



Osaamista  
ja oivallusta  
tulevaisuuden  
tekemiseen

Teemu Tolppanen

# Sprinklerijärjestelmän putkiston kunto- kartoitus

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Talotekniikka

Insinöörityö

30.8.2019

Tekijä Otsikko	Teemu Tolppanen Sprinklerijärjestelmän putkiston kuntokartoitus
Sivumäärä Aika	25 sivua 30.8.2019
Tutkinto	insinööri (AMK)
Tutkinto-ohjelma	talotekniikka
Ammatillinen pääaine	LVI-urakointi
Ohjaajat	palvelupäällikkö Caj Lipponen lehtori Jarmo Tapio
<p>Tässä insinööriyössä kartoitettiin esimerkkikohteen sprinklerijärjestelmän putkiston ja siihen liittyvien osien kuten putkikannakkeiden ja -pitimien sekä sprinklerisuuttimien kuntoa, toimivuutta ja luotettavuutta. Lisäksi tutkittiin millä tavoin niiden teknistä käyttöikää voidaan parantaa.</p> <p>Esimerkkikohte on tunneli maan alla, joka on louhittu hyvin lähelle meren rantaviivaa. Tästä syystä olosuhteet putkistolle ja sen osille ovat erittäin haastavat. Tutkittaviin osiin vaikuttaa korkea suhteellinen kosteus, joka tunnelissa vallitsee, sekä kallioperästä tihkuva merivesi, joka on myös hyvin kalkkipitoista. Nämä yhdistettynä vaikuttavat merkittävästi putkiston tekniseen käyttöikään ja toimivuuteen. Tämä taas esimerkkikohteessa luo riskin vakavalle tulipalolle, jos sprinklerilaitteisto ei toimi suunnitellulla tavalla.</p> <p>Kartoitus suoritettiin silmämääräisellä tavalla ja tutkimalla putkiston sisäpuolinen kunto. Järjestelmässä oli selkeästi havaittavissa pahoja puutteita, jotka kartoituksen perusteella korjattiin uusimalla sprinklerisuuttimet, -putkiston kannakkeet ja putkipitimet sekä osa huonokuntoisesta putkistosta.</p> <p>Työssä käsitellään myös sprinklerisuunnittelun ja -asennuksen määräyksiä sekä asetuksia. Siinä kerrotaan asetusten historiasta Suomessa sekä siitä, mikä niissä on muuttunut aina esimerkkikohteen urakointiajasta 2000-luvun alusta nykypäivän säännöksiin ja asetuksiin saakka ja onko näillä määräysmuutoksilla ollut merkitystä kohteen laitteiston ennenaikaiseen kulumiseen.</p> <p>Tuloksena saatiin tietoa siitä, miten vaikeilla olosuhteilla on merkitystä sprinklerijärjestelmän ennenaikaiseen kulumiseen sekä mitä osia esimerkkikohteen järjestelmästä täytyy uusua, jotta sen luotettavuus säilyy ennallaan nyt ja tulevaisuudessa.</p>	
Avainsanat	sprinkleri, kuntokartoitus, sprinkleriasetukset ja -ohjeet

Author Title	Teemu Tolppanen Condition Survey of Sprinkler Piping
Number of Pages Date	25 pages 30 August 2019
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Building Services Engineering
Professional Major	HVAC Engineering, Production orientation
Instructors	Caj Lipponen, Service manager Jarmo Tapio, Senior Lecturer
<p>The purpose of this bachelor's thesis was to analyse the condition of a tunnel sprinkler system and its parts, like brackets, clamps or nozzles. The tunnel was next to the sea, creating demanding circumstances to a sprinkler system and its components. The tunnel air had high relative humidity, and the sea water dribbled from the bedrock and caused pitting corrosion to the sprinkler pipes and parts, shortening the technical lifetime of the sprinkler system and affecting its durability.</p> <p>Tunnel was used to move and store coal, in other words, it had a high risk for hazardous, rapidly spreading fire.</p> <p>The final year project collected the rules and regulations for sprinklers but also recent history of sprinkler design and installation, summarising how the guidelines have changed during the 21<sup>st</sup> century.</p> <p>After the analysis, all sprinkler nozzles were changed, brackets with clamps renewed and corrosion pipes replaced. The thesis shows how harsh conditions affect the parts of sprinkler systems and what needs to be done to the studied sprinkler system to keep its fire safety requirements on a good level.</p>	
Keywords	sprinkler, condition survey, sprinkler system regulations

## Sisällys

### Lyhenteet

1	Johdanto	1
2	Sprinklerijärjestelmä	2
2.1	Sprinklerijärjestelmän kuvaus	2
2.2	Sprinkleriasennukset	4
2.3	Sprinkleriluokat	5
2.4	Vesilähde	6
3	Lait ja asetukset	7
3.1	Asetusten ja ohjeiden historiaa	7
3.2	2000-luvun ja 2010-luvun asetusten erot	8
3.3	Kuntokartoituksessa huomioitavat tekijät	10
4	Sprinklerijärjestelmän kuntokartoitus	12
4.1	Kuntokartoituksen johdanto	12
4.2	Alkukatselmus	13
4.3	Putkipitimet ja kannakkeet	13
4.4	Sprinklerisuuttimet	14
4.5	Sprinkleriputkisto	15
5	Tulosten tarkastelu	17
5.1	Kannakkeet ja putkipitimet	17
5.2	Sprinklerisuuttimet	19
5.3	Sprinkleriputkisto	20
5.4	Muita havaintoja	21
6	Yhteenveto	22
	Lähteet	24

## Lyhenteet ja käsitteet

ABI	Association of British Insurers. Ison-Britannian vakuutusalan yhdistys.
asennusventtiili	Kokonaisuus, johon kuuluu hälytysventtiili, sulkuventtiili ja muut yhden sprinkleriasennuksen hallintaan tarvittavat venttiilit sekä mittalaitteet.
CEA	Comité Européen des Assurances. Euroopan vakuutus- ja jälleenvakuutusalan keskusliitto.
FOC	Fire Offices Committee. Ison-Britannian vakuutusala yhdistyksen osa.
haaraputki	Putki, johon sprinklerisuuttimet kytketään.
kuiva-asennus	Asennus, jonka putkistossa on paineilmaa tai inerttikaasua.
kuivajatkiasennus	Märkäasennuksen lisäosa, jonka putkistossa on paineilmaa.
märkäasennus	Asennus, jonka putkistossa on vettä.
NFPA	National Fire Protection Association. Yhdysvaltalainen paloturvallisuusjärjestö
putkisto	Putkisto, joka syöttää vettä sprinklerisuuttimille.
runkoputki	Putki, johon haaraputket kytketään.
sprinkleriasennus	Osa sprinklerijärjestelmää, johon sisältyy asennusventtiili sekä siihen liitetyt putkistot, sprinklerit ja muut laitteet.

sprinklerijärjestelmä	Järjestelmä, joka kattaa suojattavan kohteen sprinklerilaitteet. Järjestelmä voi olla yksi tai useampi sprinkleriasennus, näiden putkisto, suuttimet, vesilähde ja muut laitteet.
sprinkleriluokka	Luokitus, määrittelee tarvittavan mitoituksen sprinkleriasennukselle.
sprinklerisuutin	Lämpöön reagoivalla sulkumekanismilla varustettu suutin, joka avautuessaan vapauttaa vettä sammuttaen tai rajaten palon.

## 1 Johdanto

Sprinklerijärjestelmään kuuluvat putkiosat on tehty pääosin metallista, jotka ajan saatossa ympäristön vaikutuksesta johtuen korrosioituvat. Tämä taas heikentää merkittävästi niiden rakennetta. Insinööriyön aiheena on selvittää, miten putkistolle haastavissa paikoissa, kuten korkealle suhteelliselle kosteudelle tai merivedelle altistuminen, vaikuttavat niiden käyttöikään, tekniseen toimivuuteen ja luotettavuuteen. Putkiston käyttöikää voidaan parantaa tai ennen aikaista korroosiota ennalta ehkäistä teknisillä ratkaisuin.

Insinööriyössä vertaillaan myös 2000-luvun alkupuolen sprinklerilaitteiston suunnittelu- ja asennusmääräyksiä sekä nykypäivän asetuksia ja selvitetään, onko niiden eroilla vaikutusta putkiosien käyttöikään. Samalla kerrotaan sprinklerijärjestelmiin liittyvien asetusten ja ohjeiden historiaa Suomessa ja sitä miten ne ovat muuttuneet vakuutusyhtiöiden sanelemista ohjeista nykypäivän yhtenäisiin standardeihin ja määräyksiin.

Käytännön tutkimukset suoritettiin Helsingissä, Helen Oy:n Salmisaaren voimalaitoksen alueella olevassa tunnelissa. Tunnelin sprinklerijärjestelmä on rakennettu 2000-luvun alussa, eli se on noin 15 vuotta vanha. Kuitenkin sen kunto oli ikäänsä nähden ulkoisesti todella heikko, johtuen pääosin tunnelissa vallitsevasta ilmastosta. Niinpä Helen tilasi ISS Palvelut Oy:n suorittamaan tunnelin sprinklerijärjestelmään kuntokartoituksen. Kuntokartoitukseen liittyvät tutkimukset painottuivat sprinklerijärjestelmän putkiston, suuttimien ja kannakkeiden osiin.

## 2 Sprinklerijärjestelmä

Tässä osiossa käydään läpi sprinklerijärjestelmä ja sen toiminta aiheen ja insinööriyön tavoitteiden ymmärtämiseksi.

### 2.1 Sprinklerijärjestelmän kuvaus

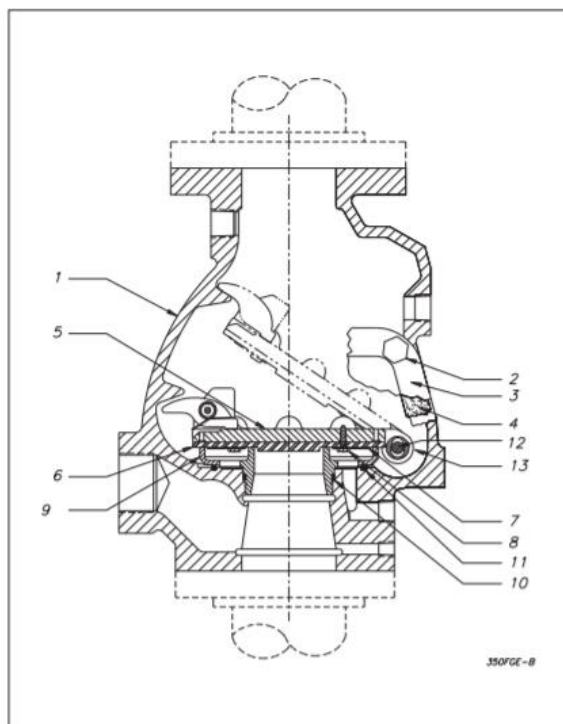
Sprinklerijärjestelmällä tarkoitetaan suojattavaan tilaan asennettavaa putkistoa jossa on sprinklerisuuttimet (kuva 1), näiden sprinkleriasennusventtiiliä, vesilähdettä ja muita oheislaitteista. Suuttimen lasiampulli sisältää lämpöön reagoivaa nestettä joka lämmitessään laajenee. Laajenemisen voimasta lasiampulli rikkoontuu, ja vesi vapautuu putkistosta sammuttaen tai rajoittaen lämpöä aiheuttavan tulipalon. Tyypillinen ampullin rikkoutumiseen vaadittava lämpötila on 68 °C. [1.]



Kuva 1. Sprinklerisuutin [2, s. 3].



Sprinkleriputkisto on kytkettyä asennusventtiiliin (kuva 2), jonka sisällä oleva läppä on kiinni-asennossa, koska venttiilin yläpuolinen, toisin sanoen putkiston puoleinen paine, on korkeampi kuin läpän alapuolinen paine. Suuttimen lauetessa putkiston paine laskee ja läppä avautuu. Tällöin järjestelmän vesilähteestä tulee lisää vettä putkistoon, sprinklerisuunnittelijan mitoittamalla virtaamalla. Samalla venttiilin auetessa tulee automaattinen palohälytys joko paineen muutoksen tai veden virtaaman vuoksi. Tämä hälytys välitetään paloilmittimen kautta aluehälytyskeskukseen ja siitä palokunnalle. [2.]



Kuva 2. Sprinklerijärjestelmän hälytysventtiili [3, s. 7].

Sprinklerijärjestelmän tarkoitus ei ole huolehtia täysin tulipalon sammutuksesta vaan rajoittaa sen etenemistä ja hillitää henkilö- ja omaisuusvahinkoja. Lopullinen sammutus- ja pelastustyö on kiinteistön käyttäjien ja pelastuslaitoksen vastuulla.

## 2.2 Sprinkeriasennukset

Suomessa sallittuja sprinklerijärjestelmiä ja asennuksia on erilaisia, yleisimmät asennukset ovat märkä- tai kuiva-asennusjärjestelmät mutta ennakkolaukaisu- tai kuivajatko-asennusjärjestelmät ovat myös vaihtoehtona. Valittava asennus valikoituu kohteen käyttötärpeen ja vallitsevien olosuhteiden mukaan.

Märkä- ja kuivajärjestelmän erona on, että märkäjärjestelmässä on vesi putkiston sisällä, ja kuivajärjestelmässä on paineistettua ilmaa tai inerttikaasua asennusventtiilin jälkeisessä putkistossa [1, s. 74]. Sammutusvesi tulee järjestelmään asennusventtiilin kautta, jonka putkiston paine pitää kiinni-asennossa. Kun paine putkistossa laskee suuttimen rikkoonnuttua, pääsee vesi putkistoon sekä sitä kautta lämmön lähteelle.

Kun mahdollinen tulipalo on sammutettu, suljetaan hälytysventtiili manuaalisesti ja vaihdetaan rikkoontuneet suuttimet. Suuttimien vaihdon jälkeen putkisto paineistetaan ja hälytysventtiili viritetään uudelleen käyttövalmiuteen.

Ennakkolaukaisuasennuksia voidaan tehdä kahdella eri tapaa. Nämä vaihtoehdot ovat joko tyyppi A tai tyyppi B.

Tyyppi A:n (vesivahingon estojärjestelmä) laukeamiseen ei riitä pelkkä suuttimen rikkoontuminen, vaan se vaatii myös erillisen sulkuventtiilin aukeamisen. Tämä voidaan toteuttaa sähköisesti magneettiventtiilillä joka aukeaa paloilmaisimen antavan impulssin takia, tai vaihtoehtoisesti manuaalisesti avattavalla venttiilillä. Manuaalisesti avattavan venttiilin paikka on suunniteltava tarkoin jotta venttiilille pääsy on kaikissa tilanteissa mahdollista. Ennakkolaukaisuasennuksen tyyppi A on tarkoitettu asennettavaksi ainoastaan kohteisiin, joissa vikalaukaisun aiheuttama vedenpurkaus tuottaisi kohtuuttoman suurta vahinkoa. [1, s. 75.]

Tyyppi B (nopeutettu kuiva-asennus) on samanlainen kuin kuiva-asennus, mutta sen laukeaminen voidaan toteuttaa joko suuttimen lauetessa, eli paineen alentumisen tai paloilmaisimen hälytyksen aiheuttamana [1, s. 75].

Kuivajatkosennusta käytetään kohteissa, joihin on asennettu märkäasennus mutta mihin kuuluu tiloja tai alueita joissa on jäätymisvaara. Näin ollen märkäasennuksen jatkoksi tehdään lisäventtiili joka toimii kuiva-asennuksen tavoin. [1, s. 76.]

### 2.3 Sprinkleriluokat

Sprinkleriluokilla tarkoitetaan rakennuksia tai sen tiloja jotka on luokiteltu kolmeen eri luokkaan. Luokat ovat kevyt, normaali ja raskas. Valittu luokka tulee määritellä ennen suunnittelutyön aloittamista, ja se määräytyy kohteen käyttötarkoituksen ja palokuorman mukaan. [1.]

Luokkien määritelmät:

- Kevyt sprinkleriluokka, LH, Light Hazard
  - Käsittää ei-teolliset kohteet joissa on pieni palokuorma ja palamisherkkyys. Lisäksi rajatut alueet eivät saa olla 126 m<sup>2</sup> suurempia, rakenteiden palonkestävyyden täytyy olla vähintään 30 min.
- Normaali sprinkleriluokka, OH, Ordinary Hazard (jakautuu neljään ryhmään OH1-4)
  - Tähän luokkaan kuuluu kaupan ja teollisuuden kohteet, joissa käsitellään tai valmistetaan palokuormaltaan ja -herkkyydeltään normaaleja tuotteita ja materiaaleja. Luokka jakautuu vielä neljään ryhmään erinäisten tarkennusten mukaisesti.
- Raskas sprinkleriluokka, HHP, High Hazard Process ja HHS, High Hazard Storage (jakautuvat neljään ryhmään HHP1-4 ja HHS1-4)

- Sisältää kaupan, varaston ja teollisuuden kohteet, joissa käsitellään tai valmistetaan herkästi palavia tuotteita ja materiaaleja. Näiden materiaalien palokuorma on suuri, ja ne voivat syttyessään kehittää nopeasti leviäviä tai voimakkaita paloja.

Insinööriyön kohteena ollut Helenin Salmisaaren tunneli lukeutuu normaaliin OH3-luokkaan. OH3:a koskevia säännöksiä on käytetty sprinklerilaitteiston suunnittelussa. [1, s. 33–35.]

## 2.4 Vesilähde

Vesilähteellä tarkoitetaan sprinklerijärjestelmän osaa joka syöttää automaattisesti asennusventtiilille vettä tarvittavan määrän, jotta tulipalo pysyy hallinnassa. Tyypillisimpiä sprinklerijärjestelmän vesilähteitä ovat

- yleinen vesijohto
- yleinen vesijohto paineenkorotuksella
- erillinen vesiallas tai -säiliö
- sprinkleripumppaamo.

Vesilähteen valintaa vaikuttavat kohteen käyttötarkoitus, kohteessa oleva materiaali ja varastointitapa sekä varastointikorkeus. [2, s. 4.] Myös sen sijainnin suunnittelussa täytyy huomioida, ettei vesilähde ole alttiina sellaisille olosuhteille, jotka saattavat heikentää sen virtaamaa tai toiminta-aikaa. Tällaisia olosuhteita ovat esimerkiksi pakkanen, tulva ja kuivuus.

Vesilähde on pystyttävä koestamaan ja mittaamaan siihen suunnitelluilla mittareilla. Tällä tavoin varmistetaan, että virtaama on kunnossa ja täyttää tarvittavat vaatimukset. [1, s. 44.]

### 3 Lait ja asetukset

Tässä osiossa kerrotaan sprinklerisäännösten historiasta ja vertaillaan 2000-luvun ja 2010-luvun lakeja ja asetuksia, sprinklerijärjestelmän suunnitteluun ja asennuksiin liittyen. Lopputyön kohteena ollut Salmisaaren tunneli on rakennettu 1998–2005, joten sprinklerisuunnittelussa ja -asennuksissa on noudatettu sen ajan määräyksiä.

#### 3.1 Asetusten ja ohjeiden historiaa

Eurooppalaisen sprinklerisuunnittelun ja -asennuksen määräysten sekä ohjeiden teko alkoi vuonna 1888, kun Britanniassa perustettu vakuutusalan yhdistys, Association of British Insurers (ABI), perusti asiantuntijoista luodun Fire Offices Committee (FOC) -nimisen osaston. FOC loi ensimmäiset ohjeet ja säännökset kiinteistöjen sprinkleriasennuksia varten. [4; 5.] Pohjois-Amerikassa oli samoihin aikoihin National Fire Protection Association (NFPA) niminen järjestö, joka ryhtyi kokoamaan 1896 ohjeita sprinklerijärjestelmien asennukseen. Järjestön tavoitteena oli yhtenäistää ja selkeyttää toimintatapoja jotka liittyivät sprinklerijärjestelmiin. [5; 6.] Järjestön ohjeita käytettiin kuitenkin pääsääntöisesti tuolloin vain Yhdysvalloissa ja Kanadassa.

Suomessa alettiin käyttämään sprinklerilaitteiston suunnittelu- ja asennusohjeistuksena Fire Offices Committeeen vuonna 1929 päivittämää ohjeistusta [7]. Sitä edeltävät sprinklerijärjestelmät oli tehty ilman tarkempia ohjeita ja määräyksiä, lähinnä vakuutusyhtiöiden antamien ohjeiden sekä ehtojen mukaisesti [8].

Vuonna 1949 perustettu Suomen Paloinsinööriyhdistys ry loi sääntöehdotuksen 1969, jota käytettiin Suomessa 1970-luvun alkupuolelta lähtien. Samaan aikaan oli rinnan käytössä KY Teollisuusvakuutuksen luoma suojeluohje sprinklerilaitteisiin liittyen. [7.]

Vuonna 1983 Suomen Vakuutusyhtiöiden Keskusliitto loi säännösten, johon liiton sprinkleritoimikunta julkaisi useita soveltamisohjeita, näitä ei aikaisemmissa säännöissä ollut määriteltynä. 1990 julkaistiin päivitys, mutta rakenteeltaan päivitykset olivat hyvin samankaltaiset kuin 1969 luotu sääntöehdotus. Päivityksen tarkoituksena oli tarkentaa sprinkleriluokituksia sen aikaisten materiaalien ja varastointitapojen mukaisiksi. [7.]

Vuonna 1995 Euroopan vakuutus- ja jälleenvakuutusalan keskusliitto, (Comité Européen des Assurances) CEA, julkaisi CEA 4001: 1995-09 GB -nimisen säännösten, joka on hyvin samankaltainen kuin nykyään käytettävät säännöt ja ohjeet. Tämä säännöstö käännettiin ja otettiin käyttöön Suomessa 1.1.2000 nimellä CEA 4001: 1998-12 (FI), ja sen päivitettyä versiota käytetään edelleen. [7; 9.]

CEA 4001 -ohjeesta erotettiin standardi EN-12845, jota käytetään myös nykyisin suunnittelun ja asennuksen ohjeena. Ohje ja standardi ovat samasta lähteestä mutta kehityksen kannalta EN-standardiin tulevat muutokset hieman viiveellä, kuin CEA 4001 -ohjeeseen nähden. [7.]

Ylläolevaa ohjetta ja standardia siis käytetään automaattisten sammutuslaitteistojen suunnittelussa ja asentamisessa siltä osin kuin laissa tai asetuksissa ei toisin määrätä [10, s. 2].

Suomen rakentamismääräyskokoelman osa E1 Rakennusten paloturvallisuus on määritellyt määräykset ja ohjeet rakenteellisiin määräyksiin, joita tulee noudattaa. Tässä ohjeessa ei juuri oteta kantaa sprinklerijärjestelmän suunnitteluun tai asennuksiin. [11.]

### 3.2 2000-luvun ja 2010-luvun asetusten erot

Pääpiirteittäin asetukset ja säännöt ovat pysyneet samanlaisina 2000-luvun alusta tähän päivään. Kuitenkin joitain eroja sääntöihin on kirjattu, suunnittelun ja asennuksen osalta. Alla on listattuna tärkeimmät kohdat, jotka ovat muuttuneet sääntöjen versiossa CEA 4001: 2002-04 verrattuna uusimpaan versioon CEA 4001: 2007-06:

- Piilotiloja jotka ovat alle 0,8 m korkeita, ei tarvitse sprinklata, elleivät ne sisällä tai ole palavaa materiaalia tai jos palokuormana on vain yksivaiheisia sähköjohtoja, joiden jännite jää alle 250 V:n. Johtoja saa myös kulkea enintään 15 kpl yhdessä kaapelihyllyssä. [1, s. 37.]

- Pumppujen paineellisten ja alipaineellisten imuolosuhteiden tulee olla sellaiset, etteivät ne ylitä virtausnopeuksia 1,8 m/s (paineellisena) tai 1,5 m/s (alipaineellisena) pumpun pyöriessä suurimmalla vaaditulla virtaamalla. Kuitenkin virtausnopeuksia voidaan korottaa paineellisissa imuolosuhteissa 2,5 m/s, jos pumpun imulaipan paine ei ole enempää kuin 0,4 bar alle ympäristön paineen. Myöskään imuputken halkaisijat eivät saa olla alle 65 mm paineellisessa eivätkä alle 80 mm alipaineellisessa imuolosuhteessa. [1, s. 61–62.]
- Dieselmootorikäyttöisten pumppujen akkujen tai starttimootorien tulee olla nimellisjännitteeltään vähintään 12 V [1, s. 69].
- Sprinklerisuuttimien suurin sallittu enimmäisetäisyys lomittain asennettuna sprinkleriluokassa LH on 6,1 m, luokassa OH 5,0 m ja luokissa HHP sekä HHS 4,4 m [1, s. 78].
- Suurin sallittu suuttimen hajottajalevyn korkeusasema palkin tai kannakkeen alapuolella spraysprinklerillä on ylös- ja alaspäin asennettuna 0,02 m [1, s. 81].
- Extended coverage -sivusprinklereitä saa käyttää sprinkleriluokissa LH ja OH [1, s. 87–88].
- Märkäasennuksiin tulee asentaa koelaukaisuventtiili virtauksen osalta kaukaisimpaan kohtaan jakojohdon päähän. Venttiin virtaaman tulee vastata samaan kohtaan asennetun sprinklerisuuttimen virtaamaa. [1, s. 94.]
- Alajakojohtoihin ja niiden päihin tulee asentaa huuhteluliitännät. Liitännät on pystyttävä sulkemaan tulpalla tai kannella [1, s. 94].
- Jos asennetussa sprinklerijärjestelmässä on vaarana, että putkiston paine on korkeampi kuin 12 bar, on asennusventtiin yläpuolelle asennettava varoventtiili. Venttiin tulee olla kooltaan 10–25 mm, ja sen tulee toimia viimeistään 12 bar:n paineessa. [1, s. 96.]

- Sprinklerijärjestelmän asennusventtiileihin on asennettava hälytyslaite. Se on oltava joko vesimootorilla toimiva tai sähköinen painekeytkin, joka ikä antaa hälytyksen venttiilin lauetessa. Vaihtoehtoisesti voidaan myös käyttää molempia. [1, s. 97.]
- Sprinkleriputkiston materiaalina on sallittu käyttää myös kuparia [1, s. 99].
- Kevyen sprinkleriluokan kohteisiin on lisätty myös hotellit [1, s. 116].
- Sprinkleriluokkien ryhmiin on tehty muutoksia lisätekstein tai siirretty kohteita sprinkleriluokasta toiseen [1, s. 116–118].
- Varastoitavien tuotteiden kategorioihin on tehty muutoksia sekä lisätty varastoitavia tuotteita [1, s. 123–125].
- Sääntöihin on lisätty luku kävelytasoja sisältävien umpihyllyisten varastotelinealueiden suojaamisesta [1, s. 163–165].
- Sääntöihin on lisätty luku sprinklerilaitteistojen suunnitteluperusteista kierrätyslaitoksia varten [1, s. 165–167].
- Sääntöihin on laadittu ESFR -sprinklerilaitteistoista kertova luku [1, s. 168–176].

### 3.3 Kuntokartoituksessa huomioitavat tekijät

Sprinklerijärjestelmän kuntokartoitus ei ole vaatimuksena järjestelmälle missään säännöissä tai asetuksissa, vaan se perustuu järjestelmän omistajan tai haltijan vapaaehtoisuuteen. Kuitenkin joissain tapauksissa vakuutusyhtiöt voivat vaatia sellaista tehtäväksi, jos järjestelmässä on epäily sen epäluotettavuuteen mahdollisessa tulipalotilanteessa.

Tekniseen ohjeeseen CEA 4001, on kirjattu kohtaan 1.4.3.2 Pitkän ajan luotettavuustarkastus. Tässä vaaditaan märkäasennuksissa putket ja sprinklerit yksityiskohtaisesti tar-



kastettavaksi 25 vuoden välein ja kuiva-asennukset 15 vuoden välein. Kyseistä luotettavuustarkastusta voidaan pitää samankaltaisena kuin tässä tapauksessa tehtyä kuntokartoitusta, erona että luotettavuustarkastuksessa tarkastetaan pistokoeluonteisesti haaraputkia yksi kappale jokaista 100 sprinkleriä kohden. Kuitenkin tarkastetaan vähintään kaksi haaraputkea yhtä asennusventtiiliä kohden. [1]

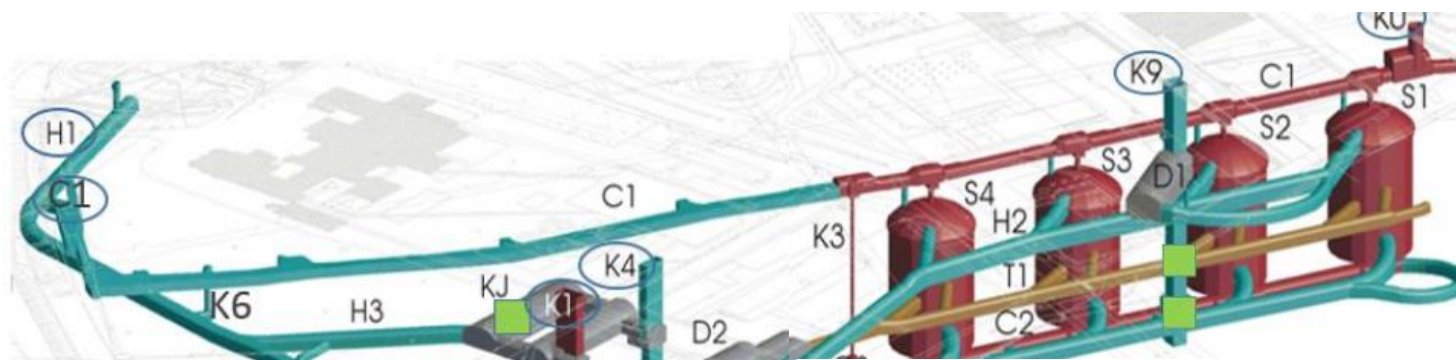
Samassa pitkän ajan luotettavuustarkastuksessa tutkitaan myös sprinklerisuuttimia. Suuttimet irrotetaan ja lähetetään tutkittavaksi laboratorioon. Siellä niiden tekniset ominaisuudet mitataan ja testataan, jotta tiedetään, vastaavatko ominaisuudet kyseisen valmistajan ilmoittamia arvoja. [1]

Salmisaaren tunnelin sprinklerijärjestelmään kuntokartoitusta lähdettiin suorittamaan kyseisen CEA 4001 -ohjeen kriteereillä ja säännöksillä. Kuitenkin jo alussa havaittiin, että järjestelmässä on niin paljon puutteita ja ongelmia luotettavuudessa, että ei nähty tarpeelliseksi seurata CEA 4001:n antamia ohjeita, vaan päädyttiin tarkastamaan kaikki järjestelmän osat.

## 4 Sprinklerijärjestelmän kuntokartoitus

### 4.1 Kuntokartoituksen johdanto

Helenin Salmisaaren voimalaitoksen alueella on maanalainen tunneli, josta käytetään nimeä C1 (kuva 3). Tilassa kuljetetaan ja säilötään energiantuotannossa tarvittavaa kivihiiltä voimalaitoksen tarpeisiin. Tunneli on louhittu kulkemaan meren läheisyydessä, jolloin kiviaineksen läpi pääsee paljon vettä ja kosteutta tunneliin. Myös tunnelin ilman-  
kosteus on korkea ja ilmanvaihto paikka paikoin huono. Nämä ongelmat yhdistettynä kallioperässä olevaan kalkkiin, joka liukenee kallion läpi kulkeutuvan veden mukana, kiihdyttävät putkiston ja sen osien korrosioitumista. Erityisesti kallioon poratut putkikanakkeet ja tunnelin loppupään sprinkleriputkisto ovat silmin nähden huonossa kunnossa olosuhteiden vuoksi.



Kuva 3. Tunneli C1 ja kartoituksen aloitusalue [12].

Tunnelia suojaavan sprinklerijärjestelmän suuttimet ovat alkuperäiset, eli noin 15 vuotta vanhat. Suuttimien tekninen käyttöikä on keskimäärin 20–25 vuotta [13]. Kartoituksessa tarkastellaan ja arvioidaan suuttimien kuntoa sekä mahdollista toimivuutta.

Kartoituksesta saatujen tietojen perusteella tilaaja päättää yhdessä urakoitsijan kanssa sovitusti jatkotoimenpiteistä ja siitä mitä osia järjestelmästä lähdetään mahdollisesti korjaamaan ja uusimaan.

## 4.2 Alkukatselmus

Tunnelissa tehtiin alkukatselmus yhdessä tilaajan, urakoitsijan edustajien ja mahdollisen materiaalitoimittajan kanssa. Katselmuksessa arvioitiin tehtävän työn laajuutta, työskentelytapoja ja mahdollisesti tarvittavia uusia materiaaleja. Katselmuksen perusteella päätettiin suorittamaan kartoitus, jossa käydään läpi koko tunnelin putkisto, kannakointi ja sprinklerisuuttimet.

## 4.3 Putkipitimet ja kannakkeet

Työt aloitettiin kannakkeiden tarkemmalla tutkimisella, tunnelin meren puoleisesta päädyistä. Tässä osassa myös putkiston kunto oli huonoin.

Tunneliin ajettiin nostimet ja rakennettiin rakennustelineet, joiden avulla päästiin näkemään läheltä osien todellinen kunto ja tekniset asennusratkaisut.

Putkipitimet ja kannakkeet oli porattu kallioon kiila-ankkurein. Tämä vaatii reiän poraamiseen kallioon, johon ankkuri laitetaan ja kiristetään kiinni. Tällaisen kiinnityksen haittapuoli on se, että kiinnitys perustuu ankkurin laajenemiseen kiristysvaiheessa, jolloin se murtaa osin kallion rakennetta ja heikentää sitä. Näin ollen kannakkeiden reiät keräsivät kallioperässä kulkevaa vettä, jolloin se pääsi valumaan suoraan kierretankoa pitkin putkipitimiin.

Kannakkeiden ja putkipitimien kartoituksessa havaittiin että suurin osa näistä osista oli todella huonossa kunnossa. Kosteus ja veden valumat kallioista olivat syövyttäneet metalliset osa lähes puhki (kuva 4).



Kuva 4. Vanha, huonokuntoinen putkikannake.

#### 4.4 Sprinklerisuuttimet

Sprinklerisuuttimet olivat tunnelissa alkuperäiset. Yleinen ohje suuttimien tekniseksi käyttöiäksi on 20–25 vuotta. Tässä ajassa suuttimen lasiampulli alkaa haurastua ja vahinkolaukeamisen riski kasvaa. Myös jos suojattavan tilan olosuhteet ovat likaiset ja pölyiset, kertyy ampullin pintaan likaa, joka toimii eristeenä lämmölle, mikä taas vaikuttaa suuttimen laukeamiseen hidastavana tekijänä mahdollisessa tulipalossa. Tällöin ei voida olla varmoja siitä, että suutin laukeaa suunnitellussa lämpötilassa. [13]

Tunnelin olosuhteet olivat hyvin raskaat suuttimille, koska kuljetettava kivihiili aiheuttaa voimakasta pölyämistä. Tämä pöly kerääntyy sprinklerisuuttimen ja sen lasiampullin pintaan ja vaikuttaa toimintaan edellä mainituin tavoin. Myös korkea suhteellinen kosteus ja vesivuodot kalliosta olivat aiheuttaneet silminnähdessä suurta korrosioitumista suuttimien metalliosiin (kuva 5).



Kuva 5. Vanha, ja uusittu sprinklerisuutin.

#### 4.5 Sprinkleriputkisto

Tunnelissa on sprinkleriputkistoa yhteensä noin 3 000 metriä. Noin 900 metriä tästä on runkoputkistoa, eli kokoa Dn80–Dn100, ja loput pienempää haaraputkistoa.

Putkisto oli pääosin silmin nähden hyvässä kunnossa, mutta niissä tunnelin osissa joissa kalliosta valuvaa vettä tuli runsaasti, oli putkisto korrosioitunut pahoin (kuva 6).



Kuva 6. Korrosioitunutta putkistoa.

Kannakkeiden kartoituksen aikana putkiston huonokuntoiset alueet merkattiin. Myös runkoputkia avattiin pistokoeluoontoisesti ja tällöin tarkasteltiin niiden sisäpuolista kuntoa (kuva 7).



Kuva 7. Avattu sprinklerijärjestelmän runkoputki.

## 5 Tulosten tarkastelu

### 5.1 Kannakkeet ja putkipitimet

Kannakkeet ja putkien pitimet olivat suurilta osin huonokuntoisia ja korroosion syövyttämiä. Niiden uusinta on välttämätöntä, jotta voidaan varmistua sprinkleriputkiston kiinnityksestä kalliorakenteeseen.

Kuntokartoituksessa ei voitu saada varmuutta kallion vahvuudesta, joten riskinä oli, että kiviaines lohkoilee ja rikkoutuu uuden kiinnikeankkurin kiristyessä. Näin ollen päädyttiin kiinnittämään uudet kannakkeet kallioon palonkestävällä kaksikomponenttimassalla.

Kiinnitysmassa oli Hilti Oy:n HIT-RE 500v3 kaksikomponenttiankkurimassaa, ja sen käytössä noudatettiin Hiltin ohjeistusta [14]. Massan etuna verrattuna kiinnikeankkuriin on myös, että massa tiivistää osittain porattavan reiän, jolloin vesi ei pääse valumaan suoraan kierretankoa pitkin alas putkipitimeen.

Uusittavat putkipitimet, joita työssä käytettiin, olivat Hilti Oy:n toimittamia osia. Nämä olivat putkille kooltaan Dn25–Dn50 Hilti MP-MRI ja suuremmille putkille Dn65–Dn100 Hilti MP-SRNI (kuva 8).



Kuva 8. Hilti MP-SRNI -sprinklerikannake [14].

Pitimet ovat ruostumatonta terästä, ja niille on teetetty standardin DIN 4102 osan 2 mukaiset palonkestotestit [15]. Nämä todettiin parhaaksi saatavilla olevista vaihtoehdoista putkiston uudelleen kiinnitykseen ja kannatukseen. Myös uudet kierretangot ovat ruostumatonta terästä.

Koska putkisto taas on kuumasinkittyä terästä, piti huomioida, että putkipitimissä on kumitiiviste eristeenä (kuva 9). Näin vältetään galvaanisen korroosion syntyminen sinkityn ja ruostumattoman teräksen välillä. Sinkki putkiston pinnassa olisi syöpynyt jalomman metallin takia, jolloin putkisto on alttiimpi korrosioitumaan tästä liitoskohdasta. [15, s. 3.]



Kuva 9. Uusittu putkipidin, jossa on kumitiiviste.



## 5.2 Sprinklerisuuttimet

Sprinklerisuuttimet olivat keränneet hyvin paljon likaa itseensä, ja moni suutin oli pahoin korroosion syövyttämä. Näin ollen päädyttiin uusimaan tunnelin kaikki sprinklerisuuttimet (kuva 10). Suuttimia oli tunnelissa yhteensä 700 kappaletta.



Kuva 10. Uusittu sprinklerisuutin.

Uusina suuttimina käytettiin Reliable Automatic Sprinkler Corporationin valmistamia RA1375 Conventional -suuttimia, joiden laukeamislämpötila on 68 °C.

### 5.3 Sprinkleriputkisto

Kartoituksessa merkatut huonokuntoiset sprinkleriputket uusittiin tarpeelliselta osin alueittain, jotta varmistuttiin laitteiston toimivuus tulevaisuudessa (kuva 11). Tämä sisälsi osittain niin runkoputkistoa kuin haaraputkia. Tällä varmistuttiin, että putkisto ei ala vuotamaan korroosioituneista osista.



Kuva 11. Uusittua sprinkleriputkistoa.

Poikkeuksen teki tunnelin eteläpääty, jossa vesivalumat ja suuri suhteellinen kosteus olivat syövyttäneet putkiston todella huonokuntoiseksi. Tältä osin päädyttiin uusimaan koko alueen runko- ja haaraputkisto (kuva 11).



Kuva 12. Tunnelin päädyn uusittua putkistoa

Koska tunnelin päädyn vesivalumia ei pystytty kokonaisuudessa tukkimaan ja ilmanvaihtoa ei pystytty parantamaan, päädyttiin putkiston materiaalina käyttämään ruostumattomaa terästä. Tällöin putkisto kestää jatkossakin päädyn kostean ilman ja kalliosta valuvan kalkkiveden aiheuttaman korkean korroosioriskin.

#### 5.4 Muita havaintoja

Kartoituksen yhteydessä havaittiin myös muita puutteita tunnelin sprinklerijärjestelmässä kuin pelkät korroosion aiheuttamat ongelmat.

Tunnelin sprinkleriputkisto on kytketty rengassyöttöön, jolloin mahdollisen tulipalon ja sprinklerisuuttimen laukeamisen takia vettä syötetään paloalueelle putkiston molemmista suunnista. Tällä kytkentätavalla putkiston koko pystytään pitämään pienempänä, kuin jos vettä syötettäisiin vain yhdestä putkiston suunnasta. Kriittisin puute järjestelmän toimivuuteen tähän rengassyöttöön liittyen oli asennuksen aikana jättämättä tehty kytkentä. Rengassyötön yksi putkiston haara oli kytketty vain toisesta päästä, jolloin niin

sanottu rengas katkeaa. Tällöin tämän alueen riittävä veden saanti mahdolliselle palo-  
paikalle ei toteudu. Asennusvirhe korjattiin kartoituksen ja päädyn putkiston uusinnan  
yhteydessä.

Puutteita oli myös putkiston kaadoissa. Nämä korjattiin myös kannakkeiden vaihdon yh-  
teydessä.

## 6 Yhteenveto

Kartoituksen tavoitteena oli siis kartoittaa kyseisen kohteen sprinklerijärjestelmän kunto  
ja toimintaan liittyvä luotettavuus, mahdollisen tulipalon tai onnettomuuden sattuessa.  
Sekä millä tavoin haastavat olosuhteet vaikuttavat järjestelmän tekniseen käyttöikään.

Kartoituksen ja siitä saadun tiedon perusteella pystyttiin toteamaan, että tunnelin sprin-  
klerijärjestelmä oli ikäänsä nähden huonossa kunnossa, ja toiminta ei olisi ollut optimita-  
solla mahdollisessa tulipalossa, sitä rajaten ja sammuttaen.

Tämän suurin aiheuttaja on varmasti tunnelin sijainti meren läheisyydessä, josta tulee  
kosteutta kallioperään ja sitä kautta tunneliin. Vedestä tunnelissa ei otettu näytteitä eikä  
niitä tutkittu laboratoriossa, mutta voidaan kuitenkin päätellä, että se on todennäköisin  
syy suurimmilta osin peräisin merestä. Erinäisiä suoloja ja yhdisteitä sisältävä merivesi  
syövyttää osia nopeasti, kun ne altistuvat sille pitkäaikaisesti.

Toinen korroosiota nopeuttava syy on tunnelin korkea suhteellinen kosteus, mikä on pe-  
räisin heikosta ilmanvaihdosta. Ilmanvaihto oli toteutettu koneellisella poistolla tunnelin  
alkupäässä mutta loppupäähän sitä ei ollut rakennettu. Tähän on todennäköisesti syynä  
joltain osin kivihiilipöly, jota tunnelissa on. Erityisesti pölyn määrä lisääntyy, kun hiiltä  
siirretään kuljettimella varastoista toiseen ja energiantuotantoon. Ilmanvaihdon teknisten  
ratkaisujen syyt eivät kuitenkaan kartoituksen yhteydessä selvinneet.

Säädöksien ja ohjeiden erot sekä muutokset eivät ole olleet vaikuttavana tekijänä tunne-  
lin sprinkleriosien huonoon kuntoon, sprinklerijärjestelmän suunnittelu- ja rakentamis-

ajalta verrattuna nykyajan vastaaviin. Jos alkuperäisenä materiaalina olisi käytetty ruostumaton terästä sinkityn sijaan, olisi järjestelmä ollut huomattavasti paremmassa kunnossa kuin kartoitusta tehdessä. Tässä on kuitenkin huomioitava taloudelliset seikat jotka ovat hyvin todennäköisesti vaikuttaneet tuolloin valittuihin materiaaleihin.

Kannakkeiden kiinnityksessä käytetyille kiila-ankkureille ei ollut tuohon aikaan sopivaa korvaavaa tuotetta, jolle olisi tehty tarvittavat palonkestävyystestit. Näin ollen se on ollut paras tapa kannakkeiden kiinnitykseen.

Vastaavanlaisten kohteiden urakoissa ja projekteissa on syytä huomioida jo suunnitteluvaiheessa mitä materiaaleja suunnittelija suosittelee, jos suojattavan tilan olosuhteet ovat näin haastavat. Myös urakoitsijan on syytä tuoda ilmi näkemyksensä laitteiston pitkän ajan luotettavuuteen, jos päätetään käyttää materiaaleja, joiden voidaan epäillä kestävän merkittävästi lyhemmän ajan vallitsevien olosuhteiden vuoksi.

## Lähteet

- 1 Sprinklerilaitteistot suunnittelu ja asentaminen CEA 4001:2007-06 (fi). 2007. Paris: Comité Européen des Assurances.
- 2 Sammutuslaitteistot. 2012. LVI 06-10512. Rakennustieto Oy.
- 3 Reliable Model D Instructions for Installation, Operation, Care and Maintenance. 2012. Verkkoaineisto. The Reliable Sprinkler Co., Inc. <<http://www.enxixia.fi/wp-content/uploads/2014/08/Reliable-Model-D-kuivah%C3%A4lytysventtiili-DN100-150-k%C3%A4ytt%C3%B6ohjeet-EN.pdf>> Ladattu 29.3.2019.
- 4 Our Story. 2016. Verkkoaineisto. Fire Protection Association. <<https://www.thefpa.co.uk/about/our-story/>>. Luettu 24.4.2019.
- 5 Lehto, Raimo. 2013. CEA 4001 päivitetty sprinklerisäännöt. Verkkoaineisto. FK Vakuutuslainsäädäntö ja turvallisuus. <<https://slideplayer.fi/slide/1956425/>>. Luettu 5.4.2019.
- 6 Cavanaugh Grant, Casey. 2019. History of NFPA. Verkkoaineisto. NFPA. <<https://www.nfpa.org/About-NFPA/NFPA-overview/History-of-NFPA>>. Luettu 29.3.2019.
- 7 Santavuori, Ari. 2019. Riski-insinööri. If Vakuutusyhtiö Oy. Espoo. Sähköpostikeskustelu 1.3.2019.
- 8 Nuolivirta, Hannu. 2003. Sammutuslaitteistot vuonna 2003. Sprinkleri 2003 17.3.2003, s. 7.
- 9 Ahonen, Ari. 2004. Sprinklerisäännöt 2004 (CEA 4001 ja tulevaisuudennäkymiä. Sprinkleri 2005. 2.5.2005, s. 6.
- 10 Sisäasiainministeriön asetus automaattisista sammutuslaitteistoista. 2000. N:o SM-1999-967/Tu-33. Sisäasiainministeriö.
- 11 Rakennusten paloturvallisuus. 2011. Suomen rakentamismääräyskokoelma, osa E1. Helsinki. Ympäristöministeriö.
- 12 Järjestys-, turvallisuus- ja suojeluohjeita maanalaisissa tiloissa työskenteleville. 2015. Yrityksen sisäinen dokumentti. Helen Oy.
- 13 Lipponen, Caj. 2019. Palvelupäällikkö. ISS Palvelut Oy. Helsinki. Keskustelut 2019.
- 14 Hit-Re 500 V3 injection mortar. 2018. Technical datasheet. Hilti Oy.
- 15 Installation Technical Manual - Technical Challenges - Fire resistance. 2016. Hilti Oy.

16 Sinkitys. 2011. RT 39-11037. Rakennustieto Oy.