoveras (Rudéus, 2014).

Aktiveringen inträffade våren 2013. Systemet är delvis fyllt med frysskyddsmedel och tidvis har man noterat höga tryck (150 bar) på systemets manometer. Vid den årliga servicen är det därför praxis att systemtrycket återställs till normal nivå. Aktiveringen skedde troligen nattetid och upptäcktes inte förrän efter ett eller två dygn när personalen kände en konstig lukt i kyrkan. Det var ett munstycke på vinden ovanför orgeln som aktiverade när glasbulben sprack. Allt vatten (2 500 liter) i systemets tank hade strömmat ut. Den äldre isoleringen i vindsbjälklaget klarade sig bra men stenullsisoleringen i golvbjälklaget fick till stora delar bytas ut (Samtal med kyrkans Kyrkogårds- och fastighetschef, 2023-11-27).

5.8 Aktivering av munstycke (2023) och läckage i större träkyrka

Kyrkan är byggd av liggtimmer och fick sitt nuvarande utseende vid en ombyggnation i början av 1700-talet. I september 2023 cirka klockan 14:25 aktiverade ett automatiskt vattendimmunstycke i ett system med frysskyddsmedel på kyrkvinden. Eftersom det var dagtid fanns personal på plats som snabbt kunde agera. En av vaktmästarna sprang upp mot kyrkan men då det inte finns någon larmtabla som visar vilken sektion som har aktiverat tog det några minuter att lokalisera vilket munstycke som aktiverats. Dessutom var besökare (turister) i kyrkan oroliga att de orsakat larmet och behövde lugnas. Strax därefter anländer en insatsledare från räddningstjänsten. Vattenflödet lokaliseras till vinden och ett automatiskt vattendimmunstycke precis ovanför trapplanet har aktiverat. Sikten är begränsad, sannolikt både av vattendroppar och av damm som yr runt. Insatsledaren har ingen värmekamera men bedömer att det inte brinner och ger klartecken att slå av systemet. Uppskattningsvis har det då gått cirka 10 minuter. Strax därefter anländer räddningstjänsten och med hjälp av en värmekamera kan man verifiera att det inte brinner. Här noteras att vattenflödet inte avtar omedelbart vid avstängning. Det beror troligen på att systemet drivs av en gasdriven pump och att det tar en stund innan trycket i rörsystemet sjunker. Uppskattningsvis kom det ut cirka 240 - 260 liter vatten. Vattnet absorberades av lösisoleringen. Tre lösa bräder målade med limfärg blev blöta. De togs ned och har fått självtorka. En slutsats efter incidenten är att en avstängningsventil bör finnas i sprinklercentralen och inte bara i teknikhuset. En annan erfarenhet är att kvävgas strömmade in i teknikbyggnaden när den gasdrivna pumpen var i drift. När systemet skulle stängas av tog personen ett djupt andetag och höll andan när han gick in för att stänga av systemet.

Vad kan ha föranlett aktiveringen? Under veckan hade det varit varmt. Enligt SMHI var utomhustemperaturen vid mätstationen i en närliggande större ort som lägst 13,4 °C och som högst 25,8 °C under dygnet. Medeltemperaturen var 18,7 °C och det var ingen nederbörd. Omgivningstemperaturen på vinden skulle kunna ha överskridit den nominella aktiveringstemperaturen (93 °C) för glasbulben, vilket bedöms som osannolikt eftersom endast ett munstycke aktiverade. En annan mer sannolik teori är att glasbulben haft en försvagning (mikrosprickor). Tryckökningen i rörsystemet på grund av den högre omgivningstemperaturen kan ha fått glasbulben att spricka. Eftersom glasbulben splittras vid aktivering finns inget kvar att granska för att avgöra vad som hänt. Figur 8 visar bjälklaget där isoleringen avlägsnats.



Figur 8 Foto från platsbesöket i september 2023, veckan efter aktiveringen. Den våta lösisoleringen var avlägsnad. Foto: Magnus Arvidson, RISE.

Vid mindre läckage kan det dröja lång tid innan det upptäcks. Sommaren 2016 upptäcktes i samma kyrka att mattor i kyrksalen var våta och att belysningen i kyrksalen inte gick att tända. Det visade sig bero på ett läckage av frysskyddsmedel från systemet på vinden, troligen från en rörkoppling. Det var ett långsamt läckage och därmed genererades inte något sprinklerlarm. Vätskan hade runnit ned genom isolering och bräddtak, därefter ned via länkarna till en av ljuskronorna. Det hade till sist kortslutit ljuskronan, lämnat tydliga rinningar på mässingen, skadat trägolvet under mattan och lämnat en mindre kristallin utfällning på bemålade ytor i taket. Läckaget krävde relativt omfattande sanering av golv och av ljuskronan. Det har också varit läckage av frysskyddsmedel från munstycken, uppskattningsvis vid minst fem tillfällen (Samtal med kyrkans anläggningsskötare, 2023).

5.9 Aktivering av sprinkler i stadskyrka (2016)

Kyrka är en vitputsad kyrkobyggnad uppförd i sten i början av 1800-talet i en medelstor stad. Kyrkan har ett traditionellt sprinklersystem (torrörssystem) som togs i drift 2016. I mars 2018 aktiverade en sprinkler i tornet utan att det brann. Sprinklerna i anläggningen har 5 mm glasbulber. Orsaken till aktiveringen gick inte att förklara men glasbulben hittades och var intakt. Vattenskadorna var begränsade (Samtal med Tomas Godby, 2023).

5.10 Frysning av kvarstående vatten i sprinklerrör i stadskyrka (2024)

I slutet av januari 2024 orsakade frysning av kvarstående vatten isbildning och skador på ett pre-actionsystem installerat i vindsutrymmet i en större stadskyrka (Sveriges Radio, 2024). Delar av systemet togs ur drift men återställdes inom några veckor. Systemet är byggt av rostfritt stål och det var flera mekaniska rörkopplingar som brast av det invändiga trycket. Troligen har systemet varit bristfälligt dränerat under lång tid vilket bidragit till en större ansamling av vatten i lågpunkter. Incidenten orsakade inga vattenskadorna eftersom sprinklersystemet är utformat som ett pre-actionsystem där det även krävs en signal från brandlarmet innan vatten strömmar in i rörsystemet (Samtal med stiftets Fastighetsingenjör, 2024-02-14).

5.11 Frysning av kvarstående vatten i sprinklerrör i annan stadskyrka (2024)

I slutet av januari 2024 orsakade frysning av kvarstående vatten skador på ett pre-actionsystem installerat i vindsutrymmet i en annan stadskyrka. Händelsen är på många sätt lika den som beskrivs ovan men slutade på grund av flera anledningar med vattenskadorna. Systemet, som installerades 2004, är även här byggt av rostfritt stål med i huvudsak mekaniska rörkopplingar. Kyrkan var en av de som besöktes inom ramen för projektet vid revisionsbesiktningen hösten 2023.

En rörkoppling på vinden gick isär och larm för lågt lufttryck och tekniskt fel överfördes till larmcentralen men anläggningsskötaren fick inget SMS som meddelade det. Luftkompressorn som trycksätter rörsystemet gick till slut varm vilket ledde till mindre rökutveckling och brandlarm aktiverades i sprinklercentralen cirka 10 timmar efter att rörkopplingen gick isär. Larmcentralen larmade ut räddningstjänsten och ringde anläggningsskötaren. Brandlarmet är programmerat så att alla aspirerande detektorer i bygganden styr magnetventilen för pre-actionventilen. Besiktningsprotokollet från revisionsbesiktningen anger att det är olämpligt men denna brist var inte åtgärdad.

Pre-actionventilen öppnade och sprinklerpumpen startade och trycksatte rörledningarna. Eftersom vattnet i röret var fryst så höll isen troligen till en början emot vattnet men sen har vattentrycket gjort att rörkoppling gick isär helt. Räddningstjänsten hade en räddningsenhet i närheten och var på plats inom 7 minuter efter larm men de hade inte nycklar till kyrkan och kunde inte komma in. De fick därför invänta annan räddningsenhet som hämtade nyckel på stationen och var på plats 12 minuter efter larm. Så fort räddningstjänsten kom in i sprinklercentralen så stängde de av systemet. Det är inte klarlagt hur de gjorde bedömningen att det inte var en brand. Kanske såg man att brandlarmet endast hade aktiverat i källaren. Den snabba avstängningen var dock mycket värdefull och sparade troligen stora saneringskostnader. Det rann vatten längs väggen i kyrkorummet samt droppade från taket där valven möts. Anläggningsskötaren beställde en sugbil och man drog upp en sugslang via vindstrappan och sög upp cirka 300 liter vatten från valvkupan och sedan cirka 200 liter från golvet i kyrksalen. Man tog bort cirka 30 säckar med fuktig isolering från vinden. Värmemattor sattes på insidan av ytterväggen för att värma väggen där vattnet runnit för att minska risken för

frostsprängning. Vattnet på väggen i kyrkorummet fick torka upp och lämnade inga synliga skador.

De lärdomar som kan dras är att dräneringsventiler på rörsystemet bör numreras på serviceitning och på plats. På serviceprotokollet bör det finnas en förteckning att alla dräneringsventiler är kontrollerade och tömda. Ett serviceprotokoll bör upprättas efter alla besök så att det framgår att systemet är rätt återställt.

Brandlarmet bör också omprogrammeras så endast detektorer på vinden öppnar magnetventil. En annan lärdom är att larmcentralen bör ringa kontaktperson även vid tekniskt fel, inte bara skicka SMS. Det bör även finnas en redundans om ordinarie anläggningsskötare inte går att få tag i. Ett digitalt låssystem som ger räddningstjänst tillfällig behörighet till byggnaden vid brandlarm bör övervägas.

Vid invändig rörkontroll bör även alla rörkopplingar kontrolleras och packningar bytas vid behov.

5.12 Vattenskador vid driftsättning och provtryckning av system (2014)

Under hösten 2014 installerades ett nytt sprinklersystem i publika lokaler, öppna magasin och i kontorslokaler vid ett universitetsbibliotek (Holmlund, 2018). Sprinklersystemet installerades i första hand som ett personskydd (myndighetskrav) i samband med att kontorslokaler inrymdes på byggnadens vind. En fredag i november sätts systemet i drift och det uppstår vattenläckage på totalt åtta ställen i den publika delen av biblioteket. Fyra böcker skadas innan systemet slås av. Installatören kontrollerade systemet och driftsatte systemet igen på måndagen – utan att meddela personalen. Ett nytt läckage uppstår och skadorna blir omfattande, omkring tusen böcker i referenssamlingen drabbas vilket krävde en omfattande räddningsinsats.

I samråd med beställaren bestämmer sig installatören för att provtrycka systemet våning för våning efter stängning. Den här gången är personalen underrättad i förväg och har lagt skyddsfolie av plast över hyllor och inventarier. Arbetet påbörjas på våning 4 och klockan 20:30 uppstår ännu ett läckage. Oturligt nog uppstår läckaget rakt ovanför några dubbelhyllor där det varit praktiskt svårt att få skyddsfolien att täcka helt. Vattnet letar sig in genom en öppning och hundra storfolianter (en större typ av böcker) vattenskadadas. Personalen är dock denna gång väl förberedd, har upprättat en larmlista och har kontrollerat var närmsta tillgängliga frys finns. De vattenskadade böckerna plastas in och transporteras till en närliggande livsmedelsaffär som gett löfte om att upplåta sina frysar vid behov. Not: Systemet är ett vattendimsystem (högtryck) av typen våtrörssystem. Vattenläckagen uppstod när rörkopplingar separerade av det höga vattentrycket.

5.13 Brusten rörkoppling till matarledning (2017)

År 2017 uppstod en vattenskada i ett slottsmuseum. Golven på museets bottenvåning blev dränkta och stora mängder vatten hade runnit förbi receptionen och vidare ner i de gamla golvlagren i tornrummet. Golvbjälkarna från 1400-talet var blöta men påverkan

längre ner i golvlagren gick inte att bedöma (Feldt, 2017). Sprinklersystemet installerades omkring 1999 - 2000 enligt en rapport från Östergötlands Länsmuseum (Modén och Feldt, 2004).

I en annan rapport beskrivs hur sprinklersystemet är utformat och vilka åtgärder som behöver göras för att iordningställa anläggningen (von Mecklenburg, 2018). Sprinklersystemet för museet färdigställdes år 2000. Den befintliga matarledningen är markförlagd under borggården och går in i museet under byggnadens sockel. Innanför sockeln vinklar matarledningen upp och går sedan under eller i den gjutna betongplattan där den delar sig för en matning till en stigarledning förlagd i ett schakt i museets nordvästra hörn och en annan matning in till biskopstornet. Det var rörkopplingen där matarledningen vinklar ut från sockeln och går in under betongplattan som sprang läck. Mycket vatten kom in på golvet i museets lokaler när de trängde upp under plattan i ett schakt samt längs ytterväggen. Det blev inga stora skador då mycket av vattnet rann in i torndelen där det dränerades ned i marken eftersom det inte finns något golv i detta rum.

Rapporten påpekar att förläggning av rörledningar med rörkopplingar under en gjuten platta inte är att rekommendera. Det finns alltid en risk att rörkopplingar går sönder och åtgärderna för att laga kopplingen bedömdes i detta fall som mycket omfattande. Kalkstensgolvet skulle behöva demonteras och betonggolvet med ingjuten golvvärme bilas upp. Rapporten föreslår i stället en alternativ lösning för matningen som diskuterats i samråd med slottsarkitekt, Statens fastighetsverk samt arkeolog från Östergötlands museum. Denna lösning innebär matningen från borggården görs om så att torndelen får en egen matning och övriga museet en annan matning (von Mecklenburg, 2017).

5.14 Aktivering av tak- och fasadsystem

Oavsiktliga aktiveringar av utvändiga sprinklersystem för tak och ytterfasader är mer frekventa än att invändiga system aktiverar. Antalet felaktiveringar har dock inte sammanställts. De fall som beskrivs nedan ger en fingervisning av felorsak.

I Brandforsk projekt 500-061 (Arvidson, 2006) identifierades flera fall som är värda att återge här. Samtliga fall inträffade kort tid efter att systemen tagits i drift. Lyckligtvis har endast små eller mycket begränsade vattenskador rapporterats. Tre kyrkor hade utvändiga gruppaktiveringssystem för att begjuta träfasaderna med vatten vid en brand. Sektionsventilerna för respektive fasad var kopplade till ett brandlarm med värmedetektionskabel installerade under takfoten. Vid samma varma sommar dag i juli 2006 aktiverar systemet på söderfasaden på samtliga tre kyrkor. Inga vattenskador uppstår. Orsaken är att värmedetektionskabel med för låg (68 °C) detektionstemperatur hade valts. Efter incidenterna ändrades dragningen av kablarna för att undvika direkt solstrålning och fickor där varm luft kan ansamlas. Ett ytterligare fall dokumenteras i en annan kyrka. Aktiveringen inträffade vintertid och berodde troligen på ett komponentfel i en brandlarmcentral. Systemet var ansluten till en gasdriven pump med ett vattenförråd med 10 minuters varaktighet. Efter att vattnet strömmat ut spolades därför rörsystemet torrt av utströmmande gas. Inga skador uppstod på fasaden och systemet driftsattes med vatten och drivgas.

I mars 2011, klockan 19:27 fick räddningstjänsten ett larm från en medelstor kyrka. Det var sprinklersystemet i klockstapeln som aktiverat. Klockstapeln har till skillnad från

själva kyrkan ett traditionellt sprinklersystem och invändigt klockstapeln finns ett torrörssystem installerat. Vid tidpunkten var det -4°C och klart väder enligt räddningstjänstens insatsrapport. Från insatsrapporten går det inte att avgöra skadornas omfattning som endast säger att det var "blött" (Insatsrapport, 2011). Enligt samtal med anläggningsskötarna hösten 2023 blev klockstapeln som en stor istapp. Möjligen var det fukt i de utvändiga tryckluftsfyllda polymerslangarna som aktiverar systemet som fryste och sprängde slangarna alternativt var det temperaturvariationer som orsakade att trycket sjönk i slangarna och att systemet löste ut. Efter incidenten stängdes sprinklersystemet i klockstapeln av under vintern i omkring fem år. De båda luftslangarna har kompletterats med expansionskärl som ger en större invändig luftvolym i polymerslangarna med ökad driftsäkerhet, varför sprinklersystemet numera är driftsatt året om.

Den vanligaste systemlösningen är att en grupp med munstycken aktiveras från en signal från värmedetektkabel placeras under takfot, ofta kombinerat med ytterligare kablar vid grunden och en bit upp på fasaden. I en annan kyrka inträffade en felaktivering i samband med att koppartjuvar ryckte ned stuprör och åskledare av koppar. Tjuvarna försökte även ta värmedetektkabel från fasaden vilket orsakade en aktivering av vattendimsystemet (högtryckssystem). Händelsen inträffade i december 2022 och vinterkylan orsakade isbildning på fasaden. Efter stölden byttes till hänggrännor och stuprör av rödmålad plåt. Figur 9 visar delar av fasaden på morgonen efter aktiveringen och samma fasad vid provning av systemet vid revisionsbesiktningen hösten 2023.



Figur 9 Vid en stöld av i första hand stuprör och åskledare av koppar aktiverade en utvärdig sektion med munstycken (högtryckssystem) när tjuvarna också försökte stjäla värmedetektkabel. Händelsen inträffade vintertid vilket orsakade isbildning på fasaden. Foto: Dave Clarke, Svenska kyrkan. Till höger ses provning av samma sektion vid platsbesöket hösten 2023. Foto: Magnus Arvidson, RISE.

TVå fall från en mindre kyrka dokumenterades. I det första fallet hade regnvatten runnit längs en värmedetektionskabel och in i en kopplingsdosa. Problemet löstes genom att förbättra tätningen på kopplingslådan och genom att ändra kabeldragningen för att försvåra för regnvatten att följa dragningen. För det andra fallet var orsaken mer osäker, men var troligen en "elspik". Tillförlitligheten för brandlarmcentralen förbättrades genom att seriekoppla två reläer där båda krävs för aktivering. Vid platsbesöket hösten 2023 vid kyrkan dokumenterades några andra fall som uppstått under driftstiden. Vid två av fallen öppnade en sektionsventil av okänd anledning. Efter det första fallet tillkallades servicepersonal för utredning/åtgärd och under det besöket aktiverade ventilen igen. Ett tredje fall dokumenterades och berodde på att en värmedetektionskabel vid husgrunden skadades vid gräsklippning (grästrimmer). Vid ett fjärde fall flyttade en turist en grundsten vilket skadade en värmedetektionskabel. År 2021 inträffade en felaktivering av en av de utvändiga taksektionerna när en entreprenör av misstag slog en spik genom en av värmedetektionskablarna vid utbyte av takspån. Eftersom det låg en presenning över taket trängde vatten ned till vinden och sågspånet (isoleringen) blev blött. Det blev inga nämnvärda skador utan en 50 cm – 60 cm stor vattenfläck som ganska snabbt torkade upp. Vatten strömmade inte länge och flödet kunde avbrytas efter maximalt 10 minuter. Efter incidenten byttes värmedetektionskablarna ut.

6 Erfarenheter sammanställda via intervjuer och litteratursökning

6.1 Erfarenheter från kyrkans stift

Svenska kyrkan är indelad i tretton geografiska stift med varsin biskop. Stiftens grundläggande uppgift är att främja och ha tillsyn över församlingslivet i stiftet. Varje stift omfattar församlingarna inom stiftets geografiska område och bär namn efter biskopssätet (Svenska kyrkan, 2023). Nedan listas de 13 stiften:

1. Uppsala stift.
2. Linköpings stift.
3. Skara stift.
4. Strängnäs stift.
5. Västerås stift.
6. Växjö stift.
7. Lunds stift.
8. Göteborgs stift.
9. Karlstads stift.
10. Härnösands stift.
11. Luleå stift.
12. Visby stift.
13. Stockholms stift.

Representanter från flera av stiften intervjuades och dessutom hittades information via litteratursökningar. Resultaten redovisas stift för stift nedan.

6.1.1 Uppsala stift

Delar av en större stadskyrka har ett vattendimsystem (högtryck) som ersatte ett äldre traditionellt sprinklersystem. Driftserfarenheterna är inte sammanställda i rapporten. Utöver detta identifierades inga sprinklersystem.

6.1.2 Linköpings stift

Linköpings stift har flera kyrkor med sprinklersystem.

- Mindre kyrka byggd av murad sten med plåttak. Vattendimsystem (högtryck), installationsår oklart.
- Mindre träkyrka, vattendimsystem (invändigt) och traditionellt deluge-system (utvändigt). Driftsattes år 2006.
- Större stadskyrka, traditionellt sprinklersystem som driftsattes 1999.
- Större stadskyrka. Orgeln har ett vattendimsystem (driftsatt 2006). På vind och i torn finns ett traditionellt sprinklersystem installerat cirka 1965.
- Större stadskyrka. I tornet finns ett traditionellt sprinklersystem installerat omkring 1967.
- Mindre träkyrka, traditionellt sprinklersystem som driftsattes 2011.

- Större stadskyrka. I torn och på vind finns ett traditionellt sprinklersystem installerat 2016.
- Mindre träkyrka, traditionellt sprinklersystem som driftsattes 2008.

En större stadskyrka hade från början ett tomrörssystem installerat år 1965 med både öppna och slutna/automatiska sprinkler. Systemet byggdes med vanliga stålrör och merparten av den ursprungliga rörinstallationen är ännu i drift. Hösten 1999 byggdes systemet om till ett automatiskt sprinklersystem (torrörssystem) med två torrörlarmventiler. Under år 2013 byttes flera horisontella distributionsrör i lågdelarna på vinden till galvaniserade lättviktsrör och år 2019 byttes flera distributionsrör till galvaniserade handelsrör. I samband med idrifttagandet år 1999 var det problem med att motorskydd till den elmotordrivna pumpen löste ut när systemets provningsventil öppnades. Invändiga rörkontroller är utförda. Läckage har noterats på lågt placerade horisontella distributionsrör vid revisionsbesiktningar. Rörssystemet är tätt vid lufttryck på cirka 3,5 bar men läckage har uppstått i samband med att rörnätet vattenfylls och vattentrycket uppgår till cirka 10 bar. Vid besiktningen år 2023 startade ej reservkraftaggregatet eftersom startbatteriet var slut (Dokumentation från revisionsbesiktningar via Tomas Godby, 2023).

En kyrka som är en av landets äldsta träkyrkor har ett traditionellt sprinklersystem med både rostfria rör och kopparrör och togs i drift år 2008. Invändiga utrymmen och vinden har ett torrörssystem och fasaden har flera sektioner med öppna sprinkler som aktiveras via signal från värmedetektionskablar. Vid revisionsbesiktningen år 2009 aktiverades inte flera av de utvändiga sektionerna (1, 3 och 5) på grund av en felkoppling i brandlarmcentralen. Vid revisionsbesiktningen år 2022 aktiverade inte de utvändiga sektionerna 1, 3, 4 och 5 på grund av ett fel i relä till en styrenhet tillhörande brandlarmet (Dokumentation från revisionsbesiktningar via Tomas Godby, 2023).

En annan kyrka anses vara en av landets äldsta och bäst bevarade träkyrkor. Kyrkan och den intilliggande klockstapeln har ett traditionellt sprinklersystem som togs i drift 2011. Inledningsvis var det många onödiga larm från brandlarmet och många driftslarm. Efter att rökdetektorer har justerats och larmsändare bytts har fellarmen minskat rejält. Rörssystemet är konstruerat av galvaniserade rör med både gängade rörkopplingar och mekaniska rörkopplingar. Systemet har en enda torrörlarmventil. En invändig rörkontroll utfördes i samband med revisionsbesiktningen år 2022. Mindre rostangrepp noterades i horisontella distributionsrör och en mindre mängd vatten fanns kvar mellan rillkopplingarna. Figur 10 visar en rörkoppling med kvarstående vatten.



Figur 10 Kvarstående vatten i en mekanisk rörkoppling i ett torrörssystem. Foto: Tomas Godby, Brandskyddsbesiktning T Godby AB.

Vid en 10-årskontroll av bassängen fanns mycket slam i dess botten. Slamsugning skedde under besiktningen via slambil och med hjälp av dykare (Dokumentation från revisionsbesiktningar via Tomas Godby, 2023).

En ytterligare träkyrka är uppförd i timmer och är utvändigt klädd med tjärade träspån. Samtliga takfall är täckta av målad plåt. Invändigt och på vinden har kyrkan ett vattendimsystem (högtryck) med automatiska munstycken. Fasaderna har ett traditionellt sprinklersystem i flera sektioner med öppna sprinkler. Under takfot finns två parallella polymerslangar per sprinklersektion som är fyllda med luft under tryck. När slangarna brinner av fås ett tryckfall som pneumatiskt öppnar en sektionsventil. Efter att systemet togs i drift krävdes mycket arbete för att justera in strypventiler till luftslangarna för aktivering av sektionsventilerna. Läckage i luftslangarna har förekommit. En annan erfarenhet är att det kommer in en del vatten i kyrkan när de utvändiga sektionerna provas. För det invändiga torrörssystemet har det dokumenterats långa tider för att erhålla vatten vid provningsventilen. Systemet har dock injusterats till acceptabel nivå. År 2022 konstaterades att ett rostfritt rör i sprinklerbassängen och dess galvaniserade rörkoppling hade grav ytrost och var delvis genomrostat, troligen på grund av galvanisk korrosion. Figur 11 visar röret.



Figur 11 Genomrostning av rör av rostfritt stål, troligen på grund av galvanisk korrosion. Foto: Tomas Godby, Brandskyddsbesiktning T Godby AB.

När anläggningen var ny var det många driftslarm. Med tiden har larmen minskat efter att felorsaker hittats och åtgärdats. Anläggningen har skötts väl av en kompetent och engagerad anläggningsskötare som bor nästan granne med kyrkan. Detta är en stor anledning till anläggningens goda funktion. Vid ett tillfälle var ett munstycke i klockstapeln igensatt vilket uppmärksammades vid aktivering i samband med besiktning. Problemet avhjälpes med hjälp av industriell klättrare. Vid en 10-årskontroll av bassängen hittades mycket smuts i dess botten (Dokumentation från revisionsbesiktningar via Tomas Godby, 2023).

6.1.3 Skara stift

I Skara stift har fyra kyrkor automatiska sprinklersystem. Tre kyrkor har vattendimsystem (högtryck) och en kyrka har både ett vattendimsystem (högtryck) och traditionell sprinkler:

- Mindre träkyrka, vattendimsystem driftsatt 2004.
- Större träkyrka, vattendimsystem kombinerat med traditionellt sprinklersystem driftsatt 2005.
- Mindre träkyrka, vattendimsystem driftsatt 2005.
- Mindre träkyrka, vattendimsystem driftsatt 2008.

År 2017 undersöktes statusen för sprinklersystemet i en av kyrkorna (Boman, 2017). Undersökningen var föranledd av att problem med sprinklersystemet uppdagats efter en takrenovering. Anläggningen inventerades först och därefter gjordes en provning där driftspersonal, systeminstallatör och brandlarminstallatör deltog. Samtliga sprinklersektioner provades. Provningsen visade att anläggningen hade flera allvarliga fel, vilka i huvudsak kan hänföras till bristande underhåll. Tre av de åtta sprinklersektionerna för tak och fasader startade inte med automatik vid provningen. Bland de fel och brister som dokumenterades kan nämnas att:

- Tydliga instruktioner för drifts- och underhållspersonal som hanterar anläggningen saknas liksom tydliga rutiner för vem som återställer anläggningen, jourverksamhet och vilka rutiner som gäller om anläggningen aktiveras nattetid. All berörd personal ska klara att stänga av och driftsätta systemet. Driftspersonalen uttrycker stor osäkerhet runt anläggningen och den personal som utbildades vid installationen av systemet har slutat.

- Serviceavtal med support saknas mellan parterna.
- Instruktion för räddningstjänsten om hur systemet stängs av samt hur ytterligare sektioner aktiveras saknas. Orienteringsritningarna för räddningstjänsten (både brandlarm och sprinkler) var heller inte uppdaterade.
- Sektion 3 och 4 aktiverade inte. Trolig orsak är bristande underhåll där en solenoid-del till en elventil kärvade. Denna del skall normalt bytas vart 5:e år.
- Brandlarmet för sektion 6 var bortkopplat. Återkoppling var inte utförd i samband med takrenovering där värmedetektionskablar vid taknock flyttades och återmonterades. Eftersom båda värmekablarna inte var aktiva kommer inte sprinkler i sektion 6 att aktivera. Sektion 6/1 larmar för fel och 6/2 var bortprogrammerad.
- En värmedetektionskabel för sektion 2 var bortprogrammerad vilket medför ett reducerat skydd.
- Några av de öppna munstycken på taket var feljusterade vilket påverkar spridningsbilden och därmed släckförmågan.

Här noterades också att styrningen för sprinklersystemet var ändrad efter takrenoveringen. Flera fel på värmedetektionskablar har resulterat i oavsiktliga aktiveringar av de utvändiga sprinklersektionerna. Flera kablar var dessutom övermålad, i något fall ej korrekt fastsatta och i flera fall utsatta för mekanisk skada. Flera sektioner saknade möjlighet för enkel provningsmöjlighet (avsiktlig kortslutning) av kablar. Värmedetektionskabel för fasad var också förlagd på vinden varför en brand på vinden kan aktivera sektion som skyddar fasad.

Rapporten innehåller ett antal förslag på åtgärder, bland annat:

- Samtliga värmedetektionskablar bör bytas ut, kopplas lika ursprunglig installation och ovanstående fel åtgärdas.
- En omfattande service bör utföras för att säkerställa funktionen hos systemet.
- Service- och underhållsavtal bör upprättas mellan parterna. Omfattning av underhåll bör sträcka sig över en längre tidsperiod och exakt omfattning bör utredas. Lämpligen en årsservice där allt provas och underhålls. Provning och kontroll som kan utföras av anläggningsskötare utreds. Inställelsetid för fel som ej kan åtgärdas av anläggningsskötare utreds.
- Anläggningsskötare bör närvara vid årlig service för att hålla sig uppdaterad. Vid personalförändring anordnas extra utbildning. Omfattning av beredskap och åtgärd vid fel/aktivering utreds och dokumenteras.
- Utvändiga munstycken i sektion 2 justeras med lutning mot tak.
- En samordnad revisionsbesiktning samt sprinkler- och brandlarmservice bör göras varje år.

Vid platsbesöket (revisionsbesiktningen) vid kyrkan hösten 2023 var i princip ingen av ovanstående åtgärder genomförda men ett åtgärdsprogram har påbörjats för att succesivt åtgärda felen.

6.1.4 Strängnäs stift

Strängnäs stift påbörjade år 2003 ett brandskyddsprojekt för stiftets sju träkyrkor med målsättningen att skydda kyrkorna mot anlagda bränder (Esbjörnson, 2007). Kyrkorna har höga kulturhistoriska värden och lång insatstid för räddningstjänsten. Målet var att sprinklersystem skulle installeras i alla sju kyrkor. Men det visade sig att kostnaderna blev högre än beräknat varför sprinkler i en första etapp endast installerades i tre av kyrkorna under 2005 – 2006. I två kyrkor installerades traditionella sprinklersystem och i den tredje kyrkan ett vattendimsystem (högtryck). Under den andra etappen

installerades vattendimsystem (högtryck) i tre kyrkor. Sprinklersystemen driftsattes under våren 2007. År 2011 installerades även ett vattendimsystem (högtryck) i en ytterligare kyrka.

De kyrkor som har sprinkler och dess installationsår kan sammanfattas enligt nedan:

- Mindre träkyrka, traditionellt sprinklersystem driftsatt 2005.
- Mindre träkyrka, traditionellt sprinklersystem driftsatt 2005.
- Mindre träkyrka, vattendimsystem driftsatt 2005.
- Mindre träkyrka, vattendimsystem driftsatt 2007.
- Mindre träkyrka reveterad med slätputs, vattendimsystem driftsatt 2007.
- Mindre träkyrka, vattendimsystem (endast utvändigt) driftsatt 2007.
- Mindre träkyrka, vattendimsystem driftsatt 2011.

Installationerna av sprinklersystem för några av kyrkorna beskrivs nedan.

En av kyrkorna, som troligen är uppförd år 1620, har en stomme av liggande timmer. Sprinklerinstallationen finns detaljerat beskriven i en antikvarisk rapport (Wockatz, 2008). Sprinklersystemet (högtryckssystem) har en gasdriven pump i ett separat, nybyggt teknikhus. Markförlagda rörledningar som är fyllda med frysskyddsmedel är dragna till kyrkan. Dessutom är röret försett med en värmekabel. Sektionsventilerna är placerade inne i kyrkan och byggdes in i en låda. För de inre sektionerna, i kyrkan och på vindarna, är det frysskyddsmedel ända fram till de automatiska munstyckena. För de yttre nio sektionerna för fasaderna står frysskyddsmedel fram till seaktionsventilerna som aktiveras av värmedetektionskabel under takfot. Efter slutbesiktningen i november och december 2005 har falsklarm förekommit. Vid ett flertal tillfällen har vattenbegjutningen på fasadsektioner startat vid soliga sommandagar, eftersom värmedetektionskabeln haft för låg känslighet (temperatur). Vid en felaktivering har en del av den södra fasaden begjutits med frysskyddsmedel (cirka 20 liter) och därefter med rent vatten. Fasadytorna har sannolikt påverkats negativt av frysskyddsmedlet. Närliggande gravstenar har också fått en beläggning av frysskyddsmedel som har tvättats bort av vaktmästarna. Våren 2007 byttes värmedetektionskablar ut till sådana med högre detektionstemperatur. Rapporten avslutas med följande konklusion: "Innan ytterligare brandskyddsinstallationer utförs i fler kyrkor och entreprenörer anlitas är det angeläget att systemet visar sig fungera fullt ut".

En annan av kyrkorna uppfördes i slutet av 1600-talet men flyttades till sin nuvarande plats i slutet av 1800-talet (Esbjörnson, 2007). Eftersom räddningstjänstens insatstid är kort beslutades att sprinkler inte skulle installeras invändigt i kyrkan utan endast munstycken vid takfoten. Systemet är ett vattendimsystem (högtryck) kopplat till en gasdriven pump med separat vattentank placerad i ett befintligt källarutrymme under tillbyggnaden i söder. Rören till de öppna munstyckena är förlagda på kyrkvinden. Eftersom det finns risk för frysning är de fyllda med frysskyddsmedel fram till seaktionsventilerna som är placerade på vinden. Rapporten beskriver kortfattat att två andra kyrkor i stiftet har vattendimsystem (högtryck) både invändigt och utvändigt.

En ytterligare kyrka, som troligtvis uppfördes 1699, har en timmerstomme och tillhör en av skärgårdens bäst bevarade träkyrkor. Under våren 2011 renoverades kyrkan bland annat genom att interiören fick ny färgsättning och delvis ny inredning, elinstallationer och belysning förnyades, en ny värmeanläggning installerades (Pantzar, 2011). Kyrkan fick ett förbättrat brandskydd i form av ett brandlarm- och sprinklersystem (högtryckssystem). Sprinklerinstallationen är inte beskriven i detalj men det framgår

från rapporten att sprinklercentral anordnades i ett nybyggt teknikhus. Där placerades vattentank och gasbehållare till sprinklersystemet. Kyrkorummet har automatiska sprinklermunstycken i trätaket som är anslutna till rör dolda på vinden. Utvändigt löper rör utmed takfoten och automatiska (att döma av ett foto) sprinklermunstycken finns ovan samtliga fönster. Synliga sprinklerdetaljer ansluter färgmässigt till anslutande yta. Av beskrivningen att döma är det troligt att rörsystemet är fyllt med frysskyddsmedel. År 2013 inträffade en aktivering av sprinklersystemet, vilket ledde till omfattande vattenskador i södra delen av kyrkan. Incidenten finns beskriven på annan plats i rapporten.

6.1.5 Västerås stift

Informationen i kapitlet är baserad på en intervju med Johan Strähle vid Västerås stift. Sprinklersystem har installerats i sju mindre kyrkor i Västerås stift:

- Mindre träkyrka, vattendimsystem driftsatt 2011.
- Mindre träkyrka, vattendimsystem driftsatt 2012.
- Mindre träkyrka, vattendimsystem driftsatt 2013.
- Mindre träkyrka, vattendimsystem driftsatt 2013.
- Mindre träkyrka, vattendimsystem driftsatt 2013.
- Mindre träkyrka, vattendimsystem driftsatt 2015.
- Mindre träkyrka, vattendimsystem driftsatt (troligen) 2016.

Samtliga dessa kyrkor har vattendimsystem (högtryck). Frysskyddsmedel har använts i alla kyrkor med reservation för den sista kyrkan i listan.

Installationerna föranleddes av den höga frekvensen av förmodade anlagda bränder i kyrkor och andra kulturhistoriskt värdefulla byggnader i början av 2000-talet. Träkyrkor med högt kulturhistoriskt värde valdes ut och sprinklersystem installerades åren 2011 - 2016. Målsättningen var att, i samråd med Kyrkans Försäkring AB, använda mindre komplexa systemlösningar än de som installerades i bland annat Skara stift drygt fem år tidigare. Systemen har därför byggts som våtrörssystem fyllda med frysskyddsmedel och med en enda sektion. Samtliga system har en gasdriven pump. De sex första kyrkorna installerades av en installatör och den sjunde kyrkan av en annan installatör. Systemfabrikatet är dock detsamma. Den sjunde kyrkan är utförd med flera sektioner där varje sektion har en magnetventil som aktiveras av ett brandlarm.

I samtliga kyrkor med våtrörssystem fyllda med frysskyddsmedel har man haft problem med höga systemtryck (upp mot 200 bar sommartid) och läckage av frysskyddsmedel genom munstycken. Läckage noterades redan efter cirka ett år efter driftsättningen. I en del extremfall har det krävts hinkar under enskilda munstycken som regelbundet töms. År 2018 försökte man hitta en lösning där samtliga automatiska munstycken (tillverkade av mässing) byttes till munstycken tillverkade av rostfritt stål. Man installerade även tryckreducerande anordningar, dels ett slags expansionskärl efter larmventilen, dels en tryckavlastningsventil på rörsystemet. Problemen med läckage har dock kvarstått och beskrivs i något fall som ännu mer omfattande än innan förändringen. Säkerhetsventilen har dock reducerat systemtrycket till omkring 50 bar.

Två fall med aktivering utan brand har dokumenterats. Dessa beskrivs i mer detalj på annan plats i rapporten.

Revisionsbesiktningar har inte gjorts däremot har man ett serviceavtal med installatörerna som gör årliga besök. Församlingarna upplever att man har ett bra samarbete med installatörerna.

Det finns inga fall med kvävningstillbud kopplade till de gasdrivna pumpar som används. Alla teknikrum är små vilket är en riskfaktor men de flesta vetter mot det fria vilket minskar personsäkerhetsrisken. Efter rapporter från andra kyrkor där man haft tillbud har gaslarm installerats i de flesta av kyrkorna.

Kostnaderna för drift- och underhåll har varit relativt höga och församlingarna har uttryckt missnöje med att det blivit så dyrt. I snitt är kostnaden omkring 70 000 kr per år, där kostnaden för servicekontrakten för sprinklersystemet ingår med omkring 15 000 kr per år.

Sprinklersystemet i en kyrka som driftsattes år 2013 togs ur drift hösten 2023 på grund av omfattande läckage.

Trots att målsättningen var att systemen skulle vara enkla upplever flera anläggningsskötare att de är komplexa. Inför vecko- eller månadsprover finns det de som upplever oro för till exempel felaktiga brandlarm. Församlingarna har inget formellt samarbete sinsemellan men man har diskuterat att anställa en tekniker som jobbar över församlingsgränserna, inte bara med brandlarm och sprinklersystemen utan också med övrig fastighetsteknik.

6.1.6 Växjö stift

Stiftet har fyra kyrkor med sprinklersystem:

- Mindre träkyrka, vattendimsystem driftsatt 2011.
- Mindre träkyrka, vattendimsystem, installationsår oklart.
- Mindre träkyrka, vattendimsystem, installationsår oklart.
- Större stadskyrka, traditionellt sprinklersystem, driftsatt 2004.

För den förstnämnda kyrkan har det enligt uppgift varit problem med läckage av frysskyddsmedel (Melin, 2023).

I den större stadskyrkan orsakade frysning kvarstående skador på ett torrörssystem installerat i vindsutrymmet. Frysningen inträffade i slutet av januari 2024, se beskrivning på annan plats i rapporten. Utöver denna incident har det varit få problem med sprinklersystemet. Rörsystemet är utfört av rostfritt stål med i huvudsak mekaniska rörkopplingar och bedöms vara i mycket gott skick. Man har dock noterat tilltagande luftläckage från rörsystemet så till vida att systemets luftkompressor ofta startar. Målsättningen är att åtgärda läckagen men detta försvåras av att vissa rörkopplingar sitter otillgängligt och att de i en del fall är inbyggda (Samtal med stiftets Fastighetsingenjör, 2024-02-14).

6.1.7 Lunds stift

År 2007 - 2008 installerades ett nytt elskåp och ett vattendimsystem i en medeltida (uppförd omkring 1492) klockstapel vid en kyrka med ursprung från mitten av 1100-talet. Syftet är att vid brand snabbt väta ner klockstapeln både in- och utvändigt. Systemet består av 12 tryckkärl med vatten om vardera 50 liter (totalt 600 liter) samt fyra tryckkärl med kvävgas om vardera 50 liter. Denna utrustning är placerad på en

hårdgjord, avvägd yta i stapelns nordvästra hörn. Rör av rostfritt stål är dragna till fyra invändiga och 16 utvändiga spraymunstycken. Systemets varaktighet är omkring 10 minuter. Detektion av brand sker via en värmedetektionskabel som kopplats till ett batteridrivet styrskåp. Rödragning har skett helt utan ingrepp i timmerstommen. Infästning av rör är gjord med fästbleck och skruv. Alla utvändiga munstycken har målats med röd kulör (Alftberg, 2008).

Klockstapeln vid en annan kyrka i samma församling har ett liknande system, som installerades samtidigt. En dendrokronologisk analys av prov från nio stockar från klockstapeln visar att de var av ek och fälldes vinterhalvåret 1480 – 1481 (Eggertsson, 2000). Den årliga kostnaden för serviceavtalet med sprinklerinstallatören uppgick till omkring 50 000 kr och ytterligare kostnader tillkom vid åtgärder av eventuella fel. Redan en månad (i januari) efter installationen inträffade den första felaktiveringen. Felet berodde enligt installatören på att provtryckning av systemet gjorts med vatten. En mindre mängd vatten blev kvar som frös när det blev kallt. Vid en annan felaktivering fick gravstenar en vit beläggning och delar av elinstallationen ärgades av frysskyddsmedel. Ett år kostade fellarmen och återställning av systemet 225 000 kr. År 2023 demonterades systemen i de båda klockstaplarna på grund av den höga kostnaden för utbyte av systemets tryckkärl. Brandlarmen kommer dock fortsättningsvis att vara i drift (Samtal med kyrk- och kyrkogårdsvaktmästare vid församlingen, 2023-11-29).

6.1.8 Göteborgs stift

Informationen i kapitlet är baserad på en intervju med Jan Spånslätt vid Göteborgs stift. Stiftet har tre kyrkor med sprinklersystem av typen vattendimma (högtryckssystem):

- Medelstor träkyrka, driftsättning 2008.
- Medelstor kyrka med stomme av sten, driftsättning 2011.
- Mindre vitputsad korskyrka i sten, driftsättning 2008.

Den större av kyrkorna i ovanstående lista har invändigt (kyrkorum, vapenhus, sakristia samt kyrkvind och kyrktorn) ett torrörssystem i en sektion. Fasader och yttertaken har gruppaktiveringssystem uppdelat i totalt åtta sektioner som aktiveras via signal från värmedetektionskablar. Installationen kostade 6,2 miljoner kr i 2008 års penningvärde varav 90 % finansierades via kyrkoantikvarisk ersättning, KAE. Systemet har en elmotordriven högtryckspumpsenhet som får elkraft från ett dieselmotordrivet elkraftverk. Kostnaden för drift och underhåll är omkring 220 000 kr per år inklusive personalkostnad (baserat på drift under åren 2019 - 2021). Församlingen söker bidrag för detta vilket täcker 75 % av kostnaden. Under årens lopp har man bland annat bytt tryckhållningspump, brandlarmet inklusive samplingsenhet och delvis byggt om rörsystemet på vinden. Flera fall där det utvändiga systemet har aktiverat finns dokumenterat bland annat beroende på otillräcklig kapsling av kopplingsdosor och ett fall av medveten överkan på detektionskabeln av koppartjuvar, se beskrivning på annan plats i rapporten. Efter utbytet av kopplingsdosorna har man inte haft några felaktiveringar. Församlingen upplever att man har en bra dialog och ett gott samarbete med sprinklerinstallatören som genomför den årliga servicen. För den dagliga driften ser man ett behov av fler anläggningsskötare och kontinuerlig utbildning av dessa.

Den medelstora stenkyrkan har ett unikt ljusstorn med stora fönsterrutor och invändiga prismor och inne i kyrkan finns målningar en känd konstnär. Kyrkan har ett

våtrörssystem fyllt med frysskyddsmedel där rören är förlagda på vinden. Installationen genomfördes 2010 – 2011. Systemet är kopplat till en gasdriven pump och har en vattentank om 2 200 liter. Tornet nås från vapenhuset via en stentrappa och har en plattform för till exempel vigslar. Eftersom det bara finns en enda utrymningsväg är troligen sprinklersystemet installerat som ett så kallat tekniskt byte. Kyrkorummet är inte sprinklat i sin helhet. Sprinklercentral med gasdriven pump finns i vapenhuset. Rörsystemet är fyllt med frysskyddsmedel och rören är förlagda på vinden. Installationskostnaden var cirka 1 miljon kr i 2011 års penningvärde. 90 % av kostnaden finansierades via kyrkoantikvarisk ersättning, KAE. Systemet har haft problem med höga systemtryck och läckage av frysskyddsmedel. Däremot har det inte varit några incidenter kopplade till den gasdrivna pumpen. Systemets tryckhållningspump är bytt eftersom den bullrade när den startade vilket var störande vid förrättningar. Efter ett åsknedslag byttes även ett larmskåp. Kostnaden för drift och underhåll är i genomsnitt omkring 50 000 kr per år, vilket finansieras helt av församlingen; bidrag söks inte. Service och underhåll av sprinklerinstallatören samordnas med nedanstående kyrka.

Den mindre stenkyrkan i ovanstående lista har ett högtryckssystem med automatiska munstycken på vind och i kyrksal. Eftersom kyrkan är en stenkyrka finns inga munstycken utvändigt. Systemet driftsattes år 2008 och kostade då cirka 3 miljoner kr. Kostnaden för drift och underhåll över tio års tid (oklart vilka år) var 559 000 kr, det vill säga omkring 60 000 kr per år. År 2018 finns dock en kostnadspost om 118 000 kr. Systemet har ett våtrörssystem med frysskyddsmedel och har totalt 82 automatiska munstycken och fyra stycken öppna munstycken. Systemets har en gasdriven pump och en 1 500 liters vattentank. Eftersom kyrkan ligger centralt och räddningstjänstens insatstid är kort är vattenvolymen dimensionerad för en varaktighet om 30 minuter (verkningsyta 72 m²). Kyrkan har haft problem med läckande munstycken som droppat på kyrkbänkar och golv. Munstycken har bytts men problemet kvarstår.

6.1.9 Karlstads stift

För Karlstads stift finns en rapport (Fransson, 2023) skriven för att ge församlingar ett underlag att ta beslut om hur man fortsättningsvis vill förvalta installerade sprinklersystem. Rapporten dokumenterar erfarenheter från sprinklerinstallationer i stiftet och när rapporten skrevs var åtta kyrkor i Karlstads stift försedda med sprinklersystem. Tre av systemen var avstängda på grund av brister och problem.

Sprinklerinstallationerna genomfördes i två etapper. I etapp 1 åren 2004 – 2007 installerades sprinkler i fyra kyrkor. Under etapp 2 år 2013 installerades sprinkler i ytterligare fyra kyrkor. Karlstads stift tog fram underlag i form av bland annat projektplan och rambeskrivning för att tillståndspröva och ansöka om kyrkoantikvarisk ersättning för respektive kyrka. Att denna ersättning utgjorde hela 90 % av kostnaden för installationerna bidrog till att berörda församlingar och pastorat såg positivt på investeringarna.

Samtliga åtta kyrkor har vattendimsystem (högtryck). Fem av kyrkorna har en gasdriven (kvävgas) pump. Två av kyrkorna har våtrörssystem, fyra av dem våtrörssystem med frysskyddsmedel och två av kyrkorna har torrörssystem.

Driftserfarenheterna från de åtta kyrkorna kan sammanfattningsvis beskrivas enligt nedan:

- **Läckage:** Tidigt upptäcktes läckage av frysskyddsmedel i vissa kyrkor vilket orsakat skador på inredning. Problemen påtalades för installatören som bytte ut några av de automatiska sprinklermunstycken som orsakat läckagen.
- **Oavsiktligt aktiverade system:** Ett haveri har inträffat i en kyrka, men eftersom systemet var avstängt på grund av fellarm undveks vattenskador.
- **Kvävningstillbud:** Två kvävningstillbud har inträffat i en kyrka när kvävgas för den gasdrivna pumpen strömmat ut i teknikrummet. Incidenterna beskrivs i mer detalj på annan plats av denna rapport.
- **Vattenskada i en kyrka:** Vintern 2021 skedde en vattenskada i en kyrka, se beskrivning på annan plats i rapporten.
- **Höga driftskostnader:** Kostnader för drift, underhåll, service och tredjepartskontroll uppfattas som höga. Några församlingar har därför beslutat att stänga av systemen.
- **Stor arbetsinsats för drift och underhåll:** Drift och underhåll kräver en stor arbetsinsats av den egna personalen och hög kompetens. Inledningsvis utbildades anläggningsskötare men personalomsättning har bidragit till att kompetens saknas. Detta har fört med sig att tillsyn och underhåll blivit eftersatt.
- **Orosmoment:** Systemens tekniska komplexitet gör att driftspersonalen känner oro inför arbetsuppgifter kopplade till drift och underhåll.
- **Larmhantering:** Organisation för hantering av brand- och fellarm varierar mellan olika församlingar och har förändrats över tid. I några fall har den höga frekvensen fellarm upplevts som en belastning för anläggningsskötarna och dessutom varit kostsamt.

Rapporten mynnar ut i ett antal förslag för den framtida förvaltningen av sprinklersystemen. Här föreslås att två eller flera församlingar etablerar en gemensam förvaltning som i sin tur upphandlar underhåll av en och samma entreprenör. Anläggningsskötare kan också ansvara för fler anläggningar och därmed byggs en förbättrad kompetens upp.

Om underhåll för de åtta sprinkleranläggningarna i Karlstads stift skulle kunna upphandlas gemensamt blir kostnaden troligen lägre än om varje församling för sig upphandlar underhåll. Det kan även ge fördelar genom att servicebesök kan samordnas.

Hyresavtalen för gasflaskor med drivgas är en stor del av kostnaden för de fem kyrkor som har gasdriven pump. Här föreslås gemensam upphandling och erfarenhet från en kyrka är att lokal förhandling lönar sig. Vid en förhandling med en lokal gasleverantör halverades kostnaden för hyresavtalet. När det är dags att byta ut gasflaskor med kvävgas i anläggningarna föreslås byte till gasflaskor med luft. Bidraget av kvävgas vid släckning av brand är marginell om inte utrymmet är litet. Gasflaskor med luft är troligen en billigare lösning och personsäkerhetsproblematiken försvinner.

6.1.10 Härnösands stift

Härnösands stift har enligt samtal med representant för stiftet inga kyrkor med automatiska sprinklersystem.

6.1.11 Luleå stift

Luleå stift har enligt samtal med representant för stiftet inga kyrkor med automatiska sprinklersystem.

6.1.12 Visby stift

Visby stift har enligt samtal med representant för stiftet inga kyrkor med automatiska sprinklersystem.

6.1.13 Stockholms stift

Stiftet har ett antal stadskyrkor med automatiska sprinklersystem enligt diskussion i andra delar av rapporten.

6.2 Erfarenheter från Statens fastighetsverk

Informationen i kapitlet är delvis baserad på en intervju med Johan Hanberger vid Statens fastighetsverk. Statens fastighetsverk förvaltar cirka 2 300 fastigheter med cirka 4 000 byggnader. Antal fastigheter med sprinklersystem finns inte dokumenterat men i projektet identifierades knappt 30 sprinkleranläggningar. Vanligast är att museibyggnader har sprinklersystem. Det beror på att det ofta ställs höga brandskyddskrav för att medge vandringsutställningar. I de allra flesta fall har traditionella sprinklersystem installerats. För att reducera sannolikheten för vattenskador används ofta pre-actionsystem. För att ytterligare reducera sannolikheten för vattenskador finns exempel på installationer med plaströr (för att inte kontaminera sprinklervattnet) och dränering av vatten via spygatter. Not: Spygatt är en slags golvbrunn fast utan vattenlås. Något eller några få objekt med vattendimsystem finns.

Ofta saknas dokumentation som redovisar hur och varför (egendomsskydd, försäkringskrav, tekniskt byte, etc.) ett sprinklersystemen installerades och varför det utformades på ett visst sätt. Under årens lopp genomförs också utökningar och ombyggnationer av anläggningar som kan bidra till tekniska problem. Till exempel om våtrörssystem byggs om till torrörssystem. Projektering och installation av sprinkler kräver hög kompetens hos beställaren och de krav som finns i regelverk ställs ofta mot de önskemål och ambitioner som Statens fastighetsverk själva har. Exempel på detta kan vara krav på utformning av vattenkälla, sprinklersystemets omfattning i en byggnad och placering av sprinkler.

Åtminstone tre bränder i sprinklerskyddade byggnader förvaltade av Statens fastighetsverk har inträffat: branden på Etnografiska museet år 2012, branden i Grafiska hus år 2014 och branden på Kungliga Operan år 2019. Händelserna finns beskrivna på annan plats i rapporten.

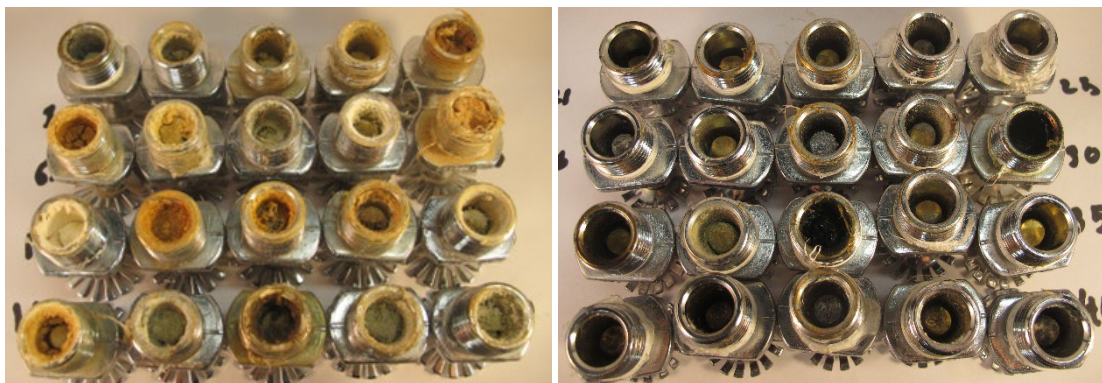
En vanlig förekommande driftserfarenhet är att invändig rörkorrosion orsakar läckage. Det har bidragit till att flera sprinklersystem har tagits ur drift och byggts om. Ett sådant exempel är Marinmuseum i Karlskrona. Sprinklersystemet har två sektioner: sektion 1 som är ett pre-actionsystem och sektion 2 som är ett våtrörssystem. Sprinklerrören för båda sektionerna är invändigt och utvändigt galvaniserade och installerades omkring 1996. Här noteras att det enligt gällande regelverk SBF 120:8 inte tillåts invändigt

galvaniserade rör för våtrörssystem. En invändig kontroll av rörsystemet och en funktionskontroll av sprinklerna för sektion 1 genomfördes år 2020. I sektion 1 har installation av sprinklerrören inom vissa delar gjorts med otillräcklig lutning vilket bidrar till kvarstående vatten som ökar risken för korrosion. Vid den invändiga rörkontrollen demonterades flera rördelar som granskades visuellt. Grenrören bedömdes generellt vara i gott skick men stamledningar från DN65 och uppåt ansågs vara i dåligt skick så till vida att de hade stora ansamlingar av korrosionsrester och hårt sittande kalkavlagringar. Figur 12 visar några exempel. Dessutom dokumenterades punktförsämring av godstjocklek och utvändigt korrosion (Belo Da Silva, 2020).



Figur 12 Exempel på invändig korrosion och hårt sittande kalkavlagringar i sprinklerrör demonterade från Marinmuseum i Karlskrona. Sprinklerrören är invändigt och utvändigt galvaniserade. Foto: Marco Belo Da Silva, AlbaCon.

Totalt 40 sprinkler från anläggningen skickades till RISE för provning. Figur 13 visar sprinklerna. Sprinkler hade i flera fall felaktigt installerats nedåtriktade. Av de totalt tjugo sprinklerna som varit felmonterade valdes sexton sprinkler ut för provning av funktionen. För övriga fyra sprinkler bestämdes aktiveringstemperaturen i ett vattenbad. Redan innan provningen dokumenterades kalkavlagringar i inloppen. Sprinklerna trycksattes med ett statiskt vattentryck om 0,5 bar och utsattes för en varm luftström i en vindtunnel. För fem av dessa sexton (drygt 30 %) sprinkler krävdes att vattentrycket ökades till 4,1 bar, 1,9 bar, 1,9 bar, 1,4 bar respektive 1,2 bar innan sprinklerna öppnade. Vid en verklig brand måste alltså systemtrycket överskrida dessa tryck innan sprinklerna distribuerar vatten. De tjugo andra sprinklerna från samma anläggning hade installerats korrekt (uppåtriktade). Visuellt var inloppen för dessa sprinkler utan större anmärkning och sprinklerna var fullt funktionsdugliga (Jandali, 2019).



Figur 13 Tjugo automatiska sprinkler (till vänster) demonterade från Marinmuseum i Karlskrona som felaktigt installerats nedåtriktade vilket bidragit till kvarstående vatten och kalkavlagringar i inloppen. De tjugo sprinklerna till höger har varit installerade korrekt, det vill säga uppåtriktade. Foto: Mourhaf Jandali, RISE.

Sammantaget rekommenderades utbyte av rör med dokumenterad korrosion och utbyte av sprinkler. Utöver detta ska sprinklersystemet utföras med erforderlig rörlutning och avtappningspunkter (Belo Da Silva, 2020).

Ett annat exempel på problem med läckage är sprinklersystemet på Etnografiska museet. Sprinklersystemet installerades 1978 och bestod av en våtröslarmventil och två torröslarmventiler. Här gjordes några avsteg från dåvarande regelverk med avseende på verkningsytans storlek och några i utrymmen installerades inte sprinkler. År 2013 gjordes en ombyggnation på plan 2 och 3 och år 2016 gjordes en sprinklersektion om till ett pre-actions-system. Vissa rör är kraftigt angripna av korrosion och delvis igensatta, vilket begränsar vattenflödet. Läckage har förekommit vid upprepade tillfälle. Det går att konstatera att sprinklersystemet till viss del inte är utfört utifrån de faktiska förutsättningarna i byggnaden. Bland annat är vissa ytor utan sprinkler inte brandtekniskt avskilda, rörens lutning är för liten, vissa sprinkler är felaktigt nedåtriktade vilket bidrar till att systemet inte helt kan dräneras, verkningsytans storlek uppfyller inte kraven och branddetektering saknas i vissa ytor där pre-actions-systemet är installerat (Larsson, 2020).

Statens fastighetsverk efterlyser rekommendationer för hur sprinklersystem ska utformas för lång hållbarhet. Det är svårt att få entydiga svar från brandskyddskonsulter, installatörer och materialleverantörer om vad som är långsiktigt hållbara lösningar.

7 Observationer från platsbesöken

7.1 Allmänt

De regler och standarder som nämns i kapitel 2 bygger till stor del på praktisk erfarenhetsåterkoppling från installationer genomförda under många år. Om dessa rekommendationer följs undviks i allmänhet dåliga lösningar. Vid platsbesöken identifieras dock flera brister, vilka redovisas nedan. Observationerna omfattar både tekniska lösningar och andra aspekter som kan påverka ett sprinklersystems funktion och effektivitet.

7.2 Gruppaktiveringsventiler utan möjlighet till provning

I ett objekt har installerats ett högtryckssystem och kyrkvinden och en del andra utrymmen skyddas med ett gruppaktiveringssystem styrt av signal från brandlarmsystemet. Sektionsventilerna för högtryckssystemet är belägna i ett angränsande utrymme till vinden. Utrymmet är uppvärmt och har en golvbrunn. Här noterades att det inte finns möjlighet att prova att sektionventilerna öppnar och att de tillåter genomströmning av vatten. Om inte ventilerna "motioneras" regelbundet finns risk att de sätter igen och att de därmed är obrukbara. Dricksvattnet i den aktuella kommunen är dessutom kalkrikt vilket kan bidra till igensättning av munstycken, filter och ventiler.



Figur 14 Sektionsventiler för ett gruppaktiveringssystem där möjlighet till provning att ventilerna öppnar vid brandlarm saknas. Det är dock möjligt att prova att magnetventilen som ska öppna ventilerna får en spänningssignal (24 V) vid brandlarm. Foto: Magnus Arvidson, RISE.

Om en avtappningsventil och en avstängningsventil installeras direkt nedströms sektionsventilerna finns det möjlighet att regelbundet prova att sektionsventilerna öppnar vid en signal från brandlarmcentralen. På så sätt konditioneras sektionsventilerna regelbundet och sannolikheten att de öppnar vid en brand ökar. Vattnet kan ledas till utrymmets golvbrunn.

7.3 Automatiska munstycken placerade långt från tak

Automatiska munstycken, det vill säga munstycken med glasbulb eller smältlänk, behöver installeras så att de aktiveras av värmen från en brand i ett så tidigt skede som möjligt men också på ett sådant sätt att takkonstruktionen inte påverkar spridningsbilden. Ibland är dessa båda krav motstridiga, vilket illustreras av installationen av ett högtryckssystem med automatiska munstycken med glasbulb, se Figur 15 och Figur 16. Installationen är i ett förråd med hyllor fyllda med bland annat dokument, kartonger och annat brännbart material. Automatiska munstycken i förrådet har installerats långt ned från taket för att spridningsbilden inte ska påverkas av takbalkarna. Konsekvensen blir att avståndet till takets undersida är stort och munstyckena är till och med placerade nedanför hyllornas överkant. En annan observation är att det totala antalet munstycken är så få att alla ytor och hyllor i rummet inte får vattenbegjutning.



Figur 15 Automatiska munstycken (vattendimsystem) installerade långt ned från taket i ett förråd, detaljfoto. Foto: Magnus Arvidson, RISE.



Figur 16 Automatiska munstycken (vattendimsystem) installerade långt ned från taket i ett förråd, översiktsfoto. Foto: Magnus Arvidson, RISE.

Enligt SBF 120:8 och SS-EN 12845 kan automatiska 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). Normalt ska dock spridarplattan vara mellan 75 mm och 150 mm från taket så att sprinklerna aktiverar 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. Nedan redovisas två undersökningar som visar påverkan på aktiveringstiden med sprinklernas avstånd från taket.

Kinnersley (2023) redovisar resultat från försök där sprinkler installerats med spridarplattan 75 mm, 150 mm, 225 mm och 300 mm nedanför taket. Sprinklerna hade antingen en 3 mm eller en 5 mm glasbulb med 68 °C aktiveringstemperatur. Sprinklerna installerades med ett horisontellt avstånd om 4 m × 4 m och försök genomfördes med tre olika takhöjder, 3 m, 4 m och 5 m (dock ej för sprinklerna med 3 mm glasbulb). Brandkällan bestod av en gasolbrännare och höll en konstant brandeffekt om antingen 500 kW, 625 kW, 750 kW eller 1 MW. Resultaten är i princip samstämmiga så till vida att sprinklern som satt närmast taket (75 mm) aktiverade först och sprinklern längst från taket (300 mm) sist. Här noterades också att skillnaden mellan 75 mm och 150 mm avstånd var liten. I några försök var branden inte tillräckligt stor för att aktivera sprinklerna på största avstånd från taket. I det mest extrema fallet var tiden till aktivering fyra gånger så lång för sprinkler installerade 300 mm från taket jämfört med sprinkler installerade 75 mm från taket.

Nilsson och Sundin (2023) har genomfört en beräkning med Computational Fluid Dynamics (CFD) med utgångspunkt från ett verkligt fall i ett utrymme där sprinkler installerats 350 mm ned från taket. Som referens gjordes också en beräkning med sprinkler installerade 150 mm ned från taket. Sprinklern i beräkningarna hade ett RTI om antingen 50 (ms)^{1/2} eller 80 (ms)^{1/2} och en nominell aktiveringstemperatur om 68 °C.

Sprinklerna täckningsyta var 12 m². Den simulerade branden var ”snabb” (’fast’) enligt de brandförlopp som ofta används vid brandteknisk dimensionering. Vid referensfallet (150 mm) aktiverade första sprinkler vid en brandeffekt om cirka 900 kW. Med sprinklern 350 mm ned från taket var brandeffekten vid aktivering cirka 2,5 gånger så hög, omkring 2 200 kW. För simulerade sprinkler med ett RTI om 80 (ms)^{1/2} var brandeffekten vid aktivering cirka 1 100 kW (150 mm) jämfört med cirka 2 300 kW (350 mm).

Med takbalkar som är så djupa som i förrådet som beskrivs ovan rekommenderas vanligen att sprinkler installeras i varje balkfält och rent intuitivt känns det som det hade varit den bästa lösningen i detta fall. En effekt av takbalkar är att de kanaliserar brandgaserna så att tiden till aktivering av sprinkler placerade vinkelrätt mot balkarna fördröjs.

7.4 Sprinklersystem på vindar och i torn

7.4.1 Placering av sprinkler

Sprinklerskydd av vindar är svårt vad gäller flera aspekter, inte minst hur sprinkler ska placeras för att både aktivera i ett tidigt skede av brandförloppet och för att vattenbegjuta invändiga takytor och övriga brännbara delar som takstolar. I svenska regelverk saknas bra rekommendationer för hur sprinkler ska installeras på vindar och hur systemen ska dimensioneras. Alla de objekt som besöktes hade sprinkler på vindar och i torndelar förutom en kyrka som bara har sprinkler i tornet. I allmänhet är installationerna genomtänkta, men det finns detaljer som skulle kunna göras annorlunda. Här redovisas några observationer med foton, se Figur 17 och Figur 18.

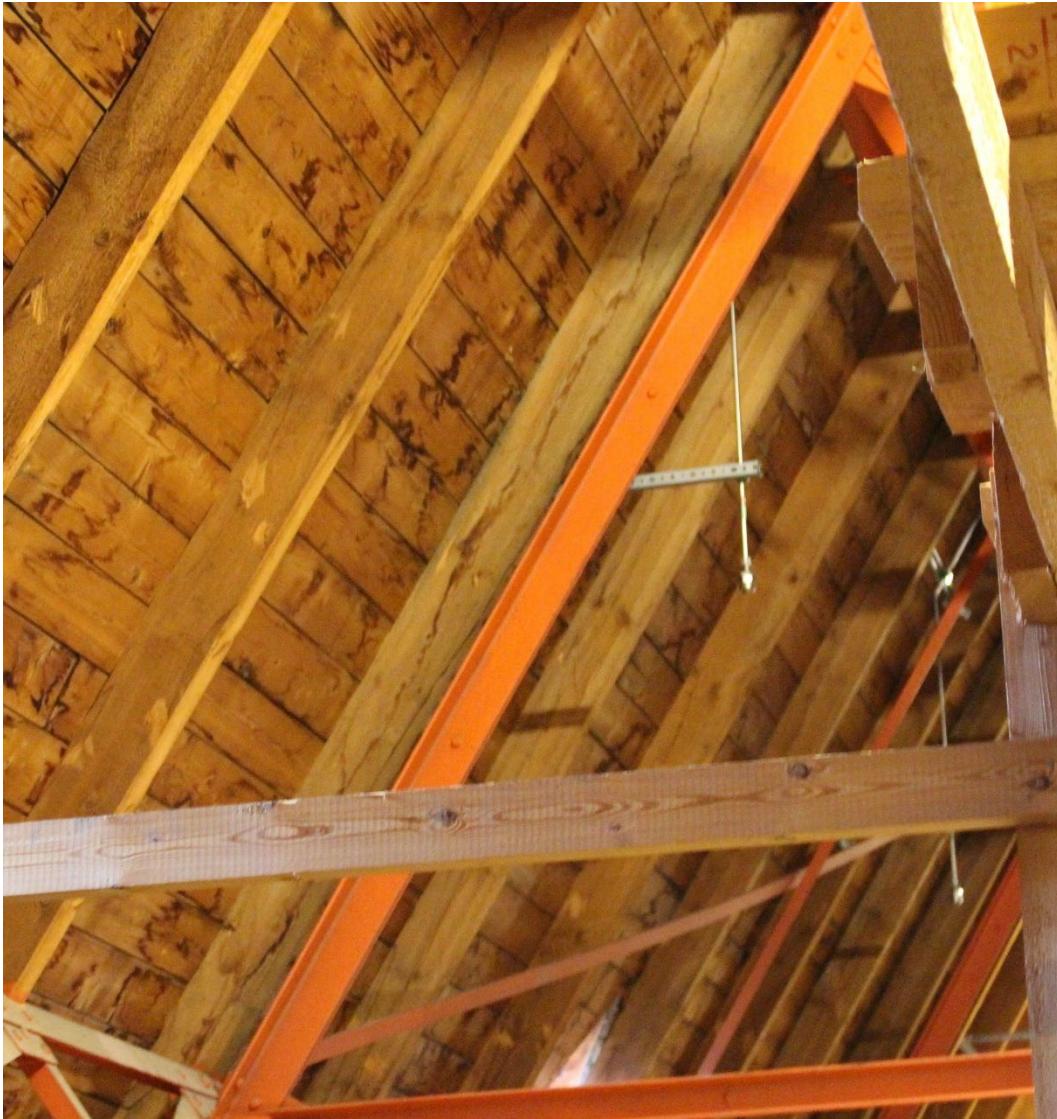


Figur 17 Sprinklerinstallation på vind med ett traditionellt sprinklersystem. Sprinklersystemet har uppåtriktade spraysprinkler (SSU) vid taknocken kompletterat med en rad (längs varje sida) med samma typ av sprinkler en dryg meter från takfoten. Här hade ett bättre brandskydd erhållits med sprinkler i varje balkfält och konventionella uppåt- eller nedåtriktade konventionella (CU/P) sprinkler för vattenbegjutning av både den invändiga takytan och takstolar. Foto: Magnus Arvidson, RISE.



Figur 18 Ett vattendimsystem på vind. Systemet har nedåtriktade automatiska munstycken vid taknocken kompletterat med en rad (längs varje sida) med samma typ av munstycke ett par meter från takfoten. Här ses att avståndet till den invändiga takytan är långt och att det horisontella avståndet mellan munstycken är långt. Detta påverkar både aktiveringen och vattenbegjutningen negativt. Foto: Magnus Arvidson, RISE.

Vid ett av platsbesöken i en större stadskyrka var antalet munstycken på kyrkvinden och i kyrktornet få och munstyckena var installerade långt från varandra. I vindsutrymmet över kyrksalen finns ett gruppaktiveringssystem (deluge) med öppna vattendimmunstycken (högtryckssystem). Rumsvolymen är stor, sannolikt minst 5 000 m³. Munstycken är placerade långt ned från taknock och nedåtriktade. I den mån munstyckena ger vattenbegjutning mot de invändiga takytorna så är vattenbegjutningen inte fullständig. Munstycken vid taknock saknades (här ansamlas varma brandgaser vid en brand). Anordningar för dränering av släckvatten saknades. Figur 19 visar ett detaljfoto från kyrkvinden.



Figur 19 Ett vattendimsystem i ett vindsutrymme i en större stadskyrka. De öppna munstyckena är få och placerade så att de inte ger fullständig vattenbegjutning mot de invändiga takytorna. Munstycken vid taknock saknades. Foto: Magnus Arvidson, RISE.

Även i kyrktornet finns ett gruppaktiveringssystem (deluge) med öppna vattendimmunstycken. Den totala rumsvolymen är mycket stor. Sett över hela rumsvolymen är antalet munstycken få. De munstycken som finns är placerade så att de sannolikt inte ger någon eller mycket begränsad vattenbegjutning på brännbara väggar och på den bärande stålkonstruktionen. En brand här kan få ett mycket snabbt förlopp (vertikal brandspridning) och bli mycket stor innan den begränsas av syretillgången. Fönsteröppningarna har trådnätglas men om fönsterglasen går sönder eller om genombränning av väggar (tak) sker finns möjlighet till inströmning av frisk luft. Anordningar för dränering av släckvatten saknas, men skulle sannolikt relativt enkelt kunna anordnas. Figur 20 visar ett detaljfoto från kyrktornet.



Figur 20 Ett vattendimmsystem i ett kyrktorn i en större stadskyrka. De öppna munstyckena är få och placerade så att de inte ger fullständig vattenbegjutning mot de invändiga vägg- och takytorna. Foto: Magnus Arvidson, RISE.

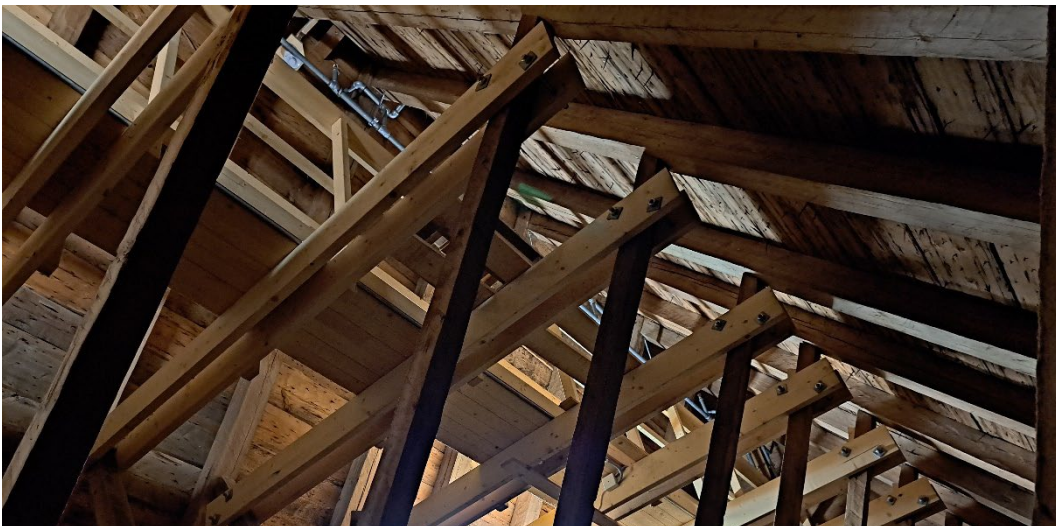
7.4.2 Gångbryggor på vindar

För installation samt efterföljande kontroll och underhåll av sprinkler och rörsystem på vindar krävs permanenta gångbryggor på bjälklag och under taknock. Nackdelen är att plattformarna ökar brandbelastningen och att de förhindrar eller försvårar att vatten från sprinkler når en brand. I de allra flesta fall är gångbryggorna tillverkade av trä, i några fall av spåntat virke – som ger en helt tät obstruktion – som inte släpper igenom vatten från sprinklerna vid taknock. I ett fall noterades att gångbryggan under taknocken var tillverkad av obrännbar gallerdurk som är vattengenomsläpplig vilket förefaller vara en bra lösning. Figur 21 visar gångbryggan. Några exempel där plattformarna saknade räcken dokumenterades vilket äventyrar arbetarskyddet.

I en kyrka noterades en för den äldre byggnaden skonsam infästning av bärbalkarna för gångbryggan. Figur 22 visar detta exempel.



Figur 21 Exempel på gångbrygga under taknocken som är tillverkad av obrännbar gallerduk som är vattengenomsläpplig. Foto: Magnus Arvidson, RISE.



Figur 22 Exempel på en för takstolarna skonsam infästning av tvärbalkar för en gångbrygga under taknocken. Tvärbalkarnas fästpunkt har inte genomgående bultar, i stället är bärbalkarna klämda runt takstolarnas tvärbalkar. Foto: Magnus Arvidson, RISE.

7.4.3 Användning av rör i rostfritt stål

Flera av de större stadskyrkor som besöktes hade torrörssystem i vinds- och tornutrymmen med sprinklerrör av rostfritt stål. Anläggningarna togs i drift omkring år 2000, det vill säga de har varit i drift i drygt 20 års tid (Norrby, 2001).

Flera av de tekniska lösningarna är mycket genomtänkta, till exempel infästningen i takstolar för upphängningar av rör. För att undvika att installationerna inte skadar eller lämnar spår består infästningen av en galvaniserad plåt med ett flertal mindre (5 mm tjocka) träskruvar. Figur 23 visar infästningen. Infästningarna provbelastades i närvaro av besiktningsman. Deras åverkan på träet dokumenterades också och visade sig vara liten (Norrby, 2001).



Figur 23 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.

Sprinklersystemen förefaller vara i gott skick. Vid två av platsbesöken (revisionsbesiktningarna) gjordes en enklare invändig rörkontroll. En rörkoppling demonterades, rören granskades okulärt utvändigt och invändigt och befanns vara i mycket gott skick. Detsamma gällde själva rörkopplingarna. Vid platsbesöken noterades också att galvaniserade mekaniska rörkopplingar använts. Figur 24 visar ett exempel.



Figur 24 Grenrör av rostfritt stål i ett torrörssystem i en större stadskyrka. Här ses att installatören använt rörkopplingar av galvaniserat och inte rostfritt stål för de rillade rören. Foto: Magnus Arvidson, RISE.

Tillverkaren av rörkopplingarna medger galvaniserade rörkopplingar i miljöer där det utvändiga korrosionsskyddet som ges av rostfria rör inte är nödvändigt. Vid just den avbildade rörkopplingen kan ses något som skulle kunna vara ett mindre läckage eller korrosion. Kopplingen demonterades och rent visuellt var dock tätningspackningen och röret dock i mycket gott skick.

Övriga observationer är att sprinkler med nominell aktiveringstemperatur om 68 °C används. Här kan finnas farhågor att temperaturen är för låg i en miljö där höga omgivningstemperaturer kan förväntas sommartid. Regelmässigt erfordras en temperaturdifferens på minst 30 °C mellan sprinklernas aktiveringstemperatur och högsta omgivningstemperatur under normala förhållanden. Sprinklerna var också av typ ”Quick response” vilket ej tillåts för torrörssystem och pre-actionsystem av typen ”double interlock” enligt sprinklerreglerna SBF 120:8. Risk finns att för många sprinkler hinner aktiveras innan vatten erhålls ur sprinklerna.

7.4.4 Lagring av brännbart material på vindar

Vindsutrymmen inbjuder till lagring av brännbart material vilket blev mycket uppenbart vid platsbesöken. 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 som kanske kan mana till en inventering av vad som ansamlats inte bara i de aktuella (och här inte namngivna) objekten, se Figur 25 till Figur 28.



Figur 25 Exempel på lagring av brännbart material på vind. I detta fall har konsoler byggts på takstolarna vilket talar för att det någon gång i tiden betraktats som en permanent lösning. Foto: Magnus Arvidson, RISE.



Figur 26 Exempel på lagring av brännbart material på vind. Här har plankor och annat material av trä placerats direkt på vindsbjälklaget. Det kan också noteras att bjälklaget är isolerat med såg- och kutterspån (brännbart material). Foto: Magnus Arvidson, RISE.



Figur 27 Exempel på lagring av brännbart material på vind. Här har plankor och annat brännbart material placerats direkt på vindsbjälklaget. De svarta plastsäckarna förhindrar förvätning av vatten från sprinkler. Foto: Magnus Arvidson, RISE.



Figur 28 Exempel på lagring av brännbart material på vind. Här har plankor och annat brännbart material placerats direkt på takstolarna. Foto: Magnus Arvidson, RISE.

7.4.5 Dränering av släckvatten på vindar eller torn

En sprinkleraktivering innebär att stora mängder vatten strömmar ut vid brand eller felaktivering. Det gäller för vattendimma och men framför allt för traditionell vattensprinkler. Antalet sprinklerhuvuden som aktiveras och tiden till avstängning 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 ansevärt mängd vatten vars vikt kan göra att valvet rasar, särskilt om vattnet fördelas icke symmetriskt i valvets olika kupor (Egeltoft, 2019). Vattnet kommer även att infiltrera sprickor i stenarna och späda murbruksfogarna som håller ihop valvet. Detta kan destabilisera valvet så att det fallerar, få valvets bärande ribbor att sjunka eller så kan skalet med valvkapporna rasa (Heyman, 1997).

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 av de objekt som besöktes hösten 2023 är en större stadskyrka i Stockholm. Ett traditionellt sprinklersystem (torrörssystem) installerades i kyrktornet år 1994. På ett av de nedre våningsplanen i tornet finns ett invändigt falsat plåttak som byggdes för att i första hand dränera bort inträngande regnvatten. Från taket leder ett antal större sidoöppningar i fasaden där regnvatten kan rinna ut på yttertakets och vidare ned till hängrännor och stuprör.

Det invändiga taket förhindrar även att vatten från sprinkler på själva våningsplanet och från våningsplanen ovanför rinner ned i byggnaden. Vid platsbesöket gjordes ett prov där en glasbulb i en sprinkler slogs sönder. Avsikten var att mäta tiden till dess att vatten strömmade ut från sprinklern och att visuellt granska sprinklerns spridningsbild. Sprinkler som är installerade i tornet är av typen nedåtriktade spraysprinkler (SSP) men sprinklerna har installerats uppåtriktade med avsikten att vattenbegjuta undersidan av träbjälklaget. Figur 29 till Figur 32 visar provningen.



Figur 29 Sprinkler av typen nedåtriktade spraysprinkler (SSP) som har installerats uppåtriktade med avsikten att vattenbegjuta undersidan av träbjälklaget i ett kyrktorn. Sprinklernas spridarplatta är placerad cirka 300 mm ned från undersidan av träbjälklaget. Foto: Magnus Arvidson, RISE.



Figur 30 Aktivering av en sprinkler i kyrktornet. Här ses det invändiga falsade plåttak som förhindrar vatten att tränga ned i byggnaden. Foto: Magnus Arvidson, RISE.



Figur 31 Avledning av vatten till yttertak och vidare ned i hängrännor och stuprör sker via gallerförsedda öppningar i kyrktornets fasad. Foto: Magnus Arvidson, RISE.



Figur 32 Vattenbegjutningen av undersidan av träbjälklaget var omfattande. Foto: Magnus Arvidson, RISE.

Tidsfördröjningen från det att sprinklern aktiverades till dess att vatten distribuerades från sprinklern var cirka 45 sekunder. Vattenbegjutningen av undersidan av träbjälklaget var omfattande vilket visar att konceptet med "felorienterade" sprinkler i det här fallet var lyckat.

7.5 Användning eller förvaring av brännbart material

7.5.1 Brännbart material i allmänna utrymmen

Gemensamt för de flesta objekt som besöktes är att den huvudsakliga brandbelastningen utgörs av byggnadskonstruktionen (trä) och den fasta träinredningen. Lös inredning i form av stolar, sittdynor och andra föremål tillverkade av material med betydligt högre energiinnehåll än trä noterades i flera objekt. För samtliga exempel som redovisas på nedanstående foton i Figur 33 till Figur 35 borde det gå att hitta alternativ tillverkade av trä eller naturmaterial som bomull eller ull. Naturmaterial har både lägre energiinnehåll och är mindre lättantändliga. Den ansamling av brännbart material som visas i exemplen skulle dessutom kunna inbjuda till anlagd brand.



Figur 33 Stolar tillverkade av plast som förvaras staplade i ett kyrkorum. Foto: Magnus Arvidson, RISE.



Figur 34 Sittdynor tillverkade av skumplast som förvaras staplade i ett kyrkorum. Foto: Magnus Arvidson, RISE.



Figur 35 Sittdynor och kartonger med okänt innehåll lagrade på en orgelläktare. Foto: Magnus Arvidson, RISE.

7.5.2 Brännbart material i biutrymmen

Som tidigare nämnts föreskriver sprinklerreglerna SBF 120:8 och standarden SS-EN 12845:2015 att en kontroll ska genomföras varje kvartal för att säkerställa att riskklassen inte har förändrats. Om riskklassen har ökat innebär det att sprinklersystemets dimensionering kan vara otillräcklig, det vill säga att vattenflödet kan vara för lågt för att kontrollera en brand. Att riskklassen förändras är troligen en rekommendation som i första hand är relevant där verksamheten förändras över tid, till exempel om en industribyggnad byggs om till en lagerbyggnad eller i verksamheter med en hög omsättning av olika hyresgäster med olika aktiviteter.

För kyrkor eller andra kulturhistoriskt värdefulla byggnader är sannolikt lagring av material som används i verksamheten det som i första hand kan öka både risken för

uppkomst av brand och själva brandförloppet. Figur 36 och Figur 37 visas ett exempel från en 1700-talskyrka där ett utrymme inne i kyrka som inte är avsett för lagring och som inte är brandtekniskt avskilt från övriga delar av bygganden används som lager av brännbart material. Bland det brännbara materialet återfanns kartonger med marschaller.



Figur 36 Lagring av brännbart material i en 1700-talskyrka som ökar sannolikheten för uppkomst av brand, intensifierar brandförloppet och försämrar möjligheten för sprinklersystemet att kontrollera branden. Foto: Magnus Arvidson, RISE.



Figur 37 Bland det brännbara materialet återfanns kartonger med marschaller. Foto: Magnus Arvidson, RISE.

7.6 Åskledare nära eller i kontakt med brännbara material

Alla objekt som besöktes har takledarsystem med åskfångare. Dessa ska fånga in blixurladdningen och fördela blixtrömmen till nedledarsystemet som leder ned blixtrömmen och fördelar den till jordledarsystemet. Nedledarna får då inte bli så varma att de orsakar antändning. För träväggar ska ett avstånd om minst 10 cm hållas till brännbara material.

Vid platsbesöken noterades flera fall där nedledarsystemet ligger nära eller i kontakt med brännbart spåntak. Figur 38 visar ett exempel.



Figur 38 Ett exempel där nedledarsystemet ligger nära eller i kontakt med brännbart spåntak. Foto: Magnus Arvidson, RISE.

8 Erfarenheter med brandlarmsystem

8.1 Allmänt

En brandlarmanläggning har till uppgift att i tidigt skede indikera en brand via olika typer av detektorer, aktivera lokala styrningar i form av till exempel larmdon, talat utrymningslarm, stänga branddörrar, tända nödljus, styra hissar, styra ventilation, aktivera styrningar för sprinkler eller vattendimma, ta emot signaler för aktiverad sprinkler eller vattendimma, ta emot felsignaler från sprinkler eller vattendimma och föra över brandlarm och fellarm via en larmsändare till en larmmottagare som ofta är en larmcentral som sedan larmar ut räddningstjänsten.

Brandlarm installeras ofta enligt regelverket SBF 110:8 som upprättats av Brandskyddsföreningen. Reglerna omfattar bland annat installation och underhåll. Månadskontroll, kvartalsprov och årlig revisionsbesiktning erfordras och normalt även årlig service. Minst två anläggningsskötare ska svara för den kontinuerliga driften och ska ha erforderlig kännedom om anläggningen.

I kyrkobyggnader förekommer ofta följande detektorer: rökdetektorer i kyrkorum, vindar, torn och övriga ytor; aspirationsdetektorer i kyrkorum, vindar, torn; linjära värmedetektorer (värmedetektionskabel) på brännbara fasader och på brännbara tak.

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, luft rörelser och damm på till exempel vindar, insekter som tar sig in i rökdetektorer och rök utifrån från vedeldning eller eldning av löv och ris.

I en mindre träkyrka som besöktes under hösten 2023 inträffade ett stort antal oförklarliga brand- och inbrottslarm under de första åren som anläggningen var i drift. Uppskattningsvis var den årliga kostnaden omkring 50 000 kr till 60 000 kr för utryckningar utan brandtillbud. Enligt uppgift ”Hann räddningstjänsten knappt tillbaka till stationen innan de fick rycka ut igen”. Stora resurser fick läggas på att åtgärda felen, till exempel att byta detektorer, ändra känsligheten för samplingssystemet, mm. Under de senaste fem åren har anläggningen genererat ungefär ett fellarm per år. Med den låga fellarmfrekvensen ”Kan ett larm snarare ses som ett test av systemet och larmöverföringen snarare än ett egentligt problem” enligt anläggningsskötaren.

Brandlarmcentraler har kort teknisk livslängd jämfört med sprinkler och vattendimma, 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. Larmsändare som använder 2G- och 3G-nät behöver bytas när dessa nät fasas ut.

8.2 Aspirerande system (samplingssystem)

Aspirerande system (samplingssystem) används ofta för att detektera rök i brandens tidiga skede. Samplingsrör med tillhörande detektor och fläkt monteras ofta i vindsutrymmen. Dess fördelar är hög känslighet vilket innebär tidig detektion, men också att installationen kan göras i princip osynlig i till exempel ett kyrkorum då detektorenheten kan placeras på vinden och endast transparenta tunna slangar dras ner genom taket vid genomföringar för ljuskronor eller andra installationer.

Nackdelar är att dess höga känslighet kan medföra onödiga larm, exempelvis på grund av rök utifrån då gamla byggnader ofta är otäta. Vid ett av platsbesöken (mindre träkyrka) hade ett system ställts på lägst detektionskänslighet för att minska inverkan från omgivningen. Vedeldning i en närbelägen villa ledde ett år till flera uttryckningar av räddningstjänsten. I en annan mindre träkyrka som också besöktes eldade en granne löv och orsakade uttryckning.

Även rök som bildas då ljus i kyrkorummet släcks kan orsaka onödiga brandlarm vilket dokumenterades vid ett av platsbesöken (mindre träkyrka). Detta kan ofta elimineras genom att installera fränkopplingstimers där samplingssystemet kan fränkopplas av kyrkopersonalen i samband med att ljus ska släckas.

Larm för luftflödesfel är inte ovanliga liksom problem med kondens om luft sugas in från ett uppvärmt kyrkorum till en kall vind. Detta brukar kunna lösas genom att rören isoleras och att detektor och fläkt monteras i uppvärmt skåp.

Det finns kyrkor som har en gemensam samplingsenhet 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 platsbesöket i en större stadskyrka, där samplingssystemet även ska styra sprinkleraktivering (pre-actionsystem av typen "double interlock"), uppmärksammades att rök från tornet även indikerar larm på vinden.

Ljud från samplingsfläkt kan vara störande och bör beaktas vid installation. Filterbyten i samplingsenheten erfordras normalt årligen.

8.3 Bortkoppling eller felkoppling av värmedetektionskabel

Vid två platsbesök (båda mindre träkyrkor) var värmedetektionskablarna installerade på utsidan av fasad/tak felkopplade så att fel sprinklersektion aktiverades vid provningen. På en av de två kyrkorna var två sektioner (för yttertak) helt bortkopplade troligen i samband med ett takarbete för flera år sedan och en sprinklersektion (för fasad) aktiverades ej av okänd anledning. Bara några månader innan platsbesöket (revisionsbesikten) hade ett brandlarmföretag genomfört en service av anläggningen utan att uppmärksamma ovanstående fel.

Det har tidigare även hänt att värmedetektionskabel ej ger larm och sprinkleraktivering på grund av att ett felaktigt elektriskt motstånd installerats till värmedetektionskabeln.

8.4 Förläggning av värmedetektionskabel

Det är mer regel än undantag att värmedetektionskablar under takfot och på ytterfasader installeras direkt mot det bakomliggande underlaget. Enligt brandlarmsreglerna i SBF 110:8 bör kabeln placeras minst 1 cm från väggen för att undvika kylning från väggen. Men det finns några bra exempel på när distansklammer använts för att få kabeln en bit från underlaget. Figur 39 visar båda sätten som är hämtade från samma kyrka. Det är heller inte ovanligt att kablarna målas över vid ommålning av fasaderna vilket också påverkar detektionstiden negativt.



Figur 39 Två olika sätt att installera värmedetektionskablar på en fasad med träspån. Båda exemplen är från samma kyrka. Det övre fotot visar infästning med vanlig klammer (sämre lösning) och det nedre fotot visar infästning med distansklammer (bättre lösning). Foto: Magnus Arvidson, RISE.

För flera kyrkor har felaktivering av utvändiga fasadsprinkler förekommit på grund av att regnvatten letat sig in i utvändiga kopplingsdosor. För en träkyrka som besöktes byttes alla utvändiga kopplingsdosor till dosor med IP65-klassning och därefter har man inte haft några fellarm på grund av inträngande regnvatten, se Figur 40.

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 fel aktiveringstemperatur på värmedetektionskablarna valts.



Figur 40 Kopplingsdosa med IP65-klassning och kortslutning vid prov av värmedetektionskabel. Foto: Magnus Arvidson, RISE.

8.5 Oisolerade värmedetektionskablar på vind

Vid flera av platsbesöken noterades att värmedetektionskablar för fasad eller tak är förlagda oisolerade genom vindsutrymmen. Här finns en risk att en brand på vinden inte bara aktiverar sprinklersystemet installerat på vinden utan också en eller flera utvändiga sektioner, vilket kan resultera i högre vattenflöden än vad anläggningens pump är dimensionerad för.

9 Sammanställning av vanligt förekommande tekniska problem

9.1 Användning av frysskyddsmedel

Totalt dokumenterades omkring 15 objekt där frysskyddsmedel använts för att förhindra frysning av vatten i trycksatta rörledningar eller tryckkärl. Samtliga objekt har vattendimsystem (högtryck). Det frysskyddsmedel som använts är färdigblandat till önskad fryspunkt (normalt -30 °C eller lägre) och är en vattenbaserad saltlösning. Erfarenheterna visar att frysskyddsmedlet kan bidra till:

Höga tryck i rörsystemen. Enligt flera anläggningsskötare har man dokumenterat höga (i en del fall upp mot 220 bar) och varierande tryck i rörsystemet, framför allt under varma sommardagar. Vätskor expanderar och ökar i volym (densiteten sjunker) vid uppvärmning. När en vätska i ett slutet rör värms upp ökar trycket om vätskan inte har plats att expandera. Flertalet system saknar någon form av tryckbegränsande utrustning som till exempel expansionskärl eller säkerhetsventil.

Läckage: Läckage över längre tid har framför allt uppstått i munstycken men också vid rörkopplingar och vid ventiler i många kyrkor. Sannolikt bidrar de höga systemtrycken enligt ovanstående diskussion till ökad sannolikhet för läckage. För några av kyrkorna har man bytt från munstycken tillverkade av mässing till munstycken tillverkade av rostfritt stål och installerat tryckbegränsande utrustning. Trots detta har läckage i munstycken och rörkopplingar dokumenterats. Här ska dock sägas att det enligt utsago finns flera installationer som inte haft problem med läckage av frysskyddsmedel, men exakt vad som skiljer dessa från systemen med läckage har inte framkommit.

Felaktivering av munstycken: I flera fall har trycken i rörsystemen blivit så höga att antingen munstyckets glasbulb eller dess metalliska konstruktionsdelar har brustit. Utströmningen av frysskyddsmedel (mindre mängd) och därefter vatten (betydligt större mängder) har i flera fall krävt omfattande saneringar och skador på egendom, bland annat målningar, tak- och golvbeläggningar, ljuskronor, orgel och isoleringsmaterial.

Oro för personskador: En församling uttrycker oro för personskada, till exempel under en förrättning i kyrksalen, vid felaktivering av munstycken eftersom skyddskorgen eller andra metalliska delar på munstycket kan lossna och utgöra en farlig projektil.

Figur 41 visar två exempel på automatiska högtrycksmunstycken demonterade från ett våtrörssystem med frysskyddsmedel. De båda munstyckena är tillverkade av mässing. Munstyckena visar tydliga tecken på läckage av frysskyddsmedel. Den grönfärgning som noterats kan tolkas som att kopparacetat (som är grönt) har bildats, det vill säga att metallen har ärgat.



Figur 41 Automatiska högtrycksmunstycken (med glasbulb) demonterade från våtrörssystem med frysskyddsmedel. Munstyckena visar tydliga tecken på läckage i form av grönfärgade områden runt gänganslutningarna för mikromunstycken och grönfärgade saltavlagringar runt och på skyddskorgen för glasbulben. Foto: Mourhaf Jandali, RISE.

Här kan befaras att de invändiga delarna av munstyckena är så igensatta att ”ventilen” i munstyckena inte öppnar vid en brand. Munstyckena är konstruerade med en invändig pistong med o-ringtätningar. Saltavlagringar och ärgning på dessa delar gör att friktionen mellan pistongen och munstyckets inre delar ökar. Igensättning av mikromunstycken och munstycksfilter kan dessutom reducera flödet genom munstycket.

Figur 42 visar två installerade munstycken, varav ett är konstruerat av rostfritt stål, och en rörkoppling med tydliga tecken på läckage.



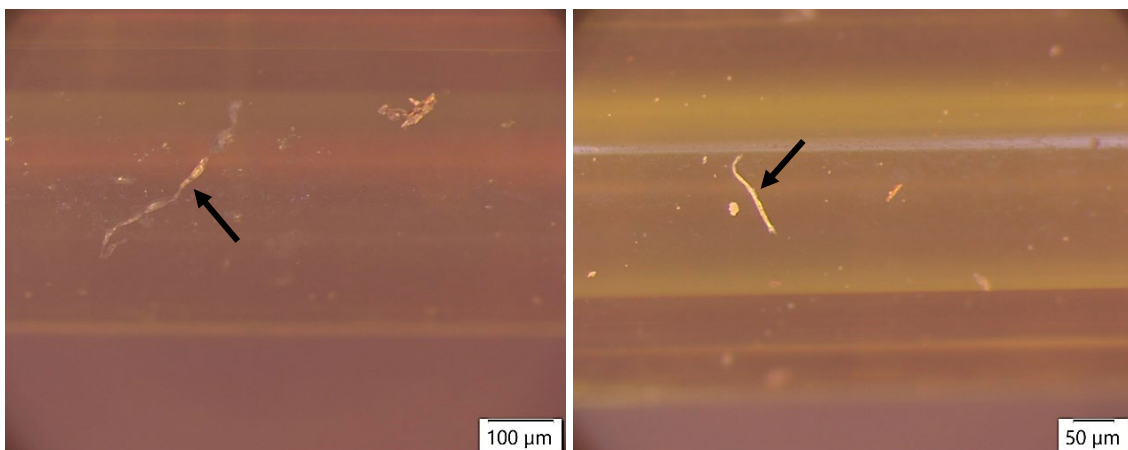
Figur 42 Ett automatiskt (med glasbulb) högtrycksmunstycke (vänster) och en rörkoppling (höger) med tydliga tecken på läckage. Det nedre munstycket är enligt uppgift tillverkat av rostfritt stål men uppvisar också tecken på läckage. Foton: Alf Thors, AT Brandskydd AB och Tomas Godby, Brandskyddsbesiktning T Godby AB.

För ett större antal kyrkor är läckagen så omfattande att anläggningsskötarna har placerat hinkar under enskilda munstycken. Figur 43 visar ett exempel från en vind. I samma utrymme fanns ytterligare två hinkar.



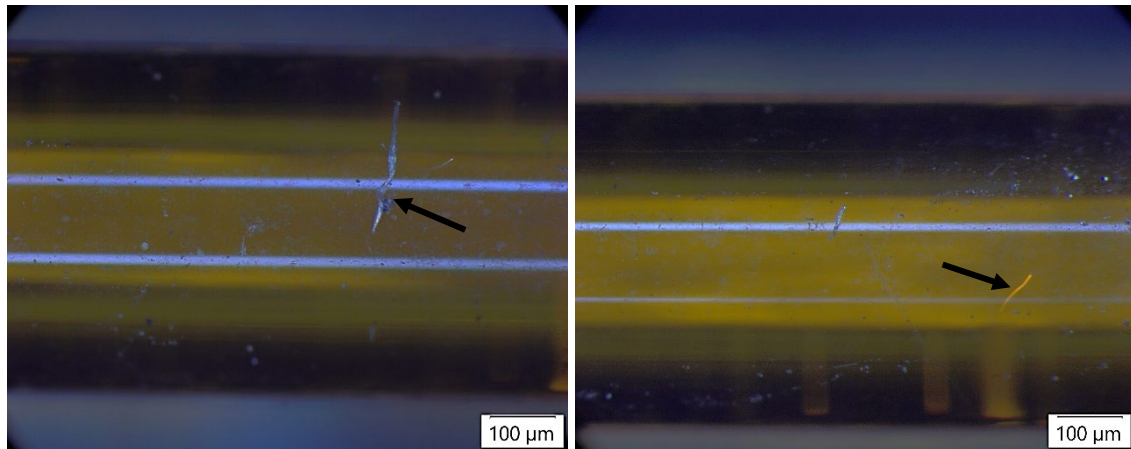
Figur 43 Hink under ett högtrycksmunstycke som läcker frysskyddsmedel. Foto: Magnus Arvidson, RISE.

De höga systemtrycken som framför allt dokumenterats sommartid har i flera fall gjort att antingen munstyckets glasbulb eller dess metalliska konstruktionsdelar har brustit. Att trycken i systemen varierar mycket över tid kan troligen också bidra till materialutmattning. Vid två platsbesök demonterades några automatiska munstycken och dess glasbulber granskades under mikroskop. Glasbulbernas ytterdiameter är 2 mm och eftersom de är fyllda med en vätska är glasets tjocklek mindre än 1 mm. För flera av munstyckena observerades både ytdefekter (gropar och repor) och mikrosprickor. Figur 44 visar glasbulber i munstycken från ett högtryckssystem fyllt med frysskyddsmedel.



Figur 44 Ytdefekter (repor och gropar) och mikrosprickor (markerade) på två glasbulber i munstycken demonterade från en kyrkvind. Foton med olika förstöringsgrad. Rörsystemet är fyllt med frysskyddsmedel. Foto: Leandro De Oliveira, RISE.

Figur 45 visar glasbulber i munstycken från ett högtryckssystem fyllt med tryckluft (torrörssystem) men där systemet har varit bristfälligt dränerat och det är troligt att frysning av vatten i rörsystemet har skadat glasbulberna.



Figur 45 Ytdefekter (repor) och mikrosprickor (markerade) på två glasbulber i munstycken demonterade från en kyrkvind. Rörsystemet är fyllt med tryckluft men systemet har varit bristfälligt dränerat och det är troligt att frysning av vatten i rörsystemet har skadat glasbulberna. Foto: Leandro De Oliveira, RISE.

9.2 Kvävningstillbud med kvävgas

För mindre system kan kvävgas (nitrogen) användas som drivgas. Gasen lagras vanligen i gasflaskor med 200 bars tryck som är sammankopplade med en eller flera tryckkärll med vatten. När systemet aktiveras trycker drivgasen ut vattnet i rörsystemet. Kvävgasen kommer att strömma in i det skyddade utrymmet när den sista mängden vatten i tryckkärlen töms.

Det finns också pumpar för högtryckssystem där kvävgas både används för att driva en kolv i pumpen och för att atomisera vattnet till vattendroppar i munstycket, se Figur 46. Ofta används benämningen Gas Pump Unit (GPU). Beroende på det skyddade utrymmets volym kan kvävgasen innebära en personsäkerhetsrisk förknippad med att syrekonzentrationen i utrymmet reduceras. Vid dimensioneringen av ett system är det viktigt att säkerställa att syrekonzentrationen i det skyddade utrymmet inte understiger kritiska nivåer vid en brand eller vid en oavsiktlig aktivering.



Figur 46 Gasdriven pump som drivs av kvävgas lagrade i tryckkärl. Vatten tas i detta fall från en större vattentank konstruerad av betong. Foto: Magnus Arvidson, RISE.

En förbisedd risk är att kvävgas som oavsiktligt strömmar ut i teknikrummet kan utgöra ett livsfarligt scenario. Tre fall dokumenterades där detta har äventyrat personsäkerheten.

Två fall finns beskrivna av Fransson (2023) och av Arvidson (2014) och avser samma anläggning (mindre träkyrka). Den gasdrivna pumpen med dess kvävgasbehållare är placerad i ett cirka 10 m² stort källarutrymme under kyrkan och åtkomst sker via en trappa från våningen ovanför. Vid det första tillbudet aktiverade systemet på en fasad på grund av ett tekniskt fel. Anläggningsskötaren noterade dock att fullt systemtryck inte erhöles och gick ned till teknikrummet för att stänga av systemet. I teknikrummet var det "ett himla väsen". På grund av ett tekniskt fel strömmade nämligen kvävgasen ut i rummet. Strax efter att han kommit ner kände han av en viss yrsel och tog sig snabbt upp på markplan igen – lyckligtvis utan att förlora medvetande.

Vid det andra tillbudet, som inträffade på julafton år 2010, några år efter det första tillbudet, brast en rörkoppling i teknikrummet och hela utrymmet fylldes med vatten och kvävgas. Räddningstjänsten larmades till platsen via ett automatiskt larm. Ett brandbefäl gick ensam in i kyrkan för att undersöka larmets orsak. På sin väg till centralapparaten kommer han in i den syrefattiga miljön och svimmar. Han upptäcks och hjälps ut ur kyrkan till frisk luft där han återfår medvetandet. Orsaken till utflödet av kvävgas var att en rörkoppling brustit beroende på att en så kallad skärring i rörkopplingen monterats felvänd. Efter dessa båda tillbud har man installerat ett separat gaslarm i teknikutrymmet som larmar om syrekonzentrationen sjunker lägre än kritisk nivå.

Det tredje tillbudet dokumenterades i en annan kyrka (större träkyrka). För denna kyrka är teknikutrymmet placerat på marknivå ett stycke från kyrkan och dörren vetter mot det

fria. På grund av ett tekniskt fel strömmade kvävgas ut i utrymmet. Även här har ett gaslarm installerats i efterhand.

9.3 Problem med torrörlarmventiler och kvarstående vatten i rör

Ett torrörssystem är ett sprinklersystem där sprinklerrören står fyllda med tryckluft eller trycksatt kvävgas. När en eller flera sprinkler aktiveras av värmen från en brand strömmar luften/kvävgasen ut, en ventil (torrörlarmventilen) öppnar och vattnet strömmar in i rörsystemet och fram till sprinklerna som aktiverat. Funktionen hos ett torrörssystem provas genom att en provventil installerad i sprinklersektionens yttre ände öppnas. Utloppsöppningens storlek ska motsvara den för de sprinkler som är installerade. Tiden tills dess att vatten börjar att strömma ut genom provventilen mäts.

Vid platsbesöken dokumenterades flera fall där trycksänkningen som följer av att luften i rörsystemet släpps ut inte är tillräcklig för att öppna torrörlarmventilen. Sprinklersystemets funktion äventyras därmed. Samtliga fall rör vattendimsystem (högtryck). Problematiken kan hänföras till justeringen av reglerventilen för tryckluft som sitter mellan systemets luftkompressor och rörsystemet. Denna reglerventil kräver mycket noggrann finjustering för att fungera korrekt. Besiktningsmannen bekräftar att detta är ett återkommande problem som observerats vid besiktning även i andra kyrkor (Samtal med Tomas Godby, 2023). Inget av de system (flera olika fabrikat) där problemen dokumenterades har typgodkända lösningar.

Platsbesöken under hösten 2023 visar att det finns problem även med traditionella sprinklersystem. Vid ett av platsbesöken i en större stadskyrka kom inget vatten när provventilen på vinden öppnades. Problemet berodde sannolikt på att en backventil vid pumpen inte stängde. Vatten cirkulerade runt och vattentrycket i rörsystemet byggdes inte upp. Vid ett platsbesök i en annan stadskyrka hittades ett elfel vid provningen som gjorde att sprinklerpumpen inte startade.

Kvarstående vatten i torrörssystem ökar risken för invändig rörkorrosion och för torrörssystem i miljöer med låga omgivningstemperaturer finns risk att kvarstående vatten fryser och skadar rörsystemets rör eller rörkopplingar. Flera sådana fall finns beskrivna i kapitel 5. Dessutom kan is eller issörja förhindra vattenströmning genom rör och ut genom munstycken.

I två kyrkor har torrörssystem installerats för kyrksal och vindsutrymmen. För munstycken i kyrksalens tak är rören förlagda på vinden med nedstick till munstyckena. Vid provning eller aktivering vid brand vattenfylls rörsystemet och för att bli av med kvarstående vatten är rörsystemet förlagt i en slinga där alla munstycken är seriekopplade. Slingan leds tillbaka till sprinklercentralen där det finns en ventil, ett utlopp och en luftkompressor. Med luftkompressorn går det att blåsa rent rören från vatten efter provning. För att bli av med kvarstående vatten i munstyckenas inlopp används ett särskild Y-koppling i stället för en T-koppling. Samma principlösning används för vinden. Figur 47 visar Y-kopplingen.



Figur 47 Två installationer med Y-koppling till ett munstycke för att säkerställa renblåsning med tryckluft av munstyckena inlopp. Foton: Magnus Arvidson, RISE.

Tekniken finns beskriven i det tidigare Brandforsk-projektet (Arvidson, 2006) men då saknades driftserfarenheter. Erfarenheterna från en kyrka visar att tekniken fungerar vid provning. Munstycken har demonterats och visuellt finns inget eller mycket lite kvarstående vatten. Här kan dock påpekas att det för ett nedåtriktat munstycke kan räcka med att en mycket liten mängd vatten fryser till is för att sätta igen munstycket.

Vid platsbesöket vid en mindre träkyrka hösten 2023 fanns stora mängder med vatten kvar i rörsystemet. Vid provning samlades vatten som strömmade ut genom provventilen upp i en hink. Figur 48 visar provningen. Under provets gång fick hinken tömmas flera gånger. Uppskattningsvis fanns 25 liter vatten kvar i rörsystemet. Eftersom rörsystemet inte är allt för omfattande och rördimensionerna kläna så var troligen stora delar av rörsystemets fyllt med vatten. När rörsystemet väl var tömt på vatten startade inte högtryckspumpen av trycksänkningen i rörsystemet. Enligt driftsinstruktionerna ska rörsystemet blåsas rent minst en gång per månad av anläggningsskötare. Troligen har inte det gjorts. Den inplastade en-sidiga instruktionen som förmodligen suttit upptejpade i sprinklercentralen hittades i en hög med pärmar och annan dokumentation.



Figur 48 Anslutning av slang med korrekt typ av munstycke (vänster) till provventil för torrörssystem och mätning av tiden till vatten börjar att strömma ut genom munstycket (höger). Systemet var bristfälligt dränerat och omkring 25 liter kvarstående vatten samlades upp. Foton: Magnus Arvidson, RISE.

Kyrkan har haft en incident (år 2018) där ett automatiskt munstycke på vinden aktiverades, se beskrivning på annan plats i rapporten. Det ligger nära till hands att förmoda att aktiveringen berodde på frysning.

En annan mindre träkyrka har ett högtryckssystem av annat fabrikat. Även där har vinden (och kyrktornet) samt kyrksal och övriga invändiga utrymmen ett torrörssystem. Vid platsbesöket hösten 2023 anslöts en slang med korrekt typ av munstycke till systemets provventil. En del kvarstående vatten, i storleksordningen 0,5 liter flödade ut genom munstycket innan enbart luft strömmade ut.



Figur 49 Anslutning av slang med korrekt typ av munstycke (vänster) till provventil för torrörssystem och mätning av tiden till vatten börjar att strömma ut genom munstycket. Systemet var bristfälligt dränerat och omkring 0,5 liter kvarstående vatten samlades upp. Foton: Magnus Arvidson, RISE.

Vatten erhöles dock inte inom 60 sekunder. Vid det första provet tog det närmare 4,5 minuter innan vatten med fullt tryck strömmade ut ur munstycket. Efter flera prov och justeringar av en reglerventil mellan systemets luftkompressor och rörsystemet reducerades tiden till drygt 2 minuter. Vid tidigare provning år 2008 och 2012 har tidsfördröjningen varit något kortare men inte inom regelverkets krav. Detta kan

sannolikt medföra att branden hinner bli mycket stor innan vatten strömmar ut genom munstyckena.

Men det finns förstås anläggningar där fördröjningstiden är kort och väl inom tillåtna gränser. Ett sådant exempel är en mindre träkyrka där alla delar av kyrkan och den intilliggande klockstapeln har ett traditionellt sprinklersystem med en enda torrörslarmventil. Vid revisionsbesiktningen varje år öppnas en provventil på vinden och fördröjningstiden till dess att vatten strömmar med fullt tryck är år från år runt 35 sekunder. Figur 50 visar provningen vid platsbesöket hösten 2023. Provventilens fast monterade sprinklermunstycke mynnar genom en av kortsidornas fasad. Sprinklersystemets teknikbyggnad ligger utanför kyrkmuren en bit från kyrkan.



Figur 50 Provning av fördröjningstiden för ett traditionellt sprinklersystem med en enda torrörslarmventil vid platsbesöket 2023. Provventilens fast monterade sprinklermunstycke mynnar genom en av kortsidornas fasad. Foton: Magnus Arvidson, RISE.

9.4 Igensättning av utvändiga munstycken

Igensättning av utvändiga munstycken är mindre vanligt men några fall dokumenterades. Ett fall finns beskrivet tidigare i rapporten. Figur 51 visar ett annat fall där ett öppet sprinklermunstycke visade sig vara igensatt av en geting när systemet provades.



Figur 51 Igensättning av ett öppet sprinklarmunstycke för fasad där en geting krupit in genom munstyckets utloppsöppning. Igensättningen uppmärksammades när systemet provades vid en revisionsbesiktning och inget vatten distribuerades från munstycket. Foto: Tomas Godby, Brandskyddsbesiktning T Godby AB.

9.5 Inträngning av vatten vid provning av utvändiga sprinklersystem

I samband med slutbesiktningen av högtryckssystemet installerat i en mindre träkyrka år 2008 provades funktionen för det öppna system med totalt åtta sektioner som är installerat för att vattenbegjuta fasad och takytor (Börjesgård, 2018).

Härvid uppstod problem med vatteninträngning i kyrkorummet, framför allt i anslutning till fönstren. Läns museet föreslog därför att tydliga handhavanderutiner för den årliga funktionsprovningen upprättas och någon form av mobilt skydd för fönstren vid provning av aktuell sektion. Dessutom föreslogs förberedande invändiga skyddsåtgärder, såsom att lägga ut tygtrasor i fönstren. Man föreslog också att instruktioner för att skydda munstycken i samband med ommålning/tjärning av fasad och tak bör upprättas. Vid platsbesöket hösten 2023 noterades inträngning av vatten via ett fönster när det utvändiga sprinklersystemet provades. Det visar att det är svårt att helt komma till rätta med problemet. Utvändiga munstycken under takfot sitter ofta över eller nära fönster även i andra kyrkor, en konsekvens av att det är viktigt att hela fasadens yta får vattenbegjutning.

Som tidigare nämnts har inträngning av vatten också dokumenterats i en annan kyrka när de utvändiga sektionerna provas.

9.6 Kvarstående vatten i utvändiga rörsystem

Vid en kyrka byggdes sprinklersystemet om från ett torrörssystem till ett våtrörssystem fyllt med frysskyddsmedel. Luftkompressorn används i stället för att efter en funktionsprovning blåsa rent rörsystemet för de öppna munstycken som vattenbegjuter fasader och takytor. Systemet är ett högtryckssystem så den totala öppningsarean från samtliga munstycken är relativt liten, trots att varje sektion innehåller ett antal munstycken. Erfarenheterna är goda, inget kvarstående vatten finns kvar i rörsystemet efter en renblåsning.

9.7 Markdränering av vatten från utvändiga system

Vatten från gruppaktiveringssystem som begjuter fasader och takytor kan ge upphov till andra problem än inträngning av vatten i själva byggnaden, särskilt vid längre påföringstider. I en större träkyrka finns ett gammalt pannrum från senare delen av 1920-talet under en del av kyrkan. Delar av utrymmet utgör numera sprinklercentral. Vid funktionsprovning av det utvändiga sprinklersystem såväl som vid kraftig nederbörd tränger vatten in i utrymmet. Här planeras att dräneringsledningar läggs runt kyrkan, vilket för en kyrka även innebär en arkeologisk utgrävning. För en annan kyrka finns ett gravkor under kyrkan där vatteninträngning inte är önskvärd. Här övervägs också åtgärder för markdränering.

9.8 Användning av galvaniserade rör

För traditionella sprinklersystem är det numera allmänt vedertaget att invändigt galvaniserade rör inte ska användas för våtrörssystem vilket ej längre tillåts enligt SBF 120:8. En orsak till förbudet är att vätgas kan bildas i rören när zink, syre och vatten reagerar med varandra. Detta kan bidra till höga systemtryck och att rörkopplingar brister. Vätgas som läcker ut genom rören kan också innebära en brand- och explosionsrisk. Två fall med explosioner finns dokumenterade i Danmark (Slagbrand och Wallén, 2015). I Finland inträffade en explosion i sprinklercentralen vid Helsingfors stadsteater och en person skadades. Olyckan skedde i samband med underhållsarbeten

av sprinklersystemet. Vad som fick blandningen av luft och vätgas att antändas har inte kunnat fastställas (Svartström, 2020).

Invändigt galvaniserade rör för torrörssystem börjar också anses olämpliga. Om sprinklerrör inte är tillräckligt bra dränerade förhindrar inte ytskiktet av zink att korrosion uppstår. En annan nackdel är att vatten från sprinklersystemet (till exempel vid provning) kan innehålla så höga halter med zink att det betraktas som ett giftigt avfall (Kochelek och Kirn, 2011). Ett fall med omfattande korrosion i ett torrörssystem med galvaniserade rör finns beskriven på annan plats i rapporten.

9.9 Luftläckage i torrörssystem

Som tidigare nämnts är ett torrörssystem ett sprinklersystem där sprinklerrören står fyllda med tryckluft eller trycksatt kvävgas. Det förstnämnda är vanligast, tekniken med kvävgas har lanserats under senare år. För att upprätthålla lufttrycket är en luftkompressor med en trycktank ansluten till rörsystemet. För ett par av de torrörssystem i större stadskyrkor som identifierades har rapporterats att anläggningsskötarna upplever ett tilltagande läckage av luft. Detta visar sig genom att luftkompressorn ofta startar. I båda fallen är systemen konstruerade med rostfria rör som aningen är svetsade eller har mekaniska rörkopplingar. Läckagen skulle kunna bero på att tätpackningarna i de mekaniska rörkopplingarna har börjat att åldras. En annan möjlig orsak (betydligt enklare att åtgärda) är att kompressortanken inte dränerats på kondensvatten.

10 Drift, underhåll och besiktningar

10.1 Erfarenheter från drift och underhåll

Den dagliga driften görs av en eller flera anläggningsskötare. I avtal med larmcentral för automatiska brandlarm framgår att det måste finnas minst två anläggningsskötare som är väl förtrodda med anläggningen. Om annan anläggningsskötare utses måste detta meddelas räddningstjänsten. För några av de objekt som besöktes fanns endast en anläggningsskötare. En av dem beskrev att: ”Det är svårt att få andra att engagera sig”. En anläggningsskötare vid en annan kyrka, som var anställd i pastoratet redan när sprinklersystemet installerades, beskrev att ”Det var nog ingen som förstod att det ens fanns ett behov av anläggningsskötare”.

Att kunskapen om brandlarm- och sprinklersystem för det enskilda objektet är samlat hos en eller ett fåtal personer gör det sårbart. Vid personalförändringar är kunskapsöverföring avgörande för att bibehålla kontinuerlig kvalitet på drift och underhåll. Det finns några exempel där anläggningar tagits ur drift när kompetens försvunnit med personal som avslutat sin anställning eller bytt tjänst.

För flera av objekten upplevs drift och underhåll som betungande. Det gäller särskilt mindre församlingar som saknar en gemensam organisation för förvaltning. En anläggningsskötare uttryckte följande: ”Vår första prioritet är begravingar. Men sedan måste vi prioritera sprinklersystemet. I tredje hand kommer arbetsuppgifter som gräsklippning och annan förvaltning”. En anläggningsskötare vid en annan kyrka uttryckte irritation över att pastoratet tänkt allt för kortsiktigt vid investeringen och valt tekniklösningar med stora underhållsbehov.

Även enkla visuella kontroller är viktiga. En anläggningsskötare erinrar sig ett fall när en ventil felaktigt stod stängd efter ett servicebesök och formulerade att: ”Det känns som man går och tittar på samma ventiler vecka efter vecka – men rätt vad det är kan något ha hänt.”

En observation vid platsbesöken är att drift- och skötselinstruktioner inte alltid uppdateras av anläggningsfirman, trots att det krävs enligt sprinklerregelverket. Anläggningsskötare väljer därför ofta att fråga serviceteknikerna när frågor dyker upp i stället för att själv leta i dokumentationen, både för att dokumentationen är svårtillgänglig och för att man inte alltid litar på att den är uppdaterad. Eftersom anläggningsfirman inte heller har uppdaterad information om anläggningen så blir det än mer personberoende. 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 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.

Anläggningsskötare uppger också att det kan ta flera års tid innan de förstår anläggningen fullt ut och de går sällan någon anläggningsskötarutbildning. Många av de

som genomgått utbildning anser att den inte gett något. Vid installation så har anläggningsfirman utbildat anläggningsskötare, men deras efterträdare har inte fått någon bra genomgång utan är upplärda av kollegor. Man ser ofta revisionsbesiktning och servicebesök som en möjlighet att lära sig, men det bygger på att serviceteknikern eller besiktningsmannen är intresserad av att dela med sig av kunskap.

10.2 Få marknadsaktörer

Ett problem med i första hand vattendimssystemen är att systemen har ingående komponenter, såsom munstycken, bulbventiler, sektionventiler, larmventiler och pumpenheter som är unika för just det fabrikatet. Om ett fel uppstår kan anläggningsägaren inte anlita en annan installatör för att åtgärda felet. För att ge ett exempel så har en av de större leverantörerna munstycken med utvändig gänganslutning. Den andra större aktören (för just kulturhistoriskt värdefulla byggnader) har munstycken med invändig gänganslutning. Den gasdrivna pump som diskuteras i andra avsnitt av rapporten är även den unik och från en enskild leverantör.

I det nationella perspektivet finns kunskapen om service och underhåll av just vattendimssystem hos ett fåtal personer vid ett litet antal företag. Så även här finns en sårbarhet kopplad till företags- eller personalförändringar.

För traditionella sprinklersystem är systemkomponenter från olika tillverkare mer eller mindre standardiserade. En specifik komponent kan ersättas med en likvärdig komponent av annat fabrikat. Det finns också fler företag att vända sig till för att upphandla service och underhåll.

10.3 Revisionsbesiktningar

Intervjuerna och platsbesöken visar 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 sektionventil missas därför ofta.

En anläggningsskötare berättar att styrskåp för det utvändiga sprinklersystemet behövde återställas efter strömavbrott (vanligt förekommande för just denna kyrka på grund av bristfälligt elnät). Detta uppmärksammades vid en revisionsbesiktning flera år efter installationen. Troligen var alltså delar av sprinklersystemet funktionsodugligt under lång tid.

En vanlig besiktningsanmärkning är att anläggningen inte kontrolleras och provas enligt regelverk och att de kontroller som görs inte journalförs.

Anläggningsskötare i en församling menar att revisionsbesiktningen kan ses som en utbildningsdag, tredjepartskontroll och en möjlighet att diskutera vad som kan förbättras med en opartisk person som inte är ute efter att sälja någon produkt. En anläggningsskötare uttryckte att: "Det är den viktigaste dagen på året för anläggningsskötarna". En annan åsikt är att det ger en värdefull kontinuitet om revisionsbesiktningen görs av samma företag och till och med samme person.

Revisionsbesiktning ska enligt regelverken göras en gång per kalenderår med högst 15 månaders mellanrum. Avvikelse ska, om de inte godkänts av kravställaren, vara avhjälpta inom tre månader efter besiktningdagen. Vid platsbesöken noterades att många anmärkningar är återkommande. Ofta är det anmärkningar av mindre allvarlighetsgrad men allvarligare fel 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.

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

10.4 Kostnader för drift och underhåll

Kostnaden för drift och underhåll av ett system över tid omfattar bland annat:

- Arbetstiden för anläggningsskötarna med tillhörande jour- och utryckningskostnader.
- Serviceavtal med anläggningsfirma för brandlarm- och sprinklersystem och i förekommande fall serviceavtal för reservkraftaggregat. Service görs normalt årligen. Vart tredje år så ska enligt regelverket ett mer utförligt underhåll på vissa komponenter göras.
- Avgift till kommunen för sprinkleranslutning. Kostnaden skiljer sig mellan kommuner, men normalt ska både anslutningsavgift samt årlig avgift erläggas. Kostnaden påverkas av ledningsdimensionen/flöde och om man har separat servisledning eller anslutning före vattenmätare på ordinarie servis.
- Vattenanalyser och invändig kontroll av tankar.
- Åtgärder och materialkostnader som påkallas av brister hittade vid servicebesök, besiktning eller åtgärder som krävs vid regelbundna tidsintervall. Här ingår utbyte av komponenter som gått sönder eller som nått sin tekniska livslängd.
- Kostnader för "förbrukningsmaterial" såsom utbyte av batterier, samplingsfilter i brandlarmcentraler, samt startbatterier, bränsle, glykol och motorolja för reservkraftaggregat, etc.
- Hyresavtal (i förekommande fall) för kvävgasflaskor samt påfyllning, besiktning och utbyte av dessa flaskor.
- Larmöverföringskostnad.
- Avtalskostnad med larmcentral.
- Årlig revisionsbesiktning.
- Externa och interna kostnader för larm utan brandtillbud och ingripande vid fellarm.

Kostnaden för enskilda år kan variera mycket varför en snittkostnad över flera år är nödvändig för att få en uppfattning om vad drift och underhåll egentligen kostar. Det visade sig vara svårt att få fram detaljerade kostnadsuppgifter för de poster som redovisas ovan. Däremot redovisade flera av de personer som intervjuades den genomsnittliga kostnaden över några år.

I Västerås stift strävade man efter enkla installationer i sina mindre träkyrkor och har installerat vattendimsystem (högtryck) med gasdriven pump. I snitt är kostnaden för drift och underhåll omkring 70 000 kr per år.

I Göteborgs stift finns tre kyrkor där vattendimsystemen (högtryck) är lite olika utformade. Det mest komplicerade av systemen har en elmotordriven högtryckspumpsenhet som får elkraft från ett dieselmotordrivet elkraftverk. Kostnaden för drift och underhåll är omkring 220 000 kr per år inklusive personalkostnader. För de två andra kyrkorna har man valt system med gasdriven pump och den genomsnittliga kostnaden är runt 50 000 kr till 60 000 kr per år.

I Skara stift finns flera kyrkor med vattendimsystem (högtryck). Två av kyrkorna förvaltas av samma församling och ett av systemen är mycket komplext med både ett traditionellt sprinklersystem och ett vattendimsystem (högtryck) med gasdriven pump. Församlingen söker 900 000 kr per år i kyrkoantikvarisk ersättning för de båda kyrkorna och medger att detta bidrag i högsta grad är nödvändigt för att ha råd med den fortsatta driften.

En ytterligare kyrka i Skara stift har ett vattendimsystem (högtryck) där den genomsnittliga kostnaden för drift och underhåll under åren 2009 – 2020 var drygt 100 000 kr exklusive personalkostnader. För denna kyrka finns ett detaljerat underlag med kostnadsposter.

11 Diskussion och slutsats

Under projektet har information om när enskilda system driftsattes och vilken typ av sprinklersystem (traditionellt sprinklersystem eller vattendimsystem) som installerats sammanställts. Troligen finns fler anläggningar som inte har identifierats. För kyrkor kan resultatet av sammanställningen sammanfattas enligt nedan:

- 44 mindre och medelstora landsbygdskyrkor har sprinklersystem. Av dessa har fem kyrkor traditionella sprinklersystem och 37 (84 %) kyrkor vattendimsystem. Två av kyrkorna har en kombination av vattendimsystem och traditionella sprinkler.
- Åtta större stadskyrkor har sprinklersystem, sju har traditionella sprinklersystem och en kyrka har ett vattendimsystem.

Detta summerar till 52 kyrkor, där alltså majoriteten (75 %) av dem är helt eller delvis skyddade med vattendimsystem. Av dessa system är 17 helt eller delvis fyllda med frysskyddsmedel och 14 system har en gasdriven pump. Den äldsta anläggningen driftsattes år 1996 och den senaste år 2019. De flesta av systemen installerades under en 10-årsperiod åren 2004 till 2013. Under de senaste tio åren (2014 och framåt) har endast sju anläggningar driftsatts. Ett större och okänt antal kyrkor har tomrörssystem men dessa icke-automatiska system omfattades inte av projektet. Svenska kyrkan har enligt statistik från år 2022 omkring 3 400 invigda kyrkor, varav 2 955 var skyddade enligt kulturmiljölagen (Svenska kyrkan, 2023). I det perspektivet är antal kyrkor med automatiska sprinklersystem få.

Vad gäller andra kulturhistoriskt värdefulla byggnader har det varit svårt att få en bild av exakt hur många byggnader som har sprinklersystem. Troligen handlar det om ett 30-tal sprinkleranläggningar där ett fåtal är vattendimsystem.

Majoriteten av de sprinklersystem som dokumenterades har installerats som egendomsskydd där i första hand det kulturhistoriska värdet och inte det ekonomiska värdet ska skyddas. Men för några av objekten är sprinklersystemet en förutsättning för att Boverkets Byggregler (BBR) ska uppfyllas och därmed en viktig del av personsäkerheten i byggnaden. Sprinklersystemet kan också vara ett tekniskt byte för att kunna använda färre trapphus (utrymningsvägar), för att tillåta lägre krav på brandcellsgränser eller för att medge till exempel hotellverksamhet. Om sprinklersystemet inte fungerar eller är avstängt i sådana byggnader kan en brand få långt större konsekvenser än att det kulturhistoriska värdet går förlorat.

Flera anläggningar använder teknik som när systemen installerades var helt obeprövad. Här avses i första hand användning av frysskyddsmedel och gasdrivna (kvävgas) pumpar. Dessutom har torrörssystem med nedåtriktade munstycken installerats, vilket strider mot vedertagen praxis. Flertalet av vattendimininstallationerna i kyrkor har inte byggts helt enligt dagens regler och standarder (SBF 503:2 och SS-EN 14972-1:2020) eftersom de inte fanns vid tidpunkten när installationerna genomfördes. Det kan ha bidragit till tekniska lösningar som i efterhand visar sig vara bristfälliga. Här ska dock sägas att ambitionsnivån hos brandskyddskonsulter, projektörer och installatörer var hög och att man verkligen strävat efter att hitta bra tekniska lösningar baserat på den kunskap och den teknik som vid tiden fanns tillgänglig.

Frys-skyddsmedel har bidragit till läckage genom både automatiska munstycken och rörkopplingar. Men de har också orsakat höga systemtryck (över 200 bar) under varma sommar dagar när frys-skyddsmedlet i rören expanderar. Här noteras att de flesta av sprinklersystemen inte projekterats med tryckbegränsande anordningar vilket sannolikt bidrar till de höga systemtrycken. För flera av anläggningarna har vattenskadorna uppstått när automatiska munstycken (eller dess glasbulb) brustit. Systemen och dess ingående komponenter är visserligen dimensionerade för höga tryck men förr eller senare finns risk att något brister, antingen glasbulben eller munstyckets metalliska delar. Att trycken i systemen varierar mycket över tid kan troligen också bidra till materialutmattning. En församling uttrycker oro för personskada, till exempel under en förrättning i kyrksalen, eftersom skyddskorgen eller andra metalliska delar på munstycket kan lossna och utgöra en farlig projektil vid en felaktivering.

Det är heller inte osannolikt att frys-skyddsmedel kan sätta igen automatiska munstycken så att de inte fungerar vid en brand. Vattendimmunstycken är finmekaniska konstruktioner som kräver hög vattenkvalitet för att fungera. Igensättning av mikromunstycken och munstycksfilter kan dessutom reducera flödet genom munstycket.

Frysning av kvarstående vatten i torrörssystem har också orsakat ett flertal felaktiveringar och i några fall omfattande vattenskadorna. Vid ett av platsbesöken i en kyrka med ett vattendimmsystem fanns det litervis med vatten kvar i rör som borde vara torra. I det beskrivna fallet hade troligen inte renblåsning gjorts enligt instruktion, det vill säga minst en gång per månad. Erfarenheterna visar att det är svårt att få system med nedåtriktade munstycken helt torra även med kraftfulla luftkompressorer som används för att blåsa rent rören. Under projektet gång inträffade två sönderfrysningar i två större stadskyrkor med traditionella torrörssystem av typen pre-actionsystem. I en av kyrkorna förhindrades vattenskadorna eftersom inget brandlarm generades. I den andra kyrkan startade systemets tryckluftskompressor, den gick varm vilket genererade ett brandlarm som öppnade pre-actionsystemets magnetventil och vattenfylldes rörsystemet. Vattenskadorna blev dessbättre begränsade.

Flera kvävningstillbud har inträffat när kvävgas som driver en vattenpump strömmat ut i teknikutrymmet med pumpen. Två av tillbuderna kan betecknas som mycket allvarliga. I anläggningarna har därför gaslarm installerats som larmar vid låga syrgaskoncentrationer. Som ett led i att säkerställa säkerheten vid installationer av pumpsystem som har kvävgas som drivgas så har en av de ledande leverantörerna med start under 2022 bytt ut kvävgasen till så kallad teknisk luft där så har önskats.

För traditionella sprinklersystem har inte frys-skyddsmedel använts, normalt används torrörssystem. För torrörssystem används ofta galvaniserade rör men detta kan erfarenhetsmässigt betraktas som olämpligt och 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. Rapporten redovisar också ett exempel från en funktionsprovning av sprinkler som visar att funktionen för (felaktigt) nedåtriktade sprinkler kan påverkas. Däremot förefaller det som att torrörssystem med rör av rostfria rör är betydligt mer korrosionsbeständiga. För två anläggningar med torrörssystem rapporteras tilltagande luftläckage. Det skulle kunna bero på att tätpackningarna i de mekaniska rörkopplingarna har börjat att åldras.

För både vattendimsystem och traditionella sprinklersystem dokumenterades fall med långa fördröjningstider i torrörssystem innan vatten strömmade genom provventilen. Detta är en allvarlig brist eftersom brandtillväxten ofta är mycket snabbt, särskilt på vindar och i tornutrymmen där brandspridningen är vertikal.

Brandlarmsystemen är ofta en del av sprinklersystemets funktion. För pre-actionsystem krävs en signal från brandlarmet för att släppa in vatten i rörsystemet och signal från brandlarmet aktiverar de utvändiga deluge-systemen. De flesta av de oavsiktliga aktiveringarna av utvändiga system kan hänföras till mekaniska skador på värmdetektionskablar, att för låg detektionstemperatur har valts eller att vatten (regn eller vatten från systemet) trängt in i kopplingsdosor.

En genomgående observation är att anläggningsskötarna har en mycket viktig roll för att löpande tillsyn och underhåll ska fungera. Men drift och underhåll kräver en stor arbetsinsats av den egna personalen 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. Här kan man tänka sig att det också finns en rädsla att "göra fel" så att sprinklersystemet aktiverar. Hög frekvens av driftslarm upplevs också som en belastning för anläggningsskötarna och är dessutom kostsamt.

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. Åtta system är enligt uppgift tagna ur drift och två mindre system i klockstaplar har demonterats.

En kyrkvaktmästare som haft anställning ända sedan ett system installerades sammanfattade erfarenheter med falsklarm, onödig utryckning av räddningstjänsten och höga kostnader för drift och underhåll på ett mycket kort och koncist sätt: "Modernt skit!".

12 Slutsats och rekommendationer

Målgrupperna för projektet ska enligt ansökan adresseras med ett kapitel var angående hur de kan använda kunskapen. Det bör även redovisas om resultatet innebär att myndigheters eller organisationers regler eller rekommendationer bör revideras med anledning av det som framkommit genom projektet. Nedan redovisas slutsatser som kan vara intressanta för projektets målgrupper:

12.1 Brandskyddsföreningen

Installation av traditionella sprinklersystem görs i allmänhet enligt Brandskyddsföreningens regelverk SBF 120:8 från 2016 och den svenska standarden SS-EN 12845:2015. Installation av vattendimma görs i allmänhet enligt SBF 503:2 från 2023 och SS-EN 14972-1:2020. Som sagts tidigare fanns inte de två sistnämnda dokumenten när installationerna av vattendimsystem genomfördes.

Vad gäller traditionella sprinklersystem är det i första hand användningen av invändigt galvaniserade rör i torrörssystem som kan ifrågasättas. Visserligen kan det vara praktiskt svårt att uppfylla krav på tillräckliga rörlutningar i den här typen av byggnader men antal fall med invändigt korroderade rör och genomrostning talar för att rörtypen inte är lämplig. Kontaminering av släckvatten med zink är en annan aspekt som talar emot användningen av invändigt galvaniserade rör.

En annan observation är att flera traditionella torrörssystem har tilltagande läckage av tryckluft, något som visar sig genom att systemets luftkompressor startar ofta. Det kan bero på att trycktanken är fylld med kondensvatten, men det kan också bero på läckage i mekaniska rörkopplingar där tätpackningar har åldrats.

De första SBF-reglerna för vattendimma utkom år 2019 och nuvarande regelverk är från år 2023. Här noteras att ett viktigt krav vad gäller kontroll av rör och munstycken har ändrats i den senaste utgåvan. Regelverket för vattendimma i SBF 503:1 från 2019 anger att vattendimsprinkler installerade i krävande eller korrosiva miljöer eller där rörsystemet är fyllt med tillsatsmedel bör bytas ut eller provas vart 5:e år. Erfarenheterna från projektet talar för att detta är befogade krav. Invändig kontroll av rörsystem ska också göras efter högst 5 år i system med inblandning av tillsatsmedel.

I SS-EN 14972-1:2020 anges att två munstycken per sektion ska demonteras från olika delar av systemet efter maximalt 5 år. Dessa krav gäller oavsett typ av system. De demonterade munstyckenas funktion ska därefter provas. Enligt nuvarande regelverket för vattendimma i SBF 503:2 från 2023 behöver ingen provning eller kontroll utföras efter 5 år. Rörledningar ska renspolas och kontrolleras i överensstämmelse med DIOM-manualen efter maximalt 10 år. Erfarenheterna från projektet talar för att de tidigare lite mer strikta kraven nog var befogade.

12.2 Försäkringsbolag

Rapporten ger försäkringsbolag underlag för att bättre bedöma risken för skador som kan uppkomma genom aktivering utan brand och vid läckage. Eftersom få bränder har inträffat är underlaget för att bedöma effektiviteten vid brand litet men resultaten från

projektet pekar på hur viktigt det är att anläggningarna underhålls och provas för att de ska fungera vid brand. Erfarenheterna från projektet visar också hur viktigt det är att regelbundna revisionsbesiktningar genomförs och hur viktigt det är att det finns rutiner för att säkerställa att torrörssystem är helt dränerade från vatten.

12.3 Stift och församlingar

Även om många stift och församlingar är medvetna om flera av de problem som dokumenterats i projektet så kan det finnas erfarenheter som är användbara. En sådan erfarenhet är vikten av samordnad provning av systemen, något som inte alltid görs. Antingen görs det vid den årliga revisionsbesiktningen eller vid årlig service. Det viktiga är att systemets alla funktioner och styrningar provas.

För stift och församlingar som står i begrepp att investera i brandlarm- eller sprinklersystem ger projektet vägledning om vilka tekniklösningar som bör undvikas.

12.4 Byggnadsantikvarier

Majoriteten av sprinklerinstallationerna har genomförts i samråd med byggnadsantikvarier som också dokumenterat installationerna. Även om projektets fokus inte var byggnadsantikvariska frågor så är upplevelsen från platsbesöken att installationerna är väl och diskret utförda. För framtida installationer bör åtgärder för att dränera bort släckvatten från sprinklerna (diskuteras även i nedanstående kapitel) och åtgärder för att på andra sätt minska konsekvenserna av felaktiveringar undersökas. Sådana tekniska lösningar kräver i allra högsta grad synpunkter från byggnadsantikvarier för att bli så bra som möjligt med minsta åverkan på byggnaden.

12.5 Besiktningsmän

Projektets erfarenheter pekar på betydelsen av samordnad provning av systemets alla funktioner och styrningar vid revisionsbesiktning.

12.6 Brandskyddskonsulter

Brandskyddskonsulten har en viktig roll mellan beställare och installatör och erfarenheterna från projektet är att denne bör sträva efter att föreslå enklare och mer hållbara tekniska lösningar än de som använts.

12.7 Sprinklerinstallatörer

Tillverkarna av vattendimsystem och dess installatörer har i högre grad anvisningar (DIOM) för installation av system än installatörer av traditionella sprinklersystem. Erfarenheterna från projektet visar att speciallösningar med frysskyddsmedel kräver bättre anvisningar, till exempel avseende val av frysskyddsmedel, tryckbegränsande anordningar, tidsintervall för kontroll och provning av rör och munstycken, mm.

För traditionella system är val av rörmaterial med dokumenterad lång livslängd en nyckelfråga.

13 Fortsatta insatser

Gemensamt för alla de byggnader med sprinklersystem som identifierades i projektet är att det har funnits en målsättning att bevara dem till kommande generationer. Det här är förstås en mycket beaktansvärd målsättning och därför är det nedslående att de sprinklerinstallationer som gjorts resulterat i många tekniska problem, vattenskador och höga löpande kostnader.

Går det att konstruera och installera ett sprinklersystem med lång teknisk livslängd och rimliga drifts- och underhållsbehov? Inga tekniska system håller förstås för evigt och komponenter kommer att behöva bytas ut över tid. Men för att föreslå tekniskt hållbara lösningar kan det nog vara värt att fundera på vad som erfarenhetsmässigt har fungerat och att undvika obeprövade lösningar. Detta är mycket uppenbart av de erfarenheter som dokumenteras i rapporten. Det som finns beskrivet i vedertagna standarder är ofta baserat på mångårig erfarenhet och komponenter som är provade och certifierade av tredje part uppfyller åtminstone några slags minimikrav. Om nya tekniska lösningar eller installationssätt ska användas bör det finnas evidens att de verkligen är bättre än vad som normalt används.

Men det gäller att ha ett kritiskt angreppssätt. Den tekniska utvecklingen för moderna sprinklersystem har i många fall varit inriktad på tekniska lösningar för att reducera arbetstiden vid installationen. Exempel på detta är mekaniska rörkopplingar eller presskopplingar i stället för traditionella gängade, flänsade eller svetsade kopplingar. Lättviktsrör underlättar för installatören men mindre godstjocklek förkortar livslängden. Det som för normala byggnader är tillräckligt hög kvalitet eller som ger tillräckligt lång livslängd kan vara otillräckligt för kulturhistoriskt värdefulla byggnader. Här är det nödvändigt att ha ett helt annat tidsperspektiv. För en byggnad som stått i flera hundra års tid behövs tekniska lösningar som varar längre än bara några decennier. Invändigt galvaniserade rör är ett exempel på en teknisk lösning som vare sig passar för våtrörssystem (risk för bildning av vätgas) eller för torrörssystem (bristfälligt skydd mot korrosion och genomrostning). Utbyte av rör är en mycket omfattande åtgärd i en byggnad och här gäller det att välja rätt från början.

För kulturhistoriskt värdefulla byggnader finns ofta önskemål att installationen ska vara diskret – helst inte alls synas – och att den inte ska vara destruktiv. Flera av byggnaderna som identifierades i projektet har dolt förläggning av rör i bjälklag som krävt att golvplank lyfts och lagts tillbaka efter rörinstallationen. De här önskemålen kan också vara kriterier för val av tekniska lösningar. En annan väsentlig fråga är om vedertagna standarder återspeglar de behov som finns i denna typ av byggnader? Ofta går det inte att följa reglerna ur ett kulturmiljöperspektiv samtidigt som en väldigt hög skyddsnivå kanske är opåkallat hög.

En annan observation från projektet är att endast tre av objekten (Katarina kyrka, Kalmar slott och Nationalmuseum) har anpassats för att dränera bort släckvatten från sprinklerna. Det är i första hand på vindar och kanske framför allt i torn som åtgärder för dränering av släckvatten skulle kunna lösas utan omfattande påverkan på antikvariska värden. Åtgärder för dränering av släckvatten borde vara ett krav i tillämpningar där både avsiktlig och oavsiktlig utströmning av vatten kan ge stora

skador. Ett ras av bjälklag eller valv på grund av lasten av vatten kan dessutom vara en mycket allvarlig personsäkerhetsrisk vid räddningstjänstinsats.

Fortsatta insatser bör vara inriktade mot att sammanställa rekommendationer för hur sprinklersystem i kyrkor och andra kulturhistoriskt värdefulla byggnader bör utformas. Rekommendationer och dess specifika lösningar ska vara långsiktigt tekniskt hållbara och innebära rimliga drift- och underhållskostnader. Frågeställningar som behöver belysas är till exempel val av system, val av lämpliga rörmaterial och installationen av dessa, val av lämpliga sprinkler, dimensionering av system, utformning av vattenkälla och lämplig vattenkvalitet. Projektet bör också föreslå lämpliga processer för projektering och upphandling av system samt diskutera hur en underhållsplan kan tas fram för varje system utifrån en riskanalys.

Referenser

Markering med () anger att detaljer om publikationen är medvetet utelämnade.*

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

Alftberg Juhlin, Jimmy, rapport, Regionmuseet Kristianstad, Landsantikvarien i Skåne, 2008*

Arvidson, Magnus, "An overview of fire protection of Swedish wooden churches, Brandforsk projekt 500-061", SP Rapport 2006:42

Arvidson, Magnus, "Släcksystem med vattendimma - en förnyad kunskapssammanställning, Brandforsk projekt 500-121", SP Rapport 2014:30

Arvidson, Magnus and Hertzberg, Tommy, "Släcksystem med vattendimma – en kunskapssammanställning, Brandforsk projekt 509-991", SP Rapport 2001:26, ISBN 91-7848-870-2

Belo Da Silva, Marco, "Utlåtande invändig rörkontroll samt funktionskontroll av sprinkler: Karlskrona Marinmuseum", AlbaCon, 2020-01-22

Belo Da Silva, Marco, "Korrosion i automatiska sprinklersystem, Marinmuseum Karlskrona", AlbaCon, 2020-04-28

Bengtson, Staffan, Wahlsten, Viktor, Engström, Johan, Rittsel, Johan och Rosenberg, Anders, "Sprinkler i kulturbyggnader", Byggnadskultur, Svenska Byggnadsvårdsföreningens tidskrift, nr 3, 2018

Boman, Magnus, rapport, Precendo, 2017*

Börjesgård, Britt-Marie, rapport, Jönköpings läns museum, 2018*

"Domkyrkans sprinklersystem frös sönder: "Allvarligt"", Sveriges Radio, publicerat den 23 januari klockan 08:40.

Edlund, Richard, "Kalmar slott, Sprinkling av vinden Antikvarisk medverkan", SFV objekt H322, Slottet 1, Kalmar, Kalmar län, Småland, Kalmar läns museum, Byggnadsantikvarisk rapport, 2015

Egeltoft, Emil, "Vad kan vi lära oss av branden i Notre-Dame de Paris?", Bygg & teknik 6/2019

Eggertsson, Olafur, rapport, Lunds universitet, 2000*

Esbjörnson, Estrid, rapport, Örebro läns museum, 2007*

Feldt, Ann-Charlott, blogginlägg, 2017*, besökt 2023-08-09

Fransson, Sune, "Sprinklersystem för brandsläckning i Karlstad stift", Svenska kyrkan, Karlstad 2023-04-13

From, Anders, "Kompletterande händelserapport. Brand på Kungliga Operan i Stockholm, Jakobs Torg 2, 2019-05-14", Dnr: 360 523/2019, Storstockholms brandförsvär

From, Anders och Tomtin, Jan, "Kompletterande händelserapport. Brand i Hotell Sandhamn 2023-05-09", Dnr: 360-494/2023, Storstockholms brandförsvär, 2023-06-07

Glenting, Markus. "Brand i äldre trähusbebyggelse, Rapport 5099", Brandteknik, Lunds tekniska högskola, Lunds universitet, Lund, 2002

Hjorth, Bo, "The value of sprinklers", föredrag vid Fire Sprinkler International 2018, 13-14 juni, 2018, Stockholm

Holmlund, Idha, artikel, Konferensrapport från Riksantikvarieämbetet, 2018*

Holmstedt, Gösta och Wisén, Jan, "Branden på Etnografiska muséet i Stockholm 2012-10-23", Sprinklerfrämjandet, 2012-11-06, Reviderad 2012-11-18

Holmstedt, Gösta, "Grafikens hus i Mariefred totalförstört vid brand den 16 mars 2014", Sprinklerfrämjandet, 2014-03-18

Heyman, Jacques, "The Stone Skeleton: Structural Engineering of Masonry Architecture", Cambridge University Press ISBN: 9780521629638, 1997

Insatsrapport från räddningstjänsten, 2011*

Insatsrapport från den lokala räddningstjänsten, 2011*

Jandali, Mourhaf, "Funktionskontroll av sprinkler enligt SP Metod 4353", rapport 9P09017, 2019-12-12 (ej publik)

Kinnersley, Dale, "Sprinkler Location Relative to Soffit", presentation at AlbaCon Blå, Stockholm, April 18, 2023

Kochelek, Jeffrey T. and Kirn, Lucas, "Six Reasons Why Galvanized Steel Piping Should NOT be Used in Dry and Preaction Fire Sprinkler Systems", Engineered Corrosion Solutions, LLC, May 2011

Larsson, Daniel, "Brandskyddstekniskt utlåtande rörande byte av preactionsystem", Brandskyddslaget, 2022-05-05

Melin, Karl-Magnus, "Installationer, städningar och isolering", föredrag vid Seminarium om varsamma metoder för brandskydd och installationer i kyrkor, Huskvarna den 8 mars 2023

Modén Eva och Feldt, Ann-Charlott, rapport, Östergötlands Länsmuseum, 2004*

Norrby, Olle, "Brandskydd i Stockholms kyrkor", Bygg & Teknik, 6/01

Nilsson, Ingvar, rapport, Polygon Sverige AB, 2018*

Nilsson, Markus och Sundin, Björn, "Fallstudie ambulanshall, avseende aktiveringstid sprinkler kontra avstånd till tak", presentation vid AlbaCon Blå, Stockholm den 18 april, 2023

von Kraemer, Maria, "Träkyrka från 1700-talet förstördes i brand i Ylivieska", Svenska Yle, Publicerad 2016-03-26

von Mecklenburg, Gustaf, rapport, Fredriksson arkitektkontor, 2017*

"Olycksutredning Brand i Gamla stan, Eksjö 2015-08-16", Publikationsnummer MSB 959, ISBN 978-91-7383-634-0, 2016

Pantzar, Cecilia, rapport, Stockholms läns museum, 2011*

Persson, Cecilia, "Glödande cigarettfimp förstörde Grafikens hus", SVT Nyheter Sörmland, Uppdaterad 29 juni 2017, Publicerad 29 juni 2017

"Rekommendationer om brandskydd i kyrkor", Statens Brandinspektion 1964:9, 1964

Rudéus, Håkan, rapport, 2014*

Slagbrand, Per and Wallén, Benny, "Korrosion i sprinklersystem – kunskap och nytänk", presentation vid Sprinklerdagen 2015

Svartström, Anna, "Orsaken till sommarens explosion vid stadsteatern klar – zink i sprinklerrör olycksrisk", Hufvudstadsbladet (HBL), publicerad 2020-11-09

Svenska kyrkan i siffror, www.svenskakyrkan.se/statistik, besökt 2023-12-18

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 14972-1:2020, "Fasta släcksystem - Vattendimsystem - Del 1: Utförande, installation, kontroll och underhåll", Fastställd: 2020-12-28

SBF 110:8, "Regler för brandlarm", Brandskyddsföreningen", 2017

SBF 120:8, "Regler för automatiskt vattensprinklersystem 2016", Brandskyddsföreningen, 2016

SBF 503:2, "Regler för vattendimsystem", Brandskyddsföreningen, 2023

Wandrell, Karin, "Restvärdeplan räddar museets skatter", BrandSäkert nr 5, 2017

Wockatz, Eva, rapport, Sörmlands Museum, Nyköping, 2008*

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 2023:133 ISBN:
---	--

Stödorganisationer

under 2023 då detta projekt beviljades

Akademiska hus • Bengt Dahlgren Brand & Risk
Brand och Bygg Sverige AB • Brandkåren Attunda
Brandskyddsföreningen • Brandskyddsföreningen Gävleborg
Brandskyddsföreningen Skaraborg • Brandskyddsföreningen Skaraborg
Brandskyddsföreningen Södermanland • Brandskyddsföreningen Värmland
Brandskyddsföreningen Väst • Brandskyddsföreningen Västernorrland
Brandskyddslaget • Brandutredarna • Dina Gruppen • Eld & Vatten • Folksam
Försäkrings AB Göta Lejon • GellCon • Höglandets räddningstjänstförbund
If Försäkring • Kristianstads Räddningstjänst
Kommunassurans Syd Försäkrings AB • Kyrkans Försäkring
Lantmännen • MSB, myndigheten för samhällsskydd och beredskap
NBSG, Nationella Brandsäkerhetsgruppen • Nerikes Brandkår • Q-Fog i Nora
Region Stockholm, Trafikförvalningen • RISE, Research Institutes of Sweden
Riksantikvarieämbetet • Räddningstjänsten Boden
Räddningstjänsten Karlstadsregionen • Räddningstjänsten Kalix
Räddningstjänsten Luleå • Räddningstjänsten Storgöteborg
Räddningstjänsten Syd • Räddningstjänsten Östra Götaland
Räddningstjänsten Mitt Bohuslän • Skinnskattebergs Räddningstjänst
Statens fastighetsverk • Stockholms Stads Brandförsäkringskontor
Storstockholms Brandförsvär • Södertörns brandförsvärsförbund
Södra Älvsborgs Räddningstjänstförbund

Insamlingsstiftelsen Brandforsk verkar för ett brandsäkert samhälle byggt på kunskap. Det gör vi genom att initiera och finansiera kunskapsutveckling inom området brandsäkerhet, och vi arbetar för att sprida den kunskapen så att den ska göra nytta.

Vi finansierar detta med insamlade medel från våra stödorganisationer som på så sätt bidrar till vår vision om

“Ett brandsäkert och hållbart samhälle byggt på kunskap”

Brandforsk

info@brandforsk.se, www.brandforsk.se



Projektgrupp

RI.
SE

BSL

BRANDSKYDDSLAGET



BRANDSKYDDSBESIKTNING

T Godby AB

Finansierad av

Brandforsks verksamhet möjliggörs av stöd från olika organisationer i samhället. Läs mer om våra stödorganisationer på www.brandforsk.se



**BRAND
FORSK**