

Aliisa Pitkänsalo

MALLINNUSTA VAATIVIEN LIITOSKOHTA- TALAUSUNTOJEN TOIMINTAOHJEEN KEHITTÄMINEN

Helsingin seudun ympäristöpalvelut -kuntayhtymä

Opinnäytetyö

Tekniikan ylempi ammattikorkeakoulututkinto

Ympäristötekniikan koulutus (ylempi AMK)

2025



**Kaakkois-Suomen
ammattikorkeakoulu**

Tutkintonimike	Ympäristötekniologia (ylempi AMK)
Tekijä	Aliisa Pitkänsalo
Työn nimi	Mallinnusta vaativien liitoskohtalausuntojen toimintaohjeen kehittäminen
Toimeksiantaja	Helsingin seudun ympäristöpalvelut -kuntayhtymä HSY
Vuosi	2025
Sivut	54 sivua, liitteitä 6 sivua
Työn ohjaajat	Arto Sormunen & Anna Lehtonen

TIIVISTELMÄ

Opinnäytetyössä luotiin ja kehitettiin vesijohtoverkosto mallinnusta vaativien sprinkleriliittymien ja sammutusveden liitoskohtien liitoskohtalausuntojen ohjeistus Helsingin seudun ympäristöpalvelut -kuntayhtymän eli HSY:n sisäiseen käyttöön. Aiemmin mallinnusprosessin käytännöt olivat puutteellisia, koska selkeät toimintaohjeet luvattavan mitoitusvirtaaman mallinnuksen suorittamiseksi puuttuivat.

Luotu toimintaohje yhtenäistää ja selkeyttää sprinklerimallinnuksen käytäntöjä. Se varmistaa mallinnusprosessin johdonmukaisuutta ja parantaa työn laatua. Lisäksi se tukee uusien työntekijöiden perehdyttämistä mallinnustehtäviin. Ohjeistuksen suunnittelussa hyödynnettiin HSY:n sprinklerien palvelulupausta, sprinkleriliittymien hyväksymisperusteita ja kertynyttä asiantuntemusta. Ohjeistusta kehitettiin edelleen perehdytysryhmältä saadun palautteen ja parannusehdotusten pohjalta.

Vesihuoltolaitoksille suunnatun kyselyn tuloksilla selvitettiin laitosten suhtautuminen sprinkleriliitosten tarjoamiselle sekä yleisiä käytäntöjä sprinkleriliitosten mallinnuksessa. Tulokset osoittivat, että suurin osa vesihuoltolaitoksista tarjoaa sprinkleriliittymiä ja suorittaa niiden vesijohtoverkostomallinnuksia, mutta kirjalliset ohjeet mallinnuksen suorittamisen tueksi puuttuvat useimmilta. Tämä viittaa siihen, että alalla on selkeälle kirjalliselle ohjeistukselle laajemminkin tarvetta.

Ohjeistus tukee tehokasta perehdytystä ja varmistaa mallinnustyön tasalaatuisuuden. Vesihuoltolaitosten vastaukset osoittavat, että kirjallinen toimintaohje voi parantaa verkostomallinnusprosessin laatua ja tukea alan kehitystä.

Avainsanat: Liitoskohtalausunto, mallinnus, sprinkleri, toimintaohje vesijohtoverkko, vesihuoltolaitos

Degree title	Master of Environmental Technology
Author	Aliisa Pitkäsalo
Thesis title	Development of operating instructions for connection point statements that require modeling
Commissioned by	Helsinki Region Environmental Services HSY
Year	2025
Pages	54 pages, 6 pages of appendices
Supervisor	Arto Sormunen & Anna Lehtonen

ABSTRACT

The thesis involved the creation and development of guidelines for internal use for the Helsinki Region Environmental Services HSY regarding connection point statements of sprinkler connections and fire water supply connections requiring water distribution network modeling. Previously, the practices for the modeling process were insufficient, as clear instructions for performing the modeling of the design flow rate were lacking.

The developed operational guidelines aim to standardize and clarify the practices for sprinkler modeling. They ensure consistency in the modeling process and improve the quality of the work. Additionally, the guidelines support the onboarding of new employees into modeling tasks. The guidelines were created by utilizing HSY's sprinkler service promise, the approval criteria for sprinkler connections, and accumulated expertise in modeling. The guidelines were further improved based on feedback and suggestions from the orientation group.

A survey was conducted among water utility companies to gather insights into their approach to offering sprinkler connections and the common practices in sprinkler connection modeling. The results showed that most utilities offer sprinkler connections and perform water distribution network modeling for these systems themselves, but few have written guidelines to support the modeling process. This suggests a broader need for clear written guidelines within the industry.

The guidelines support effective employee onboarding and ensure consistency in modeling work. The responses from water utility companies indicate that written operational guidelines can improve the quality of water distribution network modeling process and support the development of the industry.

Keywords: Connection point statement, modeling, operating guidelines, sprinkler, water distribution network, water utility company

SISÄLLYS

TERMIT JA LYHENTEET	7
1 JOHDANTO	9
2 KIRJALLISUUSKATSAUS	12
2.1 Lainsäädäntö ja määräykset	12
2.2 Sprinklerilaitteistot	13
2.3 Sprinkleriliittymät	14
2.4 Sprinkleri liitoskohtalausunto	14
2.5 Sprinklerilaitteistojen vesilähteet	15
2.6 Talousveden vaatimukset.....	16
2.7 Verkostomallinnuksen periaatteet	18
2.8 Sprinkleriliittymien vaikutukset vesijohtoverkkoon	19
2.9 Tietotekniikan rooli vesihuollossa	20
2.9.1 Ohjelmistot työkaluna vesijohtojen mallinnuksessa.....	20
2.9.2 Kyberturvallisuuden merkitys vesihuollossa	22
2.10 Perehdytyksen ja ohjeistuksen tärkeys	23
2.11 Toimintaohjeiden kehittäminen.....	24
3 MENETELMÄT JA AINEISTO	25
3.1 Käytetyt tutkimusmenetelmät	25
3.1.1 Kirjallisuus	25
3.1.2 Havainnointi.....	26
3.1.3 Kysely.....	28
3.2 Käytetyt aineistot	30
4 TULOKSET	32
4.1 Kirjallisuusanalyysin tulokset.....	33
4.2 Havainnoinnin tulokset	34
4.3 Kyselyn tulokset	36

4.3.1	Vesilaitoksen koko.....	36
4.3.2	Sprinkleriliitosten tarjonta	36
4.3.3	Sitoutuminen toimitusvirtaamaan ja -paineeseen	37
4.3.4	Sprinkleriliitosten mallintaminen	38
4.3.5	Verkostomallinnuksen ohjeistus	39
4.3.6	Vettä syöttävät suunnat	40
4.3.7	Vesilähteet vesijohtoverkostossa	41
4.3.8	Verkostomallinnuksen mallinnusohjelmat.....	41
4.3.9	Vesijohtomallinnuksen haasteet ja ratkaistu.....	42
5	ANALYYSI.....	43
5.1	Havainnoinnin analyysi.....	43
5.2	Kyselyn analyysi.....	45
5.2.1	Vesilaitoksen koko suhteessa sprinkleriliitoksiin.....	45
5.2.2	Sprinkleriliittymän toimitusvirtaama ja -paine.....	46
5.2.3	Sprinkleriliitosten mallintaminen	47
5.2.4	Sisäistä vai ulkoista mallinnusosaamista.....	47
5.2.5	Verkostomallinnuksen kirjallinen ohjeistus	48
5.2.6	Veden syöttösuuntien tarkastelu	49
5.2.7	Vesilähteiden lukumäärän huomioiminen	49
5.2.8	Mallinnusohjelman käyttö	50
5.2.9	Vesijohtomallinnuksen haasteet ja ratkaisut.....	51
6	JOHTOPÄÄTÖKSET.....	52
	LÄHTEET	54
	LIITTEET	
	Liite 1. Google Forms -kysely vesilaitoksille sprinklerin mallinnuksesta	
	Liite 2. Google Forms -kyselyn ympyräkaaviot*	
	Liite 3. Sprinkleriliittymien mallintamisen toimintaohje**	

* Liitteen avoimet vastaukset on yleistetty anonymiteetin säilyttämiseksi.

** Liite on salattu turvallisuussyistä, koska se sisältää kriittistä tietoa organisaation vesijohtoverkostosta.

TERMIT JA LYHENTEET

Liitoskohtalausunto: Vesilaitoksen antama lausunto kiinteistön liitoskohdista ja liittymän tiedoista vesihuoltoverkostoon. Lausunnossa määritellään verkostopainetason vaihteluväli, korkotiedot, toimitusvesimäärä sprinkleriliittymissä ja mahdolliset rajoitukset.

Maksimivirtaama: Suurin mahdollinen vesimäärä, joka virtaa putkiston läpi tietyssä ajassa (l/s tai l/min).

Mallintaminen: Vesijohtoverkoston mallintamisella tarkoitetaan verkon toiminnan simuloimista erilaisissa tilanteissa.

Minimi paine: Toimitus paineen taso, jota vesilaitos sitoutuu toimittamaan liittyjälle.

Mitoitusvirtaama: Veden virtaus, jonka sammutuslaitteisto tarvitsee vettä sammutustilanteessa (l/s tai l/min). Sprinklerilaitteiston suunnittelija laskee mitoitusvirtaaman.

Rengasvesijohto: Vesijohto muodostaa renkaan, jolloin vettä tulee kahdesta suunnasta.

Sammutuslaitteisto: Pelastustoimintaa helpottava laitteisto, jonka tarkoituksena sammuttaa havaittua paloa.

Sprinkleri: Lämpöön reagoiva sulkumekanismilla varustettu suutin, joka avautuessaan levittää sammutusvettä palon sammuttamiseksi.

Sprinkleriluokka: Sprinklerit luokitellaan kohteen käyttötarkoituksen ja palokuorman mukaan.

Sprinkleri järjestelmä: Automaattinen palonsammutusjärjestelmä, joka aloittaa palon sammutuksen.

Sprinklerilaitteisto: Laitteisto, joka muodostaa kohteen sprinklerisuojaus.

Takaiskuventtiili: Yksisuuntaventtiili, joka sallii veden virtaamisen putkissa ainoastaan yhteen suuntaan ja estää sen palaamisen takaisin.

Talousvesi: Vettä, joka on tarkoitettu kotitalouksien juomavedeksi, ruuanlaittoon, peseytymiseen ja muihin arjen käyttötarpeisiin.

Toiminta-aika: Sprinklerilaitteiston keskeytyksetön toiminta-aika palonsammutuksessa. Vesilähteen tulee kyetä syöttämään sprinklerilaitteistoon vaadittu virtaama vaaditulla paineella.

Toimitusvirtaama: Vesimäärä, jonka vesihuoltolaitos toimittaa asiakkaille tietyssä ajassa (l/s tai l/min). Vesilaitos myöntää toimitusvesimäärän.

Vesihuoltolaitos: Organisaatio, joka vastaa puhtaan veden hankinnasta, puhdistuksesta ja jakelusta sekä jäteveden keräämisestä ja puhdistuksesta.

Vesijohtoverkosto: Vesijohdoista koostuva verkosto, joka kuljettaa puhdasta vettä vesilaitokselta kotitalouksille ja muille käyttäjille.

Vesijohtovesi: Talousvesi, joka kulkee vesijohtoverkosta pitkin kotitalouksien ja muiden käyttäjien käytettäväksi.

Vesilähde: HSY:n verkossa laskettavat vesilähteet: vesitorni (VT), paineenkorottamo (PK) ja vesilaitos (VL).

Vesilähdeluokka: Käytössä olevien standardien mukainen vesilähteen luokittelu.

SPR: Sprinkleri

1 JOHDANTO

Opinnäytetyössä käsitellään sprinkleriliittymien mallinnuksen toimintaohjeen laatimista ja kehittämistä Helsingin seudun ympäristöpalvelut -kuntayhtymän (myöhemmin HSY) sisäiseen käyttöön mallinnettavien sprinkleriliittymien liitoskohtalausuntoja varten. Työ on ajankohtainen ja tarpeellinen tehtävä. Liitoskohtalausunto on vesihuoltolaitoksen laatima asiakirja, joka toimii kiinteistön vesihuoltoverkoston liittymisen suunnittelun lähtötietona ja tarvitaan rakennuslupahakemuksen liitteeksi (Liitoskohtalausunnon tilaajan ohjeet s.a.). Sprinkleriliittymien mallinnuksessa selvitetään, voidaanko asiakkaan toivoma mitoitusvirtaama ja paine luvata vesijohtoverkosta vaarantamatta sen toimintaa.

Työtehtävien alkaessa vesijohtoverkoston mallinnuksen parissa havaittiin, ettei perehdytysmateriaalia tai yksityiskohtaista ohjeistusta mallinnuksen tekemiseen ja sen tulosten tulkintaan ollut saatavilla. Käytössä oleva vanha ohje sprinkleriliittymien palvelulupaus käytännössä, jossa oli toimitusvesimäärän myöntämisen perusteita, joka oli kymmenen vuoden takainen ja vaikeaselkoinen erityisesti henkilölle, jolla ei ollut aiempaa kokemusta verkostomallinnuksesta. Tämä havainto herätti tarpeen kehittää selkeämpi ja paremmin jäsennellyt ohje, joka tukisi uusien osajien perehdytystä ja varmistaisi työnlaadun tasalaatuisuuden ja yhtenäiset toimintatavat.

Aiemmin liitoskohtalausuntojen mallinnuksista vastasi yhdestä kahteen henkilöä, mikä toi mukanaan riskin tapausten käsittelyn viivästyksille, jos kyseinen henkilö ei ollut käytettävissä. Uusien työntekijöiden perehdytyksen myötä mallinnustyöhön osallistuvien määrä kasvaa, mikä voi vähentää viivästyksiä, mutta samalla on tärkeää varmistaa, että työtehtävät voidaan suorittaa tasalaatuisesti riippumatta siitä, kuka tehtävän suorittaa. Tämä tekee työstä ajankohtaisen ja merkityksellisen.

Vesijohtoverkoston mallintaminen on keskeinen työkalu verkoston toiminnan analysoinnissa. Mallinnuksen avulla voidaan simuloida verkoston vedenjakelutoimintaa, painetta ja virtausmääriä eri tilanteissa, mikä tukee luotettavan vedenjakelun varmistamista. Vesihuoltoverkkoon liitettävien erityiskohteiden, kuten sprinklerikohteiden, joiden järjestelmien ottaman vesimäärän vaikutusten

arvioiminen vesijohtoverkostosta tulee mallinnuksessa huomioida mahdolliset rajoitteet. Sprinklerijärjestelmissä mallinnus auttaa arvioimaan, voidaanko asiantakaan toivoma virtaama ja paine luvata vesijohtoverkostosta ilman, että verkoston toimintakyky vaarantuu. Vesihuoltolain mukaan vesilaitosten pääasiallinen tehtävä on toimittaa talousvettä toiminta-alueensa asukkaille, eikä laki edellytä sprinkleriliittymien tarjoamista (Vesihuoltolaki 09.02.2001/119 9. §).

Sprinkleriliittymien mallinnuksen yhtenäisiä käytäntöjä ei kuitenkaan ole Suomessa laajasti dokumentoitu, eikä asiasta löydy kattavaa tutkimusta. Vesilaitosten käytännöt vaihtelevat suuresti, mikä tekee prosessien yhtenäistämisestä haastavaa. Joillakin vesilaitoksilla sprinkleriliittymiä ei myönnetä lainkaan, kun taas toisilla niitä myönnetään tietyin ehdoin. Lisäksi käytössä olevat mallinnusohjelmat eroavat toisistaan, mikä tarkoittaa, että täysin yhtenäisiä ohjeistuksia ei voida soveltaa kaikissa tilanteissa. Näiden käytäntöjen eroavaisuuksia selvitettiin tämän työn kyselytutkimuksessa. Vesilaitoksille suunnattu kysely lähetettiin erikokoisille Suomessa sijaitseville vesilaitoksille. Kyselyllä pyrittiin saamaan kattava kuva siitä, miten eri vesilaitokset käsittelevät sprinkleriliittymiä ja niiden mallintamista heidän toiminta-alueellaan. HSY:n osalta työssä keskityttiin kehittämään ohjeistus, joka soveltuu erityisesti sen tarpeisiin.

Nykyiset periaatteet sprinkleriliittymien mallinnuksessa ovat yleisluontoisia, mikä voi johtaa tulkintaeroihin ja vaihteleviin käytäntöihin eri työntekijöiden välillä (HSY 2014). Tämä aiheuttaa potentiaalista epäyhtenäisyyttä palvelussa ja voi johtaa asiakkaiden näkökulmasta eritasoisiin ratkaisuihin. Haasteena on myös se, että vesilaitosten erilaiset toimintatavat ja mallinnusohjelmat vaikeuttavat yhtenäisten ohjeistusten laatimista.

Toinen keskeinen haaste liittyy resurssien hallintaan. Aiemmin liitoskohtalausuntojen mallinnusprosessi oli täysin yhden henkilön vastuulla, mikä toi mukanaan riskejä esimerkiksi työtehtävien viivästymisestä poissaolojen aikana. Tämä tilanne korostaa tarvetta kehittää ohjeistus, joka tukee prosessien jatkuvuutta ja varmistaa, ettei työ ole liiaksi riippuvainen yksittäisistä henkilöistä.

Opinnäytetyön tavoitteena on kehittää selkeä ja yhtenäinen toimintaohje sprinkleriliittymien mallintamiseen ja liitoskohtalausuntojen laatimiseen. Ohjeen avulla HSY:n työntekijät voivat suorittaa vesijohtoverkosto mallinnuksia tasalaatuisesti ja yhdenmukaisesti, riippumatta siitä, kuka tehtävän suorittaa. Tämä ei ainoastaan paranna HSY:n sisäistä toimintaa, vaan myös edistää asiakastyytyväisyyttä ja vahvistaa vesihuoltoverkon turvallisuutta ja luotettavuutta.

Asiakastyytyväisyyttä parannetaan erityisesti siten, että tapaukset eivät jää odottamaan, jos ainoa osaaja on esimerkiksi lomalla tai sairaana. Vesihuoltoverkon turvallisuutta puolestaan edistetään varmistamalla, ettei sprinklerikohteille luvata liikaa toimitusvesimäärää, mikä voisi vaarantaa talousvesikäyttäjien veden saannin. Lisäksi yhtenäinen ohjeistus tukee uusien työntekijöiden perehdyttämistä ja varmistaa, että työskentelytavat pysyvät tasalaatuisina ja tehokkaina myös henkilöstömuutosten aikana.

Opinnäytetyö jakautuu eri osa-alueisiin. Tässä työssä esitellään aluksi kirjallisuuskatsaus sprinkleriliittymistä ja sen mallinnuksen käytännöistä. Tämän jälkeen käydään läpi tutkimuksessa käytetyt menetelmät, kyselyn tulokset sekä niiden analyysit. Lopuksi esitetään johtopäätökset, jossa lyhyesti vastaukset työn tavoitteisiin ja jatkotoimenpiteet.

2 KIRJALLISUUSKATSAUS

2.1 Lainsäädäntö ja määräykset

Vesihuoltolain ensisijaisena tavoitteena on turvata talousveden toimittaminen ja sen viemärointi (Vesihuoltolaki 1. §). Vesihuoltolaki ei kuitenkaan velvoita vesilaitoksia toimittamaan vettä erikseen kiinteistön sammutusvesilaitteistolle. Tällöin sprinklerijärjestelmien sammutusveden toimittaminen ja sprinkleriliitoksen myöntäminen jää vesilaitoksen omaan harkintaan. Pelastuslaissa todetaan, että vesilaitoksen ja kunnan tulee huolehtia sammutusveden saatavuudesta pelastuslaitoksen tarpeisiin, mutta se ei velvoita vesilaitoksia toimittamaan sammutusvettä kiinteistöjen sprinklerilaitteistoille (Pelastuslaki 29.04.2011/379, 30. §).

HSY on kirjannut sprinkleriliittymien nykyisissä hyväksymisperusteissa, että kiinteistölle voidaan myöntää lupa kytkeä sprinkleriliittymä vesihuoltolaitoksen vesijohtoverkoston (HSY 2014). Tämä lupa myönnetään vesilaitoksen harkinnan mukaan, ja siinä on luultavimmin viitattu tuolloin voimassa olevaan Suomen rakentamismääräyskokoelman D1 määräykseen: ”Sammutusvesilaitteisto saadaan vesihuoltolaitoksen luvalla kytkeä kiinteistön vesilaitteistoon.” (Ympäristöministeriö D1 kiinteistöjen vesi- ja viemärilaitteistot määräykset ja ohjeet 24.01.2007). Jos kiinteistölle myönnetään lupa liittyä vesijohtoverkoston, ei toimitettava sammutusvesi saa häiritä normaalia talousveden toimittamista. Eikä sammutusvesilaitteisto saa aiheuttaa terveydellistä haittaa vesilaitoksen toiminnalle.

Sprinklerilaitteistossa käytettävien lisäaineiden osalta on rakentamismääräyskokoelmassa mainittu, ettei terveydelle haitallisia aineita saa suoraan kytkeä vesijohtoverkoston (Ympäristöministeriö 2007). Tästä syystä HSY edellyttää, että sprinklerilaitteistot, joissa käytetään lisäaineita, erotetaan vesijohtoverkosta esimerkiksi käyttämällä paineetonta ilmavälillistä allasta tai -säiliötä. Lisäksi sprinklerilaitteiston tulee olla varustettu takaiskuventtiileillä, jotta takaisinvirtaus vesijohtoverkoston estetään. Takaisinvirtaus halutaan estää, jotta vesijohtoverkoston hygienia ei vaarantuisi. Jos hygieniariski kasvaa, talousveden laatu voi heikentyä.

Kiinteistöjen sammutuslaitteistoja koskevat vaatimukset aiemmin sisältyivät D1-määräyksiin. Nykyisin vaatimukset löytyvät ympäristöministeriön asetuksesta rakennusten vesi- ja viemärlaitteistoista 1047/2017, joka korvaa rakentamismääräyskokoelman D1 (Ympäristöministeriön asetus rakennusten vesi- ja viemärlaitteistoista 22.12.2017/1047). Asetus painottaa, että vesilaitteistoon saa johtaa vain talousvedelle asetetut laatuvaatimukset täyttävää vettä. Lisäksi asetus korostaa myös, että vesilaitteistosta otettava vesi ei saa vaarantaa terveyttä, eikä siinä saa olla maku- tai hajuhaittoja.

Sprinkleriliittymille myönnetään verkoston sallima virtaama, jossa talousveden jakaminen ei häiriinny ja talousvesiasiakkaat saavat vettä riittävällä paineella eivätkä jää ilman vettä. Tällä myös taataan, että palokunta saa sammutukseen vaadittavaa vettä riittävällä paineella. Palokunnalle riittäväksi paineeksi on määrätty 2 baaria.

Ympäristöministeriön asetus 497/2019 määrittelee rakennusten vesilaitteistoihin tarkoitettujen vesikalusteiden olennaiset tekniset vaatimukset. Asetuksen mukaan vesikalusteista ei saa siirtyä veteen terveydelle haitallisia aineita, eikä niiden tule heikentää veden laatua. Vesikalusteiden valmistusmateriaalin on oltava talousvesikäyttöön soveltuva. Lisäksi asetuksessa säädetään myös takaisinvirtauksen estämisestä, jossa vesikalusteiden tulee estää veden takaisinvirtaus vesijohtoon. (Ympäristöministeriön asetus rakennusten vesilaitteistoihin tarkoitettujen vesikalusteiden olennaisista teknisistä vaatimuksista 11.04.2019/497 3.§.)

2.2 Sprinklerilaitteistot

Sprinklerilaitteisto on automaattinen palonsammutusjärjestelmä, joka havaitsee tulipalon ja aloittaa sammutuksen ruiskuttamalla vettä palokohteeseen. Järjestelmä koostuu yhdestä tai useammasta vesilähteestä, putkistosta ja sprinklerisuuttimista. Sprinkleri eli sprinklerisuutin on sammutusjärjestelmän osa, joka aktivoituu palon kuumuuden vaikutuksesta.

Kun ympäristön lämpötila ylittää suuttimen tietyn aktivoitumislämpötilan, sprinklerin lämpöherkkä osa rikkoutuu. Tämä avaa veden kulkureitin, jolloin vesi pääsee virtaamaan suuttimen läpi ja suihkuu vettä palopaikalle palon

sammuttamiseksi. Sprinklerit asennetaan kattoon ja muihin tarkoin määriteltyihin kohteisiin. (Sprinklerilaitteistot suunnittelu... 2007.)

2.3 Sprinkleriliittymät

Sprinkleriliittymä on liitoskohta, jossa sprinklerijärjestelmä kytketään vesijohtoverkostoon. Tämä liitos mahdollistaa sen, että sprinklerijärjestelmä saa tarvittavan sammutusveden joko suoraan vesilaitoksen vesijohtoverkosta tai erillisestä vesilähteestä. Vesihuoltolaitoksen näkökulmasta sprinkleriliittymä viittaa nimenomaan yhteyteen vesilaitoksen vesijohtoverkkoon, joka myös määrittää asiakkaan vastuurajan runkolinjan ja tonttijohdon välillä. Sprinkleriliittymä mahdollistaa sprinklerijärjestelmän veden saatavuuden palotilanteessa.

Vesilaitoksen näkökulmasta sprinkleriliittymän halkaisijan määrittämistä rajaa runkovesijohtolinjan halkaisija ja tarvittavan veden virtausmäärä. Esimerkiksi runkolinjaan liittyvä sprinkleriputki ei voi olla kooltaan isompi kuin runkolinja. Sprinkleriliittymän putkikokoon vaikuttaa myös vesilaitoksen käyttämät putkikoot. HSY:llä sallittuja putkikokoja eli halkaisijoita ovat muun muassa 63 mm, 90 mm, 110 mm ja 160 mm (Tonttijohtojen suunnittelu s.a.). Ohjeistuksen FK-CEA 4001:2007–06 mukaan sprinklerijärjestelmien putkien koot voidaan määrittellä kahdella tavalla: taulukkomitoituksen tai yksilöllisen mitoituksen avulla. Taulukkomitoituksessa putken halkaisija valitaan valmiista taulukosta ja yksilöllisessä mitoituksessa putken halkaisija määritellään hydraulisten laskelmien avulla. Molemmat mitoitusmenetelmät perustuvat standardin SFS-EN 12845 liitteisiin. (Sprinklerilaitteistot suunnittelu... 2007.)

2.4 Sprinkleri liitoskohtalausunto

Sprinkleri liitoskohtalausunto koostuu kolmesta osasta: liittymätieto-, kartta- ja sammutuslaitteiston tekniset tiedot -sivusta. Ennen sprinklerin liitoskohtalausannon tilaamista monet asiakkaat tiedustelevat etukäteen tulevalle sprinkleri kohteelle mahdollisia virtaamia ja toimituspaineita HSY:n käytössä olevan asiakasyhteydenottojärjestelmän kautta. Tämän jälkeen asiakas tilaa sprinklerille liitoskohtalausannon. Tilauksen liitteeksi asiakkaan tulee liittää vesisammutuslaitteiston tekniset tiedot -lomake, johon on täytetty asiakkaan osuus. Tässä liitteessä asiakas ilmoittaa suunniteltavan sammutuslaitteistoon muun

muassa tarvittavasta vesilähdeluokasta, mitoitusvirtaamasta, painetasosta ja laitteiston toiminta-ajasta. (Vesisammutuslaitteiston... s.a.) Näiden tietojen pohjalta sprinklerilaitteistolle toivottu mitoitusvirtaama mallinnetaan vesijohtoverkostomallissa Bentley:n WaterGEMS -ohjelmalla. HSY:n verkostomallin on luonut Pöyry-niminen yritys. Pöyry oli suomalainen konsultointi- ja suunnittelu-yritys, joka yhdistyi Osana ÅF:n kanssa ja nimimuutoksen jälkeen tunnetaan nykyisin Afry Finland Oy:nä (AFRY 2019). Verkostomalli on nykyisin Afry:n ylläpitämä.

Mallista saaduista graafeista tulkitaan, millaisen toimitusvirtaaman ja toimituspaineen kohteelle voi luvata. Luvattavat tiedot täydennetään lomakkeeseen, joka tulee liitoskohtalausunnon liitteeksi. Karttaliitteessä osoitetaan sprinklerin liitoskohta HSY:n omistamassa runkolinjassa. Liitoskohta osoittaa samalla myös kiinteistön vastuurajan tonttijohdolle. Liittymätieto sivulle viedään runkolinjan koko ja materiaali tieto sekä normaalipainetaso, minimi toimituspaine, vesilähdeluokka, toimitusvirtaama ja liitoskohtalausunnon mahdolliset erityis huomiot. Tekemisen osalta sprinklerin liitoskohtalausunnot eroavat tavallisista liitoskohtalausunnoista pääasiassa kohteelle tehtävän mallinnuksen ja sen mallinnustulosten mukaan liitoskohtalausunnolle sekä vesisammutuslaitteiston tekniset tiedot -lomakkeelle kirjattavista toimitusvesimäärästä ja toimituspaineesta.

2.5 Sprinklerilaitteistojen vesilähteet

Sprinklerilaitteistojen vesilähteiden suunnittelussa ja käytössä noudatetaan Suomessa voimassa olevia standardeja ja määräyksiä, kuten FK-CEA 4001: 2007-06 ja SFS-EN12845:2015 + A1. FK-CEA 4001: 2007–06-ohjeessa on huomioitu Suomen paikalliset erityisolosuhteet. SFS-EN12845:2015 + A1:2019/Korjaus 2020 on eurooppalainen standardi, joka määrittelee vähimmäisvaatimukset kiinteiden automaattisten sprinklerilaitteistojen suunnittelulle ja kattaa muun muassa sprinkleriluokitukset sekä vesilähteet. (SFS-EN 12845: 2020.) Ohjeet ja standardit tarjoavat kattavat suuntaviivat automaattisten sprinklerilaitteistojen suunnitteluun, asennukseen ja huoltoon, varmistaen järjestelmien tehokkuuden ja turvallisuuden erilaisissa ympäristöissä (Sprinklerilaitteistot suunnittelu... 2007).

Sprinklerilaitteistojen vesilähteet luokitellaan kolmeen luokkaan A-, B- ja C-luokkiin. Luokittelu perustuu vesilähteen luotettavuuteen ja varmuuteen. Luokitus määritellään standardissa SFS-EN 12845. (SFS-EN 12845: 2020.)

A-luokan vesilähde on kaksinkertainen vesilähde, joka koostuu kahdesta toisistaan riippumattomasta vesilähteestä, kuten kahdesta erillisestä vesijohtoverkosta tai vesijohtoverkosta ja vesisäiliöstä (Sprinklerilaitteistot suunnittelu... 2007). Tämä on kaikista varmin vesilähde, mutta HSY:n vesilaitos ei tätä yksin pysty tarjoamaan asiakkailleen.

B-luokan vesilähde on varmennettu yksinkertainen vesilähde, kuten rengasmai- nen vesijohtoverkko, joka saa vettä kahdesta eri suunnasta. Tämä on usein käytössä sprinklerijärjestelmissä, joissa halutaan varmistaa veden saatavuus (Sprinklerilaitteistot suunnittelu... 2007.)

C-luokan vesilähde on yksinkertainen vesilähde, kuten päättyvä vesijohtoverkko, joka saa vettä yhdestä suunnasta tai vesisäiliö ilman varmistusta. Täl- laisella vesilähteellä varustetut laitteistot tulee varustaa pikaliittimillä, jotka mahdollistavat palokunnan veden pumppaamisen laitteistoon tarvittaessa (Sprinklerilaitteistot suunnittelu... 2007.)

Sprinkleriluokka vaikuttaa sprinklerilaitteistolle määritettävään toiminta-aikaan. Vesilähteen tulee kyetä syöttämään sprinklerilaitteistoon vaadittu virtaama. Vesilähteet eivät saa olla alttiina mahdollisille pakkasolosuhteille, tulville tai muille olosuhteille, jotka saattaisivat rajoittaa virtaamaa tai toiminta-aikaa tai tehdä vesilähteen toimintakyvyttömäksi. Mahdollisiin toimenpiteisiin on ryhdyt- tävä vesilähteen jatkuvuuden ja luotettavuuden turvaamiseksi, jos havaitaan rajoittavia tekijöitä. Sprinklerilaitteistot suunnittelu ja asennus ohjeen mukaan sprinklerilaitteiston vesilähteenä tulee olla, joko varmennettu yksinkertainen B- luokka tai kaksinkertainen A-luokan vesilähde. Sprinklerilaitteistot, joilla on yk- sinkertainen C-luokka, tulee varustaa pikaliittimillä, joka mahdollistaa palokun- nan pumppaamaan vettä laitteistoon. (Sprinklerilaitteistot suunnittelu... 2007.)

2.6 Talousveden vaatimukset

Suomessa vesilähteiden, erityisesti talousveden, laatuvaatimukset ovat tar- kasti säädettyjä. Talousveden tulee olla terveydelle turvallista ja täyttää tietyt

laatuvaatimukset. Vesilaitokset vastaavat veden laadunvalvonnasta ja vesiriskien hallinnasta. (Suomen ympäristökeskus 2021.) Vesiriski koetaan eri tavalla yhteiskunnan eri sektoreilla, ja siksi se määritellään ja tulkitaan eri tavoin. Vesiriskillä viitataan veden saatavuuteen, laatuun ja hallintaan liittyviin riskeihin, jotka voivat uhata ihmisten terveyttä. Näitä riskejä ovat esimerkiksi fyysisenä riskinä veden saastuminen tai, kun vettä on liian vähän tai vesi on käytökelvotonta. Riskin suuruus riippuu haasteen toteutumisen todennäköisyydestä ja sen vaikutuksen vakavuudesta. Vaikutuksen vakavuus puolestaan määräytyy haasteen voimakkuuden sekä toimijan haavoittuvuuden perusteella. (What do... 2017.)

Suomen talousveden laatuvaatimukset on määritelty sosiaali- ja terveysministeriön asetuksissa, jotka perustuvat Euroopan unionin juomavesidirektiiviin. Nämä asetukset asettavat tarkat mikrobiologiset ja kemikaaliset laatuvaatimukset sekä valvontakäytännöt talousvedelle. Talousveden on oltava käyttötarkoitukseensa soveltuvaa, eikä se saa aiheuttaa syöpymistä tai haitallisten saostumisten syntymistä vesijohdoissa ja vesilaitteistoissa. (Sosiaali- ja terveysministeriön asetus talousveden laadusta ja valvonnasta sekä rakennusten vesilaitteistojen riskienhallinnasta 17.11.2015/1352, 4. §.) Asetuksen liitteissä on määritelty yksityiskohtaisemmat laatusuositukset ja -vaatimukset, kuten enimmäispitoisuudet vedessä oleville aineille, esimerkiksi mangaanille, raudalle, radonille ja sulfaateille. Vesijohtomateriaalien syöpymisen ehkäisemiseksi kloridipitoisuuden tulee olla alle 25 mg/l ja sulfaattipitoisuuden alle 150 mg/l. (Sosiaali- ja terveysministeriön asetus talousveden laadusta ja valvonnasta sekä rakennusten vesilaitteistojen riskienhallinnasta liite 1.) Valvira ohjaa ja neuvoo kuntien terveydensuojeluviranomaisia talousveden laadun valvonnassa varmistuen, että vesi on terveydelle haitatonta ja käyttötarkoitukseensa soveltuvaa (Valvira s.a.).

Vesiriskien hallintaan liittyen ympäristö- ja turvallisuusjohtamisen ohjelmistot auttavat organisaatioita hallitsemaan ympäristöasioita, työturvallisuutta ja kestävä kehitystä. Ne tarjoavat työkaluja, kuten riskinhallintaa ja raportointia, jotka auttavat yrityksiä parantamaan ympäristö- ja turvallisuuskäytäntöjään. Euroopan unionin yritysten kestävyysraportointidirektiivi, CSRD (Corporate

Sustainability Reporting Directive), velvoittaa yrityksiä raportoimaan vedenkulutuksestaan erityisesti alueilla, joilla vesiriskit ovat merkittäviä. (Quentic 2024.)

2.7 Verkostomallinnuksen periaatteet

Vesijohtoverkoston mallinnuksella voidaan selvittää, millä virtaamilla, vesilähdeluokalla ja painetasoilla sprinkleriliittymä voidaan liittää verkostoon niin, että vesijohtoverkko toimii turvallisesti ja tehokkaasti. Vesilaitosyhdistyksen Sprinkleritestauksen hyvät käytännöt julkaisussa on esitetty keskeiset asiat, jotka tulisi huomioida sprinkleriliittymissä. Mallinnuksen avulla voidaan muun muassa selvittää sprinklerilaitteiston käytön vaikutuksia vesijohtoverkon painetasoihin ja varmistaa, ettei kiinteistön mahdollinen sprinkleriliittymä vaaranna vedenjakelua muille asiakkaille. (VVY 2020.)

Vaikka kiinteistöjen sprinklerisuihkujen ennustamiseksi on kehitetty erilaisia mallinnuspohjia, nämä eivät kuitenkaan ole suoraan vertailukelpoisia vesijohtoverkoston mallinnuksen kanssa (Wu ym. 2007). Sprinklerijärjestelmä on kansainvälisesti laajalle levinnyt ja tehokas tapa parantaa rakennusten paloturvallisuutta, tarjoten luotettavan keinon tulipalon hallintaan ja sammuttamiseen. (IFSEC Global 2024.)

Mallinnussovelluksia on erilaisia. HSY:llä käytössä oleva hydraulinen mallinnusohjelmisto on WaterGEMS, joka tarjoaa helppokäyttöisen ympäristön vedenjakeluverkon mallinnukseen ja analysointiin (Bently 2024). Mallinnuksessa on tärkeää huomioida, että sprinkleriliittymät vaikuttavat vesihuoltoverkon paineeseen ja toimintaan, mikä tulee ottaa huomioon verkoston kokonaiskapasiteetissä.

Mallinnuksessa tulee ottaa huomioon vesilähdeluokka. Vesilähdeluokat jaetaan kolmeen kategoriaan: A-, B- ja C-luokkaan. A-luokka edellyttää kahta toisistaan riippumatonta vesilähdettä. B-luokassa vettä syötetään kahdesta suunnasta varmennettuna, kun taas C-luokassa vesi tulee vain yhdestä suunnasta. C-luokan kohteita ovat esimerkiksi jakelujohdon päässä sijaitsevat kiinteistöt. HSY voi tarjota B- ja C-luokan vesilähteitä sprinkleriliittymille. (Kyrönseppä 2014; HSY 2014.) Vesilähdeluokkaan vaikuttaa myös liittymistapa vesijohtoverkostoon, joka voi tapahtua erillisellä sprinklerijohdolla vesilaitoksen

runkolinjaan tai yhdistetyllä sprinklerin syöttö- ja tonttivesijohdolla (Sprinkleriopas... 2011). Yhdistetyllä sprinklerin syöttö- ja tonttivesijohdolla vesilähde-
luokka on kohteella aina C-luokka, huolimatta siitä sijaitseeko vesiliitos ren-
gasrunkolinjassa vai päätyvässä runkolinjassa. HSY:llä lähtökohtaisesti käytetään erillisiä sprinklerijohtoja runkolinjaan, jonka molemmin puolin vesilaitok-
sen runkolinjassa tulee olla sulut molemmin puolin. Tämä mahdollistaa veden
syöttösuuntien erillisen sulkemisen, vaikka saneerauksen ajaksi. Sulkuja ei
tarvitse olla molemmin puolin runkolinjassa, mikäli liittymä sijaitsee pääty-
vässä runkolinjassa.

2.8 Sprinkleriliittymien vaikutukset vesijohtoverkkoon

Sprinkleriliittymien vedenotolla voi olla merkittäviä vaikutuksia vesilaitoksen
vesijohtoverkoston. Tässä osiossa tarkastellaan keskeisiä vaikutuksia ja
mahdollisia riskejä HSY:n vesijohtoverkon ja sprinkleriliittymien näkökulmasta.
Sammutusvettä ei HSY:llä pääsääntöisesti mitata, mutta tila vesimittarille tulisi
varata mahdollista kulutusseurantaa varten. Sprinkleriliittymien laskutus pe-
rustuu sammutuslaitteistolle varattavan kapasiteettivarauksen mukaan. Mittaa-
mattomista sprinkleriliittymistä ei voida seurata vedenkäyttöä, mikä voi vai-
keuttaa vuotovesin havaitsemista ja hallintaa. (Sprinklerisopimuksen yleiset
sopimusehdot s.a.)

Mikäli sprinklerilaitteistolle on luvattu isompi toimitusvesimäärä, mitä on todelli-
suudessa saatavissa, puhutaan virheellisestä mallinnuksesta. Virheellisesti
mallinnettujen sprinklerilaitteistojen vedenotto voi kuormittaa vesijohtoverkos-
toa erityisesti äkillisissä tilanteissa, mikä saattaa näkyä talousvesiasiakkaille
paineen alenemisena tai vedenjakelun häiriönä. Tämä riski korostuu, jos
sprinkleriliittymän mallinnuksessa on jäänyt huomioimatta oleellisia tekijöitä
tai, jos verkostomalli ei vastaa todellisia maasto- ja käyttöolosuhteita. Tarkat
lähtötiedot ja todellisuutta vastaava malli on välttämätön vedenjakelun turvaa-
miseksi talousvesi- ja sprinkleriasiakkaille. Virheellinen toimitusvesimäärä voi
vaarantaa vesijohtoverkoston toiminnan sekä kiinteistöjen paloturvallisuuden.
Palotilanteessa virheellinen toimitusvirtaama voi heikentää sprinklerijärjestel-
män tehoa, mikä voi vaarantaa rakennusten ja ihmisten turvallisuuden.

Lisäksi sprinklerilaitteistossa voidaan käyttää kemikaaleja, jolloin kontaminaation riski kasvaa. Kontaminaatiolla tarkoitetaan puhtaan veden saastumista, mikä voi tapahtua muun muassa lian tai haitallisten aineiden päästessä vesijohtoverkoston. Kemikaaleja sisältävässä sprinklerijärjestelmässä pelkkä takaiskuventtiili ei riitä suojaamaan vesijohtoverkoston, vaan laitteisto tulee erottaa paineettomalla ilmavälialtaalla tai -säiliöllä vesijohtoverkoston. Ilmaväli varmistaa, että kemikaalit eivät pääse vesijohtoverkoston, vaikka takaiskuventtiili pettäisi, ja näin ehkäisee kontaminaation ja varmistaa talousveden turvallisuuden.

2.9 Tietotekniikan rooli vesihuollossa

Tietotekniikalla on yhä keskeisempi rooli vesihuollon hallinnassa, operoinnissa ja turvallisuuden varmistamisessa. Digitalisaation ja uusien teknologioiden myötä vesihuollon tehokkuus, luotattavuus ja turvallisuus ovat parantuneet merkittävästi.

2.9.1 Ohjelmistot työkaluna vesijohtojen mallinnuksessa

Vesijohtoverkkojen hallinta vaatii tarkkaa tarkastelua ja yksityiskohtaista suunnittelua. Nykyaikaiset ohjelmistot tarjoavat tehokkaita työkaluja, jotka tukevat vesijohtoverkoston mallintamista. Mallinnus- ja simulointiohjelmistot ovat osoittautuneet arvokkaiksi välineiksi vesijohtoverkoston mallinnuksessa ja analysoinnissa, sillä ne mahdollistavat tarkan mallintamisen, mikä on tärkeää niin verkostojen suunnittelussa ja sprinklerilaitteistojen suunnittelun lähtötiedoissa. Mallinnuksen tarkkuuteen vaikuttaa kuitenkin suuresti käytettävien lähtötietojen laatu ja oikeellisuus.

Hydraulinen mallinnus on keskeinen menetelmä vesijohtoverkoston suunnittelussa ja hallinnassa, sillä sen avulla verkoston voidaan simuloida ohjelmistoilla laskennallisesti. Hydraulisen mallinnuksen avulla voidaan analysoida veden virtausta, painetasoja ja vedenjakelun käyttäytymistä eri olosuhteissa ja skenaarioissa, mikä auttaa arvioimaan verkoston toimivuutta. Sen avulla voidaan tutkia myös vedenjakelujärjestelmän tehokkuutta ja luotettavuutta. Malli soveltuu esimerkiksi vedenkulutuksen muutosten ennakointiin tulevaisuuden skenaariossa. Hydraulisen mallinnuksen tehokkuutta kaupunkien vesihuollon

tukena rajoittaa kuitenkin se, että mallin päivitykset perustuvat olemassa olevaan kerättyyn tietoon. Harvoin tehtävät päivitykset voivat johtaa siihen, että hydraulinen malli ei vastaa todellista verkoston tilaa vaan on jäänyt siitä jälkeeseen. Vesijohtoverkoston järjestelmässä paine ja virtaama vaihtelevat dynaamisesti päivittäin, mikä tekee siitä alttiin äkillisille muutoksille ja vioille. (Rouso & Gong 2023.)

Mallinnuksen toimintaohjeet ovat tärkeä digitaalinen työkalu, joka auttaa kehittämään ja päivittämään malleja. Ohjeiden avulla voidaan selkeyttää ja helpottaa mallinnuksen käyttöä, mutta arvojen tarkkuuden parantamiseksi tarvitaan tiheämpiä päivityksiä. Tiedon keruussa saatu data on esikäsitteltävä mallin vaatimusten ja käyttötarkoituksen mukaisesti, jotta mallinnuksesta saadaan todennukaisia ja luotettavia tuloksia. (Rouso & Gong 2023.)

Ohjelmistot vesijohtoverkostojen mallinnuksessa ovat kehittyneet merkittävästi, mikä mahdollistaa verkostojen tarkemman analysoinnin ja optimoinnin. Verkosto mallinnuksen avulla voidaan esimerkiksi arvioida uusien liitosten toimitusvesimäärän vaikutusta sekä mitoittaa verkoston kapasiteetti vastaamaan tulevia tarpeita suunnitellessa. Kuten Veltojärvi toteaa: ”Vesijohtoverkon mallinnus on kuin pienoismalli siitä, miten verkoston pitäisi toimia” (Suomi 2019).

Verkostomallinnusohjelmistojen kehitys on ollut merkittävässä roolissa vesihuoltoverkostojen suunnittelussa, hallinnassa ja optimoinnissa. Ohjelmistojen edistys on parantanut sekä lisännyt vesihuoltoverkostojen tehokkuutta, luotettavuutta ja kestävyyttä, jotka ovat olennaisia nykyaikaisessa vesihuollossa. Mallinnus itsessään on laskentatyökalu, mutta siitä saatavien tulosten tulkinta jää vesihuollon ammattilaisten vastuulle (Suomi 2019). Siksi tulosten tulkitsemiseen tarvitaan asiantuntevia ja osaavia vesihuoltoalan ammattilaisia, jotta mallinnuksen tarjoamat tiedot voidaan hyödyntää tehokkaasti.

Vesihuollon kehitys on jatkuvaa, ja verkostomallinnus on yksi tärkeä työkalu vesihuollon kehityksessä. Tulevaisuudessa olisi mahdollista, että mallinnusohjelmistot tarjoaisivat reaaliaikaisen kokonaiskuvan verkoston tilasta. Tämä voisi parantaa verkoston toimintaa, jolloin vesijohtoverkostojen toimivuus ja luotettavuus saavutettaisiin parhaalla mahdollisella tavalla.

2.9.2 Kyberturvallisuuden merkitys vesihuollossa

Kyberturvallisuus on keskeisessä asemassa vesihuollon vesijohtoverkostojen suojauksessa, koska nykyaikaiset vesihuoltojärjestelmät ovat yhä riippuvaisempia digitaalisista järjestelmistä ja automaatiosta. Tietojärjestelmien haavoittuvuudet voivat altistaa vesihuollon kyberuhille, jotka saattavat johtaa vedenjakelun häiriöihin, veden laadun heikkenemiseen tai jopa palvelun keskeytymiseen. (Kyberturvallisuus vesihuollossa 2023.)

HSY ja seitsemän muuta vesilaitosta ovat mukana hankkeessa, jonka tavoitteena on parantaa vesihuollon toimintavarmuutta ja kyberturvallisuutta.

Vuonna 2023 valmistuneen Kyberturvallisuus vesihuollossa -raportin mukaan kyberturvallisuuden kehittämiseen tarvitaan lisää toimenpiteitä. Raportissa tunnistettiin parannuskohteita, kuten ohjeistuksien ja toimintamallien dokumentaation kehittämisessä, systemaattinen riskienhallinta sekä kyberturvallisuuskoulutuksen ja tietoisuuden lisääminen. Tunnistettuja haasteita vesihuollon alalla ovat esimerkiksi resurssipula ja osaamisen puute. (HSY 2024a; Kyberturvallisuus vesihuollossa 2023.)

Vesijohtoverkostot ja niiden hallintajärjestelmät ovat olennaisia osia yhteiskunnan kriittistä infrastruktuuria. Viime vuosina kybertoimintaympäristö on muuttunut entistä vaativammaksi ja haastavammaksi teknologian kehityksen, järjestelmien verkottumisen ja Euroopan turvallisuustilanteen muutosten takia. Digitaaliset järjestelmät ovat alttiita monenlaisille uhkille, kuten kyberrikollisuudelle, vakoilulle ja kyberhyökkäyksille. Suomen kriittiseen infrastruktuuri on myös kohonneen kiinnostuksen kohteena, mikä lisää tarvetta vahvistaa kyberturvallisuutta. Jos kyberturvallisuutta ei huomioida riittävästi, seurauksena voivat olla tietomurrot, taloudelliset menetykset, maineen heikentyminen ja jopa fyysisen turvallisuuden vaarantuminen. (Kyberturvallisuus vesihuollossa 2023.)

Kyberturvallisuuden varmistaminen on elintärkeää vesihuollon toimintakyvyn turvaamiseksi, sillä vesihuolto kuuluu yhteiskunnan peruspalveluihin ja on keskeinen hyvinvoinnin ja turvallisuuden takaamisessa. Kyberhäiriöt voivat vakavasti haitata vesihuollon kriittisiä järjestelmiä, aiheuttaen esimerkiksi veden laadun heikkenemistä tai keskeytyksiä vedenjakelussa. Kyberhäiriöt voivat johtua haittaohjelmista, palvelunestohyökkäyksistä tai tietomurroista. Lisäksi

tietojärjestelmiin kohdistuvat murtautumiset voivat vaarantaa luottamuksellisten ja kriittisten tietojen, kuten verkkotietojen turvallisuuden. (Kyberturvallisuus vesihuollossa 2023.)

Tietotekniikka on avainasemassa vesihuollon modernisoinnissa ja turvallisuuden parantamisessa. Kriittisen infrastruktuurin, kuten vesijohtoverkoston ja sähköverkkojen suojaaminen edellyttää vahvoja tietoturvakäytäntöjä ja tietojen salausta. Tietotekniikan ja mallinnustyökalujen hyödyntäminen tehostaa vesihuollon toimintaa ja vähentää kustannuksia. Modernit ohjelmistot tukevat verkoston mallinnusta ja analysointia, mikä auttaa optimoimaan järjestelmien toimintaa ja ennakoimaan mahdollisia ongelmia. Kyberturvallisuuden parantaminen näiden teknologioiden avulla auttaa suojaamaan kriittistä infrastruktuuria ja varmistaa vesihuollon jatkuvuuden myös poikkeustilanteissa. Yhdistämällä teknologia ja tietoturvakäytännöt vesihuolto kykenee vastaamaan tulevaisuuden haasteisiin ja tarjoamaan luotettavaa, turvallista palvelua kaikille käyttäjille. Tämä edellyttää jatkuvaa investointia kyberturvallisuuteen, henkilöstön koulutusta sekä tehokasta riskienhallintaa, jotta vesihuolto pystyy toimimaan häiriöttömästi ja turvallisesti kaikissa olosuhteissa.

2.10 Perehdytyksen ja ohjeistuksen tärkeys

Huolellinen perehdytys ja selkeä perehdytysmateriaali ovat olennaisia työtehtävän uusille työntekijöille organisaatiossa. Perehdytys tapahtuu usein kokenemman työntekijän johdolla, joka jakaa tietoa työtehtävän suorittamisesta organisaation periaatteilla ja omien kokemustensa avulla. Kokeneilla työntekijöiltä saattaa kuitenkin jäädä mainitsematta asioita, jotka ovat heille itsestään selviä, mutta uusille työntekijöille tuntemattomia. Tämä korostaa kirjallisen perehdytys suunnitelman ja perehdytysmateriaalin tärkeyttä ja tarpeellisuutta, jotta kaikki oleelliset asiat tulevat varmasti käsitellyksi.

Hyvin laaditut toimintaohjeet tukevat uusia työntekijöitä ja toimivat myös muistin tukena pidempään työtehtävässä työskennelleille. Kirjalliset ohjeet auttavat varmistamaan prosessin yhdenmukaiset toimintatavat. Harvinaisempia tapauksia kohdattaessa kirjalliset ohjeistukset ovat erityisen hyödyllisiä, sillä ne ohjaavat toimintaa ja muistuttavat siitä, mitä vastaavissa tapauksissa on aiemmin sovittu.

Hyvä perehdytys ja selkeä ohjeistus edistävät työn tehokkuutta ja parantavat työmotivaatiota. Kunnollinen perehdytys auttaa uutta työntekijää sopeutumaan nopeammin työyhteisöön ja työtehtävään, mikä voi edistää työssä viihtymistä ja tukea työn suorittamista. (TTL s.a.) Perehdytykseen tulisi varata riittävästi aikaa, jotta työntekijä voi oppia uudet työtehtävänsä perusteellisesti. Perehdytyksen avulla työntekijä saa valmiudet työskennellä työtehtävässä oikealla tavalla, mikä vähentää virheiden määrää (TTK s.a.).

Ohjeistusta on kehitetty hyödyntämällä perehdytysryhmän palautetta ohjeistuksen kehittämistä. Perehdytysryhmä koostui liittymis- ja verkosto-osajista. Heidän antamansa palaute on ollut arvokasta ohjeiden selkeyttämisessä ja yksiselitteisyyden lisäämisessä. Uusien osajien perehdytyksen yhteydessä on saatu käytännön havaintoja ja palautetta, joiden avulla toimintaohjetta on voitu jatkuvasti parantaa. Monipuolinen palaute eri henkilöiltä on auttanut varmistamaan ohjeistuksen laadun ja selkeyden, mikä tukee perehdytystä entistä tehokkaammin. Tällä tavoin perehdytyksen ja ohjeistuksen kehittäminen on jatkuva prosessi, joka hyödyttää koko organisaatiota ja parantaa työn laatua.

2.11 Toimintaohjeiden kehittäminen

Vesihuollon toimintaohjeiden kehittäminen on keskeinen osa organisaation laadunhallintaa ja prosessien tehostamista. Nykyisen toimintatavan tehokkuutta voidaan parantaa systemaattisen muutoksen avulla. Muutosjohtamisen teorian mukaan muutoksen hallinnassa pyritään tunnistamaan uusia ja parempia toimintatapoja, jotka lisäävät organisaation tehokkuutta. Elämme jatkuvassa muuttuvassa toimintaympäristössä. Tekniikan kehittyessä organisaation tuottamissa palveluissa tapahtuvat muutokset luovat tarpeen kehittää ja tehostaa toimintaa. (Kriik 2022.)

Työn toimintatutkimuksen tavoitteena on parantaa kehitettävää kohdetta, ja tutkijana toimin itse aktiivisena muutoksen toteuttajana. Toimintaohjetta kehitetään kokemusten ja havaintojen pohjalta, erityisesti huomioiden, millainen ohje olisi hyödyllinen vesijohtoverkoston mallintamisen ja sprinklerijärjestelmien vaikutusten tarkastelun aloituksessa ensimmäistä kertaa.

3 MENETELMÄT JA AINEISTO

3.1 Käytetyt tutkimusmenetelmät

Opinnäytetyössä käytetään eri menetelmiä, kuten kirjallisten lähteiden analysointia, havainnointia ja kyselyä, jotta saadaan kattava käsitys sprinklerien liitoskohtalausuntojen mallintamisprosessista ja sen kehittämistarpeista. Menetelmävalinnat perustuivat tarpeeseen ymmärtää ja vertailla sprinkleriliittymien mallinnusta nykyisissä käytännöissä ja tunnistaa prosessin parantamismahdollisuuksia työntekijän näkökulmasta.

Tutkimuksen luotettavuutta pyrittiin varmistamaan käyttämällä monipuolisia aineistonkeruumenetelmiä. Käytössä olivat kysely, havainnointi ja kirjallisten lähteiden analysoiminen, jotka tuovat erilaisia näkökulmia työhön. Menetelmän rajoituksena oli, että pienempien vesilaitosten käytäntöjä oli vaikea vertailla huomattavasti suurempiin toimijoihin, kuten HSY:hyn. Näin ollen työssä keskitytään arvioimaan muiden vesilaitosten käytäntöjen soveltuvuutta HSY:n tarpeisiin.

3.1.1 Kirjallisuus

Kirjallisuusanalyysin tavoitteena oli kartoittaa aiempia tutkimuksia ja tuoda esiin keskeiset näkökulmat sprinkleriliittymiin ja verkostomallinnukseen liittyen. Analyysissä pyrittiin tunnistamaan haasteita ja kehitystarpeita, jotka ovat olennaisia aiheeseen liittyvien käytäntöjen ja ohjeistusten kehittämisessä.

Kirjallisuuden lähteinä käytettiin lainsäädäntöä, määräyksiä, standardeja, tutkimus- ja opasmateriaalia sekä organisaation sisäisiä dokumentteja. Lähteet valittiin siten, että ne liittyivät suoraan sprinklerijärjestelmien suunnitteluun, käyttöön ja turvallisuuteen. Valintakriteereinä olivat lähteiden relevanssi tutkittavaan aiheeseen, luotettavuus ja ajankohtaisuus. Käytetyt lähteet olivat tuoreita ja huomioivat viimeisimmät lainsäädännön muutokset ja teknologian kehityksen. Luotettavina lähteinä käytettiin viranomaismääräyksiä, standardeja, tieteellisiä tutkimuksia sekä alan organisaatioiden, kuten Vesilaitosyhdistyksen ja HSY:n, julkaisuja. Lähteitä valittiin kattavasti, jotta analyysi kattaisi aiheeseen liittyvät näkökulmat, kuten lainsäädännölliset, tekniset ja käytännönläheiset.

Lähteitä etsittiin Google Scholarista, Science Directistä ja hakukoneiden avulla. Hakusanat, kuten "sprinkleri", "verkostomallinnus", "sprinkler" ja "water network modeling", käytettiin suomeksi ja englanniksi. Haku rajattiin suomen- ja englanninkielisiin julkaisuihin. Sprinkleriliittymien mallintamiseen ja niiden vaikutuksiin vesijohtoverkoston liittyviä tieteellistä kirjallisuutta löytyi niukasti. Tässä työssä hyödynnettiin kahta Science Directistä löytynyttä artikkelia sekä kahta artikkelia, jotka löytyivät Google Scholarin kautta.

Aineiston analysointimenetelmänä käytettiin laadullista analyysiä eli kvalitatiivista menetelmää. Lähteistä etsittiin toistuvia teemoja, kuten "mallinnuksen haasteet", "verkoston kapasiteetti" ja "sammutusvesivaatimukset". Näitä teemoja verrattiin keskenään, ja niiden pohjalta muodostettiin yhteenveto kirjallisuuden esiin tuomista keskeisistä havainnoista. Temaattisen analyysin avulla pyrittiin ymmärtämään ja jäsentämään aiemman kirjallisuuden tarjoamaa tietoa aiheesta.

Kirjallisuusanalyysin tulokset esiteltiin teemojen mukaisesti, mikä säilytti analyysin havainnollisuuden. Tuloksissa esiteltiin tärkeimmät haasteet ja kehittämistarpeet, jotka liittyvät sprinkleriliittymien vaikutusten mallinnukseen. Lähteiden luotettavuus arvioitiin tarkastelemalla, olivatko ne julkaistu tunnetuissa ja arvostetuissa julkaisukanavissa, mikä osaltaan varmisti analyysin laadun.

3.1.2 Havainnointi

Työn ensimmäisessä vaiheessa kartoitettiin sprinkleriliittymien verkostomallinnuksen ja liitoskohtalausuntojen nykytilaa havainnoinnin avulla. Havainnointimenetelmän tavoitteena oli selvittää sprinkleriliittymien vaikutuksiin liittyvän verkostomallinnuksen nykytila ja yleisimmin esiintyvät haasteet, jotka vaativat tarkempaa ohjeistusta. Lisäksi tarkoituksena oli arvioida, miten uusi ohjeistus tuki verkostomallinnuksen toteutusta.

Ja miten sprinkleriliittymien vaikutuksia verkostoon mallinnetaan käytännössä ja miten nykyinen ohjeistus tukee tätä toimintaa. Havainnointi valittiin menetelmäksi, koska se tarjosi mahdollisuuden ymmärtää käytännön toimintaa syvällisesti ja tunnistaa kehittämiskohteita suoraan todellisista työtilanteista.

Havainnoitsijan rooli oli sekä aktiivinen, että passiivinen. Aktiivinen havainnointi toteutettiin oman työskentelyn kautta, analysoimalla omia työtapojaan ja kokemuksiaan sprinkleriliittymien veden kulutuksen mallinnuksesta. Passiivisessa roolissa havainnointi keskittyi perehdytysryhmän työskentelyyn, jossa kartoitettiin heidän kohtaamiaan haasteita ja parannusehdotuksia mallinnustointiaohjeen kehittämiseksi. Perehdytysryhmä koostui kollegoista, jotka ovat perehdytetty sprinkleriliittymien mallintamiseen.

Havainnointi oli vapaamuotoista ja tilanteen mukaan tapahtuvaa, ilman tarkkaa ennakkosuunnitelmaa, jotta kerätyt havainnot vastaisivat mahdollisimman hyvin todellisia työtilanteita. Havainnointi suoritettiin osallistuvana, sillä havainnoija oli aktiivisesti mukana mallinnusprosessissa. Havainnoinnin kohteena oli sprinkleriliittymien vedenoton vaikutusten arviointi vesiverkoston toimintaan sekä se, miten nykyiset ohjeistukset tukivat mallinnustyötä.

Havaintoja kerättiin viidestä sprinklerikohteesta, jotka sisälsivät sekä B- että C-luokan vesilähdevaatimuksilla varustettuja kohteita. Havainnointi suoritettiin toimistoympäristössä osana normaaleja työtehtäviä verkostomallinnuksen yhteydessä. Havainnot dokumentoitiin muistiinpanoihin, joissa kirjattiin toiminnan kulku, havaitut ongelmatilanteet sekä mahdolliset kehityskohdat. Kerätty havaintoaineisto koottiin yhteen ja sen pohjalta laadittiin runko uudelle ohjeistukselle. Tätä ohjeistusta verrattiin myös kyselyaineistosta saatuihin tuloksiin, mikä mahdollisti sen kattavuuden ja käytettävyyden arvioinnin.

Uutta ohjeistusta testattiin perehdyttämällä testiryhmä, joka koostui uusista mallinnuksen tekijöistä. Testiryhmän jäseniltä kerättiin parannusehdotuksia ohjeistukseen kahdessa vaiheessa: ensimmäisen kerran heti perehdytyksen jälkeen ja toisen kerran sen jälkeen, kun he olivat suorittaneet verkostomallinnuksia ohjeistuksen pohjalta. Parannusehdotuksia saatiin sekä kirjallisesti että suullisesti, ja ne käsiteltiin huolellisesti ennen lopullisen ohjeistuksen viimeistelyä.

Tämä prosessi mahdollisti havainnointien ja testiryhmän palautteen yhdistämisen, mikä tuki uuden ohjeistuksen kehittämistä. Lopputuloksena syntyi tarkempi ja yhtenäisempi toimintamalli, joka parantaa sprinkleriliittymien verkostomallinnuksen laatua ja tukee vesilaitoksen toimintatapojen kehittämistä.

3.1.3 Kysely

Kyselytutkimuksen päätuloksena havaittiin, että sprinkleriliittymien mallintamisessa on merkittäviä eroja eri vesilaitosten välillä, ja kirjalliset ohjeistukset puuttuvat monilta. Tämä tieto tarjosi näkökulman toimintatapojen kehittämiseen ja mahdollisten hyvien käytäntöjen jakamiseen alalla. Opinnäytetyössä selvitettiin, miten sprinkleriliittymät ja niiden mallinnus hoidetaan muissa suomalaisissa vesilaitoksissa. Tätä varten toteutettiin kyselytutkimus, johon osallistui kahdeksan vesilaitosta eri puolilta Suomea. Koska HSY on suurikokoinen vesilaitos, pienempien vesilaitosten tulokset eivät ole suoraan vertailukelpoisia HSY:n toimintatapojen kanssa. Kyselyn tulokset tarjosivat kuitenkin arvokasta näkökulmaa siihen, miten mallinnus hoidetaan erikokoisissa vesilaitoksissa, ja auttoivat tunnistamaan yhteisiä käytäntöjä ja eroja.

Kyselyn tavoitteena oli selvittää, miten Suomen vesilaitokset suhtautuvat sprinkleriliittymiin kunnan vesihuoltoverkossa ja miten nämä liittymät huomioidaan eri vesilaitoksilla. Kyselylomakkeen suunnittelu aloitettiin määrittelemällä tarkasti, mitä kyselyltä haluttiin saada. Suunnittelussa painotettiin selkeitä ja helposti vastattavia kysymyksiä, joiden tulokset olisivat numeerisesti analysoitavissa ja vertailtavissa. Lomakkeessa oli yhteensä kymmenen kysymystä, joista yhdeksän oli monivalintakysymyksiä ja yksi avoin kysymys sijoitettiin lomakkeen loppuun. Tavoitteena oli pitää kysely lyhyenä, jotta vastaajat jaksaisivat vastata siihen kokonaisuudessaan, ja vastausprosentti pysyisi mahdollisimman korkeana.

Kyselylomakkeen suunnittelussa nojattiin teoreettiseen viitekehykseen, joka tarjosi perustan kysymysten laatimiselle ja niiden johdonmukaiselle järjestämiselle. Kysymykset laadittiin huolellisesti tukemaan kyselyn tavoitetta ja muotoiltiin yksinkertaisiksi, selkeiksi ja ymmärrettäviksi. Johdattelevat kysymykset vältettiin, jotta kyselyn laatu ja luotettavuus voitiin varmistaa. Monivalintakysymysten vastausvaihtoehdot pyrittiin pitämään kattavina, ja mukaan lisättiin "Muu, mikä?" -vaihtoehto, jotta vastaajat voisivat tuoda esiin myös oman näkökulmansa, mikäli valmiit vaihtoehdot eivät vastanneet heidän kokemuksiin.

Kysymykset suunniteltiin niin, että vastauksista saatiin helposti numeerisesti mitattavia ja analysoitavissa. Kyselyssä päädyttiin käyttämään pääasiassa monivalintakysymyksiä yksi avoinkysymys mukaan lukien. Monivalintakysymykset sai helposti esitettyä ympyräkaaviolla ja prosenteilla. Kyselytuloksia analysoitiin vertailevalla menetelmällä, jotta ymmärretään eri laitosten käytöjen yhtäläisyyksiä ja eroja. Lomakkeessa oli yhteensä kymmenen kysymystä, joista yhdeksän oli monivalintakysymyksiä ja yksi avoin kysymys sijoitettiin lomakkeen loppuun. Tavoitteena oli pitää kysely lyhyenä, jotta vastaajat jaksaisivat vastata kokonaisuudessaan, ja vastausprosentti pysyisi mahdollisimman korkeana.

Kysely toteutettiin sähköisesti sen helppouden ja nopeuden vuoksi. Toteutus- alustaksi valikoitui suosituksesta Google Forms, joka tunnetaan käyttäjäystävällisyydestään ja toimivuudestaan. Ennen kyselyn varsinaista lähettämistä kohderyhmälle lomake testattiin pienellä testiryhmällä, joka koostui läheisistä ystäväistä. Testin avulla varmistettiin kyselyn tekninen toimivuus, kuten linkkien ja lomakkeen näkyvyys, sekä tarkistettiin kysymysten selkeys ja lomakkeen johdonmukaisuus. Mahdolliset tekniset ja sisällölliset puutteet korjattiin ennen varsinaista jakelua.

Kysely lähetettiin sähköpostitse 18 eri vesilaitokselle vastattavaksi eri puolille Suomea. Kyselyn vastaajissa oli erikokoisia vesilaitoksia pienistä suuriin. Kyselyä lähetettäessä hyödynnettiin suhteita vesilaitoksissa työskenteleviin henkilöihin. Suuri osa kyselyistä lähetettiin vesilaitosten asiakaspalvelun kautta tai, suoraan liittymisasiantuntijalle, mikäli vesilaitosten nettisivuilta heidän yhteystietonsa olivat suoraan saatavilla. Sähköpostiviestissä kerrottiin lyhyesti kyselyn tarkoituksesta ja annettiin suora linkki kyselylomakkeeseen. Vastajille kerrottiin, että kyselyyn vastaaminen oli anonyymiä, mikä lisäsi vastausten luottamuksellisuutta ja rohkaisi rehellisiin vastauksiin. Vastausaikaa oli aluksi kaksi viikkoa, mutta sitä pidennettiin kerran kolmella viikolla, jotta useammilla vastaajilla olisi mahdollisuus osallistua.

Kyselyyn vastasi kahdeksan vesilaitosta, mikä vastasi noin 44 prosentin vastausprosenttia. Vastaajat edustivat sekä pieniä paikallisia että suuria alueellisia vesilaitoksia, mikä tarjosi monipuolisen näkökulman tutkimusaiheeseen.

Vesilaitokset, joille kysely lähetettiin, valittiin useiden eri lähteiden ja menetelmien avulla. Ensisijaisesti kysely kohdistettiin vesilaitoksiin, joiden toimintaa oltiin jo entuudestaan tuttuja tai joiden yhteyshenkilöiden kanssa oli ollut aiempaa vuorovaikutusta vesilaitoksen sisällä. Lisäksi hyödynnettiin saatuja suosituksia ja vinkkejä siitä, kenelle kysely kannattaisi lähettää. Lopuksi täydentäviä yhteystietoja etsittiin vesilaitosten verkkosivuilta, huomioiden erityisesti laitosten koko ja toimialue.

Vastausprosenttia olisi voitu mahdollisesti parantaa tarjoamalla vastaajille kannustin, kuten arvontaan osallistuminen, joka olisi voinut lisätä kiinnostusta kyselyyn vastaamiseen. Lisäksi aktiivinen muistutusviestintä olisi voinut tehostaa vastausprosenttia. Esimerkiksi lähettämällä muistutusviestejä määräajoin kyselyyn kutsutuille, jotta olisi voitu tavoittaa henkilöitä, jotka kiireiden vuoksi olivat unohtaneet kyselyn. Tällaiset muistutukset olisivat voineet tuoda kyselyn takaisin vastaajien huomion piiriin ja vähentää sen hukkumista muiden sähköpostien joukkoon.

Kyselyn tuloksia hyödynnettiin syvemmän ymmärryksen saamiseksi siitä, miten muut Suomen vesilaitokset toimivat ja käsittelevät sprinklerikohteita. Tulosten avulla tunnistettiin hyviä käytäntöjä, joita voitaisiin mahdollisesti soveltaa myös tämän tutkimuksen kohteena olleessa vesilaitoksessa. Lisäksi tulokset tarjosivat vertailutietoa, jonka perusteella kohdevesilaitos pystyi arvioimaan omia toimintatapojaan suhteessa muihin vesilaitoksiin. Tämä tieto auttaa hahmottamaan, ovatko nykyiset käytännöt riittäviä vai onko tarvetta lisäkehitykselle. Tulokset tukevat myös vesihuoltoalan hyvien käytäntöjen levittämistä laajemmin Suomessa.

3.2 Käytetyt aineistot

Opinnäytetyössä käytetty aineisto koostuu vesilaitoksille suunnatun kyselyn tuloksista, HSY:n olemassa olevista periaatteista sprinkleriliittymien hyväksymiseen tieteellisestä kirjallisuudesta sekä omista työtehtävieni kautta tehdyistä havainnoista.

Työn keskeisenä aineistona toimi vesilaitoksille suunnatun kyselyn tulokset. Kyselyssä selvitettiin, miten muut vesilaitokset hoitavat sprinkleriliittymien mallinnukset ja mitä haasteita he kohtaavat niissä. Kyselyn vesilaitokset valikoituivat saatujen yhteyshenkilöiden ympärille sekä huomioiden eri kokoluokkien edustus. Kyselyssä käytetty kokoluokkaluokitus on keksitty työn tulosten käsittelyä varten. Lähetetyn kyselyn rajautuminen suomalaisiin vesilaitoksiin tuntui luonnolliselta, sillä niitä kaikkia koskevat samat lainsäädännölliset vaatimukset. Kyselyn rajoituksena on vastausjoukon rajallisuus. Vastaukset saatiin kahdeksalta vesilaitokselta. Toisena rajoituksena on myös se, että pienempien vesilaitosten vastaukset eivät välttämättä ole täysin vertailukelpoisia suuremman vesilaitoksen tarpeisiin.

Kysely toimitettiin seuraavien kaupunkien vesilaitoksille: Hämeenlinna, Joensuu, Järvenpää, Kirkkonummi, Kotka, Kouvola, Kuopio, Lahti, Lohja, Oulu, Pori, Porvoo, Salo, Sipoo, Tampere, Tuusula, Turku ja Vaasa. Kysely koostui kymmenestä kysymyksestä, joista yhdeksän oli monivalintakysymyksiä ja yksi avoinkysymys. Tietosuoja ja eettiset näkökohdat on huomioitu siten, että kyselyn yksityiskohtaiset vastaukset käsitellään anonyymisti, ja avoimenkysymyksen vastaukset on tiivistetty, jottei yksittäisiä vastaajia voida tunnistaa. Kyselyn kysymykset ja kooste vastauksista löytyvät työn liitteistä yksi ja kaksi.

HSY:ltä löytyy sisäiset periaatteet sprinkleriliitoksen myöntämiselle ja sprinkleriliittyjien palvelulupaus käytännössä, jotka toimivat myös aineistona. Nämä ohjeet eivät ole julkista materiaalia, joten sitä käytettiin vain viittauslähteinä työn taustalla. Lisäksi opinnäytetyössä hyödynnettiin suomen- ja englanninkielistä kirjallisuutta sprinklerijärjestelmien suunnittelua ja verkosto mallinnukseen liittyvää kirjallisuutta.

Työtehtävien kautta tehdyt havainnot muodostavat tärkeän osan tutkimusaineistoa. Havainnot on tehty konkreettisten mallinnustapausten käsittelyssä, jolloin olen kirjannut ylös prosessin eri vaiheet. Vaiheisiin kuului muun muassa mallinnustarpeen arviointi, mallinnustyön suorittaminen ja kohteen liitoskohtalausannon laatiminen. Lisäksi havaintoja on kerätty perehdytysryhmältä, joka koostuu kollegoistani. Heidät on perehdytetty mallinnukseen luodun ohjeistuksen avulla, ja heiltä on saatu palautetta ohjeistuksen selkeydestä ja toimivuudesta. Perehdytyksen jäseniltä saatiin kehitysehdotuksia epäselviin kohtiin.

Kerättyjen ehdotusten perusteella ohjeistusta muokattiin ja selkeytettiin edelleen käyttäjäystävällisemmäksi. Näiden havaintojen kautta on pyritty tunnistamaan mallinnusprosessin mahdollisia haasteita, kuten haasteista mallinnustuloksen tulkitsemisessa. Tämä ratkaistiin ristiin mallinnuksella, jossa tehdyn mallinnuksen ja sen mallinnustulos tarkastutettiin toisella mallintamisen asiantuntijalla. Havaintojen perusteella arvioitiin, kuinka luotua mallinnusohjeistusta voitaisiin kehittää ja selkeyttää.

Opinnäytetyön aineistot, jotka koostuvat vesilaitoksille suunnatun kyselyn tuloksista, HSY:n sisäisistä periaatteista, kirjallisuudesta ja omista havainnoista muodostavat yhdessä hyvän pohjan sprinkleriliittymien mallinnusohjeen luomiselle ja kehittämiseksi. Kyselytulokset tarjoavat näkökulmia eri vesilaitosten käytännöistä ja haasteista. HSY:n sisäiset periaatteet antavat käsityksen nykyisistä käytännöistä ja vaatimuksista sprinkleriliittymien hyväksymiseen. Tieteellinen kirjallisuus tarjoaa mallinnukselle teoreettisen taustan, ja omat havainnot auttavat tunnistamaan mallinnusprosessin haasteita ja kehityskohteita käytännön näkökulmasta. Näiden aineistojen avulla pyritään luomaan toimiva ohjeistus sprinkleriliittymien mallintamiseksi.

4 TULOKSET

Opinnäytetyön tuotoksena tulee olemaan uusi toimintaohje sprinkleri liitoskohdalausuntojen tekemisestä ja siihen liittyvästä mallinnusohjeesta. Toimintaohjeesta pyritään saamaan mahdollisimman selkeä, toimiva ja helppolukuinen. Ohjetta on tarkoitus hyödyntää HSY:n työntekijöiden sisäisessä käytössä.

Opinnäytetyön tuloksena voidaan todeta, että toimintaohje helpottaa ja sujuvoittaa työprosessia. Tulevaisuudessa olemassa olevaa toimintaohjetta on helpompi jatkokehittää tai päivittää, kun se tulee tarpeelliseksi. Toimintaohje toimii vanhoille työntekijöille tukena työtehtävän suorittamisessa ja uusille työntekijöille opetusmateriaalina sekä tukena ennen rutiinin löytämistä työtehtävään.

4.1 Kirjallisuusanalyysin tulokset

Kirjallisuusanalyysi osoitti, että sprinkleriliittymiä ja vesijohtoverkoston käyttäjä koskeva sääntely on hajautunutta, ja vastuut määräytyvät pääasiassa vesihuoltolain ja pelastuslain perusteella. Vesihuoltolaki ei velvoita vesilaitoksia toimittamaan sammutusvettä kiinteistöjen sprinklerilaitteistoille, mikä jättää päätöksenteon vesilaitosten harkintaan. Pelastuslain mukaan vesilaitosten ja kuntien tulee kuitenkin varmistaa pelastuslaitosten tarvitsemien sammutusvesivarojen saatavuus (Pelastuslaki 30. §). Ympäristöministeriön määräyksissä, kuten rakennusten vesi- ja viemärilaitteistojen asetuksessa ja rakennusten vesilaitteistoihin tarkoitettujen vesikalusteiden olennaisista teknisten vaatimusten asetuksessa korostetaan vesijohtoverkostojen hygieniaa ja talousveden turvallisuutta. Näiden asetusten mukaisesti sammutusvesilaitteistoihin käytettävien lisäaineiden ja takaisinvirtauksen estämiseksi tarvitaan teknisiä ratkaisuja, kuten ilmavälialtaita ja takaiskuventtiilejä. Asetukset asettavat myös rajoituksia verkostosta saatavalle veden määrälle ja paineelle, jotta vedenjakelun häiriöiltä vältyttäisiin. (Ympäristöministeriön asetus rakennusten vesi- ja viemärilaitteistoista; Ympäristöministeriön asetus rakennusten vesilaitteistoihin tarkoitettujen vesikalusteiden olennaisista teknisistä vaatimuksista.)

Analyysissä tunnistettiin useita haasteita, jotka liittyvät sprinkleriliittymien vaikutuksiin vesijohtoverkostoihin: Kontaminaatoriskit: Kemikaaleja sisältävät sprinklerilaitteistot voivat aiheuttaa hygieniaongelmia, mikäli takaiskuventtiilit eivät toimi suunnitellusti. Hygienen turvaaminen edellyttää selkeitä toimintamalleja ja teknisiä ratkaisuja. Mallinnuksen tarkkuus: Verkostomallien päivittäminen ja tarkkuus osoittautuivat kriittisiksi, sillä virheelliset tiedot voivat johtaa puutteellisiin lupaehtoihin ja vesijohtoverkoston häiriöihin. Vesihuoltolaitosten kapasiteetti: Runkovesijohtojen kapasiteetin riittävyys ja vesilähteiden luokitus asettavat rajoituksia sprinkleriliittymien suunnittelulle ja hyväksynnälle. Kehittämistarpeet liittyvät erityisesti mallinnustyön ohjeistuksen ja perehdytyksen parantamiseen sekä hygieniariskien hallintaan ja niihin liittyvien ohjeiden tämentämiseen.

Analyysissä tuotiin esiin, että parhaat käytännöt perustuvat: Standardien käyttöön: SFS-EN 12845 -standardi ja FK-CEA 4001 -ohje tarjoavat kattavat suun-

taviivat sprinklerilaitteistojen suunnitteluun ja vesilähteiden määrittelyyn. Esimerkiksi B- ja A-luokan vesilähteet tarjoavat paremman toimintavarmuuden ja voivat vähentää riskejä. Teknologian hyödyntämiseen: Hydraulisen mallinnuksen ohjelmistot, kuten WaterGEMS, mahdollistavat tarkemman verkoston kapasiteetin ja paineolosuhteiden analysoinnin. Tämä tukee päätöksentekoa liittyen uusien sprinkleriliittymien hyväksyntään ja verkostovaikutusten arviointiin. Ohjeistusten täsmentämiseen: Eri maiden ja organisaatioiden esimerkit osoittavat, että selkeät ja yksityiskohtaiset ohjeistukset vähentävät väärinkäsityksiä ja parantavat prosessien laatua.

Kirjallisuusanalyysin tulokset tukevat opinnäytetyön tavoitetta parantaa sprinkleriliittymien verkostomallinnuksen ohjeistusta ja käytäntöjä. Lainsäädännön ja määräysten analyysi auttaa tunnistamaan, millaisia teknisiä ja hallinnollisia ehtoja sprinkleriliittymien toteutuksessa tulee huomioida. Parhaat käytännöt tarjoavat arvokkaita näkökulmia ohjeistuksen kehittämiseen, erityisesti mallinnustyökalujen ja hygieniakäytäntöjen osalta. Haasteiden ja kehitystarpeiden tunnistaminen ohjaa priorisoimaan niitä osa-alueita, joissa tarvitaan välitöntä parannusta, kuten mallinnuksen tarkkuuden ja kapasiteetin hallinnan varmistamista. Tämä kokonaisuus luo pohjan muiden menetelmien, kuten havainnoinnin ja kyselyn, tuottamien tulosten yhdistämiselle ja analysoinnille.

4.2 Havainnoinnin tulokset

Havainnoinnin tulokset osoittivat, että sprinkleriliittymien verkostomallinnuksen nykytilassa oli merkittäviä kehityskohteita. Mallinnusohjelman mallista otettiin oma kopio, jotta alkuperäisen mallin päälle ei tulisi epätoivottuja vahinko tallennuksia. Kopioon tehtiin tarvittavat alun skenaarioasetukset ilman selkeää kirjallista ohjeistusta, mikä lisäsi virheiden mahdollisuutta ja hidasti työn aloitusta. Tämä tarvitsi kuitenkin tehdä vain kerran tai, kun malli päivittyy. Tämä korjattiin lisäämällä ohjeeseen tarkat ohjeet, kuinka uudet skenaariot luodaan mallipohjaan oikein. Mallinnustulosten tulkinta perustui kokeneemman mallintajan antamiin suullisiin ohjeisiin, jotka pohjautuivat vanhaan sprinkleriliittymän palvelulupaukseen. Näissä perusteissa oli mainittu, minkä painetason alapuolelle sprinklerivedenotto ei saa laskea verkoston painetta. Ohjeissa ei kuitenkaan tarkennettu, mistä ja miten tuloksia tulisi tarkastella. Tämä aiheutti epä-

yhtenäistä tulosten tarkastelu käytäntöä, joka oli helposti korjattavissa yhteisillä kirjatuilla toimintatavoilla. Myös mallinnustulosten dokumentoinnissa havaittiin hajanaisuutta: tuloksia tallennettiin henkilökohtaisiin kansioihin, mikä teki tietojen jäljitettävyydestä ja hyödyntämisestä haastavaa. Yhteisesti sovittu käytäntö, jossa tulokset tallennetaan selkeästi nimettyyn, kaikkien tiedossa olevaan sijaintiin, paransi dokumentoinnin laatua ja helpotti tulosten löytämistä myöhempää käyttöä varten.

Alkuperäinen ohjeistus perustui pitkälti suullisesti siirrettyihin käytäntöihin ja hankalasti ymmärrettävään sprinkleriliittymien palvelulupaukseen, mikä jätti tulkinnanvaraa ja aiheutti epä johdonmukaisuuksia. Ilman kunnollista ja selkeää toimintaohjetta perehdytysprosessi oli haastava sekä perehdyttäjälle, että perehdytettävälle, koska uutta tietoa tuli nopeasti lyhyessä ajassa. Suullisen perehdytyksen riskinä oli väärinymmärrysten syntyminen, mikä edellytti jatkuvia tarkistuksia ja kyselyjä. Tämä näkyi myös herkemmin työn laadussa, joka vaihteli tekijöiden tulkintojen mukaan. Muun muassa vesilähdeluokkien käsittelyssä ja tulosten tulkinnassa esiintyi epäselvyyksiä, jotka uusi ohjeistus pyrki ratkaisemaan yksityiskohtaisella ohjeistuksella.

Työprosessin haavoittuvuus korostui tilanteissa, joissa liitoskohtalausuntojen laatiminen oli yhden henkilön vastuulla. Poissaolojen aikana tapaukset jonnoutuivat, mikä hidasti tapausten käsittelyä ja näin myös asiakaspalvelua. Uusien työntekijöiden perehdyttämiseen liittyvä ajankäyttö oli aluksi merkittävä haaste, mutta pitkällä aikavälillä havaittiin, että uusien osaajien kouluttaminen oli kannattavaa. Kun useampi henkilö hallitsee työtehtävän, riippuvuus yksittäisistä asiantuntijoista väheni ja työn jatkuvuus parani.

Havainnointi vahvisti uuden ohjeistuksen tarpeellisuuden. Uuden ohjeistuksen vaikutuksia testattiin perehdyttämällä pieni neljän hengen testiryhmä, joka koki ohjeen helpottaneen työskentelyä ja vähentäneen tarvetta kysyä lisäohjeita. Palautteen perusteella ohjeistusta täydennettiin muun muassa termiselityksillä, selkeämmillä sanamuodoilla ja tarkennetuilla ohjeilla sprinklerilaitteiston toiminta-ajoista. Ohjeen käytettävyyttä parannettiin myös asiakasyhteydenpitoon liittyvillä lisäyksillä.

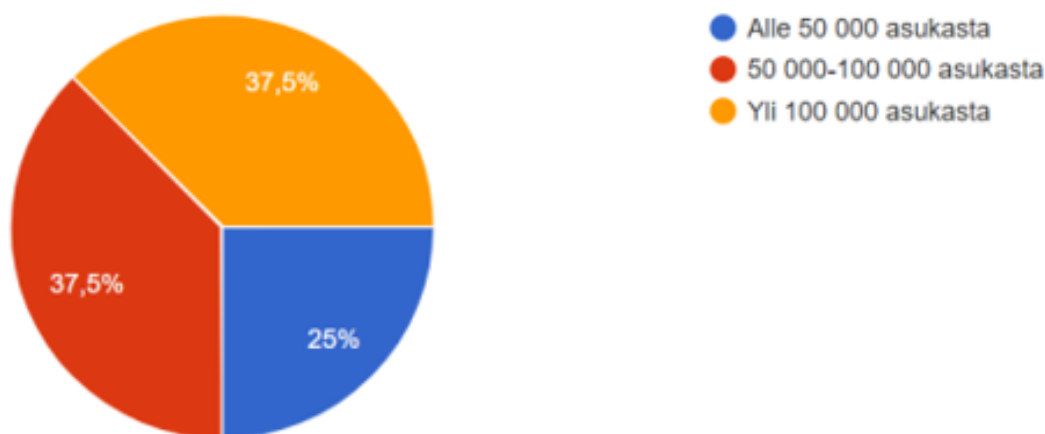
Havainnoinnin tulokset osoittivat, että aiemmat epäyhtenäiset käytännöt ja puutteellinen ohjeistus hidastivat mallinnusprosessia ja altistivat virheille. Uu-

den ohjeistuksen käyttöönotto selkeytti toimintatapoja, yhtenäisti dokumentointia ja vähensi työn laadun vaihtelua. Tulokset vahvistivat, että uusi toimintamalli vastasi käytännön tarpeita ja paransi kokonaisuudessaan mallinnusprosessin laatua ja tehokkuutta.

4.3 Kyselyn tulokset

4.3.1 Vesilaitoksen koko

Tässä kyselyssä käytetty kokoluokkajako on itse luotu ja sitä käytetään tulosten tulkinnan tukena. Alle 50 000 asukkaan vesilaitokset luokiteltiin pieniksi. Keskikokoisiksi määriteltiin laitokset, jotka palvelevat 50 000–100 000 asukasta, ja suuriksi laitokset, jotka palvelevat yli 100 000 asukasta.



Kuva 1. Palveltavien asiakkaiden jakauma kyselyssä (Liite 2.)

Tulosten perusteella yksi neljännes vastaajista edustaa pieniä vesilaitoksia, jotka palvelevat alle 50 000 asukasta. Yli kolmasosa vastaajista edusti keskikokoista vesilaitosta, ja yhtä suuri osa edusti suuria vesilaitoksia. Kuva yksi havainnollistaa näiden kolmen kokoluokan jakauman ympyräkaavion avulla. HSY kuuluu suurten vesilaitosten joukkoon, sillä se toimittaa talousvettä 1,1 miljoonalle asukkaalle (HSY 2024b).

4.3.2 Sprinkleriliitosten tarjonta

Kyselyn perusteella yksi kahdeksasta ei tarjoa laisinkaan sprinkleriliitoksia vesiverkostoon. Valtaosa vastaajista, seitsemän kahdeksasta tarjoaa vesiliitok-

sia sprinkleriliittymille pääosin, mikäli liitos on sallitulla verkostoalueella ja verkosto kapasiteetti on riittävä. Vesihuoltolaitosten käytännöt sprinkleriliittymien tarjoamisesta vaihtelevat jonkin verran.

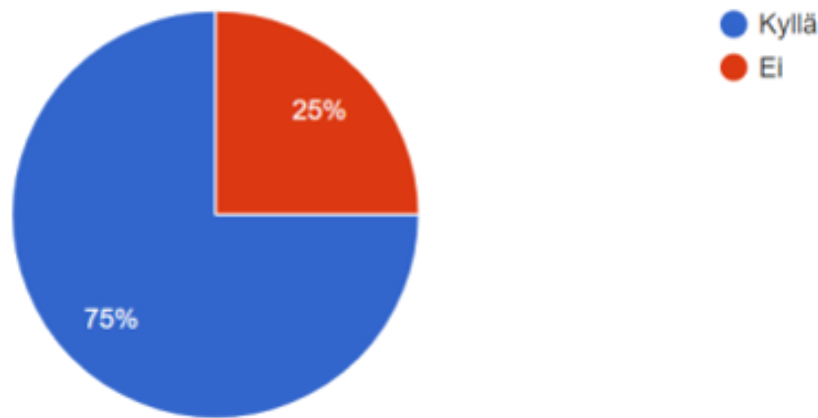


Kuva 2. Sprinkleriliittymien tarjoaminen vesijohtoverkostosta (Liite 2.)

Jakauma, joka näkyy kuvassa kaksi, vahvistaa, että enemmistö vastaajista tarjoaa sprinkleriliittymiä vesihuoltolaitoksen vesijohtoverkostoon. Tulokset osoittavat, että kaikki verkostoalueet eivät välttämättä sovellu sprinkleriliittymille. HSY:llä sprinkleriliitoksia myönnetään, mikäli verkoston kapasiteetti sen sallii (Sprinkleriliittymien tilaukset s.a.).

4.3.3 Sitoutuminen toimitusvirtaamaan ja -paineeseen

Kuusi kahdeksasta vastaajista tarjoaa sprinklerikohteilleen nimettyä toimitusvirtaamaa ja/tai toimituspainetta. Kaksi vastaajista ei puolestaan lupaa mitään tai ei sitoudu toimittamaan nimettyä toimitusvesimäärää tai -painetta kohteelle. Toimitusvirtaamaan tai -paineeseen sitoutuminen kertoo, että sprinklerikohteiden vedensaanti pyritään turvaamaan ennalta.

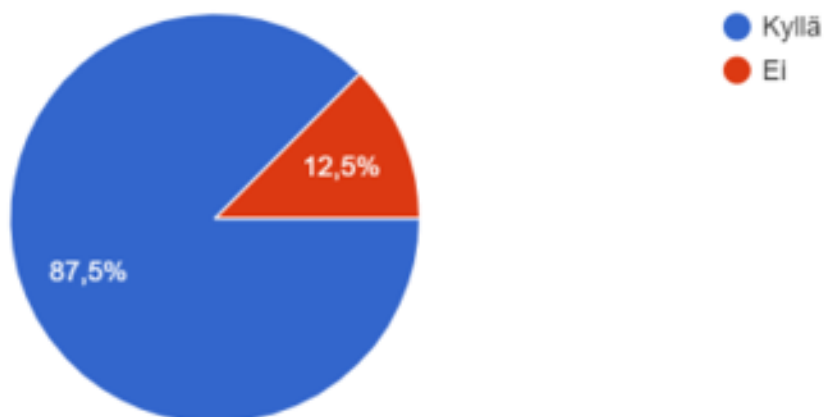


Kuva 3. Sprinklerikohteille sitoudutaan toimittamaan luvattua toimitusvesimäärää tai toimituspainetta (Liite 2.).

Kuvan kolme esittämä ympyräkaavio havainnollistaa, että suurin osa vastaajista sitoutuu tiettyyn toimitusvirtaamaan. HSY:llä sitoudutaan tarjoamaan määritettyä toimitusvesimäärää ja toimituspainetta, jolla pyritään estämään se, että sprinklerijärjestelmän vedenotto ei missään tilanteessa häiritsisi normaalia vedenjakelua. (Sprinkleriliittymien tilaukset s.a.)

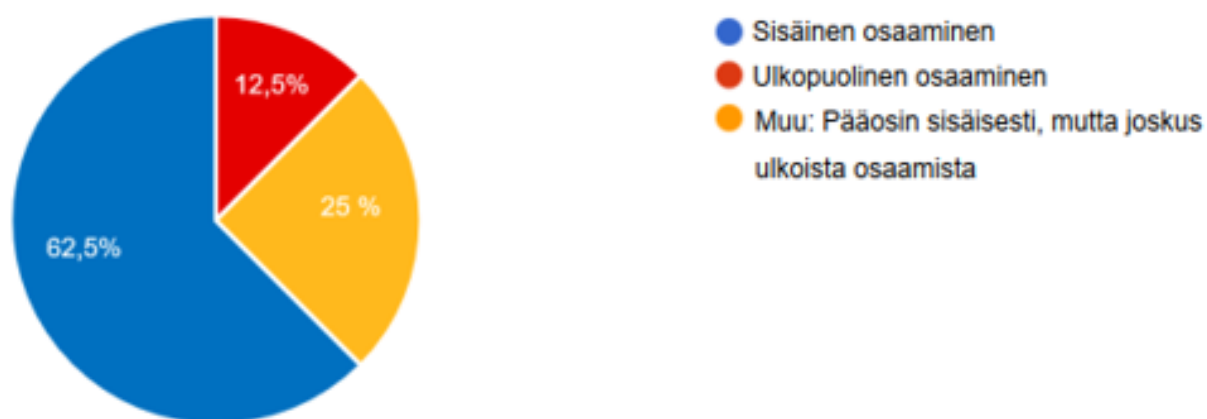
4.3.4 Sprinkleriliitosten mallintaminen

Valtaosa vesihuoltolaitoksista, seitsemän kahdeksasta, mallintaa sprinkleriliitoksen vedensaannin. Kuva neljä näyttää, että vastaajista suurin osa mallintaa sprinkleriliittymät. Myös HSY:llä mallinnetaan sprinkleriliitokset. Loput vastaajista eivät tee sprinkleriliitosten mallinnusta.



Kuva 4. Sprinkleriliittymien mallintaminen (Liite 2.)

Vesijohtoverkostomallinnuksissa yli puolet vastaajista, kuusi kahdeksasta, hoi-
taa mallinnuksen vesilaitoksen henkilökunnan osaamisella. Täysin ulkopuo-
lista osaamista, esimerkiksi konsultin apua, käytti yksi kahdeksasta vastaa-
jista. Yksi neljäsosa vastaajista eli kaksi kahdeksasta, vastasi verkostomallin-
nusten tapahtuvan pääsääntöisesti vesilaitoksen oman väen avulla, mutta joi-
tain kokonaisuuksissa hyödynnetään ostettua ulkoista apua.

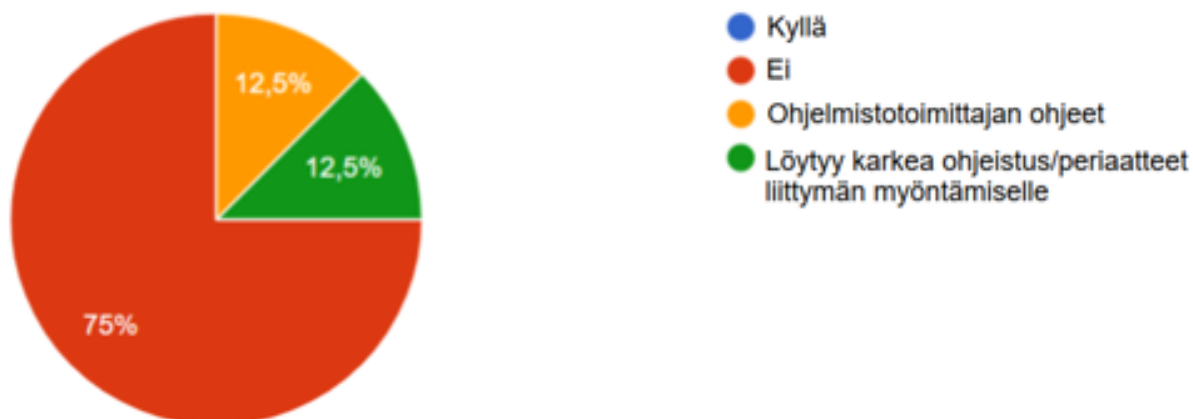


Kuva 5. Sprinkleriliittymien mallintamisessa käytetty osaaminen (Liite 2.)

Sprinkleriliittymien mallinnusosaamisen jakautuminen on esitetty kuvassa viisi. Sprinkleriliittymien vesijohtoverkostomallinnus tehdään HSY:llä pääsääntöi-
sesti sisäisellä osaamisella, mutta joissain tapauksissa hyödynnetään ulkoista
osaamista. Tulokset osoittavat, että vesihuoltolaitoksen oma henkilöstö vastaa
useimmiten sprinkleriliittymien mallintamisesta.

4.3.5 Verkostomallinnuksen ohjeistus

Vesilaitoksen tekemää ohjeistusta sprinklerien mallintamiseen ei löytynyt vas-
taajilta. Kuusi kahdeksasta vastasi, ettei heiltä löydy ohjeistusta, yhdeltä kah-
deksasta löytyi ohjelmistotoimittajan ohjeistukset ja toisella kahdeksasosalla
on karkea ohjeistus sprinkleriliittymien myöntämiselle.

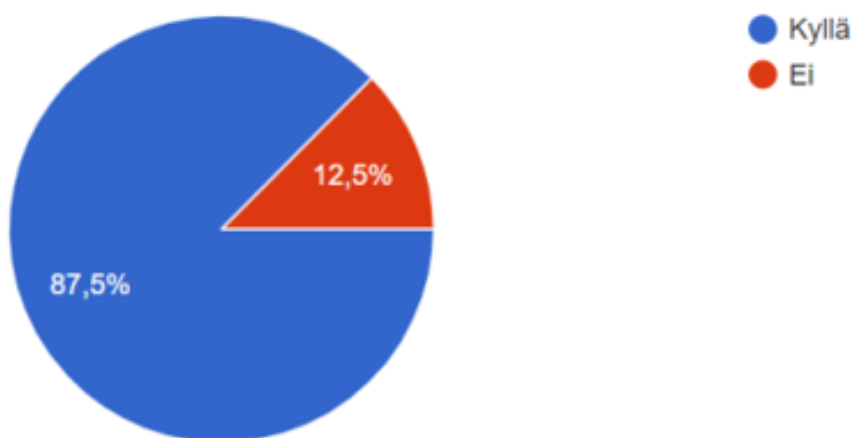


Kuva 6. Ohjeistus sprinkleriliittymien mallintamiseen ja tulosten analysoimiseen (Liite 2.)

Kuvasta kuusi ilmenee, 75 % vastauksista kertoo, että erillistä mallinnusohjetta verkostomallinnukseen ei ole. Ohjeistusten puute on yleistä vastanneiden vesihuoltolaitosten kesken. Mallinnuskoulutusten lisäksi HSY:llä oli käytössä sprinkleriliittymien nykyiset hyväksymisperusteiden periaatteet.

4.3.6 Vettä syöttävät suunnat

Veden syöttösuunta huomioitiin seitsemässä kahdeksasta. Yksi vesilaitoksista ei huomioinut veden syöttösuuntaa. Tämä johtunee mahdollisesti siitä, ettei kyseisessä vesilaitoksessa myönnetä sprinkleriliitoksia lainkaan.

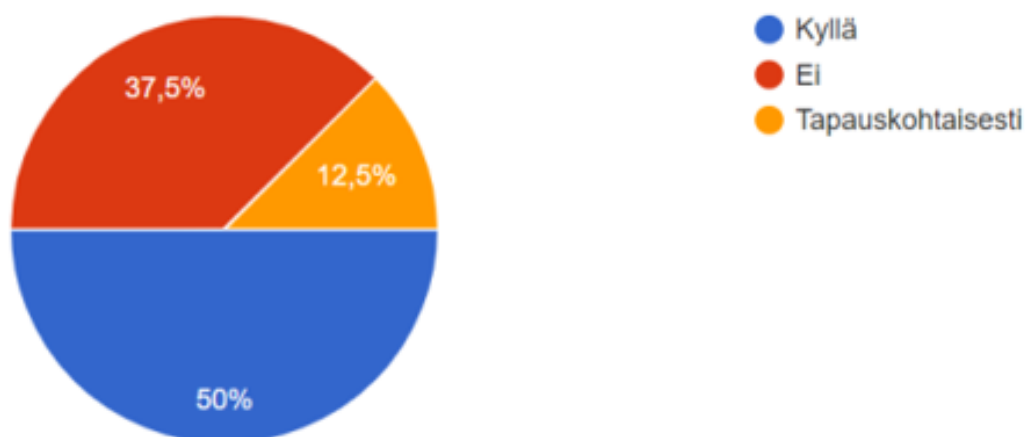


Kuva 7. Sprinkleriliittymien mallinnuksessa tarkastellaan veden syöttösuuntia (Liite 2.).

Kuvasta seitsemän ilmenee, että veden syöttösuuntien tarkastelu on enemmistön käytäntönä mallinnuksessa. HSY:llä sprinkleriliittymän mallintamiseen kuuluu veden syöttösuuntien huomioiminen. Kuvasta voidaan lisäksi todeta, että käytännöt eivät ole täysin yhtenäisiä, mikä selittyy osin sillä, että kaikki vesihuoltolaitokset eivät tarjoa sprinkleriliittymiä.

4.3.7 Vesilähteet vesijohtoverkostossa

Käytännöt sprinklerikohteiden vesilähteiden lukumäärän huomioimisessa poikkesivat eri vesilaitosten välillä. Puolessa vastauksissa vesilähteiden lukumäärä otettiin huomioon. Kolme vastasi, että ei oteta huomioon ja yksi vastasi, että otetaan huomioon tapauskohtaisesti.

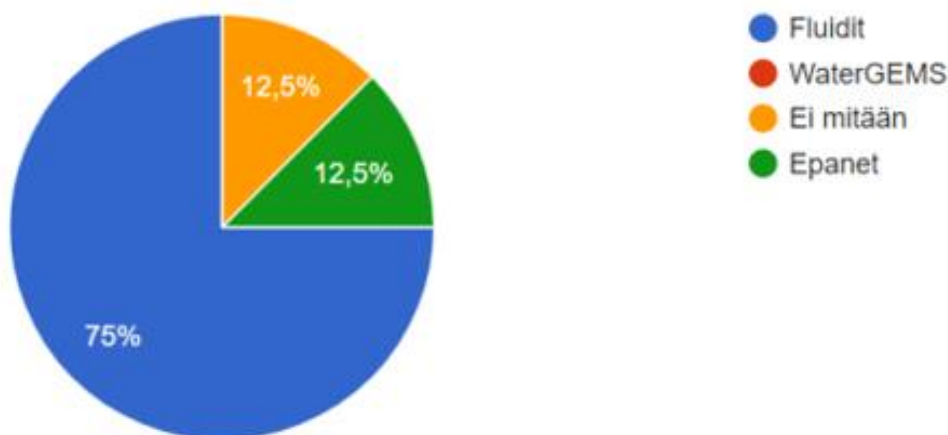


Kuva 8. Vesilähteiden tarkistelu sprinkleriliittymien mallinnuksessa (Liite 2.)

Jakauma, joka näkyy kuvassa kahdeksan osoittaa, että 50 % vastanneista vesilaitoksista tekee vesilähteiden määrän tarkastelun mallinnuksessa. HSY:llä sprinkleriliittymän mallintamiseen kuuluu vesilähteiden huomioiminen. Tuloksista havaitaan, että vesilähteiden huomioiminen ei ole kaikilla vesilaitoksilla yhtenäinen käytäntö.

4.3.8 Verkostomallinnuksen mallinnusohjelmat

Vastaajien kesken suosituin mallinnusohjelma on Fluidit. Fluiditia käytti kuusi kahdeksasta. Yksi kahdeksasta vastasi, ettei käytä mitään mallinnusohjelmaa ja, samansuuruisella vastausmäärällä on käytössä Epanet.



Kuva 9. Kyselyn kesken vastaajien käytetyt mallinnusohjelmat sprinkleriliittymien mallinnuksessa (Liite 2.)

Yhteenvetona voidaan todeta, että kuvassa yhdeksän esitetty jakauma havainnollistaa Fluiditin olevan vastaajien keskuudessa suosituin verkostomallinnusohjelma. HSY:llä puolestaan hyödynnetään Bentley:n tarjoamaa mallinnusohjelmaa Watergems:iä. Kuvasta käy ilmi, että mallinnusohjelmien käyttö vaihtelee vastaajien välillä.

4.3.9 Vesijohtomallinnuksen haasteet ja ratkaistu

Vesihuoltolaitoksilta on tullut esille useita vesijohtomallinnuksen haasteita, jotka liittyvät sekä teknisiin että käytännön seikkoihin. Ensinnäkin mallinnuksen tarkkuus riippuu suuresti lähtötietojen laadusta. Esimerkiksi pumppaamoiden tarkkojen tietojen tai verkoston osien, kuten putkitietojen, puutteet voivat vaikeuttaa mallin rakentamista. Lisäksi verkostotiedon ja laitosten ohjausparametrien ajantasaisuuden ylläpitämistä pidettiin tärkeänä, mutta se vaatii jatkuvaa tiedonhallinnan kehittämistä, jotta mallinnusaineisto pysyy ajantasaisena. Haasteita koettiin olevan henkilöstön ja ajan riittävytydessä mallinnusosaamisen laajentamiseen, mikä johtaa usein ulkopuolisten konsulttien käytön tarpeeseen. Myös koestusten mallinnus ja niihin liittyvät sopimukset ja maksukäytännöt koettiin haasteelliseksi niiden mahdollisen ongelmallisuuden vuoksi. Viidenneksi asiakkaille voi olla haastavaa ymmärtää, että tietyt mallinnukset, kuten sprinklerijärjestelmän mallinnus, on tehtävä erikseen ja että ne eivät kuulu peruspalveluihin. Lopuksi tarve sisäisten ohjeiden laatimiseen mallinnusten tekemisestä ja tulosten analysoinnista on tullut esille, jotta prosessi olisi sujuvampi ja systemaattisempi.

5 ANALYYSI

5.1 Havainnoinnin analyysi

Havainnoinnin tulokset osoittivat, että sprinkleriliittymien verkostomallinnuksen aiempi ohjeistus oli tulkinnanvarainen ja perustui pitkälti suullisiin käytäntöihin. Tämä havainto on linjassa Työterveyslaitoksen julkaisun kanssa, jonka mukaan kirjalliset ohjeet tukevat perehdyttämistä ja vähentävät virheiden määrää. Havainnointi osoitti, että suullinen perehdytys ilman kirjallisia ohjeita lisäsi riskiä väärinymmärryksiin ja työn laadun vaihteluun. (TTL s.a.) Uuden ohjeistuksen käyttöönotto vastasi tähän haasteeseen ja paransi prosessin tehokkuutta. Suullinen perehdytys toi mukanaan väärinymmärrysten riskin, ja uuden työtehtävien oli vaikea omaksua tarvittavat tiedot lyhyessä ajassa. Tämä näkyi työn laadun vaihteluna sekä jatkuvana tarpeena tarkistuksille ja ohjaukselle.

Puuttuva ohjeistus heijastui myös tulosten tulkintaan ja dokumentointiin. Havaintojen mukaan dokumentaation epä johdonmukaisuus vaikeutti jo tehtyjen tietojen hyödyntämistä ja hidasti tiedonhakua, mikä teki prosessista tehotonta ja altisti tiedot katoamiselle. Tämä havainto on linjassa aiempien tutkimusten kanssa, joissa on korostettu dokumentoinnin standardoinnin merkitystä työn jäljitettävyydelle ja tehokkuudelle (Rousso & Gong 2023). Yhtenäisen dokumentointikäytännön käyttöönotto, jossa tulokset tallennetaan keskitettyyn sijaan ja nimetään johdonmukaisesti, paransi tiedon löydettävyyttä ja teki prosessista läpinäkyvämmän.

Työprosessin keskittyminen yhden henkilön vastuulle aiheutti havaittavia riskejä, erityisesti lomien ja poissaolojen aikana. Tämä johti työjonojen kertymiseen ja asiakaspalvelun hidastumiseen, mikä puolestaan heikensi toiminnan sujuvuutta. Syynä tähän oli osaajien rajallinen määrä ja perehdytysprosessin haasteellisuus. Havainnoinnin perusteella voidaan kuitenkin todeta, että uusien osaajien perehdyttäminen pitkällä aikavälillä oli kannattavaa. Kun työtehtäviä pystyttiin jakamaan useamman henkilön kesken, organisaation haavoittuvuus väheni ja työn jatkuvuus parani.

Uuden ohjeistuksen kehittäminen ja testaus olivat keskeinen osa prosessin parantamista. Testiryhmän palaute vahvisti, että ohjeistus selkeytti työskentelyä ja vähensi selventävän ohjauksen tarvetta. Työntekijät käyttivät samoja aloitusasetuksia ja tulkintakriteerejä, mikä lisäsi työn johdonmukaisuutta ja vähensi tulosten vaihtelua. Palautekierroksilla tunnistettiin ohjeistuksen epäselviä kohtia, joita tarkennettiin sanamuotojen ja termien selitysten avulla. Käyttäjien osallistaminen ohjeistuksen kehittämiseen on aiemmissa tutkimuksissa osoittautunut tehokkaaksi tavaksi parantaa ohjeiden käytettävyyttä ja työn laatua. (TTL s.a.; TTK s.a.)

Tulosten perusteella dokumentoinnin yhtenäistäminen vähensi työvaiheiden päällekkäisyyksiä ja paransi tiedon löydettävyyttä. Tämä näkyi käytännössä nopeampana päätöksentekona ja parempana asiakaspalveluna, koska aiemmin tietojen etsimiseen kulunut aika lyheni huomattavasti. Rousso ja Gong (2023) painottavat, että verkostomallinnuksen tarkkuus perustuu lähtötietojen laatuun ja päivitysten ajantasaisuuteen. Havainnoinnin tulokset tukevat tätä näkemystä, sillä manuaaliset perusasetukset ja epäjohdonmukainen dokumentointi heikensivät mallinnustulosten luotettavuutta. Ohjeistuksen parantaminen vähentää tätä riskiä ja tukee verkoston toiminnan varmuutta.

Vaikka havainnointi ja testaus toivat parannuksia työprosessissa, epävarmuustekijöitä oli useita. Työn epävarmuustekijöitä ovat havainnoinnin subjektiivisuus sekä testauksen rajallinen kesto ja laajuus. Havainnot perustuivat osittain käytännön kokemuksiin, mikä saattoi vaikuttaa kehityskohteiden valintaan. Testijakson lyhyys rajoitti pitkän aikavälin vaikutusten arviointia. Pieni testiryhmä ei välttämättä edustanut koko käyttäjäkuntaa, ja testauksen rajallinen ympäristö ei välttämättä heijastanut työympäristön moninaisuutta. Lisäksi lähtötietojen epävarmuus ja käyttäjien vaihtelevat lähtötaidot vaikuttivat ohjeistuksen käytettävyyden arviointiin. Ohjeistuksen keskeneräisyys palautekierroksilla esti lopullisen vaikutuksen täysimääräisen arvioinnin.

Jatkossa testiryhmää voisi laajentaa, seurata ohjeistuksen vaikutuksia pidemmällä aikavälillä ja kerätä palautetta erilaisista työympäristöistä. Tämä parantaisi tulosten yleistettävyyttä ja varmistaisi ohjeistuksen toimivuuden monipuolisesti.

Yhteenvedona voidaan todeta, että havainnointi toi esiin keskeisiä haasteita, kuten ohjeistuksen puutteellisuuden, dokumentoinnin hajanaisuuden ja resursien hallinnan ongelmat. Uusi, selkeämpi ohjeistus tarjosi ratkaisun näihin haasteisiin. Työprosessi muuttui yhtenäisemmäksi, dokumentoinnin laatu parani, ja työtehtävien jakaminen useamman osaajan kesken vähensi organisaation riippuvuutta yksittäisistä työntekijöistä. Tämä paransi työn laatua ja tehokkuutta sekä vahvisti toiminnan jatkuvuutta. Havainnoinnin tulokset ja niiden pohjalta tehdyt kehitystoimenpiteet tukevat aiempaa tutkimusta ja käytäntöjä, joiden mukaan selkeä ohjeistus ja yhtenäinen dokumentointi ovat avainasemassa prosessien tehokkuuden ja laadun parantamisessa.

5.2 Kyselyn analyysi

5.2.1 Vesilaitoksen koko suhteessa sprinkleriliitoksiin

Kyselyyn osallistuneiden vesilaitosten tuloksista selviää, että suurin osa tarjoaa sprinkleriliitoksia vesilaitoksen vesijohtoverkkoon, mikäli verkoston kapasiteetti antaa myöden. Vesilaitos, joka ei tarjoa laisinkaan sprinkleriliitoksia oli pieni kokoinen vesilaitos, joilla kapasiteetin riittämättömyys saattaa olla yhtenä syynä tälle. Sprinkleriliitosten tarjoaminen on vesilaitoksen tarjoama lisäpalvelu, sillä laki ei velvoita vesilaitoksia tarjoamaan sammutusvettä kiinteistöjen sprinklerilaitteistolle suoraan vesijohtoverkostosta. Vesilaitokset, jotka tarjoavat tätä mahdollisuutta toiminta-alueensa asiakkailleen mahdollisesti kokevat parantavansa ja tukevansa arvoja asiakaspalveluhenkisenä toimijana.

Pienimpien vesilaitosten osalta sprinkleriliittymien tarjoaminen asiakkaille on jakautunut kahteen ryhmään: osalla laitoksista liittymiä voidaan tarjota, kun taas toisilla niiden tarjoaminen ei ole mahdollista. Mikäli liitoksia tarjotaan ei kohteelle sitouduta toimittamaan tiettyä toimitusvesimäärää. Pienimmillä vesilaitoksilla henkilöstön työtuntien rajallisuus rajoittaa vesilaitoksen sisäisen mallinnusosaamisen kehittämistä. Ajan ja resurssien käyttämistä mallinnusosaamisen kehittämiseen ei välttämättä nähdä ensisijaisena tai tarpeellisena kehityskohteena. Syynä voi olla usean tekijän yhdistelmä, miksi kyseiseen ratkaisuun on päädytty yleisemmin pienemmillä vesilaitoksilla.

Keskikokoisten vesilaitosten vastaukset erosivat osittain pienempien vesilaitosten vastauksista. Kaikilla vastanneilla keskikokoisilla laitoksilla sprinkleriliittymien myöntämisen yhteydessä tehdään mallinnukset. Kuitenkin laitosten välillä on eroja siinä, kuka mallinnukset suorittavat: joissakin tapauksissa ne tekee vesilaitoksen oma henkilökunta sisäisellä osaamisella, kun taas toisissa käytetään ulkopuolista konsulttia tai näiden kahden yhdistelmää, jossa pääpaino on sisäisellä mallinnusosaamisella.

Keskikokoluokan laitoksissa kaikissa sitoudutaan toimitusvesimääriin ja tarkastellaan vesilähteiden määrät ja vesien syöttösuunnat. Kirjallista ohjeistusta mallinnuksesta ei kuitenkaan ole tämän kokoluokan vastaajilla.

Isoimmilla vesilaitoksilla oli huomattavia eroja sprinklerikäytännöissä pienempiin vesilaitoksiin verrattaessa. Kyselyn kaikki isoimmat vesilaitokset tarjoavat sprinkleriliittoksia, sitoutuvat tiettyyn toimitusvesimäärään ja/tai toimituspaineeseen. Isoimmilla vesilaitoksilla sprinklerikohteiden mallintamisessa käytetään pääsääntöisesti talon omaa mallinnusosaamista, mutta tarvittaessa voidaan hyödyntää myös konsultin apua. Suurilla laitoksilla yhdellä kolmasosasta oli karkeaa sisäistä ohjeistusta mallintamisesta. Eli suurimmaksi osaksi myös isommilta vesilaitoksilta puuttuu kirjallista ohjeistusta, joten tämä ei ole ainoastaan pienten ja keskikokoisten laitosten puute.

5.2.2 Sprinkleriliittymän toimitusvirtaama ja -paine

Valtaosa vesilaitoksista 75 % sitoutuu toimittamaan tietyn toimitusvirtaaman ja toimituspaineen sprinklerikohteille. Tämän mukaan voidaan päätellä, että on olemassa yleinen preferenssi myöntää ja samalla rajoittaa vedensaantia kiinteistöjen yksityisille sprinklerilaitteistoille. Tällä voidaan taata se, että verkostosta ei oteta ylisuuria määriä, jotka voisivat haitata verkoston vedenjakelun toimintaa. Vesilaitoksen päätoimintana on toimittaa talousvettä toiminta-alueensa asukkaille, jokapäiväiseen veden käyttöön. Kaksi kahdeksasta (25 %) vesilaitoksista ei sitoudu toimittamaan mitään tiettyä toimitusvesivirtaamaa. Tämä viittaa siihen, että vastanneilla vesilaitoksilla on toimintatapoja, jotka poikkeavat enemmistön vastausprosentista, jotka lupautuvat toimittamaan luvattua toimitusvesimäärää ja -painetta. Eroavaisuudet voivat liittyä jakeluverkoston kapasiteettiin ja/tai mallinnusosaamiseen. Alueilla, joilla ei luvata mi-

tään toimitusvesimäärää, on kiinteistönomistajan oltava tästä tietoinen. Sprinklerilaitteistoa vaativalle kiinteistölle ratkaisuksi voi jäädä täyden tilavuuden sammutusvesisäiliön rakentaminen.

5.2.3 Sprinkleriliitosten mallintaminen

Valtaosa vesilaitoksista vastasi myöntävästi sprinkleriliittymien mallinnuskysymykseen, että mallinnetaanko heillä sprinkleriliitoksia. Vastauksista voidaan päätellä, että vastaajien kesken vallitsee laaja mallinnuskäytäntö. Mallinnuksesta on tullut laajasti käytössä oleva työkalu, jonka avulla pyritään muun muassa hallinnoimaan ja varmistamaan verkoston vedenriittävyys kaikille käyttövesikuluttajille. Mallinnuksen käytön avulla on mahdollista edistää veden virtaaman ja paineen riittävyyden arviointia. Tämä on oleellista niin sprinklerijärjestelmien toiminnan suunnittelun kannalta kuin verkoston kapasiteetin riittävyyden kannalta.

5.2.4 Sisäistä vai ulkoista mallinnusosaamista

Yli puolet vastaajista hoitaa sprinkleriliittymien mallinnuksen täysin sisäisellä osaamisella. Tästä voidaan päätellä, että enemmistöllä vastanneista vesilaitoksista on vahvaa sisäistä osaamista sprinkleriliitosten verkostomallinnuksessa. Tästä voidaan päätellä, että osalla vesilaitoksilla on riittävä tekninen osaaminen ja resurssit vesijohtoverkostomallinnuksen toteuttamiseen oman organisaation sisällä. Sisäiseen osaamiseen keskittäminen voi myös heijastaa sitä, että tällaista osaamista pidetään tärkeänä ja osaaminen halutaan säilyttää organisaation sisällä. Mikäli mallinnuksia tulee tehtäväksi paljon, voi se olla myös taloudellisesti kannattavampaa kuin suorittaa kaikki mallinnukset ostopalveluna ulkopuolisilta asiantuntijoilta. Neljäsosa vastanneita käyttää mallinnuksessa pääosin sisäistä osaamista, mutta turvautuu joskus ulkopuoliseen konsultointiin tietyissä projekteissa. Tämä osoittaa joustavan ja tarpeisiin mukautuvan toimintamallin, jossa ulkopuolinen apu tuo tarvittaessa lisäarvoa. Pienellä osalla vesilaitoksilla on tarve ulkoistaa sprinkleriliittymien vaikutus verkostoon kokonaan. Tämä voi kertoa siitä, että pienemmillä vesilaitoksilla ei välttämättä ole riittävästi resursseja osajien kouluttamiseen tai uusiin ohjelmisto hankintoihin, jolloin ulkoistaminen voi olla käytännöllinen ja mahdollisesti ainut ratkaisu.

5.2.5 Verkostomallinnuksen kirjallinen ohjeistus

Isolla osalla vastanneista vesilaitoksista ei ollut kirjallisia ohjeistuksia siitä, miten sprinklereiden vedenoton vaikutuksia vesijohtoverkoston painetasoihin tulisi mallintaa. Tämä antaisi ymmärtää, että mallintaminen ei ole standardisoitua ja toimintatavat voivat vaihdella laitoksesta toiseen. Kirjallisten ohjeiden puuttuminen saattaa johtaa haasteisiin esimerkiksi uusien työntekijöiden perehdyttäessä. Kahdella kahdeksasta vastaajista oli jonkinasteinen toimintatavan ohjeistus sprinkleriliittymien mallintamiselle, mutta yleisesti ottaen yksityiskohtaisia ja yhdenmukaisia sprinkleriliittymien mallinnusohjeita ei ole. Kyseessä on sprinkleriliittymien myöntämiseen liittyvä prosessi, josta saattaa olla olemassa karkeita perusohjeita, mutta ei yksityiskohtaisempia ja yhdenmukaisia ohjeita. Ohjeiden laatimiseen ei joko ole riittäviä resursseja tai tarvetta ei ole tunnustettu. Yhdenmukaisten ohjeiden puuttuminen voi kuitenkin johtaa työn epätasalaatuisuuteen.

Pieni osa vastaajista kertoi hyödyntävänsä ohjelmistotoimittajan tarjoamia ohjeita, joiden laadussa voi olla vaihtelua eri ohjelmistotoimittajien välillä. Analyysin kirjoitushetkellä ei ole tietoa siitä, mitä kaikkea ohjelmistotoimittajien ohjeistuksessa on otettu huomioon. Vaikuttaa siltä, että ohjelmistotoimittajan ohjeisiin luotetaan usein niiden riittävyyteen verkostomallinnuksessa, mikä voi olla käytännöllistä, koska vesilaitoksen ei tarvitse käyttää omia aikaresurssejaan ohjeiden laatimiseen, jos ohjelmistotoimittajan ohjeet katsotaan olevan riittävät vesilaitoksen tarpeisiin. Toisaalta tällainen käytäntö voi kuitenkin rajoittaa ja haitata räätälöintiä vesilaitoksen erityistarpeisiin sopivaksi ja aiheuttaa tietynlaista ohjelmistoriippuvuutta ohjelmistotoimittajan tarjoamista ratkaisuista.

Kirjallisten ohjeiden merkityksellisyyttä on arvioitu useista näkökulmista. Joissakin tapauksissa resurssien puute, kuten ajan ja rahan riittämättömyys, on voinut estää vesilaitoksen omien ohjeiden laatimisen. Toisaalta on mahdollista, ettei sprinkleriliittymien vaikutusten mallintamista ole koettu riittävän merkitykselliseksi tai tärkeäksi. Usein on saatettu päätyä helppoon ja käytännölliseen ratkaisuun, joka on nähty riittävän hyväksi sekä hyväksyttäväksi sen yksinkertaisuuden vuoksi. Esimerkiksi on saatettu käyttää ohjelmistotoimittajan ohjeita, ulkoistaa mallinnus liittyjän kustannuksella tai päättää olla tarjoamatta

sprinkleriliitoksia lainkaan. Näin on saatettu toimia niillä resursseilla, joita on ollut saatavana ja vesilaitoksen asetetuilla prioriteeteilla.

Toiminnassa havaittavaan ongelmaan tai haasteeseen, on helpompi reagoida, ja löytää ratkaisu tavalla, joka mahdollistaa pärjäämisen. Ilman selkeitä ohjeistuksia toiminnassa saattaa kuitenkin muodostua yksilöllisiä toimintatapoja, jotka perustuvat henkilökohtaisiin tulkintoihin. Tämä voi johtaa toiminnan epäyhtenäisyyteen ja laadun vaihteluun.

Ohjeistusten tarkoituksena on ohjata toimintaa yhtenäisesti ja auttaa saavuttamaan tavoiteltu laatutaso. Niiden avulla voidaan varmistaa, että toiminta pysyy johdonmukaisena ja laadukkaana riippumatta siitä, kuka tehtävää suorittaa. Ohjeita ei tarvitse osata ulkoa, mutta niiden sisältö on hyvä tuntea ja osata hyödyntää tarvittaessa.

5.2.6 Veden syöttösuuntien tarkastelu

Valtaosassa vesilaitoksissa tarkastellaan sprinklerikohteiden veden saannin suunnat. Veden saannin suuntien tarkastelulla parannetaan vedenjakelun luotettavuutta ja varmuutta kohteelle. Esimerkiksi runkolinjan mahdolliset putkirikot eivät aiheuta tapahtuessaan merkittävää haittaa sprinklerikohteen veden saannille. Pieni osa vastaajista ei tällaista tarkistusta tee, koska eivät tarjoa ollenkaan sprinkleriliitoksia. Jos vedenoton suuntia ei tarkastella erikseen ei vesilaitos voi aidosti tarjota tiettyä toimitusvesimäärää B-luokkaiselle sprinklerille.

5.2.7 Vesilähteiden lukumäärän huomioiminen

Puolet vastanneista vesilaitoksista huomioivat tarkastelussa vesilähteiden määrän sprinklerimallinnuksia tehdessä. Vesilähteiden määrien huomioiminen mallinuksessa auttaa takaamaan riittävän veden saannin myös toiminnallisissa poikkeustilanteissa. Näitä voivat esimerkiksi olla tilanteet, joissa veden kulku vesilähteestä mallinnettavaan sprinklerikohteeseen on estynyt.

Lähes 40 % vastaajista ei huomioi vesilähteiden määrää sprinkleriliittymiä mallintaessa. On mahdollista, että vesilähteiden määrän huomiotta jättämisessä sprinklerikohteet voivat olla alttiimpia vesikatkojen tai verkostohäiriöiden

aiheuttamille haasteille. Toimintatavassa ollaan johdonmukaisia kaikissa koh-teissa. Verkosto voi olla rakennettu myös siten, että sellaista tilannetta ei ole, että mikään alue ei ole yhden vesilähteen varassa, jolloin erilliselle tarkaste-lulle ei ole tarvetta. Tämä voi olla hyvin ideologinen tilanne, jota ei välttämättä todellisuudessa ole mahdollista toteuttaa esimerkiksi laajan toiminta-alueen vuoksi. On myös mahdollista, että vesilähteet on turvattu hyvin varareiteillä ja mahdollisilla pumppaamoilla, jotta tarvetta vesilähteen tarkasteluille ei ole sillä vettä on aina saatavilla verkostoon ja sen jatkokäyttäjille kuten sprinkleriliitty-jille.

Reilu kymmenen prosenttia kyselyyn vastanneista vesilaitoksista tarkastelee vesilähteiden lukumäärän tapauskohtaisesti. Syynä voi olla sprinklerikohteen sijainti vesijohtoverkossa, vesilähdeluokka tai muut olosuhteet. Tällainen ta-pauskohtainen tarkastelu voi kuitenkin aiheuttaa epäjohdonmukaisuutta ve-silähteiden määrien tarkastelussa.

5.2.8 Mallinnusohjelman käyttö

Käytetyistä mallinnusohjelmista suosituimmaksi nousi Fluiditin mallinnusoh-jelma. Tämä antaa sen kuvan, että Fluidit on laajasti käytetty työkalu verkosto-mallinnuksessa vesilaitosten keskuudessa. Se, että kyseinen työkalu on otettu käyttöön monessa vesilaitoksessa, saattaa viitata sen hyviin ominaisuuksiin tai siihen, että se on tarjonnut vastanneille vesilaitoksille parhaan hinta-laatu-suhteen. Valintaan on voinut erityisesti vaikuttaa paikallinen tuki Suomesta. (Support 2024.) Ohjelma on moderni ja ketterä hydraulisen vedenjakelujärjes-telmän mallinnukseen (Fluidit water 2024).

Toinen vastaajien käyttämä mallinnusohjelmia on Epanet. Epanet on laajasti ja vapaasti käytettävissä oleva ohjelmistosovellus vedenjakelun hydraaliseen mallintamiseen. Epanet:in toiminnallisuudet voivat olla rajallisemmat verratta-essa kaupallisiin ohjelmistoihin kuten Fluiditiin ja WaterGEMSiin, mutta se mahdollistaa mallinnuksen tekemisen kaiken kokoisille vesilaitoksille. (Applica-tion for... 2024.) Yksi kahdeksas osa vastaajista ei käytä mitään mallinnusoh-jelmaa, joka on ymmärrettävää, mikäli laitoksella ei verkostomallinnusta tehdä laisinkaan tai ainakaan sprinklerikohteisiin liittyen.

WaterGEMS on Bentlyn vedenjakelunjärjestelmien hydraulisten mallien rakentamiseen kehitetty ohjelmisto, jota HSY hyödyntää omissa verkoston mallinustarpeissa (Bently 2024). Vaihtoehtoiset skenaariot tarkoittavat mahdollisten tulevaisuuden tilanteiden kuvauksia, joiden avulla voidaan ottaa huomioon myös poikkeavat ja odottamattomat tilanteet. Kaupallisten sovellusten ohjelmat ovat luultavammin helppokäyttöisempiä kuin ilmaisversiot, mistä saattaa johtua, että vastaajista suurin osa suosii sprinklerimallinnuksessa kaupallisia ohjelmistoja. Kuitenkin myös perustoiminnot omaava Epanet varmasti ajaa asiansa muita ohjelmistoja edullisimmalla kustannuksella.

5.2.9 Vesijohtomallinnuksen haasteet ja ratkaisut

Avoimien kysymysten vastauksista käy ilmi, että vesijohtomallinnuksessa on havaittu sekä teknisiä, että käytännön haasteita. Mallinnuksen tarkkuus riippuu lähtötietojen laadusta, ja esimerkiksi pumppaamoiden tarkkojen tietojen tai verkoston osien, kuten putkitietojen, puutteet voivat vaikeuttaa tarkkaa mallintamista. Verkostotiedon ja laitosten ohjausparametrien ajantasaisuus korostuu, ja tämä vaatii jatkuvaa tiedonhallinnan kehittämistä.

Henkilöstöressurssien ja ajan riittämättömyys on toinen merkittävä haaste, mikä voi lisätä ulkopuolisten konsulttien käytön tarvetta. Koestusten mallintamisen ja siihen liittyvien sopimusten selkiyttämisessä on myös havaittu kehitystarpeita. Ratkaisuksi on ehdotettu maksujen perimistä, sillä koestukset aiheuttavat lisätyötä vesihuoltolaitoksille ja sen henkilöstölle. Haasteita syntyy myös asiakasrajapinnassa, sillä tietyt erikoismallinnukset, kuten sprinkleriliittymien mallinnus, ei kuulu kaikkien vesilaitosten tarjoamiin palveluihin. Tämä voi puolestaan aiheuttaa epäselvyyttä asiakkaiden keskuudessa. Koska sprinkleriliitoksen tarjoamista ei ole laissa määritelty, jää tämä vesihuoltolaitoksen omaan harkintaan, miten kyseinen palvelu suoritetaan vesilaitoksella.

Lopuksi on tunnistettu tarve luoda sisäisiä ohjeita mallinnusten ja tulosten analysoinnin selkeyttämiseksi ja yhdenmukaistamiseksi, mikä edistäisi mallinnusprosessin sujuvuutta ja järjestelmällisyyttä.

6 JOHTOPÄÄTÖKSET

Työn tuloksena syntyi selkeä ja tiivis toimintaohje sprinkleriliittymien mallintamiseen ja mallinnustulosten tulkitsemiseen HSY:n sisäiseen käyttöön. Ohjeistus yhdenmukaistaa käytäntöjä, tukee työn laatua ja toimii perehdytyksen välineenä myös uusille työntekijöille. Selkeä rakenne ja ytimekäs sisältö vähentävät tulkinnanvaraisuutta ja virheiden riskiä verkostomallinnuksessa. Sprinkleriliittymien mallintamisen toimintaohjetta ei liitetä opinnäytetyön liitteeksi, koska ohje sisältää malliesimerkkejä todellisista HSY:n vesihuoltoverkoston kohteista. Vesihuoltoverkostotieto on luokiteltu luonteeltaan kriittiseksi ja turvallisuussyistä ohjetta ei voida julkaista verkossa.

Työn lähtökohtana olivat suulliset ja sisäiset periaatteet, jotka koskivat sprinkleriliittymien palvelulupausta ja hyväksymisperusteita, mutta tarkempaa ohjeistusta mallinnukselle ei ollut. Kyselyn perusteella ilmeni, että vaikka suurin osa vesilaitoksista mallintaa sprinkleriliittymiä, kirjalliset ohjeet puuttuivat monilta. Tämä johtaa epäyhtenäisiin käytäntöihin ja lisää mahdollisten virheiden riskiä. Havaintojen perusteella laadittiin toimintaohjeistus, joka tarjoaa selkeät toimintatavat, tukee perehdyttämistä ja toimii muistilistana myös kokeneemmille verkostomallintajille. Ohjeistus parantaa työn laatua ja tukee eri verkostomallinnustilanteita. Ohjeistus pidettiin mahdollisimman tiiviinä, jotta sen ydinasiat eivät hukkuisi liiallisen tietomäärän joukkoon. Selkeän ohjeen tavoitteena on olla yksiselitteinen ja vähentää täten ohjeiden tulkinnanvaraa.

Kyselytuloksissa ilmeni, että vesilaitosten käytännöissä on suuria eroja, erityisesti toimitusvesimäärien lupaamisessa ja sprinkleriliittymien mallinnuksessa. Joissakin laitoksissa ei tarjota sprinkleriliittymiä lainkaan, kun taas toiset eivät sitoudu toimittamaan tiettyä virtaamaa. Yhteistä oli kuitenkin mallinnuksen hyödyntäminen ja vedenjakelusuuntien tarkastelu. Vaikka mallinnus on yleinen käytäntö, kirjallisten ohjeiden puute korostui monissa vesilaitoksissa. Tämä osoittaa, että vesihuoltoalalla on kehityspotentiaalia myös yhtenäisten käytäntöjen luomiseksi. Vesilaitosten välinen yhteistyö ja tiedon jakaminen voisivat tulevaisuudessa parantaa toimintatapoja ja vähentää virheriskiä.

Sähköinen ohjeistus on helposti päivitettävissä, mikä helpottaa sen ajantasaisena pitämistä. Ohjeistusten ylläpitäminen ajantasaisena tulee aina vaatimaan

jonkin verran työtä vesilaitokselta. Ohjeistusta voidaan tulevaisuudessa täydentää esimerkiksi sammutusvesialtaiden käytännöillä, joka auttavat huomioimaan tällaiset ratkaisut paremmin vesijohtoverkoston kannalta. Sprinklerijärjestelmien merkitys paloturvallisuudelle on suuri, ja todenmukainen verkostomallinnus auttaa takaamaan riittävän vedenjakelun kaikille käyttäjille.

Rajoitteina työssä olivat kyselytulosten edustavuus, johon vaikutti rajallinen otanta ja alhainen vastausprosentti. Kyselyn vastauksia pidettiin kuitenkin arvokkaina niiden asiantuntijalähtöisyyden vuoksi. Jatkokehityksenä voisi tarkastella vesilaitostenvälistä yhteistyötä ja tiedon jakamista verkostomallinnuksen osalta. Tutkimuksessa voitaisiin selvittää, miten Suomen vesilaitokset voisivat jakaa osaamista ja hyviä käytäntöjä verkostomallinnuksessa sekä hyötyä toistensa kokemuksista.

HSY sai työn tuloksena käyttöönsä konkreettisen välineen, joka yhtenäistää toimintatapoja, tehostaa työskentelyä ja tukee päätöksentekoa sprinkleriliittymien verkostomallinnuksessa.

LÄHTEET

AFRY. 2019. Pöyry Finland Oy vaihtaa nimensä AFRY Finland Oy:ksi. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://afry.com/fi-fi/uutiset/uutinen/poyry-finland-oy-vaihtaa-nimensa-afry-finland-oyksi> [viitattu 24.11.2024].

Application for modeling drinking water distribution systems. 2024. EPA United States Environmental Protection Agency. WWW-dokumentti. Päivitetty 08.05.2024. Saatavissa: <https://www.epa.gov/water-research/epanet> [viitattu 28.09.2024].

Bentley. 2024. OpenFlows water. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://www.bentley.com/software/openflows-water-1/> [viitattu 28.09.2024].

CEA Insures of Europe. 2007. Sprinklerilaitteistot suunnittelu ja asentaminen FK-CEA 4001:2007-06. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://docplayer.fi/4565020-Sprinklerilaitteistot-suunnittelu-ja-asentaminen.html> [viitattu 09.11.2024].

Ceo Water Mandate UN Global Compact. 2017. What do “water scarcity”, “water stress”, and “water risk” actually mean? WWW-dokumentti Saatavissa: <https://ceowatermandate.org/posts/water-scarcity-water-stress-water-risk-actually-mean/> [viitattu 09.11.2024].

Etelä-Savon elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus. 2023. Kyberturvallisuus vesihuollossa. PDF-dokumentti. Saatavissa: https://www.doria.fi/bitstream/handle/10024/187980/Raportti_kyberturvallisuus_vesihuollossa.pdf?sequence=1&isAllowed=y [viitattu 10.11.2024].

Finnish Consulting Group FCG. 2011. Sprinkleriopas: sprinklerilaitteistojen liittäminen vesihuoltolaitoksen vesijohtoverkostoon. PDF-dokumentti. Luentomateriaali. Vesihuoltopäivät 2011, Kokkola, 10.11.2011 [viitattu 10.01.2024].

Fluidit. 2024. Fluidit water. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://fluidit.com/software/fluidit-water/> [viitattu 28.09.2024].

Fluidit. 2024. Support. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://fluidit.com/support/> [viitattu 28.09.2024].

Helsingin seudun ympäristöpalvelut HSY. 2013. HSY vesihuollon sprinkleriliittymien yleiset toimitusehdot. HSY. PDF-dokumentti. Saatavissa: https://www.hsy.fi/globalassets/vesi-ja-viemarit/tiedotot/sprinkleri_toimitusehdot_lr.pdf [viitattu 29.11.2023].

Helsingin seudun ympäristöpalvelut HSY. 2014. Sprinkleriliittymien nykyiset hyväksymisperusteet. WORD-dokumentti. Intranet.

Helsingin seudun ympäristöpalvelut HSY. 2024a. Parannamme yhteishankkeella vesihuollon toimintavarmuutta ja kyberturvallisuutta. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://www.hsy.fi/hsy/ajankohtaista/tiedotteet/parannamme-yhteishankkeella-vesihuollon-toimintavarmuutta-ja-kyberturvallisuutta/> [viitattu 10.11.2024].

Helsingin seudun ympäristöpalvelut HSY. 2024b. Vesi ja viemärit. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://www.hsy.fi/vesi-ja-viemarit/> [viitattu 15.09.2024].

IFSEC Global. 2024. Fire Sprinkler Systems: A beginner's guide. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://www.ifsecglobal.com/fire-sprinkler-systems/> [viitattu 10.01.2024].

Kriik, G. 2022. Muutosjohtaminen – mitä, miten ja miksi? Blogi. Julkaistu 03.01.2022. Saatavissa: <https://www.arter.fi/muutosjohtaminen-mita-miten-ja-miksi/> [viitattu 05.11.2024].

Kyrönseppä, R. 2014. Sprinkleriliittyjien palvelulupaus käytännössä. Helsingin seudun ympäristöpalvelut HSY. PDF-dokumentti. Intranet.

Liitoskohtalausunnon tilaajan ohjeet s.a. Helsingin seudun ympäristöpalvelut HSY. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://www.hsy.fi/vesi-ja-viemarit/liittyminen-vesi-ja-viemariverkostoihin/liitoskohtalausunnon-tilaajalle/> [viitattu 05.11.2024].

Pelastuslaki 29.4.2011/379.

Quentic. 2024. EU:n direktiivi yrityksen kestävä kehityksen raportoinnista (CSRD). WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://www.quentic.fi/asiantuntija-artikkelit/csrd-101/> [viitattu 09.11.2024].

Rouso, B. Z. & Gong, J. 2023. Smart water networks: A systematic review of applications using high-frequency pressure and acoustic sensors in real water distribution systems. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://www.sciencedirect.com/topics/engineering/hydraulics-model> [viitattu 10.11.2024].

SFS-EN 12845:2015 + A1:2019/Korjaus:2020. 2020. Kiinteät palonsammutusjärjestelmät. Automaattiset sprinklerilaitteistot. Suunnittelu, asennus ja huolto.

Sosiaali- ja terveysministeriön asetus talousveden laatuvaatimuksista ja valvontatutkimuksista 17.11.2015/1352.

Sprinkleriliittymien tilaukset s.a. Helsingin seudun ympäristöpalvelut HSY. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://www.hsy.fi/vesi-ja-viemarit/liittyminen-vesi-ja-viemariverkostoihin/sprinkleriliittymien-tilaukset/> [viitattu 21.10.2024].

Sprinklerisopimuksen yleiset sopimusehdot s.a. Helsingin seudun ympäristöpalvelut HSY. PDF-dokumentti. Saatavissa: <https://www.hsy.fi/vesi-ja-viemarit/sprinkleriliittymien-tilaukset/> [viitattu 29.03.2024].

Suomi, K. 2019. Mallinnuksella tehdään pienoismalli vesijohtoverkostosta. *Vesipiste* 02/2019, 20–21. Verkkolehti. Saatavissa: https://issuu.com/vesi-huolto/docs/vesi_2_2019_lopullinen/s/12258594 [viitattu 10.11.2024].

Suomen Vesilaitosyhdistys ry VVY. 2020. Sprinkleritestauksen hyvät käytännöt. Helsinki: Suomen Vesilaitosyhdistys ry. PDF-dokumentti. Saatavissa: <https://www.vvy.fi/verkkokauppa/tuotteet/sprinkleritestauksen-hyvät-kaytannot/> [viitattu 30.03.2024].

Suomen ympäristökeskus. 2021. Talousveden laatu. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://www.vesi.fi/vesitieto/talousveden-laatu/> [Viitattu 9.11.2024].

Tonttijohtojen suunnittelu s.a. Helsingin seudun ympäristöpalvelut HSY. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://www.hsy.fi/vesi-ja-viemarit/liittyminen-vesi-ja-viemariverkostoihin/tonttijohdot/tonttijohtojen-suunnittelu/> [10.11.2024].

Työturvallisuuskeskus TTK s.a. Perehdyttäminen ja työnopastus. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://ttk.fi/tyoturvallisuus/vastuut-ja-velvoitteet/tyonantajan-yleiset-velvollisuudet/perehdyttaminen-ja-tyonopastus/> [viitattu 05.11.2024].

Työterveyslaitos TTL s.a. Kunnollinen perehdytys kannattaa aina. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://www.ttl.fi/teemat/tyohyvinvointi-ja-tyokyky/tyoura/kunnollinen-perehdytys-kannattaa-aina> [viitattu 05.11.2024].

Valvira sosiaali- ja terveysalan lupa- ja valvontavirasto s.a. Talousvesi ja lämmin käyttövesi. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://valvira.fi/terveydensuojelu/talousvesi> [viitattu 09.11.2024].

Vesisammutuslaitteiston tekniset tiedot s.a. Helsingin seudun ympäristöpalvelut HSY. PDF-dokumentti. Saatavissa: https://www.hsy.fi/globalassets/vesi-ja-viemarit/tiedostot/spr_tekniset_tiedot_uusi_liittyma.pdf [viitattu 29.11.2023].

Vesihuoltolaki 9.2.2001/119.

Ympäristöministeriö. 2007. D1 Kiinteistöjen vesi- ja viemärilaitteistot - Määräykset ja ohjeet 24.1.2007.

Ympäristöministeriö. 2017. Asetus rakennusten vesi- ja viemärilaitteistoista 22.12.2017/1047.

Ympäristöministeriö. 2019. Asetus rakennusten vesilaitteistoihin tarkoitettujen vesikalusteiden olennaisista teknisistä vaatimuksista 11.04.2019/497.

Wu, D., Guillemain, D. & Marshall, A.W., 2007. A modeling basis for predicting the initial sprinkler spray. *Fire Safety Journal* 42(4), 283–294. Saatavissa: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0379711206001433> [viitattu 10.01.2024].

Liite 1. Google Forms -kysely vesilaitoksille sprinklerin mallinnuksesta

1. Kuinka monta asukasta vesilaitos palvelee?

- Alle 50 000 asukasta
- 50 000-100 000 asukasta
- Yli 100 000 asukasta

2. Tarjoaako vesilaitoksenne liitoksia sprinklereille vesijohtoverkoston?

- Kyllä
- Ei
- Muu: _____

3. Luvataanko sprinklerikohteille tiettyä toimitusvirtaamaa tai toimituspainetta?

- Kyllä
- Ei
- Muu: _____

4. Mallinnetaanko sprinkleriliitoksia?

- Kyllä
- Ei
- Muu: _____

5. Hoidetaanko vesijohtoverkostomallinnus vesilaitoksen sisäisesti vai käytetäänkö ulkopuolista osaamista esimerkiksi konsulttia?

- Sisäinen osaaminen
- Ulkopuolinen osaaminen
- Muu: _____

6. Löytyykö vesilaitokselta kirjallista ohjeistusta sprinklereiden mallintamiseen tai vesijohtoverkostomallinnukseen?

Kyllä

Ei

Muu: _____

7. Tarkastellaanko sprinklerikohteesta monestako suunnasta vettä olisi saatavissa?

Kyllä

Ei

Muu: _____

8. Huomioidaanko sprinklerikohteissa verkoston vesilähteiden lukumäärää?

Kyllä

Ei

Muu: _____

9. Mitä mallinnusohjelmaa vesilaitoksella käytetään mallinnukseen?

Fluidit

WaterGEMS

Ei mitään

Muu: _____

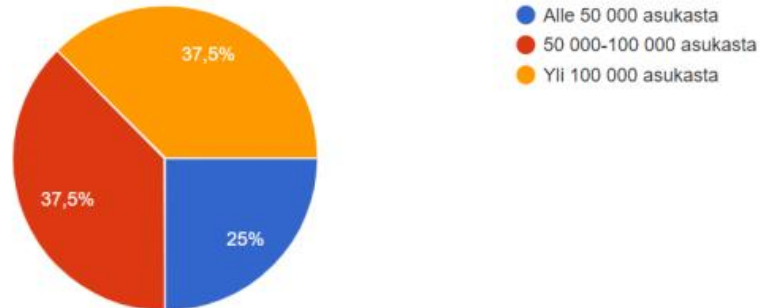
10. Onko jotain haasteita mitä vesijohto mallinnuksessa voi ilmetä ja miten ne voitaisiin ratkaista?

Oma vastauksesi

Liite 2. Google Forms -kyselyn ympyräkaaviot

1. Kuinka monta asukasta vesilaitos palvelee?

8 vastausta



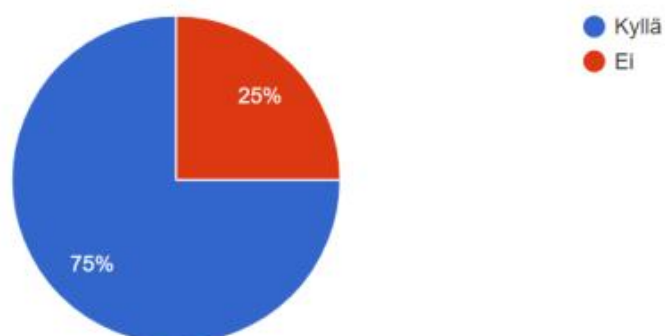
2. Tarjoaako vesilaitoksenne liitoksia sprinklereille vesijohtoverkoston?

8 vastausta



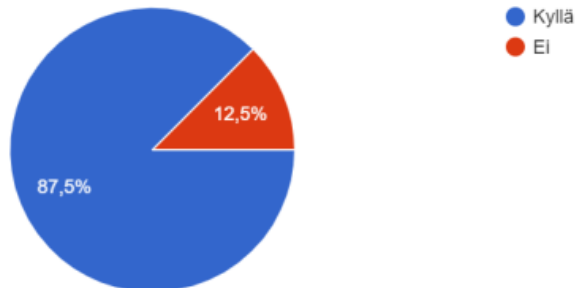
3. Luvataanko sprinklerikohteille tiettyä toimitusvirtaamaa tai toimituspainetta?

8 vastausta



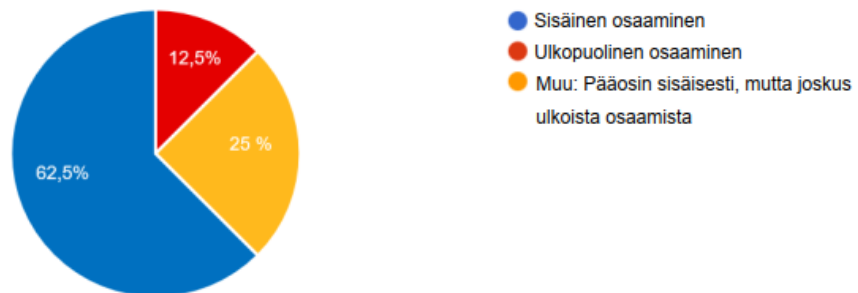
4. Mallinnetaanko sprinkleriliitoksia?

8 vastausta



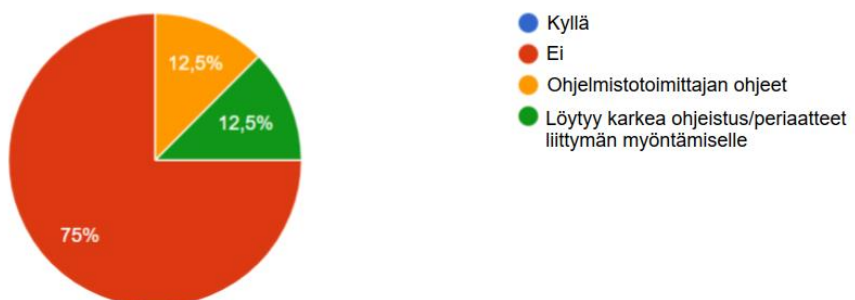
5. Hoidetaanko vesijohtoverkostomallinnus vesilaitoksen sisäisesti vai käytetäänkö ulkopuolista osaamista esimerkiksi konsulttia?

8 vastausta



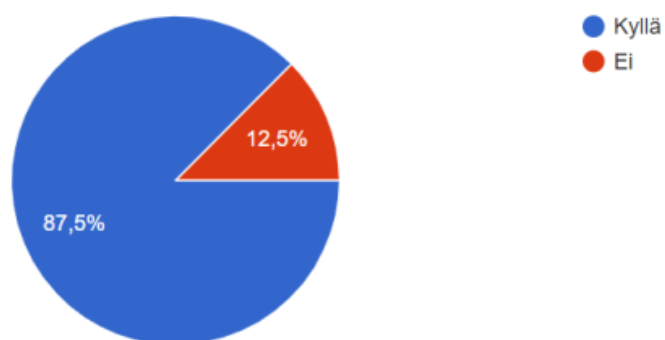
6. Löytyykö vesilaitokselta kirjallista ohjeistusta sprinklereiden mallintamiseen tai vesijohtoverkostomallinnukseen?

8 vastausta



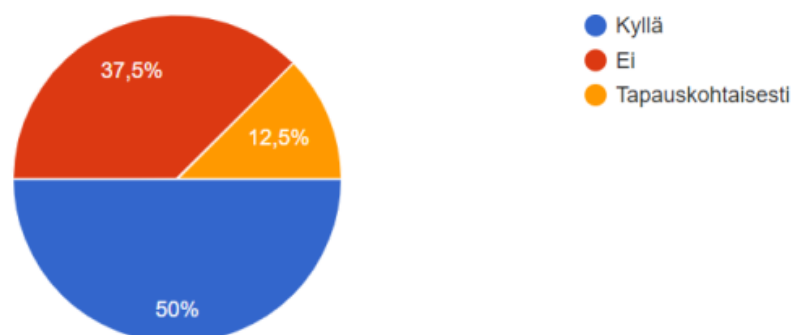
7. Tarkastellaanko sprinklerikohteesta monestako suunnasta vettä olisi saatavissa?

8 vastausta



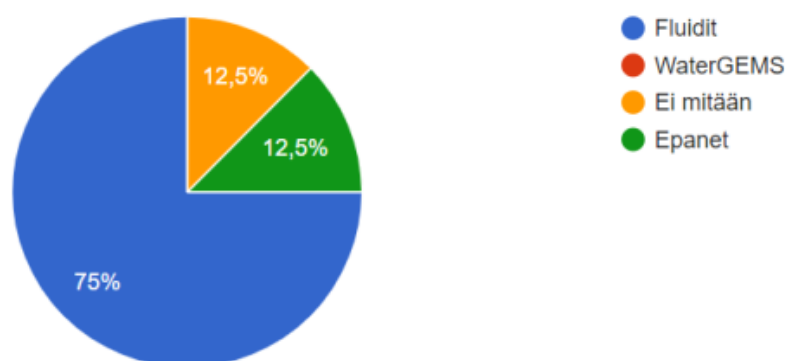
8. Huomioidaanko sprinklerikohteissa verkoston vesilähteiden lukumäärää?

8 vastausta



9. Mitä mallinnusohjelmaa vesilaitoksella käytetään mallinnukseen?

8 vastausta



10. Onko jotain haasteita mitä vesijohto mallinnuksessa voi ilmetä ja miten ne voitaisiin ratkaista?

6 vastausta

Mallinnuksen tarkkuus riippuu lähtötietojen tarkkuudesta, ja esimerkiksi pumppujen ja putkitietojen puutteet voivat tuottaa haasteita.

Mallinnusosaamisen laajentaminen vaatii riittävästi aikaa ja henkilöstöresursseja. Tarvittaessa käytetään konsulttia.

Verkostotiedon ja laitosten ohjausparametrien ajantasaisuuden ylläpito vaatii tiedonhallinnan kehittämistä.

Sopimuksissa olisi kehitettävää ja samoin koestuksen ohjeistamisessa. Koestukset työllistävät mallintajia ja verkostoa, joten tämän maksukäytäntöä tulisi tarkastella.

Sprinkleri mallinnus tulee tehdä erikseen, ja asiakas vastaa mallinnuksen tilaamisesta, jonka hyväksyminen voi olla asiakkaalle vaikeaa.

Tarve laatia sisäinen ohje mallinnusten tekemiseen ja tulosten analysointiin.