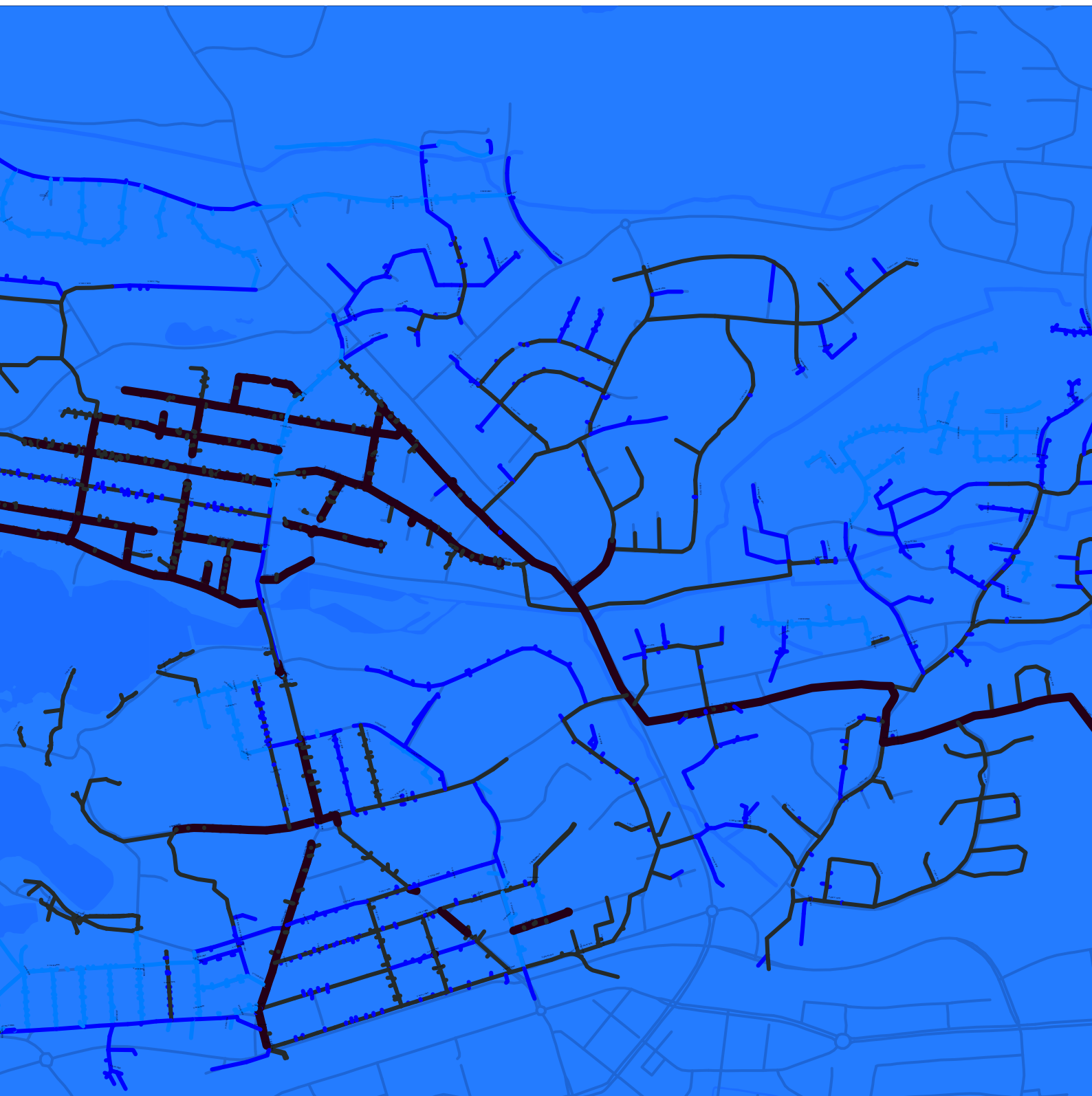




# Vesihuoltoverkoston saneeraustarpeen selvittäminen

Työkalu varojen kohdentamiseen

**SWECO YMPÄRISTÖ OY, TURKU**





# Vesihuoltoverkoston saneeraustarpeen selvittäminen

Työkalu varojen kohdentamiseen

Rauman kaupunki, Kankaanpään kaupunki, Laitilan kaupunki, Nousiaisten Kunta, Varsinais-Suomen ELY-keskus, Varsinais-Suomen liitto, Satakuntaliitto

**SWECO YMPÄRISTÖ OY, TURKU**

**RAPORTEJA 10 | 2017**

**VESIHUOLTOVERKOSTON SANEERAUSTARPEEN SELVITTÄMINEN  
TYÖKALU VAROJEN KOHDENTAMISEEN**

**Varsinais-Suomen elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus**

**Taitto: KEHA-keskus**

**Kuvat Turun Vesihuolto Oy, ELY-keskusten kuvapankki, Aquapriori Oy, Minna Nummelin**

**ISBN 978-952-314-559-7 (PDF)**

**ISSN-L 2242-2846**

**ISSN 2242-2854 (verkkojulkaisu)**

**URN:ISBN:978-952-314-559-7**

**[www.doria.fi/ely-keskus](http://www.doria.fi/ely-keskus)**

1. Johdanto .....	2
2. Selvityksen tausta ja tavoitteet .....	3
3. Suunnittelualan esittely .....	4
3.1. Vesihuoltoverkostojen ikäjakauma.....	4
3.2. Vesihuoltoverkostojen materiaalijakauma .....	4
3.3. Vesihuoltoverkostojen vuotavuus.....	7
4. Putkimateriaaleista ja niiden käyttäistä.....	9
5. Vesihuoltoverkoston saneeraustarpeen arvioinnin perusteet.....	11
5.1. Vuotavuus.....	11
5.2. Rakentamisvuosi.....	12
5.3. Halkaisija .....	13
5.4. Materiaali.....	13
5.5. Ojat, vesistöt, suot .....	13
5.6. Hulevesiviemärit.....	14
5.7. Saneerausindeksi .....	14
5.8. Laskuttamattoman veden ja jäteveden osuus .....	14
5.9. Johtojen luokittelu saneerausindeksin perusteella .....	16
5.10. Johtojen saneerausajankohdan määräytyminen.....	16
5.11. Saneerauskustannusten arviointi.....	16
6. Saneeraustarve ja -kustannukset suunnittelualan vesihuoltolaitoksissa...	17
6.1. Rauma .....	20
6.2. Kankaanpää .....	22
6.3. Laitila .....	24
6.4. Nousiainen .....	26
7. Varautuminen vesihuoltoverkoston ikääntymiseen.....	28
8. Vesihuoltoverkoston saneerausmenetelmät .....	29
9. Vesihuoltolaitoksen toiminnasta ja vesihuoltoverkostosta kerättävät tiedot .	30
10. Johtopäätökset ja yhteenveto .....	32
Lähteet .....	33
Liitteet .....	34
Liite 1. Saneerausindeksin laskeminen – esimerkkilaskelma .....	34
Liite 2. Yleisesti käytetyt vesihuoltoverkoston kaivamattomat saneerausmenetelmät.....	40
Liite 3. Mallikartta .....	44



Kuva: Minna Nummelin

# 1. Johdanto

Suomessa on vesijohtoverkosta noin 100 000 km ja jätevesiviemäriverkosta noin 50 000 km. Vanhimmat vesihuoltoverkoston osat voivat olla yli sata vuotta sitten rakennettuja. Kiivainta vesihuoltoverkoston rakentaminen on ollut 1960–1970 -lukujen jälkeen.

Nykyään uutta vesijohtoverkosta rakennetaan noin 1 600 km vuodessa ja jätevesiviemäriverkosta noin 950 km vuodessa. Vuonna 2006 yli 30 vuotta vanhoja johtoja oli noin 30% vesijohtoverkoston kokonaispituudesta ja noin 37% jätevesiviemäriverkoston kokonaispituudesta. Vuonna 2016 kyseiset putket ovat saavuttaneet 40 vuoden iän. (MMM 2008, Laakso 2015.)

Rakennetun vesihuoltoverkoston kunnon ylläpitäminen edellyttää jatkuvia saneeraustoimenpiteitä. Saneeraustoimenpiteet puolestaan edellyttävät korkeita investointeja. 2000-luvulla vesihuoltolaitokset ovat saneeranneet vesijohtoverkosta keskimäärin 390 km vuodessa (61 milj.€/a) ja jätevesiviemäriverkosta 270 km vuodessa (51 milj.€/a). (MMM 2008.) On arvioitu, että vesihuoltoverkostojen saneerauksen tulisi olla 3% verkostopituudesta seuraavan kymmenen vuoden ajan (ROTI 2015).

Suomessa ei ole sitovia säädöksiä, joiden perusteella vesihuoltoverkoston kuntotutkimukset ja saneeraukset tulee kohdentaa. Kuntotutkimuksiin ja saneerauksiin käytettävien varojen mahdollisimman tarkoituksen mukainen kohdentaminen on tärkeää,

jotta investoinneista voidaan saada mahdollisimman suuri hyöty. Tässä selvityksessä on luotu työkalu, menetelmä, jolla vesihuoltoverkoston kuntotutkimusten ja saneeraustarpeen kriittisyys voidaan määrittää, sekä antaa jokaiselle verkostossa olevalle putkelle saneerausindeksi. Määritetyn saneerausindeksin perusteella kuntotutkimus- ja saneeraus määrärahat voidaan kohdentaa tietyille verkoston osille. Luotua työkalua testattiin neljän pilottilaitoksen (Rauman Vesi, Kankaanpään kaupunki, Laitilan kaupunki, Nousiaisten kunta) vesihuoltoverkostoille, joille määritettiin saneeraustarve (m/a) ja saneerauskustannukset (€/a) tulevien vuosikymmenien aikana.

Selvityksen ohjaamisesta vastasi ohjausryhmä, jonka kokoonpano on seuraava:

- Jyrki Lammila, Varsinais-Suomen ELY-keskus
- Minna Nummelin, Varsinais-Suomen ELY-keskus
- Anne Nummela, Satakuntaliitto
- Timo Juvonen, Varsinais-Suomen liitto
- Seppo Heikintalo, Rauman Vesi
- Jarmo Kylä-Kause, Rauman Vesi
- Marja Vaajasari, Kankaanpään kaupunki
- Tomi Teuho, Kankaanpään kaupunki
- Pekka Askola, Laitilan kaupunki
- Matti Toivonen, Nousiaisten kunta

Selvitystyö on tehty Sweco Ympäristö Oy:n Turun toimistolla. Työhön ovat osallistuneet aluejohtaja Antti Ryynänen ja suunnittelija Vesa Kolha.

## 2. Selvityksen tausta ja tavoitteet

Selvityksen tavoitteet ovat:

- kerätä tietoa vesihuoltoverkoston materiaalien todellisesta käyttäjästä
- kerätä tietoa vesihuoltoverkoston saneerausmenetelmistä ja niiden soveltuvuudesta erilaisiin kohteisiin
- määrittää periaatteet, joiden avulla vesihuoltoverkoston saneeraustarve voidaan määrittää
- luoda työkalu, jonka avulla vesihuoltoverkoston kuntotutkimusten ja saneerausten kriittisyys voidaan määrittää ja, jonka antamien tulosten perusteella vesihuoltoverkosto voidaan luokitella kriittisyysluokkiin
- testata luotua työkalua neljän pilottilaitoksen (Rauman Vesi, Kankaanpään kaupunki, Laitilan kaupunki, Nousiaisten kunta) vesihuoltoverkostoille
- määrittää pilottilaitosten vuotuinen saneeraustarve ja -kustannukset
- pohtia, miten vesihuoltolaitosten johtotietojen ja verkoston hallintaa tulisi kehittää, jotta luodun työkalun antamien tulosten luotettavuutta voitaisiin parantaa.

Testattaessa työkalua pilottilaitosten vesihuoltoverkostoihin, on lähtötietoina käytetty vesihuoltolaitosten antamia tietoja (johtotiedot, virtaamatiedot) sekä Maanmittauslaitoksen maastotietokannan tietoja.

Kuva: Turun Vesihuolto Oy



# 3. Suunnittelualueen esittely

Suunnittelualueena on neljän Varsinais-Suomen elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskuksen alueella toimivan kaupungin ja kunnan, Rauman, Kankaanpään, Laitilan ja Nousiaisten, vesihuoltolaitokset. Kankaanpään, Laitilan ja Nousiaisten vesihuoltolaitosten osalta tässä suunnitelmassa tarkastellaan koko vesihuoltoverkostoa.

Rauman kaupungin vesihuoltolaitoksen osalta päätettiin tarkastella vain osaa vesihuoltoverkostosta. Tarkasteltavaan osaan kuuluvat mm. Pyynpään, Otanlahden, Syvärauman, Pikku-Kinnon, Kinnon Kappeliluhdan ja Merirauman alueet. Kyseisellä alueella sijaitsevan vesihuoltoverkoston pituus on n. 158 km. Koko suunnittelualueella sijaitsevien vesihuoltoverkostojen yhteispituus on n. 1 180 km.

## 3.1. Vesihuoltoverkostojen ikäjakauma

Rauman kaupungin vesihuoltolaitoksen toimittamassa johtokartassa ei ollut tietoa johtojen rakentamisvuosista. Tilaaja toimitti suunnittelijalle taulukon, johon oli merkitty eri johto-osuuksien rakentamisvuodet. Rakentamisvuodet oli jaoteltu kaduittain. Useassa kohdassa samalla kadulla sijaitsevilla johdoilla oli useita eri rakentamisvuosia. Suunnittelija laski kaduittain painotetun keskiarvon rakentamisvuosista ja nämä rakentamisvuodet syötettiin kaduittain johtokarttaan suunnittelijan toimesta.

Kankaanpään kaupungin toimittamassa johtokartassa oli tieto rakentamisvuodesta 30% vesijohdoista ja 42% jätevesiviemäreistä. Suunnittelija pyrki arvioimaan johtojen rakentamisvuosia lähellä sijaitsevien johtojen perusteella, jonka jälkeen 93% vesijohdoista ja 68% jätevesiviemäreistä sisälsi tiedon rakentamisvuodesta. Laskennassa lopuille johdoille annettiin rakentamisvuodeksi painotettu keskiarvo, joka oli vesijohtojen osalta 1990 ja jätevesiviemäreiden osalta 1987.

Laitilan kaupungin johtokartassa oli tieto rakentamisvuodesta 52% vesijohdoista ja 54% jätevesiviemäreistä. Vesihuoltoverkostoa käytiin läpi Laitilan kaupungin vesihuoltolaitoksen edustajan kanssa, jolloin vesihuoltoverkoston rakentamisvuosia merkittiin kartalle alueittain. Johtotietokannan ylläpitäjä lisäsi rakentamisvuodet johtotietokantaan. Tämän jälkeen rakentamisvuosi oli 91% vesijohdoista ja 70% jäte-

vesiviemäreistä. Suunnittelija arvioi ja lisäsi puuttuvat rakentamisvuodet johdoille lähellä sijaitsevien johtojen perusteella.

Nousiaisten kunnan vesihuoltoverkosto käytiin läpi vesihuoltolaitoksen edustajan kanssa, jolloin vesihuoltoverkoston rakentamisvuosia merkittiin kartalle alueittain. Nämä rakentamisvuodet lisättiin johtokarttaan suunnittelijan toimesta. Tämän jälkeen rakentamisvuosi oli 88% vesijohdoista ja 65% jätevesiviemäreistä. Suunnittelija arvioi ja lisäsi puuttuvat rakentamisvuodet johdoille lähellä sijaitsevien johtojen perusteella.

Rauman, Kankaanpään, Laitilan ja Nousiaisten vesihuoltoverkostojen ikäjakauma on esitetty kuvissa 1 ja 2.

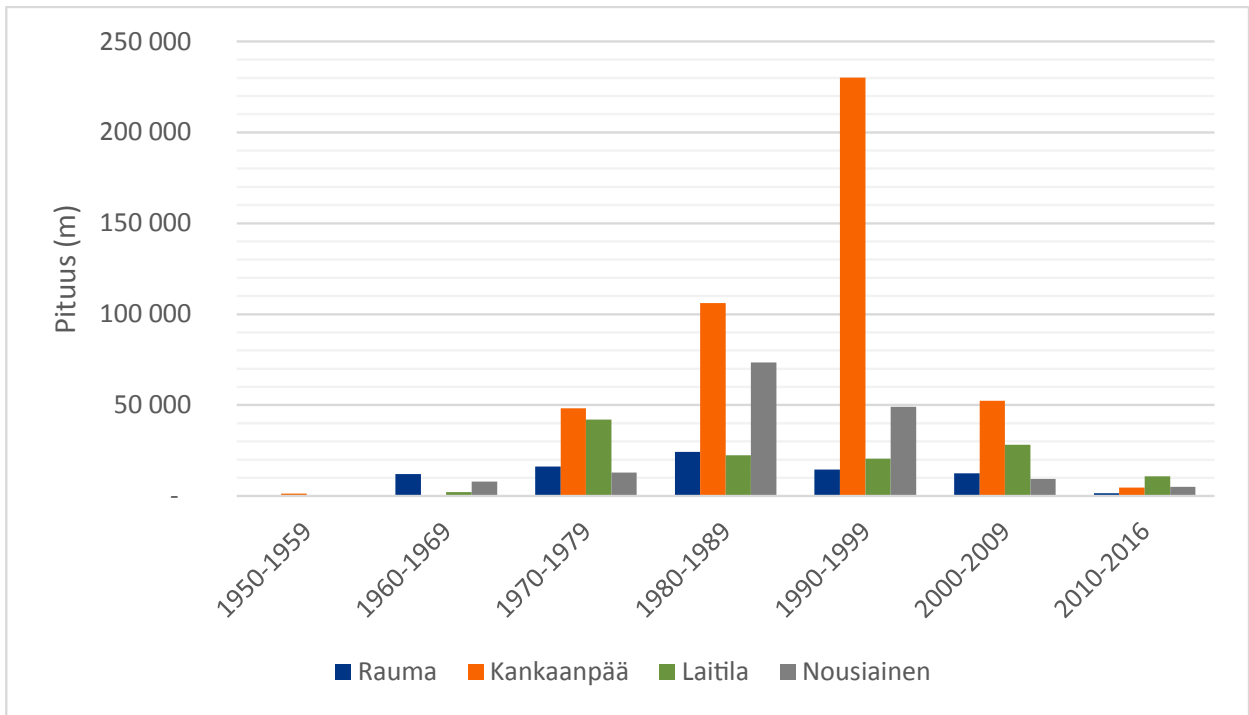
Suunnittelualueella vesijohtoja on rakennettu eniten 1990-luvulla, yhteensä 314 km (39% rakennetuista). Erityisesti Kankaanpäässä on rakennettu paljon vesijohtoverkostoa 1990-luvulla. Muissa suunnittelualueen vesihuoltolaitoksissa vesijohtoverkostoa on rakennettu eniten 1970- ja 1980-luvuilla. Jätevesiviemäreitä on rakennettu suunnittelualueella eniten 1980-luvulla, yhteensä 124 km (38% rakennetuista). Myös 1970-luvulla on rakennettu paljon jätevesiviemäreitä.

## 3.2. Vesihuoltoverkostojen materiaali-jakauma

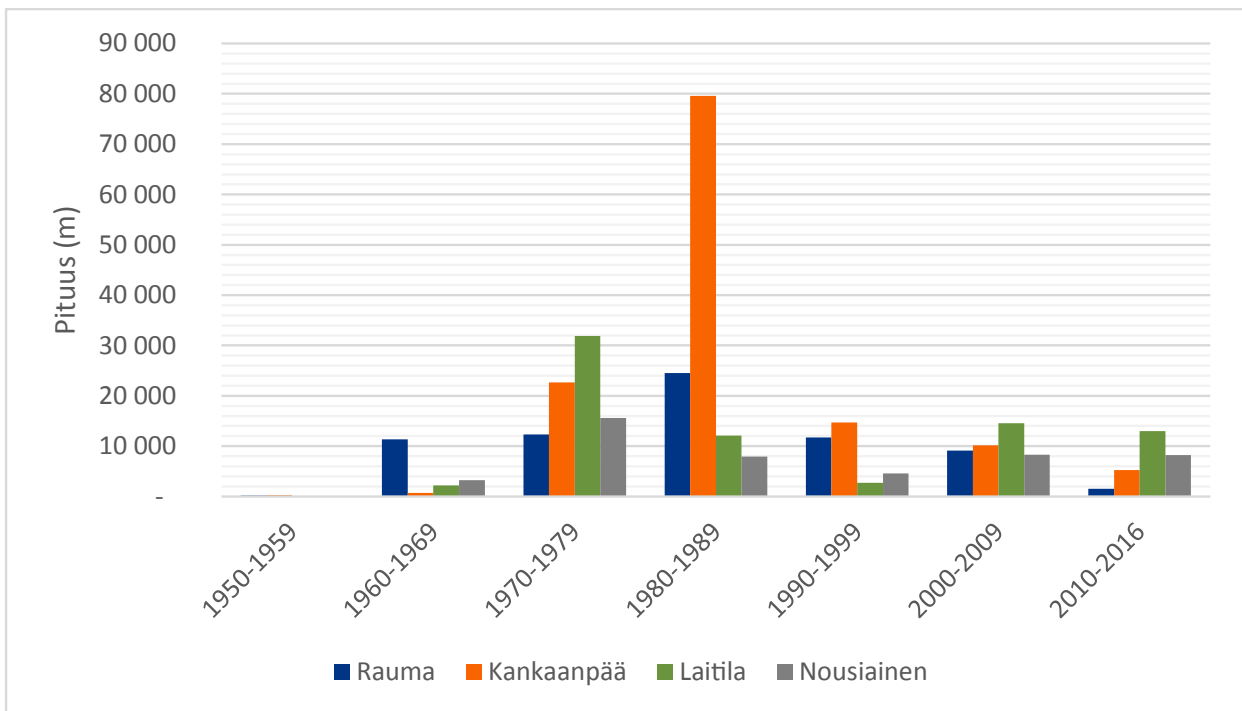
Rauman, Kankaanpään, Laitilan ja Nousiaisten vesihuoltolaitosten toimittamiin johtokarttoihin oli merkitty johtojen materiaalitiedot paremmin kuin rakentamisvuodet. Mikäli materiaalitiedoissa oli puutteita, suunnittelija täydensi tietoja arvioimalla materiaalin lähellä sijaitsevien johtojen materiaalitiedon perustella. Suunnittelualueen vesihuoltoverkostojen materiaali-jakauma on esitetty kuvissa 3 ja 4.

Kuvista voidaan todeta, että vesijohdoissa erilaiset muovit ovat käytetyin putkimateriaali (M, PE, PVC), yhteensä 710 km (81% rakennetuista). Raumalla suunnittelualueella muovin jälkeen yleisin vesijohtomateriaali on valurauta. Raumalla suunnittelualueella valurautaisia vesijohtoja on 32 km (40% rakennetuista). Kankaanpäässä on muovisten vesijohtojen lisäksi jonkin verran myös valurautaisia (harmaa, mangesmann) ja asbestisementtisiä vesijohtoja (12 km valurautaisia ja 20 km asbestisementtisiä).

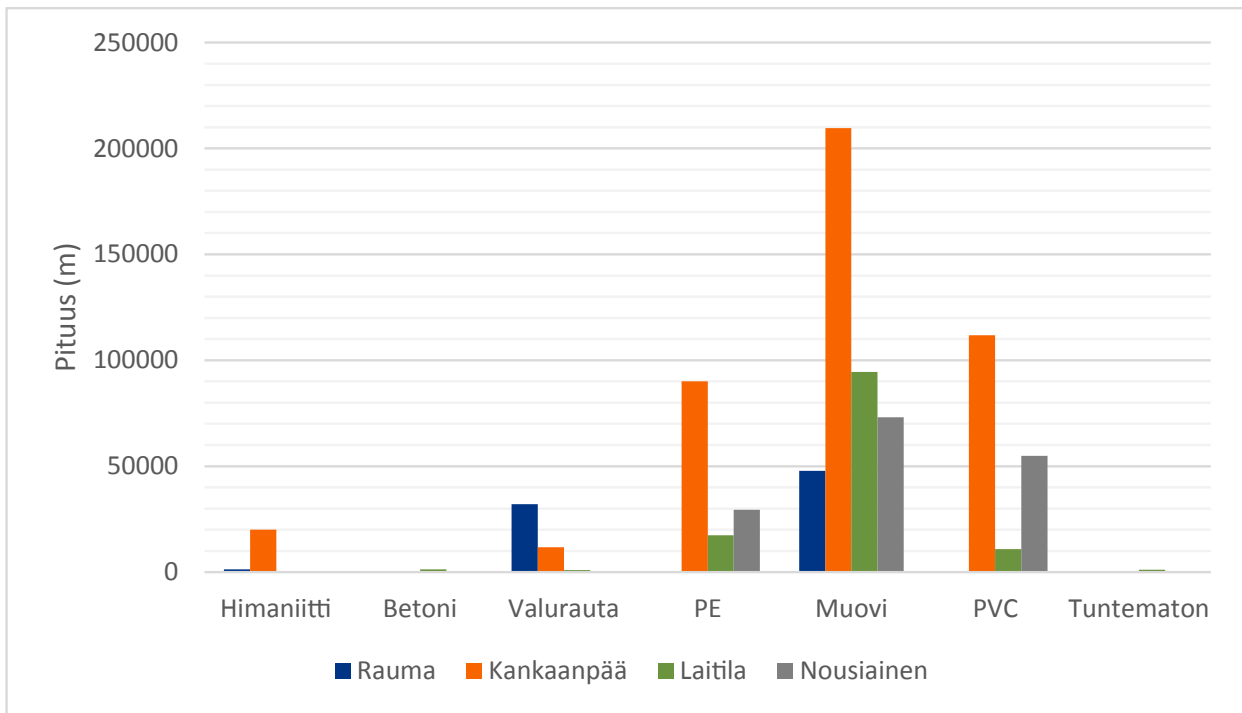




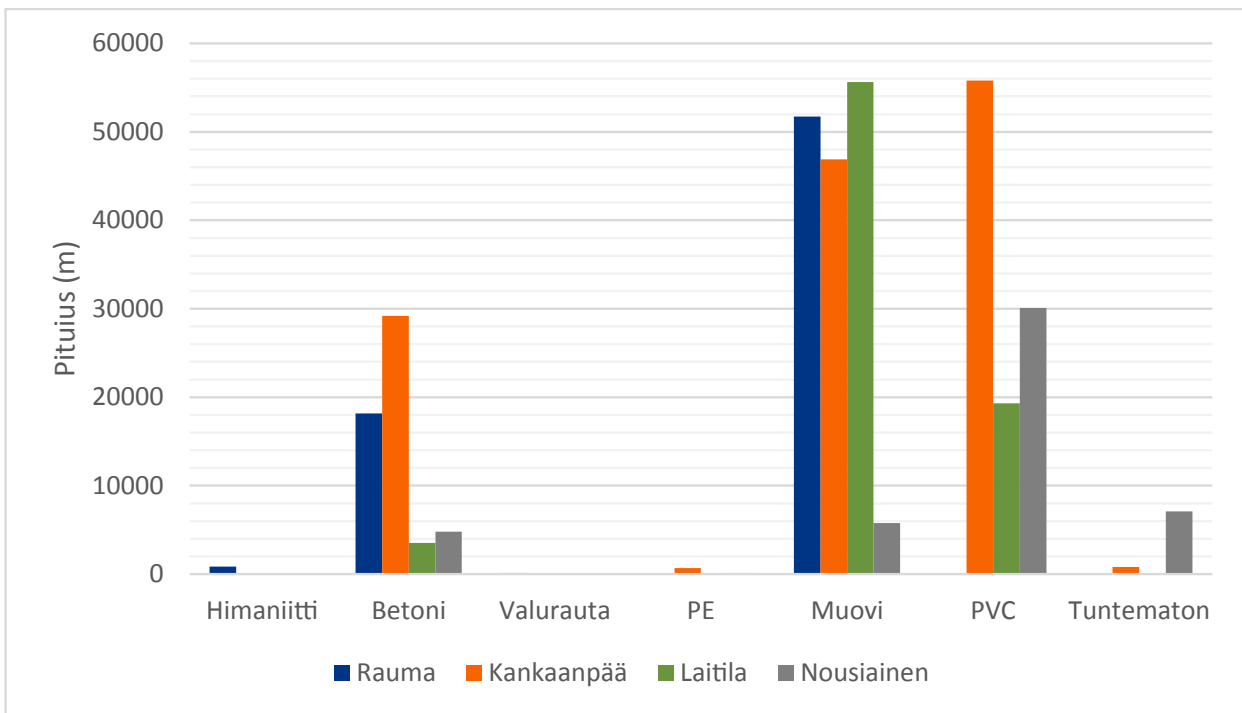
Kuva 1. Suunnittelualueen vesihuoltolaitosten vesijohtoverkoston ikäjakauma.



Kuva 2. Suunnittelualueen vesihuoltolaitosten jätevesiviemäriverkoston ikäjakauma.



Kuva 3. Suunnittelalueen vesihuoltolaitosten vesijohtoverkoston materiaalijakauma



Kuva 4. Suunnittelalueen vesihuoltolaitosten jätevesiviemäriverkoston materiaalijakauma.

Myös jätevesiviemäreissä erilaiset muovit ovat käytettyä putkimateriaali. Suunnittelualueella on yhteensä 266 km (80 % rakennetuista) muovisia jätevesiviemäreitä. Raumalla ja Kankaanpäässä on muovin lisäksi merkittävä määrä betoniviemäreitä. Raumalla suunnittelualueella betoniviemäreitä on yhteensä 18 km (26 % rakennetuista) ja Kankaanpäässä 29 km (22 % rakennetuista).

### 3.3. Vesihuoltoverkostojen vuotavuus

Vesijohtoverkoston vuotavuutta voitaisiin arvioida verkostoon asennettujen virtausmittareiden yövirtaamia ja laskennallista veden minimikulutusta vertaamalla. Yövirtaaman ollessa laskennallista minimikulutusta suurempi, voitaisiin kyseisten virtaamatietojen erotuksen olettaa olevan vuotovettä. Oletus voidaan tehdä edellyttäen, että tarkasteltavalla verkosto-osalla ei ole vedenkuluttajaa, joka kuluttaisi merkittävästi vettä yöaikaan. Suunnittelualueen vesijohtoverkostoihin ei kuitenkaan ole asennettu sellaisia virtausmittareita, joiden mittaustuloksia voitaisiin käyttää vesijohtoverkoston vuotavuuden arviointiin.

Suunnittelualueen vesihuoltolaitoksien antamien tietojen perusteella on laskettu laskuttamattoman veden osuus verkostoon pumpatusta vedestä. Laskuttamattoman veden osuudet vuodelta 2015 (Rauma ja Nousiainen) ja 2014 (Kankaanpää ja Laitila) on esitetty taulukossa 1. Lisäksi taulukkoon on laskettu vesijohtoverkoston keskimääräinen vuotavuus (l/s x km) laskuttamattoman veden perusteella. Laskuttamaton vesi sisältää vuotovesien lisäksi esim. urheilukenttien kasteluun, luistelukenttien jäädyttämiseen, katujen

pesuun, yms. käytettyä, mittaamatonta vettä. Tulee siis ymmärtää, että laskuttamaton vesi ei suoraan kerro vesijohtoverkoston vuotovesien määrää.

Suunnittelualueen vesihuoltolaitoksista suurin laskuttamattoman veden osuus on Raumalla, 20 %, ja pienin Nousiaisissa, 11 %.

Jätevesiviemäriverkoston vuotavuutta voidaan arvioida jätevedenpumppaamoiden virtaama- tai käyntitietoja hyödyntämällä. Vertaamalla jätevedenpumppaamon maksimivuorokausivirtaamaa ja minimivuorokausivirtaamaa, voidaan näiden erotuksen olettaa olevan jätevesiviemäriin pääsystä vuotovettä. Kyseisestä vuotovesivirtaamasta voidaan laskea pumppaamon valuma-alueen jätevesiviemäriverkostolle vuotavuus (l/s x km), kun huomioidaan valuma-alueen jätevesiviemäriverkostoon muilta jätevedenpumppaamoilta pumpatut jäte- ja vuotovedet. Mikäli käytössä on jätevedenpumppaamoiden käyntiajat, arvioidaan jätevedenpumppaamolle lähtövirtaama (m<sup>3</sup>/h), jonka avulla lasketaan vuorokausivirtaamat. Muutoin laskenta tapahtuu, kuten edellä on kuvattu.

Kankaanpää ja Laitila toimivat lähtötietona konsultin laatiman jätevesiviemäriverkoston vuotovesiselvityksen. Kankaanpään jätevesiviemäriverkoston vuotovesiselvitys on laadittu 2015 ja Laitilan 2009. Kyseisissä vuotovesiselvityksissä jätevesiviemäriverkoston vuotavuus on selvitetty jätevedenpumppaamoiden virtaama- ja käyntitietoja hyödyntäen. Kankaanpään jätevesiviemäriverkoston vuotavuus vaihteli tutkimusajankohtana 0,2–3,6 l/s x km. Laitilan jätevesiviemäriverkostossa tutkimushetkellä esiintynyt vuotavuus oli esitetty portaittain < 0,5 l/s x km, 0,5–1 l/s x km ja > 1 l/s x km. Rauman ja Nousiainen jätevesiviemäriverkostoille ei lähtötietojen puutteen vuoksi voitu laskea alueellisia vuotavuuksia.

Taulukko 1. Suunnittelualueen vesihuoltolaitosten laskuttamattoman veden osuus.

	Rauma <sup>1)</sup>	Kankaanpää <sup>2)</sup>	Laitila <sup>2)</sup>	Nousiainen <sup>1)</sup>
Verkostoon pumpattu vesi (m <sup>3</sup> /a)	2 714 368	1 615 949	451 051	215 139
Laskutettu vesi (m <sup>3</sup> /a)	2 178 797	1 341 058	398 305	190 632
Laskuttamaton vesi (m <sup>3</sup> /d)	1 467	753	145	67
Laskuttamattoman veden osuus (%)	20	17	12	11
Vuotavuus (l/s x km)	-	0,019	0,013	0,005

<sup>1)</sup> Tiedot vuodelta 2015 <sup>2)</sup> Tiedot vuodelta 2014.

Taulukko 2. Suunnittelualueen vesihuoltolaitosten laskuttamattoman jäteveden osuus vuonna 2015.

	Rauma	Kankaanpää	Laitila	Nousiainen
Jätevedenpuhdistamolle / siirtoviemäriin johdettu jätevesi (m <sup>3</sup> /a)	4 680 575	1 101 481	583 610	227 160
Laskutettu jätevesi (m <sup>3</sup> /a)	2 178 797	597 638	357 116	109 287
Laskuttamattoman jäteveden osuus (%)	53	46	39	52

Suunnittelualueen vesihuoltolaitoksille on laskettu laskuttamattoman jäteveden osuus jätevedenpuhdistamolle/siirtoviemäriin johdetusta jätevedestä. Laskuttamattoman jäteveden osuudet vuodelta 2015 on esitetty taulukossa 2.

Vuotovesien määrään ja näin ollen myös laskuttamattoman veden ja jäteveden määrään vaikuttavat erityisesti pistemäiset kohteet vesihuoltoverkostosta. Tällaisia kohteita voivat olla esimerkiksi irronnut vesijohdon tulppa, katkennut vesijohdon kiinteistöhaara, ojan reunalla sijaitseva liian matala viemärikaivo tai viemärikaivon liikkunut kartio. Tällaiset kohteet pitäisi pystyä paikantamaan, jotta vuotovesien määrää ja niiden aiheuttamia kustannuksia voidaan pienentää. Paikantamisessa hyvä työkalu on erilaiset vesihuoltoverkoston virtausmittaukset ja mittaustulosten vertaaminen vedenkulutustietoihin.

## 4. Putkimateriaaleista ja niiden käyttöiästä

Tämän työn puitteissa pyrittiin selvittämään, onko vesihuoltoverkoston putkimateriaaleista ja niiden todellisista käyttöiästä tarjolla tutkimustietoa, jonka perusteella vesihuoltoverkoston saneeraustarvetta voisi arvioida.

VTT:n tutkimusraportissa Vesihuoltoverkoston kunnan ja arvon määrittäminen (Luomanen et al. 2013) todetaan, että vesihuoltoverkostossa varsinaista saneerausvelkaa eivät aiheuta vanhat, usein valuraudasta valmistetut putket, vaan nopean kaupungistumisen aikana 1960–1970 luvuilla rakennetut huonolaatuiset verkostot. Kyseiset putket saavuttavat 50 vuoden iän 2010–2020 luvuilla, mistä johtuen monella kaupungilla ja kunnalla on edessään suuri saneeraushaaste. Raportissa myös todetaan, että vesihuoltoverkoston käyttöikään vaikuttavat lukuisat sisäpuoliset (veden laatu, lämpötila, pH jne.) ja ulkopuoliset (maaperä, maaperän mikrobiologia, mekaaninen kuormitus) tekijät sekä käyttöä edeltävät olosuhteet (valmistus, kuljetus, asennus ja käyttöönotto).

Vesi-Instituutin julkaisussa Vesijohtomateriaalien vauriot ja käyttöikä Suomessa (Kekki et al. 2008) todetaan, että vesihuoltoverkoston käyttöiän arviointi on vaikeaa, ellei mahdotonta, johtuen edellä mainituista tekijöistä, jotka vaikuttavat käyttöikään yksin ja yhdessä. Julkaisussa kehoitetaan varautumaan vesijohtoverkoston järjestelmälliseen saneeraamiseen alueilla, joilla verkoston paineluokka on alhainen ja joilla verkostopaine on lähellä sallittua käyttöpainetta, kun verkostossa alkaa esiintyä viitteitä materiaalin haurastumisesta. Tyypilliseksi vesihuoltoverkostojen käyttöikäksi arvioidaan 40–60 vuotta.

Vuosien 2011–2015 aikana toteutettu Efesus-hanke (Effective Sewer condition management Using online Sensor information) pyrki kehittämään menetelmiä, joilla voidaan tehokkaasti valita viemäriverkoston

kohteita kuntotutkimuksiin ja saneerauksiin. Hankkeen loppuraportin (Laakso 2015) mukaan merkittävin tekijä putken kestävyteen on asennustyön laatu. Putkimateriaalin valinnalla on vaikutusta lähinnä siihen, minkä tyyppisiä häiriöitä verkostossa esiintyy. Rakentamisen laadun varmistaminen näyttäisikin olevan tärkein keino torjua häiriöitä vesihuoltoverkostossa. Tämä koskee myös vesihuoltoverkoston saneerausta.

Diplomityössä Muovisten vesijohtojen pitkäaikaiskestävyys (Rintala 2003) on pyritty selvittämään, mitkä eri tekijät vaikuttavat muoviputkien pitkäaikaiskestävyyteen ja mitkä ovat muoviputkilla esiintyvien vaurioiden yleisimmät syyt. Työssä on kerrottu, että pitkän aikavälin painekokeissa on pystytty määrittämään muoviputkimateriaaleille vaurioitumiskäyrä. Korkeassa paineessa muoviputkien vaurioituminen tapahtuu nopeasti murtuen. Alhaisemmissa paineissa vauriot ovat usein akselin suuntaisia viiltomaisia murtumia. Murtumat johtuvat putken väsymisestä ja niiden riski kasvaa 30–40 vuoden iässä. Työssä lueteltuja muoviputken käyttöikään vaikuttavia tekijöitä on esitetty taulukossa 3.

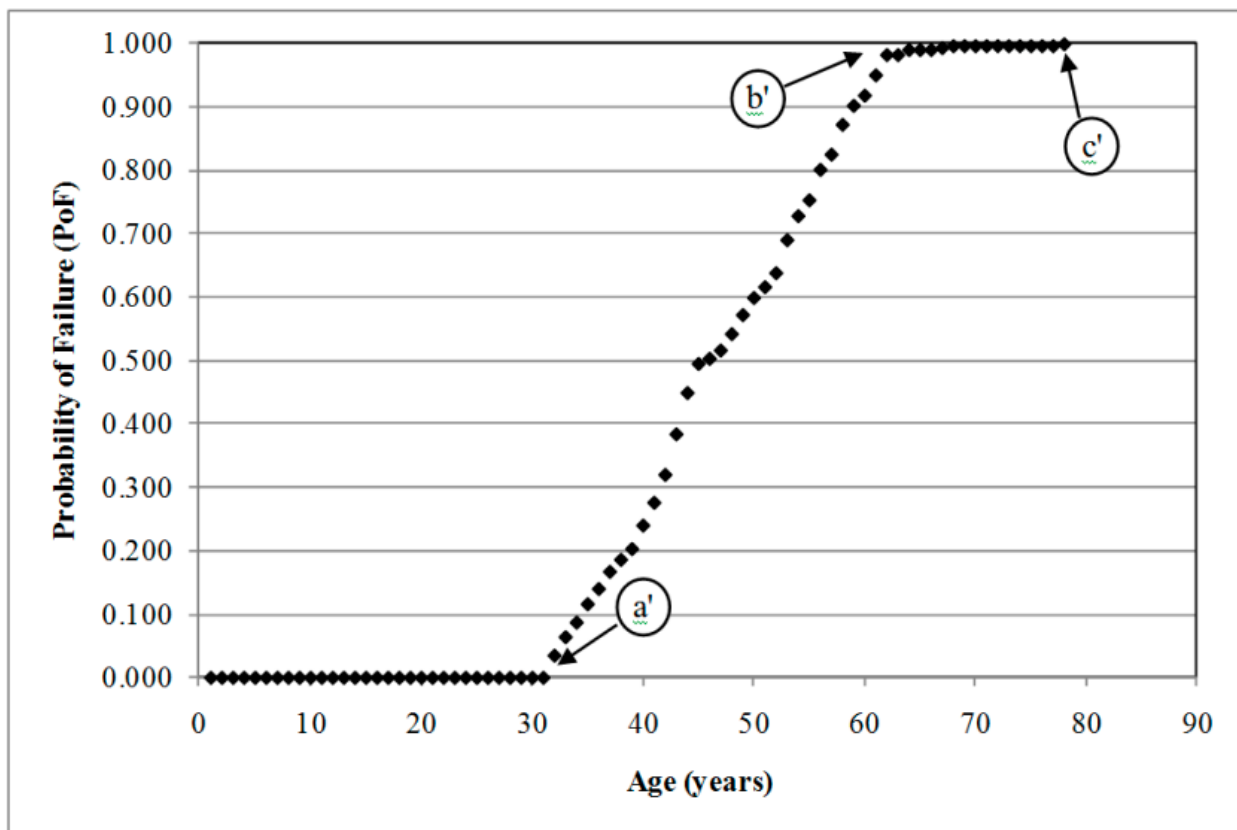
Syachrani (2010) esittelee väitöskirjassaan Advanced sewer asset management with using dynamic deterioration models menetelmän, jolla jätevesiviemäriverkoston saneeraustarvetta arvioidaan häiriön todennäköisyyden ja häiriön seurausten avulla. Syachrani analysoi Johnson Countyn viemärlaitoksen jätevesiviemäriverkoston johtotietoja ja määrittä johdoille ympäristötekijöistä riippuvan todellisen iän. Lisäksi työssä määritettiin putken iästä riippuva häiriön todennäköisyys. Häiriön todennäköisyyden ja häiriön seurausten tulosta laskettiin jätevesiviemäriin saneeraustarpeen kriittisyys. Putken iän mukaan määräytyvä häiriön todennäköisyys on esitetty kuvassa 5.

Taulukko 3. Muoviputken käyttöikään vaikuttavia tekijöitä (Rintala, 2003).

Materiaalitekijät	Ympäristötekijät	Kuormitustekijät
<ul style="list-style-type: none"><li>• muoviraaka-aine</li><li>• lisäaineet</li><li>• lujitteet</li><li>• valmistusprosessi</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• kaasut</li><li>• nesteet</li><li>• kiinteät partikkelit</li><li>• UV-säteily</li><li>• radioaktiivinen säteily</li><li>• magneetti- ja sähkökentät</li><li>• mikrobiologiset vaikutukset</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• lämpötila ja sen vaihtelut</li><li>• staattinen ja dynaaminen kuormitus</li><li>• lovet ja naarmut</li><li>• hitsausseamojen kestävyys</li></ul>

Syachranin analyysin mukaan häiriöiden todennäköisyys alkaa kasvaa putken ollessa 31 vuoden ikäinen. Häiriöiden todennäköisyys kasvaa iän kasvaessa 31 vuodesta vuoteen 60, jolloin häiriöiden todennäköisyys on 90%. 78 vuoden iässä häiriön todennäköisyys on 100% ja putken voidaan olettaa tulleen käyttökänsä päähän.

Tässä työssä vesihuoltoverkoston käyttökänsä on käytetty 60 vuotta.



Kuva 5. Putken iän ja häiriön todennäköisyys jätevesiviemärissä (Syachrani 2010).

# 5. Vesihuoltoverkoston saneeraustarpeen arvioinnin perusteet

Tässä työssä on kehitetty laskentaperusteet, joilla vesihuoltoverkoston osia voidaan tietynlaisin kriteerein pisteyttää ja pisteytyksen avulla priorisoidaan saneerauskohteita.

Vesijohtoverkoston osalta käytettäviä kriteerejä ovat

- verkoston vuotavuus
- rakentamisvuosi
- johdon halkaisija
- materiaali.

Jätevesiviemäriverkoston osalta käytettäviä kriteerejä ovat edellä mainittujen lisäksi

- oijen etäisyys tarkasteltavasta jätevesiviemäriputkesta
- vesistöjen etäisyys tarkasteltavasta jätevesiviemäriputkesta
- soiden etäisyys tarkasteltavasta jätevesiviemäriputkesta
- hulevesiviemäriverkoston etäisyys tarkasteltavasta jätevesiviemäriputkesta.

Jokainen vesihuoltoverkoston osa saa edellä mainittujen kriteerien mukaisesti osapisteet, joista lasketaan kokonaispistemäärä, saneerausindeksi. Saneerausindeksi kuvaa kyseisen verkosto-osan saneeraustarvetta.

Rakentamisvuosi-, halkaisija- ja materiaali-pisteiden laskennan lähtötietona käytetään vesihuoltolaitosten johtotietoja.

Oijen, vesistöjen ja soiden sijaintitiedot saadaan Maanmittauslaitoksen maastotietokannasta. Etäisyyksien laskennassa hyödynnetään paikkatieto-ohjelmistoa.

Saneerausindeksiä laskettaessa huomioidaan kaikki edellä mainitut kriteerit, mikäli niistä on lähtötiedot olemassa. Mikäli lähtötietoja ei ole, voidaan näiden osapisteiden määrittäminen jättää tekemättä ja muuttaa osapisteiden painoarvoa saneerausindeksiä laskettaessa.

Osapisteiden ja saneerausindeksin laskentaperusteet on esitetty seuraavissa luvuissa.

## 5.1. Vuotavuus

Mikäli vesijohto- ja jätevesiviemäriverkoston vuotavuudesta olisi saatavilla tarkkaa tietoa, voitaisiin saneerauskohteiden priorisointi tehdä pelkän vuotavuustiedon perusteella. Käytännössä vesihuoltoverkostosta ilman erillisiä vuotovesimittauksia saata- vat vuotavuustiedot koskevat useita johtokilometrejä sisältäviä verkoston osia, joten vuotavuutta ei voida yksin käyttää saneerauskohteiden priorisointiin.

Vesijohtoverkoston eri verkosto-osien vuotavuutta voidaan arvioida laskennallisesti vertaamalla vesijohtoverkoston asennettujen virtausmittareiden yövirtaamatietoa ja verkostoosan liittyjämäärän mukaista laskennallista yökulutusta. Kun tiedetään verkosto-osalle yön aikana johdettu vesimäärä ja kulutettu vesimäärä, voidaan verkosto-osalle laskea vuotavuus  $l/s \times km$ . Edellytyksenä laskennan suorittamiselle on, että vesijohtoverkoston on asennettu virtausmittareita siten, että alueelliset virtaamatiedot on mahdollista mitata ja että mittauksien tiedot saadaan hyödynnettyä laskennassa.

Vastaavasti jätevesiviemäriverkoston osille voidaan laskea vuotavuus pumppaamotietojen perusteella. Jätevedenpumppaamon minimi- ja maksimivuorokausivirtaamista voidaan laskea jätevedenpumppaamon yläpuoliselle jätevesiviemäriverkoston osalle maksimivuotavuus  $l/s \times km$ . Edellytyksenä laskennalle on, että jätevedenpumppaamolta saadaan laskentaa varten tieto jätevesivirtaamasta. Optimitilanteessa jätevedenpumppaamolle on asennettu virtausmittari, jonka tietoja voidaan hyödyntää laskennassa. Mikäli jätevedenpumppaamolla ei ole virtausmittaria, voidaan jätevesivirtaamat arvioida astiamittauksesta tai pumppujen käyntiajoista.

Vuotavuuden mukaiset osapisteet lasketaan vesijohtoilille ja jätevesiviemäreille siten, että vuotavuudella  $0 l/s \times km$  johto saa 0 osapistettä ja verkostossa esiintyvällä maksimivuotavuudella 10 osapistettä. Minimivirtaamien ja maksimivuotavuuden väliin jäävien vuotavuusarvojen aiheuttamat osapisteet määräytyvät kuvan 6 mukaisesti.

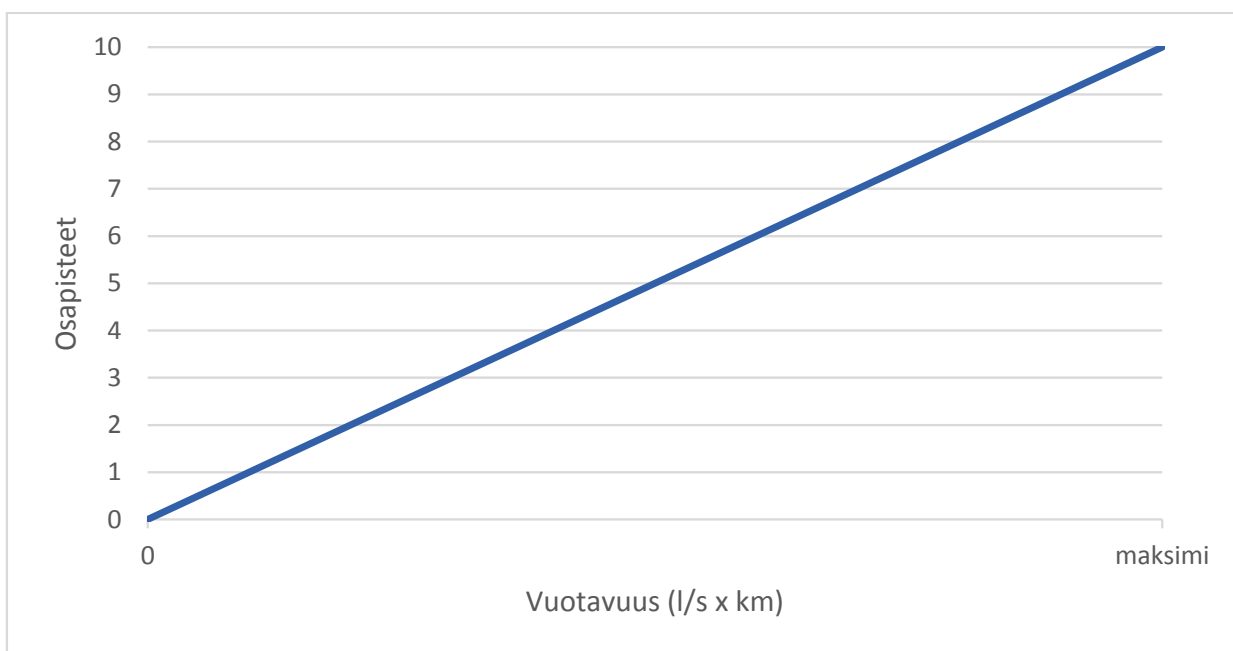
Vesijohtojen saneerausindeksiä laskettaessa vuotavuudesta aiheutuneet osapisteet saavat 35 % painotuksen. Jätevesiviemäreiden kohdalla painotus on 25%.

Työkalua testattaessa ei ole laskettu vesijohtoverkoston vuotavuuden mukaisia osapisteitä, koska pilttilaitosten vesijohtoverkostoihin ei ole asennettu tarvittavaa määrää virtausmittareita, eikä alueellisia vuotavuustietoja näin ollen ollut saatavilla. Jätevesiviemäriverkoston osalta vuotavuuden mukaiset osapisteet on laskettu Kankaanpään ja Laitilan jätevesiviemäriverkostoille.

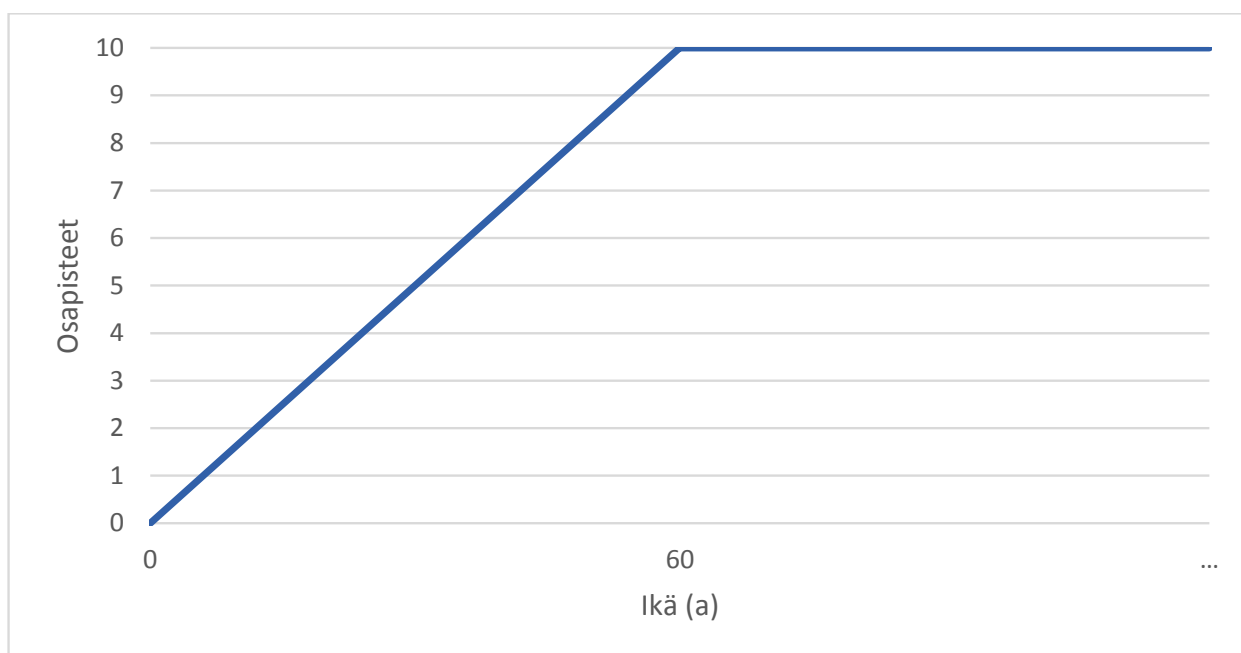
## 5.2. Rakentamisvuosi

Saneerausindeksiä laskettaessa johdolle annetaan osapisteet rakentamisvuoden perusteella siten, että johdon iän ollessa 0 vuotta, johto saa 0 osapistettä. Iän ollessa 60 vuotta tai enemmän, johto saa 10 osapistettä. Iän ollessa 0–60 vuotta, osapisteet määräytyvät kuvan 7 mukaisesti.

Vesijohtojen saneerausindeksiä laskettaessa rakentamisvuodesta aiheutuneet osapisteet saavat 35% painotuksen. Jätevesiviemäreiden kohdalla painotus on 25%.



Kuva 6. Vuotavuuden mukaan määräytyvät osapisteet.



Kuva 7. Johdon iän mukaan määräytyvät osapisteet



### 5.3. Halkaisija

Johdon halkaisijan mukaan annettavat osapisteet määräytyvät siten, että pienin verkostossa esiintyvä putkihalkaisija aiheuttaa 0 osapistettä ja suurin 10 osapistettä. Halkaisijasta aiheutuvat osapisteet määräytyvät kuvan 8 perusteella.

Vesijohtojen saneerausindeksiä laskettaessa halkaisijan aiheuttamat osapisteet saavat 15% painotuksen. Jätevesiviemäreiden kohdalla painotus on 10%. Syy korkeahkoon painotukseen on se, että halkaisijaltaan suuret putket ovat päävesijohtoja ja -jätevesiviemäreitä, jolloin niiden toiminnan varmistaminen on tärkeämpää kuin halkaisijaltaan pienempien jakeluvesijohtojen ja kokoojaviemäreiden. Mahdollisista ongelmatapauksista (putkirikko, tukos, sortuma yms.) aiheutuvat seuraukset vedenjakelulle ja jätevesiviemäröinnille ovat päävesijohtojen ja -jätevesiviemäreiden kohdalla suuremmat kuin jakeluvesijohtojen ja kokoojaviemäreiden. Tällöin myös päävesijohtojen ja -jätevesiviemäreiden kunnossapito nähdään kriittisempänä kuin jakeluvesijohtojen ja kokoojaviemäreiden.

### 5.4. Materiaali

Tämän työn aikana ei pystytty löytämään tutkimustuloksia, joiden mukaan vesihuoltoverkoston putkimateriaalilla ja verkostossa esiintyvien häiriöiden välillä

olisi suora syy-seuraussuhde. Putkimateriaalin mukaan annettavat osapisteet on esitetty seuraavassa taulukossa.

Taulukko 4. Putkimateriaalin mukaan määräytyvät osapisteet.

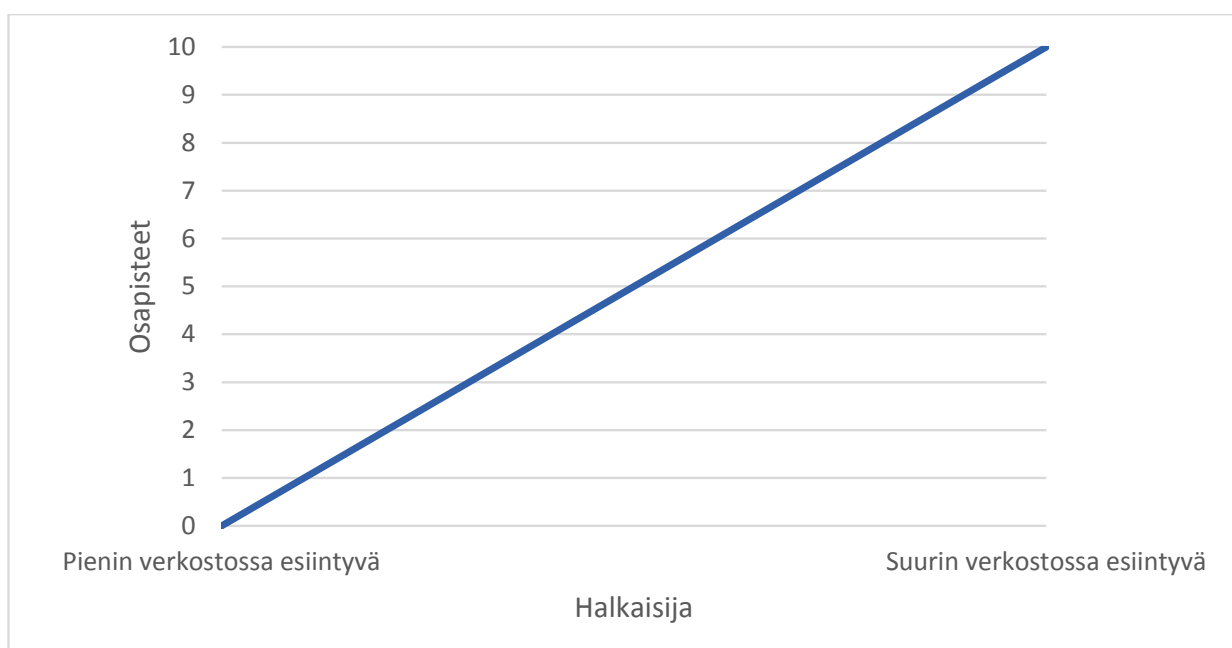
Materiaali	Osapisteet
B, Bk	10
A, Ak, Himaniitti	10
V, Vk, Mannesmann, Harmaa, T	10
PEH, PEL, PEM, M, PVC	5
X	5

Vesijohtojen saneerausindeksiä laskettaessa materiaalista aiheutuneet osapisteet saavat 15% painotuksen. Jätevesiviemäreiden kohdalla painotus on 10%.

### 5.5. Ojat, vesistöt, suot

Jätevesiviemäreille annetaan osapisteet sen mukaan sijaitsevatko ne lähellä ojaa, vesistöä tai suota. Ojat, vesistöt ja suot ovat luonnollisia esiintymis- ja kertymispaikkoja luonnon vesille. Mikäli jätevesiviemäri sijaitsee lähellä jotain edellä mainituista, on mahdollista, että luonnon vesiä pääsee vuotamaan jätevesiviemäriin.

Tässä työssä ojien, vesistöjen ja soiden lähistöllä sijaitsevat jätevesiviemärit määritettiin paikkatieto-ohjelmistoa käyttäen. Myös teiden ojat huomioitiin aineistossa.



Kuva 8. Halkaisijan mukaan määräytyvät osapisteet.

Kaikille jätevesiviemäreille, jotka sijaitsevat enintään viiden metrin etäisyydellä ojista, enintään 20 metrin etäisyydellä soista tai enintään 20 metrin etäisyydellä vesistöistä, annetaan 10 osapistettä.

Jätevesiviemäreiden saneerausindeksiä laskettaessa etäisyydestä ojaan sekä vesistöön tai suohon aiheutuneet osapistet saavat 10 % painotuksen.

## 5.6. Hulevesiviemärit

Jätevesiviemäreille annetaan osapistet sen mukaan sijaitsevatko ne lähellä hulevesiviemäriä. Hulevesiviemärit kuivattavat ympäristöstä hulevesiä ja näin ollen pienentävät todennäköisyyttä hulevesien pääsyyn jätevesiviemäriverkostoon. Tässä työssä lähellä hulevesiviemäreitä sijaitsevat jätevesiviemärit määritettiin paikkatieto-ohjelmistoa käyttäen. Kaikille jätevesiviemäreille, jotka sijaitsevat kauempana kuin viiden metrin etäisyydellä hulevesiviemäriverkostosta, annetaan 10 osapistettä.

Jätevesiviemäreiden saneerausindeksiä laskettaessa etäisyydestä hulevesiviemäriverkostoon aiheutuneet osapistet saavat 10 % painotuksen.

## 5.7. Saneerausindeksi

Vesihuoltoverkoston jokaiselle putkelle laskettu saneerausindeksi kuvaa edellä kuvattujen osapistetiden osuutta maksimiosapisteistä painotukset huomioiden. Mitä suurempi laskettu saneerausindeksi on, sitä kriittisempää putken saneeraaminen on ja näin ollen sitä nopeammin saneeraus tulisi suorittaa. Saneerausindeksi lasketaan seuraavalla kaavalla:

Taulukko 5. Osapistetiden painotukset saneerausindeksiä laskettaessa.

Osapistet	Painotus	
	Vesijohto	Jätevesiviemäri
Vuotavuus	35 %	25 %
Rakentamisvuosi	35 %	25 %
Halkaisija	15 %	10 %
Materiaali	15 %	10 %
Ojat	-	10 %
Vesistöt/suot	-	10 %
Hulevesiviemärit	-	10 %
Yhteensä	100 %	100 %

## SANEERAUSINDEKSI

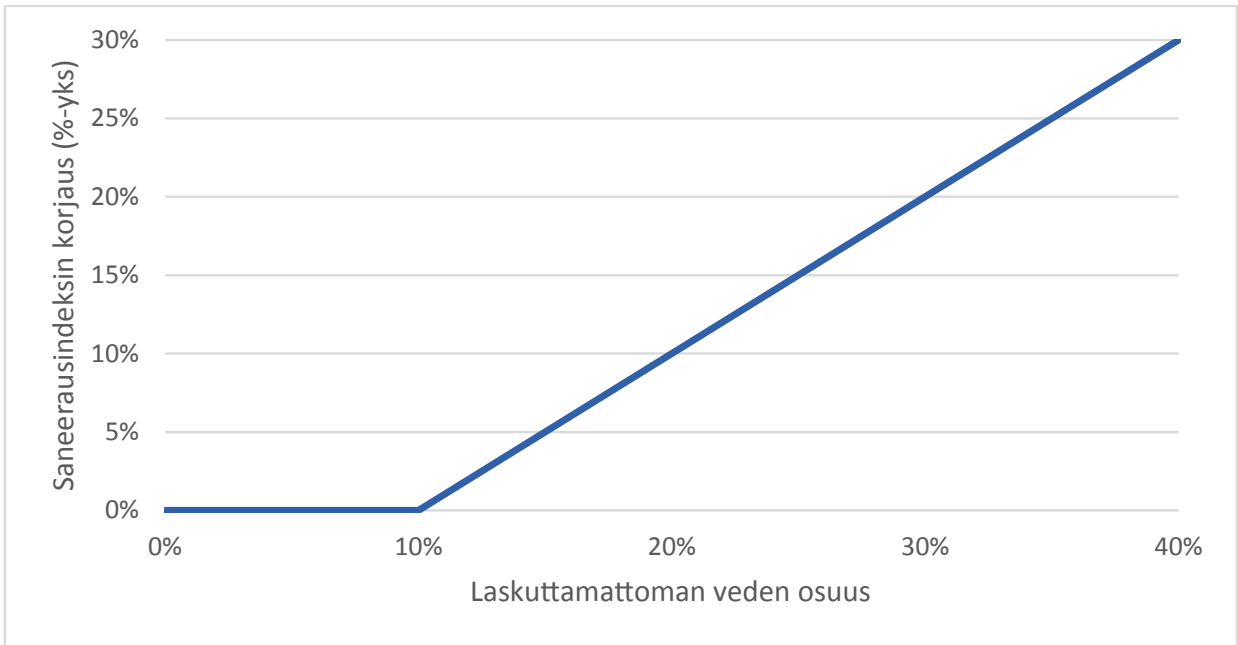
$$I = \frac{\sum \text{painotus} \cdot \text{osapistet}}{\sum \text{painotus} \cdot \text{maksimiosapistet}} \cdot 100 \%$$

Saneerausindeksiä laskettaessa käytetyt painotukset on esitetty taulukossa 5.

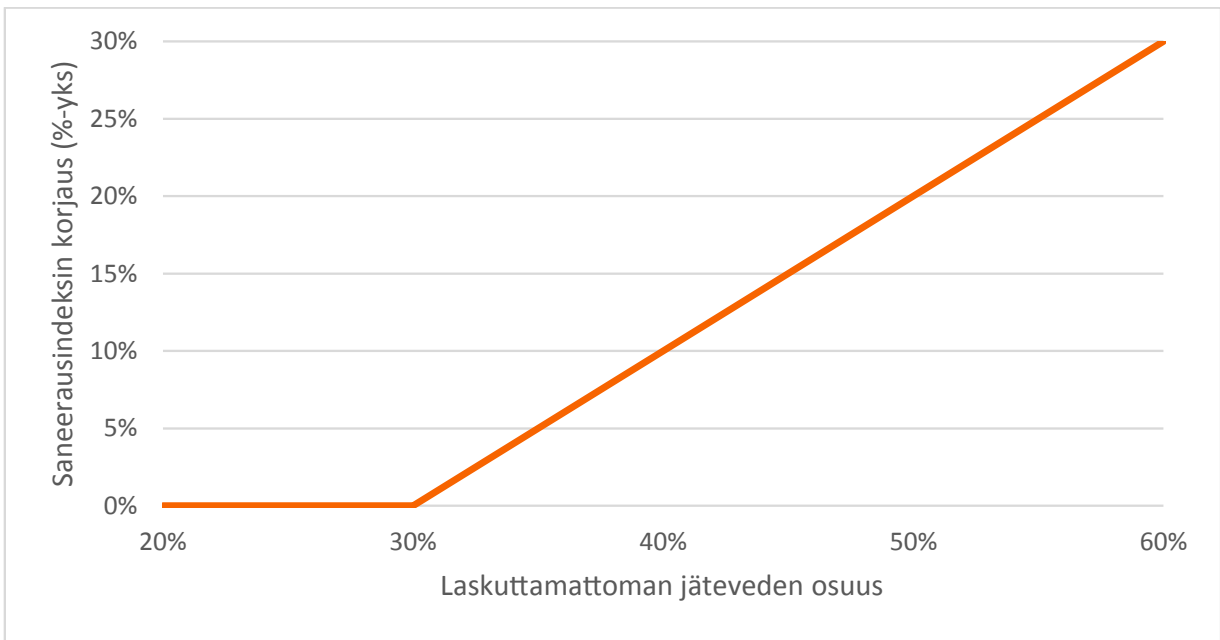
Mikäli johdoille ei pystytä antamaan kaikkia osapistetä, esimerkiksi lähtötietojen puuttuessa, kasvaa muiden osapistetiden painotus alkuperäisten osapistetiden suhteessa siten, että painotusten summa on 100 %. Esimerkki: Laskettaessa vesijohdon saneerausindeksiä alueelliset vuotavuustiedot puuttuvat. Tällöin rakentamisvuoden, halkaisijan ja materiaalin mukaiset osapistet saavat seuraavat painotukset: 54 %, 23 % ja 23 %.

## 5.8. Laskuttamattoman veden ja jäteveden osuus

Kun kaikkien vesijohtojen ja jätevesiviemäreiden saneerausindeksit on laskettu, korjataan kaikkia saneerausindeksejä laskuttamattoman veden ja laskuttamattoman jäteveden osuuden perusteella. Laskuttamattoman veden ja jäteveden osuutta verrataan tavoitearvoihin. Osuuksien ollessa tavoitearvoja suurempia, lisätään saneerausindekseihin tietty määrä prosenttiyksiköitä. Tavoitearvona vesijohdoille on käytetty 10 % ja jätevesiviemäreille 30 %. Lisättävät prosenttiyksiköt määräytyvät kuvien 9 ja 10 mukaisesti.



Kuva 9. Vesijohtojen saneerausindeksin korjaus laskuttamattoman veden osuuden mukaan.



Kuva 10. Jätevesiviemäreiden saneerausindeksien korjaus laskuttamattoman jäteveden osuuden mukaan.

## 5.9. Johtojen luokittelu saneerausindeksin perusteella

Vesihuoltoverkosto luokitellaan saneerauksen suhteen viiteen kriittisyysluokkaan laskettujen saneerausindeksien perusteella. Luokan 5 vesihuoltoverkoston osilla on kriittisin saneeraustarve ja ne tulisikin saneerata ensimmäisenä. Luokittelu on esitetty taulukossa 6.

Taulukko 6. Vesihuoltoverkoston luokittelu saneerausindeksin mukaan.

Saneerausindeksi	Luokka
0–20 %	1
20–40 %	2
40–60 %	3
60–80 %	4
80–	5

## 5.10. Johtojen saneerausajankohdan määräytyminen

Vesihuoltoverkoston saneerausajankohta on tässä työssä määritetty olettaen, että putket tulee saneerata, kun niiden rakentamisesta on kulunut 60 vuotta. Tällä tavoin pystytään näyttämään, miten vesihuoltoverkoston saneeraustarve ja -kustannukset kehittyvät tulevana vuosikymmeninä. Tämän lisäksi on esitetty, kuinka paljon tiettyyn kriittisyysluokkaan kuuluvia putkia tulee saneerausikään tiettyinä vuosikymmeninä.

## 5.11. Saneerauskustannusten arviointi

Saneerauskustannukset arvioidaan käyttäen putkikoon mukaan määräytyviä yksikkökustannuksia. Tässä selvityksessä käytetyt yksikkökustannukset on esitetty seuraavassa taulukossa.

Taulukko 7. Vesihuoltoverkoston saneerauksen yksikkökustannukset.

Vesijohto		Jätevesiviemäri	
Halkaisija (mm)	Kustannukset (€/m)	Halkaisija (mm)	Kustannukset (€/m)
0–160	55	0–200	80
160–315	170	200–500	160
> 315	260	500–1 000	590
		> 1 000	850



## 6. Saneeraustarve ja -kustannukset suunnittelualueen vesihuoltolaitoksissa

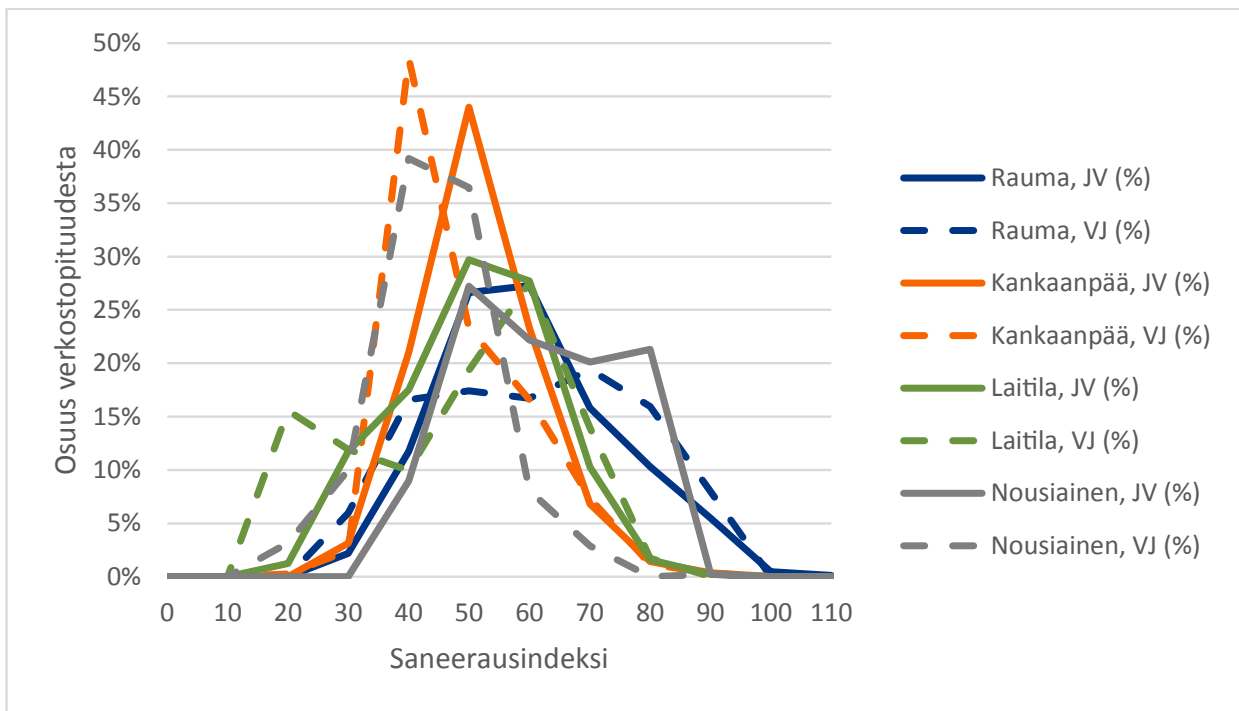
Edellä kuvattua saneerausindeksilaskentaa ja vesihuoltoverkoston luokittelua testattiin pilottilaitosten vesihuoltoverkostoille. Suunnittelualueen vesihuoltoverkostoille tehdystä luokituksesta on liitteenä esitetty esimerkkikartta. Kartoilta pystytään havaitsemaan verkostoalueet, joiden kunnon tutkiminen ja saneeraaminen on kriittistä.

Kuvissa 11–13 on esitetty suunnittelualueen vesijohtoilte ja jätevesiviemäreille laskettujen saneerausindeksien jakauma sekä vesijohto- ja jätevesiviemäreiden jakautuminen eri luokkiin.

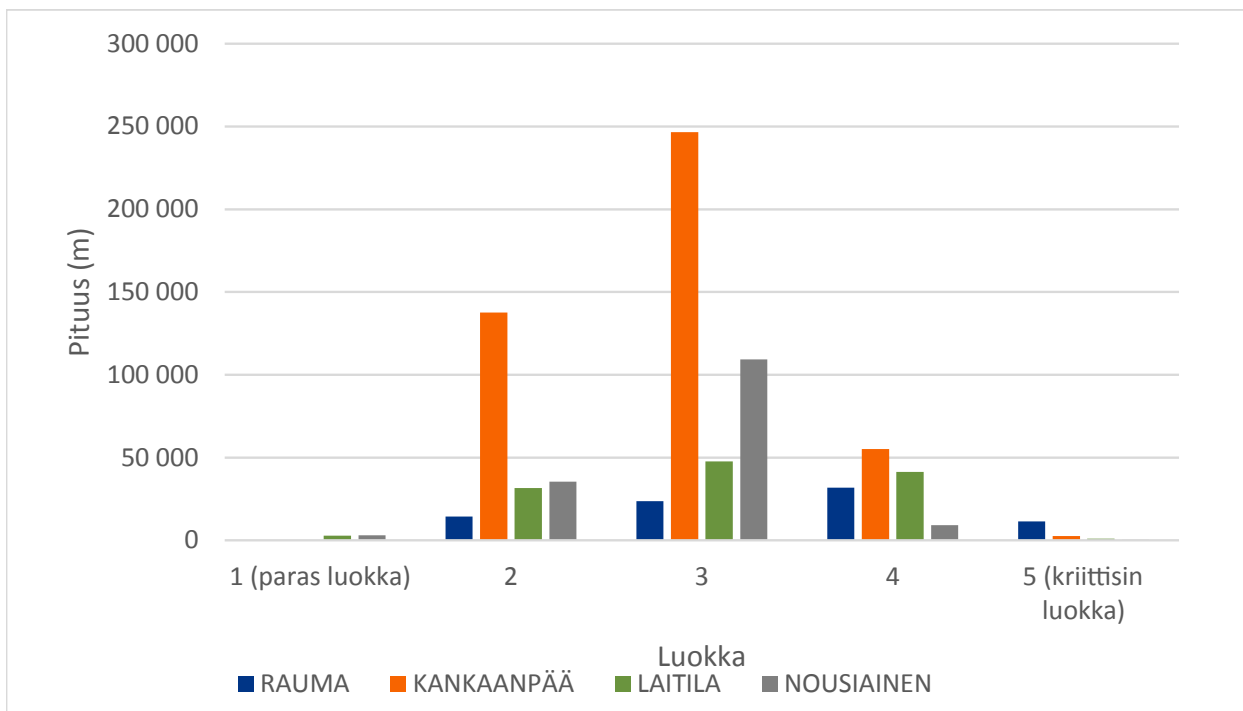
Saneerausindeksit jakautuvat välille 15–110%. Saneeraustarpeeltaan kriittisimpään luokkaan 5 kuuluu suunnittelualueen vesihuoltoverkostosta yhteensä 34 km (3%) ja luokkaan 4 kuuluu 230 km (21%).

Seuraavissa luvuissa on esitetty saneeraustarve ja arvioidut saneerauskustannukset vesihuoltolaitoksittain.

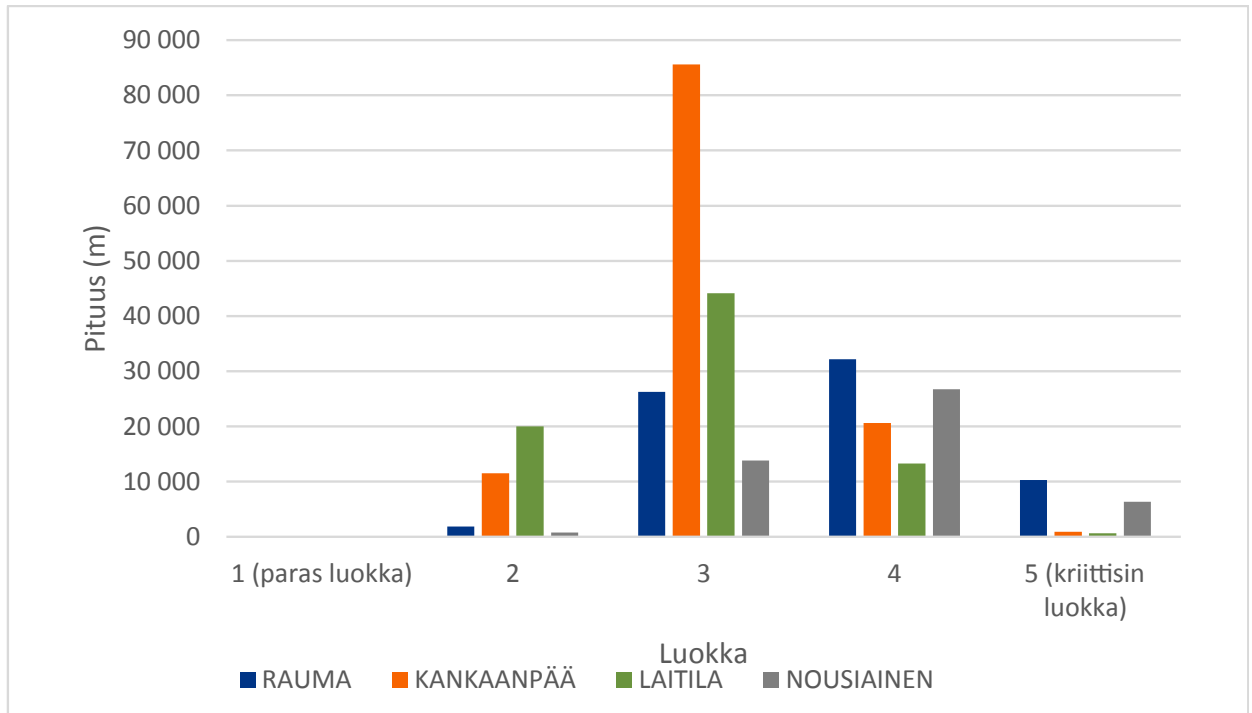
Kuva: Turun Vesihuolto Oy



Kuva 11. Suunnittelualueen vesijohdoille ja jätevesiviemäreille laskettujen saneerausindeksien jakauma.



Kuva 12. Suunnittelualueen vesihuoltolaitosten vesijohtojen pituudet luokittain.



Kuva 13. Suunnittelualueen vesihuoltolaitosten jätevesiviemäreiden pituudet luokittain.

Kuva: Turun Vesihuolto Oy



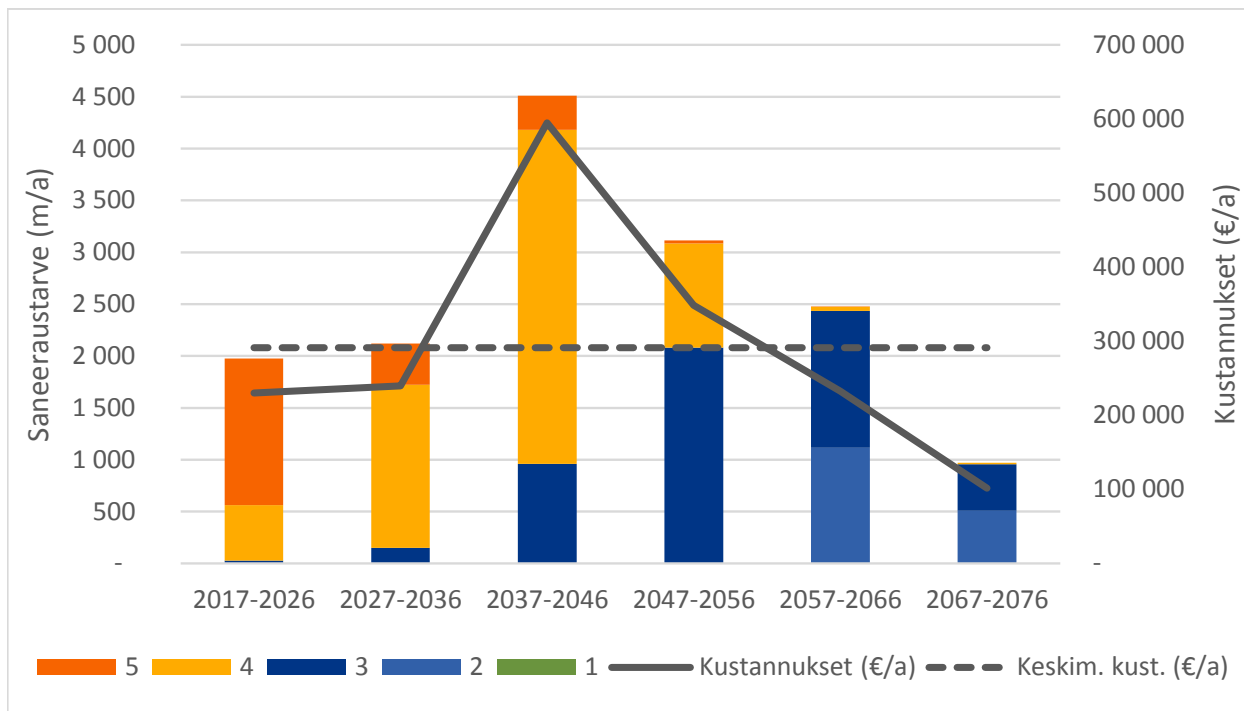
## 6.1. Rauma

Raumalla suunnittelualueeseen kuuluneen vesihuoltoverkoston pituus on 158 km. Suunnittelualueen keskimääräinen saneeraustarve on 2 500 m/a ja keskimääräiset saneerauskustannukset 290 000 €/a. Kuvassa 14 on esitetty Raumalla suunnittelualueeseen kuuluvan vesihuoltoverkoston saneeraustarpeen ja -kustannusten kehittyminen vuosina 2017–2076.

Kuvasta 14 nähdään, että vuosina 2017–2036 saneeraustarve on noin 2 000 m/a, jonka jälkeen tarve kasvaa 4 500 m/a:iin. Samana ajanjaksona saneerausikään tulevat putket kuuluvat pääasiassa luokkiin 5 ja 4.

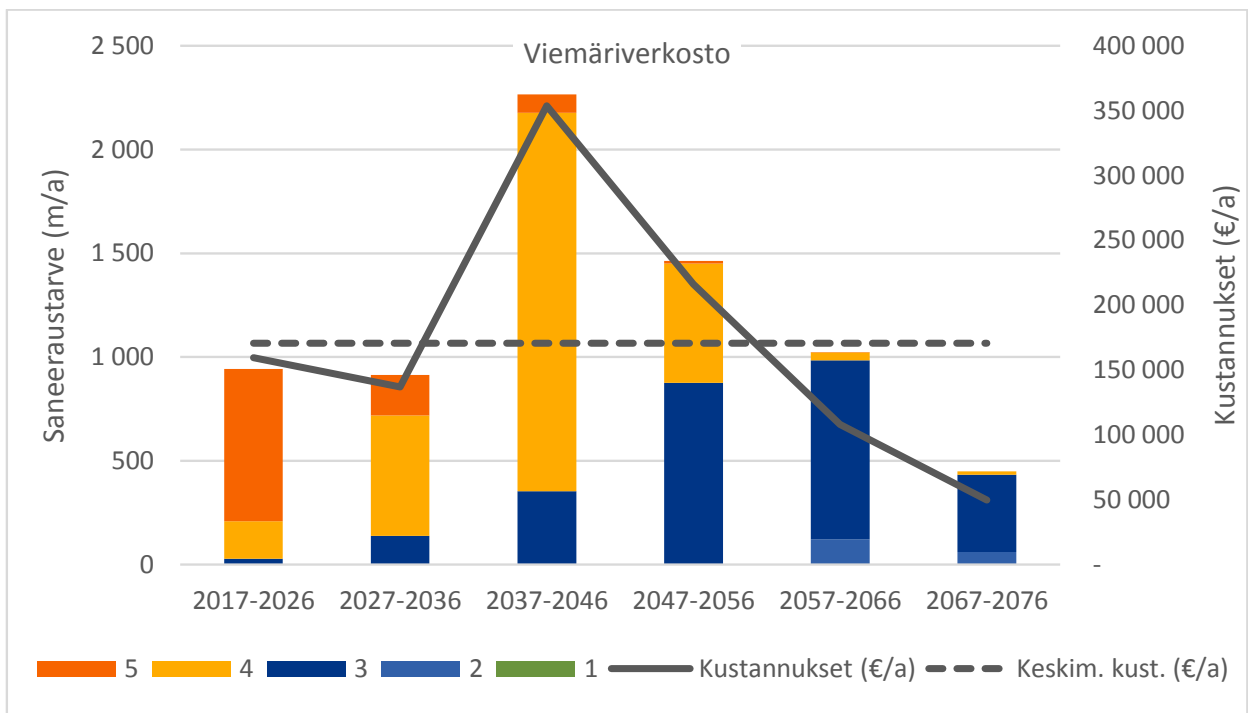
ROTI 2015 raportissa on esitetty saneeraustarpeeksi 3% vesihuoltoverkoston kokonaispituudesta vuosittain seuraavan kymmenen vuoden aikana. Suunnittelualueen vesihuoltoverkoston kokonaispituudesta 3% on 4,7 km. Saneeraustarve kasvaa 4 500 m/a:iin vuosina 2037–2046.

Kuvissa 15 ja 16 on esitetty saneeraustarpeen ja kustannusten jakautuminen vesijohto ja jätevesiviemäriverkostoille. Kuten kuvista nähdään, Raumalla suunnittelualueen vesihuoltoverkostossa saneeraustarve ja -kustannukset jakautuvat melko tasaisesti vesijohto- ja jätevesiviemäriverkostolle.

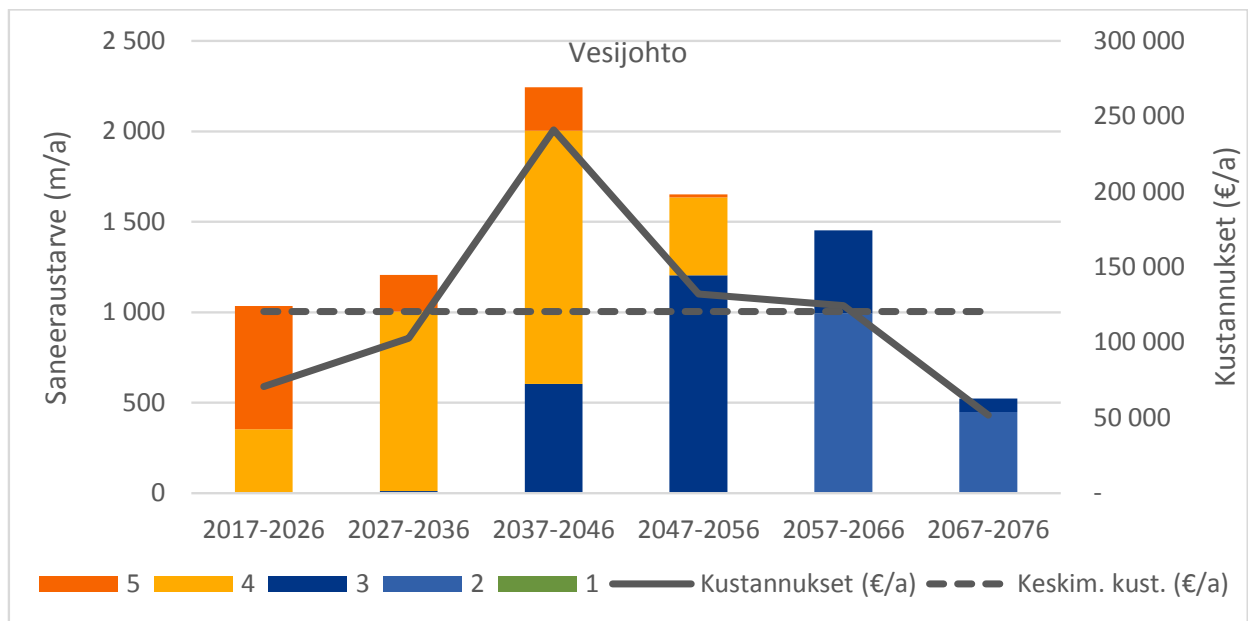


Kuva 14. Raumalla suunnittelualueen vesihuoltoverkoston saneeraustarpeen ja -kustannusten kehittyminen vuosina 2017–2076.





Kuva 15. Saneeraustarve ja -kustannukset Raumalla suunnittelualan jätevesiviemäriverkostossa.



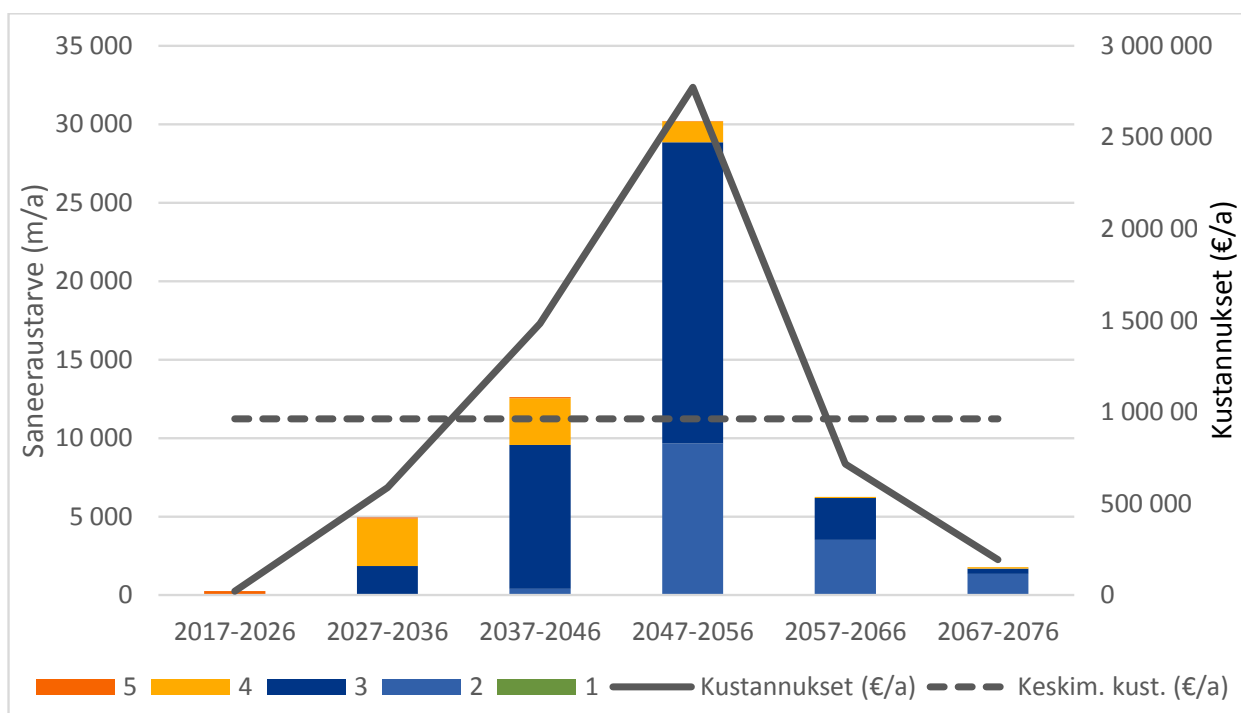
Kuva 16. Saneeraustarve ja -kustannukset Raumalla suunnittelualan vesijohtoverkostossa.

## 6.2. Kankaanpää

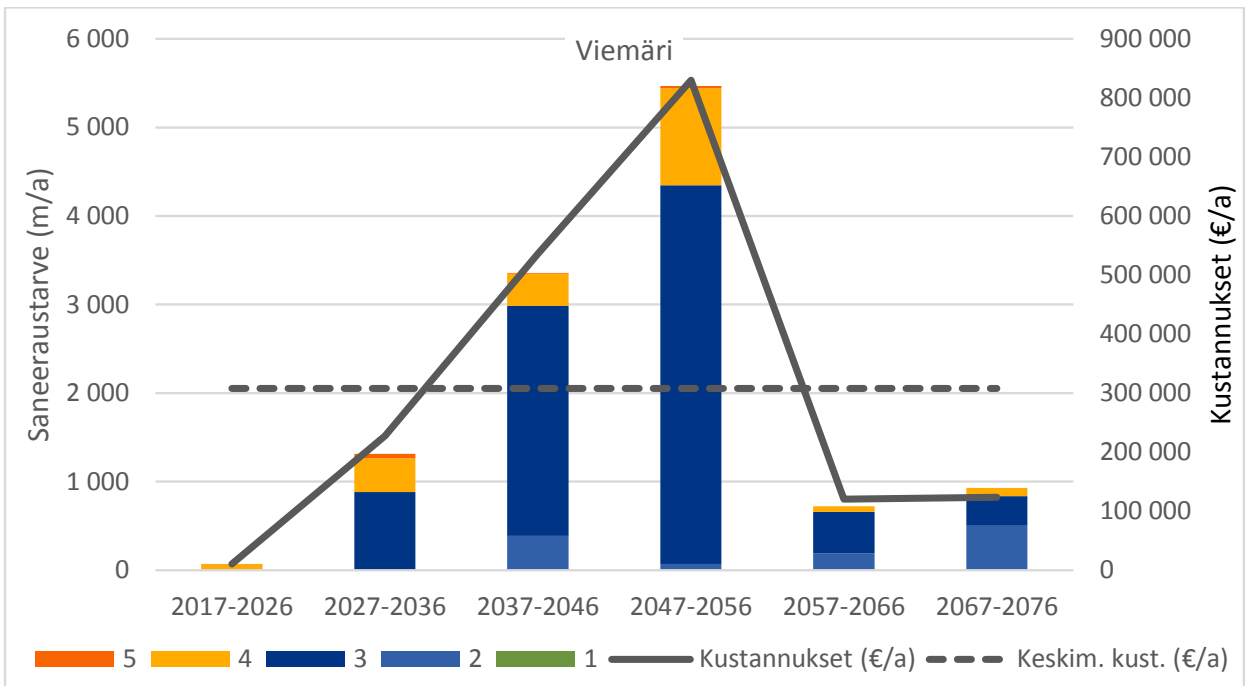
Kankaanpään vesihuoltoverkoston keskimääräinen saneeraustarve on 9 300 m/a ja keskimääräiset saneerauskustannukset 960 000 €/a. Kuvassa 17 on esitetty Kankaanpään vesihuoltoverkoston saneeraustarpeen ja -kustannusten kehittyminen vuosina 2017–2076.

Kankaanpäässä saneeraustarve (m/a) kasvaa vuoteen 2056. ROTI 2015 raportissa esitetty 3% saneeraustarve saavutetaan vuonna 2047. Vuosina 2047–2056 saneeraustarve on noin 5% verkoston kokonaispituudesta.

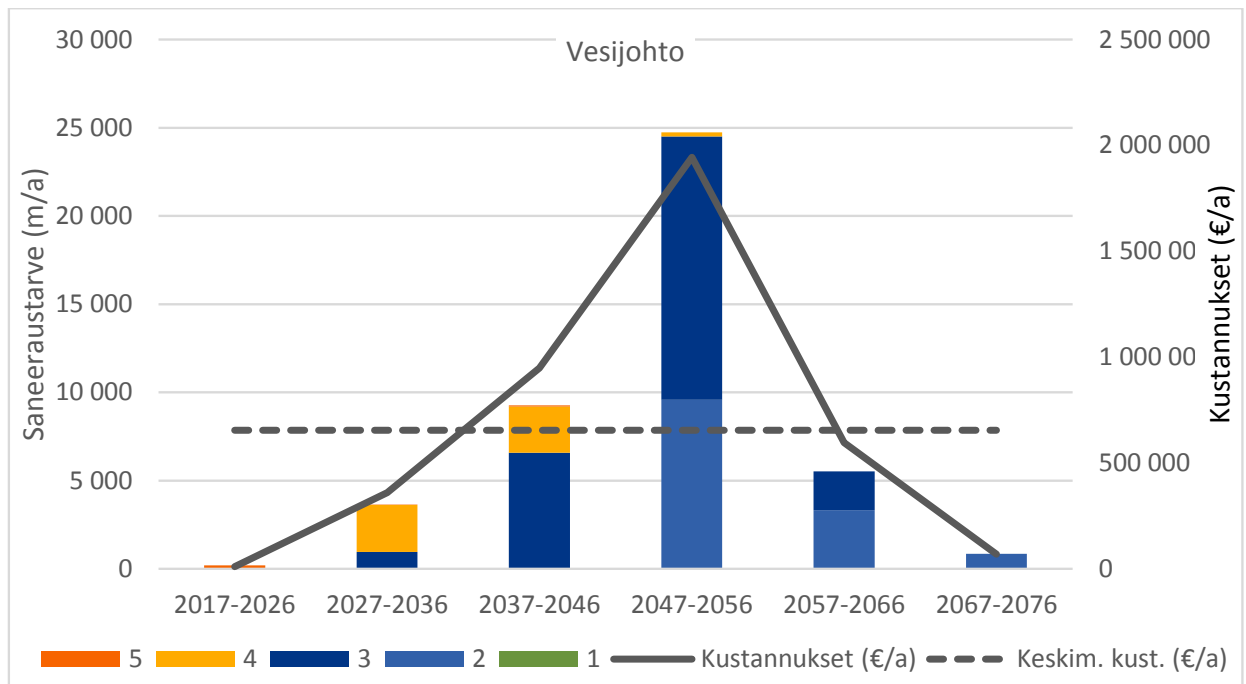
Kuvissa 18 ja 19 on esitetty saneeraustarpeen ja kustannusten jakautuminen vesijohto ja jätevesiviemäriverkostoille. Kuten kuvista nähdään, että saneeraustarve kohdistuu pääasiassa vesijohtoverkoston johtuen vesijohtoverkoston suuremmasta pituudesta.



Kuva 17. Kankaanpään vesihuoltoverkoston saneeraustarpeen ja -kustannusten kehittyminen vuosina 2017–2076.



Kuva 18. Saneeraustarve ja -kustannukset Kankaanpään jätevesiviemäriverkostossa.



Kuva 19. Saneeraustarve ja -kustannukset Kankaanpään vesijohtoverkostossa.

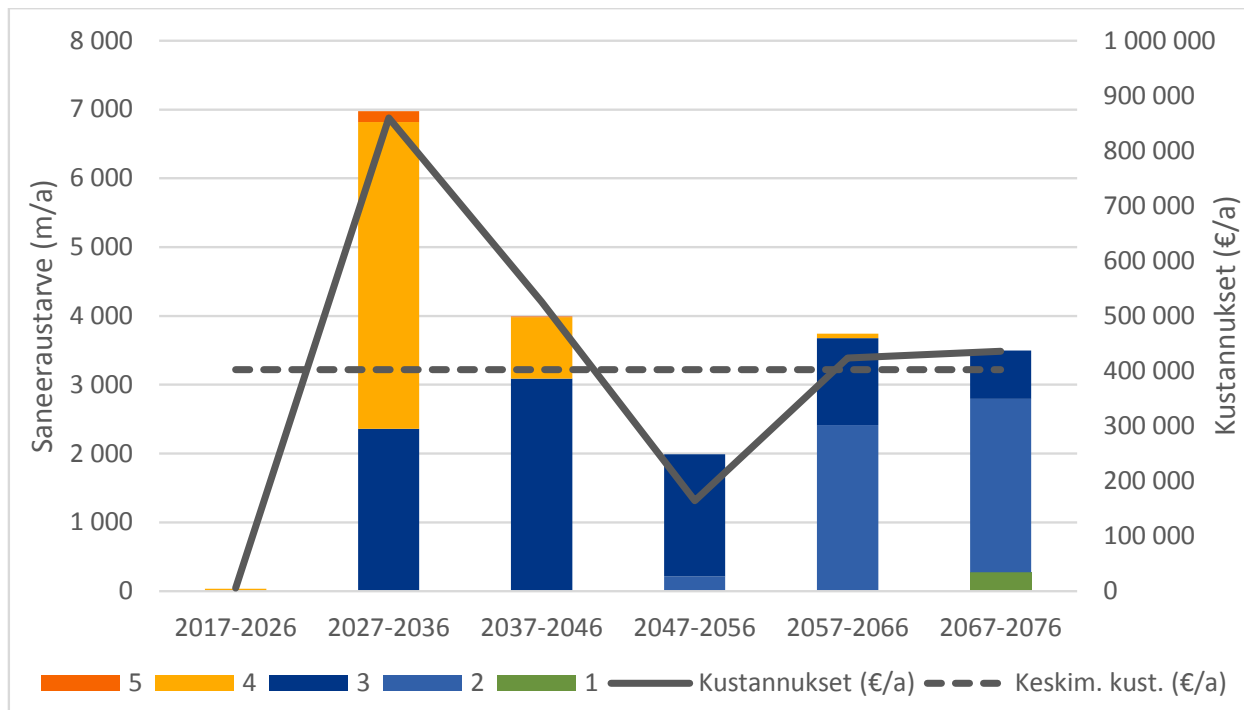
## 6.3. Laitila

Laitilan vesihuoltoverkoston keskimääräinen saneeraustarve on 3 400 m/a ja keskimääräiset saneerauskustannukset 400 000 €/a. Kuvassa 20 on esitetty Laitilan vesihuoltoverkoston saneeraustarpeen ja -kustannusten kehittyminen vuosina 2017–2076.

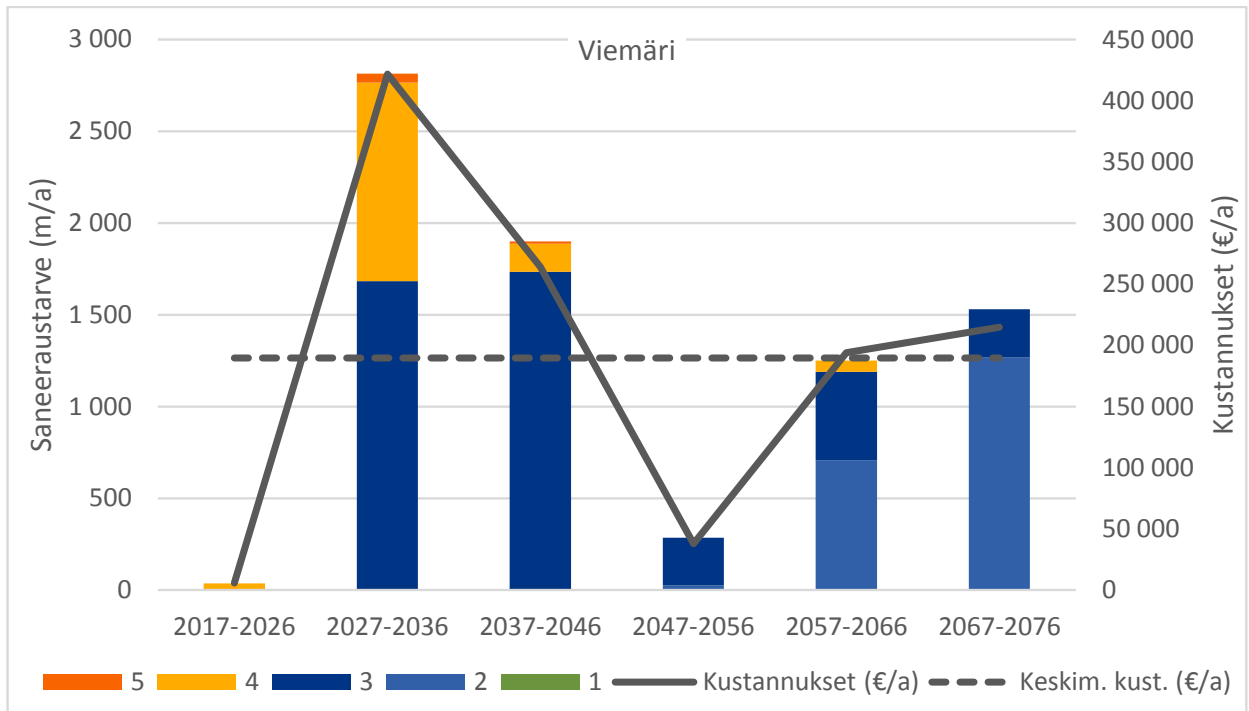
Laitilassa vesihuoltoverkoston rakentaminen on aloitettu pääasiassa 1970-luvulla, jolloin verkostosta on rakennettu noin 40%. Tämä näkyy saneeraustarpeen ja -kustannusten kasvuna vuosina 2027–2036.

Saneeraustarpeen ja -kustannusten kasvuun olisi hyvä varautua saneeraamalla osa 1970-luvulla rakennetusta vesijohtoverkostosta jo 2017–2026 aikana. Tällöin vuosien 2027–2036 saneeraustarvepiikki taasoittuu ja vuotuiset saneerauskustannukset olisivat lähempänä keskimääräisiä saneerauskustannuksia.

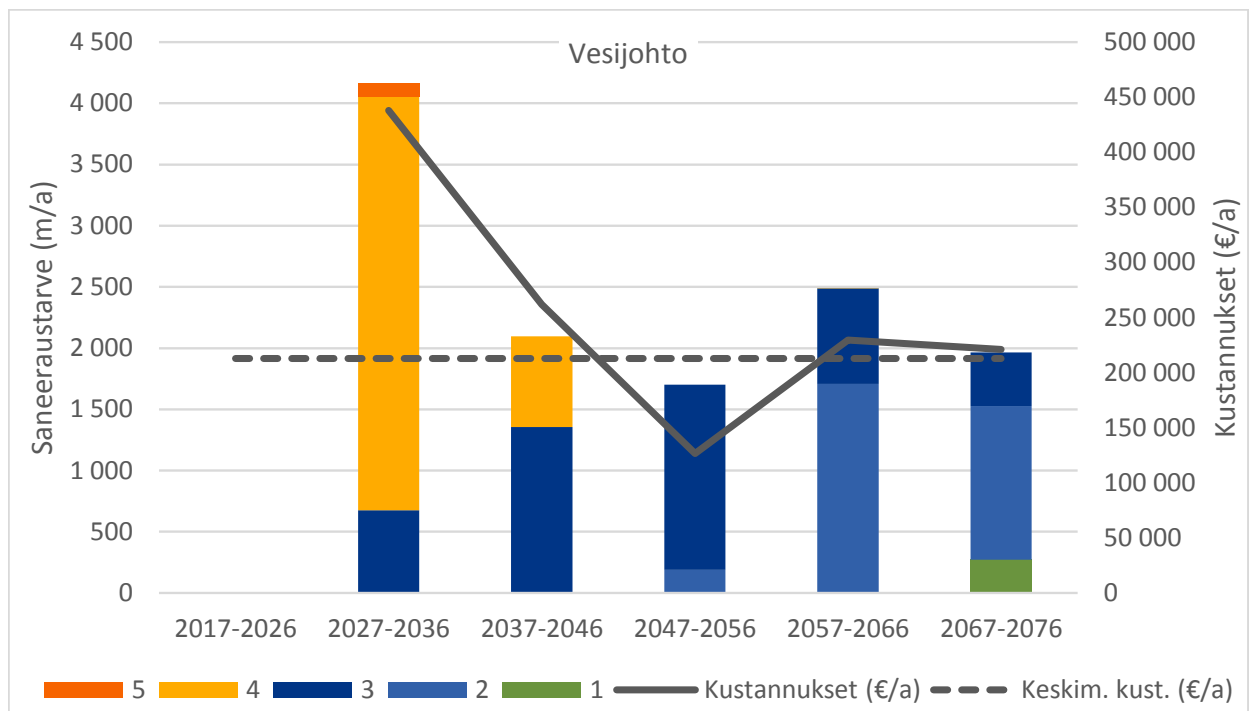
Kuvissa 21 ja 22 on esitetty saneeraustarpeen ja kustannusten jakautuminen vesijohto ja jätevesiviemäriverkostoille.



Kuva 20. Laitilan vesihuoltoverkoston saneeraustarpeen ja -kustannusten kehittyminen vuosina 2017–2076.



Kuva 21. Saneeraustarve ja -kustannukset Laitilan jätevesiviemäriverkostossa.



Kuva 22. Saneeraustarve ja -kustannukset Laitilan vesijohtoverkostossa.

## 6.4. Nousiainen

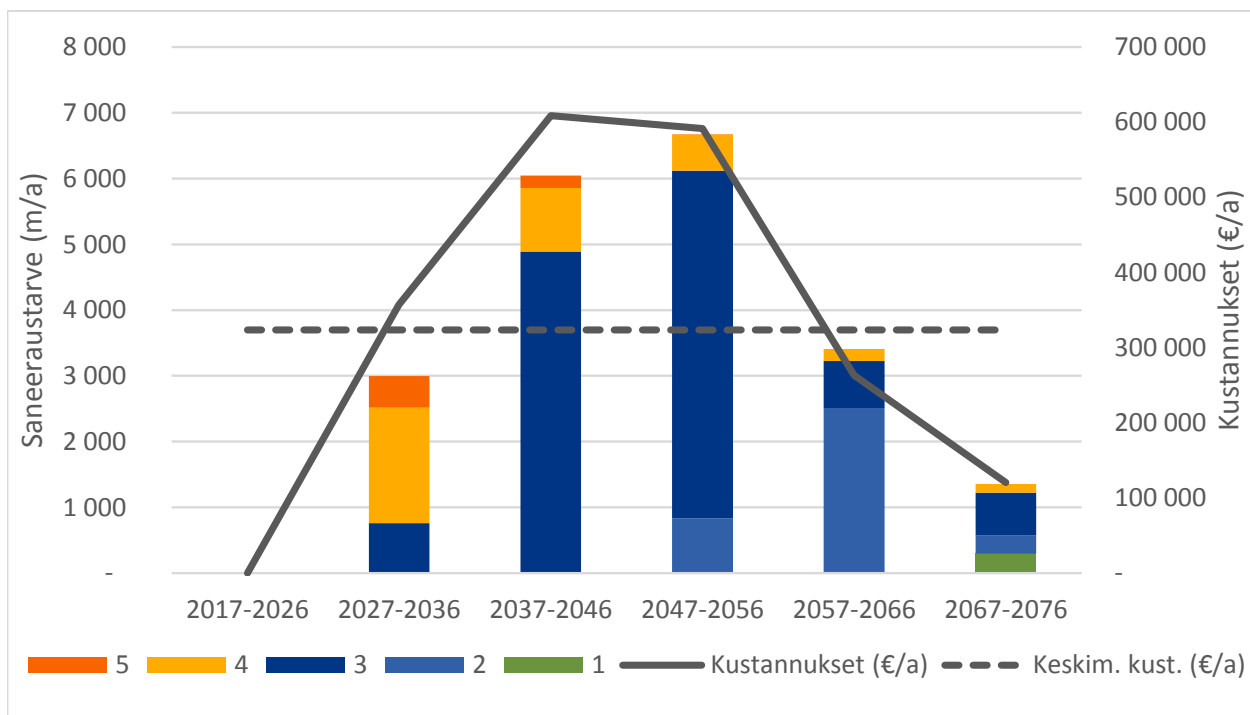
Nousiaisten vesihuoltoverkoston keskimääräinen saneeraustarve on 3 400 m/a ja keskimääräiset saneerauskustannukset 320 000 €/a. Kuvassa 23 on esitetty Nousiaisten vesihuoltoverkoston saneeraustarpeen ja -kustannusten kehittyminen vuosina 2017–2076.

Nousiaisissa on alettu rakentaa vesihuoltoverkostoa 1960-luvun lopulla, jolloin saneeraustarve alkaa kasvaa vasta 2020-luvun lopulla. Suurin osa verkostosta on rakennettu 1970 ja 1980-luvuilla, jolloin suurin saneeraustarve painottuu 2040 ja 2050-luvuille.

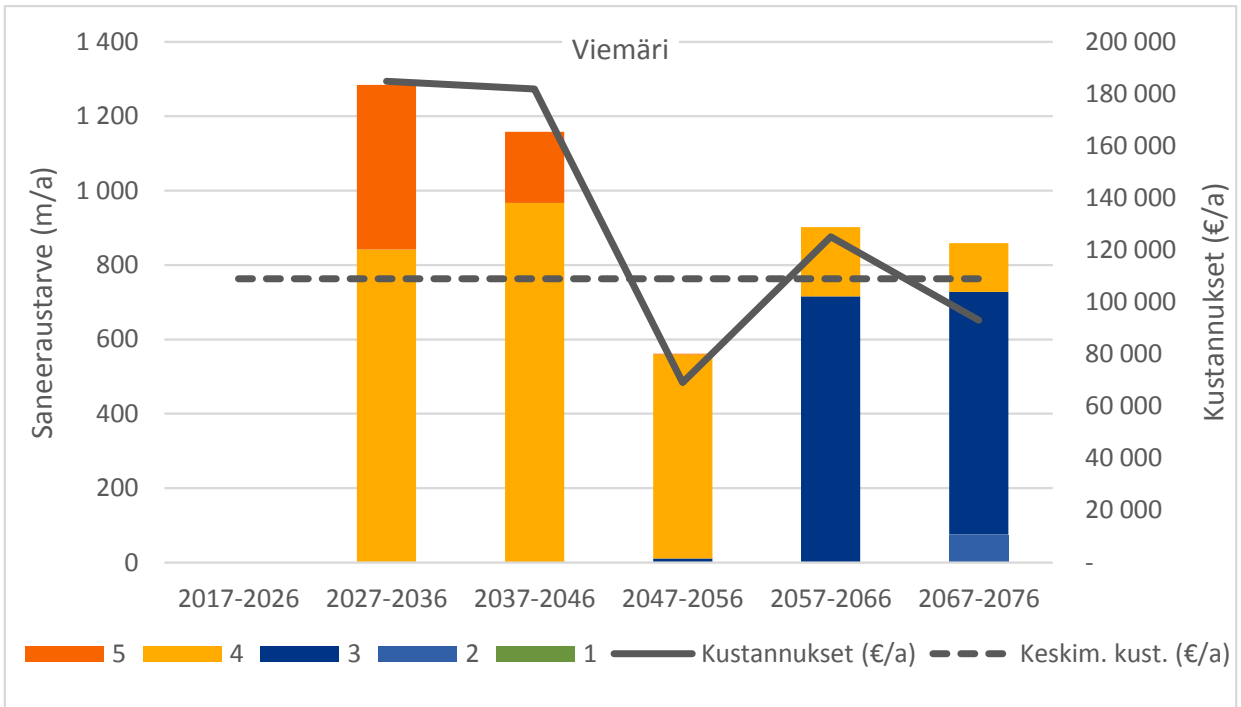
ROTI 2015 raportissa esitetty 3% saneeraustarve saavutetaan 2037–2056 välisenä aikana.

Kuvissa 24 ja 25 on esitetty saneeraustarpeen ja kustannusten jakautuminen vesijohto ja jätevesiviemäriverkostoille.

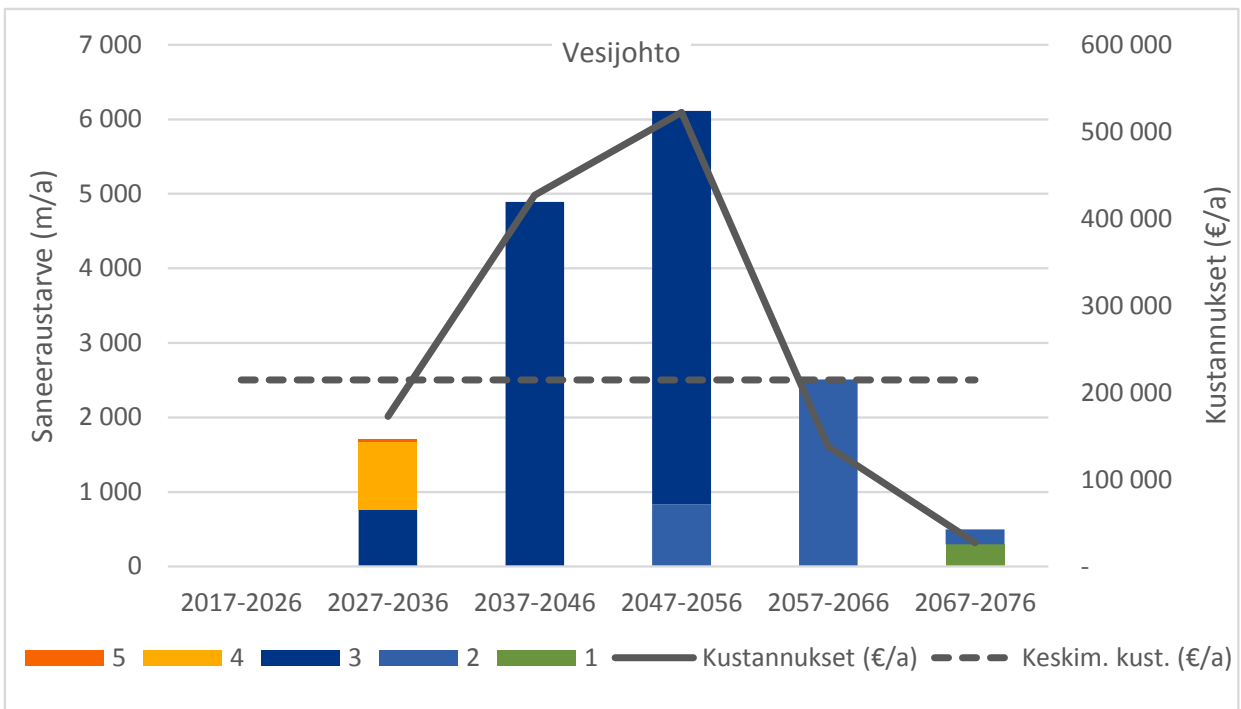
Nousiaisissa iso osa jätevesiviemäriverkostosta, 70%, kuuluu kriittisyydeltään korkeimpiin luokkiin 5 ja 4. Tämä johtuu jätevesiviemäriverkoston korkeasta laskuttamattoman jäteveden osuudesta. Vastaavasti pienestä laskuttamattoman veden osuudesta johtuen vesijohtoverkostosta vain 6% kuuluu luokkiin 5 ja 4.



Kuva 23. Nousiaisten vesihuoltoverkoston saneeraustarpeen ja -kustannusten kehittyminen vuosina 2017–2076.



Kuva 24. Saneeraustarve ja -kustannukset Nousiaisten jätevesiviemäriverkostossa.



Kuva 25. Saneeraustarve ja -kustannukset Nousiaisten vesijohtoverkostossa.

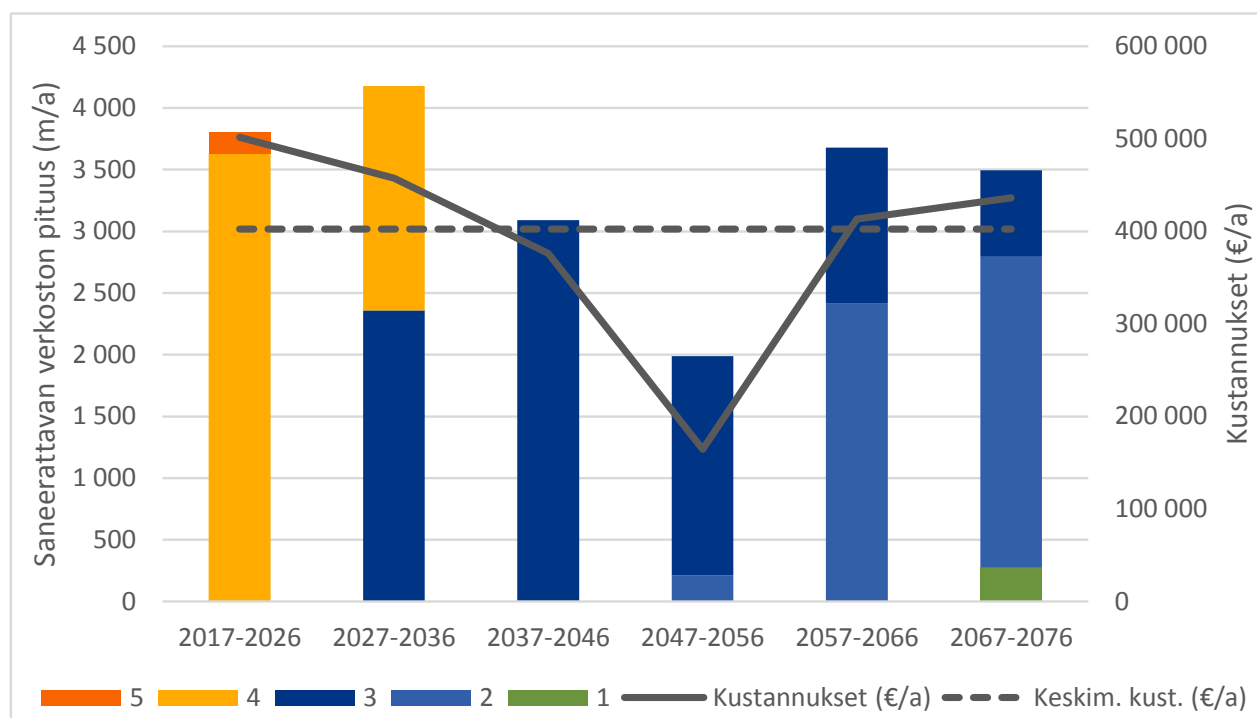
## 7. Varautuminen vesihuoltoverkoston ikääntymiseen

On suositeltavaa, että vesihuoltolaitoksissa aletaan panostaa vesihuoltoverkoston saneeraukseen jo ennen, kuin saneeraustarve alkaa laskennallisesti kasvaa luvussa 6 esitetyn mukaisesti. Tällöin pystytään paremmin varautumaan vesihuoltoverkoston ikääntymisestä aiheutuviin yllättäviinkin seurauksiin. Koska putkimateriaalien kestävydestä ja aikaisempien vuosikymmenten vesihuoltoverkoston rakentamisen laadusta ei ole tietoa, on mahdotonta ennakoita, milloin verkoston ikääntymisestä johtuvat häiriöt alkavat merkittävästi lisääntyä ja kuinka paljon ne lisääntyvät. On siis mahdollista, että mikäli verkoston ikääntymiseen ei varauduta verkostosaneerauksella, voidaan tulevana vuosikymmeninä vesihuoltolaitoksen päivittäisessä toiminnassa joutua keskittymään yksittäisten häiriöiden korjaamiseen vesihuoltoverkoston suunnitelmallisen saneerauksen sijaan.

Seuraavassa kuvassa on esimerkin omaisesti arvioitu vuotuisia saneerausmääriä ja -kustannuksia Laitilan vesihuoltoverkostossa, mikäli vuosien 2027–2036 aikana esiintyvään korkeaan saneeraustarpeeseen aletaan varautua jo vuosien 2017–2026 aikana. Esimerkissä kaikki verkostossa esiintyvät luokan 5 putket

on esitetty saneerattavaksi vuosien 2017–2026 aikana. Lisäksi  $\frac{2}{3}$  luokan 4 putkista on esitetty saneerattavaksi vuosina 2017–2026. Loput luokan 4 putken saneerataan vuosina 2027–2036. Muutoin putkien saneerausajankohdat on pidetty ennallaan.

Luvussa 6 on esitetty, että Laitilan vesihuoltoverkoston saneeraustarve on vuosien 2017–2026 vain joitain kymmeniä metrejä. Vastaavasti vuosina 2027–2036 saneeraustarve kasvaa lähes 7 000 m/a:iin. Kun luokan 5 ja 4 putkia aletaan saneerata jo vuosien 2017–2026 aikana, saadaan vuosien 2027–2036 saneeraustarve vähennettyä 4 200 m/a:iin. Lisäksi vuotuiset saneerauskustannukset ovat lähempänä keskimääräisiä saneerauskustannuksia 400 000 €/a.



Kuva 26. Saneerattavan vesihuoltoverkoston pituus ja saneerauskustannukset Laitilassa.



## 8. Vesihuoltoverkoston saneerausmenetelmät

Vesihuoltoverkoston saneerausmenetelmä tulee aina valita tapauskohtaisesti. Tällöin pystytään huomiomaan kunkin kohteen erityispiirteet ja valitsemaan kullekin kohteelle parhaiten sopiva menetelmä. Vesihuoltoverkoston saneerausmenetelmän valintaan vaikuttaa mm. seuraavat seikat:

- saneerattava johtotyyppi (vesijohto/jätevesiviemäri /molemmat)
- rakennetun verkoston putkikoot
- alue, jolla saneerataan (haja-asutus/taajama/kaupunki)
- vesihuoltoverkoston saneerauksen yhteydessä tehtävät muut työt (esim. kadun saneeraus).

Vesihuoltoverkostoja voidaan saneerata joko auki kaivaen tai kaivamattomia menetelmiä käyttäen. Auki kaivaen saneeraus tarkoittaa käytännössä uuden vesihuoltolinjan rakentamista olemassa olevan linjan tilalle. Olemassa olevat vesihuoltolinjat sijaitsevat usein rakennetuilla alueilla, jolloin saneerauksen suunnittelussa tulee huomioida olemassa oleva tekniikka.

Saneerattaessa jätevesiviemäreitä kaivamattomilla menetelmillä, on mahdollista, että saneeraus voidaan suorittaa täysin ilman kaivantoja, mikäli jätevesiviemäriin putkikoko on maltillinen ja kaivot ovat kooltaan tarpeeksi suuret. Tällöin saneeraus suoritetaan kaivosta käsin. Vesijohtoja saneerattaessa joudutaan tekemään kaivanto kaikkien vesijohdon liitosten ja kiinteistöhaarojen kohdalle. Liitteessä 2 on esitelty yleisesti käytettyjä vesijohtojen ja jätevesiviemäreiden kaivamattomia saneerausmenetelmiä sekä viemärikaivojen saneerausmenetelmiä.

Eryteisesti vesijohtoja saneerattaessa kaivamattomilla menetelmillä tulee kiinnittää huomiota putkimateriaalien valintaan. Kaivamattomia menetelmiä käytettäessä sujutusputken kuntoa ei pystytä asentamisen jälkeen silmämääräisesti todentamaan. Eryteisesti pakkosujutettaessa valurautaisia vesijohtoja on todennäköistä, että rikkoutuneen valutautaputken terävät reunat aiheuttavat pitkittäisviiltoja sujutusputkeen.

Myös Suomessa markkinoille on kuluneiden vuosien aikana alkanut tulla putkimateriaaleja, jotka on tarkoitettu käytettäväksi erityisesti vesijohtojen saneeraamiseen kaivamattomilla menetelmillä. Kyseisissä putkissa virtausputken materiaalina on PE100 RC, jonka kestävyys pistekuormia vastaan on huomattavasti tavanomaista PE100 putkea parempi. Lisäksi virtausputken päälle on asennettu PE:stä tai PP:stä valmistettu suojakuori, joka suojaa virtausputkea viiltoilta sujutuksen yhteydessä. Markkinoilla on myös putkia, joissa suojakuoren ja virtausputken välissä kulkee alumiininauha. Alumiininauhaan johdettavan sähköän avulla voidaan testata, onko suojakuori vaurioitunut niin pahoin, että sähkövirta pääsee vaurion kohdalta maadottumaan. Maadottuminen indikoi, ettei sujutusputken asentaminen ole onnistunut siten, että virtausputken vaurioitumattomuus asennuksessa voitaisiin taata. Käytettäessä vesijohtojen sujutuksessa suojakuorellisia putkimateriaaleja, tulisi materiaalilla olla PAS 1075 Type 3 -hyväksyntä.



## 9. Vesihuoltolaitoksen toiminnasta ja vesihuoltoverkostosta kerättävät tiedot

Tämän työn edetessä kävi ilmi, että saneerausindeksilaskentaa varten vesihuoltolaitoksilta saatavien lähtötietojen taso vaihtelee suuresti. Huonoimmillaan tiedot vesihuoltoverkostosta voivat olla paperikartoilla tai skannattuina pdf:nä. Parhaimmillaan johtotiedot on tallennettu johtotietokantaan, josta löytyy johtojen sijainnin, koon ja materiaalin lisäksi myös muuta tietoa vesihuoltoverkoston liittyen. Tällaisia tietoja voivat olla esimerkiksi rakentamisvuosi, tiedot saneeratuista kohteista sekä tiedot putkirikoista ja toimintahäiriöistä. Tietojen tulisi olla johdoissa objektitietona, jotta johtotietoja voidaan helposti siirtää ohjelmistosta toiseen.

Saneeraustarvetta ja saneerausindeksiä määrittäessä erityisen tärkeä lähtötieto on johdon rakentamisvuosi. Mikäli rakentamisvuodesta ei ole tietoa ja sitä ei voida arvioida/päätellä, on saneeraustarpeen ja saneerausindeksin määrittäminen pelkkien materiaali- ja kokotietojen avulla käytännössä mahdotonta. Ilman rakentamisvuotta putkilinja saa saman saneerausindeksin, olipa se rakennettu 1950 tai 2016.

Putkimateriaalin merkitys saneerausindeksiä määrittäessä ei ole suuri. Saneerausindeksi voidaan siis määrittää myös ilman materiaalitietoakin. Tämän työn aikana ei ole löydetty tutkimustietoa, jonka perusteella voitaisiin kategorisesti todeta jokin putkimateriaali toista huonommaksi tai lyhytikäisemmäksi. Myöskään tieto putken koosta ei ole välttämätön putken saneerausindeksiä laskettaessa. Kyseistä tietoa käytetään tarkentamaan saneerausindeksilaskentaa ja korostamaan suurten putkien kriittisyyttä vesihuollon järjestämisen kannalta.

Edellä mainitut lähtötiedot löytyivät tai ne voitiin päätellä suunnittelualueen vesihuoltolaitoksille kohdullisen hyvin. Vesijohto- ja jätevesiviemäriverkostojen virtaamatietoja saneerausindeksin laskentaa varten oli käytettävissä huonosti. Vesijohtoverkoston virtaamatietoja ei ollut käytettävissä millään suunnittelualueen vesihuoltolaitoksella ja jätevesiviemäriverkostojen virtaamatiedot saatiin kahdelta vesihuoltolaitokselta.

Jotta virtaamatietoja voitaisiin käyttää vesijohtoverkoston saneerausindeksilaskennassa, tulisi vesijohtoverkoston asentaa virtausmittareita ja näin jakaa verkosto mittausalueisiin. Lisäksi virtausmittareiden tulee lähettää virtaamatiedot kaukovalvontaa riittävän usein, jotta tieto on riittävän tarkkaa. Esim. kerran vuodessa luettavan virtausmittarin mittaustietoja ei pystytä hyödyntämään saneerausindeksiä laskettaessa.

Samaan tapaan jätevedenpumppaamoissa pitäisi olla virtausmittaus tai jokin muu mittaus, jonka avulla voitaisiin arvioida jätevedenpumppaamon vuorokausivirtaamaa. Lisäksi tieto pitää pystyä siirtämään taulukkomuotoon virtaamalaskentaa varten. Ei siis riitä, että jätevedenpumppaamon tulovirtaamasta esitetään trendi kaukovalvonnassa tai että pumppujen käyntiajat voi tarkistaa pumppaamon paikallislogiikan näytöltä.

Mikäli vesijohto- ja jätevesiviemäriverkostosta olisi käytössä riittävän tarkkaa alueellista tietoa vuotovesien määrästä ja niitä käytettäisiin saneerausindeksin laskennassa, voitaisiin indeksien korjaaminen laskuttamattoman veden ja jäteveden osuudella jättää tekemättä.

Indeksien korjaaminen vääristää laskentatulosta siinä mielessä, että korkea laskuttamattoman veden/jäteveden osuus kasvattaa myös uusimpien vesijohtojen ja viemäreiden indeksejä, vaikka vuotovesien esiintyminen kyseisillä verkosto-osuuksilla on epätodennäköistä. Saneerausindeksilaskennan lisäksi vesijohto- ja viemäriverkostojen virtausmittaus helpottaisi vesihuoltoverkoston vuotokohteiden etsintää ja auttaisi vähentämään vuotovesien aiheuttamia kustannuksia.

Saneerausindeksilaskennassa ei ole huomioitu vesijohto- ja jätevesiviemäriverkoston häiriöitä, koska pilottilaitoksilla ei ollut kyseisiä tietoja kerättynä tai kerättyjen tietojen määrä oli vähäinen. Olisi tärkeää, että vesihuoltolaitokset alkaisivat aktiivisesti kirjata tiedot vesijohto- ja viemäriverkoston häiriöistä johtotietokantaan. Johtotietokantaan tulisi kirjata häiriön tyyppi ja siitä aiheutuneet seuraukset. Kun tiedot häiriöistä olisi tallessa paikkatietona, voitaisiin määrittää putket, joissa häiriöitä on esiintynyt, antaa näille putkille osapisteitä ja näin tarkentaa saneerausindeksilaskentaa.

# 10. Johtopäätökset ja yhteenveto

Tämän selvitystyön aikana laadittiin työkalu, jonka avulla vesihuoltolaitokset voivat määrittää vesihuoltoverkoston vuotuisen saneeraustarpeen ja -kustannukset. Määrittäminen perustuu saneerausindeksien laskentaan jokaiselle vesihuoltoverkoston putkelle. Saneerausindeksiä laskettaessa putkelle annetaan osapisteitä tiettyin kriteerein ja painotuksin. Annetuista osapisteistä lasketaan saneerausindeksi, jota korjataan laskuttamattoman veden ja jäteveden osuuden perusteella. Lopuksi vesihuoltoverkosto jaotellaan viiteen kriittisyysluokkaan korjattujen saneerausindeksien perusteella.

Vesihuoltoverkoston jokaiselle putkelle määritetään saneerausajankohta olettaen, että putket tulee saneerata, kun niiden rakentamisesta on kulunut 60 vuotta. Määritettäessä saneerausajankohta edellä mainitulla tavalla, pystytään näyttämään, miten vesihuoltoverkoston saneeraustarve ja -kustannukset kehittyvät tulevina vuosikymmeninä. Tämän lisäksi on esitetty, kuinka paljon tiettyyn kriittisyysluokkaan kuuluvia putkia tulee saneerata vuosikymmeninä.

Raumalla suunnittelualueen vesihuoltoverkoston keskimääräinen saneeraustarve oli 2 500 m/a ja -kustannukset 290 000 €/a, Kankaanpäässä 9 300 m/a ja 960 000 €/a, Laitilassa 3 400 m/a ja 400 000 €/a ja Nousiaisissa 3 400 m/a ja 320 000 €/a. Pilottilaitoksissa saneeraustarpeen maksimin ajankohta vaihtelee sen mukaan, milloin vesihuoltoverkosto on kyseisessä laitoksessa rakennettu. Laitilassa saneeraustarve on suurin vuosina 2027–2036, Raumalla 2037–2046 sekä Kankaanpäässä ja Nousiaisissa 2047–2056.

On suositeltavaa, että vesihuoltolaitokset varautuvat tulevien vuosikymmenten aikana kasvavaan vesihuoltoverkoston saneeraustarpeeseen aloittamalla verkostosaneerauksen jo ennen, kuin putket saavuttavat laskennallisen saneerausiän. Näin voidaan toimia esimerkiksi ottamalla luokkien 5 ja 4 putkia sa-

neerausohjelmaan etupainotteisesti. Tällöin saadaan tasattua saneeraustarpeen huippua ja vuotuisia saneerauskustannuksia. Lisäksi vesihuoltolaitoksella on paremmat mahdollisuudet toteuttaa vesihuoltoverkoston saneerausta suunnitelmallisesti verkoston ikääntymisestä aiheutuvien häiriöiden korjaamisen sijaan.

Vesihuoltoverkostossa esiintyviä häiriöitä voidaan tehokkaimmin ennalta ehkäistä huolehtimalla rakentamisen laadusta. Jotta rakennettavien ja saneerattavien vesihuoltoverkostojen käyttöikä olisi mahdollisimman pitkä, tulee vesihuoltolaitosten panostaa työmaavalvontaan. Tämä koskee sekä uusien verkostoalueiden rakentamista että olemassa olevan vesihuoltoverkoston saneerausta.

Jatkossa vesihuoltolaitosten tulisi panostaa johtotietokannan ylläpitoon ja verkoston hallintaan. Johtotietokantaan tulisi kerätä johtojen perustietojen lisäksi mm. häiriötiedot. Myös vesijohto- ja jätevesiviemäriverkoston virtausmittausta tulisi kehittää. Kyseisten tietojen avulla voidaan tarkentaa saneerausindeksilaskentaa. Lisäksi vesijohto- ja jätevesiviemäriverkoston virtausmittausten avulla voidaan paikantaa verkoston vuotokohtia ja vähentää vuotovesien aiheuttamia kustannuksia.

Saneerausindeksilaskennan perusteella suoritettu vesihuoltoverkoston luokittelu kuvaa vesihuoltoverkoston nykytilaa tämän hetkisten lähtötietojen valossa. Vesihuoltolaitosten panostaessa verkostosaneeraukseen vesihuoltoverkoston kunto paranee, lähtötiedot tarkentuvat ja vuotovesien määrä verkostossa vähenee. Lisäksi kun vesihuoltolaitokset parantavat verkostohallintaansa erilaisten mittausten avulla, tarkentuvat lähtötiedot entisestään. Onkin suositeltavaa, että saneerausindeksilaskenta ja vesihuoltoverkoston luokittelu suoritetaan uudelleen viiden vuoden välein. Tällöin saadaan todenmukaisempi kuva vesihuoltoverkoston tilasta.

# Lähteet

- Kekki, T., Keinänen-Toivola, M., Kaunisto, T., Luntamo, M., Talousveden kanssa kosketuksissa olevat verkostomateriaalit Suomessa, 2007
- Kekki, T., Keinänen-Toivola, M., Kaunisto, T., Luntamo, M., Vesijohtomateriaalien vauriot ja käyttöikä Suomessa, 2008
- Laakso, T., Efesus-hankkeen loppuraportti, 2015
- Luomanen, T., Hanski, J., Oulasvirta, L., Vesihuoltoverkoston kunnon ja arvon määrittäminen, 2013
- Maa- ja Metsätalousministeriö, Vesihuoltoverkoston nykytila ja saneeraustarve, YVEStutkimuksen päivitys, 2008
- Rakennetun omaisuuden tila, 2015
- Rintala, S., Muovisten vesijohtojen pitkäaikaiskestävyys, 2003
- Syachrani, S., Advanced sewer asset management using dynamic deterioration models, 2010

# Liitteet

## Liite 1. Saneerausindeksin laskeminen – esimerkkilaskelma

Tässä liitteessä on esitetty saneerausindeksilaskennan eteneminen vaihe vaiheelta yhdelle vesihuoltoverkoston putkelle. Lisäksi liitteessä on esitetty, miltä laskennat tulokset näyttävät Excel-tiedostossa.

### Lähtötiedot

Seuraavassa taulukossa on esitetty tiedot putkesta, jolle saneerausindeksilaskenta suoritetaan.

Taulukko 1. Esimerkkilaskennassa käytetyn putken tiedot.

Tyyppi	Jätevesiviemäri
Halkaisija	160 mm
Materiaali	M
Rakentamivuosi	1972
Pituus	72 m
Etäisyys ojasta	74 m
Etäisyys vesistöstä/suosta	903 m
Etäisyys hulevesiviemäristä	58 m
Vuotavuus	0,6 l/s x km

Seuraavassa taulukossa on esitetty lähtötiedot jätevesiviemäriverkostosta, johon esimerkkilaskennassa käytetty putki kuuluu.

Taulukko 2. Lähtötiedot jätevesiviemäriverkostosta, johon esimerkkilaskennassa käytetty putki kuuluu.

Pienin halkaisija	63 mm
Suurin halkaisija	600 mm
Pienin verkostossa esiintyvä vuotavuus	0 l/s x km
Suurin verkostossa esiintyvä vuotavuus	3,6 l/s x km
Laskuttamattoman jäteveden osuus	46 %

Seuraavassa taulukossa on esitetty laskennassa käytettävät osapisteiden painotukset.

Taulukko 3. Laskennassa käytettävät osapisteiden painotukset.

Halkaisija	10 %
Materiaali	10 %
Rakentamivuosi	25 %
Vuotavuus	25 %
Etäisyys ojasta	10 %
Etäisyys vesistöstä/suosta	10 %
Etäisyys hulevesiviemäristä	10 %

## Halkaisija

Halkaisijan mukaan määräytyvät osapisteet noudattavat suoran yhtälöä

$$y = k \cdot x + b$$

missä  $y$  on osapisteiden määrä,  $k$  on suoran kulmakerroin,  $x$  on tarkasteltavan putken halkaisija ja  $b$  on kohta, jossa suora leikkaa  $y$ -akselin. Kulmakerroin  $k$  lasketaan seuraavan kaavan mukaan

$$k = \frac{\text{maksimiosapisteet} - \text{minimiosapisteet}}{\text{suurin halkaisija} - \text{pienin halkaisija}} = \frac{10 - 0}{600 - 63} = 0,018622.$$

Putkelle annetaan 0 osapistettä, mikäli sen halkaisija on 63 mm. Kyseistä tietoa hyödynnetään  $b$ :n ratkaisemiseen seuraavasti:

$$0 = 0,018622 \cdot 63 + b \leftrightarrow b = -0,018622 \cdot 63 = -1,1732.$$

Tarkasteltavan putken halkaisijan mukaiset osapisteet ovat

$$y = 0,018622 \cdot 160 - 1,1732 = 1,806.$$

Tarkasteltavan putken halkaisijan mukaiset painotetut osapisteet ovat

$$y_{\text{painotettu}} = 10 \% \cdot 1,806 = 0,2.$$

## Materiaali

Materiaalin mukaiset osapisteet määräytyvät seuraavan taulukon mukaan.

Taulukko 4. Materiaalin mukaiset osapisteet.

Materiaali	Pisteet	Materiaali	Pisteet
B	10	Mannesmann	10
Bk	10	T	10
A	10	PEH	5
AK	10	PEL	5
Himaniitti	10	PEM	5
V	10	M	5
Vk	10	PVC	5
Harmaa	10	X	5

Tarkasteltavan putken materiaali on M, joten se saa 5 osapistettä. Materiaalin mukaiset painotetut osapisteet ovat

$$y_{\text{painotettu}} = 10 \% \cdot 5 = 0,5.$$

## Rakentamisvuosi

Mikäli putken rakentamisvuosi on pienempi kuin 1956, se saa 10 osapistettä. Rakentamisvuoden ollessa välillä 1956–2016 osapisteet noudattavat suoran yhtälöä

$$y = k \cdot x + b.$$

Kulmakerroin  $k$  lasketaan seuraavasti

$$k = \frac{\text{minimiosapisteet} - \text{maksimiosapisteet}}{\text{suurin rakentamisvuosi} - \text{pienin rakentamisvuosi}} = \frac{0 - 10}{2016 - 1956} = -0,1667.$$

Putkelle annetaan 0 osapistettä, mikäli sen rakentamisvuosi on 2016. Kyseistä tietoa hyödynnetään  $b$ :n ratkaisemiseen seuraavasti:

$$0 = -0,1667 \cdot 2016 + b \leftrightarrow b = 0,1667 \cdot 2016 = 336.$$

Tarkasteltavan putken rakentamisvuoden mukaiset osapisteet ovat

$$y = -0,1667 \cdot 1972 + 336 = 7,268.$$

Tarkasteltavan putken rakentamisvuoden mukaiset painotetut osapisteet ovat

$$y_{\text{painotettu}} = 25 \% \cdot 7,268 = 1,8.$$

## Vuotavuus

Vuotavuuden mukaan määräytyvät osapisteet noudattavat suoran yhtälöä

$$y = k \cdot x + b.$$

Kulmakerroin  $k$  lasketaan seuraavasti

$$k = \frac{\text{maksimiosapisteet} - \text{minimiosapisteet}}{\text{suurin vuotavuus} - \text{pienin vuotavuus}} = \frac{10 - 0}{3,6 - 0} = 2,7778.$$

Putkelle annetaan 0 osapistettä, mikäli sen vuotavuus on 0 l/s x km. Kyseistä tietoa hyödynnetään  $b$ :n ratkaisemiseen seuraavasti:

$$0 = 2,7778 \cdot 0 + b \leftrightarrow b = 0.$$

Tarkasteltavan putken rakentamisvuoden mukaiset osapisteet ovat:

$$y = 2,7778 \cdot 0,6 = 1,667.$$

Tarkasteltavan putken rakentamisvuoden mukaiset painotetut osapisteet ovat

$$y_{\text{painotettu}} = 25 \% \cdot 1,667 = 0,42.$$



## Etäisyys ojasta

Mikäli putken etäisyys ojasta on alle 5 m, se saa 10 osapistettä. Muussa tapauksessa putki saa 0 osapistettä. Tarkasteltavan putken etäisyys lähimmästä ojasta on 74 m, joten se saa 0 osapistettä. Täten myös painotetut osapisteen arvot ovat 0.

## Etäisyys vesistöä/suosta

Mikäli putken etäisyys vesistöä/suosta on alle 20 m, se saa 10 osapistettä. Muussa tapauksessa putki saa 0 osapistettä. Tarkasteltavan putken etäisyys lähimmästä vesistöä/suosta on 903 m, joten se saa 0 osapistettä. Täten myös painotetut osapisteen arvot ovat 0.

## Etäisyys hulevesiviemäristä

Mikäli putken etäisyys hulevesiviemäristä on alle 5 m, se saa 0 osapistettä muussa tapauksessa putki saa 10 osapistettä. Tarkasteltavan putken etäisyys lähimmästä hulevesiviemäristä on 58 m, joten se saa 0 osapistettä. Painotetut osapisteen arvot ovat  $10\% \times 10 = 1$ .

## Saneerausindeksi

Tarkasteltavan putken saneerausindeksi lasketaan seuraavasti

$$SI = \frac{\sum \text{painotus} \cdot \text{osapisteen arvot}}{\sum \text{Painotus} \cdot \text{maksimiosapisteen arvot}} \cdot 100\% = \frac{0,2+0,5+1,8+0,42+0+0+1}{10} \cdot 100\% = 39\%.$$

## Saneerausindeksin korjaus

Laskettua saneerausindeksiä korjataan laskuttamattoman jäteveden osuuden mukaan. Laskuttamattoman jäteveden osuuden ollessa alle 30 %, saneerausindeksi pidetään ennallaan. Mikäli osuus on yli 30 %, korjauksen suuruus noudattaa suoran yhtälöä

$$y = k \cdot x + b.$$

Kulmakerroin k lasketaan seuraavasti

$$k = \frac{\text{maksimikorjaus} - \text{minimikorjaus}}{\text{suurin laskuttamaton osuus} - \text{pienin laskuttamaton osuus}} = \frac{30 - 0}{60 - 30} = 1.$$

Putkelle laskettua saneerausindeksiä korjataan 0%-yks, mikäli laskuttamattoman jäteveden osuus on 30 % tai alle. Kyseistä tietoa hyödynnetään b:n ratkaisemiseen seuraavasti:

$$0 = 1 \cdot 30 + b \leftrightarrow b = -30.$$

Tarkasteltavan putken laskettua saneerausindeksiä korjataan

$$y = 1 \cdot 46 - 30 = 16\% - \text{yks.}$$

Tarkasteltavan putken korjattu saneerausindeksi on

$$SI_{\text{korjattu}} = 39\% \cdot 16\% = 55\%.$$

## Luokitus

Tarkasteltavan putken saneerausindeksi on 55 %, se kuuluu kriittisyysluokkaan 3 seuraavan taulukon mukaisesti.

Taulukko 5. Kriittisyysluokan määräytyminen.

Luokka	Saneerausindeksi
1	0–19 %
2	20–39 %
3	40–59 %
4	60–79 %
5	80 %–

## Saneerauskustannukset

Putkelle arvioidaan saneerauskustannukset seuraavassa taulukossa esitettyjä yksikkökustannuksia käyttäen.

Taulukko 6. Saneerauskustannusten arvioinnissa käytettävät yksikköhinnat.

Vesijohto		Jätevesiviemäri	
Halkaisija (mm)	Kustannukset (€/m)	Halkaisija (mm)	Kustannukset (€/m)
0–160	55	0–200	80
160–315	170	200–500	160
> 315	260	500–1 000	590
		> 1 000	850

Tarkasteltavan putken saneerauskustannukset arvioidaan seuraavasti

$$\text{Saneerauskustannukset} = \text{pituus} \cdot \text{yksikkökustannus} = 78 \text{ m} \cdot 80 \text{ €/m} = 6240 \text{ €}.$$

## SANEERAUSINDEKSILASKENTA, VESIJOHTOVERKOSTO

LÄHTÖTIEDOT									LASKETUT OSAPISTEET						SANEERAUSINDEKSI, LUOKITUS, SANEERAUSKUSTANNUKSET		
tunniste	LAJI	HALKAISIJA	MATERIAALI	Rakentamivuosi	PITUUS	Vuotavuus	Laskuttamaton%	Halkaisija_p	Materiaali_p	Rakentamivuosi_p	Vuotavuus_p	Yhteensä_p	korjaus	Yhteensä_p_korjattu	LUOKKA	Kustannukset (€)	
V 63 PEH 199556.3402	V	63	PEH	1995	56		17	0,23	1,15	1,89		33	7	40	2	3099	
V 63 M 201013.8209	V	63	M	2010	14		17	0,23	1,15	0,54		19	7	26	2	760	
V 63 M 197656.3228	V	63	M	1976	56		17	0,23	1,15	3,60		50	7	57	3	3098	
V 100 HIMANIITTI 197541.123	V	100	HIMANIITTI	1975	41		17	0,46	2,30	3,69		65	7	72	4	2262	
V 100 V 1975104.769	V	100	V	1975	105		17	0,46	2,30	3,69		65	7	72	4	5762	
V 100 MANNESMANN 197597.9585	V	100	MANNESMANN	1975	98		17	0,46	2,30	3,69		65	7	72	4	5388	
V 200 HIMANIITTI 197565.5268	V	200	HIMANIITTI	1975	66		17	1,07	2,30	3,69		71	7	78	4	11140	
V 200 PEH 198030.5745	V	200	PEH	1980	31		17	1,07	1,15	3,24		55	7	62	4	5198	
V 280 PVC 197664.9121	V	280	PVC	1976	65		17	1,56	1,15	3,60		63	7	70	4	11035	
V 280 PVC 199051.9321	V	280	PVC	1990	52		17	1,56	1,15	2,34		51	7	58	3	8828	
V 400 HIMANIITTI 197250.8823	V	400	HIMANIITTI	1972	51		17	2,30	2,30	3,96		86	7	93	5	13229	
V 400 PVC 2003208.519	V	400	PVC	2003	209		17	2,30	1,15	1,17		46	7	53	3	54215	

## SANEERAUSINDEKSILASKENTA, JÄTEVESIVIEMÄRI

LÄHTÖTIEDOT									LASKETUT OSAPISTEET								SANEERAUSINDEKSI, LUOKITUS, SANEERAUSKUSTANNUKSET					
tunniste	LAJI	HALKAISIJA	MATERIAALI	RAKENTAMISVUOSI	PITUUS	ojat_tiet	vesistot	hulevesi	vuotavuus	Laskuttamaton%	halkaisija_p	materiaali_p	rakentamivuosi_p	vuotavuus_p	ojat_tiet_p	vesistö_p	hule_p	Yhteensä_p	korjaus	Yhteensä_p_korjattu	LUOKKA	Kustannukset (€)
J 160 M 197278.0004	J	160	M	1972	78	0	0	0	0,6	46	0,2	0,5	1,83	0,42	0	0	1	39	16	55	3	6240
J 160 PVC 198547.0405	J	160	PVC	1985	47	0	0	0	2,0	46	0,2	0,5	1,29	1,39	0	0	1	44	16	60	3	3763
J 160 PVC 201233.6355	J	160	PVC	2012	34	0	0	1	0,9	46	0,2	0,5	0,17	0,63	0	0	0	15	16	31	2	2691
J 225 PVC 198154.6032	J	225	PVC	1981	55	0	0	0	0,9	46	0,3	0,5	1,46	0,63	0	0	1	39	16	55	3	8737
J 225 PVC 199448.4336	J	225	PVC	1994	48	0	0	0	2,0	46	0,3	0,5	0,92	1,39	0	0	1	41	16	57	3	7749
J 225 B 19546.3232	J	225	B	1954	6	1	0	0	2,0	46	0,3	1,0	2,50	1,39	1	0	1	72	16	88	5	1012
J 225 B 200854.4192	J	225	B	2008	54	0	0	0	1,4	46	0,3	1,0	0,33	0,97	0	0	1	36	16	52	3	8707
J 300 B 196455.8147	J	300	B	1964	56	0	0	0	0,6	46	0,4	1,0	2,17	0,42	0	0	1	50	16	66	4	8930
J 300 B 19949.03427	J	300	B	1994	9	0	0	1	2,0	46	0,4	1,0	0,92	1,39	0	0	0	37	16	53	3	1445
J 400 PVC 197536.6495	J	400	PVC	1975	37	0	0	0	2,0	46	0,6	0,5	1,71	1,39	0	0	1	52	16	68	4	5864
J 400 PVC 200728.4651	J	400	PVC	2007	28	0	0	1	2	46	0,6	0,5	0,38	1,39	0	0	0	29	16	45	3	4554
J 400 B 197845.0678	J	400	B	1978	45	0	0	0	0,1	46	0,6	1,0	1,58	0,07	0	0	1	43	16	59	3	7211
J 400 B 19807.87051	J	400	B	1980	8	1	0	0	2	46	0,6	1,0	1,50	1,39	1	0	1	65	16	81	5	1259
J 400 B 199430.9126	J	400	B	1994	31	0	0	0	2	46	0,6	1,0	0,92	1,39	0	0	1	49	16	65	4	4946
J 500 PVC 198233.5826	J	500	PVC	1982	34	0	0	0	0,1	46	0,8	0,5	1,42	0,07	0	0	1	38	16	54	3	19814
J 500 B 197950.8652	J	500	B	1979	51	0	0	0	0,1	46	0,8	1,0	1,54	0,07	0	0	1	44	16	60	4	30010
J 500 B 200046.4839	J	500	B	2000	46	0	0	0	2	46	0,8	1,0	0,67	1,39	0	0	1	49	16	65	4	27425
J 600 B 197546.2056	J	600	B	1975	46	1	0	0	2	46	1,0	1,0	1,71	1,39	1	0	1	71	16	87	5	27261
J 600 B 200017.6086	J	600	B	2000	18	0	0	1	2	46	1,0	1,0	0,67	1,39	0	0	0	41	16	57	3	10389

## Liite 2. Yleisesti käytetyt vesihuoltoverkoston kaivamattomat saneerausmenetelmät

### Pitkäsujutus

Pitkäsujutusta voidaan käyttää sekä vesijohdon että jätevesiviemärin saneeraamiseen. Pitkäsujutuksessa olemassa olevan putken sisään vedetään halkaisijaltaan alkuperäistä putkea pienempi putki. Putkimateriaalina käytetään yleensä polyeteeniä. Pitkäsujutuksen yhteydessä vesijohdon ja jätevesiviemärin halkaisija pienenee, joten pitkäsujutus sopii saneerausmenetelmäksi vain sellaisille verkosto-osuuksille, joilla vesijohdon tai jätevesiviemärin kapasiteetti saa pienentyä.

Vesijohdon pitkäsujutuksessa uusi vesijohto vedetään katkaistuun vesijohtoon kaivannosta. Vesijohtoa saneerattaessa tulee kiinnittää huomiota siihen, ettei sujutusputki vaurioidu, kun sitä taivutetaan olemassa olevan putken sisään. Lisäksi sujutettavan putkiosuuden tulisi olla mahdollisimman suora, sillä sujutusputki voi vaurioitua, mikäli saneerattavassa putkessa on kulmia.

Jätevesiviemärin pitkäsujutuksessa käytetään yleisesti korruugoitua putkea. Tällaista putkea saadaan taivutettua niin, että putken vetäminen ja ohjaaminen olemassa olevan viemäriputken sisään onnistuu viemärikaivon kautta. Tällöin saneerauksen yhteydessä ei tarvitse tehdä lainkaan kaivantoja. Pitkäsujutuksen etu jätevesiviemäreiden saneerauksessa pitkäsujutukseen nähden on se, että sujutusputken liitokset tehdään hitsaamalla, eikä putkessa näin ollen ole muhviiliitoksia. Lisäksi saneerattavassa jätevesiviemärissä olevat suuntapoiikkeamat eivät haittaa sujutusta. Pitkäsujutuksessa jätevesiviemärin ns. piiloliitosten uusiminen vaatii kaivannon.

### Pätkäsujutus

Pätkäsujutus on jätevesiviemärin saneerausmenetelmä, jossa olemassa olevan jätevesiviemärin sisään asennetaan yleensä kaivosta käsin tunkkaamalla tähän tarkoitukseen valmistettuja kumitiivisteellä varustettuja noin puolen metrin mittaisia putkia. Putkien liitostapana on vetoa kestävä muhviiliitos kumirengastiivisteellä. Putkimateriaaleina käytetään polyeteeniä ja polypropeenia.

Mikäli sujutus halutaan tehdä viemärikaivosta käsin, kaivon halkaisijan tulee olla vähintään 800 mm. Sujutus voidaan tarvittaessa suorittaa myös kaivannosta. Saneerattaessa jätevesiviemäri pätkäsujuttamalla, saneerattavassa viemärissä ei saa olla suuntapoiikkeamia. Lisäksi viemärin piiloliitoksien uusiminen vaatii kaivannon.

Pätkäsujutuksen yhteydessä jätevesiviemärin halkaisija pienenee, joten pätkäsujutus soveltuu saneerausmenetelmäksi vain sellaisille viemäriinjoille, joilla jätevesiviemärin kapasiteetti saa pienentyä.

### Pakkosujutus

Pakkosujutusta käytetään pääasiassa vesijohdon saneeraamiseen. Pakkosujutus soveltuu kaikille putkimateriaaleille. Pakkosujutusta käytetään erityisesti niissä kohteissa, joissa vesijohdon kapasiteettia ei voida pienentää. Lisäksi pakkosujutuksessa putken halkaisijaa on mahdollista kasvattaa.

Pakkosujutuksessa olemassa oleva putki rikotaan ja avennetaan putkeen vedettävällä halkaisupäällä ja aventimella. Samalla rikotun putken sisään vedetään uusi putki.

Rajoitteena pakkosujutuksessa ovat saneerattavan putken kanssa samassa kaivannossa sijaitsevat vesijohdot, viemärit ja viemärikaivot, jotka voivat vaurioitua saneerauksen yhteydessä. Pakkosujutuksen yhteydessä tulee huomioida myös yläpuoliset rakenteet, kuten tiet, kadut ja piharakenteet.

## Muotoputkisujutus

Muotoputkisujutusta käytetään sekä vesijohtojen että jätevesiviemäreiden saneeraamiseen. Muotoputkisujutuksessa U-muotoon taivutettu putki vedetään olemassa olevan putken sisään joko kaivosta tai kaivannosta käsin. Tyypillisesti putki esilämmitetään ennen asennusta. Kun putki on vedetty olemassa olevan putken sisään, sen sisään painetaan kuumaa höyryä ja paineilmaan, jolloin sen alkuperäinen muoto ja halkaisija palautuvat ja uusi putki puristuu vanhan putken seinämiin kiinni.

Muotoputkisujutuksessa saneeratun putken sisähalkaisija pienenee vain sujutusputken seinämäpaksuuden verran.

Saneerattaessa jätevesiviemäriä muotoputki voidaan asentaa olemassa olevan viemäriputken sisään, vaikka putki ei olisikaan täysin suora. Lisäksi viemäriin piiloliitokset saadaan uusittua poraamalla, jolloin ei tarvita kaivantoa. Etuna muotoputkisujutuksessa on myös se, että saneeratun viemäriin kaivoväli koostuu yhdestä putkesta, eikä kaivovälillä ole yhtään muhviilitosta/saamaa.

## Sukkasujutus

Sukkasujutus on jätevesiviemäreiden sujutusmenetelmä, jossa olemassa olevan viemäriin sisään sujutetaan nestemäisellä hartsilla tai epoksilla kyllästetty polyesterihuovasta tai lasikuidusta valmistettu saumaton putki, ns. sukka. Sukka tuodaan yleensä valmiiksi hartsilla kyllästettynä ja kovettumista säätelevällä lisäaineella käsiteltynä kylmäkuljetuksena tehtaalta asennuspaikalle.

Sujutusputkeen johdetaan vettä, joka työntää ja kääntää sukan korjattavaan putkeen. Kun koko sukka on sujutettu, lämmitetään asennuksessa käytetty vesi, jotta kovettuminen alkaa. Kovettumisen tapahduttua putki jäähdytetään.

Myös muotoputkisujutuksessa viemäriin piiloliitosten tekeminen ilman kaivantoja on mahdollista ja sukka voidaan asentaa olemassa olevaan putkeen, vaikka putki ei olisikaan täysin suora. Myöskään sukkasujutuksessa saneerattuun putkeen ei jää muhviilitoksia/saumoja kaivovälille. Sukkasujutuksessa putken sisähalkaisija pienenee vain sukan seinämäpaksuuden verran. Sukkasujutusta käytetään erityisesti halkaisijaltaan suurten jätevesiviemäreiden saneeraamiseen, koska muut menetelmät eivät suurilla putkikoilla tule kyseeseen.

## Suuntaporaus

Suuntaporaus asennetaan uusi johto jo rakennetun putken rinnalle. Menetelmää käytetään teräs- ja muoviputkien sekä kaapeleiden asentamiseen. Suuntaporaus soveltuu parhaiten vesijohtojen ja paineviemäreiden asentamiseen. Menetelmää voidaan käyttää pehmeissä maalajeissa, kuten savessa ja siltissä. Suuntaporaus ei sovellu käytettäväksi kallioisessa tai moreenisessa maaperässä. Suuntaporaus vaatii kaivannot liitosten tekemistä ja laitteiden asentamista varten. Asennuksessa on huomioitava olemassa olevat rakenteet.

## Yhteenveto kaivamattomista saneerausmenetelmistä

Seuraavassa taulukossa on esitetty yhteenveto yleisesti käytössä olevista vesihuoltoverkoston kaivamattomista saneerausmenetelmistä.

Saneerausmenetelmä	Käyttökohde	Vaikutus putken halkaisijaan	Kaivannon tarve	Edut/rajoitukset muihin menetelmiin nähden
Pitkäsujutus	Vesijohto Viettoviemäri Paineviemäri	Pienenee vähintään yhden kokoluokan verran	Vesijohto: Tarvitaan sujutuksen aloitus- ja lopetuskaivanto. Lisäksi tarvitaan kaivanto liitosten, laitteiden ja kulmien kohdalle. Viettoviemäri: Sujutuskaivantoja ei tarvita, mikäli viemärikaivojen koko on $\geq 800$ mm. Piiloliitokset vaativat kaivannon. Paineviemäri: Kaivantojen tarve kuten vesijohdolla.	Asentaminen onnistuu kevyemmällä kalustolla kuin esim. pakkosujutuksessa, jolloin asentaminen on edullisempaa. Viettoviemäri: Sujutusputket on liitetty toisiinsa hitsaamalla, jolloin kaivovälille ei tule yhtään muhviiliitosta. Suuntapoiikkeamat eivät haittaa sujutusta.
Pätkäsujutus	Viettoviemäri	Pienenee vähintään yhden kokoluokan verran	Sujutuskaivantoja ei tarvita, mikäli viemärikaivojen koko on $\geq 800$ mm. Piiloliitokset vaativat kaivannon.	Saneerattavassa putkilinjassa ei saa olla suuntapoiikkeamia
Pakkosujutus	Vesijohto Paineviemäri	Säilyy ennallaan tai halkaisijaa voidaan kasvattaa.	Tarvitaan sujutuksen aloitus- ja lopetuskaivanto. Lisäksi tarvitaan kaivanto liitosten, laitteiden ja kulmien kohdalle	Soveltuu erityisesti kohteisiin, joissa putken kapasiteettia ei voida pienentää tai sitä halutaan kasvattaa. Vaatii raskaamman sujutuskaluston kuin esim. pitkäsujutus, jolloin asentaminen on kalliimpaa. Sujutuksessa tulee huomioida olemassa olevat rakenteet.
Muotoputkisujutus	Vesijohto Viettoviemäri Paineviemäri	Pienenee sujutusputken seinämän paksuuden verran	Vesijohto: Tarvitaan sujutuksen aloitus- ja lopetuskaivanto. Lisäksi tarvitaan kaivanto liitosten, laitteiden ja kulmien kohdalle. Viettoviemäri: Kaivantoja ei tarvita. Paineviemäri: Kaivantojen tarve kuten vesijohdolla.	Putken kapasiteetti ei juuri pienene. Putki voidaan sujuttaa, vaikka se ei olisikaan täysin suora. Viettoviemäriin piiloliitosten uusiminen ilman kaivantoa mahdollista. Viettoviemärisä saneeratun viemäriin kaivoväli koostuu yhdestä putkesta. Asentaminen vaatii raskaamman kaluston kuin esim. pitkäsujutus, jolloin asentaminen on kalliimpaa.
Sukkasujutus	Viettoviemäri	Pienenee sukan seinämävahvuuden verran	Kaivantoja ei tarvita, mikäli viemärikaivojen halkaisija on riittävän suuri. Kaivoista joudutaan kuitenkin usein poistamaan kartio asentamisen ajaksi.	Voidaan käyttää erityisesti halkaisijaltaan suuren viettoviemäreiden saneeraamiseen. Piiloliitosten uusiminen ilman kaivantoa mahdollista. Saneeratun viemäriin kaivoväli koostuu yhdestä putkesta.
Suuntaporaus	Vesijohto Paineviemäri	Olemassa oleva putki ei vaikuta asennettavan putken kokoon.	Kaivanto tarvitaan liitosten tekemistä ja laitteiden asentamista varten.	Vähäinen kaivantojen tarve. Putkikoko voidaan valita halutuksi. Asennuksessa tulee huomioida olemassa olevat rakenteet.

## Viemärikaivojen saneeraus

Jätevesiviemäreiden saneerauksessa viemärikaivojen saneeraaminen on vähintään yhtä tärkeää kuin viemäriputkien saneeraaminen. Mikäli saneerataan vain viemäriputket, on todennäköistä, että olemassa olevan putken ja sujutusputken väliin pääsevä vuotovesi virtaa putkien välitilaa pitkin seuraavaan kaivoon. Tällöin vuotovedet pääsevät kaivossa saneerattuun viemäriin, eikä vuotovesien määrä vähene. Erityisesti näin voi käydä, mikäli sujutusputken ja olemassa olevan putken välitilan täyttööön ja tiivistämiseen ei kiinnitetä erityistä huomiota.

Viemärikaivoja voidaan korjata/saneerata myös ilman, että viemäriputkia saneerataan. Pelkkien kaivojen saneeraamista tulee kuitenkin harkita tarkkaan, sillä myöhemmin, kun viemäriputkien saneeraaminen on ajankohtaista joudutaan kaivon saneeraus todennäköisesti purkamaan, jotta viemäriputken saneeraaminen onnistuu. Tällöin kaivo joudutaan saneeraamaan uudelleen. Viemärikaivojen pienimuotoisempaa korjaamista, esim. vuotojen injektointia, voidaan kuitenkin suositella vuotovesien vähentämiseksi.

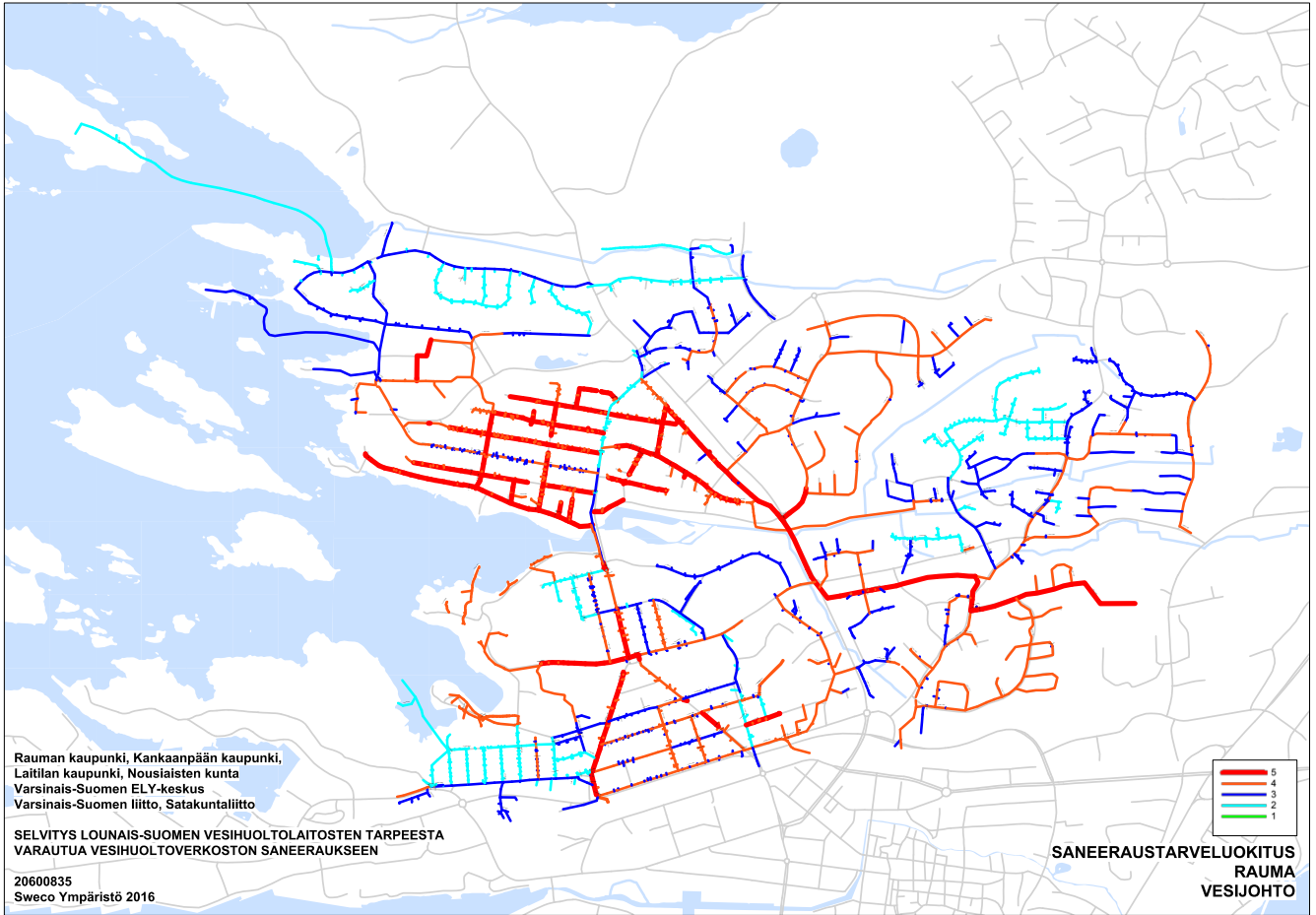
Viemärikaivojen yleisimpiä saneerausmenetelmiä ovat korjauskaivojen asentaminen ja kaivojen sementtilaastivuoraus. Lisäksi viemärikaivo voidaan saneerata asentamalla kaivon sisään lasikuitusukka. Kyseiset saneerausmenetelmät soveltuvat betoni- ja tiilikaivojen saneeraamiseen. Muoviset viemärikaivot joudutaan saneeraamaan auki kaivaen.

Korjauskaivoja käytettäessä vanhan betonisen viemärikaivon sisään asennetaan uusi pääsääntöisesti HDPE-muovista valmistettu tarkastuskaivo. Menetelmä ei vaadi betoni- tai tiilikaivon purkamista ja ylös kaivamista. Kaivon pohjaa joudutaan usein kuitenkin piikkaamaan. Korjauskaivon ja viemärikaivon väliin jäävä tila tulee täyttää esim. soralla tai injektoida betonilla. Edellä mainitusta syystä johtuen viemäriputken saneeraaminen korjauskaivon asentamisen jälkeen ei ole mahdollista ja korjauskaivojen käyttöä suositellaankin vain, jos myös viemäriputket saneerataan. Korjauskaivoa käytettäessä kaivon halkaisija pienenee, mikä voi haitata huoltotöiden tekemistä. Halkaisijan pieneneminen voi jopa estää huoltotyöt ilman kaivantoa, mikäli työntekijän pitää päästä kaivon sisään.

Sementtilaastivuorauksista voidaan käyttää syöpyneiden, rapautuneiden ja korroosiosta kärsineiden betonisten viemärikaivojen saneeraamiseen. Saneerauksen yhteydessä olemassa oleva kaivo tyhjenetään ja pestään. Vuotavat kohdat paikataan pikasementillä tai injektoidaan ja kaivo verkotetaan. Tämän jälkeen kaivo ruiskubetonoidaan kahteen kertaan siten, että lopullinen kerrospaksuus on noin 50 mm. Tarvittaessa sementtilaastin joukkoon lisätään lasikuituja sidosaineeksi riittävän kerrospaksuuden saavuttamiseksi. Sementtilaastivuorauksen yhteydessä kaivon pohja muotoillaan. Muotoilussa kiinnitetään erityistä huomiota kallistuksiin ja virtauksiin, jotta kertymien muodostuminen kaivon pohjalle estyy mahdollisimman tehokkaasti. Kohteissa, joissa esiintyy erityisen paljon viemärikaasuja (esim. viemäriinjat, joihin paineviemäri puretaan), ruiskubetonoitu kaivo pinnoitetaan korroosion estämiseksi. Ruiskubetonoidun kaivon halkaisija pienenee vain betonin kerrospaksuuden verran.

Käytettäessä kaivon saneeraukseen lasikuitusukkaa, olemassa oleva kaivo tyhjenetään ja pestään. Lisäksi kaivoon liitetyt viemäriputket lyhennetään kaivon seinämän tasolle. Vuotavat kohdat paikataan pikasementillä tai injektoidaan. Tämän jälkeen lasikuitusukka lasketaan kaivoon, pullautetaan muotoonsa ja kovetetaan UV-valolla. Kovettamisen jälkeen kaivon tehty viemäriinjat avataan poraamalla ja tiivistetään. Kaivon pohja joko betonoidaan tai laminoitetaan lasikuidulla. Lasikuitusukka soveltuu erityisen hyvin kohteisiin, joissa kaivon halkaisija ei saa saneerauksen yhteydessä merkittävästi pienentyä ja joissa esiintyy paljon betonia syövyttäviä viemärikaasuja. Tällaisia kohteita ovat esimerkiksi paineviemäreiden purkukaivot ja jätevedenpumppaamoiden tulokaivot.

# Liite 3. Mallikartta





Julkaisusarjan nimi ja numero Raportteja 10/2017				
Vastuualue Ympäristö ja luonnonvarat				
Tekijät Sweco Ympäristö Oy		Julkaisuaika Maaliskuu 2017		
		Kustantaja /Julkaisija Varsinais-Suomen elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus		
		Hankkeen rahoittaja/toimeksiantaja		
Julkaisun nimi <b>Vesihuoltoverkoston saneeraustarpeen selvittäminen</b> Työkalu varojen kohdentamiseen				
Tiivistelmä Suomessa vanhimmat vesihuoltoverkoston osat voivat olla yli sata vuotta sitten rakennettuja. Kiivainta vesihuoltoverkoston rakentaminen on ollut 1960–1970 -lukujen jälkeen.  Rakennetun vesihuoltoverkoston kunnan ylläpitäminen edellyttää jatkuvia saneeraustoimenpiteitä. Arvioiden mukaan vesihuoltoverkoston saneerauksen tulisi olla 3 % verkostopituudesta seuraavan kymmenen vuoden ajan.  Kuntotutkimuksiin ja saneerauksiin käytettävien varojen mahdollisimman tarkoituksen mukainen kohdentaminen on tärkeää, jotta investoinneista voidaan saada mahdollisimman suuri hyöty. Tässä selvityksessä on kerätty tietoa vesihuoltoverkoston materiaalien todellisesta käyttiästä sekä erilaisista saneerausmenetelmistä ja niiden soveltuvuudesta erilaisiin kohteisiin. Työn yhteydessä luotiin myös työkalu, menetelmä, jonka avulla vesihuoltolaitokset voivat määrittää vesihuoltoverkoston vuotuisen saneeraustarpeen ja -kustannukset. Siinä jokaiselle vesihuoltoverkoston putkelle määritetään saneerausindeksi. Sen perusteella kuntotutkimus- ja saneerausmäärärahat voidaan kohdentaa kriittisille verkoston osille.  Luotua työkalua testattiin neljän pilottilaitoksen (Rauman Vesi, Kankaanpään kaupunki, Laitilan kaupunki, Nousiaisten kunta) vesihuoltoverkostoille, joille määritettiin saneeraustarve (m/a) ja saneerauskustannukset (€/a) tulevien vuosikymmenien aikana.  Jatkossa vesihuoltolaitosten tulisi panostaa johtotietokannan ylläpitoon ja verkoston hallintaan. Johtotietokantaan tulisi kerätä johtojen perustietojen lisäksi mm. häiriötiedot. Myös vesijohto- ja jätevesiviemäriverkoston virtausmittausta tulisi kehittää. Kyseisten tietojen avulla voidaan tarkentaa saneerausindeksilaskentaa. Lisäksi vesijohto- ja jätevesiviemäriverkoston virtausmittausten avulla voidaan paikantaa verkoston vuotokohtia ja vähentää vuotovesien aiheuttamia kustannuksia.				
Asiasanat (YSA:n mukaan) saneeraus, vesihuolto, vesijohdot, viemärit				
ISBN (Painettu)	ISBN (PDF) 978-952-314-559-7	ISSN-L 2242-2846	ISSN (painettu)	ISSN (verkkajulkaisu) 2242-2854
www www.doria.fi/ely-keskus		URN URN:ISBN:978-952-314-559-7		Kieli Suomi
				Sivumäärä 98
Kustannuspaikka ja -aika Turku			Painotalo	

**RAPORTEJA 10 | 2017**  
**VESIHUOLTOVERKOSTON SANEERAUSTARPEEN SELVITTÄMINEN**  
**TYÖKALU VAROJEN KOHDENTAMISEEN**

**Varsinais-Suomen elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus**

**ISBN 978-952-314-559-7 (PDF)**

**ISSN-L 2242-2846**

**ISSN 2242-2854 (verkkajulkaisu)**

**URN:ISBN:978-952-314-559-7**

**[www.doria.fi/ely-keskus](http://www.doria.fi/ely-keskus) | [www.ely-keskus.fi](http://www.ely-keskus.fi)**