

Opinnäytetyö (AMK)

Energia- ja ympäristötekniikka

2022

Marina Virtanen

SPRINKLERIJÄRJESTELMÄN LIITTÄMINEN KUNNALLISEEN VESIJOHTOVERKOSTOON



Opinnäytetyö (AMK) | Tiivistelmä

Turun ammattikorkeakoulu

Energia- ja ympäristötekniikka

2022 | 53 sivua

Marina Virtanen

Sprinklerijärjestelmän liittäminen kunnalliseen käyttövesijohtoverkoston

Tämän opinnäytetyön sisältö koostuu automaattisen sprinklerilaitteiston määrittelystä ja toimintakuvauksesta sekä erilaisista teknologioiden määrittelystä liittyen sprinklerilaitteistoihin.

Opinnäytetyön tavoitteena on kuvata yleisesti sprinklerilaitteistoja ja niiden teknologioita sekä laitteistojen kytkemistä kunnalliseen käyttövesijohtoverkoston. Työssä käydään läpi erilaisia riskejä, kun sprinklerilaitteistoja kytketään kunnalliseen käyttövesijohtoverkoston ilman liittymissopimusta.

Sprinklerilaitteistojen kytkemistä käyttövesijohtoverkoston on selvitetty verkostomallinnuksen avulla. Opinnäytetyön tuloksena on sprinkleriasiakkaiden selvittäminen ja verkostomallinnuksen tulokset.

Asiasanat:

Sprinkleri, sprinklerilaitteisto, vesijohtoverkosto, mallinnus, vesihuoltolaitos.

Bachelor's Thesis | Abstract

Turku University of Applied Sciences

Energy and Environmental Engineering

2022 | 53

Marina Virtanen

Connecting a sprinkler system to the municipal water supply network

This thesis consists of the definition and functional description of automatic sprinkler systems and the definition of various technologies related to sprinkler equipment.

The aim of the thesis is to describe the sprinkler equipment and different technologies regarding sprinkler systems, as well as the connection of the sprinkler equipment to the municipal water supply network. Various risks are covered in the thesis regarding the connection of sprinkler systems to the municipal water supply network without a sprinkler agreement.

The connection of sprinkler systems to the water supply network has been modeled with hydraulic modeling software. The result of the thesis includes reviewing sprinkler customers and the results of the hydraulic modeling.

Keywords:

Sprinkler, sprinkler equipment, water supply network, modeling, water supply facility.

Sisältö

Käytetyt lyhenteet tai sanasto	7
1 Johdanto	10
2 Sprinkleröintijärjestelmän tarkastelu	11
2.1 Sprinklerilaitteistot	11
2.2 Sprinklerijärjestelmän toimintakuvaus	11
2.2.1 Pääkomponentit	12
2.2.2 Sprinklerisuuttimet	13
2.3 Sprinkleröintiin liittyviä teknologioita	15
2.3.1 Märkäasennus	15
2.3.2 Kuiva-asennus	16
2.3.3 Deluge -järjestelmä	17
2.3.4 Vesisumuasennus	18
2.3.5 Ennakkolaukaisuasennus	19
2.3.6 Jäänestoasennus	20
3 Sprinkleriluokitus	21
3.1 Sprinkleriluokat	21
3.1.1 Kevyt sprinkleriluokka - LH	22
3.1.2 Normaali sprinkleriluokka - OH	22
3.2 Palotekninen suunnitelma	22
4 Vesilähteet	24
4.1 Toiminta-aika	24
4.2 Vesilähteen valinta	24
4.2.1 Yleinen vesijohto	25
4.2.2 Yleinen vesijohto paineenkorotuksella	26
4.2.3 Vesisäiliöt	26
5 Sprinklerijärjestelmän liittäminen käyttövesijohtoverkoston	27
5.1 Lait ja asetukset	27

5.1.1 Vesihuoltolaki	27
5.1.2 Sisäasiainministeriön asetus automaattisista sammutuslaitteistoista	28
5.1.3 Pelastuslaki	28
5.2 Riskejä sprinklerin liittämässä	28
5.3 Liittymän teknisiä malleja	29
6 Haasteita verkoston mitoitukselle	33
6.1 Liittymissopimus	33
6.2 Sprinklerimallinnus	34
6.3 Tilaajan rajaehdot	35
6.3.1 Muuta huomioitavaa mallinnuksessa	36
6.4 Lähtöarvot	36
6.5 Esimerkkikiinteistöjä	37
6.5.1 Kiinteistö 1	38
6.5.2 Kiinteistö 3	41
6.5.3 Kiinteistö 21	44
7 Tulokset	47
7.1 Sprinklerimallinnuksen ongelmakohteet	47
7.2 Sprinklerimallinnuksen hyväksytyt kohteet	48
7.3 Jatkotoimenpiteet	49
8 Johtopäätelmät	51
Lähteet	52

Kuvat

Kuva 1. Sprinkleriasennuksen pääkomponentit. (CEA 4001: 2007)	13
Kuva 2. Tyypillinen märkäasennus. (IFSEC Global)	16
Kuva 3. Tyypillinen kuiva-asennus. (IFSEC Global)	17
Kuva 4. Deluge -järjestelmä. (Norm Teknik)	18
Kuva 5. Jäänestoasennuksen kytkentäkaavio. (CEA 4001: 2007)	20
Kuva 6. Sprinklerilaitteiston yhdistäminen vesijohtoverkoston erillisellä syöttövesijohdolla. (Kuntaliitto 2011)	30
Kuva 7. Sprinklerilaitteiston yhdistäminen vesijohtoverkoston yhdistetyllä syöttö- ja tonttivesijohdolla. (Kuntaliitto 2011)	31
Kuva 8. Mallinnettavan sprinklerin lähtöarvot.	37
Kuva 9. Kiinteistö 1: Molemmat syöttösuunnat auki.	39
Kuva 10. Kiinteistö 1: Läntinen suunta kiinni.	40
Kuva 11. Kiinteistö 1: Itäinen suunta kiinni.	41
Kuva 12. Kiinteistö 2: Molemmat syöttösuunnat auki.	42
Kuva 13. Kiinteistö 2: Pohjoinen suunta kiinni.	42
Kuva 14. Kiinteistö 2: Eteläinen syöttösuunta kiinni.	43
Kuva 15. Kiinteistö 2.	44
Kuva 16. Kiinteistö 21: Molemmat syöttösuunnat auki.	45
Kuva 17. Kiinteistö 21: Eteläinen syöttösuunta kiinni.	45
Kuva 18. Kiinteistö 2: Itäinen syöttösuunta kiinni.	46

Käytetyt lyhenteet tai sanasto

Asiakas	Sprinkleriasiakas
Bar	Paineen yksikkö
CEA 4001: 2007–06	Sprinklerilaitteistot suunnittelu ja asentaminen. Eurooppalaisten vakuutusyhtiöiden järjestön (CEA:n) laatima sääntö Euroopan -laajuisen omaisuuden ja henkilöiden suojauksen ehdoista. Suomessa Finanssialan Keskusliitto on tehnyt kansallisia lisäyksiä.
Deluge	Deluge-venttiili
HHP	Raskas sprinkleriluokka (high hazard process), tuotantokohde.
HHS	Raskas sprinkleriluokka (high hazard storage), varastointikohde.
Hydrantti	Sprinkleri
Kiinteistö	Sprinkleriasiakas
Kuivasprinkleri	Kuivaputkijärjestelmä, sprinklerijärjestelmä.
Käyttövesi	Rakennukseen saapuva vesi, yleensä vesijohtovesi.
LH (light hazard)	Kevyt sprinkleriluokka
Liittymissopimus	Sprinklerisopimus
Takaskuventtiili	Yksisuuntaventtiili, tarkistusventtiili; sallii käyttöveden virtaamisen putkissa vain yhteen suuntaan.
Tilaaja	Raisio Vesi Oy
Maksimivirtaama	Maksimivirtaama eli maksimitilavuusvirta on virtauskanavan poikkileikkauksen läpi kulkevan maksimiestemäärän tilavuus aikayksikössä (m ³ /s).

Minimipaine	Minimipaine on suure, joka ilmaisee pinta-alayksikköön kohdistuvaa kohtisuoraa minimivoimaa ($1/N/m^2$).
Mvp	Metriä vesipatsasta (1 m H ₂ O)
Märkäsprinkleri	Märkäputkijärjestelmä; sprinklerijärjestelmä.
NFPA 13	Yhdysvalloissa käytössä olevan automaattisia sprinklerilaitteistoja koskeva sääntö.
Noodi	Vesijohtoverkoston taitepiste.
OH	Normaali sprinkleriluokka. Jakaantuu vielä neljään luokkaan OH1, OH2, OH3 ja OH4.
Putkisto	Putkisto, joka syöttää vettä sprinklerijärjestelmään. Sprinkleriputkiston rakenteena on rengas-, gridi- tai haarajako.
Sprinkleri	Lämpöön reagoiva sulkumekanismilla varustettu suutin, joka avautuessaan levittää sammutusvettä palon sammuttamiseksi.
Sprinklerilaitteisto	Laitteisto, joka muodostaa kohteen sprinklerisuojauskeskuksen, käsittäen sprinklerilaitteiston pääkomponentit.
Suutin	Sprinklerisuutin; neste tai kaasuvirtausta suuntaava ja kuristava osa.
Talousvesi	Vettä, jota käytetään kotitalouksissa juomavetenä.
Venttiili	Laite, jonka tehtävänä on estää, säätää, tai sallia nesteiden tai kaasujen virtausta.
Vesihuoltolaitos	Talousveden hankkimisesta, puhdistamisesta ja jakelusta vastaava laitos tai yritys.
Vesijohtoverkosto	Vesijohdoista koostuva verkosto, joka kuljettaa talousvettä kulutettavaksi.

Vesijohtovesi

Talousvesi, joka johdetaan rakennukseen
vesijohtoverkoston kautta.

1 Johdanto

Opinnäytetyön tarkoituksena on selvittää Raision kaupungin alueen sprinkleriliittymät. Työn tilaajalla ei ollut aikaisemmin tietoa alueen sprinkleriasiakkaista. Kiinteistöjen sprinkleriliittymät pitää olla tiedossa, sillä kiinteistöllä ja tilaajalla on lainmukainen velvollisuus laatia sprinklerin liittymissopimus.

Liittymissopimukset tehdään, jotta kunnallinen vesihuoltolaitos ja kiinteistö, tietävät millä maksimivirtaamalla ja minimipaineella kiinteistö saa ottaa sammutusvettä yleisestä vesijohdosta. Yhtäkkinen sammutusveden tarve voi vaikuttaa yllättäen koko vesijohtoverkoston laskien verkostopainetta ja vaarantaen esimerkiksi kuntalaisten vedensaannin.

Opinnäytetyötä tarkastellaan kunnallisen vesihuoltolaitoksen näkökulmasta. Työn tilaajana toimi Raision Vesi Oy (myöhemmin tilaaja). Asiakkaana toimii sprinkleriasiakas (myöhemmin kiinteistö).

Sprinklerimallinnus tehdään Fluidit –ohjelmalla. Mallinnusohjelman avulla voidaan mallintaa ja suunnitella hydraulisesti koko Raision alueen vesijohtoverkostoa. Mallinnuksen avulla selvitetään liittymissopimukseen kirjattava maksimivirtaama ja minimipaine. Mallinnuksen jälkeen tilaaja laatii liittymissopimukset kiinteistöjen kanssa.

2 Sprinkleröintijärjestelmän tarkastelu

Sprinklerilaitteisto on automaattinen sammutusjärjestelmä, jonka tehtävänä on ilmaista ja sammuttaa vedellä tulipalo sen alkuvaiheessaan, tai pitämään tulipalo hallinnassa, kunnes se saadaan sammutettua muilla menetelmillä.

Sprinklerilaitteisto toimii osana rakennuksen palosuojausta, sillä sen tarkoitus on suojata rakennus kokonaisuudessaan ja lisäksi sen sammutustoiminnalla ehkäistään palamisessa tapahtuvaa ketjureaktioita. Sprinklerisuojaus ei tee muita sammutustoimenpiteitä tarpeettomiksi. (Lähde 2017)

2.1 Sprinklerilaitteistot

Sprinklerilaitteisto koostuu yhdestä tai useammasta vesilähteestä ja yhdestä tai useammasta sprinkleriasennuksesta. Sprinkleriasennukset koostuvat asennusventtiileistä laitteineen sekä putkistosta ja sprinklereistä. Sprinklerit asennetaan kattoon sekä tarvittaessa hyllyihin ja varastotelineistöihin sekä muihin erikseen määriteltyihin tiloihin. (CEA 4001: 2007)

2.2 Sprinklerijärjestelmän toimintakuvaus

Sprinklerit laukeavat määrätyssä lämpötilassa, sammuttaen palavan alueen sammutusvedellä ja levittävän sammutusvettä sen läheisyyteen olevaan alueeseen. Paloilmoituksen aiheuttaa hälytysventtiilin läpi virtaava vesi. Sprinklerit laukeavat vain lämpötilan ollessa riittävän korkea esimerkiksi palon välittömässä läheisyydessä olevat sprinklerit. Niiden laukeamislämpötila valitaan sopivaksi ympäristön lämpötilaan nähden.

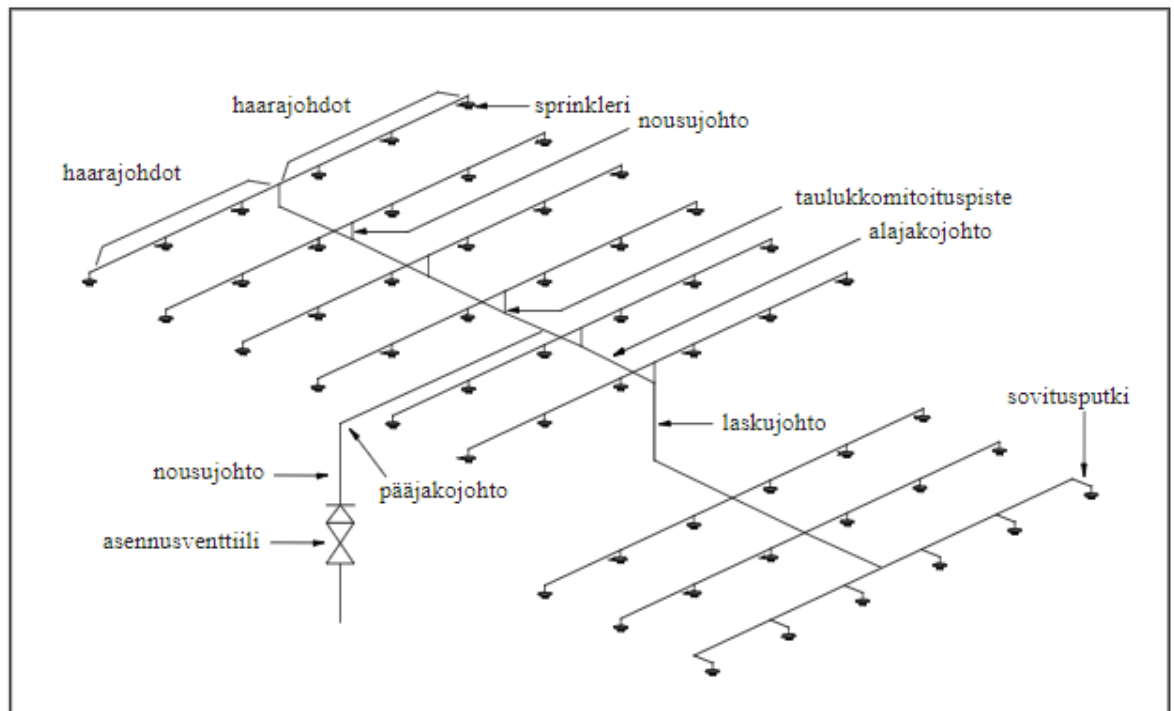
Sprinklerien laukeamislämpötilan tulee olla vähintään 30 °C korkeampi kuin normaaliolosuhteissa suurin kohteessa esiintyvä lämpötila. Yleisimmin käytetty laukeamislämpötila on 68 °C - 74 °C. Normaalioloissa valitaan 68 °C tai 74 °C. (NFPA 13)

Sprinklerilaitteistot toimivat rakennuksissa palonsammutusjärjestelminä. Sprinklerisuutin on kytketty vesilähteeseen putkistolla ja hälytysventtiilillä, joka rikkoutuu lämmön vaikutuksesta, aiheuttaen veden purkautumisen palokohteeseen. Veden syötön tulee olla jatkuvaa, jonka takia vesilähteen tulee olla vedensyöttökapasiteetiltään riittävän suuri. Lämmön vaikutuksesta suuttimet rikkoutuvat yksitellen ja palon mahdollisesti levitessä sprinklereitä laukeaa lisää. Palohälytyksen lähettää suuttimeen asennettu hälytysventtiili. (Lähde 2017)

2.2.1 Pääkomponentit

Sprinklerilaitteisto koostuu erilaisista komponenteista, kuten sprinklereistä, asennusventtiileistä, hälytysjärjestelmästä ja putkistosta. Sprinklerilaitteistojen suunnittelu- ja asentamisohjetta CEA 4001: 2007–06 voidaan käyttää komponenttien vaatimusten lähteenä. Sprinklerilaitteistoihin luetaan sprinkleriasennusten lisäksi vesilähteet ja niihin liittyvät paineenkorotuspumput. (Nieminen 2018)

Sprinkleriasennuksen tyypillinen asennustapa (gridijako) ja sen pääkomponentit (kuva 1).



Kuva 1. Sprinkleriasennuksen pääkomponentit. (CEA 4001: 2007)

2.2.2 Sprinklerisuuttimet

Sprinklerisuutin on toimilaite, joka on varustettu lämpöön reagoivalla sulkumekanismilla. Sprinklerit ovat yleensä varustettu värillisellä lasikapselilla, jossa jokaisella värikapselilla on oma nimellislaukeamislämpötila. Sprinklerisuuttimien lasikapseleiden laukeamislämpötilat on esitetty alla taulukossa 1.

Taulukko 1: Sprinklerin värikoodit lasikapselille. (CEA 4001: 2007)

Lasikapseli	Lämpötila °C
Oranssi	57
Punainen	68
Keltainen	79
Vihreä	93 - 100
Sininen	121 - 181
Malva	163 - 182
Musta	204/260

Sprinklerisuuttimia on olemassa erilaisia ja eri toimintatarkoituksiin. Suuttimille on niille ominaiset herkkyysluokat ja asennustavat. Alla luetteloidaan yleisimmin käytettyjä suutintyyppejä englannin kielellä:

- Pendent
- Conventional
- Upright
- Sidewall
- Concealed
- Recessed
- Non-recessed

Pendent kuvastaa tasalevyistä nokkaa, joka ruiskuttaa alaspäin vettä ympyränmuotoisesti, conventional kuvastaa pyöristettyä nokkaa, joka ruiskuttaa alaspäin pallomaisen kuvion ja upright kuvastaa pyöristettyä suljettua nokkaa, joka ruiskuttaa alaspäin ympyränmuotoisen kuvion.

Herkkyysluokat ovat nimetty myös englannin kielellä ja ne jaetaan luokkiin:

- Standard response
- Quick response
- Fast response

Standard response kuvastaa normaalia-, quick nopeaa - ja fast erittäin nopeaa herkkyyssluokkaa.

Suuttimet jaetaan eri käyttötarkoituksiin ja nämä myös ovat nimetty englannin kielellä:

- Standard
- Extended coverage
- Storage
- Residential
- Dry
- Special

Standard kuvastaa normaalikäyttöistä sprinkleriä, extended coverage laajennetun suojausalan suutinta ja storage varastoihin asennettavaa suutinta. (Halttu 2016)

2.3 Sprinkleröintiin liittyviä teknologioita

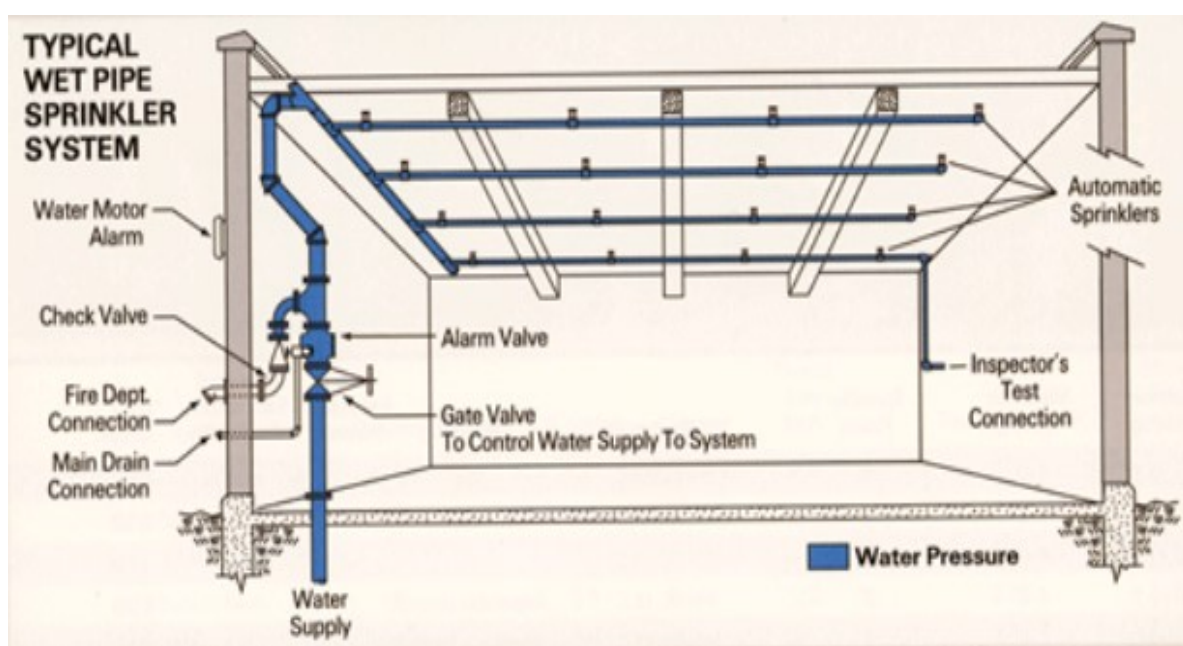
Sprinkleriasennukset voidaan jakaa neljään perusasennustyyppiin märkä-, kuiva-, ennakkolaukaisu- ja ryhmälaukaisuasennukseen. Näiden lisäksi on vielä muunnelmia perustyyppin sprinkleriasennuksista, kuten esimerkiksi deluge-asennus, vesisumuasennus ja jäänestoasennus eli glykolitäytteinen sprinkleriasennus.

2.3.1 Märkäasennus

Märkäasennus on yleisin sprinklerilaitteiston asennustyyppi. Normaalitilassa putkisto on täytetty paineellisella vedellä. Kyseistä asennustapaa tulee käyttää ainoastaan kohteissa, jossa ei ole jäätymisen vaaraa eikä lämpötila ylitä yli 95 °C. Järjestelmän käyttölämpötila määräytyy heikoimman komponentin mukaan

esimerkiksi tietyn venttiilin lämpötilansietokyvyn mukaan. Märkäasennuksessa saa käyttää ainoastaan gridijakoa. (CEA 4001: 2007)

Märkäasennuksessa ei ole paineluokkamääräyksiä, mutta ne täytyy ottaa huomioon painehäviöt sprinklerilaitteistossa, kun virtausnopeudet ovat suuria. Tyypillinen märkäasennus koostuu vesilähteestä, automaattisista sprinkleripäistä ja hälytyslaitteistosta sekä asennusventtiileistä (kuva 2). (VFP Fire Systems)



Kuva 2. Tyypillinen märkäasennus. (IFSEC Global)

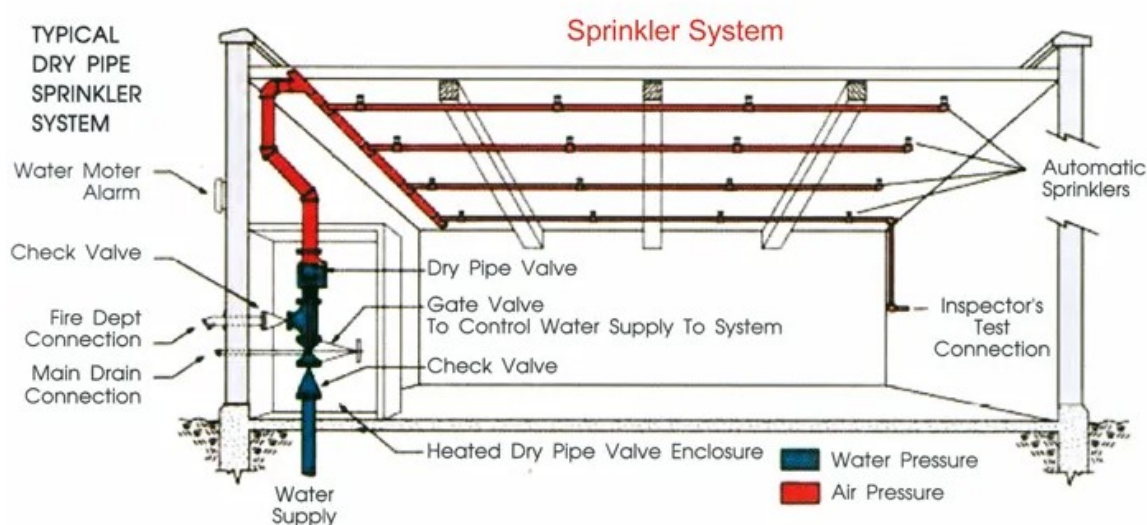
2.3.2 Kuiva-asennus

Kuiva-asennuksen putkisto on normaalitilassa täytetty paineistetulla ilmalla tai inerttikaasulla asennusventtiilin jälkeen ja paineistetulla vedellä ennen asennusventtiiliä. Kuiva-asennusta käytetään märkäasennuksen vaihtoehtona kohteissa, joissa esiintyy jäätymisen vaaraa tai lämpötila ylittää 95 °C.

Kuivasprinklerit toimivat paineenalennemisen johdosta. Kun yksi tai useampi sprinkleri aktivoituu, putkistossa oleva paineistettu ilma tai inerttikaasu pääsee

vapautumaan ja ilmanpaine alenee putkistossa. Tällöin putkistoon pääsee virtaamaan paineistettua vettä ilmanpaineen väistyessä ja venttiilin auetessa epätasaisen paineen johdosta.

Tyypillinen kuiva-asennus koostuu kuivaventtiilistä ja muista venttiileistä, putkistosta, automaattisista sprinklereistä, vesilähteestä ja hälytyslaitteistosta (kuva 3).



Kuva 3. Tyypillinen kuiva-asennus. (IFSEC Global)

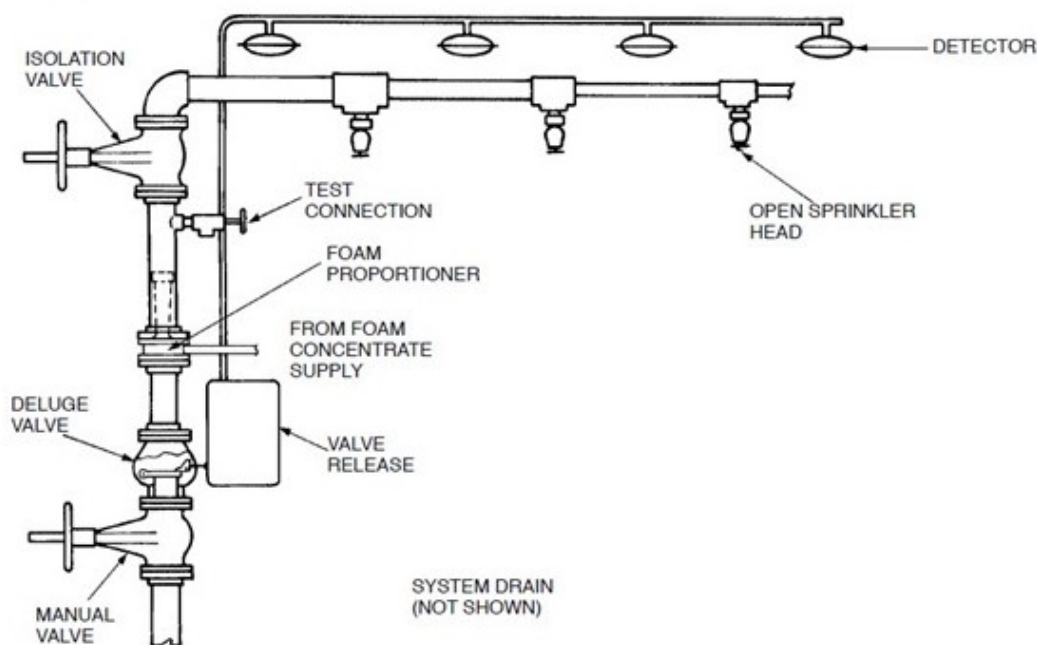
2.3.3 Deluge -järjestelmä

Deluge-järjestelmä eli aluelaukaisujärjestelmä. Sprinklerisuuttimet ovat deluge-järjestelmässä auki ja putkistossa ei ole vettä. Järjestelmä on yhteydessä vesilähteeseen deluge-venttiilin kautta, joka avautuu hälytyslaitteiston toiminnasta. Hälytysjärjestelmä asennetaan samaan tilaan kuin sprinklerisuuttimet. Hälytyksen aktivoituessa venttiili avautuu ja aiheuttaa sammutusveden purkaantumisen kaikista sprinklerisuuttimista samanaikaisesti (kuva 4). (IFSEC Global)

Järjestelmää käytetään korkean riskin kohteissa, kuten voimalaitoksissa, lentokonehalleissa ja kemikaalivarastoissa. Deluge-venttiili aktivoituu vain hydraulisesti. Järjestelmä tuottaa valtavan määrän sammutusvettä, joten sen

viemäröinti täytyy ottaa erityishuomioon. Järjestelmän etuna on sen aktivoituminen ilman sähköä, joten järjestelmän käyttö sopii kohteissa, joissa riskinä on sähkökatkos. (Järvenpää 2019)

TYPICAL DELUGE SYSTEM



Kuva 4. Deluge-järjestelmä. (Norm Teknik)

2.3.4 Vesisumuasennus

Vesisumujärjestelmä sammuttaa tulipalon tehokkaasti, sillä pienet vesisumumolekyylit muodostavat laajan vesialueen, viilentäen ympäröivän alueen lämpötilaa. Tulipalon lämpö muuttaa veden höyryksi ja se absorboi lämpöä itseensä tehokkaammin kuin pienet vesimolekyylit.

Kaikki vesisumujärjestelmät muodostavat hienoa vesisumua. On olemassa single-fluid -järjestelmiä, jotka käyttävät vain yhtä fluidia eli vettä sprinklerijärjestelmässään. Toinen järjestelmä on hybridijärjestelmä twin-fluid-järjestelmä, joka käyttää veden lisäksi happea tai typpeä.

Standardin NFPA 750 mukaan on kymmeniä eri vesisumusprinklereitä ja kaikki ovat perinteisten sprinklerijärjestelmien esimerkiksi märkäasennuksen ja kuiva-

asennuksen variaatioita. Vesisumujärjestelmä voidaan karkeasti jakaa neljään eri ryhmään:

- Paikallinen vesisumujärjestelmä (local-application water mist systems)
- Asuinrakennusten suojajärjestelmä (occupancy protection systems)
- Koko osaston vesisumusprinklerijärjestelmä (total compartment application water mist systems)
- Alueelliset vesisumusprinklerijärjestelmät (zoned application systems)

Nämä neljä voidaan vielä jakaa kolmeen ryhmään:

- Matalapainejärjestelmä (12 bar)
- Keskipainejärjestelmä (12–34 bar)
- Korkeapainejärjestelmä (yli 34 bar)

2.3.5 Ennakkolaukaisuasennus

Ennakkolaukaisujärjestelmä on kuivaputkijärjestelmä. Sammutusvettä pidättelee elektronisesti ohjattu venttiili, joka on liitetty paloilmaisinjärjestelmään. Vasta palonilmaisimen aktivoituessa, vettä alkaa virtaamaan järjestelmän putkiin ja jokainen sprinklerisuutin aktivoituu erikseen.

Ennakkolaukaisuasennuksia on kahta eri tyyppiä:

- Ennakkolaukaisuasennus tyyppi A (Vesivahinkojen estojärjestelmä)
- Ennakkolaukaisuasennus tyyppi B (Nopeutettu kuiva-asennus)

Näistä tyyppin A:n asennusta on käytettävä kohteissa, joissa vikalaukaisun aiheuttama vedenpurkaus aiheuttaisi kohtuuttoman suurta vahinkoa. Tyyppin B:n asennusta käytetään kohteissa, joissa tarvitaan kuiva-asennus, mutta palon kehitysnopeus on oletettavasti suuri. (CEA 4001: 2007)

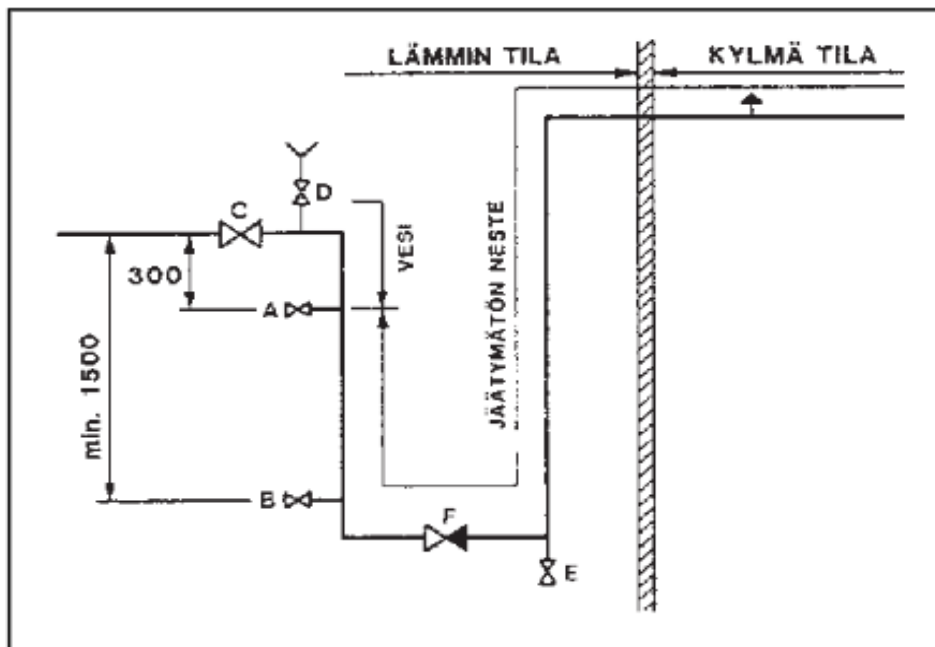
2.3.6 Jäänestoasennus

Jäänestoasennusta käytetään kohteissa, joissa on jäätymisen vaara. Veden jäätymispiste on 0 °C, joten jäänestoainetta käytetään kyseisessä asennuksessa, jotta sammutusvesi ei jäädy sprinklerijärjestelmässä.

Jäänestoainetta esimerkiksi glykolia pitää lisätä sammutusveden sekaan märkäjärjestelmässä noin 30–70 % veden kokonaistilavuudesta. Putkisto täytetään täyttösuppilon kautta jäätymättömällä nesteellä. Jäänestoasennusta käytetään kohteissa, joissa lämpötilan hallinta on hankalaa esimerkiksi talvella tyhjillään olevat rakennukset. (CEA 4001: 2007)

Jäänestoasennuksen komponentit (kuva 5):

- A ja B tarkastusventtiilit
- C pääsulkuventtiili
- D täyttösuppilo ja venttiili
- E tyhjennysventtiili
- F yksisuuntaventtiili



Kuva 5. Jäänestoasennuksen kytkentäkaavio. (CEA 4001: 2007)

3 Sprinkleriluokitus

3.1 Sprinkleriluokat

Sprinklerit luokitellaan kohteen käyttötarkoituksen ja palokuorman mukaan. Rakennukset ja alueet, jotka suojataan sprinklerilaitteistolla, luokitellaan kevyeen (LH), normaaliin (OH) ja raskaaseen (HH) sprinkleriluokkaan.

Muun muassa toimistot, koulut ja hotellit kuuluvat normaalin luokan kohteeseen (OH1). Kauppakeskukset kuuluvat normaalin luokan kohteeseen (OH3). Raskaaseen luokkaan kuuluvat teollisuuden kohteet (HHP) ja varastointikohteet (HHS) (taulukko 2).

Tapauskohtainen mitoitus tehdään aina yksilöllisesti. Luokitus määrittelee kuitenkin vedentarpeen suuruusluokan. Tässä työssä tarkastellaan vain sprinklerillä suojattavia yritystiloja eikä yksityisasukkaiden kiinteistöjä. Raison alueen sprinklerikohteet luokitellaan kevyeseen, normaaliin ja raskaaseen sprinkleriluokkaan. Alueella on paljon teollisuutta.

Taulukko 2. Sprinkleriluokat ja niiden mitoitusvirtaamat. (Vesilaitosyhdistys 2020)

Kohde	Sprinkleriluokka	Mitoitusvirtaama	Huomio
Toimisto, sairaala, koulu, hotelli, kirjasto	OH1	alle 700 l/min	
Pysäköintitalo	OH2	alle 1200 l/min	
Kauppakeskus	OH3	alle 2000 l/min	
Teollisuuden kohteet	HHP 1-4 HHS 1-4	4000 – 40 000 l/min	Vaatii vesisäiliön tai säiliöt.

3.1.1 Kevyt sprinkleriluokka - LH

Kevyt sprinkleriluokka käsittää kaikki ei-teolliset kohteet, joissa on pieni palokuorma, palamisherkkyys ja, joissa mikään vähintään 30 minuutin palokestävyys omaavilla rakenteilla rajattu alue ei ylitä 126 m². Kevyen sprinkleriluokan kohteita ovat esimerkiksi toimistot, vankilat ja hotellit.

3.1.2 Normaali sprinkleriluokka - OH

Normaali sprinkleriluokka käsittää kaupan ja teollisuuden kohteet, joissa valmistetaan tai käsitellään palokuormaltaan ja palamisherkkyydeltään normaaleja tuotteita ja materiaaleja.

Luokka jakautuu neljään ryhmään:

- OH1
- OH2
- OH3
- OH4 (Grigg & Zenzen 2007)

3.2 Palotekninen suunnitelma

Palotekninen suunnitelma tehdään aina ennen sprinklereiden mitoitus ja tulee rakennusluvan liitteeksi. Paloteknisessä suunnitelmassa esitetään rakennuskohteen palotekniset ratkaisut ja palosuojauksen taso sekä ne toimenpiteet, joilla saavutetaan rakentamista koskevien asetusten mukainen turvallisuustaso. Palotekninen suunnitelma sisältää muun muassa automaattisen sammutuslaitteiston, sprinklerin laajuuden ja automaattisen paloilmoituslaitteiston laajuuden. Suunnitelma sisältää myös rakennuksen palo-osastoinnin ja muun rakenteellisen paloturvallisuussuunnittelun.

Kunnallista vesihuoltolaitosta kiinnostaa palotekninen suunnitelma, sillä vesilaitoksen täytyy tietää paljon sammutusvettä varataan kiinteistölle ja minkä

kokoinen putki tuodaan tontin rajalle. Kiinteistön sisälle jäävä sprinkleriputki on kiinteistön omistajan vastuulla eikä vesihuoltolaitos vastaa siitä.

Suunnitelmassa mitoitettavia lähtötietoja ovat:

- Rakennuksen paloluokka
 - P0
 - P1
 - P2
 - P3
- Rakennuksen käyttötarkoitus
- Kerrosluku
- Korkeus (m)
- Paikkaluku ja /tai henkilömäärä
- Kerrosala (m²)
- Palokuormaryhmä (MJ/m²)
- Palovaarallisuusluokka

Paloteknisessä suunnitelmassa eritellään myös kohteen palotekniset laitteistot.

- Sähköverkkoon kytketty palovaroitin
- Paloilmoitin
- Hätäkeskukseen kytketty paloilmoitin
- Automaattinen sammutuslaitteisto (Lapin pelastuslaitos)

4 Vesilähteet

Vesilähdevaatimukset perustuvat Suomessa käytössä oleviin standardeihin ja määräyksiin, jotka löytyvät asiakirjoista Standardi SFS-EN12845 + A2, FK-CEA 4001: 2007–06, CEA 4001: 2007 sekä Suomen rakentamismääräyskokoelma, osa E1 ja D1.

Alla olevissa kappaleissa 4.2.1–4.2.3 käydään läpi erilaisia vesilähteitä ja niiden yhdistelmiä. Tässä työssä tarkastellaan vain kolmea vesilähdettä, sillä ne vaikuttavat olennaisesti kunnallisen vesihuoltolaitoksen toimintaan. (Käyhkö 2014)

4.1 Toiminta-aika

Automaattisen palosammutusjärjestelmän tulee toimia keskeytyksettä palotilanteessa ja vesilähteen tulee automaattisesti kyetä syöttämään sprinklerilaitteistoon vaaditut virtaamat vaadituilla paineilla. Vesilähteen minimivesitilavuus tulee riittää seuraavia toiminta-aikoja varten:

1. LH 30 min
2. OH 60 min
3. HHP 90 min
4. HHS 90 min

4.2 Vesilähteen valinta

Sprinklerilaitteiston vesilähteelle asetettavista yleisistä vaatimuksista olennaisimmat ovat:

- Vesilähteen on kyettävä syöttämään vettä keskeytyksettä
- Vesilähteet tulee suojata pakkasolosuhteilta, kuivuudelta, tulvilta tai muilta olosuhteilta, jotka saattavat rajoittaa virtaamaa tai toiminta-aikaa tai tehdä vesilähteestä toimintakyvyttömän

- Asennusventtiilit ja vedensyötön runkoputket on pidettävä vähintään +4 °C lämpötilassa
- Jokaisella vesilähteellä on oltava vähintään yksi virtaaman ja paineen mittalaite
- Vesilähteet ovat käyttäjän, omistajan tai haltijan valvonnassa ja heidän on taattava vesilähteen luotettavuus ja käyttöoikeudet

Vesilähteet luokitellaan A-, B- ja C-luokkiin, josta A-luokan vesilähde on kaikista varmin.

C-luokan vesilähteitä ovat esimerkiksi:

- yleinen vesijohto;
- yleinen vesijohto ja vähintään yksi paineenkorotuspumppu;
- vesivarasto ja vähintään yksi pumppu;

B-luokan vesilähteitä ovat esimerkiksi:

- molemmilta syöttösuunnilta syötetty yleinen vesijohto, josta kummaltakin suunnalta erikseen saadaan vaadittu virtaama;
- Vesisäiliö kahdella tai useammalla pumpulla.

A-luokan vesilähteitä ovat esimerkiksi:

- yksinkertaisista vesilähteistä (B- ja C-luokat) muodostetut yhdistelmät;
- kaksi yksinkertaista toisistaan täysin riippumatonta vesilähdettä, josta molemmista saadaan vaaditut virtaama- ja painevaatimukset.

(Vesilaitosyhdistys 2020)

4.2.1 Yleinen vesijohto

Yleinen vesijohto voi olla tyypiltään yhdeltä suunnalta syötetty päättyvä johto tai kahdelta suunnalta syötetty rengasjohto. Yleisen vesijohdon tulee täyttää sille asetetut vesilähdevaatimukset paineeseen, virtaamaan ja vedentulon riittävyyteen. Hälytyspainekytkin tulee asentaa vesilähdeliitántään, joka antaa hälytysyhteyden kautta hälytyksen, kun paine vesijohdossa putoaa ennalta

määrättyyn arvoon. Vesijohtoliitännän yksisuuntaventtiilin tulopuolelle tulee sijoittaa kytkin ja se tulee varustaa koeventtiilillä.

Yleisen vesijohdon tulee kaikkina vuorokauden ja vuodenaikoina kyetä syöttämään vaaditut virtaamat lisättynä 50 prosentilla samassa kohdassa määrättyillä paineilla. (Käyhkö 2014)

4.2.2 Yleinen vesijohto paineenkorotuksella

Paineenkorotusta varten tulee asentaa kaksi automaattista pumppua, joista toisen tulee olla dieselmoottorikäyttöinen tai enintään viisi automaattista pumppua, joista vain yksi saa olla sähkömoottorikäyttöinen.

Paineenkorotuspumput asennetaan, jos yleisestä vesijohdosta saadaan riittävä virtaama, mutta paine on riittämätön myös kummaltakin syöttösuunnalta.

Paineenkorotuspumpun asentaminen edellyttää aina vesilaitoksen lupaa, sillä pumppujen toiminta voi aiheuttaa alipainetta verkostoon. Pumpun imu- ja paineputki on varustettava sulkuventtiilillä ja paineputki myös yksisuuntaventtiilillä. Jos pumppuja on asennettu ainoastaan yksi, on asennettava ohitusputki, jonka halkaisijan tulee olla vähintään sama kuin vesijohtoliitännän halkaisija. Ohitusputki tulee varustaa yksisuuntaventtiilillä ja kahdella sulkuventtiilillä. Pumpun tai pumppujen käyttö muuhun kuin palontorjunnalliseen tarkoitukseen on kiellettyä. (CEA 4001: 2007)

4.2.3 Vesisäiliöt

Vesisäiliöitä ovat esimerkiksi pumpun imusäiliö, yläsäiliö tai tornisäiliö sekä vesiallas. Vesisäiliöitä käyttäessä tulee niistä valita yksi tai useampi vaihtoehto sprinklerilaitteiston vesilähteeksi. Vesisäiliö tulee varustaa automaattisella vedenpinnan säätölaitteella ja hälytyslaitteella, joka antaa hälytyksen vedenpinnan ylittäessä pinnankorkeuden säätölaitteelle asetetun rajan. Vesivarasto tulee varustaa ylivuotoputkella ylitäytön estämiseksi.

5 Sprinklerijärjestelmän liittäminen käyttövesijohtoverkoston

Vesihuoltolaitoksen vastuu päättyy kiinteistön liittämiskohdassa vesijohtoverkkoon ja kiinteistön omistajalla on vastuu kiinteistöllä olevien kiinteistöjen vesi- ja viemärilaitteiden kytkentöjen asianmukaisuudesta.

Kiinteistöjen vesi- ja viemärilaitteistojen kytkemistavoista on annettu Suomen rakentamismääräyskokoelmassa määräyksiä siten, että talousveden laatu ei vaarannu.

5.1 Lait ja asetukset

Lainsäädäntö, joka ohjaa sprinklerilaitoksia perustuu maankäyttö- ja rakennuslakiin (132/1999) ja sen nojalla säädettyyn ympäristöministeriön asetukseen rakennusten paloturvallisuudesta (848/2017), pelastuslakiin (379/2011), lakiin pelastustoimen laitteista (10/2007) ja sisäministeriön asetukseen automaattisista sammutuslaitteistoista (744/2000).

5.1.1 Vesihuoltolaki

Vesihuoltolaki (119/2001) määrittelee vesihuoltolaitoksen perustehtäviksi veden johtamisen, käsittelyn ja toimittamisen talousvedeksi. Vesihuoltolain mukaan vesihuoltolaitos ei ole velvollinen toimittamaan sammutusvettä kiinteistölle. Laki velvoittaa turvaamaan veden laadun. Vesihuoltolaitoksella on oikeus kieltäytyä liittämästä kiinteistöä vesihuoltolaitoksen vesijohtoverkkoon, jos vedenkulutus vaikeuttaisi laitoksen toimintaa tai laitoksen edellytyksiä huolehtia tyydyttävästi muiden kiinteistöjen vesihuollosta. Sopimus on tehtävä kiinteistön liittamisestä vesihuoltolaitoksen verkostoon tai laitoksen palvelujen toimittamisesta ja käyttämisestä. (Vesihuoltolaki 119/2001)

5.1.2 Sisäasiainministeriön asetus automaattisista sammutuslaitteistoista

SM-1999-967/Tu-33 (744/2000) sisäministeriön asetus automaattisesta sammutuslaitteistoista on annettu pelastustoimilain (561/1999) ja pelastustoimen laitteiden teknisistä vaatimuksista ja tuotteiden paloturvallisuudesta säädetyin lain (562/1999) nojalla.

CEA 4001 –opas (2007–06 Sprinklerilaitteistot – Suunnittelu ja asentaminen) käytetään, jos vakuutusyhtiö sitä vaatii. Suomessa muita noudatettavia sprinkleristandardeja ovat FM Global ja USA NFPA-13. Sammutusveden mukana voidaan käyttää lisäaineita, kuten vaahtoja tai muita kemikaaleja. Kunnallinen vesijohto ei tällöin sovi ensisijaiseksi vesilähteeksi, vaan vesisäiliötä tulee käyttää. Automaattinen sammutuslaitteisto on tarkistettava ennen laitteiston käyttöönottoa ja tämän jälkeen määrävälein määräaikaistarkastuksissa. Tarkastukset suoritetaan aina valtuutetun tarkastuslaitoksen ja sprinkleritarkastajan toimesta. (Sisäasiainministeriön asetus automaattisista sammutuslaitteistoista 744/2000)

5.1.3 Pelastuslaki

Pelastuslain (379/2011) mukaan ”laki velvoittaa vesihuoltolaitosta, tai tälle vettä toimittavaa vesilaitosta, toimittamaan sammutusvettä vesijohtoverkostosta sammutusvesisuunnitelmassa määritetyllä tavalla pelastuslaitoksen tarpeisiin.”

Vedenhankinta ja johtaminen vesihuoltolaitoksen verkostoon kuuluviin paloposteihin ja sammutusvesiasemille kuuluu sammutusveden toimittamiseen. Pelastuslaki ei velvoita vesihuoltolaitosta toimittamaan yksittäisille kiinteistöille sammutusvettä sprinklerijärjestelmiin. (Pelastuslaki 379/2011)

5.2 Riskejä sprinklerin liittämässä

Suojaustavat käyttöveden osalta ovat ilmapäli, yksisuuntaventtiili (takaiskuventtiili) ja tyhjöntäventtiili sekä niiden yhdistelmät.

Sammutusvesijärjestelmässä on aina oltava vähintään yksisuuntaventtiili estämässä veden takaisinvirtaamista vesijohtoverkkoon. Terveydelle haitallisia aineita käyttävän sammutusvesilaitteiston suora liittäminen vesijohtoverkoston kielletään. Sammutusvesisäiliössä on aina käytettävä ilmapäliä ja painesäiliössä ilmapäli voidaan järjestää joko välialtaan tai pumppauksen avulla, tai käyttämällä irrotettavaa täyttöputkea. (Kuntaliitto 2011)

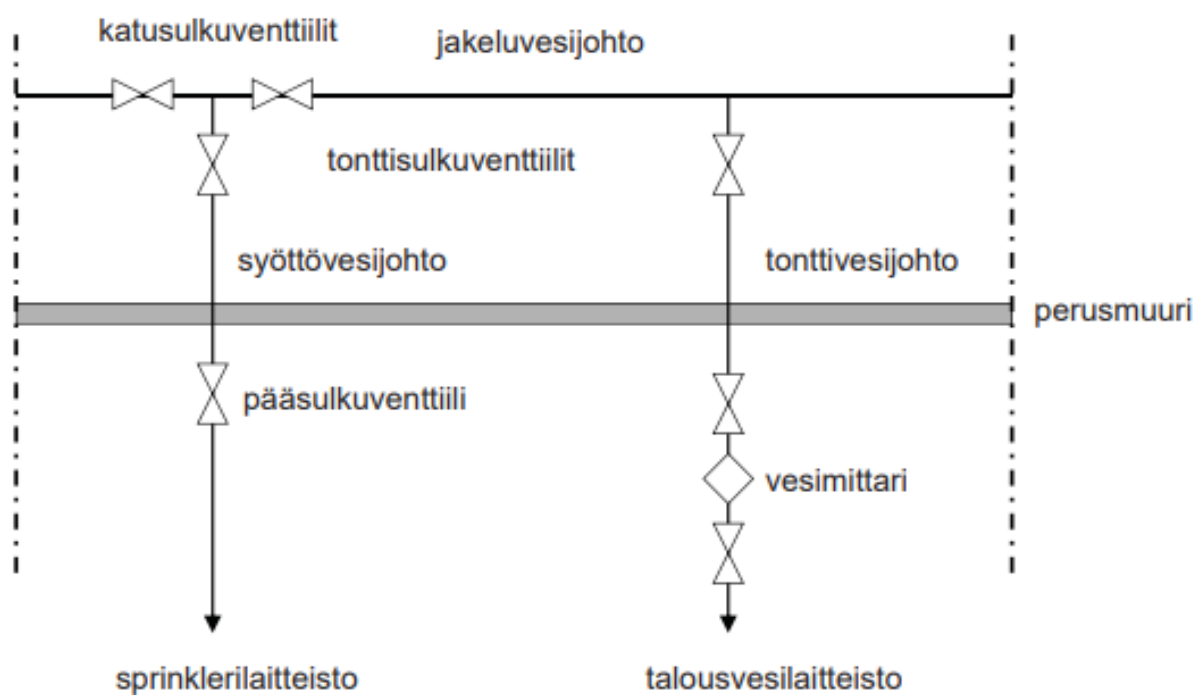
Suomen rakentamismääräyskokoelman määräyksen (Ympäristöministeriö 2007) mukaan vesihuoltolaitokseen liitettyllä vesilaitteistolla ei saa olla suoraa yhteyttä muusta vesilähteestä vetensä saavaan vesilaitteistoon. Vesi- ja viemärlaitosyhdistyksen 2011 ilmestyvässä julkaisussa (Vesi- ja viemärlaitosyhdistys) on esitettyjä riskejä kiinteistön sprinklerilaitteistojen liittämisesä vesihuoltolaitoksen verkostoihin. (Kuntaliitto 2011)

Riskejä ovat muun muassa terveydelle haitalliset lisäaineet, palokunnan lisäveden syöttömahdollisuus, paineenkorotuspumput, usean vesilähteen laitteistot sekä testaus- ja sammutusvesien viemärointi. Muita huomattavia riskejä ovat sammutusveden takaisinvirtaus vesijohtoverkoston ja käyttöveden saastuminen, sakan irtoaminen vesijohtoverkostossa sekä verkostopaineen tippuminen alle sallitun rajan. (Kuntaliitto 2011)

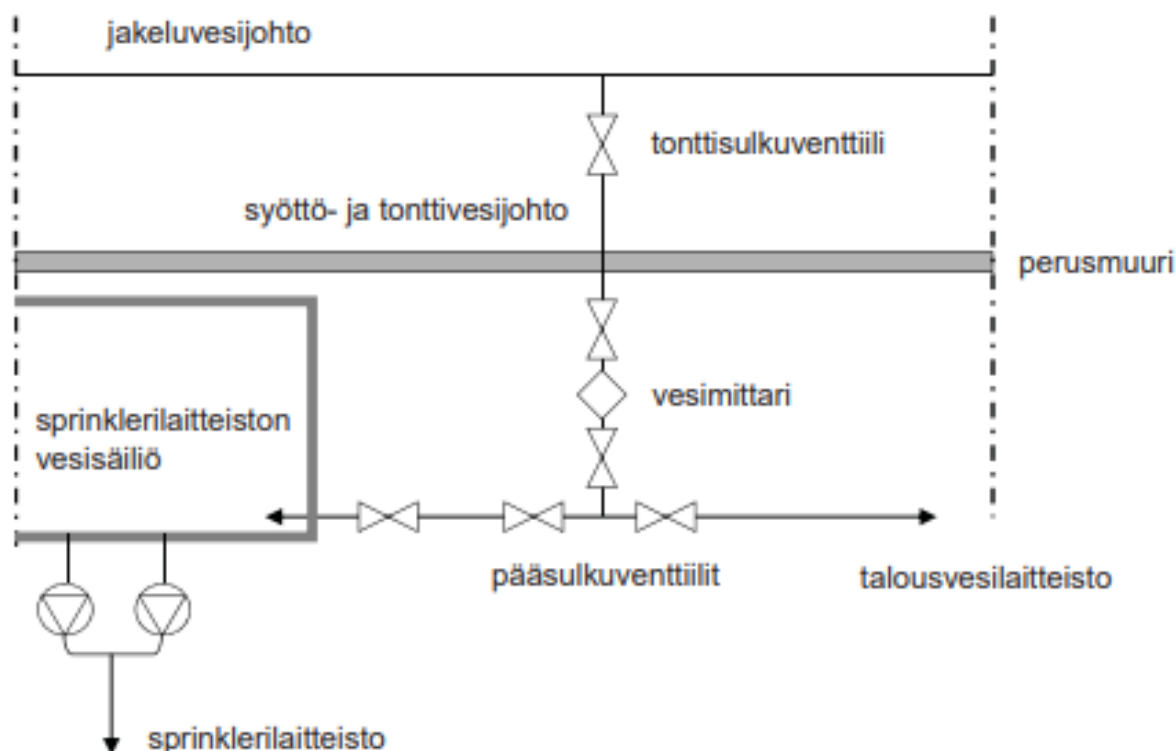
5.3 Liittymän teknisiä malleja

Pääsääntöisesti kiinteistöjen sprinklerilaitteistojen liittäminen vesihuoltolaitoksen vesijohtoverkoston suoritetaan erillisellä syöttövesijohdolla (kuva 6).

Yhdistettyä syöttö- ja tonttivesijohtoa voidaan käyttää täyden tilavuuden sammutusvesisäiliöiden ja asuintilojen sprinklerijärjestelmien liittämisesä (kuva 7).



Kuva 6. Sprinklerilaitteiston yhdistäminen vesijohtoverkostoon erillisellä syöttövesijohdolla. (Kuntaliitto 2011)



Kuva 7. Sprinklerilaitteiston yhdistäminen vesijohtoverkostoon yhdistetyllä syöttö- ja tonttivesijohdolla. (Kuntaliitto 2011)

Kiinteistön sprinklerilaitteiston suora liittäminen vesijohtoverkostoon onnistuu, kun vesijohtoverkostolla on ylimääräistä kapasiteettia ja kun alueelliset olosuhteet mahdollistavat liittämisen. Sprinkleriliittymästä saa ottaa vettä ainoastaan palontorjuntaan. Vedenoton aiheuttamat pienet virtaamat syöttöjohdossa voivat pahentaa sakan kertymistä ja käyttö muihin tarkoitukseen voi aiheuttaa virrehälytyksiä. (Vesilaitosyhdistys 2020)

Mikäli suora liittäminen ei onnistu kapasiteetin tai vesijohtoverkoston alueelliset olosuhteet eivät mahdollista suoraa liittämistä eli toisin sanoen, mikäli vesihuoltolaitoksen toimittama vesimäärä on pienempi kuin sprinklerin mitoitusvirtaama on käytettävä kiinteistökohtaista sammutusvesisäiliötä.

Vedentoimituksen häiriötilanteissa varmistetaan kiinteistökohtainen sammutusveden saanti sammutusvesisäiliöllä. Kiinteistön omistaja vastaa sammutusvesisäiliöstä. Täyden tilavuuden säiliöön on varattu laitteiston koko toiminta-ajan vesimäärä. Vähennetyn tilavuuden säiliön on varastoitu

ainoastaan osa tarvittavista vesimäärästä ja sitä täytetään palon aikana virtaamalla, joka otetaan säiliön mitoituksessa huomioon. (Kuntaliitto 2011)

Tyhjän sammutusvesisäiliön täyttö tapahtuu vesijohtoverkostosta tai muusta vesilähteestä. Vähennetyn tilavuuden säiliö vaatii oman syöttövesijohdon ja palonaikainen lisätäyttö tapahtuu vähintään kahden uimuriventtiilin kautta ja aina vesimittarin ohi. (Vesilaitosyhdistys 2020)

6 Haasteita verkoston mitoitukselle

Raision alueen sprinkleriselvitys tehtiin, jotta tilaaja saa laadittua sprinkleriasiakkaiden kanssa liittymissopimukset. Tilaajalla ei ollut ennestään varmaa tietoa sprinkleriasiakkaista. Selvityksen jälkeen tilaaja sai sprinkleriasiakaslistan, jota tilaaja pystyy täyttämään sitä mukaan, kun uusia sprinkleriliittyjiä tulee.

Sprinkleriliittyjät ovat kunnallisen vesihuoltolaitoksen asiakkaita, jotka ottavat vesijohtoverkostosta laskutettavaa sammutusvettä. Asiakkaiden kartoittaminen tehtiin haastatteleamalla tilaajan henkilöstöä sekä alueen sprinklerisuunnittelijoita. Selvityksen jälkeen mallinnettiin sprinklerit Raision alueen vesijohtoverkoston. Mallinnusta varten tarvittiin seuraavia lähtötietoja:

- Kiinteistön osoitetiedot
- Sprinkleriputken halkaisija
- Sprinkleriputken materiaali
- Liitoskohta
- KytKentätapa
- Maksimivirtaama
- Minimipaine

Saatuaan lähtötiedot selville, vesijohtoverkoston mallinnus pystyttiin tekemään ja liittymissopimukseen kirjattavat arvot selvitettyä.

6.1 Liittymissopimus

Vesilaitoksen ensisijainen velvollisuus on turvata talousveden laatu ja vesihuoltolain (119/2001) mukaan vesilaitoksen tehtävänä on talousveden toimittaminen. Sammutusvesi ei ole talousveteen rinnastettavaa veden toimittamista. Sprinklerilaitteistojen liittämisestä ja niihin toimitettavasta vedestä on aina tehtävä erillinen liittymissopimus. Toimitusvesimäärästä on tehtävä

laitteiston osalta päätös vesihuoltolaitoksen ja vesijohtoverkoston alueellisen kapasiteetin perusteella. (ALVA)

Liittymissopimuksista on hyvä pitää tietokantaa, josta ilmenevät laitteistojen mitoitusvirtaamat ja sovitut toimitusvirtaamat. Tietokanta toimii vesihuoltosuunnittelun tukena. Erillinen sopimus tulee tehdä myös täyden tilavuuden säiliöistä riippumatta siitä, peritäänkö niistä sprinklerimaksuja. (ALVA)

Sprinklerilaitteistojen liittymissopimuksessa sovitaan toimitusvesimäärästä, liittämiskohdasta ja vastuunjaosta asiakkaan ja vesihuoltolaitoksen kesken. Sopimuspaperi muodostuu sopimuspaperista ja sen liitteistä. Tilaaja laatii sprinklerimallinnuksen jälkeen sprinklerilaitteistojen liittymissopimukset.

Sopimuksessa olevia arvoja ei saa ylittää. Ylittyminen voi vaarantaa esimerkiksi kuntalaisten vedensaannin. Sopimuksen avulla estetään mahdolliset epäselvyydet kiinteistön ja tilaajan välillä. Sopimukseen kirjataan maksimivirtaama huonoimman syöttösuunnan mukaan. (ALVA)

6.2 Sprinklerimallinnus

Sprinklerimallinnuksella selvitettiin sprinklerin toimintaan liittyviä riskejä. Mallinnuksella selvitettävä tärkein tieto on se, että voidaanko sprinkleriliitosta sallia vesijohtoverkostoon eli voidaanko sprinklerin tarvitsema vedenottomäärä hyväksyä. Verkostossa tapahtuvat painetasomuutokset ja sen vaikutukset normaaliin vedenjakeluun saadaan selville mallinnuksessa sprinklerin toiminnan aikana.

Mallinnus tehtiin huippukulutustilanteessa eli, kun vedenkäyttötilanne oli 1,3 -ertainen normaaliin verrattuna. Mallinnuksen avulla pystytään sulkemaan pois tarve mitata vesilähteen kapasiteetti sprinklerin suunnitteluvaiheessa. (Vesilaitosyhdistys 2020)

Vesijohtoverkoston mallinnus tehtiin Fluidit -ohjelmalla. Sen avulla saatiin selville liittymissopimukseen kirjattava kiinteistön sprinklerin sallittu minimipaine

ja maksimivirtaama. Minimipaineen ja maksimivirtaaman pitää pysyä tilaajan asettamien rajaehdojen puitteissa. Jos pyydetty minimipaine ja maksimivirtaama eivät ole sallittuja, mallinnuksen avulla etsittiin uudet arvot.

Koko Raision alueen vesijohtoverkosto otettiin huomioon sprinklerimallinnuksessa. Mallinnus eteni kaikkien mallinnettavien kohteiden kanssa vastaavalla tavalla. Jokaisen kiinteistön kohdalle mallinnettiin sprinkleri ja sen putki, sprinklerin lähtöarvotaulukko täytettiin ja sprinklerin simulointi käynnistettiin.

Mallinnuksessa sprinkleri sai vettä maksimissaan kolmesta eri syöttösuunnasta ja jokainen syöttösuunta mallinnettiin erikseen. Sprinklerin kuullessa rinkulaverkkoon, se sai vettä parhaimmillaan kahdesta eri syöttösuunnasta – ellei sprinkleri sijainnut vesijohtoverkoston päätekohtassa. Liittymissopimukseen kirjattiin virtaama huonoimman syöttösuunnan mukaan. Tilaaja on sen lisäksi määrittänyt rajaehdot sprinklerimallinnukselle ja kiinteistöllä on omat maksimivirtaama- ja minimipainevaatimukset.

Mallinnuksessa hydrant symboli kuvasti sprinkleriä ja noodi vesijohtoverkoston taitepistettä. Mallinnuksessa paine (bar) ilmoitettiin vesipatsaana (mvp) ja virtaama (l/min) ilmoitettiin litroina sekunnissa (l/s).

6.3 Tilaajan rajaehdot

Rajaehtoina tilaaja noudattaa naapurikunnan rajaehtoja. Vedenottotilanteessa kiinteistöllä on liittymissopimuksen mukaan lupa ottaa vettä vain sopimuksessa mainitulla maksimivirtaamalla ja minimipaineella.

Tilaajan reunaehdot olivat seuraavat: 0,95–1,0 barin painepudotus ensimmäisen noodin kohdalla ja verkostopaineen oli oltava aina vähintään 3 bar. Verkostopaine ei saanut tippua alle 3 bar sprinklerin vedenottotilanteessa.

6.3.1 Muuta huomioitavaa mallinnuksessa

Sprinklerin veden syöttösuunnat määräytyvät ilmansuunnan mukaan. Sprinklerit saavat sammutusvettä joko pohjoisesta, eteläisestä, läntisestä tai itäisestä suunnasta sekä kahden syöttösuunnan yhdistelmästä mistä tahansa ilmansuunnasta riippuen sprinklerin sijainnista vesijohtoverkostossa.

Raision alueen verkostopaine on 5,7–7,7 barin välillä. Mallinnus tehtiin Raision alueen vesijohtoverkostomallilla. Raision oma vesijohtoverkostomalli ei huomioinut rinkelaverkostoa. Tästä syystä mallinnusta ei esimerkiksi tietyistä ilmansuunnista pystytty mallintamaan kunnolla, sillä Raision oma malli ei huomioinut rinkelaverkostoa, eikä siten vettä saatu tietyistä ilmansuunnista.

Sprinklerikohdetta mallinnettiin molemmista syöttösuunnista sekä kahdesta eri syöttösuunnasta erikseen. Alin arvo maksimivirtaamalle mistä tahansa syöttösuunnasta kirjattiin liittymissopimukseen. Vesijohtoverkoston mallinnuksen tarkasteluun otettiin ensimmäinen noodi, johon sprinkleriputki liittyi.

6.4 Lähtöarvot

Sprinklerin lähtöarvot ovat muokattavissa tilaajan tai asiakkaan reunaehtojen mukaan ennen mallinnusta. Kiinteistö 1 kohdalla pyydetty maksimivirtaama oli 1600 l/min eli 26,7 l/s ja minimipaine oli 3,5 bar eli 35 mvp. Ennen mallinnusta seuraavia lähtöarvoja muokattiin:

- Minimipaine
- Maksimivirtaama
- Aika 44:00:00 – 46:00:00

Kuvassa 8 näkyy sprinklerin muokattavat parametrit, josta löytyy sprinklerin avautumis- ja sulkeutumisaika (closing and opening time), maksimivirtaama (maximum flow) ja minimipaine (minimum pressure). Mallinnusta varten

syötettiin arvo vain kohtiin maksimivirtaama, minimipaine ja avautumis- ja sulkeutumisaika.

Kuvasta 8 löytyy sprinklerin x-, y- ja z-koordinaatit, jotka päivittyvät automaattisesti sprinklerin sijainnin mukaan. Asiakkaat eivät ole tunnistettavissa sprinklerin nimestä. Mallinnus simuloitiin lähtöarvojen mukaisesti ja tarvittaessa lähtöarvoja muokattiin.

Properties	Results	Identifiers
General		
Name	Hydrant-10631	...
Description		...
X-Coordinate		
Y-Coordinate		
Z-Coordinate (Elevation)		
Symbol	No symbol set	
Tags		
Properties		
Diameter	150	
Opening Time	44:00:00	
Closing Time	46:00:00	
Pattern	[None]	
Boundary	<input type="checkbox"/>	
Maximum Flow	58,2	
Minimum Pressure	0	
Quality Parameters	0	...
Settings		...
Station	[None]	
Expert		
Changed in Scenario	<input checked="" type="checkbox"/>	
New in Scenario	<input type="checkbox"/>	
Zones	0	...

Kuva 8. Mallinnettavan sprinklerin lähtöarvot.

6.5 Esimerkkikiinteistöjä

Alla on esitetty kolme mallinnettua sprinklerikiinteistöä. Todellisuudessa selvitettäviä sprinklerikohteita oli yli kolmekymmentä kappaletta.

Kiinteistöt ovat tietosuojattu nimeämällä kaikki kiinteistöt nimellä kiinteistö x (x kuvastaen mallinnusnumeroa). Tämän työn puitteissa tarkasteltiin vain kolmea

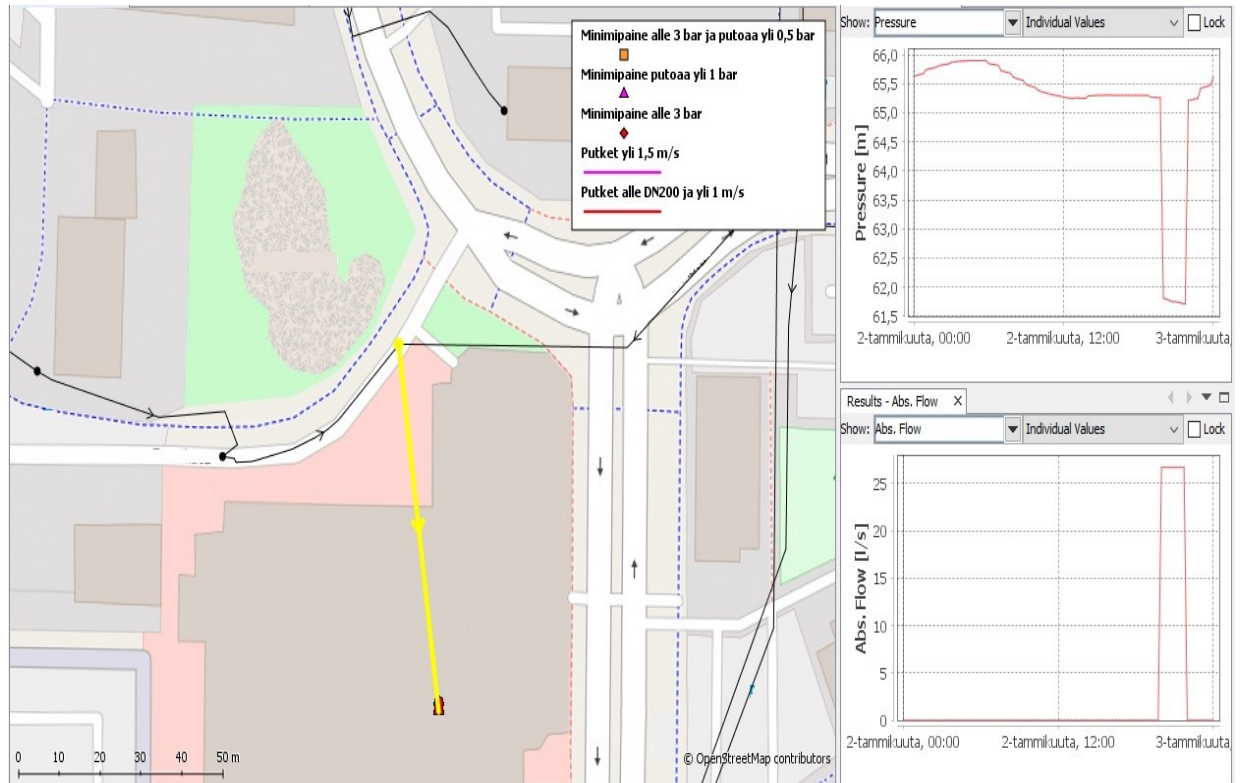
esimerkkikiinteistöä, joissa on sprinklerijärjestelmä. Kiinteistössä 1 ja 3 esiintyy merkittäviä haasteita sprinklerimallinnuksen kannalta. Kiinteistö 21 kohdalla asiakkaan pyytämä maksimivirtaama saatiin toteutettua.

6.5.1 Kiinteistö 1

Pyydetty virtaamamäärä oli hyväksyttävä molemmista syöttösuunnista, mutta kun vain yksi syöttösuunta oli auki, niin ilmeni ongelmia. Kun itä- tai länsisuunta oli kiinni, saatiin mallinnettua vain 23–24 l/s. Liittymissopimukseen tuleva virtaama määräytyy huonoimman syöttösuunnan mukaan eli tässä tapauksessa, kun itäinen syöttösuunta on kiinni. Silloin mallinnettu sammutusveden määrä oli 23 l/s.

Ensimmäinen vaihe mallinnuksessa oli simulointi molemmat syöttösuunnat auki pyydetyllä vesimäärällä, joka oli 26,7 l/s. Mallinnuksen jälkeen tarkasteltiin paineen laskua paineen kuvaajasta, joka on ylin kuvaaja (kuva 9). Paine laski ensimmäisen taitepisteen kohdalla arvosta 6,4 bar (65 mvp) arvoon 6 bar (61,5 mvp). Arvo oli hyväksyttävä molemmat syöttösuunnat auki.

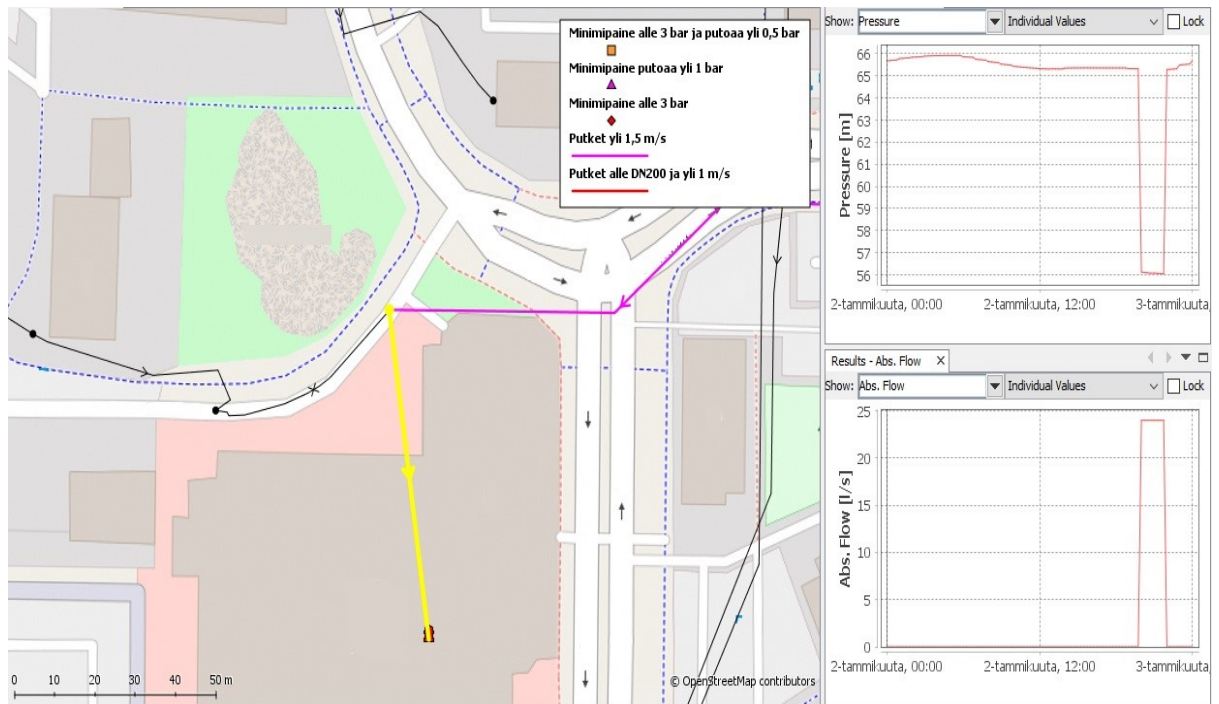
Sprinkleri esitettiin punaisella värillä ja sprinkleriputki sekä taitepiste keltaisella värillä (kuva 9). Mallinnuksen tarkastelun avuksi oli muitakin visualisointikeinoja, kuten erilaiset symbolit, jotka ilmestyivät verkostoon mallinnuksen ongelmatilanteissa. Esimerkiksi, kun minipaine tippui alle 3 bar, verkostoon ilmestyi punainen timanttikuvio.



Kuva 9. Kiinteistö 1: Molemmat syöttösuunnat auki.

Läntisen syöttösuunnan ollessa kiinni paine tippui noin tasosta 6,4 bar (65,5 mvp) tasoon 5,5 bar (56 mvp). Paineen pudotus oli rajaehtoien eli yhden bar paineen pudotuksen rajoissa. Paineen pudotus oli noin 0,90 bar, joka oli sprinklerimallinnuksen kannalta optimaalisin arvo.

Pyydettyä maksimivirtaamaa ei saatu, sillä maksimivirtaama jäi alle 25 l/s. Mallinnus ei onnistunut läntisen syöttösuunnan ollessa kiinni (kuva 10).



Kuva 10. Kiinteistö 1: Läntinen suunta kiinni.

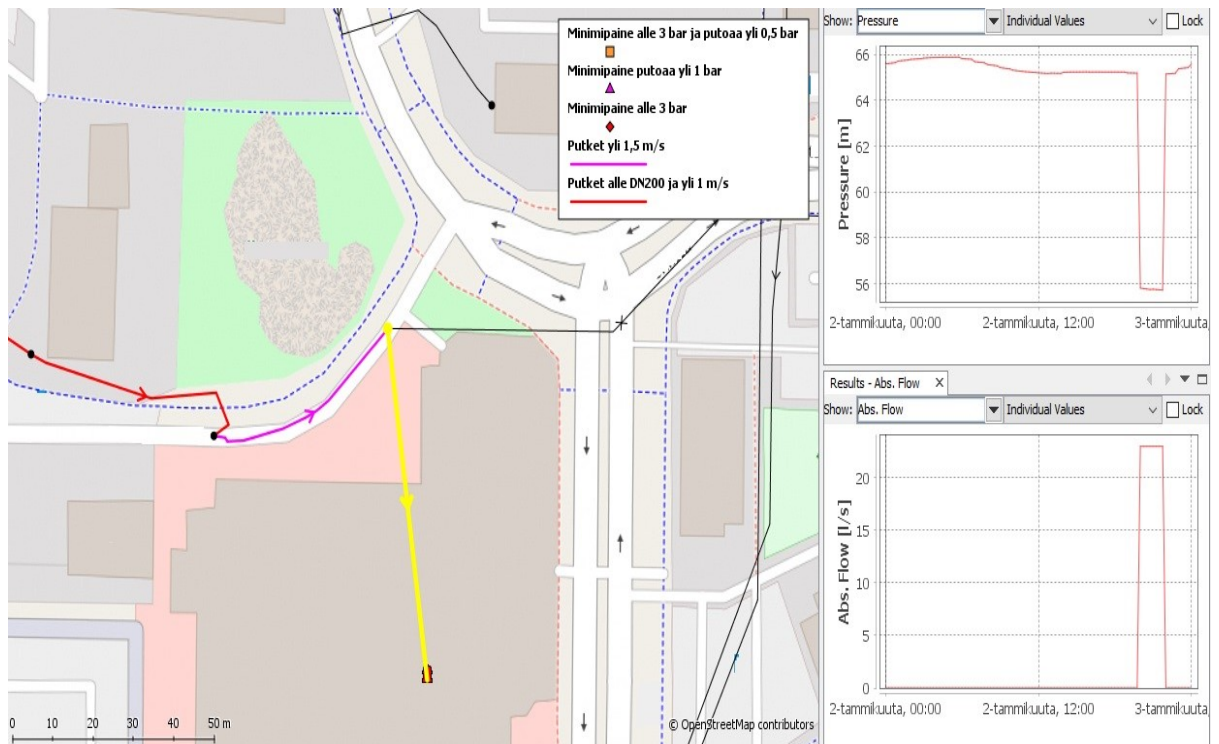
Vaaleanpunainen putki kertoi ongelmasta vesijohtoverkostossa. Mallinnuksessa ilmeni, että itäisen syöttöputken maksimivirtaama oli yli 1,5 m/s. Vesi virtasi putkessa liian suurella nopeudella, joka voi potentiaalisesti aiheuttaa sakan irtoamista putkistosta sekä aiheuttaa putken rasittumista ja vedenjakeluhäiriöitä muualla verkostossa (kuva 10).

Itäisen syöttösuunnan ollessa kiinni paineen pudotus oli myös noin 0,90 bar. Saatu maksimi virtaama oli kuitenkin noin 24 l/s, joka ei täyttänyt kiinteistön pyytämää maksimivirtaamaa. Mallinnus ei onnistunut itäisen syöttösuunnan ollessa kiinni (kuva 11).

Liittymissopimukseen kirjattiin kyseisen kiinteistön kohdalle arvot:

- Maksimivirtaama 23 l/s
- Minimipaine 0,95 bar

Kiinteistön pyytämää arvoa maksimivirtaamaalle sekä minipaineelle ei saatu täytettyä.

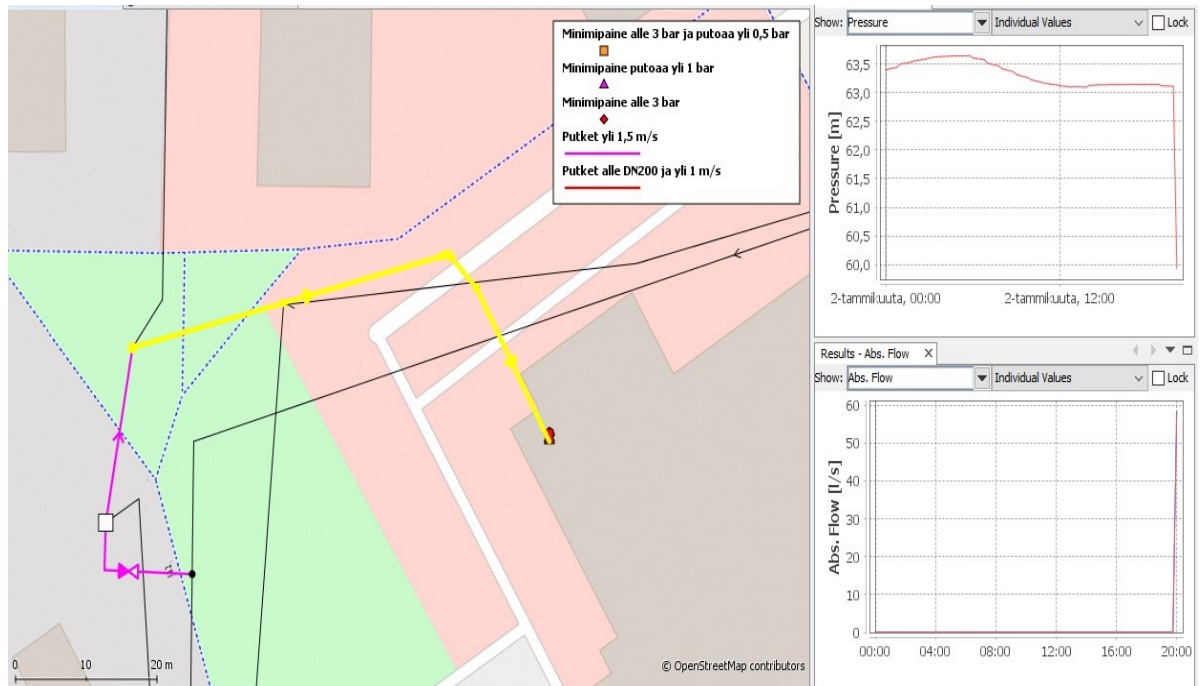


Kuva 11. Kiinteistö 1: Itäinen suunta kiinni.

6.5.2 Kiinteistö 3

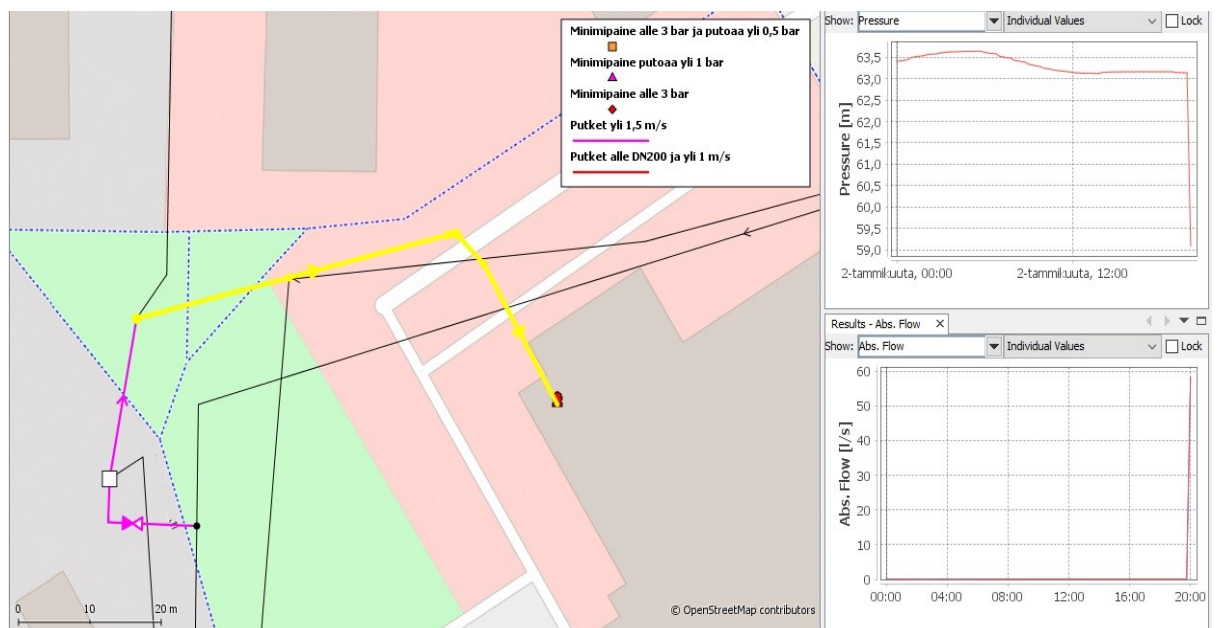
Kiinteistön 3 kohdalla mallinnus ei onnistunut, sillä mallinnus ei jatkunut kahta vuorokautta. Mallinnus saatiin kuitenkin tehtyä ja molemmat syöttösuunnat auki, mallinnus oli hyväksytty.

Paine tippui arvosta 6,2 bar (63,5 mvp) arvoon 5,9 bar (60 mvp), maksimivirtaaman ollessa noin 60 l/s. Kyseisen kiinteistön kohdalla pyydetty maksimivirtaama oli 58,2 l/s (kuva 12).



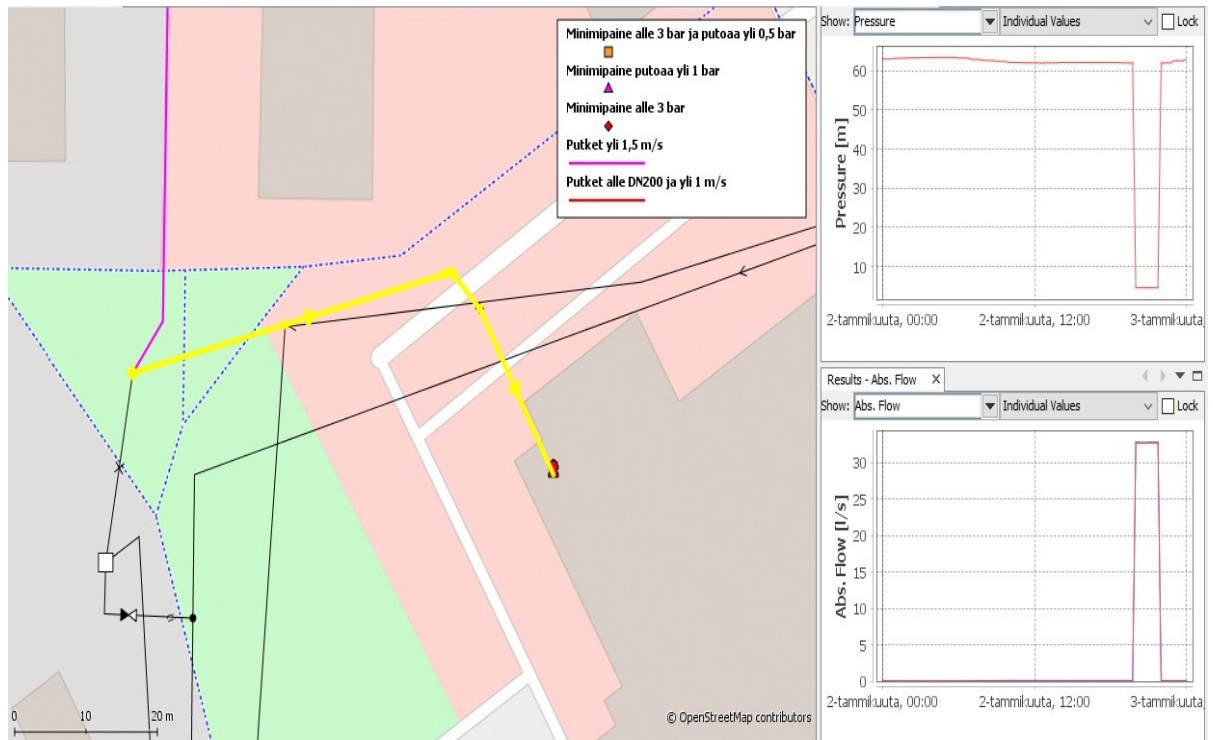
Kuva 12. Kiinteistö 3: Molemmat syöttösuunnat auki.

Pohjoisen syöttösuunnan ollessa kiinni mallinnus oli myös hyväksyttävä. Paineen pudotus oli vain noin 0,4 bar (4 mvp) ja maksimivirtaama 60 l/s (kuva 13).



Kuva 13. Kiinteistö 3: Pohjoinen suunta kiinni.

Eteläisen syöttösuunnan ollessa kiinni, mallinnus ei onnistunut. Paineen pudotus oli yli 5,4 bar (55 mvp) ja maksimivirtaama noin 30 l/s (kuva 14).



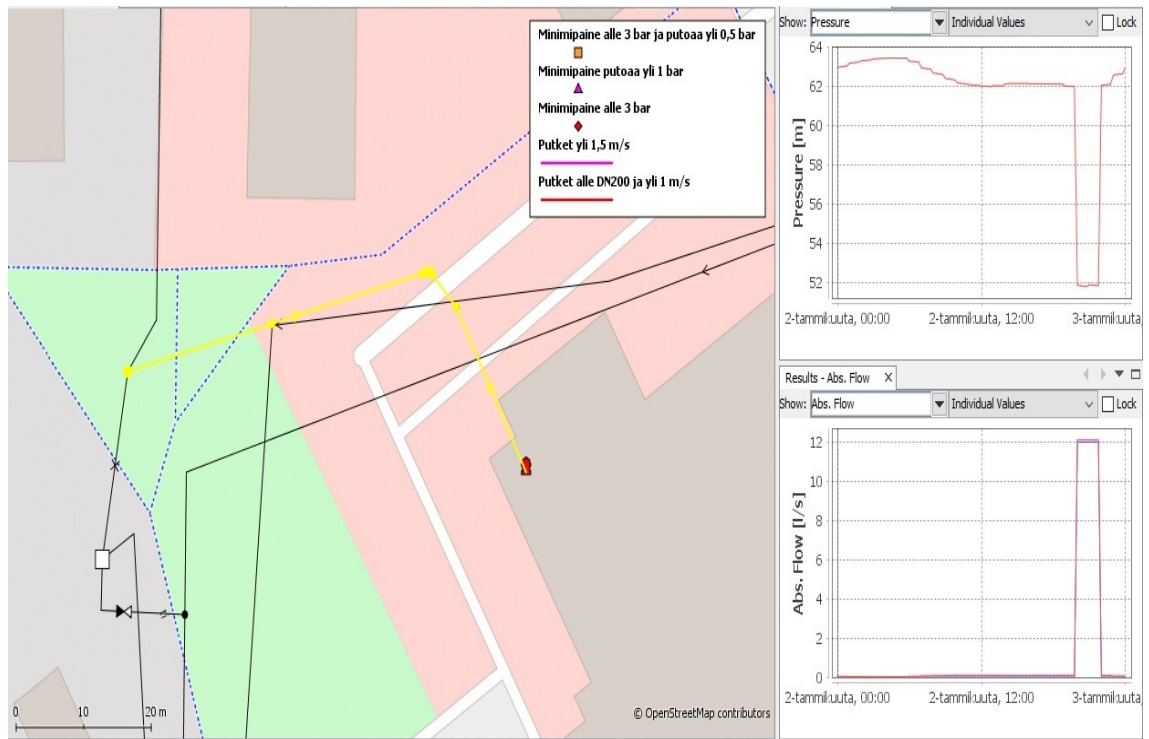
Kuva 14. Kiinteistö 3: Eteläinen syöttösuunta kiinni.

Eteläisen syöttösuunnan ollessa kiinni, mallinnus onnistui vain, jos maksimivirtaamaksi asetti 12 l/s. Tällöin paine tippui optimaalisimman arvon eli yhden barin. Mallinnettu maksimivirtaama poikkesi huomattavasti pyydetystä maksimivirtaamasta 58,2 l/s. Kiinteistön kohdalle mietitään tulevaisuudessa esimerkiksi vesisäiliön rakentamista tai muuta keinoa, jolla pyydetty maksimivirtaama saadaan täytettyä (kuva 15).

Liittymissopimukseen kirjattiin kyseisen kiinteistön kohdalle arvot:

- Maksimivirtaama 12 l/s
- Minimipaine 1 bar eteläisen syöttösuunnan ollessa kiinni

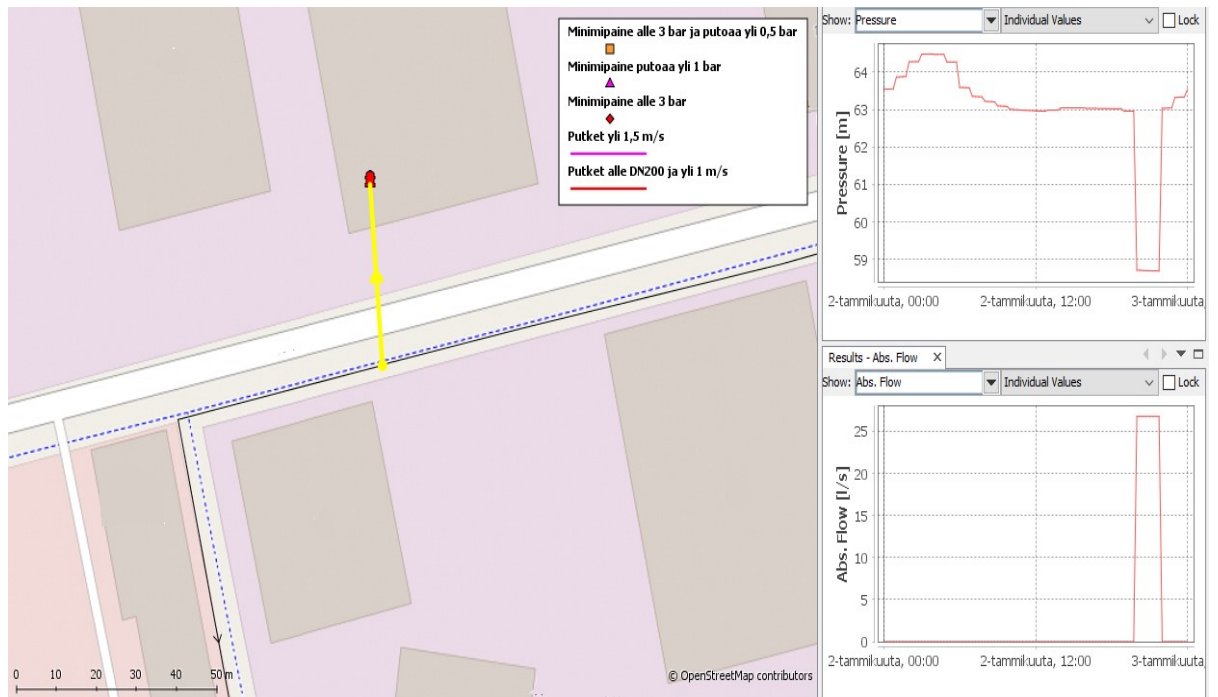
Kiinteistön pyytämää arvoa maksimivirtaamalle sekä minimipaineelle ei saatu täytettyä.



Kuva 15. Kiinteistö 3.

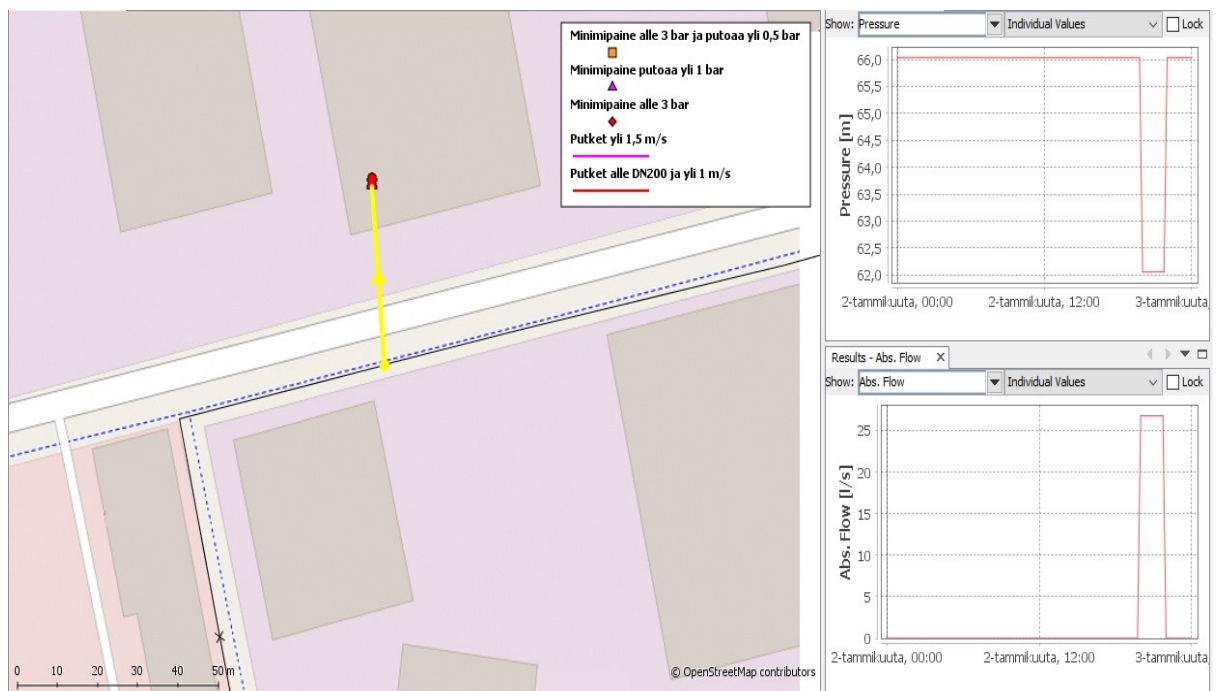
6.5.3 Kiinteistö 21

Mallinnus oli hyväksyttävä molemmat syöttösuunnat auki sekä eteläisen ja itäisen syöttösuunnan ollessa kiinni. Molempien syöttösuuntien ollessa auki, mallinnuksessa paine putosi vain 0,4 bar ja maksimivirtaamaksi saatiin noin 26 l/s. Kiinteistön 21 kohdalla pyydetty maksimivirtaama oli 26,77 l/s ja minimipaine oli 4 bar (kuva 16).



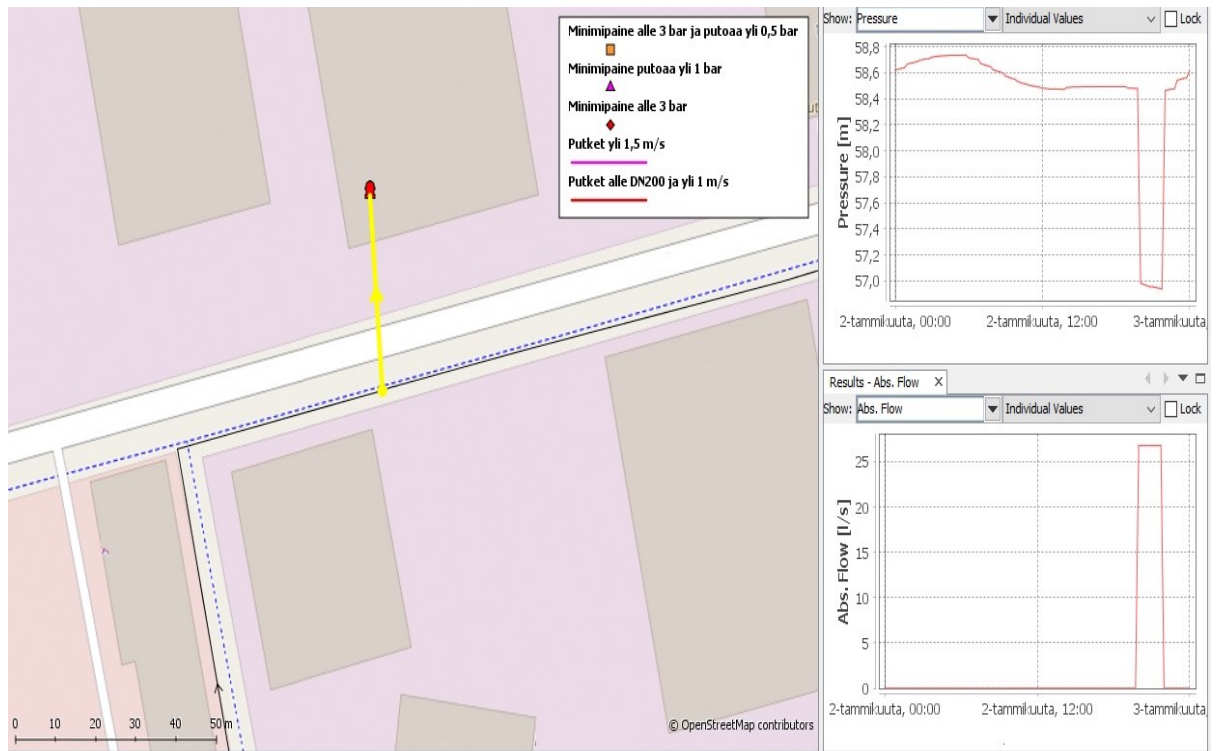
Kuva 16. Kiinteistö 21: Molemmat syöttösuunnat auki.

Eteläisen syöttösuunnan ollessa kiinni mallinnus oli myös hyväksytty. Paine laski 0,4 bar ja maksimivirtaamaksi saatiin yli 26 l/s (kuva 17).



Kuva 17. Kiinteistö 21: Eteläinen syöttösuunta kiinni.

Itäisen syöttösuunnan ollessa kiinni mallinnus oli myös hyväksytty. Paine tippui vain 0,16 bar ja maksimivirtaamaksi saatiin yli 26 l/s (kuva 18).



Kuva 18. Kiinteistö 21: Itäinen syöttösuunta kiinni.

7 Tulokset

Sprinklerimallinnuksen tuloksia käydään alla olevissa kappaleissa läpi. Tulokset ovat jaettu Sprinklerimallinnuksen hyväksytyihin kohteisiin sekä sprinklerimallinnuksen ongelmakohteisiin. Hyväksytyjen kohteiden kanssa tilaaja tekee liittymissopimuksen ja ei-hyväksytyjen kiinteistöjen kanssa, tilaaja ja asiakas sopivat keskenään mitä he tekevät, jotta liittymissopimus saadaan laadittua.

7.1 Sprinklerimallinnuksen ongelmakohteet

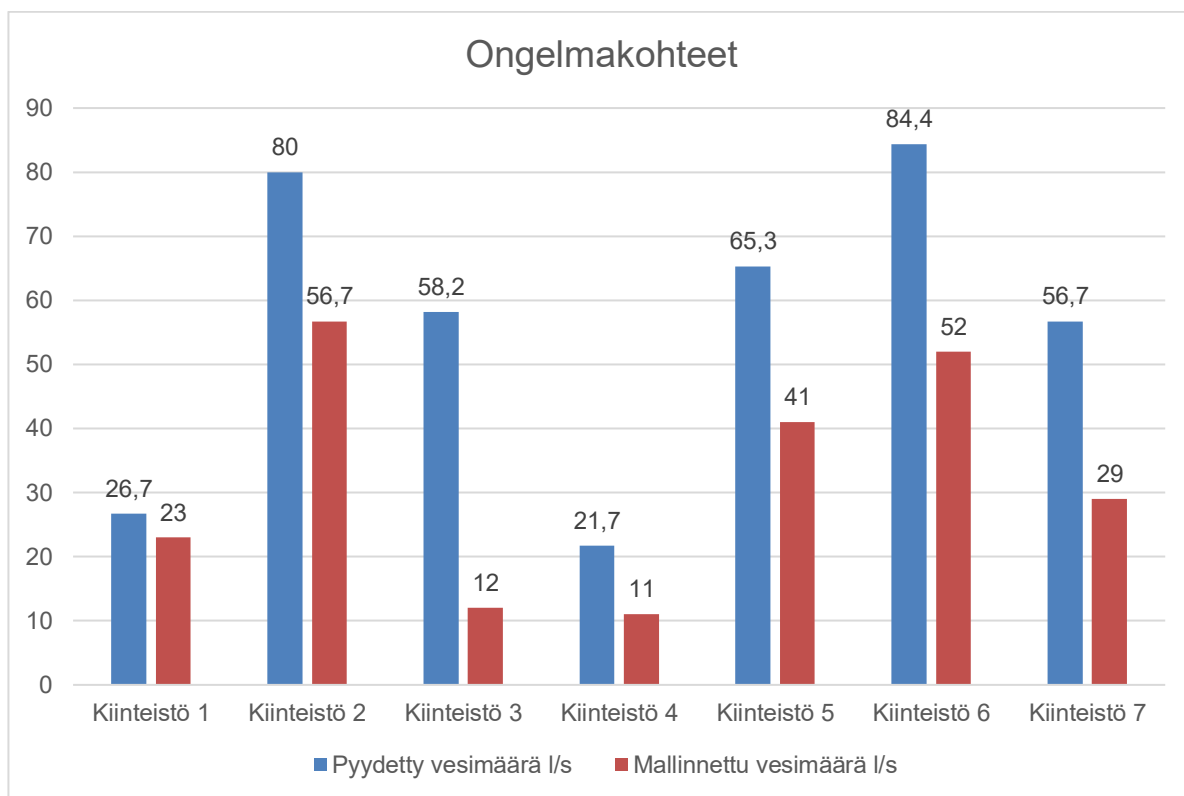
Sprinklerimallinnuksessa havaittiin seitsemällä eri kiinteistöllä ongelmia pyydetyn maksimivirtaaman kanssa. Näiden kiinteistöjen kohdalla pyydettyä maksimivirtaamaa ei saatu toteutettua. Sprinklerimallinnuksen avulla kiinteistölle selvitettiin uusi maksimivirtaama, joka oli rajaehtojen mukainen.

Ongelmat esiintyivät verkostopaineen laskuna, jolloin se laski alle 3 bar, jolloin verkostopaine ei enää ollut tilaajan rajaehtojen mukainen. Taulukossa 3 sinisellä on esitetty kiinteistön pyydetty maksimivirtaama ja punaisella on esitetty mallinnettu maksimivirtaama.

Mallinnetut maksimivirtaamat olivat pienempiä kuin kiinteistön pyytämät maksimivirtaamat. Tällöin kiinteistöt eivät saaneet pyytämäänsä maksimivirtaamaa.

Liittymissopimus tehdään mallinnetulla maksimivirtaamalla sekä minimipaineella, joka ei ole kyseisten kiinteistöjen kohdalla samat kuin mitä he ovat pyytäneet. Kiinteistöjen tehtävänä on tehdä mahdollisesti muutoksia sprinklerijärjestelmiinsä, jotta sprinkleri pystytään liittämään vesijohtoverkostoon. Ratkaisuna toimivat esimerkiksi vesisäiliön rakentaminen sekä pumpun tai pumppujen asentaminen.

Taulukko 3. Sprinklerimallinnuksen ongelmakohteet.



Taulukosta 3 nähdään suuria eroja kiinteistöjen pyytämien maksimivirtaamien ja mallinnettujen maksimivirtaamien välillä.

7.2 Sprinklerimallinnuksen hyväksytyt kohteet

Sprinklerimallinnuksessa hyväksyttyjä kiinteistöjä oli kaksikymmentäkaksi kappaletta. Taulukossa 4 sininen palkki kuvastaa kiinteistöjen pyydettyjä maksimivirtaamia ja keltaiset palkit kuvastavat maksimivirtaamia, jotka ovat mallinnettu ja ovat vielä rajaehtoien mukaiset.

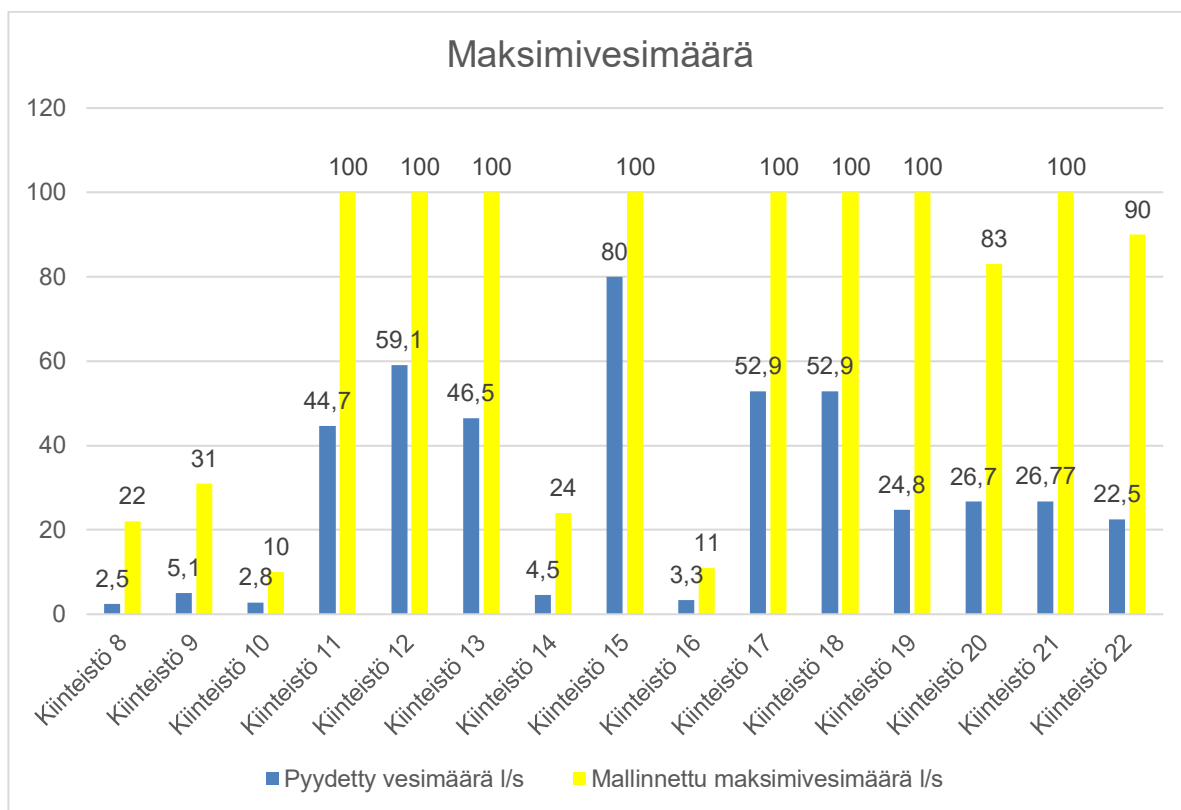
Maksimivirtaaman rajaksi asetettiin sprinklerimallinnuksessa 100 l/s.

Todellisuudessa mallinnettu maksimivirtaama olisi ollut vielä suurempi.

Hyväksyttyjen kiinteistöjen kanssa pystyttiin laatimaan liittymissopimukset.

Mallinnetut maksimivirtaamat ja minipaineet ovat tilaajan asettamien rajaehtoien puitteissa.

Taulukko 4. Hyväksytyt mallinnuskohteet.



Taulukosta 4 nähdään hyväksytyt sprinklerimallinnuksen kiinteistöt ja heidän pyytämät maksimivirtaamat sinisellä palkilla. Keltainen palkki kuvastaa mallinnettua maksimia, jonka rajaksi asetettiin 100 l/s.

7.3 Jatkotoimenpiteet

Kiinteistöt, jotka eivät saaneet pyydettyä maksimivirtaamaa, joutuvat tekemään muutoksia sprinklerijärjestelmiinsä. Vesihuoltolaitoksen vastuualueen ulkopuolelle jää kiinteistön sisäiset ratkaisut. Pyydetty maksimivirtaama voidaan saavuttaa asentamalla esimerkiksi sprinklerilaitteistoon vesipumpun tai -pumppuja sekä vesisäiliön ja putkien saneeraamisella.

Liittymissopimukset pystytään kuitenkin tekemään mallinnetulla maksimivirtaamalla ja minimipaineella, vaikkakin ne olisivatkin kiinteistön

pyytämiä arvoja pienempi. Hyväksytyjen kiinteistöjen kohdalla pystytään laatimaan liittymissopimukset.

8 Johtopäätelmät

Sprinklerimallinnuksessa tarkasteltiin vain yhden sprinklerin toimintaa kerralla eikä esimerkiksi useamman sprinklerin toimintaa kerralla. Insinöörityössä jäi huomioimatta, että riittääkö asiakkaiden pyytämä vesimäärä sprinkleröimään koko kiinteistön rakennuksen alueen. Liittymissopimukseen ei myöskään otettu kantaa tässä työssä, vaan se jätettiin tilaajan vastuulle.

Työssä saatiin selvitettyä sprinkleriliittymät ja saatiin mallinnettua hydraulisesti, miten sprinklerit käyttäytyvät kunnallisessa vesijohtoverkostossa.

Sprinklerimallinnuksen avulla selvisi kiinteistöt, joiden kanssa pystytään tekemään liittymissopimukset ja kiinteistöt, joiden kanssa ei sellaisenaan pystytä tekemään sopimuksia. Sprinklerijärjestelmän muutoksia ei käydy työssä läpi tarkasti, mutta niistä mainitaan lyhyesti.

Insinöörityön rajausta on kunnallisen vesihuoltolaitoksen näkökulmasta eikä esimerkiksi kiinteistön. Työssä keskityttiin tarkastelemaan vain yleistä vesijohtoa vesilähteenä, sillä se on vesihuoltolaitoksen kannalta tärkein vesilähde.

Työssä tärkeintä oli selvittää miten sprinklerit käyttäytyvät vesijohtoverkostossa suuren vedenkäytön aikana, ja millä maksimivirtaamalla sekä minimipaineella sprinklerit pystyvät ottamaan vettä yleisestä vesijohdosta. Lisäksi huomioitiin, miten vedenottotilanne vaikuttaa yleisesti vesijohtoverkoston. Tärkeää oli myös kartoittaa sprinkleriasiakkaat, jotta tilaajalla olisi ajankohtainen tieto sprinkleriasiakkaistaan. Haluan kiittää lopuksi työn tilaajaa Raision Vesi Oy:tä.

Lähteet

ALVA. Sprinklerin liittymisohje ja hakemus. Saatavilla:

<https://www.alva.fi/sprinklerin-liittymisohje-ja-hakemus/>. Viitattu 18.02.2022.

CEA 4001: 2007–06. Omaisuusvakuutuskomitea. Vahingontorjuntavaatimukset, Sprinklerilaitteistot, Suunnittelu ja asentaminen, EFSAC:in hyväksyntä, CEA – 26.

Grigg, Neil S., Zenzen, M 2007: Distribution System Requirements for Fire Protection, American Water Works Association. Saatavilla:

<http://ebookcentral.proquest.com/lib/turkuamk-ebooks/detail.action?docID=3116742>. Viitattu 14.02.2022.

Halttu, J 2016. Automaattisen asuntosprinklerijärjestelmän suunnittelu. Saatavilla:

https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/110054/halttu_jukka.pdf;jsessionid=B3ED083C18C40CEEB94B93E0DD829DF6?sequence=1. Viitattu 10.02.2022.

IFSEC Global. Fire Sprinkler Systems: A beginner's guide. Saatavilla:

<https://www.ifsecglobal.com/fire-sprinkler-systems/>. Viitattu 10.02.2022.

Järvenpää, T 2019. Huoneistokohtaisen sprinklerijärjestelmän suunnittelu ja toteutus. Saatavilla:

<https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/160033/Huoneistokohtainen%20sprinklerijarjestelma.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Viitattu 12.01.2022.

Käyhkö, T 2014. Automaattisen vesisammutusjärjestelmän vesilähteen ratkaisumallin määrittäminen. Saatavilla:

<https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/83956/Automaat.pdf?sequence=1>. Viitattu 27.02.2022.

Lapin pelastuslaitos. Automaattinen paloilmoin ja sammutuslaitteisto.

Saatavilla: <http://www.lapinpelastuslaitos.fi/onnettomuuksien-ehkaisy/yrityksille/palotekniset-laitteet/automaattinen-paloilmoin-ja-sammutuslaitteisto>. Viitattu 10.02.2022.

Lähde, V 2017: Sammutusjärjestelmäkokonaisuuden suunnittelu. Saatavilla: https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/151938/Lahde_Ville.pdf?sequence=1. Viitattu 14.02.2022.

NFPA 13. 2022. Standard for the Installation of Sprinkler Systems. Saatavilla: <https://www.nfpa.org/codes-and-standards/all-codes-and-standards/list-of-codes-and-standards/detail?code=13>. Viitattu 14.02.2022.

Nieminen, M 2018. Rakennusten automaattisten sprinklerilaitteistojen luotettavuus. Saatavilla: <https://trepo.tuni.fi/bitstream/handle/123456789/25673/nieminen.pdf?sequence=4&isAllowed=y>. Viitattu 15.02.2022.

Norm Teknik. Fire Protection Systems. Saatavilla: <https://www.normteknik.com.tr/en/>. Viitattu 29.02.2022.

Pelastuslaki 379/2011. Annettu 09.02.2001.

Sisäasiainministeriön asetus automaattisista sammutuslaitteistoista 744/2000.

Vesihuoltolaki 119/2001. Annettu 29.04.2011.

Vesilaitosyhdistys. 2020. Sprinkleritestauksen hyvät käytännöt. Saatavilla: https://www.vvy.fi/site/assets/files/5408/sprinkleritestauksen_hyvät_kaytannot.pdf. Viitattu 12.01.2022.

VFP Fire Systems. Wet Pipe Fire Sprinkler System. Saatavilla: <https://www.vfpfire.com/systems-wet-pipe.php>. Viitattu 14.12.2022.