



Osaamista
ja oivallusta
tulevaisuuden
tekemiseen

Alexi Vuorenmaa

Sprinklerilaitteiston pitkän ajan luotettavuustarkastus - sprinkleritutkimuslaitteistot

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Talotekniikka

Insinöörityö

01.04.2019

Tekijä Otsikko	Aleksi Vuorenmaa Sprinklerilaitteiston pitkän ajan luotettavuustarkastus - sprinkleritutkimuslaitteistot
Sivumäärä Aika	37 sivua + 2 liitettä 01.04.2019
Tutkinto	insinööri (AMK)
Tutkinto-ohjelma	talotekniikka
Ammatillinen pääaine	LVI-urakointi
Ohjaajat	aluepäällikkö Petri Hannuniemi lehtori Seppo Innanen
<p>Tämän insinööriyön tavoitteena oli tutustua sprinklerilaitteiston pitkän ajan luotettavuustarkastuksen suutintestauksessa käytettävään testilaitteistoon ja tehdä testilaboratorioon yleisesti käytettävä toimintamalli ja sitä tukevat dokumentit. Tavoitteena oli myös perehtyä suutintestauksessa tarvittavien testilaitteiden ja niitä koskevien osien virhetoleransseihin, jotta saataisiin tarkempi kuva tarvittavasta laitteistosta.</p> <p>Insinööriyössä perehdyttiin myös yleisimpiin Suomessa käytettäviin sprinklerilaitteistoihin sekä suuttimiin ja niiden toimintaan teoreettisesti sekä visuaalisesti. Tämän lisäksi tutustuttiin sprinklerilaitteistojen pitkän ajan luotettavuustarkastukseen ja sitä koskeviin teknisiin ohjeisiin ja standardeihin.</p> <p>Näiden tietojen pohjalta rakennettiin suutintestauslaboratorion toimintamalli, avustavat pöytäkirjat sekä Excel-taulukko suutintestauslaboratorion henkilökunnan käyttöön.</p>	
Avainsanat	sprinkleri, suutin, pitkän ajan luotettavuustarkastus, testaus

Author Title	Aleksi Vuorenmaa Long-term Reliability Inspection – Sprinkler Test Equipment
Number of Pages Date	37 pages + 2 appendices 01 April 2019
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Building Services Engineering
Professional Major	HVAC Contracting
Instructors	Petri Hannuniemi, Regional Manager Seppo Innanen, Senior Lecturer
<p>The purpose of this bachelor's thesis was to study the sprinkler test equipment needed for long-term reliability inspections, and to create an operating model for a sprinkler-testing laboratory. Another objective was to study the test tolerances of the equipment and parts needed for long-term reliability inspections in order to understand what kind of equipment is needed for the tests.</p> <p>The thesis collected information about the most commonly used sprinkler systems and nozzles in Finland. In addition, information about the steps, benefits and statistics of long-term reliability inspections, as well as the tests needed for a sprinkler-testing laboratory was gathered. Using all the collected information an operating model was created for the testing laboratory personnel.</p> <p>The result of the final year project was an operating model for a testing laboratory, consisting of clear instructions on how to complete the tests, and supporting documents needed for the tests. The supporting documents include a spreadsheet that automatically tells if a nozzle has failed a test and a protocol model where all the test results can be recorded. By using the operating model, the testing laboratory personnel will save time and effort when conducting the tests.</p>	
Keywords	sprinkler nozzle, long-term reliability inspection, testing

Sisällys

Lyhenteet

1	Johdanto	1
2	Yleistä tietoa sprinklerijärjestelmistä	1
2.1	Yleistä	1
2.2	Märkäjärjestelmä	2
2.3	Kuivajärjestelmä	4
2.4	Kuivajatkoasennus	6
2.5	Ennakkolaukaisujärjestelmä	6
2.6	Aluelaukaisujärjestelmä Deluge	7
2.7	Vesisumujärjestelmät	8
3	Sprinklerisuuttimet	9
3.1	Suuttimen rakenne ja toiminta	9
3.1.1	Lasikapseliset suuttimet	9
3.1.2	Sulakelukolliset suuttimet	10
3.1.3	Avosuuttimet	11
3.2	Eri suutinmallit	12
4	Pitkän ajan luotettavuustarkastus	14
4.1	Pitkän ajan luotettavuustarkastuksen suorittaminen	14
4.2	Tarkastuksesta saadut hyödyt	16
4.3	Tilastotietoa	16
5	Sprinklerisuuttimille tehtävät testit	19
5.1	Toimintatesti	20
5.2	Vähimmäistoimintapainetest	21
5.3	K-kertoimen määrittäminen	22
5.4	Toimintalämpötilatesti	24
5.5	Sprinklerisuuttimen herkkyysluokan määrittäminen	25
5.5.1	C-arvon määrittäminen	26
5.5.2	Herkkyysluokan määrittäminen	27

6	Testauslaboratorion toimintamalli	30
6.1	Yleistä	30
7	Yhteenveto	35
	Lähteet	36
	Liitteet	
	Liite 1. Suutintestauspöytäkirjamalli	
	Liite 2. Suutintestaus Excel-taulukko	

1 Johdanto

Tässä opinnäytetyössä tutustutaan teknisen ohjeen CEA 4001:2007 – 06 fi mukaiseen sprinklerilaitteiston pitkän ajan luotettavuustarkastukseen ja erityisesti siihen liittyvään suutintutkimusosioon. Tämän teknisen ohjeen mukaan sprinklerijärjestelmän putkisto ja sprinklerisuuttimet tulee tarkastaa yksityiskohtaisesti märkäjärjestelmissä 25 vuoden välein ja kuivajärjestelmissä 15 vuoden välein.

Työn tarkoituksena on määritellä Inspecta Tarkastus Oy:lle sprinklerilaitteiston pitkän ajan luotettavuustarkastuksen suutintutkimusosalle tarvittavat laitteistot sekä tuottaa toimintamalli suutintutkimuksia varten. Työssä tutustutaan myös Suomessa yleisimmin käytettäviin sprinklerijärjestelmiin ja suuttimiin, sekä niiden toimintaan.

Sprinklerilaitteistojen pitkän ajan luotettavuustarkastus on yleistynyt viime vuosina kovaa vauhtia, mutta yksi yleistymistä suuresti jarruttavia tekijöitä on tarkastuksen kustannus. Omalla suutintutkimuslaboratoriolla Inspecta Tarkastus Oy pystyisi tarjoamaan tarkastusta pienemmällä kokonaiskustannuksella kuin nyt, sillä tarpeettomat kustannusta nostavat välikädet jäisivät pois. Tällöin yhä useampi sprinklerijärjestelmä päästäisiin tutki-
maan tarkemmin ja piilevät viat havaittaisiin ennen laitteiston joutumista palotilanteeseen.

2 Yleistä tietoa sprinklerijärjestelmistä

2.1 Yleistä

Sprinklerijärjestelmä on automaattinen vesisammutusjärjestelmä, jonka tehtävänä on havaita syttynyt tulipalo ja sammuttaa se tai hallita sitä, kunnes se saadaan sammutettua muilla menetelmillä. Sprinklerilaitteistolla vähennetään tulipalossa aiheutuvia omaisuusvahinkoja ja ehkäistään palokuolemia ja loukkaantumisia. Yhdysvalloissa teetetystä tutkimuksessa todettiin, että sprinklerit vähentävät riskiä kuolla tulipalossa 50-75 % ja tulipalon aiheuttamat omaisuusvahingot pienenevät yhdellä tai kahdella kolmasosalla tulipaloissa, joissa sprinkleri on käytössä (1, s. 65).

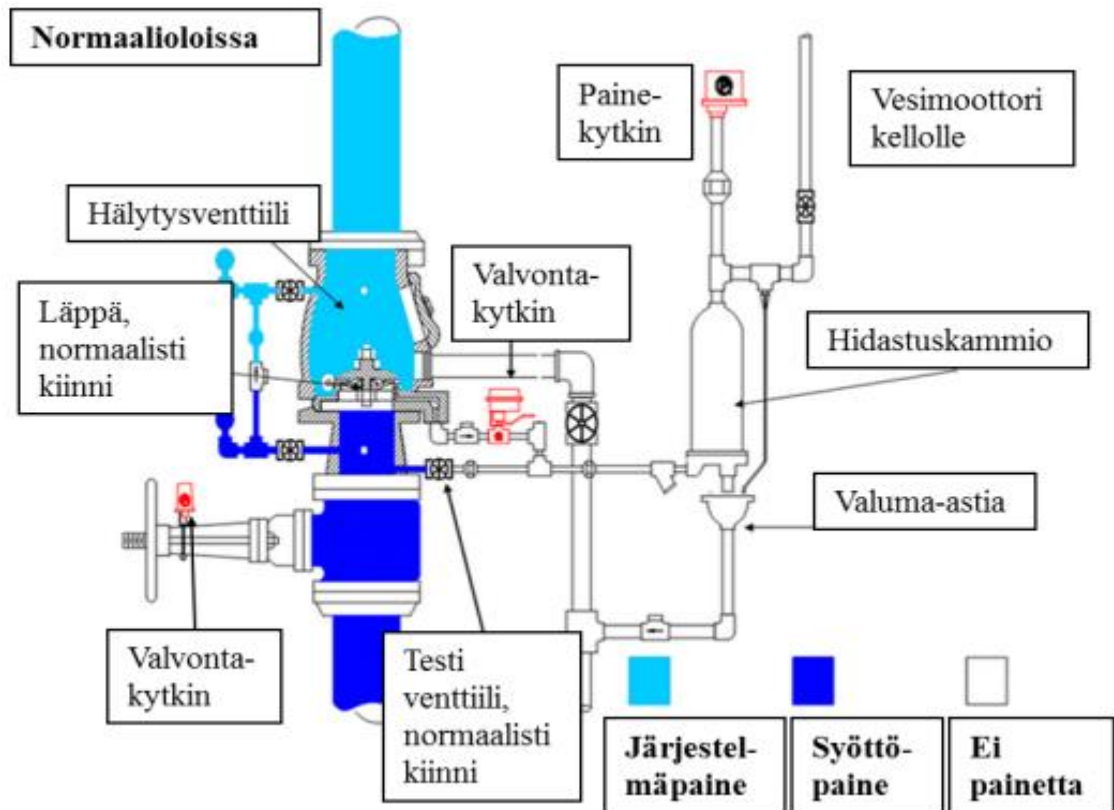
Sprinklerijärjestelmä on tehokas, sillä havaittuaan tulipalon se aloittaa sammuttamisen heti ja hidastaa tulipalon kehitystä sekä olosuhteiden pahenemista ihmiselle hengenvaaralliseksi. Lisäksi sprinklerijärjestelmä ilmoittaa tulipalosta rakennuksessa oleville ihmisille ja hätäkeskukselle.

Jotta sprinklerijärjestelmä toimii sille asetettujen vaatimusten mukaisesti, tulee sitä huoltaa asianmukaisesti määräajoin. Huonokuntoinen sprinklerijärjestelmä ei toimi palotilanteessa siten, miten sen on tarkoitus, ja sen huoltamatta jättämisellä vaarannetaan rakennuksessa olevat henkilöt ja omaisuus.

Sprinklerilaitteisto koostuu sprinklerisuuttimista, putkistosta, ja sprinklerikeskuksesta, joka on liitetty vesijohtoverkoston tai painesäiliöön (2, s. 16). Seuraavana on esitetty yleisimmät Suomessa esiintyvät sprinklerijärjestelmät.

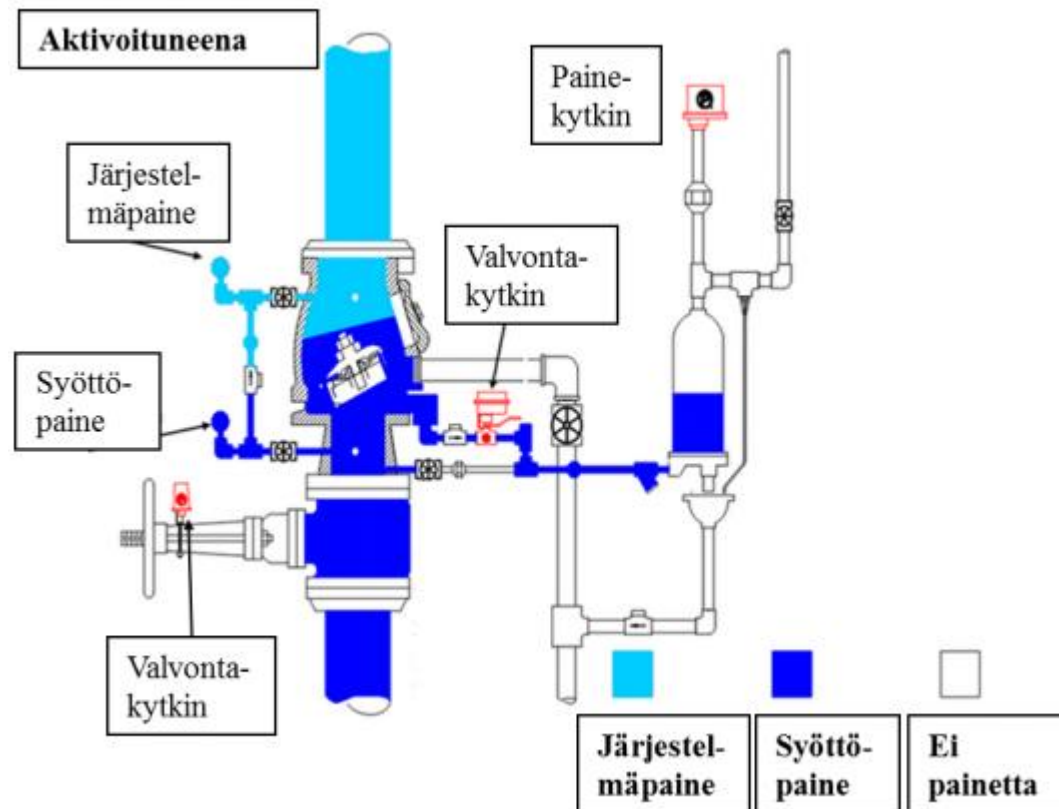
2.2 Märkäjärjestelmä

Märkäjärjestelmä on yleisin Suomessa käytetty sprinklerijärjestelmä. Märkäjärjestelmässä sammutusvesi on koko ajan paineistettuna sprinkleriputkistossa. Järjestelmän toiminta perustuu sprinkleriputkiston ja syöttövesijohdon väliin asennettavaan märkähälytysventtiiliin (kuva 1).



Kuva 1. Märkähälytysventtiili toiminta normaalitilanteessa (3, s.17)

Normaalitilanteessa märkähälytysventtiilin sisällä oleva läppä pysyy kiinni venttiilin yläpuolella vallitsevan korkeamman tai yhtä suuren verkoston paineen ansiosta. Kun palotilanteessa järjestelmästä laukeaa sprinklerisuutin ja verkoston paine laskee alle syöttöpaineen, avautuu märkähälytysventtiilin läppä ja vesi alkaa virrata venttiilin läpi. Samalla märkähälytysventtiilissä oleva hälytysreitti avautuu ja vesi virtaa hidastuskammioon, johon asennettu painekytkin antaa hälytyksen paloilmoinjärjestelmälle (11, s.2). Kuvassa 2 on esitetty märkähälytysventtiilin toiminta palotilanteessa.



Kuva 2. Märkähälytysventtiilin toiminta palotilanteessa

Märkäjärjestelmä soveltuu käytettäväksi useimpaan käyttökohteeseen lukuun ottamatta tiloja, joissa on vaara verkoston veden jäätymiselle tai tiloja, joissa lämpötila ylittää 95 astetta veden höyrystymisvaaran vuoksi (2, s. 73).

2.3 Kuivajärjestelmä

Kuivajärjestelmä on toiminnaltaan ja asennuksiltaan hyvin saman tyyppinen kuin märkäjärjestelmä. Kuivajärjestelmä eroaa märkäjärjestelmästä siten, että kuivajärjestelmän putkisto on täytetty sammutusveden sijaan paineilmalla tai inerttikaasulla.

Normaalitilanteessa kuivahälytysventtiili pysyy kiinni samaan tapaan kuin märkähälytysventtiili eli venttiilin yläpuolella vallitsevan verkoston paineen avulla. Kuivahälytysventtiilin läppä pysyy kiinni, kunhan kuivahälytysventtiilin yläpuolella olevan verkoston

tuottama voima on suurempi kuin sen alapuolella olevan syöttöjohdon. Kuivajärjestelmän verkoston paineen ei tarvitse olla suurempi kuin venttiilin alapuolella olevan syöttöpaineen, koska kuivahälytysventtiilin läppä pysyy kiinni asennossa läpän yläpuolella olevan suuremman pinta-alan ansiosta. Tällöin läpän yläpuolelle kohdistuu teknisesti suurempi paine painelain mukaisesti.

$$P = \frac{F_1}{A_1} = \frac{F_2}{A_2} \quad -$$

jossa:

F_1 ja F_2 ovat paineen vaikutus kuivahälytysventtiilin läpän pintaa kohden
 A_1 ja A_2 ovat pinta-alat kuivahälytysventtiilin läpän molemmin puolin

Kun palotilanteessa järjestelmästä laukeaa sprinklerisuutin ja verkoston paine laskee, avautuu kuivahälytysventtiilin läppä ja vesi alkaa virrata putkistoon. Samalla avautuu hälytysreitti, jonka kautta vesi aiheuttaa hälytyksen samalla tavalla kuin märkäjärjestelmässä.

Kuivajärjestelmässä ongelmana on vedettömyyden aiheuttama viive. Kuivajärjestelmissä jatkuvan veden tulon saa kulua enintään 60 sekuntia sprinklerisuuttimen laukeamisesta. Joissain vaikeissa olosuhteissa voidaan hyväksyä myös 90 sekuntia, mutta tämä sallitaan ainoastaan poikkeustapauksissa, joissa suurempi viive ei aiheuta sprinklerilaitteiston tehokkuuden vaarantumista. Suuremmissa yli 1,5m³:n kuivajärjestelmissä tulee olla kiihdyttävä edesauttamassa kuivahälytysventtiilin laukeamista. Kiihdyttävä lyhentää kuivahälytysventtiilin laukeamisviivettä poistamalla järjestelmästä paineilmaa (2, s 74). Taulukossa 1 on esitetty kuivajärjestelmien suurin sallittu tilavuus.

Taulukko 1. Kuivajärjestelmän suurin sallittu tilavuus (2, s. 74)

Kiihdyttävä tai ilmanpoistaja	Asennuksen enimmäistilavuus m ³
Ei ole	1,5
on	4,0

Lisäksi kuivajärjestelmissä on isona ongelmana lämpötilavaihteluiden aiheuttama veden kondensoituminen putkistossa. Jotta järjestelmässä vältetään kondenssiveden aiheuttamasta korroosiosta, tulee haara- ja runkoputkille määritellä kaadot sekä putkistoon tulee asentaa vesitysastiat, jotka keräävät putkistoissa olevan kondenssiveden.

Kuivajärjestelmä sopii vedettömyytensä ansiosta tiloihin, joihin ei voida toteuttaa märkäjärjestelmää. Tällaisia ovat esimerkiksi tilat, joissa on vaara verkoston veden jäätymiselle (esimerkiksi kylmät parkkihallit), tai tilat, joissa lämpötila ylittää 95 astetta.

2.4 Kuivajatkiasennus

Jatkoventtiiliasennuksessa märkäjärjestelmän jatkoksi asennetaan kuivajärjestelmä. Asennus on hyvä vaihtoehto silloin, kun kohteessa on tarve pienelle kuivajärjestelmälle ja erillisen kuivajärjestelmän toteuttaminen olisi liian kallista. Kuivajatkiasennus erotetaan märkäjärjestelmästä siihen asennettavalla kuivajatkeventtiilillä.

Yhden kuivajatkeventtiilin takana saa olla korkeintaan 100 sprinklerisuutinta. Mikäli samalle märkähälytysventtiilille on asennettu jatkoasennuksia kaksi tai enemmän, saa kuivajatkeventtiilien takana olla yhteensä enintään 250 sprinklerisuutinta. Myös kuivajatkeventtiilin takana olevan putkiston tilavuudelle on asetettu rajoituksia. Putkiston tilavuus ei saa olla yli 50 % edellä mainitun taulukon 1 arvoista. (2, s. 76.)

2.5 Ennakkolaukaisujärjestelmä

Ennakkolaukaisujärjestelmiä on kaksi eri asennustyyppiä; tyyppi A ja tyyppi B. Tyypin A asennus on vesivahinkojen estojärjestelmä ja tyypin B asennus on nopeutettu kuiva-asennus.

Tyypin A ennakkolaukaisujärjestelmä toimii kuten edellä mainittu kuivajärjestelmä, mutta asennusventtiilin avautumisen aiheuttaa erillinen palonilmaisujärjestelmä ja sprinklerisuutin yhdessä, eikä pelkästään sprinklerisuuttimen laukeaminen. Putkisto täyttyy vedellä, ja vesi pääsee purkautumaan sprinklerisuuttimesta siis vasta sprinklerisuuttimen laukeamisen ja paloilmoinjärjestelmän saaman impulssin jälkeen. Mikäli järjestelmän

ohjauskeskuksessa on vikatilanne, tämän tyyppin ennakkolaukaisujärjestelmä toimii samalla tavalla kuin kuivajärjestelmä eikä tällöin tarvitse paloilmoinjärjestelmän impulssia lauetakseen. Tyyppin A ennakkolaukaisujärjestelmä asennetaan vain kohteisiin, joissa halutaan estää vikalaukaisun (esim. sprinklerisuuttimen hajoaminen) aiheuttamat vesivahingot. (2, s. 75.)

Tyyppin B ennakkolaukaisujärjestelmä toimii myös kuten kuivajärjestelmä, mutta tässä asennustyyppissä asennusventtiilin avautumisen aiheuttaa joko erillinen palonilmaisujärjestelmä tai sprinklerisuuttimen laukeaminen. Tilanteessa, jossa palonilmaisujärjestelmä hälyttää ja laukaisee asennusventtiilin, mutta sprinklerisuutin ei laukea, täyttyy putkisto vedellä ja kuivajärjestelmä muuttuu märkäjärjestelmäksi. Tällöin vesi alkaa virtaamaan ulos putkistosta vasta kun sprinklerisuutin laukeaa.

Mikäli taas järjestelmän putkiston paine alenee esimerkiksi sprinklerisuuttimen laukeamisen takia, laukeaa asennusventtiili paloilmaisimesta riippumatta ja vesi alkaa virrata launneesta sprinklerisuuttimesta. Tyyppin B asennus soveltuu kohteisiin, joissa palo kehittyy nopeasti, mutta joissa ympäristönsä takia vaaditaan kuivajärjestelmää. (2, s. 75.)

Tyyppin A ja B ennakkolaukaisujärjestelmät eroavat toisistaan siis siten, että tyyppin A eli vesivahinkojen estojärjestelmä tarvitsee kaksi erillistä venttiilin laukaisevaa impulssia, kun taas tyyppi B eli nopeutettu kuiva-asennus vaatii ainoastaan jommankumman.

Molempiin asennustyyppeihin on myös saatavilla erillinen kytkin, jolla saadaan avattua asennusventtiili ilman palonilmaisujärjestelmältä tullutta hälytystä. Kytkintä käytetään yleensä tiloissa, joissa on erittäin suuri vaara palon syttymiselle, jolloin siellä oleva henkilö voi laukaista asennusventtiilin ennen kuin palonilmaisujärjestelmä havaitsee sitä. Tällöin järjestelmä saadaan muutettua märkäjärjestelmäksi, ja järjestelmä on valmis toimimaan ilman kuivajärjestelmän ongelmallista viivettä.

2.6 Aluelaukaisujärjestelmä deluge

Aluelaukaisujärjestelmä (ts. deluge) on sammutusjärjestelmä, jossa on normaalitilassa tyhjä putkisto sekä avonaiset sprinklerisuuttimet. Delugeventtiilin lauetessa vesi tai vaihtoehtoisesti sammutusvaahto virtaa putkistoon ja purkautuu ulos kaikista putkiston

sprinklerisuuttimista. Aluelaukaisujärjestelmää käytetään kohteissa, joissa halutaan suuri sammutusteho koko järjestelmän alueelle. Tällaisia kohteita ovat erittäin herkästi syttyvät alueet tai alueet, joissa halutaan jäähdyttää pintoja estämään räjähdyksiä tai rakennelman sortumista.

Laukaisumekanismin puuttuminen sprinklerisuuttimesta tarkoittaa sitä, että järjestelmä tarvitsee jonkin ulkoisen indikaation palosta toimiakseen. Järjestelmä voidaan laukaista manuaalisesti helposti päästävään tilaan sijoitetulla käsilaukaisulla tai hydraulisesti, sähköisesti tai pneumaattisesti kontrolloiduilla venttiileillä, jotka saavat tiedon palon syttymisestä tilaan sijoitetuilla palonilmaisimilla (12).

2.7 Vesisumujärjestelmät

Vesisumujärjestelmä on vesisammutusjärjestelmä, jossa tulipalo sammutetaan pienten alle 1 mm:n kokoisten vesipisaroiden avulla. Pienet vesipisarot vaimentavat tulipalosta tulevaa säteilylämpöä absorboiden ja sirottaen lämpösäteilyä tulipalon ja syttymisvaarassa olevien aineiden välillä. Vesisumun jäähdytysteho on moninkertainen tavanomaiseen sprinkleriin verrattuna juuri tästä syystä.

Pienillä vesipisaroilla on myös tilavuuteensa nähden suuri pinta-ala, joten ne höyrystyvät helposti. Höyrystyessään vesipisarot sitovat tulipalosta suuria määriä energiaa jäähdyttämällä tulipaloa. Tämä edesauttaa suurienkin palojen rajaamista.

Höyrystyessään veden tilavuus kasvaa yli 1 700-kertaiseksi, jolloin höyryn aiheuttama ulosvirtaus estää uuden tulipaloa ruokkivan ilman tulon sisään, samalla vähentäen huoneen happipitoisuutta (4).

Koska vesisumujärjestelmän sammutusteho on normaalia sprinklerijärjestelmää suurempi, se tarvitsee pienemmän vesimäärän sammuttaakseen vastaavan palon. Tällöin järjestelmän putkistokoot ja sammutusveden aiheuttamat vesivahingot pienenevät normaaliin sprinklerijärjestelmään nähden. (5)

3 Sprinklerisuuttimet

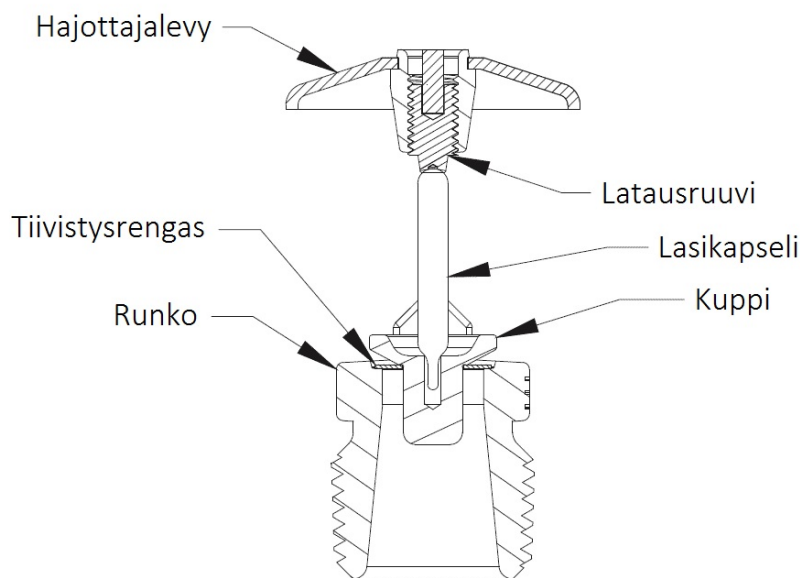
Sprinklerijärjestelmässä suutin on se osa, jonka kautta vesi purkautuu putkistosta.

Suomessa käytettäviä suuttimia on kolme eri päälajia, yleisimmin käytettyjä ovat lasikapseliset, sulakelukolliset sekä avosuuttimet.

3.1 Suuttimen rakenne ja toiminta

3.1.1 Lasikapseliset suuttimet

Lasikapseliset suuttimet koostuvat lasikapselista, hajottajalevystä, latausruuvista ja kuppista. Kuvassa 3 on esitetty lasikapselisen sprinklerisuuttimen leikkauskuva.



Kuva 3. Lasikapselisen sprinklerisuuttimen leikkauskuva (8)

Lasikapselisissa sprinklerisuuttimissa lämpötilan noustessa suuttimessa olevan lasikapselin glyseriinipitoisessa nesteessä oleva ilmakupla laajenee aiheuttaen lasikapselin särkymisen, jolloin sprinklerisuuttimen kuppi irttaa ja vesi pääsee virtaamaan suuttimesta.

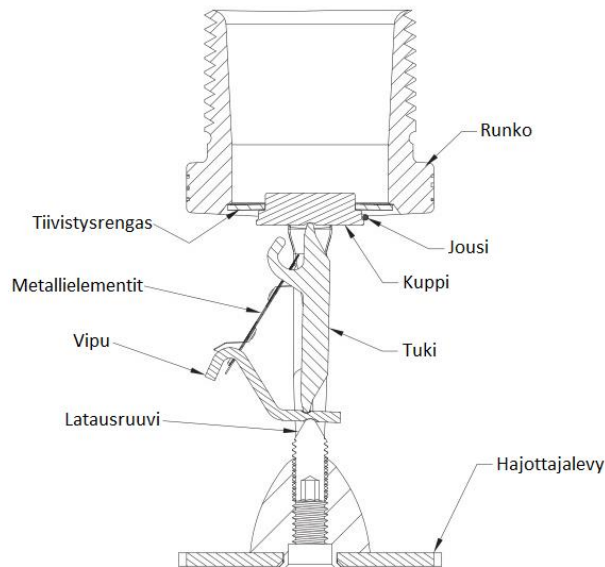
Sprinklerisuuttimien lasikapselin laukeamislämpötila määräytyy lasikapselin värin mukaan. Taulukossa 2 on esitetty sprinklerisuuttimien lasikapselien laukeamislämpötilat.

Taulukko 2. Sprinklerisuuttimien lasikapselien laukeamislämpötilat (7, s. 3)

Lasikapselin väri	Laukeamislämpötila °C
Oranssi	57
Punainen	68
Keltainen	79
Vihreä	93
Sininen	141
Violetti	182
Musta	204—280

3.1.2 Sulakelukolliset suuttimet

Sulakelukolliset sprinklerisuuttimet ovat rakenteeltaan lähes samanlaisia kuin lasikapseliset suuttimet, mutta lasikapselin tilalla on sulakelukkotyypinen lämpötilaherkkäosa. Kuvassa 4 on esitetty sulakelukkotyypisen sprinklerisuuttimen leikkauskuva.



Kuva 4. Sulakelukkotyypisen sprinklerisuuttimen leikkauskuva (9).

Sulakelukkotyypisissä sprinklerisuuttimissa lämpötilaherkkänä osana toimii kaksiosainen metallielementti. Metallielementit on yhdistetty toisiinsa lämpötilaherkällä metalliseoksella, joka sulaa lämpötilan noustessa. Metalliseoksen sulaminen aiheuttaa metallielementtien eriytymisen, jolloin suuttimen kuppi irtaana ja vesi pääsee virtaamaan sprinklerisuuttimen läpi.

Sulakelukkotyypisen sprinklerisuuttimien laukeamislämpötilat määräytyvät sulakelukon värin mukaan. Taulukossa 3 on esitetty sulakelukkotyypisten sprinklerisuuttimien laukeamislämpötilat.

Taulukko 3. Sulakelukkotyypisten sprinklerisuuttimien laukeamislämpötilat (2, s. 89)

Sulakelukon väri	Laukeamislämpötila °C
Väritön	57—77
Valkoinen	79—107
Sininen	121—149
Punainen	163—191
Sininen	204—246
Oranssi	260—302
Musta	320—343

3.1.3 Avosuuttimet

Avospinklerisuuttimet ovat vastaavanlaisia sprinklerisuuttimia kuin yllä mainitut lasikapseliset ja sulakelukkotyypiset suuttimet, mutta ilman lämpötilaherkkää elementtiä. Kuva 5 on havainnekuva avospinklerisuuttimesta.



Kuva 5. Havainnekuva avospinklerisuuttimesta (10).

3.2 Eri suutinmallit

Käytävissä olevia suuttimia on erilaisia, ja niitä voidaan asentaa alaspäin, ylöspäin tai sivuttain. Saatavilla on myös alakattosuuttimia, joissa suutin on upotettuna alakattorakenteen kanssa samaan tasoon sekä piilosuuttimia, joissa sprinklerisuutin on upotettuna kattorakenteeseen ja peitetty tasaisella peitelevyllä. Peitelevy on kiinni tietyssä lämpötilassa sulavalla juotteella.

Peitelevyn juotteen sulamislämpötila on aina pienempi kuin sprinklerin laukeamislämpötila, jolloin lämpötilan noustessa peitelevy putoaa ensin paikaltaan paljastaen sprinklerisuuttimen. Eri sprinklerisuutinmalleilla on erilaiset ominaisuudet ja käyttötarkoitukset.

Suurimmat suuttimen ominaisuuksiin vaikuttavat tekijät ovat suuttimen k-arvo ja heittokuvio. Suuttimen k-kerroin on vakio, joka kuvaa kuinka paljon vettä suuttimesta saadaan tietyllä paineella.

K-kerroin lasketaan yhtälöllä:

$$K = \frac{Q}{\sqrt{P}}$$

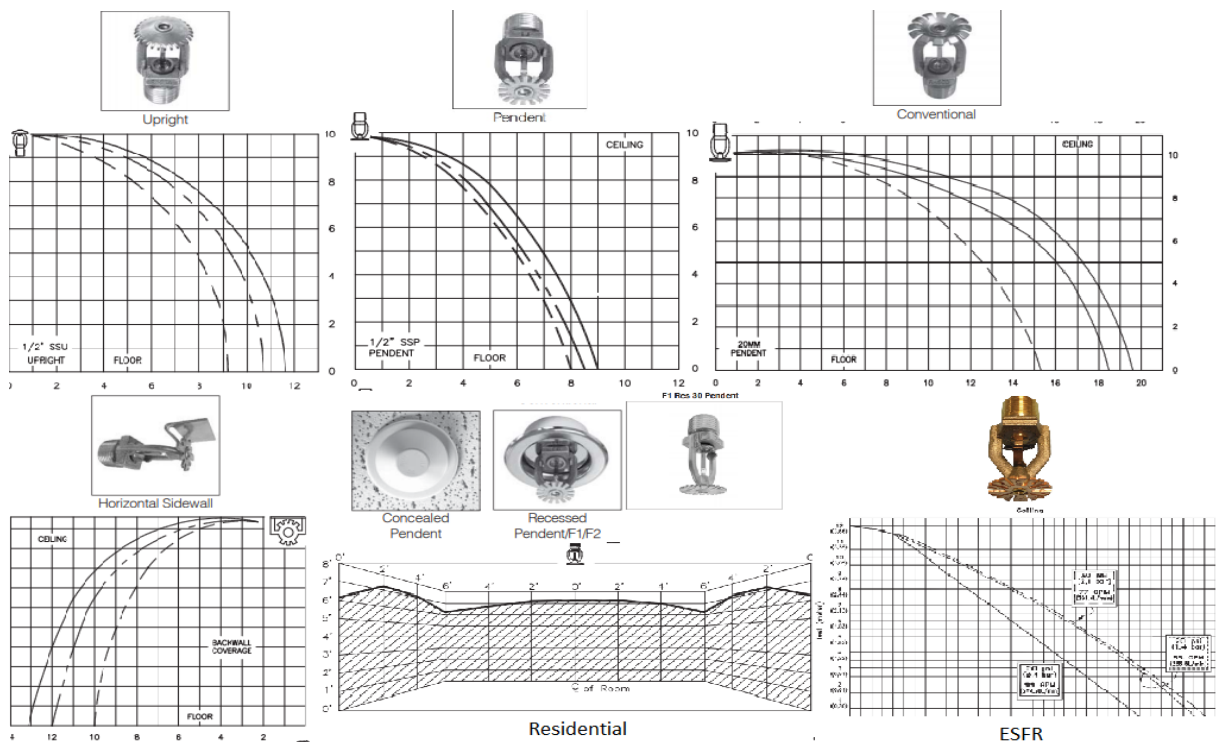
jossa:

Q on virtaama l/min
P on paine, bar

Taulukossa 4 on esitetty eri sprinklerimalleja, niiden toimintakuvaus sekä käyttötarkoitukset. Kuvassa 6 on esitetty ylläolevien suutinmallien havainnekuvia ja heittokuvioita.

Taulukko 4. Eri sprinklerisuutinmallit, niiden toimintakuvaus sekä käyttötarkoitukset

Malli	Seloste	Käyttötarkoitus
Upright	Suutin, joka suihkuttaa ylöspäin	Kuivajärjestelmät ja paikat, jossa esteitä
Pendent	Suutin, joka suihkuttaa alaspäin	Kohteet, jossa palamaton kattorakenne
Conventional	Suutin, jonka hajotuskuvio on pallomainen. Voidaan asentaa ylös- tai alaspäin.	Kohteet, jossa palava kattorakenne
Sidewall	Seinään asennettava suutin, jonka hajotuskuvio on seinästä ulospäin tuleva puoliparaboloidi	Kattoasennus ei ole mahdollista, tai ulkonäöllisistä syistä.
Concealed	Kattorakenteeseen upotettava, peitelevyllä varustettu sprinklerisuutin	Suutin halutaan kokonaan pois näkyvistä.
Recessed	Suutin, joka on upotettu kokonaan tai osittain alakattorakenteen yläpuolelle.	Suutin halutaan asentaa osittain tai kokonaan alakattorakenteeseen.
Residential	Suutin, jonka hajotuskuvio on korkeampi ja pisarakoko yleisesti pienempi.	Asuntokohteet ja palvelutalot
ESFR (Early Suppression Fast Response)	Suutin, jonka hajotuskuvio on leveän symmetrinen.	Esim. korkeat varastot, joissa halutaan sammuttaa syttynyt tulipalo nopeasti.
Avosuutin	Suutin, jossa ei ole lämpötilaherkkää elementtiä	Deluge-järjestelmät



Kuva 6. Eri sprinklerisuutinmalleja ja niiden heittokuvioita

4 Pitkän ajan luotettavuustarkastus

Sprinklerilaitteiston pitkän ajan luotettavuustarkastuksen tarkoituksena on tarkastaa kohteen sprinklerilaitteiston kunto ja toimintavarmuus ennen laitteiston joutumista mahdolliseen palotilanteeseen. Tarkastuksen teettäminen ei ole kuitenkaan pakollista, sillä sitä koskevat ohjeet ja standardit ovat Suomessa vain ohjeistavia.

Sprinklerilaitteistoja koskevat lait ja asetukset kuitenkin puoltavat asiaa epäsuorasti. Laitelain 10/2007 §7:n mukaan rakennukseen kiinteästi asennetut sammutuslaitteistot tulee huoltaa ja tarkastaa siten, että laitteistot täyttävät niille säädetyt vaatimukset käyttökänsä ajan (15, §7). Asetuksen A64 §19, §20 sekä §5 myös puoltavat tarkastusta. Pykälän 19 mukaan automaattinen sammutuslaitteiston tulee olla käyttötarkoitustaan vastaava ja sitä tulee pitää toimintakunnossa koko laitteiston käyttöiän ajan (16, §19). Pykälän 20 mukaan automaattisen sammutuslaitteiston kunnossapito-ohjelmaa laadittaessa tulee ottaa huomioon §4:ssä mainitut ohjeet ja julkaisut laitteiston kunnossapidosta ja huollosta (16, §20). Pykälän 4 mukaan automaattisen sammutuslaitteiston suunnittelussa ja asentamisessa sovelletaan teknistä ohjetta CEA 4001 siltä osin kuin laissa tai asetuksessa ei toisin säädetä (16, §4).

4.1 Pitkän ajan luotettavuustarkastuksen suorittaminen

Sprinklerilaitteiston pitkän ajan luotettavuustarkastus pohjautuu sprinklerilaitteistoja koskevan standardin SFS-EN 12845 + AC liitteeseen K sekä ohjeeseen CEA 4001:2007-06 (fi). Näiden ohjeiden mukaan sprinklerilaitteisto tulisi tarkastaa märkäjärjestelmissä 25 vuoden välein ja kuivajärjestelmissä 15 vuoden välein.

CEA 4001: 2007 – 06 (fi):n mukaan pitkän ajan luotettavuustarkastuksessa sprinklerilaitteiston putkisto on tarkastettava sisä- ja ulkopuolisesti niin, että putkistosta tarkastetaan vähintään yksi haarajohto 100 sprinklerisuutinta kohden tai vähintään kaksi haarajohtoa asennusventtiiliä kohden. Mikäli haarajohdossa havaitaan korroosiota tai kasaumia, joita ei voida hyväksyä, otetaan tarkastukseen kolmas putki.

Putkiston tarkasteluun soveltuvia menetelmiä on mm. röntgenkuvaus, ultraäänimittaus tai putkiston sisäpuolinen videokuvaus. Röntgenkuvauksella putkistosta saadaan selville

putkiston sisäinen kunto ainetta rikkomattomin menetelmin, jolloin verkostoa ei tarvitse tyhjentää eikä siihen tarvitse tehdä uusia mahdollisia vuotokohtia tutkimuksen suorittamiseksi. Röntgenkuvauksella saadaan helposti nähtyä myös putkiston syöpymät, hitsausaumojen virheet ja sisäiset sakkakertymät, joita muilla tavoilla on erittäin haastavaa nähdä.

Ultraäänimittauksella saadaan selville ainoastaan putkiston seinämävahvuus mittauskohdasta. Putkiston sisäisellä videokuvauksella saadaan tarkastettua huomattavasti pidempi alue kuin röntgenlaitteilla. Tällä menetelmällä säästytään myös röntgenlaitteiden turvatoimista. Huonoa tässä menetelmässä on se, että putkistoon joudutaan joko poraamaan reikiä tai irrottamaan osia putkistosta, jotta kamera saadaan sisälle putkistoon. Poraamalla reikä putkistoon saadaan aiheutetuksi aina yksi mahdollinen vuotokohta lisää, joka ei ole toivottua.

Putkiston tarkastelun lisäksi putkistolle tulee suorittaa hydrostaattinen painekoe suurimmalla staattisella paineella tai 12 bar:lla kahden tunnin ajan. Mahdollisuuksien mukaan putkisto tulee myös huuhdella perusteellisesti.

Tarkastuksella esiin tulleet laitteiston hydrauliseen suorituskykyyn negatiivisesti vaikuttavat viat tulee korjata.

Putkiston tarkastelun lisäksi tulee tarkastaa määrätty määrä sprinklerisuuttimia. Taulukossa 5 on esitetty tarkastettavien sprinklerisuuttimien vähimmäislukumäärä suutintyyppiä kohden.

Taulukko 5. Tarkastettavien sprinklerisuuttimien vähimmäislukumäärä/suutintyyppi (6, s. 152)

Asennettavien sprinklerien kokonaislukumäärä (n)	Tarkastettavien sprinklereiden vähimmäislukumäärä (kpl)
$n \leq 5000$	20
$5000 < n \leq 10000$	40
$10000 < n \leq 20000$	60
$20000 < n \leq 30000$	80
$n > 30000$	100

Irrotetuille sprinklerisuuttimille suoritetaan silmämääräinen tarkastus sekä niille suoritetaan seuraavat testit (6, s. 152):

- toiminta
- toimintalämpötila
- k-kertoimen vaihtelu
- hajotuskuvion esteettömyys
- jakauman tasaisuus
- lämpöherkkyys

Luvussa 5 on esitetty nämä testit tarkemmin.

4.2 Tarkastuksesta saadut hyödyt

Tarkastuksella saadaan arvokasta tietoa kohteen sprinklerilaitteiston kunnosta kohteen omistajille, käyttäjille, pelastusviranomaiselle sekä vahinkovakuuttajalle. Tarkastuksella saadaan selville sprinkleriputkiston sisäinen kunto ja sillä varmistetaan pitkään staattisessa tilassa olleiden sprinklerisuuttimien toimintakyky ennen mahdollista palotilannetta.

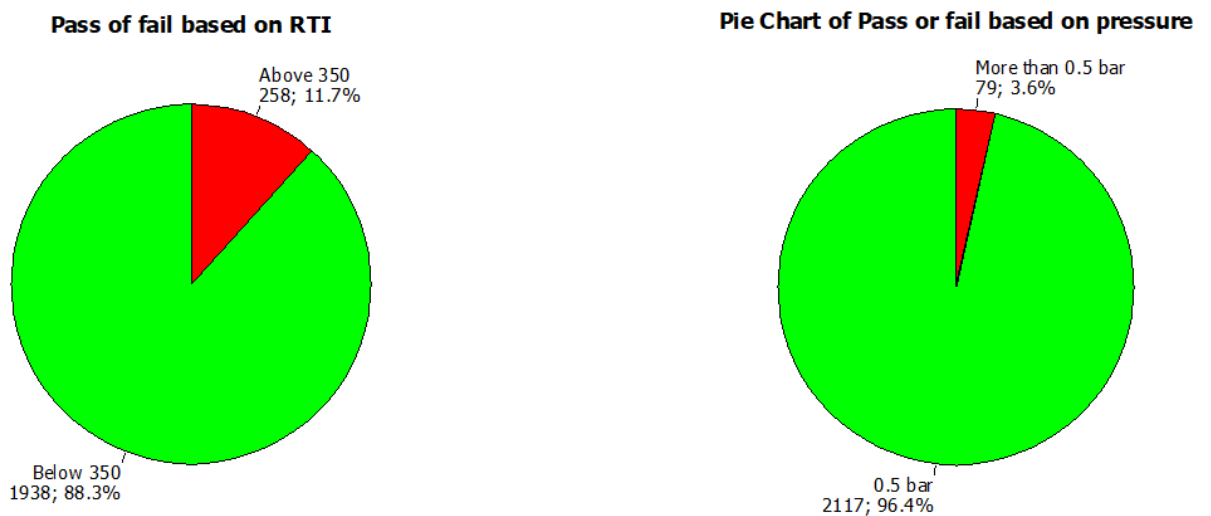
Samalla ehkäistään mahdollisia vesivahinkoja, koska syöpyneet putkiston osuudet voidaan vaihtaa uusiin tutkimuksesta saatujen tulosten perusteella. Sprinklerilaitteisto tutkivasti parantaa ihmisten mahdollisuuksia selviytyä tulipalosta, joten sen kunnosta ja toimivuudesta tulee pitää huolta.

4.3 Tilastotietoa

Tällä hetkellä sprinklerisuutintutkimuksia suorittaa ainakin ruotsalainen tutkimuslaitos RISE. RISE on suorittanut testejä vuodesta 2013 alkaen ja pitänyt niistä kirjaa siitä asti. Vuosien 2013-2017 aikana RISE on testannut yhteensä 2775 sprinklerisuutinta heidän kehittämällään testimetodilla, joka pohjautuu standardiin ISO 6182-1. RISE:n kehittämässä testimetodissa sprinklerisuuttimia testataan ainoastaan toiminnan, toimintalämpötilan ja lämpöherkyyden osalta, sillä muut testin osa-alueet suoritetaan silmämääräisesti.

RISE:n testaamien sprinklerisuuttimien keskimääräinen käytössä olo aika oli 34,7 vuotta ja 94,1 % (eli 2610) testatuista suuttimista olivat olleet käytössä märkäjärjestelmissä, loput 165 sprinklerisuutinta olivat olleet käytössä kuivajärjestelmissä.

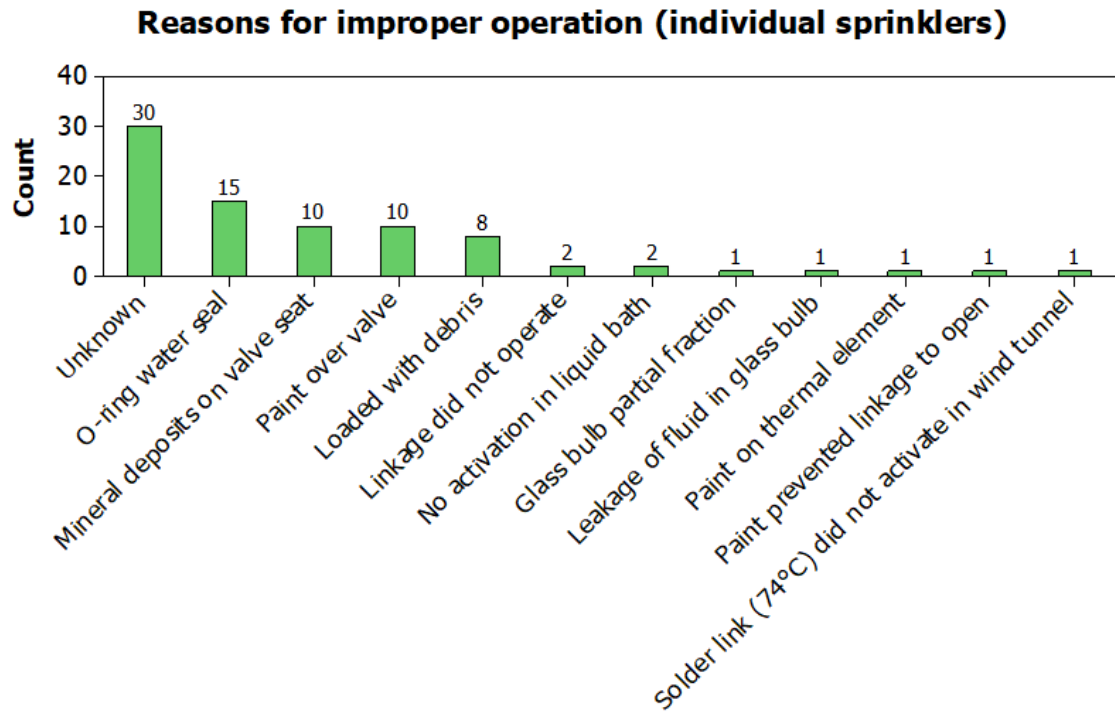
2 196 sprinklerisuutinta testattiin toiminnan ja lämpötilaherkkyiden osalta tuulitunnelissa. Testeissä 11,7 % suuttimista hylättiin liian suuren RTI-arvon takia. RTI-arvo eli Response Time Index kuvaa lämmölle altistuneen sprinklerisuuttimen herkkyyttä. Lisäksi 3,6% suuttimista hylättiin, koska ne eivät laenneet 0,5 bar:n paineessa tuulitunnelissa. Kuvassa 7 on esitetty piirakkadiagrammit hylätyistä ja hyväksytyistä suuttimista.



Kuva 7. Hyväksytyt ja hylätyt tuulitunnelissa testatut sprinklerisuutimet

RISE tutki syyn selvittämiseksi tarkemmin 79 suutinta, jotka eivät laenneet tuulitunnelissa 0,5bar:n paineessa. Suuttimen epäonnistuneen laukeamisen yleisin syy oli sprinklerisuuttimen kupin jumittuminen o-renkaan takia. Tarkemmin testatuista 15 kappaletta todettiin jumittuneen kumisen o-renkaan takia.

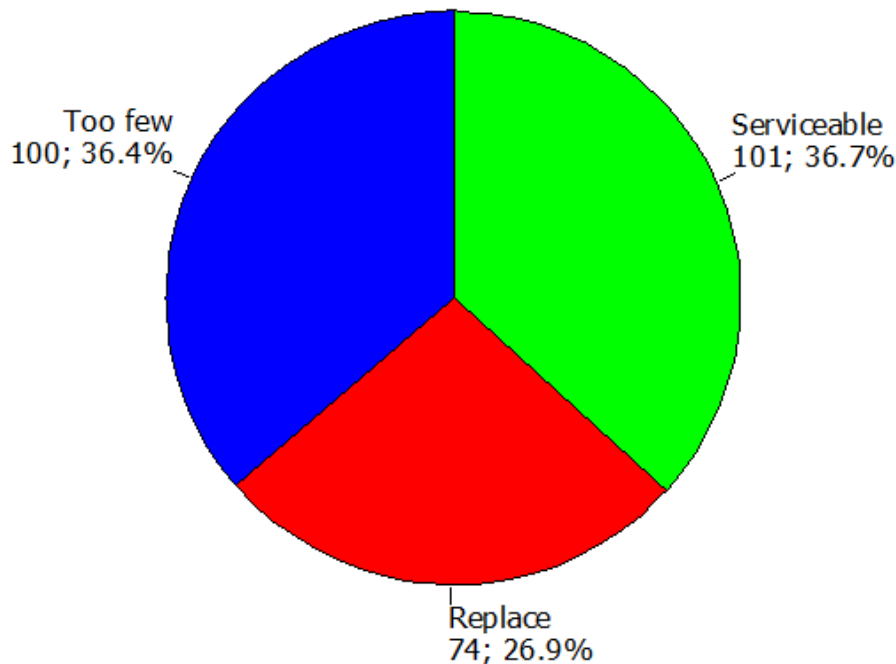
Muita syitä epäonnistuneeseen laukeamiseen olivat erityyppiset kuona-aineiden aiheuttamat jumiutumiset ja tukkeutumiset sekä lämpötilaelementin päällä oleva maali. Kuvassa 8 on esitetty kaikki tarkemmin testattujen sprinklerisuuttimien epäonnistuneiden laukeamisten syyt.



Kuva 8. Syitä suittimien epäonnistuneeseen laukeamiseen

Kokonaisuudessaan RISE testasi 275 lähetettyä erää sprinklerisuuttimia, joista vain 101 erää eli 36,7 % sai hyväksytyt päätökset. Hylätyn päätöksen sai 26,9 % eristä, eli 74 erää, ja 100 erää oli sellaisia, joissa oli liian vähän sprinklerisuuttimia tarkan arvion antamiseksi. Kuvassa 9 on esitetty näiden erien jaottelu.

Overall judgement and recommendation



Kuva 9. Testatuista 275 erästä annetut suositukset

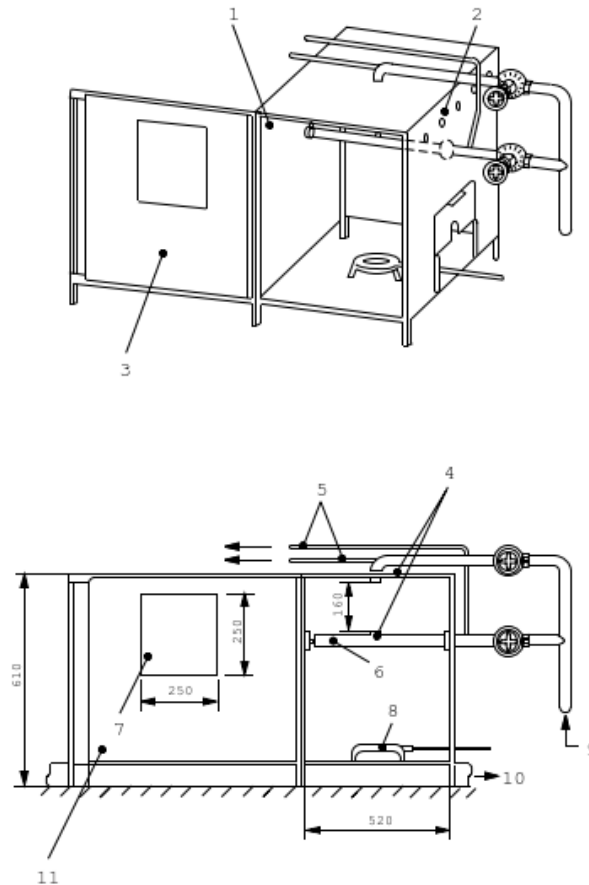
5 Sprinklerisuuttimille tehtävät testit

Sprinklerisuutinten tarkastaminen aloitetaan suuttimen silmämääräisellä tarkastelulla. Silmämääräisessä tarkastelussa saadaan selville suuttimen valmistaja, siihen merkityt arvot ja suuttimen tyyppi. Samalla huomioidaan selvät suuttimeen kohdistuneet vauriot.

Tämän jälkeen tehdään luvussa 4.1 esitetyt testit. Sprinklerisuuttimille tehtävät testit on määritelty tarkemmin sprinklerisuuttimien valmistajia koskevassa standardissa SFS-EN 12249-1 + A1. Seuraavissa alajaksoissa on esitetty jokainen sprinklerisuuttimille tehtävä testi yksityiskohtaisemmin. Koska kaikki muut paitsi herkkyysluokan testaamiseen käytettävä testauslaitteisto ovat helposti saatavilla eikä niitä tarvitse rakentaa millään tavalla ei niitä käydä läpi tässä opinnäytetyössä lainkaan. Herkkyysluokan testaamiseen tarvittava laitteisto on ainoa suunnittelua vaatia laitteisto, joten sen suunnittelu on yksi opinnäytetyön osa-alueista.

5.1 Toimintatesti

Toimintatestissä sprinklerisuuttimet asetetaan kuvan 10 mukaiseen testiuuniin, jonka jälkeen testiuuni lämmitetään 400 ± 20 °C:seen enintään kolmessa minuutissa. Testiä jatketaan, kunnes kaikki sprinklerisuuttimet ovat laenneet.



Kuva 10. Testiuunin havainnekuva (14, s. 38)

- | | |
|--|---------------|
| 1 Ilmakanava | 7 Ikkuna |
| 2 Ilmakanava | 8 Lämmönlähde |
| 3 Liukuovi | 9 Vesisyöttö |
| 4 T-kappale sprinklerisuuttimelle | 10 Viemäri |
| 5 Painemittariputki | 11 Liukuovi |
| 6 Irrotettava putki upright-tyypin sprinklerisuuttimille | |

Sprinklerisuutinerästä testataan kaikki erilaiset suuttimet nimellislämpötilan, olosuhteiden ja sprinklerin koon mukaisesti. Sprinklerisuuttimille annetaan syöttöpaine taulukon 6 mukaisesti (14, s. 36).

Taulukko 6. Toimintatestin testiparametrit (14, s. 36)

Testauspaine bar (g)	Testattavien suuttimien vähimmäismäärä (kpl)	Testattavien suuttimien vähimmäismäärä per toimintalämpötila (kpl)	Maksimi laukeamisesta sprinkleriin jääneiden osien määrä per testattujen sprinklereiden kokonaismäärä (kpl)
0,35 ± 0,05	12	3	1 per 12
3,5 ± 0,1	16	4	1 per 32
12,0 ± 0,1	16	4	1 per 32

Lämpötilat testiuunin sisällä tulee mitata sprinklerisuuttimien kohdalta. Sprinklerisuuttimien oletetaan toimivan väärin, kun yksi tai useampi pala on jäänyt kiinni suuttimen rakenteisiin siten, että se muuttaa hajotuskuviota huomattavasti yli minuutin ajan (14, s. 36).

5.2 Vähimmäistoimintapainetestit

Sprinklerisuuttimen vähimmäistoimintapaine testataan samassa testiuunissa kuin sprinklerisuuttimen toimintakin. Sprinklerisuuttimien vähimmäistoimintapaineet on annettu ohjeessa CEA 4001:2007 -06. Arvot on esitetty taulukossa 7.

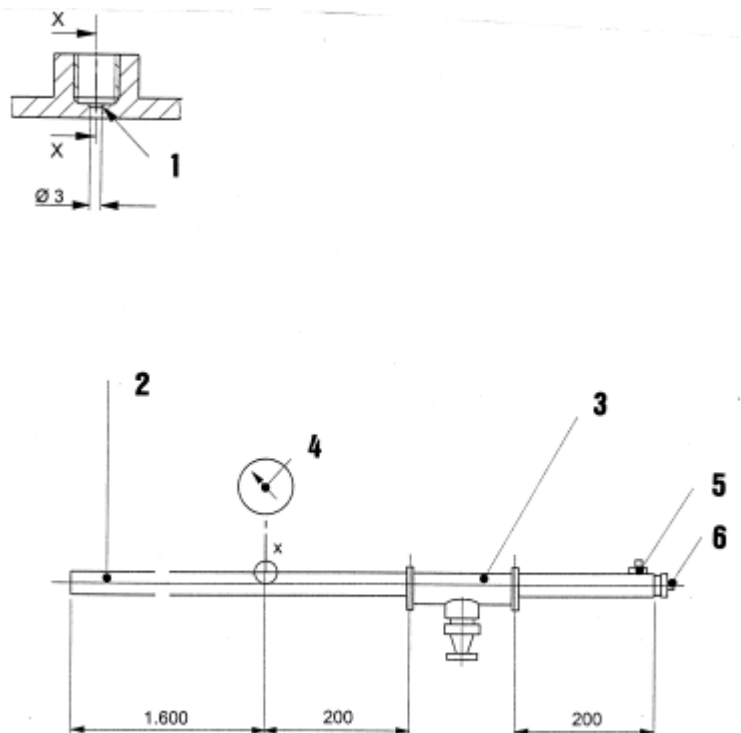
Taulukko 7. Sprinklerisuuttimien k-arvo ja toimintapaine vähintään.

Sprinkleriluokka	K-arvo vähintään	Vähimmäispaine (bar)
LH	57	0,7
OH ⁽¹⁾	80	0,35
HHP / HHS kattosprinklerit	80	0,5
HHP / HHS kattosprinklerit	115	0,5
HHP / HHS kattosprinklerit	160	0,5
Telineistösprinklerit	80	2,0
Telineistösprinklerit	115	1,0
Telineistösprinklerit ⁽²⁾	115	3,0
Kaapelitilasuojauksessa sprinklerien vähimmäistoimintapaine 3,0 bar Katso CEA 4001:2007-06 taulukko K6		

Vähimmäistoimintapainetestissä sprinklerisuuttimet asetetaan toimintatestissä esiteltyyn testiuuniin ja niille annetaan taulukossa 7 määritetyt vähimmäistoimintapaineet. Vähimmäistoimintapainetestissä todetaan sprinklerisuuttimen moitteeton toiminta annetulla vähimmäispaineella.

5.3 K-kertoimen määrittäminen

Sprinklerisuuttimen k-kertoimen määrittämiseksi tarvitaan testiputkisto, jolle suoritetaan virtaamatesti. Testiputkisto koostuu kuvan 11 mukaisesta putkistosta. Testissä sprinklerisuutin asennetaan testiputkistoon sille tarkoitettulle paikalle. Putkistosta poistetaan ylimääräinen ilma ja testiputki täytetään vedellä 0,5 bar:n paineeseen. Virtaama mitataan, joko suoraan virtaamamittarilla tai keräämällä ja punnitsemalla testissä purkautunut vesimäärä. Painea nostetaan 1 bar ± 2 % välein ja mittaus suoritetaan jokaisen paineen noston jälkeen ja sitä jatketaan, kunnes paine on nostettu 6,5 bar:iin.



Kuva 11. K-kertoimen määrittelytestissä käytettä testiputkisto (14, s. 24).

- | | |
|---------------------------------------|--------------------|
| 1 Kuristettu reikä $\varnothing 3$ mm | 4 Painemittari |
| 2 Teräsputki sisähalkaisijaltaan 40mm | 5 Ilmausventtiili |
| 3 T-kappale, 10 mm, 25 mm tai 32 mm | 6 Tulppa tai hattu |

Testiputkistossa käytettävän painemittarin tarkkuus tulee olla $\pm 2 \%$, sprinklerisuuttimesta purkautuvan veden painon mittaukseen käytettävän puntarin tarkkuus tulee olla $\pm 1 \%$ ja virtaamamittarin tarkkuus tulee olla $\pm 2 \%$ mitatusta arvosta (14, s. 23). Virtaamamittauksesta saatujen virtaamien ja valittujen paineiden avulla saadaan laskettua K-kerroin yhtälöllä:

$$K = \frac{Q}{\sqrt{P}}$$

jossa:

Q on mitattu virtaama l/min

P on mitattu paine, bar

Testattujen sprinklerisuuttimien K-kertoimien tulee pysyä taulukossa 8 annettujen raja-arvojen sisällä.

Taulukko 8. Sallitut K-kertoimet (14, s. 10)

Suuttimen reiän nimelliskoko (mm)	K-kerroin $1 \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{bar}^{-\frac{1}{2}}$	
	Muut kuin kuivasprinklerit	Kuivasprinklerit
10	57 ± 3	57 ± 5
15	80 ± 4	80 ± 6
20	115 ± 6	115 ± 9

5.4 Toimintalämpötilatesti

Sprinklerisuuttimien toimintalämpötilatesti suoritetaan nestekylvyssä, joka on täytetty (suositellaan tislattua) vedellä tai vaihtoehtoisesti mikäli testattavien sprinklerisuuttimien lämpöarvot ovat yli 80 °C tulee veden tilalla käyttää lämpökestävää öljyä. Nestekylvyn nesteen lämpötila testialueella ei saa poiketa enempää kuin $\pm 0,5 \%$ tai $\pm 0,5 \text{ °C}$. Näistä valitaan aina suurempi (14, s. 22).

Toimintalämpötilatesti aloitetaan siten, että huoneen lämpöiset sprinklerisuuttimet upotetaan nesteeseen, joka lämmitetään lämpötilaan, joka on 20 °C alhaisempi kuin sprinklerisuuttimien nimellinen lämpöarvo. Lämpötila nostetaan tähän lämpötilaan maksimissaan nopeudella 20 °C/min, minkä jälkeen sitä ylläpidetään ainakin 10 minuutin ajan. Tämän jälkeen lämpötilaa nostetaan 0,4 °C/min – 0,7 °C/min, kunnes sprinklerisuuttimet laukeavat. Sprinklerisuuttimien lauettua nesteen lämpötila kirjataan talteen. (14, s. 22.)

Sulakelukkotyypisen sprinklerisuuttimen tulee toimia lämpötilavälillä:

$$[t \pm (0,035 t + 0,62)]^{\circ}\text{C}$$

jossa:

t on sprinklerisuuttimen nimellinen lämpöarvo, °C (14, s. 9).

Lasiampullisten sprinklerisuuttimien tulee toimia lämpötilavälillä, joka on esitetty taulukossa 9.

Taulukko 9. Toimintalämpötilat lasiampullisille sprinklerisuuttimille (14, s. 9)

Sprinklerin nimellinen toimintalämpötila (° C)	Alhaisin toimintalämpötila (° C)	Lämpötila, jossa vähintään		Korkein toimintalämpötila (° C)
		25 sprinkleriä 50:stä laukeaa (° C)	40 sprinkleriä 50:stä laukeaa (° C)	
57	54	63	68	74
68	65	74	79	86
79	76	87	92	99
93	90	101	106	113
100	97	108	113	120
121	118	129	134	141
141	138	149	155	163
163	160	171	177	186
182	179	190	196	206
204	201	212	218	228
227	224	235	242	252
260	257	268	275	286
286	283	294	301	313
343	340	351	359	372

5.5 Sprinklerisuuttimen herkkyyaluokan määritystesti

Sprinklerisuuttimen herkkyyaluokan määritystestissä on kaksi osaa, ensimmäisessä osiossa selvitetään sprinklerisuuttimien C-arvo eli lämmönjohtavuuskerroin, jota tarvitaan herkkyyaluokan määrittelemisessä. Toisessa osiossa selvitetään sprinklerisuuttimien RTI-arvot eli herkkyyaluokat.

Molemmissa testeissä käytettävänä testivälineenä toimii tuulitunneli. Tuulitunnelin tulee olla mitoiltaan 270 ± 40 mm leveä ja 150 ± 10 mm syvä. Tuulitunneli tulee olla ominaisuuksiltaan sellainen, että terminen säteily tuulitunnelissa ei vaikuta laskettuihin RTI-arvoihin enempää kuin 3 % sprinklerisuuttimilla, jotka ovat nimellislämpöarvoltaan 74 °C tai alle. (14, s. 54.)

5.5.1 C-arvon määrittäminen

C-arvon määrittämisessä asennusalusta ja putkisto johon sprinklerisuuttimet ovat liitetty pidetään 30 ± 2 °C koko testin ajan. Asennusalusta on asennettuna edellä mainittuun tuulitunneliin. Sprinklerisuuttimet tulee olla asennettuna siten, että lämpötilaherkkä elementti on kokonaan altistunut ilmavirralle kuvan 12 normaalin asennon mukaisesti. Testissä tuulitunnelin läpi puhalletaan ilmaa tasaisella nopeudella $1 \pm 0,1$ m/s.

Testi aloitetaan siten, että tuulitunnelin läpi puhallettava ilma on sprinklerisuuttimen nimellisen toimintalämpötilan lämpöistä. Aloittamisen jälkeen tuulitunneliin puhallettavan ilman lämpötilaa nostetaan 1 °C/min, mutta kuitenkin siten, että lämpötilakäyrän vaihtelut pysyvät ± 3 °C rajoissa. Testiä jatketaan niin kauan, kunnes sprinklerisuuttimet laukeavat. Sprinklerisuuttimien lauetessa kirjataan ylös ilman lämpötila ja nopeus (14, s. 54). Testistä saaduilla arvoilla lasketaan sprinklerisuuttimen C-arvo seuraavalla yhtälöllä:

$$C = (\Delta T_g / \Delta T_{ea} - 1) u^{\frac{1}{2}}$$

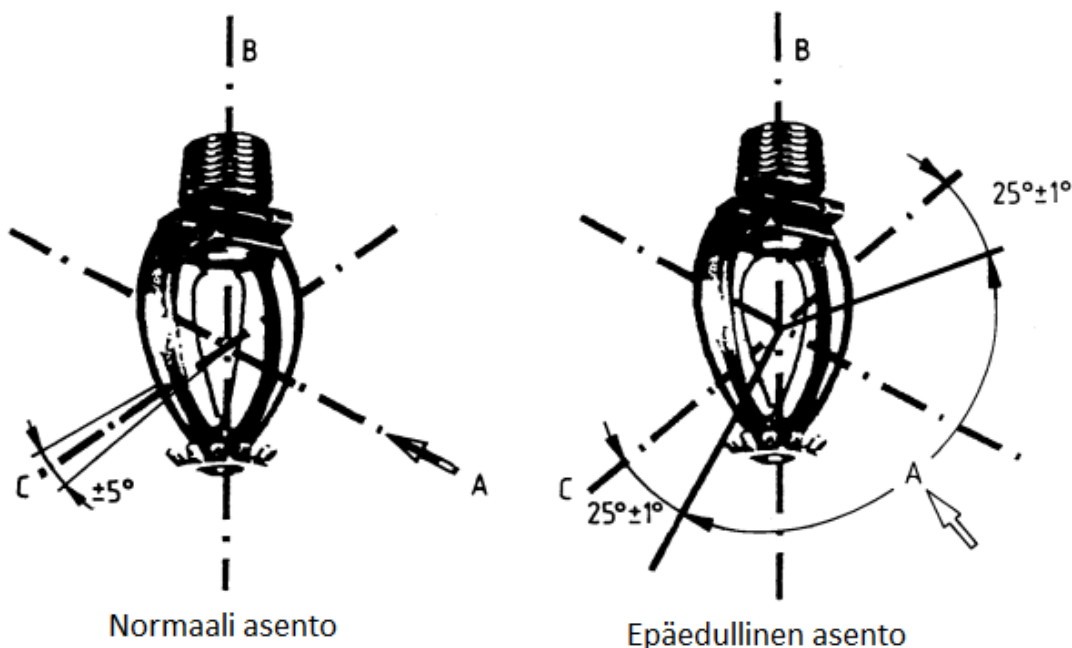
jossa:

C	on lämmönjohtavuuskerroin
ΔT_g	on ilman lämpötila sprinklerisuuttimen lauetessa vähennettynä asennusalustan lämpötilalla, °C
ΔT_{ea}	on toimintalämpötilatestissä mitattu sprinklerisuuttimien keskimääräinen toimintalämpötila vähennettynä asennusalustan lämpötilalla. °C
U	on ilman nopeus sprinklerisuuttimen lauetessa, m/s

5.5.2 Herkkyysluokan määrittäminen

Herkyysluokan määrittäminen aloitetaan sillä, että sprinklerisuuttimet, niiden asennusalusta ja putkisto asetetaan 30 ± 2 °C:n lämpötilaan 30 minuutiksi ennen testin aloittamista. Testin aikana putkistossa olevan veden lämpötila tulee pysyä samassa lämpötilassa koko testin ajan. Lämpötilan pysyminen todetaan sprinklerisuuttimen kierreosan sisällä olevasta vedestä lämpötila-anturilla. (14, s. 55.)

Sprinklerisuuttimet asennetaan tuulitunneliin kahdessa eri asennossa, normaalissa ja epäedullisessa asennossa. Normaalissa asennossa sprinklerisuuttimet asennetaan siten, että niiden tukirangat ovat asetettu ilmavirran vastaisesti $\pm 5^\circ$ siten, että sprinklerisuuttimien lämpötilaherkät osat ovat kokonaan altistuneita ilmavirrälle. Epäedullisessa asennossa sprinklerisuuttimet asennetaan siten, että niiden tukirangat asetetaan ilmavirran suuntaisesti $25 \pm 1^\circ$ siten, että sprinklerisuuttimien lämpötilaherkät osat eivät ole suoraan altistuneita ilmavirrälle. Kuvassa 12 on esitetty sprinklerisuuttimien asennusasennot. (14, s. 55.)



Kuva 12. Sprinklerisuuttimien normaali ja epäedullinen suuntaus herkkyysluokan määrittämissä A on ilmavirran suunta, B on suuttimen suunta ja C on suuttimen tukirankojen suunta ilmavirtaan nähden (14, s. 57).

Testin aikana ilman nopeus ja lämpötila asetetaan taulukon 10 mukaisesti.

Taulukko 10. Herkkyysluokan määrittämissä käytettävät lämpötilat sprinklerityypin mukaan (14, s. 56).

Nimellis-toiminta-lämpötila (°C)	Sprinklerityyppi					
	Quick response		Special response		Standard response	
	Ilman lämpötila ^a (°C)	Ilman nopeus ^b (m/s)	Ilman lämpötila ^a (°C)	Ilman nopeus ^b (m/s)	Ilman lämpötila ^a (°C)	Ilman nopeus ^b (m/s)
57-77	129-141	1,65 - 1,85	129-141	2,4 - 2,6	129-141	2,4 - 2,6
79-107	191-203	1,65 - 1,85	191-203	2,4 - 2,6	191-203	2,4 - 2,6
121-149	282-300	1,65 - 1,85	282-300	2,4 - 2,6	282-300	2,4 - 2,6
163-191	382-432	1,65 - 1,85	382-432	2,4 - 2,6	382-432	3,4 - 3,6
<p>^a Valittu ilman lämpötila tulee pitää vakiona testialueella koko testin ajan. Mittaus-tarkkuus on ± 1 °C lämpötila-arvoilla 129-141 ja ± 2 °C kaikilla muilla lämpötila-arvoilla.</p>						
<p>^b Valittu ilman nopeus tulee pitää vakiona testialueella koko testin ajan. Mittaustarkkuus on $\pm 0,03$ m/s ilman nopeuksilla 1,65 m/s - 1,85 m/s sekä 2,4 m/s - 2,6 m/s ja $\pm 0,04$ m/s ilman nopeuksilla 3,4 m/s - 3,6 m/s</p>						

Asetetut ilman lämpötila ja nopeus tulee pysyä vakiona koko testin ajan. Testi toteutetaan siten, että 30 ± 2 °C:n lämpötilassa olleet sprinklerisuuttimet upotetaan tuulitunneliin, jossa ilman lämpötila ja nopeus on asetettu edellä mainitun taulukon mukaisesti. Testissä mitataan sprinklerisuuttimen toiminta-aika sprinklerisuuttimen upotuksesta laukeamiseen. Ajanmittauksen mittaustarkkuuden tulee olla $\pm 0,1$ sekuntia (14, s. 55).

Mitattujen sprinklerisuuttimien toiminta-aikojen avulla pystytään laskemaan sprinklerisuuttimen RTI-arvo eli herkkyysluokka käyttäen seuraavaa yhtälöä:

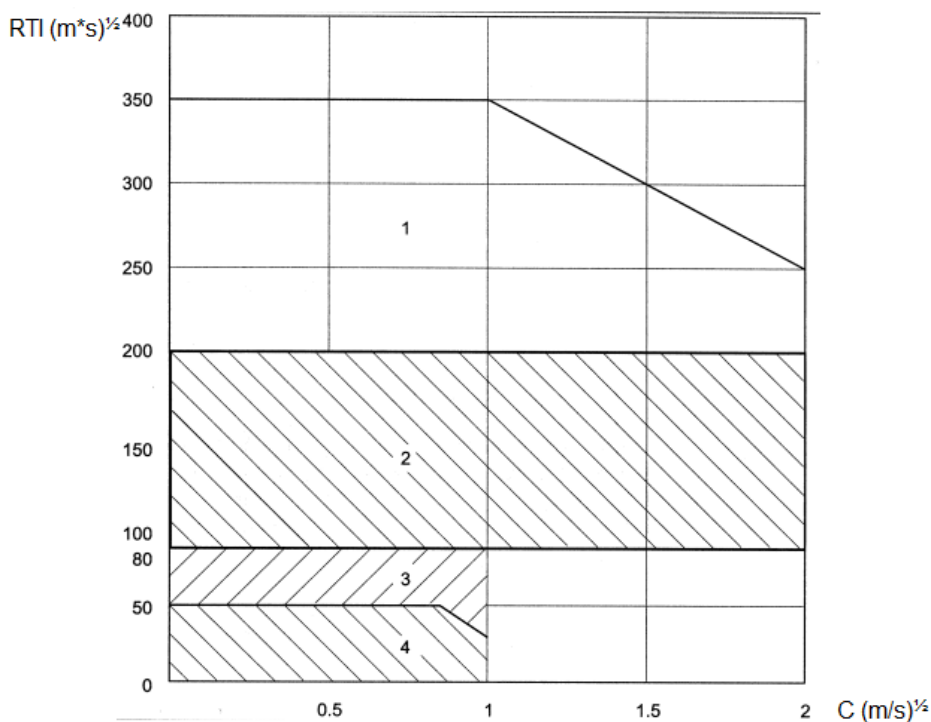
$$RTI = \left(\frac{-t_r \sqrt{u}}{\ln[1 - \Delta T_{ea}(1 + C/\sqrt{u} / \Delta T_g)]} \right) (1 + C/\sqrt{u})$$

jossa:

RTI on sprinklerisuuttimen herkkyysluokka, $(m^*s)^{1/2}$

- t_r on sprinklerisuuttimen laukeamisaika sekunteina, s
- u on mitattu ilman virtausnopeus testialueella, kun sprinklerisuutin on lauenut, m/s
- ΔT_{ea} on toimintalämpötilatestissä mitattu sprinklerisuuttimien keskimääräinen toimintalämpötila vähennettynä asennusalustan lämpötilalla, °C
- ΔT_g on ilman lämpötila testialueella sprinklerisuuttimen lauetessa vähennettynä asennusalustan lämpötilalla, °C
- C on viiden lasketun lämmönjohtavuuskertoimen keskiarvo
- \ln on luonnollinen logaritmi (14, s. 56).

Normaaliasennossa testattujen sprinklerisuuttimien RTI-arvojen täytyy olla kuvassa 13 annettujen arvojen sisällä. Tarkasteltavat arvot riippuvat sprinklerisuuttimen herkkyyoluokasta (14, s. 14).



Kuva 13. Sprinklerisuuttimien herkkyyoluokat (14, s. 15)

- | | |
|-----------------------|--------------------|
| 1 Standard responsa B | 3 Special response |
| 2 Standard response A | 4 Quick response |

Epäedullisessa asennossa testattujen sprinklerisuuttimien RTI-arvot eivät saa olla enempää kuin 110 % kuvassa 13 annetuista arvoista (14, s. 15).

6 Testauslaboratorion toimintamalli

6.1 Yleistä

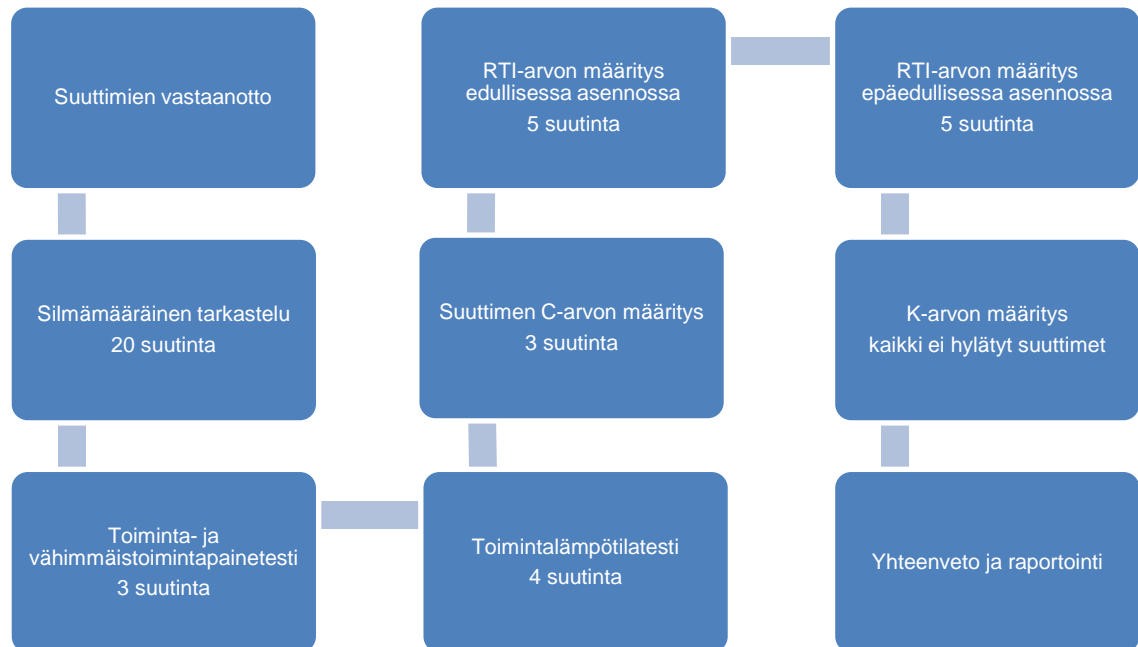
Koska edellä mainitut testit koskevat pääsääntöisesti sprinklerisuuttimien valmistajia, täytyy niitä hieman soveltaa pitkän ajan luotettavuustarkastukseen sopiviksi. Suurimpana ongelmana on luotettavuustarkastuksen pieni tutkittavien suuttimien määrä (yleensä 20kpl), sillä edellä olevat testit on tehty suoritettavaksi melkein rajattomalla suutinmäärällä.

Tämä tuo ongelmia, sillä pieni määrä testikappaleita huonontaa suutintutkimuksien luotettavuutta ja heikentää tutkimuksista saatujen tuloksia pienen otannan takia. Jotta tuloksista saataisiin tarpeeksi tarkat, täytyy jokaiseen testiin määrittää ennalta tutkittavien suuttimien määrät. Koska testattavana on vain 20 kpl suuttimia, tehtäisiin toiminta- ja vähimmäistoimintapainetestit kolmelle suuttimelle. Toimintalämpötilatesti teetettäisiin neljälle suuttimelle, C-arvo määritettäisiin kolmesta suuttimesta ja RTI-arvojen määrittäminen viidelle suuttimelle normaalissa ja viidelle epäedullisessa asennossa. K-arvo voidaan määrittää jokaisesta suuttimesta, joka ei ole saanut hylättyä tulosta jostain muusta testistä, sillä sen määrittämiseen käytettävässä testissä suutinta ei tarvitse laukaista vaan siihen riittää suuttimen läpi virtaavan veden mittaus. Mikäli suutin on saanut hylätyn tuloksen jossain muussa testissä, se jätetään pois K-arvon määrittämisestä, sillä yksi hylätty tulos riittää suuttimen vaihtosuositukseen.

Suuttimet numeroidaan, kun ne otetaan pois sprinklerijärjestelmästä laboratoriotestejä varten. Tätä numerointia pidetään yllä myös testauksessa, jotta tiedetään mistä sprinklerijärjestelmän alueelta suutin on tullut ja, että suutin pystytään yksilöimään tuloksissa.

6.2 Toimintamalli

Kuvassa 14 on esitetty suutintestauksen toimintakaavio, jonka mukaisessa järjestyksessä suutintestaus suoritetaan.



Kuva 14. Suutintestauksen toimintakaavio.

Suuttimien vastaanotto. Suuttimien vastaanotto aloitetaan kirjaamalla ne pöytäkirjaan. Pöytäkirjaan kirjataan asiakkaan tiedot, suuttimien alkuperä sekä mahdolliset huomiot tarkastajalta, joka oli suorittamassa pitkän ajan luotettavuustarkastusta, josta suuttimet kerättiin. Heti suuttimien vastaanoton jälkeen aloitetaan suuttimien silmämääräinen tarkastelu, jotta pöytäkirjaan saadaan lisätietoa suuttimista.

Silmämääräinen tarkastelu. Ennen varsinaisten testien aloittamista sprinklerisuuttimet tarkastetaan silmämääräisesti. Silmämääräisessä tarkastelussa selvitetään suuttimen valmistaja, siihen merkityt arvot (ml. valmistusvuosi) ja suuttimen tyyppi. Samalla tarkastetaan selvät suuttimeen kohdistuneet vauriot. Silmämääräisessä tarkastelussa saadut tiedot kirjataan pöytäkirjaan.

Toiminta- ja vähimmäistoimintapainetesti Kierrä suuttimien kierteisiin putkiteippiä ja asenna suutin sille kuuluvalla paikalla uunin sisälle asennustapansa mukaisesti (esim.

upright ylöspäin ja pendent alaspäin). Asennettaessa suuttimia kiristä ne paikoilleen 15 ± 3 Nm:n voimalla.

Aloita ensimmäisen suuttimen testaus laittamalla testausputkistoon 0,35 bar:n paine. Paineen ollessa 0,35 bar ohjelmoi uuni siten, että se lämpiää 400 ± 20 °C:seen enintään kolmessa minuutissa. Jatka testiä niin kauan kunnes testattava suutin laukeaa, minkä jälkeen seuraa, muuttavatko suuttimeen mahdollisesti kiinni jääneet palat sen hajotuskuviota huomattavasti.

Mikäli hajotuskuvio muuttuu huomattavasti, seuraa suutinta vielä minuutin ajan. Mikäli hajotuskuvio ei palaa ennalleen minuutin aikana, oletetaan suuttimen toimivan väärin. Kirjaa tulokset ja huomiot testauspöytäkirjaan suuttimen vastaavan numeron paikalle. Suorita seuraavaksi sama testi vastaavasti 3,5 bar paineella ja 12 bar paineella yhdelle suuttimelle kummassakin.

Toimintalämpötilatesti. Aseta testattavat suuttimet toimintalämpötilatestin testausräkkiin ja täytä testauslaitteen nesteallas tislattulla vedellä tai lämpökestävällä öljyllä mikäli testattavien suuttimien lämpöarvot ovat yli 80 °C. Aseta testausräkki suuttimien nesteaalteen ja aseta nestekylpy lämmitettäväksi lämpötilaan, joka on 20 °C alle suuttimien nimellisen lämpöarvon siten, että lämpötila nousee maksimissaan 20 °C/min. Lämpötilan noustua määritettyyn lämpötilaan sitä ylläpidetään siinä ainakin 10 minuutin ajan. 10 minuutin jälkeen ohjelmoi lämpökylpyyn lämpötilan nosto välille 0,4 °C/min – 0,7 °C/min. Lämpötilan annetaan nousta, kunnes sprinklerisuuttimet laukeavat. Sprinklerisuuttimien lauetessa pöytäkirjaan kirjataan ylös nesteen lämpötila sekä launneen suuttimen numero.

Herkkyysluokan määritystesti. Kierrä suuttimien kierteisiin putkitekijöitä, asennettaessa suutinta asennusalustaan kiristä se siihen 15 ± 3 Nm:n voimalla. Pidä testausalustan lämpötila 30 ± 2 °C:n lämpötilassa jokaisen testin aikana.

C-arvon määrittäminen. Aseta suutin normaaliin asentoon siten, että suuttimen lämpötila-herkkä osa on kokonaan altistunut ilmavirrälle. Aseta tuulitunnelin testausolosuhteet siten, että ilma virtaa $1 \pm 0,1$ m/s lämpötilassa, joka on sama kuin suuttimen

nimellistoimintalämpötila. Aseta testausasetelma tuulitunneliin, kun testausolosuhteet ovat yllä mainitut.

Kun asennusalusta on asetettu tuulitunneliin, ala nostamaan ilman lämpötilaa nopeudella 1 °C/min siten, että lämpötilakäyrän vaihtelut pysyvät $\pm 3\text{ °C:n}$ rajoissa.

Kirjaa pöytäkirjaan suuttimen numero, ilman lämpötila ja nopeus sekä asennusalustan lämpötila suuttimen lauettua. Tee testi kolmelle suuttimelle ja kirjaa saadut tulokset pöytäkirjaan.

Herkkyysluokan määrittäminen. Ennen testaamisen aloitusta lämmitä suuttimia, testausputkistoa, jossa on vettä sekä asennusalustaa $30 \pm 2\text{ °C:n}$ lämpötilassa vähintään 30 minuutin ajan. Seuraa, että putkiston veden lämpötila pysyy edellä mainitussa lämpötilassa koko testin ajan. Suuttimia testataan 5 kpl edullisessa ja 5 kpl epäedullisessa asennossa.

Edullinen asento. Aseta suutin asennusalustaan siten, että suuttimen lämpötilaherkkä osa on kokonaan altistunut ilmavirralle, samalla tavalla kuin edellisessä testissä. Aseta testausolosuhteet taulukon 11 mukaisesti ja seuraa, että ne pysyvät vakiona koko testin ajan.

Testiolosuhteiden ollessa taulukon 11 mukaiset aseta asennusalusta tuulitunneliin ja mittaa kulunut aika suuttimen asettamisesta sen laukeamiseen. Kirjaa suuttimen laukeamiseen kestänyt aika, asennusalustan lämpötila sekä suuttimen numero ylös pöytäkirjaan. Toista testi lopuille neljälle suuttimelle.

Epäedullinen asento. Aseta suutin asennusalustaan siten, että suuttimen tukirangat ovat asetettu ilmavirran suuntaisesti $25 \pm 1^\circ$ siten, että suuttimen lämpötilaherkkä osa ei ole suoraan altistunut ilmavirralle. Aseta testausolosuhteet taulukon 11 mukaisesti ja seuraa, että ne pysyvät vakiona koko testin ajan.

Testiolosuhteiden ollessa taulukon 11 mukaiset aseta asennusalusta tuulitunneliin ja mittaa kulunut aika suuttimen asettamisesta sen laukeamiseen. Kirjaa suuttimen laukeamiseen kestänyt aika, asennusalustan lämpötila sekä suuttimen numero pöytäkirjaan. Toista testi lopuille neljälle suuttimelle.

Taulukko 11. Herkkyyssluokan määritystestissä käytettävät lämpötilat sprinklerityypin mukaan (14, s. 56).

Nimellis-toiminta-lämpötila (°C)	Sprinklerityyppi					
	Quick response		Special response		Standard response	
	Ilman lämpötila ^a (°C)	Ilman nopeus ^b (m/s)	Ilman lämpötila ^a (°C)	Ilman nopeus ^b (m/s)	Ilman lämpötila ^a (°C)	Ilman nopeus ^b (m/s)
57—77	129—141	1,65—1,85	129—141	2,4—2,6	129—141	2,4—2,6
79—107	191—203	1,65—1,85	191—203	2,4—2,6	191—203	2,4—2,6
121—149	282—300	1,65—1,85	282—300	2,4—2,6	282—300	2,4—2,6
163—191	382—432	1,65—1,85	382—432	2,4—2,6	382—432	3,4—3,6
<p>^a Valittu ilman lämpötila tulee pitää vakiona testialueella koko testin ajan. Mittaustarkkuus on ± 1 °C lämpötila-arvoilla 129—141 ja ± 2 °C kaikilla muilla lämpötila-arvoilla.</p>						
<p>^b Valittu ilman nopeus tulee pitää vakiona testialueella koko testin ajan. Mittaustarkkuus on $\pm 0,03$ m/s ilman nopeuksilla 1,65 m/s—1,85 m/s sekä 2,4 m/s—2,6 m/s ja $\pm 0,04$ m/s ilman nopeuksilla 3,4 m/s—3,6 m/s</p>						

K-kertoimen määritystesti. Kierrä suuttimien kierteisiin putkiteippiä ja asenna suutin virtaamamittaukseen tarkoitettuun testiputkistoon. Asennettaessa suutinta testiputkistoon kiristä se siihen 15 ± 3 Nm:n voimalla.

Kun suutin on asennettu testiputkistoon, sulje ennen suutinta oleva sulkuventtiili ja lisää putkistoon vesi tyhjentäen samalla putkisto ilmasta putkiston päässä olevan ilmausruuvien avulla. Täytä testiputkisto vedellä 0,5 bar:n paineeseen. Paineen ollessa 0,5bar avaa ennen suutinta oleva sulkuventtiili ja kirjaa virtaamamittarin antama lukema sekä suuttimen numero. Tämän jälkeen painetta nostetaan 1 bar ± 2 %:n välein ja mittaus suoritetaan jokaisen paineen noston jälkeen ja sitä jatketaan, kunnes paine on nostettu 6,5 bar:iin. K-kertoimen määritystesti suoritetaan kaikille testattaville suuttimille, jotka eivät ole saaneet hylättyä tulosta jostain muusta jo edellä tehdystä testistä.

Jokaisen testin jälkeen virtaamamittarin antamat lukemat ja suuttimen numero kirjataan pöytäkirjaan.

Yhteenveto ja raportointi. Testien suorittamisen jälkeen testeistä saadut tulokset kirjataan ylös suutintestauksen Excel-taulukkoon Aloita tästä -välilehdelle. Lisäksi

välilehdellä täytyy valita alas vedettävistä valikoista seuraavat tiedot. Suuttimien nimel-
listoimintalämpötila, lämpötilaherkän elementin tyyppi, suuttimien herkkyysluokka, suut-
timien reikien nimelliskoko sekä tieto siitä onko kyseessä kuivasprinklerisuutin vai ei.

Excel-taulukko laskee testattujen suuttimien C- ja RTI-arvot sekä K-kertoimet annettujen
tietojen perusteella, sekä kertoo, onko suutin saanut hyväksytyt vai hylätyn tuloksen sille
tehdystä testistä. Tämän lisäksi Excel-taulukko antaa selityksen hylkäämiselle esimerk-
kinä se, että suuttimen K-arvo on liian korkea. Excel-taulukko kokoaa kaiken tämän tie-
don Tulokset-välilehdelle, josta niitä on helppo tulkita ja poimia raportointia varten.

7 Yhteenveto

Insinööriyön tarkoituksena oli rakentaa sprinklerisuutintestaukseen toimintamalli ja sitä
tukevat pöytäkirjat sekä laskentataulukko, joita voidaan käyttää apuna ja muistilistana,
kun suutintutkimukset aloitetaan laitteiden valmistuttua. Mielestäni tavoitteessa onnistut-
tiin hyvin ottaen huomioon sen, että ainuttakaan laitetta ei ollut tämän työn tekoaikana
vielä rakennettu.

Työn haasteena oli tekijän suppea tietotaito sprinklerilaitteistoista ja -järjestelmistä työtä
aloittaessa. Opinnäytetyötä aloittaessani olin vasta äskettäin tutustunut ensimmäisiin
sprinklerilaitteistoihin ja saanut pienen pintaraapaisun siitä, mitä kaikkea työ pitäisi sisäl-
lää. Vasta monen kuukauden tekemisen ja opettelemisen jälkeen olin pikkuhiljaa perillä
testauslaitteistoja koskevista standardeista sekä luotettavuustarkastuksesta.

Seuraavana vuorossa on testauslaboratorion rakentaminen ja toimintamallin hiominen,
sillä toimintamallin toimivuus saadaan selville vasta, kun sitä päästään käyttämään ak-
tiivisesti.

Tästä työstä voisi jatkokehittää vielä tarkemman oppaan suutintestauksen tuloksien tul-
kitsemiselle sekä sille, millaisilla testimäärillä testejä olisi parasta toteuttaa luotettavim-
man tuloksen saamiseksi, sillä ohjeet ja standardit eivät ole sitä vielä tämän työn tekoai-
kana määritelleet.

Lähteet

- 1 Asuntosprinklaus Suomessa. 2008. Verkkoaineisto. Teknologian tutkimuskeskus VTT Oy. <<https://www.vtt.fi/inf/pdf/tiedotteet/2008/T2430.pdf>> Luettu 22.12.2018.
- 2 Sprinklerilaitteistot, suunnittelu ja asentaminen. 2007. CEA 4001:2007-06 (fi). Euroopan vakuutus- ja jälleenvakuutusalan keskusliitto.
- 3 Luoma, Petri. 2016. Vaahto-Vesi Sprinklerijärjestelmän Konseptisuunnitelma. Opinnäytetyö. Vaasan Ammattikorkeakoulu. Theseus-tietokanta.
- 4 Miten vesisumu toimii? Verkkoaineisto. Enexia Oy. <<http://enexia.fi/johdanto-vesisumusammutukseen/miten-vesisumu-toimii/>> Luettu 26.12.2018.
- 5 Vesisumun edut. Verkkoaineisto. Enexia Oy. <<http://enexia.fi/johdanto-vesisumusammutukseen/vesisumun-edut/>>. Luettu 26.12.2018
- 6 Automaattiset sprinklerilaitteistot, Suunnittelu, asennus ja huolto. 2015. SFS EN 12845 + AC. Suomen standardisoiimisliitto SFS.
- 7 Technical data. 2005. Verkkoaineisto. Viking Group Inc. <http://www.vikingcorp.com/sites/default/files/documents/052814_0.pdf>. Luettu 5.1.2019.
- 8 F1FR-sarja. Verkkoaineisto. Enexia Oy. <<http://enexia.fi/tuotteet/sprinklerisuuttimet/quick-response/perussuuttimet-quick-response/f1fr-sarja/>>. Luettu 5.1.2019.
- 9 N25 ESFR. Verkkoaineisto. Enexia Oy. <<http://enexia.fi/tuotteet/sprinklerisuuttimet/varastosuuttimet/n25-esfr/>>. Luettu 5.1.2019.
- 10 G & F1 avosprinklerit. Verkkoaineisto. Enexia Oy. <<http://enexia.fi/tuotteet/sprinklerisuuttimet/avosuuttimet/g-f1-avosprinklerit/>>. Luettu 5.1.2019.
- 11 Reliable Model E Alarm Check Valves. Tekninen esite. Verkkoaineisto. The Reliable Automatic Sprinkler Co., Inc. <<http://enexia.fi/wp-content/uploads/2014/08/Reliable-Model-E-m%C3%A4rk%C3%A4h%C3%A4lytys-venttiili-DN100-200.pdf>> Luettu 20.12.2018.
- 12 Deluge Fire Sprinkler System. Verkkoaineisto. VFP Fire Systems Inc. <<https://www.vfpfire.com/systems-deluge.php>>. Luettu 6.1.2019.
- 13 Experience 25Y tests 2013-2017. 2018. Research Institutes of Sweden.

- 14 Kiinteät palonsammutusjärjestelmät, Sprinkleri- ja vesivalelulaitteistojen komponentit, Osa 1: Sprinklerit. 2001. SFS EN 12259-1 A1. Suomen standardisoimisliitto SFS.
- 15 Laki pelastustoimen laitteista 10/2007. 2007. Suomen Säädöskokoelma. Finlex.
- 16 Sisäministeriön asetus automaattisista sammutuslaitteistoista 744/2000. 2000. Suomen säädöskokoelma. Finlex.

Liite 1 Suutintestauspöytäkirjamalli

Suutintestauspöytäkirja

Inspecta Tarkastus Oy

Asiakkaan nimi	
Kohde	
Testien suorituspäivämäärä	
Testien suorittaja	

Suuttimien tyyppi	
Suuttimien nimellistoimintalämpötila °C	
Suuttimien K-arvo	
Suuttimien valmistusvuosi	

Toiminta- ja vähimmäistoimintapainetesti

Suuttimen numero	Käytettävä paine (bar)	Toimii* (kyllä/ei)	Huomiot
1	0,35		
2	3,5		
3	12		

*Suutin toimii, mikäli hajotuskuvio ei ole muuttunut huomattavasti minuutin jälkeen suuttimen laukeamisesta.

Toimintalämpötilatesti

Suuttimen numero	Nesteen lämpötila suuttimen lauetessa (°C)	Huomiot
4		
5		
6		
7		

C-arvon määrittäminen

Suuttimen numero	Ilman lämpötila suuttimen lauetessa °C	Ilman nopeus suuttimen lauetessa m/s	Asennusalustan lämpötila suuttimen lauetessa °C
8			
9			
10			

Herkkyyssuorituksen määrittäminen

Suuttimen numero	Testausolosuhteet* ilman lämpötila °C ja nopeus m/s	Suuttimen laukeamiseen kulunut aika s	Asennusalustan lämpötila suuttimen lauetessa °C
11			
12			
13			
14			
15			
16			
17			
18			
19			
20			

Suuttimet 11-15 testataan edullisessa asennossa ja suuttimet 16-20 testataan epäedullisessa asennossa. *Testiolosuhteet suuttimen nimellislämpötilan mukaan.

Inspecta Tarkastus Oy
PL 1000
00581 Helsinki, Finland
Puh. 010 521 600
asiakaspalvelu@inspecta.com

Käyntiosoite
Sömäistenkatu 2
00580 Helsinki, Finland
www.inspecta.fi

Y-tunnus
2047308-3



Suutintestauspöytäkirja

Inspecta Tarkastus Oy

K-kertoimen määrittystesti

Suuttimen numero	Virtaama 0,5bar paineessa	Virtaama 1,5bar paineessa	Virtaama 2,5bar paineessa	Virtaama 3,5bar paineessa	Virtaama 4,5bar paineessa	Virtaama 5,5bar paineessa	Virtaama 6,5bar paineessa
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
11							
12							
13							
14							
15							
16							
17							
18							
19							
20							

Inspecta Tarkastus Oy
PL 1000
00581 Helsinki, Finland
Puh. 010 521 600
asiakaspalvelu@inspecta.com

Käyntiosoite
Sörnäistenkatu 2
00580 Helsinki, Finland
www.inspecta.fi

Y-tunnus
2047308-3



Liite 2 Suutintestaus Excel-taulukko

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	Toiminta- ja vähimmäistoimintapainetesti								
2	Suuttimen numero	Käytettävä paine (bar)	Toimii* (kyllä/ei)	Huomiot		Suuttimien tyyppi			
3	1	0,35	Ei	Hajotuskuvio ei psalautunut normaaliksi		Suuttimien nimellistoimintalämpötila	57		
4	2	3,5	Kyllä			Suuttimien valmistusvuosi			
5	3	12	Kyllä			Lämpötilaherkkin elementin tyyppi (lasikapseli/sulakelukko)	Lasikapseli		
6						Suuttimien herkkyysluokka	Standard response B		
7	Toimintalämpötilatesti								
8	Suuttimen numero	Nesteen lämpötila suuttimen lauetessa (°C)	Huomiot			Suuttimien reisin nimelliskoko (mm)	15		
9	4	57				Kuivasprinkleri (Kyllä/Ei)	Ei		
10	5	90							
11	6	57							
12	7	57							
13									
14	C-arvon määrittäjätesti								
15	Suuttimen numero	Ilman lämpötila suuttimen lauetessa (°C)	Ilman nopeus suuttimen lauetessa (m/s)	Asennusluokan lämpötila suuttimen lauetessa (°C)					
16	8	129	1	30					
17	9	129	1	30					
18	10	129	1	30					
19									
20	Herkkyysluokan määrittäjätesti								
21	Suuttimen numero	Ilman lämpötila suuttimen lauetessa (°C)	Ilman nopeus suuttimen lauetessa	Suuttimen laukeamiseen kulunut aika (s)	Asennusluokan lämpötila suuttimen lauetessa (°C)				
22	11	129	1,65	50	30				
23	12	129	1,65	50	30				
24	13	129	1,65	50	30				
25	14	129	1,65	50	30				
26	15	129	1,65	50	30				
27	16	129	1,65	50	30				
28	17	129	1,65	50	30				
29	18	129	1,65	50	30				
30	19	129	1,65	50	30				
31	20	129	1,65	50	30				
32									
33	K-kertoimen määrittäjätesti								
34	Suuttimen numero	Virtaus 0,5bar paineessa (l/min)	Virtaus 1,5bar paineessa (l/min)	Virtaus 2,5bar paineessa (l/min)	Virtaus 3,5bar paineessa (l/min)	Virtaus 4,5bar paineessa (l/min)	Virtaus 5,5bar paineessa (l/min)	Virtaus 6,5bar paineessa (l/min)	
35	1	57	100	130	150	170	190	210	
36	2	57	100	130	150	170	190	210	
37	3	57	100	130	150	170	190	210	
38	4	57	100	130	150	170	190	210	
39	5	57	100	130	150	170	190	210	
40	6	57	100	130	150	170	190	210	
41	7	57	100	130	150	170	190	210	
42	8	57	100	130	150	170	190	210	
43	9	57	100	130	150	170	190	210	
44	10	57	100	130	150	170	190	210	
45	11	57	100	130	150	170	190	210	
46	12	57	100	130	150	170	190	210	
47	13	57	100	130	150	170	190	210	
48	14	57	100	130	150	170	190	210	
49	15	57	100	130	150	170	190	210	
50	16	57	100	130	150	170	190	210	
51	17	57	100	130	150	170	190	210	
52	18	57	100	130	150	170	190	210	
53	19	57	100	130	150	170	190	210	
54	20	57	100	130	150	170	190	210	

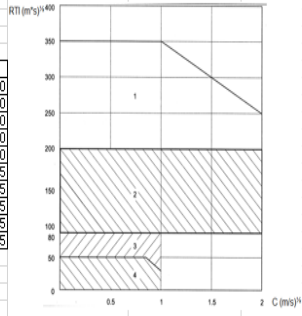
Aloita tästä

Tulokset

Sheet3



A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	
Toiminta- ja vähimmäistoimintapainetesti												
1	Suuttimen nro	Hvaksytyy/Hylätty	Selitys hylkäämiselle	Huomiot								
2	1	Hylätty	Suuttimen ei toiminut oikein	Hajotuskuvio ei palautunut normaalksi								
3	2	Hvaksytyy										
4	3	Hvaksytyy										
5												
6												
Toimintalämpötilatesti												
7	Suuttimen nro	Hvaksytyy/Hylätty	Selitys hylkäämiselle	Mitattu laukeamislämpötila	Min. laukeamislämpötila	Max. laukeamislämpötila	C					
8	4	Hvaksytyy		57	54	74						
9	5	Hylätty	Suuttimen laukeamislämpötila liian korkea	90	54	74						
10	6	Hvaksytyy		60	54	74						
11	7	Hvaksytyy		57	54	74						
12												
13												
C-arvon määrittäminen												
14	Suuttimen nro	Laskettu C-arvo										
15	8	0,500										
16	9	0,500										
17	10	0,500										
18												
19												
Herkkyyssuokan määrittäminen												
20	Suuttimen nro	Hvaksytyy/Hylätty	Selitys hylkäämiselle	Laskettu RTI-arvo	Max. sallittu RTI-arvo							
21	11	Hvaksytyy		126,8201596	350							
22	12	Hvaksytyy		126,8201596	350							
23	13	Hvaksytyy		126,8201596	350							
24	14	Hvaksytyy		126,8201596	350							
25	15	Hvaksytyy		126,8201596	350							
26	16	Hvaksytyy		126,8201596	385							
27	17	Hvaksytyy		126,8201596	385							
28	18	Hvaksytyy		126,8201596	385							
29	19	Hvaksytyy		126,8201596	385							
30	20	Hvaksytyy		126,8201596	385							
31												
32	Suuttimet 11-15 tarkastettiin edelläkirjassa esillä olevalla suuttimilla 16-20 tarkastettiin edelläkirjassa esillä olevilla suuttimilla.											
33	Edelläkirjassa esillä olevien suuttimien minimi RTI-arvot ovat alle maksimiarvon 192 sekunnin kovan arvoina.											
34												
35	K-kerrointen määrittäminen											
36	Suuttimen numero	Hvaksytyy/Hylätty	Selitys hylkäämiselle	K-kerroin 0,5bar paineessa	K-kerroin 1,5bar paineessa	K-kerroin 2,5bar paineessa	K-kerroin 3,5bar paineessa	K-kerroin 4,5bar paineessa	K-kerroin 5,5bar paineessa	K-kerroin 6,5bar paineessa	Min. sallittu K-kerroin	Max. sallittu K-kerroin
37	1	Hvaksytyy		80,61017306	81,64965809	82,21921916	80,17837257	80,13876853	81,01627222	82,36877676	76	84
38	2	Hvaksytyy		80,61017306	81,64965809	82,21921916	80,17837257	80,13876853	81,01627222	82,36877676	76	84
39	3	Hvaksytyy		80,61017306	81,64965809	82,21921916	80,17837257	80,13876853	81,01627222	82,36877676	76	84
40	4	Hvaksytyy		80,61017306	81,64965809	82,21921916	80,17837257	80,13876853	81,01627222	82,36877676	76	84
41	5	Hvaksytyy		80,61017306	81,64965809	82,21921916	80,17837257	80,13876853	81,01627222	82,36877676	76	84
42	6	Hvaksytyy		80,61017306	81,64965809	82,21921916	80,17837257	80,13876853	81,01627222	82,36877676	76	84
43	7	Hvaksytyy		80,61017306	81,64965809	82,21921916	80,17837257	80,13876853	81,01627222	82,36877676	76	84
44	8	Hvaksytyy		80,61017306	81,64965809	82,21921916	80,17837257	80,13876853	81,01627222	82,36877676	76	84
45	9	Hvaksytyy		80,61017306	81,64965809	82,21921916	80,17837257	80,13876853	81,01627222	82,36877676	76	84
46	10	Hvaksytyy		80,61017306	81,64965809	82,21921916	80,17837257	80,13876853	81,01627222	82,36877676	76	84
47	11	Hvaksytyy		80,61017306	81,64965809	82,21921916	80,17837257	80,13876853	81,01627222	82,36877676	76	84
48	12	Hvaksytyy		80,61017306	81,64965809	82,21921916	80,17837257	80,13876853	81,01627222	82,36877676	76	84
49	13	Hvaksytyy		80,61017306	81,64965809	82,21921916	80,17837257	80,13876853	81,01627222	82,36877676	76	84
50	14	Hvaksytyy		80,61017306	81,64965809	82,21921916	80,17837257	80,13876853	81,01627222	82,36877676	76	84
51	15	Hvaksytyy		80,61017306	81,64965809	82,21921916	80,17837257	80,13876853	81,01627222	82,36877676	76	84
52	16	Hvaksytyy		80,61017306	81,64965809	82,21921916	80,17837257	80,13876853	81,01627222	82,36877676	76	84
53	17	Hvaksytyy		80,61017306	81,64965809	82,21921916	80,17837257	80,13876853	81,01627222	82,36877676	76	84
54	18	Hvaksytyy		80,61017306	81,64965809	82,21921916	80,17837257	80,13876853	81,01627222	82,36877676	76	84
55	19	Hvaksytyy		80,61017306	81,64965809	82,21921916	80,17837257	80,13876853	81,01627222	82,36877676	76	84
56	20	Hvaksytyy		80,61017306	81,64965809	82,21921916	80,17837257	80,13876853	81,01627222	82,36877676	76	84



76