



Osaamista
ja oivallusta
tulevaisuuden
tekemiseen

Sprinkleritarjouslaskimen kehittäminen

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Talotekniikka

Insinöörityö

6.4.2020

Tekijä Otsikko	Kasper Ketonen Sprinkleritarjouslaskimen kehittäminen
Sivumäärä Aika	27 sivua 6.4.2020
Tutkinto	insinööri (AMK)
Tutkinto-ohjelma	talotekniikka
Ammatillinen pääaine	LVI-urakointi
Ohjaajat	lehtori Markku Leino toimitusjohtaja Aki Rahunen
<p>Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli kehittää yrityksen käytössä olevaa Excel-pohjaista tarjouslaskinta. Laskin on alun perin tehty perinteisten märkäsprinkleri-laitteistojen urakkalaskentaan. Työn tavoitteena oli tarkistaa laskimen päivantasaisuus sekä lisätä uusia ominaisuuksia, kuten hitsattavat haponkestävätputket ja sekä matalapainesumujärjestelmien komponentit.</p> <p>Aloitin työni hankkimalla ajantasaista materiaalia yrityksen keskeisiltä toimittajilta, samanaikaisesti opiskelemalla tarjouslaskennan perusteita ja toimintatapoja. Tärkeänä työnä pidin eri asennustapoihin tutustumista, jotta ohjelman päivittäminen olisi luotettavalla tolalla.</p> <p>Onnistuin kokoamaan uuden tarjouslaskimen, johon lisättiin aiemmin suunnitellut komponentit, kuten eri putkidimensioiden sprinkleri- ja matalapainesuuttimet sekä omat paketit hitsattaville putkille ja osille. Laskimen tulevaisuuden päivitysten kannalta kaikki tuotetiedot tulivat linkitetyiksi toimittajien taulukoihin.</p> <p>Uudella laskimella toimihenkilöiden on helpompi laskea eri tyyppisten sammutusjärjestelmien asennuskustannuksia sekä tehdä vertailua niiden kustannustehokkuudesta. Laskin tulee varmasti helpottamaan toimihenkilöiden työtä tarjouslaskennassa ja pienentämään laskennan riskejä.</p>	
Avainsanat	sprinkleri, tarjous, urakkalaskenta, sammutusjärjestelmät

Author Title Number of Pages Date	Kasper Ketonen Improving Sprinkler Contract Calculation Program 27 pages 6 April 2020
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Building Services of Engineering
Professional Major	HVAC Contracting
Instructors	Markku Leino, Senior Lecturer Aki Rahunen, Chief Executive Officer
<p>The purpose of this final year project was to improve the quotation programme of a company, originally produced for the calculation of traditional wet sprinkler systems. The goal of the project was to add more features to the programme to quote for systems with welded stainless steel pipes and low pressure water mist components.</p> <p>Up-to-date information of sprinkler system products was obtained from suppliers. Furthermore, topics such as a collective agreement and information about various types of pipe connections were studied.</p> <p>Based on the literary study, the Excel based programme was modified, and now the suppliers' product data is easy to update at any time. The project succeeded in adding many functions to reduce the cost of different types of pipe connections like roll grooving, welding and compression fittings.</p> <p>The final year project was important to the company because now the contract of cost calculations are much more detailed. This gives better accuracy and reduces the risks of competitive tendering.</p>	
Keywords	sprinkler, quote, contract cost calculations

Sisällys

Lyhenteet

1	Johdanto	1
2	Yrityksen toiminta	2
3	Sammutusjärjestelmät	2
3.1	Miksi sammutusjärjestelmiä käytetään	2
3.2	Sprinklerijärjestelmän toiminta	3
4	Tarjouslaskin	4
5	Sammutuslaitteiston komponentit	5
5.1	Vesilähde	5
5.2	Hälytysventtiilit	5
5.3	Putkisto	9
5.3.1	Kierrelitokset	10
5.3.2	Uralitokset	11
5.3.3	Hitsaus	12
5.3.4	Puristeliitokset	14
6	Matalapainesumujärjestelmä	15
7	Tarjouslaskenta	17
7.1	Urakoiden kilpailutus	17
7.2	Tarjouksen laskeminen	18
7.3	Massoittelu; yksiköt ja paketit	19
7.4	Asennus-urakka	19
7.5	Hitsaus	20
7.6	Puristeosat	21
7.7	Muut kustannukset	21
8	Laskentatyökalun päivitys	22
8.1	Hinnastot	22
8.2	Pakettien luominen	24

8.2.1	Kierre- ja uraliitokset	24
8.2.2	Hitsattavat putket	25
8.2.3	Putket puristeliitoksilla	25
8.3	Riskien hallinta	26
8.3.1	Taulukon solujen lukitseminen	26
9	Yhteenveto	26
	Lähteet	28

Lyhenteet

Asennus	Sprinklerilaitteiston osa, joka käsittää asennusventtiilin, putkisto, sprinklerit sekä laitteet.
Asennusventtiili	Kokonaisuus, joka käsittää hälytysventtiilin, sulkuventtiilin ja sen hallintaan liittyvät komponentit, trimmi-putkistot.
Hydraulinen painehäviö	Putkistossa virtaavan veden paineen laskemiseen käytetty menetelmä, jolla lasketaan putkiston kitkapainehäviöitä.
Hälytysventtiili	Yksisuunta-venttiili, joka on malliltaan märkä-, kuiva- tai kuiva-märkäventtiili.
Mitoitusala	Pinta-ala, jolla sprinklereiden oletetaan laukeavan tulipalossa. Käytetään sammutusjärjestelmän vesilähteeltä vaadittavan veden tilavuusvirran laskemiseen.
Paketti	Tietokanta, joka sisältää yhden artikkelin asentamiseen tarvittavat resurssit.
Sprinkleri	Kattoon tai seinään asennettu lämpöön reagoivalla sulkumekanismilla varustettu suutin, joka avautuessaan levittää vettä palon sammuttamiseksi.
Vesilähde	Verkosto tai järjestelmä, josta sammutuslaitteisto saa sammutusveden.
Vesivuon mitoitustiheys	Mitoitusalueella esiintyvä pienin sallittu vesivuontiheys (mm/min), jolle asennus mitoitetaan.

1 Johdanto

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on kehittää yrityksen käytössä olevaa sprinkleriurakan tarjouslaskentatyökalua. Työn on tilannut PK Sprinkleriasennus Oy. Yritys on kasvanut viime vuosina, joten on todettu, että ohjelma ei täytä tämän päivän tarpeita. [35]

Laskurin päivittämisessä tarkoituksena ei ole muuttaa sen toimintaperiaatetta, joka on tuttu useista alan laskentaohjelmista, vaan tulen lisäämään laskuriin uusia tuotepaketteja erityyppisillä sprinkleriasennustavoilla. Laskuri on alunperin suunniteltu perinteisen märkäsprinklerilaitteiston asennusurakan laskentaan. Uusien asennustapojen lisääminen on tärkeää, jotta tarjouslaskennassa säilyy tarkkuus. Ohjelman kehittämisessä keskitytään myös päivittämään tuotetiedot ja muokkaamaan laskurin rakennetta tulevaisuuden ylläpitoa varten sekä laajentaamaan tarjouslaskennan mahdollisuuksia. Toivomme päivityksen tuovan kaivattua tarkkuutta tarjouslaskentaa, jolloin epävarmuuskertoimet pienenevät ja kilpailukyky kasvaa. [35]

Tämä työ tulee sisältämään tietoja sprinklerilaitteiston komponenteista ja asennustavoista, jotta tarjouslaskennan hahmottaminen olis yksinkertaisempaa. Laskentaohjelmaa päivittääkseni minun tulee tutustua alan työehtosopimuksen ohjeisiin urakkalaskennasta sekä standardien mukaisiin vaatimuksiin laitteistoista. Aion työtä tehdessäni haastatella yrityksen työntekijöiden toiveita laskurilta. Luulen saavani arvokasta tietoa eri työtavoista kokeneilta asentajiltamme ja alan asennusoppaista. Tarkoituksenani on hankkia ajantasaiset tuotetiedot kaikilta yrityksen keskeisiltä toimittajilta. Uskon, että haastetta tulee olemaan erilaisten liitostapojen asennusaikojen todenmukaisessa arvioinnissa.

2 Yrityksen toiminta

PK Sprinkleriasennus Oy:n toiminta on pääosin keskittynyt sammutuslaitteistojen asennusurakointiin. Tosin viime vuosina toiminnan kasvaessa palvelutarjonta on myös lisääntynyt. Urakoinnin lisäksi he tarjoavat laitteistojen huollon ja kunnossapidon sisältäen ympärivuorokautisen vikapäivystyksen. Yrityksen palveluista löytyy myös sprinkleri-suunnittelu ja konsultointi muunmuassa tilamuutosten varalle. Toiminta on koko maan kattavaa, mutta suurin osa kohteista on tähän asti ollut pääkaupunkiseudulla. [29]

Sammutuslaitteistojen asentaminen on luvan varaista toimintaa. Asennusliikessä pitää olla vastuuhenkilö, jonka kokemus ja koulutus vastaa asiaa koskevia pätevyysvaatimuksia. Suomessa asennusyrityksen on tehtävä ilmoitus Tukesille, joka valvoo toimintaa ja pitää kirjaa asennusliikkeistä. [30]

Tämän takia alan asennusliikkeiden strategiaan kuuluu urakointi tavalla jossa asennustyö ostetaan aliurakoitsijoilta. Yrityksessä on omia asentajia, mutta osa työstä hankitaan aliurakoitsijoilta. Tämä malli toimii käytännössä niin, että asennusliike hankkii urakoita, joissa projektinhoitaminen eli asennustyön valvonta, johtaminen sekä materiaalihankinnat ovat yrityksen vastuulla. [35] Tässä mallissa aliurakoitsijoiden toiminta tulee riippuvaiseksi toisesta yrityksestä, joka voi luoda riskejä. Kuitenkin uskon, että laadukas työn jälki ja aikataulussa pysymien kantaa hedelmää ja takaa töiden jatkumisen.

3 Sammutusjärjestelmät

Käsittelen tässä luvussa kiinteästi rakennuksiin asennettuja sammutusjärjestelmiä. Vedelle herkissä tiloissa voidaan käyttää myös kaasusammutusta, jota ei käsitellä tässä työssä. [31]

3.1 Miksi sammutusjärjestelmiä käytetään

Sammutuslaitteistoja asennetaan käytännössä kahdesta syystä: omaisuuden ja henkilöiden suojaamiseksi. Sprinklerilaitteistot ovat yleisimpiä käytössä olevia

sammutusjärjestelmiä. Laitteiston ehdoton etu on se, että se on aina valmiina sammuttamaan tulipalon. Lisäksi laitteisto havaitsee palon ja tekee siitä ilmoituksen. [1] Laitteistojen suunnittelussa, asennuksessa ja käytössä noudatetaan pääasiassa kahta standardia. Henkilöiden suojaamiseen eli asunto, hotelli ja hoivakoti kohteisiin standardeja SFS – EN 19625 sekä SFS – EN 5980. Omaisuuden suojaamiseen standardia SFS – EN 12845:2015 + A1:2019. [22] Rakennuksen omistaja tai vakuuttaja voi myös vaikuttaa sammutuslaitteiston ominaisuuksiin, kuten maailmanlaajuinen FM Global-yhtiö on luonut omat standardinsa tuotteiden ja laitteistojen hyväksyttämiseen [25]. Sammutuslaitteiston hankinta tulee yleensä edellytyksenä rakennusluvasta tai toiminnan harjoittamisesta. Sammutuslaitteistoilla voidaan saada lievityksiä paloteknisiin asioihin, kuten palo-osastojen kokoon sekä kiinteistön vakuutusmaksuihin. [32]

3.2 Sprinklerijärjestelmän toiminta

Laitteiston tehtävä on havaita sekä sammuttaa tulipalo tai vähintään rajata palon kehittymistä, jotta palokunta ehtii paikalle. Sprinklerisuuttimet reagoivat palon tuottamaan lämpöön ja laukeavat. Tämä aiheuttaa veden virtauksen ja paineen laskun hälytysventtiilin läpi. Venttiiliin kytketty painekeytkin havaitsee paineen muutoksen ja välittää ilmoituksen kiinteistön valvontajärjestelmään sekä hätäkeskukseen. [1] Laitteistot mitoitetaan Suomessa hälytysventtiili kohtaisesti hydraulisilla painehäviölaskemilla, rakennuksen käyttö- ja varastointitavan mukaan [1; 35]. Tämä aiheuttaa erilaisia vaatimuksia vesilähteeltä, josta laitteisto ottaa sammutusveden. Tavallisesti laitteistot ovat kytketty paikkakunnan vesiverkoston, mutta mikäli verkoston tuotto ei ole riittävä, valitaan vesilähteeksi pumppaamo. Pumppaamot koostuvat yleensä sähkö- sekä diesel-käyttöisistä pumpuista, jotka pumppaavat vesialtaasta olevaa vettä sammutusjärjestelmään.

Yleisimmät pumppuyhdistelmät ovat yksi sähköpumppu ja sähkö+diesel. Vetensä pumppaamo saa joko katujohdosta tai altaasta, jos katujohdon virtaama ei riitä. [22]



Kuva 1. Pendent-tyyppinen alaspäin suunnattava sprinklerisuutin. Putkisto toteutettu puristeliittimillä. [5]

Sammutusjärjestelmien sovelluksia on muutamia perinteisestä sprinklerilaitteistosta, vaahtosammutus-, kaasu- sekä matala- ja korkeapainesumujärjestelmiin. Käsittelen tässä työssä sprinkleri- ja matalapainesumulaitteistoja, koska yrityksemme on keskittynyt näiden laitteistojen asennukseen ja huoltoon. [29]

Sprinkleriputkiston materiaalina on yleensä teräs maalattuna tai sinkittyä. Putkidimensiot ovat tyypillisesti välillä DN25–DN250 suurten vesivirtojen vuoksi. Sprinklerijärjestelmissä käytettyjä liittostyyppejä ovat hitsaus-, kierre-, puriste- sekä uraliitokset. Matalapainesumujärjestelmät asennetaan aina puristeosilla [22]. Kaikki osat ja kannakkeet tulee olla hyväksytyjä sammutuslaitteisto käyttöön [23]. Palovesipumppaamon putkistot tehdään usein haponkestävästä teräksestä. Tämän vuoksi koin tarpeelliseksi ottaa selvää putkistojen asentamisen edellytyksistä sekä kustannuksista. Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli rakentaa näistä asennustavoista sopivia laskentapaketteja päivitettävään laskimeen.

4 Tarjouslaskin

Nykyinen tarjouslaskentatyökalu on ollut käytössä vuosia, mutta sen ominaisuudet ovat varsin rajalliset. Se on käytännössä tehty perinteisten märkälaitteistojen urakointiin. Mikäli laskettavassa urakassa on ollut poikkeamia materiaalien tai laitteiden suhteen, on ohjelmaan pitänyt lisätä puuttuva tuote sekä arvioida hinta ja asennusaika. Tämä on

ollut usein varsin karkeaa arviointia. Nyt tarkoituksena olisikin lisätä puuttuvat tuotteet sekä perehtyä niiden asennusaikoihin. Yrityksen toimihenkilöiden mukaan ohjelmaan tarvittaisiin tuotteita eri asennustavoilla ja putkimateriaaleilla, minkä vuoksi lähdin perehtymään niihin. Nykyisen ohjelman päivittäminen on myös ollut työlästä. Tuotepakettien ja toimittajien tuotetietojen väliset linkitykset ovat puuttuneet kokonaan, kuten tuotetietojen esimerkiksi hinnastojen päivittäminen, on ollut täysin manuaalista.

5 Sammutuslaitteiston komponentit

5.1 Vesilähde

Vesilähteen tehtävä on syöttää vettä sprinklerilaitteistoon. Lähteen vaatimukset riippuvat laitteiston luokituksesta. Kuitenkin vesilähteen on aina täytettävä virtaama vaaditulla paineella sprinkleriluokan toiminta-aika edellytyksen ajan. Vesilähteinä käytetään pääsääntöisesti paikkakunnan vesiverkostoa, vesiallasta tai näiden yhdistelmää. [1] Laitteiston koko ja luokitus luo omat vaatimuksensa vesilähteelle. Lähteet luokitellaan A-, B- ja C-luokkiin, joista ensimmäisenä mainittu soveltuu vaatimimpiin asennuksiin ja se käsittää kaksi toistaan riippumatonta vesilähdettä. Yleisin tyyppi on B-luokka, joka käsittää rengasmallisen katujohdon, mikäli katujohdon virtaama ei riitä vesilähteeksi hankitaan allas ja pumppamo. [22] Vesilähde tulee aina koestaa, ja laitteistoissa tulee olla koestuslaite asennettuna vaaditun virtaaman ja paineen mittaamiseksi [1].

Vesilähteen mitoituksen perusteena käytetään laitteiston painehäviölaskemia sekä sprinkleriluokan määramiä vesivuontiheyksiä, mitoitusala sekä toiminta-aika vaatimusta. Näiden parametrejen perusteella saadaan kokonaisvirtaama ja vähimmäispaine epäedullisimmalla eli vaikeimman reitin takana olevalla mitoitusallalla. Tämän vesilähteen tulee täyttää. [1]

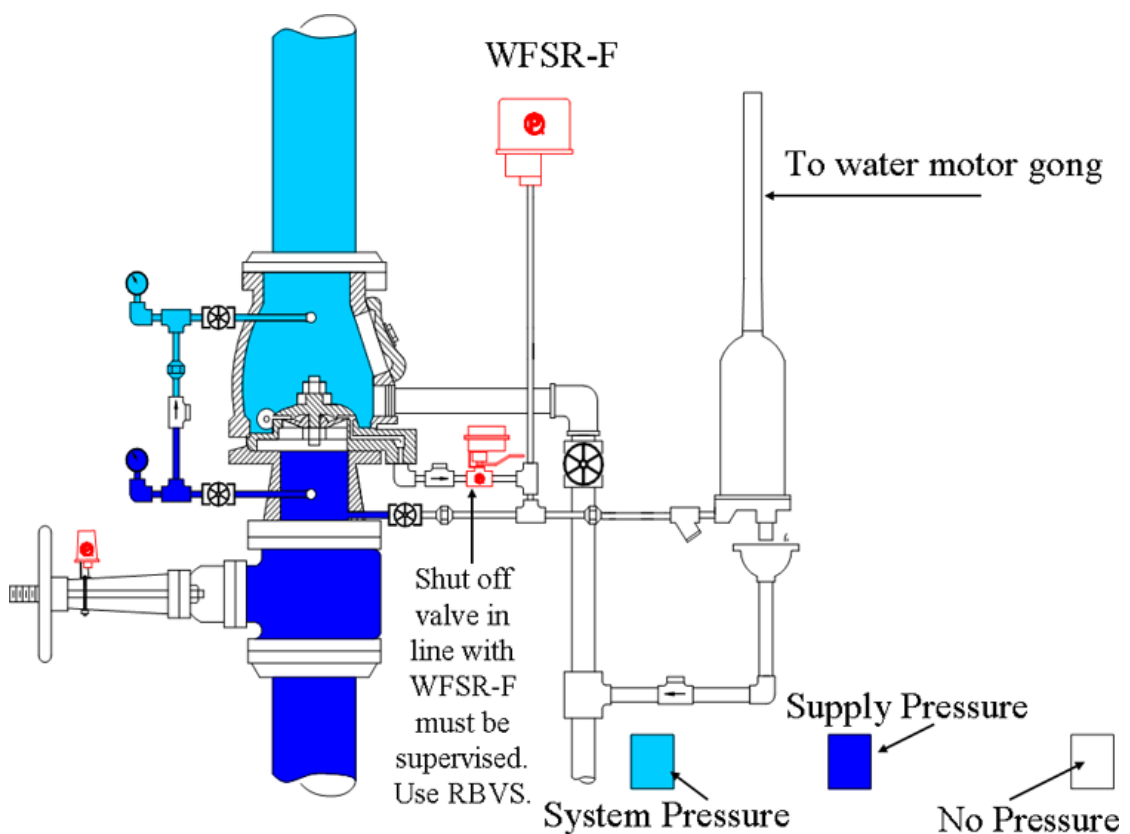
5.2 Hälytysventtiilit

Hälytysventtiileillä on useampikin tehtävä. Tyypistä riippuen ne takaavat laitteiston suunnitelmallisen toiminnan sekä tekevät ilmoituksen tulipalo sattua.

Sprinkleriverkosto tyyppejä on käytännössä kolme: märkä-, kuiva- ja avosuutinputkisto. Näitä verkostoja palvelee märkä-, kuiva-, ennakko- ja aluelaukaisuventtiilit. [1]

Märkärjestelmä on tyypillisin käytetty järjestelmä muoto, näissä asennuksissa sprinkleriverkostossa on kokoajan paineistettu vesi. Märkähälytysventtiili toimii samalla takaiskuventtiilinä, jonka puolilla on eri paine. Verkoston puolella pidetään korkeampaa painetta kuin venttiilin vesilähteen puolella. [33]

Kun lämpötila suuttimella ylittää suuttimen laukeamislämpötilan, suuttimen lasiampulli hajoo ja avaa suuttimen. Tästä seuraava vedenpaineen lasku avaa hälytysventtiilillä olevan läpän. Läpän auetessa avautuu reitti painekeytkimelle ja kun kytkin havaitsee paineen muutoksen, siitä syntyy hälytys kiinteistövalvomoon ja hätäkeskukseen. Venttiiliin voi olla kytkettynä lisäksi vesimootorilla toimiva hälytyskello. [33]

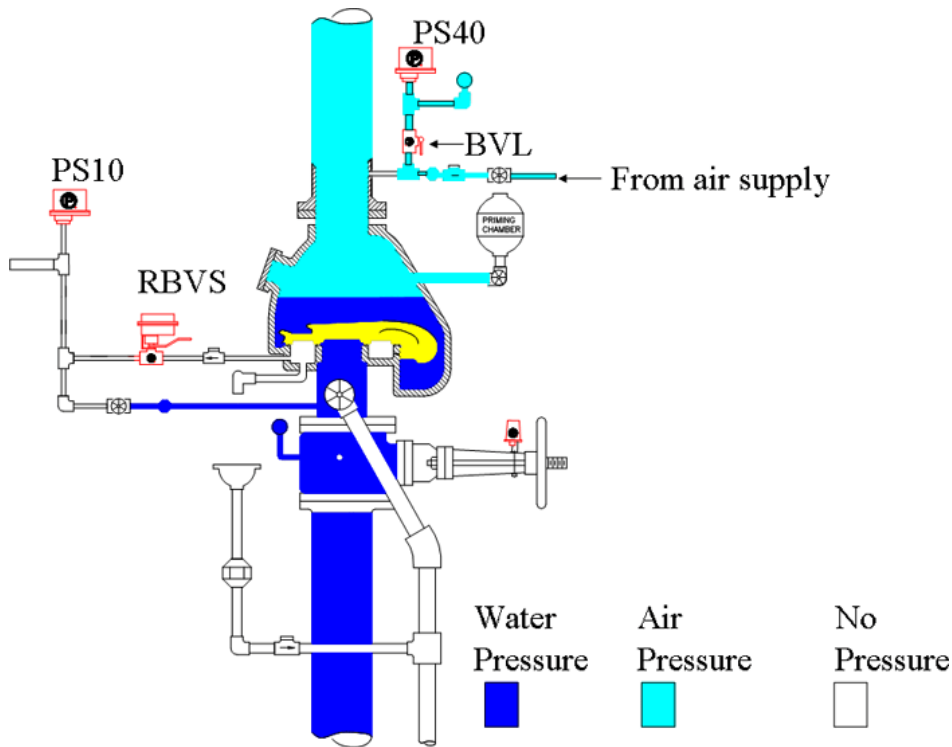


Kuva 2. Märkähälytysventtiili painekeytkimellä ilman hidastusastiaa. Kuva havainnollistaa paineeroja ja virtauksesta johtuvan hälytyksen syntyä. Sulkuventtiili ja hälytyksenestoventtiili on varustettu toimilaitteilla, jotka valvovat venttiilin asentoa. [16]

Kuivajärjestelmä eroaa märkäjärjestelmästä siten, että hälytysventtiilin sprinkleriverkoston sisällä ei ole vettä, vaan kaasua yleisimmin ilmaa. Kuivajärjestelmiä käytetään tiloissa, joissa putkiston jäätyminen vaara on suuri, kuten parkkihallit ja roskakatokset. Kuivajärjestelmiä asennetaan myös tiloihin, joiden lämpötila ylittää yli 70 °C kuten teollisuuden uunit. Asennusventtiilin tulee kuitenkin sijaita tilassa, joka on lämmitetty. [1]

Kuivahälytysventtiilissä oleva läppä on isompi kuin märkähälytysventtiilissä ja se on noin viisi kertaa suurempi kuin venttiilin virtausreikä. Läppä on suurempi, jotta se pysyisi kiinni pienemmällä ilmanpaineella, mitä venttiilin alapuolen verkoston vedenpaine on. [19] Kuiva-asennuksen yhteyteen asennetaan aina paineilmakompressori ilmanpaineen nostamiseksi ja ylläpitämiseksi. Ilmanpainetta ei haluta pitää korkeana, koska järjestelmän tyhjentyminen ilmasta tapahtuu indikoivan suuttimen kautta. Mitä suurempi paine on, sitä kauemmin kestää sammutusveden suihkuamiseen suuttimesta. Veden suihkuamisen tulee alkaa yhden minuutin kuluessa suuttimen laukeamisesta. [1] Kuvasta 3 ilmenee järjestelmän kaksi painekeytkintä. Toinen painekeytkimistä on veden virtausta varten, tämä painekeytkin lähettää ilmoituksen tulipalosta. [19] Verkoston puolella, jossa on paineilmaa, sijaitsee toinen painekeytkin. Sen tehtävä on valvoa ilmanpainetta ja tehdä ilmoitus mikäli se laskee liian alas. Ilmoitus välitetään esimerkiksi tekstiviestitse järjestelmästä vastaavalle huoltomiehelle. Ilmanpaineen tarkkailu on tärkeää, jotta estetään järjestelmän virhelaukaisut, koska tilanne voi olla se, että ilmanpainetta ylläpitävä paineilmakompressori on epäkunnossa. Jos ilmanpaine laskee verkoston vuodon takia ja venttiilin laukeamisen tapahtuu, syntyy sama tapahtumaketju kuin tositilanteessa ja palokunta tulee turhan takia paikan päälle.

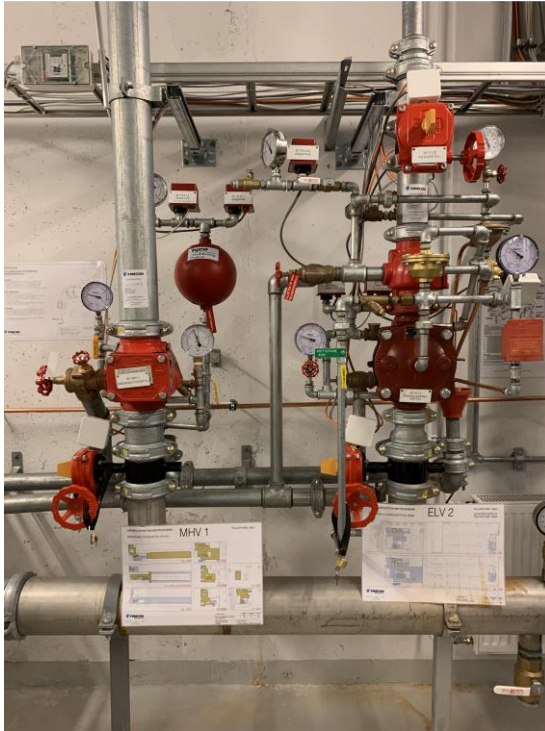
Sprinkleriputkistot asennetaan aina kaadoilla. Kuitenkaan aina ei ole mahdollista rakentaa verkostoa, joka tyhjentyisi suoraan asennusventtiilille ja sitä kautta viemäriin. Tätä varten verkostoon jätetään tyhjennys- ja huuhteluventtiilejä. [1] Ympäroivien olosuhteiden muuttuessa kuivaputkistoissa syntyy kondenssivettä. Tämä kondenssivesi valuu putkistoa pitkin vesitysastioihin, joita huolletaan säännöllisin väliajoin. Vesiasiassa on valmiiksi glykolia, joka estää kondenssiveden jäätyksen.



Kuva 3. Kuivahälytysventtiili, värit havainnollistavat venttiilin eri puolilla olevaa vettä, ilmaa ja paineita. Lämpän päällä on hieman vettä paremman tiiveyden saavuttamiseksi. [19]

Kuivajärjestelmien ongelmana pidetään suurta korroosiota. Tähän on kehitelty erilaisia ratkaisumalleja, kuten järjestelmän täyttöä tyypellä tavallisen ilman sijaan. Tämä poistaa putkistosta hapen ja hapettumisreaktio pysähtyy. [20]

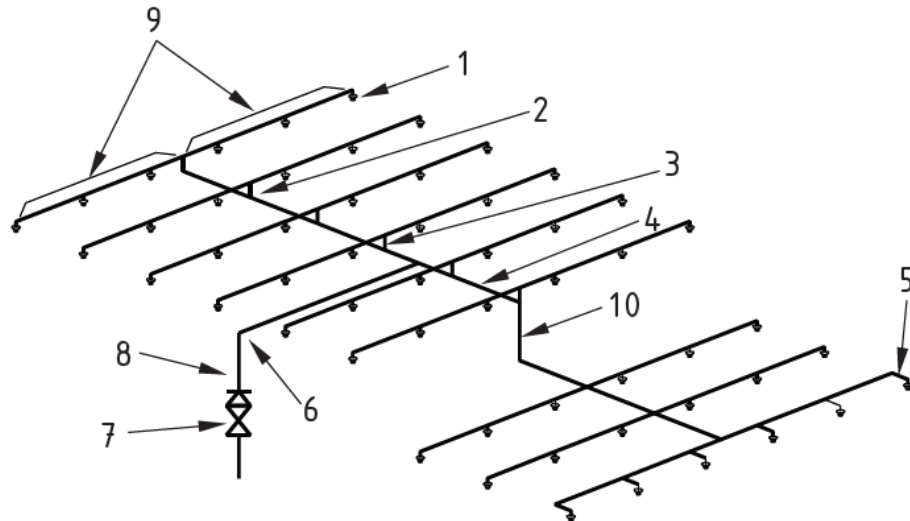
Ennako- ja aluelaukaisuventtiilit eivät toimi pelkästään mekaanisesti, kuten aiemmin mainitut. Ennakkolaukaisuventtiilin tyyppiä A käytetäänkin vesivahinkojen estämisessä etenkin sähkötiloissa, joissa vesi aiheuttaisi suuria taloudellisia vahinkoja. Ennakkolaukaisujärjestelmissä verkosto on täytetty ilmalla tai kaasulla, kuten kuivajärjestelmissä. Hälytysventtiili ei laukea pelkästään suuttimen hajoamisesta johtuvasta paineen laskusta. Venttiili tarvitsee myös sähköisen käskyn avautuakseen, esimerkiksi tilassa olevalta paloilmottimelta. Näin tulipalon varmentaminen tapahtuu kahdesti. [34] Yleensä ennakkolaukaisuventtiili asennetaan yhdessä märkähälytysventtiilin kanssa, jolloin märkäjärjestelmä asennetaan tiloihin, joissa vesi ei aiheuta suuria vahinkoja. Aluelaukaisuventtiili toimii myös sähköisen käskyn tai käsilaukaisun perusteella. Järjestelmässä on yleensä avosuuttimet, joten näin ne eivät indikoi tulipaloa.



Kuva 4. Kuvassa vasemmalla Tycon märkähälytysventtiili hidastusastilla sekä oikealla ennakkolaukaisuventtiili.

5.3 Putkisto

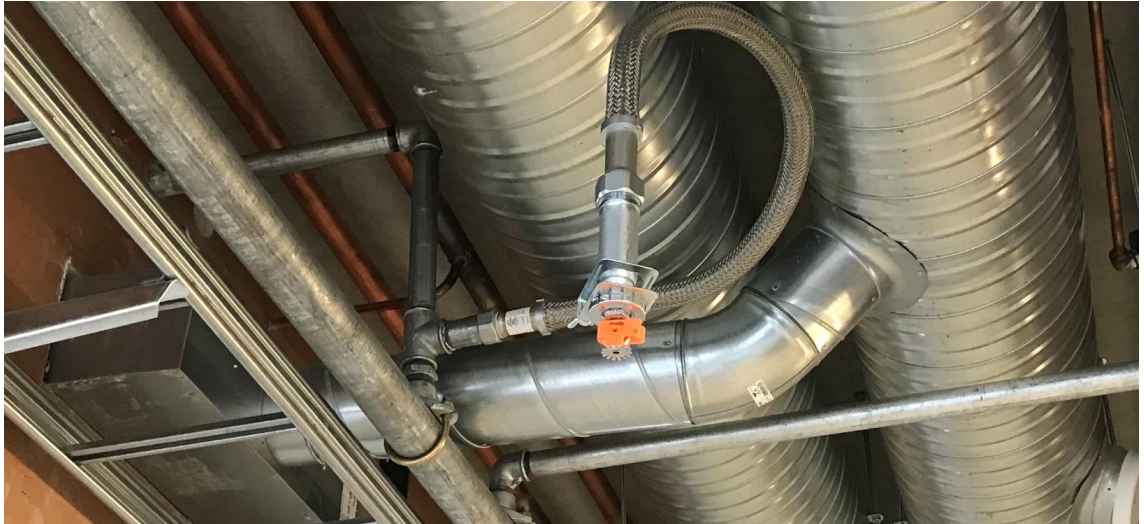
Sprinkleriverkostossa käsitellään putkistoa asennusventtiilitä suuttimelle. Kuva viisi havainnollistaa putkistoa, joka sisältää nousuputkiston, runko- ja haarajohdot sekä sovitusputket. Nousu- ja runkoputkisto käsittää DN50 suuremmat putkidimensiot. [1] Runkojohdoista jakautuu haaroja, joissa sijaitsee sprinklereitä. Haarajohtoja voidaan asentaa kierre-, ura-, tai puristeliitoksilla. Suuttimia kohdistetaan esimerkiksi alakattoon sovitusputkilla vaihtoehtoisesti sovitusputken tilalla voidaan käyttää teräspunottua kytkentäletkua. [1]



Kuva 5. Periaatepiirros symmetrisestä sprinkleriverkostosta. Numero seisemän osoittaa asennusventtiiliä. [1]

5.3.1 Kierrelitokset

Haarajohtojen asentaminen kierrelitoksilla on perinteisin käytetty tapa. Putkina käytetään kuumasinkittyjä kierreputkia, joiden seinämävahvuus on ISO 65M:n mukainen. [23] Putken päät kierteytetään kierrekoneella, kierteen ympärille laitetaan tiivistyspellavaa ja putkikittiä tämän jälkeen putken päähän kierretään sopiva osa. Näiden järjestelmien etuina näkisin edulliset materiaalikustannukset sekä hyvän korroosion keston. Kuvassa 6 haaraputket on asennettu kierrelitoksin. Alakattosuuttimen asennus kesken. Teräspunosletkulla alakattosuuttimien asennus on tehokasta. Työ olisi erityistä tarkkuutta vaativaa, jos alakattosuutin asennettaisiin kierrelitoksin teräspankulla. Teräspankuletkut ovat tilamuutoksien kannalta myös muuntojoustavia, koska suuttimen paikkaa voidaan muuttaa jälkikäteen. Kuivajärjestelmissä kierrelitokset ovat ongelmallisia, koska järjestelmässä ei ole vettä, joka turvottaa pellavan tiiviiksi. Näin verkoston ilmanpaine saattaa laskea hieman, laitteiston sisältämä paineilmakompressori pitää painetason tasaisena. [22]



Kuva 6. Kuvassa kiertetyttyjä haaraputkia, jotka liitetty runkoon porasatulalla. Sovitusputki korvattu teräspunosletkulla, joka myöhemmin kohdistetaan ja kannakoidaan alakattoon. Suuttimen oranssi suoja poistetaan asennuksen jälkeen.

5.3.2 Uraliitokset

Uraliitoksilla asentaminen on syrjäyttänyt hitsauksen kokonaan runkojohtoja asennettaessa [22]. Asennusnopeuden ja kustannustehokkuuden takia. Lisäksi järjestelmää on helppo muokata jatkossa, koska liittimet kiristetään pulteilla. Liitos on myös tiivis vedellä ja ilmalla, joten pidän tätä parempana ratkaisuna kuivajärjestelmien asennuksessa kuin kierreltiitoksia. Uraliittimia on saatavissa kaikissa putkidimensioissa, joita sprinkleriasennuksessa käytetään. Liitos on yksinkertainen putken päähän valssataan urat, kun kaksi putkea tai osaa laitetaan vastakkain. Liitoksen ympärille asennetaan kuvan 7 mukaisesti voideltu tiiviste. Tämä jälkeen liitin puristetaan putken ympärille. Liittimessä olevat hahlot painuvat putken uriin, ja tämä estää putkien irtoamisen. [24]



Kuva 7. Poikkileikkaus uraliitoksesta.

5.3.3 Hitsaus

Varsinaisia sprinkleriputkistoja ei nykypäivänä hitsata. Vaan putkien liitokset tehdään kierre-, ura- tai puristeliittimillä. [22] Sprinklerilaitteiston vesilähteeseen kuuluvat palovesiputket vesialtaalta asennusventtiilille ovat kuitenkin usein haponkestävää terästä, jonka saumat tehdään hitsaamalla. Siksi päädyin perehtymään hitsaukseen.

Palovesiverkoston haponkestävät putket pääasiallisesti yhdistetään Tig-hitsaamalla. Tig-hitsausprosessiin tarvitaan hitsauskone, poltin, lisäaine ja suojakaasu. [7] Polttimen päässä oleva volframielektrodi luo valokaaren, elektrodin ja hitsattavan aineen välille. Valokaari sulattaa toisiaan lähellä olevat putken päät, samaan aikaan hitsaussulaan syötetään lisäainetta eli hitsauslankaa, joka on samaa materiaalia kuin putki. Tätä prosessia suojaa ja jäähdyttää kaasu, joka on useimmiten Argonia. Kaasun tulee olla inertti aineille, joita hitsauksessa käytetään. Kaasu estää materiaalin hapettumisen ja syöpymisen hitsauksen aikana. [7] Polttimesta tuleva suojakaasu, ei kuitenkaan riitä suojaamaan putken sisäpintaa. Sisäpinnan hapettumisen estämiseksi käytetään juurensuojakaasua. [6] Palovesiputkien tilavuus on usein niin iso, ettei koko putkea kannata täyttää kaasulla. Tätä varten on olemassa juurensuojakaasutulppia, jotka vedetään vaijerilla putken sisään sauman molemmin puolin ja kaasu johdetaan letkua pitkin tulppien väliin. [6] Kuvassa 8 esitetty saumaa hitsauksen jälkeen. Sauma tulee vielä käsitellä joko kiilloittamalla rosteriharjoilla tai peittaamalla eli levittämällä

sauman päälle happoa, joka poistaa saumaan kertyneet epäpuhtaudet. Prosessin jälkeen sauma on samanvärisen kuin putki. [28]



Kuva 8. Tig-hitsattu haponkestävä palovesiputki, sauma peittaamatta.

Palovesiputkissa virtaamat yltyvät jopa useisiin kuutiohin minuutissa, tätä varten putkidimensiotkin ovat suuria: DN150–DN250. Sprinklerisäännöt edellyttävät hitsauksessa käytettäviltä putkilta oheisen taulukon mukaisia seinämävahvuuksia (kuva 9). [2] Tämä johtaa jopa 4 millimetrin seinävahvuuksiin. Tällainen putken seinämä vaatii jopa kaksi hitsauspalkkoa päällekkäin hitsattuna, jotta saumasta tulee asianmukainen. Sprinkleriputkistojen hitsaalta edellytetään hitsauspätevyyttä SFS-EN ISO 9606-1:n mukaisesti. [1]

Table T 15.2.2.3a: *Minimum wall thickness for roll grooved or welded stainless steel pipes*

Nominal diameter (mm) for stainless steel	Minimum thickness
25	2.0 mm
32	
40	
50	
65	2.9 mm
80	
90	
100	
125	3.2 mm
150	
200	
250	4.0 mm

Kuva 9. CEA-säännön taulukko putkien minimi seinämävahvuudesta ura- ja hitsausliitoksille.[2]

5.3.4 Puristeliitokset

Viime vuosina puristeliittimien käyttäminen on yleistynyt sammutusjärjestelmiä asennettaessa, etenkin asuntosprinklauksessa ja matalapainesumujärjestelmissä.

Nykyään hoivakoteja rakennettaessa ja remontoidessa on laadittava turvallisuusselvitys. Selvityksessä tutkitaan, kauanko kestää henkilöiden poistuminen palo-osastosta sekä kuinka kauan kestää vaaraa aiheuttavien olosuhteiden kehittyminen tulipalon sattuessa. Mikäli arvioitu poistumisaika muodostuu niin pitkäksi, että olosuhteet voivat muuttua vaarallisiksi, tarvitaan paloturvallisuutta parantavia toimia, kuten sprinklausta. [13] Hoivakoteihin noudatetaan samaa säädäntöä kuin asuntosprinklaukseen, joten mitoitusalat ja vesivuot ovat pieniä [4]. Tämän johdosta suurin osa putkista on DN 50 tai alle. Uskonkin, että tässä on yksi syy puristeliittimien käyttöön. Monissa kohteissa sprinklaus on pitänyt toteuttaa rakentamisen jälkeen, usein pinta-asennuksena. Tässä kohtaa mukaan astuu esteettisyys eli miltä putkisto näyttää. Puristeosilla saadaan siisti ja siro asennusjälki.

Puristeliittimien etuina on myös asennuksen nopeus, tasainen laatu, vuotojen vähäisyys, sekä esteettinen ulkonäkö [17]. Sammutuslaitteistojen komponenttien tulee aina olla hyväksytyjä nimenomaiseen käyttöön [1]. Puristeliittimiä voidaan käyttää sprinkleri sekä matalapainesumujärjestelmissä. Sprinkleriasennuksiin hyväksytyjä putkia ja puristeosia on markkinoilla useammalla valmistajalla. Näitä kaikkia yhdistää 16 baarin paineen kestävyys sekä sisä- ja ulkopuolelta sinkitty pinta. Erilaisia rajauksia

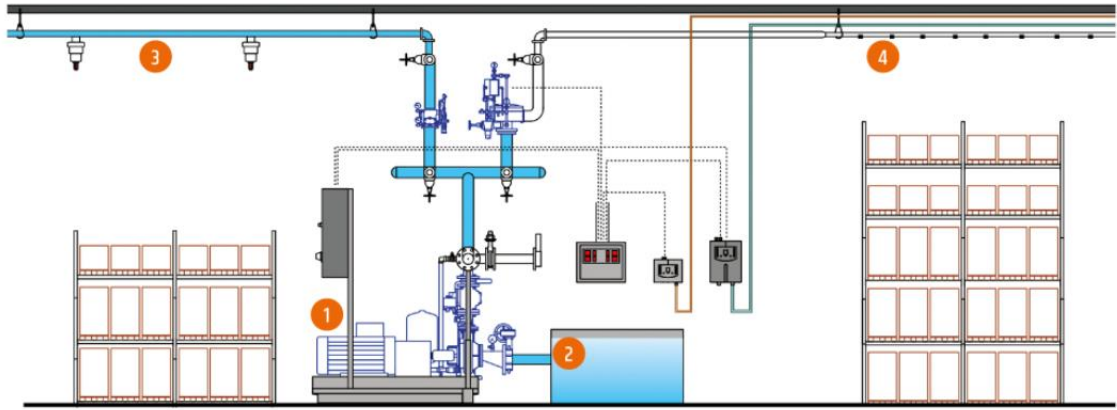
käyttöön saattaa olla, esimerkiksi osaa putkista saa käyttää vain märkäjärjestelmissä [14].

6 Matalapainesumujärjestelmä

Yksi opinnäytetyön tavoitteistani oli ottaa selvää matalapainesumujärjestelmien asennuksesta ja sen kustannuksista. Parin vuoden mittaisella urallani alalla en ole vielä työskennellyt matalapainesumulaitteistojen parissa, joten koin tarpeelliseksi ottaa selvää sen eroista tavalliseen sprinklerilaitteistoon.

Matalapainesumujärjestelmän pääkomponentit ovat samat kuin sprinklerilaitteistolla. Kumpikin laitteisto koostuu hälytysventtiilistä, putkistosta sekä tasaisesti rakennukseen sijoitetuista suuttimista. [21]

Suurin käytännön ero järjestelmissä on suuttimesta suihkuavan veden määrä ja pisarakoko. Matalapainesumujärjestelmissä vedenpaine suuttimella on korkeampi kuin tavallisessa sprinklerissä. [9] Korkea paine ja suutin muodostavat erikokoisia pisaroita, joilla on oma vaikutuksensa palon sammuttamisessa. Pienet pisarat höyrystyvät helposti ja näin imevät palon energiaa, samalla jäähdyttävät tilaa. Suurempien pisaroiden tehtävä on estää palon leviäminen kastelemalle pinta, koska leviämisen edellytyksenä on veden haihtuminen palavalta pinnalta. [10] Järjestelmän edellyttämän painetaso pitääminen vaatii aina vesilähteeksi paineenkorotuspumppaamon, havainnollistettu kuvassa 10.



Kuva 10. Matalapainesumujärjestelmää havainnollistava kuva. Vasemmanpuoleinen verkosto suittimilla, joissa ampulli. Oikeanpuoleinen verkosto toteutettu avosuittimilla, tätä ohjaa aluelaukaisuventtiili. [21]

Myös yhden suuttimen kattavassa suojauspinta-alassa on eroa. Tavallisessa sprinklerijärjestelmässä OH-sprinkleriluokassa virtaama eli vesivuo on 5 mm/min/m^2 sekä yhden suuttimen suojausala on rajattu 12 neliömetrin maksimiin. [1] Matalapainesumujärjestelmissä näistä arvoista on kuitenkin voitu poiketa, kunhan tuotteet on käytännön kokein testattu ja hyväksytyt. [9] Esimerkiksi markkinoilla on OH 2 -luokkaan hyväksytyt matalapainesumusuuttimet, jonka vesivuo on vain $3,0 \text{ mm/min/m}^2$ ja suojausala 16 m^2 (kuva 11). Tämä tarkoittaa pienempää suuttimäärää ja vesimäärän laskua 40 %:lla, mutta sammutustehon pysymistä samalla tasolla. [11]

Pienempien virtaamien vuoksi matalapainesumujärjestelmien putkistot toteutetaan puristeliitoksilla. Alalla on myös eri toimittajien harmonisoimia laitteistoja, eri brändien alle, jotka edellyttävät tiettyä toimintatapaa. [22]



Kuva 11. Tanskalaisen VID Fire-killin ylöspäin suunnattava OH-UPR-matalapainesumusuutin [11].

7 Tarjouslaskenta

Tarjouslaskentaa pidetään urakointiyrityksen kivijalkana. Ilman tarjouksia ei tule asennettavia urakoita. Prosessi etenee tilaaja osapuolen tarjouskyselystä, joka on useimmiten sähköpostiviesti, yleensä sisältäen urakkalaskentapiirustukset ja sopimusasiakirjat. Riippuen tilaajan rakennusprosessin vaiheesta tarjouspyyntö voi olla hyvinkin suppea, välillä pelkkiä arkkitehdin piirtämiä luonnoksia tiloista. Kyselystä voi ilmetä myös urakointitapa sekä se, käsittääkö tarjous laitteiston suunnittelun, asennusurakan vai kummatkin. [22] Tarjous jätetään tilaajan määrittämään päivämäärään mennessä. Tästä voi seurata mahdolliset selonottoneuvottelut ja sopimuksen solmiminen.

7.1 Urakoiden kilpailutus

Urakka- ja toteutustavasta riippuen tilaaja voi kilpailuttaa koko rakennushankkeen yhtenä urakkana tai pilkkoa urakan osiin. Kokonaisia hankkeita rakentaa tai saneeraa aina rakennusliike tai niiden yhteenliittymä. Hieman urakointimuodosta riippuen nämä rakennusliikkeet ottavat koko rakennusurakan harteilleen. Tämän jälkeen ne ketjuttavat pienempiä osia aliorakoitsijoille, esimerkiksi sprinkleriurakan. Tässä sopimus syntyy urakoitsijoiden välille. Sivu-urakassa taas sopimus tehdään tilaajan ja urakoitsijan välillä. Rakennusliikkeet, jotka kilpailuttavat osia urakoista, käyttävät omaa hankinta verkostoaan aliorakoitsijoiden hankintaa. Näissä kilpailutuksissa halvin hinta ei välttämättä ole ratkaiseva tekijä, vaan myös yrityksen aiemmat työt ja maine painavat vaa'alla. [22]

Sammutuslaitteistoja asennetaan yleensä kohteisiin, jotka ovat melko isoja, kuten julkiset tilat, kauppakeskukset ja teollisuuden rakennukset. Näitä kohteita rakennuttaa valtio, kunnat sekä yritykset. Rakennuttajia koskevat hankintalait määrävät rakennushankkeiden kilpailuttamisesta. Kansallisten kynnsarvojen ja Hankintalain 25 § mukaan julkiset rakennusurakat, joiden arvo ylittää 150 000 euroa, on kilpailutettava [26]. Julkisen rahoituksen kohteissa tarjousten valintaperusteena pidetään yleensä halvinta hintaa [27].

Yrityksessämme urakoita lasketaan suoraan tilaajille, kuten myös rakennusliikkeille. Monet rakennusliikkeet pyytävät ennakkotarjouksia, urakan osa-alueista ja nämä toimivat apuna koko urakan kilpailutuksessa. [22]

Julkisia hankintojen hankintailmoituksia voi kuka tahansa seurata ja mahdollisuuksien mukaan tarjota Työ- ja elinkeinoministeriön ylläpitämässä verkkopalvelussa hankintailmoitukset.fi [27].

7.2 Tarjouksen laskeminen

Sprinkleriurakoiden tarjouksia on laskettu alalla vakiintuneiden toimintatapojen mukaan useita kymmeniä vuosia. Käytännössä tarjouslaskennassa paperisista piirustuksista mitataan eri putkidimensioiden metrimäärät sekä lasketaan komponentit, kuten suuttimet ja venttiilit. Järjestelmät ovat varsin symmetrisiä verkostoja. Tämä johtuu sprinkleri-suuttimen suojausalasta. Näin kokenut ammattilainen pystyy arvioimaan laitteen asennuskustannuksia jo rakennuksen pinta-alan ja käyttötarkoituksen mukaan. [22]

Vaikka tietomallintaminen on kehittynyt ja digitaalisia massalistoja tuotteista on saatavissa eri ohjelmistoista, ovat paperiset piirustukset pitäneet alalla pintansa. Tämä johtuu osin myös riskien hallinnasta, koska edelleen urakat solmitaan ja toteutetaan paperikuvien perusteella. Sekä voidaanko tietomallin massalistaan luottaa täsmällisesti? Paperisista kuvista saa hyvän yleiskuvan verkostosta ja samalla pystyy arvioimaan muunmuassa materiaalihävikkiä, jota saattaa tulla suutin sijoittelusta johtuen. Sprinklerjärjestelmissä erilaisia komponentteja on vähän verrattuna muihin talotekniikan järjestelmiin, joten massoittelu on yksinkertaista ja nopeaa.

Piirustuksista lasketut massat eli putkimetrit ja kappalemäärät syötetään Excel-pohjaiseen laskimeen, mikä laskee materiaalien ja työn hinnan. Tämä ei ole kuitenkaan vielä varsinainen tarjoushinta. Varsinaiseen tarjoukseen pääseminen vaatii kohteen arviointia katteen, asennustavan, aikataulun, logistiikan, työmaan sijainnin ja tilaajan vaatimusten suhteen. [22]

7.3 Massoittelu; yksiköt ja paketit

Massoittelun tarkoituksena on laskea piirustuksista putkimetrejä ja komponenttien määriä. Massoista päästä materiaalikustannuksiin paketeilla, jotka sisältävät kaikki tuotteet, joita keskiarvoisesti tarvitaan. [22]

Järjestelmä hajoitetaan kaikkiin komponentteihin, mitä sen toimintakuntoon saattaminen vaatii. Runkojohdon asentamiseksi tarvitaan putki, liittimet, yhteet sekä kannakkeet. Kannakkeeseen tarvitaan asennusrauta, ankkuri, muttereita, kannake sekä kierretankoa. Kun kaikki nämä tuotteet koostetaan yhteen määrien ja kustannusten perusteella, syntyy tuotepaketti. Nyt pakettimme sisältää materiaalikustannukset, mutta asennustyön kustannus puuttuu.

Yleinen käytäntö laskea asennuskustannuksia on käyttää työehtosopimuksessa mainittuja asennusaikoja [3; 22]. Sprinkleriasennuksessa noudatetaan talotekniikka-alan LVI-toimialan työehtosopimusta työntekijöille. Työehtosopimuksessa on määritetty kutakin putkidimensiota, suutinta sekä varustetta kohden asennusajat eli normitunnit (NH). [3] Poikkeuksena muihin putkiasennuksiin sprinklerihaarajoitoja asennettaessa putkia ei mitata, eikä alle DN 50:n haarajohdoille lasketa normitunteja. Haarajoitojen asennukseen kuluva aika on mukana suuttimien asennusajoissa, jotka on ilmoitettu eri putkidimensioiden perusteella. [3] Nämä normitunnit yhdistetään tuotepaketteihin. Näin massoista on koostunut urakan materiaalikustannukset ja laskennalliset työtunnit.

7.4 Asennus-urakka

Asennustöitä tehdään pääsääntöisesti suorituspalkkauksella eli tehdystä työstä sovitaan urakkapalkkio. Palkkio muotoja on kolme kappaletta suoraurakka, suora palkkio sekä muu palkkio. [3]

Suorassa urakassa palkkio koostuu normitunneista ja kulloinkin työehtosopimuksessa voimassa olevasta normituntikerroimesta. 1.6.2019 voimaan astunut normituntikerroin on 16,73 €/NH. [3]

$$US = NHS * NHK$$

$$US = \text{urakkasumma}$$

$$NHS = \text{normituntien summa}$$

$$NHK = \text{normituntienkerroin}$$

Suora palkkio on kiinteä hintainen summa koko urakasta. Sprinkleriasennuksissa asennusurakkaan kuuluu pääsääntöisesti varsinaisen verkoston asennus eli suuttimet, runko- ja haarajohdot. [22] Kiinteä hintainen palkkio ei mielestäni sovi sprinkleriurakointiin, koska markkinoiden kilpailutilanne on ajanut yritykset tilanteeseen joissa asennuksesta ei ole varaa maksaa työehtosopimuksen mukaisia normitunteja.

Yleisimmin sprinkleriurakoinnissa käytetty muoto on muu palkkio. Tässä muodossa sovitaan esimerkiksi yhtä asennettua suutinta kohden hinta. Tällöin palkkio koostuu suuttimien määrästä. Mielestäni muoto toimii hyvin kun, suutin hintaan sisällytetään myös runkojohtojen asennus. Lisätöidenkään sopimisessa ei tule ongelmia, koska samat yksikköhinnat pätevät niihinkin. Alan suunnitelmat ovat harvoin niin valmiita, ettei yhtään lisäsuutinta tule asennettavaksi. Näin lopullinen palkkio on yhdenmukainen ja helppo laskea toteutuneen mukaan.

Työehtosopimuksen mukaan yli 100 normitunnin asennusurakat tulisi suorittaa urakalla. Työnjohdon ja asentajan tulisinkin sopia asennusurakan muodosta sekä palkkiosta, ennen töiden aloitusta. [3]

7.5 Hitsaus

Talotekniikan alan työehtosopimuksessa on esitetty normitunnit myös suojakaasulla hitsatessa. Mielestäni nämä tuntimäärät ovat varsin pieniä, jos kyseessä on palovesi putkisto aiemmin mainituilla seinämävahvuuksilla. Sillä työehtosopimuksessa mainittu DN250:n putkimetrin hitsaus ja asennus on vain kaksi tuntia, tähän voidaan lisätä 20 % vaativuuslisää suojakaasulla hitsaamisesta sekä haponkestävästä putkimateriaalista. [3] Luulenkin työehtosopimuksen normituntien olevan laadittu ohuempi seinämäisten putkien asennuksen perusteella, kuten lämpö- ja jäähdytysjärjestelmissä tavallisesti käytetään.

Rakennustyömaaolosuhteissa hitsaus- ja tulitöitä tulee tehdä aina pareittain. Siten tunteja yhtä putkimetriä kohden tulee paljon. Olen kerännyt tietoja urakoimistamme kohteista, joissa on asennettu palovesiputkistoa. Mielestäni toteutuneiden asennusaikojen perusteella, tulee työehtosopimuksen normitunnit kaksin- tai kolminkertaistaa, jotta saavutetaan todellisen toteuman tuntimäärät palovesiputkistojen asennettaessa.

7.6 Puristeosat

Talotekniikan työehtosopimuksessa on ilmoitettu metalliputkille normitunnit myös puristeliitoksia käytettäessä [3]. Aluksi ajattelin käyttää näitä asennusaikoja laskentaohjelman paketteissa. Valikoin käytettäväksi putkidimensioiksi DN20–DN50. Työehtosopimuksen mukaan nämä koot luokitellaan haarajohdoiksi, joten niille ei pitäisi asettaa normitunteja asennuksesta, vaan asennusajat tulevat sopimuksessa mainituista haarajohtosuuttimien asennusajoista. [3] DN50 kuitenkin luokitellaan myös runkojohdoksi, joten siitä tulee luoda paketti myös runkometrin normitunneilla.

Yleisesti ottaen puristeliittimillä asentamisen tulisi olla nopeampaa kuin tavallisesti haaroissa käytettyjen kierrelitosten. Työn määrä näin laskettuna tulee olemaan todellista toteutunutta suurempi. Tämä huomioitiin jo paketteja tehdessä, mutta näitä tullaan varmasti muokkaamaan tulevaisuudessa, kun kerätään kokemusta myös tämän tyyppisistä asennuksista. Nopeampi asennusaika kuitenkin luo kompensatiota arvokkaammille osille.

7.7 Muut kustannukset

Urakointi ei käsitä pelkkää materiaalien hankkimista ja asennustyön suorittamista, muita kustannuksia tulee työmaan olosuhteissa väkisinkin. Siksi voidaankin sanoa, että urakointi perustuu hallittuun riskeihin varautumiseen.

Monilla työmailla edellytetään läsnäolovelvoitetta niin asentajilta kuin työnjohdolta, tästä voi aiheutua suuriakin kustannuksia. Työntekijät, jotka tulevat kauempaa töihin, tekevät monesti lyhennettyä työviikkoa eli pidempiä päiviä alkuviikosta ja täten viettävät

pidemmän viikonlopun. Tällaiset asiat tulee tuoda esille esimerkiksi kysyttäessä ennakkotarjousta asennus-urakasta.

Asennustavasta koituvia kustannuksia ovat asennukset korkealla, joista koituu teline- ja nostinkustannuksia. Tarjousta tehdässä tulee tutustua sopimusehtoihin telinekustannuksista, mikäli siellä ei ole mainintaa asiasta tulee tarjoukseen tehdä kustannusvaraus telineille ja nostimille. Tätä asiaa voidaan jälkeen päin selvittää mahdollisissa selonottoneuvotteiluissa. [22]

Tarjouspyynnön liitteenä toimitteavasta urakkarajaliitteestä tulee selvitä myös seuraavien kustannuksien jakautuminen: työmaa-logistiikka, jätehuolto, henkilöstimet sekä telineet. Jos näitä summia ei yksilöidä tarjoukseen, laskeminen menettää tarkkuutensa. Tämä voi kostautua selonottoneuvotteluvaiheessa, kun urakalle haetaan lopullista hintaa ja sopimusta. [22]

8 Laskentatyökalun päivitys

Laskentatyökalua päivittäessä tutustuin sen toimintaperiaatteeseen ja yhdessä työpaikkaohjaajani Akin kanssa kävimme ohjelmaa läpi. Samalla teimme listan tavoitteista, joita ohjelmalla tulisi olla. Siihen listattiin tuotepakettejen päivitys, uusien pakettien luominen eri liitostyypeille, hinnastojen päivitys sekä ohjelman automatisointia.

Ensimmäiseksi päätin hankkia ajantasaiset hinnastot ja tuotetiedot yrityksemme keskeisiltä toimittajilta. Hankkimiani tietoja analysoitiin ja valitsimme tietyt tuotemerkit paketteja varten.

8.1 Hinnastot

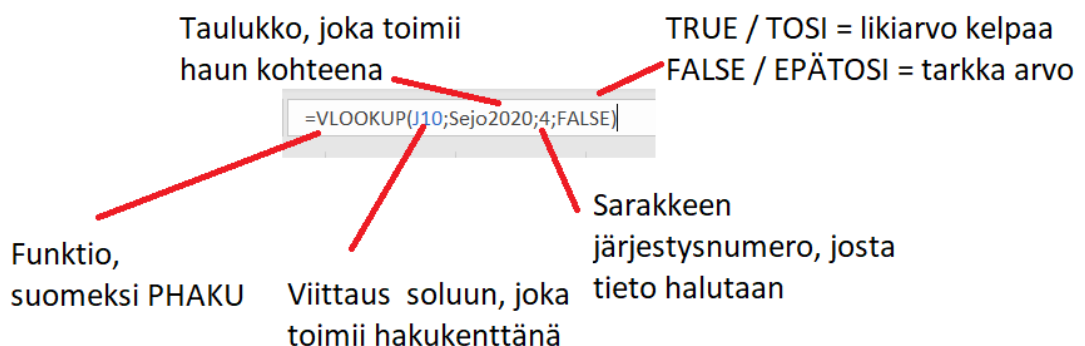
Talotekniikan alalla materiaalit ovat pääosin erilaisia metalleja. Tuotteiden valmistusprosessin pysyessä samana, tuotteen hintaan vaikuttaa raaka-aineen globaalihinta. Raaka-aineita, joiden hinnat vaihtelevat erityisesti, ovat messinki, kupari ja erikoisteräkset. [22]

Optimitilanne olisi, jos toimittajien hinnastot päivittyisivät mahdollisimman automaattisesti ja reaaliaikaisesti järjestelmiin. Toimittajat ja suuremmat urakointi yritykset käyttävät OVT-palveluita, varaston, hintojen ja tilauksien seurantaan. Palvelu koostuu toimittajan, palveluntarjoajan eli välittäjän ja yrityksen ohjelmista. Tieto siirretään välittäjälle reaaliaikaisesti tekstimuotoisina sanomina, jotka järjestelmä muuttaa toiselle osapuolelle vastaanotettavaan muotoon. [18]

Yrityksemme tarjouslaskin toimii Excel-ympäristössä, joten tarkoituksemme ei ole käyttää OVT-palveluita hinnastojen päivitykseen. Kaikki toimittajamme toimittavat edelleen myös Excel-muotoisia hinnastoja.

Alkuperäisessä tarjouslaskimessa hinnastot olivat vain ladattuina listoina eri sivuilla ilman linkityksiä tai haku-toimintoja. Näin tuotteiden hintojen päivitys oli täysin manuaalista ja työlästä. Halusimme paketeissa olevien tuotteiden hakevan hinnat automaattisesti toimittajien listoista. Tässä kohtaa oli poissuljettua linkittää solut suoraan hinnaston riveille, koska meillä ei ollut takeita siitä, että taulukot olisivat jatkossa samassa muodossa. Näin linkitykset sekoittaisivat koko ohjelman.

Ratkaisin ongelman PHAKU-funktiolla. Tämä funktio hakee taulukoista tietoa esimerkiksi tuotteen LVI-numeron perusteella, joten tuotteiden järjestyksellä taulukossa ei ole väliä. Kuvan 12 esimerkissä haettava solu sisältää tuotteen numerosarjan, jonka perusteella taulukosta etsitään hinta. [15]



Kuva 12. Funktio PHAKU, jolla tuotetiedot haetaan paketteihin.

PHAKU-funktio tarvitsee kaksi solua toimiakseen. Ensimmäiseen soluun kirjoitetaan, esimerkiksi tässä tapauksessa tuotteen LVI-koodi, solu J10. Toiseen soluun kirjoitetaan

käytettävä funktio, viittaus soluun, jolla tietoa haetaan ja taulukon nimi, josta tiedot haetaan. Kuvassa numero 4 viittaa taulukossa olevien sarakkeiden järjestyslukuun vasemmalta oikealle, josta tieto haetaan. Lopuksi funktiolle kerrotaan, halutaanko tarkka arvo vai kelpaako likiarvo, jos haun kohde (J10) ei tuota täsmällistä tulosta. [15]

8.2 Pakettien luominen

Excelissä olevat tuotepaketit ovat yksinkertaisia tuotelistoja, jotka käsittävät yhteen yksikköön tarvittavat komponentit. Yhdelle putkimetrille lasketaan keskiarvomenekit kaikista osista, joita asennukseen tarvitaan (kuva 13).

Pakettien päivityksessä lähdin aluksi muokkaamaan vanhoista paketeista uusia versioita. Nyt paketeissa olevat tuotteet hakevat hinnan automaattisesti toimittajan taulukosta. Taulukot sisältävät komponentin tuotekoodin päivitystä varten, kappale- tai metrimäärän sekä arvioidun asennusajan. Tulevaisuudessa nämä pysyvät ajan tasalla vain päivittämällä hinnastoja eri välilehdille.

			yksikkö	määrä	€	€/m/kpl	t
	DN100 RUOSTUMATON PUTKI + ZN-OSAT					0,00	0
1100083	PUTKI HITSATTU RST		m	1	0	0,00	
0501252	KIERREPORASATULA RA DN 100X40 STYLE 08T		kpl	0,5	0	0,00	
0501216	URA T-HAARA ZN DN 100/114,3 STYLE 65		kpl	0,02	0	0,00	
0501207	URAKULMA 90 AST ZN DN 100/114,3 STYLE 66		kpl	0,1	0	0,00	
0501173	URALIITIN RASKAS 34,5 EDN 100/114,3 STYLE 75RT		kpl	0,5	0	0,00	
0501304	URASUPISTUS ZN DN 100-80 STYLE 15		kpl	0,05	0	0,00	
	Kannake		kpl	0,33	0,00	0,00	
-	Asennus		h				0

Kuva 13. Esimerkki paketista.

8.2.1 Kierre- ja uraliitokset

Kierre- ja uraliitoksia sisältävät paketit olivat ohjelmassa jo alun perin. Näiden pakettien kohdalla päädyin vain muokkaamaan niiden rakennetta yhdenmukaiseksi uusien pakettien kanssa. Lisäsin kaikille tuotteille pakettiin oman LVI-koodin ja lisäsin soluihin tarvittavat kaavat, jotta tuoteriveille päivittyy hinta automaattisesti toimittajan listasta.

8.2.2 Hitsattavat putket

Hitsattavista haponkestävistä palovesiputkista en lähtenyt luomaan paketteja samaan tapaan kuin muille putkille. Mielestäni virheet kasvavat liian suuriksi, jos lasken putkimetrin osalle keskiarvon käyristä ja haaroista. Täten päädyin erittelemään osat sekä putken asennuksen omiksi paketeikseen sisältäen materiaalit sekä arvioidun asennusajan. Näihin paketteihin laskin arvioitua menekkiä tarvikkeista, joita putken hitsauksessa tarvitaan, kuten suojakaasun ja lisäainelangat. Aiemmin mainitsemiani työehtosopimuksen normitunteja hitsattaviin putkiin ei sovellettu, vaan työajat määritettiin paketteihin tehtyjen töiden kautta kerätyn kokemuksen kautta. Muodostin paketit putkille DN150, DN200 ja DN250. Valitsin paketteihin putket CEA-säännön mukaisella seinämävahvuudella sekä tein erilliset paketit käyristä ja irtolaiipoista. Nämä tiedot toimivat jatkossa vain suuntaa antavina arvoina, koska haponkestävän teräksen hinta vaihtelee markkinoilla paljon. Täten aina tarjousta jätettäessä ajantasaiset hinnat on tarkastettava toimittajalta.

8.2.3 Putket puristeliitoksilla

Tutustuin markkinoilla oleviin puristeliittimiä tekeviin valmistajiin ja niiden soveltuvuuteen sprinklerikäyttöön. Yrityksemme kaikilla toimittajilla oli säädökset täyttävät tuotteet. [14] Kilpailutuksen jälkeen hintaerot valmistajien välillä olivat pieniä, joten oli lähes sama, minkä merkin tuotteet paketteihin valittaisiin. Puristeliittimillä asennettaville matalapainesumusuuttimille lähdettiin sommittelemaan pakettia samalla periaattella kuin laskimessa aiemminkin olleille sprinklerisuuttimille. Näihin paketteihin kokosin eri toimittajien hinnastoista suuttimen, asennustarvikkeet sekä mielestäni tarvittavan määrän puristeyhteitä.

Puristeosat nopeuttavat asennustyötä työmaalla, mutta vastapainoksi osat ovat paljon arvokkaampia kuin tavalliset kierreyhteet. Kartoitin osien hintoja ja asennuskustannuksia ja päädyin tekemään paketteja vain kokoa DN50 pienemmistä putkista. Tätä suuremmat puristeosat ovat niin kalliita, että uraliitoksilla asentaminen tulee kustannus-tehokkaammaksi.

8.3 Riskien hallinta

Laskentaohjelman heikkoutena on ollut, että kaikki sen kaavat ovat olleet avoimina muokkaukselle. Ohjelmaa täyttäessä yksi virhepainallus on mahdollistanut osan tietojen katoamisen. Tämä oli tärkeää estää, ettei lasketusta tarjouksesta pyyhkiydy pois massoja tai hintatietoja. Tarkoituksena on jättää aktiivisiksi soluksi vain kohdat, joihin massoja syötetään. Tätä ominaisuutta on kaivattu jo pitkään, mutta kukaan ei ollut ottanut asiasta selvää. [22]

8.3.1 Taulukon solujen lukitseminen

Excelissä on solujen lukitsemiseen työkalu, jolla taulukkoa voidaan muokata vain käyttämällä salasanaa. Valinnan mukaan koko työkirjan tai osan siitä voi lukita. Työkalu on Excelin ”Tarkasta”-välilehdellä, kohdassa ”Suojaa taulukko”. [12] Tämä toiminto täytti asettamamme tavoitteet. Jätin tarjouslaskimessa seuraavat solut lukitsematta: massat eli tuotteiden määrät sekä tarjouskohtaisesti muutettavat parametrit, kuten kate. Muut solut lukittiin niin, että ne voi avata salasanalla tarpeen mukaan. Tämä estää sen, ettei taulukosta pyyhitä vahingossa tietoja pois.

9 Yhteenveto

Tavoitteet, jotka asetettiin aloittaessani tätä opinäytetyötä täyttyivät, ja tarjouslaskimesta saatiin käyttökelpoinen uusi versio. Tällä laskimella on nyt laskettu muutamia tarjouksia sekä tehty vertailua vanhaan laskimeen ja tulokset vaikuttavat lupaavilta.

Opinnäytetyön aikana tutustuin huolella alan standardeihin sekä työehtosopimukseen, joista sain kattavaa tietoa jatkon kannalle projektinohitotyön tueksi. Työehtosopimuksen normituntikäsitteistön ja sen soveltamisen oppiminen toi arvokasta tietoa itselle siitä, mihin kohtiin tarjouslaskennassa kannattaa kiinnittää huomiota. Sprinkleritarjouslaskentaa on tehty samojen kaavojen mukaan vuosikymmeniä. Yksinkertainen mekanismi on toimiva, mutta hieman vanhetunut. Nykyisessä työehtosopimuksessa onkin maininta, että alan sopijaosapuolet tekevät töitä koko sprinklerialan urakkalaskennan uudistamiseksi.

Opinnäytetyön aiheena tämän työn tekeminen yritykselle oli mielestäni varsin kiinnostava sekä sopiva ajankohtaan ja kokemukseeni nähden. Työn varsinaisen raportin kirjoittaminen aiheesta oli hankalaa, koska tarjouslaskentaohjelma sisältää yrityksen tietoja, joita ei voi laittaa julkiseen jakeluun. Työn olisi voitu tehdä osittain salaisena, mutta emme nähneet siinä järkeä aikataulun suhteen, kun se muodostui varsin tiukaksi. Päädyin kertomaan tässä työssä aluksi ajateltua enemmän sprinklerilaitteistoista yleisesti.

Uskon, että tätä tarjouslaskinta tullaan jatkossa käyttämään kaikkien projektinhoitajien kesken. Saatavien kokemusten ja palautteiden perusteella laskuria tullaan päivittämään jatkossakin.

Lähteet

- 1 SFS - EN 12845:2015 + A1:2019. Kiinteät palonsammutusjärjestelmät. Automaattiset sprinklerilaitteistot. Suunnittelu, asennus ja huolto. 2019. Suomen Standardisoimisliitto.
- 2 CEA 4001:2017. Sprinkler Systems Planning and Installation. Comité Européen des Assurances, 2017.
- 3 LVI-tekniset Urakoitsijat LVI-TU ry:n ja Rakennusliitto Ry:n LVI-toimialan työehtosopimus työntekijöille 2018-2020 (1.5.2018-30.4.2020). LVI- tekniset urakoitsijat ry ja Rakennusliitto ry.
- 4 SFS – EN 19625:2018. Fixed firefighting systems. Automatic residential sprinkler systems. Design, installation and maintenance. Suomen Standardisoimisliitto.
- 5 Kan therm steel sprinkler. Verkkoaineisto. Kan-therm. <http://fi.kan-therm.com/system_kan_therm/systems/system_kan_therm_steel_sprinkler.html> Luettu 8.3.2020.
- 6 Juurensuojaus. Verkkoaineisto. Migmen Oy. <<http://www.migmen.fi/tuotteet/juurensuojaus>>. Luettu 29.2.2020.
- 7 Hitsaus. Verkkoaineisto. Kemppe Oy.<<https://www.kemppi.com/fi-FI/tuki/hitsausaapinen/tighitsaus/>>. Luettu 29.2.2020.
- 8 Määräys toiminnan harjoittamisesta. Verkkoaineisto. Sisäministeriö / pelastusosasto. <<https://www.pelastustoimi.fi/turvatietao/esta-palonleviaminen/paloturvallisuuslaitteet/sprinkleri>>. Luettu 22.2.2020.
- 9 Matalapainesumu. Verkkoaineisto. Ahlsell Oy. <<http://enexia.fi/johdanto-vesisumusammutukseen/mita-vesisumu-on/>> Luettu 27.2.2020.
- 10 Matalapainesumu. Verkkoaineisto. Ahlsell Oy. <<http://enexia.fi/johdanto-vesisumusammutukseen/miten-vesisumu-toimii/>>. Luettu 27.2.2020.
- 11 Automatic low-pressure nozzle Model OH-DC1. 2019. Tuotetietolehti. VID Fire Kill ApS,
- 12 Taulukon suojaus. Verkkoaineisto. Microsoft. <<https://support.office.com/fi-fi/article/suojatun-laskentataulukon-tiettyjen-osien-lukitseminen-tai-lukituksen-poistaminen-75481b72-db8a-4267-8c43-042a5f2cd93a>> Luettu 2.3.2020.

- 13 Ympäristöministeriön asetus rakennusten paloturvallisuudesta. 2017. 28.11.2017/848.
- 14 Puristeliitokset. Verkkoaineisto. Viega A/S. <https://www.viega.fi/fi/tuotteet/-Asennus/Putkiliitostekniikka/Prestabo/4455a94069c02d38ac11409523db97da_11_fi_FI.html#d10028e310_>. Luettu 6.3.2020
- 15 Phaku-funktio. Verkkoaineisto. Microsoft. <<https://support.office.com/fi-fi/article/phaku-funktio-0bbc8083-26fe-4963-8ab8-93a18ad188a1>> Luettu 21.2.2020.
- 16 Wet alarm valve. Verkkoaineisto. Potter Electric Signal Company LLC.<<https://www.pottersignal.com/training/presentations/images/wetpipesprinkler/slide8.png>> Luettu 5.4.2020.
- 17 Geberit puristeliitokset. Verkkoaineisto. Geberit Oy. < <https://www.geberit.fi/geberit-tuotteet/syoettoejaerjestelmaet/syoettoejaerjestelmaet/geberit-mapress-sinkitty-teras/>> Luettu 5.3.2020.
- 18 OVT-Ohjeet. Verkkoaineisto. Dahl Oy. <<https://www.dahl.fi/palvelut/digitaaliset-palvelut/ovtedi-ohjeet/>>. Luettu 5.4.2020.
- 19 Kuivahälytysventtiilin toiminta. Verkkoaineisto. Potter Electric Signal Company LLC. <<https://www.pottersignal.com/training/presentations-/drypipesprinkler.html#2>>. Luettu 5.4.2020.
- 20 Korroosio. Verkkoaineisto. Potter Electric Signal Company LLC. <<https://www.pottersignal.com/corrosion/intelligen.php>>. Luettu 5.4.2020.
- 21 Matalapainesumujärjestelmä. Verkkoaineisto. Etea Sicurezza Group LTD. <<http://www.eteasicurezza.com/Fire-suppression/Water-Mist-low-pressure>>. Luettu 5.2.2020.
- 22 Rahunen, Aki. 2020. Toimitusjohtaja, PK Sprinkleriasennus Oy. Keskustelu 5.4.2020.
- 23 CEA 4001:2007-06. Sprinkler Systems Planning and Installation. Comité Européen des Assurances, 2017.
- 24 Mikä on uraliitos?. Verkkoaineisto. Enexia Oy.<<http://enexia.fi/johdanto-uraliitoksiin/mika-on-uraliitos/>>. Luettu 5.4.2020.
- 25 Sprinklers. Verkkoaineisto. FM Approvals. 2020. <<https://www.fmaprovals.com/products-we-certify/products-we-certify/sprinklers>>. Luettu 5.4.2020

- 26 Kynnysarvot. Verkkoaineisto. Hankinnat.fi. <<https://www.hankinnat.fi/mika-julkisen-hankinta/kynnysarvot>>. Luettu 5.4.2020.
- 27 Julkiset hankinnat. Verkkoaineisto. Hilma. <<https://www.hankintailmoitukset.fi/fi/>>. Luettu 5.4.2020.
- 28 Peittausopas ruostumattomien terästen hitseille. Esab Oy. 2004.
- 29 Yrityksen verkkosivut. Verkkoaineisto. PK Sprinkleriasennus Oy. <<http://www.pksoy.fi/>>. Luettu 5.4.2020.
- 30 Sammutuslaitteistot. Verkkoaineisto. Turvallisuus- ja kemikaalivirasto (Tukes). <<https://tukes.fi/tuotteet-ja-palvelut/pelastustoimen-laitteet/sammutuslaitteistot>>. Luettu 5.4.2020.
- 31 Kaasusammutus. Verkkoaineisto. Firecon Oy. <<http://firecon.fi/sammutusjarjestelmat/kaasu/>>. Luettu 5.4.2020.
- 32 Sammutusjärjestelmiä. Verkkoaineisto. Afire Oy.<<https://www.ofire.fi/>>. Luettu 5.4.2020.
- 33 Märkähälytysventtiili. Verkkoaineisto. Potter Electric Signal Company LLC. <<https://www.pottersignal.com/training/presentations/wetpipesprinkler.html>>. Luettu 5.4.2020.
- 34 DV-5-ennakkolaukaisuventtiili, tyyppi - vastaa standardia EN12845. Tyco Fire Protection Products.
- 35 Rahunen, Aki. 2020. Toimitusjohtaja, PK Sprinkleriasennus Oy. Keskustelu 3.2.2020.