

Opinnäytetyö AMK

LVI-tekniikka, Insinööri

2022 | 41 sivua, 2 liitesivua

Timo Viitanen

**KORKEAN
VARASTORAKENNUKSEN
SPRINKLERILAITTEISTON
VAIHTOEHTOISET
TOTEUTUSTAVAT
STANDARDIN SFS-EN 12845
PERUSTEELLA**

OPINNÄYTETYÖ AMK TIIVISTELMÄ

TURUN AMMATTIKORKEAKOULU

LVI-tekniikka, Insinööri

2022 | 41 sivua, 2 liitesivua

Timo Viitanen

KORKEAN VARASTORAKENNUKSEN SPRINKLERILAITTEISTON VAIHTOEHTOISET TOTEUTUSTAVAT STANDARDIN SFS-EN 12845 PERUSTEELLA

Sprinklerilaitteisto on luotettava ja tehokas tapa suojata varastoja. Korkean varastorakennuksen automaattisen sammutusjärjestelmän suunnittelua ohjaa suuri joukko standardeja ja määräyksiä. Nykyisessä tilanteessa suunnitteluprosessin kulun tuntee vain toimiston kokeneet sprinklerisuunnittelijat. Myös muut paloturvallisuussuunnittelijat ovat kaivanneet selkeää ohjetta suunnittelun kulusta ja perusteista.

Opinnäytetyön tavoitteena on vertailla kahta erilaista sammutusjärjestelmän toteutustapaa ja ymmärtää suunnitteluprosessin etenemistä. Opinnäytetyö on pohdintaa ohjeen laadinnan perusteista ja teorioista sen takana.

Työn perusteella syntyi sprinklerisuunnitteluohje. Ohje tulee yrityksen sisäiseen käyttöön. Se on varsinaisen opinnäytetyön liite ja se on salattava osuus. Paloteknisen insinööritoimisto Markku Kaurialan toimialana on paloturvallisuussuunnittelu, turvallisuustekninen tutkimus, konsultointi, asiantuntijapalvelut ja koulutus.

[Click here to enter text.](#)

ASIASANAT:

Paloturvallisuus, Sprinklerilaitteisto, Korkea varastorakennus.

BACHELOR'S | ABSTRACT

TURKU UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

HVAC engineering

2022 41 pages, 2 pages in appendices

Timo Viitanen

ALTERNATIVE METHODS OF HIGH-STORAGE SPRINKLER EQUIPMENT BASED ON STANDARD SFS-EN 12845

Automatic sprinkler system is a reliable and effective way to protect warehouses. The design of the automatic fire extinguishing system in a high-storage building is guided by many standards and regulations. In the current situation, the course of the planning process is known only by experienced sprinkler designers in the office. Other fire safety designers have also missed a clear guideline on the course and grounds of the design.

The objective of the thesis is to compare two different ways and to understand the progress of the design process. The thesis is a reflection on the fundamentals and theories behind the formulation of the instruction.

Based on the work, a sprinkler design instruction was born. The instruction comes for internal use of the company. It is an appendix to the actual thesis and is an encrypted portion. Fire technical engineering company Markku Kauriala is engaged in fire safety design, safety technical research, consulting, professional services and training.

KEYWORDS:

Fire safety, Automatic sprinkler system, High-storage safety

SISÄLTÖ

1 JOHDANTO	7
1.1 Taustaa työlle	8
2 VARASTORAKENNUKSEN PALOTURVALLISUUSTASON MÄÄRITYS	9
2.1 Varastorakennuksen paloluokan määrittäminen	10
2.2 Varastorakennuksen palo-osaston enimmäisalan määrittäminen	11
3 SAMMUTUSJÄRJESTELMÄN HANKINTA	14
4 SPRINKLERIT	16
4.1 Sprinklerijärjestelmien asennustyyppit	17
4.1.1 Märkäasennus	18
4.1.2 Kuiva-asennus	18
4.1.3 Kuiva-märkäasennus	19
4.1.4 Ennakkolaukaisuasennus (Deluge)	19
4.1.5 Kuiva- tai kuiva-märkäjatkoasennus	20
4.1.6 Vesivalelujatkoasennus	20
4.2 Sprinklerilaitteiston osat	21
4.2.1 Vesilähteet	21
4.2.2 Pumput	21
4.2.3 Sprinklerit	23
4.2.4 Venttiilit	24
5 SUUNNITTELUN PERUSTEET	25
5.1 Käytettävissä oleva vesilähde	25
5.2 Sprinkleriluokat	27
5.3 Materiaaliluokka	27
5.4 Varastointitapa	28
5.4.1 Varastoitavien tavaroiden luokittelu ESFR	29
5.5 Varastointikorkeus	29
5.5.1 Varastointikorkeus ESFR	30
5.6 Vesivuon tiheys ja mitoitusala	31
5.7 Säännöt	32
5.8 Savunpoiston ja sprinklerijärjestelmän yhteistoiminnan periaatteet	32

6 SPRINKLERIJÄRJESTELMIEN SUUNNITTELU	33
6.1 Sprinklerien sijoittelu varastoon	33
6.1.1 Katto- ja telineistösprinkleri	33
6.1.2 ESFR-sprinklerisuojaus	37
6.2 Sprinklerityypin valinta	38
6.3 Järjestelmän mitoitus	39
7 POHDINTA	40
LÄHTEET	41

LIITTEET

Liite 1. Selvitys sammutuslaitteiston suunnitteluperusteista.

KUVAT

Kuva 1 Ikean myymälävarastorakennuksen palo 2011 Israelissa (IJan Lagerblad esitysmateriaali high storage protection seminar 2012)	9
Kuva 2 Esimerkki P0 luokan tuotanto- varastorakennus Alicantessa (IMartin Dich esitysmateriaali high storage protection seminar 2012 Paris)	12
Kuva 3 Sprinklerin 15 minuutin polttokoe laboratoriossa (NFPA-esittelymateriaali)	15
Kuva 4. Sprinkleriasennuksen pääosat (EN 12845)	17
Kuva 5. Märkäasennus	18
Kuva 6. Kuiva-asennuksen pääosat (https://www.qrfs.com/blog/143-a-guide-to-dry-sprinkler-systems-part-1/)	19
Kuva 7 Esimerkki Tyyppi A laitteistosta	20
Kuva 8 Käsinlaukaisuventtiili	20
Kuva 9. Avoin sprinklerisuutin	20
Kuva 10 Esimerkki dieselpumpusta	22
Kuva 11. Sprinklerin osat	23
Kuva 12 Valvottu verkoston sulkuventtiili	24
Kuva 13 Esimerkkiratkaisu ehtymättömästä vesilähteestä	26
Kuva 14 Erilaisia varastointitapoja (lähde EN 12845)	28
Kuva 15 Esimerkki telineistösprinklereistä (Tyco esite)	31
Kuva 16 Kattosprinklereiden sijoitusperiaatteet (EN 12845)	34
Kuva 17 Kattosprinklerien sijoittelu varastoon	34
Kuva 18 Telineistösprinklerien sijoitus -kategoria I ja II (EN 12845)	35
Kuva 19 Telineistösprinklerien sijoittelu	36
Kuva 20 Katto ja telineistösprinklerien sijoittuminen poikkileikkauksessa	36
Kuva 21 ESFR sprinklerien sijoittelu	37
Kuva 22 Sprinklerien valintataulukko (EN 12845)	38
Kuva 23 Esimerkkejä valituista suuttimista Conventional ja ESFR (www.enexia.com)	38

KUVIOT

Kuvio 1 Sammutuslaitteiston hankinnan periaatekaavio	14
Kuvio 2. Omaisuusvahinkojen suhde sprinkleri suojattu/suojamaton kohde (Hall 2010)	16
Kuvio 3 Materiaalitekijän vaikutus varastokategoriaan (lähde EN 12845)	28

TAULUKOT

Taulukko 1. Tuotanto- ja varastorakennuksen palo-osaton enimmäisala (lähde YM asetus 848/2017)	13
Taulukko 2. Sprinklerien värimerkinnot (EN 12845)	23
Taulukko 3 Suurimmat varastointikorkeudet OH3 suojauksella (lähde EN 12845)	27
Taulukko 4 Kattosprinklerien mitoitusperusteet, kun myös telineistössä on sprinklerit (EN 12845)	29
Taulukko 5 Varastointikorkeudet ja minimipaineet	30

1 JOHDANTO

Monta kertaa Kuopiossa valtion pelastusopiston harjoitusalueella teollisuuspalosimulaattorissa tehtyjen sammutusharjoitusten ansiosta olen ymmärtänyt, miten hankalaa ison teollisuushallin sammutus käytännössä on, koska vaaditaan suuria vesimääriä ja järeän kaluston liikuttelu vaikeissa rakenteissa on vaativaa. Teollisuus- ja varastopa-loissa lämmöt ovat valtavia, rakenteiden kesto epävarmaa ja tilat sokkeloisia. Tämän takia on syntynyt ymmärrys, että palomiehen paras turva on automaattiset sammutusjärjestelmät varsinaisen sammutustyön tukena.

Aiemmin rakennusten paloturvallisuuden suunnittelua ohjasi Ympäristöministeriön ohjeet ja määräykset E1-E9 aina vuoden 2017 loppuun asti. Vuoden 2018 alussa astui voimaan uusi Ympäristöministeriön asetus rakennusten paloturvallisuudesta 848/2017 ja sen tueksi laadittu muistio. Lisäksi tuli täydentävä asetus 927/2020 ja muistio vuoden 2021 alusta. Käytännössä tämä tarkoitti, että ohjeet jäivät pois ja määräysten soveltamiseen jää paljon tulkinnan varaa. Nykyisessä tilanteessa paloteknisen suunnittelun tueksi tarvitaan paljon oppaita ja ohjeita.

Tehtäessä rakennuksen paloturvallisuussuunnittelua alussa tarvittavia lähtötietoja ovat rakennuksen palovaarallisuusluokka, suojaustaso, kerrosluku, palokuormat, palo-osastointi, korkeus, pinta-ala, henkilömäärä sekä tilojen käyttötavat ja toiminnot.

Rakennuksen suojaustasolla on joissakin tapauksissa vaikutusta suurimman sallitun palo-osaston kokoon, osastoivien rakenteiden luokkavaatimukseen sekä rakennuksen paloluokkaan. Uskomatonta kyllä, mutta valitsemalla parempi suojaustaso voidaan joissakin tapauksissa laskea myös rakennuskustannuksia.

Päädyttäessä vaatimuksena tai valintana suojaustasoon 3, niin rakennus varustetaan automaattisella sammutuslaitteistolla eli esimerkiksi sprinklerijärjestelmällä. Joissakin tilanteissa rakennuksen käyttötapa ei salli vesisammutusta, kuten tilat, joissa kemikaaliset reaktiot veden kanssa ovat mahdollisia tai palavien nesteiden varastot. Tällöin on mietittävä muunlaisia sammutusmenetelmiä tai käytettävä esimerkiksi vaahtosammutuslaitteistoa. Myös suojaustason 3 rakennus on varustettava asianmukaisilla käsisammuttimilla. Sprinklerijärjestelmä vaaditaan, kun rakennuksen palotekninen luonne, suuret palo-osastot ja omaisuusvahingot sekä henkilöturvallisuus vaativat tehokkaan automaattisen sammutuslaitteiston.

Mikko Nieminen on tehnyt vuonna 2018 diplomityön jonka perusteella laitteistoja voidaan pitää toimintavarmoina. Tutkimuksen mukaan niiden toimintavarmuus on 98,1 %.

1.1 Taustaa työlle

Nuorena ja kiiltävänä insinöörin alkuna minulle annettiin ensimmäisessä työpaikassa moneen kertaan kopioitu opas putkistosuunnittelun alkeista, joka oli omiaan helpottamaan työurani alkua laivojen lvi-suunnittelun parissa. Pienessä insinööritoimistossa ei ylimääräiseen perehdytykseen ollut aikaa, joten opus ohjasi välttämään pahimmat karikot. Oppaan oli aikoinaan laatinut kokenut suunnittelija, joka puhtaasta auttamisen halusta oli koonnut kaiken sen tiedon, jota varmasti olisi itsekin kaivannut uransa alussa.

Tässä opinnäytetyössä on aito pyrkimys saada aikaiseksi saman kaltainen ohje, jolla toimistomme muut kuin sprinklerisuunnittelijat pääsevät työssä alkuun tai jos on tarvetta tiedonhakuun aiheesta. Ohjeen tekemisen avulla myös syvennän omaa osaamistani sprinklerisuunnittelusta. Lisäksi työssä pyritään keräämään ohjeeseen myös hiljaista tietoa, jota kokeneille suunnittelijoille on kertynyt.

Aivan aluksi pyrin luomaan kuvaa suunnitteluprosessin etenemisestä ja sen vaiheista. Tällöin pidettiin yhdessä toimiston suunnittelijoiden kanssa kolme palaveria, jossa he kuvasivat suunnitteluprosessin etenemistä. Päästyämme yhteisymmärrykseen sen vaiheista siirryin mallintamaan prosessia.

Seuraavassa vaiheessa testattiin mallia käytännön sprinklerisuunnittelussa kahdessa eri toteutusvaihtoehdossa korkeassa varastorakennuksessa, jolloin pystyttiin täydentämään ja tarkentamaan ohjetta. Laadittuani varaston automaattisen sammutusjärjestelmän suunnitelmat kahdella eri toteutustavalla toteutettuna, niin tein vielä tarkennuksia ja muutoksia ohjeeseen. Suunnitteluohje on tämän työn liite ja se on salattava osuus.

Lopuksi vielä pohdintaa työn tavoitteiden toteutumisesta, omasta oppimisesta ja työn tuloksista.

2 VARASTORAKENNUKSEN PALOTURVALLISUUSTASON MÄÄRITYS

Aivan aluksi on määriteltävä, mitä tarkoittaa korkea varastorakennus. Toisaalta määrittely voidaan tehdä kaavion 1 mukaan, jolloin 1-kerroksisen P3-paloluokan varastorakennuksen suurin sallittu korkeus on 14 metriä, mutta sprinklerisääntöjen mukaan se määrittyy enintään 13,7 metriin sisäkaton korkeuden perusteella (taulukko 5) ESFR (ESFR= Early Suspension Fast Response) suojatussa kohteessa.

Kun suunnitellaan rakennuksen paloturvallisuustasoa, niin keskeisiä huomioon otettavia asioita ovat tekniset vaatimukset, rakennuksen paloluokka sekä rakennuksen käyttötarkoitus. Tässä opinnäytetyössä rakennuksen suojaustaso on automaattinen sammutuslaitteisto, paloluokka on P3 ja käyttötarkoitus on varastotila.

Rakennuslupavaiheessa on rakennushankkeeseen ryhtyvän huolehdittava, että rakennus suunnitellaan ja rakennetaan sen käyttötarkoituksen edellyttämällä tavalla paloturvalliseksi. Tämä tarkoittaa, että jo lupavaiheessa laaditaan rakennuksen paloturvallisuussuunnitelma. Korjatun tai muutetun rakennuksen paloturvallisuustason on yleensä oltava vähintään sama kuin ennen korjaus- tai muutostyötä, kuitenkin vähintään rakennukselle aiemmin myönnetyn luvan mukainen. (Ympäristöministeriö 132/1999 §119 b.)



Kuva 1 Ikean myymälävarastorakennuksen palo 2011 Israelissa (Jan Lagerblad esitysmateriaali High storage protection seminar 2012)

Varastorakennuksen paloturvallisuussuunnittelun yhteydessä on erikseen arvioitava rakennusten palovaarallisuusluokka ja palokuorma. Palovaarallisuusluokka ilmaisee rakennuksen tai sen osan palo- ja räjähdysvaaraa ja se on jaettu kahteen luokkaan 1 ja 2. Palovaarallisuusluokassa 1 esiintyy vähäinen tai kohtalainen ja luokassa 2 esiintyy huomattava tai suuri palo- tai räjähdysvaara. (Jantunen 2017,5§.)

Palokuorma tarkoittaa rakennuksessa olevan palavan aineen määrää. Sinänsä palokuorma ei vaikuta palon voimakkuuteen tai lämpötilaan, vaan suurempi palokuorma palaa pidempään. Palokuormaryhmiä on kolme asetuksen 848/2017 mukaisesti:

1. alle 600 MJ/m²
2. 600–1200 MJ/m²
3. yli 1200 MJ/m².

2.1 Varastorakennuksen paloluokan määrittäminen

Kun rakennus suunnitellaan asetuksen mukaisesti, niin silloin sen paloluokka on P1, P2 tai P3. Oletettuun palon kehitykseen perustuvan luokituksen rakennus on P0.

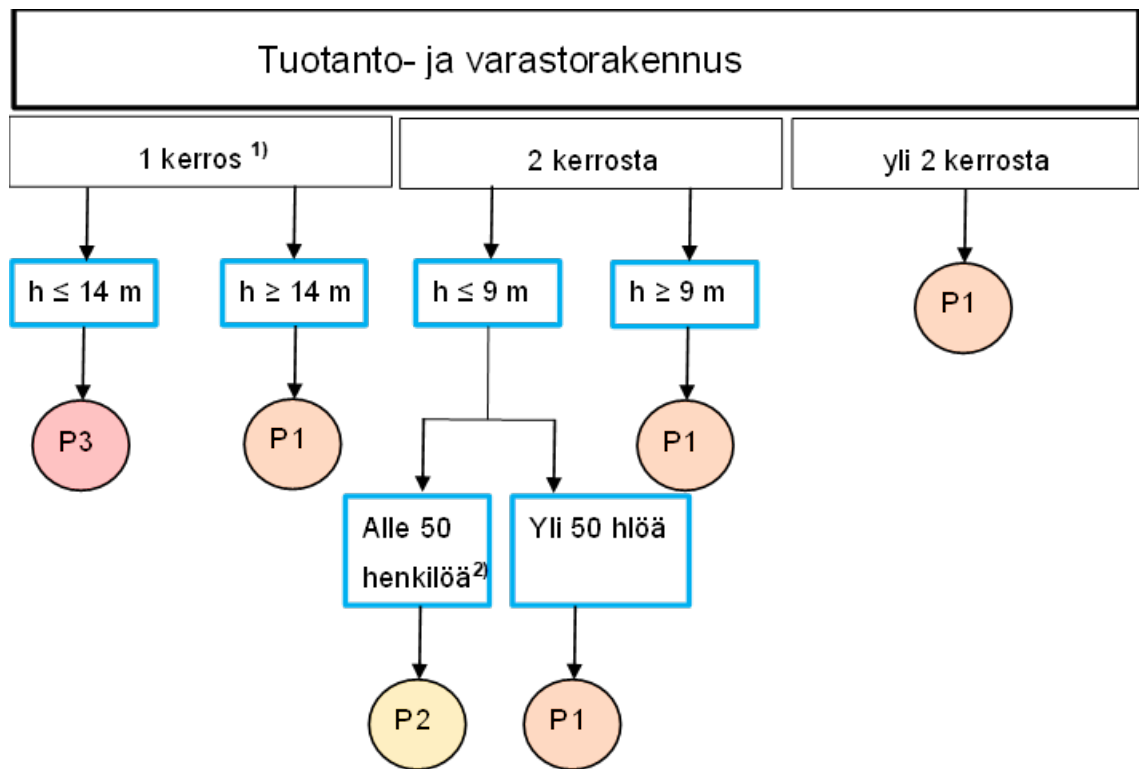
P0 luokkaan kuuluvan rakennuksen palonkesto perustuu oletettuun palonkehitykseen, jolloin poistumisturvallisuutta tai rakenteiden palonkestävyys on arvioitu toiminnallisen palosuunnittelun avulla ja jossa yleisimmin simuloidaan palotapahtumaa tietokonemallilla. Yleisesti luokitusta käytetään esimerkiksi haluttaessa suurempia palo-osastoja, pidempiä poistumismatkoja, savunpoiston mitoituksessa, kantavien rakenteiden kestävyyttä arvioitaessa, annettaessa enemmän työkaluja arkkitehdille suunnitteluun tai halutaan logistisesti parempi käytettävyys rakennukseen.

P1 luokkaan kuuluvan rakennuksen kantavien rakenteiden voidaan olettaa kestävän palossa sortumatta. Rakennuksessa työskentelevien määrää ei ole rajoitettu.

P2 luokan rakennuksessa ei aseteta kantaville rakenteille aivan yhtä suurta vaatimusta. Riittävä paloturvallisuustaso saavutetaan rajoittamalla rakennuksen kokoa ja henkilömäärää.

P3 luokan rakennuksen kantaville rakenteille ei aseteta vaatimuksia. Hyväksyttävä paloturvallisuustaso saavutetaan rajoittamalla rakennuksen kokoa ja henkilömääriä rajoittamalla riippuen käyttötarkoituksesta. (Jantunen 2017,4§.)

Tuotanto- ja varastorakennuksen paloluokan määräytyminen on esitetty kaaviossa 1.



Kaavio 1 Tuotanto- ja varastorakennuksen paloluokan määrittäminen (lähde RT 103131)

2.2 Varastorakennuksen palo-osaston enimmäisalan määrittäminen

Automaattisella sammutuslaitteistolla varustetuissa kohteissa on mahdollista saada lievennyksiä palo-osaston enimmäisalan kokoon (taulukko 1), sallittuihin henkilömääriin, kantavien rakenteiden luokkavaatimukseen, sisäpuolisten pintojen luokkavaatimukseen ja poistumisteiden pituuksiin.

Palo-osaston enimmäiskoko määrittyy rakennuksen paloluokan mukaan. Osastoinnin tarkoituksena on savun ja palon leviämisen estäminen, poistumisturvallisuuden varmistaminen sekä palo- ja pelastustoiminnan helpottaminen. Osastointitapoja on kerrososastointi, pinta-alaosastointi ja käyttötarkoituksosastointi. (848/2017 5§)



Kuva 2 Esimerkki P0 luokan tuotanto- ja varastorakennus Alicantessa (Martin Dich esitysmateriaali High storage protection seminar 2012 Paris)

Rakennuksen suojaustasot vanhan E2 mukaan ovat 1, 2 ja 3. Taso 1 tarkoittaa normaalia alkusammutuskalustoa. Tasossa 2 rakennus on varustettu automaattisella paloilmoinlaitteistolla. Taso 3 tarkoittaa, että rakennuksessa on automaattinen sammutuslaitteisto ja lisäksi alkusammutuskalusto. Tasojen 2 ja 3 eroa kuvaa parhaiten, että paloilmoin valvoo ja sprinkleri suojaa kohdetta.

Kun rakennus varustetaan automaattisella sammutuslaitteistolla, niin rakennuksen palo-osaston kokoa voidaan kasvattaa taulukon 1 osoittamalla tavalla. Esimerkiksi palovaarallisuusluokan 1 P3 luokan tuotanto- varastorakennuksen palo-osaston koko voi olla enimmillään 2000 m², mutta kun rakennus suojataan automaattisella sammutusjärjestelmällä, niin palo-osaston koko voi olla 12 000 m².

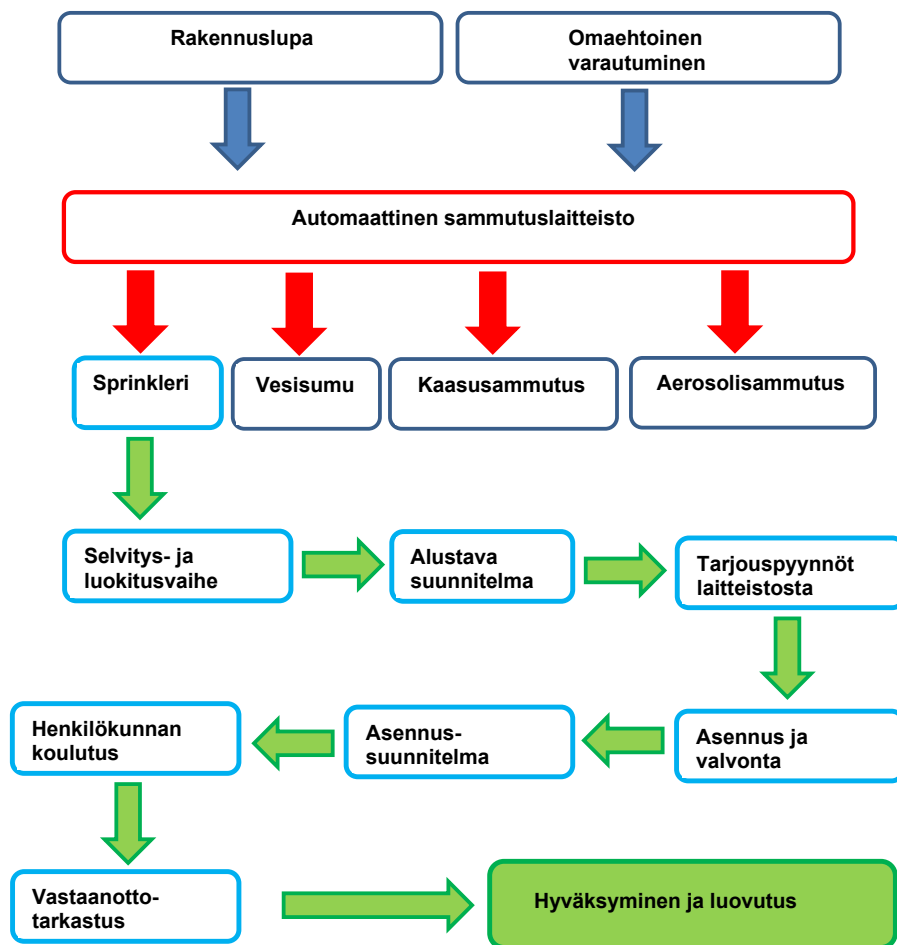
Taulukko 1. Tuotanto- ja varastorakennuksen palo-osaston enimmäisala (848/2017, taulukko 5)

Käyttötarkoitus	Rakennuksen paloluokka ja kerrosmäärä		
	P1	P2 1-2 krs.	P3
Tuotanto- ja varastotila, Palovaarallisuusluokka 1			
1-kerroksinen yleensä	6 000 ¹⁾ (60 000 ²⁾) m ²	4 000 ¹⁾ (36 000 ²⁾) m ²	2 000 (12 000) m ²
- lämpöeristämätön rakennus	12 000 (60 000 ²⁾) m ²	12 000 (36000 ²⁾) m ²	12 000 m ²
- kasvihuone	12 000 ³⁾ m ²	24 000 ¹⁾ m ²	24 000 ¹⁾ m ²
2-kerroksinen	4 000 ¹⁾ (24 000 ²⁾) m ²	2 000 ¹⁾ (12 000 ²⁾) m ²	Ei sallittu
Yli 2-kerroksinen	3 000 (9 000 ²⁾) m ²	Ei mahdollinen	Ei mahdollinen
Tuotanto- ja varastotila, Palovaarallisuusluokka 2			
1-kerroksinen	2 000 ¹⁾ (12 000 ²⁾) m ²	1 000 ¹⁾ (6 000 ²⁾) m ²	2000 m ²
Yli 1-kerroksinen	1 000 (6 000 ²⁾) m ²	Ei sallittu	Ei sallittu
<p>1) Palo-osaston pinta-alaa voidaan kasvattaa enintään 50%, jos tila varustetaan hätäkeskukseen kytketyllä paloilmoittimella ja tehokas sammutustyö voidaan aloittaa riittävän aikaisessa vaiheessa.</p> <p>2) Kun rakennus on varustettu automaattisella sammutuslaitteistolla.</p> <p>3) Palo-osaston enimmäisalaa ei rajoiteta, jos rakennuksen pinta-alalle tasaisesti jakautunut palokuorma on enintään 150 MJ/m².</p>			

3 SAMMUTUSJÄRJESTELMÄN HANKINTA

Rakennuksen suojaaminen automaattisella sammutusjärjestelmällä varastorakennuksissa voi perustua rakennusluvan ehtoihin, jolloin halutaan välttää osastoivia rakenteita muunneltavuuden ja toiminnallisuuden näkökulmasta. Myös suunnitelmat jatkorakentamisesta voivat kannustaa rakennusvaiheessa valitsemaan automaattisen sammutusjärjestelmän.

Omaehtoinen varautuminen liittyy yleensä yrityksen korkeaan turvallisuuskulttuuriin, tunnistettuihin riskeihin omien riskiarvioiden perusteella, vakuutusmaksujen omavastuun alentamiseen tai vakuuttajien vaatimuksiin. Sammutuslaitteiston hankinnan prosessi on esitetty kuviossa 1.



Kuvio 1 Sammutuslaitteiston hankinnan periaatekaavio

Rakennuskohteisiin voidaan valita myös useita erilaisia automaattisia sammutusjärjestelmiä kohdesuojaukseen. Kun kyseessä on automaatio- tai sähkötiloja, niin silloin voi olla perusteltua valita kaasusammutuslaitteisto, jolloin sammutusjärjestelmän toimiminen ei aiheuta herkälle laitteistolle mittavia vahinkoja ja pitkiä tuotannollisia katkoja. Korkeissa tiloissa on yleensä järkevää valita perinteinen sprinklerijärjestelmä. Myös tuotantotilojen automaattisia laitteistoja voidaan suojata kohdesuojauksella ilman, että koko rakennusta suojataan automaattisilla sammutusjärjestelmillä. Tällöin sammutusjärjestelmä ei ole rakennusluvan ehto.

Rakennushankkeeseen ryhdyttäessä rakennusvalvonnan ja pelastusviranomaisen tehtävänä on varmistaa, että sammutuslaitteiston suunnitteluperusteet ovat kunnossa, mikäli laitteisto on rakennusluvan ehto. Vastuu suunnitelman oikeellisuudesta on suunnittelijalla ja asennusliikkeellä. Laitteiston toiminnan varmistamiseksi tarkastuslaitos tekee lopuksi kolmannen osapuolen käyttöönottotarkastuksen.

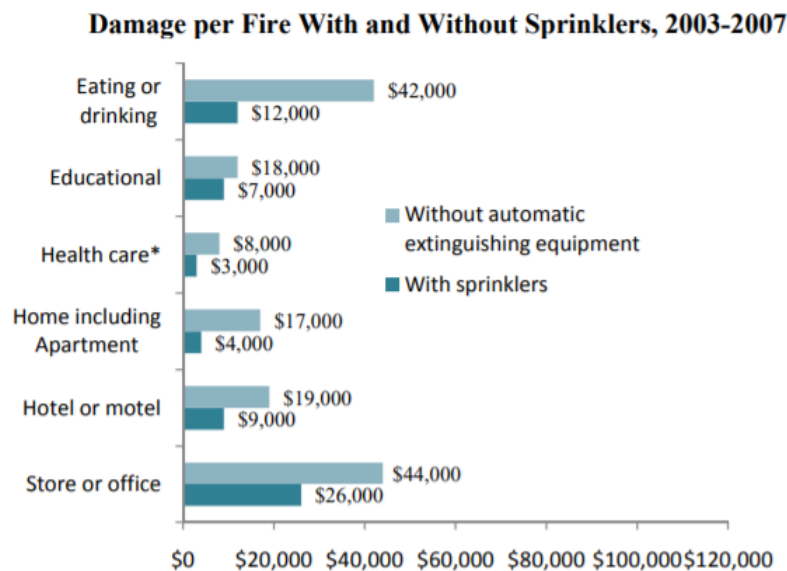


Kuva 3 Sprinklerin 15 minuutin polttokoe laboratoriossa (NFPA-esittelymateriaali)

4 SPRINKLERIT

Sprinklerilaitteiston tehtävänä on havaita tulipalo ja sammuttaa se vedellä jo palon alkuvaiheessa tai pitää se hallinnassa siihen asti, kunnes se saadaan sammutettua muilla menetelmillä.

Automaattisen sprinklerilaitteiston avulla voidaan merkittävästi vähentää palokuolemia ja aineellisia vahinkoja tulipaloissa. Se onkin yksi tehokkaimmista aktiivisen palosuojauksen keinoista. Palokuolemat vähenivät 83 % ja omaisuudelle aiheutuneet vahingot 40–70 % tutkittuna ajanjaksona 2003–2007 USA:ssa. (Hall 2010)



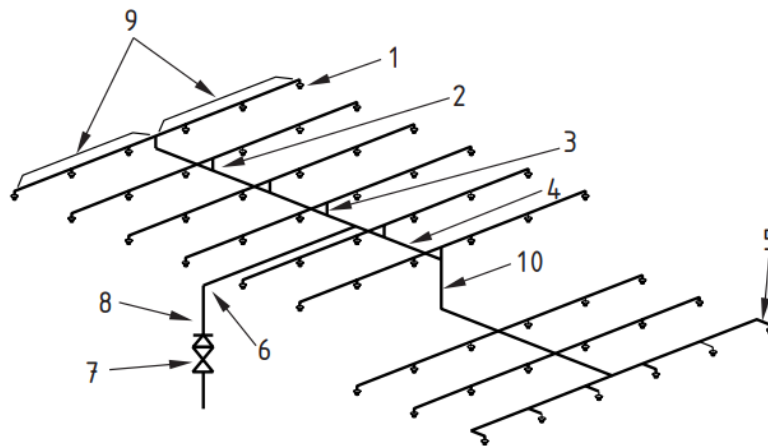
Kuvio 2. Omaisuusvahinkojen suhde sprinklerillä suojattu/suojamaton kohde (Hall 2010)

Sprinklerilaitteiston mitoitusvesimäärä määritetään suojattavan tilan käyttötarkoituksen sekä varastoitavan materiaalin ja sen pinoamiskorkeuksien perusteella. Tarvittavaan vesimäärään ja paineeseen vaikuttavat kohteessa tapahtuva toiminta, käsiteltävän materiaalin palovaarallisuus ja varastointikorkeudet tiloissa.

Tulipalotilanteessa on sprinklerin lauettava tietyssä suunnitellussa lämpötilassa (30 °C korkeampi kuin ympäristön oletettu lämpötila), jolloin se levittää sammutusvettä

vaikutusalueelleen. Vesi virtaa hälytysventtiiliin läpi ja antaa palohälytyksen. Ainoastaan palokohteessa olevat riittävälle lämpötilalle altistuneet sprinklerit laukeavat.

Sprinklerilaitteisto koostuu yhdestä tai useammasta vesilähteestä ja yhdestä tai useammasta sprinkleriasennuksesta. Jokainen sprinkleriasennus koostuu asennusventtiilistä laitteineen sekä putkistosta ja sprinklereistä. Sprinklerit asennetaan tiettyihin paikkoihin kattoon tai sisäkattoon ja tarvittaessa varastotelineistöihin sekä kuivureihin tai uuneihin. (EN 12845 s.7.)



Selite

1	Sprinkleri	6	Pääjakojohto
2	Nousuputki	7	Asennusventtiili
3	Taulukkomitoituspiste	8	Nousuputki
4	Alajakojohto	9	Haarajohdot
5	Sovitusputki	10	Laskujohto

Kuva 4. Sprinkleriasennuksen pääosat (EN 12845)

4.1 Srinklerijärjestelmien asennustyytit

Sprinkleriasennukset voidaan jakaa kuuteen erilaiseen asennustyyppiin: märkäasennus, kuiva-asennus, kuiva-märkäasennus, ennakkolaukaisuasennus, kuiva- tai kuivamärkä-jatkoasennus ja vesivalelujatkoasennus. (EN 12845, s. 66–69)

4.1.1 Märkäasennus

Märkäasennuksessa putkisto on täytetty paineenalaisella vedellä. Lämpötilan noustessa riittävästi sprinkleri laukeaa ja vettä tulee suutimesta välittömästi. Asennustapa on yksinkertaisin, luotettavin ja ylläpitokustannuksiltaan edullisin. Käyttöolosuhteita mietittäessä tulisi ottaa huomioon jäätyminen vaara ja ylin käyttölämpötila, mikä on 95 °C. Kylmissä olosuhteissa voidaan estää jäätyminen lämpökaapelilla, täyttämällä putkisto jäänestoaineella tai asentamalla kuivajatkos asennus. Lämmitysjärjestelmällä varustetut putket on eristettävä palamattomalla materiaalilla ja varustettava kahdella erillisellä lämmityselementillä, joita voidaan säätää ja valvoa niiden vikaantumista. Lisäksi putkisto on varustettava lämpötila-anturilla, joka antaa hälytyksen lämpötilan laskiessa alle +5 °C. (EN 12845, s.66)

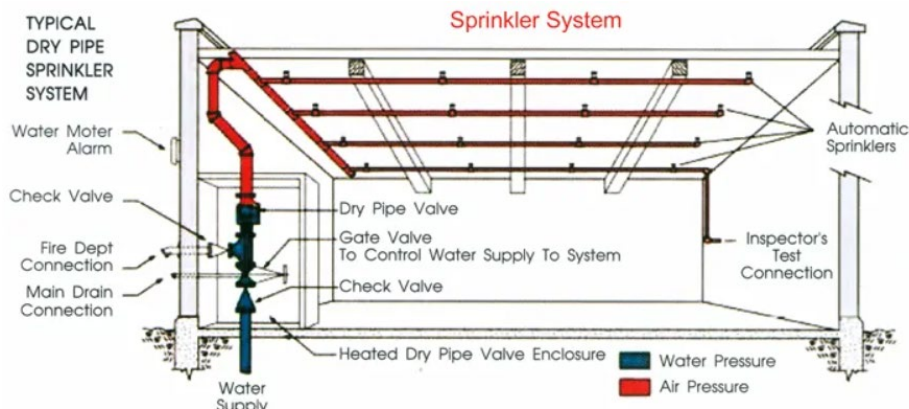


Kuva 5. Märkäasennus

4.1.2 Kuiva-asennus

Kuiva-asennuksessa suutinputkisto on jäätymisvaaran tai käyttölämpötilan ollessa yli 70 °C (esim. uunit) täytetty paineistetulla ilmalla tai inerttikaasulla. Lisäksi tarvitaan

paineilman tai inerttikaasun lähde, jonka avulla paine pidetään sopivana asennusventtiilin valmistajan ilmoittamissa rajoissa. Laitteisto toimii, kun yksi tai useampi sprinkleri aktivoituu ja paine suutinputkistossa alenee, jolloin kuiva-asennusventtiili avautuu veden paineesta ja vesi pääsee putkistoon, josta edelleen sprinklereille (aikaa saa kulua enintään 60 sekuntia OH ja HH luokissa ja 90 sekuntia LH luokassa) (EN 12845, s.67.)



Kuva 6. Kuiva-asennuksen pääosat (<https://www.qrfs.com/blog/143-a-guide-to-dry-sprinkler-systems-part-1/>)

4.1.3 Kuiva-märkäasennus

Kuiva-märkäasennuksessa asennusventtiilin jälkeen suutinputkisto on täytetty paineistetulla ilmalla tai inerttikaasulla kylmänä vuodenaikana ja asennusventtiiliä ennen vedellä. Säiden salliessa putkisto täytetään vedellä ja se toimii kuin märkäasennus (EN 12845 s.67.)

4.1.4 Ennakkolaukaisuasennus (Deluge)

Ennakkolaukaisuasennuksessa kuiva-asennusventtiilin (kuva 7) laukaisee erillinen palonilmaisujärjestelmä, jolla pyritään joko vesivahinkojen estämiseen tai nopeutettuun kuiva-asennukseen.

Tilanteessa, jossa vesivahinko aiheuttaa kohtuuttoman suurta vahinkoa (Tyyppi A), vaaditaan myös ilmoitus paloilmoitinjärjestelmästä tuleva hälytys, jotta vesi pääsee sprinkleriputkistoon. Lisäksi on harkittava käsinlaukaisuventtiilin sijoituspaikka, jotta järjestelmä voidaan laukaista hätätilanteessa (kuva 8).

Nopeutetussa kuiva-asennuksessa asennusventtiilin aukeamisen saa aikaan joko paloilmoinjärjestelmä tai paineen aleneminen suutinputkistossa. Järjestelmä valitaan, kun oletettu palon kehitysnopeus on suuri (Tyyppi B). (EN 12845, s.68.)



Kuva 7 Esimerkki Tyyppi A laitteistosta



Kuva 8 Käsinsulkeventtiili

4.1.5 Kuiva- tai kuiva-märkäjatkoasennus

Jatkoasennuksia saa tehdä suojaessa pieniä alueita, joissa esiintyy jäätymisvaara, tai kun suojataan kylmävarastoja ja korkean lämpötilan kuivureita tai uuneja. (EN 12845, s.69)

4.1.6 Vesivalelujatkoasennus

Vesivalelujatkoasennuksessa sprinklerit ovat avoimia ja palotilanteessa erillinen paloilmoinjärjestelmän reagointi aiheuttaa ryhmälaukaisuventtiilin aukeamisen, jolloin vesi tulee kaikista suuttimista yhtä aikaa. Järjestelmää käytetään kohteissa, joissa on tunnistettu palon olevan voimakas ja leviävän helposti. Siksi on toivottavaa laukaista vettä koko oletetulle paloalueelle. (EN 12845, s.69)



Kuva 9. Avoin sprinklerisuutin

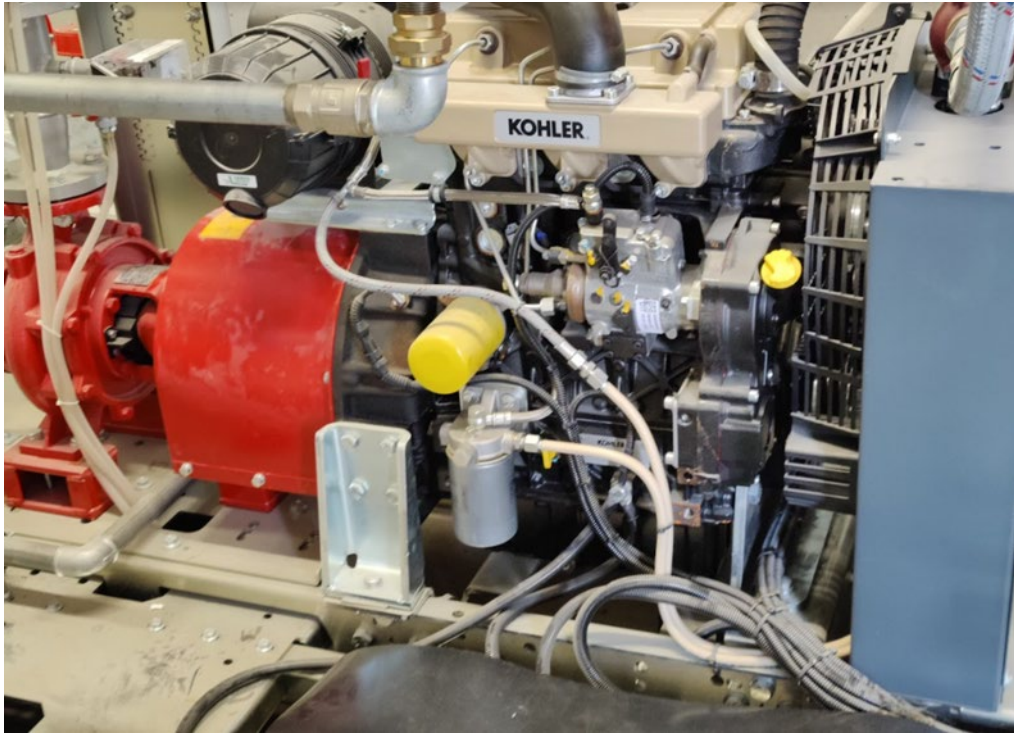
4.2 Sprinklerilaitteiston osat

4.2.1 Vesilähteet

Vesilähteen on kyettävä automaattisesti syöttämään sprinklerilaitteiston vaatiman virtaaman ja paineen. Vesilähteen mitoituksessa on huomioitava laitteiston vähimmäistoiminta-aika (LH 30 min, OH 60 min, HHP 90 min ja HHS 90 min). Vesilähde voi olla yleinen vesijohto, vesisäiliö, ehtymätön vesilähde tai painesäiliö (EN 12845, s. 36–39.)

4.2.2 Pumput

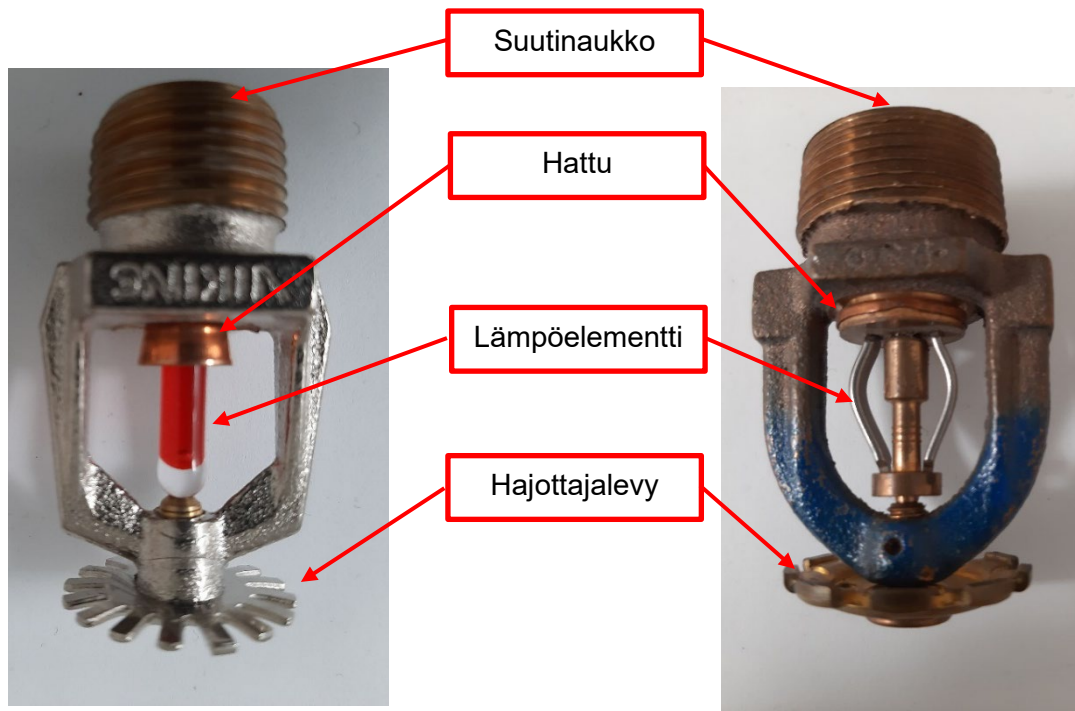
Pumppujen käyttövoimana on joko sähkö- tai dieselmoottori. Pumppujen on saavutettava nimelliskapasiteettinsa 15 sekunnin kuluessa käynnistyksestä. Useamman pumpun asennuksessa pumppujen ominaiskäyrien tulee olla yhteensopivat ja niiden tulee pystyä toimimaan rinnan kaikilla virtaaman arvoilla. Kolmen pumpun asennuksessa kukin pumppu tuottaa vähintään 50 % vaaditusta virtaamasta vaaditulla paineella. Vain yksi pumpuista saa olla sähkömoottorikäyttöinen. Dieselpumpuilla pyritään varmistamaan sprinklerien häiriötön toiminta myös silloin, kun sähkönsyöttö katkeaa. Pumppujen tulee käynnistyä automaattisesti paineen laskiessa 20 % sprinkleriverkoston paineesta ja kahden pumpun järjestelmässä toisen pitää käynnistyä paineen laskiessa 40 % suljetusta paineesta. Jos pumppuja on kaksi ja niistä toinen on sähkökäyttöinen, niin silloin sähkökäyttöisen tulee käynnistyä ensin. Pumppujen pysäytys käsin pumppaamolta. (EN 12845, s.51–61.)



Kuva 10 Esimerkki dieselpumpusta

4.2.3 Sprinklerit

Sprinklerien osia ovat runko, lämpöelementti, hattu, suutinaukko ja hajottajalevy. Sprinklerityypit ovat alakattosprinkleri, osittain upotettavat sprinklerit, upotettavat sprinklerit, piilosprinklerit, sivusprinklerit, ja flat spray-sprinklerit. Lämpöelementti voi olla joko lasikapseli tai metallinen sulakelukko (EN 12845 s. 100–103.)



Kuva 11. Sprinklerin osat

Taulukko 2. Sprinklerien värimerkinnot (EN 12845)

Lasikapselisprinklerit		Sulakelukkosprinklerit	
Nimellinen laukeamis- lämpötila °C	Nesteen väri	Nimellisen laukeamis- lämpötilan vaihteluväli °C	Tukivarsien värimerkintä
57	Oranssi	57-77	Värjäämätön
68	Punainen	80-107	Valkoinen
79	Keltainen	121-149	Sininen
93	Vihreä	163-191	Punainen
100	Vihreä	204-246	Vihreä
121	Sininen	260-302	Oranssi
141	Sininen	320-343	Musta
163	Malva		
182	Malva		
204	Musta		
227	Musta		
260	Musta		
286	Musta		
343	Musta		

4.2.4 Venttiilit

Jokaisella sprinkleriasennuksella tulee olla putkistoon yksilöity asennusventtiili, joka käsittelee kaikki sulkuventtiilit, hälytysventtiiliin ja muut sprinkleriasennukseen tarvittavat venttiilit ja laitteet. Sulkuventtiilejä ei saisi asentaa asennusventtiiliin jälkeisen putkistoon. Jos kuitenkin sellainen asennetaan testauksen tai huollon takia, niin se on valvottava. Sulkuventtiilien, jotka estävät veden tulon sprinklereille, on sulkeuduttava myötöpäivään, ne on varustettava asennonosoittimella ja lukittava oikeaan asentoon.



Kuva 12 Valvottu verkoston sulkuventtiili

Tyhjennysventtiili tulee asentaa välittömästi asennusventtiiliin tai sen jälkeisen sulkuventtiiliin jälkeen, jokaisen jatkoasennusventtiiliin tai sen jälkeisen sulkuventtiiliin jälkeen, kuiva-asennusventtiiliin tai kuivajatkosennusventtiiliin jälkeen sekä lisäksi jokaiseen putkeen, joka ei tyhjene muun tyhjennysventtiiliin kautta lukuun ottamatta yksittäisiä sprinklereille johtavia laskuputkia.

Koeventtiilit tarvitaan hydraulisten hälytysten ja hälytyspainekeytkimien testaamiseen sekä myös pumpun käynnistyksen testaamiseen. Lisäksi virtauksen kannalta kaukaisimpaan kohtaan tulee jakojohdon päähän asentaa koeventtiili, jolla voidaan mitata virtausta ja painetta järjestelmässä ja verrata sitä suunnitteluarvoon (EN 12845, s.104–106.)

5 SUUNNITTELUN PERUSTEET

Yleensä koko rakennus suojataan sprinklerillä, ja mikäli jokin rakennuksen osa jää suojaamatta, niin se on osastoitava vähintään EI 60 mukaan. Suojausperuste on yleensä rakennusluvan ehto tai omatoiminen varautuminen, kuten jo aiemmin käytiin läpi. (EN 12845, s.24)

Ennen varsinaisen järjestelmän suunnittelua on suunnittelijan kerättävä yhteen suunnitteluperusteet, joiden perusteella hänen on tarkoitus laatia suunnitelma sammutusjärjestelmästä. Suunnitteluperusteet kootaan lomakkeelle (liite 1), josta on löydyttävä ainakin seuraavat asiat:

- rakennuksen osoite
- käyttötarkoitus
- omistaja
- suojauksen laajuus
- suojausperuste
- sprinkleriluokka
- vesilähde
- vesivuontiheys
- suunnittelusääntö

Vasta kun suunnitteluperusteet on hyväksytty valvovien ja ohjaavien viranomaisten (rakennus- ja pelastusviranomaisen) toimesta, voidaan varsinainen alustava suunnittelu aloittaa.

5.1 Käytettävissä oleva vesilähde

Vesilähde on tyypiltään yleinen vesijohto, vesisäiliö, ehtymätön vesilähde tai painesäiliö. Vesilähde voi muodostaa huomattavan kustannuksen ja tilantarpeen, joten se on huomioitava suunnittelussa.

Liittyessä yleiseen vesijohtoverkostoon vaatii se kyseisen vesilaitoksen luvan liittymiseen. Vesilähdettä arvioitaessa on huomioitava myös palopostien ja pikapalopostien

tarvitsema virtaama. Sprinklerin vaatima liitos tehdään heti vesimittarin jälkeen omana syöttönä ja lisäksi tarvitaan painekytin, joka antaa hälytyksen matalasta paineesta. Painekytimen testausta varten asennetaan koestusventtiili.

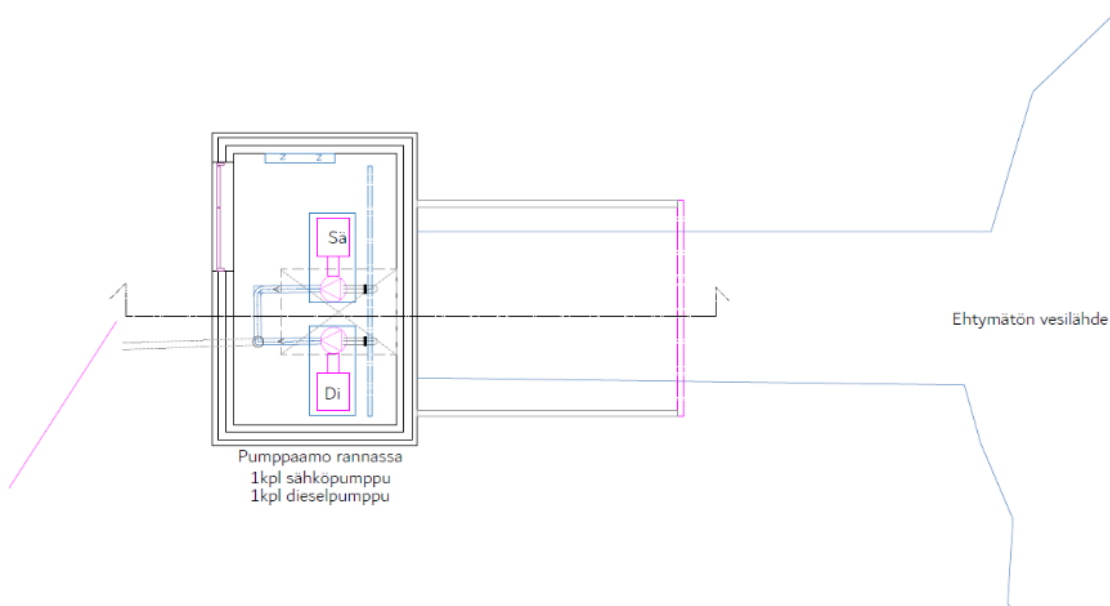
Vesisäiliön tilavuus voidaan laskea mitoituksen toiminta-ajan perusteella tai sitten käyttää taulukkomitoitusta. Säiliö voi olla myös vähennetyn tilavuuden säiliö, jonka lisätäyttö tapahtuu automaattisesti yleisestä vesijohdosta.

Ehtymätön vesilähde (kuva 13) on järvi, joki, lampi, josta vesi tuodaan pumppujen imu-kammioon sihtien läpi. Imukammioiden ja sihtien säännöllinen puhdistaminen on tärkeää.

Painesäiliö sopii vain sprinkleriluokkiin LH ja OH1. Luokassa LH säiliön vesitilavuus on 15 m^3 ja luokassa OH1 23 m^3 . Ilmatilavuuden osuus on vähintään kolmasosa koko tilavuudesta. Järjestelmää voisi verrata lämmitysjärjestelmän paisuntasäiliöön, mutta paine on korkeampi, mutta ei yli 12 bar. (EN 12845, s, 40–51.)

Vesilähteiden vähimmäistoiminta-ajat ovat seuraavat:

- LH 30 minuuttia
- OH ja ESFR 60 minuuttia
- HH 90 minuuttia



Kuva 13 Esimerkkiratkaisu ehtymättömästä vesilähteestä

5.2 Sprinkleriluokat

Kun suunnitellaan kohteen sprinkleriluokkaa, niin siinä käytetään apuna kuviossa 3 esitettyä luokitusta poissulkemalla erityisriskit (esimerkiksi aerosolit, vaatteet, palavat nesteet) sekä kumin ja muovin määrä. Varastoissa varastoitujen materiaalien tuotteiden ja pakkausten tiedot on oltava tiedossa, jotta voidaan määrittää materiaalitekijä. Materiaalitekijän perusteella voidaan määrittää tuotteen kategoria I-IV. Sprinkleriluokkia ovat kevyt (LH), normaali (OH) ja raskas (HH).

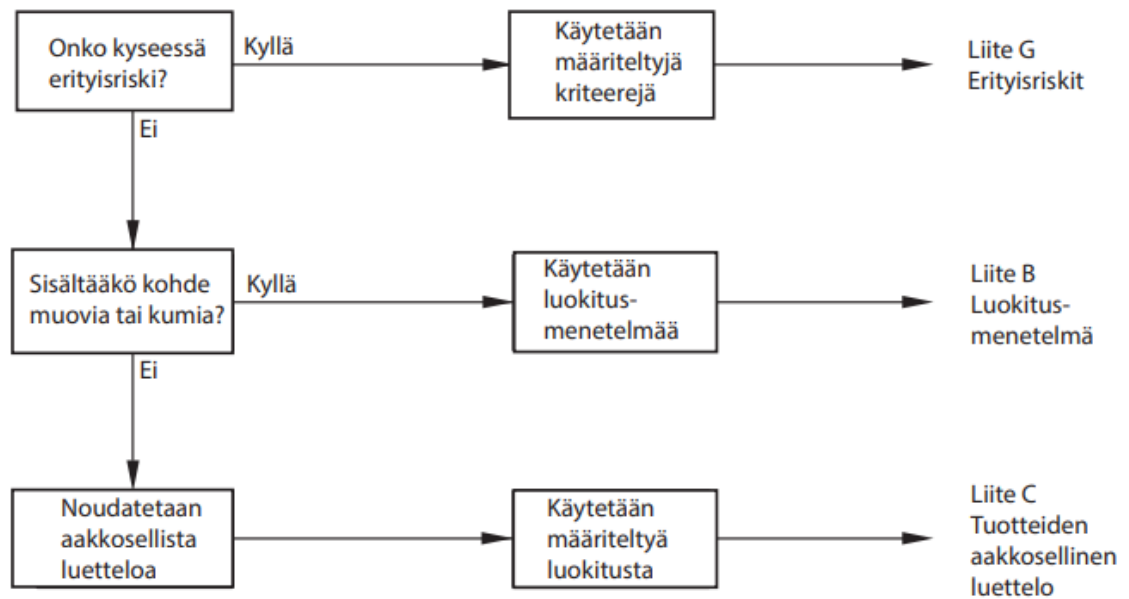
Varastoissa on käytettävä raskasta sprinkleriluokkaa HH, kun varastointikorkeus ylittää OH3 luokan suurimman sallitun varastointikorkeuden (taulukko 2).

Taulukko 3 Suurimmat varastointikorkeudet OH3 suojauksella (lähde EN 12845)

Varastokategoria	Suurin varastointikorkeus [m]	
	Varastointitapa ST1	Varastointitapa ST2-6
Kategoria I	4,0	3,5
Kategoria II	3,0	2,6
Kategoria III	2,1	1,7
Kategoria IV	1,2	1,2

5.3 Materiaaliluokka

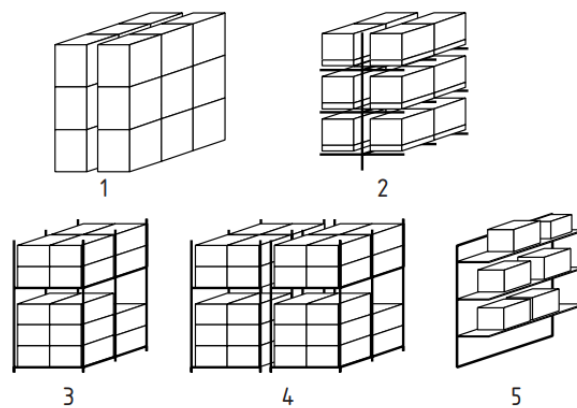
Varastoitavien tuotteiden kategoria valitaan standardin EN 12845 liitteen G, B tai C perusteella. On huomioitava, että aivan kaikkia materiaaleja ei listassa ole, joten suunnittelija joutuu arvioimaan tuotteille sopivan luokan. Kategoriat ovat I-IV.



Kuvio 3 Materiaalitekijän vaikutus varastokategoriaan (lähde EN 12845)

5.4 Varastointitapa

Varastointitapoja on kuusi erilaista ja ne on kuvattu kuvassa 14. Varastointivan perusteella voidaan määrittää sopiva sprinkleriluokka, varaston enimmäispinta-ala ja varastorivien välisten käytävien leveys. Tässä opinnäytetyössä on valittu varastointitavaksi kiinteä telineistö, joka tarkoittaa varastointitapaa ST4.



Selite

- | | |
|---|---|
| 1 Vapaasti pinottu varasto (ST1) | 4 Varastointi pinottavissa lavatelineissä (ST3) |
| 2 Varastointi kiinteässä telineistössä (ST4) | 5 Varastointi umpinaisilla tai ritilöidyillä hyllyillä (ST 5/6) |
| 3 Varastointi pinottavissa lavatelineissä (ST2) | |

Kuva 14 Erilaisia varastointitapoja (lähde EN 12845)

5.4.1 Varastoitavien tavaroiden luokittelu ESFR

Aivan alkuun tulee määrittää varastoitavien tavaroiden varastokategoria. Liitteessä P on neljä erilaista muovikategoriaa:

- ✓ kartonkipakkauksissa olevat vaahtoamattomat muovit
- ✓ paljas muovipinta
- ✓ kartonkipakkauksissa olevat solumuovit
- ✓ paljas solumuovipinta.

Mikäli varastoitava tavara ei sisällä lainkaan muovia tai vähän (kategoria I ja II), käytetään tulkintaa kartonkipakkauksissa olevat vaahtoamattomat muovit.

5.5 Varastointikorkeus

Varastointikorkeus yhdessä sisäkaton korkeuden kanssa on määrittävä tekijä, kun mietitään kuhunkin varastoon soveltuvaa sprinklerijärjestelmää. ESFR-suojauksella saavutettava varaston maksimi sisäkaton korkeus on 13,7 metriä, joten mentäessä sen yli, niin on valittava sprinklerin toteutustavaksi katto- ja telineistösprinkleri.

Taulukko 4 Kattosprinklerien mitoitusperusteet, kun myös telineistössä on sprinklerit (EN 12845)

Varastointitapa	Sallittu varastointikorkeus ylimmän telineistösprinkleritason yläpuolella				Vesivuo [mm/min]	Mitoitusala [m ²]
	[m]					
	Kategoria I	Kategoria II	Kategoria III	Kategoria IV		
ST4	3,5	3,4	2,2	1,6	7,5	260
			2,6	2,0	10,0	
			3,2	2,3	12,5	
			3,5	2,7	15,0	

5.5.1 Varastointikorkeus ESFR

Jotta järjestelmä toimii kuten se on suunniteltu, on valittava varastoitavan materiaalin, varastokorkeuden, sisäkaton korkeuden ja varastointitavan ST4 perusteella määritettävä vähimmäistoimintapaine sprinklerille standardin taulukoiden perusteella (taulukko 5). Varastoitava tuote on tässä esimerkissä vaahdottomaton muovi kartonkipakkauksessa. (EN 12845, s.143)

Taulukko 5 Varastointikorkeudet ja minimipaineet (ESFR) taulukko

Varastointitapa ST 4				
Tavarat:				
Muovi: Kartonkipakkauksissa olevat vaahdottomat muovit				
Suurin varastointikorkeus [m]	Sisäkaton korkeus			
	9,1	10,7	12,2	13,7
Sprinklerien vähimmäistoimintapaine [bar]				
Ylöspäin asennetta sprinkleri K-arvo 200				
7,6	3,5	-	-	-
Ylöspäin asennetta sprinkleri K-arvo 240				
7,6	2,4	-	-	-
Alaspäin asennetta sprinkleri K-arvo 320				
7,6	1,7	2,4	3,1	3,5
9,1	-	2,4	3,1	3,5
10,7	-	-	3,1	3,5
12,2	-	-	-	3,5
Alaspäin asennetta sprinkleri K-arvo 360				
7,6	1,4	2,1	2,7	6,2
9,1	-	2,1	2,7	6,2
10,7	-	-	5,2	6,2

5.6 Vesivuon tiheys ja mitoitusala

Vesivuontiheys on pienin sallittu vesivuon tiheys (mm/min), jolle sammutusjärjestelmä on mitoitettu. Vesivuontiheys muodostuu neljästä välittömästi toistensa läheisyydessä olevien sprinklerien yhteenlasketusta virtaamasta jakamalla se pinta-alalla. Esimerkiksi varaston yhden sprinklerin suoja-ala on 9 m^2 eli yhteensä pinta-ala on 36 m^2 . Taulukko 4 antaa kategoria II tuotteelle vesivuontiheydeksi arvon $7,5 \text{ mm/min}$, joten yhden sprinklerin virtaamaan päästään kertomalla pinta-ala 9 m^2 vesivuontiheydellä $7,5 \text{ mm/min}$. Näin laskettuna saadaan yhden sprinklerin virtaamaksi $67,5$ litraa/minuutissa ja yhteensä koko 36 m^2 alueelle 270 l/min .

Mitoitusala on tässä esimerkissä kattosprinklereissä 260 m^2 , telineistösprinklereissä oletetaan kolmen sprinklerin laukeavan samanaikaisesti kahdessa tasossa ja ESFR-järjestelmässä oletetaan 12 sprinklerin laukeavan samanaikaisesti. Laukeaviksi oletettujen sprinklerien perusteella tarkastellaan virtausteknisesti epäedullisimman alueen sprinklerien virtaamat ja paineet ovat vähimmäisvaatimusten mukaisia (HHS $0,5 \text{ bar}$, $1,0 \text{ bar}$ telineistösprinkleri (K115) ja $2,0$ telineistösprinkleri (K80). ESFR sprinklerien paineet taulukon 5 mukaan. (EN 12845, s.100.)



Kuva 15 Esimerkki telineistösprinklereistä (Tyco esite)

5.7 Säännöt

Oleellisesti suunnitteluun vaikuttaa säännöt, joiden perusteella laitteisto suunnitellaan. Tässä työssä käydään läpi suunnittelu, joka on tehty EN 12845 perusteella. On sallittua tehdä suunnittelu myös perustuen FM Globalin tai NFPA 13 sääntöihin. Eri sääntöjen yhdistäminen ei ole sallittua, vaan suunnittelu saa perustua vain yksiin sääntöihin. Kun suunnitelma perustuu NFPA 13 tai FM sääntöihin, niin on tavanomaista, että viranomaisen pyytää suunnitelmasta lausuntoa kolmannelta osapuolelta esimerkiksi KIWA Inspectalta.

5.8 Savunpoiston ja sprinklerijärjestelmän yhteistoiminnan periaatteet

Sammutusjärjestelmän ja savunpoiston toimintajärjestyksellä on suuri merkitys niiden yhteisvaikutuksessa. Kun savunpoisto on käsin laukaistava, niin savunpoisto tapahtuu aina sprinklerijärjestelmän laukeamisen jälkeen ja se helpottaa palon sammumista. Automaattinen savunpoisto voidaan suunnitella savuilmaisimilla ohjautuvaksi, jolloin se käynnistyy ennen sammutusjärjestelmää, mutta tällöin ei voida sprinklerijärjestelmällä taata riittävää poistumisturvallisuutta.

Yleensä ESFR-sprinklereissä savunpoiston tulee käynnistyä aina varsinaisen sprinklerijärjestelmän laukeamisen jälkeen, koska savunpoisto voi häiritä herkästi toimivaa järjestelmää. Yleensä tämä toteutetaan, niin että ESFR laukeaa 68 °C lämpötilassa ja savunpoisto laukeaa 141 °C lämpötilassa. Myös suuttimien sijoittelussa tulee ottaa huomioon savunpoistoluukut. (RIL 232-2020, s.173).

6 SPRINKLERIJÄRJESTELMIEN SUUNNITTELU

Esimerkkinä olevan suojattavan varaston pinta-ala on 460 m², rakennuksen sisäkorkeus on 8,2 metriä ja varastointikorkeus on 6,8 metriä. Rakennettavassa kohteessa on jo aiemmin osa tiloista suojattu sprinklereillä ja vesilähde on riittävä myös laajennukseen. Vesilähde koostuu altaasta ja sähköpumpuista. Suunnittelu lähtee liikkeelle märkähälytysventtiilistä MHV ja sen jälkeisestä putkistosta. Varastointitapa on kiinteässä hyllystössä eli ST4 ja varastoitavien tuotteiden (olut puisissa koreissa) on liitteen C mukaan kategoria II. (EN 12845, s. 128)

Vesilähdettä ei huomioida tässä suunnitelmassa, vaan märkähälytysventtiili sijoitetaan samaan tilaan kuin rakennuksen muut asennusventtiilit. Kustannuksissa otetaan huomioon myös tämä putkiston asentamisen osuus.

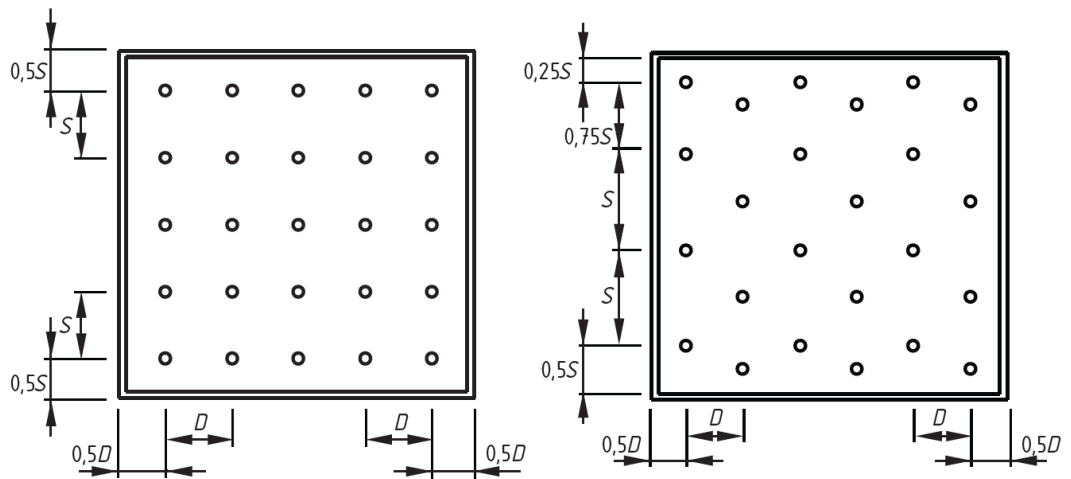
6.1 Sprinklerien sijoittelu varastoon

Sijoittelu lähtee liikkeelle suojausalasta sekä miten tuotteet on varastoitu ja millaisia tuotteita varastoidaan. Nämä tiedot suunnittelija on jo selvittänyt laatiessaan selvitystä sammutuslaitteiston suunnitteluperusteista.

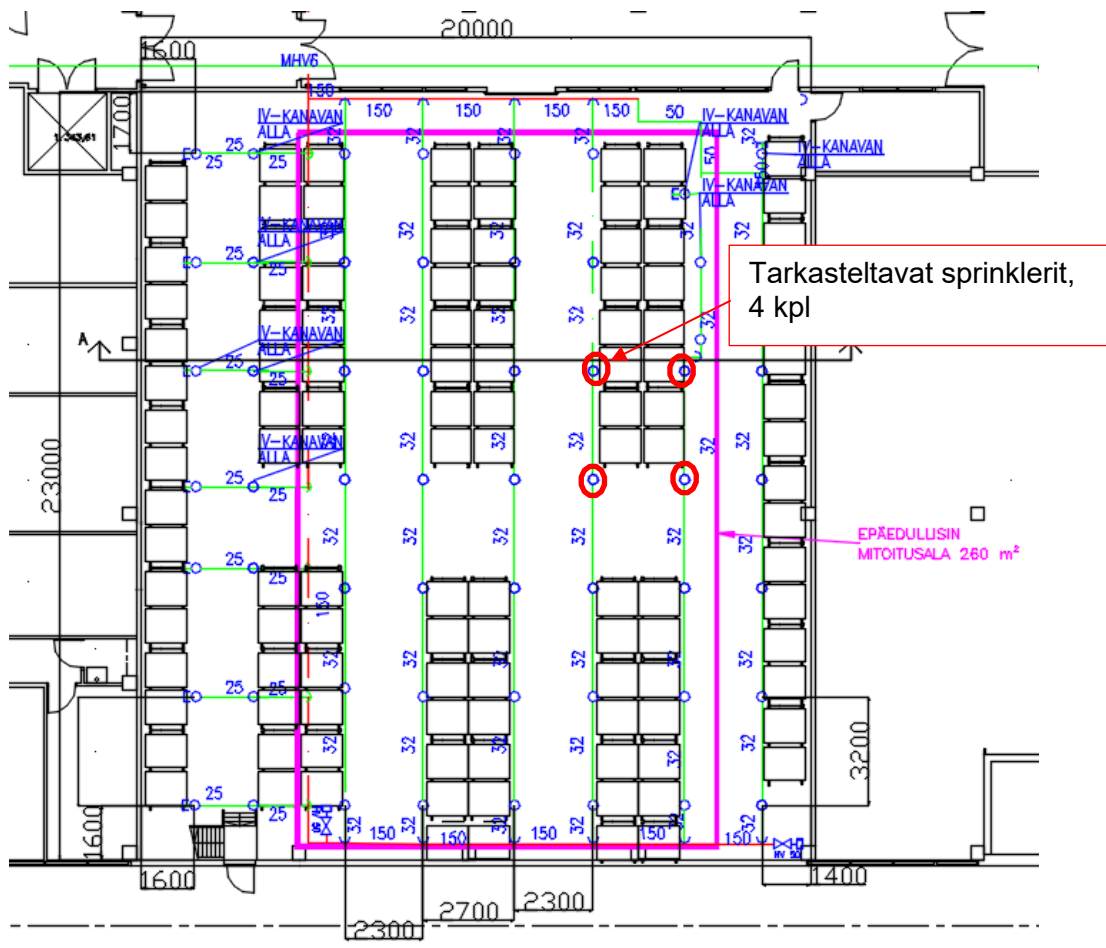
6.1.1 Katto- ja telineistösprinkleri

Sprinklerien määrää voidaan karkeasti arvioida jakamalla pinta-ala 460 m² suuttimen suojausalalla 9 m², jolloin suuttimien alustavaksi määräksi katossa saadaan 52 suutinta. Käytännössä kuitenkin muut rakenteet kuten esimerkiksi ilmanvaihtokanavat, pilarit, palkit, hoitotasot ja aukot rakenteissa vaikuttavat sijoitteluun.

Sijoittelu lähtee liikkeelle sijoittamalla tasaisesti huomioiden sprinklerien suurin suojausala 9 m² ja enimmäisetäisyydet s ja D ovat 3,7 metriä (kuva 16) huomioiden. Tähän kohteeseen lopulliseksi määräksi muodostui 56 suutinta, johtuen isosta ilmanvaihtokanavasta. Sijoittelu näkyy kuvassa 17. Kun kattosuuttimet on saatu paikoilleen, voidaan aloittaa telineistösprinklerien sijoittelu. (EN 12845, s. 70)



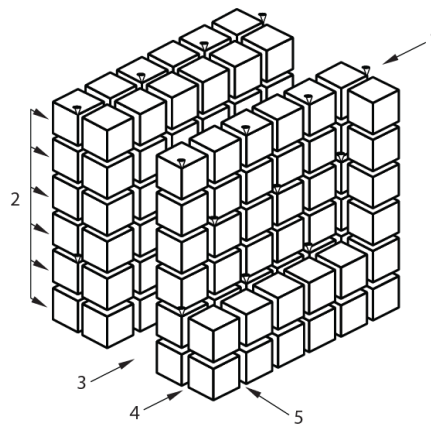
Kuva 16 Kattosprinklereiden sijoitusperiaatteet (EN 12845)



Kuva 17 Kattosprinklerien sijoittelu varastoon

Telineistösprinklerien sijoittelua ohjaa varastointitapa ja tuotteen kategoria. On tärkeä muistaa, että mikäli telineistösprinklereitä on enemmän kuin 50, niin silloin se vaatii oman märkähälytysventtiilin telineistösprinklereille. Tässä varastossa sprinklerien määrä hyllyissä on 48 kappaletta. (EN 12845, s. 31)

Telineistösprinklerit sijoitetaan siten että lattian ja alimman sprinkleritason pystysuora etäisyys ei saa olla yli 3,5 metriä ja sprinklereitä vähintään joka toisella tasolla. Ylimmälle telineistötasolle on asennettava rivi sprinklereitä, jos kattosprinkleri sijaitsee yli 4 metrin varastoidun tavarantoiminnan yläpinnasta. Telineistösprinklerien sijoitukseen vaikuttaa varastoitavan tavarantoiminnan kategoria. Tässä esimerkissä se oli kategoria II (EN 12845, s.77–78.)



Selite

- | | |
|--------------------------|----------------------------------|
| 1 Sprinkleririvi | 4 Pituussuuntainen väli-tila |
| 2 Vaakasuorat väli-tilat | 5 Poikittaissuuntainen väli-tila |
| 3 Käytävä | |

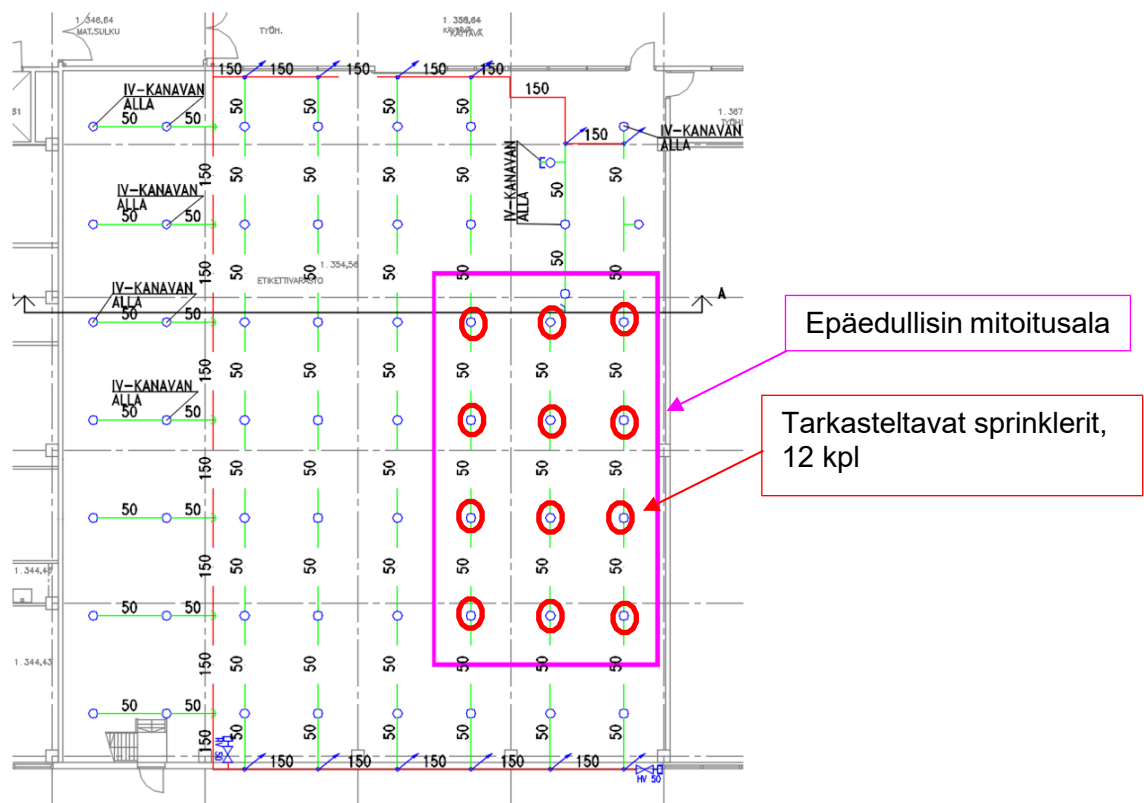
Kuva 18 Telineistösprinklerien sijoitus -kategoria I ja II (EN 12845)

6.1.2 ESFR-sprinklerisuojaus

ESFR-sprinklerit (ESFR= Early Suspension Fast Response) ovat kattoon asennettuja sprinklereitä, joiden sammutusvaikutuksen varmistamiseksi on erittäin tärkeää, että niiden suunnitteluperiaatteet noudattavat tarkasti ilman poikkeuksia standardin EN 12845 liitteen P:n vaatimuksia. Mikäli vaatimuksista poiketaan, niin seurauksena voi olla vähemmän tehokas tai jopa toimimaton laitteisto.

Laitteiston toimintaperiaate on sammuttaa palo jo alkuvaiheessa, niin ettei se pääse leviämään sivusuunnassa. Valittaessa tämä suojaustapa edellytetään järjestelmää, jonka avulla voidaan valvoa varaston sisältöä, sijoittelua ja sprinklerilaitteiston kunnossapitoa ajantasaisesti.

Suuttimien sijoittelu voidaan tehdä kuten kattospinklereissä, mutta suuremmasta vesimäärästä johtuen tulee putkikokoja kasvattaa ja varmistaa vesilähteen riittävyys 60 minuutin toiminta-aikaan. Suojausala sprinklerillä on sama kuin kattosuojauksessakin eli 9 m² ja samanaikaisesti laukeaviksi oletettujen suutinmäärä on 12. Suuttimien sijoittelu on esitetty kuvassa 21. Sprinklerien lukumäärä on 56 kappaletta.



Kuva 21 ESFR sprinklerien sijoittelu

6.2 Sprinklerityypin valinta

Varaston sprinkleriluokan HHS ja vesivuontiheyden 7,5 mm/min perusteella valitaan so-
piva sprinkleri katto- ja telineistösprinklereihin. Kuvassa 22 esitetty, miten valintaan so-
pivat sprinklerit varastoon.

Sprinkleriluokka	Vesivuon mitoitustiheys mm/min	Sprinklerityyppi	Nimellinen K-kerroin
LH	2,25	Normaali, spray, flat spray, osittain upotettava, piilo- tai upotettava sprinkleri ja sivusprinkleri	57
OH	5,0	Normaali, spray, flat spray, osittain upotettava, piilo- tai upotettava sprinkleri ja sivusprinkleri	80 tai 115
HHP ja HHS katossa	≤ 10	Normaali, spray	80, 115 tai 160
	> 10	Normaali, spray	115 tai 160
HHS-telineistösprinklerit suuren pinoamiskorkeuden varastoissa		Normaali, spray ja flat spray	80 tai 115

Kuva 22 Sprinklerien valintataulukko (EN 12845)

Valinnassa on huomioitava myös sprinklerin herkkyys. Herkkyysluokkia on kolme (her-
kimmästä hitaimpaan) eli nopeatoiminen, erikoisluokka ja standardi A. Katossa olevien
sprinklerien herkkyys on oltava sama tai hitaampi kuin telineistöihin asennetuissa (EN
12845, s.103.)

ESFR suuttimien valinnassa vaikuttaa varastointikorkeus ja sisäkaton korkeus (taulukko
5). Sprinklerin herkkyysluokan on oltava nopeatoiminen.

Tässä alustavassa suunnitelmassa kattosprinkleri on ylöspäin asennettava sprinkleri,
jonka K-arvo on 80 ja herkkyys on Standardi A. Sprinklerin koko on DN 15. Telineis-
tösprinkleri on alaspäin asennettava ja K-arvo on 115 ja herkkyys nopeatoiminen (DN
20). ESFR suuttimen K-arvoksi valitaan 360 ja asennetaan ylöspäin. Laukeamislämpö-
tila 68 °C.



Kuva 23 Esimerkkejä valituista suuttimista Conventional ja ESFR (www.enexia.com)

6.3 Järjestelmän mitoitus

Epäedullisimman mitoitusalan perusteella tulee suunnittelijan esittää laskelma, että järjestelmän kaikilla suuttimilla saavutetaan minimipaineet ja virtaamat. Käytännössä tehdään verkostolle painehäviölaskentaa ja määritetään kattosprinklereissä neljälle epäedullisimmalle sprinklerille todelliset virtaamat ja paineet. Tämän jälkeen saatuja arvoja verrataan sallittuihin arvoihin. Telineistösprinklereissä mitoitusalaksi muodostuu kolmen sprinklerin laukeaminen kahdessa eri kerroksessa, kun käytävän leveys on vähintään 2400 mm. ESFR järjestelmässä yhtä aikaa laukeaa 12 sprinkleriä (EN 12845 s.31 ja 190.) Mitoittavat sprinklerit on esitetty kuvissa 17, 19 ja 21.

Esimerkkivaraston heikoimman kattosprinklerin paine on 1,11 bar ja virtaama on 84,3 l/min ja heikoimman telineistösprinklerin paine on 1,0 bar ja virtaama 115 koko järjestelmän virtaaman ollessa 5202 l/min ja paine märkähälytysventtiilillä 3,59 bar. Verrattaessa saatuja arvoja sallittuihin arvoihin HHS 0,5 bar ja telineistösprinklerin K115 1,0, voidaan todeta sprinklerien saavutettavan niille asetetut vaatimukset. (EN 12845, s.100)

ESFR-sprinklerien vaatima virtaama on 5340 l/min ja paine 4,8 bar, jotta saavutetaan vaadittu minimipaine 1,4 bar (taulukko 5). Sprinkleri on alaspäin asennettu K-arvoltaan 360 ja matalimmalla paineella 1,41 virtaama sprinkleristä 430 l/min.

Järjestelmien mitoitus tehdään aina yksilöllisellä mitoituksella käyttäen apuna Magi-CADiä sen tekemisessä. Suomessa ei ole sallittua käyttää taulukkomitoitusta.

7 POHDINTA

Työn keskeisenä tavoitteena oli suunnitteluohjeen laatiminen toimistollemme, jonka uutuore ensimmäinen versio on saatu kommenttien jälkeen korjattua toimiston muiden suunnittelijoiden käyttöön. Heiltä saatavan palautteen perusteella on tarkoitus jatkokehittää ohjetta. Yhteistyö kokeneiden sprinklerisuunnittelijoiden kanssa on sujunut mutkitta ja he ovat väsymättä jaksaneet vastata kysymyksiini ja auttaneet eteenpäin ohjeen laadinnassa. Kiitos Mikko, Tea ja Marianna.

Oma aiempi tausta palopuolella on enemmän ollut laitteistojen käyttäjän näkökulma ja muistelinkin, että alkaa olla kohta 28 vuotta, kun laadin ensimmäisen sprinklerien koestusohjeen Loviisan voimalaitokselle. Tässä työssä oli pakko paneutua syvällisesti suuunnitteluperusteisiin ja sääntöihin. Sikäli asioiden syvällisempi osaaminen edesauttoi minua, kun suoritin Tukesin automaattisen sammutuslaitteiston (sprinklerien) vastuuhenkilötutkimuksen.

Materiaalimäärä, joka ohjaa suunnittelua on melko laaja. On lakia, asetusta, muistiota, standardia, ohjetta ja laitetietoutta. Näiden kaikkien asioiden saaminen samaan ohjeeseen oli haastava tehtävä. Toivottavasti tämä työ hieman helpottaa alkuun pääsyä aiheeseen ja ainakin hiukan selkeyttää suunnittelun kulkua.

Vertailun perusteella kahden erilaisen automaattisen sammutusjärjestelmän valinnan välillä perustuu, nyt kun kummassakaan järjestelmässä ei vesilähde aseta rajoituksia ja tarvittavat paineet sekä virtaamat voidaan saavuttaa olemassa olevalla järjestelmällä, hinta ja toisaalta varaston muunneltavuus.

ESFR on hieman yksinkertaisempi asentaa kuin katto- ja telineistösprinkleri. Toisaalta ESFR-sprinklerien valinta vaatii kiinteistön, varastointijärjestelmän ja sen sisällön hallintaa asianmukaisilla hallintajärjestelmillä. Käytännössä tämä tarkoittaa varaston tavaroiden riskiarviointia, sprinklerien huoltosopimuksia, rakennusta ja palosuojausta koskevan suunnitteluspesifikaation ylläpitoa, varastomenetelmien säännöllistä tarkastusta, palorisien tarkastelua, ESFR-asennusten vaatimuksen mukaisuuden säännöllistä tarkastusta ja poikkeamien käsittelyä. Järjestelmän etuna on varaston helppo muunneltavuus.

Katto- ja telineistösprinklerin etuna on, ettei mitään varaston hallintajärjestelmiä tarvita, mutta varaston muunneltavuus ei ole yhtä joustava kuin ESFR-järjestelmässä. Myös pienempi putkikoko ja suuttimien halvempi hinta voi ratkaista valinnan.

LÄHTEET

Hall, J.R. Jr. (2010). U.S. Experience with sprinklers and other automatic fire extinguishing equipment. National Fire Protection Association.

Jantunen, J. 2017. Muistio. Ympäristöministeriön asetus rakennusten paloturvallisuudesta 848/2017. Helsingissä 28.11.2017 Saatavilla <https://ym.fi/documents/1410903/0/YM+asetus+rakennusten+paloturvallisuudesta+perustelumustio+23112020.pdf/56ee2f52-1e73-76e4-9d7b-f9c1c0ed10e1/YM+asetus+rakennusten+paloturvallisuudesta+perustelumustio+23112020.pdf?t=1614685270578>

Jantunen, J. 2020. Muistio. Ympäristöministeriön asetus rakennusten paloturvallisuudesta 927/2020. Helsingissä 23.11.2020 Saatavilla <https://ym.fi/documents/1410903/0/YM+asetus+rakennusten+paloturvallisuudesta+perustelumustio+23112020.pdf/56ee2f52-1e73-76e4-9d7b-f9c1c0ed10e1/YM+asetus+rakennusten+paloturvallisuudesta+perustelumustio+23112020.pdf?t=1614685270578>

Maankäyttö ja rakennus laki 5.2.1999/132. Annettu Helsingissä 5.2.1999. Saatavilla <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1999/19990132>

RT 103131-2019. Rakennuksen paloluokan määrittäminen ja keskeiset palotekniset vaatimukset. Helsinki: Rakennustietosäätiö RTS SR:n toimikunta 391 paloturvallisuus.

Rakennusten savunhallinta. Suunnittelu, toteutus ja ylläpito (2020). RIL 232-2020. Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL r.y.

SFS-EN 12845:2015 +A1:2019. Kiinteät palonsammutusjärjestelmät. Automaattiset sprinklerilaitteistot. Suunnittelu, asennus ja huolto. Helsinki: Suomen Standardoimisliitto.

Ympäristöministeriön asetus rakennusten paloturvallisuudesta 12.12.2017/848. Annettu Helsingissä 28.11.2017. Saatavilla <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2017/20170848>

Ympäristöministeriön asetus rakennusten paloturvallisuudesta annetun ympäristöministeriön asetuksen muuttamisesta 2.12.2020/927. Annettu Helsingissä 2.12.2020. Saatavilla <https://finlex.fi/fi/laki/alkup/2020/20200927>

Selvitys sammutuslaitteiston suunnitteluperusteista

SELVITYS SAMMUTUSLAITTEISTON SUUNNITTELUPERUSTEISTA

Sammutuslaitteiston toteutuksessa noudatettavat säädökset; Laki pelastustoimen laitteista 10/2007, Sisäasiainministeriön Asetus Automaattisista sammutuslaitteistoista N:o SM-1999-967/Tu-33 (A.65) Kauppa- ja teollisuusministeriön päätös painelaitteista 938/1999 (sijoitussuunnitelma)

Sammutuslaitteiston toteutuksessa noudatettavat normistot;

SFS-EN 12845

CEA 4001; liite – T

CEN-TS 14972

NFPA 750

NFPA 13

NFPA 13D

NFPA 13R

Muu, mikä _____

SFS 5980

CEA 4001; liite – O

Sammutuslaitteistolla suojattava kohde:

Kohde:			
Osoite:			
Suojattavat tilat:			
Suojaamatta jätettävät tilat:			
Rakennushankkeeseen ryhtyvä/omistaja/hakija/toiminnan harjoittaja:			
Yhteystiedot:			
Rakennuksen pääkäyttötarkoitus:	Pinta-ala:	Vesivuon tiheys:	Ylimmän suuttimen korkeus:
	m ²	mm/min	m
Muu käytötapa rakennuksessa/kerros:		mm/min	m
	m ²	mm/min	m
	m ²	mm/min	m
	m ²	mm/min	m

Vesilähteille asetettavat vaatimukset

Toiminta-aika:	Kaksinkertainen	Varmennettu yksinkertainen	Yksinkertainen
min <input type="checkbox"/> (A-luokka)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> (B-luokka)	<input type="checkbox"/> (C-luokka)
C-luokan vesilähteen toiminta sähkökatkon aikana:			

Käytettävissä olevat vesilähteet:

Vesijohtolaitok- sen vesijohto tai vastaava <input type="checkbox"/>	Vesilähteen liitospisteen korkeusasema: m	Syötetty	Virtaama/paine			Putkiston läpimitta	
			Suunta	I/min	bar	I	mm
lepopaine: bar		Yhdeltä suunnalta <input type="checkbox"/>	I	I/min	bar	I	mm
		Kahdelta suunnalta <input type="checkbox"/>	II	I/min	bar	II	mm
			I+II (yht.)	I/min	bar		
Tiedot virtaamasta ja virtauspaineesta perustuvat:			Mittauksen suorittaja:			Pvm./kellonaika	
arvioon <input type="checkbox"/>	mittaukseen <input type="checkbox"/>						
Vesivarasto <input type="checkbox"/>	Vesitilavuus: m ³	Täyttö vesijohdosta	Vesimäärä yhteensä	m ³	Kork.asema		m
Luonnon vesilähde <input type="checkbox"/>	Nimitys/kuvaus:						m
Sähköpumppu <input type="checkbox"/>	Nimellisarvo	Virtaama/paine lisäksi	Virtaama/paine lisäksi				m
	bar	I/min	bar	I/min	bar		
Dieselpumppu <input type="checkbox"/>	Nimellisarvo						m
	bar	I/min	bar	I/min	bar		
Muu pumppu <input type="checkbox"/>	Nimellisarvo						m
	bar	I/min	bar	I/min	bar		
Painesäiliö <input type="checkbox"/>	Kokonaistilavuus	Ihmatilavuus	Käyttöpaine				m
	m ³	m ³	bar				

Huomautuksia:

Ylläolevat, sammutuslaitteiston mitoituista varten annetut tiedot on tarkastettu ja todettu oikeiksi sekä toimitettu _____ / _____ / _____ rakennusvalvonta- ja pelastusviranomaiselle.

Paikka ja päivämäärä

Esisuunnittelijan/Sammutuslaitteistosuunnittelijan allekirjoitus