

Reetta Parvela

VESIHUOLTOVERKOSTOJEN KUNNOSSAPIDON PARHAAT NYKYKÄYTÄNNÖT JA KEHITTÄMINEN KOHTI ENNUSTAVAA KUNNOSSAPITOA

Opinnäytetyö

Tekniikan ylempi ammattikorkeakoulututkinto

Ympäristötekniikan koulutus (ylempi amk)

2024



**Kaakkois-Suomen
ammattikorkeakoulu**

Tutkintonimike	Insinööri (Ylempi AMK)
Tekijä	Reetta Parvela
Työn nimi	Vesihuoltoverkoston kunnossapidon parhaat nykykäytännöt ja kehittäminen kohti ennustavaa kunnossapitoa
Toimeksiantaja	Ramboll
Vuosi	2024
Sivut	59 sivua, liitteitä 4 sivua
Työn ohjaaja(t)	FT Hannu Poutiainen, TkT Tuija Laakso

TIIVISTELMÄ

Tässä opinnäytetyössä tutkittiin vesihuoltoverkoston kunnossapidon parhaita nykykäytäntöjä sekä ennustavaan kunnossapitoon siirtymisen edellytyksiä ja mahdollisuuksia. Työssä käsitellään kunnossapitoa ennakoivan ja ennustavan kunnossapidon näkökulmista. Ennakoivan ja ennustavan kunnossapidon avulla on mahdollista reagoida häiriö- ja vikatilanteisiin ennen niiden tapahtumista ja näin ollen vähentää niiden määrää.

Opinnäytetyön tutkimusosio suoritettiin suomalaisille vesihuoltolaitoksille suunnatun verkkopohjaisen vesihuoltoverkoston kunnossapitoa koskevan kyselyn sekä vesihuoltolaitosten edustajille suunnatun työpajan avulla. Tutkimustuloksia on osittain täydennetty kirjallisista lähteistä löytyvän tiedon avulla.

Vesihuoltoverkostoista kerättävän tiedon ja sen laadun merkitys korostuu, kun valmistellaan ennustavaan kunnossapitoon siirtymistä. Ennustava kunnossapito hyödyntää verkostoista ja sen laitteista saaduista tiedoista tehtyjä analyysejä. Tätä varten tiedon tulisi olla digitaalisessa ja helposti hyödynnettävässä muodossa. Myös tiedon laatuun tulee kiinnittää huomiota. Tämä on yksi ennustavaan kunnossapitoon siirtymisen keskeisistä edellytyksistä.

Vesihuollon kunnossapitoon liittyviä ohjaustarpeita on tunnistettu alan aiemmissa tutkimuksissa ja julkaisuissa. Tämän opinnäytetyön tutkimustulokset vahvistavat aiemmissa tutkimuksissa havaittuja tarpeita. Kunnossapidolle ei ollut tutkimukseen osallistuneilla laitteilla määritelty erillistä kunnossapitostrategiaa. Erillisiin dokumentteihin hajautuneet strategiset linjaukset koetaan vesihuoltolaitosten edustajien keskuudessa hankalana. Ylipäänsä ylätason kunnossapitotoiminnan ohjaus on suomalaisilla vesihuoltolaitoksilla verrattain vähäistä.

Tiedon analysoinnissa ja tulosten soveltamisessa on kunnossapidon näkökulmasta vielä paljon hyödyntämätöntä potentiaalia. Osa vesihuoltolaitoksista hyödyntää jo nyt digitaalisia tallennusmuotoja, kun taas osa on vasta siirtymässä digitaaliseen tietomuotoon. Tekoälyn hyödyntäminen luo tulevaisuudessa uusia mahdollisuuksia ennustavan kunnossapidon kehittämiselle.

Asiasanat: kunnossapito, vesijohto, viemärointi, vesihuolto

Degree title	Master of Engineering
Author	Reetta Parvela
Thesis title	The best practices of water supply network maintenance and development towards predictive maintenance
Commissioned by	Ramboll
Time	2024
Pages	59 pages, 4 pages of appendices
Supervisor	Dr Hannu Poutiainen, Dr Tuija Laakso

ABSTRACT

The objective of this thesis was to study the best practices of water supply network maintenance, as well as the possibilities in predictive maintenance. In this thesis, maintenance is studied from the perspectives of preventive and predictive maintenance. It is possible to react to malfunctions and failure situations before they occur with the help of predictive maintenance. It is also possible to reduce the number of failure situations.

The research part of this thesis was implemented using a web-based water supply maintenance survey and a workshop about water supply maintenance. The survey and workshop participants were representatives of Finnish water supply plants. The research results were partially supplemented with information found in written sources.

The information collected from water supply networks and its quality are emphasized when talking about switching over to predictive maintenance. Predictive maintenance utilizes analyses made from the data obtained from the water supply networks and their devices. For this, the information should be in a digital and easily usable form. The quality of information is also important. The need for precise guidance for water supply maintenance has been identified in previous studies and publications. The research results of this thesis confirm the needs identified in previous studies. From a maintenance point of view, there is still a lot of untapped potential in the analysis of data and the utilization of analyses. Utilizing artificial intelligence will create new opportunities for the development of predictive maintenance in the future.

Keywords: maintenance, water pipes, sewerage, water services

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	6
2	VESIHUOLTOVERKOSTOT KUNNOSSAPIDON JA OMAISUUDENHALLINNAN NÄKÖKULMASTA	7
2.1	Kunnossapidosta	7
2.1.1	Kunnossapitostrategia	8
2.1.2	Ennakoiva kunnossapito	10
2.1.3	Ennustava kunnossapito.....	11
2.2	Vesihuoltoverkoston kunnossapito.....	13
2.3	OmaisuuDENhallinnasta	15
2.3.1	OmaisuuDENhallintaa määrittävät standardit.....	16
2.3.2	OmaisuuDENhallinnan malli.....	17
2.3.3	Tiedonhallinta	19
2.3.4	Riskienhallinta.....	20
2.4	Vesihuoltoverkosto-omaisuuden hallinta	20
2.4.1	Palvelutasot	21
2.4.2	Tunnusluvut	22
2.5	OmaisuuDENhallinnan ja kunnossapidon suhde.....	23
2.6	OmaisuuDENhallinnan ja kunnossapidon nykytila vesihuoltolaitoksilla	23
2.7	Kunnossapito osana kestäväää kehitystä	25
3	KUNNOSSAPIDON PARHAAT NYKYKÄYTÄNNÖT	26
3.1	Aineisto ja tutkimusmenetelmät	26
3.1.1	Kyselytutkimus.....	26
3.1.2	Työpaja	27
3.2	Tulokset	29
3.2.1	Vesihuoltoverkoston kunnossapitokohteet.....	29
3.2.2	Kunnossapitokohteiden huoltoväli	41
3.2.3	Kunnossapitotoimiin liittyvä tiedonhallinta.....	44

3.2.4	Kunnossapitosuunnitelma.....	46
3.2.5	Kunnossapitotoiminnan strateginen taso	46
3.3	Tulosten arviointi.....	48
3.3.1	Digitalisaation hyödyntäminen	48
3.3.2	Ennustavaan kunnossapitotoon siirtymisen edellytykset ja hyödyt	49
3.3.3	Kunnossapitotöiden ohjaus ja strateginen taso.....	52
3.3.4	Kunnossapitotöiden ohjelmointi ja riskienhallinta.....	53
3.3.5	Sitoutuminen uusiin toimintatapoihin.....	53
3.3.6	Megatrendit.....	54
4	JOHTOPÄÄTÖKSET	54
	LÄHTEET.....	56
	LIITTEET	

Liite 1. Kysely vesihuoltoverkoston kunnossapidosta

1 JOHDANTO

Suomen vesihuoltoverkostoista suurin osa on rakennettu 1970-luvulla tai sen jälkeen (Kuulas ym. 2020, 11). Verkostojen ikääntyminen merkitsee niiden kunnan heikentymistä jossain elinkaaren vaiheessa. Kunnan heikentyminen taas johtaa lisääntyneisiin vika- ja häiriötilanteisiin. Tämä kehityskulku nostaa vesihuoltoverkostojen kunnossapidon roolin merkityksellisyyttä. Vesihuoltoverkostoihin sitoutuu rakennusvaiheessa merkittävä pääoma, jonka säilyttäminen edellyttää verkostojen eliniän aikaista jatkuvaa ja oikea-aikaista kunnossapitoa (Kortelainen ym. 2021, 61).

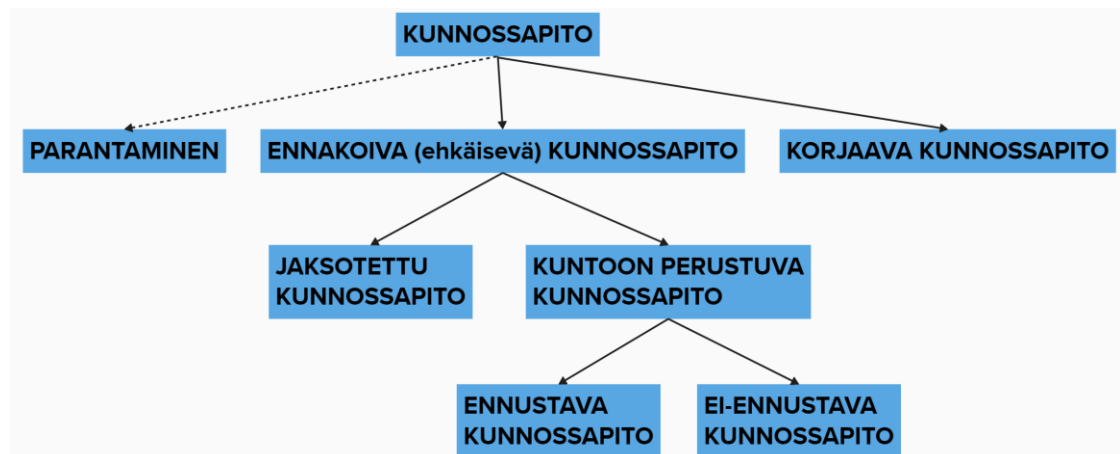
Koko yhteiskunnassa tapahtuvat muutokset näkyvät myös vesihuoltoalalla luoden tarpeita uusille toimintatavoille. Näistä muutostrendeistä esimerkiksi digitalisaation ja tekoälyn kehittyminen, tietomäärän lisääntyminen sekä huoltovarmuuden korostuminen liittyvät läheisesti tämän työn ja kunnossapidon kehittämisen aihealueeseen. Muuttuva maailma ja alan aiemmissa julkaisuissa havaitut vesihuollon kunnossapitotoimintaan liittyvät ohjaustarpeet (Laakso ym. 2021; Ikäheimo & Metsävuori 2020) tekevät tämän työn aiheesta ajankohittaisen ja tärkeän. Vesihuoltoverkostoista on kriittisenä infrastruktuurina pidettävä erityisen hyvää huolta.

Tässä opinnäytetyössä selvitetään vesihuoltoverkostojen kunnossapidon parhaita nykykäytäntöjä. Käytäntöjä selvitetään vesihuoltolaitoksille lähetetyn verkkopohjaisen kyselyn ja vesihuoltolaitosten edustajille järjestetyn työpajan avulla. Lisäksi selvitetään, miten vesihuoltolaitosten on mahdollista siirtyä kohti ennustavaa tietoihin pohjautuvaa kunnossapitoa. Käsiteltävä aihe on rajattu koskemaan vesijohto- ja viemäriverkostoja sekä niihin olennaisesti liittyviä laitteita. Työstä rajattiin pois pumppaamot sekä vesisäiliöt. Työssä ei käsitellä myöskään saneeraustoimenpiteitä. Työn kunnossapitokohteita koskevia tuloksia on osittain täydennetty kirjallisista lähteistä löytyvän tiedon avulla.

2 VESIHUOLTOVERKOSTOT KUNNOSSAPIDON JA OMAISUUDEN-HALLINNAN NÄKÖKULMASTA

2.1 Kunnossapidosta

Kunnossapitoa koskevan standardin mukaan kunnossapito käsittää ”kaikki kohteen elinjakson aikaiset tekniset, hallinnolliset ja liikkeenjohdolliset toimenpiteet, joiden tarkoituksena on ylläpitää tai palauttaa kohteen toimintakyky sellaiseksi, että kohde pystyy suorittamaan vaaditun toiminnon” (SFS-EN 13306:2017, 5). Kunnossapitolajit voidaan standardin mukaan jaotella kuvan 1 mukaisesti. Ylimmän tason jaottelu käsittää ennakoivan ja korjaavan kunnossapidon sekä parantamisen. Parantamisella tarkoitetaan kaikkia niitä toimenpiteitä, jotka tähtäävät kohteen toimintavarmuuden parantamiseen. Ennakoivan ja korjaavan kunnossapidon välinen ero tulee kunnossapitotoimien suorittamisen ajankohdasta. Korjaava kunnossapito kattaa vian ilmenemisen jälkeen suoritettavat kunnossapitotoimet ja ennakoiva kunnossapito vastavuoraisesti ennen vian esiintymistä suoritettavat kunnossapitotoimet. Ennakoiva kunnossapito jaetaan tehtyjen kohteen huononemishavaintojen perusteella jaksotettuun ja kuntoon perustuvaan kunnossapitoon. Jaksotettua kunnossapitoa suoritetaan, kun havaintoa huononemisesta ei ole. Kun havainto huononemisesta on tehty, on kyseessä kuntoon perustuva kunnossapito. Kuntoon perustuva kunnossapito voidaan jakaa ennustavaan ja ei-ennustavaan kunnossapitoon. Näiden kahden kunnossapitolajin välinen ero tulee siitä, onko ennustetta huononemisprosessille tehty vai ei. Tässä opinnäytetyössä kunnossapitoa käsitellään ennakoivan ja ennustavan kunnossapidon näkökulmista.



Kuva 1. Havainnekuva kunnossapitolajien jaottelusta (mukaillen SFS-EN 13306:2017)

Kunnossapito mielletään usein vain kohteen käytönaikaiseksi toiminnaksi. Käytännössä kunnossapitoon liittyviä toimintoja suoritetaan kuitenkin jo hankinta- ja suunnitteluvaiheessa. Hankintavaiheen kunnossapitosidonnaisia seikkoja ovat toimintavarmuus, kunnossapidettävyyys ja kunnossapitovarmuus. Kunnossapitovarmuudella tarkoitetaan tässä organisaation valmiuksia tarvittaessa toimittaa kunnossapidon edellyttämät resurssit (välineet, henkilöstö). Suunnitteluvaiheessa tulisi määrittellä kunnossapitostrategiat ja -suunnitelmat. (Kortelainen ym. 2021, 96, 231.)

Kunnossapidolle on määritelty standardissa SFS-EN 16646:2015 roolit organisaatioiden strategisen toiminnan kehittämisprosessien eri vaiheille. Kunnossapidon rooli on jaettu neljään eri tasoon, joita määrittää osallistumisen aste. Jaottelu koostuu seuraavista rooleista:

- vastuullinen rooli
- aktiivinen osallistuminen
- konsultoiva rooli
- informatiivinen rooli

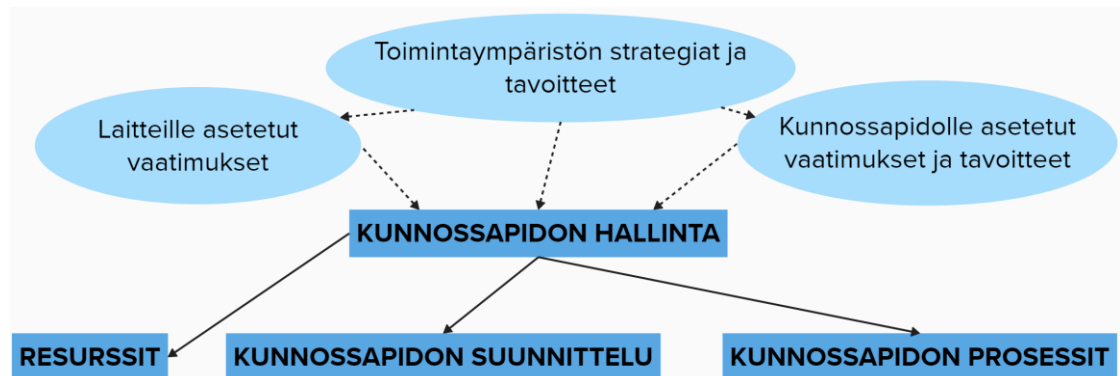
Luonnollisesti vastuullinen rooli kunnossapitotoiminnoista vastaavalla taholla on kunnossapidon hallintajärjestelmien luomisessa ja päivityksessä, kunnossapitostrategian ja -suunnitelmien määrittelyssä sekä suorituskyvyn arvioinnissa ja jatkuvassa kehittämisessä. Aktiivisen osallistumisen rooli käsittää kunnossapitotoimintojen osalta esim. omaisuuskokonaisuuden suunnittelun sekä omaisuudenhallintajärjestelmän luomisen ja päivittämisen. Konsulttivassa roolissa osallistutaan esim. määrittelemään kohteiden käytöstä poistoa ja informatiivisessa roolissa välitetään kunnossapitoon liittyvää tietoa ylimmän tason toiminnanohjauksen tarpeisiin. (Kortelainen ym. 2021, 97–98.)

2.1.1 Kunnossapitostrategia

Kunnossapitostrategian määrittäminen alkaa laitteiden hankintavaiheesta katkaen laitteiden (esim. vesihuoltoverkoston putkien) koko elinkaaren. Strategiaa päivitetään tarpeen mukaan laitteiden elinkaaren aikana. Strategian lähtökohdina voidaan pitää laitteille asetettuihin vaatimuksiin (suorituskyky, toiminta-

varmuus, käytettävyys yms.) vastaamista. Organisaation käytössä olevat teknologiat määrittävät osaltaan kunnossapitostrategian sisältöä. (Kortelainen ym. 2021, 97–111.)

Kunnossapidon hallintajärjestelmän määrittäminen on tärkeä osa kunnossapitostrategiaa. Hallintajärjestelmä (kuva 2) johdetaan organisaation toimintaympäristön tavoitteista ja strategioista. Niitä mukaillen määritetään laitteistoille ja kunnossapitotoiminnalle tietyt vaatimukset, jotka tulee täyttää. Kunnossapidon hallinnan kokonaisuus käsittää niin resurssit, kunnossapidon suunnittelun kuin kunnossapidon prosessit. (Kortelainen ym. 2021, 102–103.)



Kuva 2. Kunnossapidon hallinnan kokonaisuus (mukaillen Kortelainen ym. 2021, 103)

Kunnossapidon hallinnan näkökulmasta resurssien kokonaisuus sisältää henkilöstön, laitteiden, työkalujen ja varaosien lisäksi myös kunnossapitoon liittyvät tietojärjestelmät ja dokumentaation. Näiden lisäksi kokonaisuuteen lukeutuu myös kunnossapitoon liittyvä taloudellinen ohjaus. Kunnossapidon suunnittelu käsittää kunnossapitojärjestelmän mallintamisen, kunnossapitokokonaisuuden teknisen hierarkian, kriittisyysanalyysin, kunnossapitoon liittyvien tehtävien tunnistamisen, tehtäväanalyysit, kunnossapitotoiminnan logistisen tuen tarpeen määrittelyn sekä kunnossapito-ohjelman ja siihen liittyvän aikataulutuksen. Kunnossapitoprosesseilla tarkoitetaan kaikkia niitä toimenpiteitä, joilla kunnossapitoa suoritetaan. Kokonaisuuteen lukeutuvat niin häiriö- ja vikakorjaukset kuin myös ennakoivan ja ennustavan kunnossapidon toimenpiteet sekä erilaiset ohjelmistojen päivitykset. (Kortelainen ym. 2021, 103.)

2.1.2 Ennakoiva kunnossapito

Kunnossapidon standardissa ei ole määritelmää ennakoivalle kunnossapidolle. Ennakoivan kunnossapidon termiä kuitenkin käytetään yleisesti kotimaisissa vesihuoltoalan julkaisuissa ja tutkimuksissa. Kunnossapidon standardi määrittelee termin ehkäisevä kunnossapito ja standardin mukaan ehkäisevällä kunnossapidolla tarkoitetaan sellaista toimintaa, jonka avulla pyritään arvioimaan tai minimoimaan kohteen vikaantumisen todennäköisyyttä (SFS-EN 13306:2017). Eli periaatteena on tehdä toimenpiteitä, ennen kuin laite vikaantuu. Tätä voitane pitää samaa tarkoittavana kuin ennakoiva kunnossapito.

Omaisuuksienhallinnan standardissa ennakoivaksi toimenpiteeksi määritellään se, kun seurataan kohteen tilaa ja ennustetaan ehkäisevien tai korjaavien toimenpiteiden tarve (SFS-ISO 55000:2014). Ehkäisevät toimenpiteet taas ovat standardin mukaan sellaisia, joilla selvitetään vikatilanteiden syitä ennen kuin riskit ovat muuttuneet kestäättömiksi (SFS-ISO 55002:2018).

Ennakoiva kunnossapito tarkoittaa siis sitä, että kohteiden kunnossapitotoimet suoritetaan ennen vikatilanteiden esiintymistä. Täysin ennakoivan kunnossapidon varassa oleminen on kuitenkin mahdotonta, sillä äkillisiä ja ennakoimattomia vika- ja häiriötilanteita tulee väistämättä eteen. (Van Zyl 2014, 19.) Niiden määrää on kuitenkin mahdollista vähentää ennakoivan kunnossapidon avulla. Näin toimimalla pystytään vähentämään myös kustannuksia. Ennakkoon suunniteltu toiminta on mahdollista tehdä kustannustehokkaammin kuin reagoimalla kiireellisesti häiriötilanteisiin. (Rosmaini & Shahrul 2012, 520.)

Kuten kappaleessa 2.1 todettiin, on ennakoiva kunnossapito mahdollista jakaa jaksotettuun ja kuntoon perustuvaan kunnossapitoon. Jaksotetulla kunnossapidolla tarkoitetaan määrävälein suoritettavia toimenpiteitä. Määrävalit voivat olla esimerkiksi aikaperusteisia ja pohjautua laitetoimittajien suosituksiin. Kuntoon perustuva kunnossapito on tarvepohjaista. Kunnossapitotoimenpiteitä suoritetaan kohteen havaitun kunnan heikkenemisen perusteella. Kuntoon perustuva kunnossapito koostuu kohteen kunnan seurannasta ja sen perusteella tehtävistä päätöksistä. Kohteiden kuntoa voidaan seurata joko jatkuvatoimi-

sesti tai jaksoittain. Seurannasta saatujen tietojen perusteella tehdään päätöksiä kunnossapitotoimenpiteiden kohdentamisesta. (Rosmaini & Shahrul 2012, 520–522.)

Monet laitevalmistajat tarjoavat jo nyt tuotteidensa ohella digitaalisia ratkaisuja, jotka keskittyvät laitteiden kunnossapidon tehostamiseen ja oikea-aikaisuuteen. Yksi esimerkki tällaisesta palvelusta on Ponsen tarjoama koneiden reaaliaikaisen seurannan työkalu. Sen avulla on mahdollista seurata koneita reaaliajassa, ja näin ollen pystytään ennakoimaan konekohtaisesti huollon tarpeita. Wärtsilä puolestaan tarjoaa palvelua, jonka avulla on mahdollista toteuttaa kuntoon perustuvaa oikea-aikaista kunnossapitoa laivojen moottoreille ja energialaitoksille. Tämä toteutetaan etävalvonnan avulla monitoroiden moottorien parametrejä ja toiminnallisia tietoja. (Martinsuo & Kärri 2017, 136.)

2.1.3 Ennustava kunnossapito

Ennustava kunnossapito perustuu kohteiden kunnosta saatuihin mittauksiin ja analyysihin (SFS-EN 13306:2017). Näiden perusteella voidaan luoda matemaattisia malleja, jotka ennustavat kohteen kunnan kehitystä ja mahdollista vikaantumista. Vesihuoltoverkostojen kohdalla tämä voi tarkoittaa esimerkiksi häiriö- ja kuntotietojen perusteella mallinnettua putken teknistä käyttöikää ja sen jakautumista. Tämän avulla voidaan edelleen ennustaa esimerkiksi verkoston putkirikkojen ilmaantumisen kehitystä eri putkiryhmissä. (Laakso ym. 2021, 5.) Vesihuoltoverkostojen kunnan ennustamisen avulla voidaan mm. arvioida kunnossapidon tarvitsemia resursseja (Berninger ym. 2018, 13).

Kuten edellisessä kappaleessa kuvattu kuntoon perustuva ennakoiva kunnossapito, myös ennustava kunnossapito tarvitsee taustalleen kohteista kerättyä dataa. Datan keräys voi olla automaattista tai manuaalista (Cinar ym. 2020, 2) sekä jatkuvatoimista tai jaksottaista (Rosmaini & Shahrul 2012, 522). Kerätyistä datasta tehtyjen analyysien ja ennusteiden avulla voidaan havaita poikkeamia ja eri tekijöiden vaikutuksia kohteiden toimintaan. Tämä mahdollistaa kohteen kunnan heikkenemisen ja vikaantumisen havaitsemisen varhaisessa vaiheessa. (Cinar ym. 2020, 2.) Jotta voidaan toteuttaa ennustavaa kunnossa-

pitoa, tulee kohteista olla käytettävissä laadukasta dataa kattaen koko kohteen elinkaaren (Martinsuo & Kärri 2017, 86). Koko elinkaaren aikaisen datan saatavuus ei kuitenkaan vesihuoltoverkostojen kohdalla aina toteudu (Crabøl ym. 2023, 12). Kunnossapidettävistä kohteista saatavan tiedon lisäksi ennustava kunnossapito hyödyntää myös muista lähteistä saatavia tietoja analyysien tuottamisessa. Tällaisia tietoja voivat olla mm. ympäristöä koskevat paikatiedot sekä säätiedot. (Martinsuo & Kärri 2017, 87–88.)

Ennustavan kunnossapidon hyödyt näyttäytyvät ensisijaisesti päätöksentekoprosesseissa ja resurssien hyödyntämisen optimoinnissa. Ennusteiden perusteella on tehtävä päätös siitä, milloin kohteen kunnossapito on optimaalisinta suorittaa ottaen huomioon resurssi- ja kustannustehokkuus sekä kohteen toimintakyky ja sen muutokset. Luotettavat ennusteet tukevat päätöksentekoa ja luovat pohjan tietojohdamisen hyödyntämiselle. Ennustavan kunnossapidon avulla on mahdollista vapauttaa tiettyjä resursseja toisaalle. (Ikäheimo & Metsävuori 2020.)

Ennustavaan kunnossapitoon liittyviä haasteita ovat mm. kunnossapitokohteista kerättävissä oleva valtava tietomäärä, tietomäärän räjähdysmäinen kasvaminen sekä kaiken saatavilla olevan tiedon hallinta. Kaikki tieto ei ole olennaista, vaan on osattava etsiä kaiken tiedon keskeltä oikea ja hyödynnettävissä oleva tieto. Tietomäärän hallinnan avuksi tarvitaan tietojenkäsittelyä, joka pystyy hallitsemaan suurta tietomassaa. Eri lähteistä peräisin olevien tietojen yhdistely voi tuottaa haasteita analytiikalle. Koneoppiminen ja kognitiivinen tietojenkäsittely auttavat tämän haasteen ratkaisemisessa. Edellä mainitut tekoälyä hyödyntävät järjestelmät kykenevät oppimaan käytön ja ajan myötä saadun palautteen avulla koko ajan kehittyneemmiksi. (Martinsuo & Kärri 2017, 87, 90–93.)

Kognitiivista tietojenkäsittelyä voidaan hyödyntää kunnossapidossa esimerkiksi huoltomanuaaleissa, käytön lokeissa ja kunnossapidon työhistoriassa. Kunnossapitoa suorittava henkilö voi esimerkiksi saada kognitiivisen tekoälyn tuottaman ehdotuksen kohteen huoltotoimenpiteen suorittamisesta ja siihen kuluvasta ajasta mobiililaitteelleen. Henkilö voi joko hyväksyä ehdotuksen tai

selata seuraavaksi parhaita ehdotettuja ratkaisumalleja. (Martinsuo & Kärri 2017, 95–96.)

Ennustavan kunnossapidon tukena voidaan käyttää semanttista mallinnusta ja laskentaa. Näiden avulla voidaan kuvata systeemejä ja tuottaa niihin liittyvää laskentaa. Semanttinen mallinnus ja sen avulla ratkaistavat kysymykset edellyttävät käsitteellistä päättelyä. Semanttista mallinnusta ja laskentaa voidaan hyödyntää esimerkiksi tunnuslukujen ja ennusteiden laskemisessa sekä analytiikassa ja sitä kautta päätöksenteon tukena (Martinsuo & Kärri 2017, 113–116.)

Tekoälyn hyödyntäminen ennustavassa kunnossapidossa luo tulevaisuuden toiminnalle uusia mahdollisuuksia. Tekoälystä puhuttaessa voidaan tehdä jaottelu heikkoon ja vahvaan tekoälyyn. Heikolla tekoälyllä tarkoitetaan sellaisia järjestelmiä, jotka on kehitetty ratkaisemaan jotain tiettyä ongelmaa. Yksi heikon tekoälyn teknologia on esimerkiksi koneoppiminen. Koneoppimista hyödynnetään kunnossapidossa ennustettaessa laitteiden vikaantumisia. Koneoppimisen avulla on mahdollista reagoida vikatilanteisiin automaattisten hälytysten pohjalta ennen kuin häiriöt tapahtuvat. Koneoppimista hyödynnetään kunnossapidon tukena jo nykytilanteessa. Vahva tekoäly kykenee soveltamaan laajaa tietopohjaa erilaisissa tilanteissa ja osoittamaan kekseliäisyyttä luomisessaan ratkaisuisissa. Lisääntynyt tekoälyn hyödyntäminen on lähivuosina odotettavissa oleva trendi myös kunnossapidon toimintakentällä. Tekoälymallien kehittämisen taustalle tarvitaan suuri määrä tutkimustyötä, algoritmien ja mallien kehittämistä sekä niitä hyödyntävää teknologiaa. Käytettävissä olevan tiedon laatu on olennainen seikka tekoälyä hyödynnettäessä. (Niittymaa 2024.)

2.2 Vesihuoltoverkoston kunnossapito

Vesihuoltoverkostat lukeutuvat yhteiskunnan kriittisiin infrastruktuureihin. Tämä tekee niiden kunnossapidosta yhteiskunnan näkökulmasta merkittävän toiminnon. Verkoston vikaantumisella tai sen häiriötilanteella voi olla vaikutuksia yksittäisen käyttäjän lisäksi myös laajemmassa mittakaavassa yritystasolla tai koko verkoston alueella. (Välisalo ym. 2013, 18.) Vanheneva vesihuol-

toinfrastrukturi vaatii verkostosta vastuussa olevilta tahoilta aiempaa enemmän huomiota kunnossapitotoimien suunnittelulle ja toteuttamiselle. Riittävien ja oikea-aikaisten kunnossapitotoimien rooli korostuu, kun puhutaan ikääntyvistä vesihuoltoverkostoista. Tämä johtuu lisääntyneistä vika- ja häiriötilanteista. (Laakso ym. 2021.) Toinen kunnossapidon merkittävyyttä korostava seikka puhuttaessa vesihuoltoinfrastruktuurista on se, että kohteet suunnitellaan ja rakennetaan kestäväksi useita kymmeniä vuosia (Kortelainen ym. 2021, 9). Kunnossapitotoimet pidentävät vesihuoltoverkoston toimintaikää sekä lisäävät sen toimintavarmuutta. Toimintakuntoinen vesihuoltoverkosto takaa laadukkaan ja jatkuvan vesihuoltopalvelun tuottamisen sekä mahdollistaa halutun palvelutason ylläpidon tai saavuttamisen. (Laakso ym. 2021.)

Vesihuoltolaitosten kunnossapitotoimet kattavat lukuisia eri toimintoja (Välisalo ym. 2013, 30). Kunnossapitotoimet voivat olla joko ennakoon suunniteltuja tai reaktiivisia eli äkillisiä toimenpiteitä vaativia (Van Zyl 2014, 19). Ennakoivia kunnossapitotoimia ovat esimerkiksi kohteiden määräaikaishuollot. Reaktiivisiin toimenpiteisiin lukeutuvat esimerkiksi putkirikkojen korjaukset ja tukkeutumien avaukset. Putkirikkojen korjaus ja tukosten avaus on yksi suurimmista vesihuoltolaitosten kunnossapitotoimenpidekokonaisuuksista. Yhden arvon mukaan näiden osuus on noin neljännes kaikesta vesihuoltolaitosten kunnossapitotoiminnasta. (Välisalo ym. 2013,30.)

Kunnossapidosta karttuva verkoston elinkaaren aikainen tieto on tärkeää saada tallennettua digitaalisessa muodossa ja sen tulee olla yhdistettävissä mahdollisimman tarkasti havaintokohteeseen. Tehtyjen kunnossapitotoimien kirjaamisen lisäksi tulisi kirjata kaikki havaitut viat ja tehdyt havainnot toimimattomista verkoston osista, vaikka niitä ei korjattaisi havaitsemishetkellä. Kunnossapidon yhteydessä kirjattavia tietoja voivat olla mm. seuraavat:

- ajankohta
- kohteen tunnistetieto ja sijainti
- tehty kunnossapitotyö
- kunnossapito- tai korjaustyön tekijä
- häiriön tyyppi
- häiriön syy tai arvio syystä
- häiriön seuraukset

- häiriön kustannukset
- korjaustapa

(Laakso ym. 2021, 25.)

Vesihuoltoverkoston laadukkaan kunnossapidon suunnittelun ja toteutuksen suorittamisen kannalta on tärkeää, että saatavilla on riittävä määrä lähtötietoa vesihuoltoverkostoista ja niiden osista. Kunnossapidon kannalta oleellisia lähtötietoja ovat mm. verkostojen sijainti- ja ominaisuustiedot, tieto kohteen kriittisyydestä, kuntotiedot, toteutuneet vika- ja häiriötilanteet, kohteen kunnossapitohistoria sekä kohteen erityispiirteet. Edellä mainittuja tietoja yhdistelemällä ja analysoimalla voidaan esimerkiksi määrittää verkoston eri kohteille sopiva huoltoväli. Mikäli käytettävissä olevat tiedot ovat puutteellisia voi kunnossapitotoiminta ajautua tilanteeseen, jossa kunnossapitoon varatut resurssit kuluvat kokonaisuudessaan reaktiivisiin toimenpiteisiin. (Laakso ym. 2021; Crabol ym. 2023, 12.)

2.3 Omaisuudenhallinnasta

Organisaatioiden omaisuudenhallinta on järjestelmällistä ja jatkuvaa pitkän aikavälin toimintaa, jonka avulla voidaan saavuttaa ja ylläpitää haluttu toiminnan taso. Lähtökohtana omaisuudenhallinnalle voidaan pitää organisaation omaisuuden, toimintaympäristön, riskien, kustannusten ja sidosryhmien sekä sidosryhmien tarpeiden tunnistamista. Omaisuudenhallinnalle on ominaista jatkuvan parantamisen ajatusmalli. Omaisuudenhallintaan liittyviä dokumentteja ja prosesseja ym. tulisi seurata ja arvioida säännöllisesti ja tarvittaessa käynnistää parantamisprosesseja. Omaisuudenhallinta auttaa luomaan selkeän näkemyksen tulevaisuuden rahoitustarpeista ja sen avulla voidaan esittää päätöksenteon taustalle pitäviä perusteluja. (Paavilainen 2019; Walsh 2023.)

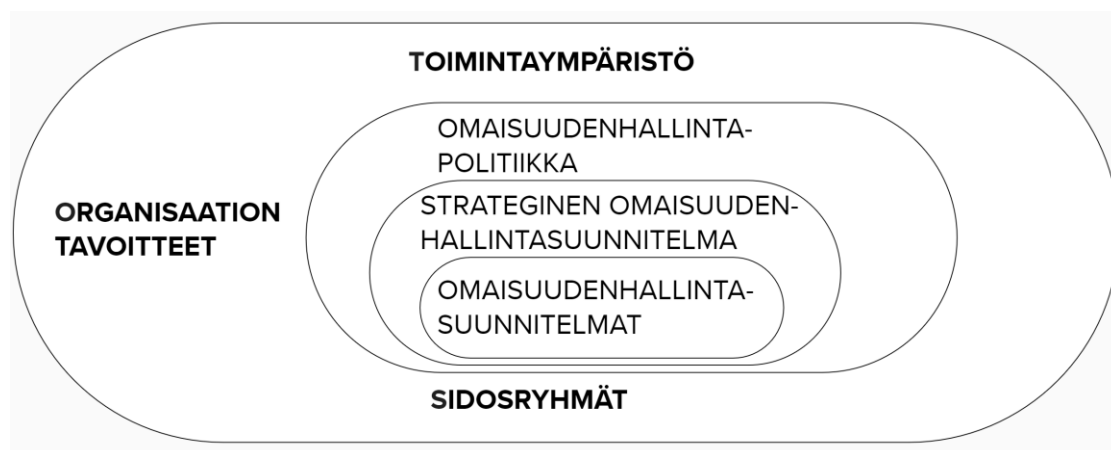
Omaisuudenhallinnan päätöksenteko, prosessit ja tavoitteet koskevat organisaation kaikkia tasoja. Omaisuudenhallinnassa on varmistettava, että organisaation strategisen, taktisen ja operatiivisen tason toiminnot ja tavoitteet eivät ole keskenään ristiriidassa. (SFS-ISO 55002:2018.) Omaisuudenhallinta auttaakin organisaatioita hahmottamaan eri toimintojen omien tavoitteiden yhte-

näisyyttä koko organisaation näkökulmasta. Tämä edesauttaa osaltaan organisaatioita pääsemään irti yleisesti organisaatioita vaivaavasta siilokäyttäytymisestä. Siilokäyttäytymisellä tarkoitetaan sitä, että ei nähdä omien tavoitteiden lisäksi suurempaa kokonaiskuvaa, joka ottaisi huomioon kokonaisuuden tarpeet. (Kortelainen ym. 2021, 61.)

2.3.1 OmaisuuDENhallintaa määrittävät standardit

Kokonaisuutta, joka määrittää organisaatioiden omaisuudenhallintatoimintaa kutsutaan omaisuudenhallintajärjestelmäksi. Omaisuudenhallintajärjestelmä on jäsenneily kansainvälisissä standardeissa SFS-ISO 55000-55002 sisältämään seuraavat osakokonaisuudet (kuva 3):

- omaisuudenhallintapolitiikka
- strateginen omaisuudenhallintasuunnitelma
- omaisuudenhallintasuunnitelmat



Kuva 3. OmaisuuDENhallinnan osakokonaisuudet (mukaillen SFS-ISO 55000:2014)

OmaisuuDENhallintapolitiikka on organisaation ylimmän johdon luoma dokumentti, joka sisältää vision ja arvot, jotka ohjaavat toimintaa. OmaisuuDENhallintapolitiikan on oltava yhteneväinen organisaation tavoitteiden kanssa. Siitä tulee ilmetä ne periaatteet, joiden mukaan omaisuudenhallintaa hyödynnetään tavoitteiden saavuttamisessa. Ylimmän johdon tulee olla sitoutunut luomaansa omaisuudenhallintapolitiikkaan sekä huolehtia siitä, että koko organisaatio on tietoinen omaisuudenhallintapolitiikan linjauksista. (Paavilainen 2019, 11–12, 18, 25.)

Strateginen omaisuudenhallintasuunnitelma on työkalu, jolla ohjataan omaisuudenhallinnan tavoitteiden määrittämistä. Dokumentissa kuvataan organisaation tavoitteista johdetut omaisuudenhallinnan tavoitteet sekä toteutustapa niiden saavuttamiseksi. Suunnitelma sisältää kuvauksen siitä, kuinka omaisuudenhallintasuunnitelmat laaditaan. Strateginen omaisuudenhallintasuunnitelma on yhdenmukainen omaisuudenhallintapolitiikan kanssa ja kuten omaisuudenhallintapolitiikan, myös strategisen omaisuudenhallintasuunnitelman tulee tukea organisaation tavoitteita. (Paavilainen 2019, 17–19.)

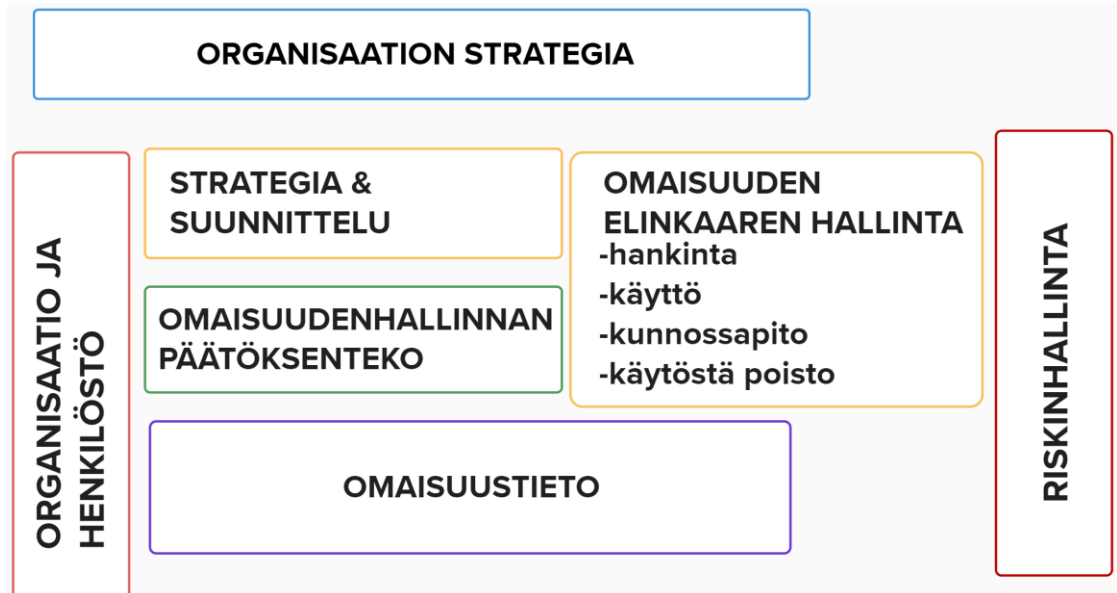
Omaisuudenhallintasuunnitelmat koskevat omaisuuserää tai omaisuusvalikoida ja niissä kuvataan kullekin omaisuuserälle tai -valikoimalle tehtävät toimenpiteet, joiden avulla voidaan saavuttaa omaisuudenhallinnan tavoitteet. Toimenpiteille määritellään yksityiskohtaiset ja mitattavissa olevat tavoitteet. Omaisuudenhallintasuunnitelmassa kuvataan myös toimenpiteiden tarvitsemia resursseja. Omaisuudenhallintasuunnitelmat ovat yhdenmukaisia strategisen omaisuudenhallintasuunnitelman ja omaisuudenhallintapolitiikan kanssa. (Paavilainen 2019, 19–25.)

Edellä mainituista osakokonaisuuksista (omaisuudenhallinnanpolitiikka, strateginen omaisuudenhallintasuunnitelma ja omaisuudenhallintasuunnitelmat) laadittujen dokumenttien lisäksi omaisuudenhallintajärjestelmästä tulisi standardin mukaan ilmetä organisaation omaisuudenhallinnan tavoitteet, tarvittavat tukitoiminnot, toiminnan suunnittelu- ja ohjausprosessit, suorituskyvyn arviointimenetelmät sekä parantamiseen liittyvien prosessien ja menetelmien määrittäminen. Lisäksi tulisi laatia ohjeistus omaisuudenhallintajärjestelmän käyttämisestä muiden oleellisesti aiheeseen liittyvien toimintaperiaatteiden, prosessien ja hallintajärjestelmien kanssa. (SFS-ISO 55002:2018.)

2.3.2 Omaisuudenhallinnan malli

The Institute of Asset Management (myöh. IAM) on kansainvälinen omaisuudenhallinnan ammattilaisten kattojärjestö. IAM:n tavoitteena on lisätä tietoisuutta omaisuudenhallinnan hyödyistä ja jakaa tietoa hyvistä omaisuudenhallinnan käytänteistä. IAM on luonut omaisuudenhallinnan käsitteellisen mallin

(The IAM's Conceptual Asset Management model), joka kattaa kuusi aihekokonaisuutta (kuva 4). Aihekokonaisuudet on jaoteltu käsitteellisessä mallissa seuraavasti: a) strategia ja suunnittelu, b) omaisuudenhallinnan päätöksenteko, c) omaisuuden elinkaaren hallinta, d) omaisuustieto, e) organisaatio ja henkilöstö, f) riskinhallinta ja arviointi.



Kuva 4. The Institute of Asset Management organisaation luoma käsitteellinen omaisuudenhallinnan malli (mukaillen The Institute of Asset Management 2015, 16)

Malli on luotu havainnollistamaan, mitä osioita omaisuudenhallintajärjestelmän tulisi sisältää ja miten eri osiot ovat vuorovaikutuksessa keskenään. Malli mukaillee omaisuudenhallinnan standardin sisältöä. Omaisuudenhallinnan mallin osio "Strategia ja suunnittelu" käsittää mm. organisaation omaisuudenhallintapolitiikan, omaisuudenhallinnan strategian ja tavoitteet, omaisuudenhallintasuunnitelmat sekä tulevaisuuden kysynnän arvioinnin. "Omaisuudenhallinnan päätöksenteko" osiossa on tarkoitus kuvata omaisuuteen liittyvien varojen käyttöä, kunnossapitoon liittyviä päätöksiä, omaisuuden tuottaman arvon optimoimista sekä resurssien käytön suunnittelua. "Omaisuuden elinkaaren hallinta" osiossa on kuvailtuna elinkaaren eri vaiheiden toiminnot. Osiossa voidaan kuvata lainsäädännön vaatimusten täyttämisen lisäksi mm. omaisuuden hankintaan ja käyttöönottoon liittyviä prosesseja, kunnossapidon prosesseja, resurssien hallintaa, vikatilanteisiin reagoimista sekä omaisuuden käytöstä poistoon liittyviä prosesseja. Tiedonhallinnan strategia ja standardit sekä tiedonhallintajärjestelmät kuvataan "Omaisuustieto" osiossa. "Organisaatio ja henkilöstö"

osiossa kuvataan hankintaketjujen hallintaa, tavat omaisuudenhallinnan jalkauttamiseksi, organisaation rakennetta ja toimintakulttuuria suhteessa omaisuudenhallinnan tavoitteiden saavuttamiseen sekä henkilöiden kouluttamista. Osiossa ”Rikienhallinta ja arviointi” käydään läpi riskien tunnistaminen ja toimintakyky riskitilanteissa. Osio voi käsittää myös kestävästä kehityksestä, muutostenhallintaa, omaisuuserien monitorointia, omaisuudenhallinnan arviointia sekä sidosryhmien sitouttamista. (The Institute of Asset Management 2015, 16–23.)

2.3.3 Tiedonhallinta

Tiedonhallinta on olennainen aihealue omaisuudenhallinnan kokonaisuudessa. Laadukkaan omaisuudenhallinnan toteuttaminen edellyttää kattavaa ja järjestelmällistä tiedonkeruuta koko omaisuuden elinkaaren ajalta. Tiedonhallinta käsittää tiedon keräämisen lisäksi sen järjestämisen ja tallentamisen. Kun tietoa kerätään ja tallennetaan, täytyy myös tiedostaa, miksi sitä tehdään. Ilman tämän näkökulman huomioimista voi kaikki kerätty tieto jäädä irralliseksi ja hyödyntämättä. Em. kysymyksen miettiminen voi myös auttaa hahmottamaan, mitä tietoa on tarpeen kerätä. (Crabol ym. 2023, 29–30; Ikäheimo & Metsävuo 2020, 19.) Oleellista tiedon hyödyntämisen kannalta on, että se on helposti löydettävissä ja saatavilla (Finto: tiedonhallinta s.a.).

Omaisuudenhallintaan liittyy valtava määrä eri lähteistä peräisin olevaa ja eri muodoissa tallennettua tietoa. Usein eri lähteistä peräisin olevia tietoja on tarpeen pystyä yhdistelemään. Jos kaikki tieto on tallennettu digitaalisesti, helpottuu yhdistelytyö huomattavasti. (Crabol ym. 2023, 29–30.)

Pitkäjänteinen ja tavoitteellinen tiedonhallintatyö mahdollistaa lopulta tiedolla johtamisen (Ikäheimo & Metsävuo 2020, 20). Tiedolla johtamisella tarkoitetaan hankitun tiedon jalostamista päätöksenteon tueksi ja lopulta itse päätöksen tekemistä (Radio Moreeni 2018). Tiedolla johtaminen hyödyntää laadukkaan tiedon ja datan pohjalta tehtyjä analyysejä, joita voidaan käyttää päätöksenteon tukena (SFS-ISO 55001:2014).

2.3.4 Riskienhallinta

Tiedonhallinnan ohella riskienhallinta on merkittävä yksittäinen kokonaisuus laadukkaan omaisuudenhallinnan toteuttamisessa. Riskienhallinta on uhkien hallitsemista, jotta voidaan saavuttaa organisaation tavoitteet. Tämän lisäksi se voidaan nähdä myös mahdollisuuksien havaitsemisena. Riskien osalta omaisuudenhallinnan pyrkimyksenä on, että riskien määrä on hyväksyttävällä tasolla. Näin ollen riskienhallinta tukee organisaation suorituskyvyn parantamista ja tavoitteiden saavuttamista. Omaisuudenhallinnan avulla voidaan saavuttaa tasapaino tunnistettujen riskien, kustannusten ja halutun toiminnan tason välillä. (SFS-ISO 55000:2014, 8, 12; SFS-ISO 31000:2018; SFS-ISO 31073:2022, 5.)

Riski voidaan määritellä tarkoittamaan haitallisen tapahtuman todennäköisyyden ja sen aiheuttamien seurausten vakavuuden tuloa (Berninger ym. 2018, 4). Riskienhallinnan edellytyksenä on, että mahdolliset riskit sekä kriittiset omaisuuserät ja korkean riskin kohteet on tunnistettu ja dokumentoitu. Riskien tunnistamisen jälkeen tulisi laatia riskienhallintasuunnitelma. Riskienhallintasuunnitelmasta tulisi ilmetä riskien tunnistamisen, arvioinnin ja luokittelun lisäksi toimintatavat niiden ehkäisyyn ja seurantaan. Vesihuoltoverkostoihin liittyviä riskejä voidaan arvioida yhdistelemällä ja analysoimalla verkostotietoja. (Laakso ym. 2021, 12; Paavilainen 2019.) Riskienhallinnan tavoitteena on poistaa häiriön mahdollisuus tai pienentää sen todennäköisyyttä. Riskienhallinta on yksi kestävänsä vesihuollon toteuttamisen avaintekijöistä. (Berninger ym. 2018, 2, 4)

2.4 Vesihuoltoverkosto-omaisuuden hallinta

Vesihuoltolaitosten fyysinen omaisuus voidaan jakaa verkosto-omaisuuteen sekä laitosomaisuuteen. Suurimman osan vesihuoltolaitosten omaisuudesta kattaa maanalaiset vesihuoltoverkostot. Tämä tekee vesihuoltolaitosten omaisuudenhallinnan haastavaksi. Omaisuudenhallinnan kannalta vesihuoltolaitosten on välttämätöntä olla tietoisia verkosto-omaisuutensa olemassaolosta ja suorituskyvystä. Laadukas vesihuoltoverkostojen omaisuudenhallinta perustuu siihen, että organisaatiolla on edellytykset tuottaa, kerätä ja analysoida verkostosta saamaansa dataa sekä edelleen hyödyntää tehtyjä analyysejä

päätöksenteon tukena. Edellä kuvattu laadukas omaisuudenhallinta ei kuitenkaan vielä toteudu aukottomasti kaikilta osin. Vajavainen tai virheellinen omaisuustieto voi johtaa esimerkiksi puutteelliseen kunnossapitoon. Vesihuoltolaitosten olisikin suositeltavaa selvittää omaisuudenhallinnan tilansa kypsyysanalyysin avulla, ellei tällaista ole vielä tehty. On myös huomioitava, että vesihuoltolaki velvoittaa vesihuoltolaitokset saattamaan tiedon verkostojensa sijainnista digitaaliseen muotoon. (Aksela 2023; Crabol ym. 2023; Paavilainen 2019.)

Kuten edellä todettiin, on tieto vesihuoltoverkostoista ja niiden suorituskyvystä elinehto omaisuudenhallinnan näkökulmasta. Kun kaikki tieto on digitaalisessa muodossa, mahdollistaa se tiedon hyödyntämisen kaikissa verkoston elinkaaren vaiheissa. Myös kaikkien häiriö-, korjaus- ja kuntotietojen tallennus digitaaliseen ja hyödynnettävään muotoon parantaa vesihuoltoverkostojen omaisuudenhallinnan laatua ja tarkkuutta. Tässä yhteydessä on hyvä tiedostaa myös käytöstä poistettujen verkoston osien (sekä maasta kaivettujen että maahan jätettyjen) tiedon merkitys. Mitä laajempi käytettävissä oleva tietopohja on, sen monipuolisempaa ja yksityiskohtaisempaa omaisuudenhallintaa voidaan toteuttaa. Vesihuoltolaitoksen tiedonhallinnalle tulisi olla laadittuna dokumentointiohjeistus, jotta voidaan välttyä tiedon köyhtymiseltä ja tulkintavirheiltä. Ohjeistuksen tulisi kattaa koko tiedonhallinnan prosessi kattuen tiedon hankinnan, järjestämisen ja tallentamisen, jotta kaikkea tietoa tallennetaan ja ylläpidetään yhdenmukaisesti. (Laakso ym. 2021.)

2.4.1 Palvelutasot

Vesihuoltolaitoksen omaisuudenhallinnan käsikirjassa (Paavilainen 2019) on esitetty laitosten omaisuudenhallinnalle riskiperusteinen näkökanta, jonka tulisi kattaa teknisten ja ympäristöriskien lisäksi palvelutasoriskit. Palvelutasolla tässä yhteydessä tarkoitetaan vesihuoltolaitoksen palveluille asetettuja tavoitteita. Palvelutasot on mahdollista jakaa esimerkiksi seuraavan ylätasen luokittelun mukaan:

- Pakollinen taso
- Tavoitetaso
- Kestävä taso

Tässä jaottelussa pakollinen taso käsittää karkeasti määriteltynä lakisääteiset palvelutasot, tavoitetaso nykyisen tai asetetun palvelutason ja kestävä taso parhaan mahdollisen palvelutason pitkän aikavälin kehityskuvan ja mallinnetun suorituskyvyn huomioiden. Esitetyn ylätason jaottelun lisäksi palvelutasoja on mahdollista jaotella myös muiden periaatteiden mukaan. Palvelutasot tulee olla johdettu vesihuoltolaitoksen strategisista tavoitteista. (Paavilainen 2019, 12–13; Luukkonen 2016, 4.)

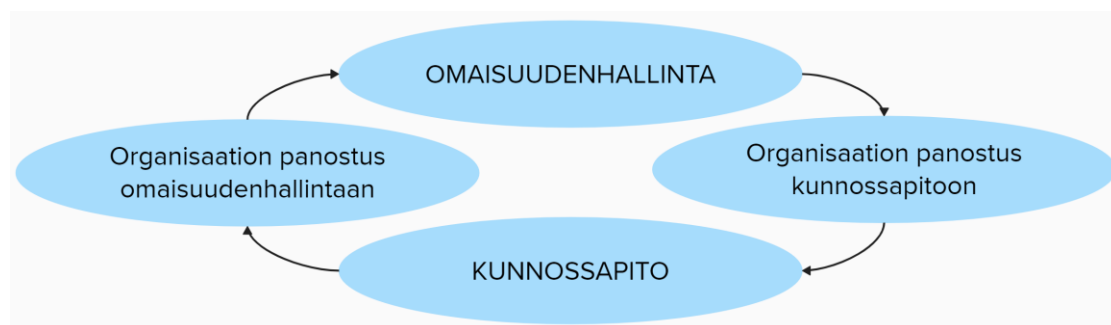
2.4.2 Tunnusluvut

Palvelutasojen toteutumista on mahdollista seurata tunnuslukujen avulla. Ne myös ohjaavat vesihuoltolaitosta tietyn palvelutason saavuttamiseen kuvaamalla omaisuuden suorituskykyä ja sen kehitystä. Tämä taas kertoo omaisuudenhallinnan toimenpiteiden oikeellisuudesta ja tehokkuudesta. Seurattavia tunnuslukuja voivat esimerkiksi olla a) vedenhankinnan toimintavarmuusluokka (I, II, III tai 0), b) laatuvaatimukset ja -suositukset täyttävä talousveden laatu (%), c) toiminnan tuotot/toiminnan kulut, d) investointien tulorahoitus (%), e) omistajan (kunnan) tuki investointeihin (%), f) putkirikoissa ilman vettä olevien asukasaika vuodessa (h/vuosi), g) verkostojen korjausvelan muutos, h) saneerausinvestointien osuus kokonaisinvestoinneista/taseen loppusummasta. Edellä luetelluista tunnusluvuista kaksi ensimmäistä kuvaavat vesihuoltolaitosten tuottamien palveluiden toimintavarmuutta ja kolme seuraavaa toiminnan tehokkuutta taloudellisuuden näkökulmasta. Vesihuoltolaitosten verkostojen korjausvelan tilaa kuvaavat kolme viimeiseksi lueteltua tunnuslukua. (Paavilainen 2019, 9, 13; Luukkonen 2016, 4.)

Korjausvelalla tarkoitetaan sitä rahallista arvoa, joka vaaditaan kohteen kunnan palauttamiseksi sellaiseksi, että se on riittävällä suorituskykytasolla ottaen huomioon sille asetetun palvelutasotavoitteen (Paavilainen 2019, 22). Jotta voidaan tehdä luotettava arvio vesihuoltoverkostojen korjausvelan määrästä, tulisi olla tiedossa verkostojen kuntotietoja sekä tieto toteutuneista saneerauksista. Siirrettäessä tarpeellisia korjaustoimenpiteitä tulevaisuuteen ja samalla korjausvelan kasvaessa, lisääntyvät ikääntyvän vesihuoltoverkoston mukanaan tuomat riskit sekä toimintavarmuuden heikentyminen. (Berninger ym. 2018, 33, 106.)

2.5 Omaisuudenhallinnan ja kunnossapidon suhde

Omaisuudenhallinta ja kunnossapito liittyvät tiiviisti yhteen ja ne ovat jatkuvassa vuorovaikutuksessa keskenään. Tämä vuorovaikutussuhde on kuvattu kuvassa 5. Omaisuudenhallinnan avulla ohjataan organisaation tiedonhallintaa. Tiedonhallinta mahdollistaa kunnossapidon kannalta oleellisen verkostotiedon keräämisen, tallentamisen ja hyödyntämisen. (SFS-ISO 55002, 2018.)



Kuva 5. Omaisuudenhallinnan ja kunnossapidon välinen vuorovaikutussuhde (mukailien SFS-EN 16646:2015, 30)

Kerättyjä tietoja voidaan käyttää hyödyksi kunnossapitotoimien suunnittelussa. Tiedon ja datan kokoaminen ja kirjaaminen ylös on oleellinen osa sekä omaisuudenhallinnan että kunnossapidon kokonaisuutta. Kaiken keskiössä on tiedon hallinta ja sen hyödyntäminen. (Renko ym. 2021.)

2.6 Omaisuudenhallinnan ja kunnossapidon nykytila vesihuoltolaitoksilla

Vesihuoltolaitosten omaisuudenhallinnasta on tehty useita oppaita ja julkaisuja niin kansainvälisesti kuin yhä enenevässä määrin myös kotimaassa. Kotimaisia omaisuudenhallintaa käsitteleviä ja ohjaavia julkaisuja ovat esimerkiksi Suomen Vesilaitosyhdistyksen (myöh. VVY) julkaisemat ”Vesihuoltolaitoksen omaisuudenhallinnan käsikirja” sekä ”Vesihuoltolaitosten verkosto-omaisuudenhallinnan toteutusopas”. Edellä mainittujen lisäksi VVY:n julkisussa ”Vesihuoltoverkoston mittaus ja dokumentointi” käsitellään vesihuoltoverkostojen tiedonkeruun ja tiedonhallinnan merkitystä omaisuudenhallinnassa ja julkaisussa ”Vesihuoltolaitosten digistrategia – portaat digitalisaation hyödyntämiseen” käsitellään digitalisaation mahdollisuuksia ja hyötyjä omaisuudenhallin-

nalle. ”Hyvän vesihuollon kriteerit” -julkaisussa on määritelty hyvän vesihuolto-palvelun osa-alueet, joista yhdeksi on valittu ”kustannustehokas ja organi-soitu”. Tämän osa-alueen yksi esille nostetuista aiheista on ”suunnitelmallinen omaisuuden hallinta, operointi ja kunnossapito”.

Edellä mainituissa julkaisuissa on tunnistettu vesihuoltolaitosten omaisuuden-hallinnan kehitystarpeita. Esimerkiksi verkostotietojen osalta on todettu ver-kostotiedon ja sen dokumentoinnin olevan puutteellista. On havaittu myös tie-tosisällön köyhtymistä tiedonhallinnan elinkaaren vaiheiden välillä ja tarve yhti-sille tiedonhallinnan käytännöille. Samansuuntaisia tiedonhallintaan ja yleis-esti digitalisaatioon liittyviä kehityskohteita on tunnistettu Kilpailu- ja kuluttaja-viraston tutkimusraportissa ”Uudistuva vesihuolto” sekä valtioneuvoston kans-lial selvityksessä ”Tulevaisuuden kestävä vesihuolto – ennakointi, ohjaus ja järjestäminen”.

Vesihuoltoverkostojen kunnossapitoa koskevia julkaisuja on huomattavasti vä-hemmän. Yksi tällainen on VVY:n vuonna 2023 julkaistu ”Vesihuoltoverkosto-jen elinkaari - kestävä operatiivinen kunnonhallinta”. Julkaisussa käsitellään verkosto-omaisuuden hallintaa, mutta keskitytään tarkemmin myös verkosto-jen kunnossapitoon. Julkaisussa on mm. luotu esitys vesihuoltoverkostojen kunnossapidon vuosikellon laatimisesta. Jo vuonna 2013 julkaistussa VTT:n tutkimusraportissa ”Vesihuoltoverkostojen kunnossapitopalvelujen riskienhal-linta” on havaittu yhdenmukaisia puutteita ja kehitystarpeita, kuin aiemmin mainituissa omaisuudenhallintaa käsittelevissä julkaisuissa. Raportti nostaa esiin mm. haasteet verkostotietojen saatavuudesta ja laadusta sekä tietojen hajanaisuudesta eri järjestelmissä.

Yksi esimerkki pitkäjänteisestä ja järjestelmällisestä vesihuoltolaitoksen omai-suudenhallintatyöstä löytyy Kanadasta Länsi-Vancouverin alueelta. Alueen ve-sihuoltolaitos teki ensimmäisen omaisuudenhallinnan suunnitelmansa vuonna 2010 ja sen viimeisin päivitys on tehty vuonna 2021. Laitos on tunnistanut omaisuudenhallintatyössään päivitystarpeen merkityksen ja onkin määritellyt eri omaisuudenhallinnan dokumenttien arviointi- ja päivitysväliksi 3–5 vuotta. (District of West Vancouver 2021.) Myös Kanadan Central Elginin alueen vesi-huollolle on luotu pitkäjänteinen omaisuudenhallintasuunnitelma. Suunnitelma

on laadittu vuosille 2022–2031. Omaisuudenhallintasuunnitelmassa on otettu huomioon tulevaisuuden vaatimukset alueen vesihuollolle. Näihin pyritään vastaamaan omaisuudenhallintasuunnitelman avulla kunnossapitämällä nykyistä omaisuutta ja hankkimalla uusia omaisuuseriä tarpeen mukaan. Suunnitelma sisältää myös riskienhallinnan näkökulman. (Central Elgin 2021.) Esimerkki vesihuoltolaitoksen ja kaupungin yhteneväisestä omaisuudenhallintatyöstä löytyy Australiasta Adelaiden alueelta. Charles Sturtin kaupungin vesihuolto-omaisuuden hallinnan tavoitteet on johdettu koko Adelaiden alueen kattavasta suunnitelmasta. Omaisuudenhallinnan teemoiksi on nostettu yhteisö, elinvoimaisuus, ympäristö ja johtajuus. Omaisuudenhallintasuunnitelman on tunnistettu olevan tärkeässä roolissa, jotta voidaan saavuttaa yhteiset tavoitteet harkitulla ja kestävällä tavalla. (City of Charles Sturt 2021.)

2.7 Kunnossapito osana kestävästä kehitystä

Kestävä kehitys on ekologisen, taloudellisen ja sosiaalisen ulottuvuuden käsiteltävää jatkuvaa ja ohjattua yhteiskunnallista muutosta. Tavoitteena on turvata nykyisten sukupolvien hyvät elämisen edellytykset viemättä niitä tulevaisuuden sukupolville. (Mitä on kestävä kehitys? 2023.)

YK:n kestävä kehityksen tavoitteissa puhdas vesi ja sanitaatio on nostettu yhdeksi tavoitteista. Vesihuoltoverkoston kunnossapitotyö lisää vesihuollon toimintavarmuutta ja turvallisuutta, ja näin ollen tukee em. kestävä kehityksen tavoitetta. YK:n tavoitteisiin on nostettu myös kestävä infrastruktuuri. Tavoitteena on kehittää laadukasta, luotettavaa ja kestävä infrastruktuuria. Kunnossapidon avulla on mahdollista tukea kestävä vesihuoltoinfrastruktuurin ylläpitoa. (Kestävä kehityksen globaali toimintaohjelma Agenda2030 s.a.)

Organisaatioiden omaisuudenhallinta luo edellytykset kestävä kehityksen edistämiseksi. Omaisuudenhallinnan merkitys korostuu, kun katsotaan asiaa raaka-aineiden ehtymisen ja luonnonvarojen kestävä käytön näkökulmasta. Kun toimintojen suorituskykyä, kustannuksia ja vaikuttavuutta seurataan ja hallinnoidaan systemaattisesti, on organisaatioilla parempi kyky tunnistaa oman toimintansa ympäristöön kohdistuvat vaikutukset sekä vahvemmat valmiudet ilmastonmuutokseen sopeutumisessa. Omaisuudenhallinta johdetaan

aina organisaation toimintaympäristöstä ja sen tavoitteiden tulee tukea organisaation strategisia tavoitteita. Nykyään useat organisaatiot ovat nostaneet kestäväen kehityksen strategioidensa keskiöön. On siis luontevaa, että myös omaisuudenhallinta tukee kestävyystavoitteita (SFS-ISO 55000, 2014; Kortelainen ym. 2021, 8.)

Kiertotalous on keino edistää kestäväää kehitystä. Kiertotalous ja strateginen omaisuudenhallinta tavoittelevat molemmat resurssien käytön tai omaisuuden arvon optimointia kohteen elinkaaren aikana. Materiaalien ja tuotteiden valmistusprosessit ja niiden käyttö muodostavat ison osan ihmisten toiminnan seurauksena syntyvistä kasvihuonepäästöistä. Päästöjä hillitsemällä voidaan vaikuttaa ilmastonmuutoksen etenemiseen. Strategisella omaisuudenhallinnalla on mahdollista vaikuttaa kohteiden elinkaaren pidentämiseen ja näin ollen syntyvien päästöjen määrään. Elinkaaren pidentäminen onnistuu hyvin koordinoitun kunnossapitotoiminnan avulla. (Kortelainen ym. 2021, 8, 122.)

3 KUNNOSSAPIDON PARHAAT NYKYKÄYTÄNNÖT

3.1 Aineisto ja tutkimusmenetelmät

Opinnäytetyön aineistonkeruutapoina käytettiin selainpohjaista kyselyä sekä etäkokouksena järjestettyä työpajaa. Aineistokeruun avulla selvitettiin, millaisia vesihuoltoverkostojen kunnossapitoon käytetyt parhaat nykykäytännöt ovat. Lisäksi kartoitettiin suomalaisten vesihuoltolaitosten edustajien ajatuksia ennustavaan kunnossapitoon siirtymisestä. Tämän opinnäytetyön tulokset on koostettu kokoamalla yhteen aineistokeruun pohjalta saadut tiedot ja täydentämällä niitä alan tutkimuksista ja kirjallisuudesta saatavilla tiedoilla. Seuraavissa kappaleissa kuvataan tarkemmin näiden kahden aineistokeruutavan toteuttamista.

3.1.1 Kyselytutkimus

Kyselytutkimus lähetettiin maaliskuussa 2024 23:n suomalaisen eri vesihuoltolaitoksen edustajille. Kyselyn vastaanottajiksi valittiin eri kokoluokan vesilaitoksia. Lisäksi vastaanottajalaitoksia valitessa haluttiin ottaa huomioon kyselyn otannan maantieteellinen hajaantuminen eri puolille Suomea. Maantieteellisen

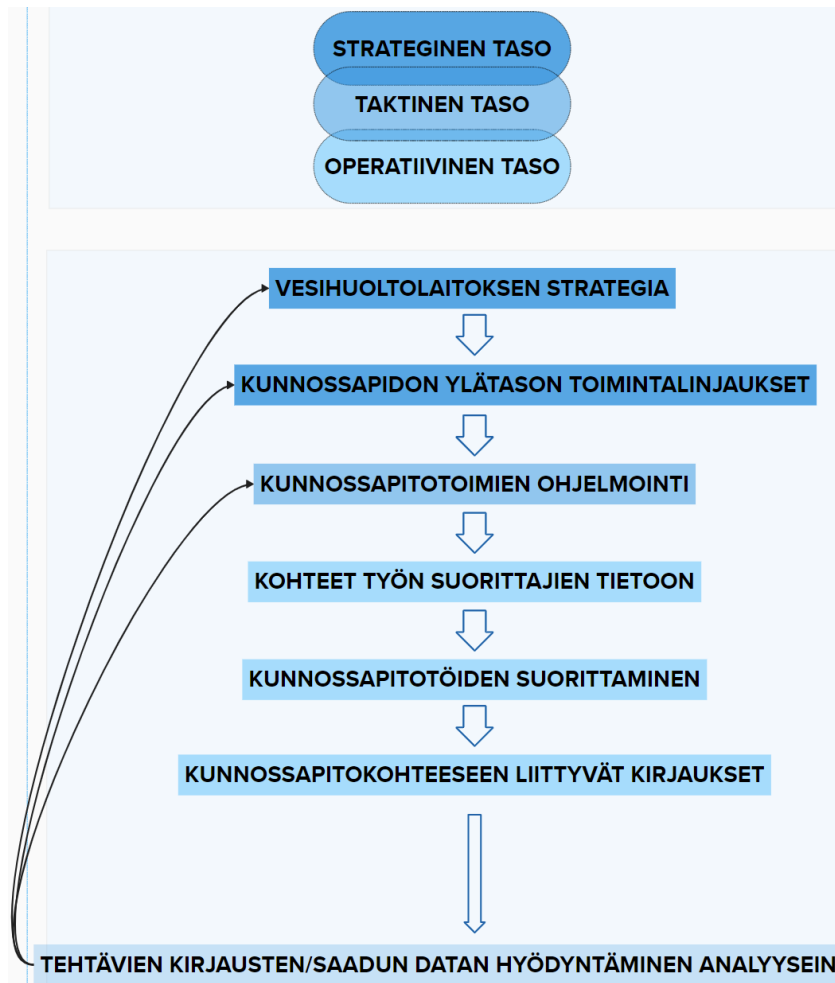
hajonnan ja eri kokoluokan vesilaitokset kattava tavoite saavutettiin. Kyselyn saatekirjeessä toivottiin, että kyselyä jaettaisiin oman organisaation sisällä vesihuoltoverkostojen kunnossapidon parissa työskenteleville henkilöille. Tavoitteena oli saada vastauksia sekä kunnossapidon ylätason suunnittelusta, käytännön toteutuksen suunnittelusta, että operatiivisesta toteuttamisesta vastaavilta henkilöiltä. Kyselyyn saatiin vastauksia yhteensä 19 kappaletta 17:ltä eri vesihuoltolaitokselta. Tavoite vastaajaprofiilista ei täysin toteutunut, sillä vastauksia ei saatu lainkaan operatiivisen tason henkilöstöltä.

Kysely jaoteltiin kyselypohjaan (liite 1) neljän eri teeman alle, jotka olivat: kunnossapidon toteuttaminen ja seuranta, kunnossapitotoimet ja niihin liittyvä ohjeistus, kunnossapidon resurssit sekä kunnossapitoon liittyvän tiedon ja osamisen hallinta. Kysely sisälsi sekä monivalintakysymyksiä että avoimia kysymyksiä. Kyselyyn haluttiin sisällyttää monivalintakysymyksiä, jotta siihen vastaaminen olisi mahdollisimman helppoa ja näin ollen vastauskynnys olisi matala.

3.1.2 Työpaja

Etäkokouksena huhtikuussa 2024 järjestettyyn työpajaan kutsuttiin kahdeksan suomalaisen vesihuoltolaitoksen edustajia. Työpajaan osallistui seitsemän henkilöä viideltä eri vesihuoltolaitokselta. Osallistujiksi toivottiin kunnossapidon parissa työskenteleviä henkilöitä organisaatioiden eri tasoilta. Työpajan osallistujat olivat johto- ja suunnittelutason henkilöstöä, lukuun ottamatta yhtä operatiivisen tason työstä vastaavaa osallistujaa. Työpajassa käytettiin apuna reaaliajassa päivittyvää interaktiivista virtuaalista työskentelypohjaa.

Työpajassa käsiteltävät aiheet valittiin kyselytutkimuksen vastausten pohjalta. Käsiteltävät aiheet jaoteltiin operatiivisen, taktisen ja strategisen tason aihealueisiin (kuva 6). Operatiivisen ja taktisen tason aihealueita käsiteltiin jakautuen kahteen pienryhmään. Ryhmäkeskustelujen jälkeen kumpikin ryhmä jakoi puheenvuorossaan ryhmän keskusteluissa esiin nousseita tärkeimpiä näkökulmia. Strategisen tason aiheet käsiteltiin kaikkien työpajaan osallistuneiden yhteisen keskustelun avulla.



Kuva 6. Havainnekuva työpajassa käytetystä vesihuoltoverkoston kunnossapidon jaottelusta

Operatiivisessa osiossa kummallekin ryhmälle jaettiin tavallisimpia vesihuoltoverkoston kunnossapitotoimia tai -kohteita. Ryhmiä ohjeistettiin kirjaamaan kunkin kohteen kunnossapitotyöhön liittyvät konkreettiset toimenpiteet, sopiva huoltoväli sekä tieto siitä, miten kohteen kunnossapitoon liittyvä tiedonhallinta toteutetaan. Tiedonhallinnalla tässä tarkoitetaan sitä, miten tieto huollettavista kohteista saadaan, mitä tietoja kohteista kirjataan ja minne tai missä muodossa tiedot tallennetaan.

Taktisen tason ryhmäkeskustelussa selvitettiin, mitä asioita kunnossapitosuunnitelman tulisi sisältää ja kartoitettiin vesihuoltolaitosten edustajien näkemyksiä ja suunnitelmia liittyen ennustavaan kunnossapitoon. Ennustavalla kunnossapidolla tässä yhteydessä tarkoitetaan olemassa olevan datan avulla ennustettua kohteiden kunnossapitotarvetta. Lisäksi kartoitettiin, miten vesihuoltolaitokset voisivat edistää laadukkaan kunnossapitotoiminnan ajatusmallia koko organisaation tasolle.

Strategisen tason osiossa selvitettiin, onko vesihuoltolaitoksen strategiaa tai kaupungin yhteistä strategiaa tulkittu vesihuoltoverkostojen kunnossapidon tarpeisiin. Lisäksi selvitettiin, onko jossain ylätason dokumentissa määritelty kunnossapidolle omaa strategiaa. Edellä mainittujen lisäksi kartoitettiin myös, miten strategioita käytetään erilaisten kunnossapitoon liittyvien toimintojen ohjaukseen.

3.2 Tulokset

3.2.1 Vesihuoltoverkostojen kunnossapitokohteet

Tässä kappaleessa esitetään työpajan pohjalta saatujen tutkimustulosten mukaiset yleisimpien vesihuoltoverkostojen kunnossapitotoimien parhaat käytännöt. Kohteista kuvataan niissä tehtävät toimenpiteet ja työpajassa muodostettu yhteisesti hyvänä pidetty näkemys kohteiden huoltovälistä, sekä niihin liittyvästä tiedonhallinnasta. Kohteiden kuvauksia on täydennetty kirjallisista lähteistä löytyvillä tiedoilla.

Sulkuventtiilit

Sulkuventtiilien kunnossapitotarkastuksen tulisi sisältää (taulukko 1) merkkikilven ja kansiston tarkastamisen, karan käytettävyyden tarkastamisen, venttiilin pyöriteltävyyden tarkastamisen, venttiilin kätisyyden tarkastamisen sekä venttiilityypin kirjaamisen. Sulkuventtiilien huoltoväli määräytyy niiden kriittisyyden mukaan. Kriittisimmät venttiilit tarkastetaan kerran vuodessa. Kunnossapidon näkökulmasta on tarpeen suorittaa sulkuventtiilien kriittisyysluokittelu, jos sitä ei ole vielä tehty. Kriittisimpien venttiilien ulkopuolelle jäävät sulkuventtiilit tarkastetaan vuodon esiintyessä. Lisäksi saneeraustöiden yhteydessä tarkastetaan venttiilien toimivuus ennakkoon, jotta saadaan saneerausalueen verkosto eristettyä. Tieto tarkastettavista, huollettavista ja korjattavista sulkuventtiileistä on nähtävissä verkkotietojärjestelmästä tai muusta vesihuoltolaitoksen käytössä olevasta järjestelmästä, jossa tiedot ovat yhdistettävissä verkoston kohteeseen. Tarkastusta vaativat venttiilit on määritelty järjestelmään manuaalisesti. Kaikki kunnossapitotöiden yhteydessä tehdyt havainnot ja toimenpiteet

kirjataan verkkotietojärjestelmään tai vastaavaan. Kirjattaviin tietoihin tulee sisältyä myös havaitun vian tyyppi tai tieto siitä, mikäli vikaa ei tarkastuskierroksella korjattu.

Taulukko 1. Sulkuventtiilien kunnossapitotarkastuksen vaiheet ja hyväksi havaitut toimintatavat.

Sulkuventtiilit	
Kunnossapitotarkistuksen vaiheet	Hyvät käytännöt
1. Merkkikilven ja kansiston tarkastaminen	<ul style="list-style-type: none"> • Kriittisyysluokittelu
2. Karan käytettävyyden tarkastaminen	<ul style="list-style-type: none"> • Kriittisimpien venttiilien tarkastaminen kerran vuodessa
3. Venttiilin pyöriteltävyyden tarkastaminen (kuva 7)	<ul style="list-style-type: none"> • Venttiilien toimivuuden tarkastaminen ennakkoon saneeraustöiden yhteydessä
4. Venttiilin kätsyyden tarkastaminen	<ul style="list-style-type: none"> • Kunnossapitotöiden yhteydessä tehtyjen havaintojen ja toimenpiteiden kirjaaminen
5. Venttiilityypin kirjaaminen (jos ei etukäteen tiedossa)	



Kuva 7. Sulkuventtiilin pyöriteltävyyden tarkastaminen.

Kuvassa 7 tarkastetaan vesijohtoristikon sulkuventtiilien pyöriteltävyyttä. Esimerkiksi runkolinjojen vesijohtoriston yhteydessä on tärkeää saada vesijohtoventtiili mahdollisimman pian suljettua. Näin voidaan välttyä laajemmilta vahingoilta.

Ilmanpoistoverventtiilit

Ilmanpoistoverventtiilien kunnossapitotarkastukseen (taulukko 2) tulisi sisältyä merkkikilven ja kansiston tarkastaminen sekä kaivon avaus ja mahdollisten vikojen havainnointi. Mikäli ilmakello vuotaa, yritetään se huoltaa. Jos huolto ei onnistu, ilmakello vaihdetaan. Hyvä käytäntö on, että ilmanpoistoverventtiilit huolletaan viiden vuoden välein. Kaikki tieto kunnossapitotoimien yhteydessä tehdyistä toimenpiteistä ja havainnoista kirjataan verkkotietojärjestelmään tai vastaavaan. Tieto huoltovälin mukaisesta tarkastustarpeesta saadaan verkkotietojärjestelmästä tai vastaavasta.

Taulukko 2. Ilmanpoistoverventtiilien kunnossapitotarkastuksen vaiheet ja hyväksi havaitut toimintatavat.

Ilmanpoistoverventtiilit	
Kunnossapitotarkastuksen vaiheet	Hyvät käytännöt
1. Merkkikilven ja kansiston tarkastaminen	<ul style="list-style-type: none"> • Huolto viiden vuoden välein
2. Kaivon avaus ja mahdollisten vikojen havainnointi	<ul style="list-style-type: none"> • Kunnossapitotöiden yhteydessä tehtyjen havaintojen ja toimenpiteiden kirjaaminen
3. Ilmakellon vuotaessa huolletaan se	
4. Mikäli huolto ei onnistu vaihdetaan ilmakello	

Paineensäätöventtiilit ja paineenalennusventtiilit

Paineensäätöventtiilien ja paineenalennusventtiilien kunnossapitotarkastuksen (taulukko 3) tulisi sisältää laitteiden toiminnan seuraamisen automaatiojärjestelmästä, merkkikilven ja kansiston tarkastamisen sekä kaivon avauksen ja mahdollisten vikojen havainnoinnin. Hyvä käytäntö on, että paineensäätöventtiilit ja paineenalennusventtiilit huolletaan viiden vuoden välein. Kaikki tieto kunnossapitotoimien yhteydessä tehdyistä toimenpiteistä ja havainnoista kirjataan verkkotietojärjestelmään tai vastaavaan. Tieto huoltovälin mukaisesta tarkastustarpeesta saadaan verkkotietojärjestelmästä tai vastaavasta.

Taulukko 3. Paineensäätöventtiilien ja paineenalennusventtiilien kunnossapitotarkastuksen vaiheet ja hyväksi havaitut toimintatavat.

Paineensäätöventtiilit ja paineenalennusventtiilit	
Kunnossapitotarkistuksen vaiheet	Hyvät käytännöt
1. Laitteiden toiminnan seuraaminen automaatiojärjestelmästä	<ul style="list-style-type: none"> • Huolto viiden vuoden välein
2. Merkkikilven ja kansiston tarkastaminen	<ul style="list-style-type: none"> • Kunnossapitotöiden yhteydessä tehtyjen havaintojen ja toimenpiteiden kirjaaminen
3. Kaivon avaus ja mahdollisten vikojen havainnointi	

Palovesiasemat ja palopostit

Hyvä käytäntö on, että sammutusvesirakenteet tarkastetaan kerran vuodessa (taulukko 4). Vastuu sammutusvesirakenteista vaihtelee kaupungeittain. Esimerkiksi HSY:n (Helsingin seudun ympäristöpalvelut kuntayhtymä) alueella on sovittu erikseen, mitä palovesiasemia ja paloposteja on määritetty sammutus-tilanteita varten. Sammutusvesirakenteiden yhteydessä on erittäin tärkeää, että tiedonvaihto pelastuslaitoksen ja vesihuoltolaitoksen välillä toimii saumattomasti. Tiedon poikkeustilanteista on kuljettava pelastuslaitokselle, jotta siihen voidaan reagoida ennakoivasti, eikä tilanne tule yllättäen eteen pelastustilanteessa. Rajapinnan kautta on mahdollista saada pelastuslaitokselle tieto vesijohtoveden saannon poikkeavuuksista. Tiedot sammutusvesirakenteiden kunnossapitotöiden yhteydessä tehdyistä havainnoista kirjataan verkkotietojärjestelmään tai vastaavaan ja samoin tieto määräaikaistarkastuksen tarpeesta saadaan sitä kautta.

Taulukko 4. Palovesiasemien ja palopostien kunnossapitoon liittyvät hyväksi havaitut toimintatavat.

Palovesiasemat ja palopostit
Hyvät käytännöt
<ul style="list-style-type: none"> • Tarkastaminen kerran vuodessa
<ul style="list-style-type: none"> • Pelastuslaitoksen ja vesihuoltolaitoksen välinen saumaton tiedonvaihto
<ul style="list-style-type: none"> • Kunnossapitotöiden yhteydessä tehtyjen havaintojen ja toimenpiteiden kirjaaminen

Huuhteluhaarat

Huuhteluhaarat tarkastetaan ja kunnostetaan tarpeen mukaan (taulukko 5). Niiden huoltotoimenpiteet suoritetaan käytön yhteydessä havaittujen puutteiden perusteella. Tiedot huuhteluhaarojen vioista ja tehdyistä kunnossapitotoimenpiteistä kirjataan verkkotietojärjestelmään tai vastaavaan.

Taulukko 5. Huuhteluhaarojen kunnossapitoon liittyvät hyväksi havaitut toimintatavat.

Huuhteluhaarat
Hyvät käytännöt
<ul style="list-style-type: none"> • Tarkastaminen ja kunnostaminen tarpeen mukaan
<ul style="list-style-type: none"> • Kunnossapitotöiden yhteydessä tehtyjen havaintojen ja toimenpiteiden kirjaaminen

Vesijohtojen huuhtelu, paineilma-vesipuhdistus ja possutus

Vesijohtojen huuhtelun yhteydessä palopostista tai huuhteluyhteestä juoksutetaan suurella paineella vettä, kunnes vesi kirkastuu. Tavoitteena on saada vesi vaihtumaan huuhdeltavalla osuudella esimerkiksi kaksi kertaa verkoston tilavuuteen suhteutettuna. Vaihtoehtoisesti huuhtelu voidaan toteuttaa myös rauhallisesti, mikäli lähistöllä ei ole viemäriä tai ojaa, mihin huuhteluvesi voitaisiin johtaa. Vesijohtojen huuhteluja suoritetaan vesijohtoveden laatuvalitusten seurauksena (taulukko 6). Näiden lisäksi vesijohtoverkostossa voi olla kohteita, jotka vaativat toistuvaa juoksutusta. Paineilma-vesipuhdistuksessa tyhjäin vesijohtoon syötetään vuorotellen sykäyksittäin suodatettua paineilmaa ja pieni määrä vettä (Nissinen & Lehtola 2003, 31). Menetelmällä aikaansaatu turbulenssi irrottaa vesijohdon seinämiin kertyneet saostumat. Possutus on vesihuoltoverkostojen elementtipuhdistusta. Puhdistuselementti syötetään putkeen ja sitä työnnetään putkessa eteenpäin vedenpaineen avulla. Elementti irrottaa putkesta sinne kertyneen sakan. (Vesijohdon possutus s.a.) Vesijohtojen paineilma-vesipuhdistusta ja possutusta suoritetaan tarpeen vaatiessa. Näitä tilanteita esiintyy kuitenkin kohtalaisen harvoin. Tiedot suoritetuista huuhteluista ja puhdistuksista sekä havaituista kunnossapitotarpeista tulee kirjata verkkotietojärjestelmään tai vastaavaan.

Taulukko 6. Vesijohtojen huuhteluun, paineilma-vesipuhdistukseen ja possutukseen liittyvät hyväksi havaitut toimintatavat.

Vesijohtojen huuhtelu, paineilma-vesipuhdistus ja possutus	
Hyvät käytännöt	
	<ul style="list-style-type: none"> • Huuhteluja suoritetaan vesijohtoveden laatuvalitusten seurauksena
	<ul style="list-style-type: none"> • Paineilma-vesipuhdistusta ja possutusta suoritetaan tarpeen vaatiessa
	<ul style="list-style-type: none"> • Suoritettujen toimenpiteiden ja havaittujen kunnossapitotarpeiden kirjaaminen

Laitekaivot ja mittalaitteet

Laitekaivojen ja mittalaitteiden kunnossapitotarkastusten (taulukko 7) tulisi sisältää laitteiden toiminnan seuraamisen kaukovalvonnan ja automaatiojärjestelmän kautta, laitteiden tarkastamisen automaatiolta saadun poikkeavuustiedon perusteella sekä kaivon ja kansiston rakenteiden tarkastamisen. Laitekaivot ja mittalaitteet tarkastetaan saatujen hälytysten perusteella. Verkkotietojärjestelmään tai vastaavaan kirjataan tehdyt kunnossapitotoimenpiteet. Mikäli mittalaite ei ole automaatiojärjestelmän piirissä, täytyy se käydä tarkastamassa ja lukemassa määrävälein.

Taulukko 7. Laitekaivojen ja mittalaitteiden kunnossapitotarkastuksen vaiheet ja hyväksi havaitut toimintatavat.

Laitekaivot ja mittalaitteet	
Kunnossapitotarkistuksen vaiheet	Hyvät käytännöt
1. Laitteiden toiminnan seuraaminen kaukovalvonnan ja automaatiojärjestelmän kautta	<ul style="list-style-type: none"> • Tarkastetaan saatujen hälytysten perusteella
2. Laitteiden tarkastus, kun automaatiolta saatu tieto poikkeavuudesta	<ul style="list-style-type: none"> • Kunnossapitotöiden yhteydessä tehtyjen havaintojen ja toimenpiteiden kirjaaminen
3. Kaivon ja kansiston rakenteiden tarkastaminen	<ul style="list-style-type: none"> • Mittalaitteiden tarkastaminen määrävälein, mikäli ne eivät ole automaatiojärjestelmän piirissä

Merkkipaalut ja -kilvet

Merkkipaalut ja -kilvet korjataan tai vaihdetaan tarpeen mukaan (taulukko 8). Näiden kunnossapito ei useinkaan ole järjestelmällistä toimintaa. Mikäli merkkipaalu tai -kilpi on vioittunut ja siitä on tehty kirjaus, tulee siitä verkkotietojärjestelmän tai vastaavan kautta tieto ja kohde siirtyä asentajan tehtävälisalle.

Hyvä käytäntö on tallentaa järjestelmään kuva vioittuneesta paalusta tai kilvestä ja kun kunnossapitotoimenpiteet on suoritettu, tallennetaan uusi kuva korjatusta kohteesta.

Taulukko 8. Merkkipaalujen ja -kilpien kunnossapitotoimenpiteet liittyvät hyväksi havaitut toimintatavat.

Merkkipaalut ja -kilvet
Hyvät käytännöt
<ul style="list-style-type: none"> • Korjataan / vaihdetaan tarpeen mukaan
<ul style="list-style-type: none"> • Kuva vioittuneesta merkkipaalusta tai -kilvestä verkkotietojärjestelmään tai vastaavaan ja kuvan uusiminen korjauksen / vaihdon jälkeen
<ul style="list-style-type: none"> • Kunnossapitotöiden yhteydessä tehtyjen havaintojen ja toimenpiteiden kirjaaminen

Viemärihuuhtelut (pesu)

Jätevesiviemäreille voidaan suorittaa painepesu yhdistelmäauton avulla. Lisäksi voidaan suorittaa viemärihuuhteluita, jossa säiliöstä lasketaan suuri määrä vettä viemäriin. Tämä toimintamalli soveltuu pienemmille viemäreille. Viemärihuuhteluiden väli riippuu täysin kohteen luonteesta. Viemäriverkostoissa voi olla ongelmakohtia, jotka vaativat säännöllistä huuhtelua esimerkiksi kerran kuussa. Hyvä käytäntö on, että pääviemärit pyritään pesemään tai huuhtelemaan esimerkiksi kahden vuoden välein (taulukko 9). Mikäli pääviemäreiden virtaamat ovat suuret eikä putkissa ole painaumia, ei huuhtelua kuitenkaan tarvitse toteuttaa näin usein. Putkissa, joissa virtaama on suuri ei esiinny yhtä usein ongelmia, kuin vastaavissa pienemmän virtaaman putkissa. Viemäreiden pesut ja pidemmät huuhtelut sekä tukosten aukaisut dokumentoidaan verkkotietojärjestelmään tai vastaavaan. Myös listauksen pesua tai huuhtelua vaativista viemäreistä olisi hyvän käytännön mukaisesti löydettävä vastaavasta paikasta ja sieltä saadaan heräte, kun toimenpide on ajankohtainen.

Taulukko 9. Viemärihuuhteluihin liittyvät hyväksi havaitut toimintatavat.

Viemärihuuhtelut
Hyvät käytännöt
<ul style="list-style-type: none"> • Pääviemäreiden pesu / huuhtelu esim. kahden vuoden välein
<ul style="list-style-type: none"> • Listaus pesua / huuhtelua vaativista kohteista verkkotietojärjestelmässä tai vastaavassa
<ul style="list-style-type: none"> • Suoritettujen pesujen ja huuhteluiden sekä toimenpiteiden yhteydessä tehtyjen havaintojen kirjaus

Viemärikuvaus

Viemärikuvaus on mahdollista toteuttaa eri tavoilla. Perinteisessä viemärikuvauksessa kuvaus suoritetaan erillisen kuvausauton avulla ajettavalla robottikameralla. Yksi vaihtoehto viemärikuvausten toteuttamiseen on zoom-kuvaus. Hyvänä käytäntönä viemärikuvausten yhteydessä voidaan pitää ennakkoon suunniteltua toiminta-aikataulua (taulukko 10), jonka mukaan kohteita käydään läpi. Kuvausten tulokset dokumentoidaan verkkotietojärjestelmään tai vastaavaan. Tällä hetkellä kuvaustieto ei siirry suoraan verkkotietojärjestelmään, mutta tulevaisuudessa se on todennäköisesti mahdollista rajapinnan yli. Viemärikuvausten yhteydessä hyvänä käytäntönä voidaan pitää sitä, että aina kun viemärikaivon kansi avataan, tulisi samalla arvioida kaivon kunto silmämääräisesti. Samoin tulisi arvioida putken kunto kuvauksen yhteydessä. Tehdyt havainnot kirjataan verkkotietojärjestelmään tai vastaavaan.

Taulukko 10. Viemärikuvauksiin liittyvät hyväksi havaitut toimintatavat.

Viemärikuvaus
Hyvät käytännöt
<ul style="list-style-type: none"> • Ennakkoon suunniteltu toiminta-aikataulu
<ul style="list-style-type: none"> • Kuvausten tulosten dokumentointi
<ul style="list-style-type: none"> • Viemärikaivon kannen avauksen yhteydessä suoritetaan silmämääräinen kaivon kunnan arviointi
<ul style="list-style-type: none"> • Kuvausten yhteydessä suoritetaan putken kunnan arviointi
<ul style="list-style-type: none"> • Toimenpiteiden yhteydessä tehtyjen havaintojen kirjaus



Kuva 8. Viemärikuvaukseen käytettävä zoom-kamera.

Kuvassa 8 on viemärikuvauksissa käytettävä zoom- kamera. Zoom-kuvauksessa kamera lasketaan kaivoon ja kohdetta kuvataan tarkentaen (zoomataan). Zoom-kuvauksen etu on, että se voidaan toteuttaa nopeasti.

Juurien poisto

Juurien poistoja viemäreiden sisältä suoritetaan tehtyjen havaintojen perusteella (taulukko 11). Usein havainto tehdään viemärikuvausten tai tukos-havaintojen yhteydessä. Juuret leikataan pyörivän leikkurin avulla. Havainto juurista tulisi aina viedä sijaintitietoineen verkkotietojärjestelmään tai vastaavaan ja samoin tieto siitä, kun juuret on poistettu. Koska juurilla on taipumus niiden

poiston jälkeen kasvaa uudestaan putkien sisälle, voidaan hyvänä käytäntönä pitää kohteiden lisäystä sujutusta tai sukutusta vaativien kohteiden listalle. Edellä mainittujen toimenpiteiden avulla päästään eroon putken sisäpinnalla olevista vaurioista ja halkeamista, joista juuret kasvavat putken sisälle.

Taulukko 11. Juurien poistoihin liittyvät hyväksi havaitut toimintatavat.

Juurien poisto
Hyvät käytännöt
<ul style="list-style-type: none"> • Poistoja suoritetaan tehtyjen havaintojen perusteella
<ul style="list-style-type: none"> • Kirjataan havainto juurista sijaintitietoineen
<ul style="list-style-type: none"> • Tehdyt toimenpiteet kirjataan
<ul style="list-style-type: none"> • Kohteet, joissa suoritettu juurien poistoa lisätään sujutusta tai sukutusta vaativien kohteiden listalle

Paineellisten putkien vuodot

Putkien vuotojen yhteydessä ensisijainen tehtävä on etsiä vuotokohta (taulukko 12). Vuotojen etsintä voi olla työlästä, jos vuoto ei maaperän ominaisuuksien takia ilmene maanpinnalla. Putkivuodon löydyttyä estetään ensin vahinkojen ja vaaran tapahtuminen. Seuraavat toimenpiteet ovat vuotokohdan sulkeminen, vuodosta tiedottaminen, kohteen korjaus, uudelleen tiedottaminen sekä paineviemäreiden kohdalla tarvittaessa ympäristöviranomaisen tiedottaminen. Putkirikkojen mahdollisimman aikaisen havaitsemisen vuoksi seurataan automaatiojärjestelmästä vedenjakelun yökulutusta. Ennakoivana toimenpiteenä metalliputkien osalla toimii niiden kuuntelu esimerkiksi kuuntelupiikin tai ääniloggereiden (kuva 9) avulla. Kuuntelut ja niistä tehdyt havainnot dokumentoidaan. Verkkotietojärjestelmään tai vastaavaan dokumentoidaan putkirikkojen korjaustapahtuma. Mikäli kyseessä on ympäristöön vaikuttanut vuoto, tulee tilanteesta tehdä myös poikkeamaraportti.

Taulukko 12. Paineellisten putkien vuotojen yhteydessä tehtävät toimenpiteet ja hyväksi havaitut toimintatavat.

Paineellisten putkien vuodot	
Kunnossapitotarkistuksen vaiheet	Hyvät käytännöt
1. Vuotokohdan etsiminen	<ul style="list-style-type: none"> Vedenjakelun yökulutuksen seuraaminen automaatiojärjestelmästä putkivuodon mahdollisimman varhaisen havaitsemisen mahdollistamiseksi
2. Vuotokohdan sulkeminen	<ul style="list-style-type: none"> Metalliputkien kuuntelu ja kuunteleista tehtyjen havaintojen kirjaaminen
3. Vuodosta tiedottaminen	<ul style="list-style-type: none"> Putkirikkojen korjaustapahtumien kirjaaminen
4. Kohteen korjaus	
5. Uudelleen tiedottaminen	
6. (Paineviemäreiden kohdalla tarvittaessa ympäristöviranomaisen tiedottaminen)	



Kuva 9. Metalliputkien kuunteluun käytettävä ääniloggeri.

Kuvassa 9 on ääniloggeri. Ääniloggereiden avulla on mahdollista paikantaa putkivuotoja. Ääniloggerit soveltuvat metalliputkien vuotojen etsintään.

Viemärikaivojen tarkastukset

Viemärikaivojen fyysinen kunto ja vuotavuus arvioidaan silmämääräisesti (taulukko 13). Kuten viemärikuvausten yhteydessä todettiin, on hyvän käytännön mukaista arvioida kaivojen kuntoa aina siinä yhteydessä, kun kaivon kansi muun toimenpiteen yhteydessä avataan. Kaivojen vuotokohtia tarkastettaessa arvioidaan kaivon ja putkien liitoskohdat. Betonikaivoista arvioidaan kaivorenkaiden tiiveys ja tarkastetaan pohjan muodon osalta, onko sitä tarvetta parantaa. Muovikaivojen kohdalla arvioidaan ainoastaan, onko kaivo kunnossa vai ei. Saneerausten yhteydessä suoritetaan kaivokorjauksia, mikäli sille on tarvetta. Mikäli kaivossa esiintyy paljon vuotoa, on se mahdollista esimerkiksi sukittaa. Sukittamisella tarkoitetaan paineilman avulla asennettua epoksoitua sukkaa, joka muodostaa kaivon sisälle kovettuessaan uuden pinnan (Mitä sukitus on? s.a.). Tieto kaivojen vuotokohdista saadaan esimerkiksi zoom-kuvauksista tai tehdyistä kaivotarkastuksista. Tehdyt kunnossapitotoimenpiteet kirjataan verkkotietojärjestelmään tai vastaavaan.

Taulukko 13. Viemärikaivojen tarkastuksiin liittyvät hyväksi havaitut toimintatavat.

Viemärikaivojen tarkastukset	
Kunnossapitotarkistuksen vaiheet	Hyvät käytännöt
1. Kunnan ja vuotavuuden silmämääräinen arviointi	<ul style="list-style-type: none"> • Kaivojen kunnan arviointi aina kun kansi muun toimenpiteen yhteydessä avataan
2. Vuotokohtia tarkastettaessa arvioidaan kaivon ja putkien liitoskohdat	<ul style="list-style-type: none"> • Saneerauksien yhteydessä suoritetaan kaivokorjauksia, mikäli niille on tarvetta
3. Betonikaivoista arvioidaan kaivorenkaiden tiiveys ja tarkastetaan pohjan muoto	<ul style="list-style-type: none"> • Kunnossapitotöiden yhteydessä tehtyjen havaintojen ja toimenpiteiden kirjaaminen
4. Kaivo mahdollista sukittaa, mikäli siinä esiintyy paljon vuotoa	

Viemäreiden ylivuotorakenteet

Viemäreiden ylivuotorakenteille ei juuri suoriteta kunnossapitotoimenpiteitä. Joissain kohteissa suoritetaan esimerkiksi kasvillisuuden poistamista tai ylivuotoluukkujen väliin jääneiden roskien poistamista. Ylivuotorakenteiden koh-

dalla on tärkeää varmistaa, että purku toimii ylivuototilanteissa esteettä (taulukko 14). Toisaalta on myös oleellista varmistaa, ettei vesi pääse ylivuotorakenteiden kautta vuotamaan sisälle verkostoon. Osassa ylivuotorakenteita on pinnankorkeusmittareita, joiden toimivuus tarkistetaan tarvittaessa. Kaikkia ylivuotorakenteita ei välttämättä ole dokumentoitu verkkotietojärjestelmään tai vastaavaan. Tietoja ylivuotorakenteista täydennetään vähintään silloin, kun muiden kunnossapitotöiden yhteydessä saadaan niistä lisää tietoa. Hyvänä käytäntönä voidaan pitää ylivuotorakenteiden tarkastamista esimerkiksi kahden vuoden välein. Tarkastusten perusteella tehdyt kunnossapitotoimenpiteet ja kohteista karttunut muu tieto on hyvän käytännön mukaisesti dokumentoitava verkkotietojärjestelmään tai vastaavaan.

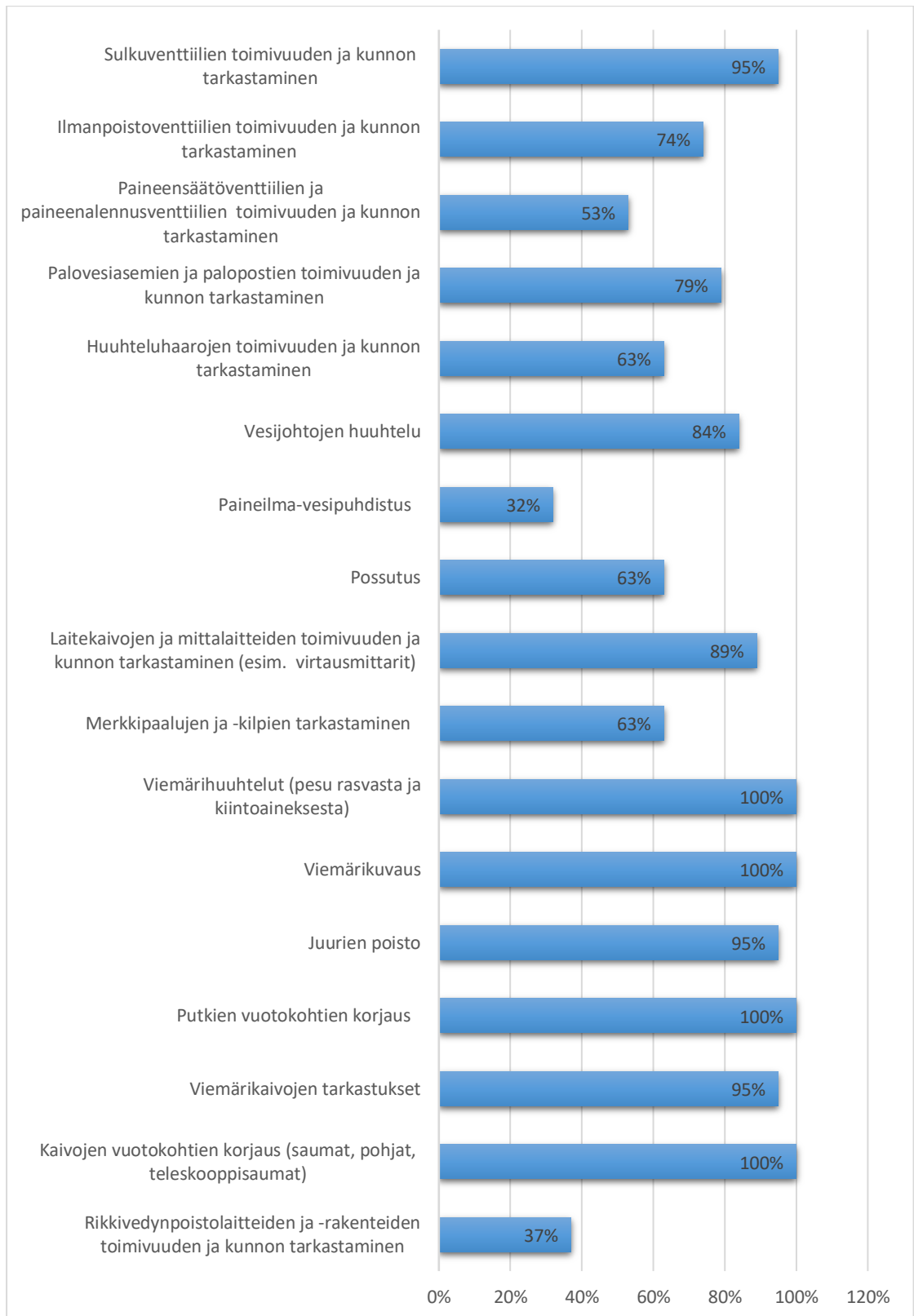
Taulukko 14. Viemäreiden ylivuotorakenteisiin liittyvien kunnossapitotoimien hyväksi havaitut toimintatavat.

Viemäreiden ylivuotorakenteet
Hyvät käytännöt
<ul style="list-style-type: none"> • Tarkastaminen esim. kahden vuoden välein
<ul style="list-style-type: none"> • Varmistetaan, että purku toimii ylivuototilanteissa esteettä
<ul style="list-style-type: none"> • Varmistetaan, ettei vesi pääse ylivuotorakenteiden kautta vuotamaan sisälle verkostoon
<ul style="list-style-type: none"> • Ylivuotorakenteiden pinnankorkeusmittareiden toimivuuden tarkastaminen tarvittaessa
<ul style="list-style-type: none"> • Tietoja ylivuotorakenteista täydennetään verkkotietojärjestelmään tai vastaavaan vähintään silloin, kun muiden kunnossapitotöiden yhteydessä saadaan niistä lisää tietoa
<ul style="list-style-type: none"> • Kunnossapitotöiden yhteydessä tehtyjen havaintojen ja toimenpiteiden kirjaaminen

3.2.2 Kunnossapitokohteiden huoltoväli

Työpajan ja kyselyn tulosten pohjalta voidaan yleisesti todeta, että kaikille vesihuoltoverkostoihin liittyville kunnossapitotoimille tulisi olla määriteltynä huoltoväli. Vaikka kohde nykytilanteessa tarkastetaan vain harvoin tai tarpeen vaatiessa, olisi silti hyvä olla määriteltynä jokin vakioväli tarkastusten suorittamiselle. Näin voidaan varmistua siitä, että mikään huollettavista kohteista ei pääse tippumaan täysin kunnossapitokohteiden piiristä ja sen tarkastustarpeesta saadaan tietyin aikavälein heräte järjestelmien kautta. Kyselyn perusteella ainoastaan viemärihuuhtelut, viemärikuvaukset sekä putkien ja kaivojen

vuotokohtien korjaukset ovat kunnossapitotoimia, joita kaikilla kyselyyn vastanneilla vesihuoltolaitoksilla suoritetaan (kuva 10). Tämä selittyy osaltaan sillä, että viemärit ovat vesijohtoihin verrattuna helpommin saatavilla ja niiden kunnosta on yksinkertaisempaa saada tietoa. Tämä näkökulma korostui myös kyselyn avoimissa vastauksissa. Vesihuoltoverkostoihin liittyvät laitteistot kuten paineensäätö- ja paineenalennusventtiilit sekä rikkivedynpoistolaitteet ovat selvästi vähemmälle huomiolle jääviä kunnossapitokohteita. Toisaalta laitteistot ilmoittavat toimintakyvystään automaation kautta ja niiden kunnossapitotoimet määräytyvät sieltä saadun tiedon perusteella. Myöskään huuhteluhaarat ja merkipaalut sekä -kilvet eivät kuulu kunnossapidon piiriin läheskään kaikilla laitoksilla.



Kuva 10. Vesihuoltolaitoksilla tehtävät verkostoihin liittyvät kunnossapitotoimet

Tiettyjä vesihuoltoverkostoihin liittyviä huoltokohteita seurataan kaukovalvonnan avulla. Näillä kohteilla tehdään määräaikaistarkastusten lisäksi automaa-

tion kautta saatujen hälytysten perusteella kunnossapitotoimia ja -tarkastuksia. Tällaisia kunnossapitokohteita ovat esimerkiksi paineensäätöventtiilit ja erilaiset verkoston mittalaitteet.

Kun suoritetaan vesihuoltoverkkostoihin liittyviä kunnossapitotoimia, tulisi aina arvioida itse toimenpiteiden kohteena olevan laitteen tai verkoston osan kunnan lisäksi työn suorittamisen yhteydessä muut arvioitavissa olevat kohteet. Tällä tarkoitetaan sitä, että esimerkiksi aina, kun avataan jonkin toimenpiteen suorittamista varten viemärikaivon kansi, tehdään samalla arvio kaivon kunnosta.

Vesihuoltoverkostojen saneerausten yhteydessä tehdään usein tiettyjen kohteiden kunnossapitotarkastuksia. Esimerkiksi saneerausalueen vesijohtoventtiilit tarkastetaan tässä yhteydessä. Jos vesihuoltolaitoksella ei ole tarkkaa tietoa kaikkien verkostonsa osien rakenteista ja sijainnista, tarkistetaan ja selvitetään nämä usein saneeraustoimenpiteiden yhteydessä. Esimerkiksi pumppaamosaneerausten yhteydessä voidaan selvittää pumppaamoiden ylivuotojen rakenne ja sijainti.

3.2.3 Kunnossapitotoimiin liittyvä tiedonhallinta

Kaikki kunnossapitotöiden yhteydessä havaitut poikkeamat tai viat tulisi kirjata käytössä olevaan verkkotietojärjestelmään tai muuhun vastaavaan järjestelmään siten, että ne ovat yhdistettävissä verkoston kohteeseen. Kirjaukset tulisi pyrkiä tekemään mahdollisimman yksiselitteisesti ja tarkasti. Optimaalisinta olisi, jos käytössä oleva järjestelmä mahdollistaisi pudotusvalikot. Tämä vähentäisi virheiden määrää ja mahdollistaisi tietojen automaattisen hyödyntämisen esimerkiksi ennustavassa kunnossapidossa. Olisi hyvä kirjata ylös mm. kaikki kohteen vikahavainnot mukaan lukien vian tyyppi. Näin voidaan minimoida merkintöjen tulkinnanvaraisuutta. Samoin kaikki havaittujen puutteiden ja vikojen korjaukset tulisi kuitata työn suorittamisen jälkeen verkkotietojärjestelmään tehdyiksi. Näin taataan ajantasainen ja laadukas verkostotieto.

Isommilla vesihuoltolaitoksilla hyödynnetään jo osittain kerättyjen tietojen pohjalta tehtäviä analyysejä. Tavoitteena on, että kerätyn tiedon perusteella voidaan ymmärtää mihin kunnossapitokohteisiin tulee keskittyä ja mitä toimenpiteitä tehdä. Tiedon avulla täytyy pystyä luomaan kokonaiskuva vesihuoltoverkoston tilasta. Esimerkkinä jo nyt käytössä olleista tiedon avulla tehdyistä analyyseistä on vesijohtojen teknisen käyttöiän ennustaminen. Ennusteissa on käytetty hyödyksi verkoston materiaali-, koko- ja ikätietoja. Aineiston määrästä ja laadusta sekä niihin liittyvistä epävarmuuksista johtuen ei kuitenkaan ole vielä saatu ennusteista luotettavia tuloksia.

Käytännön tasolla on havaittu, että täsmällinen tieto siitä, mikä putki on asennettu millekin johto-osuudelle olisi hyödyllinen. Ratkaisuna tämän tiedon saatavuuteen voisi olla verkkotietojärjestelmään viedyt tiedot putken kylkeen printatuista tiedoista. Verkkotietojärjestelmästä löytyisi näin tieto siitä, mitä putkierää on milläkin osuudella. Jos havaitaan tietyssä putkierässä ongelmia, voidaan näitä osuuksia seurata tarkemmin tai reagoida odotettavissa oleviin ongelmiin ennakoiden.

Tekoälyn hyödyntäminen on ollut edistyneimmillä vesihuoltolaitoksilla testikäytössä. Olisikin hyvä, jos vesihuoltolaitokset yleisesti ottaisivat jo nyt huomiioon tiedonkeruussa ja tallentamisessa tulevaisuuden mahdollisuudet tekoälyn hyödyntämisessä. Kerätyn tiedon laatu tulee varmistaa, kun käytetään tekoälyä hyödyksi.

Vesihuoltolaitosten arjen toimivuuden ja ennustavaan kunnossapitoon siirtymisen kannalta olisi hyödyllistä, jos verkostoista ja niihin liittyvistä laitteista saatava tieto keräytyisi automaattisesti. Myös tiedon pohjalta tuotettavat tulokset olisi hyödyllistä saada automaattisesti esitettävään muotoon. Visuaalisuus nousee tuloksia tarkasteltaessa tärkeään rooliin. Karttaesitys saaduista tiedoista tai analyysituloksista on tietyissä tilanteissa huomattavasti havainnollisempi, kuin taulukoiden tai käyrien avulla muodostettu esitystapa.

3.2.4 Kunnossapitosuunnitelma

Työpajaan osallistuneiden vesihuoltolaitosten edustajien yhteinen näkemys oli, että vesihuoltoverkostoja koskevasta kunnossapitosuunnitelmasta tulisi selvittää, mitä kohteita tarkistetaan, miten kohteet tarkistetaan, kuinka usein kohteet tarkistetaan sekä miten ja mihin kunnossapitotoimista saatua tietoa käytetään. Eri kunnossapitokohteiden toimenpiteiden kuvauksen yhteydessä tulisi olla huomioonotettuna myös työturvallisuus. Lisäksi kunnossapitosuunnitelmasta tulisi ilmetä, mitä velvoitteita kunnossapitotoiminnalle tulee laeista.

Kunnossapitosuunnitelmasta tulisi selvittää kunnossapitokohteiden priorisointiperiaatteet. Eri kohteille tulisi luoda kriittisyysluokitus, jonka mukaan ne voidaan asettaa tärkeysjärjestykseen keskenään. Kohteen kriittisyysluokitukseen vaikuttavat mm. verkosto-osuuden loppukäyttäjän kriittisyys (esim. sairaala) sekä kohteen sijainnin kriittisyys (esim. junaradan alittava päävesijohto tai ekologisesti haavoittuvalla alueella sijaitsevat verkosto-osuudet). Kriittisyysluokituksessa otetaan huomioon myös verkosto-osuuksien keskinäisen tärkeysjärjestyksen määrittäminen. Runko- ja siirtolinjat priorisoidaan tärkeämiksi kuin sivuhaarat. Näiden lisäksi tulisi määrittää myös eri toimenpiteiden keskinäinen tärkeysjärjestys.

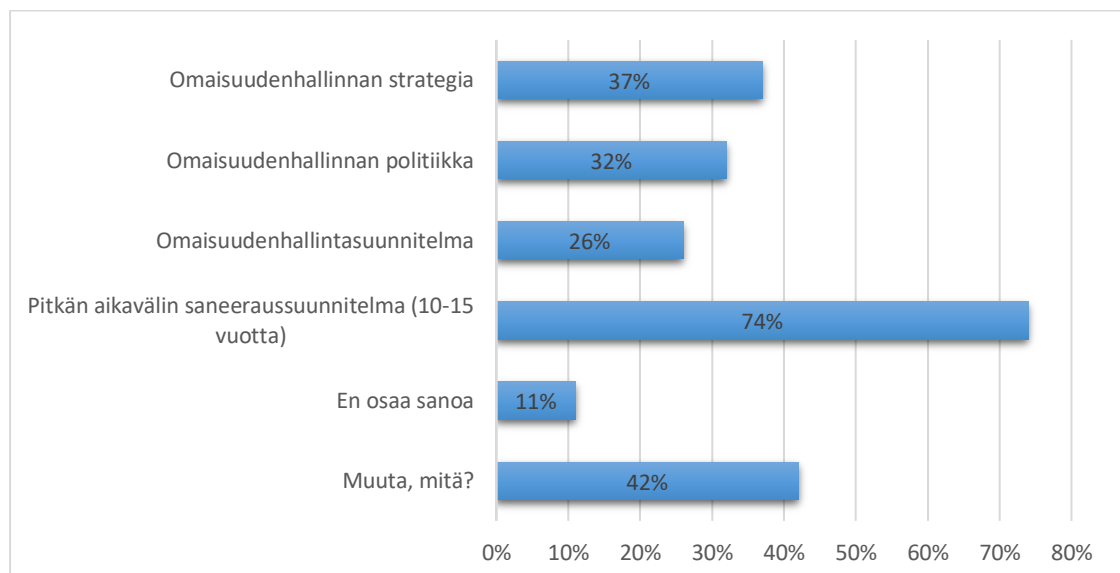
Vuodenajat määrittävät kunnossapitotoiminnan aikataulutusta. Kunnossapitosuunnitelmasta tulisi ilmetä, mitä toimia mihinkinkin vuodenaikaan tulisi tehdä. Lisäksi kunnossapitosuunnitelmaan tulisi sisällyttää arvio kunnossapitotöihin tarvittavista resursseista tai vaihtoehtoisesti työt täytyy priorisoida käytettävissä olevien resurssien mukaan.

3.2.5 Kunnossapitotoiminnan strateginen taso

Laadukkaana kunnossapitotoiminnan ajatusmallin jalkauttaminen vesihuoltolaitosten koko organisaation tasolle on koettu tärkeäksi asiaksi, mutta osittain ongelmalliseksi toteuttaa. Laitosten ylimmän johdon tulisi viedä toimintamallia alemmille tasoille. Mahdollisimman helpot ja yksinkertaiset toimintatavat helpottavat toimintamallin sisäänajoa ja päinvastoin aikaa vievät ja kankeat toimintatavat vaikeuttavat sitä. Laadukkaaseen kunnossapidon toimintatapaan

siirryttäessä, on tärkeää motivoida työntekijöitä perustelemalla tehtävät toimenpiteet hyvin. On myös tärkeää, että työntekijöiden tekemiin havaintoihin reagoidaan jollain tavalla, jotta tietojen kerääminen koetaan hyödylliseksi. Operatiivisia toimia suorittava henkilöstö voidaan osallistaa jo kunnossapitosuunnitelman tekovaiheessa prosessiin.

Vesihuoltolaitosten strategisen tason toteutumisen kannalta on tärkeää asettaa tavoitteet, joita kohti edetään. Tämä kannustaa sekä vesihuoltolaitosten työntekijöitä, että päätöksentekijöitä sitoutumaan yhteisiin periaatteisiin ja tavoitteisiin. Vesihuoltolaitosten tai kaupunkien strategia koetaan kunnossapidon näkökulmasta epämääräisenä ja hajanaisena. Kunnossapidolle ei ole määritelty vesihuoltolaitosten ylätason dokumenteissa omaa strategiaa. Kunnossapidon strategisten linjausten koetaan olevan pirstaloituneena eri dokumentteihin. Esimerkiksi vuotojenhallintastrategia, digistrategia ja omaisuudenhallinnan strategia määrittävät myös kunnossapitotoimintaa, silloin kun kyseiset dokumentit on laadittu. Kyselyn tulosten perusteella myös omaisuudenhallintaan liittyvä ylätason ohjaus on vesihuoltolaitoksilla vielä varsin vähäistä (kuva 11). Ylätason dokumenteista pitkän aikavälin saneeraussuunnitelma on selvästi useimmin laadittu toimintaa ohjaava dokumentti.



Kuva 11. Vesihuoltolaitoksilla käytössä olevat omaisuudenhallinnan toimintaa ohjaavat ylätason dokumentit

Asiakaslähtöisyys on kunnossapidon näkökulmasta keskeisessä roolissa. Kunnossapito on aina jollain tasolla liitoksissa vesihuoltolaitoksen asiakaspalveluun. Kunnossapitoa voidaan pitää yhtenä välineenä asiakastyytyvyyden ylläpidossa.

3.3 Tulosten arviointi

3.3.1 Digitalisaation hyödyntäminen

Työpajan ja kyselytutkimuksen pohjalta voidaan todeta, että tiedon keräämisen, tallentamisen ja hyödyntämisen osalta eri vesihuoltolaitokset ovat hyvin eri tilanteissa. Osa laitoksista on jo tehnyt kokeiluja datan perusteella tehdystä ennusteista, kun osa hyödyntää yhä paperimuistiinpanoja ja Excel-taulukoita. Kun tätä tutkimustulosta vertaa aiemmin aiheista tehtyihin tutkimuksiin ja julkaisuihin tullaan johtopäätökseen, että nopeaa muutosta kohti dataperusteista ja ennustavaa kunnossapitotoimintaa ei ole tapahtunut.

Taulukko 15. Digitalisaatiostrategian viiden eri porrastason priorisoidut toimenpiteet jaettuna eri teemojen alle (Ikäheimo & Metsävuori 2020, 86)

TEEMA	TASO 1	TASO 2	TASO 3	TASO 4	TASO 5
1. Omaisuudenhallinta	Kypsyysanalyysi	Kuntotutkimukset ja kuntotietojen hallinta	Digitointi ja topologia	Automaattinen analysointi	Ennakoiva kunnossapito arkipäivää
2. Tiedonhallinta	Tietovirtakaaviot	Tiedonhallintasuunnitelma	Saneerausten historiatiedot	Data-analytiikka	Tekoälyn hyödyntäminen metatietojen keruussa
3. Asiakaspalvelu ja viestintä	CRM-järjestelmän valinta	Palvelutuotteet	Prosessit ja lomakkeet digitalisoitu	Digisopimukset, liittymät ja sähköinen allekirjoitus	Henkilökohtaisempi asiakaspalvelu
4. Digitaaliset alustat, työvälineet ja sensorit	Digitalisaation tiekartta	Etäluenta ja -valvonta	Suunnitelmat ja tietomallit mobiiliin	Dashboard-näkymät	Ajantasainen digitaalinen kaksonen
5. Osaamisen johtaminen ja koulutus	Mentorointi	Digikoordinaattori	HR tuntee osaamisen	Yhteinen henkilöstöpooli	Rekrytointitarpeen ennustaminen
6. Digitaalinen turvallisuus	Pääsynhallinta	Turvallisuuskartoitus	Tietoturvallisuuden tarkistuslista ja vuosikello	Sitouttaminen tietoturvan kehittämiseen	Jatkuva kehittyminen

Ikäheimo & Metsävuori esittivät julkaisussaan vuodelta 2020 taulukon (taulukko 15), jossa on esitetty priorisoitu lista vesihuoltolaitosten toimenpiteistä digitali-

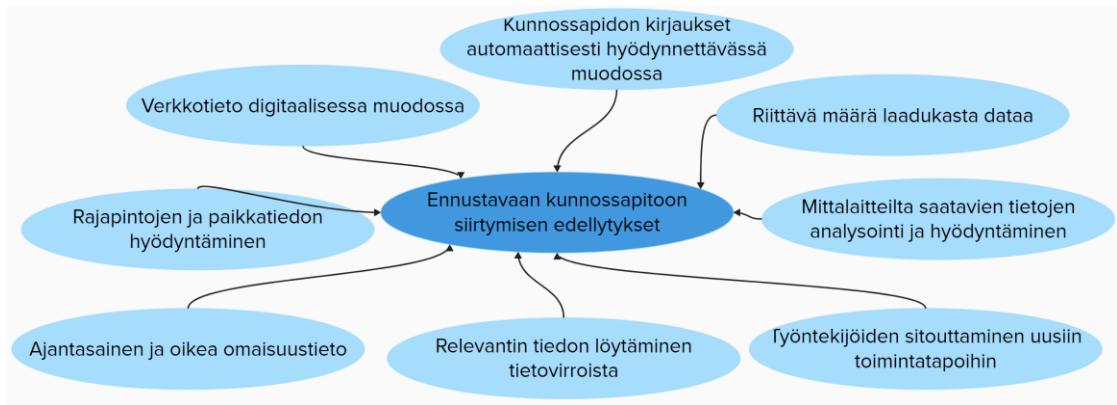
saatiostrategiassa esitetyn viiden eri tason mukaan teemoittain. Kyselytutkimuksen tulosten perusteella on todettava, että suurin osa vastanneista vesihuoltolaitoksista on omaisuudenhallinnan teeman tasolla 1–2. Usealta laitokselta puuttuu vielä omaisuudenhallinnan politiikan ja -suunnitelman laatiminen. Tasolla 2 esitetty kuntotietojen hallinta on edistyksellisimmillä laitoksilla jo melko hyvin hallinnassa. Tasolla 2 ollakseen vesihuoltolaitoksen tiedon keräämisen ja hallinnan on oltava systemaattista ja hyvin organisoitua.

Taulukon tiedonhallinta teemaan vertailtuna voidaan tehdä samansuuntainen johtopäätös kuin omaisuudenhallinnan osalta. Useat vesihuoltolaitokset ovat tasolla 1–2. Tietovirtakaavioilla kuvataan tietovirtoja, jotta saadaan selvyys ydinprosesseista ja niiden käyttämisestä päätietoryhmistä. Tietojärjestelmien integraatiot ja rajapintojen suunnittelu edellyttävät tietovirtakuvauksia. Tasolla kaksi vesihuoltolaitoksella tulisi olla tiedonhallintasuunnitelma, josta ilmenee tavat tärkeimpien dokumenttien säilyttämiseen ja käsittelyyn.

Digitaalisten alustojen, työvälineiden ja sensoreiden teeman osalta voidaan todeta edistyksellisimpien laitosten olevan tasolla 3 ja hyvällä vauhdilla matkalla kohti tasoa 4. Laitokset hyödyntävät osittain mobiilipalveluita operatiivisella tasolla ja niillä on käytössä tiedonsiirtojen automatisointia sekä rajapintojen hyödyntämistä. Toisaalta osa laitoksista on tasolla 1 ja vasta siirtymässä digitaalisiin järjestelmiin.

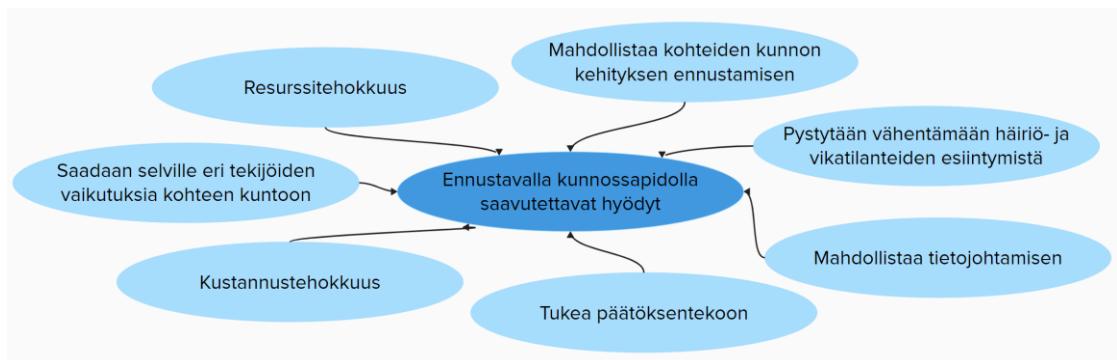
3.3.2 Ennustavaan kunnossapitoon siirtymisen edellytykset ja hyödyt

Tässä opinnäytetyössä tehtyjen havaintojen pohjalta on kerätty ohessa esitettyihin kuviin vesihuoltolaitosten ennustavaan kunnossapitoon siirtymisen edellytyksiä (kuva 12) sekä sillä saavutettavia hyötyjä (kuva 13).



Kuva 12. Ennustavaan kunnossapitoon siirtymisen edellytykset

Vesihuoltolaitosten ennustavaan kunnossapitoon siirtymisen edellytykset liittyvät merkittävilta osin tiedon hankintaan, tallennusmuotoon, laatuun ja hyödyntämiseen. On kuitenkin hyvä huomioida, että myös henkilöstön motivointi ja sitouttaminen ovat tärkeitä onnistumisen edellytyksiä. Onnistunut ja laadukas ennustavaan kunnossapitoon siirtyminen vaatii sitoutuneisuutta aina ylimmästä johdosta operatiivisen tason henkilöstöön saakka.



Kuva 13. Ennustavalla kunnossapidolla saavutettavat hyödyt.

Ennustavan kunnossapidon avulla on mahdollista saada selville eri tekijöiden vaikutuksia kohteiden kuntoon ja ennustaa niiden kunnan kehitystä. Näiden ennusteiden avulla voidaan vähentää vika- ja häiriötilanteiden määrää. Toiminnan ennustettavuuden avulla on mahdollista toimia sekä resurssi- että kustannustehokkaammin. Ennusteet tuovat tukea päätöksentekoon ja mahdollistavat tietojohtamisen.

Taulukossa 16 esitetään vaiheittain vesihuoltolaitoksen toiminnan osa-alueita, joiden tulee olla saatettuna tiettyyn pisteeseen, jotta ennustavaan kunnossapi-

toon siirtyminen voi edetä lähemmäs tilannetta, jossa lopulta pääosa kunnossapitotoimista suoritetaan ennustavan tietoon perustuvan kunnossapidon pohjalta.

Taulukko 16. Ennustavaan kunnossapitoon siirtymisen vaiheet ja sen avulla saavutettavat hyödyt

Vaihe	Tavoitteet / toimenpiteet	Hyödyt
1. Tietoisuus verkosto-omaisuudesta	<ul style="list-style-type: none"> Tavoitteena saavuttaa tietoisuus vesihuoltolaitoksen hallinnassa olevasta verkosto-omaisuudesta Kuntotutkimusten avulla on mahdollista lisätä tietoa verkosto-omaisuuden tilasta 	<ul style="list-style-type: none"> Tukee verkosto-omaisuuden hallintaa ja vesihuoltolaitoksen strategista johtamista
2. Verkkotiedon digitaaliseen muotoon saattaminen	<ul style="list-style-type: none"> Otetaan käyttöön järjestelmä, jossa verkkotieto on digitaalisessa muodossa Täydennetään puutteellisia verkkotietoja tiedon karttuessa (sijainti, koko, materiaali, asennusvuosi yms.) 	<ul style="list-style-type: none"> Digitaalisessa muodossa olevaa verkkotietoa on mahdollista hyödyntää ennustavan kunnossapidon analyyseissä Digitaalinen verkkotieto mahdollistaa paikkatiedon ja rajapintojen hyödyntämisen
3. Kunnossapidon kirjaukset	<ul style="list-style-type: none"> Kirjataan kunnossapidon yhteydessä tehdyt toimenpiteet ja havainnot digitaaliseen järjestelmään automaattisesti hyödynnettävässä muodossa Varmistetaan henkilöstön sitoutuminen ja kirjattavien tietojen laatu 	<ul style="list-style-type: none"> Tietojen hyödyntäminen analyyseissä mahdollistuu
4. Tietojen analysointi	<ul style="list-style-type: none"> Otetaan käyttöön verkkotietoa, mittalaitteilta automaattisesti saatavaa dataa sekä kunnossapidon kirjauksia hyödyntäviä analyysityökaluja Tekoälyn hyödyntäminen analyysityökaluissa 	<ul style="list-style-type: none"> Saadaan tukea tietojohdantamisen ja päätöksenteon taustalle Mahdollistetaan häiriötilanteiden parempi ennustettavuus ja pystytään vähentämään niiden määrää Resurssi- ja kustannustehokkuus kasvaa paremman ennustettavuuden myötä

Vaiheessa 1 vesihuoltolaitos tulee tietoiseksi verkosto-omaisuudestaan ja sen tärkeydestä. Kun tietoisuus omaisuudesta on riittävällä tasolla, voidaan siirtyä vaiheeseen 2, jossa on tarkoitus saattaa verkkotieto digitaaliseen muotoon. Tässä vaiheessa vesihuoltolaitoksen tulee viimeistään ottaa käyttöön järjestelmä, joka tukee verkkotiedon digitaalista tallennusta ja hallintaa. Verkkotiedon täydennys on jatkuvaa työtä ja pyrkimys mahdollisimman täsmälliseen tietoon helpottaa ennustavan kunnossapidon mahdollistavien analyysien tekoa. Vaiheessa 3 siirrytään toimintatapaan, jossa kunnossapidon kirjaukset tehdään automaattisesti hyödynnettävässä muodossa digitaaliseen järjestelmään

ja siirryttäessä vaiheeseen 4 pystytään hyödyntämään verkostoista saatuja tietoja analyyseihin, joilla voidaan ohjata ennustavaa kunnossapitoa.

3.3.3 Kunnossapitotöiden ohjaus ja strateginen taso

Kunnossapitotöiden ohjauksen tulisi olla johdettu ylimmän tason strategioista. Kappaleessa 3.1.2 esitetyn työpajan pohjalla käytetyn vesijohtoverkoston kunnossapidon jaottelun (kuva 6) mukaan kunnossapito voidaan jakaa strategiseen, taktiseen ja operatiiviseen tasoon. Tasojen tulisi olla vuorovaikutuksessa keskenään. Kunnossapitotöiden ohjaus alkaa strategiatasolta ottaen huomioon vesihuoltolaitoksen tai kaupungin yhteisen strategian sekä kunnossapidon ylätason toimintalinjaukset. Strateginen taso ohjaa taktisen tason kunnossapitotoimien ohjelmointia. Ylemmät tasot määrittävät, kuinka kohteet tulevat operatiivisella tasolla kunnossapitotöiden suorittajien tietoon ja mitä kirjauksia kunnossapitotöistä tehdään sekä minne ja miten ne tallennetaan. Operatiivisella tasolla kerätyn datan pohjalta tehtyjen analyysien tulisi puolestaan tarvittaessa vaikuttaa ylemmän tason strategisiin linjauksiin ja toimintatapoihin.

Kyselytutkimuksessa ja työpajassa selvitettiin strategisen tason tilaa. Tuloksista on havaittavissa selkeä puute ylätason ohjauksessa. Kappaleessa 2.3.1 esitettyjä omaisuudenhallinnan dokumentteja ei ole määritelty kuin murto-osalla kyselyyn vastanneista ja työpajaan osallistuneista vesihuoltolaitoksista. Tutkimus osoitti, että kunnossapidon strateginen taso on hajautuneena eri dokumentteihin. Tämä koettiin kunnossapidon kokonaiskuvan kannalta haasteeksi. Olisi selkeämpää, jos kaikki kunnossapitoon liittyvä tieto ja dokumentaatio olisi helpommin löydettävissä. Erillisen kunnossapitostrategia luominen voisi auttaa tähän ongelmaan. Tutkimus osoitti myös, että vesihuoltolaitoksen strategiaa tai kaupungin yhteistä strategiaa ei ole tulkittu kunnossapidon tarpeisiin. Tulkinnalla tässä tarkoitetaan sitä, että strategiassa esitetyt tavoitteet tuodaan kunnossapidon tasolle ja määritetään sen perusteella mitä tietty tavoite tarkoittaa kunnossapidon näkökulmasta ja tästä johdetaan tavoite kunnossapidolle.

3.3.4 Kunnossapitotöiden ohjelmointi ja riskienhallinta

Työn tutkimustulokset osoittavat, että kunnossapitotöiden ohjelmointiperiaatteet ovat hyvin kirjavia. Osalla laitoksista käytettävissä olevat resurssit määrittävät hyvin pitkälti sen, mitä kunnossapitotoimia tehdään. Kunnossapitotöiden priorisointia käytettävissä olevien resurssien mukaan parempi vaihtoehto on määrittää kunnossapitotöihin tarvittavat resurssit. Tämä ei välttämättä ole käytettävissä olevien resurssien ja budjetin rajoissa mahdollista, mutta kunnossapidon näkökulmasta huomattavasti tehokkaampi vaihtoehto. Paavilaisen (2019, 12) mukaan resurssien määrittellessä tuotetun palvelutason ei päästä kestävään ja taloudelliseen omaisuudenhallintaan.

Osa vesihuoltolaitoksista on luokitellut verkostonsa ja niihin liittyvät laitteet kriittisyyden perusteella. Kriittisyyden arviointi ja se, että arvio vaikuttaa kunnossapitotiheyteen tarkoittaa sitä, että pyritään hallitsemaan riskejä. Riskienhallinnan avulla pystytään merkittävästi vaikuttamaan vesihuoltoverkostojen toimintavarmuuteen ja tietyn palvelutason ylläpitoon.

3.3.5 Sitoutuminen uusiin toimintatapoihin

Työn tuloksissa nousi esille työntekijöiden strategisiin tavoitteisiin ja valittuihin toimintatapoihin sitoutumisen tärkeys. Sitouttamisessa auttaa se, että oma toiminta nähdään merkityksellisenä. Merkityksellisyys kasvaa, kun omalla toiminnalla koetaan olevan vaikutusta asioihin. Onkin tärkeää, että esimerkiksi asentajien tekemiin havaintoihin reagoidaan jollain tavalla, eivätkä esimerkiksi kunnossapitotöiden yhteydessä tehdyt kirjaukset jää täysin huomiotta. Myös motivoinnin tärkeys nousi tuloksissa esille. Koettiin tärkeäksi perustella työntekijöille, miksi tiettyjä asioita tehdään. Piha & Sutinen (2020) ovat todenneet, että kommunikaation huomion kiinnittäminen ja toimintakyvyn säilyttäminen ovat avaintekijöitä muutosjohtamisen onnistumiseksi. Oman toiminnan merkityksellisyys ja vaikuttavuus korostuvat tässä. On tärkeää, että omalla toiminnalla koetaan olevan tietty suunta. Tämän työn tutkimustulokset osoittivat myös, että uusien toimintatapojen jalkauttaminen ei aina ole täysin ongelmaton.

3.3.6 Megatrendit

Megatrendeillä tarkoitetaan pitkäkestoisia, suuria ja hitaasti muuttuvia ilmiöitä. Ne ovat usein toisiinsa liittyviä. Megatrendit kuvaavat tulevaisuuteen vaikuttavia tekijöitä. Sitra nostaa esiin megatrendejä Suomen näkökulmasta. Tämän työn tuloksista ja Sitran vuoden 2023 megatrendeistä (Dufva & Rekola 2023) löytyy yhtäläisyyksiä. Tässä työssä on korostettu datan keruun ja hyödyntämisen tärkeyttä. Sama on nostettu esille myös megatrendeissä. Megatrendien tulevaisuuden näkymiin on listattu yhteisten rajapintojen yleistymisen. Tarve näille on tunnistettu myös tässä työssä. Jotta eri digitaalisilla alustoilla olevia tietoja voi hyödyntää, tarvitaan niiden yhdistelemiseen rajapintoja. Tekoäly ja teknologioiden kehittyminen on tunnistettu molemmissa tutkimuksissa kehittyvien kohteiden joukkoon.

4 JOHTOPÄÄTÖKSET

Vesihuoltoverkostojen kunnossapito on jokseenkin vähäiselle huomiolle jäänyt tutkimuskohde. Vesihuoltolaitoksilla on tunnistettu selkeä tarve kunnossapitotoimintakenttää yhtenäistävälle ohjaukselle. Omaisuudenhallinta luo pohjan, jolle kunnossapitotoimintaa voidaan kehittää. Vesihuoltolaitoksilla nähdään tarve yhtenäiselle kunnossapitostrategialle, sen sijaan että strategiset linjaukset ovat hajautuneena erillisissä dokumenteissa.

Vesihuoltolaitosten tiedon kerääminen, hallinta ja käyttö ovat osalla laitoksista hyvällä pohjalla ja toiminta on pitkälle digitalisoitua. Tämä tarkoittaa sitä, että esimerkiksi verkkotieto on digitaalisessa muodossa ja kunnossapitotoimintaan liittyvät kirjaukset tehdään digitaalisessa ja helposti hyödynnettävässä muodossa. Toiset laitokset sen sijaan ovat vasta hiljalleen siirtymässä systemaattiseen tiedon keräämiseen ja tallentamiseen, eivätkä vielä juurikaan hyödynnä digitalisaation tuomia mahdollisuuksia. Tiedon analysoinnissa ja analyysien hyödyntämisessä päätöksenteon tueksi on vielä suuri hyödyntämätön potentiaali. Samoin tekoäly avaa paljon mahdollisuuksia kunnossapitotoiminnan tulevaisuudelle.

Yleisesti voidaan todeta, että järjestelmällinen ja pitkäjänteinen omaisuudenhallinta- ja kunnossapitotyö Suomen vesihuoltolaitoksilla vaatii lisäpanostusta.

Erityisesti tietojärjestelmien systemaattinen hyödyntäminen ja tiedon dokumentoinnin yhtenäistäminen vaativat terävöittämistä. Laadittujen oppaiden ja tutkimusten pohjalta vesihuoltolaitosten on kuitenkin mahdollista saada oman toimintansa kehittämiseen hyvä viitekehys.

Vaikka digitalisaatioon ja datan keräämiseen ja hyödyntämiseen liittyviä mahdollisuuksia on esitetty alan julkaisuissa jo ainakin kymmenen vuotta, on vesihuoltolaitosten aiheeseen liittyvä toiminnan muutos ollut jokseenkin hidasta. On odotettavissa, että tekoäly ja sen tuomat mahdollisuudet tulevat lähivuosina kehittymään huimaa vauhtia. Tämä avaa uusia ovia myös vesihuoltolaitosten kunnossapitotoiminnan kehittämiseksi.

LÄHTEET

- Aksela, K. 2023. Vesihuoltoverkostojen elinkaari – kestävä operatiivinen kunnonhallinta. Vesilaitosyhdistyksen monistesarja nro 85. Helsinki. Suomen Vesilaitosyhdistys Ry. PDF-dokumentti. Saatavissa: https://www.vvy.fi/site/assets/files/7652/vesihuoltoverkostojen_elinkaari_kestava_operatiivinen_kunnonhallinta.pdf [viitattu 8.2.2024].
- Berninger, K., Laakso, T., Paatela, H., Virta, S., Rautiainen, R., Virtanen, R., Tynkkynen, O., Piila, N., Dubovik, R. & Vahala, R. 2018. Tulevaisuuden kestävä vesihuolto – ennakointi ohjaus ja järjestäminen. Valtioneuvoston selvitys- ja tutkimustoiminnan julkaisusarja 56/2018. Valtioneuvoston kanslia. PDF-dokumentti. Saatavissa: <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-287-607-2> [viitattu 2.2.2024].
- Central Elgin. 2021. Water Detailed Asset Management Plan. PDF-dokumentti. Saatavissa: [https://www.centralelgin.org/Asset-Management/Water-Detailed-Asset-Management-Report-2021-\(1\).pdf](https://www.centralelgin.org/Asset-Management/Water-Detailed-Asset-Management-Report-2021-(1).pdf) [viitattu 4.6.2024].
- Cinar, Z., Nuhu, A., Zeeshan, Q., Korhan, O., Asmael, M. & Safaei, B. 2020. Machine Learning in Predictive Maintenance towards Sustainable Smart Manufacturing in Industry 4.0. *Computers & Industrial Engineering* 137. PDF-dokumentti. Saatavissa: <https://doi.org/10.1016/j.cie.2019.106024> [viitattu 3.6.2024].
- City of Charles Sturt. 2021. Water Infrastructure Asset Management Plan 2021. PDF-dokumentti. Saatavissa: https://www.charlessturt.sa.gov.au/data/assets/pdf_file/0019/229150/Asset-Management-Plan-Water-Infrastructure.pdf [viitattu 4.6.2024].
- Crabol, P., Pulkkinen, J., Savolainen, T., Huttunen, J., Lepistö, J. & Ryyänen, A. 2023. Vesihuoltolaitosten verkosto-omaisuudenhallinnan toteutusopas. Vesilaitosyhdistyksen monistesarja nro 81. Helsinki. Suomen Vesilaitosyhdistys Ry. PDF-dokumentti. Saatavissa: https://www.vvy.fi/site/assets/files/7459/vesihuoltolaitosten_verkosto-omaisuudenhallinnan_toteutusopas.pdf [viitattu 8.2.2024].
- District of West Vancouver. 2021. Water System Asset Management Plan 2021. PDF-dokumentti. Saatavissa: https://westvancouver.ca/sites/default/files/dwv/assets/home-building-property/docs/water-sewer/20210728%20-%20DWV%20-%20Water%20System%20Asset%20Management%20Plan%20-%20FINAL_.pdf [viitattu 21.5.2024].
- Dufva, M. & Rekola, S. 2023. Megatrendit 2023 Ymmärrystä yllätysten aikaan. Sitran selvityksiä 224. Helsinki. Sitra. PDF-dokumentti. Saatavissa: https://media.sitra.fi/app/uploads/2023/01/sitra_megatrendit-2023_ymmarrysta-yllatysten-aikaan.pdf [viitattu 27.5.2024].
- Finto: tiedonhallinta s.a. Finto Suomalainen asiasanasto- ja ontologiapalvelu. WWW-dokumentti. Saatavissa: <http://urn.fi/URN:NBN:fi:au:tt:t7> [viitattu 20.5.2024].

Ikäheimo, A. & Metsävuori, J. 2020. Vesihuoltolaitosten digistrategia – portaat digitalisaation hyödyntämiseen. Vesilaitosyhdistyksen monistesarja nro 59. Helsinki. Suomen Vesilaitosyhdistys Ry. PDF-dokumentti. Saatavissa: https://www.vvy.fi/site/assets/files/5499/vvy_digitalisaatiostrategia_loppuraportti_-_kopio.pdf [viitattu 17.5.2024].

Kestävän kehityksen globaali toimintaohjelma Agenda2030 s.a. Valtioneuvoston kanslia. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://kestavakehitys.fi/agenda-2030> [viitattu 27.5.2024].

Kortelainen, H., Komonen, K., Laitinen, J., Valkokari, P & Hanski J. 2021. Tietämisperusteinen elinjakson hallinta. 1. painos. Helsinki: Kunnossapitoyhdistys Promaint ry. E-kirja. Saatavissa: <https://www.promaint.net/lehti/ladattavat-opukset/> [viitattu 23.5.2024].

Kuulas, A., Renko, T. & Kuivamäki, R. 2020. Vesihuollon investointitarpeet vuoteen 2040. Vesilaitosyhdistyksen monistesarja nro 63. Helsinki. Suomen Vesilaitosyhdistys Ry. PDF-dokumentti. Saatavissa: https://www.vvy.fi/site/assets/files/5239/vesihuollon_investointitarpeet_vvy_10092020_final.pdf [viitattu 27.5.2024].

Laakso, T., Hell, K., Malmlund, J., Sivonen, K. & Laukkanen J. 2021. Vesihuoltoverkoston mittaus ja dokumentointi. Vesilaitosyhdistyksen monistesarja nro 66. Helsinki. Suomen Vesilaitosyhdistys Ry. PDF-dokumentti. Saatavissa: https://www.vvy.fi/site/assets/files/5659/vesihuoltoverkosto_004_19022021.pdf [viitattu 2.2.2024].

Luukkonen, H. 2016. Vesihuollon kehittämissuunnitelma ja palvelutason määrittäminen pähkinänkuoressa. Suomen Kuntaliitto. PDF-dokumentti. Saatavissa: <https://www.kuntaliitto.fi/julkaisut/2016/1740-vesihuollon-kehittamissuunnitelma-ja-palvelutason-maarittaminen> [viitattu 21.5.2024].

Martinsuo, M. & Kärri, T. 2017. Teollinen internet uudistaa palveluliiketoimintaa ja kunnossapitoa. 1. painos. Helsinki: Kunnossapitoyhdistys Promaint ry. E-kirja. Saatavissa: <https://urn.fi/URN:NBN:fi:tty-201706061586> [viitattu 4.6.2024].

Mitä on kestävä kehitys? 2023. Ympäristöministeriö. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://ym.fi/mita-on-kestava-kehitys> [viitattu 27.5.2024].

Mitä sukutus on? s.a. Suomen Putkiuudistus. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://www.putkiuudistus.fi/sukituksen-perusteet/> [viitattu 27.5.2024].

Niittymaa, H. 2024. Tekoäly kunnossapidon tehostajana. *Promaint. Kunnossapidon ja tuotannon erikoislehti*. 2/2024, 18–22. Verkkolehti. Saatavissa: <https://www.yumpu.com/fi/document/read/68706944/promaint-lehti-2-2024> [viitattu 26.5.2024].

Nissinen, T. & Lehtola, M. 2003. Parantaako vesijohtoverkoston puhdistus veden laatua? *Vesitalous*. 1/2003, 30–34. Verkkolehti. saatavissa: https://vesitalous.fi/wp-content/uploads/2013/07/1_2003.pdf [viitattu 1.7.2024].

Paavilainen, J. 2019. Vesihuoltolaitoksen omaisuudenhallinnan käsikirja. Vesilaitosyhdistyksen monistesarja nro 55. Helsinki. Suomen Vesilaitosyhdistys Ry. PDF-Dokumentti. Saatavissa: https://www.vvy.fi/site/assets/files/4755/vesihuoltolaitoksen_omaisuudenhallinnan_kasikirja2019.pdf [viitattu 8.2.2024].

Piha, K. & Sutinen, M. 2020. Muutosvoimaa. Alma Talent. E-kirja. Saatavissa: <https://www.ellibslibrary.com/book/9789521442230> [viitattu 15.5.2024].

Radio Moreeni. 2018. Kuuntele tutkijaa 21.11.2018: Harri Laihonon & tietojohdaminen. Soundcloud. Podcast. Saatavissa: https://soundcloud.com/radio_moreeni/kuuntele-tutkijaa-21112018-harri-laihonen-tietojohdaminen [viitattu 20.5.2024].

Renko, T., Sahlstedt, J., Aurola, A., Vilpanen, M. & Härkki, H. 2021. Hyvän vesihuollon kriteerit. Vesilaitosyhdistyksen monistesarja nro 65. Helsinki. Suomen Vesilaitosyhdistys Ry. PDF-Dokumentti. Saatavissa: https://www.vvy.fi/site/assets/files/5496/hyvan_vesihuollon_kriteerit.pdf [viitattu 21.5.2024].

Rosmaini, A & Shahrul, K. 2012. A review of condition-based maintenance decision-making. *European J. Industrial Engineering* 5, 519–541. PDF-dokumentti. Saatavissa: https://www.researchgate.net/profile/Rosmaini-Ahmad/publication/262488104_A_review_of_condition-based_maintenance_decision-making/links/0a85e53c763fe593b5000000/A-review-of-condition-based-maintenance-decision-making.pdf [viitattu 8.2.2024].

SFS-ISO 31000. 2018. Riskienhallinta. Ohjeet.

SFS-ISO 31073. 2022. Riskienhallinta. Sanasto.

SFS-ISO 55000. 2014. Omaisuudenhallinta. Yleiskuvaus, periaatteet ja termit.

SFS-ISO 55002. 2018. Omaisuudenhallinta. Hallintajärjestelmät. Ohjeita standardin ISO 55001:2014 soveltamisesta.

SFS-EN 13306. 2017. Kunnossapito. Kunnossapidon terminologia.

SFS-EN 16646. 2015. Maintenance. Maintenance within physical asset management.

The Institute of Asset Management. 2015. Asset Management – an anatomy. Version 3. PDF-dokumentti. Saatavissa: https://theiam.org/media/1486/iam_anatomy_ver3_web-3.pdf [viitattu 16.5.2024].

Tuorila, H. & Saastamoinen A. 2022. Uudistuva Vesihuolto. Kilpailu- ja kuluttajaviraston tutkimusraportteja 3/2022. PDF-dokumentti. Saatavissa: <https://www.kkv.fi/tutkimus-ja-vaikuttaminen/julkaisut/tutkimusraportit/uudistuva-vesihuolto/> [viitattu 21.5.2024].

Van Zyl, J. 2014. Introduction to operation and Maintenance of water Distribution systems. Gezina. Water Research Commission. PDF-Dokumentti. Saa-

tavissa: https://www.pseau.org/outils/ouvrages/wrc_introduction_to_operation_and_maintenance_of_water_distribution_systems_2014.pdf [viitattu 23.5.2024].

Vesihuoltolaki 9.2.2001/119.

Vesijohdon possutus s.a. HRV-Palvelut. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://hrv.fi/vesihuolto/vesijohdon-possutus/> [viitattu 27.5.2024].

Välisalo, T., Hanski, J., Virolainen, K., Malm, T., Salmela, L., Pietilä, P., Heino, O., Oulasvirta, R., Luomanen, T., Riihimäki, R., Grönfors, T & Teerimo, S. 2013. Vesihuoltoverkoston kunnossapitopalvelujen riskienhallinta. VTT Technology 73. Espoo. PDF-dokumentti. Saatavissa: <https://publications.vtt.fi/pdf/technology/2013/T73.pdf> [viitattu 9.2.2024].

Walsh, J. 2023. A Brave New World: Asset management for the water sector. Water World. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://www.waterworld.com/water-utility-management/asset-management/article/14289582/a-brave-new-world-asset-management-for-the-water-sector> [viitattu 21.5.20].

Kysely vesihuoltoverkostojen kunnossapidosta

1. Mitä verkostoihin liittyviä kunnossapitotoimia vesihuoltolaitoksellanne tehdään?
 - Sulkuventtiilien toimivuuden ja kunnan tarkastaminen
 - Ilmanpoistovenktiilien toimivuuden ja kunnan tarkastaminen
 - Paineensäätöventtiilien ja paineenalennusventtiilien toimivuuden ja kunnan tarkastaminen
 - Palovesiasemien ja palopostien toimivuuden ja kunnan tarkastaminen
 - Huuhteluhaarojen toimivuuden ja kunnan tarkastaminen
 - Vesijohtojen huuhtelu
 - Paineilma-vesipuhdistus
 - Possutus
 - Laitekaivojen ja mittalaitteiden toimivuuden ja kunnan tarkastaminen (esim. virtausmittarit)
 - Merkkipaalojen ja -kilpien tarkastaminen
 - Viemärihuuhtelut (pesu rasvasta ja kiintoaineksesta)
 - Viemärikuvaus
 - Juurien poisto
 - Putkien vuotokohtien korjaus
 - Viemärikaivojen tarkastukset
 - Kaivojen vuotokohtien korjaus (saumat, pohjat, teleskooppi-saumat)
 - Rikkivedynpoistolaitteiden ja -rakenteiden toimivuuden ja kunnan tarkastaminen
 - Muuta?

2. Mille seuraavista kohteista tehdään säännöllisesti ennakoon suunniteltuja huolto- ja tarkastustoimenpiteitä?
 - Vesijohdot
 - Sulkuventtiilit
 - Ilmanpoistovenktiilit
 - Paineensäätöventtiilit ja paineenalennusventtiilit
 - Palovesiasemat ja palopostit
 - Huuhteluhaarat
 - Laitekaivot ja mittalaitteet
 - Merkkipaalut ja -kilvet
 - Viemärit
 - Viemärikaivot
 - Rikkivedynpoistolaitteet ja -rakenteet
 - Ei millekään
 - Muuta?

3. Mille seuraavista kohteista tehdään huolto- ja tarkastustoimia vain vika-tilanteen esiintyessä?
 - Vesijohdot
 - Sulkuventtiilit
 - Ilmanpoistventtiilit
 - Paineensäätöventtiilit ja paineenalennusventtiilit
 - Palovesiasemat ja palopostit
 - Huuhteluhaarat
 - Laitekaivot ja mittalaitteet
 - Merkkipaalut ja -kilvet
 - Viemärit
 - Viemärikaivot
 - Rikkivedynpoistolaitteet ja -rakenteet
 - Ei millekään
 - Muuta?

4. Millä periaatteella kunnossapitotoimet aikataulutetaan? (Tehdäänkö toimia esim. kerran 5 vuodessa ja vaikuttavatko ajankohtaan kohteiden kriittisyys, laitekohtaiset ohjeet tms.)

5. Mihin toteutuneet kunnossapitotoimet pääasiassa kirjataan? Voit valita useita vaihtoehtoja.
 - Verkkotietojärjestelmään
 - Toiminnanohjausjärjestelmään
 - Exceliin
 - Paperille
 - Ei mihinkään
 - Johonkin muualle, mihin?

6. Onko verkostoissa laitteita, joilta saadaan hälytyksiä tai analysoitavia mittaustuloksia (esim. virtaama- tai pinnankorkeusmittareita)? Jos verkostoissa on tällaisia laitteita, mitä ne ovat?

7. Onko jotain kunnossapitotoimia ulkoistettu? Mitä?

8. Onko vesihuoltolaitoksellanne verkostoa ja sen laitteita koskeva kunnossapitosuunnitelma? Kunnossapitosuunnitelmalla tarkoitetaan suunnitelmaa, jossa on kuvattu esim. kuinka usein ja millä tavalla tarkastuksia tai huoltoa tehdään.
 - Kyllä
 - Ei
 - En osaa sanoa

9. Mitä seuraavista asioista kunnossapidon ohjeistus kattaa

Laite- ja toimenpidekohtaiset toimintaohjeet	Aikataulutus
--	--------------

- Sulkuventtiilit
- Ilmanpoistoveniitit
- Paineensäätöventtiilit ja
- paineenalennusventtiilit
- Palovesiasemat ja palopostit
- Huuhteluhaarat
- Vesijohtojen huuhtelu
- Paineilma-vesipuhdistus
- Possutus
- Laitekaivot ja mittalaitteet
- Merkkipaalat ja -kilvet
- Viemärihuuhtelut (pesu rasvasta ja
- kiintoaineksesta)
- Viemärikuvaus
- Juurien poisto
- Putkien vuotokohtien korjaus
- Viemärikaivojen tarkastukset
- Kaivojen vuotokohtien korjaus (saumat,
- pohjat, teleskooppisaumat)
- Rikkivedynpoistolaitteet ja -rakenteet

10. Millaista ylätasoa omaisuudenhallintaan liittyvää ohjeistusta vesihuoltolaitoksella on?

- Omaisuudenhallinnan strategia
- Omaisuudenhallinnan politiikka
- Omaisuudenhallintasuunnitelma
- Pitkän aikavälin saneeraussuunnitelma (10–15 vuotta)
- En osaa sanoa
- Muuta, mitä?

11. Mitä muuta kunnossapidon ohjeistusta vesihuoltolaitoksella on (esim. tarkemmittausohje ja dokumentointiohje, työmaan raportointiohje)?

12. Miten riittävänä pidät kunnossapitotoimia suorittavan henkilöstön määrää vesihuoltolaitoksella?

- Riittävä
- Osittain riittävä
- Riittämätön

13. Miten riittävänä pidät vesihuoltolaitoksellanne tehtävien kunnossapitotoimien määrää?
- Riittävä
 - Osittain riittävä
 - Riittämätön
14. Kuinka usein vesihuoltolaitoksen arjessa tulee eteen tilanteita, joissa laitteita koskeva tieto on puutteellista? (Esim. perustiedot kuten sijainti, rakennusvuosi, koko; laitekortit; käyttöohjeet)
15. Jos vesihuoltolaitoksen toimintaan perehtymätön henkilö joutuisi suunnittelemaan tai suorittamaan verkoston kunnossapitotoimia, kuinka hyvät mahdollisuudet hänellä mielestäsi olisi suoriutua tehtävästä saatavilla olevien tietojen avulla?
- Hyvät mahdollisuudet
 - Kohtalaiset mahdollisuudet
 - Huonot mahdollisuudet
 - En osaa sanoa
16. Millä tavoin hiljaista tietoa siirretään kokeneemmilta työntekijöiltä uudemmille?
17. Miten uusi henkilöstö perehdytetään laitteiden kunnossapitoon ja huoltoon?
18. Millaisia kehitysehdotuksia sinulla on verkoston kunnossapidon toteuttamista ja seurantaan koskien?