

VESIJOHTO- JA JÄTEVESIVIEMÄRIVERKOSTOJEN
SANEERAUSOHJELMA NAPAPIIRIN VESI OY:LLE

Elina Taipale

Opinnäytetyö
Tekniikka ja liikenne
Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka
Insinööri (AMK)

2018

Tekniikka ja liikenne
Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka
Insinööri (AMK)

Tekijä	Elina Taipale	Vuosi	2018
Ohjaaja(t)	Pekka Uutela		
Toimeksiantaja	Napapiirin Vesi Oy		
Työn nimi	Vesijohto- ja jätevesiviemäriverkostojen saneerausohjelma Napapiirin Vesi Oy:lle		
Sivu- ja liitesivumäärä	78 + 17		

Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli laatia vesijohto- ja jätevesiviemäriverkoston saneerausohjelma Napapiirin Vesi Oy:lle. Työssä laadittiin lyhyen tähtäimen saneerausohjelma vuosille 2019–2021 ja pitkän tähtäimen saneerausohjelma vuosille 2022–2028. Ohjelmien tarkoituksena oli määrittää vesijohto- ja jätevesiviemäriverkostojen lähitulevaisuuden saneerauskohteet, kohteiden kustannusarviot sekä vuosittaiset saneerausmäärät Rovaniemen alueella. Opinnäytetyössä käsiteltiin myös vesijohto- ja jätevesiviemäriverkostojen kuntotutkimus- ja saneerausmenetelmiä.

Vesijohto- ja jätevesiviemäriverkostojen saneeraustarvetta arvioitiin verkostojen ikä- ja materiaalitietojen sekä verkostoihin tehtyjen kuntotutkimusten perusteella. Nämä lähtöaineistot kerättiin ja käsiteltiin yhtenäiseen muotoon ja tuloksia analysoitiin keskenään. Saneerauskohteiden priorisointiin vaikuttivat verkostojen iän ja kunnan lisäksi Rovaniemen vedenkäyttäjien määrä, saneerauskustannukset sekä maanpäällisten rakenteiden sijainti.

Ohjelmia laadittaessa todettiin, että vesijohto- ja jätevesiviemäriverkoston tulisi tehdä enemmän ennakoivia ja automaatioon perustuvia jatkuvia kuntotutkimuksia, jotta verkostojen todellinen kunto ja saneeraustarve saataisiin selville. Verkostojen kunnossapitoa voitaisiin tehostaa, koska siten huonokuntoisenkin verkoston toimivuutta voidaan jatkaa hallitusti siihen asti, kunnes se on saneerausvuorossa. Myös eri saneerausmenetelmien käyttöä voitaisiin jatkossa selvittää, koska joissakin kohteissa muut menetelmät saattavat tulla edullisemmaksi kuin verkostojen saneeraaminen sujuttamalla tai auki kaivamalla. Tämän opinnäytetyön lopputuloksena saatiin tietoa verkostojen nykytilasta ja saneeraustarpeesta. Työtä tullaan käyttämään Napapiirin Vesi Oy:n toimesta Rovaniemen alueen saneerauksen määrärahoja ja saneerausjärjestystä päätettäessä.

Avainsanat kuntotutkimus, saneeraus, saneerausmenetelmä, saneerausohjelma, vesijohtoverkosto, jätevesiviemäriverkosto

Technology, Communication and
Transport
Degree Programme in Civil Engi-
neering
Bachelor of Engineering

Author	Elina Taipale	Year	2018
Supervisor	Pekka Uutela		
Commissioned by	Napapiirin Energia ja Vesi Oy		
Subject of thesis	Renovation Program of the Water and Sewer Networks for Napapiirin Vesi Oy		
Number of pages	78 + 17		

The purpose of this thesis was to create a water and sewer network renovation program for Napapiirin Vesi Oy. The aim was to make a short-term renovation program for the years between 2019 and 2021 and a long-term renovation program for the years between 2022 and 2028. The survey was done on the water and sewer networks in Rovaniemi and its purpose was to determine renovation destinations and their number for the near future. A budget was also made for the renovation programs. The objective was also to discuss the renovation methods.

The necessity of the water and sewer network renovation was based on the age of the network, the materials used and the condition surveys done in the networks. All the information of the network was gathered and the results were analyzed. The networks to be renovated were chosen due to the condition of the network, the number of water consumers in Rovaniemi, the budget and the structures above the ground.

To achieve a better condition of the water and sewer network, Napapiirin Vesi Oy should do proactive and continuous automated condition survey on the network. The maintenance of network is crucial, because even if the network is in a weak condition, a proper maintenance can prevent problems and delay the renovation to the future. Napapiirin Vesi Oy could use other methods of renovation in the future, because it may be more economical than cured-in-place pipes or excavation. The result of the thesis will be used by Napapiirin Vesi Oy when the company considers the need of renovation and plans the order of the renovation.

Key words condition survey, renovation, method of renovation, renovation program, water network, sewer network

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	8
2	VESIHUOLTOVERKOSTOT JA KUNTOTUTKIMUKSET	10
2.1	Vesihuollon nykytila Suomessa	10
2.2	Putkimateriaalien historiaa	11
2.3	Nykyiset putkimateriaalit	13
2.4	Jätevesiviemäriverkoston kuntotutkimukset	15
2.4.1	Savukoe	15
2.4.2	Videokuvaus	16
2.4.3	Jätevesien virtaamamittaus Vuove-menetelmällä	17
2.5	Vesijohtoverkoston kuntotutkimukset	19
2.5.1	Vesijohtoverkoston virtaamamittaus	19
2.5.2	Vesijohtovuotojen kuuntelu	20
2.5.3	Painekoe ja painemittaus	20
3	SANEERAUSMENETELMÄT	22
3.1	Auki kaivaminen	22
3.2	Sujutusmenetelmät	23
3.2.1	Pitkäsujutus	23
3.2.2	Pätkäsujutus	26
3.2.3	Pakkosujutus	27
3.2.4	Paikallaan kovetettava sujutusputki	29
3.2.5	Muotoputkisujutus	29
3.3	Suuntaporaus	30
3.4	Kaivojen saneeraus	32
3.5	Saneerausmenetelmän valintaan vaikuttavat tekijät	33
4	VESIHUOLLON NYKYTILA ROVANIEMELLÄ	36
4.1	Rovaniemen vesihuoltolaitoksen historiaa	36
4.2	Napapiirin Vesi Oy	38
4.3	Vesihuoltoverkoston materiaalit, koot ja pituus	39
4.3.1	Vesijohtoverkosto	39
4.3.2	Jätevesiviemäriverkosto	41
4.4	Vesijohtoverkoston kuntotutkimukset	44
4.5	Jätevesiverkoston kuntotutkimukset	44

4.6	Rovaniemellä käytetyt saneerausmenetelmät	47
4.7	Esimerkkejä saneerauskohteista	47
4.8	Yhteisrakentaminen Rovaniemellä	51
4.8.1	Yhteistyö Rovaniemen kaupungin kanssa.....	51
4.8.2	Yhteistyö Napapiirin Energia ja Vesi Oy:ssä	52
5	SANEERAUSTARVE JA SANEERAUSVELKA ROVANIEMELLÄ	54
5.1	Saneeraustarve	54
5.2	Kokemusperäinen tieto saneerauskustannusten muodostumisesta	58
5.3	Saneerausvelka	59
6	SANEERAUSOHJELMA.....	60
6.1	Saneerausohjelman hyödyt ja tavoitteet	60
6.2	Saneerauskohteiden valinta.....	60
6.3	Lyhyen tähtäimen saneerausohjelma	63
6.4	Pitkän tähtäimen saneerausohjelma	64
7	YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSET	66
	LÄHTEET.....	69
	LIITTEET	72

ALKUSANAT

Tämä opinnäytetyö tehtiin Napapiirin Vesi Oy:lle. Haluan kiittää projektissa mukana olleita ja minua auttaneita henkilöitä. Erityiset kiitokset työn ohjaajalleni Napapiirin Vesi Oy:n vesiverkoston kehityspäällikkö Hanna Liisanantille, joka antoi minulle tämän aiheen ja auttoi opinnäytetyön tekemisessä. Suuren avun työhöni antoi myös Napapiirin Vesi Oy:n vesiverkoston rakennuttaja Jukka Tiuraniemi. Kiitän myös Napapiirin Energia ja Vesi Oy:n Juha Harrinkoskea, Maija Massista, Mika Kovalaa, Kimmo Ollosta, Tarja Karkkolaa sekä Napapiirin Infra Oy:n Risto Niemeä avusta opinnäytetyöprojektini aikana. Kiitän myös Napapiirin Vesi ja Energia Oy:n muuta henkilökuntaa kannustamisesta opinnäytetyöprojektini aikana.

Kiitokset Eerola-Yhtiöt Oy:n Jari Rattolalle, joka antoi minulle tietoja liittyen Rovaniemen viemäriverkoston tukoksiin ja huuhteluihin. Kiitos myös ohjaajalleni Pekka Uutelalle ja äidinkielenopettajalleni Leena Ruokaselle avusta ja ohjeista. Haluan kiittää Lapin ammattikorkeakoulun opettajia kuluneista vuosista. Lämmin kiitos myös luokkalaisilleni R501R14S mukavista ja unohtumattomista opiskeluvuosista.

Viimeisenä haluan antaa suuret kiitokset läheisilleni ja erityisesti vanhemmilleni, jotka ovat tukeneet ja kannustaneet minua koko opiskeluaikani.

Rovaniemellä 13.2.2018

Elina Taipale

KÄYTETYT MERKIT JA LYHENTEET

Dimensio	Putken koko. Pyöreän ja sylinterinmuotoisen putken koko tarkoittaa sen ulkohalkaisijaa. (Uponor 2009, 279.)
EK-betoniputket	Tehtaalla valmistuksen yhteydessä asennetulla tiivisteellä varustettuja putkia. (RIL 237-2-2010, 104–105.)
Nave	Napapiirin Vesi Oy.
Neve	Napapiirin Energia ja Vesi Oy.
PE	Polyeteeni. Polyolefiineihin kuuluva kestumuovi. (Uponor 2009, 280.)
PE 40, PE 80, PE 100	Polyeteeniputkien materiaaliluokat esim. PE 100. (Muoviteollisuus ry, 5.)
PP	Polypropeeni. Polyolefiineihin kuuluva kestumuovi. (Uponor 2009, 280.)
PVC	Polyvinyylidikloridi. Kova PVC, johon ei ole lisätty pehmitimiä/ftalaateja. Kestomuovi. (Uponor 2009, 280.)
P	Pumppaamo. Tässä työssä pumppaamalla tarkoitetaan jätevedenpumppaamoja, joissa pumppaamolle tuleva jätevesi nostetaan puhdistamon tuloviemärissä tarvittavaan korkeuteen. (RIL 124-2-2004, 249.)
SDR-arvo	Standard Diameter Ratio, putken ulkohalkaisija/seinämän paksuus. (RIL 237-2-2010, 11; Muoviteollisuus ry, 7.)
SN	Nimellinen rengasjäykkyys. (Uponor 2009, 279.)

1 JOHDANTO

Tämä opinnäytetyö tehdään Napapiirin Vesi Oy:lle, joka kuuluu Napapiirin Energia ja Vesi -konserniin. Vesihuoltoverkoston saneeraukset toteutetaan katusaneerauksen yhteydessä yhteistyössä Rovaniemen kaupungin kanssa sekä yhteistyössä Napapiirin Energia ja Vesi Oy:n energiaverkkojen kanssa.

Verkkotietojärjestelmän mukaan Rovaniemellä saneerataan vuosittain keskimäärin 3,5 kilometriä vesijohtoa ja 2,5 kilometriä jätevesiviemäriä sekä uudisrakennetaan vuosittain keskimäärin 12 kilometriä vesijohtoa ja 8 kilometriä jätevesiviemäriä. Rovaniemen väestönkasvun myötä verkoston uudisrakentaminen on lisääntynyt, mikä tuo resurssi- ja kustannushaasteita verkoston saneeraamiseen. Runsaan uudisrakentamisen myötä kaupunki ja vesihuoltolaitos eivät voi investoida riittävästi saneerauksiin ja osa saneeraustarpeesta olevasta verkostosta on jäänyt saneeraamatta.

Rovaniemen kaupunki ja Rovaniemen maalaiskunta yhdistyivät Rovaniemen kaupungiksi vuonna 2006, minkä jälkeen Rovaniemen väkiluku kääntyi selvään nousuun. Yhdistämisen myötä vesihuoltolaitoksen ylläpitämien verkostojen määrä moninkertaistui. Vesihuoltoverkosto on hyvin laaja ja siirtoetäisyydet ovat pitkiä, mikä tuo haasteita verkoston saneeraamiseen. Lisäksi haasteena ovat ikääntyvä ja kunnan puolesta heikkenevä vesihuoltoverkosto sekä sen kapasiteetin riittämättömyys.

Tämän opinnäytetyön tavoitteena on laatia vesijohto- ja jätevesiviemäriverkostojen lyhyen ja pitkän tähtäimen saneerausohjelmat, jotta saadaan selville verkostojen nykytila sekä saneeraustarve. Ohjelmissa määritetään lähitulevaisuuden saneerauskohteet sekä selvitetään tarvittavat vuosittaiset saneerausmäärät. Lyhyen tähtäimen saneerauskohteille lasketaan kustannusarvio, jotta saneerauksille voidaan laatia riittävän tarkka budjetti. Saneerausohjelmassa suunnitellaan optimaalinen toteutusaikataulu huomioiden vesihuoltolaitoksen muut investointitarpeet ja taloudelliset mahdollisuudet sekä muut kunnalliset investoinnit, kuten katujen saneerausohjelma ja uusien alueiden rakentamisaikataulu. Opinnäytetyössä esitellään myös vesihuoltoverkkojen yhteistyötä Rovaniemen kaupungin sekä Napapiirin Energia ja Vesi Oy:n energiaverkkojen kanssa.

Tässä opinnäytetyössä esitellään vesijohto- ja jätevesiviemäriverkoston kuntotutkimusmenetelmiä sekä eri saneerausmenetelmiä, koska saneerausohjelma on pohjana myöhemmin tehtävälle vesihuoltoverkoston sujutusohjelmalle, jossa selvitetään erikseen sujutukseen soveltuvat johtolinjat. Työssä keskitytään vain vesijohto- ja jätevesiviemäriverkostoihin. Hulevesiviemäriverkosto jätetään pois työstä, koska se on melko uutta eikä se ole vielä saneeraustarpeessa. Työtä rajataan myös niin, että johtolinjojen kapasiteetti- ja painetarkastelut jätetään pois työstä.

2 VESIHUOLTOVERKOSTOT JA KUNTOTUTKIMUKSET

2.1 Vesihuollon nykytila Suomessa

Vesihuollon rakennetun omaisuuden tila on tällä hetkellä huono koko Suomessa. Vesihuollon järjestelmät ovat näkymättömissä, mutta niiden toiminnan häiriöttömyys on elintärkeää koko yhteiskunnalle. Vesihuollon tavoitteena on turvata laadultaan moitteettoman talousveden saatavuus, asianmukainen viemäröinti sekä jätevesien puhdistus. (ROTI 2017, 31.)

Suomessa toimii noin 1 500 vesihuoltolaitosta, joista yli 1 000 on vesiosuuskuntia tai muita yhteisöjä. Suomen talouksista reilu 90 % kuuluu vesihuoltolaitosten vesijohtoverkostojen ja noin 85 % jätevesiviemäriverkostojen piiriin. Suomessa vesijohtoverkoston kokonaispituus on n. 107 000 km ja jätevesi- ja hulevesiviemäriverkoston n. 50 000 km. Näihin lukuihin eivät sisälly kiinteistöjen tonttijohdot, joita arvioidaan olevan monia kymmeniä tuhansia kilometrejä. (ROTI 2017, 33–34.)

Suurin osa Suomen vesijohto- ja jätevesiviemäriverkostosta on rakennettu 1960–1980-luvuilla, mutta suurimpien kaupunkien keskustojen verkostojen vanhimmat osat voivat olla yli sata vuotta vanhoja. Viikkaimman rakennuskauden alussa putkimateriaalit olivat usein huonolaatuisia ja asennustyöt tehtiin kiireen takia huonosti. Näiden asioiden seurauksena useilla Suomen kunnilla on edessään saneeraushaaste verkostojen lähestyessä teknisen käyttöikänsä loppua. (ROTI 2017, 33.)

Suomessa vesijohto- ja jätevesiviemäriverkoston arvo on tällä hetkellä n. 6,5 miljardia euroa. Vesihuollon korjaus- ja korvausinvestointeihin käytetään vuosittain n. 120 miljoonaa euroa, mikä on liian pieni määrä omaisuuden arvon säilyttämiseksi ja vesihuollon toimintavarmuuden turvaamiseksi. Todellisen saneeraustarpeen arvioidaan olevan n. 320 miljoonaa euroa vuodessa. (ROTI 2017, 34.)

2.2 Putkimateriaalien historiaa

Vesijohtoverkosto

Vesijohtojen putkimateriaaleina käytettiin 1900-luvun alussa valurauta- ja teräsputkia. Muovi- ja asbestisementtiputket tulivat markkinoille vasta myöhemmin. Erittäin suurien paineputkien rakentamisessa käytettiin 1970-luvulla esijännitetyjä betoniputkia. Talajohtojen putkimateriaaleina käytettiin 1970-luvulla mm. kuparia, valurautaa ja terästä. (RIL 93, 267.)

Valurautaputkea pidettiin 1970-luvulla kestäväenä putkimateriaalina ja se oli silloin kallein putkimateriaali. Niitä käytettiin alueilla, joissa oli tonttijohtoja, sulkuventtiilejä, paloposteja ja paljon haaraumia. Valurautaputkia käytettiin, koska uuden rakentaminen ja korjaukset tulivat mm. kadunpäällysteen vuoksi kalliiksi ja kun perustusolosuhteet olivat vähintään tyydyttäviä. Putkien koot olivat 50–600 mm. (RIL 93, 267.)

Vesijohtoina käytetyistä teräsputkista tiedettiin jo 1970-luvulla, että niiden käyttöikä on valurautaputkia lyhyempi, joten niitä ei käytetty yhtä yleisesti kuin valurautaputkia. Teräsputkia käytettiin, kun putkeen kohdistui suuri dynaaminen rasitus, kuten liikenteen aiheuttama tärinä tai kun käytettiin hyvin suuria putkia. (RIL 93, 267.)

Metalliputkien käyttöikä on lyhentänyt putken ulkopuoliset ympäristöolosuhteet ja putken sisäpuolen veden laatu, jotka yhdessä tai erikseen ovat aiheuttaneet putken korroosiota. Putken sisäpuoliseen veden laatuun vaikuttavat pääasiassa veden pH ja vapaa hiilidioksidi. (RIL 124-2, 144–147.)

Asbestisementtiputkia käytettiin pitkillä ja haarautumattomilla putkilinjoilla sekä harvalla ja yksinkertaisella jakeluverkolla, kuten maaseututaajamien reuna-alueilla ja haja-asutusalueilla. Asbestisementtiputken asentaminen vaati hyvän maaperän ja se ei kestänyt dynaamista rasitusta. Asbestisementtisten paineputkien sisähalkaisijat olivat 100–1 200 mm. (RIL 93, 267.)

Muovisista paineputkista pehmeän PE-paineputken (PEL) sisähalkaisija oli 20–160 mm ja kovan PE-paineputken (PEH) sisähalkaisija oli 32–1 200 mm. PVC-putkien ulkohalkaisija oli 63–315 mm. (RIL 93, 267.)

Jätevesiviemäriverkosto

Jätevesiviemärien tärkeimpiä putkimateriaaleja 1900-luvun alkupuolella olivat betoni ja lasitettu savi. Niiden lisäksi käytettiin jonkin verran asbestisementti-, valurauta- ja puuputkia. (RIL 93, 299.)

Betoniputkien valmistuksessa noudatettiin Suomen kuntatekniikan yhdistyksen (SKTY) laatimia betoninormeja. Putkikoot olivat sisähalkaisijaltaan 100, 150, 225, 300, 400, 500, 600, 800, 1 000, 1 200, 1 400, 1 600, 1 800 ja 2 000 mm. Betonit jaettiin lujuuden mukaan luokkiin A, B, C ja D. (RIL 93, 300.)

Lasitettuja ja poltettuja saviputkia käytettiin kohteissa, joissa muu putkimateriaali olisi saattanut syöpyä maaperässä tai jätevedessä olevien syövyttävien aineiden vaikutuksesta. Saviputkia ei normitettu kuten betoniputkia. Ne olivat myös kalliita ja niillä oli huono mekaaninen kestävyys verrattuna betoniputkiin. (RIL 93, 302.)

Muoviputket yleistyivät Suomessa 1970-luvulla. Ensimmäisenä muoviputkien käyttökohteena olivat vesistöön asennettavat purkuputket. Purkuputkena käytettävä putki saattoi olla seinämältään ohut, koska purkuputken paine oli pieni. Purkuputken materiaali oli polyeteeniä ja putkikokoja oli 1 500 mm sisähalkaisijaan asti. (RIL 93, 303.)

PVC:tä, PE:tä ja lasikuituvahvisteisia polyesterimuoviputkia ryhdyttiin käyttämään maaviemäriputkina 1970-luvulla. Muoviputkia pidettiin hydraulisesti tehokkaina, niiden sisäpinta oli täysin sileä ja putken keveys sekä suuri pituus helpottivat rakennustöitä. Niiden ominaisuuksiin kuului myös tiiveys ja putket olivat helposti liitettäviä. PVC-putkien ulkohalkaisijat olivat 75, 110, 160, 200, 250, 315 ja 400 mm. PE-putkien ulkohalkaisijat olivat 63, 75, 90, 110, 140 ja 160 mm. (RIL 93, 302–303.)

Valurauta- ja asbestisementtiputkia käytettiin johto-osilla, joissa putken tiiveysvaatimukset olivat ehdottomat. Tällaisia paikkoja olivat mm. pohjavedenottamoiden lähisuojavyöhykkeet. Puuputkia käytettiin viemäreiden purkujohtoina. Puuputken etuina pidettiin niiden kokoamista pitkinä johto-osina, niiden suhteellisen pitkää kestoikää veden alla sekä ennen kaikkea sitä, että putket valmistettiin suomalaisesta puusta. (RIL 93, 303.)

Jätevesiviemärien putkimateriaalina käytettiin ennen myös yhdistettyjä putkirkenteitä, joissa muovi- ja betoniputkia yhdistettiin. Tällöin putken runko valettiin betonista ja sisäpinta suojattiin muovikerroksella. Näin putkesta saatiin hydraulisesti tehokas, korroosiokestävä ja mekaanisesti luja putki. (RIL 93, 303.)

2.3 Nykyiset putkimateriaalit

Vesijohtoverkosto

Nykyisin vesijohtojen yleisimpiä materiaaleja ovat polyeteeni (PE), polyvinyylikloridi (PVC), pallografiittirauta (SG) sekä suurissa ja erityiskohteissa teräs. Vesijohtomateriaalien, putkien, putkiyhteiden, laitteiden ja muiden tarvikkeiden tulee olla suunnitelma-asiakirjojen vaatimusten ja voimassaolevien normien, standardien ja määräysten mukaisia. (RIL 237-2-2010, 68.)

Putkien valmistuksen yhteydessä putken kylkeen on tehtävä merkinnät, joista selviävät mm. putken nimi, koko, putken luokka, seinämän paksuus sekä valmistuserä. Merkintöjen on noudatettava viranomaisten asettamia määräyksiä, jotka ovat erilaisia riippuen putken käyttötarkoituksesta. (RIL 237-2-2010, 71.)

Nordic Poly Mark (NPM) on vuodesta 2004 käytössä ollut pohjoismainen laatu- ja sertifiointimerkki muoviputkijärjestelmille, joka kertoo, että tuotteet täyttävät EN-standardit ja pohjoismaiset korkeat laatuvaatimukset. NPM-laatumerkillä varustetut putket täyttävät CE-merkinnän vaatimukset, vaikka putkessa ei olisi CE-merkintää. (Nordic Poly Mark 2017; RIL 237-2-2010, 71.)

Painevesijohtoina käytetään polyeteeniä, polypropeenia ja polyvinyylikloridia. Muoviset paineputket ja niiden lyhenteet ovat:

- PE 40, PE 63, PE 80 ja PE 100 polyeteeni
- PP polypropeeni
- PVC polyvinyylikloridi

(RIL 237-2-2010, 73.)

Standardisoitujen PE-paineputkien yleisimmät SDR-luokat ovat 11, 17 ja 26. Muoviset paineputket on jaettu PE-putkien osalta paineluokkiin PN 3.2...20 ja

PVC-putkien osalta luokkiin PN 6...16. Paineluokka kertoo sisäisen ylipaineen kestävyuden. (Muoviteollisuus ry, 7; RIL 237-2-2010, 73–74.)

Valurautaisina vesijohtoina käytetään ns. SG-putkia, jotka on valmistettu pallografiitista sisältäen sisä- ja ulkopuolisen pinnoitteen. Sisäpuolisena pinnoitteena käytetään keskipakovalettua betonivuorausta, joka on valmistettu sulfaatinkestävästä masuunikuonasementistä. Ulkopuolisena pinnoitteena käytetään esim. sinkkialumiinia ja epoksi- tai polyeteenikalvoa. (RIL 237-2-2010, 75.)

Teräsputkia käytetään päävesijohdoissa, joissa käyttöpainne on normaalisti enintään 16 baaria. Teräksisten putkien nimellispaineluokat ulottuvat 50 baariin tai jopa yliin. Putket suojataan sisäpuolelta betonilla tai epoksilla ja ulkopuolelta polyeteenillä tai polyuretaanilla. (RIL 237-2-2010, 75.)

Aikaisemmin putkimateriaalina käytettyjä asbestisementtiputkia ei saa nykyisin asentaa Suomessa ja sitä koskeva standardi SFS 2349 on kumottu. Asbestisementtiputkia on Suomessa kuitenkin edelleen käytössä, mutta niitä poistetaan saneerausten yhteydessä, koska niiden työstäminen ei ole terveydellisistä syistä sallittua. (RIL 237-2-2010, 76.)

Jätevesiviemäriverkosto

Nykyisin yleisimpiä viettoviemäreiden putkimateriaaleja ovat muovi ja betoni. Muovityypeistä käytetään PE-, PVC- ja PP-putkia. Niiden lisäksi putkimateriaalina käytetään vähemmässä määrin valurautaa. (RIL 237-2-2010, 102–103.)

Viettoviemäreinä käytettävät putket luokitellaan rengasjäykkyyden (SN) perusteella. Yleisimmät jäykkyydsluokitusarvot ovat SN 4, SN 8 ja SN 16. Viettoviemäriputken valintaan vaikuttavat alkutäyttömateriaali, sen tiiviys sekä putkeen kohdistuvat kuormitukset. (RIL 237-2-2010, 103.)

Paineviemäreinä käytetään PE- ja PVC-putkia. Paineputket luokitellaan paineluokkiin (PN), joista yleisimmät ovat luokat PN 6 ja PN 10. Paineluokkia on saatavilla luokkaan PN 20 asti. Paineputkien paineluokka valitaan verkoston käyttöpainneen perusteella. PE-putkissa on suositeltavaa käyttää vähintään paineluokan PN 10 putkia, jotka vastaavat PE 100 -muovimateriaalilla seinämävahvuuden suhdetta SDR 17. (RIL 237-2-2010, 103.)

Betoniputkina käytetään pääasiassa betoniputkinormien mukaisesti valmistettuja EK-järjestelmän putkia. Betoniputkinormeissa on esitetty putkien ja kaivojen valmistuksen mitta-, tiiviys-, lujuus- ja tuotannon laadunvalvontamääräykset. (RIL 237-2-2010, 104.)

2.4 Jätevesiviemäriverkoston kuntotutkimukset

Vesihuoltolaitoksella tulee olla hyvin tehty ja luotettava johtokarttajärjestelmä, josta saadaan perustietoa tutkittavista johtolinjoista. Johtokartasta voidaan määrittää viemäriin kapasiteetti korkeusaseman ja putken dimension avulla.

Jätevesiviemäriverkostojen yleisimmät kuntotutkimusmenetelmät ovat kaivojen kautta tapahtuva silmämääräinen tarkastus sekä videokuvaukset. Silmämääräinen tarkastus voidaan tehdä, kun kaivoväli on suora tai tarkastettava kohta käsittää vain kaivon lähellä olevan putkiosuuden. Putkistojen liitosten tiiveyttä ja putkistoissa esiintyviä halkeamia voidaan selvittää myös savukokeen avulla. Luvussa 2.4.1 on esitetty savukokeen toimintaperiaate, luvussa 2.4.2 videokuvauksen toimintaperiaate ja luvussa 2.4.3 jätevesien virtaamamittauksen toimintaperiaate Vuove-menetelmällä. (Uponor 2009, 261.)

2.4.1 Savukoe

Savukoe suoritetaan hulevesi- ja jätevesiviemäreiden sekä tonttivilmäreiden virheellisten liitosten tai suurempien halkeamien toteamiseksi. Savukokeen avulla havaitaan mahdolliset jätevesiviemäriin liitetyt hulevesiviemärit, paikannetaan kartoittamattomia jätevesiviemäriinjoja ja tarkastuskaivoja sekä tutkitaan jätevesiviemäreiden kuntoa. (Uponor 2009, 263.)

Savukokeessa tutkittavaan putkiston osaan asetetaan savupanos ja savupanoksen savua puhalletaan viemäriin. Savu purkautuu ulos viemäriin avoimista päistä, kaivoista ja mahdollisista vauriokohdista paljastaen näiden olemassaolon ja sijainnin. Savukoe soveltuu käytettäväksi alueilla, joissa viemärit on peitetty maakerroksella. Savukoe kannattaa tehdä paikoissa, joissa on syytä epäillä olevan hulevesiliitoksia sekä johto-osilla, joissa tulee runsaasti vuotovesiä viemäriin. Kuviossa 1 suoritetaan savukoetta. (Uponor 2009, 263.)



Kuvio 1. Savukoe (Napapiirin Vesi Oy 2017a)

2.4.2 Videokuvaus

Videokuvaus on yleisin viemäriverkoston kunnan tutkimusmenetelmä. Videokuvausten avulla ilman putken esiin kaivamista voidaan selvittää putkivauriokohdat hyvin tarkasti sekä tarkastaa putkeen tulevat liittymät ja putkien liitossaumat. (Uponor 2009, 262.)

Tutkittava johtolinja painehuuhdellaan aina ennen kuvauksen suorittamista kuvaustuloksen luotettavuuden vuoksi ja jotta vuotojen kannalta olennaiset halkeamat ja auenneet saumat saadaan näkyviin. Huuhtelun jälkeen putkistoon laitetaan itsekulkeva kamerarobotti. Viemärikuvauksesta saadaan tarkka raportti kohteesta, kuvia voidaan tarkastella jälkeinpäin sekä putkiston kunto ja mahdolliset vauriokohdat pystytään määrittämään ja paikallistamaan tarkasti tulevia kunnossapitotoimenpiteitä varten. Kuviossa 2 on kamerarobotin ottama kuva betonisen jätevesiviemärin sisältä. (Uponor 2009, 262; RIL 124-2-2004, 663.)



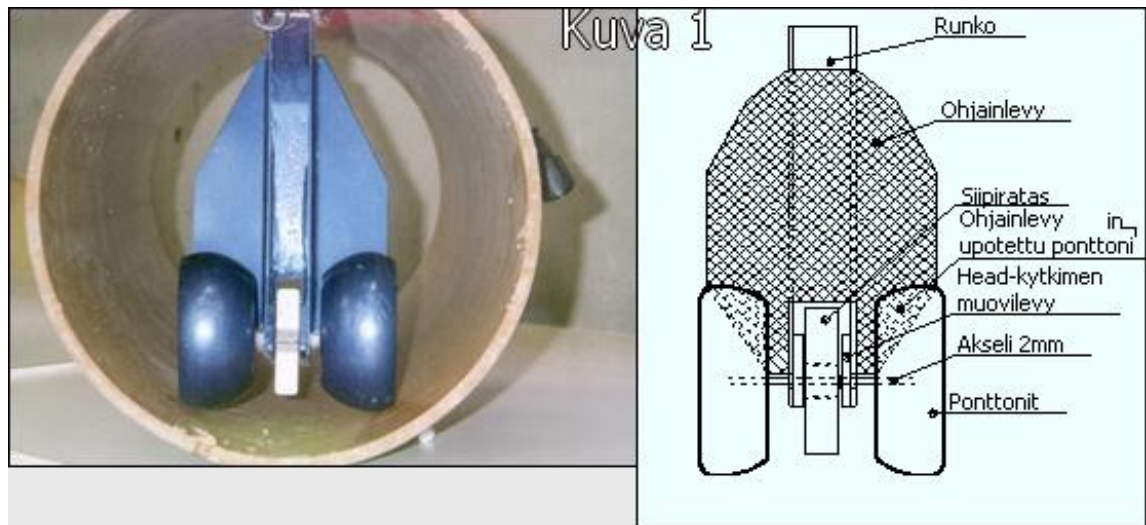
Kuvio 2. Videokuvaus betoniviemärin sisällä (Napapiirin Vesi Oy 2017a)

2.4.3 Jätevesien virtaamamittaus Vuove-menetelmällä

Vuove-Insinöörit Oy on kehittänyt Vuove-menetelmän, jossa nimi Vuove tulee sanasta vuotovesi. Menetelmällä tutkitaan jätevesiviemäriverkoston sisään vuotavien vesien määrää. Vuotovesimittauksista tehdään suunnitelmat ja vuotovesien määrää mitataan mittapisteväleittäin. Mittapiste on usein risteyskaivossa, jotta samasta pisteestä saadaan tietoa monesta suunnasta. (Vuove-Insinöörit Oy 2017b.)

Vuove-menetelmän virtaamamittauksessa käytetään virtaamamittaria, joka koostuu mittausteleskooppivarresta ja siihen pikaliittimin kytkettävistä mittapäistä. Mittapäitä on olemassa kolmea kokoa, joista pienin soveltuu 160–200 mm putkidimensioille, keskikokoinen 250–315 mm putkidimensioille ja suurin 400–500 mm putkidimensioille. Näitä suurempien putkien mittauksissa käytetään suurinta mittapäätä ja teleskooppivartta pudotetaan. Virtaamamittauksia voidaan tehdä jopa

1 200 mm putkille. Kuviossa 3 on esitettyä keskikokoinen virtaamamittari. (Vuove-Insinöörit Oy 2017a.)



Kuvio 3. Keskikokoinen virtaamamittari (Vuove-Insinöörit Oy 2017a)

Menetelmällä voidaan tehdä määrämittauksia, joissa virtaamia mitataan linjan eri osista. Määrämittauksilla voidaan mitata vuotoveden suhteellista osuutta virtaamasta sekä vuoto- ja jäteveden absoluuttista määrää. Mittauksilla saadaan selvitettyä, mikäli vuotovesimäärät ovat kasvaneet mittapisteiden välillä. Mittauksilla voidaan verrata laajoja alueita tai tutkia kaivo kaivolta pienempiä alueita. Menetelmää voidaan käyttää saneeraussuunnittelun apuna sekä saneerauskohteiden jälkitarkastuksessa. Menetelmällä voidaan selvittää myös muiden viemäriverkoston sisään tulevien vesien ja muiden nesteiden purkukohtia. Näitä ovat mm. joki tai järvesien tai jostakin muusta purkautumiskohdasta viemäriverkoston tulevien vesien purkukohdat. (Vuove-Insinöörit Oy 2017b.)

Menetelmällä mitataan veden laatua ja virtaamaa erikseen kaikista kaivoon tulevasta putkista. Vuove-ohjelman avulla voidaan käsitellä jätevesiviemäriin nopeus- ja kallistustietoja yhdessä laatuparametrien kanssa ja lopputuloksena saadaan koordinaattisidottua mittaustietoa vuotoprosentteineen. Vuotoveden määrä saadaan selville litroina sekunnissa. Edellisen mittapisteen vuotomäärät voidaan poistaa mittaväleittäin, jolloin saadaan selville mittapistevälien todellinen vuotovesimäärä. (Vuove-Insinöörit Oy 2017b.)

2.5 Vesijohtoverkoston kuntotutkimukset

Vesijohtoverkoston on tarpeen tehdä selvityksiä, mikäli yleisen vedenkulutuksen osuus nousee yli 10–15 %. Vesihuoltolaitoksella tulee olla hyvin tehty ja luotettava johtokarttajärjestelmä, josta saadaan perustietoa tutkittavista johtolinjoista. Johtokartasta saadaan tietoa mm. painetarkastelua varten.

Vesijohtovuotojen selvittämiseksi tulee suorittaa jatkuvaa valvontaa. Vuotojen etsinnässä käytetään mm. pumpatun ja laskutetun veden määrän vertailua, alueittaisien vedenkäyttötietojen rekisteröintiä, öisen vedenkäytön tarkkailua, rekisteröivää ja hälyttävää painemittausta, ylävesisäiliön toiminnan tarkkailua, kuuntelua vesimittareiden lukemisen yhteydessä sekä ohikulkijoiden ilmoittamien vuotohavaintojen kirjaamista. Luvuissa 2.5.1–2.5.3 on esitetty vuotojen etsintään soveltuvista menetelmistä verkostojen virtaamamittaus, vesijohtovuotojen kuuntelu sekä painekoe ja painemittaus. (RIL 237-1-2010, 139–140.)

2.5.1 Vesijohtoverkoston virtaamamittaus

Vesijohtoverkoston virtaamamittausta pidetään yhtenä tehokkaimmista vuotojen hallintatavoista. Vuotovesimääriä mitataan vedenjakelualueilla tai alueellisen mittauksen alueilla. Verkoston jakaminen erillisiin alueisiin, joita kutsutaan alueellisen mittauksen alueiksi (District Metered Areas) on yleinen käytössä oleva menetelmä vuodonhakuun. Vedenjakelualue jaetaan muutamisiin mittausalueisiin ja kullekin alueelle laitetaan tarvittava määrä virtaamamittareita. Näin virtaamia voidaan tarkkailla jatkuvasti. (Aksela ym. 2010, 44.)

Ihanteellinen aika vesijohtovuotojen havaitsemiseen on yöllä, kun vedenkulutus on pientä. Vuodon tarkkailua varten virtaamamittauspisteitä tulee olla läpi koko jakelujärjestelmän, jolloin kukin mittari tallentaa tietoa alueen virtaamista ja paineista. Tutkittava mittausalue on syytä jakaa tarpeeksi pieneksi, jotta vuotokohta on helpompi paikantaa. Vuotoon voidaan päästä käsiksi myös arvioimalla yökulutusta käyttämällä tyypillistä yövirtaamakerrointa keskimääräiselle kulutukselle. Vuotovesimäärä saadaan selville, kun yövirtaamakerroin vähennetään mittausalueen pienimmästä yövirtaamasta. Minimiyökulutuksen kasvaminen viittaa usein alkaneesta vuodosta. (Aksela ym. 2010, 44–45.)

Virtaamamittauksissa voidaan käyttää myös Vuove-menetelmää. Vuove-menetelmällä on löydetty vesijohtovuotoja, kun osa vuotavasta vedestä on kulkeutunut viemäriverkostoon. Menetelmän avulla on löydetty vesijohtovuotoja, vaikka niiden olemassaolosta ei ole tiedetty tutkimusaikana. Vuove-menetelmällä voidaan etsiä vesijohtovuotoja nopeasti ja tehokkaasti laatumittausten avulla. (Vuove-Insinööri Oy 2017b.)

2.5.2 Vesijohtovuotojen kuuntelu

Vesijohtovuotojen haussa voidaan käyttää kuuntelututkimuksia, jos alueella ei tehdä virtaamamittauksia. Vuotojen sijainnin määrittämisessä kuuntelulla tavallisin käytettävä menetelmä on suora kuuntelu. Suorassa kuuntelussa mittaja kuuntelee vuodon ääntä kuuntelulaitteella, joka sijoitetaan sopivaan kohtaan esim. venttiiliin tai vesipostiin. Vuotoja voidaan paikallistaa myös pinta- ja epäsuorakuuntelulla, joissa akustinen kuuntelu tehdään maan pinnalla suoraan johtolinjan päältä. Tällöin vuodon sijainti saadaan selville voimistuvan äänen avulla. (Aksela ym. 2010, 55–56.)

Kuuntelulaitteet paljastavat vuotokohdan vuodon aiheuttaman äänen avulla. Tavallisimpia vuotojen kuuntelulaitteita ovat kuuntelutikku, elektroniset vuotopai-kantimet, maamikrofonit, äänikorrelaattorit sekä digitaaliset korrelaattorit. Esimerkiksi vuodon äänikorrelaatiomittauksessa käytetään antureita, jotka laitetaan kah-teen paikkaan esim. venttiilin karojen päihin epäillyn vuotokohdan molemmille puolille. Mittaja asettaa korrelaattoriin tiedot tutkittavasta johtolinjasta ja korre-laattori mittaa antureille saapuvia ääniä ja niiden antureille saapumisen eroja. Korrelaattori laskee vuodon sijainnin perustuen äänien aikaeroihin antureiden vä- lillä, käyttäjän asettamiin putkitietoihin sekä antureiden välisen johto-osuuden pi- tuustietoihin. (Aksela ym. 2010, 56, 60.)

2.5.3 Paineekoe ja painemittaus

Paineekoe ja painemittaus soveltuvat järjestelmälliseen vesijohtovuotojen etsin- tään. Paineekoetta voidaan käyttää, kun vuotoalue tai -alueet on rajattu riittävästi ja ne pystytään eristämään mm. talojohdoista. Optimaalinen ajankohta paineko- keen suorittamiselle on öiseen aikaan, kun vedenkulutus on pieni ja asukkaille on

tiedotettu kokeen suorittamisesta. Vesijohtoverkoston paineita seurataan vuotovesiselvityksen yhteydessä, paineiden vaihtelun ollessa suurta eri käyttöpisteissä tai liian suuren paineen tai paineiskujen varalta. (RIL 237-1-2010, 90, 140.)

Painemittauksia voidaan tehdä kiinteissä ja tilapäisissä mittauspaikoissa. Kiinteitä mittauspaikkoja voi olla vedenottamoilla, paineenkorotusasemilla sekä alaja ylavesisäiliöissä. Mittausta voidaan tehdä myös asentamalla vesijohtoverkoston kiinteitä mittausasemia- ja kaivoja. Verkostoon voidaan asentaa myös tilapäisiä mittausasemia esim. ohitusjohtoon tai putken sisälle. (RIL 124-2-2004, 659.)

3 SANEERAUSMENETELMÄT

3.1 Auki kaivaminen

Auki kaivaminen on lähes ainoa vaihtoehto saneerausmenetelmäksi, jos johtolinjan kapasiteetti on ylittynyt tai jos johtoon on tullut pahoja painumia. Auki kaivuuta käytetään myös, kun johtolinja on jo sortunut joko koko johdon osalta tai muutamista kohdista. (RIL 237-1-2010, 95.)

Vesi- ja jätevesijohtojen kaivuutyöt edellyttävät erityistä suunnittelua etenkin putkilinjan perustamisen ja kaivannon tukemisen osalta. Lisäksi siirtymäkiilat ja rakenteet, pengerrystyöt, kaivannon kuivanapito sekä kaivannon alkutäyttö vaativat erityissuunnittelua. (RIL 237-2-2010, 129.)

Johtolinjojen perustamistavat valitaan ja suunnitellaan pohjasuhteiden perusteella noudattaen voimassa olevia geoteknisiä suunnitteluohjeita sekä julkaisun InfraRYL Osa 1 Väylät ja alueet -ohjeita. Perustamistapaan vaikuttavat pohjasuhteet, kokoonpuristuvien kerrosten paksuus, putken koko, putken materiaali, putkilinjojen lukumäärä kaivannossa, putkien liitostapa ja liittyminen muihin rakenteisiin sekä putken kaltevuus. (RIL 237-2-2010, 129.)

Putkikaivantojen perustusrakenteina käytetään esimerkiksi kiviaines-, puu-, teräsbetoni- tai teräslevyarinaa tai massanvaihtoa. Tavallisesti putket asennetaan asennusalustan tai kiviainesarinan varaan. Johtolinjan rakentamiskustannusten ja elinkaaren kannalta johtolinjojen perustamistavan valintaan tulee kiinnittää erityistä huomiota. Kuviossa 4 on putkikaivanto Rantavitikan työmaalta vuodelta 2015. (RIL 237-2-2010, 129.)



Kuvio 4. Putkikaivanto Rantavitikalla (Napapiirin Vesi Oy 2017a)

3.2 Sujutusmenetelmät

3.2.1 Pitkäsujutus

Pitkäsujutus PEH-putkia käyttäen on vanhin ja eniten käytetty sujutusmenetelmä. Pitkäsujutuksessa saneerattavan putken sisään vedetään saneerattavaa putkea pienempi, yhtenäiseksi hitsattu tai liitetty putki, jolloin muodostuu uusi ja tiivis putki. Pitkäsujutuksessa käytetään perinteisesti PE-putkia, joten sujutusta varten tehdään työkaivanto. Pitkäsujutuksessa putken koko pienenee aina. Esim. halkaisijaltaan 100 mm putki pienenee 90 mm putkeksi. Pitkäsujutuksessa käytettävät yleisimmät putkikoot on esitetty taulukossa 1. Kaivanto tehdään sellaiseen paikkaan, että siitä päästään sujuttamaan molempiin suuntiin. (RIL 124-2-2004, 663; Uponor Suomi Oy, 57.)

Taulukko 1. Pitkäsujutuksessa käytettävät yleisimmät putkikoot (Uponor Suomi Oy 2014, 6)

Saneerattava putki ID/Profuse-putki OD (mm)	
100/90	250/225
125/110	300/280
150/140	400/355
200/180	500/400

Pitkäsujutus soveltuu vietto- ja paineviemäreiden sekä vesijohtojen saneeraukseen. Työn onnistuminen edellyttää putkelta vain riittävän kokoista vapaata aukkoa. (RIL 124-2-2004, 664.)

Ennen sujutuksen aloitusta tehdään tavallisesti valmistelevia töitä. Saneerattava johtolinja puhdistetaan esim. korkeapainepesulla kiintoaineesta sekä kuvataan mahdollisten piiloliittymien yms. ongelmien toteamiseksi. Putkeen tehdään tulkkaus, jos epäillään, ettei valittu putkikoko sovi sujutettavaan putkeen. Tulkkausessa vanhan putken läpi viedään noin metrin mittainen pätkä sujutusputkea. Suoraan putkeen tulevat liittymäkohdat kaivetaan esiin ja mahdolliset sisään työntyvät liittymän päät poistetaan. Sujutusvälillä olevien tarkastuskaivojen pohjien muoto tarkastetaan ja piikataan tarvittaessa. Ennen sujutuksen aloitusta tulee myös tehdä mahdolliset ohipumppausjärjestelyt, jos suuri virtausmäärä tms. niin edellyttää. (Uponor Suomi Oy, 59.)

Sujutus voi alkaa, kun putki on hitsattu ja tarvittavat ja oikein mitoitettut kaivannot on tehty. Sujutuksen aikana seurataan käytettävää vetovoimaa eikä sallittua vetovoimaa saa ylittää. Sujutusputkeen saa tulla sujutuksen aikana naarmuja maksimissaan 15 % putken seinämän vahvuudesta, kuitenkin enintään 3 mm. Putkeen ei saa tulla muita mekaanisia vaurioita. Nykyisin pitkäsujutuksessa käytetään polypropeenipinnoitteella varustettuja PEH-putkia, joka suojaa putkea naarmuuntumiselta. Esimerkiksi Profuse RC-putkessa on suojakuori. (Uponor Suomi Oy, 59–60; Muoviteollisuus ry, 9.)

Sujutuksen jälkeen sujutusputkea ympäröivä välitila injektoidaan kaivoväli kerrallaan. Työmaan ympäristö siivotaan ja jos sujutettava putki on ollut vesijohto, se

desinfioidaan. Sujutuksen jälkeen putkille tehdään videokuvaus. Jos videokuvauksesta havaitaan ongelmia, putkeen tehdään tiiviyskoe ilmalla tai vedellä. Muita sujutettuihin putkiin tehtäviä tarkastuksia voivat olla sujutusputken laaduntarkastus, hitsausliitosten lujuuden tarkastus, injektoinnin täyttöasteen tarkastus, kaivoliittymien ja taloliitosten tiiveyden tarkastus, muodonmuutostarkastus sekä sujutusputken pituusmuutoksen tarkastus. (Uponor Suomi Oy, 60–61.)

Pitkäsujutuksessa voidaan käyttää myös esim. Flexiputkea, joka mahdollistaa viemäreiden saneeraamisen ilman kaivantoja. Flexiputki soveltuu putkihalkaisijaltaan 100–300 mm oleville viettoviemäreille. Putki asennetaan kaivamatta viemärikaivojen kautta vinssin ja vaijerin avulla. Saneeratun putken poikkipinta-ala pienenee yhden kokoluokan verran. Esimerkiksi halkaisijaltaan 225 mm betoniputki pienenee 200 mm Flexiputkeksi. (RIL 124-2-2004, 664; Renos Oy 2017a.)

Menetelmän etuna on, että viemäri voi olla käytössä sujutuksen aikana. Putki on pituussuunnassa taipuisa, mutta kehäsuunnassa jäykkä. Tämä mahdollistaa putken sujuttamisen viemäriin viemärikaivojen kautta. Kuviossa 5 on esitettyä Flexiputken pitkäsujuttaminen viemäriin kautta. (Renos Oy 2017a.)



Kuva 5. Flexiputki-pitkäsujutus (Renos Oy 2017a)

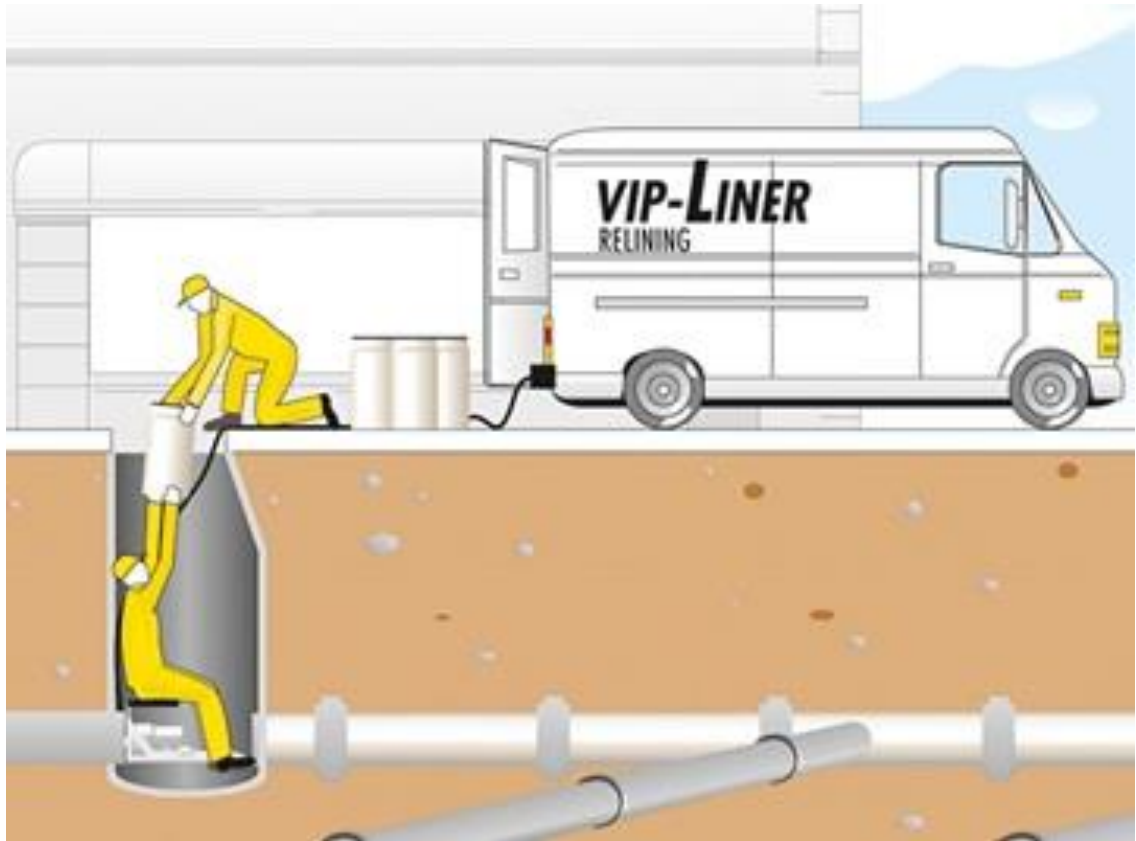
3.2.2 Pätkäsujuutus

Pätkäsujuutuksessa saneerattavan putken sisään työnnetään lyhyinä pätkinä uutta putkea. Lyhyet pätkät, joita kutsutaan putkimoduuleiksi, ovat yleensä 0,5 m pituisia kaikissa putkidimensioissa. Sujuutus tehdään tavallisesti tarkastuskaivojen kautta, jolloin kaivon halkaisija määrää sujuutusputken enimmäispituuden. Putkimoduulit on muotoiltu toisiinsa lukittuviksi ja ne asennetaan moduuli kerrallaan vanhan putken sisään. Tarkastuskaivojen kautta tehtävän sujuutustyön vuoksi pätkäsujuutuksessa ei tarvitse tehdä kaivuutöitä. Pätkäsujuutuksessa käytettävät yleisimmät putkikoot on esitetty taulukossa 2. (Uponor Suomi Oy a, 50; Uponor Suomi Oy 2014, 4.)

Taulukko 2. Pätkäsujuutuksessa käytettävät yleisimmät putkikoot (Uponor Suomi Oy 2014, 4)

Koko de (mm)	
110	280
125	315
160	355
180	400
200	450
225	500
250	560

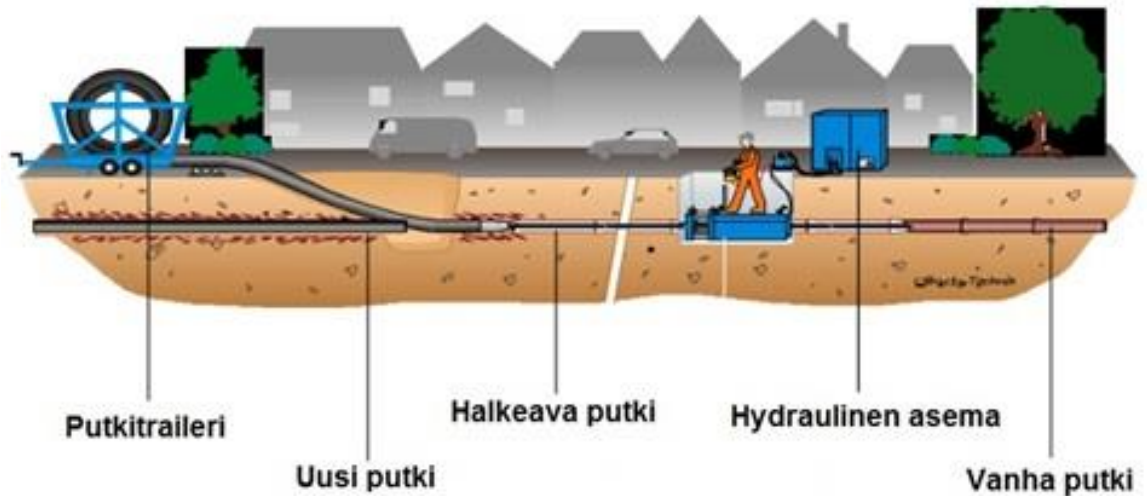
Pätkäsujuutus soveltuu vain viemäreille. Työn onnistuminen edellyttää, ettei saneerattavassa putkessa ole suurempia mutkia kuin mitä sujuutettava putki tai sen liitokset sallivat. Pätkäsujuutuksen etuina voidaan pitää, että liikenne ei häiriinny ja viemäri voi olla käytössä koko sujuutustyön ajan, jolloin ohijuoksutuksia ei tarvita. Tonttijohdot liitetään sujuutettuun putkeen patentoidun haaroituslaitteen avulla ja näin vältetään kalliilta kaivuutöiltä. Pätkäsujuutus on esitetty kuviossa 6. (Uponor 2017; Uponor Suomi Oy a, 50.)



Kuvio 6. Pätöksuutus (Uponor Suomi Oy 2017)

3.2.3 Pakkosuutus

Pakkosuutuksessa saneerattava putki rikotaan putkimurskaimella, joka tekee tilaa heti perässä tulevalle uudelle putkelle. Pakkosuutuksessa tarvitsee tehdä vain vähän kaivuutöitä: kaivannot tarvitaan vain sujutuksen alku- ja loppupäähän sekä putkeen tehtävien haaroitusten kohdalle. Pakkosuutus on esitettyä kuviossa 7. (Uponor Suomi Oy a, 61.)



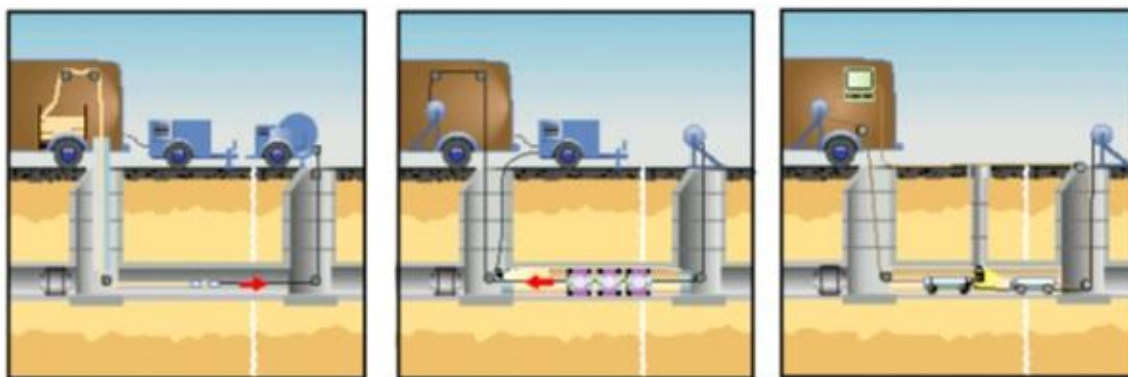
Kuvio 7. Pakkosujutus (Trenchless Technology 2017)

Pakkosujutuksessa käytetään polypropeenipinnoitteella varustettuja PEH-putkia, joka suojaa putkea naarmuuntumiselta. Menetelmä soveltuu paine- ja vietto- viemäreille sekä vesijohdoille. Pakkosujutus soveltuu myös pätkäsujutukseen. Menetelmän etuna on, että olosuhteiden salliessa sillä voidaan sujuttaa vanhan putken sisään jopa suurempi putki. (Uponor a, 61; Uponor Suomi Oy, 62; RIL 124-2-2004, 664.)

Ennen sujutuksen aloitusta tehdään tavallisesti valmistelevia töitä. Saneerattavasta putkesta alle 4 m päässä sijaitsevistä risteävistä ja rinnakkaisista putkista sekä muista rakenteista tulee tehdä selvitys. Saneerattavaan putkeen tulevat talliitokset tulee kaivaa esiin ja sulkea. Putki ei voi olla käytössä sujutuksen ajan, joten ennen sujutusta tulee tehdä ohipumppausjärjestelyt. Sujutusosuudella olevien kaivojen pohjat ja liittymät tulee piikata ennen sujutuksen aloitusta. Saneerattava putki on murskattava niin, ettei muihin läheisyydessä oleviin putkiin tai rakenteisiin tule vaurioita. Kaivannot peitetään ja tarkastetaan kuten pitkäsuju- tuksessa. (Uponor Suomi Oy, 62.)

3.2.4 Paikallaan kovetettava sujutusputki

Paikallaan kovetettavassa sujutuksessa, sukkasujutuksessa, hartsilla kyllästetty lasikuidusta valmistettu taipuisa sukkamateriaali vedetään saneerattavan viemäriputken seinämää vasten. Putki saadaan asettumaan vanhan putken muotoon veden tai ilmanpaineen avulla. Hartsia kovetetaan ultravioletivalojen avulla ja putken päät leikataan auki. Kuviossa 8 on esitetty saneeraussukan kovettaminen UV-valolla. (As Terrat Oy 2015, RIL-124-2-2014, 665.)



Kuvio 8. Paikallaan kovetettava sujutusputki (As Terrat Oy 2015)

Sukkasujutusmenetelmän etuina ovat, ettei kaivantoa tarvitse tehdä eikä sujutuksesta aiheudu haittaa liikenteelle. Putken halkaisija ei pienene juurikaan ja putken käyttöikä on vähintään 50 vuotta. Menetelmän avulla voidaan saneerata halkaisijaltaan 150–1 600 mm putkia. (As Terrat Oy 2015.)

3.2.5 Muotoputkisujutus

Muotoputkisujutuksessa muotoiltu putki asennetaan viettoviemäriin kaivojen kautta ilman kaivuuta. Tehtaalla valmistettu valmis pyöreä putki laskostetaan alkuperäistä halkaisijaa pienemmäksi. Muotoputkisujutuksen etuina ovat pitkäikäisyys, ympäristöystävällinen asennus, putken kapasiteetin säilyminen samana sekä mahdollisuus saneerata piiloliittymät kaivamatta. (Renos Oy 2017b.)

Ennen uuden putken vetoa vanhaan putkeen viemäri huuhdellaan ja kuvataan. Esilämmitetty putki vedetään vinssin ja vaijerin avulla viemäriin. Vanhan putken

sisällä muotoputki muokataan höyryn ja paineen avulla takaisin pyöreään muotoon. Kuviossa 9 on esitetty muotoputki ennen sen palauttamista takaisin pyöreään muotoon. (Renos Oy 2017b.)



Kuvio 9. Muotoputki ennen sujutuksen aloitusta (Renos Oy 2017b)

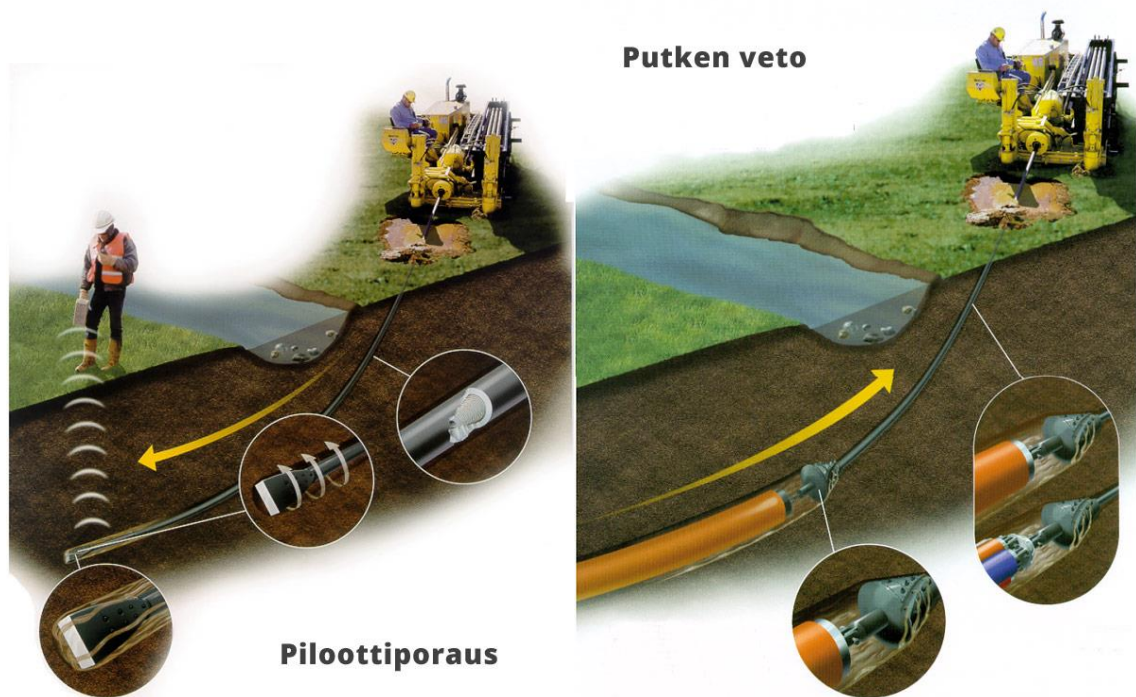
3.3 Suuntaporaus

Suuntaporaus on maan alla ohjattavissa oleva hi-tec-porausjärjestelmä. Se on ympäristö- ja maisemaystävällinen putkien saneerausmenetelmä. Menetelmän etuna on myös, että pohjavesiin kohdistuvat riskit pienenevät. (Several Oy; B. Dahlbacka Oy 2017.)

Suuntaporaus soveltuu vähäkivisille koheesio- ja kitkamaalajeille. Menetelmä soveltuu kaikille putkistotyypeille jopa viettoviemäriin. Suuntaporausella voidaan tehdä useiden satojen metrien pituisia porauksia ja asennussyvyys voi olla jopa 25 metriä. Suuntaporaus soveltuu hyvin kohteisiin, joissa auki kaivaminen ei

ole mahdollista tai kaivamisen aiheuttamat liikennejärjestelyt tai jälkityöt aiheuttavat kustannuksia. Menetelmän käyttökohteita ovat esimerkiksi teiden ja vesistöjen alitukset. (B. Dahlbacka Oy 2017.)

Suuntaporauksessa käytetään suuntaporauskonetta, joka työntää poratankoja maahan ja kärjessä oleva terä avaa maahan reiän. Poran kärjessä on lähetin, josta saadaan selville porauksen syvyys, kulma, suunta sekä ohjaussuunta. Porauksen ensimmäisessä vaiheessa, pilottiporauksessa, porattava reikä ohjataan haluttuun suuntaan. Tämän jälkeen toisessa vaiheessa, putken vedossa, pora irrotetaan ja sen tilalle asennetaan avenninterä, johon asennettava putki tai putket liitetään. Tämän jälkeen putket vedetään porattuun reikään ja putket liitetään vesihuoltoverkkoon. Suuntaporauksen vaiheet on esitetty kuviossa 10. (Several Oy 2017.)



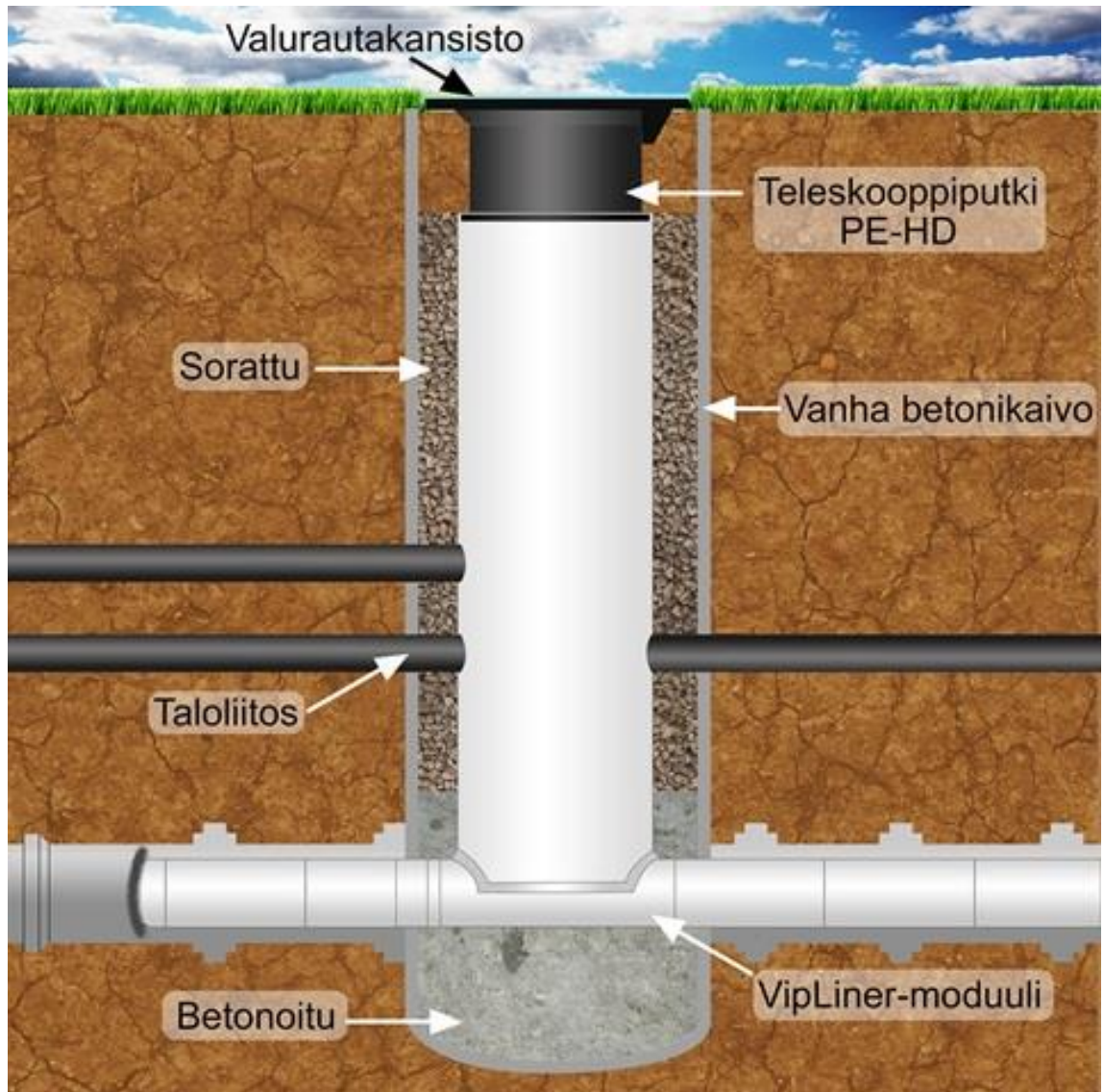
Kuvio 10. Suuntaporauksen vaiheet (Several Oy 2017)

Porauksen etuina ovat, että sen aikana poralla voidaan tehdä mutkia, alittaa tai ylittää este tai tehdä väistöliike, kun eteen tulee este tai esim. sähkökaapeli. Porauksella voidaan tarvittaessa tehdä myös suoraa linjaa esim. viettoviemäriä rakennettaessa. (Several Oy 2017.)

3.4 Kaivojen saneeraus

Yleisin kaivojen saneerauksessa käytettävä menetelmä on muovikaivon tai tarkastusputken asentaminen vanhan betonikaivon sisään. Kaivon teleskooppiputken materiaalina käytetään PE-HD:tä ja sen kansisto voi olla muovi- tai rosterihattu tai teleskooppivalurautakansisto. Kaivon runko on halkaisijaltaan 315–630 mm ja teleskooppiputken halkaisija on 315 tai 500 mm. Yleensä saneerauskaivot ovat halkaisijaltaan 400 mm ja teleskooppiputken halkaisija on 315 mm. (RIL 124-2-2004, 665; Uponor 2017.)

Kaivon asennuksen lisäksi kaivo ankkurointibetonoidaan, jotta kaivo pysyisi paikallaan ja mahdollinen veden virtaus välitilassa saataisiin katkaistua. Näiden lisäksi ankkurointibetonointi suojaa kaivon osia. Kaivojen saneerauksen etuna on se, että vanhaa kaivoa ei tarvitse poistaa. Kuviossa 11 on esitetty kaivon sorattu välitila, kaivon betonoitu pohja sekä kaivon osat. Muita kaivojen saneerauksessa käytettyjä menetelmiä ovat pohjarengasta ylempien renkaiden vaihtaminen ja kaivon eristäminen, uuden kaivon valaminen vanhan kaivon sisään valumuotteja käyttäen, kaivon ruiskubetonointi, kaivon routaliikkeen estäminen sekä kaivon vuotokohtien injektointi. (Uponor 2017; RIL 124-2-2004, 665–666.)



Kuvio 11. Kaivon saneeraus (Uponor 2017)

3.5 Saneerausmenetelmän valintaan vaikuttavat tekijät

Saneerausmenetelmä valitaan kaivamalla tehtävän uusimisen, muiden saneerausmenetelmien esim. sujutusten tai näiden yhdistelmästä. Saneerausmenetelmän valintaan vaikuttavat tekniset ja taloudelliset tekijät, haitat ulkopuolisille, kadun saneeraustarve sekä olosuhdetekijät. (RIL 237-1-2010, 94.)

Saneerausmenetelmän valintaan vaikuttavia teknisiä tekijöitä ovat painumisolosuhteet, sortumat, puhdistustarve sekä siirtyminen sekaviemäroinnistä erillisviiemärointiin. Mikäli johdossa on pahoja painumia tai johdon kapasiteetti ei enää riitä, on saneeraaminen auki kaivamalla varteenotettava vaihtoehto. Jos painuma

on vähäistä ja oletetaan, että painuma ei pahene, voidaan käyttää muita saneerausmenetelmiä. Auki kaivamisen kustannukset ovat korkeat, jos johto on syvällä, pohjaveden pinnan alapuolella tai kaivuolosuhteet ovat vaikeat. Jos johto on jo sortunut, saneeraaminen auki kaivamalla on mahdollista koko johdon osalta tai vain sortuneissa kohdissa. (RIL 237-1-2010, 95.)

Saneerattava johto-osa puhdistetaan korkeapainehuuhtelulla lähes aina. Jos johto on tutkimusten perusteella todettu syöpyneeksi tai siinä on halkeamia, puhdistuksen kesto on selvitettävä ennen työn aloittamista. (RIL 237-1-2010, 95.)

Saneerausmenetelmää valittaessa on tarkistettava mahdollinen tarve rakentaa hulevesiviemäri. Tämä voi johtua yleisestä pyrkimyksestä rakentaa hulevesiviemäri muiden johtojen saneerauksen yhteydessä tai kun hulevesien johtaminen jätevesiviemäriin halutaan estää. (RIL 237-1-2010, 95.)

Saneerausmenetelmän valintaan vaikuttavia taloudellisia tekijöitä ovat johdon kapasiteetti, tonttiliitosten määrä, olosuhteet johtokaivannoissa, saneeraustyön kesto, kustannukset saneerauksen jälkeen, haitat ulkopuolisille, muut maanrakennustyöt sekä työllisyysnäkökohdat. Saneerausmenetelmien vertailussa tonttiliitosten määrällä voi olla keskeinen merkitys, koska auki kaivamalla tehtävät tonttiliitokset ovat työteknisesti haastavia. Jos olosuhteet ovat vaikeat, esimerkiksi kun johdon yläpuolella on muita rakenteita, kannattaa saneeraus tehdä auki kaivamattomilla menetelmillä, jos se on taloudellisesti kannattavaa. (RIL 237-1-2010, 95–96.)

Saneerauksen kokonaiskustannukset riippuvat työhön kulutetusta ajasta. Auki kaivuu vie usein enemmän aikaa ja näin ollen kustannukset kasvavat. Auki kaivamattomilla menetelmillä mahdolliset haitat liikenteelle pienenevät. Saneerausmenetelmän valinnassa tulee kiinnittää huomiota myös kustannuksiin, joita tulee vasta tulevaisuudessa. Auki kaivamalla toteutettavien saneerausten ylläpitokustannukset ovat aika hyvin tiedossa, mutta auki kaivamattomien saneerausmenetelmien todellisesta taloudellisesta käyttäjästä ei ole vielä kokemusta. Lisäksi eri saneerausmenetelmien kunnossapitokustannukset voivat olla erilaisia. (RIL 237-1-2010, 96.)

Saneerauksista koituu usein ulkopuolisille merkittävää haittaa. Etenkin kaupunkialueilla ulkopuolisille aiheutuu merkittävää haittaa, kun joudutaan tekemään väliaikaisia liikennejärjestelyjä katujen ollessa auki ja katuja päällystettäessä uudelleen. Haittaa voi aiheutua myös muille maassa oleville yhdyskuntateknisille verkostoille. (RIL 237-1-2010, 96.)

Vesijohdon tai jätevesiviemärin saneeraus auki kaivamalla voi olla perusteltua katusaneerauksen tai muiden yhdyskuntateknisten verkostojen saneerauksen tai uudisrakentamisen yhteydessä. Jos kadusta uusitaan vain päällyste ja kadun alla oleva johto olisi saneerattava, sujutusmenetelmien käyttö on perusteltua. Näin kadun rakenne ei pääse huononemaan esimerkiksi painumien takia. Tonttiliittymien ja muiden auki kaivuuta vaativien tarpeiden ollessa tiheässä, on saneeraus auki kaivamalla usein edullisempi vaihtoehto kuin auki kaivamattomat menetelmät. (RIL 237-1-2010, 97.)

Saneeraustöiden suunnittelussa tulee kiinnittää huomiota myös työllisyysnäkökohtiin. Työllisyysnäkökohtia suunniteltaessa tulee ottaa huomioon mm. kunnan työllisyystilanne sekä saneeraustöiden ajoittaminen sulan maan aikaan. (RIL 237-1-2010, 97.)

4 VESIHUOLLON NYKYTILA ROVANIEMELLÄ

4.1 Rovaniemen vesihuoltolaitoksen historiaa

Rovaniemen kauppalan kehitys kääntyi kasvuun 1930-luvun alun pula-ajan jälkeen ja kauppalan vesihuollon investointeihin varauduttiin perustamalla vesijohto- ja viemärirahasto vuonna 1937. 1930-luvulla puhdas vesi otettiin pääasiassa suoraan Kemijoesta. Kauppalassa oli tuolloin lukuisia yksityisiä viemäreitä, jotka johtivat jätevedet Ounaskoskeen. Tämä aiheutti ongelmia etenkin matalan veden aikaan, koska likavesiä kerääntyi rannoille, mikä vaikeutti puhtaan veden hankintaa. (Jylhä 1992, 5–6.)

Kauppalan nopea kasvu 1930-luvulla johti ongelmiin jätevesien käsittelyssä, sillä tiheästi rakennetulla kauppalalla ei ollut yhtenäistä viemärintijärjestelmää. Kauppalan ensimmäinen pääviemäri rakennettiin todennäköisesti vuoden 1938 aikana. Pääviemäri vedettiin Koskenrantaa seuraten päättyen Sairaalaniemen alapuolelle, johon yksityiset viemärit liitettiin. Jo tällöin kauppalanhallitus suunnitteli, että kadunrakennustöiden yhteydessä rakennetaan vesi- ja viemärijohdot Koskikadulta Korkalonkadulle. (Jylhä 1992, 6–7.)

Kauppalan keskustan viemärointi hoidettiin ensimmäisenä. Viemäroinnin rakentamisen jälkeen lähdettiin kehittämään vedenhankintaa. Rovaniemen kauppa suoritti kauppalan alueella ja sen lähiympäristössä pohjavesitutkimuksia, jotka liittyivät vesijohtolaitoksen perustamista koskevaan selvitykseen. Tutkimuksissa löydettiin Santamäen alueelta pohjavesialue, josta laskettiin riittävän vettä n. 12 000 asukkaalle. (Jylhä 1992, 7.)

Syyskuussa 1940 kauppalanhallitus tuli siihen tulokseen, että vesijohtolaitoksen rakentaminen maksaisi liikaa ja edellyttäisi merkittävää väkiluvun kasvua kauppalan alueella. Kauppalan väkiluku kasvoikin 1940-luvulla räjähdysmäisesti ja pumppulaitoksen rakentaminen tuli ajankohtaiseksi. (Jylhä 1992, 7–8.)

Talvi- ja jatkosota sotkivat kuitenkin vesijohtolaitosta koskevat suunnitelmat. Vasta syksyllä 1942 pumppuasema saatiin sellaiseen kuntoon, että vettä voitiin myydä. Vesijohtolaitoksen ensimmäinen täysi toimintavuosi oli vuosi 1943, jolloin vettä toimitettiin jo 55 903 m³. Vesi otettiin Kemijoesta ja käsiteltiin Ounaskosken

rannalla tällöin sijainneella pumppulaitoksella. (Illikainen, M & Nyberg, J. 2011, 4; Jylhä 1992, 8.)

Kauppalan keskusta tuhoutui lähes täysin Lapin sodan aikana, mukaan lukien Ounaskosken rannalla ollut pumppuasema, mutta maanalaiset vesi- ja viemärijohdot säilyivät käyttökelpoisina. Rovaniemestä tuli Lapin läänin valtionhallinnon keskus sodan jälkeen ja kauppalan jälleenrakennustyöt alkoivat. Tästä johtuen Rakennushallitus aloitti oman vedenjakelujärjestelmän rakentamisen 1940-luvun lopussa.

Rakennushallituksen rakennusurakkaan kuuluivat Santamäen pohjavedenottamon ja Korkalovaaran ylävesisäiliön sekä niiden välisen runkovesijohdon rakentamiset. Korkalovaaran ylävesisäiliön valmistuminen vuonna 1950 oli merkittävä edistysaskel kauppalan vesihuollolle. Vesitorni palveli sekä rautatielaitosta että kauppalan verkostoa ja vesijohtoverkoston toimintavarmuus lisääntyi merkittävästi. (Illikainen & Nyberg 2011, 4; Jylhä 1992, 9–12.)

Santamäen pohjavedenottamon käyttöönoton jälkeen rovaniemeläiset mieltyivät pohjaveteen niin, että sen määrää haluttiin lisätä ja jokiveden käyttö haluttiin lopettaa. Kolpeneenharjulle valmistui uusi pohjavedenottamo vuonna 1959. Vesi- ja viemärijohtojen rakentamisen huippuvuosikymmen alkoi vuonna 1960, kun Rovaniemestä tuli kaupunki. Kolpeneen pohjavedenottamon käsittelylaitos valmistui hieman tämän jälkeen vuonna 1965. (Illikainen, M & Nyberg, J. 2011, 4.)

Yksi merkittävin vesijohtolaitoksen historian vaihe oli, kun viemärilaitostoiminta liitettiin siihen vuonna 1974. Jätevedenpuhdistamon biologinen rinnakkaissaostusperiaatteella toimiva laitos valmistui vuonna 1979 ja sen rinnalle valmistui jätevesilietteen käsittelylaitos vuonna 1986. Kolpeneenharjun pohjavedenottamon toimintaa kehitettiin 1980-luvulla rakentamalla siihen biologinen raudan- ja mangaaninpoistolaitos. (Illikainen & Nyberg 2011, 4–5.)

Rovaniemen kaupunki käynnisti lisävedenhankinnan vuonna 1986 ja teetätti sitä varten tutkimuksen tekopohjaveden valmistamisesta Jokkavaaran alueella. Imeytysvesi otettiin Kemijoesta, mutta tutkimukset osoittivat, että Kemijoen vedenlaatu vaihtelee liikaa. Tekopohjavesihanke kaatui, mutta Kroopinpalo-Palovaara alueelta löytyi pohjavesialueita. Lisäpohjaveden hankinta Jokkavaaran ja

Kroopinpalo-Palovaara alueelta oli merkittävä hanke 1990-luvulla. Lisävettä otettiin myös vuonna 1959 valmistuneelta Kolpeneenharjun pohjavedenottamosta. (Illikainen & Nyberg 2011, 5; Vesi- ja viemärlaitos 1994.)

4.2 Napapiirin Vesi Oy

Rovaniemen vesihuoltolaitoksen toiminnan alkamisesta tulee tänä vuonna kulu-neeksi 76 vuotta. Nykyinen vesihuoltolaitos, Napapiirin Vesi Oy, on perustettu 30.3.2015 ja se aloitti toimintansa 1.6.2015. Napapiirin Vesi Oy kuuluu Rovanie-men kaupungin omistamaan emoyhtiö Napapiirin Energia ja Vesi Oy -konserniin. Emoyhtiön omistusosuus on 100 %. (Napapiirin Vesi Oy 2017b.)

Yhtiön toimialana on vesihuoltoliiketoiminnan harjoittaminen. Yhtiön toimialaan kuuluu puhtaan talousveden hankintaa ja käsittelyä, jätevesien johtamista ja puhdistamista sekä vesihuoltolaitosten ja vesijohto- ja viemäriverkostojen rakentamista ja ylläpitoa. Lisäksi yhtiön toimialaan kuuluvat muut vesihuoltoon liittyvät oheispalvelut sekä talousveden toimittaminen kiinteistöille ja jäteveden johtaminen kiinteistöiltä. (Napapiirin Vesi Oy 2017b)

Rovaniemen talousvetenä käytetään pohjavettä. Vesijohtovettä ei käsitellä lainkaan, tai sitä käsitellään hyvin vähän, koska vesi on laadultaan hyvää. Esimerkiksi Rovaniemen keskustan alueen veteen ei lisätä kemikaaleja. Rovaniemellä on tällä hetkellä käytössä 66 pohjavedenottamo. Rovaniemen alueella käytetään vuosittain n. 4 miljoonaa kuutiota vettä, mikä on päivittäisenä vedenkulutuksena n. 11 000 kuutiota. (Napapiirin Vesi Oy 2017c.)

Suurin osa Rovaniemen alueen jätevesistä käsitellään Alakorkalon jätevedenpuhdistamolla, jossa siitä erotellaan kiintoaineet ja jätevesi puhdistetaan kemiallisesti ja biologisesti. Alakorkalon jätevedenpuhdistamolla käsitellään vuosittain n. 6,5 miljoonaa kuutiota jätevettä, mikä on päivittäisenä käsittelymääränä n. 19 000 kuutiota. Puhdistettu jätevesi johdetaan Kemijokeen. Haja-asutusalueiden jätevedet käsitellään omissa pienpuhdistamoissa. (Napapiirin Vesi Oy 2017d, e; Vesi- ja viemärlaitos 2001, 2.)

Vesihuoltolaissa on määrätty, että vesihuoltolaitos vastaa toiminta-alueellaan vesihuollon toimivuudesta. Laitoksen tulee tunnistaa riskit sekä ehkäistä ja varautua

niihin. Vesihuoltolaitos vastaa erityistilanteissa siitä, että vesihuolto toimii mahdollisimman hyvin ja palvelutaso saadaan normaaliksi mahdollisimman pian. (RIL 237-1-2010, 170.)

4.3 Vesihuoltoverkoston materiaalit, koot ja pituus

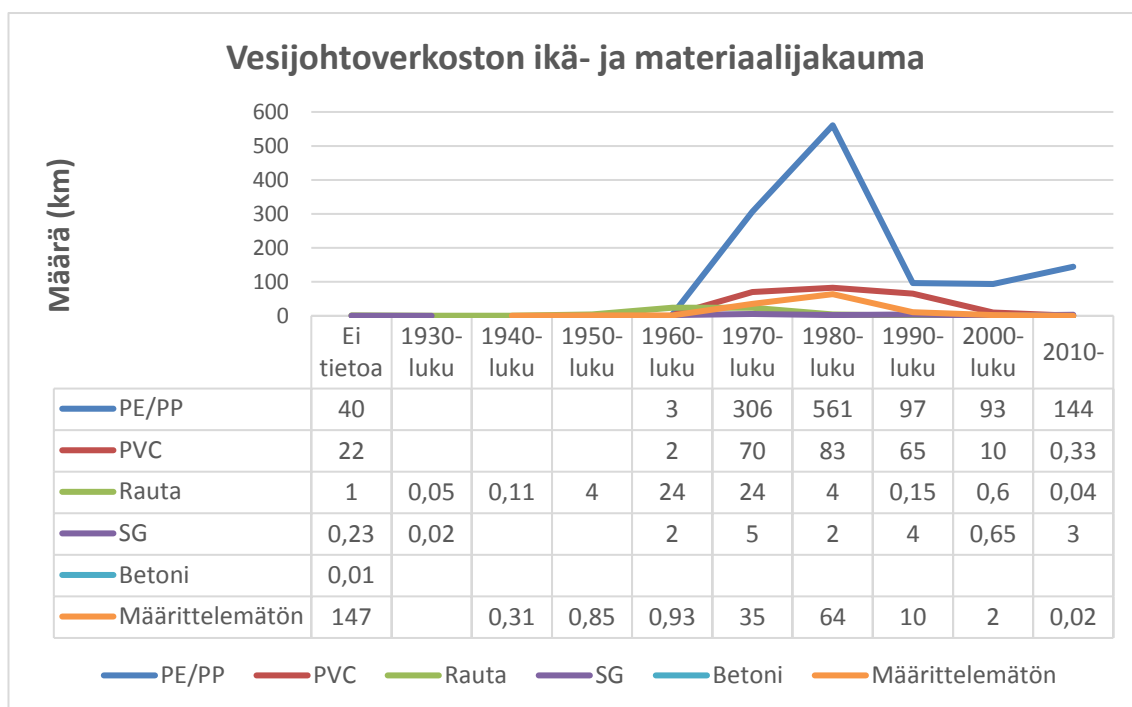
Rovaniemen vesijohto- jätevesiviemäriverkostosta vastaavat Napapiirin Vesi Oy, josta käytetään myöhemmin tässä työssä lyhennettä Nave, sekä vesiosuuskunnat. Naven vedenjakelualueen erityispiirteisiin kuuluu, että alueella on paljon erityisesti vesijohtolinjojen joenalityksia ja korkeuserot ovat suuria. Vedenjakelualueen erityispiirteisiin kuuluu myös hyvin laaja vesihuoltoverkosto sekä pitkät siirtoetäisyydet.

Nave tallentaa tietoja verkostoista Trimblen NIS-verkostotietojärjestelmään. Tietojärjestelmästä löytyy tietoa mm. verkoston asennusvuodesta, materiaaleista, putkikoosta sekä verkoston kunnossapidosta. Tietoja verkostojen asennusvuodesta, putkimateriaaleista ja putkiko'oista on määritetty vesihuoltolaitoshenkilökunnan avustuksella. Kokemusperäisen tiedon ja arkiston vanhojen suunnitelmien avulla johtokarttaa on saatu päivitettyä. Naven verkostojen ikätiedot on saatu selvitettyä keskimäärin kahden vuoden tarkkuudella.

Tässä työssä verkostotietojen hausta jätettiin pois kesävesijohdot, tonttivesijohdot- ja viemärit sekä sprinklerjohdot. Tämän vuoksi vesijohtoverkoston kokonaispituus lyheni n. 38 kilometriä ja jätevesiviemärien kokonaispituus n. 5 kilometriä.

4.3.1 Vesijohtoverkosto

Rovaniemen vesijohtoverkoston kokonaispituus on n. 1 800 kilometriä. Vedenjakelualue on hyvin laaja ulottuen kunnanrajoille Lohinivan, Auttin, Tiaisen ja Jaatilan kyliin asti. Vedenjakelujärjestelmän keskeinen jakelualue on ylävesisäiliöllinen Korkalovaaran painepiiri, josta jokilaakson ja keskustan alue saavat vetensä. Kaupungin laajuudesta johtuen vesijohtoverkosto ei ole yhtenäinen, vaan eri puolille kaupunkia on rakennettu erillisiä vesilaitoksia ja vedenottamoita, joiden avulla vedenjakelu hoidetaan. Merkittävimmät vesilaitokset ovat Kolpene, Jokkavaara ja Mellavaara. Kuviossa 12 on esitettyä Rovaniemen vesijohtoverkostokartta. (Vesi- ja viemärilaitos 2001, 1, Nikulainen 2013, 3.)



Kuvio 13. Rovaniemen vesijohtoverkoston ikä- ja materiaali jakauma

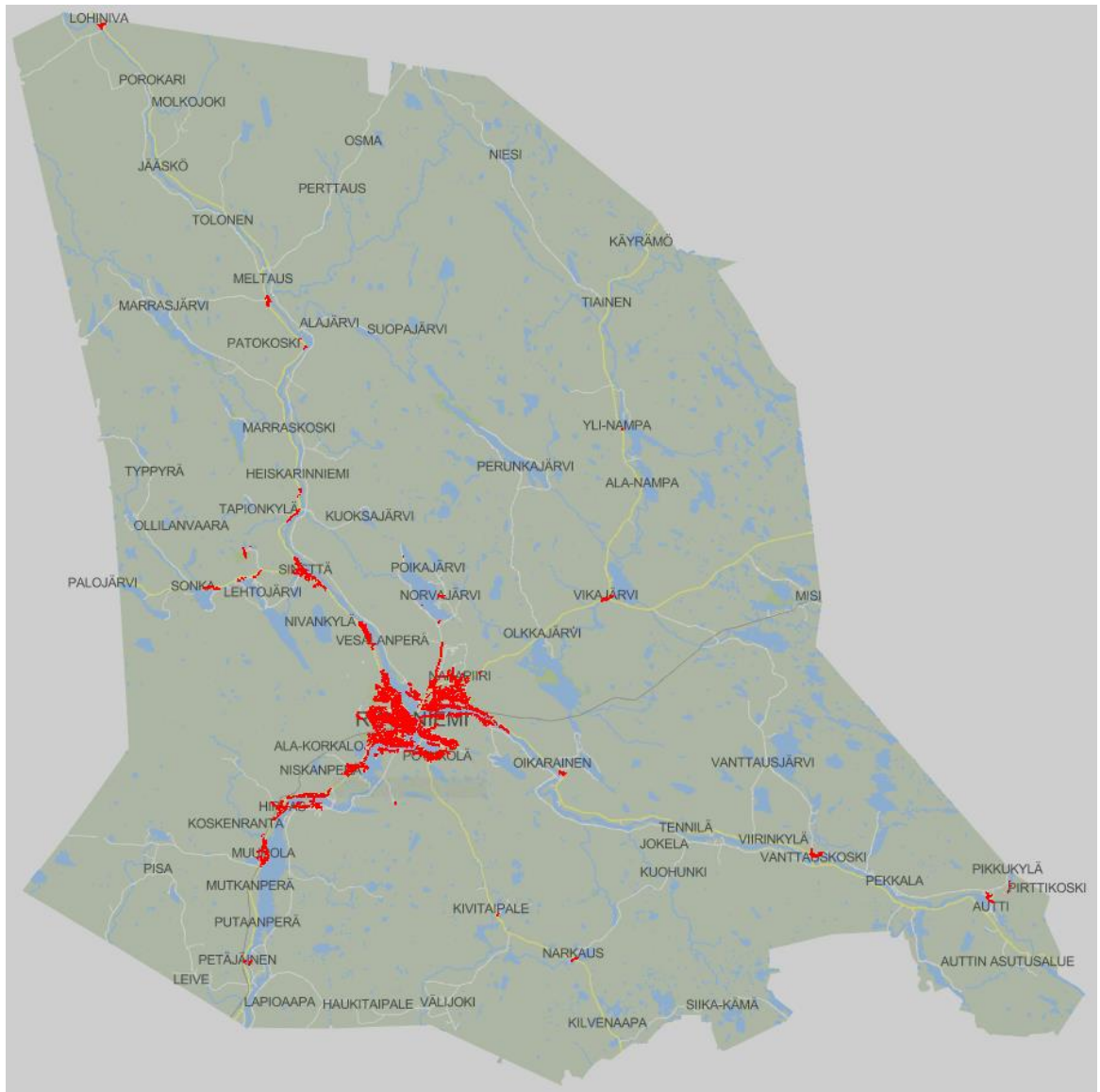
Yllä olevasta kuviosta 13 voidaan havaita, että Rovaniemen vesijohtoverkostossa käytetyistä materiaaleista yleisimpiä ovat muoviputket: PE tai PP n. 68 % ja PVC n. 14 %. Muita Rovaniemellä vesijohtoverkostossa käytettyjä putkimateriaaleja ovat rauta n. 3 %, SG n.1 % ja betoni n. 0,01 %. Määrittelemättömiä verkostomateriaaleja on n. 14 %.

Suurin osa vesijohtoverkostosta on halkaisijaltaan 110–160 mm. Suurimmat Rovaniemellä käytössä olevat vesijohdot ovat halkaisijaltaan 400 mm. Vesijohtoverkoston saneerausmäärät ovat pysyneet melko tasaisena ollen keskimäärin 3,5 kilometriä vuosittain. Uudisrakentamismäärät vaihtelevat vuosittain ollen kuitenkin keskimäärin 12 kilometriä. 2000-luvun kiivaimpina uudisrakentamisvuosina, esim. vuonna 2007, vesijohtoa uudisrakennettiin n. 30 kilometriä.

4.3.2 Jätevesiviemäriverkosto

Rovaniemen jätevesiviemäriverkoston kokonaispituus on n. 680 kilometriä. Jätevesiviemäriverkosto ulottuu asemakaava-alueelta suurimpiin taajamiin ja eräille

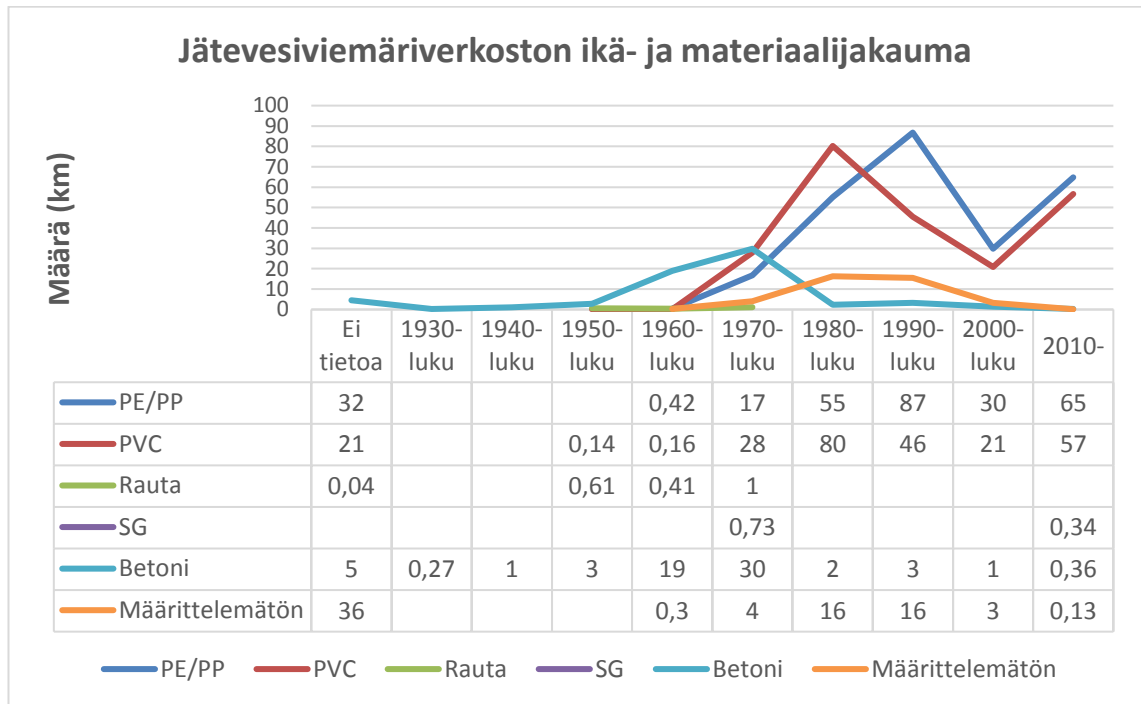
osayleiskaava-alueille, kuten Sonkaan, Muurolaan, Vikajärvelle sekä Vanttaukselle. Kuviossa 14 on esitetty Rovaniemen jätevesiverkostokartta. (Vesi- ja viemärilaitos 2001, 2.)



Kuvio 14. Rovaniemen jätevesiviemäriverkosto

Rovaniemen jätevesiviemäriverkoston vanhimmat käytössä olevat osat ovat 1930-luvulta. Jätevesiviemäriverkostosta n. 38 % on rakennettu ennen 1990-lukua. Suurin osa, n. 45 %, olemassa olevasta jätevesiviemäriverkostosta on rakennettu 1980–1990-luvuilla. 1990-luvun jälkeen rakennetun verkoston osuus on

n. 48 %. Kuviossa 15 on esitetty Rovaniemen jätevesiviemäriverkoston ikä- ja materiaaliijakauma vuoden 2017 lopussa.



Kuvio 15. Rovaniemen jätevesiviemäriverkoston ikä- ja materiaaliijakauma

Jätevesiviemäriverkостossa käytetyistä materiaaleista yleisimpiä ovat PE/PP n. 42 %, PVC n. 37 % ja betoni n.10 %. Jätevesiviemäriverkosto on pääasiassa PE:tä, PE:tä tai PVC:tä, mutta halkaisijaltaan suuret jätevesiviemärit ovat betonia. Muita Rovaniemellä jätevesiviemäriverkостossa hyvin vähäisessä määrin käytettyjä putkimateriaaleja ovat rauta n. 0,3 % ja SG n. 0,2 %. Määrittelemättömiä verkostomateriaaleja on n. 11 %.

Suurin osa jätevesiviemäriverkостosta on halkaisijaltaan 110–160 mm. Suurimmat Rovaniemellä käytössä olevat jätevesiputket ovat halkaisijaltaan 1 000 mm. Jätevesiviemäriverkостon saneerausmäärät ovat pysyneet melko tasaisena ollen keskimäärin 2,5 kilometriä vuosittain. Uudisrakentamismäärät vaihtelevat vuosittain ollen kuitenkin keskimäärin 8 kilometriä. 2000-luvun kiivaimpina uudisrakentamisvuosina, esim. vuonna 2012, jätevesiviemäriä uudisrakennettiin n. 20 kilometriä.

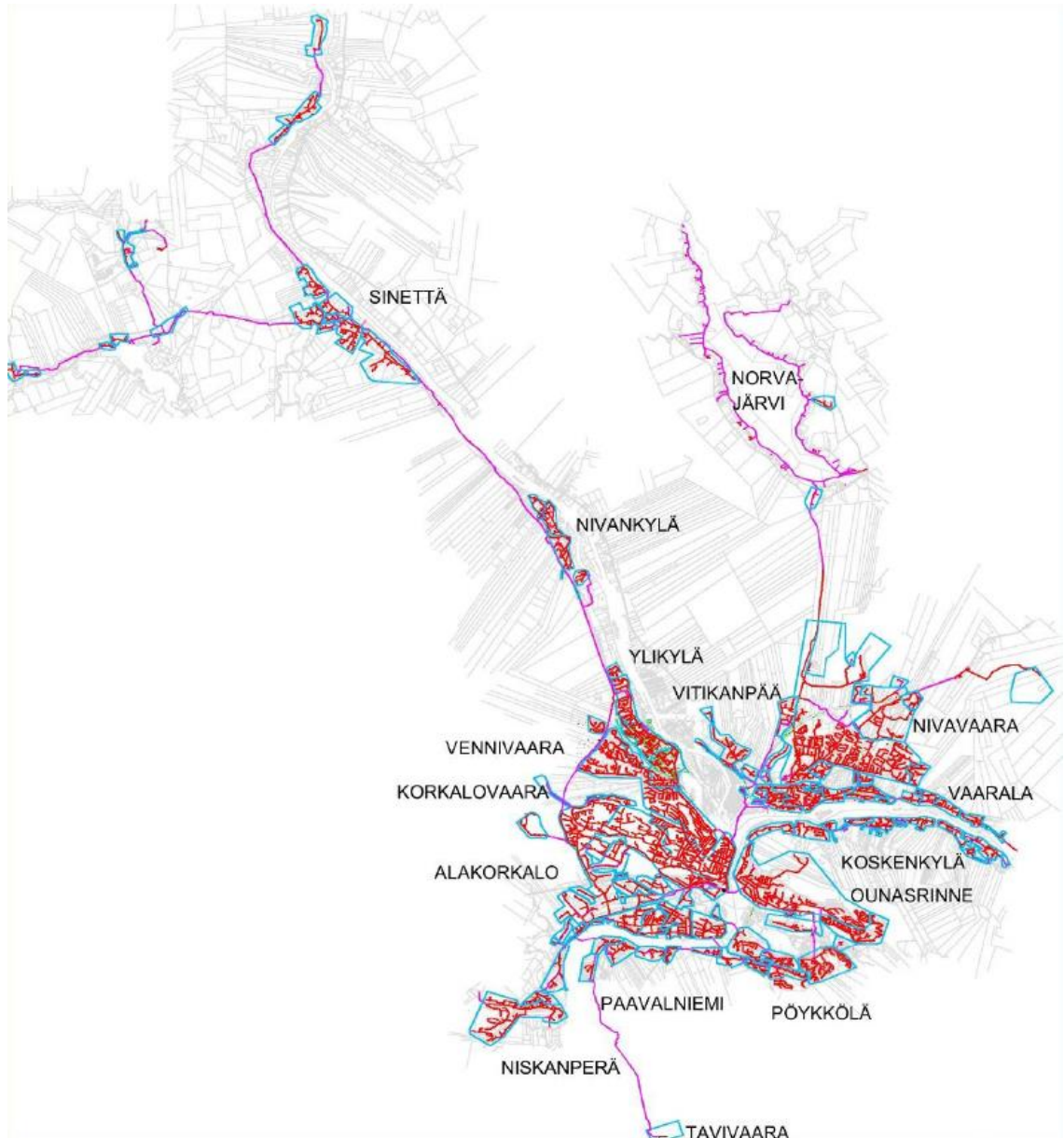
4.4 Vesijohtoverkoston kuntotutkimukset

Vesijohtovuotoja haetaan sulkemalla venttiilejä ja seuraamalla virtausmääriä samanaikaisesti. Jätevedenpumppaamoiden pumpattujen jätevesien määriä tarkastellaan. Jos vuotovesi menee jätevesiviemäriin, niin voidaan päätellä, millä alueella vuoto on. Vuotokohtien paikantamisessa käytetään apuna tekniikkaa esim. korrelaattoreita ja ääniloggereita.

Vuotojen etsinnässä käytetään myös öisen vedenkäytön tarkkailua, rekisteröivää ja hälyttävää painemittausta, ylävesisäiliön toiminnan tarkkailua, maanpinnan tarkkailua, kuuntelua vesimittareiden lukemisen yhteydessä sekä vedenkäyttäjien ja yleisön ilmoitusten rekisteröintiä. Vedenkulutustilastoista saadaan laskettua aluekohtaiset vuotovesimäärät vertailemalla pumpatun ja laskutetun veden määriä.

4.5 Jätevesiverkoston kuntotutkimukset

WSP Finland Oy on laatinut yhteistyössä Napapiirin Vesi Oy:n kanssa Rovaniemen keskustan alueen jätevesiviemäriverkoston vuotovesiselvityksen ja tutkimusohjelmat. Työssä laadittiin kuntoluokituskartta sekä pumppaamoaluekohtainen vuotovesimäärien tarkastelu Alakorkalon jätevedenpuhdistamon viemärintialueen jätevesiverkostosta, joka on esitetty kuviossa 16. Työssä tehtiin verkoston inventaario, jossa arvioitiin verkoston saneeraustarvetta sen tavoiteltuun keski-ikään ja verkoston kuntoon perustuen. Lisäksi työssä käytiin läpi gravitaatioviemäreiden virtausmittausten tuloksia. (Liisanantti ym. 2017, 3–5.)



Kuvio 16. Alakorkalon jätevedenpuhdistamon viemäröintialue (Liisanantti ym. 2017, 4)

Vuotovesiselvityksen lähtöaineistona olivat vesihuoltoverkoston johtokartat, kaukovalvontajärjestelmän keräämät pumppaamoiden dynaamiset tiedot sekä Naven henkilökunnan kokemusperäinen tieto verkostoista. Lisäksi työssä hyödynnettiin ympäristötietoina Rovaniemen alueen sadantatietoja. (Liisanantti ym. 2017, 3.)

Työn tuloksena selvisi, että verkoston ikätiedon lisäksi saneeraustarve tulisi kohdistaa eniten työllistävien ja oireilevien kohteiden korjaamiseen, jotka laskevat vesihuoltolaitoksen palvelutasoa asiakkaille ja aiheuttavat kustannuksia mm.

energiankäytön kasvamisen myötä. Energiankäyttö lisääntyy, kun jätevedenpumppaamoilla ja -puhdistamoilla joudutaan käsittelemään vuotovesien takia enemmän jätevettä. Edellä mainittujen asioiden vuoksi saneerauskohteiden tarkemmassa valinnassa tulee ottaa huomioon verkoston vika- ja toimintahistoria. (Liisanantti ym. 2017, 5.)

Vuotovesiselvityksen mukaan Alakorkalon jätevedenpuhdistamon viemäröinti-alueella tulisi saneerata viettoviemäriä vuosittain keskimäärin n. 10,9 kilometriä. Saneeraukset tulisi toteuttaa niin, että johto-osuudet valitaan vuotovesimäärää vähentävällä ja edelleen puhdistamon toimintaa parantavalla tavalla sekä mahdollisia tukkeutuvia ja vakiohuuhteluosuuksia korjaamalla sekä huomioiden kriittisimmät johto-osuudet. Raportin mukaan olisi suositeltavaa, että vesihuoltoverkostojen saneeraukset toteutettaisiin kaupungin muiden infraverkostojen, kuten katusaneerausten yhteydessä. (Liisanantti ym. 2017, 5.)

Vuotavimmilla pumppaamoalueilla keskimääräinen vuotovesimäärä on yli 10 m³/a/m tai sade- ja lumensulamistapahtumien vaikutukset virtaamiin ovat suuret, jonka vuoksi kuntoluokkaa on laskettu kuntoluokasta keskimääräistä heikompi-kuntoinen kuntoluokkaan huonossa kunnossa. Kuntoanalyysin perusteella hyvässä kunnossa olevia pumppaamoalueita on 9 kpl, kohtalaisen hyvässä kunnossa 28 kpl, keskimääräistä huonommassa kunnossa 18 kpl ja huonokuntoisimpia 13 kpl. (Liisanantti ym. 2017, 10.)

Raportin mukaan jatkotoimenpiteenä keskimääräistä huonommassa kunnossa oleville sekä huonokuntoisimmille alueille suositellaan lisää virtaamamittauksia, silmä määräisiä kaivonkansien tarkistuksia, kaivojen sisäpuolisen kunnan tarkistuksia, pumppaamoiden ylivuotorakenteiden tarkastamista ja tarvittaessa korjaamista, savukokeiden tekemistä pumppaamoalueilla sekä putkikuvauksia. Verkoston saneerauskohteiden valinta tulisi tehdä huomioiden kuntotutkimukset, tapahtuneet tukokset sekä vakiohuuhtelukohteet. Lisäksi WSP Finland Oy suosittelee laatimaan jokaisesta valitusta saneerauskohteesta saneerauskohdekortin. Tässä työssä ei kuitenkaan hyödynnetty saneerauskohdekorttia. (Liisanantti ym. 2017, 34.)

4.6 Rovaniemellä käytetyt saneerausmenetelmät

Rovaniemellä vesijohto- ja jätevesiviemäriverkostoa saneerataan yleensä auki kaivamalla katusaneerauksen yhteydessä. Sujutusmenetelmiä on käytetty vähemmän, koska se ei ole ollut teknisesti eikä taloudellisesti järkevää. Sujutuskohteet ovat sijainneet pääasiassa taajama-alueella.

Rovaniemellä on saneerattu keräily- ja pääviemäriä eri sujutusmenetelmillä n. 19 kilometriä Trimble NIS-verkkotietojärjestelmän mukaan. Verkkotietojärjestelmään on dokumentoitu, että Rovaniemellä on käytetty Flexoren-pitkäsujutusta, pätkäsujutusta sekä muotoputkisujutusta. Osassa sujutetuista johdoista ei ole tietoa, mitä sujutusmenetelmiä niissä on käytetty.

Rovaniemellä on saneerattu jakelu- ja päävesijohtoa eri sujutusmenetelmillä n. 4 kilometriä Trimble NIS-verkkotietojärjestelmän mukaan. Sujutusmenetelmistä vain pakkosujutusta on dokumentoitu verkkotietojärjestelmään. Osassa sujutetuista johdoista ei ole tietoa, mitä sujutusmenetelmiä niissä on käytetty.

4.7 Esimerkkejä saneerauskohteista

Keskustassa Inapolku-Valtakatu-Pekankatu välillä on pätkäsujutettu n. 460 metriä jätevesiviemäriä vuonna 2007. Vanhaan halkaisijaltaan 1 000 mm betoniputken sisään on sujutettu 355 mm ja 450 mm PP-putket. Kuvio 17 on otettu Inapolku-Koskenranta risteyksessä olevasta 1 200 mm betonikaivosta. Kuviossa 17 näkyy 450 mm PP-putki, joka on pätkäsujutettu betoniviemäriin sisään ja putken välitila on injektoitu betonilla.



Kuvio 17. Pätöksuutettu putki Inapolun ja Koskenrannan risteyksessä

Keskustassa Koskikatu-Valtakatu välillä on pitkäsuutettu n. 80 metriä jätevesiviemäriä Flexoren-järjestelmällä vuonna 2008. Vanhaan halkaisijaltaan 300 mm betoniputken sisään on suutettu 200 mm PEH-putki. Putken suutuksen lisäksi vanhan 1 000 mm betonikaivon sisään on asennettu 400 mm PEH-kaivo. Samalla Koskikatu-Valtakatu välillä on myös saneerattu vesijohtoa pakkosuuttamalla n. 110 metriä vuonna 2008. Vanhan 150 mm valurautaputken tilalle on vaihdettu 160 mm PEH-putki. Kuviossa 18 näkyy uusi pakkosuutettu 160 mm PEH-putki.



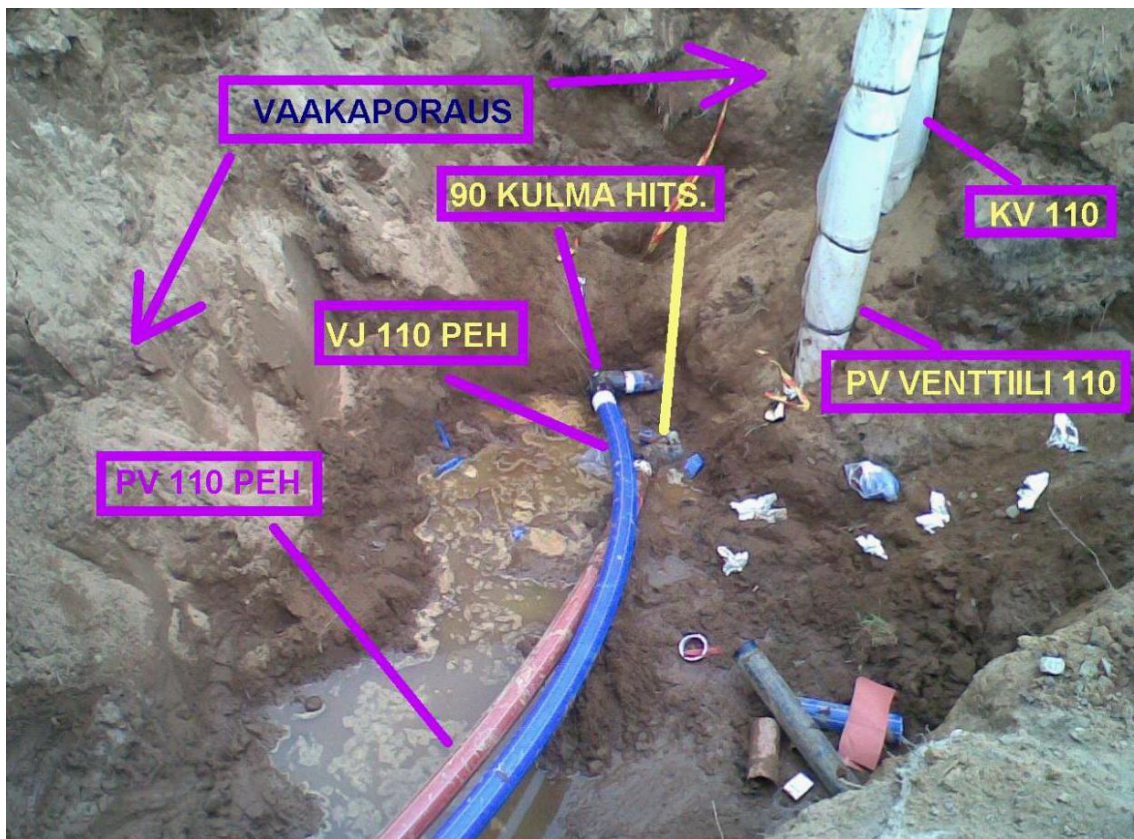
Kuvio 18. Pakkosujutettu vesijohto Koskikadun ja Valtakadun risteyksessä

Ylikylässä Apajatiellä on muotoputkisujutettu n. 790 metriä jätevesiviemäriä vuonna 2007. Vanhan 225 mm ja 300 mm betoniviemäreiden sisään on sujutettu PVC-muotoputki ja putken kapasiteetti on säilynyt samana. Putken sujutuksen

lisäksi vanhojen 1 000 mm betonikaivojen sisään on asennettu 400 mm PEH-kaivot.

Saarenkylässä Pitkäkujalla on sukkasujutettu jätevesiviemäriä vuonna 2006. Vanhaan halkaisijaltaan 225 betoniputken seinämää vasten on vedetty hartsilla kyllästetty lasikuidusta valmistettu taipuisa sukkamateriaali ja se on kovetettu ultraviolettivalon avulla. Ohuen uuden seinämän vuoksi putken kapasiteetti on säilynyt samana. Putken sujutuksen lisäksi vanhojen halkaisijoiltaan 1 000 mm betonikaivojen sisään on asennettu halkaisijoiltaan 400 mm muovikaivot.

Alakorkalossa 4-tien ali on vaakaporattu n. 75 metriä vesijohtoa ja paineviemäriä vuonna 2008. Vesijohto ja paineviemäri ovat kooltaan 110 mm ja materiaaliltaan PEH:ä. Kuvioista 19 nähdään saneeratut johdot ja venttiilit.



Kuvio 19. Vaakaporauksella saneeratut vesijohto ja paineviemäri Alakorkalossa

4.8 Yhteisrakentaminen Rovaniemellä

Heinäkuussa 2016 astui voimaan laki, jossa säädetään viestintäverkkojen sekä energia-, liikenne- ja vesihuoltoverkkojen yhteisrakentamisesta ja -käytöstä. Lakia sovelletaan vain, jos yhteistoiminnan osapuolena on viestintäverkko. (Yhteisrakentamislaki 1 §)

Lain mukaan verkkotoimijan on suostuttava toisen verkkotoimijan fyysisen infrastruktuurin yhteisrakentamista ja verkkojen yhteisrakentamista koskevaan kirjalliseen pyyntöön oikeudenmukaisin ja kohtuullisin ehdoin. Kohtuulliseen pyyntöön on suostuttava, jos yhteisrakentaminen ei lisää verkkotoimijoiden kustannuksia erillisrakentamiseen verrattuna, koske vähäistä rakennushanketta tai vaaranna verkon turvallisuutta tai verkon käyttöä aiottuun tarkoitukseen. Yhteisrakentamista koskeva pyyntö on lähetettävä viimeistään kuukautta ennen kuin hankkeeseen haetaan lupaa toimivaltaiselta viranomaiselta. (Yhteisrakentamislaki 4 §)

Nave:lla on yhteisrakentamiskohteita Rovaniemen kaupungin kanssa ja Neven energiaverkkojen kanssa. Luvuissa 4.8.1–4.8.2 on esitetty Naven yhteistyötä Rovaniemen kaupungin sekä Napapiirin Energia ja Vesi Oy:n energia-, sähkö- ja tietoliikenneverkkojen kanssa.

4.8.1 Yhteistyö Rovaniemen kaupungin kanssa

Yhteistyömallien selvittämistä varten haastattelin Naven vesiverkoston rakentamisesta ja suunnittelusta vastaavaa rakennuttaja Jukka Tiuraniemeä koskien vesihuoltolaitoksen ja Rovaniemen kaupungin välistä yhteistyötä. Haastattelukysymykset löytyvät liitteestä 1.

Tiuraniemi kertoo, että hän on Naven puolesta vastuussa kohteiden suunnittelusta ja Rovaniemen kaupungilla yhteisrakentamiskohteiden suunnittelusta vastaavat suunnittelupäällikkö ja rakentamispäällikkö. Yhteistyötä on tehty koko vesilaitoksen historian ajan, mutta yhteistyö on laajentunut Rovaniemen kaupungin ja maalaiskunnan yhdistyttyä Rovaniemen kaupungiksi. (Tiuraniemi 2017.)

Kysyin Tiuraniemeltä, kuinka kauan aikaisemmin aikatauluista pitää sopia ja moneen vuoden sykleihin yhteisrakentamiskohteita suunnitellaan. Saneerattavien

kohteiden aikataulu tarkentuu, mitä lähemmäs saneeraus tulee. Lopullinen saneerausaikataulu tehdään vuosi ennen saneeraustyön aloittamista. Tavoitteena on suunnitella yhteisrakentamiskohteita viiden vuoden sykleihin. (Tiuraniemi 2017.)

Tiuraniemen mukaan sekä vesihuoltolaitos että kaupunki hyötyvät yhteisrakentamisesta erittäin paljon, koska molemmat säästävät kustannuksissa. Kaupungin tekninen toimi suunnitteluttaa ja kilpailuttaa kohteet. Yleensä sama suunnitteluorganisaatio suunnittelee sekä kadut että vesihuoltoverkoston, jotta yhteisrakentamisessa saavutetaan paras mahdollinen lopputulos. (Tiuraniemi 2017.)

Yhteisrakentamisen haasteena Tiuraniemi näkee sen, että kaupungin ja vesihuoltolaitoksen saneeraustarpeet eivät välttämättä aina kohtaa. Kaupunki panostaa saneerauksissa enemmän taajama-alueille kuin niiden ulkopuolelle, jossa taas Navella on myös runsaasti saneeraustarpeita. Tiuraniemen mielestä vesihuoltolaitoksella pitäisi olla enemmän resursseja lyhyen ja pitkän tähtäimen saneeraussuunnitteluun. (Tiuraniemi 2017.)

4.8.2 Yhteistyö Napapiirin Energia ja Vesi Oy:ssä

Yhteistyömallien selvittämistä varten haastattelin Neven verkkopäällikkö Mika Kovalaa Neve -konserniin kuuluvien energia- ja vesihuoltoverkkojen sekä sähkö- ja tietoliikenneverkkojen välisestä yhteistyöstä. Kovala vastaa mm. kaukolämpöverkon rakennuttamisesta ja suunnittelusta. Haastattelukysymykset löytyvät liitteestä 2.

Kovala kertoo, että hän koordinoi energia- ja vesihuoltoverkkojen yhteistyötä yhteistyössä eri verkkojen suunnittelijoiden, rakennuttajien sekä joissakin tilanteissa myös urakoitsijoiden kanssa. Yhteistyötä on tehty muutamia vuosia, mutta vuodesta 2017 lähtien yhteistyötä on tehty tiiviimmin, koska Neve -konsernin sisällä tehtiin organisaatiomuutoksia, jotka edesauttoivat tiiviimmän yhteistyön. (Kovala 2017)

Kysyin Kovalalta, kuinka kauan aikaisemmin aikatauluista pitää sopia ja monen vuoden sykleihin yhteisrakentamiskohteita suunnitellaan. Kohteiden aikatauluja

ja yhteensovittamisia suunnitellaan mahdollisimman aikaisin hankkeen varmistuttua, jolloin verkkoyhtiöt aloittavat rakentamisaikataulujen ja suunnitelmien yhteensovittamisen. (Kovala 2017.)

Kovalan mukaan verkkojen yhteisrakentamisen hyötyjä ovat saavutettavat kustannussäästöt, samalla kertaa saadaan rakennettua mahdollisimman paljon verkostoja ja rakentamisesta tulee vähemmän haittaa ympäristölle. Lisäksi kaivukustannukset sekä kaivantojen viimeistelytöiden kustannukset vähenevät. (Kovala 2017.)

Yhteisrakentamisen haasteena Kovala näkee aikataulujen, suunnitelmien ja erilaisten verkkokohtaisten rakennustapojen yhteensovittamisen. Kovala näkee haasteena myös verkkojen elinkaariajattelun ja turvallisuusasiat, koska verkostojen elinkaari ja elinkaaren aikana tehtävät mahdolliset toimenpiteet tulee huomioida jo suunnittelu- ja rakentamisvaiheessa. Kysyin, tuleeko yhteisrakentaminen yleistymään tulevaisuudessa. Kovalan mukaan yhteisrakentaminen on nouseva trendi, jota tulee pyrkiä yleistämään huomioiden kuitenkin verkkokohtaisten elinkaarien aiheuttamat toimenpiteet. (Kovala 2017.)

5 SANEERAUSTARVE JA SANEERAUSVELKA ROVANIEMELLÄ

5.1 Saneeraustarve

Verkoston saneeraus on toteutettava teoreettisesti taloudelliselta kannalta katsottuna viimeistään silloin, kun vuotuiset kunnossapito- ja korjauskustannukset lähestyvät uuden verkostorakenteen kustannuksia. Käytännössä verkostoja tulee saneerata huomattavasti aikaisemmin, koska verkoston toimivuuteen liittyy monia rahassa mittaamattomia tai vaikeasti arvioitavia suureita. Niitä ovat mm. vesijohtoveden laatu, toistuvat toimintahäiriöt, pohjavesien suojeleminen, jäteveden puhdistuksen tehokkuus sekä terveydelliset vaaratekijät. (RIL 237-1-2010, 88–89.)

Rovaniemen alueen saneeraustarvetta arvioitaessa otettiin huomioon verkoston teoreettinen käyttöikä, asennusvuosi, materiaalitiedot, maanpäällisten rakenteiden sijainti sekä alueelliset erityispiirteet, jotka vaikuttavat verkoston kuntoon ja käyttöikänsä. Saneeraustarpeen arvioinnissa tulee selvittää myös verkoston kapasiteetin riittävyttä, mutta se jätettiin pois tästä työstä, koska tarkasteltava alue oli erittäin laaja.

Maija Massisen laatima Naven saneerausvelkaselvitys 2017 -raportti valmistui syksyllä 2017. Saneerausvelkaselvityksessä tutkittiin karkealla tasolla vesihuoltoverkoston kuntoa Rovaniemellä, verkoston määrää, verkoston käyttöikänsä vaikuttavia tekijöitä sekä verkoston saneeraustarvetta ja -velkaa. Saneerausvelkaselvityksen tiedot ovat osittain puutteellisia, koska selvitystä laadittaessa verkostotiedoissa oli runsaasti puutteita. Tonttivesijohdot ja -viemärit oli virheellisesti merkitty NIS:iin jakelujohdoiksi tai keräilyviemäreiksi.

Naven saneerausvelkaselvityksessä putkien teoreettisen käyttöiän selvittämistä varten otettiin mallia Oulun saneerausvelkaselvityksestä, josta poiketen Rovaniemen verkoston teoreettista ikäjakaumaa muutettiin kokemukseräisen tiedon perusteella siten, että 1970-luvulla rakennettujen vesijohtojen käyttöikä laskettiin viidellä vuodella. Teoreettista käyttöikää laskettiin, koska vesihuoltolaitoksen henkilökunnalla on tiedossa, että putkikaivantojen täyttömateriaalit olivat huonoja 1970-luvulla. Vesijohto- ja jätevesiviemäriverkoston teoreettiset käyttöiät on esitetty taulukossa 3. (Massinen 2017, 18.)

Taulukko 3. Vesijohto- ja jätevesiviemäriverkostojen teoreettiset käyttöiät (Massinen 2017, 18)

Rakentamisvuosi	Käyttöikä	
	Vesijohto	Jätevesiviemäri
–1970	50	50
1970–1980	45 (40)	50
1980–1990	50	50
1990–	60	60

Vesijohtojen oletettu teoreettinen käyttöikä on 1930–1960-lukujen putkilla 50 vuotta, 1970-luvun putkilla 40 vuotta ja 1980-luvun putkilla 50 vuotta. 1990-luvulla tai sen jälkeen rakennettujen vesijohtojen teoreettiseksi käyttöiäksi on arvioitu keskimäärin 60 vuotta. Näiden oletusten perusteella voidaan todeta, että vuoden 2029 loppuun mennessä 1970-luvulla ja sitä ennen rakennetut putket ovat saavuttaneet teoreettisen käyttöikänsä. (Massinen 2017, 18.)

Vuoden 2019 loppuun mennessä n. 250 kilometriä vesijohtoverkostosta on ylittänyt teoreettisen käyttöikänsä. Kuviossa 20 on esitetty vesijohtojen vuosittaiset saneeraustarpeet vuoteen 2028 asti. Vesijohtoverkoston saneerausvelan määrä laskisi vuoteen 2029 mennessä n. 250 kilometristä n. 164 kilometriin, mikäli saneerausohjelma toteutuisi. Jos saneerauksia tehtäisiin se määrä, mitä pitäisi vuosittain laskennallisesti tehdä, vuonna 2019 pitäisi saneerata n. 250 kilometriä vesijohtoa ja vuosina 2020–2028 saneerauksia ei tarvitsisi tehdä. Tämä johtuu siitä, että 1970-luvulla ja sitä ennen rakennetut vesijohdot ovat ylittäneet teoreettisen käyttöikänsä vuonna 2019.

Yhden vuoden aikana ei ole mahdollista saneerata n. 250 kilometriä vesijohtoa, joten olisi järkevää tasata saneeraustarpeet vuosille 2019–2028. Näin saneerausmäärät eivät vaihtelisi ja saneeraukset voitaisiin tehdä hallitusti. Tasattu saneeraustarve jokaiselle vuodelle tarkoittaa n. 23 kilometrin vuosittaista saneerausta, mikä on kuusi kertaa enemmän kuin nykyiset saneerausmäärät. Tasattu saneeraustarve on esitetty kuviossa 20.

Vaihtoehtona saneeraustarpeen tasaamiselle on saneerausmäärien nostaminen tasaisesti joka vuosi. Kuviossa 20 on esitetty saneerausmäärien kehitys, jos saneerausmääriä nostettaisiin nykyisesti 3,5 kilometristä vuosittain yhdellä kilo-

metrillä. Tällöin vesijohtoja tulisi saneerata 13,5 kilometriä vuonna 2028. Vesi-
huoltolaitos saisi näin aikaa hankkia määrärahoja saneerauksiin, mutta tulevat
saneerausmäärät kasvaisivat erittäin suuriksi.



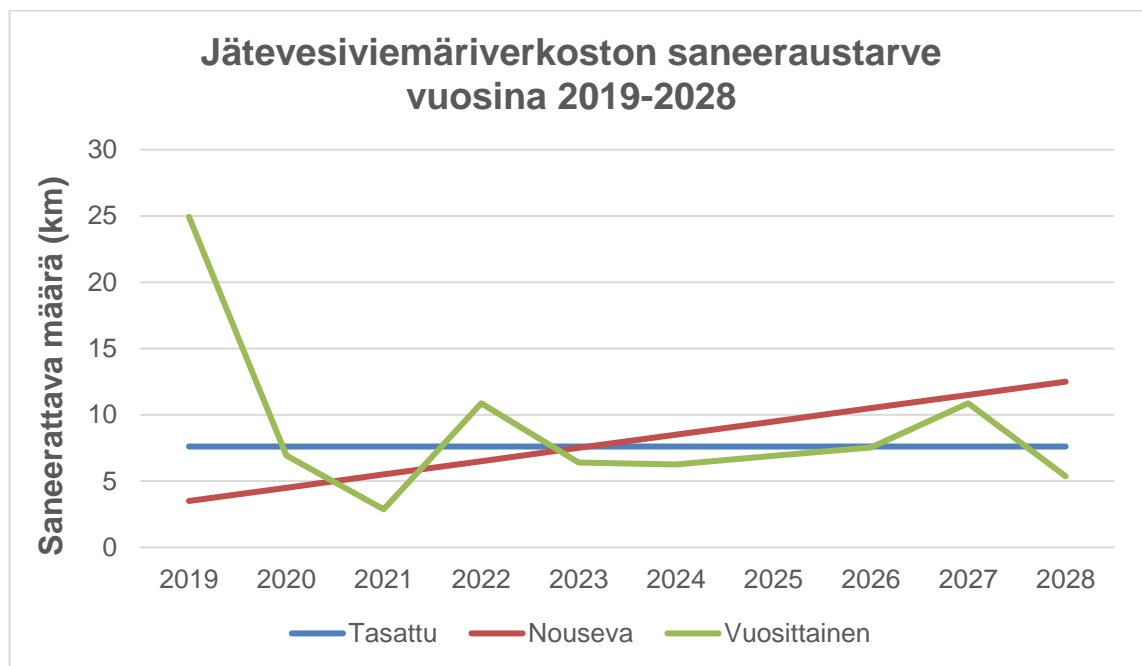
Kuvio 20. Vesijohtoverkoston saneeraustarpeet vuosille 2019–2028

Jätevesiviemäriverkoston oletettu teoreettinen käyttöikä on 1980-luvun ja sitä
vanhempien putkien osalta keskimäärin 50 vuotta ja 1990-luvulta lähtien keski-
määrin 60 vuotta. Näiden oletusten perusteella voidaan todeta, että vuoden 2020
loppuun mennessä 1970-luvulla ja sitä ennen rakennetut putket ovat saavutta-
neet teoreettisen käyttöikänsä. (Massinen 2017, 16, 20.)

Jätevesiviemäriverkostosta n. 91 kilometriä on saavuttanut teoreettisen käyt-
töikänsä 2020-luvun loppuun mennessä. Jätevesiviemäriverkoston saneeraus-
velan määrä laskisi vuoteen 2029 mennessä n. 91 kilometristä n. 42 kilometriin,
mikäli saneerausohjelma toteutuisi. Jos saneerauksia tehtäisiin se määrä, mitä
pitäisi vuosittain laskennallisesti tehdä, vuosittaiset saneerausmäärät vaihtelisi-
vat paljon. Tämä ei ole mahdollista, joten olisi järkevää tasata saneeraustarpeet

vuosille 2019–2028, jotta saneerausmäärät eivät vaihtelisi ja saneeraukset voitaisiin tehdä hallitusti. Tasattu saneeraustarve jokaiselle vuodelle tarkoittaa n. 8 kilometrin vuosittaista saneerausta, mikä on kolme kertaa enemmän kuin nykyiset saneerausmäärät.

Vaihtoehtona saneeraustarpeen tasaamiselle on saneerausmäärien nostaminen tasaisesti joka vuosi. Jos jätevesiviemäriä saneerattaisiin lisäämällä saneeraus määrää kilometrillä vuodessa, viemäriä tulisi saneerata 12,5 kilometriä vuonna 2028. Kuviossa 21 on esitettyjä jätevesiviemäriverkoston saneerausmäärien kehitys, jos saneerausmääriä nostettaisiin nykyisestä 2,5 kilometristä vuosittain yhdellä kilometrillä sekä vuosittaiset saneeraustarpeet vuoteen 2028 asti.



Kuvio 21. Jätevesiviemäriverkoston saneeraustarpeet vuosille 2019–2028

Vesijohto- ja jätevesiviemäriverkoston yhteenlaskettu saneeraustarve on n. 341 kilometriä 2020-luvun loppuun. Saneerausvelan määrä laskisi 2020-luvun loppuun mennessä n. 341 kilometristä n. 205 kilometriin, mikäli saneerausohjelma toteutuisi. Vesijohto- ja viemäriverkoston saneerausmäärien tulisi nousta nykyisestä 6 kilometristä n. 31 kilometriin, jotta saneerausvelka saataisiin kiinni vuoden 2028 loppuun mennessä.

5.2 Kokemusperäinen tieto saneerauskustannusten muodostumisesta

Saneerausvelkaselvitykseen on koottu tietoa saneerauskustannuksista vuosien 2015–2016 urakoista. Rakentamiskustannuksia on vertailtu kolmeltatoista keskustan alueen kohteelta: Eteläranta, Kairatie, Kaarnatie-Visatie, Koskikatu-Lapinkävijäntie, Lukkarinkatu, Lumikkotie, Metsätaival, Pajakorva-Tammikuja, Pirkkakatku-Korkalonkatu, Suhosenmutka, Rantavitikantie, Rauhankatu sekä Venetie. Lisäksi selvitykseen valittiin kaksi aluetta haja-asutusalueelta: Osma-Perttaus ja Jaatila. (Massinen 2017, 21.)

Keskustan alueen kohteiden urakat sisälsivät vesijohdon, jätevesiviemärin sekä hulevesiviemärin rakentamisen. Haja-asutusalueen urakat sisälsivät vain vesijohdon rakentamisen. Ensimmäisissä kustannuslaskelmissa huomioitiin vain maarakennuskustannukset. Kustannusarviointissa tulee ottaa huomioon myös mittaus-, suunnittelu- ja runkoliitostöistä johtuvat kustannukset. (Massinen 2017, 21.)

Saneerausvelkaselvityksessä ei ole eritelty vietto- ja paineviemäreiden saneerauskustannuksia, joten niiden kustannuksien eroja ei ole tässä työssä otettu huomioon. Saneeraussuunnittelussa on kuitenkin huomioitava, että paineviemäriä on viettoviemäriä kalliimpaa saneerata. (Massinen 2017, 16.)

Keskustan alueen vesi- ja viemäriverkoston saneerauskustannukset jakautuvat seuraavasti: vesijohdon rakentaminen on n. 40 % ja jätevesiviemärin rakentaminen n. 30 % kokonaiskustannuksista. Putkikoolla on vaikutusta saneerauskustannuksiin. Haja-asutusalueella verkostojen epäselvät sijainnit ovat saneeraushaaste, koska verkostojen tarkkaa sijaintia ei ole kartoitettu. (Massinen 2017, 15–16.)

Verkostojen saneerauskustannukset jäävät taajaman ulkopuolella huomattavasti kaupunkialuetta pienemmiksi, koska haja-asutusalueen verkostot ovat usein syrjässä asutuksesta ja katuverkostosta. Vesijohto- ja jätevesiviemäriverkostojen rakentamiskustannuksiin vaikuttavat mm. johtojen perustamistapa, pohjanvahvistustarve, liikennealueet sekä muut katujen alle rakennettavat verkostot. (Massinen 2017, 16.)

5.3 Saneerausvelka

Vesihuollossa saneerausvelalla tarkoitetaan käyttöikänsä ylittäneen, huonokuntoisen ja korjaustarpeessa olevan vesi- ja viemäriverkoston yhteenlaskettua summaa. Saneerausvelka voidaan ilmoittaa kilometrimääränä tai rahamääränä, joka verkoston saneeraamiseen tulisi sijoittaa. (Massinen 2017, 2.)

Saneerausvelkaa on alkanut kertyä Rovaniemellä jo 1980-luvulta lähtien. Rovaniemen saneerausikäinen verkosto on 1970-luvulla tai sitä ennen rakennettua. Saneerausvelan määrä tulee nousemaan 2020-luvun loppuun mennessä melkein kaksinkertaiseksi edellisen vuosikymmenen loppuun verrattuna, ellei saneerausta tehdä. (Massinen 2017, 22.)

Kuviossa 22 on esitetty vesi- ja jätevesiviemäriverkoston vuosittaiset saneerauskustannukset ja -velat vuoteen 2028 asti. Saneerausvelan määrä laskisi n. 389 miljoonasta eurosta n. 356 miljoonaan euroon, mikäli saneerausohjelman kohteet saneerattaisiin. Vesi- ja jätevesiviemäriverkostojen saneerauskustannuksiin käytettävien määrärahojen tulisi moninkertaistua, jotta saneerausvelan kertyminen saadaan pysäytettyä. Vuositasolla saneerauksiin tulisi käyttää n. 32 miljoonaa euroa.

6 SANEERAUSOHJELMA

6.1 Saneerausohjelman hyödyt ja tavoitteet

Saneerausohjelman laatiminen auttaa vesihuoltolaitosta kohdentamaan vesijohto- ja jätevesiviemäriverkostojen saneeraustyöt parhaalla mahdollisella tavalla. Saneerauksen avulla vesihuoltojärjestelmän toimintataso pysyy riittävän hyvänä ja kokonaiskustannukset pysyvät optimissaan. Saneerausohjelman tarkoituksena on ennaltaehkäistä vesijohto- ja jätevesiviemäriverkostoa koskevat vakavat toiminnalliset häiriöt. (Mustonen 2010, 5; RIL 237-1-2010, 91–92.)

Saneerausohjelman avulla vesihuollon saneeraukset voidaan tehdä huomioiden yhdyskuntarakenteen muutokset ja kapasiteettitarpeet tulevaisuudessa. Ohjelman avulla saadaan selville verkostojen kunnan nykytila ja saneeraustarve. Ohjelma on myös pohjana kaupungin katuverkon saneerausohjelmalle. (Mustonen 2010, 5–6; RIL 237-1-2010, 94.)

6.2 Saneerauskohteiden valinta

Saneerauskohteiden valintaa varten vesihuoltolaitoksella tulee olla riittävästi tietoa verkostojen todellisesta kunnosta, jotta saneerausvarat saadaan kohdistettua prioriteetiltaan ensisijaisiin kohteisiin. Saneeraukseen käytettävissä olevat taloudelliset varat ovat rajallisia, joten saneerausohjelmassa kiinnitettiin huomiota verkoston osien kiireellisyyteen saneerauksen suhteen. (Mustonen 2010, 5.)

Saneerauksen kiireellisyyttä arvioitiin tässä työssä vesijohto- ja jätevesiviemäriverkostoon tehtyjen selvitysten ja raporttien, vedenkulutustietojen sekä verkostojen ikä-, materiaali- ja kuntotietojen pohjalta. Saneerausohjelmassa on otettu huomioon myös Naven henkilöstön kokemusperäinen tieto verkostojen kunnosta. Edellä mainittujen lähtötietojen pohjalta laadittiin saneerauskohteiden aikataulusuunnitelma saneerausmäärineen ja saneerausohjelmien kohteille laadittiin kustannusarvio. (Mustonen 2010, 5.)

Trimblen NIS-verkkotietojärjestelmässä on johtokartta Rovaniemen vesijohto- ja jätevesiviemäriverkostoista. Johtokarttaa päivitettiin kesän ja syksyn 2017 aikana, josta saatiin tämän työn pohjaksi tietoa verkostojen iästä, koosta sekä putkimateriaaleista. Järjestelmään on tallennettu myös vesijohto- ja jätevesiviemäriverkostojen kunnossapitotietoja, joita tutkittiin tässä työssä aluekohtaisesti. Kunnossapitotiedoista selvitettiin, missä on eniten vesijohtovuotoja sekä jätevesivuotoja ja -tukoksia.

Tätä työtä varten tutkittiin Naven vedenkulutustilastoja vuosilta 2014–2016. Vedenkulutustilastoissa on esitetty vedenjakelualueittain seuraavat asiat:

- Liittyneet kiinteistöt (kpl)
- Asukkaita (hlö)
- Vedenottamot (kpl)
- Laskutettu vesi vuodessa (m^3/a)
- Laskutettu vesi päivässä (m^3/d)
- Pumpattu vesi vuodessa (m^3/a)
- Pumpattu vesi päivässä (m^3/d)
- Vuotovesi vuodessa (m^3/a)
- Jatkuva ja jaksoittainen näytteenotto (kpl/a).

Liitteenä olevasta taulukosta 3 laskettiin alueittaiset vesijohtovuotomäärät päivässä (m^3/d) ja vuotoprosentit (%). Lisäksi Naven saneerausvelkaselvityksestä saatiin alueittaiset vesijohtovuotojen lukumäärät (kpl), ennen vuotta 1985 rakennettujen putkien osuus metreinä (m) sekä suhdeluku, joka kuvaa vuotojen lukumäärää sadan metrin matkalla (vuodot lkm/100 m).

Vuotomäärä päivässä (m^3/d) laskettiin kaavalla

$$\text{Pumpattu vesi } (m^3/d) - \text{laskutettu vesi } (m^3/d)$$

Vuotoprosentti (%) laskettiin kaavalla

$$\frac{\text{Pumpattu vesi } (m^3/a) - \text{Laskutettu vesi } (m^3/a)}{\text{Pumpattu vesi } (m^3/a)} \times 100$$

Kun edellä mainitut asiat oli saatu koottua taulukkoon, alueista tehtiin keskimäärin vuotavimmat alueet -listaus, jossa vedenjakelualueet laitettiin järjestykseen suurimman vuotoprosentin, suhdeluvun, vuotomäärän ja vuotojen lukumäärän mukaan. Listauksesta jätettiin pois keskustan alue, koska vuotojen lukumääriä (kpl) ei saatu selville sekä alueet, joilla ei ollut vuotoja vuonna 2016.

Edellä mainitut lähtöaineistot kerättiin ja käsiteltiin yhtenäiseen muotoon ja tuloksia analysoitiin keskenään. Saneerauskohdelista käytiin läpi Naven vesiverkoston strategisesta suunnittelusta vastaavan kehityspäällikkö Hanna Liisanantin sekä vesiverkostojen rakennuttamisesta ja suunnittelusta vastaavan rakennuttaja Jukka Tiuraniemen kanssa. Saneerauskohdelistasta arvioitiin, mitkä alueet voidaan jättää pois saneerausohjelmasta ja mitkä alueet tulee ehdottomasti ottaa mukaan ohjelmaan.

Kohteet valittiin kokemusperäisen tiedon perusteella siten, että taajama-alueen yhdessä kohteessa voidaan saneerata vuodessa maksimissaan 500–600 metriä vesi- ja viemäriverkostoa riippuen mm. kohteen sijainnista, putkilinjan koosta sekä siitä, saneerataanko alueella sekä vesijohto- ja jätevesiviemäriverkostoa vai pelkästään vesijohtoverkostoa. Haja-asutusalueella on lähinnä vesijohtoverkostoa ja verkostot sijaitsevat pääasiassa muualla kuin katualueella, joten siellä saneerataan alueellisesti pidempiä osuuksia kerrallaan.

Saneeraukset kohdistuvat pääasiassa alueille, joilla johtolinjat ovat vanhaa valurautavesijohtoa sekä betoniviemäriä. Vesijohto- ja jätevesiviemäriverkostojen kunnossapitotietojen kannalta yksittäiset ja harvoin ongelmalliset alueet sekä osa vanhoista putkilinjoista laitettiin tarkastelulistalle, jotta niiden mahdollisiin toimintahäiriöihin osattaisiin varautua.

Vesijohto- ja jätevesiviemärisaneerauksen saneerausmenetelmänä käytetään pääasiassa auki kaivuuta. Alueelle tehtävät viemärikuvaukset ja katusaneeraukset vaikuttavat valittavaan saneerausmenetelmään. Kunkin alueen saneerausmenetelmä päätetään viimeistään edellisenä vuonna. Sujuttamalla tehtävät saneeraukset suunnitellaan ja kilpailutetaan saneerausta edeltävänä vuonna.

Saneerausohjelmasta jätettiin pois alueita, joiden todettiin olevan hyvässä kunnossa suhteessa Rovaniemen muuhun verkostoon. Työstä jätettiin pois myös Naven ja Neven infraverkostojen yhteisrakentamiskohteet.

6.3 Lyhyen tähtäimen saneerausohjelma

Lyhyen tähtäimen ohjelma sisältää seuraavien kolmen vuoden aikana eli vuosijaksolla 2019–2021 saneerattavat vesijohdot ja jätevesiviemärit. Ohjelmassa on esitetty saneerauskohteiden sijainti, vuosittaiset saneerausmäärät sekä saneerauskustannukset. Saneerattavat verkosto-osuudet esitetään taulukkona ja kartalla. Taulukkoon 4 on laskettu kohteiden kustannusarvio hyödyntäen vuosina 2015–2017 toteutuneita investointeja, vuosina 2015–2016 toteutuneiden urakoiden keskimääräisiä urakkahintoja sekä Naven henkilöstön kokemuseräistä tietoa kustannusten muodostumisesta.

Lyhyen tähtäimen saneerausohjelmaan otetaan Rovaniemen kaupungin ja Naven yhteisiä saneerauskohteita, joissa saneerataan sekä katuja että vesihuoltoverkostoa kustannustehokkuuden parantamiseksi. Nämä kohteet sijaitsevat Rovaniemen taajama-alueella ja kohteet valittiin vesihuoltoverkostojen saneeraustarpeen näkökulmasta. Tätä saneerausohjelmaa käytetään jatkossa Naven ja Rovaniemen kaupungin sekä Neve-verkkojen yhteistyökohteiden priorisoinnissa. Seuraavan vuoden saneerauskohteet tarkastellaan tarkemmalla tasolla budjetoituvaiheessa.

Lähtötietojen perusteella lähivuosien saneeraukset tulee kohdistaa erityisesti keskustan, Korkalovaaran ja Alakorkalon alueille. Lisäksi lyhyen tähtäimen ohjelmassa on yksittäisiä saneerauskohteita mm. Aronrinteellä sekä Niemelänkan-kaalla. Vuosittaisten saneerausmäärien tulisi vastata strategisen suunnittelun tavoitteita, jotta saneerausvelka saadaan vähitellen kääntymään laskuun. Uudisrakentaminen ja alueet, joille tehdään maankäyttömuutoksia esim. Sierilä, vaikuttavat saneerausmääriin.

Liitteenä 4 olevassa taulukossa on esitetty saneerauskohteet vuosille 2019–2021. Taulukossa on esitetty kuvaus saneerattavista kohteista sekä kohteet, jotka voitaisiin saneerata yhteistyössä Rovaniemen kaupungin kanssa. Lisäksi

taulukossa on kohteiden arvioidut saneerausmäärät sekä kustannusarvio. Kustannusarvioinnissa tulee ottaa huomioon maanrakennustöiden lisäksi mittaus-, suunnittelu- ja runkoliitostöistä johtuvat kustannukset. Edellä mainittuja tietoja hyödyntäen tulevat vuosittaiset saneeraukset voidaan suunnitella tarkemmin. Liitteissä 5-8 on yleissilmäyskartat, jossa on esitetty pinkillä värillä saneerattavien kohteiden sijainti.

6.4 Pitkän tähtäimen saneerausohjelma

Pitkän tähtäimen saneerausohjelman tavoitteena on esittää saneerauskohteet sekä vuosittaiset saneerausmäärät vuosille 2022–2028. Kohteet valittiin vesihuoltoverkostojen saneeraustarpeen näkökulmasta, koska Rovaniemen kaupungin ja Naven yhteiset saneerauskohteet päätetään yleensä saneerausta edeltävänä vuonna ja suunnitellaan vain 2–3 vuodeksi eteenpäin. Tätä saneerausohjelmaa käytetään jatkossa Rovaniemin kaupungin ja Naven sekä Neven yhteistyökohteiden priorisoinnissa.

Saneerausohjelmassa esitetään karkealla tasolla tiedot saneerattavista kohteista. Tavoitteena on saneerata vesi- ja viemäriverkostoa n. 7 kilometriä vuosittain, mutta saneerausmäärissä tulee ottaa huomioon kohteiden kustannusarviot. Liitteenä olevaan taulukkoon 9 on laskettu kohteiden kustannusarvio hyödyntäen vuosina 2015–2017 toteutuneita investointeja, vuosina 2015–2016 toteutuneiden urakoiden keskimääräisiä urakkahintoja sekä Naven henkilöstön kokemuksesta tietoa kustannusten muodostumisesta.

Lähtötietojen perusteella pitkän tähtäimen saneeraukset tulee kohdistaa erityisesti Korkalovaaran, Saarenkylän ja Syväsenvaaran alueille. Lisäksi pitkän tähtäimen ohjelmassa on yksittäisiä kohteita mm. Niskanperältä, Oikaraisesta, Tapionkylästä sekä Vanttauskoskelta. Vuosittaisten saneerausmäärien tulisi vastata strategisen suunnittelun tavoitteita, jotta saneerausvelka saadaan vähitellen kääntymään laskuun. Uudisrakentaminen ja alueet, joille tehdään maankäyttömuutoksia, vaikuttavat saneerausmääriin.

Liitteenä 9 olevassa taulukossa on esitetty saneerauskohteet vuosille 2022–2028. Taulukossa on esitetty kuvaus saneerattavista kohteista, niiden kustannus-

arvio sekä niiden saneerausmäärät. Pitkän tähtäimen saneerauskohteista ei laadittu tähän opinnäytetyöhön yleissilmäyskarttaa, koska kohteet sijaitsevat eri puolilla Rovaniemeä.

7 YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSET

Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli laatia vesijohto- ja jätevesiviemäriverkostojen lyhyen ja pitkän tähtäimen saneerausohjelmat, joissa määritettiin lähitulevaisuuden saneerauskohteet, selvitettiin tarvittavat vuosittaiset saneerausmäärät sekä laadittiin kustannusarvio. Työssä esiteltiin putkimateriaaleja, vesijohto- ja jätevesiviemäriverkoston kuntotutkimuksia sekä eri saneerausmenetelmiä, joita käytetään yleisesti ja Rovaniemellä. Työssä tutustuttiin myös vesihuoltolaitoksen yhteistyöhön Rovaniemen kaupungin ja Napapiirin Energia ja Vesi Oy:n muiden infraverkostojen kanssa sekä esiteltiin Napapiirin Vesi Oy:n saneerauskustannuksia, -tarvetta ja -velkaa.

Vesijohto- ja jätevesiviemäriverkoston saneerausvelan määrä laskisi kilometrimääränä n. 341 kilometristä n. 205 kilometriin sekä rahamääränä n. 389 miljoonasta eurosta n. 365 miljoonaan euroon vuoteen 2029 mennessä, mikäli saneerausohjelman kohteet saneerattaisiin. Vesijohto- ja jätevesiviemäriverkostojen saneerausmäärien tulisi moninkertaistua, jotta nykyistä saneerausvelkaa saataisiin laskettua eikä uutta syntyisi. Vuosittaisten saneerausmäärien tulisi nousta nykyisestä n. 6 kilometristä n. 31 kilometriin ja saneerauksiin käytettävien määrärahojen nykyisestä n. 32 miljoonaan euroon, jotta saneerausvelka saataisiin kiinni vuoden 2028 loppuun mennessä.

Saneerausvelka-arviot ovat teoreettisia ja perustuvat pelkästään vesi- ja jätevesijohdoille annettuihin käyttöikiin. Saneeraustarpeen määrittämisen tulee kuitenkin perustua verkoston todellisen kunnan arviointiin, jossa tarvittaisiin verkoston iän lisäksi aluekohtaisia kuntotietoja. Osa arvioidusta saneeraustarpeesta olevasta verkostosta saatetaan todeta kuntotutkimusten perusteella hyväkuntoisiksi ja toisaalta osa teoreettisen käyttöikänsä puolesta toimivista johtolinjoista voidaan todeta olevan saneeraustarpeessa.

Edellä mainittujen asioiden vuoksi Napapiirin Vesi Oy:n tulisi investoida enemmän verkostojen ennakoivaan kunnossapitoon. Kunnossapito-ohjelman avulla Napapiirin Vesi Oy varautuu paremmin kunnossapitotöihin sekä tekee jatkuvia ja ennakoivia verkostojen kunnossapitotöitä. Verkostojen kunnossapitoa voitaisiin

yleensäkin tehostaa, koska siten huonokuntoisenkin verkoston toimivuutta voidaan jatkaa hallitusti siihen asti, kunnes se on saneerausvuorossa. Kunnossapitotiedot ovat puutteellisia etenkin maakunnan alueella, joten vesihuoltolaitoksella on kehitettävää kunnossapitotietojen kirjaamisessa.

Rovaniemen alueen johtokarttaa on päivitetty viime vuodesta lähtien järjestelmällisesti ja työ on vielä kesken. Tähän asti verkostojen mallintamiseen on käytetty ulkopuolisia suunnittelijoita, mutta kun johtokartat on saatu eheytettyä, Napapiirin Vesi Oy:n henkilöstö pystyy itsekin mallintamaan verkostoa. Rovaniemen taajama-alueen vedenjakelu on turvattu koko alueen kiertävällä verkostolla. Tämän tavoitteena on turvata aina alueen vedensaanti vedenkäsittelyongelmien tai vedenottamoiden käyttöhäiriöiden aikana. Vesihuoltolaitoksen on huomioitava saneeraussuunnittelussa, että toiminta-alueiden laajentuessa jätevesiviemäriverkostoon voi tulla kapasiteettiongelmiä, mikä lisää alueiden saneeraustarvetta.

Tulevaisuudessa myös hulevesiviemäriverkosto otetaan mukaan saneerausohjelmaan, koska myös hulevesiviemäriverkosto lähestyy teoreettisen käyttöikänsä loppua sekä kapasiteettiongelmat yleistyvät asfalttipintojen lisääntyessä ja viheralueiden vähentyessä. Rovaniemellä ei ole tehty juurikaan savukokeita, mutta Napapiirin Vesi Oy aikoo selvittää tänä vuonna jätevesiviemärien vuotokohtia savukokeiden avulla. Jätevesiviemäreiden kuntoa selvitetään myös virtaamamittauksilla, joiden avulla tehdään tällä hetkellä jätevesiviemäriverkoston vuotovesitutkimuksia Muurolassa. Jätevesiviemäreitä aiotaan tulevaisuudessa myös kuvata entistä enemmän, jotta niiden todellinen kunto selviäisi. Rovaniemen verkostossa on myös verkostovahteja, joista saatavaa tietoa voidaan hyödyntää saneeraussuunnittelussa ja -ohjelmassa.

Jätevesiviemäreiden kuntotutkimusten lisäksi myös vesijohtoverkoston kuntotutkimuksia aiotaan tehdä jatkossa. Valurautaisten vesijohtoputkien kuntoa aiotaan tutkia kuuntelun avulla ja tutkittavista linjoista tehdään saneerausselvitys. Valurautaputket voivat olla hyväkuntoisia, vaikka niiden teoreettinen käyttöikä olisikin ylittynyt.

Tämä opinnäytetyö on ollut pohjana tänä vuonna laadittavalle sujutusohjelmalle. Sujutusohjelmassa tullaan selvittämään kohteet, joissa voitaisiin käyttää eri sujutusmenetelmiä. Johtolinjoille on tärkeää tehdä kapasiteetti- ja painetarkastelut,

joilla varmistetaan putkidimensiot. Tämä vaikuttaa myös saneerausmenetelmän valintaan: sujutetaanko vanhat putket vai rakennetaanko kokonaan uudet suuremmat putket.

Koska verkostosta saadaan jatkuvasti uutta kuntotietoa, laadittu saneerausohjelma ja sen aikataulu voivat muuttua. Työmailta saatava kuntotieto voi johtaa verkoston pikaiseen saneeraamiseen. Rovaniemi on kasvava kaupunki, jossa uudisrakennetaan paljon vesihuoltoverkostoa, joten suurin osa vesihuoltolaitoksen budjetista kuluu saneerausten sijaan uudisrakentamiseen. Kaupungin katuverkoston saneeraustarpeet sekä yhteisrakentamislain asettamat velvoitteet voivat aiheuttaa muutoksia saneerausohjelmaan. Edellä mainittujen tekijöiden vuoksi saneerausohjelmaa tulee ylläpitää ja päivittää jatkuvasti.

LÄHTEET

Aksela, K., Elo, R., Heusala, T., Hyytiä, S., Kopra, P., Rajantie, K., Rontu, M., Tenhunen, R., Tolvanen, T & Vuorela, K. 2010. Vuotovesien hallinta. Vesijohtovuotojen vähentäminen.

As Terrat Oy 2015. Putkistojen saneeraus UV –sukkamenetelmällä. Rovaniemi.

Illikainen, M. & Nyberg, J. 2011. Vesi ja viemäriverkoston saneeraaminen ja saneerausluokkien määrittäminen Muurolan asemakaava alueella. Viitattu 16.12.2017 <http://urn.fi/URN:NBN:fi:amk-201104194522>.

Jylhä, M. 1992. Rovaniemen vesilaitostoiminta vuosina 1941–1992 50 vuotta.

Kovala, M. 2017. Napapiirin Energia ja Vesi Oy. Kaukolämmön verkkopäällikön haastattelu 10.11.2017.

Laki verkkoinfrastruktuurin yhteisrakentamisesta ja -käytöstä 276/2016.

Liisanantti, H., Pietilä, S., Sorvari, O., Tiuraniemi, J., Vuorma, T. & Vähsöyrinki, A. 2017. Napapiirin Vesi Oy & WSP Finland Oy. Rovaniemen keskustan alueen jätevesiverkoston vuotovesiselvitys ja tutkimusohjelmien laatiminen.

Maanrakennus B. Dahlbacka Oy 2017. Suuntaporaus. Viitattu 4.11.2017 <http://www.dahlbacka.com/suuntaporaus.html>.

Massinen, M. 2017. Nave: Saneerausvelkaselvitys 2017.

Muoviteollisuus ry. Paineputkijärjestelmät polyeteenistä (PE). Putkijaoston julkaisu no 42. Viitattu 4.11.2017 http://www.pipelife.fi/media/fi/sidosryhmajulkaisut/Paineputkijarjestelmt-polyeteenist-PE_150dpi.pdf.

Mustonen, H. 2010. Tietojen tuottaminen ja hallinta verkoston saneerauskohteiden valintaa varten. Saneeraukset ja kunnossapito. Vesitalous 6/2010.

Napapiirin Vesi Oy 2017a. Savukoe. Videokuvaus betoniviemärin sisällä. Putkikaivanto Rantavitikalla. Vesihuoltolaitoksen oma materiaali.

–2017b. Viitattu 21.10.2017. <https://vk2016.neve.fi/liiketoiminta-alueet/verkot-liiketoiminta/>.

–2017c. Viitattu 16.12.2017. <http://www.neve.fi/Napapiirin-Energia-ja-Vesi/Palvelut/Vesi/Vedenlaatu>.

–2017d. Viitattu 16.12.2017. <http://www.neve.fi/Napapiirin-Energia-ja-Vesi/Palvelut/Vesi/Jatevesien-kasittely>.

–2017e. Viitattu 16.12.2017. <http://www.neve.fi/Napapiirin-Energia-ja-Vesi/Palvelut/Vesi/Jatevesien-kasittely/Jatevesipuhdistamot>

Nikulainen, T. 2013. Sito. Napapiirin Veden vedenjakelujärjestelmän kehittämissuunnitelma.

Nordic Poly Mark 2017. Viitattu 4.11.2017 <http://nordicpolymark.com/fi-start/>.

Renos Oy 2017a. Flexiputki-pitkäsujutus. Viitattu 5.11.2017 <http://www.renos.fi/putkistojen-saneeraus/flexoren-2>.

–2017b. Rauliner -muotoputkisujutus. Viitattu 5.11.2017 <http://www.renos.fi/putkistojen-saneeraus/rauliner>.

RIL 93 1973. Vesihuolto. Suomen Rakennusinsinöörien liitto RIL ry.

RIL 142-2-2004. Vesihuolto 2. Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry. Sas-tamala: Vammalan Kirjapaino Oy.

RIL 237-1-2010. Vesihuoltoverkkojen suunnittelu perusteet ja toiminnallisuus. Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry. Saarijärvi: Saarijärven Offset Oy.

RIL 237-2-2010. Vesihuoltoverkkojen suunnittelu mitoitus ja suunnittelu. Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry. Saarijärvi: Saarijärven Offset Oy.

ROTI 2017. Yhdyskuntateknikka. Vesihuoltopalveluille tehtävä rakennemuutos. Viitattu 18.11.2017. http://roti.fi/wp-content/uploads/2015/12/ROTI_2017_Paneelit_YHD.pdf.

Several Oy 2017. Suuntaporaus. Viitattu 4.11.2017 <http://www.several.fi/brands/vermeer/suuntaporat/suuntaporaus.html>.

Tiuraniemi, J. 2017. Napapiirin Energia ja Vesi Oy. Vesiverkoston rakennuttajan haastattelu 30.10.2017.

Trenchless Technology. Pakkosujutus. Viitattu 5.11.2017 <http://ttspl.com.sg/pipe-bursting-system/>.

Uponor Suomi Oy. Kunnallistekniset putkistot. Suunnittelijan käsikirja.

Uponor Suomi Oy. 2014. Putkistojen saneeraus- ja kenttätyöt.

Uponor Suomi Oy 2017. Saneeraus tulevaisuuden kestävässä valintana. Vipliner. Kaivot. Viitattu 5.11.2017 <https://www.uponor.fi/tuotejarjestelmat/putkistosaneeraus>.

Uponor Suomi Oy 2009. Uponor-yhdyskuntatekniikan käsikirja. 1. painos. Lahti: Esa Print Oy.

Vesi- ja viemärlaitos 1994. Rovaniemen lisävedenhankinta. 1942–1994 yli 50 vuotta vesihuoltoa kaikkien rovaniemeläisten parhaaksi.

Vesi- ja viemärlaitos 2001. Rovaniemen maalaiskunta. Vesihuoltolaitoksen toiminta-alue.

Vuove-Insinöörit Oy 2017a. Virtaamamittaus Vuove-menetelmässä. Viitattu 28.11.2017 <http://www.vuove.fi/virtaamamittaukset.html>.

–2017b. Vuove-menetelmä. Viitattu 28.11.2017 <http://www.vuove.fi/menetelma.html>.

LIITTEET

Liite 1. Jukka Tiuraniemen haastattelu

Liite 2. Mika Kovalan haastattelu

HAASTATTELU ROVANIEMEN KAUPUNGIN JA NAPAPIIRIN VESI OY:N YHTEISRAKENTAMISKOHTEISTA

Miten lähдете katsomaan Rovaniemen kaupungin ja Napapiirin Vesi Oy:n yhteisrakentamiskohteita? Kuka koordinoi yhteistyötä?

Kuinka kauan yhteistyötä on tehty?

Kuinka kauan aikaisemmin aikatauluista pitää sopia ja monen vuoden sykleihin suunnittelette yhteisrakentamiskohteita?

Onko saavutettu kustannussäästöjä?

Mitä hyötyjä yhteisrakentamisesta on?

Millaisia haasteita yhteisrakentamisessa on?

Miten yhteistyötä voitaisiin kehittää tulevaisuudessa?

HAASTATTELU NAPAPIIRIN ENERGIA JA VESI OY:N YHTEISRAKENTAMISKOHTEISTA

Miten lähдете katsomaan viestintäverkkojen sekä energia- ja vesihuoltoverkkojen yhteisrakentamiskohteita? Kuka koordinoi yhteistyötä?

Kuinka kauan yhteistyötä on tehty?

Kuinka kauan aikaisemmin aikatauluista pitää sopia ja monen vuoden sykleihin suunnittelette yhteisrakentamiskohteita?

Onko saavutettu kustannussäästöjä?

Mitä hyötyjä verkkojen yhteisrakentamisesta on?

Millaisia haasteita verkkojen yhteisrakentamisessa on?

Yleistyykö yhteisrakentaminen tulevaisuudessa?