

Opinnäytetyö (AMK)

Tekniikan insinööri | LVI-tekniikka

2019

Toni Helander

LKV-KIERTO VERKOSTON ARVON JA TOIMINNAN SÄILYTTÄMINEN, KUNNOSSAPIDOLLA

– Kunnossapito-ohjelma elinkaariajattelulla

OPINNÄYTETYÖ (AMK) | TIIVISTELMÄ

TURUN AMMATTIKORKEAKOULU

Tekniikan insinööri, monimuotokoulutus | LVI-Tekniikka

2019 | 50 sivua, 13 liitesivua

Ohjaaja: Juha Leimu, yliopettaja (Turku AMK)

Toni Helander

LKV-KIERTO VERKOSTON ARVON JA TOIMINNAN SÄILYTTÄMINEN KUNNOSSAPIDOLLA

- Kunnossapito-ohjelma elinkaariajattelulla

Opinnäytetyön tavoitteena on luoda Are Oy:n käyttöön LVK-verkoston kunnossapito-ohjelma elinkaariajattelulla. LKV-kiertovesiverkoston kunnossapito-ohjelman tavoitteena on ylläpitää LVK-verkoston arvoa. Verkoston arvoa pyritään ylläpitämään varmistamalla LVK-verkoston laitteiden ja materiaalien teknisen käyttöiän toteutuminen. LVK-verkoston jokaiselle laitteelle ja materiaalille on tarkoitus suunnitella omat huoltovälit, sekä huoltotoimenpiteet. LVK-verkoston materiaaleista ja laitteista tehdään koottu huolto-ohjelma LVK-verkostolle.

Opinnäytetyössä tutkitaan LVK-putkiston toimintaa LVI-alan kirjallisuudella, LVI-alan tutkimuksilla ja Are Oy:n toimittajien haastatteluilla. LVK-verkoston rakenteita, materiaaleja ja laitteita tutkitaan alan kirjallisuuden avulla. Toimittajien haastattelulla saadaan tarkennettua komposiittiputken ja LVK-putkiston pumppujen huoltovälit.

Opinnäytetyön lopussa pohditaan kunnossapito-ohjelman lopputulosta. Tuloksena todetaan, että Excel-ohjelmalla luotu kunnossapito-ohjelma toimii. Ohjelmaa voidaan käyttää Suomessa yleisimmille LVK-verkostoille ja sen materiaaleille. Ohjelma kertoo käyttäjälleen seuraavan huoltotoimenpiteen toteutus ajankohdan ja toteutettavan huoltotoimenpiteen. Huolto-ohjelman käyttöä on tarkoitus markkinoida Are Oy:n asiakkaille urakoinnin luovutusvaiheessa tai urakan takuun päätyttyä.

ASIASANAT:

LKV-verkosto, huolto-ohjelma, elinkaariajattelu, arvon säilyminen, tekninen käyttöikä, huoltoväli, tarkastusväli, kunnossapito.

BACHELOR'S THESIS | ABSTRACT

TURKU UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Mechanical engineering | HVAC engineering

2019 | 50 pages, 13 pages in appendices

Instructor: Juha Leimu, Principal Lecturer (Turku University of Applied Sciences)

Toni Helander

WARM DOMESTIC WATER CIRCULATION PIPELINES VALUE AND OPERATION RETAINING WITH MAINTANCE

- Maintance program with life-cycle thinking

The aim of this thesis was to create a maintenance program for the warm domestic water circulation pipelines to Are Oy, using life-cycle thinking. The purpose of the warm domestic water circulation maintenance program is to maintain the value of the warm domestic water pipe systems. The value of the warm drinking water pipe system is maintained by ensuring the technical lifetime of the equipment and materials of the pipe system. Service intervals are planned for each equipment and material in the warm domestic water circulation. Service systems components are assembled into one program.

This thesis explores the operation of warm water from HVAC literature. Interviews were conducted for the thesis. Knowledge gathered from the interviews were used to create service-interval programs for warm domestic water circulation pumps and composite pipes.

At the end of this thesis a reflection was made on the final result. An Excel-based lifecycle-program created by this thesis was deemed successful. The program can be used for the most common warm domestic water circulation piping systems in Finland. The program informs the user of the time of the next maintenance operation and when the next maintenance must be performed. The use of the maintenance program is to be marketed to contractors, at the time of the delivery of the contract or after the end of the contract guarantee.

KEYWORDS:

warm domestic water circulation system, maintenance program, life-cycle thinking, value preservation, technical service life, service interval, maintenance.

SISÄLTÖ

KÄYTETYT LYHENTEET TAI SANASTO	7
1 JOHDANTO	8
2 LVK-VERKOSTO	11
2.1.1 LVK-verkoston rakentaminen	12
2.2 LVK käyttötilanteessa	12
2.2.1 Käyttövesiverkoston olosuhteet	14
2.2.2 LKV-kierron varusteet ja materiaalit	15
2.3 Käyttövesiverkoston riskit	16
2.3.1 Terveyttä vaarantavat riskit	16
2.3.2 Kiinteistön taloudelliset riskit	19
3 KÄYTTÖVESIVERKOSTON KUNNOSSAPITO	22
3.1 Kunnossapidon tarve	22
3.1.1 LKV-verkoston korroosio	22
3.1.2 Vesijohtoverkoston kunnossapidon määräykset	24
3.1.3 PTS ajattelumalli, kunnossapito-ohjelman suunnittelussa	25
3.1.4 Käyttövesiverkoston arvon säilyvyys	26
3.2 Työkaluja kunnossapito-ohjelman laadintaan	31
3.2.1 Komposiittiputken toimittaja haastattelu	34
3.2.2 LKV-verkoston kiertopumpun toimittajan haastattelu	36
3.2.3 Olosuhteiden ylläpito	37
4 KUNNOSSAPITO-OHJELMAN KOONTI JA KÄYTTÖ	39
4.1 Kunnossapitosuunnitelman koonti	40
4.1.1 Proha kunnossapito-ohjelman tukena	41
4.2 Kunnossapito-ohjelman huoltovälit	41
4.3 Kunnossapitosuunnitelman käyttö	43
4.3.1 Kunnossapidon dokumentointi	43
4.3.2 Kunnossapidon kustannukset	44
4.4 Kunnossapito-ohjelman myynti	44
5 POHDINTA	46

LIITTEET

- Liite 1. Takuuajan huollon tarkastuslista Are Oy
- Liite 2. Kunnossapito-ohjelman tarjous luonnos
- Liite 3. LVI01-10260 kortin huoltovälit
- Liite 4. Kunnossapito-ohjelman markkinointi
- Liite 5. Huoltokortti
- Liite 6. Tarpeen selvitys ja myynti

KUVAT

- Kuva 1. Röntgenkuva läpisyöpyneestä putkesta (Rakennustieto, RT 18-11165 2014, 4). 23
- Kuva 2. Sanipex monikerrospotket materiaali kuvaaja (GF 2019). 35
- Kuva 3. Sanipex-MT järjestelmän liitos (GF 2013). 35
- Kuva 4. Prohan kunnossapito-ohjelman sijoituspaikka, projektihallinta ohjelmassa (Are Oy 2019). 40
- Kuva 5. Pro3 ohjelman aloitus-sivun valikko (Are Oy 2019). 41
- Kuva 6. Kunnossapito-ohjelman kunnossapidon osuus 3/3. 43

KUVIOT

- Kuvio 1. Legionellan aiheutuminen (Kusnetsov 2018). 17
- Kuvio 2. Kuvaaja legionella bakteerin kasvulle optimaalisista lämpötiloista (GF 2019). 18
- Kuvio 3. Legionellan esiintyvyys Suomessa (Kusnetsov 2018). 19
- Kuvio 4. Palo-, vuoto- ja murtovahinkokorvaukset (FA, 2017). 20
- Kuvio 5. Palo-, murto- ja vuotovahinkojen kappalemäärät (FA, 2017). 20
- Kuvio 6. Lämpötilan ja virtausnopeuden vaikutus kupariputken syöpymiseen pehmeässä vedessä, otannassa 17 kuukauden koeaika (Kapanen 1995, 25). 23
- Kuvio 7. Periaatekaavio kiinteistön korjausohjelman laadinnasta, kun apuvälineinä käytetään kuntoarviota ja kuntotutkimusta (Rakennustieto, RT 18-11165 2014, 2). 26
- Kuvio 8. Elinkaarikustannuksen vaikutus eri vaiheissa (Heimonen ym. 2007, s. 18). 27
- Kuvio 9. Alfred Müller AG organisaation strategia, kiinteistön arvon ylläpitämiseksi (Alfred Müller AG). 31
- Kuvio 10. Perinteisen kuntotutkimuksen vaiheet (Rakennustieto, RT 18-11165 2014, 3). 33
- Kuvio 11. Are Oy:n kunnossapito-ohjelman lähtötietojen keräys. 34
- Kuvio 12. Kunnossapito-ohjelman periaate rakenne. 39

TAULUKOT

Taulukko 1. Voimassa olleet rakennusmääräykset LKV järjestelmille 1976–2017.	13
Taulukko 2. Vesijohtojen kuntoluokkien määrittäminen (Rakennustieto, RT 18-11161 2012, 9).	28
Taulukko 3. Vesijohtoverkostossa käytettävät toimenpiteet kuntoluokan mukaan (Rakennustieto, RT 18-11161 2012, 1).	30
Taulukko 4. LKV-verkoston laitteiden ja materiaalien kunnossapito-, tarkastus- ja huoltovälit, RT-kortin LVI 01-10260 mukaan.	42

KÄYTETYT LYHENTEET TAI SANASTO

LVK	Lämpimän veden kierto
LKV	Lämmin käyttövesi verkosto
LVV	Lämmitys-, vesi-, viemärijärjestelmä
PTS	Pitkän tähtäimen suunnitelma (RT-kortisto)
RYL	Rakentamisen yleiset laatuvaatimukset (Rakennustieto)
Proha	Projektihallintatyökalu pilvipalvelimella (Are Oy)
RYL	Rakentamisen yleiset laatuvaatimukset (Rakennustieto)

1 JOHDANTO

Opinnäytetyön tarkoituksena on luoda Are Oy:n käyttöön kunnossapito-ohjelma LVK-kiertovesiputkistolle. Opinnäytetyötä on myöhemmin mahdollisuus laajentaa, sekä soveltaa myös muille vesipohjaisille järjestelmille. Opinnäytetyö rajataan lämpimän käyttöveden kiertoputkistolle ja rajaus tehdään käyttövesiverkostolle, koska käyttövesiverkostossa tapahtuu yleisesti korjauskustannuksiltaan kalliimmat vahingot, verrattuna muihin vesikiertosiin järjestelmiin kiinteistössä.

Huolto-ohjelman tarkalla suunnittelulla ja toteutuksella voidaan varmistaa vesipohjaisen verkoston teknisen käyttöiän toteutuminen. Verkostojen teknisen käyttöiän elinkaaren mittaisella palvelulla Are Oy vastaa kestävästä kehityksen trendiin. Talotekniikan urakoinnin ja kiinteistöpalveluiden yhdistämiseen on myös taloteknisten palveluiden toteuttajalle etu. Kiinteistölle, asiakkaalle ja yritykselle olisi luontevaa siirtyä elinkaaren mittaiseen ohjelmaan heti rakennusvaiheen päätteeksi. Kunnossapito-ohjelman laatimalla, voidaan mahdollistaa asiakkaille kustannustehokkaampaa, ympäristöystävällisempää ja elinkaarirajattelen mukaisesti kestävämpiä taloteknisten järjestelmien käyttöä.

Kunnossapitosuunnitelma käyttönotossa Are Oy:n urakointi valmistele kunnossapito-ohjelman luovutusvaiheessa. Are Oy kerää urakointi kohteistaan tietoa pilvipalvelimelle kiinteistöiden rakentamisvaiheessa. Tietoihin kerätään urakoinnin hankinnat ja projekti-johtamisen tarvittavat dokumentit. Kohteesta kerätään rakennusvaiheessa suunnitelmia, hankintoja, verkostojen virtauksien mittauspöytäkirjoja sekä muita mahdollisia kuvaksia ja katselmuksia. Hankinnan ja LVI-suunnitelmien avulla voidaan määrittää kunnossapitosuunnitelma uusille urakoinnin toteuttamille kohteille. Pilvipalvelimesta saatavilla tiedoilla voidaan valmistella kunnossapito-ohjelma asiakkaille. Kunnossapito-ohjelma on tarkoitus esitellä asiakkaalle mahdollisimman aikaisin. Markkinointi tulee aloittaa jo urakkaa aloitettaessa. Kunnossapito-ohjelma ylläpitää kiinteistön lämpimän käyttöveden kiertoputkiston olosuhteita, kuntoa ja sen arvoa. Kiinteistöiden talotekniikan toimivuusasete on myös ratkaisevassa asemassa, jos kiinteistö vuokraa tilojaan liiketoiminnakseen.

Are Oy:n strategian mukainen toiminta edellyttää, että palvelumme ja ratkaisumme ovat parhaita mahdollisia. Myös yrityksen kyky uusiutua on osa yrityksen tavoitteita. Kestävä kulutuksen trendi on nousemassa, ja opinnäytetyö vastaa kestävämmän talotekniikan toteutuksen ja kunnossapidon tarpeisiin LVK-verkoston osalta.

Opinnäytetyö luo käyttäjälleen kunnossapitosuunnitelman LVK-verkoston kiertoputkistolle ja sen laitteille. Opinnäytetyössä on lähdetty selvittämään ensin, minkälainen LVK-verkoston toiminta on ja miten sen tulee toimia määräyksien, sekä hyvän rakennustavan mukaan. LVK-verkoston toiminnasta selvitetään myös, minkälaisia riskejä LVK-verkostossa on. Riskien hallinnan avulla kunnossapito-ohjelma pyrkii ylläpitämään LVK-verkoston teknistä käyttöikä, sen elinkaaren loppuun saakka. Riskien hallinnasta on tehty useita tutkimuksia ja artikkeleita, joita tutkitaan opinnäytetyössä. Myös veden laatua ja sen vaikutusta korroosioon tutkitaan lähteiden avulla. Verkoston toiminnan selvittämisen jälkeen tarkastellaan sen kunnossapitoa sekä LVK-verkoston olosuhteiden ylläpitoa. Kun tiedetään, miten LVK-verkosto toimii ja mitä sen kunnossapito sisältää, luodaan raamit kunnossapito-ohjelmalle. Kunnossapito-ohjelma määritetään kuitenkin aina kiinteistökohtaisesti, Prohan tietokantaa käyttäen. Lopuksi kuvataan kunnossapito-ohjelman toimenpiteitä, huoltovälejä ja ohjelman käyttöä käyttötilanteessa.

Opinnäytetyön lähteinä käytetään Rakennustieto Oy:n julkaisuja, viranomaisten määräyksiä, laitetoimittajien haastatteluja ja muita luotettavia julkaisuja, sekä Are Oy:n sisäistä ohjeistusta. Kunnossapito-ohjelman huoltovälit eivät ylitä lähteiden esittämiä huoltovälejä. Opinnäytetyössä toimittajahaastatteluilla on tarkoitus tarkentaa verkostoissa esiintyvien laitteiden tarkempaa ja kohdennetumpaa huoltoa.

Kunnossapito-ohjelmalla on kuitenkin rajoitettu vaikutus verkoston toimintaan. Kunnossapito-ohjelma ei korjaa, mutta mahdollisesti havaitsee verkostossa esiintyviä riskejä. Kunnossapito-ohjelmalla ei ole kuitenkaan mahdollista vaikuttaa verkoston ulkoisiin haittoihin. Ulkoisia haittoja ovat esimerkiksi sen toimintaa haittaavat virheelliset asennukset, teknisten laitteiden tai tuotteiden rakenteelliset viat ja puutteet. Verkostossa kiertävä vesi vaikuttaa myös verkoston tekniseen käyttöikänsä ja sen toimintaan.

Opinnäytetyö ei ota kantaa käyttövesiverkoston veden laatuun. Ei voida näyttää toteen tarkalleen minkälaista vettä verkostoissa tullaan jakelemaan. Vedenlaatua ja sitä koskevia määräyksiä kuitenkin tarkastellaan lyhyesti opinnäytetyössä. Viranomaiset ovat säätäneet ohjeita, joiden mukaan veden laatu tulisi jakaa kiinteistöjen verkostoihin. Veden jakeluun liittyvät ongelmat eivät useimmissa tapauksissa johdu kiinteistöiden käyttäjistä.

Verkoston päästessään elinkaarensa päähän, asiakas voi säästyä ennen aikaisilta suurilta remontti-investoinneilta. Kestävän kehityksen ja rakennuksen hiilijalanjälkeen voidaan vaikuttaa huolellisella kunnossapidolla ja huoltotoimenpiteillä. Opinnäytetyössä tu-

tustutaan myös kiinteistösijoitusyritysten liiketoimintaan. Kiinteistösijoitusliiketoiminnassa trendit vaikuttavat myös liiketoimintaan ja kiinteistöjä pyritään tarkastelemaan niiden elinkaarten ajalla. Kiinteistöjen investointeja suunniteltaessa on rakennuksen hiilijalanjälki suuressa roolissa.

Nykyajan trendejä ovat myös asiakaslähtoisemmät palveluliiketoiminnat ja digitalisoinnin hyödyntäminen liiketoiminnassa. Kunnossapito-ohjelmalla voidaan päästä molemmissa trendeissä lähemmäksi tulevaisuuden kunnossapitoa. Opinnäytetyö sisältää luottamuksellista materiaalia, joka on poistettu julkaistusta versiosta.

2 LVK-VERKOSTO

LVK-verkosto on järjestelmä, joka ylläpitää lämpimän käyttöveden lämpötilaa. Lämpötilan tulee pysyä oikeana. Jos lämpötila laskee tai nousee, se on käyttäjien terveydelle vaarallinen. Opinnäytetyössä lähdetään luomaan ohjelmaa, jolla kiinteistöjen käyttäjät tietävät tarkalleen, miten verkosto ylläpitää ominaisuutensa. Suurena ongelmana on myös käyttövesiverkoston puutteellinen huolto. Suomen kiinteistöissä LVK-verkostojen huoltotaso vaihtelee huomattavasti. Tähän perehdytään vielä tarkemmin opinnäytetyössä.

Are Oy hoitaa urakoidensa jälkeiset huollot urakkasopimuksien mukaan. Are Oy:n huoltokäynnit ovat usein laajemmat, kuin perinteinen kiinteistöhuoltoyhtiön huolto. Liitteessä 1 on esitetty Are Oy:n takuuajan huollon tarkastuslista. Seuraavassa luvussa tarkastellaan miten LKV-verkoston tulee toimia, jotta sen tekninen käyttöikä toteutuu. Luku jaetaan osiin, jotta voimme käsitellä verkoston toimintaa sen eri tilanteissa. LKV-verkoston rakentaminen ja sen oikea käyttöönotto näyttelevät suurta roolia, verkoston teknisen käyttöikänsä kannalta. Myös verkoston suunnittelu on avainasemassa verkoston elinkaaren kannalta. Rakentamisessa tutustutaan viranomaisien laatimiin ohjeisiin ja määräyksiin. Kun verkoston rakentaminen ja suunnittelu on toteutettu määräyksien ja hyvän rakennustavan mukaan, on rakennusaikaiset riskit rajattu ulos LKV-verkostosta.

Käyttövesiverkosto on taloteknisesti yksi tärkeimmistä vedenjakeluun liittyvistä kiinteistön laitteistoista. Käyttövesiverkosto jakaa lämmintä ja kylmää käyttövettä kiinteistöön. Veden jakeluun kiinteistö käyttää käyttövesiverkostoa. Vesi ohjataan kiinteistön vesimitarin kautta veden jakelulaitteille. Lämminkäyttövesi kiertää lämmittimen kautta vesikalusteelle. Jos kyseessä on suurempi kiinteistö, voidaan vedenmittauksia tehdä useammassa paikassa. Tyypillisiä vedenmittaus paikkoja ovat kiinteistön vuokrattavat liiketilat ja huoneistot. Lämpimän käyttövesiverkoston kiertoa on käytettävä, jos vesikalusteelle ei ole lämmintä vettä saatavilla määräyksien mukaisesti. Veden lämpötila on tarkkaan määritetty ympäristöministeriön asetuksessa vesi- ja viemärlaitteille.

LKV-kiertojohton avulla pystytään estämään lämpimän käyttöveden lämpötilojen muuttuminen. LKV-kiertojohtolla huolehditaan myös siitä, ettei lämpimän käyttöveden odotusajat ylitä ympäristöministeriön asetusta vesi ja viemärlaitteille. Liian alhainen lämmin käyttövesi tekee verkostosta alttiimman bakteerien kasvustoalustaksi. (Talotekniikka info 2018. 1.)

Kappaleessa 2 tutustutaan LKV-verkoston käytön ja rakentamisen tuomiin riskeihin. Riskien tunnistaminen on tärkeä osa niiden torjuntaan. Olosuhteiden ylläpito on tärkeä osa verkoston toiminnan ja riskienhallinnan kannalta. LKV-verkoston olosuhteita tulee ylläpitää sen teknisen käyttöiän toteutumiseksi. Teknisen käyttöiän toteutuminen poistaa enenaikaisten suurten kustannusriskien muodostumisen käyttäjälle. Opinnäytetyössä luotavan kunnossapito-ohjelman on tunnettava verkoston materiaalit ja niiden ominaisuudet, jotta niitä voidaan huoltaa ja kunnossapitää oikeilla toimenpiteillä. Riskit on jaettu terveyttä vaarantaviin ja taloudellisiin riskeihin. Kappaleessa 2 pyritään selvittämään kaikki tarvittava tieto LKV-verkoston elinkaaren ajalle. Kun ymmärrämme LKV-verkoston elinkaaren, voimme luoda sille kunnossapito-ohjelman elinkaariajattelulla.

2.1.1 LVK-verkoston rakentaminen

Lämpimän käyttöveden kiertojohtoon mitoituksessa käytetään perusteena verkoston lämpöhäviöitä. Mitoituksessa otetaan huomioon lämpimän käyttöveden meno- ja kiertojohtot. Lämpöhäviössä tulee myös huomioida lämmönluovuttimet. Lämmönluovuttimien käytöstä on uusissa määräyksissä tarkemmin ohjeistettu. Lämpimään käyttövesiverkostoon on suunniteltava kierto, jos kyseessä ei ole niin pieni verkosto, että ympäristöministeriön asetuksessa esitetty lämminkäyttövesi ei ole saatavilla tietyn odotusajan sisällä. LVK-verkostoa suunnitellessa, sen mitoituseriaatteena käytetään lämpimän käyttövesiverkoston lämpöhäviöitä. Lämpöhäviöt lasketaan LKV-kiertojohtolle, sekä lämpimän käyttöveden menojohtolle. Lisäksi lämpöhäviöihin lisätään mahdollisten lämmönluovuttimien tehot. (Talotekniikka info 2018, 1.)

2.2 LVK käyttötilanteessa

Ympäristöministeriön asettama asetus rakennusten vesi- ja viemärlaitteistoille on astunut voimaan 1.1.2018 (Ympäristöministeriön 2017, 11). Asetuksen myötä lämpimän käyttöveden lämpötila vesikalusteelta tulee olla 55 celsiusastetta. Asetuksen mukaan lämmintä käyttövettä tulee saada vesikalusteesta vähintään 20 sekunnin kuluessa. Vesikalusteelta tuleva vesi saa asetuksen mukaan olla korkeintaan 65 celsiusastetta. Vesiverkosto tulee suunnitella ja toteuttaa niin, ettei verkostolle haitallinen ristivirtaus toteudu lämpimästä käyttövedestä, kylmään käyttöveteen ja päinvastoin. (Ympäristöministeriön 2017, 3.)

2018 tammikuussa vanhentuneessa ohjeessa opastettiin käyttövesiverkoston virtauksen nopeudeksi 1,0m/s. Vanhan ohjeen mukaan virtaus ei saanut ylittyä missään LKV verkoston osassa. Tätä ohjetta on noudatettu 2007 – 2017. (D1 Suomen rakennusmääräyskokoelma 2007. 17.)

Talotekniikka RYL 2002 korvasi LVI-RYL 92:den 2002. Suomessa vuoden 2002 jälkeen rakennetut LKV-järjestelmät ovat tämän säädöksen piirissä. RYL 2002 mukaan LVI-laitteiden ja -järjestelmien suunnitelmanmukainen toiminta tulee mitata säätää, kun toimintakokeet on hyväksytysti toteutettu. Suunnitelmissa asetetut säätöarvot ja mittaustulokset merkataan latteihin, sekä kirjataan mittauspöytäkirjoihin. (RYL osa 1 2002, 4.)

Kun verkosto toteutetaan vastuullisen urakoitsijan kanssa, voimme varmistua siitä, että se on toteutettu ohjeiden, määräyksien, suunnitelmien sekä hyvän rakennustavan mukaisesti. Taulukossa 1. on lueteltu rakennusmääräyskokoelmat vuodelta 1976.

Taulukko 1. Voimassa olleet rakennusmääräykset LKV järjestelmille 1976–2017.

Kumotut rakennusmääräykset	Lisätietoa
<u>D1 (1976)</u> Kiinteistöjen vesi- ja viemärlaitteistot, määräykset ja ohjeet	Määräykset tulivat voimaan 1 päivänä heinäkuuta 1976 ja koskivat rakennustoimenpiteitä, joihin oli haettu lupaa mainittuna päivänä tai sen jälkeen. Kumottu.
<u>D1 (1987)</u> Kiinteistöjen vesi- ja viemärlaitteistot, määräykset ja ohjeet	Määräykset tulivat voimaan 1 päivänä heinäkuuta 1987 ja koskivat rakennustoimenpiteitä, joihin oli haettu lupaa mainittuna päivänä tai sen jälkeen. Kumottu.
<u>D1 (2007)</u> Kiinteistöjen vesi- ja viemärlaitteistot, määräykset ja ohjeet	Määräykset ja ohjeet tulivat voimaan 1.7.2007. Kumottu.
<u>D1 (2010)</u> Kiinteistöjen vesi- ja viemärlaitteistot, määräykset ja ohjeet, muutos	Muutos tuli voimaan 3.1.2011. Kumottu.

Taulukosta voi tarkastella, minkä määräyksien ja ohjeiden mukaan LKV verkosto on rakennettu. 22.12.2017 on tullut voimaan uusi ympäristöministeriön asetus, rakennusten vesi- ja viemärlaitteistoille. Sitä on alettu noudattamaan 22.12.2017. Uusien järjestelmien suunnitelmissa on noudatettava uutta asetusta. Taulukko on koottu ympäristöministeriön verkkosivuilta maankäytön ja rakentamisen lainsäädännöstä ja ohjeista. (Ympäristöministeriö 2016.)

2.2.1 Käyttövesiverkoston olosuhteet

Käyttövesiverkoston olosuhteet tulee olla tasaiset, määräysten mukaiset sekä suunnitelmien mukaan toteutettu ja ylläpidetty. Kun verkosto toimii määräyksien mukaan, voidaan välttyä monelta riskiltä. Tässä kappaleessa käymme läpi käyttövesiverkoston olosuhteita, jotka tulee toteutua kaikissa Suomen kiinteistöjen lämpimän käyttöveden kiertojärjestelmissä.

Käyttövesi tulee olla turvallista sen käyttäjille. Käyttövedellä tulee olla monia ominaisuuksia, jotta se sopii käyttövedelle. Juotava käyttövesi ei saa altistaa käyttäjänsä terveydellisille vaaroille, eikä aiheuttaa terveydellistä haittaa. Käyttöveden tulee olla tasalämpöistä, kirkasta ja hyvän makuista. Käyttövesi ei saa olla ominaisuuksiltaan liian kovaa, mutta ei myöskään liian pehmeää. Käyttövesi ei saa sisältää taudinaiheuttajia. Veden pH tulee olla 7,0 – 9,0. Käyttövesi ei saa aiheuttaa vesijohtoverkostolle tai sen laitteille syöpymisiä, eikä se saa kerätä niihin saostumaa. (Harju 2016, 18).

Uusissa rakennuksissa LKV järjestelmät tulee ottaa käyttöön vain viranomaisen luvalla. Urakoitsijan on vastattava viranomaisten ohjeiden ja määräysten toteutuminen. Kaikille talotekniikan järjestelmille tehdään toimintakokeet ennen niiden käyttöönottoa. Ennen käyttöönottoa tulee uuden vesijohtoverkoston olla säädetty. Urakoitsijan tulee laatia mittauspöytäkirja LKV verkoston virtaamien toteutuman näyttämiseksi. LVI järjestelmiä luovutettaessa on toimittava sopimusasiakirjojen mukaisesti. Koko rakentamisen ajan kestäväällä valvonnalla voidaan varmistua siitä, että LVI-järjestelmät ja laitteet toimivat suunnitelmien mukaan. Valvonnassa ja todentamisessa tuloksia kirjataan katselmus- ja mittauspöytäkirjoihin. Mittauksissa tulee noudattaa LVI-mittauksia koskevia standardeja ja ohjeita. Mittareiden kalibrointitodistukset tulee olla voimassa. (RYL osa 1 2002. 47.)

Rakennuksen käyttövesiverkoston johdettava käyttöveden laatu on oltava LVI-suunnittelijan tiedossa. Suunnittelijan on varmistettava veden laatu ennen käyttövesiverkoston suunnittelua. Veden laadun tietoja käytetään LVI-järjestelmien korroosion estoon ja sen välttämiseksi. Käyttövesiverkoston saa johtaa ainoastaan vettä, joka täyttää kaikki sille luokitellut laatuvaatimukset. Käyttövesiverkoston laskettava talousvesi ei saa missään tilanteessa vaarantaa terveyttä, eikä se saa sisältää haju- tai makuhaittoja. (Ympäristöministeriö 2017, 3.)

Verkostoon, johon vesilaitos vesi johdetaan, ei saa olla kytkettynä tai yhteydessä muita verkostoja. Tämänlaisia verkostoja voivat esimerkiksi olla erilliset vesilähteet, viemäri-verkostot tai lämmitykseen sekä jäähdytykseen tarkoitetut verkostot. Vettä joka johdetaan vesijohtoverkostoon, tulee olla talousveden johtamiseen soveltuvaa. Vesijohtoverkosto tulee rakentaa siten, ettei vesijohtoon kytketyistä laitteista ole mahdollista takaisnimeytyä nesteitä eikä kaasuja. Vesijohtoon ei saa päästä nesteitä eikä kaasuja, sillä se voi johtaa talousveden pilaantumisvaaraan. Mikäli vesijohtoverkoston osia on sijoitettu niin, että ne sijaitsevat pilaantuneella maaperällä tai vesijohtoverkostolla on mahdollisuus pilaantua, on verkoston putkimateriaaleissa käytettävä diffuusiosuojattuja käyttövesiputkia. (Ympäristöministeriö 2017, 3.)

2.2.2 LKV-kierron varusteet ja materiaalit

Uusien ja vanhojen rakennusten varusteissa on erilaisia sääntöjä ja uusia laitteita asennettaessa tulee huomioida viranomaisten ohjeet ja asetukset. Erityisiä säännöksiä on asetettu ympäristöministeriön asetuksessa vesi- ja viemärilaitteille 2018 vuoden alusta. Uusi asetus ottaa kantaa vesikalusteisiin, vesimittareihin sekä lämmönluovuttimiin. Uusiin rakennuksiin ei saa enää uuden ympäristöministeriön asetuksen mukaan asentaa pattereita eikä lattialämmönkiertoja. Korjausrakentamisessa lämpimän käyttöveden kiertojohdossa asennetut lämmönluovuttimet voidaan vaihtaa uusiin niin, että asennettavat lämmönluovuttimet eivät saa ylittää 200 watin lämmitystehoa, yhtä huonetilaa kohden. Lattialämmityksiä ei saa kuitenkaan uusia korjausrakentamisessa. (Ympäristöministeriö 2017, 4.)

Vesikalusteiden tulee olla käyttötarkoitukseen sopivia. Vesikalusteen vesimäärää ja lämpötilaa tulee olla turvallista säätää sekä muuttaa käyttötilanteessa. Käyttötilanteessa vesikalusteen liikesuuntien tulee olla turvalliset. Vesikaluste tulee olla rakennettu niin, ettei sen pintalämpötila nouse yli 40 celsiusasteen. (Ympäristöministeriö 2017, 4.)

Kiinteistön vesimittareilla voidaan seurata kiinteistön ja sen huoneistojen vedenkulutusta. Kiinteistön vesimittari tulee asentaa sellaiseen paikkaan, josta se on helposti vaihdettavissa, luettavissa sekä huollettavissa. Vesimittaria asennettaessa tulee myös huomioida, ettei se pääse jäätymään. Jos kiinteistössä on huoneistoja, joista laskutetaan lämpimän- ja kylmänveden kulutusta, tulee huoneistolle asentaa vesimittarit, joiden

avulla osoitetaan huoneiston käyttämää vedenkulutusta. Vesimittarin lukemaa voidaan käyttää laskutuksen perusteena. (Ympäristöministeriö 2017, 4.)

Käyttövesiverkoston laitteet tulee olla tyyppihyväksytyjä, sekä varustettu laadunvalvonta ja standardin mukaisuusmerkeillä. Merkinnät tulee ensisijaisesti olla tuotteissa tai niiden pakkauksissa. Toissijaisesti merkintä voi olla myös tuotteiden asiakirjoissa. Standardin mukaisuus- ja tyyppihyväksyntämerkintöjä ei saa irrottaa tai poistaa tuotteista. (RYL 2002 osa1, 38.)

2.3 Käyttövesiverkoston riskit

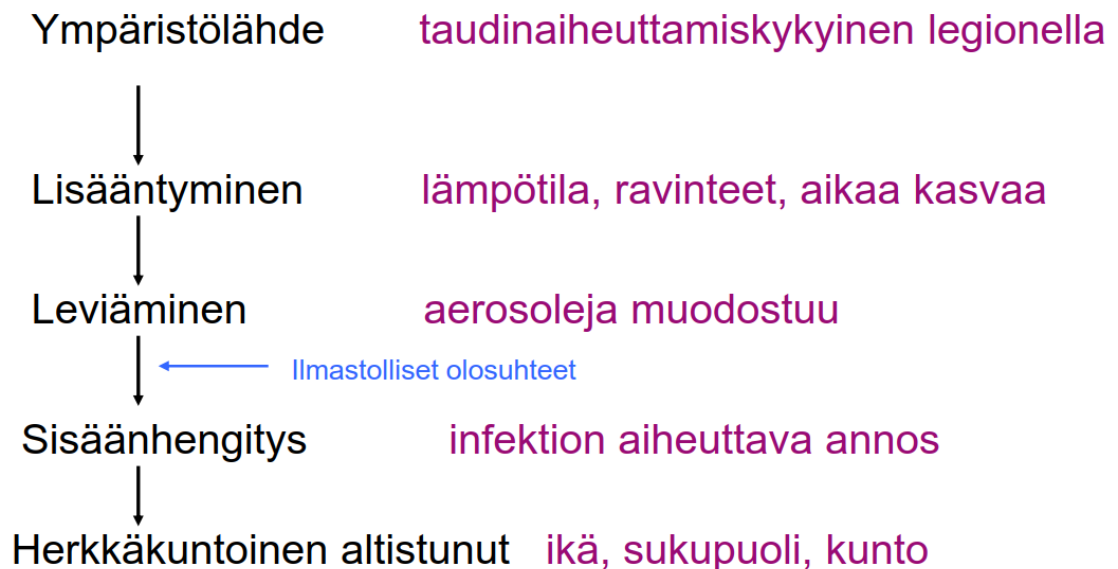
Käyttövesiverkoston riskit voivat olla kiinteistölle tai sen käyttäjille erittäin vaarallisia. Kun LKV-verkoston käyttötilanteessa on varmistuttava, että se toimii niin kuin se on suunniteltu. Verkoston muutoksien seuraukset, voivat olla kohtalokkaita.

Veden laadun muutokset kiinteistöiden vedenjakeluverkostoissa voi altistaa käyttäjät terveyshaitoille tai epidemioille. Talousveden maku- ja hajuhaitat voivat syntyä veden seisnessä tai esimerkiksi pesukoneista takaisin virtaavan veden vuoksi, mikäli kytkentää ei ole tehty säädösten mukaan yksisuuntaventtiilillä. Lisäksi biofilmien tai korroosion kerrostumien irtautuminen putken pinnalta voi aiheuttaa vedessä värjäytymistä ja sameutta. (Kaunisto 2013, 6.)

2.3.1 Terveyttä vaarantavat riskit

Legionellabakteeria esiintyy yleisesti Suomen käyttövesijärjestelmissä. Jopa kolmessa kymmenessä prosentissa suurien asuinkerrostalojen LKV-järjestelmissä kasvaa legionellabakteereita. Myös noin puolessa tutkituista jäähdytysjärjestelmistä Suomessa on löydetty legionelloja. Suomessa todetuissa yksittäistapauksissa, legionellabakteerin tartuntalähde on jäänyt usein epäselväksi. Vain muutamista tapauksista, koti- ja työympäristöstä on haettu käyttövesinäytteitä. (Kanerva ym. 2003, 4918.)

Legionellat koostuvat luonnon bakteereista, ja niiden sukuun kuuluu 61 nimettyä lajia. 61 nimetystä lajista, 28 kappaletta voivat aiheuttaa sairastumista. Eniten vaivaa aiheuttaa pneumophila-laji. Vuonna 2011–2015 Euroopassa tavatuista legionella tapauksista 83 prosenttia olivat pneumophila-lajia. Kuvio 1 esittää taudin aiheutumista. (Kusnetsov 2018, 2)



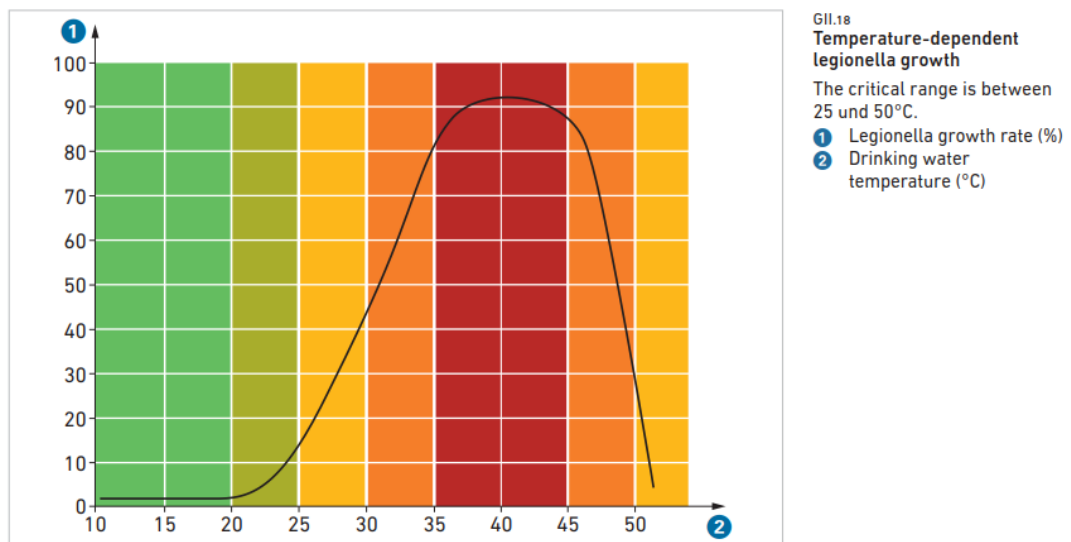
Kuvio 1. Legionellan aiheutuminen (Kusnetsov 2018).

EU:n seurantaverkosto on laatinut seuraavia suositeltavia torjuntatoimenpiteitä, jotka vähentävät legionellabakteerin määrää vesijohtoverkostoissa. Kuumen käyttöveden lämpötila tulee pitää kaikissa käyttövesijärjestelmän osissa 50–60 °C:ssa sekä kylmän tulee pysyä alle 20 °C:ssa. Hanojen ja suihkujen suuttimet ja tiivisteet on pidettävä puhtaina kertymistä. Putkistoon ei saa asentaa tai jättää kohtia, joissa käyttövesi ei pääse virtaamaan, tai virtaus välillä keskeytyisi. Kylmävesisäiliöt ja lämmönvaihtimet on desinfioidava kloorilla ja puhdistettava kalkkikertymistä kerran vuodessa. Veden suodattimet tulee desinfioida ja puhdistaa kerran 1–3 kuukauden aikana. (Kanerva ym. 2003, 4918.)

Legionella aiheuttaa muun muassa keuhkokuumetta. Keuhkokuumeeseen liittyy suuri kuolleisuus, vaikka potilas saisi asianmukaista hoitoa. Valtakunnalliseen tartuntatautirekisteriin tulee ilmoituksia legionella tapauksista 7–20 vuosittain. Kyseinen tauti on todennäköisesti alidiagnosoitu Suomessa. Virtsatien nopeiden diagnostisten yleistyvistä käytöstä sekä matkailusta johtuvien tapausten tehostuneiden seurantojen ansiosta, todetaan tartuntoja enemmän Euroopan maissa kuin aikaisemmin. Mittavia legionelloosi epidemioita on myös esiintynyt laajasti julkisuudessa viime vuosina. Legionelloosin tehokas

ja nopea tunnistaminen sekä tapauksista raportointi, ovat nyt avainasemassa laajojen epidemioiden ehkäisemisessä. (Kanerva ym. 2003, 4915.)

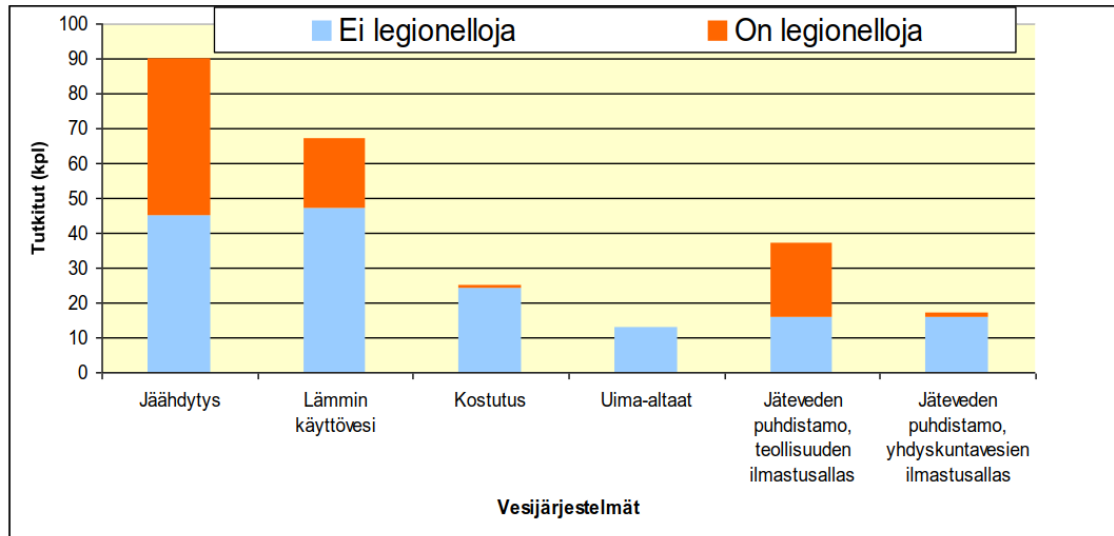
Oikean käyttöveden lämpötilan varmistaminen on legionellabakteerin kasvun kannalta välttämätöntä. Kylmän käyttöveden lämpötila ei saisi nousta yli +25°C asteen. Lämpimän käyttöveden tulee olla aina yli +50°C. Jos emme saa käyttövesijärjestelmää pysymään näissä lämpötilaolosuhteissa, mikrobiologinen riski kasvaa huomattavasti. Kylmän käyttöveden huuhtelu tulee toteuttaa vähintään 72 tunnin välein, jos verkostossa ei ole käyttöä. Kuviossa 2 näkyy legionellabakteerin optimaalinen kasvu prosentteina. (GF, 2019, 76.)



Kuvio 2. Kuvaaja legionella bakteerin kasvulle optimaalisista lämpötiloista (GF 2019).

Ilmoitettuja legionella tapauksia tulee vuodessa noin 15 kappaletta. Oikea arvio legionella tapauksille on kuitenkin 100–200 tapausta vuosittain. Diagnoisoimattomia tapauksia on arvon mukaan 85–93 prosenttia. (Kusnetsov 2018, 6.)

Legionelloja esiintyy vesijärjestelmissä Suomessa. Kuviossa 3 näkyy eri järjestelmien legionellojen esiintymisten määrää. Useimmiten legionelloja on löydetty lämpimästä käyttövedestä, jäädytysverkostoista ja jätevesijärjestelmistä. (Kusnetsov 2018, 24.)



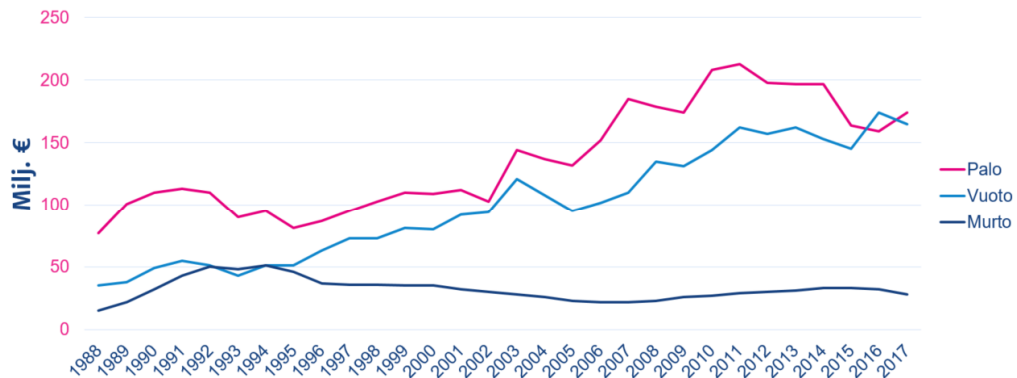
Kuvio 3. Legionellan esiintyvyys Suomessa (Kusnetsov 2018).

2.3.2 Kiinteistön taloudelliset riskit

Nykyisin koti- ja kiinteistövakuutukset muodostavat suurimman summan korvausmenoista. Vuonna 2012 vuotovahingoista johtuvia korjausvahinkoja toteutui arvioiden mukaan 36 000 kappaletta. Korvausmäärät ovat olleet kasvussa koko vuosituhaten alun ajan. Korvausmäärät olivat vuonna 2000 arvion mukaan 80 miljoonaa euroa. Vuoteen 2012 korvausmäärä on noussut lähelle 157 miljoonaa euroa. (Haapaniemi 2014, 2.)

Finanssiala ry on tehnyt 2017 arvion Palo-, vuoto- ja murtovahinkokorvauksista. Kuvion 4 mukaan vuotovahinkojen korvaukset ovat nousseet, Finanssialan keskusliiton tutkimuksen jälkeen 2012.

Palo-, vuoto- ja murtovahinkokorvaukset



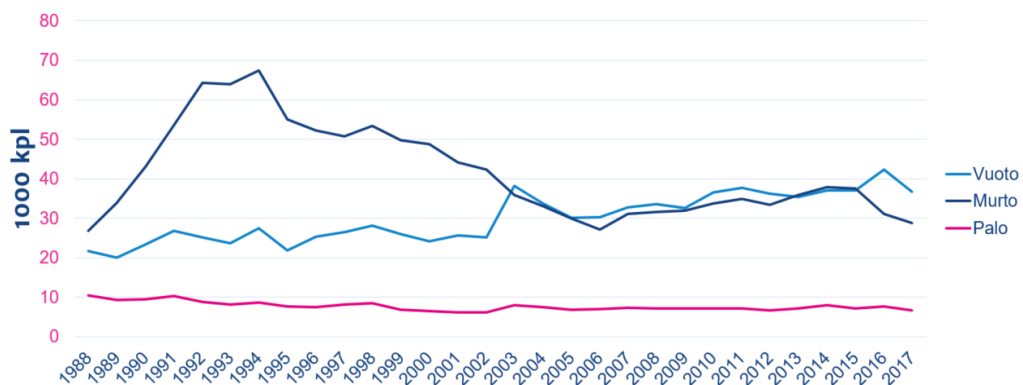
FA FINANSSIALA

Kuvio 4. Palo-, vuoto- ja murtovahinkokorvaukset (FA, 2017).

2000-luvun ajan vuotovahingot ovat olleet kasvussa euromääräisesti, sekä kappalemääräisesti tarkasteltuna. Finanssialan keskusliiton toteuttaman kokonaistarkastelun perusteella vuodelta 2012, maksettujen korvausten summa oli jopa 157 miljoonaa, vuoden aikana. (Haapaniemi 2014, 5.)

Kuvion 5 mukaan vuotovahinkojen määrät ovat myös olleet nousussa vuodesta 1988 lähtien. Finanssialan keskusliiton julkaisee kuvajajat vahingoista, muutaman vuoden välein. Vuotovahinkojen tarkastelussa huomataan, että vuotovahingot ovat 2017 vuonna suurin vahinkoluokka kuvaajassa.

Palo-, murto- ja vuotovahingot



FA FINANSSIALA

Kuvio 5. Palo-, murto- ja vuotovahinkojen kappalemäärät (FA, 2017).

Vahinkojen keskimääräiseksi arvoksi saadaan 2012 finanssialan keskusliiton tutkimuksen mukaan, vahinkomääräksi 8 800 euroa ja korvattavan määrän keskiarvoksi 7 000 euroa. (Haapaniemi 2014, 32.)

Käyttövesiverkostoa ja sen veden kulutusta seurataan vesimittareilla. Vesimittareita uusittaessa on mahdollista asentaa vesimittareita, joista kerätään kulutustietoja etänä. Jos kyseessä on kerrostalo, on mahdollista seurata vedenkulutusta niin että vertaamme päävesimittarin lukemaa kiinteistön muiden vesimittarien summaan. Summan tulisi olla sama kuin kiinteistön päävesimittarin, silloin voidaan varmistua, että kaikki vesi, joka kulkee vesimittarin läpi, kulkee myös verkostossa sinne, minne se on suunniteltu. Vesimittarien, sekä valvonnan avulla voidaan löytää mahdolliset vuodot nopeammin, ja minimoida vahingon määriä.

3 KÄYTTÖVESIVERKOSTON KUNNOSSAPITO

Kunnossapitajakso tarkoittaa keskimääräistä ajanjaksoa, jonka jälkeen tietyt korjaustoimenpiteet on toteutettava. Korjaustoimenpiteisiin voi sisältyä osia tai laitteita, jotka ovat tarkoituksenmukaista korvata uusilla. Kunnossapitajakso kuvaa ajanjaksoa, jonka laite tai osa täyttää, kun sen toimivuus-, ajanmukaisuus-, ja kestävyystavoitteet täyttyvät taloudellisuuden suhteen. Kun laite tai osa ei enää pääse toimivuustavoitteisiin, on laitteen tai osan käyttöikä täyttynyt. Kuitenkin käytännössä kunnossapitajaksojen pituudet voivat vaihdella suuresti, muun muassa laitteiston eri käyttötarkoituksista tai rasituksesta ja niiden olosuhteista riippuen. Materiaaleilla sekä mahdollisilla asennus- tai suunnitteluvirheillä on vaikutusta kunnossapitajaksojen pituuteen. LVIS-laitteiden ja osien kunnossapitotoimenpiteellä tarkoitetaan yleisesti laitteen tai osan korjaamista tai vaihtoa, uutta vastaavaksi. (Rakennustieto, LVI 01-40044 1997, 1.)

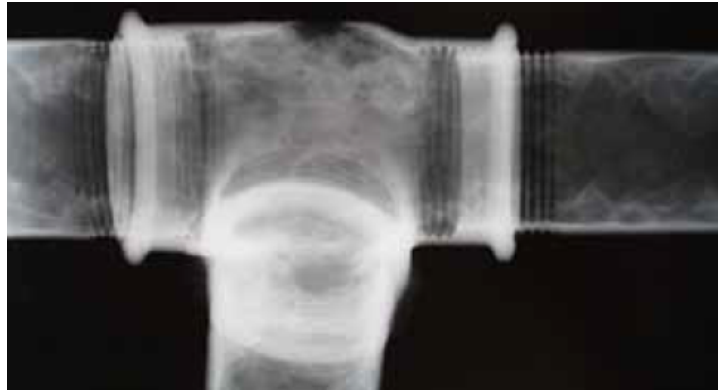
3.1 Kunnossapidon tarve

Suomessa rakennuskannan korjaustarpeita ei olla vielä pystytty tunnistamaan riittävästi. Korjaustarpeen tunnistamisen keskeiseen rooliin asettuu kiinteistön omistaja. Kiinteistön omistajan tulisi ajoittaa tarkoituksenmukainen ylläpito taloteknisille järjestelmille. Järjestelmien oikea-aikainen korjaaminen on ratkaiseva tekijä talotekniikalle. Suomessa kiinteistöiden omistajat ovat varsin epäyhtenäisiä, mikä vaikuttaa ylläpidon tason vaihteluihin. Yleisesti Suomessa ylläpidonkulttuurissa olisi huomattavasti parannettavaa. Kiinteistöjen ja niiden osien oikein ajoitettua korjauksille on luotu viime vuosikymmenen välillä, lukuisia työkaluja. Yksi tärkeimmistä työkaluista on rakennus- ja maankäyttöasetukseen sisällytetty huolto- ja rakennusohje. Kiinteistöjen omistajien kunnossapitotyökalujen käyttö on kuitenkin edelleen puutteellista. (Ympäristöministeriö 2007, 11)

3.1.1 LKV-verkoston korroosio

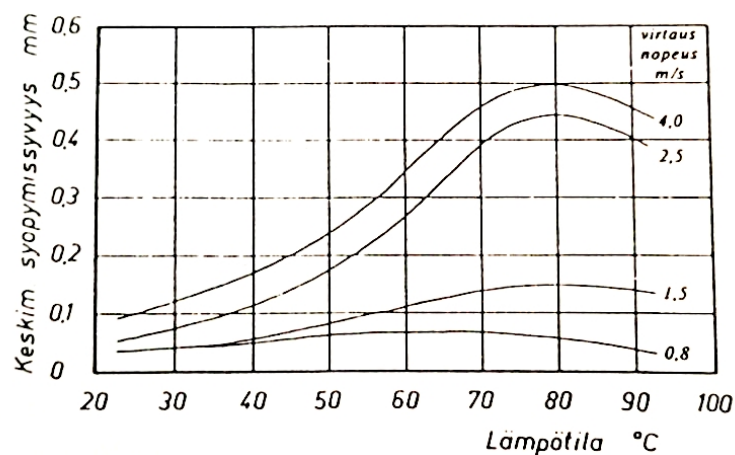
Putkistoissa käytettävien metallien saneeraustarpeen yksi perussy syy on melkein poikkeuksetta putkistoissa esiintyvä korroosio. Korroosion esiintyminen käyttövesiputkistossa lisää sen kunnossapitokuluja ja lyhentää käyttövesiputkiston käyttöikää. Korroosio

vaikuttaa myös veden laatuun ja vähentää käyttövesiverkoston veden jakelun tehokkuutta, sen käyttäjilleen. Vesivuotojen aiheuttajana korroosio on yksittäisistä syistä suurin vuotojen aiheuttaja vesijohtoverkostoissa. Jotta korroosiolta voidaan suojautua, on tiedettävä korroosion mekanismit eri materiaaleissa. Kuvassa 1 näytetään pistekorroosiota teräsputkessa. Korroosion torjunnassa on kyse paitsi materiaalien valinnoista, myös verkoston ympäristön ja olosuhteiden muuttumisesta. (Kapanen 1995, 23-24).



Kuva 1. Röntgenkuva läpisyöpyneestä putkesta (Rakennustieto, RT 18-11165 2014, 4).

LKV-verkostossa voidaan vain harvoin vaikuttaa veden laatuun, jota kunnallistekniikka jakaa kiinteistöiden käyttövesiverkostoille. Voidaan kuitenkin vaikuttaa LKV-verkostojen virtausnopeuksiin ja verkoston lämpötiloihin kiinteistön talotekniikan ja sen automaation avulla. Kuviossa 6. on esitetty, miten lämpötila ja virtausnopeudet vaikuttavat korroosioon pehmeässä vedessä.



Kuvio 6. Lämpötilan ja virtausnopeuden vaikutus kupariputken syöpymiseen pehmeässä vedessä, otannassa 17 kuukauden koeaika (Kapanen 1995, 25).

Lämpötila on toinen ratkaisevista tekijöistä pistekorroosion käynnistymiselle ja sen käymiselle. Pistekorroosiota on todettu Suomessa, poikkeuksetta vain Lämpimän käyttövesiverkostojen putkistoissa. Kylmävesiputkistoissa korroosio vaatii todella erikoislaatuisia verkostojen olosuhteita. (Kapanen 1995, 25.)

3.1.2 Vesijohtoverkoston kunnossapidon määräykset

Vesihuoltolaitos on veloitettu huoltamaan verkostoaan vesihuoltolaissa. Vesihuoltolaitos toteuttaa huollot runkoverkostoille, jotka palvelevat kiinteistöjä kunnan alueella. Vesihuoltolaitoksen ylläpitoalueen tulee kattaa alueet, joille on suunniteltu yhteiskuntatekniikkaa, tai niille on jo liitetty kiinteistöjä, joita yhteiskuntatekniikan tulee palvella. (Rakennustieto, RT MMM-21692, 1.)

Vesihuoltolaissa momentissa 13 § on määritetty kiinteistön omistajan tai haltijan vastuu vesilaitteistolle kiinteistössä. Vesihuoltolaki ottaa myös kantaa käyttövesiverkoston rakentamiseen, suunnitteluun, käyttöön sekä kunnossapitoon. Kiinteistön omistaja tai sen haltija on vastuussa käyttövesiverkoston toimivuudesta liittymiskohtaan saakka. Verkoston tai laitteiston tulee myös olla yhteensopiva vesilaitoksen laitteiston kanssa. Kiinteistön verkosto tulee pitää sellaisessa kunnossa, että se ei vaaranna tai aiheuta haittaa vesilaitoksen verkoston käytölle, ympäristölle eikä terveydelle.

Vesihuoltolaitoksen verkostoon liittyessä kiinteistön haltija tai sen omistajan tulee sallia vesihuoltolaitoksen edustajan tarkastus. Tarkastuksessa käydään läpi liitettävän verkoston laitteiston toiminta, kunto ja laatu. Tarkastus suoritetaan niin, että siitä ei aiheudu haittaa kiinteistön käyttövesiverkoston käytölle. (Rakennustieto, RT MMM-21692, 2.)

Kunnossapitajaksolla viitataan keskimääräistä ajanjaksoa, jonka jälkeen putken tai sen laitteiston korjaustoimenpide vaihdetaan uuteen tai laite on tarkoitus uusida. (Rakennustieto, RT 18-11165 2014, 1.)

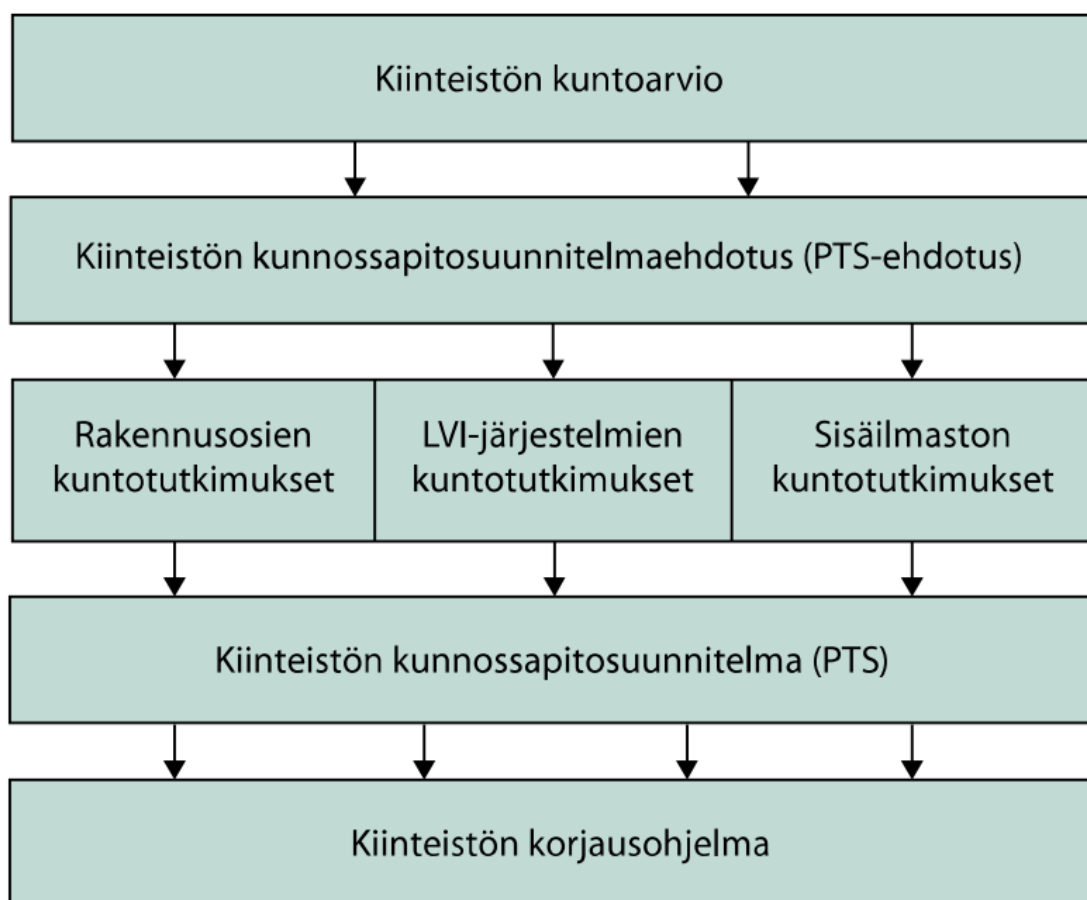
Kunnossapitotarveselityksen laadintaa edellytetään asunto-osakelaisissa 1599/2009. Laadintaan edellytetään kirjallista hallituksen selvitystä, joka esitetään jokavuotisessa varsinaisessa yhtiökokouksessa. Yhtiökokousta kutsutaan myös tilinpäätöskokoukseksi. Selvitys luovutetaan yhtiön tarpeesta, kiinteistön ja sen rakennusten kunnossapitoon. Esitys sisältää kunnossapitoarvion seuraavalle viidelle vuodelle. (Rakennustieto, RT 18-11165 2014, 2.)

Kuntotutkimuksella tarkoitetaan yksittäisen rakenneosan, rakenteen, laitteen tai järjestelmän tarkempaa tutkimista, minkä päätavoitteena on selvittää mahdollisen vaurion tai ongelman laajuus, sekä sen aiheuttaja. Ongelman aiheuttajan selvittyä, voidaan määrittää tarvittavat toimenpiteet, korjauksen, uusimisen tai suunnittelun lähtötiedoiksi. Tutkimusmenetelmissä joudutaan usein rikkomaan rakenteita, jotta löydetään syyn aiheuttajia. Eri osa-alueiden kuntotutkimuksiin löytyy eri ohjeita. Ohjeissa on määritetty kuntotutkimuksen laajuutta, sisältöä ja suoritustapaa. Kuntotutkimuksia toteuttavat erikoisasiantuntijat. (Rakennustieto, RT 18-11165 2014, 2.)

LVV-kuntotutkija on yleisesti henkilö, joka toteuttaa LVV-kuntotutkimuksia. Kuntotutkimuksia käytetään, jos ei kunnossapitosuunnitelmaa saada tehtyä kiinteistön tiedoilla. LVV-kuntotutkijan pätevyys voi suorittaa FISEn tarjoamien koulutusten kautta. LVV-kuntotutkijan koulutuksella varmistetaan henkilön osaaminen rakennus- ja asennustekniikoista eri aikakausilta, putkimateriaalien vanhenemisprosesseista, LVV-kuntotutkimusten toteuttamisesta ja tutkimustulosten analysoinnista, LVV-korjausmenetelmistä sekä suullisessa ja kirjallisesta raportoinnista. (FISE 2019.)

3.1.3 PTS ajattelumalli, kunnossapito-ohjelman suunnittelussa

Yksi oleellisimmista asioista on riskien hallinta, kun kuntotutkimuksella lähdetään täydentämään 10 vuoden kunnossapitosuunnitelmaa. PTS on yleinen nimitys pitkän tähtäimen suunnitelmalle. Riskien hallinta tulee hallita myös silloin, kun määritämme putken tai laitteen uusimisajankohtaa PTS suunnitelmaan. Kuviossa 7 esitetään periaatekaavio rakennuksen korjausohjelman laadinnasta. Kuvion mallissa on käytettävissä kiinteistön kuntotutkimukset ja kuntoarvio. Kiinteistön tai sen rakennusten LKV-järjestelmiä tutkittaessa, on otettava huomioon myös riskit. Riskejä ovat osien tai järjestelmän rikkoutumiset, mitkä tapahtuvat ennen kuin ehdimme vaikuttaa niihin suositelluilla korjaustoimenpiteillä. LKV-järjestelmien laitteiden ja sen osien kääntymiseen ja rikkoutumiseen liittyviä riskejä voidaan jakaa taloudellisiin, teknisiin, toiminnallisiin sekä terveydelle haitallisiin turvallisuusriskeihin. (Rakennustieto, RT 18-11165 2014, 2.)



Kuvio 7. Periaatekaavio kiinteistön korjausohjelman laadinnasta, kun apuvälineinä käytetään kuntoarviota ja kuntotutkimusta (Rakennustieto, RT 18-11165 2014, 2).

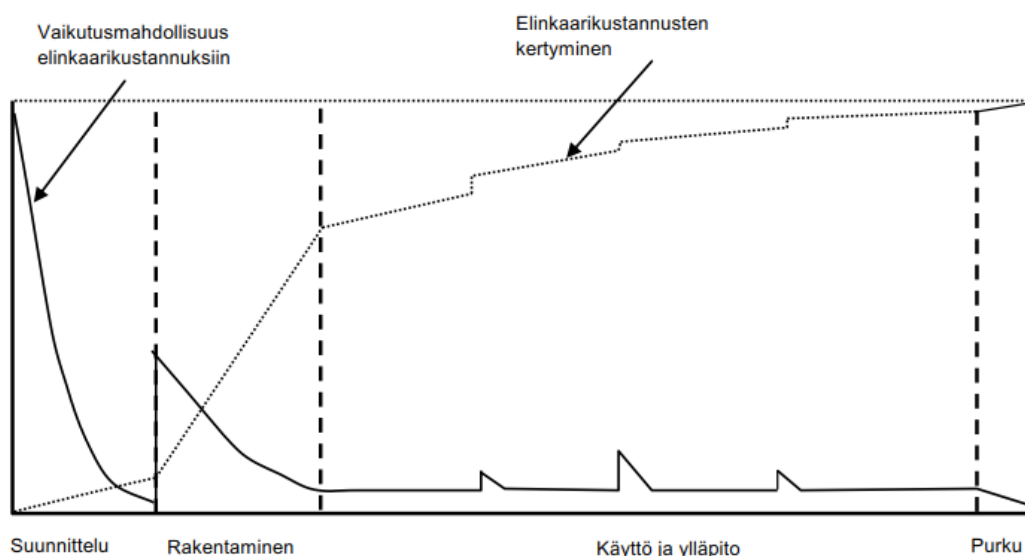
Kunnossapito-ohjelmassa on paljon samoja asioita, joita on useimmissa PTS suunnitelmissa. Kunnossapito-ohjelmamme etu PTS-suunnitelmaan verrattuna on, että tunnetaan kiinteistön tarpeet ilman arvokkaita, erikseen teetettäviä tutkimuksia.

3.1.4 Käyttövesiverkoston arvon säilyvyys

Kunnossapidon kustannukset aiheutuvat suunnitellusta tai muutoin välttämättömästä kunnossapitotoimesta. Niiden avulla pyritään estämään kiinteistön ennenaikainen kulumisen. Talotekniikan kunnossapidon ja sen kustannusten osalta, huomattava vaikutus on kunnossapidon tasolla, sekä käyttöympäristöllä. Hyvin suunnitellulla kunnossapidolla laitteen käyttöikä voi olla 50 vuotta. Huonoimmassa tapauksissa laite voi kestää vain muutamia vuosia. (Heimonen ym. 2007, 36.)

Kiinteistön käyttötilanteessa, elinkaaren laskettuja kustannuksia käytetään toteutuvien kustannusten valvontaan, sekä mahdollisten parannus- ja korjaustoimenpiteiden suunnitteluun. Kun kiinteistö on elinkaarensa käyttövaiheessa, seurataan rakennuksen suunniteltuja ylläpitokustannuksia ja niiden toteutumista. Jos toteutumisessa suunnitelmaan ilmenee poikkeuksia, ryhdytään tarvittaessa korjaus- ja säätötoimenpiteisiin. (Heimonen ym. 2007, 18.)

Talotekniikan elinkaaren kustannuksia tulee huomioida jo hankkeen suunnittelu vaiheessa. Kuvio 8 Heimosen ym. (2007) esittämässä kuviossa (ks. Kosonen 1999, 11) näytetään, miten on mahdollisuus vaikuttaa elinkaarikustannuksiin rakennushankkeen eri vaiheissa (Heimonen ym. 2007, s. 18). Voidaan päätellä kuvioista 8, että paras mahdollisuus vaikuttaa elinkaarikustannuksiin on projektin alkuvaiheessa, suunnittelussa ja rakentamisvaiheessa. Kun rakennus siirretään käyttötilaan, tulee kojeiden ja laitteiden toimia niille suunnitellulla tavalla. Käyttövaiheessa ja ylläpidossa voimme myös varmistaa, että LKV-verkoston toiminta pysyy sille suunnitelluissa olosuhteissa.



Kuvio 8 Elinkaarikustannuksen vaikutus eri vaiheissa (Heimonen ym. 2007, s. 18).

Rakennusten LVI-järjestelmien saneeraukset ovat asuintalojen elinkaaren aikana arvokkaimmat, pitkäkestoisimmat ja eniten kiinteistöiden käyttöön vaikuttava kunnossapito-hanke. Riittävät kuntotutkimukset LVK-verkostolle, auttavat oikein ajoitettua LVV-järjestelmän saneerausta. LVV-kuntotutkimuksien avulla pystytään ehkäisemään tehokkaasti home- ja kosteusvaurioiden syntymistä kiinteistöissä. Suurissa kunnossapito- ja kor-

jaushakkeissa tulisi aina käyttää pääsääntöisesti ammattilaisen tekemää kuntotutkimusta. Kuntotutkimusta laadittaessa toteutetaan myös korjausehdotus. Korjausehdotuksen avulla kiinteistön omistaja tai kunnossapitohankkeen rahoittaja välttyy olettamukseen perustuvaan virheinvestointiin. (Rakennustieto, RT 18-11165 2014, 1.)

Kuntoluokkien avulla voidaan määritellä tulevaa remontin tai kunnossapidon tarvetta ja ne ovat suoraan verrattavissa verkoston arvoon. Kuntoluokkia käytetään, kun määritetään koko vesijohtoverkoston. Kuntoluokkia voidaan myös käyttää, kun määritetään vesijohtoverkoston yksittäisiä osia, kuten lämpimän käyttöveden kiertoa. Vesijohtojen kuntotutkimuksissa käytetyt kuntoluokat on esitetty taulukossa 2. Kuntoluokkien arvosteluasteikkona käytetään viisiportaista taulukkoa. (Rakennustieto, RT 18-11165 2014, 2.)

Taulukko 2. Vesijohtojen kuntoluokkien määrittely (Rakennustieto, RT 18-11161 2012, 9).

Kuntoluokka	Kuvaus
5	Putket asennettu/uusittu alle 20 vuotta sitten. Putkissa ei ole sisäpuolista kerrostumaa. (T) Ei havaittuja vuotoja. Sulkuventtiilit toimivat. Kiertovesijohdossa on linjasäätöventtiili ja virtaamat on säädetty.
4	Putket asennettu/uusittu 20–30 vuotta sitten. Putkissa ei sisäpuolista syöpymää ja kerrostumaa. (T) Ei havaittuja vuotoja. Sulkuventtiilit on uusittu ja toimivuus on tarkastettu. Kiertovesijohdossa on linjasäätöventtiili ja virtaamat on säädetty. Messinkijuotoksia ei ole käytetty. Sinkittyä teräsputkea ei ole käytetty.
3	Putket asennettu/uusittu 20–40 vuotta sitten. Putkissa sisäpuolisia syöpymiä ja kerrostumaa. (T) Viimeisen kolmen vuoden aikana enintään kolme havaittua vuotoa, joista yksikään ei ole vakava. Sulkuventtiilit on uusittu ja toimivuus on tarkastettu. Kiertovesijohdossa on linjasäätöventtiili ja virtaamat on säädetty. Messinkijuotoksissa ei sinkkikatoa. Sinkityssä teräsputkessa ei vuotojälkiä. Sulkuventtiileistä alle 30% ei toimi.

(jatkuu)

Taulukko 2 (jatkuu)

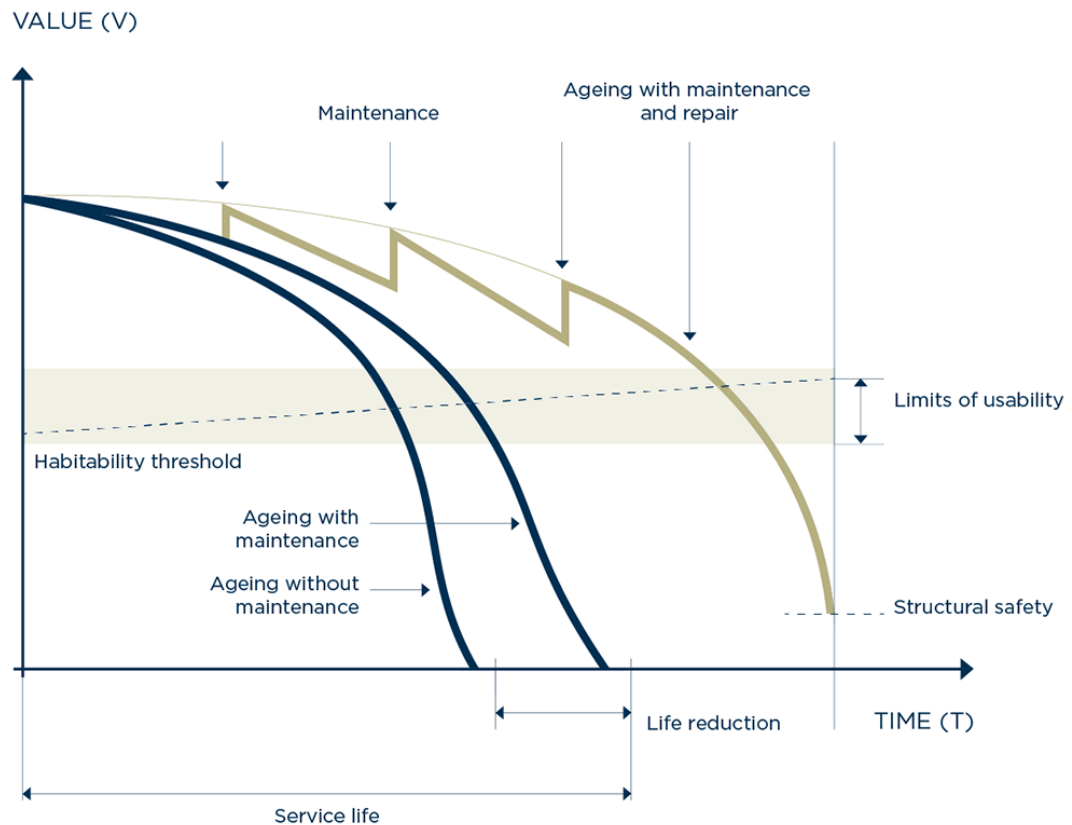
2	<p>Putket asennettu/uusittu 40–50 vuotta sitten.</p> <p>Putkissa runsaasti sisäpuolisia syöpymiä ja kerrostumaa, jotka eivät kuitenkaan ole syviä. (T)</p> <p>Havaittuja vesivuotoja alle 5 kpl, joista enintään yksi vakava vuoto viimeisen kahden vuoden aikana.</p> <p>Sulkuventtiilit on uusittu ja toimivuus on tarkastettu.</p> <p>Kiertovesijohdossa on linjasäätöventtiili ja virtaamat on säädetty.</p> <p>Messinkijuotoksissa ei sinkkikatoa.</p> <p>Sinkityssä teräsputkessa ei vuotojälkiä.</p> <p>Sulkuventtiileistä alle 50% ei toimi.</p>
1	Uusitaan tai pinnoitetaan 1–5 vuoden aikana.
Huom.	<p>Vakavalla vesivuodolla tarkoitetaan vakuutusyhtiön korvaamaa vuotoa.</p> <p>(T) tarkoittaa kriteeriä, joka on mahdollista selvittää vain kuntotutkimuksella. Jos kuntotutkimusta ei ole tehty, ei kyseistä kriteeriä huomioida.</p>

Jos kiinteistön tavoitteena on pitää LKV-verkoston sijoitettu arvo mahdollisimman kauan, tulee verkoston kuntoluokkaa ylläpitää taulukon 3 mukaisesti, sen koko teknisen käyttöiän ajan. Verkostossa on kuitenkin laitteita, joilla on eri mittaisia teknisiä käyttöiä. Kun verkosto tunnetaan tarkkaan, voidaan sen eri osille määrittää eri kuntoluokat. Kun edetään kunnossapidon kanssa suunnitelmallisesti, voidaan määrittää myös sen kulut ja vähentää verkoston taparumariskejä. Kiinteistön taloudellisia riskejä käsiteltiin kappaleessa 2.2.2.

Taulukko 3. Vesijohtoverkostossa käytettävät toimenpiteet kuntoluokan mukaan (Rakennustieto, RT 18-11161 2012, 1).

Kuntoluokka	Kuvaus
5	Uusi, ei toimenpiteitä seuraavan 10 vuoden kuluessa.
4	Hyvä, kevyt huoltokorjaus 6–10 vuoden kuluessa.
3	Tyydyttävä, kevyt huoltokorjaus 1–5 vuoden kuluessa tai peruskorjaus 6–10 vuoden kuluessa.
2	Välttävä, peruskorjaus 1–5 vuoden kuluessa, tai uusiminen 6–10 vuoden kuluessa.
1	Heikko, uusitaan 1–5 vuoden kuluessa.

Kiinteistöjen arvon ylläpito on monelle kiinteistön liiketoiminnalle elinehto. Kuviossa 9 esitetään saksalaisen kiinteistörakennuttajan strategian huoltotoimenpiteille kiinteistöissä. Samalla periaatteella toimivat myös monet prosessiteollisuuden tuotantolaitokset. Tuotanto tuottaa yleisesti arvoa vain sen toimiessa. Tämän takia tuotantoa pyritään jatkamaan mahdollisimman pitkälle, kohtuullisilla kustannuksilla. LVK-verkosta voi ajatella myös kiinteistön tuotantona. LVK-verkosto tuottaa käyttäjilleen terveellistä lämmintä käyttövettä.



Kuvio 9. Alfred Müller AG organisaation strategia, kiinteistön arvon ylläpitämiseksi (Alfred Müller AG).

3.2 Työkaluja kunnossapito-ohjelman laadintaan

Kuntotutkimus on hyvä työkalu, kun halutaan selvittää kiinteistön LKV-tekniikan kunto. Kunnossapito-ohjelma on tarkoitettu uusien urakoinnista valmistuneiden kiinteistöjen ylläpitävään kunnossapitoon. Jos otetaan kunnossapito-ohjelma käyttöön vanhemmassa kiinteistössä, jota ei tunneta, tai sitä ei olla itse rakennettu, tulee kohteessa toteuttaa kuntotutkimus.

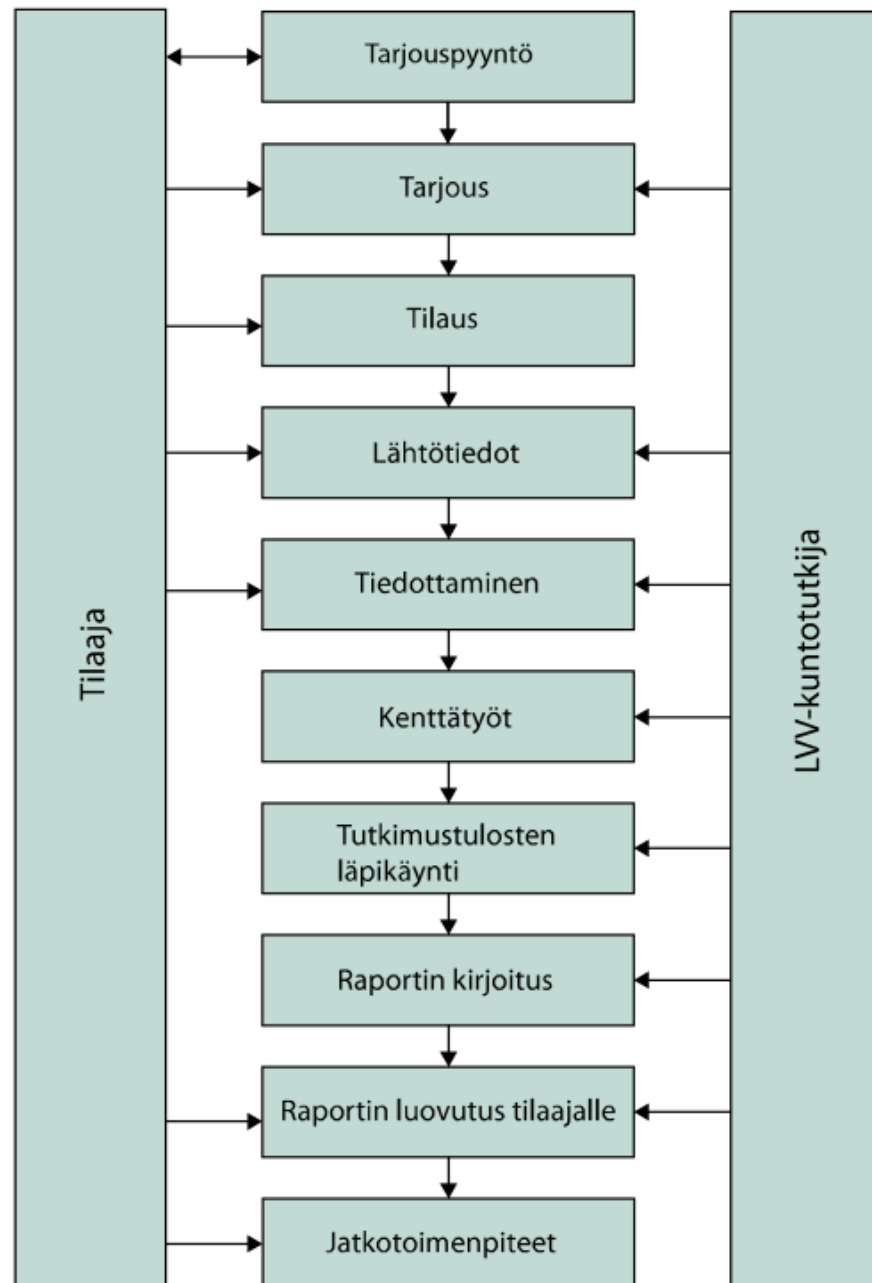
Kunnossapitosuunnitelmaehdotuksen laatii kuntoarvioitsija. Sillä tarkoitetaan suunnitelmaehdotusta, jolla täytetään tarvittaessa kuntotutkimuksesta saatuja tuloksia. Kunnossapitosuunnitelmaehdotus tehdään pitkän aikavalin suunnitelmaksi. Kunnossapitosuunnitelmaehdotukseen määritellään suositeltavat korjaus- ja kunnossapitotoimenpiteet. Suunnitelmaan määritellään myös korjaus- ja kunnossapitotoimenpiteiden ajoitukset, sekä niiden kustannukset, yleisesti seuraavalle kymmenelle vuodelle. Tätä ohjelmaa voi myös käyttää korjausohjelman laadinnassa. (Rakennustieto, RT 18-11165 2014, 2.)

Kunnossapito-ohjelmalla kartoitetaan verkoston kuntoa huoltokäynneillä. Näin saadaan tietoa verkoston kunnosta. Määritellesä huolto-ohjelmaa saadaan kattavampia tarkastusvälejä. Tarkastusväleillä käydään LKV-verkoston kuntoa ja sen laitteita tarkemmin läpi.

Tarkastusvälillä tarkoitetaan ajanjaksoa, jonka kuluttua LVI-osien ja -kojeiden toimivuus sekä kunto, tulee tarkastaa normaalia huoltosuunnitelmaa perusteellisemmin. Esitetyt keskimääräiset tarkastus- ja huoltovälit perustuvat lähtökohtaisesti käytännöstä saatuihin tietoihin ja kokemuksiin. Huoltovälit saattavat vaihdella huomattavasti, johtuen samankaltaisista syistä. (Rakennustieto, RT 18-11165 2014, 2).

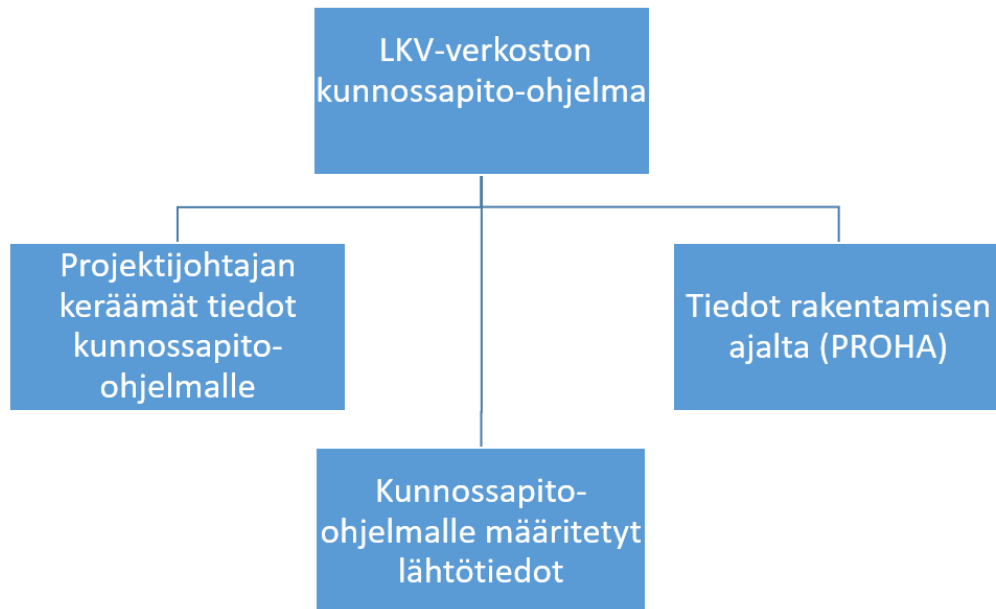
Kunnossapito-ohjelman tehtävänä on ennakoida, miten verkosto tulee käyttäytymään sen ikääntyessä. Useissa kiinteistöissä tehdään kuitenkin edelleen perinteisempiä kuntoarvioita ja niiden avulla kartoitetaan LKV-verkostojen korjaustarpeita. Kuviossa 10 on kuvattu perinteisen korjausohjelman laadintaa.

Lähtötietojen riittävä kerääminen LVV-kuntotutkimukseen on sen onnistumisen kannalta erittäin merkittävää. Ensimmäisellä kuntotutkimuksella lähtötiedot tulee kartoittaa huomattavasti laajemmin. Tietolähteitä verrataan myös useissa tapauksissa seurantatutkimuksiin. Seurantatutkimuksella tarkoitetaan aikaisemmin toteutettuja kuntotutkimuksia. Kuviossa 10 esitetään perinteisen kuntotutkimuksen vaiheita. (Rakennustieto, RT 18-11165 2014, 3).



Kuvio 10. Perinteisen kuntotutkimuksen vaiheet (Rakennustieto, RT 18-11165 2014, 3).

Kunnossapito-ohjelma kerää lähtötiedot ja optimoi LKV-verkoston rakentamisen luovutusvaiheessa. Luovutusvaiheen jälkeen tarjoamme tilaajalle palvelumallia, joka toteuttaa tiedonkeräämisen ja kunnossapito-ohjelman urakoitsijalta, kuvion 11 mukaan.



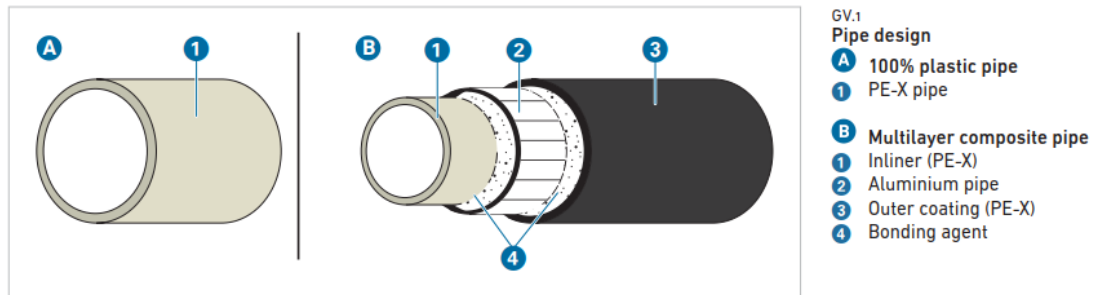
Kuvio 11. Are Oy:n kunnossapito-ohjelman lähtötietojen keräys.

3.2.1 Komposiittiputken toimittaja haastattelu

Tein avoimen haastattelun 11.6.2019 Raisiossa. Haastatteluun osallistui Tero Pöntiskoski Georg Fisher AB Segmenttipäällikkö. Haastattelussa käytiin läpi GF:n toimittamaa komposiittijärjestelmää, jota Are Oy käyttää urakoinnin kohteissaan. Kävimme haastattelussa läpi Sanipex MT ja Sanipex Classic järjestelmät, sekä muutamia LVK-verkoston termostaattiohjattuja venttiileitä ja niiden automatiikkaa. Keskustelimme myös LVK-verkoston riskeistä ja riskien hallinnasta. GF tarjoaa tehokkaita ratkaisuja legionellan torjuntaan ja bakteerien poistoon.

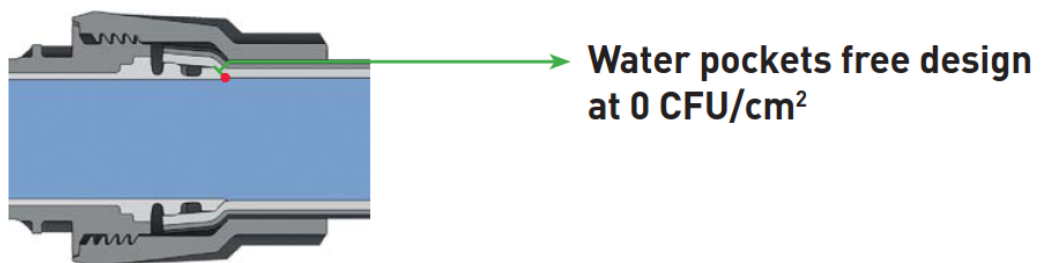
Are Oy:llä on tällä hetkellä kahdessa suuressa kerrostalohankkeessa käytössä Sanipex-MT. Lähdimme purkamaan ensin tätä putki materiaalia ja järjestelmää. Sanipex MT on VTT:n hyväksymä materiaali käyttövesiverkostoille. Putki on monikerrosputki (PE-X/AL/PEX), joka on toteutettu monikerrosputki standardien DVGW W542 ja EN ISO

21003 mukaisesti. Sisäputki on valkoinen PEX-putki ja ulkoputki musta ristisiloitettu polyeteeni (PE-X). Putkien välissä on alumiinitukiputki. Käytämme tätä järjestelmää käyttövesi, lämmitys, jäähdytys ja LTO verkostoissa. Kuvassa 2 on esitetty monikerrosputken koostumus.



Kuva 2. Sanipex monikerrosputket materiaali kuvaaja (GF 2019).

Putkijärjestelmässä käytettävä liitin on täysaukkoinen, jolloin se tekee liittimestä hygieenisemmän ja liittimellä on pienempi painehäviö. Osat ja liittimet ovat valmistettu kaksikerrosmuovista. Sisäkerroksen valmistusmateriaalina on käytetty PPSU komposiittia, ja ulkokerroksen materiaalina on PA. Osien liittimet ovat MT-kartioliittimiä, jotka sopivat Sanipex-MT järjestelmään. Kuvassa 3 on näytetty Sanipex-MT järjestelmän liitos tapa. Liitostapa on täysaukoton levitettävä liitos, joka kiristetään momenttiin.



Kuva 3. Sanipex-MT järjestelmän liitos (GF 2013).

Keskustelimme myös monikerrosputken elinkaaresta. Toimittaja on tarkastellut tuotteen elinkaaresta aiheutuvaa hiilijalanjälkeä. Tämä insinööryö kuitenkin keskittyy LKV-verkoston teknisen käyttöiän toteutukseen, joten en tarkastele tarkemmin tuotteiden hiilijalanjälkeä. Pöntiskoski kertoi tuotteen kestävän LKV-verkostossa ainakin 50 vuotta. Kun Sanipex MT järjestelmä tulee teknisen käyttöiän päähän, GF ohjeistaa tuotteen elinikäarvioon. GF tarjoaa palvelun Lifetime assessments analysis for plastic pipes and fittings in operation, joka arvioi tuotteen jäljellä olevaa elinkaarta.

Keskustelimme monikerrospotken huollosta. Toisin kun venttiileissä, monikerrospotki ei tarvitse paljon huoltoa. Pöntiskoski ehdotti kunnossapito-ohjelmamme huoltotoimenpiteeksi visuaalisen tarkastelun putkijärjestelmälle vuoden välein. Tarkastusväliksi hän ehdotti putkijärjestelmälle viiden vuoden tarkastusväliä. Tarkastelutavaksi ehdotettiin visuaalista menetelmää suuremmalla otannalla. Kunnossapitojaksoksi Pöntiskoski suositteli monikerrospotkelle 50 vuoden aikaväliä. Kun järjestelmä on ollut LVK-käytössä 50 vuotta, Pöntiskoski ehdottaa GF elinkaaripalveluiden elinkaaren arviota. Elinkaaripalvelu tarkoittaa käytännössä, että kohteesta toimitetaan koepala, joka testataan GF laboratoriossa.

3.2.2 LKV-verkoston kiertopumpun toimittajan haastattelu

Kävin avoimen puhelinhaastattelun Kolmeks Oy:n tuotepäällikön Jori Suokorten kanssa 29.4.2019. Keskustelimme LKV verkoston kiertopumppujen toiminnasta, elinkaaresta ja niiden kunnossapidosta. Avoimessa haastattelussa lähdimme liikkeelle huoltovälien määrittämisestä. Kolmeks pumppuihin ei ole määritelty erikseen huoltovälejä, sillä Kolmeks kuivamoottorit toimivat huoltovapaalla rakenteella. Kuivamoottorin kuluvia osia ovat pumpun kestovoidellut laakerit ja akselintiiviste. Tuotepäällikkö Suokorte kuitenkin suosittelee, että pumput tarkistetaan silmä- ja kuulomääräisesti vuosittain. Tarkistuksessa tulee varmistua, että pumpuissa ei ole vuotoja, eikä laakeri pidä erikoista ääntä. Tämän lisäksi Suokorte suosittelee lian ja pölyn putsaamista pumpun pinnalta, koska sähkömoottorin jäähtyminen voi huonontua, jos moottorin pinnalla on paksu pölykerros.

LKV-pumpun elinkaari on Suokorten arvion mukaan noin 20–30 vuotta. LKV-pumpun pesässä on käytetty pronssia ja sen seinämävahvuus on huomattavasti käyttövesiputken seinämävahvuutta paksumpi, mikä tekee pumpun pesän elinkaaresta pidemmän, kuin itse kuivamoottoripumpun, joka oli arvion mukaan 20–30 vuotta. LKV-pumpun pesässä ei ole liikkuvia osia, joten sen elinkaari on huomattavasti pidempi. Suokorten mukaan LKV-pumpun pesä tulee kestävänsä ainakin yhtä kauan, kuin kuparisen vesijohtoputkiston tekninen käyttöikä, joka oli keskustelussamme 40 vuotta. Pumpun varasarjaa vaihtamalla, LKV-pumppu tulee kestävänsä tuotepäällikön mukaan seuraavaan LKV-verkostoon suurempaan remonttiin. Pohdimme myös haastattelun aikana, että jos LKV-pumppu kestää yhdellä varasarjalla seuraavaan linjasaneeraukseen saakka, se tullaan todennäköisesti uusimaan linjasaneerauksen yhteydessä. Linjasaneerauksissa on usein tapana asentaa uusi LKV-pumppu.

Seuraavaksi keskustelimme elinkaarikustannuksista. Suokorte antoi arvioksi, LKV-pumpun varasarjan hinnaksi noin 70–80 prosenttia LKV-pumpun hankintahinnasta. Elinkaaren hinnaksi muodostuisi näin ollen 1,7–1,8 x LKV-pumpun hinta. Elinkaariarviossa on huomioitu vain 1kpl varasarjan vaihto, ilman työstä johtuvia kustannuksia.

Puhuimme myös LKV-pumpun kehittämisestä energiatehokkaammaksi. Tuotepäällikön mukaan, pumppua voisi ohjata esimerkiksi lämpötilan avulla. Tällä mittaustavalla saisimme tarvittaessa dynaamisempaa säätöä LKV-verkoston, sekä saisimme mahdolliset LKV-pumppujen ylimitoitukset kuriin. Kun suunnitteluvaiheessa LKV-pumpuille varataan kapasiteettiä, voidaan lämpötilan säädöllä ja taajuusmuuttajalla optimoida pumpun virtauksen optimaaliseksi LKV-verkostolle.

3.2.3 Olosuhteiden ylläpito

Olosuhteiden ylläpito on suoraan suhteessa käyttövesi verkostoon kytkettyjen laitteiden, kojeiden ja itse verkoston materiaalien tekniseen käyttöikään. Kun verkostossa pidetään sille suunnitellut olosuhteet, voidaan varmistua siitä, että laitteilla ja verkostolla on parhaat mahdolliset edellytykset täyttää sille tarkoitettu tekninen käyttöikä.

Teknisellä käyttöiällä tarkoitetaan käyttöönoton jälkeistä tekniikan kokonaisuuden toimintaa, jolloin rakennusosan, laitteen tai järjestelmän tekniset toimivuusvaatimukset tulevat tiensä päähän. Kun tekniikan kokonaisuus tai sen osan käyttöikä on täyttynyt, se on tarkoitus korvata uudella laiteella tai rakenteella. Tekninen käyttöikä perustuu kokemuksiin, sekä tietoihin joita on käytettävissä. On kuitenkin muistettava, että tekninen käyttöikä on yleistävä, eikä yksittäisen laitteen tarkka käyttöikä. (Rakennustieto, RT 18-11165 2014, 2.)

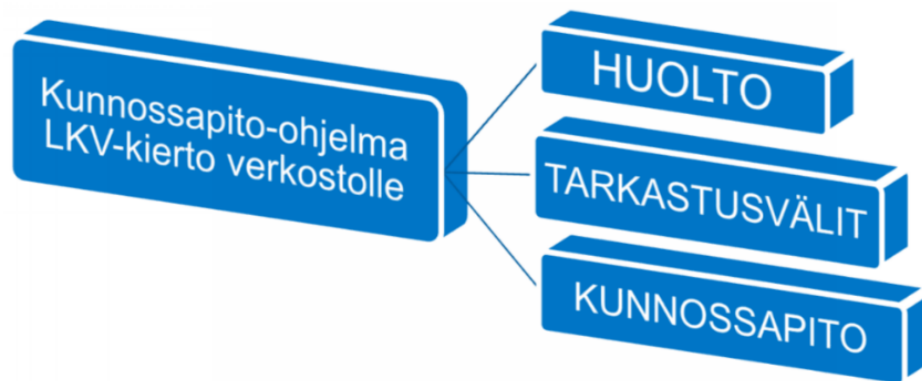
Ohjelmallamme saamme parhaat edellytykset ylläpitämään verkostoa, sille suunnitelluissa olosuhteissa. Kun olosuhteet toteutuvat, on kiinteistön laitteet ja verkostot sille suunniteltujen rasitusten alla. Kun tunnetaan verkosto ja sen laitteet, voidaan pyrkiä siihen, että tekninen käyttöikä toteutuu. Kun tekniseen käyttöikään päästään, voidaan ylläpitää sen avulla verkoston ja laitteiden arvoa.

Kiinteistöitä vuokraavien yhtiöiden ja yritysten liiketoimintojen etuna on vuokratyöasteen mahdollisimman suuri ylläpitäminen. Käyttöasteen ylläpitoon vaaditaan toimiva talotekniikka. Kunnossapito-ohjelman tavoite on ylläpitää verkoston olosuhteita ja varmistaa järjestelmän mahdollisimman pitkä käyttöikä.

Elinkaarikustannuksista rakentamisen vaiheessa aiheutuvista ympäristökuormituksista on keskusteltu melkein kyllästymiseen saakka. Elinkaarikustannukset muodostuvat entistä enemmän ajankohtaiseksi, kun kiinteistöt tavoittelevat pienempiä päästöjä, tiukoilla rakennus budjeteillaan. Yksinkertaisten järjestelmien ymmärtäminen ja sen toimiminen oikein, kuitenkin pitää sisällään suurta säästöpotentiaalia. Ammattitaitoisten asiantuntijoiden puute nostaa kuitenkin kiinteistöiden käyttökustannuksia ja päästöjä. Kiinteistön käytön aikaista ylläpitoa pitää yllä sama henkilö, jonka tehtäviin kuulu ovipumppujen kirstykset ja ilmastointikoneiden suodattimien vaihdot. Poikkeuksia kuitenkin löytyy muutamia, mutta suurin osa Suomen kiinteistöistä on toisin sanottuna tuuliajolla kunnossapidon suhteen. (Alilehto 2019.)

4 KUNNOSSAPITO-OHJELMAN KOONTI JA KÄYTTÖ

Kolmeosainen huolto-ohjelma koostuu huollosta, pidemmän ajan tarkastusvälistä ja kunnossapidosta. Excel pohjainen ohjelma kertoo näille kolmelle toimenpiteelle toteutusajat ja ehdottaa verkoston eri osille oikeat huoltotoimenpiteet. Kuviossa 12 on esitetty huolto-ohjelman kolme rakennetta, joiden avulla huolto-ohjelma kasataan.



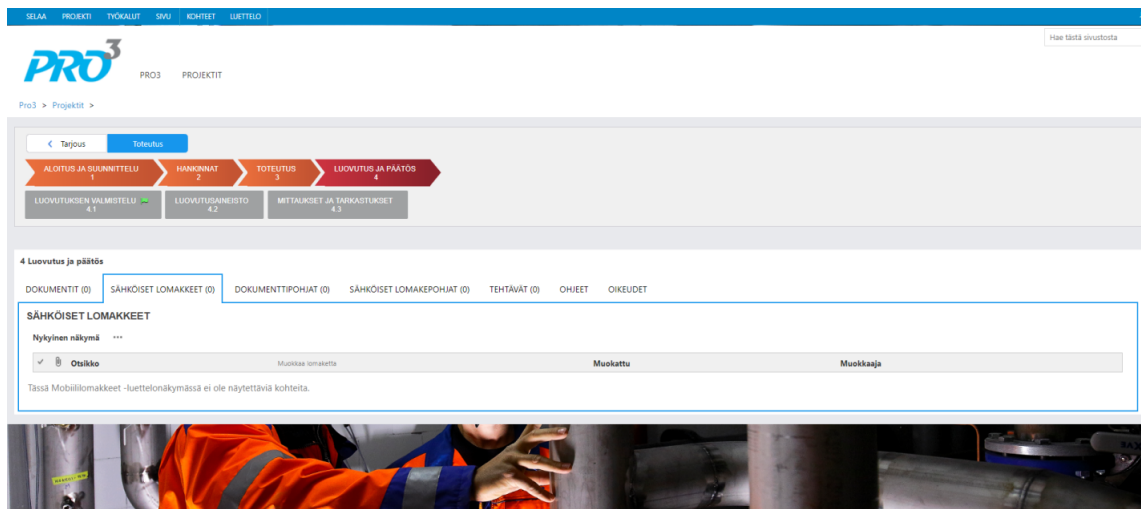
Kuvio 12. Kunnossapito-ohjelman periaate rakenne.

Kunnossapito-ohjelma on tarkoitus ottaa käyttöön takuuajan päätyttyä. Talotekniikka urakointiin on useimmissa tapauksissa määritetty kahden vuoden takuu aika. Kojeilla ja laitteilla voi olla erikseen jopa kymmenen vuoden takuu aikoja. Takuuajan päätyttyä tilaaja tai yhtiöt yleisesti kilpailuttavat huoltoliikkeen, joka vastaa käyttövesiverkostojen huolloista. Toisin kuin perinteisemmässä huoltosopimus mallissa, Are Oy jatkaa kiinteistön ylläpitoa valmiilla ohjelmalla, joka on laadittu kiinteistössä olevan tekniikan perusteella. Kiinteistön LKV-verkosto on optimoitu urakan luovutuksen yhteydessä. Verkosto on mitattu ja säädetty suunnitelmien mukaisesti. Luovutuksen jälkeen, talotekniikalle tehdään takuuajalla takuuajan tarkastuksia. Liitteessä 1 on esitelty projektin takuuajan tarkastusasiakirja, jonka mukaan asentajat kiertävät takuuajan tarkastuksen. Tarkastuksia kuuluu takuu aikaan useimmissa tapauksissa kaksi kappaletta kahden vuoden aikana. Opinnäytetyön tavoitteena on myös, että kunnossapito-ohjelma löytyy valmiina Prohasta, ja sen esittely, sekä markkinointi toimitetaan tilaajalle, puoli vuotta ennen kuin takuu aika umpeutuu. Huolto-ohjelmasta kannattaa kuitenkin jo aikaisemmin mainita, jos tilaaja kilpailuttaa kiinteistön huolto yhtiöitä jo aikaisemmin.

4.1 Kunnossapitosuunnitelman koonti

Kunnossapitosuunnitelman koontiin suorittaa projektipäällikkö. Ohjelma laaditaan heti luovutuksen yhteydessä. Projektipäällikön etuna on se, että hän muistaa paremmin mitä tekniikkaa LVK-putkistossa on. On myös mahdollista, että ohjelma laaditaan takuuajan loppuvaiheessa, jos asiakas kiinnostuu ohjelmasta. Kunnossapito-ohjelmasta on hyvä mainita, vaikka takuuajan huoltopöytäkirjojen yhteydessä. Kunnossapito-ohjelman Excelistä valitaan ne tekniikat, jotka kiinteistön LKV-verkoston kuuluu. Loput kunnossapito-ohjelman kohdat poistetaan. Valmis kunnossapito-ohjelma tallennetaan Prohaan LKV-kunnossapito-ohjelman nimellä. Vanha ohjelma jää myös Prohaan nimellä LVK-kunnossapito-ohjelman pohja. Kunnossapito-ohjelman käyttäjälle jää Excel pohjainen ohjelma, joka kertoo LKV-tekniikan huoltovälit, tarkistusvälit ja kunnossapitovälit.

Kunnossapito-ohjelma tulisi sijoittaa Prohaan, josta se on tarkoitus ottaa käyttöön. Kuva 4 on esitetty kunnossapito-ohjelman sijoituspaikka Prohassa. Huolto-ohjelma on helpoin laatia siinä vaiheessa, kun projekti on vielä tuoreessa muistissa.

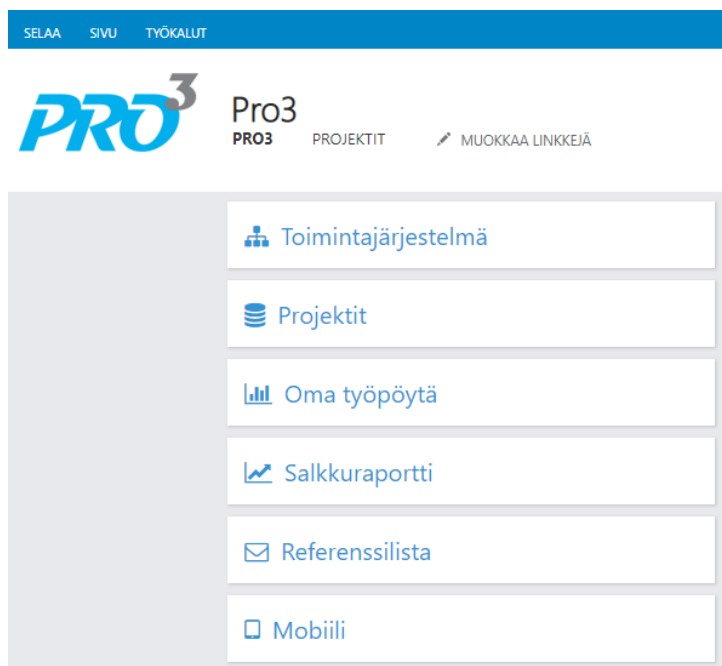


Kuva 4. Prohan kunnossapito-ohjelman sijoituspaikka, projektihallinta ohjelmassa (Are Oy 2019).

Ohjelmaa voidaan käyttää kaikissa laitteissa, joihin on asennettu Microsoft Excel, sekä laitteessa on verkkoyhteys, jotta voidaan käyttää projektihallintaan tarkoitettua sharepoint ohjelmaa. Ohjelmaa on tarkoitus käyttää ansiokkuudesta vastaava henkilö. Asiakkaalle toimitetaan vuosittain tuloste ohjelmasta, josta asiakkaalle voidaan näyttää verkoston kunto.

4.1.1 Proha kunnossapito-ohjelman tukena

Proha on sharepoint pohjainen projektinhallinta työkalu, jota Are Oy käyttää projektijohtamisessa. Projektin rakennusvaiheessa Prohaan kunnossapito-ohjelmaan tulee määrittää LKV-verkoston materiaalit ja varusteet. Jos varusteissa on muita tarkempia huolto-ohjeita, ne tulee myös päivittää kunnossapito-ohjelmaan. Kuvassa 5 esitetään projektihallintatyökalun etusivun navigointivalikkoa.



Kuva 5. Pro3 ohjelman aloitus-sivun valikko (Are Oy 2019).

Kunnossapito-osastomme pystyy hyödyntämään projektipankissa olevaa materiaalia. Huolto-ohjelma olisi luonteva tapa siirtää urakoinnin kohde, kunnossapidon asiakkaaksi. LKV-verkoston kunnossapidon lisäksi Are Oy tarjoaa kiinteistöpalveluita. Palveluita yhdistämällä, Are Oy voisi tarjota kattavampaa talotekniikan huoltoa suurillekin kiinteistöille tai yhtiöille.

4.2 Kunnossapito-ohjelman huoltovälit

Kunnossapitosuunnitelma tarvitsee LKV-verkoston putkistolle ja sen laitteille huolto välit. Ennen kuin päästään määrittämään huoltovälejä, tulee tietää mitä materiaaleja ja laitteita

verkostossa on käytetty. Nämä tiedot saadaan projektihallinta työkalusta Prohasta. Prohaan on tallennettu projektikohtaiset LVI-suunnitelmat, joista voidaan tarkistaa, mitä materiaaleja ja laitteita LKV-verkostoon on asennettu. Liitteessä 3 on esitetty kunnossapito-ohjelmassa käytettyjä huoltovälejä.

Käytämme kunnossapitosuunnitelmassa RT-kortin LVI 01-10260 määrittämiä huoltovälejä. Lisäämme myös huoltokäyntejä ja niiden toimenpiteitä putki ja laite-toimittajien, sekä laitteiden huolto-ohjeiden mukaisesti. Materiaali ja laite-toimittajia on haastateltu kappaleessa 3. Toimittaja- ja materiaalihaastattelujen perusteella määritetään huolto-ohjelman huoltovälejä. taulukossa 4 esitetään RT-kortin LVI 01-10260 huoltovälit LKV-verkostolle. RT-kortin huoltovälejä sovelletaan myös huolto-ohjelmassa.

Taulukko 4. LKV-verkoston laitteiden ja materiaalien kunnossapito-, tarkastus- ja huoltovälit, RT-kortin LVI 01-10260 mukaan.

Nimike	Kunnossapitajakso	Tarkastusväli	Huoltoväli
Pumput	15	1–3	1
Talousvesisäiliöt	20	10	2
Käyttövesivaraajat	25	10	1–2
galvanoitu, kylmävesi	15–30	10	1–2
kupari, kylmä- ja lämmin vesi	10–30	10	2
muovi, kylmä- ja lämmin vesi	40–50	10	2–4
Lämminvesi, sulkuventtiilit	20	5–10	1–2
Lämminvesi, säätöventtiilit	20	5–10	1–2
Yksisuuntaventtiilit	25	5–10	1–2
messinkijuotos	20	10	1–2
hopeafosforikuparijuotos	20–30	10	2–3
kierriliitos	40	10	1–2
puserrusliitos	30	10	1–2
Suihkut	10	1–3	1
Sekoittimet	20	1–3	1
Termostaattisekoittimet	10	1–3	5
LKV eristykset	25–50	10	3

RT-kortin huoltovälien lisäksi määritämme pumppujen ja komposiittiputkien huoltovälit, toimittajahaastattelujen perusteella.

4.3 Kunnossapitosuunnitelman käyttö

Kunnossapito-ohjelmaan täytetään vuosiluvut, joiden avulla ohjelma laskee seuraavaa toimenpidettä. Kun ohjelman toimenpide on suoritettu, ohjelmaan merkataan se vuosiluku, jolloin toimenpide on tehty. Ohjelma laskee seuraavaa sille määritettyä huolto-, tarkistus- ja kunnossapitoväliä. Kuvassa 6 esitetään otanta huolto-ohjelmasta.

LKV-verkoston kunnossapito-ohjelma

Kunnossapitosuunnitelma PTS

Kunnossapito	Huoltotoimenpide suoritettu	Huoltoväli (vuotta)	Aika seuraavaan toimenpiteeseen (vuotta)	Toimenpide
LKV- pumpun tarkistus	2020	15	16	kaikki kunnossa
Sinkitty teräsputki	2020	30	31	kaikki kunnossa
Kupariputkien laaja kuntoarvio	2020	30	31	kaikki kunnossa
Muoviputkien laaja kuntoarvio	2020	50	51	kaikki kunnossa
Lämminvesi, sulkuventtiilien kuntoarvio	2020	20	21	kaikki kunnossa
Lämminvesi, säätöventtiilien kuntoarvio	2020	20	21	kaikki kunnossa
Yksisuuntaventtiilit	2020	25	26	kaikki kunnossa
Eristysten tarkistus	2020	50	51	kaikki kunnossa
Käyttövesivaraajat	2020	25	26	kaikki kunnossa
Taloussesiväliöt	2020	20	21	kaikki kunnossa

Kuva 6. Kunnossapito-ohjelman kunnossapidon osuus 3/3.

Ohjelmaan on merkattu vuosiluku tarkkuudella, sillä ohjelma on mahdollista ajoittaa myös muiden vuosihuoltojen yhteyteen. Huoltoja voi tarkemmin kirjata huoltoraporttiin, jos sellaisen toimittamiselle on tarvetta. Ohjelmaan ei kuulu erillistä huoltoraporttia. Ohjelman voi tulostaa ja toimittaa tulosteena asiakkaalle. Kuvasta 6 on näkyvissä taulukon ylimmällä rivillä LKV-pumpun huoltotoimenpide, kun sen huoltoväli on täyttynyt. Huoltotoimenpide tulee näkyviin vasta, kun tekniikan huoltoväli on täyttynyt. Excel-ohjelma kertoo huoltotoimenpiteen, jonka asentaja tai huoltomies toteuttaa tekniikalle. Kun huoltotoimenpide on valmis, ohjelmaan päivitetään vuosiluku ajalta, kun toimenpide on suoritettu. Huolto-ohjelman toisella rivillä on nähtävissä sinkityn teräsputken huolto. Kuvassa 6 on esitetty, että huoltotoimenpiteellä on menossa viimeinen vuosi, ennen huoltoa. Huolto-ohjelma ohjeistaa toimenpiteeksi suunnittelemaan seuraavaa huoltoa.

4.3.1 Kunnossapidon dokumentointi

Kunnossapito-ohjelman dokumentointia toteutetaan vuosittain. Excel pohjaisesta kunnossapito-ohjelmasta otetaan vuosittain tulosteet, jonka avulla määritetään ohjelman

mukaiset toimenpiteet kyseiselle verkostolle. Huolto-ohjelman tuloste tulee nimetä kunnossapitokortiksi ja sen nimeen tulee liittää päivämäärä. Näin voimme varmistua, että jokaisesta vuodesta on tehty ohjelmanmukainen toimenpide. Huolto-ohjelman kunnossapitokortti siirtyy tulostuksen jälkeen asiakkaalle, joten asiakas on tietoinen mitä toimenpiteitä verkostolle huollon yhteydessä tehdään. Kun huollot on toteutettu, kunnossapitokortti allekirjoitetaan ja toimitetaan asiakkaalle. Asiakkaan on mahdollista tallentaa tulostettu ja allekirjoitettu huoltokortti PDF-tiedostona omaan arkistoonsa. Sama dokumentti tallennetaan Are Oy:n asiakkaalle tarkoitettuun arkistoon.

Allekirjoituskäytäntö sovitaan ennen kunnossapitokorttien toimittamista. Tärkeintä kuitenkin on, että huolto-ohjelma pysyy ajan tasalla huolloista. Huoltovälit uusitaan ohjelmaan, jolloin ohjelma laskee seuraavan tarvittavan huoltotoimenpiteen vuosiluvun kunnossapito-ohjelmalle. Jos huolto-ohjelmassa tehdään verkostolle suurempia suunnitelmia, ne dokumentoidaan kiinteistön suunnitelmiin. Are Oy:llä on myös tapana kuvata mahdolliset asennukset. Asennusvalokuvat arkistoidaan kunnossapitokortin liitteiksi, joten ne täydentävät kunnossapitokorttia.

4.3.2 Kunnossapidon kustannukset

Kunnossapidon kustannukset määräytyvät huoltokäynneistä. Huoltokäyntejä on vuosittain. Kunnossapito osastomme määrittää tarkemman hinnan huoltokäyntien laajuuden mukaan. Ohjelman käyttö takaa oikean toimenpiteen verkostolle, joten verkostolle tehdään oikeat toimenpiteet, oikeaan aikaan. Oikea huoltotoimenpide vaikuttaa verkoston tulevaisuuden kunnossapidon kustannuksiin. Kustannukset eivät muutu vuosittain huomattavasti. Jos kohteeseen vaihdetaan jokin kalliimpi laite, kuten kiertovesipumppu, saattaa vuosittainen kustannus nousta muutamalla sadalla eurolla. Kustannuksista esitetään tarjous huolto-ohjelmaa tarjottaessa. Tarjouksesta on esitetty malli liitteessä 2. Asiakkaan kanssa voidaan neuvotella vuosittain tarkasteltavasta kustannusmallista, tai sopia pidemmän aikavälin huolto-ohjelman käyttö. Huolto-ohjelman käyttö alusta saakka, kuitenkin takaa varmemmin verkoston teknisen käyttöiän toteutumisen.

4.4 Kunnossapito-ohjelman myynti

Kunnossapito-ohjelmalle on tehty opinnäytetyön yhteydessä markkinointi materiaali. Markkinointi materiaalien Powerpoint ohjelmalla luotu diasarja. Liitteessä 4 on esitelty

markkinoinnille suunnattu diasarja. Ohjelman myynnin helpottamiseksi, ohjelmalle luotiin myös sen tarpeen selvittämiseksi työkalu. Työkalua käytetään, kun halutaan arvioida nopeasti LVK-putkiston riskejä. Liitteessä 6 on esitelty markkinoinnin työkalua, ohjelman tarpeen selvittämiseksi.

5 POHDINTA

Opinnäytetyön tavoitteena oli luoda verkoston arvoa ja sen elinkaarta ylläpitävä kunnossapito-ohjelma. Kunnossapito-ohjelmalle tarvittiin selkeä rajaus. Opinnäytetyöhön rajattiin LKV-kiertoputkisto. Kunnossapito-ohjelmaa lähdettiin rakentamaan tutustumalla sen rakenteeseen ja toimintaan. Riittävän tutkinnan avulla opinnäytetyössä saatiin luotua kunnossapito-ohjelma. Kunnossapito-ohjelma määrittää jokaiselle materiaalille ja laitteelle omat huoltotoimenpiteet niiden teknisen käyttöiän mukaisesti. Opinnäytetyön avulla voidaan luoda kunnossapito-ohjelma, yleisimmille Suomessa nykyään rakennettaville LKV-verkostoille.

LKV-kiertoputkiston rakentamista ja sen käyttöä tutkittiin rakennusmääräysten avulla. Kirjallisuuden avulla saatiin myös selville, miten LKV-kiertoputkiston tulisi toimia. Kun verkosto toimii ja se on suunniteltu oikein, voidaan varmistaa, että sillä on mahdollisuus päästä materiaalien teknisten käyttöikien päähän. Jokaisessa toimittajan haastattelussa mainittiin, että suurimmat riskit laitteiden hajoamiselle olivat virheellinen asennus tai puutteellinen käyttöönotto. Materiaalien teknisen käyttöiän toteutumiseen verkoston olosuhteiden tulee pysyä vakiona, jotta materiaalin ominaisuudet säilyvät mahdollisimman pitkään.

Kunnossapidon taso on Suomessa erittäin vaihtelevaa. Useissa tapauksissa LKV-verkosto toimii rakennusvaiheesta saneerausvaiheeseen, ilman yhtään kunnossapitoa. LKV-verkostossa kuitenkin on riskejä, jotka altistavat käyttäjät terveydellisille ja kiinteistöjen taloudellisille riskeille. Opinnäytetyössä esitettiin finanssiliiton tekemät tilastot joiden mukaan, kiinteistöjen vuotovahinkojen takia, verkostojen aiheuttamat vauriot ja niiden määrät ovat olleet nousussa Suomessa. Käyttäjien terveydellisiin riskeihin tutustutaan lääkirilehden artikkeleilla ja muilla terveydenhuollon tutkimuksilla sekä artikkeleilla. Välttääksemme verkostossa terveydellisiä riskejä, verkostossa kulkevan veden lämpötila on avainasemassa.

LKV-putkiston huolto ja kunnossapito ovat pakollisia toimenpiteitä, jos halutaan ylläpitää sen arvoa. Käyttövesiverkostoissa on lukuisia eri laitteita ja materiaaleja. Materiaalien tekninen käyttöikä tulee toteutua sen arvon säilyttämiseksi. Verkoston arvo on itsessään verkoston toiminta. Verkostolla voi olla erilaisia käyttäjiä, asukkaita, vuokralaisia tai muita käyttäjiä. Toiminnan takaamiseksi verkoston kaikki laitteet ja materiaalit on tunnettava.

Opinnäytetyössä Suomessa rakennettavien LKV-kiertoputkistoiden laitteista ja materiaaleista tehtiin toimittaja haastatteluja. Materiaalien teknistä käyttöikää tutkittiin myös RT-korttien avulla. RT-korteista saatiin kuparienputkien, sinkittyjen teräsputkien ja muiden laitteiden huoltoon, kunnossapitoon ja elinkaareen liittyviä tietoja. Komposiittiputkistolle ja pumpuille tehtiin toimittajan haastattelut. Toimittajan haastatteluilla saatiin tarkempaa elinkaari ja kunnossapitotietoa LVK-järjestelmään. Opinnäytetyöhön saatiin kalettua riittävästi tietoa kunnossapito-ohjelman koontiin.

Opinnäytetyössä tutustuttiin myös kiinteistösijoitusyhtiön strategiaan. Saksalaisen kiinteistösijoitusyhtiön strategiana on ylläpitää kiinteistöjen toimintakyky huoltotoimenpiteillä. Samaa ajatusmallia käytetään myös prosessiteollisuudessa. Jos LVK-verkosta ajatellaan sijoituksena, sen arvo olisi sen käyttöikä, kohtuullisilla kustannuksilla. LVK-verkosto pitää arvonsa vain, jos verkosto ylläpidetään huolloilla ja kunnossapidolla.

Opinnäytetyön kunnossapito-ohjelma tekee tarkoin suunniteltuja huoltotoimenpiteitä verkostolle. Huollot voidaan helposti yhdistää muihin huoltoihin, jolloin voidaan pitää huollon kustannukset alhaisina. Huolto-ohjelma voidaan ottaa käyttöön missä vaiheessa tahansa. Tarkoituksena on kuitenkin, että LKV-kiertoputkistoon suunniteltu kunnossapito-ohjelma otettaisiin käyttöön heti verkoston valmistuessa. Jos kyseessä on Are Oy:n urakoinnin asiakas, ohjelma otetaan käyttöön takuuajan rautessa. Huolto-ohjelman myynti on tarkoituksen sijoittaa Are Oy:n urakan luovutusvaiheeseen. Urakoinnin projektipäälliköillä on usein verkostolle kaikki tarvitsema tieto helposti saatavilla, sillä he ovat olleet rakentamassa verkosta, ja tilaamassa verkostoon asennettuja laitteita.

Opinnäytetyötä pohdittaessa oli ajatuksena rakentaa kaikille vesikiertoisille järjestelmille, niiden elinkaaren kestävä kunnossapito-ohjelma. Aiheeseen tutustuttaessa tuli kuitenkin nopeasti ilmi, että aihe on niin laaja ja se tulee rajata tarkkaan. Kun aihetta rajattiin, oli mahdollista saada määritettyä ohjelma riittävän tarkasti. LKV-kiertoputkistolla on kuitenkin paljon samoja ominaisuuksia kuin muilla vesikiertoisilla järjestelmillä kiinteistöissä. Kiinteistöjen vedenjakeluun tarkoitettujen verkostojen huolto-ohjelmat voisivat olla hyvin samanlaisia, kuin opinnäytetyön huolto-ohjelma. Lämmitys- ja jäähdytysjärjestelmissä on kuitenkin huomattavasti eroa vedenjakeluverkostoihin. Ne ovat suljettuja järjestelmiä.

Opinnäytetyö on helposti sovellettavissa muille vesikiertoisille järjestelmille. Materiaalin tai laitteiden elinkaarta tulee kuitenkin tutkia, jotta niille saadaan oikeat huoltotoimenpiteet, sekä niiden tekninen käyttöikä. Lämmitys- ja jäähdytysjärjestelmissä on huomioi-

tava niissä liikkuva neste, missä siirretään lämpöä. Happi ja kaasut ovat metalleille herkkiä korroosion aiheuttajia, joten niitä vältetään näissä järjestelmissä. Kun järjestelmissä ei ole happea, niiden materiaalit ovat huomattavasti pidempiä elinkaareltaan. Suljetuilla järjestelmillä on kuitenkin muita riskejä ja niiden kustannuksia mitataan järjestelmien energiatehokkuudella. Koko talon vesikiertoiset järjestelmät huollettaessa, voisi Are Oy tarjota kiinteistösijoittajien strategian mukaista palvelua.

Kunnossapito-ohjelman yhdistäminen digitalisoituun huoltojärjestelmään helpottaisi dokumentointia sekä resurssien organisointia. Elinkaariajattelulla toimiva kunnossapito-ohjelma säilyttää kiinteistöön sijoitetun järjestelmän arvoa.

LÄHTEET

Are Oy 2019, PRO3 projektin hallinta ohjelma, Viitattu 17.6.2019

<http://areproha/SitePages/Kotisivu.aspx#intrafront>

Alfred Müller AG 2019. Good care makes buildings last longer. Viitattu 11.5.2019

<https://www.alfred-mueller.ch/en/forum/article/good-care-makes-buildings-last-longer>

Alliehto, J. 2019, Päästöskandaali piilee rakennuksissa: ilmastotalkoissa tarvitaan ohjelmointia talotekniikkaan. Viitattu 9.5.2019

<https://www.tekniikkatalous.fi/kumppaniblogit/sweco/paastoskandaali-piilee-rakennuksissa-ilmastotalkoissa-tarvitaan-ohjelmointia-talotekniikkaan-6763363>

D1 Suomen rakennusmääräyskokoelma 2007. Kiinteistöjen vesi- ja viemärlaitteistot, Määräykset ja ohjeet 2017 Viitattu 27.4.2019

https://www.finlex.fi/data/normit/28208/D1_2007.pdf

FA Finanssialan keskusliitto 2017. Vahinkokorvaukset 2017. Viitattu 28.4.2019

<http://www.finanssiala.fi/vahingontorjunta/dokumentit/Palo-%20murto-%20ja%20vuoto-vahingot%20FA%201988-2016.pptx>

FISE 2019. Energia- ja kuntotutkijat. Viitattu 21.2.2019

<http://fise.fi/patevyyspalvelu/hae-patevyytta/energia-ja-kuntoasiantuntijat/lammitys-vesi-ja-viemarijarjestelmien-lvv-kuntotutkija/>

GF Piping Systems 2019. Building technology, plan, build, operate. Schaffhausen: Georg Fisher Piping System Ltd.

Haapaniemi, M. 2014. Vuotovahinkoselvitys 2012-1013. Helsinki: Finanssialan keskusliitto. Viitattu 26.4.2019

https://www.finanssiala.fi/vahingontorjunta/dokumentit/vuotovahinkoselvitys_2013.pdf

Heimonen, I.; Junonen, J.; Pulakka, S. & Vuolle, M. 2007. Talotekniikan elinkaarikustannukset. Helsinki: VTT. Viitattu 28.4.2019

<https://www.vtt.fi/inf/pdf/tiedotteet/2007/T2409.pdf>

Kanerva, M.; Kusnetsov, J.; Lyytikäinen, O.; Mentula, S.; Nuorti, P. & Ruutu, P. 2003.

Legionelloosin seuranta ja torjunta tehostuvat. Suomen Lääkärilehti 48/2003. Viitattu 1.12.2019 <https://www.laakarilehti.fi/sisallysluettelo/?year=2003&magazine=56614%20?%3E>

Kaunisto, T. 2013. Kiinteistöjen vesijärjestelmien riskienhallinta. Rauma: Vesi-instituutti WANDER. Viitattu 27.4.2019

<https://www.prizz.fi/vesijulkaisut>

Harju, P. 2016. Vesi ja viemärintekniikka. Inkeroinen: PackageMedia Oy

Kapanen, J. 1995. Kiinteistön lämmitys- ja vesiputkistojen kunnossapito. Helsinki: Hakapaino Oy

Rakennustieto Oy 1997. Tavoitteelliset käyttöiät ja ohjeelliset kunnossapitajaksot, LVI

01-40044. Viitattu 15.1.2019

<https://turkuamk.finna.fi/>, RT tietoväylä

Rakennustieto Oy 2012. Kiinteistön kuntoarvio, RT 18-11161. Viitattu 4.1.2019

<https://turkuamk.finna.fi/>, RT tietoväylä

Rakennustieto Oy 2014. LVV-Kuntotutkimus, RT 18-11165. Viitattu 15.1.2019

<https://turkuamk.finna.fi/>, RT tietoväylä

Rakennustieto Oy 2015, Vesihuoltolaki, RT MMM-21629. Viitattu 7.5.2019

<https://turkuamk.finna.fi/>, RT tietoväylä

Talotekniikka info 2018. Lämpimän käyttöveden kiertojohto. Viitattu 27.4.2019

file:///C:/Users/helanto/Downloads/talotekniikkainfo_vesi_ ja_viemarilaitteistot_opas_8_lampiman_kayttoveden_kiertojohto_2019-04-27_1846.pdf

Talotekniikka RYL 2002. Talotekniikan rakentamisen yleiset laatuvaatimukset 2002, Osa 1. Rakennustieto Oy. Viitattu 3.4.2019

<https://turkuamk.finna.fi/>, RT tietoväylä

Terveyden ja hyvinvoinnin laitos 2018, Legionella, allasvedet häiriötilanne. Viitattu 11.6.2019

<https://www.avi.fi/documents/10191/10895727/Legionelloosi+allasvedet%2C%20Kusnetsov/788f210d-801f-4abe-a2fc-c29d27df38e7>

Ympäristöministeriö 2016. Kumotut rakentamismääräykset. Viitattu 24.12.2018

https://www.ym.fi/fi-FI/Maankaytto_ ja_rakentaminen/Lainsaadanto_ ja_ohjeet/Rakentamismaarayskokoelma/Kumotut

Ympäristöministeriö 2017. Ympäristöministeriön asetus rakennusten vesi- ja viemärlaitteistoista. Viitattu 15.3.2019

[https://www.ym.fi/fi-FI/Ajankohtaista/Rakennusten_vesi_ ja_viemarilaitteistoja_\(45503\)>_Ymparistoministerion_asetus_rakennusten_vesi_ ja_viemarilaitteistoista_\(pdf\)](https://www.ym.fi/fi-FI/Ajankohtaista/Rakennusten_vesi_ ja_viemarilaitteistoja_(45503)>_Ymparistoministerion_asetus_rakennusten_vesi_ ja_viemarilaitteistoista_(pdf))

Ympäristöministeriö 2007. Korjausrakentamisen strategia 2007 – 2017. Viitattu 28.3.2019

<https://www.ym.fi/download/noname/%7B5DA239AD-56B2-4FB8-8662-0E4CA-BAB6F59%7D/30349>