



Osaamista
ja oivallusta
tulevaisuuden
tekemiseen

Niina Papinkivi

FM-sääntöjen erityispiirteitä sprinkleri- asentamisessa

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Talotekniikka

Insinöörityö

1.12.2018

Tekijä Otsikko	Niina Papinkivi FM-sääntöjen erityispiirteitä sprinkleriasentamisessa
Sivumäärä Aika	51 sivua + 42 liitettä 1.12.2018
Tutkinto	insinööri (AMK)
Tutkinto-ohjelma	talotekniikka
Ammatillinen pääaine	LVI-tekniikka
Ohjaajat	yliopettaja Jukka Yrjölä suunnittelupäällikkö Markku Heikkinen
<p>FM Global on kansainvälinen vakuutus- ja tutkimuslaitos. Suomessa FM Global vakuuttaa teollisuus- ja varastokohteita, joiden uudet sprinkleriasennukset on tehtävä noudattaen FM Globalin ohjeita.</p> <p>Insinööriyön aiheena olivat FM Globalin ohjeiden erityispiirteet sprinkleriasentamisessa. Työssä tarkasteltiin sprinklerijärjestelmiä teollisuuslaitosten näkökulmasta. Aihe on ajan-kohtainen, sillä kansainvälisten ohjeiden käyttö on lisääntynyt Suomessa.</p> <p>Insinööriyön tavoitteena oli kehittää asennus- ja käyttöohjeita, jotka olisivat selkeitä ja helppolukuisia ja perustuisivat FM Globalin ohjeisiin sprinklerijärjestelmien asentamisesta. Työ tehtiin Caverion Suomi Oy:lle, ja sen tavoitteena oli parantaa yrityksen sisäistä osaamista, jotta vältetään tyypillisiltä asennusvirheilä ja saavutetaan siten kustannussäästöjä.</p> <p>Insinööriyössä perehdyttiin FM Globalin julkaisemiin ohjeisiin. Työn aikana toteutettiin useita suunnittelu- ja asennusprojekteja, joissa asennusohjeiden eri aiheita testattiin käytännössä. Insinööriyön aikana haastateltiin useita asiantuntijoita. Tavoitteena oli saada kuva FM Globalin ohjeiden soveltamisesta Suomessa.</p> <p>Insinööriyössä laadittiin suomenkieliset asennusohjeet, jotka tilaaja otti käyttöön nimellä FM-taskutieto. FM-taskutiedon tehtävä on toimia pikaoppaana pienissä muutostöissä ja täydentää sprinklerisuunnitelmia. Selkeiden ohjeiden avulla voidaan varmistaa FM Globalin ohjeiden mukainen sprinkleriasennus ja vältetään asennusvirheitä.</p> <p>FM-taskutiedon kehittäminen insinööriyönä osoittautui laajaksi hankkeeksi. FM-taskutiedon kehittämisen lisäksi ohjeet otettiin käyttöön ja niiden käyttökelpoisuutta sekä onnistumista mitattiin koekäytössä työmaalla sekä koejulkaisutilaisuuksissa. FM Globalin ohjeista ei ole aikaisempia julkaisuja tai ohjeita saatavilla suomenkielisinä.</p>	
Avainsanat	asennus, FM Global, ohjekirjat, sprinklerilaitteistot

Author Title	Niina Papinkivi Design and installing sprinkler systems according FM Global standards
Number of Pages Date	51 pages + 42 appendices 1 December 2018
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Building Services Engineering
Professional Major	HVAC engineering
Instructors	Jukka Yrjölä, Principal Lecture Markku Heikkinen, Design Manager
<p>The object of this Bachelor's thesis was to study the special characteristics of the guidelines of FM Global, a global insurance and research company, for automatic sprinkler systems. The final year project concentrated mostly on sprinkler system design and installation in industrial plants and warehouses. The topic of the thesis is very current because the business in Finland has become more international.</p> <p>The thesis aimed at developing clear and understandable, Finnish installation guidelines based on the FM Global guidelines for automatic sprinklers. The purpose of the project was to improve the internal skills of a company.</p> <p>The project examined the Loss Prevention Data Sheets of FM Global. Furthermore, real design commissions or installation projects were also studied. In addition, several interviews were conducted to map the operations of FM Global in Finland.</p> <p>The result of the thesis was a practical and comprehensible Finnish Pocket Guideline for FM Global guidelines, called <i>FM-taskutieto</i>. The FM-pocket guide is suitable for both minor changes and complete sprinkler designs. It offers explicit instructions to make installations according to FM Global requirements and to avoid mistakes.</p> <p>The FM-taskutieto has been applied in the company, and it has been a success.</p>	
Keywords	installation guides, installation instructions, installation manuals, FM Global, sprinkler systems

Sisällys

Lyhenteet

1	Johdanto	1
1.1	Insinööriyön tavoitteet	2
1.2	Insinööriyön näkökulma ja rajaukset	3
2	Kansalliset ja kansainväliset sprinklerisäännöt	5
2.1	FM Global Suomessa ja maailmalla	6
2.2	FM Globalin vaikutus sprinklerialaan Suomessa	7
2.3	Ristiriitatilanteet	8
3	FM-taskutiedon kehittäminen	9
3.1	Lähtötilanne	10
3.2	FM-taskutiedon sisältö	12
4	FM-kohteiden sprinklerisuunnittelu	12
4.1	Yleistä tietoa FM-asennuksista	12
4.2	Suunnittelu- ja asennusprosessin kuvaus	13
5	Sprinkleriluokitukset ja suojauksen laajuus	15
5.1	Sprinkleriluokitukset	15
5.2	Sprinklerisuojauksen laajuus	17
6	Putkiston mitoitus ja suunnittelun perusteet	18
7	Rakenteiden vaikutus sprinklerisuojauksen tasoon	23
7.1	Esteetön ja esteellinen kattorakenne	23
7.2	Palava ja palamaton rakenne	24
8	Suuttimien asennus	24
8.1	Suuttimien käyttö ja valinta	24
8.2	Sprinklerien asennusetäisyydet	25

8.3	Tasojen ja kanavien alustojen suojaus kattosuojauksen lisäksi	26
8.4	Esteiden huomioiminen sprinkleriasennuksessa	26
9	Putkiston asennus	27
9.1	Kannakointi	27
9.2	Putkikoot ja putkilaatu	29
9.3	Putkitaulukko ja putken urittaminen	30
10	Verkoston venttiilit ja liittimet	30
10.1	Verkoston venttiilit ja koelaukaisuventtiilit	30
10.2	Palokunnan otto- ja syöttöliittimet	31
11	Vesilähde	32
11.1	Vesilähde	32
11.2	Pumppaamo	34
11.3	Vesilähteen koestuslaite	38
12	Piirustukset	39
12.1	Kytkentäkaaviot ja viritysohjeet	39
12.2	Piirustuksissa käytettävät merkinnät	40
13	Dokumentit	41
13.1	Työturvallisuus-ohjekortit	41
13.2	Itselleluovutusprotokollakirja	41
14	FM-taskutiedon käyttöönotto	42
14.1	FM-taskutiedon koekäyttö työmaalla	43
14.2	FM-taskutiedon koejulkaisu	44
15	Yhteenveto	46
	Lähteet	50
	Liitteet	
	Liite 1. Salattu.	
	Liite 2. Salattu.	
	Liite 3. Salattu.	
	Liite 4. Salattu.	

Liite 5. Salattu.
Liite 6. Salattu.
Liite 7. Salattu.
Liite 8. Salattu.
Liite 9. Salattu.
Liite 10. Salattu.
Liite 11. Salattu.
Liite 12. Salattu.
Liite 13. Salattu.
Liite 14. Salattu.
Liite 15. Salattu.
Liite 16. Salattu.
Liite 17. Salattu.
Liite 18. Salattu.
Liite 19. Salattu.
Liite 20. Salattu.
Liite 21. Salattu.
Liite 22. Salattu.
Liite 23. Salattu.
Liite 24. Salattu.
Liite 25. Salattu.
Liite 26. Salattu.
Liite 27. Salattu.
Liite 28. Salattu.
Liite 29. Salattu.
Liite 30. Salattu.
Liite 31. Salattu.
Liite 32. Salattu.
Liite 33. Salattu.
Liite 34. Salattu.
Liite 35. Salattu.
Liite 36. Salattu.
Liite 37. Salattu.
Liite 38. Salattu.
Liite 39. Salattu.

Liite 40. Salattu.

Liite 41. Salattu.

Liite 42. Salattu.

Käsitteet ja lyhenteet

alelaukaisu	Kuiva-asennusjärjestelmä, jossa kaikki hälytysventtiilin jälkeiseen putkistoon asennetut suuttimet laukeavat kerralla erillisen palonilmaisimen ohjauksesta.
asennusventtiili	Yhdistelmä, johon sisältyy hälytysventtiili, sulkuventtiili sekä muut hälytysventtiilin tarvitsemat venttiilit ja laitteet.
conventional	Eräs normaalitoiminen sprinklerityyppi, jolla on tietyn tyyppinen, pallomainen hajotuskuvio.
CSD	Custom Service Desk, FM Globalin asiakaspalvelukeskus.
D	Lyhennelmä sanasta Duration, vesilähteen toiminta-aika, min.
DA	Lyhennelmä sanoista Demand Area, vaadittu mitoitusala, m ² .
ennakkolaukaisu-järjestelmä	Kuiva-asennusjärjestelmä, jonka hälytysventtiilin laukaisee sprinklatulle alueelle asennettu erillinen palonilmaisujärjestelmä.
HD	Lyhennelmä sanoista Hose Demand, sprinkleriverkostosta otettava lisävesi palokunnan käyttöä varten, l/min.
hydraulisesti edullinen	Sprinkleriryhmästä muodostuva määrämuotoinen mitoitusala, jolle veden virtaama tietyllä paineella saavuttaa suurimman arvonsa.
hydraulisesti epäedullinen	Sprinkleriryhmästä muodostuva määrämuotoinen mitoitusala, jota varten määrätyn vesivuontiheyden saavuttamiseksi vesilähteeltä vaadittava paine on suurimmillaan.

hyllysprinklaus	Varastohyllyihin asennettava sprinklerijärjestelmä.
hälytysventtiili	Kuiva-, märkä-, tai kuiva/märkäventtiili joka myös aktivoi paloilmoituksen vesimoottorikäyttöisen hälytyskellon kauttasprinkleriasennuksen toimiessa.
kavitaatio	Ilmiö, jossa vesi voi alkaa höyrystyä pumpun imuputkessa imupaineen laskiessa liian alhaiseksi.
kiihdyttävä	Laite, joka lyhentää kuivaventtiilin laukaisuaikaa nopeuttamalla reagointia sprinklerin laukeamisen aiheuttaman ilman tai inerttikaasun paineen alenemiseen.
kuivajatkeventtiili	Hälytysventtiili, joka on asennettu märkäverkostoon ja jonka jälkeinen verkoston osa on täytettynä paineilmalla tai paineenalaisella inerttikaasulla muodostaen oman kuivaverkostonsa.
kuivajärjestelmä	Järjestelmä, jossa putkisto on täytettynä paineilmalla tai paineenalaisella inerttikaasulla.
laskujohto	Pystysuora jakojohdo, joka syöttää alemmalla tasolla olevaa jako- tai haarajohtoa.
mitoitusal	Mitoitusta varten määritelty suurin ala, jolla oletetaan sprinklereitä laukeavan tulipalossa.
märkäjärjestelmä	Järjestelmä, jossa putkisto on aina täytettynä vedellä.
NFPA	Lyhennelmä sanoista National Fire Protection Association. Kansainvälinen voittoa tavoittelematon järjestö, joka tutkii paloja ja julkaisee sammutusalaan liittyviä ohjeita ja standardeja.
NORSBL	Lyhennelmä sanoista Number Of Required Sprinkler per Branchline, vaadittujen sprinklerien lukumäärä haarajohdolla.

NPSH	Lyhennelmä sanoista Net Position Suction Head. Ilmaisee pienimmän sallitun paineen pumpun imupuolella, jolla pumppu toimi kavitoimatta.
ryhmälaukaisija	Venttiili, joka on asennettu ryhmälaukaisuasennukseen ja jonka jälkeinen putkisto on täytettynä paineilmalla veden pysyessä venttiilin toisella puolella. Venttiilin lämpöherkän lasikapselin rikkoontuessa vesi pääsee ryhmälaukaisuasennuksen putkistoon kaikille sen suuttimille.
sprinkleri	Lämpöön reagoivalla sulkumekanismilla varustettu suutin, joka avautuessaan levittää vettä palon sammuttamiseksi.
sprinklerilaitteisto	Koko sprinklerilaitteisto, joka muodostaa kohteen sprinklerisuojuksen, käsittäen yhden tai useamman sprinkleriasennuksen putkistoinen, vesilähteineen tai muine laitteineen.
SD	Lyhennelmä sanoista Sprinkler Demand, suurimman sprinklerijärjestelmän mitoitusvirtaama, l/min.
SF	Lyhennelmä sanoista Shape Factor, muotokerroin.
SR	Lyhennelmä sanoista Standard Response, normaali herkkyys.
TNOS	Lyhennelmä sanoista The Number of Sprinklers, hydraulisella alueella vaadittavien sprinklereiden kokonaismäärä.
vesitysastia	Kondenssiveden erotukseen käytetty astia.
vesivuontiheys	Vesivuontiheyden määrä, jolle sprinkleriasennus mitoitetaan (mm/min).
QR	Lyhennelmä sanoista Quick Response, nopeatoiminen.

1 Johdanto

Sprinkleriala on muuttunut Suomessa pikkuhiljaa kansainvälisten vaikutusten ja sprinklerialan kehittymisen myötä. Alalla tehdyt palo-kokeet ja tutkimukset ovat antaneet arvostettua lisätietoa, ja sitä myöten käytettävissä olevia standardeja ja ohjeita on päivitetty. Sprinkleritoiminta oli Suomessa pitkään vakuutusyhtiöiden alaista toimintaa, jolloin käytössä oli vakuutusyhtiön julkaisema ohje sprinklerilaitteiston suunnittelusta ja asennuksesta. Suomalaisten yritysten kansainvälistymisen myötä yhä useampi asiakas on kansainvälisen omaisuus- ja riskivakuutusyhtiön, kuten FM Globalin vakuuttama. Näihin kohteisiin sprinklerijärjestelmät tulee suunnitella ja asentaa asiakkaan vakuutusyhtiön edellyttämien suunnitteluohjeiden mukaisesti.

FM Global on kansainvälinen omaisuus- ja riskivakuutusyhtiö. Vakuuttamisen lisäksi FM Global tekee tutkimustyötä muun muassa tuotteiden luotettavuuden testaamiseksi sekä erilaisten riskien tunnistamiseksi. FM Global vakuuttaa Suomessa tyypillisesti suurehkoja teollisuus- ja varastokohteita. FM Globalin vakuuttamia kohteita on Caverion Suomi Oy:llä kaikista sprinkleriasennuksista noin 4,7 prosenttia. FM Global julkaisee omaisuuden suojelemiseksi laajaan tutkimusmäärään perustuvia ohjeita, joihin kuuluvat myös sprinklerisuunnittelua ja -asennusta koskevat ohjeet. FM Global velvoittaa asiakkaitaan noudattamaan näitä ohjeita ja suosituksia uusia sprinklerijärjestelmiä asennettaessa.

Tässä työssä FM Globalista käytetään jatkossa joko nimekettä FM Global tai lyhennettä FM. Kun työssä puhutaan FM-säännöistä tai FM-ohjeista, niillä viitataan FM Globalin julkaisemiin ohjeisiin, jotka löytyvät *FM Global Property Loss Prevention Data Sheet* -järjestelmästä ja ovat kaikkien rekisteröityjen käyttäjien ladattavissa internetistä.

Insinöörityön aiheena on FM-sääntöjen erityispiirteitä sprinkleriasentamisessa. Insinöörityön tilaajana toimii Caverion Suomi Oy. Insinöörityötä laadittaessa hyödynnetään sekä omaa aiempaa alan työkokemusta että yrityksen vahvaa osaamista teollisuuden sammutusratkaisuissa yhdistettynä insinöörityön aikana tehtävään laajaan tutkimukseen FM Globalin ohjeista.

Insinöörityö käsittelee sammutusjärjestelmien suunnittelua ja asentamista Suomessa sekä kansainvälisten sprinklerisääntöjen omaksumista ja tuntemusta osana alaa. Aihe on yritykselle ajankohtainen, sillä suunnittelu- ja työohjeita tarvitsee päivittää alan kehittymisen ja globaalisten vaikutusten myötä. Tällä hetkellä projektien haasteina ovat

sääntöjen virheellinen tulkinta, ohjeista poikkeavat asennusratkaisut ja riittämätön perehtyminen FM Globalin vaatimuksiin.

Työssä tarkastellaan sprinklerijärjestelmiä teollisuuslaitoksen ja niiden tuomien ominaispiirteiden näkökulmasta. Insinööriyön keskeisimpinä tavoitteina voidaan pitää kansainvälisten ohjeiden omaksumista osana sammutusjärjestelmän suunnittelua ja asentamista sekä kehityshankkeen lanseeraamista onnistuneesti yrityksen työntekijöiden käyttöön.

1.1 Insinööriyön tavoitteet

Insinööriyön pääasiallisena tavoitteena on laatia Caverion Suomi Oy:n käyttöön selkeät ja helppolukuiset asennus- ja käyttöohjeet, jotka soveltuvat FM Globalin vakuuttamiin kohteisiin Suomessa. Tavoitteena on kehittää yrityksen sprinkleriasentajien, suunnittelijoiden sekä projekti- ja huoltopäälliköiden käyttöön selkeät, helppolukuiset ja käytännölliset ohjeet, jotka perustuvat FM Globalin sääntöihin ja ohjeisiin sprinkleriasentamisesta. Caverionin toimintaideana on toteuttaa sprinklerijärjestelmiä laadukkaasti ja kustannustehokkaasti. Insinööriyön tarkoituksena on parantaa yrityksen sisäistä osaamista ja luoda ratkaisu asiakkaiden vaativiin ja muuttuviin olosuhteisiin, joka ottavat huomioon nykypäivän globaalit vaatimukset ja vaikutukset alalle. Lisäksi työn tavoitteena on tutkia, miten kansainväliset sprinklerisäännöt, kuten FM Global on vaikuttanut sprinklerialaan Suomessa. Työ on merkittävä, sillä FM Global julkaisee ohjeitaan ainoastaan englanniksi. Lisäksi FM Globalin ohjeista sekä teollisuuden sprinklerisuunnittelusta ja -asentamisesta ei ole aikaisempaa suomenkielistä kirjallisuutta saatavilla.

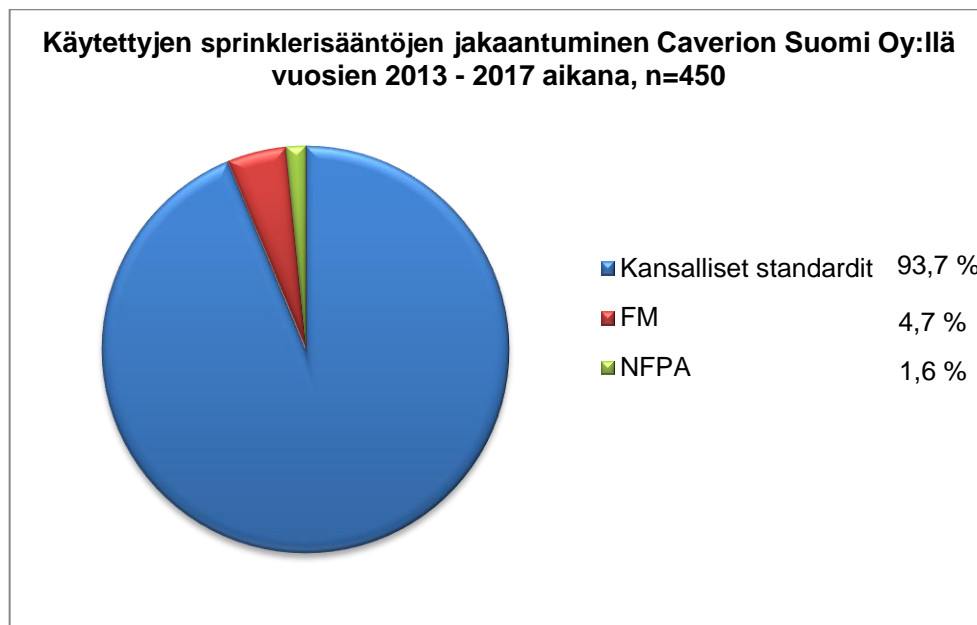
Insinööriyön teoriapohja perustuu pääasiassa FM Globalin julkaisemiin ohjeisiin sprinklerilaitteiston suunnittelusta ja asennuksesta. Lisäksi työssä haastatellaan sprinklerialan ammattilaisia ja teknisiä asiantuntijoita.

Insinööriyön liitteet on tehty vain työn tilaajan käyttöön ja on salattu tästä versiosta.

1.2 Insinööriyön näkökulma ja rajaukset

Insinööriyön sisältöön on rajattu käsiteltävät ohjeet laatimalla tutkimus yrityksen urakoi-
mista FM Globalin vakuuttamissa kohteista. Lisäksi tutkimus käsittää kaikki yrityksen
urakoimat ja suunnittelemat kohteet viimeisen viiden vuoden ajalta (2013–2017). Tutki-
muksessa on mukana yhteensä 450 erilaista suunnittelu- ja asennuskohdetta ja se on
toteutettu tutkimalla kaikki Caverion Suomi Oy:n arkistoon tallennetut suunnittelun pe-
rusteet -lomakkeet ja asennustodistukset vuosien 2013–2017 ajalta.

Käytettyjen sääntöjen jakautuminen Caverion Suomi Oy:n sprinkleriprojektien kesken on
esitetty kuvassa 1.

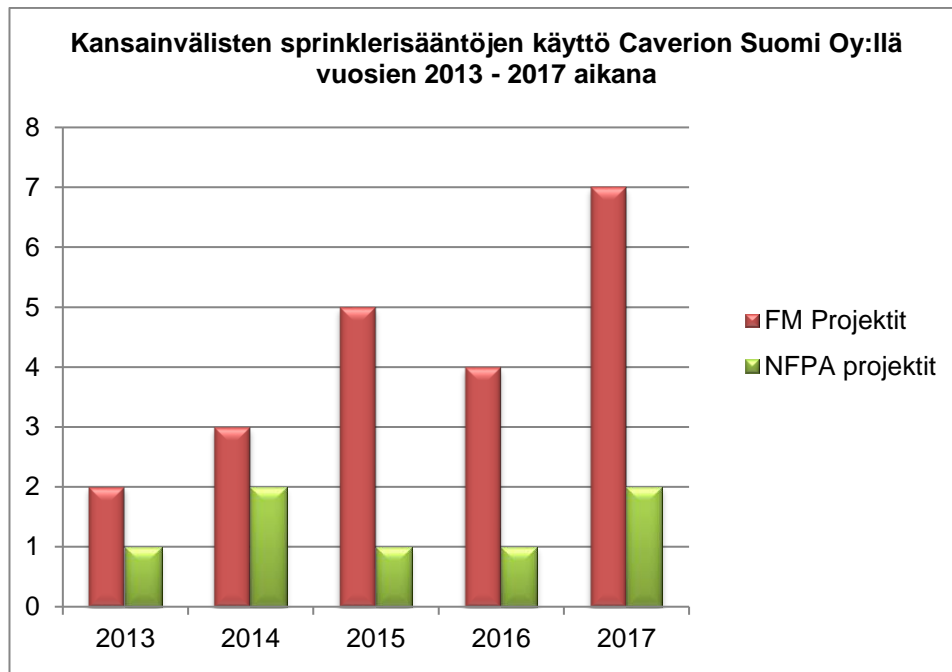


Kuva 1. Käytettyjen sprinklerisääntöjen jakaantuminen vuosien 2013–2017 aikana suoritetuissa projekteissa.

Arkistoon tallennettujen dokumenttien perusteella voidaan todeta, että Suomessa käytetään vielä suurimmaksi osaksi kansallisia eli Suomessa yleisesti käytössä olevia sprinklerisääntöjä. Kaikista viiden vuoden aikana tehdyistä projekteista 6,3 prosentissa oli käytössä kansainväliset sprinklerisäännöt kuten NFPA tai FM Global. Näistä FM Globalin

ohjeiden mukaan toteutettuja kohteita oli tuona aikana 4,7 prosenttia ja NFPA-kohteita 1,6 prosenttia. Lisäksi tutkimuksesta selviää, että pienestä osuudesta huolimatta kansainvälisten sprinklerisäätöjen käyttö on selvästi lisääntynyt viime vuosien aikana. FM Globalin ohjeiden mukaan asennettujen sprinklerijärjestelmien määrä Caverion Suomi Oy:llä on lähes kolminkertaistunut viiden vuoden aikana.

FM Globalin ohjeiden mukaan suoritettujen projektien, sekä NFPA:n standardin mukaisien projektien jakautuminen vuosille 2013–2017 on esitetty kuvassa 2.



Kuva 2. Kansainvälisten sprinklerisäätöjen käyttö vuosina 2013–2017 suoritetuissa projekteissa.

Suurin osa kohteista, jotka oli tehty noudattaen kansainvälisiä ohjeita, ovat FM Globalin vakuuttamia kohteita. Tutkimuksessa on tarkasteltu lähemmin niiden 4,7 prosentin sisältämien kohteiden luonteita ja ominaispiirteitä ja voidaan todeta, että ne ovat olleet tyypiltään suurehkoja teollisuus- ja varastokohteita. Tarkempi erittely on esitetty liitteessä 1. Tämän tutkimuksen perusteella FM -taskutietoon on valittu ne asennustekniset asiat, jotka yleisemmin tulevat tyypillisessä FM Globalin vakuuttamassa kohteessa työmaalla vastaan.

Insinööriyöstä on siten rajattu pois vaahtosammutuslaitteistojen, korkea- ja matalapainesisumujärjestelmien, hiilidioksidisammutuslaitteistojen ja kaasusammutuslaitteistojen suunnittelu. Lisäksi työstä on rajattu pois asuinturvakohteiden ja liikerakennusten sprinklerisuunnittelu. Työn tarkoituksena ei ole perehtyä kansallisiin sprinklerisääntöihin, joita Suomessa yleisesti käytetään. Tässä insinööriyössä ei myöskään käsitellä kaikkia sprinklerilaitteiston suunnittelua ja asennusta koskevia ohjeita, vaan työn tarkoitus on esitellä FM-sääntöjen erityispiirteitä ja antaa yleiskuva FM-kohteiden sprinkleriasentamisesta.

2 Kansalliset ja kansainväliset sprinklerisäännöt

Suomessa sprinklerijärjestelmät suunnitellaan ja asennetaan yleisesti Euroopassa käytettyjen standardien tai sprinklerisääntöjen mukaan. Tässä työssä niistä käytetään nimitystä kansalliset sprinklerisäännöt.

Globalisaation myötä tämä on muuttunut, kun kansainväliset vakuutusyhtiöt ovat saaneet jalansijaa Suomessa yritysten omaisuus- ja riskivakuuttajana. Kansainvälistymisen myötä osa yrityksistä ja teollisuuskohtaista on valinnut vakuutusyhtiökseen kansainvälisen toimijan, kuten FM Globalin. Tämän myötä kaikkiin FM Globalin vakuuttamiin kohteisiin uudet sprinkleriasennukset tehdään noudattaen FM Globalin ohjeita [1].

Kansalliset standardit:

- SFS EN 12845 + AC. Kiinteät palonsammutusjärjestelmät. Automaattiset sprinklerilaitteistot. Suunnittelu, asennus ja huolto.
- SFS 5980. Asuntosprinklerilaitteistot, Osa 1: Suunnittelu, asentaminen ja huolto.

Kansalliset ohjeet:

- CEA:4001, Sprinkler Systems. Planning and Installation (2017).
- CEN/TS 14816:20018. Kiinteät palonsammutusjärjestelmät. Vesivalelulaitteistot. Suunnittelu, asentaminen ja huolto.

Kansainväliset standardit:

- NFPA. Standard for the Installation of Sprinkler Systems

Kansainväliset ohjeet:

- FM Global Property Loss Prevention Data Sheets.

2.1 FM Global Suomessa ja maailmalla

FM Global on kansainvälinen omaisuusvakuutusyhtiö sekä tutkimuslaitos, joka on toiminut jo lähes 200 vuotta. FM Globalin liikeidean mukaan vakuutusyhtiö vakuuttaa asiakkaat, asiakkaat omistavat osan yhtiöstä. Tämä asema tarjoaa rahoitusvakautta riskitilanteissa sekä laajentaa vakuutuskapasiteettia. Tunnistamalla omaisuuteen liittyviä riskejä, FM Global voi antaa ohjeita ja suosituksia, jolla voidaan suojata omaisuutta [22]. FM Global tarjoaa asiakkailleen enemmän, kuin pelkän palovakuutuksen. Se on omaisuus- ja keskeytysvakuutus ja sitä kautta tuotannon, myynnin ja toiminnan keskeytysturva [1].

Aina, kun FM Global vakuuttaa kohteen, asiakas sitoutuu noudattamaan FM Globalin ohjeita ja suosituksia, joilla voidaan suojata omaisuutta [1]. FM Globalin suositukset omaisuusvahinkojen suojaamiselta on koottu ohjeisiin. Esimerkiksi sprinklerijärjestelmän suunnitteluun ja asentamiseen ei siis löydy yhtä opaskirjaa, vaan jokaiseen tilanteeseen ja käyttötarkoitukseen on oma ohjeensa. FM Globalin ohjeet löytyvät *FM Global Property Loss Prevention Data Sheet* -järjestelmästä internetissä ja ovat kaikkien rekisteröityneiden käyttäjien ladattavissa. *Data Sheet* -järjestelmän ohjeet eivät ole velvoittavia eivätkä viranomais määräyksiä, vaan vakuutusyhtiön suosittelemia ohjeita. Mikäli asiakas haluaa FM Globalin omaisuus- ja keskeytysvakuutuksen, hän sitoutuu noudattamaan FM:n ohjeita omaisuuden suojelemiseksi. Ohjeet koskevat myös muita kuin sprinklerijärjestelmiä kuten esimerkiksi paloilmotimia, sähköasennuksia ja rakenteita [1]. Vakuutus pohjautuu vakuutus konsultin tekemiin kenttäkierroksiin ja siellä tehtyihin riskiarvioihin. Kenttäkierroksilla kaikista kohteista tehdään riskiarvio, jossa niille annetaan riskipisteet sekä kohteittain että toimialoittain. Tehdyt toimenpiteet, kuten sprinklerijärjestelmän parannukset vähentävät kohteiden riskejä ja siten pienentävät asiakkaan vakuutusmaksuja tulevaisuudessa [1].

FM Globalin urakoitsijoille, rakentajille ja valmistajille asettamat maailmanlaajuiset ohjeet perustuvat lukuisiin testauksiin ja tutkimuksiin. Ohjeilla varmistetaan, että kaikki noudattavat korkeimpia laatuvaatimuksia muun muassa turvallisuuden ja kestävyyyden osalta. FM Globalin tutkimuslaitoksella Yhdysvalloissa työskentelee joukko insinöörejä, tutkijoita

ja teknikoita, jotka simuloivat laboratorioissa erilaisia vaaroja, kuten tulipaloja tai hurrikaaneja. Tutkijat tekevät yhteistyötä yliopistojen ja eri organisaatioiden kanssa [22]. *FM Approved* eli FM-hyväksytty merkki kertoo, että tuote on testattu ja toimii tietyn hyväksyntämenetelmien mukaisesti ja täyttää sille asetetut turvallisuus- ja laatuvaatimukset.

FM Approved -merkki on esitetty kuvassa 3.



Kuva 3. *FM Approved* -merkki kertoo tuotteen vaatimuksenmukaisuudesta.

2.2 FM Globalin vaikutus sprinklerialaan Suomessa

FM Globalia on pidetty jonkinlaisena peikkona sprinklerialalla Suomessa. Tämä johtuu siitä, että FM Globalin ohjeiden tuntemus ja tietämys Suomessa on vielä aika puutteellista. Monilla ihmisillä niin asentajista, suunnittelijoista kuin asiakkaistakin tuntui olevan aluksi joitain ennakkokäsityksiä tai ennakkoluuloja FM Globalin ohjeita kohtaan. Ensimmäisinä tulee ihmisille yleensä mieleen, että se on kalliimpi, työläämpi, vaikeampi, hankalampi käyttää, eikä saa käyttää sitä tai tuota osaa ja ohjeet sisältävät paljon poikkeuksia [1; 18; 20.]. Ennakkoluulot johtuvat usein joko omista ennakoasenteista, tietämättömydestä, siitä, ettei tunneta FM Globalin ohjeita vielä hyvin tai kielimuurista.

FM Global on toiminut Suomessa jo pitkään, mutta sen toiminta on muuttunut hieman vuosien varrella. Vielä 2000-luvulla FM Global on hyväksynyt pääsääntöisesti Suomessa yleisesti käytetyt sprinklerisäännöt, eikä FM-kohteitakaan ollut kovin monia. Nykyään FM sääntöjen mukaisia sprinklerilaitteistoja on Suomessa koko ajan kasvavassa määrin [18].

Tänä päivänä FM:n vaatimukset ovat jonkin verran tiukempia kuin kansallisten sprinklerisääntöjen. FM Globalin vaatimukset eivät ohjaa yksiselitteisiin ratkaisuihin, jotka

toimisivat joka tilanteessa, vaan sisältävät paljon vaihtoehtoja ja poikkeuksia, joita voi olla aluksi vaikea tulkita. Haasteita suunnittelijalle tuo se, että aikanaan kansallisella sprinklerisäännöllä toteutettu kohde on siirtynyt hiljattain FM Globalin vakuuttamaksi kohteeksi. Suunnittelijan on kyettävä etsimään sopiva sammutusratkaisu, joka perustuu aina tapauskohtaisesti kyseisen tilan palo-kuormaan, ympäröiviin rakenteisiin ja lähellä oleviin esteisiin [1]. FM Globalin ohjeistukset perustuvat laajaan tutkimustyöhön sekä muun muassa palo-kokeisiin ja riskianalyysihin, joita tehdään kohteille vuosittain.

Lisäksi tällä hetkellä Suomessa on haasteena FM-hyväksytyjen tuotteiden ja osien löytäminen. Omien kokemusten mukaan esimerkiksi FM-hyväksytyjä sprinklerikannakkeita saa Suomesta hyvin, mutta FM-hyväksytyin kannakointitavan löytyminen joka kohteeseen on jo haastavampaa, ja esimerkiksi FM-hyväksytyjä kalvopaisunta-astioita saa tällä hetkellä vain Yhdysvalloista [4].

2.3 Ristiriitatilanteet

FM:n ohjeissa on myös joitain eroja kansallisiin sprinklerisääntöihin, mutta tulee muistaa, että aina ensimmäiseksi tulee noudattaa Suomen lakia ja viranomaismääräyksiä. Sisäasianministeriön vanha asetus paloturvallisuudesta viittasi aikaisemmin käyttämään Euroopan vakuutus- ja jälleenvakuutusalan keskusliiton julkaisemaa ohjetta *CEA:4001 Sprinkler Systems. Planning and Installation* sprinklerijärjestelmien suunnittelussa ja asentamisessa [25, s. 2.].

Uusi ympäristöministeriön asetus paloturvallisuudesta astui voimaan 1.1.2018. Asetuksen voimaantulon jälkeen kansallisten standardien käyttö on syrjäyttänyt *CEA:4001 Sprinkler Systems. Planning and Installation* -julkaisun käytön. Uuden ympäristöministeriön asetuksen paloturvallisuudesta mukaan sprinklerijärjestelmien suunnittelussa ja asentamisessa voidaan käyttää nykyään myös muita kuin kansallisia standardeja, kunhan se on tarkoitukseen sopiva, hätäkeskukseen kytketty automaattinen sammutuslaitteisto [27, s. 22].

Uudistuksen myötä myös FM Globalin julkaisemat ohjeet täyttävät ympäristöministeriön asetuksen vaatimukset paloturvallisuudesta. Ristiriitaa kansallisiin sprinklerisääntöihin ei siis ole, kun uusien sprinklerijärjestelmien suunnittelu ja asentaminen tehdään alusta

loppuun noudattaen niitä ohjeita, jotka suunnittelun perusteiksi on valittu. Suunnittelijan tehtävänä on varmistaa, että valitut ohjeet täyttävät paikalliset viranomaismääräykset.

3 FM-taskutiedon kehittäminen

FM-taskutieto on asentajan asennusohjekirja, joka toimii työmaalla pikaoppaana sekä sisältää selkeät suomenkieliset ohjeet antaen peruskäsityksen FM:n ohjeista, joiden tunteminen on tärkeää onnistuneen ja laadukkaan työn varmistamiseksi. Käytännönläheisyydellään ja helppolukuisuudellaan se hälventää ennakkoluuloja ja pelkoja kansainvälisiä standardeja ja ohjeita kohtaan.

FM-taskutieto tukee suunnitelmia täydentäen niitä, mutta niiden avulla on myös mahdollista tehdä itsenäisesti pieniä korjauksia ja muutostöitä sekä muutaman suuttimen asennustöitä. Asentajien lisäksi FM-taskutietoa voi hyödyntää työssään myös suunnittelijat ja projektipäälliköt. Taskutietoon kootut taulukot ja ohjeet nopeuttavat suunnittelua, sillä siihen on poimittu valmiiksi asioita useista ohjeista ja niiden sisältämistä monista taulukoista sekä käännetty valmiiksi suomen kielelle.

Koska insinööriyön tarkoituksena oli käytännössä kehittää käyttöönotettava asennusohjekirja, työssä on haluttu varmistaa sen luotettavuus ja oikeellisuus. FM-taskutiedon sisältö on hyväksytetty ja tarkastettu sekä FM Globalin edustajilla että TUKES:in hyväksymän tarkastuslaitoksen (Inspecta Tarkastus Oy) edustajalla. Pumppuihin liittyvissä asioissa olen käyttänyt asiantuntijana Suomen Dieselvoima Oy:n pumppuasiantuntijaa Markku Järvistä. Ulkopuolisten asiantuntijoiden ja tarkastusten lisäksi FM-taskutiedolle on tehty Caverion Suomi Oy:n sammutusratkaisujen sisäinen tarkastus ennen sen julkaisemista suunnittelupäällikkö Markku Heikkisen toimesta.

Luotettavan suunnittelun ja asentamisen varmistamiseksi FM-taskutietoa tulee pitää jatkuvasti ajan tasalla, sillä FM:n ohjeita päivitetään ja uusia versioita julkaistaan säännöllisesti. Koetyömaista on kerätty käyttäjien eli asentajien palautteita ja niitä on hyödynnetty taskutiedon kehittämisessä. Jatkuvassa kehittämisessä kenttäpalautteiden saaminen on tärkeää ja uusiin julkaisuihin tulee ottaa huomioon suora käyttäjäpalaute sekä uudet päivittyneet ohjeet.

3.1 Lähtötilanne

Yrityksellä on käytössään kansallisiin sprinklerisääntöihin perustuva *Asentajan taskutieto*, josta löytyy ohjeet sprinklerijärjestelmän asennus- ja muutostöihin sekä työturvallisuutta koskevia ohjeita ja toimipaikkojen yhteystiedot. Lisäksi tässä yrityksen julkaisemassa *Asentajan taskutiedossa* on erilaisia putkistoon liittyviä taulukoita ja kytkentäkaavioita. FM-taskutiedosta haluttiin tehdä samantyyppinen ohjekirja kuin alkuperäinen, hyväksi havaittu ja ahkerasti käytössä oleva *Asentajan taskutieto*, mutta FM-taskutiedon tuli olla FM Globalin ohjeisiin perustuva ja FM-projekteihin soveltuva. Yrityksen puolelta toivottiin hyväksi koettujen ja tärkeiden, olennaisten tietojen jäävän myös FM-taskutietoon, mutta muuten sisältö sai olla ilmeeltään, sisällöltään ja rakenteeltaan täysin vapaasti kehiteltävissä.

Lähtötilanteessa FM:n ohjeista ei ollut saatavilla suomenkielistä kirjallisuutta, ohjeita tai materiaalia. Sisällön suunnitteluvaiheessa kartoitettiin yleisimpiä FM-projektien aikaisia haasteita ja suunnittelu- tai asennusvirheitä, joita on tullut vastaan [1; 18; 19; 20].

Yleisimmät FM-projektien aikaiset haasteet ovat

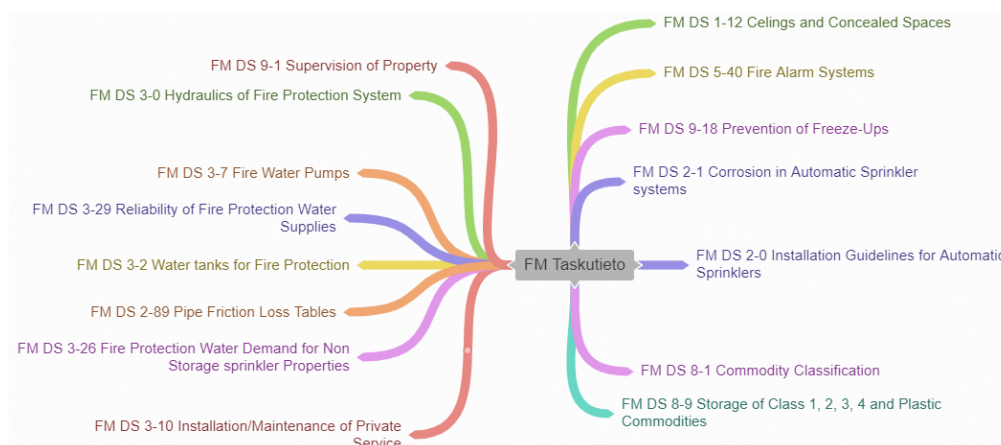
- vanhat tottumukset ja piintyneet tavat
- sääntöjen virheellinen tulkinta
- muutoksista johtuvat ongelmat
- kommunikaatio-ongelmat
- vastuunkanto
- ei käytetä FM-hyväksytyjä tuotteita
- FM Globalin ohjeista poikkeava hyllysuojaus
- FM Globalin ohjeista poikkeava kattosuojaus
- katossa olevien esteiden huomiotta jättäminen
- riittämätön perehtyminen FM Globalin asennusperiaatteisiin
- puutteellinen katvesuojaus
- puutteellinen ja FM Globalin ohjeista poikkeava kannakointi
- FM Globalin ohjeista poikkeava pumppaamo.

Uudeksi FM-taskutiedon rungoksi valittiin ohje *FM DS 2-0, Installation Guidelines For Automatic Sprinklers*, automaattisen sprinklerijärjestelmän asennusohjeet. Lisäksi työssä on käsitelty ohjeita, jotka ohjeistavat muun muassa teollisuus- ja varastokohteiden sprinklausta, hälytyksiä, suojausta jäätymiseltä, mitoitusta, vesilähdettä ja pumppaamoja sekä sprinkleriluokitusta. Ohjeet (*Data Sheets*) ovat valikoituneet sekä kohderyhmän eli teollisuus- ja varastokohteiden, että laadittavien asennusohjeiden perusteella.

Kuvassa 4 on esitetty työssä käytetyt FM Globalin julkaisemat ohjeet. Kaaviosta näkee, kuinka FM:n ohjeet sprinklerisuunnitteluun ja asentamiseen koostuvat useasta eri aihekokonaisuudesta. Työn rungoksi valittu sprinkleriasennusta koskeva ohje *FM DS 2-0, Installation guidelines for automatic sprinklers* on sijoitettu kaaviossa muista erilleen.

Varastojen luokittelua ja sprinklausta käsitellään muun muassa ohjeissa *FM DS 8-1, Commodity classification* ja *FM DS 8-9, Storage of Class 1, 2, 3, 4 and Plastic commodities*. Ohje *FM DS 8-9* käsittää yleisimmät varastotyytit. Tässä työssä ei perehdytä erikoisvarastojen sprinklaukseen, kuten rengas- tai paperivarastoihin. Ei-varastokohteiden luokitukset ja vaatimukset vesilähteelle löytyvät ohjeesta *FM DS 3-26, Fire Protection Water Demand for Non Storage Sprinkler Properties*.

Vesilähteitä ja pumppaamoja koskevat ohjeet löytyvät standardeista *FM DS 3-2, Water tanks for Fire Protection*, *FM DS 3-29, Reliability of Fire Protection Water Supplies* ja *FM DS 3-7, Fire Water Pumps*. Hydraulisia laskelmia käsitellään ohjeissa *FM DS 3-0, Hydraulics of Fire Protection System* ja *FM DS 2-89 Pipe Friction Loss Tables*. Lisäksi työssä on tarvittu ohjeita mm. jäätyminenestosta, hälytyksistä ja valvonnoista sekä korroosionestosta.



Kuva 4. FM-taskutiedon sisältö perustuu laajaan joukkoon FM Globalin julkaisemia ohjeita.

3.2 FM-taskutiedon sisältö

FM-taskutiedon asennus- ja työohjeet laadittiin perehtymällä kunkin ohjekortin aihealueeseen liittyviin ohjeisiin kohdentamalla ne tyypillisille FM-kohteille Suomessa, sekä ottamalla huomioon FM projektien aikaiset haasteet. Ohjekorttien sisällön kehittäminen perustui FM Globalin ohjeisiin tutustumiseen ja niiden opiskeluun sekä aiemmin kertyneen ammattitaidon hyödyntämiseen. FM-taskutiedon kehittämiseen kuluneen vuoden aikana on pystytty hyödyntämään meneillä olevia asennus- ja suunnittelutoimeksiantoja, joissa on noudatettu FM Globalin ohjeita. Moni FM-taskutietoon päätynyt asia onkin tullut vastaan ja ratkaistu oikeiden projektien aikana, sekä asennusohjeita on laadittu suoraan työmaakäyttöön ja testattu siellä toimivaksi. Haastavaksi FM-taskutiedon tekemisestä teki sen, että FM:n ohjeet päivittyvät jatkuvasti ja että ohjeita, taulukoita ja esimerkiksi asennusetäisyyksiä on lukuisia.

FM-taskutieto koostuu 41 erilaisesta A5-kokoisesta ohjekortista ja kytkentäkaavioista, joista jokainen sisältää pääosin yhden asiakokonaisuuden, esimerkiksi ohjeet kannakointiin tai palokunnan otto- ja syöttöliittimien asennukseen. Ohjekorttien lisäksi FM-taskutiedosta löytyvät sisällysluettelo, Caverion Suomi Oy:n sprinklerisuunnittelijoiden ja sammutusasantuntijoiden yhteystiedot sekä työssä käytetyt lähteet. Tässä insinööri-työssä esitellään kunkin ohjekortin sisällön aihepiiriin liittyvät asiat siinä järjestyksessä, kuin ne esiintyvät FM-taskutiedossa.

4 FM-kohteiden sprinklerisuunnittelu

4.1 Yleistä tietoa FM-asennuksista

Kaikissa sprinkleriasennuksissa on käytettävä uusia FM-hyväksytyjä sprinklereitä, kannakkeita, liittimiä ja muita osia. FM-kohteissa ei saa käyttää esim. *Conventional*-tyyppisiä sprinklereitä tai ryhmälaukaisijoita, sillä ne eivät ole FM-hyväksytyjä tuotteita [4]. Sprinklerien asennusetäisyydet katosta, seinästä ja toisiinsa nähden sekä sprinklerien

suojausalat eivät ole FM-asennuksissa vakioita, vaan ne riippuvat tilan palokuormasta, huoneen korkeudesta, suuttimen K-arvosta ja tilan sprinkleriluokasta.

Oikeiden ohjeiden noudattaminen suunnittelussa ja asentamisessa on ensiarvoisen tärkeää. FM:n ohjeet eivät koostu vain yhdestä suunnittelu- ja asennusohjekirjasta kuten kansallisissa sprinklerisäännöissä, vaan niihin sisältyy laaja joukko erilaisia ohjeita eri tilanteisiin ja kohteisiin. Suunnittelijan tulee kyetä löytämään juuri oikeat käyttötilanteeseen soveltuvat ohjeet suunnittelunsa lähtökohdaksi [1]. Lisäksi tulee huomioida, että FM:n ohjeet on tehty omaisuuden suojelemiseksi eikä ihmisten turvaamiseksi, mutta paikallisia viranomaismääräyksiä tulee aina noudattaa.

Sprinkleriasentajan tulee muistaa noudattaa FM-kohteissa erityistä huolellisuutta sekä ymmärtää käytettävät ohjeet sekä niiden poikkeavuus kansallisiin sprinklerisääntöihin nähden. Tätä helpottamaan on FM-taskutiedon alkulehdelle lisätty niin sanottu ” FM-asentajan muistilista”, joka toimii myös oppaan käyttöohjeena. FM-asentajan muistilista on esitetty liitteessä 2. Yleistä tietoa FM-asennuksesta koskeva ohjekortti on esitetty liitteessä 3.

4.2 Suunnittelu- ja asennusprosessin kuvaus

Tärkein asia suunnittelussa on oikeiden ohjeiden käyttö, sekä lähtötietojen perusteellinen selvittäminen ja esiselvityksen laatiminen. Siksi suunnitteluprosessi lähtee aina kohteen sprinkleriluokituksesta kohteen lähtötietojen perusteella. Sprinklerisuunnittelija tai FM Globalin edustaja määrittelee kohteen riskiluokan sekä vesivuon tiheyden eli tarvittavan veden määrän (mm/min) muun muassa kohteen palokuorman, prosessin, ympäröivien rakenteiden, huonekorkeuden, palo-osastointien, käyttötarkoitusten, varastoitujen tavaroiden sekä niiden pakkausmateriaalien ja tavan mukaan.

Suunnitteluprosessin alussa sprinklerisuunnittelija tekee selvityksen kohteen suunnittelun perusteista. Selvityksessä esitetään kohteen perustiedot ja käytettävissä oleva vesilähde, suojattavat tilat, niiden palokuormat ja varastointikorkeudet sekä esittää tiloille sprinkleriluokitukset ja järjestelmän mitoitusperiaatteet. Sprinkleriluokituksen on määrittänyt joko sprinklerisuunnittelija tai kohteen riskikonsultti. Selvitys lähetetään FM

Globalin riskikonsultille ja lisäksi joko paikallisen tarkastuslaitoksen edustajan tai paloviranomaisen hyväksyttäväksi ennen suunnittelun jatkamista.

Sprinklerisuunnitelmat koostuvat asiakirjoista (selvitys suunnittelunperusteista, viranomaislausunnot tarvittaessa, painehäviölaskelmat ja työselitys) ja sprinkleripiirustuksista (suojausaluekaavio, kytkentäkaavio, pohjakuvat ja leikkaus). Suunnitelmat on tehtävä FM:n ohjeiden vaatimalla tarkkuudella, ja niissä on esiinnyttävä ohjeissa vaaditut asiat. Suojausaluekaaviosta on tultava esiin mm. käytettävissä oleva vesilähde korkeusasemineen, kaikki maanalaiset putket, palovesiliitännät, suojattava rakennus korkeusasemineen sekä kaikki rakennukset, jotka ovat 30 m:n päässä suojattavasta rakennuksesta ja pohjoisnuoli. Mittakaavaan laadituissa sprinklerisuunnitelmissa on esitettävä hydraulisten laskelmien noodit, sprinklerisuunnitelmat, suutinten tyyppi ja K-arvo sekä laukeamislämpötila, suutinten väliset etäisyydet ja etäisyydet rakenteisiin, suutinten etäisyys savunpoistoluukkuihin ja lämmönlähteisiin. Lisäksi leikkauspiirustuksesta tulee käydä ilmi suutinten sijoittelu kattoon ja esteiden huomioiminen rakennuksessa [6, s. 87].

FM-kohteissa suunnittelukielenä on englanti, koska suunnitelmat hyväksytetään FM Globalilla. Valmiit suunnitelmat lähetetään FM:n edustajalle, joka tarkastaa, että suunnittelija on noudattanut oikeita ohjeita. Lisäksi FM:n edustaja eli riskikonsultti tekee suunnitelmiin yleiskatsauksen katsoen, että suunnitelmien päälinjat ovat suurin piirtein oikein, täyttävät FM:n vaatimukset ja näyttävät soveltuvan kohteeseen [1]. Tämän jälkeen FM:n riskikonsultti lähettää suunnitelmat tarkastettavaksi FM Globalin asiakaspalvelukeskukseen (CSD), jossa FM:n tarkastusinsinöörit tutustuvat kohteeseen annettujen dokumenttien perusteella sekä tarkastavat suunnitelmat yksityiskohtaisesti. Asiakaspalvelukeskuksia sijaitsee Euroopassa tällä hetkellä Englannissa, Saksassa ja Ranskassa [1]. Suunnitelmien hyväksyttämiseen kannattaa varata aikaa yhdestä kolmeen viikkoon sekä varautua siihen, että suunnitelmia voidaan joutua tarkentamaan ja korjaamaan ennen lopullista hyväksyntää.

FM:n hyväksytyt suunnitelmat asennus voidaan aloittaa. Suunnitelmat voi lähettää paikallisen tarkastuslaitoksen ja viranomaisen eli palotarkastajan nähtäväksi ennen asennusten aloittamista, mutta sitä ei vaadita. Jos sprinklaus on rakennusluvan ehtona, suunnitelmat on lähetettävä rakennuslupaviranomaisille ennen töihin ryhtymistä.

Asennus suoritetaan huolellisesti noudattaen ohjetta FM DS 2-0, *Installation Guidelines For Automatic Sprinklers* [6] sekä suunnitelmissa ja työselityksessä annettuja ohjeita. Suunnitelmat ja työohjeet tulisi käydä läpi asentajan ja työnjohtajan kanssa sekä suunnittelijan opastuksella työmaalla ennen töiden aloitusta. Työmaa-aikaiset muutokset merkitään punakynäkuviin, jotka toimitetaan suunnittelijalle. Näiden perusteella suunnittelija tekee asennusta vastaavat piirustukset ja -laskelmat. FM-kohteet tulee tarkastuttaa asennuksen valmistuttua sekä paikallisella tarkastuslaitoksella että kolmannella osapuolella, joka on tässä FM Globalin edustaja. Suunnittelu- ja asennusprosessia koskeva ohjekortti on esitetty liitteessä 3.

5 Sprinkleriluokitukset ja suojauksen laajuus

Kohteen sprinkleriluokituksen tekee joko sprinklerisuunnittelija tai FM Globalin edustaja kohdekierroksellaan. Kohteen luokitus voi olla hyvin hankalaa, varsinkin tuotantoprosesseissa ja erilaisissa varastokohteissa. Suunnittelijan on välillä vaikea hahmottaa, mikä on suurin palokuorma tai paloriski kohteessa, sekä ottaa huomioon tilan rakenteet, tilan korkeus ja muut ympäristössä vaikuttavat asiat [1].

Mikäli sprinklerisuunnittelija määrittelee kohteen sprinkleriluokituksen, hän hyväksyttää sen FM Globalin edustajalla. Kohteen sprinkleriluokka määräytyy rakennuksen rakenteiden sekä suojattavassa tilassa olevan palokuorman mukaan. Asennuskohteet voidaan jakaa karkeasti kahteen pääkategoriaan: varastokohteet ja ei-varastokohteet. Ei-varastokohteissa sprinkleriluokituksen vaikuttavat tilan käyttötarkoitus, kattorakenteen avoimuus ja palonkestävyys sekä palokuorman määrä.

5.1 Sprinkleriluokitukset

Sprinkleriluokka 1 (HC-1) vastaa tyypillisesti kansallisten sprinklerisääntöjen luokitusta OH1 (*Ordinary Hazard*). Siihen kuuluvat palokuormaltaan kevyet ei-varastokohteet sekä kevyet ei-tuotannolliset tilat. Tyypillisiä HC-1-luokan kohteita ovat toimistot, koulut, kirjastot, kuntosalit, sairaalat, kokoustilat ja hotellit, museot, ravintolat sekä kirkot [14, s. 3].

Sprinkleriluokka 2 (HC-2) vastaa osittain kansallisten sprinklerisääntöjen luokitusta OH2 (*Ordinary Hazard*) ja osittain luokkaa HHP1 (*High Hazard Production*). Siihen kuuluvat palokuormaltaan normaalit sekä kevyesti tai kohtuullisesti kuormitetut ei-varastotilat, ei tuotannolliset tilat ja tuotannolliset tilat. Tyypillisiä HC-2-luokan kohteita ovat autohallit, kasinot ja klubit, Konferenssitilat, ruoanvalmistusprosessit, nahan valmistus ja -käsittely, metallityöpajat, paperiprosessit, erilaiset kaupat, kumin valmistus prosessit, teatterit sekä auditoriot ja urheiluareenat [14, s. 3].

Sprinkleriluokka 3 (HC-3) vastaa osittain kansallisten sprinklerisääntöjen luokitusta OH3 ja OH4 (*Ordinary Hazard 3 and 4*). Siihen kuuluvat palokuormaltaan raskaat tilat lukuun ottamatta muoveja. Luokkaan 3 kuuluvat esimerkiksi lastauslaiturit, autokorjaimot ja muoviprosessit, mutta ei muovin varastointia [14, s. 3]. Ei-varastokohteiden sprinkleriluokituksia koskeva ohjekortti on esitelty liitteessä 4.

Sprinkleriluokituksen tasoon varastokohteissa vaikuttavat varastointitapa, pakkaustapa, varastoitava materiaali, hyllystön rakenne ja kattosuojauksen tehokkuus. Esimerkiksi, jos varastoinnissa käytetään muita kuin FM-hyväksytyjä lavoja, nousee sprinkleriluokitus yhdellä ylöspäin. Palokuorman määrittelyssä ja varsinkin varastojen luokitteluissa on syytä muistaa, että tilassa saattaa olla montaa erilaista tavaraa, jolloin luokittelu voi aluksi tuntua hankalalta. Esimerkiksi varastossa voidaan varastoida sekä pyörän osia että tyynyjä, ja osa voi olla pakattuina muoviin ja osa pahvilaatikoihin. Tällöin tilan palokuorma määräytyy sen tuotteen ja pakkaustavan mukaan, mitä on käytetty eniten [1].

FM Globalin mukaiset sprinkleriluokitukset varastokohteille [16, s. 3] pienimmästä suurimpaan päin ovat

- Luokka 1 (*Class 1*)
- Luokka 2 (*Class 2*)
- Luokka 3 (*Class 3*)
- Luokka 4 (*Class 4*) / UP (muovituotteet, ei sisällä kartonkia)
- CUP (muovituotteet, sisältää kartonkia, ei sisällä solumuovia)
- CEP (muovituotteet, sisältää kartonkia, sisältää solumuovia)
- UUP (muovituotteet, ei sisällä kartonkia, ei sisällä solumuovia)
- UEP (muovituotteet, ei sisällä kartonkia, sisältää solumuovia)
- EP (solumuovi).

Varastokohteiden sprinkleriluokituksia koskeva ohjekortti on esitelty liitteessä 5.

5.2 Sprinklerisuojauksen laajuus

FM:n ohjeiden mukaan tilojen sprinklaus suunnitellaan palokuorman mukaan. Jos tila on rakennettu palamattomasta materiaalista eikä sisällä palavaa materiaalia, sitä ei tarvitse sprinklata. Esimerkiksi palamattomaan luokkaan määriteltäisiin betonista rakennettu huone, jossa säilytetään metalliosia. Muussa tapauksessa, jos tilassa esiintyy palokuormaa, tai jos rakenteet itsessään aiheuttavat palokuormaa, tila tulee aina sprinklata [1].

FM:n mukaan ei ole enimmäisrajaa, kuinka monta suutinta tai kuinka iso suojausalue voi olla yhden hälytysventtiilin perässä. Sprinklerijärjestelmän enimmäispinta-alaa rajoittaa FM:n mukaan vain sprinklerijärjestelmän hydrauliset vaatimukset [6, s. 66]. Painehäviölaskelmien avulla tulee varmistaa, että kauimmaisella suuttimella on riittävä virtaama ja paine. FM:llä on olemassa oma ohje paloilmoittimille ja suositukset mm. osoitteellisille savunilmaisimille, joilla saadaan tarkka osoitetieto palopaikasta. Kuitenkin, mikäli paikallisella viranomaisella on ohjeita tai rajoituksia sprinklerin suojausalueen enimmäispinta-alasta, silloin noudatetaan paikallisia määräyksiä [1].

Kansalliset sprinklerisäännöt antavat sen sijaan rajoituksia sille, kuinka suuri yhden hälytysventtiilin kattama suojausalue saa olla. seuraavasti: *CEA:4001 Sprinkler Systems. Planning and Installation* -ohjeen mukaan yhden märkähälytysventtiilin taakse saa kytkeä OH-luokan kohteessa 1 000 kpl sprinklereitä [2, s. 58] ja *SFS-EN 12845 + AC. Kiinteät palonsammutusjärjestelmät. Automaattiset sprinklerilaitteistot. Suunnittelu, asennus ja huolto* -standardin mukaan märkähälytysventtiilin suojaama enimmäispinta-ala on OH-luokan kohteessa 12 000 m² [23, s. 65].

Jokaisesta sprinklerijärjestelmällä suojatusta tilasta, joka on kooltaan yli 185 m², on tultava palohälytys joko hälytysventtiilin tai virtauskytkimen kautta. Alle 185 m²:n kokoisesta sprinklatusta tilasta ei periaatteessa tarvitse tulla paloilmoitusta [6, s. 84].

Sprinklerisuojauksen laajuudessa tulee ottaa huomioon mahdollinen kattokaltevuuden vaikutus sprinklerijärjestelmän toimintaan. Tulipalotilanteessa lämmin ilma kohoaa ylös. Katon jyrkkyys voi riskeerata reunimmaisten sprinklerien toimintavarmuuden lämmön kerääntyessä katon korkeimpaan kohtaan. FM-taskutietoon on merkitty

enimmäiskaltevuudet, jotka tulee huomioida märkä- ja kuivajärjestelmien asennuksissa. Jos kattokaltevuus on suurempi, kuin ohje sallii, tilaan tulee asentaa tasainen alakatto ja piilotila tulee suojata. Jos kattokaltevuus on yli 5 °, katon korkeimpaan kohtaan, korkeussuunnassa 0,9 m:n päähän huipusta, asennetaan yksi lisärivi sprinklereitä. Kattokaltevuuksien lisäksi varastokohteissa vaikuttaa kattosprinklereiden herkyys siihen, tarvitaanko tilaan lisäksi hyllysprinklerit [6, s. 9, 41]. Kattokaltevuudet ja kattokaltevuuden vaikutus hyllysprinklerien käyttöön ja valintaan on esitetty liitteessä 6.

Niiden palamattomien ritilähoitotasojen, jotka ovat pinta-alastaan yli 70 prosenttia auki käsitellään ohjeessa *FM DS 2-0, Installation Guidelines for Automatic Sprinklers* termillä *Open Grids*. Palamattomien, avoimien ritilätasojen alapuolisia tiloja ei yleensä tarvitse suojata, mikäli vesi pääsee esteettömästi purkautumaan tasojen alapuolelle. Ritilätasojen alapuolinen tila voidaan joutua sprinklaamaan kuitenkin tapauskohtaisesti [6, s. 7].

Sprinklerisuojaus on siis aina monen tekijän summa, jolloin suunnitelmassa on otettava huomioon varsinkin varastokohteessa sekä kattorakenteiden, kattosprinklauksen, varaston palokuorman, että hyllysprinklauksen taso ja sovitettava ne yhteen. Sprinklerisuojauslaajuutta käsittelevä ohjekortti on esitelty liitteessä 6.

6 Putkiston mitoitus ja suunnittelun perusteet

FM:n toiminta-ajatuksen mukaan sprinklerilaitteisto tulee suunnitella ja mitoittaa siten, että sprinklerijärjestelmä sammuttaa palon heti alkuun ja estää sen leviämisen rakennuksessa. Lisäksi se ilmaisee tulipalosta ja pitää palon hallinnassa, mutta palonilmaisu tai palokunnan opastus ei ole sen ensisijainen tehtävä [1], vaan paloilmoitinjärjestelmä antaa osoitetiedot palopaikasta. Kansalliset sprinklerisäännöt määrittelevät, että sprinklerijärjestelmän tulee pitää palo alkuvaiheessaan tai palo hallinnassa, kunnes sammutus saadaan suoritetuksi muilla menetelmillä. Tämän takia FM ohjaa tiukempiin suunnittelukriteereihin.

Sprinklerilaitteisto koostuu vesilähteestä, asennusventtiilistä, sammutusputkistosta ja sprinklereistä eli suuttimista. Sprinklerilaitteisto voi olla märkä-, kuiva- tai ennakkolaukaisuventtiilillä toteutettu sprinklerijärjestelmä. Ennakkolaukaisuventtiilillä voidaan toteuttaa erilaisten laukaisumekanismien kanssa aluelaukaisujärjestelmiä sekä

vesivahingonestojärjestelmiä. Tulipalon aikana lämmölle altistuvat sprinklerit laukeavat, jolloin sammutusvesi pääsee purkautumaan palo-alueelle. Sprinklerin laukeaminen laskee sammutusputkiston paineen, jolloin hälytysventtiilin läppä aukeaa ja vettä virtaa sammutusputkistoon. Veden virtaus hälytysventtiiliin läpi aiheuttaa paloilmoituksen.

Putkisto mitoitetaan siten, että se täyttää sille asetetut vaatimukset. Vesilähteen on kyettävä tuottamaan vettä riittävällä paineella, jotta tarvittava vesivuontiheys missä tahansa järjestelmän osassa mitoitusalueen kokoisella alueella saavutetaan. Vesilähteen riittävyys ja järjestelmän toiminnan selvittämiseksi suunnittelija laatii painehäviölaskelmat jokaiselta hälytysventtiililtä. Painehäviölaskelmat laaditaan sekä hydraulisesti epäedullisimmalta mitoitusalueelta että hydraulisesti edullisemmalla alueella.

FM Globalin mukainen sprinklerilaitteiston mitoitus mielletään selvästi tiukemmaksi kuin Suomessa yleensä käytetyt mitoitusperiaatteet. Tämä johtuu siitä, että järjestelmän on kyettävä sammuttamaan palo heti alkuunsa. Silti suunnittelulla voidaan vaikuttaa paljon järjestelmän vedenkulutukseen. FM:n ohjeissa yleensä kerrotaan mitoitusperusteet sille, kuinka monta suutinta tulee ottaa laskelmaan mukaan. Perusperiaate yleensä on, että mitä isompireikäinen eli K-arvoltaan suurempi suutin on, sitä vähemmän suuttimia tarvitaan tulipalon sammuttamiseen. Putkiston mitoitusta käsitellään FM-taskutiedon ohjekortissa Mitoitus- ja suunnittelun perusteet. Se on esitelty liitteessä 7.

Sprinklerin K-arvo ($\text{lpm}/\text{bar}^{0.5}$) kertoo, kuinka monta litraa minuutissa (l/min) virtaa vettä suuttimen aukosta lasikapselin rikkoutuessa, kun painehäviö on 1 bar. K-arvo kertoo käytännössä, kuinka hyvä sammutusteho suuttimella on. Suunnittelupaineena käytetään joko ohjeiden mukaista minimipainetta, mitoitusluokan määrittelemää minimipainetta suuttimelle tai suutinvalmistajan antamaa minimipainetta kyseiselle sprinklerityypille. Suuttimen K-arvo voidaan laskea kaavalla 1.

$$K = \frac{qv}{\sqrt{p}} \quad (1)$$

<i>K</i>	<i>suuttimen K-arvo [$\text{lpm}/\text{bar}^{0.5}$]</i>
<i>q</i>	<i>suuttimesta tuleva virtaama [l/min]</i>
<i>p</i>	<i>suuttimen suunnittelupaine tai minimipaine [bar]</i>

Yhdeltä suuttimelta saatava virtaama lasketaan kaavalla 2 [10, s. 19].

$$q = K \times (p)^{0,5} \quad (2)$$

q	<i>virtaama [l/min]</i>
K	<i>sprinklerin K-arvo [l/min/bar^{0,5}]</i>
p	<i>veden paine sprinklerillä [bar]</i>

Kun suuttimelta tarvittava virtaama on saatu laskettua, suuttimen paine lasketaan kaavalla 3 [10, s. 18].

$$p = (q/K)^2 \quad (3)$$

p	<i>veden paine sprinklerillä [bar]</i>
q	<i>virtaama sprinklerillä [l/min]</i>
K	<i>sprinklerin K-arvo [l/min/bar^{0,5}]</i>

Vesivuon tiheys saadaan määriteltyä jakamalla jonkin määritetyn sprinkleriryhmän tai yksittäisen sprinklerin virtaama (l/min) ryhmän tai sprinklerin kattamalla pinta-alalla. Vesivuon tiheyden kaava on esitetty kaavassa 4 [10, s. 18].

$$D = [K \times (p)^{0,5}] / A_{max} \quad (4)$$

D	<i>vaadittu vesivuon tiheys [l/min/m²]</i>
K	<i>sprinklerin K-arvo [l/min/bar^{0,5}]</i>
p	<i>veden paine sprinklerillä [bar]</i>
A_{max}	<i>sprinklerin suurin sallittu suojausala. Lasketaan todellisten mittojen mukaan [m²]</i>

Mitoitusalueen koko on määritelty riskiluokissa HC-1, HC-2 ja HC-3. Esimerkiksi HC-1 luokan kohteessa, kun kattokorkeus on alle 9 metriä ja kyseessä on märkäjärjestelmä, sprinklerijärjestelmän mitoitusalue DA on 140 m² [14, s. 1]. Muissa kohteissa mitoitusalue voidaan laskea käyttäen kaavaa 5 [10, s. 19].

$$DA = TNOS \times A_{max} \quad (5)$$

<i>DA</i>	<i>vaadittu mitoitusala [m²]</i>
<i>TNOS</i>	<i>hydraulisella alueella vaadittavien sprinklereiden kokonaismäärä</i>
<i>A_{max}</i>	<i>sprinklerin suurin sallittu suojausala. Lasketaan todellisten mittojen mukaan [m²]</i>

Hydraulisesti epäedullisin mitoitusalue sijaitsee yleensä asennusventtiilistä painehäviöllisesti etäisimmässä päässä putkistoa. Edullisin alue sijaitsee vastaavasti hydraulisesti edullisimmassa paikassa verkostoa. Mitoitusalueen sijainti poikkeaa hieman rengas-, kampa- ja kaksoiskampajaossa, ja oikean sijainnin määrittäminen vaatii usein koke-
musta sekä tietokonepohjaista laskentaa. Hydraulisella alueella vaadittavien sprinklereiden kokonaismäärä lasketaan kaavalla 6 [10, s. 20].

$$TNOS = DA / (S \times L) \quad (6)$$

<i>TNOS</i>	<i>hydraulisella alueella vaadittavien sprinklereiden kokonaismäärä</i>
<i>DA</i>	<i>vaadittu mitoitusala [m²]</i>
<i>S</i>	<i>sprinklerien etäisyys haarajohdolla [m]</i>
<i>L</i>	<i>sprinklerien etäisyys haarajohtojen välillä [m]</i>

Vaadittujen sprinklerien lukumäärä haarajohdolla lasketaan käyttäen kaavaa 7 [10, s. 21].

$$NORSBL = [SF \times (S \times L)^{0,5}] / S \quad (7)$$

<i>NORSBL</i>	<i>vaadittujen sprinklerien lukumäärä haarajohdolla</i>
<i>SF</i>	<i>muotokerroin; 1,2 kun kattokaltevuus on alle 5° ja 1,4, kun kattokaltevuus on yli 5°.</i>
<i>S</i>	<i>sprinklerien etäisyys haarajohdolla [m]</i>
<i>L</i>	<i>sprinklerien etäisyys haarajohtojen välillä [m]</i>
<i>(S x L)</i>	<i>voidaan korvata määreellä DA, vaadittu mitoitusala [m²]</i>

FM Globalin ohjeissa on paljon mitoitus taulukoita, jotka ilmoittavat kohteeseen sallitun mitoitusalan muodossa AS @ (bar), jossa AS on vaadittujen sprinklereiden lukumäärä ja (bar) on minimipaine, jota mitoituksessa tulee tällöin käyttää. Esimerkiksi jos valitaan taulukosta mitoitusperiaatteeksi 12 @ 3,5 bar, tulee mitoitusalueen kooksi 12 sprinklerin suojaama alue ja minimipaineena tulee käyttää 3,5 bar:in painetta.

Kuvassa 5 on esitetty esimerkki eräästä mitoituslaskelmaohjeesta *FM DS 8-9, Storage of Class 1, 2, 3, 4 and plastic commodities*. Vihreällä merkityt ruudut ovat FM Globalin suosittelemia vaihtoehtoja perustuen tutkimustuloksiin eri sprinklereiden sammutustehoista erilaisissa ympäristöissä [17, s. 18].

Table 2. Ceiling-Level Protection Guidelines for Class 1, 2, and 3 Commodities in a Solid-Piled, Palletized, Shelf, or Bin-Box Storage Arrangement
Protection of Class 1, 2 and 3 Commodities in Solid-Piled, Palletized, Shelf, and Bin-Box Arrangements; No. of AS @ psi (bar)

Max. Ceiling Height, ft (m)	Wet System, Pendent Sprinklers, 160°F (70°C) ^a										Wet System, Upright Sprinklers, 160°F (70°C)						Dry System, Upright Sprinklers, 280°F (140°C)								
	Quick Response					Standard Response					Quick Response			Standard Response			Standard Response								
	K11.2 (K160)	K14.0 (K200)	K16.8 (K240)	K22.4 (K320)	K25.2 (K360)	K25.2EC (K360EC)	K11.2 (K160)	K14.0 (K200)	K19.6 (K280)	K25.2 (K360)	K11.2 (K160)	K14.0 (K200)	K16.8 (K240)	K25.2EC (K360EC)	K11.2 (K160)	K16.8 (K240)	K25.2 (K360)	K11.2 (K160)	K16.8 (K240)	K19.6 (K280)	K25.2 (K360)				
20 (6.0)	20 @ 7 (0.5)	12 @ 12 @ 35 (2.4)	12 @ 20 (1.4)	12 @ 20 (1.4)	12 @ 20 (1.4)	8 @ 20 (1.4)	20 @ 7 (0.5)	20 @ 7 (0.5)	12 @ 16 (1.1)	12 @ 16 (1.1)	20 @ 7 (0.5)	12 @ 50 (3.5)	12 @ 35 (2.4)	8 @ 20 (1.4)	20 @ 7 (0.5)	20 @ 7 (0.5)	12 @ 20 (1.4)	25 @ 7 (0.5)	25 @ 7 (0.5)	20 @ 30 (2.1)	20 @ 7 (0.5)				
25 (7.5)	20 @ 7 (0.5)	12 @ 50 (3.5)	12 @ 35 (2.4)	12 @ 20 (1.4)	12 @ 20 (1.4)	8 @ 20 (1.4)	20 @ 7 (0.5)	20 @ 7 (0.5)	12 @ 16 (1.1)	12 @ 10 (0.7)	20 @ 7 (0.5)	12 @ 50 (3.5)	12 @ 35 (2.4)	8 @ 20 (1.4)	20 @ 7 (0.5)	20 @ 7 (0.5)	12 @ 20 (1.4)	25 @ 7 (0.5)	25 @ 7 (0.5)	20 @ 30 (2.1)	20 @ 7 (0.5)				
30 (9.0)	20 @ 7 (0.5)	12 @ 50 (3.5)	12 @ 35 (2.4)	12 @ 20 (1.4)	12 @ 20 (1.4)	8 @ 25 (1.7)	20 @ 7 (0.5)	20 @ 7 (0.5)	12 @ 16 (1.1)	12 @ 10 (0.7)	20 @ 7 (0.5)	12 @ 50 (3.5)	12 @ 35 (2.4)	8 @ 25 (1.7)	20 @ 7 (0.5)	20 @ 7 (0.5)	12 @ 20 (1.4)	25 @ 7 (0.5)	25 @ 7 (0.5)	20 @ 30 (2.1)	20 @ 7 (0.5)				
35 (10.5)	15 @ 25 (1.7)	12 @ 75 (5.2)	12 @ 50 (3.5)	12 @ 30 (2.1)	12 @ 30 (2.1)	8 @ 60 (4.1) ^c	15 @ 25 (1.7)	15 @ 15 (1.0)	15 @ 16 (1.1)	12 @ 15 (1.0)	15 @ 25 (1.7)	12 @ 75 (5.2)	12 @ 50 (3.5)	8 @ 40 (2.8) ^c	15 @ 25 (1.7)	15 @ 10 (0.7)	15 @ 15 (1.0)	See Section 2.3.6.1							
40 (12.0)		12 @ 75 (5.2)	12 @ 50 (3.5)	12 @ 40 (2.8)	12 @ 40 (2.8)					12 @ 30 (2.1)															
45 (13.5)		12 @ 30 (2.1)	12 @ 65 (4.5)	12 @ 50 (3.5)	12 @ 50 (3.5)																				

^a The protection options indicated in the protection table for upright sprinklers can also be used as an alternative option for pendent sprinklers having the same K-factor, RTI rating, nominal temperature rating and spacing requirements as the upright sprinkler.

^b An acceptable alternative design is 8 @ 40 (2.8) when a 12 ft (3.6 m) maximum linear spacing is used.

^c An acceptable alternative design is 10 @ 10 (0.7).

Kuva 5. Esimerkki kattosuojauksen mitoituslaskelmaohjeesta *FM DS 8-9, Storage of Class 1, 2, 3, 4 and plastic commodities* [17, s. 18].

Sprinkleriverkoston painehäviölaskelmat tehdään nykyisin tietokonepohjaisilla ohjelmilla, kuten C.A.T.S:llä tai MagiCAD:llä. Kitkakerroksena käytetään teräsputkille kuiva-järjestelmissä kitkakerrointa 100 ja märkäjärjestelmissä kitkakerrointa 120. Sekä tietokoneohjelmien, että käsin tehtävä painehäviölaskenta perustuvat Hazen-Williamsin kaavaan, joka on esitetty kaavassa 8 [10, s. 25].

$$p_f = [(4,52)x(Q/C)^{1,85}] / d^{4,87} \quad (8)$$

p_f painehäviöt [bar/m]
 Q virtaama [l/min]
 d putken todellinen sisähalkaisija [mm]
 C kitkakerroin

Painehäviö lasketaan ensin tarkastelupisteessä käyttäen Hazen-Williamsin kaavaa 7 ja tämän jälkeen kokonaispainehäviö ottaen huomioon putkiston pituudesta ja kertavastuksista tulevat painehäviöt käyttäen kaavaa 9 [10, s. 26].

$$p_{FL} = p_f \times L \quad (9)$$

p_{FL} kokonaispainehäviöt putkessa [bar]

L putken pituus. Sisältää osien ja kulmien ekvivalenttipituudet. [m]

Painehäviölaskelmissa käytetyt ekvivalenttipituudet putkiosille on esitetty kuvassa 6.

Table 12(a). Equivalent Pipe Length Table, m (C=120)

Nominal Pipe Size, mm	Standard Screwed Elbow or Run of Tee Reduced 1/2 (Note 1)	45° Elbow	90° Straight Flanged (Note 2) or Medium Sweep Elbow (Note 3), or Tee Reduced 1/4	Standard Tee or Cross-Flow Turned 90° (Notes 2 and 4)	90° Long Radius Flanged Elbow (Note 2)	Gate Valve % Open				Swing Check Alarm Check or Dry Pipe Valve	Globe Valve Fully Open	Butterfly Valve Fully Open (Note 5)	Angle Valve
						100	75	50	25				
20	0.6	0.3		1.2			0.3	2.4	10.7	2.1	6.1		2.1
25	0.6	0.3		1.5			0.6	3.0	13.7	2.4	7.6		2.7
32	0.9	0.3		1.8			0.9	4.0	18.3	3.7	10.4		3.4
40	1.2	0.6	0.9	2.4			0.9	4.9	22.9	4.6	12.2		4.3
50	1.5	0.6	1.2	3.0	0.9	0.3	1.2	6.1	27.4	5.5	15.2		5.2
65	1.8	0.9	1.5	3.7	1.2	0.3	1.5	7.6	30.5	7.0	19.8		6.1
80	2.1	0.9	1.8	4.6	1.5	0.3	1.8	9.1	38.1	8.5	24.4		7.6
90	2.4	0.9	1.8	5.2	1.5	0.3	2.1	10.7	45.7	9.4	27.4		9.1
100	3.0	1.2	2.4	6.1	1.8	0.6	2.4	12.2	48.8	10.1	30.5	3.7	10.7
125	3.7	1.5	3.0	7.6	2.4	0.6	3.0	13.7	61	17.7	40.0		12.2
150	4.3	2.1	3.7	9.1	2.7	0.9	3.7	18.3	76	20.4	48.8	3.0	15.2
200	5.5	2.7	4.9	10.7	4.0	1.2	4.9	24.4	107	22.9		3.7	19.8
250	6.7	3.4	5.8	15.2	4.9	1.5	5.8	30.5	122	28.0		5.8	24.4
300	8.2	4.0	6.7	18.3	5.5	1.8	7.0	36.6	152	30.1		6.4	30.5
350		4.6	7.9	20.4	6.4	2.1	8.2	39.6	183	38.1		7.3	36.6
400		5.2	9.1	23.8	7.3	2.4	9.4	45.7	213	44.2		7.9	41.1
450		5.8	10.3	27.1	8.2	2.7	10.7	53	229	50		9.1	45.7
500		6.4	11.6	30.2	9.1	3.0	11.9	58	244	61		10.7	48.8
600		7.6	13.7	36.6	10.7	3.7	14.3	70	305	67		13.4	61
750		9.4	17.7	44.2	13.7	4.6	18.3	88	381	85			76
900		11.6	21.3	53	16.8	5.5	21.3	107	457	100			91

Note 1: Includes reducer or bushing reduced one half

Note 2: Values apply to cast-iron flanged, bell and spigot, mechanical joint and push-on joint pipe. Ignore friction loss of straight run through tee

Note 3: Includes reducer or bushing reduced one quarter

Note 4: Equivalent lengths also apply to square elbows

Note 5: Butterfly valves values for 100 mm through 300 mm originate from NFPA 15; and values for 350 mm through 600 mm are averaged and converted to equivalent feet of loss: C=120

Kuva 6. Taulukossa 12 (a) on esitetty ekvivalenttipituudet putkille, joiden C-kerroin on 120 ja nimelliskoko on DN 20-DN 900 [11, s. 60].

7 Rakenteiden vaikutus sprinklerisuojausten tasoon

7.1 Esteetön ja esteellinen kattorakenne

Kattorakenteen muoto ja siinä olevan tekniikan määrä sekä mahdollinen alakattorakenne vaikuttavat suuresti sprinklerisuojausten tasoon, suojaustapaan sekä suuttimien sijoitukseen. FM Globalin ohjeissa puhutaan esteettömästä (*unobstructed ceiling*) ja esteellisestä (*obstructed ceiling*) kattorakenteesta [6, s. 7].

Esteellinen kattorakenne on esimerkiksi betonipalkkirakenne tai katto, joka on niin täynnä tekniikkaa, että se estää tulipalon aikana kuumien palokaasujen vapaan virtaamisen katon alla tasaisesti lähimmän neljän suuttimen alueelle. Lähimmällä neljällä suuttimella tarkoitetaan niitä neljää suutinta, jotka ovat lähimpänä tulipalon alkulähdettä ja reagoivat lämmön nousuun ensimmäisenä.

Esteellisen kattorakenteen sprinklauksessa huomioidaan rakenteista tai esteistä muodostuvat ilmataskut ja suuttimet sijoitetaan esimerkiksi palkkiväleihin (betonipalkkirakenne) tai ne huomioon ottaen. Alakatot ja piilotilat suojataan ohjeen *FM DS 1-12, Ceilings and Concealed Spaces* mukaan. Esteetön ja esteellinen kattorakenne ja suutinten sijoitus esteellisiin kattorakenteisiin on esitetty liitteessä 8.

7.2 Palava ja palamaton rakenne

Palaviksi materiaaliksi luokitellaan kaikki ne materiaalit, joita ei voida luokitella palamattomiksi. Palamattomia rakenteita ovat mm. lasi, tiili, betoni ja metalli. FM-taskutietoon valitut ohjeet, mitat ja etäisyydet on poimittu taulukoista, jotka koskevat palavia rakenteita [16, s. 3]. Palavia ja palamattomia rakenteita käsitellään ohjekortissa, joka on liitteenä 8.

8 Suuttimien asennus

8.1 Suuttimien käyttö ja valinta

FM-kohteissa saa käyttää ainoastaan FM-hyväksytyjä suuttimia [22]. Tyypillisesti FM-kohteissa suuttimen K-arvo on isompi kuin kansallisten sprinklerisääntöjen mukaan suunniteltaessa. Tämä johtuu siitä, että FM:n tutkimusten mukaan mitä parempi sammusteho saadaan paloalueelle heti tulipalon ensihetkessä, sitä tehokkaammin palo saadaan sammumaan ja pidettyä hallussa sekä estettyä sen leviäminen rakennuksessa. Näin kokonaisvedenkulutus tulipalon aikana on loppujen lopuksi pienempi, kuin niissä tapauksissa, joissa on käytetty pienempireikäisiä suuttimia, jolloin laukeavien suuttimien lukumäärä on ollut suurempi.

FM Globalin ohjeiden mukaan suuttimien tyypin ja koon valinta, asennussuunta sekä sijoittelu riippuvat aina monesta asiasta. Vaikuttavia tekijöitä ovat ainakin tilan sprinkleriluokka sekä huoneen korkeus, tarvittava sammutusteho ja ympäröivät olosuhteet. Nämä parametrit on valittava suunnittelun alussa kohteen lähtötietojen perusteella. Kun lähtötiedot kohteesta on tiedossa, FM Globalin ohjeet auttavat suunnittelijaa etenemään suunnittelussa ja valitsemaan oikea suutin oikeaan paikkaan sekä tämän jälkeen antamaan tälle sallitut asennusetäisyydet.

Suuttimen toimintalämpötila valitaan ympäristöään n. 30 °C:ta korkeammaksi. Normaali lämpötilassa olevan huoneen sprinklerin laukeamislämpötilana käytetään täten 55–80 °C:ta [6, s. 13, 45]. Tilaan, jossa lämpötila voi laskea alle 4 °C:seen, voidaan käyttää myös kuivasuutinta [6, s. 68–69]. Tällaisia tiloja ovat esimerkiksi lastauskatokset tai kylmiöt.

Sprinklerin herkkyys eli RTI-arvo (*Response Time Index*) kertoo, kuinka paksu lasikapseli sillä on. Normaalityoimista sprinkleriä merkitään tunnuksella SR, ja sillä on 5 mm:n lasikapseli. Nopeatoiminen sprinkleri, jota merkitään tunnuksella QR sisältää 3 mm:n lasikapselin. Muut herkkyudet eivät ole FM-asennuksessa sallittuja [4]. Suuttimien käyttö ja valinta -niminen ohjekortti on esitetty liitteessä 9.

8.2 Sprinklerien asennusetäisyydet

Sprinklerien asennusetäisyydet on jaettu FM-taskutiedossa neljään eri ryhmään: kattosuojaus ei-varastokohteissa, kattosuojaus varastokohteissa, sivusprinklerit ja hyllysprinklerit. Varasto- ja ei-varastokohteissa sekä kattosprinklerien että sivusprinklerien sijoittelu ja etäisyydet riippuvat muun muassa huonekorkeudesta, sprinkleriluokasta, ympäröivistä rakenteista, valitusta suutintyypistä sekä suuttimen K-arvosta.

FM-taskutietoon on laadittu jokaisesta ryhmästä, eli asennuspaikasta sprinklerien asennusetäisyyksiä koskeva taulukko. Taulukkoon on poimittu tiedot ohjeiden *FM DS 2-0, Installation Guidelines for Automatic Sprinklers* [6] ja *FM DS 8-9, Storage of Class 1, 2, 3, 4 and Plastic Commodities* [17] sisältämistä eri taulukoista. FM-taskutietoon on saatu yksinkertaistettua alkuperäisten ohjeiden moninaisten taulukoiden joukkoa rajaamalla ja valikoimalla vaihtoehdot muun muassa tyypillisiin kattokorkeuksiin ja

suutinvaihtoehtoihin. Siksi suunnittelijan tulee tarkastaa aina lähtöarvot kohteen lähtötietojen ja valitun suuttimen mukaan ohjeiden taulukoista. Suunnittelijan tarkastettua kohteeseen soveltuvat tiedot, hän voi ohjekortin avulla opastaa asentajaa noudattamaan kohteeseen määritellyjä asennusetäisyyksiä. Ei-varastokohteita koskevat taulukot on esitetty liitteissä 10 ja 11.

Hyllysprinklauksen tarpeeseen vaikuttaa rakennuksen korkeus, kattosuojauksen tehokkuus, varastoitava materiaali, pakkaustapa, hyllystön rakenne ja saatavilla oleva vesilähde. Lisäksi hyllysprinklauksen määrittelyssä ja laskennassa otetaan huomioon varastoinnin ja kattosuojauksen keskinäinen etäisyys ja kattosuojauksen taso [17, s. 30]. Hyllyjen sprinklaus on toteutettava aina yksilöllisesti sprinklerisuunnitelmien mukaan. Tämän vuoksi hyllysprinklerien asennusetäisyyksiä koskevaan ohjekorttiin laadittiin vain hyllyjen sprinklausta koskevia yleisiä ohjeita, sekä asennusetäisyyksiä hyllyrakenteista. FM-taskutiedossa olevat esimerkkikuvat ja muistisäännöt auttavat kuitenkin hahmottamaan hyllysprinklauksen periaatetta. Tällaisia ovat esimerkiksi etäisyydet hyllystön eli telineistöön, sekä etäisyydet kattoon. Varastokohteiden kattosuojaukseen koskeva taulukko on esitetty liitteessä 12. Hyllyjen sprinklausta koskevat ohjeet on esitetty liitteessä 13.

8.3 Tasojen ja kanavien alustojen suojaus kattosuojauksen lisäksi

Katvealueet, kuten tasojen alustat, kiinteät esteet, putkimatot ja kulkusiltojen muodostamat katveet, jotka ovat yli 1,5 m korkeudella lattiasta suojataan lisäsprinklereillä [6, s. 23–29, s. 32–39, s. 53–62]. Sprinklereiden sijoitteluun vaikuttaa onko kyseessä varastovai ei-varastokohde, esteen tai tason muodostaman katveen leveys ja muoto sekä kattosuojauksen taso. FM-taskutietoon on kerätty kuvalliset ohjeet tyypillisimpiin asennusolosuhteisiin teollisuus- ja varastokohteissa. Tasojen ja kanavien alustojen suojaus kattosuojauksen lisäksi on esitetty liitteessä 14.

8.4 Esteiden huomioiminen sprinkleriasennuksessa

Esteiden huomioiminen on erityisen tärkeää, jotta sprinklerit tulee asennettua oikein ja ne pääsevät lauetessaan muodostamaan ympärilleen täydellisen hajotuskuvion eli heitokuvion. Katossa olevia esteitä voivat olla esimerkiksi valaisimet, ilmanvaihtokanavat, muusta tekniikasta muodostuvat putkimatot tai kattorakenteiden palkit. Ainoat esteet,

joita asennuksessa ei tarvitse huomioida, ovat esineet, jotka ovat kapeampia kuin 75 mm ja kauempana sprinkleristä kuin 300 mm. Tällaisia ovat esimerkiksi katossa sijaitsevat palovaroittimet. Monessa kohteessa kaikkien esteiden huomioiminen suunnitteluvaiheessa on mahdoton tehtävä, joten muutokset suunnitelmiin tehdään tyypillisesti työmaalla asennusolosuhteiden ja muun tekniikan varmistuttua. Lopulliset muutokset ja lisätyt suuttimet merkitään kuviin punakynämerkintöinä [6, s. 26–27, s. 32–37, s. 55–58]. Esteiden huomioimista koskevat ohjeet on esitetty liitteessä 15.

9 Putkiston asennus

9.1 Kannakointi

Kannakkeiden tulee olla joko FM-hyväksytyjä tai kannakkeiden soveltuvuus tulee varmistaa esittämällä käytetyistä osista lujuuslaskelmat. Lisäksi tulee varmistaa, että rakennusosa, johon putket kannakoidaan kestää kannakoinnin vaatimaa kuormaa sekä putkiston mahdollisia painevaihteluita [6, s. 78.]. FM-taskutietoon on kerätty FM:n ohjeista kannakkeita koskevat ohjeet, kuten maksimikannakevälit ja kerrottu, mihin kohtaan putkistoa kannake kuuluu sijoittaa tai milloin putkeen tarvitaan lisäkannake. Esimerkiksi pienin sallittu kierrekoko kierretangoissa, ruuviankkureissa, pulteissa ja mutteissa on FM:llä aina M 10, jotta kannakoinnille ja ankkuroinnille saadaan riittävä kantavuus. Kierrekoko tulee aina varmistaa putken koon vaatiman kuorman ja asennussyvyyden mukaan.

Taulukossa 1 on esitetty sprinkleriputkien maksimikannakointivälit.

Taulukko 1. Maksimikannakevälit [6, s. 82].

Putkikoko	kannakeväli
DN 25–32	3,6 m
DN 40-200	4,5 m

Kannakointia koskeva ohjekortti on esitetty liitteessä 16.

Kannakkeiden tulee kestää vähintään kaksi kertaa vedellä täytetyn putken paino, joka kerrotaan kertoimella 1,0 (taipumalujuus) ja 1,25 (murtumalujuus) tai vähintään 175 kg.

Ankkuroinnin eli kannatuksen kiinnityksen tulee kestää vähintään viisi kertaa vedellä täytetyn putken paino, joka kerrotaan kertoimella 1,0 (murtumalujuus) tai vähintään 340 kg [6, s. 79].

Kannakkeiden minimikuormalle voidaan johtaa kaava 10.

$$F = 2 \times m \times 1,0 \times 1,25 \times 9,81 \text{ m/s}^2 \quad (10)$$

<i>F</i>	<i>kannakkeen lujuus [N/m]</i>
<i>m</i>	<i>vedellä täytetyn putken paino [kg/m]</i>
1,0	<i>varmuuskerroin, murtumalujuus</i>
1,25	<i>varmuuskerroin, taipumalujuus</i>

Kannakkeiden kiinnityspisteen ja ankkuroinnin minimikuormitukselle voidaan johtaa kaava 11.

$$F = 5 \times m \times 1,0 \times 9,81 \text{ m/s}^2 \quad (11)$$

<i>F</i>	<i>kannakkeen lujuus [N/m]</i>
<i>m</i>	<i>vedellä täytetyn putken paino [kg/m]</i>
1,0	<i>varmuuskerroin, murtumalujuus</i>

FM-hyväksytyjen kannakkeiden ja osien löytäminen Suomesta on vielä jokseenkin hankalaa. FM-hyväksytyjä sprinklerikannakkeita löytyy aika hyvin moneltakin eri toimittajalta, mutta haasteeksi ovat muodostuneet kannakkeiden ankkurointi kiinnityspaikkaan. Esimerkiksi asennusrautojen, kuten yleisesti käytettyjen Z- ja L-rautojen käyttö, FM-asennuksissa on käytännössä kiellettyä, sillä lähes poikkeuksetta ne eivät ole FM-hyväksytyjä, eikä niille saa lujuuslaskelmillakaan osoitettua vaadittuja kestävyksiä palon aikana.

9.2 Putkikoot ja putkilaatu

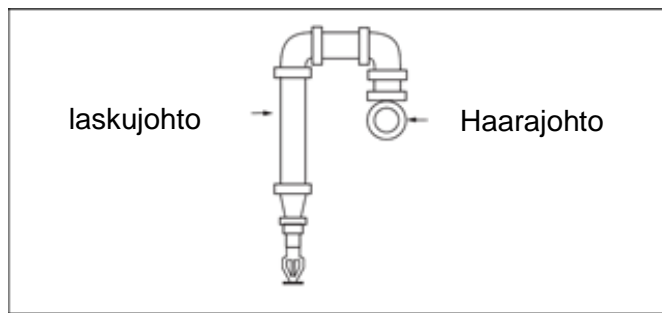
Putkimateriaalin valinnassa tulee ottaa aina huomioon käyttöympäristö ja olosuhteet [6, s. 76]. FM Globalin tutkimusten mukaan galvanoituja ja sinkittyjä putkilaatuja tulisi välttää märkäjärjestelmien putkiasennuksissa, sillä niihin voi muodostua vetyä [8, s. 11]. Vetyä muodostuu putken korroosion yhteydessä, kun rauta vapauttaa elektroneja, jotka reagoivat hapen ja veden ionien kanssa muodostaen happipelkistysreaktion [8, s. 7].

Käytettävät putkilaadut ovat

- Ruostumaton teräsputki RST
- Sinkitty kierteitettävä teräsputki ST
- Sinkitty teräsputki ST
- Haponkestävä teräsputki HST
- Maalattu teräsputki.

Kun vesilähteenä on luonnonvesilähde, kuten joki, järvi tai lampi tai vesilähteenä on avoin sprinklerivesiallas tai -säiliö, asennetaan kaikki kooltaan K 160 pienemmät alaspäin olevat suuttimet liittämällä ne haarajohtoon muodostamalla laskujohdosta niille vesilukko [6, s.14, 47]. Laskujohdon muodostaman vesilukon tarkoituksena on estää mahdollisten vedessä olevien epäpuhtauksien pääsy suuttimelle. Epäpuhtaudet ja kertynyt lika vedessä tukkivat alaspäin olevan suuttimen lasikapselin aukon ja estää suuttimen mitoitettun toiminnan palo-tilanteessa.

Alaspäin asennettavien suuttimen asennus ja liittäminen haarajohtoon, kun käytössä on luonnonvesilähde tai raakavesilähde, on esitetty kuvassa 7.



Kuva 7. Alaspäin olevan suuttimen asennustapa, kun vesilähteenä luonnonvesilähde kuten järvi, joki tai lampi [7, s.14, 47].

FM-kohteissa sallittuja putkikokoja ja putkilaatuja käsitellään ohjekortissa, joka on esitelty liitteessä 17.

9.3 Putkitaulukko ja putken urittaminen

Alkuperäisestä *Asentajan taskutiedosta* haluttiin säilyttää hyväksi työmaalla todettu putkitaulukko, josta selviää keskiraskaan kierreputken sekä teräsputken nimellimitat, tuumakoot, ulko- ja sisähalkaisijat sekä seinämäpaksuudet sekä putken painot ja tilavuudet metriä kohden. Putkitaulukko on esitetty liitteessä 18.

Toinen hyväksi koettu taulukko, jonka toivottiin säilyvän FM-taskutiedossa, oli putkien urittamista helpottava ruostumattomien teräsputkien (RST) minimiseinämävahvuudet sisältävä taulukko. RST-putkien minimiseinämävahvuuksien lisäksi Putkien urittaminen -ohjekortti sisältää myös uraliittimien asennusohjeen. Minimiseinämävahvuudet-tilukko on esitetty liitteessä 19.

10 Verkoston venttiilit ja liittimet

10.1 Verkoston venttiilit ja koelaukaisuventtiilit

Asennusventtiili koostuu hälytysventtiilistä, sulkuventtiilistä sekä muista sprinkleriasennukseen sisältyvistä venttiileistä ja laitteista, kuten hälytyspainekeytkimistä ja tyhjennysventtiileistä. Jos pumppua tai vesilähdettä voi sanoa sprinklerijärjestelmän sydämeiksi,

niin hälytysventtiili ja siihen liittyvät komponentit toimivat järjestelmän aivoina. Hälytysventtiilin alapuolella on käytettävissä olevan vesilähteen paine. Hälytysventtiilin yläpuoli on viritetty järjestelmän paineeseen, jonka sprinklerisuunnittelija on määritellyt. Hälytysventtiilin lautanen pysyy normaalitilassa kiinni venttiilin ylä- ja alapuolisen paine-eron ansiosta. Suuttimen lasikapselin rikkoutuessa venttiilin yläpuolinen paine laskee aiheuttaen palohälytyksen, avaten hälytysventtiilin kammion lautasen ja päästäten veden sammuutusputkistoon.

Jokaiseen sprinklerijärjestelmään, josta tulee oma palohälytys, tulee asentaa koelaukaisuventtiili. Koelaukaisuventtiili asennetaan virtaaman kannalta kaukaisimpaan kohtaan ja sen sijainti määritellään hydraulisten laskelmien perusteella. Testiyhteen aukon koko tulee olla järjestelmään asennetun pienimmän sprinklerin aukon koko. Liitos tulee asentaa siten, että se on helposti käytettävissä ja virtaamakokeen aikana purkautuva vesi voidaan viemäroidä tai valuttaa turvalliseen paikkaan [6, s. 85].

Verkoston jokaiseen päähän tulee asentaa kooltaan vähintään DN 50 tyhjennysventtiili siten, että sitä on helppo käyttää huoltojen, tyhjennysten ja testausten aikana. Tyhjennysventtiili asennetaan yleensä verkoston kaukaisimpaan kohtaan runkojohdon päähän mielellään viemäroityyn tilaan tai siten, että veden purkautumisesta ei aiheudu ympäristölle haittaa [6, s. 86]. Verkoston venttiileitä ja koelaukaisuventtiileitä eli testiventtiileitä koskeva ohjekortti on esitelty liitteessä 20.

10.2 Palokunnan otto- ja syöttöliittimet

FM:n ohjeiden mukaan sprinklerivesilähteestä tulee voida ottaa vettä sprinklerisuuttimien lisäksi palokunnan käyttöön tulipalo-tilanteessa [6, s. 85–86.]. Sprinklerivesilähteestä otettava liitos palokuntaa varten (*Hose Demand, Hose connection*) sisältää palokuntaa varten asennettavat märkänousuputkisto ja palokunnan ottoliittimet, jonka kautta palokunta voi tarvittaessa ottaa palo-tilanteessa lisävettä järjestelmästä. Liitos tehdään sprinkleriverkostoon ennen hälytysventtiileitä, mutta käyttäen samaa käytettävissä olevaa vesilähdettä. Koska liitos otetaan sprinklerivesilähteestä, palokunnan käyttöön otettava vesi täytyy lisätä myös hydraulisiin laskelmiin. Sprinkleriluokissa HC-1 ja HC-2 lisättävä vaatimus on vähintään 950 l/min ja sprinkleriluokassa HC-3 vaatimus on vähintään 1900 l/min [14, s. 4].

Rakennuksen ulkoseinälle, palokunnan hyökkäystien varteen suositellaan asennettavaksi palokunnan syöttöliittimet. Syöttöliittimien kautta palokunta pystyy syöttämään tarvittaessa lisävettä rakennuksen ulkopuolelta sprinkleriverkoston tulipalon aikana. Tämä ohje on poistunut kansallisesta standardista *SFS EN12845 + AC. Kiinteät palonsammutusjärjestelmät. Automaattiset sprinklerilaitteistot. Suunnittelu, asennus ja huolto* ja FM:n ohjeenkin mukaan palokunnan syöttöliittimet voi jättää rakennuksesta pois, mikäli paikallinen viranomainen ei niitä vaadi [23].

Palokunnan syöttöliittimille menevän putken tulee olla samaa kokoa, kuin suurimman hälytysventtiilin nousuputki. Palokunnan syöttöliittimien lukumäärä määräytyy järjestelmän mitoituksen mukaan. Palokunnan otto- ja syöttöliittiminä käytetään FM-hyväksytyjä DN 80- ja DN 50 -kynsiliittimiä pikaliitinkansin [6, s. 85–86].

Mikäli kohteessa on olemassa oleva erillinen palovesiverkosto, joka käsittää sekä palokunnan otto- ja syöttöliittimet että vesilähteen pumppuineen, ei palokunnan syöttö- ja ottoliittimiä tarvitse yleensä erikseen rakentaa sprinklerivesijärjestelmään. Yleensä suurilla tehdasalueilla on sekä oma palovesiverkosto, että erillinen sprinklerivesiverkosto. Palokunnan otto- ja syöttöliittimet -ohjekortti on liitteenä 21.

11 Vesilähde

11.1 Vesilähde

Vesilähteen tulee tuottaa sprinklerijärjestelmän mitoitusalueelle vaadittavan vesimäärän sekä lisäksi sprinkleriverkostosta otettavan palokunnan lisäveden (*Hose Demand*) määrän. Vesilähteen luotettavuudessa tarkastellaan tarvittavaa virtaamaa, painetta ja toiminta-aikaa.

Sprinkleriluokissa HC-1 ja HC-2 toiminta-aikavaatimus vesilähteelle on 60 minuuttia ja sprinkleriluokassa HC-3 sekä siitä ylöspäin toiminta-aika on 90 minuuttia [14, s. 4.]. Varastokohteiden mitoituksessa vesilähteen toiminta-aika luokitellaan erikseen ja riippuen kohteen palokuormasta, se voi olla jopa 120 minuuttia [18, s. 52].

Vesilähde voi muodostua esimerkiksi yleisestä vesijohtoverkostosta ja sprinkleripumppuista tai luonnonvesilähteestä, kuten joesta ja sprinklerivesipumppaamosta. Jos vesilähteenä on yleinen vesijohto, vesijohdon tulee täyttää sprinklerijärjestelmän painetta, virtaamaa ja toiminta-aikaa koskevat vaatimukset, sekä mahdollisten palokunnan ottoliittimen ja palopostien vaatimat lisävirtaamat. [15, s. 2; 23, s. 39].

Suurehkoissa teollisuus- ja varastokohteissa kaupungin vesijohtoverkoston sammutusvesimäärä ja vesijohtoverkoston painetaso harvoin riittävät sprinklerijärjestelmien mitoitustarpeisiin. Pienissä kohteissa (*Light Hazard*) vesilähteeksi saattaa riittää pelkkä kunnallinen vesijohtoverkosto. Mikäli vesijohtoverkosto ei ole varmennettu, eli joko syötetty kahdelta suunnalta tai rengasvesijohto, tulisi kadussa sijaitsevan tonttijohdon pääsulkuventtiilin olla lukittu auki-asentoon. Vesilaitos ei kuitenkaan yleensä suostu tällaiseen toimenpiteeseen, joten FM ohjeistaa tällöin, että pääsulkuventtiilin asento tulisi käydä tarkistamassa kerran kuukaudessa [1].

Hyväksytyjä vaihtoehtoja luotettavaksi vesilähteeksi ovat

- Kunnallinen vesijohtoverkosto
- Kunnallinen vesijohtoverkosto ja sprinklerivesipumppaamo
- Sprinklerivesisäilö tai -allas ja sprinklerivesipumppaamo
- Luonnonvesilähde kuten järvi, joki tai lampi ja sprinklerivesipumppaamo.

Vesisäiliön tilavuus voidaan laskea kaavalla 12 [19, s. 49].

$$V = (SD + HD) \times D / 1000 \quad (12)$$

<i>V</i>	<i>säiliön tilavuus [m³]</i>
<i>SD</i>	<i>suurimman sprinklerijärjestelmän mitoitusvirtaama [l/min]</i>
<i>HD</i>	<i>sprinkleriverkostosta otettava lisävesi palokunnan käyttöä varten [l/min]</i>
<i>D</i>	<i>vesilähteen toiminta-aika [min]</i>

Kun vesilähteenä on luonnonvesilähde, sijoitetaan esimerkiksi joen tai järven rantaan imuallas pumppuja varten. Imualtaan suunnittelussa huomioidaan alin ja ylin tunnettu vedenpinnan taso, suurin jäänpaksuus vesistöissä, vedenlaatu, sihtien ja pumpun

vaatima huoltotila ja maanpinnan muodot. [12, s. 30–31]. Vesilähde -ohjekortti on liitteenä 22.

11.2 Pumppaamo

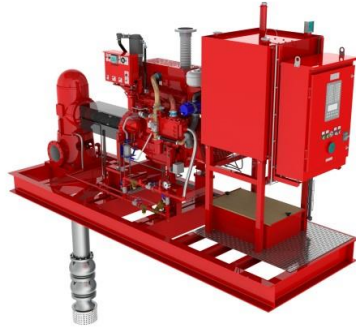
FM-taskutietoon on kerätty tärkeitä muistisääntöjä sekä yleisiä asioita, joita pumppaamon asentamisessa tulee ottaa huomioon. Jokainen pumppaamo on yksilöllinen ja tulee suunnitella huolellisesti, sekä asentaa suunnitelmien mukaisesti. Pumppaamon suunnittelussa tulee ottaa huomioon putkistojen ja pumppujen vaatima tilantarve. Dieselpumppujen pakoputkistot tulee eristää huolellisesti sekä suunnata pois päin kaikesta palavasta materiaalista tai rakenteista sekä ihmisten kulkureiteistä. Pakoputkistojen kautta tulevat kaasut ovat todella kuumia ja voivat aiheuttaa palovaaran [20].

Pumppaamo tulee sijoittaa tilaan, joka on rakennettu palamattomasta materiaalista, joka on palo-osastoitu vähintään luokkaan EI 60 ja on suojattu sprinklerijärjestelmällä. Pumppaamoon tulee olla pääsy suoraan ulkoa eikä sitä saa käyttää muuhun kuin palontorjuntatarkoituksiin [12, s. 4].

Pumppaamon lämpötilan tulee pysyä 4–49° C:n välillä ja pumppujen jäähdytysveden lämpö ei saa nousta yli 20 °C:n [12, s. 19]. Pumppaamoon ei saa asentaa koneellista ilmanvaihtoa tulipalon leviämisvaaran takia, vaan pumppaamon ilmanvaihto tulisi olla järjestetty ulkoilmasäleikköjen avulla, joiden aukeaminen tulee tapahtua omatoimisesti pumppujen käynnistyttyä. Tarvittava ulkoilmavirta mitoitetaan pumpputoimittajalta saatavien pumpun moottoritehojen mukaan [20].

Pumppujen imuolosuhteet eivät saa olla alipaineelliset ja pumppujen kavitointivaarasta tulee huolehtia mitoittamalla pumput oikein. Kohteissa, joissa vedenpinta on pumppaamon lattiatason alapuolella, käytetään pystymallista turbiinipumppua (*Vertical Shaft Turbine Types Pumps*) nostamaan vesi ylös imukaivosta eli imualtaasta [12, s. 11]. Näin voidaan välttää alipaineelliset imuolosuhteet.

Erään valmistajan pystymallinen turbiinipumppu on esitetty kuvassa 8.



Kuva 8. Patterson Sentinel HS – pystymallinen turbiinipumpu alipaineellisiin imuolosuhteisiin [21].

Pumput tulee mitoittaa sprinklerijärjestelmän suurimmalle vaaditulle virtaamalle ja toimintapaineelle [12, s. 12]. Pumpun mitoituksessa otetaan lisäksi huomioon vaaditun toimintapaineen lisäksi reservivara, 0,5–1,0 bar [19, s. 50].

Sprinklerijärjestelmän toimintapaine lasketaan kaavan 13 mukaisesti [19, s. 50].

$$p_{SD} = p_E + p_{SP} + p_{FL} \quad (13)$$

p_{SD}	<i>sprinklerijärjestelmän toimintapaine [bar]</i>
p_E	<i>pumpun ja ylimmän suuttimen korkeusero [bar]</i>
p_{SP}	<i>sprinklerin toimintapaine [bar]</i>
p_{FL}	<i>kokonaispainehäviöt putkessa [bar]</i>

Sprinklerijärjestelmän toimintapaine eli pumpun tarvitseman paineenkorotuksen määrä lasketaan lisäämällä järjestelmän hydrostaattinen korkeusero, sprinklerin toimintapaine ja putkiston painehäviöt yhteen. Järjestelmän hydrostaattiseksi korkeuseroksi lasketaan pumpun ja ylimmän suuttimen korkeusero.

Sprinkleripumpun toimintapaine lasketaan kaavalla 14 [19, s. 53].

$$p_T = p_C + p_I \quad (14)$$

p_T	<i>pumpun toimintapaine [bar]</i>
p_C	<i>sprinklerijärjestelmän suljettu paine [bar]</i>
p_I	<i>pumpun imupaine [bar]</i>

Sprinkleriverkoston suljetun paineen tulee olla alle järjestelmän suurimman sallitun toimintapaineen, joka on yleensä 12,0 bar [19, s. 53].

Kun pumppaamossa on käytössä useamman pumpun yhdistelmä, pumput asennetaan käynnistymään sopivia käynnistyspainerajoja käyttäen sekä suhteessa suljettuun paineeseen. Näin vältetään pumppujen samanaikainen käynnistyminen [12, s.14]. Taulukossa 2 on esitetty esimerkki käynnistyspainerajojen käyttämisestä, kun käytössä on kaksi pumppua. Kaavan mukaan FM ohjeistaa sprinkleripumput käynnistymään herkemmin kuin kansalliset sprinklerisäännöt [23, s. 57].

Taulukko 2. Esimerkki pumppujen käynnistyspainerajoista, kun kohteessa on dieselpumppu DP1 ja paineen ylläpitopumppu P2 [18].

Käynnistyspaineraja	Ohje	Esimerkki
P2 käynnistyspaine	DP1 suljettu paine + imupaine + 0,5 bar	10,5 bar
P2 pysähtymispaine	P2 käynnistyspaine + 1,0 bar	11,5 bar
DP1 käynnistyspaine	P2 käynnistyspaine - 0,5 bar	10,0 bar

FM:n ohjeiden mukaan pumppujen sekä pumppujen ohjauspainekeytkinten väliin ei saa asentaa sulkuventtiilejä, jotka voisivat estää pumppujen käynnistymisen tulipalon aikana [12, s. 24]. Pumppujen koekäynnistykset tulee suorittaa aina pumppujen käynnistyspainekeytkimiltä laskemalla järjestelmän painetta avaamalla koekäynnistysventtiiliä.

Kaikkien uusien asennettavien pumppujen sekä pumppaamon muiden osien ja varusteiden tulee olla FM-hyväksytyjä [12, s. 3]. FM-hyväksytyt pumput ja sitä kautta pumppaamot poikkeavat vähän eurooppalaisista pumppaamoista. FM pumppaamoissa käytetään yleensä HS-pumppuja (*Horizontal Split Case*), jolloin pumpun ja putkiston rakenne

poikkeaa hieman Suomessa yleisesti käytetyistä päästä imevistä vaaka-asenteisista keskipakopumpuista [20].

Päästä imevä vaaka-asenteinen keskipakopumppu on esitetty kuvassa 9.



Kuva 9. Päästä imevä keskipakopumppu Grundfos MTB.

HS-mallinen keskipakopumppu putkistoineen on esitetty kuvassa 10.



Kuva 10. Patterson Sentinel HS-pumppu ja pumppaamon putkisto [21].

HS-pumput ovat myös vaaka-asenteisiä keskipakopumppuja, mutta niiden imu- ja paineputket liitetään pumpun pesään sen sivusuunnalta. HS-pumppumalleissa pumpun moottori on sijoitettu pumpun vierelle, joten pumpun asennus vie hieman enemmän tilaa kuin päästä imevässä keskipakopumpussa. Päästä imevässä keskipakopumpussa pumppu kiinnitetään imuputkeen pumppupesän edestä, ja paineputki nousee suoraan ylös pumppupesän päältä. FM-hyväksytyt pumput ovat noin 40 prosenttia kalliimpia kuin

tavalliset sprinkleri- ja palovesipumput. Lisäksi FM-pumppujen asennuksissa tulee huomioida tavallista enemmän tilaa vievät putkiasennukset [20].

Pumppaamoja koskevat yleiset ohjeet ja muistisäännöt sprinkleriasentajalle on kerätty ohjekorttiin, joka on esitetty liitteessä 23. Lisäksi pumppujen asennuksesta ja FM-hyväksytyistä HS-pumpuista on selvyuden vuoksi laadittu muutama kuva ohjekorttiin, joka on esitetty liitteessä 24.

11.3 Vesilähteen koestuslaite

Sprinklerijärjestelmissä tulee olla kiinteästi asennettu mittalaite vesilähteiden koestamista varten, jotta voidaan varmistua, täyttäväkö kiinteistön vesilähde ja pumput niille asetetut toimintavaatimukset paineen ja virtaaman osalta vielä vuosien jälkeenkin. Vesilähde tulee koestaa säännöllisesti; esimerkiksi FM-hyväksytyt pumput tulee testata viikoittain, jotta voidaan varmistaa, että ne tuottavat niille asetetut vaatimukset. Pumppujen tulee tuottaa 150 prosentin virtaaman 65 prosentin paineella [12, s. 41–32]. Pumppujen koestus tulee suorittaa rauhallisesti, muuten pumppu voi ylikuumentua ja ruveta kavitoimaan [18].

Suomessa asennetaan hyvin yleisesti *CEA:4001 Sprinkler Systems. Planning and Installation* -julkaisun mukaisia vesilähteen koestuslaitteita, joita ei ole FM-asennukseen sallittu [2]. FM-hyväksytyjä vesilähteen koestuslaitteita on eri valmistajilta useita eri vaihtoehtoja. FM-taskutietoon on listattu muutamia erityyppisiä FM-hyväksytyjä mittalaitteita, kuten tämän päivän trendin mukainen digitaalinen mittalaite, joita löytyy usealta eri toimittajalta. Digitaalinen mittalaite on helppo käyttää alkuasetusten ja kalibroinnin jälkeen, vaikka mittatarkkuus on usein turhan tarkka pumppujen tehoihin nähden. Toinen hyvä vaihtoehto on Rapidropin Influx-mallinen mittalaite, joka asennetaan suoraan putkeen joko laippa- tai kierreliitoksin. Influx-mittalaitteella mitattaessa virtaamaa mittaustulos näkyy mittalaitteen lasiputkessa, jonka sisällä oleva osoitin asettuu virtaaman osoittamaan kohtaan.

Koestuslaitteiden eli vesilähteen mittalaitteiden asennuksessa on tärkeintä muistaa laitteen valmistajan antamat minimietäisyydet ennen- ja jälkeen mittalaitetta. Lisäksi tulee huomioida, että koestusvettä ei saa johtaa takaisin pumpun imuputkeen [12, s. 10].

Influx-mittalaitetta käytettäessä on tärkeää muistaa säännöllinen huolto ja oikeaoppinen mittaustulos, sillä puhdistamattomat venttiilit sekä likainen vesi tukkivat mittalaitteen [18]. Influx-mittalaitteen kuva sekä vesilähteen koestuslaite ja käyttöohje on esitetty liitteessä 25.

FM-taskutietoon laadittiin asennus- ja käyttöohjeet FM-hyväksytystä digitaalisesta vesilähteen mittalaitteesta. Käyttöohjeita tehtiin kahdella työmaalla mittalaitteiden asennuksien yhteydessä, jolloin käyttöohjeista tuli luotettavia ja käytännöllisiä.

12 Piirustukset

12.1 Kytkenkäkaaviot ja viritysohjeet

FM-taskutietoon toivottiin FM-hyväksytyjen asennustapojen malli-kytkentäkaaviot ja venttiilien viritysohjeet. Varsinkin ennakkolaukaisuventtiilien viritys voi olla työmaalla haastavaa, sillä kytkentä voidaan tehdä monella eri tavalla riippuen venttiilin laukaisujärjestelmästä. Hälytysventtiilien kytkentä- ja viritysohjeiden lisäksi FM-taskutietoon on kerätty jäänestoasennuksen ja vesitysastian käyttöohjeet. FM-taskutiedossa esitettävät kytkentä- ja viritysohjeet on esitetty liitteissä 26–36.

Kytkenkäkaaviot tehtiin käyttäen hyväksi yrityksen olemassa olevaa kytkentäkaaviokirjastoa ja tehden valikoituihin kaavioihin vain pieniä muutoksia sen jälkeen, kun oli varmistettu, että kytkennöissä käytetyt osat olivat kaikki FM-hyväksytyjä. Kuivajärjestelmissä hälytysventtiilin yläpuolinen putkisto on täytetty paineilmalla tai inertillä kaasulla. Kaasun syöttö, jota käytetään kuivajärjestelmän täyttämiseen, tulee olla käytettävissä sille kaikkina vuorokauden aikoina [6, s. 69].

Jäänestoasennukseen FM Global ohjeistaa käyttämään glykoliliuosjärjestelmää, joka on erotettu lämpimän tilan puolelta märkäjärjestelmästä takaiskuventtiilin ja sulkuventtiilien kautta ja johon asennetaan kalvopaisunta-astia tasaamaan järjestelmien lämpötilaeroista johtuvia paine-eroja [6, s. 71–72]. Koska FM-hyväksytyjä kalvopaisunta-astioita saa tällä hetkellä vain tilaamalla suoraan Yhdysvalloista, hyväksyy FM Global tällä hetkellä paikallisen asennustavan glykolijärjestelmälle, kunhan asennuksessa käytetään

FM-hyväksytyjä osia [1]. FM-taskutiedossa on siten esitetty perinteisen jäänestoasennuksen kytkentäperiaate ja käyttöohje.

Koska etyleeniglykolin käyttö on nyttemmin kielletty ja jäänestoasennuksissa saa käyttää ainoastaan elintarvikeglykolia, jäänesto-asennusta koskevaan ohjekorttiin on lisätty eri pakkasnesteen seossuhteet. Propyleeni- ja etyyli glykolin pakkasenkesto on hieman huonompi kuin etyleeniglykolilla oli, joten seossuhteen varmistaminen on tärkeää pakkasnesteen vaihtuessa [18].

Eri pakkasnesteen seossuhteet ja jäätymispisteet on esitetty taulukossa 3.

Taulukko 3. Seossuhteet ja jäätymispisteet eri pakkasnesteille [8, s. 9–10].

Pakkasneste	Seossuhde: pakkasneste / vesi	jäätymispiste
Glyseriini – vesiseos	70 % / 30 %	– 40 °C
Propyleeni-glyseriini – vesiseos	60 % / 40 %	– 51,1 °C
Etyleeniglykoli – vesiseos	53 % / 47 %	– 40 °C

Jäänestoasennuksen käyttöohje on esitetty liitteessä 35.

12.2 Piirustuksissa käytettävät merkinnät

Piirustuksissa käytettävät merkinnät, kuten suutin ylöspäin, suutin alaspäin, asennusventtiili ja pumppu ovat myös tärkeä ja hyödyllinen tieto asentajalle, ja siksi ne ovat olleet mukana jo alkuperäisessä *Asentajan taskutiedossa*. FM-taskutietoon symbolit ja niiden selitystekstit on kirjoitettu suomeksi ja englanniksi käyttäen samaa ulkoasua ja samaa sisältöä, kuin suunnitelmissa esiintyy. Piirustuksissa käytettävät merkinnät on esitetty liitteessä 37.

13 Dokumentit

13.1 Työturvallisuus-ohjekortit

Sprinkleriasentajat työskentelevät usein ympäristössä, jossa on erilaisia prosesseja, erikoisia tiloja ja jossa käytetään eri käyttötarkoituksiin kaasuja, nesteitä, kemikaaleja tai jopa räjähteitä. FM-taskutietoon on lisätty työturvallisuutta koskevat ohjeet auttamaan asentajia tunnistamaan eri vaarat työympäristössä.

Työturvallisuutta koskevia ohjekortteja on neljä, ja ne ovat

- Työturvallisuus: työntekijän velvollisuudet ja tikkaat, telineet, nostimet.
- Henkilökohtainen viime hetkien riskien arviointi
- Kemikaalien varoitusmerkit
- Vaara- ja onnettomuustilanteet.

Henkilökohtainen viime hetken riskien arvioiminen tulee tehdä ennen töihin ryhtymistä. Riskien arvioimisella voidaan ennakoida mahdolliset vaaran paikat ja välttää työtapaturmat. FM-taskutietoon on kerätty yrityksen sisäisen työturvallisuusohjeistuksen mukaiset kohdat riskien arvioimiseksi, sekä liitetty kuviin kukin kohta yrityksen käyttämiin, josta tunnistaa, mistä vaarasta on kyse. Yritys käyttää samoja termejä sekä kuvia muun muassa henkilökunnalle teetettävissä työturvallisuuskoulutuksissa sekä työturvallisuutta käsittelevissä oppaissa. Vaara- ja onnettomuustilanteita varten taskutiedoissa on ohjeet, miten toimitaan onnettomuustilanteessa. Työaikana tapahtuvat onnettomuudet tapahtuvat yleensä joko työmaalla tai työmatkalla. FM-taskutiedon ohjeet päivitettiin uusimpien pelastusohjeiden avulla, jotka löytyivät Terveyskirjaston ja Ensiapuoppaan internetsivuilta. [3] Työturvallisuutta koskevat ohjekortit on esitetty liitteissä 38–41.

13.2 Itselleluovutuspöytäkirja

Kun asennus on valmis, se on hyväksyttävä FM:n edustajalla sekä paikallisen tarkastuslaitoksen edustajalla. Jotta tarkastukset sujuisivat moitteettomasti, FM-taskutietoon on lisätty itselleluovutuspöytäkirja, josta asentaja voi tarkastaa ensin itse oman työnsä

jäljen sekä dokumentaation laadun ennen kuin tilataan ulkopuolisia tarkastuksia työmaalle. Itselleluovutusprotokollan tarkoituksena on sekä vähentää puutteita varsinaisessa tarkastuksessa, että hälventää jännitteitä, kun tiedetään, mihin asioihin tarkastajat kiinnittävät huomioita.

Vastaanottotarkastuksessa tarkastaja kiinnittää huomiota mm. siihen, että kaikki tarvittavat dokumentit ovat kunnossa ja FM:n esittämät suositukset on huomioitu, asennus vastaa suunnitelmia ja kaikki käytetyt osat ovat FM-hyväksytyjä. Lisäksi putkiston painekokeesta ja kuivajärjestelmän toiminta-aikakokeesta tulee esittää protokollat, samoin vesilähde koestetaan tarkastuksen yhteydessä [6, s. 89–90]. Itselleluovutusprotokolla on esitetty liitteessä 42.

14 FM-taskutiedon käyttöönotto

Kehityshankkeessa ei ole kyse vain uusien ohjeiden tai toimintatapojen kehittämisestä, vaan kehitys on aina ihmisten keskuudessa tehtävää työtä, jossa on otettava huomioon inhimilliset tekijät eli erilaiset tunteet, tavat, tottumukset, persoonallisuudet ja työskentelevät. Moni insinöörikin loppuu sanoihin; ”Työn tulosta ja onnistumista ei voitu mitata tai ei voitu seurata, miten projekti onnistui käytännössä.”

Koska FM-taskutiedon laatimisessa on kyse kokonaisten uusien työohjeiden laatimisesta sekä alan sprinklerisääntöjen tulkitsemisesta ja kääntämisestä, tarkastus- ja käyttöönottovaiheeseen on haluttu kiinnittää erityistä huomiota. Kuluneen vuoden mittaisen kehityshankkeen aikana FM-taskutiedolle ehdittiin tehdä koekäyttö työmaalla, niin sanottu ristiin tarkastus, eli kollegan ja esimiehen arviointi yrityksen sisäisesti sekä tarkastuslaitoksen ja FM Globalin edustajien tarkastukset. Käyttöönottovaihe huipentui syyskuussa 2018 FM-taskutiedon julkistamiseen Caverion Suomi Oy:n sammutusyksikön suunnittelijoille sekä pienelle asentajakunnalle pääkaupunkiseudulla. Varsinainen virallinen julkistamistilaisuus on tulossa vuoden 2019 alussa.

14.1 FM-taskutiedon koekäyttö työmaalla

FM-taskutiedosta tehtiin ensimmäinen raakaversio, jonka avulla suoritettiin sprinkleri-asennukset vuoden 2018 alussa eräässä teollisuuden kohteessa. Hanke oli noin 1 000 m²:n kokoinen laajennus olemassa olevan tehtaan välittömään läheisyyteen. Uusiin tuotantotiloihin sijoittui uusia koneita sekä tekniikkaa. Laajennuksen yleissuojaus toteutettiin märkäjärjestelmänä, joka liitettiin vanhan tehdasrakennuksen olemassa olevaan sprinkleriverkkoon. Laajennuksen kylmät tilat toteutettiin kuivajärjestelmänä halliin asennetun uuden kuivajatkeventtiin kautta.

Kohteen suunnittelu toteutettiin kohdan 3.3 kuvatun suunnitteluprosessin mukaisesti. Kun suunnitelmille oli saatu hyväksyntä FM Globalin asiakaspalvelukeskuksesta (CSD), asennus voitiin aloittaa. Ennen töiden aloitusta suunnitelmat käytiin asentajan kanssa läpi ja asentajalle luovutettiin työmaakäyttöön FM-taskutieto sekä lähtötietolomake. Työn aloitusvaiheessa asentajalla oli vain hieman aiempaa kokemusta FM-projekteista. FM-taskutieto esiteltiin asentajalle tällä koetyömaalla ensimmäisen kerran ja asentajaa pyydettiin antamaan käyttäjäpalautteet sekä työmaan aikana, että työmaan päätyttyä.

Asentajalta tuli seuraavia palautteita ja kysymyksiä FM-taskutiedosta työn aikana:

- FM-taskutiedon tulisi olla helppokäyttöinen ja helppolukuinen.
- Mitkä komponentit ovat FM-hyväksytyjä tai mistä niitä saa?
- Miten kannakoidaan niin, että täyttää FM:n vaatimukset?

FM-taskutiedon ulkoasussa on pyritty alusta asti käyttäjäläheisyyteen, kansankieliseen ja asentajaystävälliseen ulkoasuun ja moni asia, kuten esimerkiksi virtaaman mittalaitteen käyttöohje onkin tehty paikan päällä todellisissa olosuhteissa, jotta voidaan varmistaa ohjeiden käytännöllisyys. Joitakin lauseita ja sisältöä muokattiin ensimmäisestä versiosta saatujen palautteiden perusteella. FM-hyväksytyin kannakoinnin löytäminen oli aluksi hieman hankalaa.

FM Globalin vakuuttamia kohteita on Suomessa vielä verrattain vähän, joten tavarantoi-
mittajien tietämys FM:n vaatimuksista tuotteille on vielä puutteellista. Työmaalta tulikin toive, että FM-taskutiedossa tai sen laatimisen yhteydessä selvitetäisiin FM-hyväksytyjen komponenttien saatavuus Suomessa sekä hyväksytyt kannakointitavat, jotta samaa

työtä ja päähkäilyä niiden etsimiseen ei tarvitsisi tehdä jokaisen työmaan kanssa aina erikseen.

Asentajilta tuli seuraavia palautteita FM-taskutiedosta työn päätyttyä:

"Katvealueiden suojausta koskevat ohjeet tulisi selkeyttää."

"Esteiden huomioiminen sprinkleriasennuksessa kortin taulukko tulisi suomentaa."

"Hyvä ja kattava ohjekirja. Auttoi omatoimiseen työskentelyyn sekä itsenäiseen asennustyöhön. Esimerkiksi pienen toimistotilan suojaus tehtaassa muissa tiloissa onnistui näillä ohjeilla täysin ilman, että tarvitsi tehdä erikseen sprinklerisuunnitelmia tai käyttää suunnittelijaa paikan päällä. Ohjeista löytyi mm. oikea sprinkleriluokka kohteelle ja tämän jälkeen oikeat asennusetäisyydet."

FM-taskutietoon voisi lisätä tekstin, etteivät L- ja Z-raudat ole FM-hyväksytyjä."

"Tästä oli kyllä paljon hyötyä!"

Asentajalta saadun palautteen mukaan FM-taskutiedon katvealueiden suojausta sekä esteiden huomioimista koskevat taulukot päivitettiin. Lisäksi kannakointi-ohjekorttiin liitettiin maininta L- ja Z-raudoista. Asentaja koki tulevansa sen avulla toimeen työmaalla, vaikka hänellä oli työn alussa vain vähäistä kokemusta FM Globalin ohjeista. Työn aikana jouduttiin tekemään aika paljon muutoksia suunnitelmiin, esimerkiksi muuttamaan putkireittejä ja suutinjakoa varsinkin katvealueiden kohdalla. Etenkin muutokset onnistuivat FM-taskutiedon avulla hyvin. Paras osoitus FM-taskutiedon toimivuudesta käytännössä oli se, että asentaja oli voinut soveltaa sitä samalla tehtaalla toisaalla johonkin muuhun kohteeseen ja tehnyt täysin itsenäisesti pienen, muutaman suuttimen asennustyön.

14.2 FM-taskutiedon koejulkaisu

FM-taskutieto päätettiin julkaista syyskuun puolella välissä 2018 Caverion Suomi Oy:n toimihenkilöille sekä pienelle asentajakunnalle. Asentajille pidetyssä esittelytilaisuudessa 18.9.2018 paikalla olivat Caverion Suomi Oy:n pääkaupunkiseudun sprinklerihuollon asentajia sekä huoltopäällikkö. Toimihenkilöille järjestetyssä esittelytilaisuutta 20.9.2018 oli seuraamassa suunnittelijoita, huoltopäälliköitä ja asiantuntijoita. FM-taskutiedosta tehtiin koejulkaisuutilaisuuteen monisteverzio. Lopullinen painettu kirjaversio

julkaistaan vasta vuoden 2019 alussa pidettävässä Caverion Suomi Oy:n sammutusratkaisujen vuosittaisessa seminaarissa.

Koejulkaisutilaisuuden tarkoituksena oli sitouttaa muut suunnittelijat ja toimihenkilöt sekä joukko asentajia uuteen ohjeeseen perustuvaan asennusohjekirjaseen osallistumisen ja vaikuttamisen kautta. Koejulkaisutilaisuudessa FM-taskutieto esiteltiin ja siitä pidettiin pienimuotoinen koulutus eli perehdytys FM-sääntöjen ominaispiirteisiin, tai pikemminkin siihen, kuinka FM-taskutietoa tulee lukea ja käyttää. Esittelytilaisuudessa FM-taskutiedosta ja sen kehittämisestä kerrottiin kuvaamalla projektin lähtötilanne ja työn tavoite sekä kerrottiin muutamalla sanalla työn toteutuksesta. Valmis työ esiteltiin käymällä FM-taskutiedon ohjekortit läpi. Osa korteista oli asentajille ja suunnittelijoille tuttuja alkupe- räisestä *Asentajan taskutiedosta*, joten esityksessä keskityttiin antamaan yleistä tietoa FM-asennuksista sekä poimittiin niitä kohtia, joissa FM Globalin ohjeet poikkeavat erityisesti kansallisista vaatimuksista.

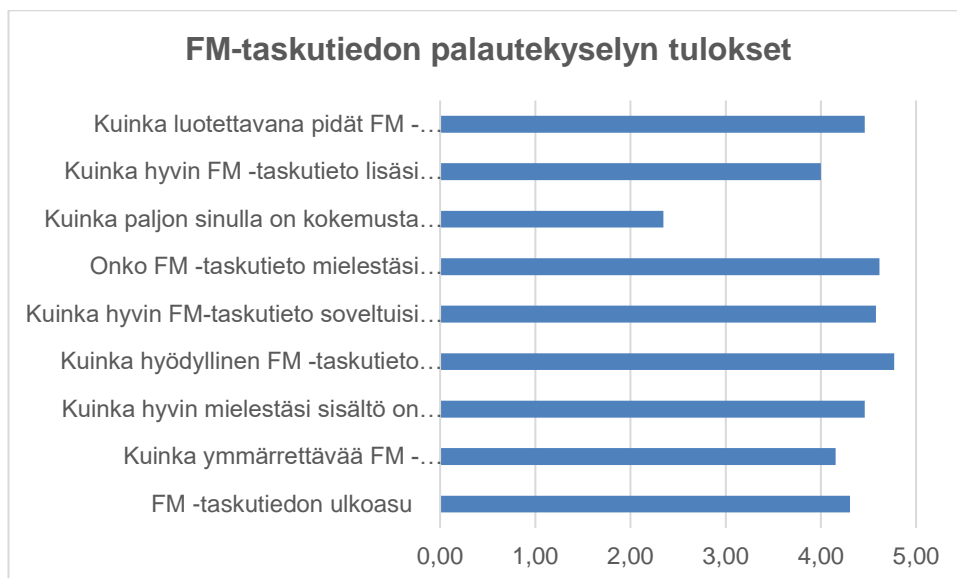
Kuulijoita pyydettiin FM-taskutiedon esittelyn jälkeen täyttämään ja palauttamaan etukäteen laadittu palautekyselylomake. Kyselyn avulla mitattiin FM-taskutiedon onnistumista käytännössä. Kyselyyn osallistui yhteensä 11 sprinklerialan ammattilaista.

Palautekyselyssä kysyttiin esittelyyn osallistuneilta asentajilta ja toimihenkilöiltä seuraavat kysymykset:

1. FM-taskutiedon ulkoasu
2. Kuinka ymmärrettävää FM-taskutiedon sisältö ja teksti olivat?
3. Kuinka hyvin mielestäsi sisältö on valittu ja rajattu FM-taskutietoon?
4. Kuinka hyödyllinen FM-taskutieto mielestäsi on?
5. Kuinka hyvin FM-taskutieto soveltuisi arkipäivän käyttöösi?
6. Kuinka merkittävä FM-taskutieto on mielestäsi?
7. Kuinka paljon sinulla on kokemusta FM:stä ennestään?
8. Kuinka hyvin FM-taskutieto lisäsi osaamistasi ja tuntemustasi FM Globalin ohjeista?
9. Kuinka luotettavana pidät FM-taskutietoa?

Palautekyselyn tulokset on esitetty taulukossa 4.

Taulukko 4. Palautekyselyn tulokset on arvioitu arvoasteikolla 1–5, jossa tyydyttävä on 1–2, hyvä on 3–4 ja kiitettävä on 5.



Esitettyjen kysymysten lisäksi lomakkeella oli mahdollista antaa muuta palautetta. Eräältä asiantuntijan mukaan heti ensimmäisellä sivulla olisi hyvä olla jonkinlainen pikamuistilista eli FM-taskutiedon käyttöohje, joka opastaisi, mitä FM-kohteiden suunnittelussa ja asentamisessa tulee ottaa huomioon. Otsikointia pidettiin hyvänä sekä kirjaa pidettiin selkeänä sekä tarkoitustaan vastaavana. FM-taskutietoa pidettiin ”hyvänä, kaikenkattavana pikku kirjasena”, jolla pärjää varmasti työmaan pienissä asennus- ja muutostöissä. Lähes kaikki pitivät sitä hyödyllisenä sekä arvioivat sen soveltuvan hyvin omaan arkipäivän käyttöönsä työssään. Työn merkitystä koskevassa kysymyksessä teos sai arvosanaksi 4,6. Suurin osa vastaajista arvioi oman aikaisemman kokemuksensa FM Globalin ohjeista hyväksi, mutta ei kiitettäväksi. Saatujen palautteiden ja teetetyt tutkimuksen mukaan voidaan todeta, että FM-taskutietoa pidettiin ymmärrettävänä, luotettavana ja helppolukuisena. FM-taskutiedon ja siitä pidetyn esityksen koettiin lisäävän kuulijoiden tuntemusta ja osaamista FM Globalin ohjeista.

15 Yhteenveto

Työ tehtiin Caverion Suomi Oy:lle ja sen tavoitteena oli vastata asiakkaiden globaaleihin ja muuttuviin tarpeisiin sekä parantaa yrityksen sisäistä osaamista, jotta välttyttäisiin tyyppisiltä asennusvirheilä ja saavutettaisiin siten kustannussäästöjä. Insinööriyön

tarkoituksena oli toteuttaa ja lanseerata yrityksen käyttöön selkeät ja helppolukuiset asennusohjeet, jotka perustuvat FM Globalin ohjeisiin ja ohjeisiin sprinklerijärjestelmien asentamisesta. Lisäksi tavoitteena oli tutkia, miten FM Global on vaikuttanut sprinklerialaan Suomessa.

Insinööriytyö toteutettiin perehtymällä laajasti FM Globalin julkaisemiin ohjeisiin. Insinööriytyön aikana toteutettiin useita suunnittelu- ja asennusprojekteja, joiden eri vaiheissa insinööriytyön aiheita kokeiltiin käytännössä. Insinööriytyötä laadittaessa hyödynnettiin omaa ja yrityksen aikaisempaa kokemusta sprinklerijärjestelmistä sekä ulkopuolisia asiantuntijoita.

Kansainvälisten sprinklerisääntöjen käyttö on lisääntynyt viime vuosien aikana ja kasvaa koko ajan enenevässä määrin globalisaation myötä. Vaikka kansainvälisten sprinklerisääntöjen kuten FM:n ja NFPA:n käyttö on Suomessa kasvussa, on silti niiden tuntemus ja osaaminen vielä vähäistä. Vielä 15 vuotta sitten kansainvälisille vakuutusyhtiöille, kuten FM Globalille riitti, että Suomessa suunniteltiin kohteet paikallisten määräysten ja ohjeiden mukaan, mutta nykyään FM Global velvoittaa asiakkaitaan noudattamaan suunnittelussa ja asentamisessa FM:n ohjeita, ja kaikkien asennettujen osien tulee olla FM-hyväksytyjä [3]. Lisäksi ohjeita ei ole saatavilla suomen kielellä ollenkaan.

Nykypäivänä sprinklerisuunnittelijalta sekä urakoitsijoilta vaaditaan osaamista, jotka vastaavat nykyajan haasteisiin. Suunnitelmien yhteensovittaminen voi olla haastavaa muuttuvissa tilanteissa, kun uudet asennukset on toteutettava noudattaen FM:n ohjeita ja kohde on alun perin suunniteltu kansallisten sprinklerisääntöjen mukaan.

FM Globalin säännöissä on hieman eroja verrattuna kansallisiin sprinklerisääntöihin. Siinä missä on totuttu käyttämään yhtä ohjetta sprinklerilaitteiston suunnittelussa ja asentamisessa joka kohteeseen, onkin FM-kohteissa suunnittelijoilla tehtävänä selvittää kohteeseen soveltuvat ohjeet, luokitukset ja mitoitukset. Ehkä suurin ero tulee siitä ajatuksesta, että FM:n mukaan sammutusjärjestelmän tulee sammuttaa tulipalo heti alkuunsa, kun taas eurooppalaiset standardit perustuvat siihen, että sammutusjärjestelmän tulee pystyä pitämään palo hallinnassa tai rajoittamaan paloa [1]. Jos tämän lähtökohdan perusteella tarkastelee FM:n ohjeita, ymmärtää hyvin, mihin nämä ohjeet perustuvat. Tämän jälkeen kasvaa ymmärrys siihen, miksi FM:n ohjeet ohjaavat suunnitelmia isompi-ikäisiin suuttimiin, jolloin tarvitaan isompia putkikokoja, jyrkempiä kannakkeita,

vaaditaan vesilähteeltä enemmän ja miksi ei riitä, niin kuin on aina ennen tehty. Toisaalta kuitenkin tulipalotilanteessa kokonaisveden kulutus saattaa jäädä pienemmäksi, kun launneiden suutinten määrä jää alhaisemmaksi.

Insinööriyön tuloksena saatiin kehitettyä sekä lanseerattua Caverion Suomi Oy:n käyttöön FM Globalin ohjeisiin perustuva suomenkielinen asennusopas, FM-taskutieto. FM-taskutieto on helppolukuinen, ja se toimii suomenkielisenä pikaoppaana pienissä muutostöissä ja täydentää sprinklerisuunnitelmia auttaen asentajia tekemään laadukasta työtä. FM-taskutiedolta toivottiin selkeyttä, ymmärrettävyyttä ja käytännölläisyyttä. Tämän vuoksi moni työvaihe kannatti tehdä oikeissa työmaaolosuhteissa, ja moneen ohjeeseen onkin perehdytty kuluneen vuoden aikana sitä mukaa, kuin erilaisia projekteja on tullut vastaan. Työskentely lähellä asentajakuntaa on kannattanut, sillä FM-taskutieto on koetyömaiden mukaan onnistunut tehtävässään työmaalla. Saatujen palautteiden mukaan se soveltuu hyvin käytettäväksi sprinkleriasennus- ja muutostöihin FM Globalin vakuuttamiin kohteisiin. FM-taskutiedon avulla asentajat onnistuivat työskentelyssään itsenäisesti, ja siinä olevat muistisäännöt auttoivat heitä selviytymään helpommin erilaisissa tilanteissa, joita FM:n vakuuttamissa kohteissa tulee vastaan.

FM-taskutieto esiteltiin syyskuussa 2018 Caverion Suomi Oy:n sammutusratkaisujen suunnitteluyksikölle sekä pienelle asentajakunnalle. FM-taskutiedon julkaisun yhteydessä asentajille ja toimihenkilöille pidettiin pienimuotoinen koulutus tai pikemminkin perehdytys FM-sääntöjen ominaispiirteisiin. Tilaisuudessa koulutuksella varmistettiin uusien työohjeiden käyttöönotto sekä kehitettiin ja ylläpidettiin asentajien ja toimihenkilöiden ammattiosaamista. Saatujen palautteiden mukaan työtä pidettiin onnistuneena. FM-taskutietoa kuvattiin kattavaksi tietopaketiaksi, se lisäsi ihmisten ymmärrystä FM Globalin ohjeista ja sitä pidettiin merkittävänä hyötynä sekä omalle alalle että omalle työlle. FM-taskutieto julkaistaan koko Caverion Suomi Oy:n sammutusratkaisujen henkilökunnalle alkuvuonna 2019 pidettävässä seminaarissa ja siitä teetetään asennusohjekirja yrityksen työntekijöille.

FM-taskutiedon luotettavuuden varmistamiseksi sitä tulee pitää jatkuvasti ajan tasalla. Kyseessä on siis jatkuva prosessi, sillä FM-taskutietoa pitää päivittää alati päivittyvien ohjeiden myötä. Koska asennusohjeet koostuvat useista eri ohjeista ja niistä kootuista taulukoista, on päivittämiseen varattava aikaa ja päivitystiheys tarkastetaan sen mukaan, miten FM Globalin julkaisemat ohjeet päivittyvät. Toisaalta seuraavat päivitykset

mahdollistavat myös kehityksen. Ajanpuutteen vuoksi tästä versiosta jäi puuttumaan esimerkiksi FM Globalin mukaiset kaapelihyllyjen ja muuntajien suojausohjeet, jotka olisivat monessa teollisuuskohteessa tarpeen. Lisäksi FM-taskutiedosta saisi helposti muokattua sähköisen version, jolloin asentaja voisi täyttää sen itselleluovutuspyytäkirjan tabletilla. Tulevien vuosien versioihin on mahdollista koota asentajilta ja toimihenkilöiltä saadut palautteet ja myös nämä vaikuttavat päivitystarpeeseen.

Lähteet

- 1 Backman, Matti. 2018. Senior Risk Consultant Engineer. FM Global. Vantaa. Haastattelu 23.01.2018.
- 2 CEA:4001. Sprinkler Systems. 2017. Planning and Installation.
- 3 Ensiapuopas. 2017. Verkkoaineisto. Opasmedia Oy. <<https://www.ensiapuopas.com/onnettomuuspaikalla./index.html>.> Luettu 06.11.2017
- 4 FM Approval Guide. 2017. Verkkoaineisto. FM Global. <https://www.approval-guide.com/CC_host/pages/puplic/custom/FM/login.cfm.> Luettu 26.10.2017.
- 5 FM Global Property Loss Prevention Data Sheets. 1-12. Ceilings and Concealed Spaces. 2008. FM Global.
- 6 FM Global Property Loss Prevention Data Sheets. 2-0. Installation Guidelines for Automatic sprinklers. 2018. FM Global.
- 7 FM Global Property Loss Prevention Data Sheets. 2-1. Corrosion in Automatic Sprinkler Systems. 2018. FM Global.
- 8 FM Global Property Loss Prevention Data Sheets. 2-81. Fire Protection System Inspection, testing and maintenance. 2007. FM Global.
- 9 FM Global Property Loss Prevention Data Sheets. 2-89. Pipe Friction Loss Tables. 2001. FM Global.
- 10 FM Global Property Loss Prevention Data Sheets. 3-0. Hydraulics of Fire Protection System. 2010. FM Global.
- 11 FM Global Property Loss Prevention Data Sheets. 3-2. Water Tanks for Fire Water Protection. 2015. FM global.
- 12 FM Global Property Loss Prevention Data Sheets. 3-7. Fire Protection Pump. 2012. FM Global.
- 13 FM Global Property Loss Prevention Data Sheets. 3-10. Installation/Maintenance of Private Service Mains and Their Appurtenances. 2000. FM Global.
- 14 FM Global Property Loss Prevention Data Sheets. 3-26. Fire Protection Water Demand for Nonstorage Sprinklered Properties. 2014. FM Global.

- 15 FM Global Property Loss Prevention Data Sheets. 3-29. Reliability of Fire Water Supplies. 2017. FM Global.
- 16 FM Global Property Loss Prevention Data Sheets. 8-1 Commodity Classification. 2013. FM Global.
- 17 FM Global Property Loss Prevention Data Sheets. 8-9. Storage of Class 1,2,3, 4 and Plastic Commodities. 2003. FM Global.
- 18 Hannuniemi, Petri. 2018. Aluepäällikkö. Kiwa Inspecta Oy. Vantaa. Haastattelu. 02.05.2018.
- 19 Jyri Lindström, Matti Backman. 2016. Kurssiaineisto. FM koulutus. Tampere. 15.9.2016.
- 20 Järvinen, Markku. 2017. Pumppujärjestelmät. Asiantuntija. Vantaa. Haastattelu. 24.11.2017.
- 21 Patterson. Verkkoaineisto. 2018. Sentinel series fire gallery. <<http://www.pattersonpumps.com/fire-operation-maintenance.html>> Luettu 19.9.2018
- 22 Research and testing. FM Global. 2017. Verkkoaineisto. FM Global. <<https://www.fmglobal.com>>. Luettu 28.10.2017.
- 23 SFS EN 12845 + AC. Kiinteät palonsammutusjärjestelmät. Automaattiset sprinklerilaitteistot. Suunnittelu, asennus ja huolto. 2010. Suomen standardisointiliitto. Helsinki.
- 24 Siren, Tapio. Työyhteisön kehittäminen. Puhuja. Helsinki. Haastattelu. 6.10.2017
- 25 Sisäasiainministeriön asetus automaattisista sammutuslaitteistoista. 2000. Helsinki. SM-1999-967/Tu-33. Sisäasiainministeriö.
- 26 Toiminta ensiaputilanteessa. 2017. Terveyskirjasto. Verkkoaineisto. Duodecim. <http://www.terveyskirjasto.fi/terveyskirjasto/tk.koti?p_artikkeli=spr00004&p_teos=spr> Luettu 06.11.2017.
- 27 Ympäristöministeriön asetus rakennusten paloturvallisuudesta. 28.11.2017. Helsinki. Ympäristöministeriö.