



Oriveden kaupungin vesihuol- lon saneerausohjelma

Mikael Hytönen

OPINNÄYTETYÖ
Lokakuu 2023

Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka
Infrarakentaminen

TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu
Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka
Infrarakentaminen

HYTÖNEN, MIKAEL:
Oriveden kaupungin vesihuollon saneerausohjelma

Opinnäytetyö 52 sivua, joista liitteitä 8 sivua
Lokakuu 2023

Oriveden kaupungin vesihuoltoverkostossa oli vuosina 1960–1970 rakennettuja vesijohtoja ja jätevesiviemäreitä, jotka ovat ylittäneet teoreettisen käyttöikänsä. Käyttöiän ylittäneen verkoston toiminnassa on kohonnut riski vaurioitumiselle. Kohonneen riskin takia tarve saneerauksille on suuri, jotta voidaan välttyä mahdollisista huonokuntoisen verkoston aiheuttamista haitoista. Talousveden laatu ja jakelun jatkuvuus tulee pitää kunnossa oikea-aikaisen saneerauksen avulla. Opinnäytetyönä tehtiin ajankohtainen vesihuollon saneerausohjelma, jota voidaan hyödyntää seuraavien vuosien saneeraussuunnittelussa sekä toteutuksessa.

Vesijohto- ja viemäriverkoston nykytilaa selvitettiin analysoimalla Oriveden kaupungilta saatuja vesihuoltoverkoston lähtötietoja. Vesihuoltoverkoston nykytilan perusteella suunniteltiin sopiva saneerausohjelma niin kustannusten kuin kiireellisyyden ja ympäristön kannalta. Saneerausohjelman laatimisessa otettiin erityisesti huomioon saneeraustarpeen määrittäminen, saneerausmenetelmien vaikutus saneerauksessa sekä kokonaisuus osana kestävästä kehityksestä.

Opinnäytetyötä tehtäessä selvisi, että Oriveden kaupungilla on saneerausvelkaa vesihuollon järjestelmissä useita kilometrejä. Työn tuloksena saatiin käytännöllinen saneerausohjelma, jota voidaan hyödyntää tulevaisuudessa osana Oriveden kaupungin vesihuollon saneerauksia. Lisäksi opinnäytetyötä voidaan käyttää apuna eri alueiden saneeraussuunnittelussa.

ABSTRACT

Tampereen ammattikorkeakoulu
Tampere University of Applied Sciences
Degree Programme in Construction Engineering
Civil Engineering

HYTÖNEN, MIKAEL:
Water Supply Renovation Program for The City of Orivesi

Bachelor's thesis 52 pages, appendices 8 pages
October 2023

Part of the water supply system in the city of Orivesi has been built between 1960s and 1970s which leads to an urgent need of renovation. The water supply system built over 50 years ago has exceeded its service life, resulting in a high need for restructuring to avoid possible inconveniences caused by a dysfunctional network. The quality of drinking water and the continuity of distribution should be maintained through well-timed renovation.

The purpose of this thesis was to create a beneficial renovation program for the city of Orivesi which can be used in upcoming renovations. The aim of the study was to examine the need for restructuring and the impact of restructuring methods during the process, as well as consider the entirety as a part of sustainable development.

The present condition of the water supply network was discovered through the network data which was obtained from the city of Orivesi. Based on the present state of the network system, renovation order could be designed suitable in terms of cost, as well as efficiency and the environment.

During the thesis work, it was discovered that City of Orivesi has a considerable backlog of renovation needs in its water supply systems, spanning several kilometers. As a result of the study, a practical restructuring program was developed, which can be utilised in the future as a part of Orivesi city's water supply renovation efforts. Additionally, the thesis can be used as a tool in planning renovation projects in different areas.

Key words: water supply, renovation, design

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	7
1.1.	Tausta ja tavoite	7
1.2.	Opinnäytetyön rajaukset	7
2	VESIHUOLTOVERKOSTON NYKYTILA ORIVEDELLÄ.....	8
2.1.	Kohde.....	8
2.2.	Talousvesi.....	8
2.3.	Jätevesi.....	9
2.4.	Lähtötiedot	9
3	VERKOSTON KÄYTTÖIKÄÄN VAIKUTTAVAT TEKIJÄT.....	12
4	VERKOSTOJEN KÄYTTÖIÄN MÄÄRITYS.....	14
4.1.	Vesijohdot	14
4.2.	Jätevesiviemärit	15
5	SANEERAUSMENETELMÄT	17
5.1.	Uusiminen kaivamalla	17
5.2.	Kaivamattomat menetelmät	17
5.2.1	Paineellisten linjojen uusiminen.....	17
5.2.2	Suuntaporaus	20
5.2.3	Paineettomien linjojen uusiminen	20
6	SANEERAUSMENETELMÄN VALINTA.....	23
6.1.	Yleistä	23
6.2.	Toteutuneet saneeraukset	23
6.3.	Taloudelliset tekijät.....	23
6.4.	Tekniset tekijät	24
6.5.	Ulkopuoliset tekijät	24
6.6.	Katurakenteen vaikutus.....	25
7	SANEERAUSKRIITTISYYDEN MÄÄRITYS	26
8	KUSTANNUSTEN ARVIOINTI.....	28
9	SANEERAUSOHJELMA.....	33
9.1.	Kiireellisimmät saneerauskohteet.....	33
9.2.	Saneerauskortit.....	34
9.3.	Alustava toteutusjärjestys ja kustannusarviot.....	36
10	KESTÄVÄN KEHITYKSEN MUKAISET TAVOITTEET	37
10.1.	Kokonaistaloudellisuus	37
10.2.	Kokonaisuuden hallinta.....	37
10.3.	Elinkaari.....	37
10.4.	Ympäristö	38

11 POHDINTA	39
LÄHTEET	40
LIITTEET	44
Liite 1. Kömöntien saneerauskortti.....	45
Liite 2. Ahteentien saneerauskortti.....	46
Liite 3. Enonkunnantien vesihuoltolinjan saneerauskortti.....	47
Liite 4. Tarkantie-Tarkankuja saneerauskortti	48
Liite 5. Neuletien saneerauskortti.....	49
Liite 6. Oripohjantien saneerauskortti.....	50
Liite 7. Nihuantie-Kellomäki saneerauskortti	51
Liite 8. Notkotien saneerauskortti.....	52

ERITYISSANASTO

Saneeraus	Sekä nykyisen järjestelmän että rakennusosan korjaaminen, uudistaminen tai muuttaminen nykyaikaisiin tarpeisiin sopivaksi
Kaivamaton tekniikka	Maanalaisten järjestelmien, kuten putkien ja kaapeleiden uusimista toimenpiteillä, joissa pyritään välttämään kaivantojen käyttöä
Vesihuollon Saneerausvelka	Vesihuollon infrastruktuurin korjausvelka. Korjausvelka syntyy silloin, kun vesihuollon infrastruktuurin kunnossapitoon ja korjauksiin ei ole riittävästi resursseja, ja tämä johtaa infrastruktuurin heikkenemiseen. Tässä työssä saneerausvelka kuvaa käyttöiän ylittäneitä putkia
Veden kovuus	Veden kovuus kuvaa kalsiumin ja magnesiumin määrää vedessä
°dH	Veden kovuuden yksikkö
PP	Polypropeeni. Korroosiota, kemikaaleja ja lämpöä hyvin kestävä putkimateriaali
PVC	Polyvinyylikloridi. Kemiallisesti kestävä, edullinen ja luja putkimateriaali
PE	Polyeteeni. Joustava ja hyvin kuormitusta kestävä putkimateriaali

1 JOHDANTO

1.1. Tausta ja tavoite

Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli tehdä vesihuoltojärjestelmien saneerausohjelma Oriveden kaupungille. Työ tehtiin osana katujen ja kunnallistekniikan saneerausohjelmaa, Sweco Finland Oy:n projektityötä.

Vesihuollon järjestelmiä saneerataan vuosittain Orivedellä. Osa alueen vesihuoltoverkostoista on rakennettu 1960-luvulla ja ne ovat ylittäneet teoreettisen käyttöikänsä. Tilanne kaupungilla on kuitenkin kohtuullisen hyvä, koska verkostotietojen mukaan selvästi suurin osa vesihuollosta on rakennettu 2000-luvun jälkeen.

Tässä opinnäytetyössä määritetään kiireellisimmät saneerattavat vesihuoltoverkostot Orivedellä, lasketaan saneerausten alustavat kustannusarviot ja suunnitellaan kohteille toteutusjärjestys perustuen saneerauksen kriittisyyteen. Saneerausohjelman suunnittelu tehdään perustuen erityisesti kustannustehokkuuteen sekä toimivaan toteutukseen.

1.2. Opinnäytetyön rajaukset

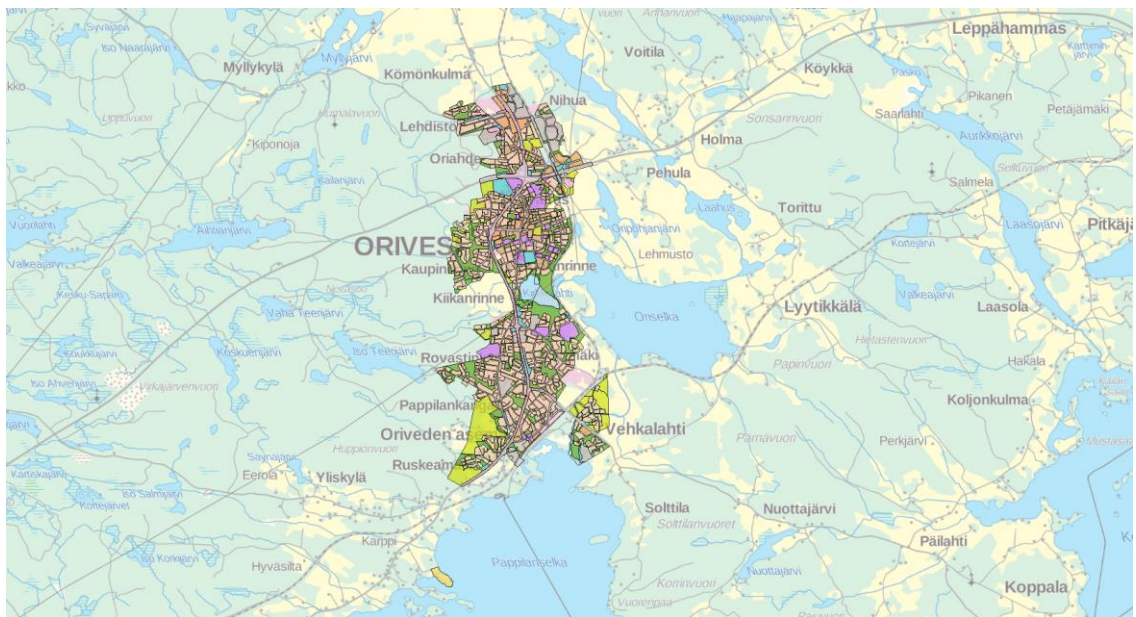
Tässä opinnäytetyössä vesihuollon saneerausohjelma ja kohdekortit rajataan vesijohto- ja jätevesijärjestelmiin. Tilaajan kanssa sovittiin pienimmäksi huomioitavaksi vesijohdon halkaisijaksi 63 mm ja viettoviemärin pienimmäksi huomioitavaksi halkaisijaksi 110 mm. Tie- ja katurakenteita käsitellään vain pintapuolisesti, vesihuollon saneeraukseen vaikuttavalta osalta. Lähtötietoja käsitellään koko Oriveden asemakaavakatujen osalta.

Opinnäytetyössä käsitellään saneerausohjelmaa alueellisesti noin yhden neliökilometrin alueella, kaupunginosien Oriahde-Nihua välillä. Oriahde-Nihua välinen alue toimii hyvänä esimerkkinä alueesta, jossa suuri osa verkostoista on vanhoja ja vaativat kiireellistä saneerausta. Aluerajauksen vesijohtojen pituudet vaihtelevat 115 ja 900 metrin välillä, kokonaisuuden ollessa noin 3200 metriä pitkä.

2 VESIHUOLTOVERKOSTON NYKYTILA ORIVEDELLÄ

2.1. Kohde

Orivesi on noin 9000 asukkaan kaupunki Pirkanmaalla, 42 kilometriä Tampereen keskustasta koilliseen (Oriveden kuntakortti 2023, 1). Opinnäytetyössä käsitellään Oriveden asemakaavakatualueiden vesihuoltoa. Alla olevassa kuvassa (1) Oriveden asemakaava kartalla.



KUVA 1. Oriveden asemakaava kartalla (Arcgis 2023).

2.2. Talousvesi

Oriveden vesilaitokseen sisältyy kaksi pääveden- ja varavedenottamoa. Näiden lisäksi vesilaitoksella on myös runkoputkiyhteys Juupajoen kunnan vedenottamoon. Vesilaitostoiminta sisältää raakaveden ottamisen pohjavedenottamoilta, veden käsittelyn Hirsilän vedenkäsittelylaitoksella ja jakelun toiminta-alueella oleville kuluttajille. (Oriveden kaupunki n.d.).

Vesilaitos toimittaa Orivedellä korkealaatuista pohjavettä talousvedeksi. Vedenkäsittelyprosessissa raakaveteen lisätään soodaliuosta, jolla neutralisoidaan putkistojen syöpymistä aiheuttava happamuus. Vesilaitoksen jakaman veden kokonaiskovuus °dH on noin 0,7, eli vesi on hyvin pehmeää. Vesi määritellään pehmeäksi, kun sen kovuus on alle 5 (Tampereen Vesi n.d.).

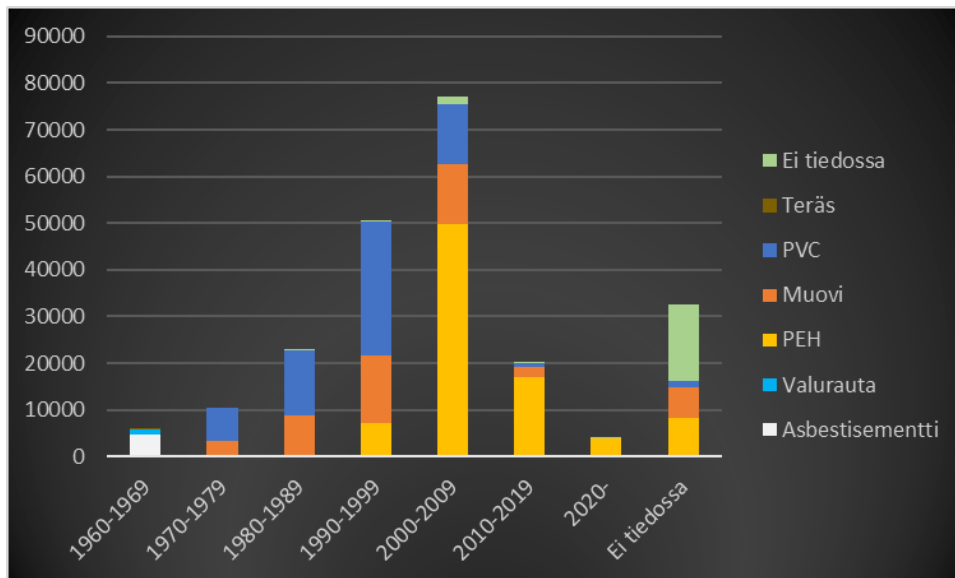
2.3. Jätevesi

Oriveden viemärlaitoksella on kaksi verkosto-osaa. Molemmilla verkosto-osilla on oma jätevedenpuhdistamo, jossa jätevedet käsitellään. Oriveden kaupungin jätevedet johdetaan Tähtiniemen jätevedenpuhdistamoon. (Oriveden kaupunki n.d.). Jätevedet puhdistetaan Tähtiniemen jätevedenpuhdistamolla, josta puhdistetut jätevedet johdetaan Oriselkään (Syrjä 2023, 1).

2.4. Lähtötiedot

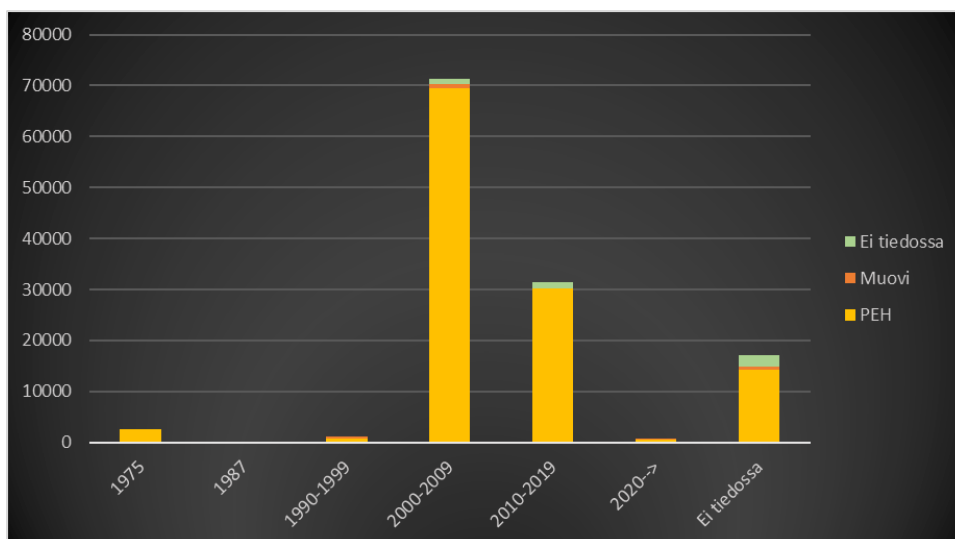
Paineviemäreiden, vesijohtojen ja viettoviemäreiden tiedot on dokumentoitu tilaajan käytössä olevaan KeyAqua -paikkatietojärjestelmään. Paikkatietojärjestelmässä on kohteiden ominaisuus- ja sijaintitiedot. Lähtötietojen pohjalta laadittiin kaaviot, joissa on eritelty putkien materiaali- ja rakennusvuositiedot.

Lähtötiedoista huomataan vesijohtotietojen olevan kattavat, sillä materiaalitiedot uupuvat vain 8,5 %:lla vesijohdoista. Verkostotiedoissa rakennusvuosi on tuntematon hieman suuremmalta osalta putkia, kuitenkin vain 14,5 %:lla verkostoa. Vesijohdon rakennusmateriaalit ovat suurimmilta osin PEH:iä ja PVC:tä. Osassa verkostoissa rakennusmateriaali oli merkitty vain muovina, ilman sen tarkempaa erittelyä. (KAAVIO 1.)



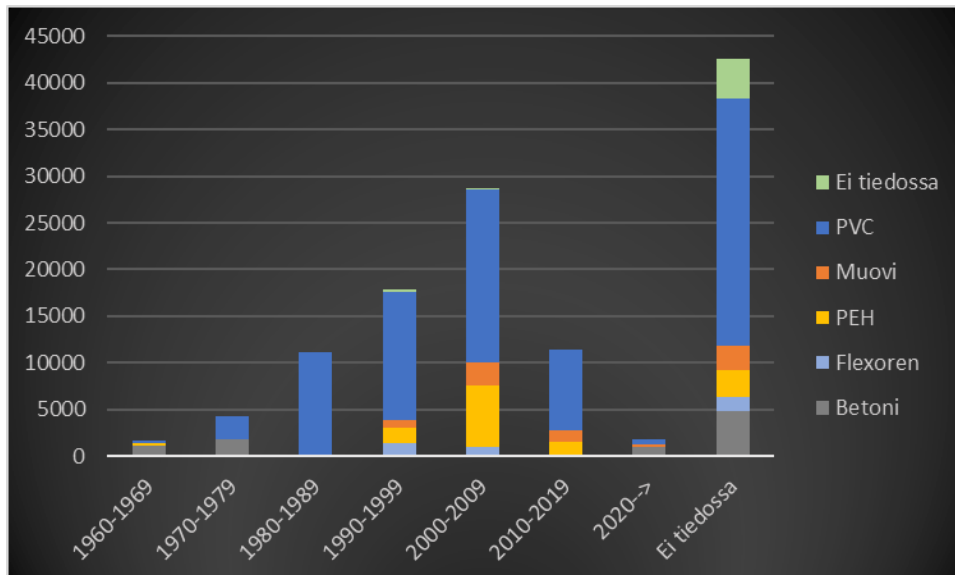
KAAVIO 1. Vesijohtojen materiaalitiedot rakennusvuosittain.

Paineviemäreiden osalta rakennusvuositiedot puuttuivat 13,7 %:lla putkista ja materiaalitiedot 3,6 %:lla. Paineviemäreissä rakennusmateriaalina eniten käytetty oli PEH. Paineviemäriverkostojen voidaan olettaa olevan hyväkuntoisia, sillä vain pieni osa paineviemäreistä on rakennettu ennen 2000- lukua. (KAAVIO 2.)



KAAVIO 2. Paineviemäreiden materiaalitiedot rakennusvuosittain.

Viettoviemäreistä pieni osa on rakennettu 1960- ja 1970-luvuilla. Verkostotiedot ovat puutteellisia kuitenkin suurilta osin. Rakennusvuositiedot puuttuvat 35,6 %:lla verkostoista, mutta materiaalitiedot ovat pääosin kunnossa. Materiaalitiedot puuttuvat 3,8 % viettoviemäreistä. (KAAVIO 3.)



KAAVIO 3. Viettoviemäreiden materiaalitiedot rakennusvuosittain

3 VERKOSTON KÄYTTÖIKÄÄN VAIKUTTAVAT TEKIJÄT

Vesihuoltoverkoston vauriot voivat olla useamman syyn summa. Vaurioitumiseen ja käyttöikään vaikuttavat:

- Veden laatu
- Asennus ja käyttöönotto
- Mikrobitoiminta
- Sisä- ja ulkopuolinen kuormitus
- Ympäristö
- Varastointi ja kuljetus
- Putkimateriaali

Valtaosa vaurioista johtuu asennustyön huonosta laadusta ja käyttöönotosta. Asennus- ja käyttöönottovirheet edesauttavat vaurioiden syntyä, vaikka ongelmia ei olisi heti havaittavissa. (I Kaunisto, T., Keinänen-Toivola M., Kekki T., Luntamo, M 2008, 4–6.) Asennusvirheisiin lukeutuvat virheelliset liitokset, asennusalustan ja täyttöjen poikkeavat materiaalit sekä puutteelliset tuennat.

Muovipohjaisilla materiaaleilla vaurioitumista aiheuttavat muovien vanheneminen ja sitkeä murtuminen. Vanheneminen on muoville ominainen reaktio, johon vaikuttavat ympäristön olosuhteet. Johdot, joihin kohdistuu rasitusta, ovat alttiita vanhenemisen aiheuttamiin hauraisiin murtumiin. Muoviputket ovat suunniteltu tietyn rasituksen kestämiseen. Sitkeä murtuminen syntyy, kun mekaaninen rasitus ylittää suunnitellun ylärajan. (Kaunisto ym. 2008, 5).

Muoviputkien liitoksissa käytettiin yleisesti 1970–1980-luvuilla liukuaineena mineraaliöljyä, joka aiheuttaa kumitiivisteessä haurastumista. Yleisenä asennustapana putkiliitoksissa oli myös putkien liimaus toisiinsa ilman tiivistettä. Kovettunut liima haurastuu ajan kuluessa ja aiheuttaa tällöin vuotoja liitoskohdassa. (Lämpöoptimi n.d.).

Uponor aloitti PVC-putkien valmistuksen vuonna 1965. Huomattiin, että muoviputket kestivät huonosti kuumaa vettä, minkä vuoksi korkean lämmönkeston

omaavia putkia saatiin markkinoille 1970-luvun puolivälin jälkeen. (Lämpöoptimi n.d.).

Mekaanisen rasituksen ja lämmön vaikutus verkostojen metalliosiin ja -putkiin on vähäistä. Usein ongelmia metalleille aiheuttaa ulko- ja sisäpuolinen korroosio. Korroosio aiheuttaa seinämävahvuuden ohenemista ja saostumia, minkä vuoksi virtaamakyky ja tilavuus pienenevät. Nykyisin asennettavien metallirakenteiden korroosio on kuitenkin harvoin niin voimakasta, että korroosio aiheuttaisi suunnitellun käyttöiän alenemista. (Kaunisto ym. 2008, 37).

Sementtipohjaisten materiaalien vaurioitumiset johtuvat kemiallisista ominaisuuksista. Sementti voi liueta tai betoni voi reagoida kemiallisesti aineisiin, mikä aiheuttaa rakenteen heikkenemistä. Sementtipohjaisiin materiaaleihin kohdistuvat mekaaniset kuormitukset aiheuttavat myös halkeamia ja murtumia. (Kaunisto ym. 2008, 78–79). Halkeamat ja murtumat johtavat virtaamien heikkenemisiin ja vuotoihin, mitkä voivat aiheuttaa merkittäviä haittoja verkoston toiminnalle ja ympäristöön.

4 VERKOSTOJEN KÄYTTÖIÄN MÄÄRITYS

Vesijohto- ja viemäriverkostojen putkille on määritetty yhdessä tilaajan kanssa materiaaliikohtaiset käyttöiät perustuen rakentamisvuoteen. Käyttöiät ovat arvioita, jotka pohjautuvat putkivalmistajien ohjeisiin ja käytännön kokemuksiin. Putken todellinen käyttöikä voi poiketa paljon teoreettisesta käyttöiästä luvussa 3 esitettyjen syiden takia. Verkostojen tarkemman käyttöiän arviointi edellyttäisi laajempia verkostojen kuntotutkimuksia.

Putkien, joissa rakennusvuosi on tuntematon, voidaan rakennusvuotta arvioida alueellisesti puuttuvien tietojen osalta. Lähistöllä olevien putkien rakennusvuosien perusteella voidaan määrittää suuntaa antavat vuosiluvut puutteelliset rakennusvuositiedot omaaville putkille.

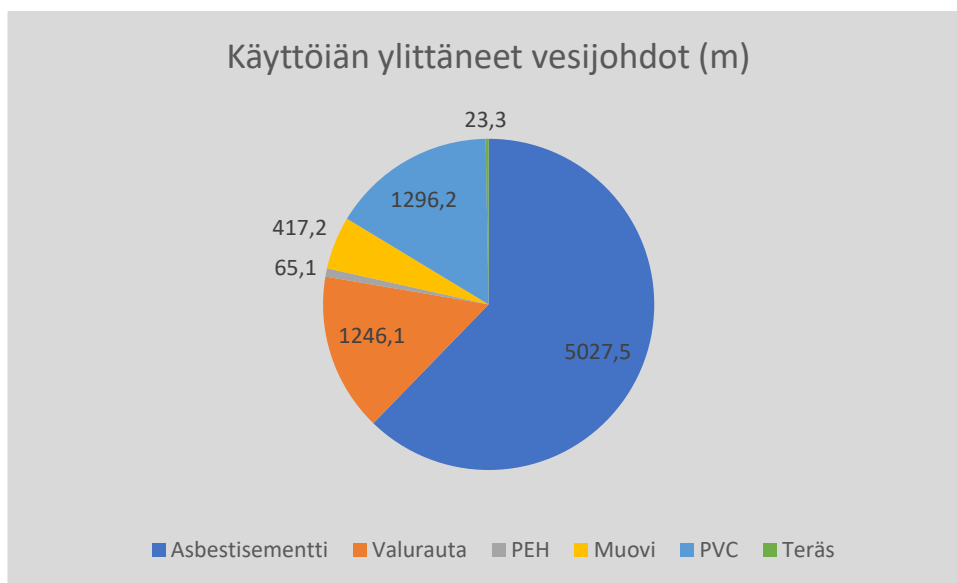
4.1. Vesijohdot

Vesijohdoilla pienimmät käyttöiät ovat vuosien 1960–1979 välillä rakennetuilla verkostoilla. Vuosina 1960–1979 rakennettujen vesijohtojen käyttöiäksi on määritetty 50 vuotta, putkimateriaalista riippumatta. Käyttöikäarviot kasvavat rakennusvuosilukujen kasvaessa. Taulukossa (1) on eritelty paineputkien käyttöikäarviot materiaaleittain ja vuosikymmenittäin.

TAULUKKO 1. Paineputkien käyttöikäarviot

	1960– 1969	1970– 1979	1980– 1989	1990– 1999	2000– 2009	2010– 2019	2020-->
Asbestise- mentti	50	50	50	60			
Muovi	50	50	50	50	60	60	80
PE/PEH	50	50	50	60	80	80	100
PVC	50	50	50	50	60	60	80
Rauta	50	50	50	50	60	80	80
Teräs	50	50	50	50	60	80	80
Valurauta	50	50	50	60	60	80	80
Tuntematon	50	50	50	50	60	80	80

Oriveden vesijohtoverkostossa on noin 1,2 km vuosina 1960–1973 rakennettuja valurautaisia vesijohtoja (KUVIO 1), joiden teoreettinen käyttöikä on jo ohitettu. Lisäksi alueella on noin 5 km asbestisementtijohtoa, jonka teoreettinen käyttöikä on myös ohitettu. Näiden vesijohtojen uusiminen luokitellaan kiireelliseksi.



KUVIO 1. Teoreettisen käyttöiän ylittäneet vesijohdot

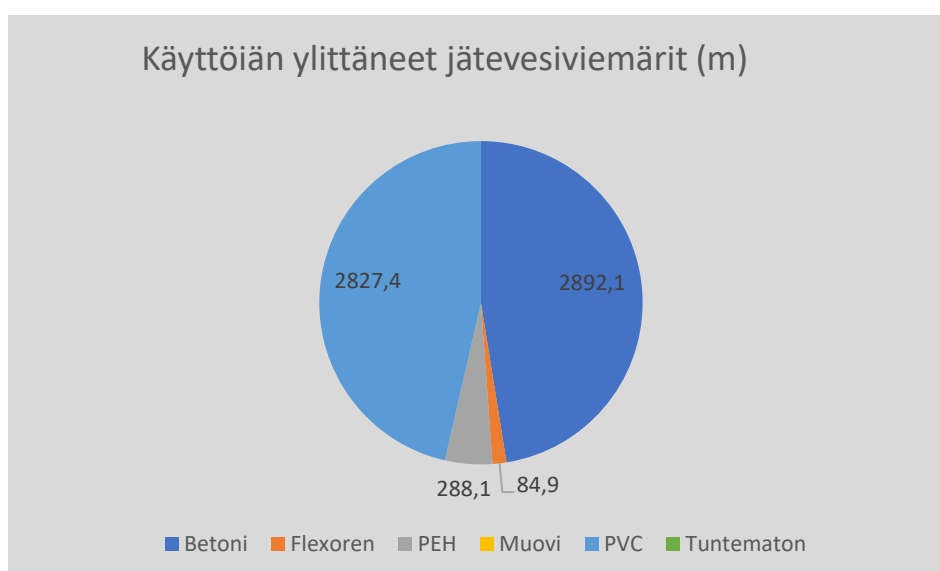
4.2. Jätevesiviemärit

Jätevesiviemäreillä käyttöikäarviot kehittyvät vastaavalla tavalla kuin vesijohtojenkin. Vuosien 1960–1979 aikana rakennetuilla jätevesiviemäriputkilla teoreettiset käyttöiät vaihtelevat 40 ja 50 vuoden välillä (TAULUKKO 2). 2010-luvun jälkeen rakennetuilla putkilla voidaan saavuttaa jopa 100 vuoden käyttöikä.

TAULUKKO 2. Viettoviemäreiden käyttöikäarviot

	1960– 1969	1970– 1979	1980– 1989	1990– 1999	2000– 2009	2010– 2019	2020-->
Betoni	50	50	60	60	60	60	60
Flexoren	40	40	40	40	80	80	100
Muovi	50	50	50	60	60	80	80
PEH	50	50	60	80	80	100	100
PVC	50	50	50	60	60	80	80
Tuntematon	50	50	50	60	80	80	80

Kokonaisuudessaan jätevesiverkostossa käyttöiän ylittänyttä viettoviemäriä on noin 6 kilometriä, joista suurin osa on betoni- ja PVC-putkea (KUVIO 2). Paineviemäreiden osalta käyttöiän ylittäneitä putkia ei ole. Lähivuosina käyttöiän tulee ylittämään vuonna 1975 rakennettu paineviemäriin.



KUVIO 2. Teoreettisen käyttöiän ylittäneet jätevesiviemärit

5 SANEERAUSMENETELMÄT

5.1. Uusiminen kaivamalla

Putkilinjan saneeraus kaivamalla on yleisesti hyvä menetelmä kohteissa, joissa saneerataan useampia putkia samassa kaivannossa tai kun katurakenteen uusimisen vuoksi joudutaan kaivamaan. Haasteita kaivamiselle tuo tiheästi asutut ja liikennöidyt alueet, joissa tilatarpeet ja työmaille ominaiset haitat vaikuttavat asumisviihtyvyyteen ja liikkumiseen.

5.2. Kaivamattomat menetelmät

Kaivamattomista menetelmistä löytyy soveltuvia menetelmiä saneerauskohteisiin, kun kaivamista ei voida tehdä ympäristön haasteiden vuoksi. Kaivamattomat menetelmät ovat yleensä edullisempia vaihtoehtoja saneeraukselle kuin saneeraukset kaivaen. (Honkaharju 2016, 7). Kaivamattomat työt aiheuttavat vähemmän haittoja ympäristölle ja asukkaille, sillä työalueen koko on pienempi ja kaivutöistä aiheutuvaa melua ja pölyä on huomattavasti vähemmän.

Usein kaivamattomille menetelmille riittää aloitus- ja lopetuskaivannot. Kuitenkin kohteissa, joissa putkilinjassa on käytetty muutoskappaleita, kuten kulma- tai haarayhteitä, tarpeeseen tulee välikaivannot muutoskappaleiden kohdille.

5.2.1 Paineellisten linjojen uusiminen

Sujutuksia, pois lukien pakkosujutus, voidaan käyttää kohteille, joissa putken halkaisijan pienentyminen ei vaikuta verkoston toimivuuteen. Sujutukset eivät vaadi aloitus- ja lopetuskaivantoa silloin, kun saneerattavana on kaivoväli, milloin sujutukset voidaan tehdä kaivoista käsin.

Pitkäsujutus on eniten käytetty saneerausmenetelmä paine- ja viettoputkissa. Pitkäsujutuksessa putkilinjaan asennetaan uusi putki vanhan sisään vetämällä tai työntämällä (KUVA2). Sileän PE-muovisen pitkäsujutusputken asennus tehdään tyypillisesti kaivannoista. Aallotetut sujutusputket voidaan asentaa myös kai-voista. Halkaisijaltaan 110 mm ja sitä suurempien putkien liitokset tehdään useimmiten puskuhitsaamalla työmaalla. Pienemmällä halkaisijalla olevat putket toimitetaan tavallisesti kieppinä. (Kainulainen, Kinnunen, Nikkola, Puustinen & Ström 2003, 99.)



KUVA 2. Profuse-pitkäsujutus (Uponor Suomi Oy n.d.).

Pakkosujutusta (KUVA 3) voidaan käyttää sekä paineellisissa että paineettomissa verkostoissa, joissa olemassa oleva putki on murskattavissa. Menetelmässä hydraulinen murskauspää rikkoo olemassa olevan putken ja vaijerilaite vetää murskauspään perässä uuden putken vanhan tilalle. Pakkosujutuksessa käytetään useimmin PE-putkia, jotka liitetään toisiinsa puskuhitsaamalla. (Kainulainen ym. 2003, 103.)



KUVA 3. Pakkosujutus Robust RC-paineputkella (Pipelife n.d.).

Muotoputkisujutuksessa lämpömuovautuva putki asennetaan vanhan putken sisään vetämällä putki muotin läpi, joka pienentää putken ulkohalkaisijaa (KUVA 4). Putken alkuperäinen muoto palautetaan paineistamalla putki tai lämmityksen avulla johtamalla höyryä putken sisään. Muotoputki pienentää saneerattavan putken halkaisijaa vain muotoputken seinämävahvuuden verran. (Renos Oy n.d.)



KUVA 4. BioLiner muotoputkisujutus (Renos Oy n.d.).

5.2.2 Suuntaporaus

Suuntaporaus on kaivamaton menetelmä, joka soveltuu monipuolisesti rautateiden, maanteiden ja vesistöjen alituksiin. Suuntaporaus ei vaadi laajaa työtilaa, mikä pienentää liikennejärjestelyiden ja asennusympäristön vaikutusta työn kuluun. (Konttinen 2017, 27).

Suuntaporaus aloitetaan kaivamalla aloitus- ja lopetuskaivannot porausputken suunnitellun sisäänmeno- ja ulostuloaukon kohdalle. Porauksen aikana tarvittava porausneste sekä porauksesta syntyvä jätemaa kerääntyy aloitus- ja lopetuskaivantoihin. (Konttinen 2017, 27).

Poraus sisäänmenokohdasta aloitetaan poraamalla pilottireikä suunniteltua linjasta pitkin ulostuloaukkoon asti. Pilottireiän porauksen jälkeen porausputken kiinnitetään asennettava putki, avarrin tai kumpikin, minkä jälkeen porausputki vedetään takaisin aloituskaivantoon. (Virtanen 2022, 11)

Suuntaporaus on menetelmänä ympäristö- ja maisemaystävällinen menetelmä. Suuntaporauksen etuja ovat vähäiset häiriöt ulkopuolisille, liikenteen jatkuvuus porauksen aikana ja asennus suojelluille alueille ilman kaivamista. (Tukiainen Group n.d.)

5.2.3 Paineettomien linjojen uusiminen

Pätkäsujutus soveltuu saneeraukseen lyhyisiin matkoihin paineettomiin viemärisaneeraukseen, kuten tien alituksiin. Pätkäsujuttamalla putkeen asennetaan kaivosta käsin 0,5 metrin pituisia putkikappaleita, jotka lukitaan toisiinsa tiivisteen avulla (KUVA 5). Pätkäsujutusmoduulien vakiokoot ovat 110–560 mm ja suuria kokoja valmistetaan erikoistilauksesta 1200 mm:n saakka (Uponor Infra Oy 2021, 6).



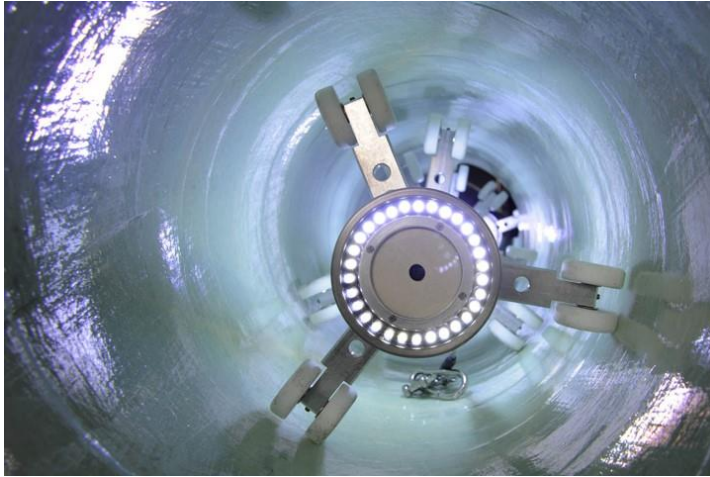
KUVA 5. Pätkäsuojutus kaivossa (Suomen Alitustekniikka Oy n.d.).

Spiraalinauhasujutus (KUVA 6) soveltuu paineettomien linjojen saneeraukseen. Spiraalinauhasujutus tehdään kaivosta tai putken päästä ja linja voi olla käytössä saneerauksen aikana. Menetelmän etuina soveltuvuus kaikille putkiprofiileille ja hydraulisen kapasiteetin parantaminen. (Putkistosaneeraus Eerola Oy n.d.)



KUVA 6. SPR PE -spiraalinauhasujutus (Renos Oy n.d.)

UV-valolla kovetettava lasikuitusukkasujutus (KUVA 7) soveltuu paineettomien, halkaisijaltaan 150–1600 mm oleviin putkiin. Menetelmässä sukka asennetaan vaijerin avulla kaivovälille ja laajennetaan sekä kovetetaan oikeaan muotoonsa. Sukkasujutuksen etuina ovat kustannustehokkuus, menetelmän nopeus ja putken halkaisijan pieneneminen vain seinämävahvuuden verran. (Putkistosaneeraus Eerola Oy n.d.)



KUVA 7. UV-valolla kovetettava lasikuitusukka (Putkistosaneeraus Eerola Oy n.d.)

6 SANEERAUSMENETELMÄN VALINTA

6.1. Yleistä

Orivedellä vesihuollon saneerauksissa on käytetty laajalti eri menetelmiä. Tavallisesti viemärisaneeraukset on tehty joko pitkä- tai pätkäsujutuksilla. Rikkoutuneen asbestiputken saneeraus on tilattu ulkopuoliselta toimijalta. Vaurioitunut kohta poistetaan asbestipurkutyönä ja vaihdetaan muoviputki rikkoutuneen asbestiputken tilalle. (Kuivanen, 2023). Saneerausmenetelmien suosittelu kohde-korteissa jaoteltiin kaivamalla tehtäviin saneerauksiin ja sujutuksiin.

6.2. Toteutuneet saneeraukset

Saneerausmenetelmän valinnassa tulee ottaa huomioon myös aikaisempina vuosina tehdyt saneeraukset. Aiemmin tehdyt saneeraukset ovat hyviä esimerkkejä koskien menetelmän toimivuutta kaikkien osatekijöiden kannalta.

6.3. Taloudelliset tekijät

Menetelmän valinnassa on otettava huomioon kustannusnäkökulma, sillä taloudelliset tekijät ovat merkittävimpiä tekijöitä saneerauksen investointimäärärahojen riittämisen optimoinnissa. Saneerauksessa pyritään kustannustehokkaaseen suoritukseen ilman, että työn laatu kärsii. Rakennusmateriaalien hinnat sekä työn kesto ja menetelmät määrittävät pitkälti kokonaisuuden kustannukset.

Kustannuksia laskettaessa on huomioitava työmaalla ilmenevät mahdolliset muuttujat. Lähtötietojen heikko tarkkuus ja olosuhteet voivat vaikuttaa merkittävästi saneerauskustannusten nousuun.

6.4. Tekniset tekijät

Tekniseltä näkökulmalta saneerausmenetelmän valinnassa on huomioitava saneerattavan putken kunto. Viettoputken ollessa painunut, ei voida kaivamattomilla menetelmillä saneerata.

Mahdollisten kaavamuutosten vuoksi on tarkasteltava myös verkoston kapasiteettia. Uusien asuinalueiden ja palveluiden vuoksi voidaan joutua nostamaan kapasiteettia kasvattamalla putken halkaisijaa. Paineellisten johtojen osalta virtaamien kasvaessa täytyy myös tarkastella pumppaamojen kapasiteettia.

Saneerausmenetelmän valinnassa on huomioitava myös tilavaraus työmenetelmille. Ahdas työskentely-ympäristö vaikuttaa kaluston ja saneerausmenetelmän valintaan. Vaaditun työtilan määrään vaikuttavat mahdollisten sujutusten aloitus- ja lopetuskaivannot sekä kaivamisen vaatima työtila.

6.5. Ulkopuoliset tekijät

Ulkopuolisia tekijöitä ovat asutus, palvelut ja liikenne. Asutuksen läheisyydessä olevalla kohteella saneerausmenetelmissä tulee suosia mahdollisimman vähän haittaa aiheuttavia menetelmiä.

6.6. Katurakenteen vaikutus

Opinnäytetyötä varten käytiin Orivedellä analysoimassa katujen kuntoa. Katselmuksissa kiinnitettiin huomiota seuraaviin osa-alueisiin:

- Päällyste (asfaltti, sora, muu)
- Reunakivi (On/ei, materiaali, kunto)
- Ojanteet (Matalat/syvät)
- Rummut (On/ei)
- Kaivojen kannet
- Valaistus (Jalustat, pylväät, valaisimet, yleiskunto)
- Ilmajohdot (On/ei)
- Pumppaamot (Yleisilme, ympäristö)
- Laitekaapit (Yleisilme)

Katurakenteen kunnan analysoinnin myötä voitiin arvioida saneerauskustannukset edullisesti kokonaistaloudellisuuden kannalta. Katurakenteen ja muun tekniikan ollessa hyväkuntoista, voitiin suositella sujuttamalla tehtäviä saneerauksia. Katurakenteen ollessa huonokuntoinen, saneeraukset ovat järkeviä tehdä kaivamalla ja uusien katurakenteiden samalla.

7 SANEERAUSKRIITTISYYDEN MÄÄRITYS

Jokaiselle putkelle on määritetty saneerauskiittäisyys. Kahden eri linjan välillä, joissa rakentamisvuosi on sama, voidaan saneerausjärjestys arvioida muiden saneerauskiittäisyyteen vaikuttavien tekijöiden perusteella. Saneerauskiittäisyyden määrittelyssä otetaan huomioon putken ja rakentamisympäristön ominaisuudet. Merkittävin tekijä saneerauskiittäisyyden määrittelyssä on putken rakentamisvuosi ja käyttöiän ylitys.

Putken halkaisijan vaikutus saneerauskiittäisyyteen perustuu päävesijohtojen ja – jätevesiviemäreiden priorisointiin. Suurten putkien toiminnan takaaminen on tärkeämpää, kuin pienempien jakeluvesijohtojen ja kokoojaviemäreiden. Päävesijohtojen ja -jätevesiviemäreiden vaurioituessa alueelliset vahingot ovat laajempia, kuin pienempien putkien aiheuttamat vahingot. (Sweco ympäristö Oy 2017, 13).

Rakennusvuodeltaan 1960–1979 välillä olevien putkien materiaalikohtaiset käyttöikäarviot ovat lähes samoja eri putkimateriaalien välillä. Putkimateriaalin vaikutus saneerauskiittäisyyteen kertoo osaltaan asbestisementtiputken vaikutuksista saneeraustyöhön. Tuntematon putkimateriaali vaikuttaa myös saneerauskiittäisyyteen, koska tuntematon materiaali voi esimerkiksi kertoa putken olevan asbestisementtiputkea.

Valtateitä ja rautateitä risteävät verkostot nostavat putken saneerauskiittäisyyttä. Putkirikon sattuessa kadun tai rautatien alituskohdassa, saneeraustyön suorittaminen on vaikeampaa putken yläpuolella kulkevan liikenteen vuoksi. Putkirikko alituskohdassa voi aiheuttaa keskeytyksiä liikenteelle ja vaihtoehtoisten reittien järjestäminen alituskohdan kiertämiseksi tuo merkittäviä lisäkustannuksia saneeraukseen.

Verkoston sijainnilla on vaikutus saneerauskiittäisyyteen vesistöjen, pohjavesialueiden ja luonnonsuojelualueiden takia. Vesistöt, pohjavesialueet ja luonnonsuojelualueet nostavat vesihuoltolinjan saneerauskiittäisyyttä ympäristönsuojelullisista syistä. Vesistön alittavan putken saneeraus poikkeaa maan alla olevan put-

ken saneerauksesta, sillä vesistöналitukset vaativat erityisosaamista sekä erilaista kalustoa (Varjola, S 2019). Pohjavesialueella oleva rikkoutunut jätevesiviemäri voi vaikuttaa pohjaveden laatuun vuotamalla haitallisia aineita pohjaveteen. Yleensä pohjavedet eivät Suomessa kuitenkaan pilaannu laajalta alueelta, koska pohjavesiesiintymät ovat pääosin pieniä (Suomen ympäristökeskus 2022).

8 KUSTANNUSTEN ARVIOINTI

Kustannusten arvioinnissa on hyödynnetty Fore -ohjelmistokokonaisuuden Rola -moduulia. Rola on Infra 2005 -nimikkeistöön perustuva työkalu, jonka avulla voidaan laskea yksityiskohtainen kustannusarvio eri suunnitteluratkaisuihin (Rapal n.d.).

Kaivamalla tehtävissä saneerauksissa kustannuslaskennan rakennusosiin on laskettu kaivuun, kiviainesten, kuljetusten, putkien ja asennusten aiheuttamat kustannukset. Putkikaivannon ja katurakenteen vaatimat työ- ja materiaalikustannukset ovat eritelty, jotta investoinnit voidaan kohdistaa oikeille osa-alueille.

Kustannukset on arvioitu yksikköhintojen mukaan perustuen kadun ja vesihuoltolinjojen metrimääriin. Kokonaiskustannuksiin vaikuttavat kohteen ominaisuudet ja käytettävät menetelmät. Kustannukset pitävät sisällään rakentamisen lisäksi suunnittelun, rakennuttamisen, valvonnan, kaluston sekä urakoitsijan kustannukset. Työmaatehtäväkustannuksille (TAULUKKO 4) ja tilaajakustannuksille (TAULUKKO 5) on annettu painoarvot tehtävittäin. Prosentuaalista osuutta vastaava summa lasketaan rakennusosista.

Kustannusarviot on laskettu vuoden 2023 toukokuun kustannustason mukaan. Kustannuksissa on huomioitu saneerauksille tyypilliset muuttujat, asettamalla tilaajakustannuksiin 12,5 % ylimääräinen varaus. Aiemmin toteutettuja kohteita voidaan myös käyttää kustannusten arvioinneissa.

TAULUKKO 4. Työmaatehtäväkustannusten painoarvot kustannuslaskennassa

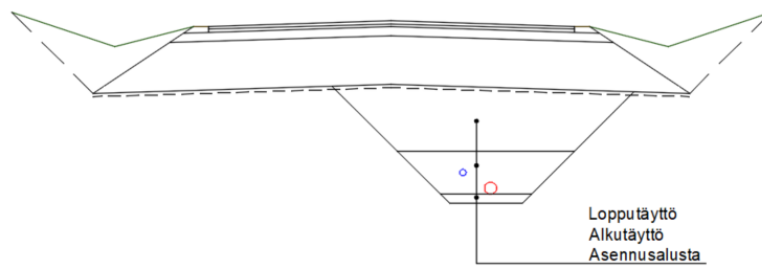
Työmaatehtäväkustannukset	Painoarvo
Rakentamisen johtotehtävät	5,00 %
Rakentamisen työmaatehtävät ja erityiset työmaakulut	2,00 %
Työmaapalvelut	2,00 %
Kalusto	1,00 %
Urakoitsijan yritystehtävät	10,00 %
Yhteensä	20,00 %

TAULUKKO 5. Tilaajakustannusten painoarvot kustannuslaskennassa.

Tilaajakustannukset	Painoarvo
Suunnittelutehtävät	7,50 %
Rakennuttamistehtävät	4,00 %
Varaukset	12,50 %
Yhteensä	24,00 %

Kustannuslaskentaa varten laadittiin kaivantopoikkileikkaukset mahdollisille putkikaivannoille. Kaivantopoikkileikkauksista voidaan laskea kaivantoon kuuluvien rakennusosien määrät. Putkikaivannon yläpuolella on poikkileikkaus katurakenteesta. (KUVA 8).

2 putkea



KUVA 8. Kahden putken kaivannon poikkileikkaus katurakenteen alla

Kaivamalla saneerattaville putkilinjoille luotiin laskentapohjat, joiden avulla kustannukset saadaan laskettua arvioitujen materiaalimenekkien mukaan. Putkikaivannon kustannuslaskennan alkutäyttöön sisältyy myös asennusosalustan materiaali. Vesijohtona käytettiin PE-putkea ja jätevesiviemärinä muoviputkea. Laskelmissa huomioitiin kaivuumaiden kuljetuskustannukset lisäämällä kuljetuksen lisäkustannus 10–15 kilometrin etäisyydelle. Laskennassa käytettiin rakennusolosuhteina normaaleja olosuhteita. (TAULUKKO 5.)

TAULUKKO 5. Investointilaskelmapohja kaivamalla tehtävään vesihuoltosaneeraukseen.

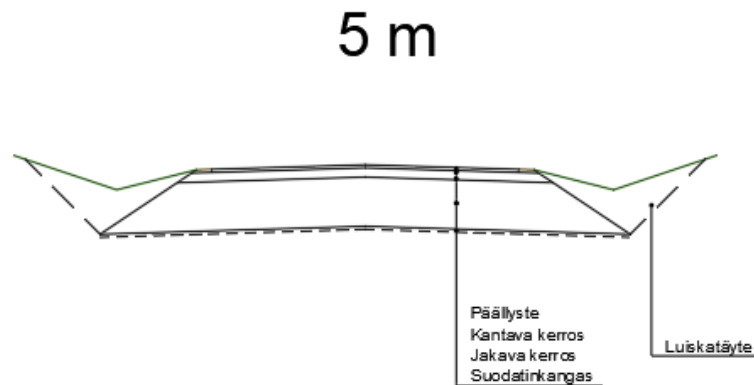
Investointilaskelma kahden putken vesihuoltokaivannolle				
Rakennusosa	Määrä	Yksikkö	Yksikkökust. (€)	Kustannus (€)
Kuljetuksen lisäkustannus (10-15 km), poistessava ja siirrettävä rakenne		m3ktr	6,59	0,0
Putkikaivannon kaivu		m3ktr	7,33	0,0
Asennusosalusta ja alkutäyttö murskeesta		m3rtr	28,54	0,0
Lopputäyttö murskeella		m3rtr	21,43	0,0
Jv-viemäri (vietto) M 200 SN 8 (normaalit olosuhteet)		mtr	28,82	0,0
Vj M 110 PE PN 10 (normaalit olosuhteet)		mtr	29,97	0,0
Betoninen jätevesikaivo 800 mm, EK-kaivo, (normaalit olosuhteet)		kpl	1521,11	0,0
Kumilivistiventtiili		kpl	484,6	0,0
Putkiston painekoe		kpl	842,93	0,0
Putkiston desinfiointi		kpl	864,54	0,0
Rakennusosat yhteensä				0,0
Rakennusosat ja työmaatehtävät yhteensä				0,0
Koko hanke yhteensä (Alv. 0 %)				0,0

Sujutussaneerauksen investointilaskelmapohjaan saneeraustavaksi on valittu pitkäsujutus. Sujuttamalla tehtäviin saneerauksiin kuuluvat myös aloitus- ja lopetuskaivannot. Investointilaskelmassa huomioitiin pitkäsujutuksen lisäksi kaivantotyöt, täyttömateriaalit ja putkiston painekoe sekä desinfiointi (TAULUKKO 6).

TAULUKKO 6. Investointilaskelmapohja kahden putken pitkäsujutukselle.

Investointilaskelma kahden putken pitkäsujutukselle				
Rakennusosa	Määrä	Yksikkö	Yksikkökust. (€)	Kustannus (€)
Pitkäsujutus 110 mm paineputki		mtr	74,51	0,0
Pitkäsujutus 200 mm viettoputki		mtr	48,74	0,0
Putkiston painekoe		kpl	842,93	0,0
Putkiston desinfiointi		kpl	864,54	0,0
Putkikaivannon kaivu (aloitus- ja lopetuskaivanto)		m3ktr	7,33	0,0
Alkutäyttö murskeesta (aloitus- ja lopetuskaivanto)		m3rtr	28,54	0,0
Loppytäyttö kaivuumassoilla (aloitus- ja lopetuskaivanto)		m3rtr	4,16	0,0
Rakennusosat yhteensä				0,0
Rakennusosat ja työmaatehtävät yhteensä				0,0
Koko hanke yhteensä (Alv. 0 %)				0,0

Katurakenteen ollessa huonokuntoinen, on järkevää suorittaa vesihuollon saneeraus kaivamalla ja uusien katurakenteiden samalla. Työssä määritettiin kustannusarviot vesihuollon saneerauksen yhteydessä saneerattaville kaduille. Kadun poikkileikkauksesta voitiin laskea katurakenteeseen kuuluvien rakennusosien määrät. Kuvasta (9) voitiin arvioida viisi metriä leveän kadun materiaalmäärät.



KUVA 9. Poikkileikkaus viisi metriä leveästä katurakenteesta.

Katurakenteen uusimisen kustannuslaskennassa on huomioitu poistettavat rakenteet, kadun uudet rakennekerrokset, kuljetukset ja työt. Katurakenteen kustannuslaskentapohjassa on esitelty kustannusarviot eri rakennusosille (TAULUKKO 7). Yhdessä kadun pituuden, leveyden ja kaivantopoikkileikkauksen kanssa voitiin määrittää katukohtaiset kustannukset koko kadulle.

TAULUKKO 7. Investointilaskelmapohja katurakenteen saneeraukselle.

Investointilaskelma katurakenteelle				
Rakennusosa	Määrä	Yksikkö	Yksikkökust. (€)	Kustannus (€)
Kuljetuksen lisäkustannus (10-15 km), poistettava ja siirrettävä rakenne		m3ktr	6,59	0,0
Asfaltin poisto, kierrätykseen		m2	2,41	0,0
Massanvaihdon kaivannot (normaalit olosuhteet)		m3ktr	5,33	0,0
Luiskatäyttö kaivuunmassoilla		m3rtr	4,16	0,0
Suodatinkangas N3		m2	1,67	0,0
Kantava kerros KaM 0-32		m3rtr	17,25	0,0
Jakava kerros KaM 0-90		m3rtr	21,31	0,0
AB 16 / 100 (50 mm)		m2	12,56	0,0
Rakennusosat yhteensä				0,0
Rakennusosat ja työmaatehtävät yhteensä				0,0
Koko hanke yhteensä (Alv. 0 %)				0,0

Katujen pituudet, leveydet ja hallinnolliset luokat saatiin Väyläviraston Digiroad aineistokokonaisuudesta.

Digiroad-tietojärjestelmä sisältää tieverkkoon ja liikenteeseen liittyviä ominaisuuksitietoja. Digiroad-tietojärjestelmään on kerätty aineistoa Väyläviraston Velho-tietojärjestelmästä, Maanmittauslaitoksen Maastotietokannasta, kuntien katutietojärjestelmistä sekä muutamien muiden viranomaisten tietojärjestelmistä. Aineisto kattaa Suomen maantiet, kadut ja yksityistiet. (Väylävirasto 2022).

9 SANEERAUSOHJELMA

9.1. Kiireellisimmät saneerauskohteet

Oriahde-Nihua välisellä alueella sijaitsee kahdeksan vesihuoltolinjaa, joiden saneeraustarve on kriittinen. Vesijohdot ovat rakennettu pääosin 1960-luvulla ja putkimateriaalit ovat pääosin asbestisementtiä (TAULUKKO 8).

TAULUKKO 8. Kriittisimmän saneeraustarpeen omaavat vesijohdot Oriahde-Nihua välisellä alueella.

Vesijohdon sijainti	Putkimat.	Halkaisija (mm)	Pituus (m)	Rak.vuosi
Kömöntie	Asbestisementti	200	880	1960
Ahteentie	Valurauta	150	245	1960
Tarkantie-Tarkankuja	Asbestisementti	100	140	1961
Neuletie	Asbestisementti	100	115	1964
Enonkunnantie	Muovi	160	280	1982
Oripohjantie	Asbestisementti	100	440	1966
Nihuantie-Kellomäki	Asbestisementti	100	475	1969
Notkotie	Asbestisementti	100	240	1969
Pohjoiskaari	Asbestisementti	100	410	1969

Alueen vesijohtojen yhteydessä olevien jätevesiviemäreiden rakennusvuositiedot olivat puutteellisia. Osan jätevesiviemäreiden rakennusvuositiedoista oletettiin olevan samoja kuin läheisyydessä sijaitsevien vesijohtojen rakennusvuositiedot. Kahden vesijohdon yhteydessä ei ollut jätevesiviemäriä ollenkaan (TAULUKKO 9).

TAULUKKO 9. Kriittisimmän saneeraustarpeen omaavat jätevesiviemärit Oriahde-Nihua välisellä alueella.

Jätevesiviemäriin sijainti	Putkimat.	Halkaisija (mm)	Pituus (m)	Rak.vuosi
Kömöntie	-	-	-	-
Ahteentie	PVC/Betoni	160/225	390	n. 1960
Tarkantie-Tarkankuja	Flexoren	225	340	Tuntematon
Neuletie	Muovi/Betoni	200/225	140	n. 1964
Enonkunnantie	Betoni	225	280	1964
Oripohjantie	PEH	200	440	n. 1966
Nihuantie-Kellomäki	-	-	-	-
Notkotie	PVC	160/200	240	1984
Pohjoiskaari	PVC/Betoni/Flexoren	200/225	410	n. 1969

9.2. Saneerauskortit

Vesihuoltolinjoille tehtiin kohteittain saneerauskortit. Saneerauskorttien sisällys koostui seuraavista asioista:

- Kuvaus alueen vesihuoltoverkostosta
- Kuvaus kadusta ja katualueen läheisyydessä olevasta tekniikasta
- Korjausehdotus
- Kustannusarvio osa-alueittain 5000 € tarkkuudella
- Vesihuollon saneerausvelan määrä metreinä ja euroina
- Valokuva kadusta, jos vesihuoltolinja oli kadun läheisyydessä

Esimerkkinä saneerauskortista Pohjoiskaaren saneerauskortti (KUVA 8). Kortteissa olevat korjausehdotukset ovat suuntaa antavia. Saneeraustoimia tulee tarkentaa saneeraussuunnitelmissa. Monipuolisten kuntotutkimusten avulla saadaan saneeraussuunnitteluun tarkempia lähtötietoja, joiden pohjalta saneerausmenetelmät ja kustannukset voivat tarkentua. Muiden kohteiden saneerauskortit ovat liitteissä (1–8).

Pohjoiskaari

Kuvaus

Kadun kunto vaihtelee. Kulumia, halkeamia ja painumia paikoittain päällysteessä. Kuivatus järjestetty matalilla ja syvillä ojanteilla. Noin 30 metriä kevyen liikenteen väylää, jossa kulunutta liimattavaa betonista reunakiveä. Valaistus on puupylväissä ilmajohdoin. Yksi laitekaappi vinossa.

Alueella n. 410 m asbestisementtivesijohtoa (1969) sekä n. 90 m muovinen haara (1974). Katualueella n. 270 m betoni, 50 m PVC ja 90 m Flexoren jätevesiviemäriä sekä lähistöllä n. 410 m pienempiä jäteveden haaroja. Jätevesiviemärien rakennusvuosi oletettavasti sama, kuin vesijohdolla.

KORJAUSEHDOTUS

Vesijohto ja jätevesiviemäri uusitaan kaivamalla. Katurakenne uusitaan kokonaisuudessaan vesihuollon saneerauksen yhteydessä. Kevyen liikenteen väylän uusiminen kokonaisuudessaan. Puupylväiden vaihto ja maakaapelointi. Kadun kuivatus uusitaan hulevesiviemäröinnillä.



KUSTANNUSARVIO

Katu	260 000 €
Valaistus	60 000 €
Kuivatus	150 000 €
Jätevesiviemäri	150 000 €
Vesijohto	120 000 €
Yhteensä	740 000 €

VESIHUOLLON SANEERAUSVELKA

	Koko	Mat.	Rak.vuosi	Käyttöikä ohitettu	Saneerausvelka (m)	Saneerausvelka (€)
Vesijohto	100	Asbestisementti	1969	2019	410	120 000
Jätevesi	225	B	n. 1969	2019	270	95 000
Jätevesi	200	Flexoren	n. 1969	2009	90	35 000

KUVA 8. Pohjoiskaaren saneerauskortti.

9.3. Alustava toteutusjärjestys ja kustannusarviot

Toteutusjärjestys arvioitiin vesijohtojen saneerauskriittisyyden perusteella, koska vesijohtojen rakennusvuosi- ja materiaalitiedot olivat kattavampia kuin jätevesiviemäreiden. Kömöntien vesijohdon suositellaan saneerattavan ensimmäisenä halkaisijan, iän ja materiaalin perusteella. Kokonaisuudessaan kriittisimpien vesihuoltolinjojen kustannusarvio Oriahde-Nihua välillä on 1 670 000 euroa (TAULUKKO 10).

TAULUKKO 10. Kriittisimpien vesihuoltolinjojen toteutusjärjestys sekä kustannusarviot.

Alustava toteutusjärjestys	Vesihuoltolinjan sijainti	Vesihuollon kustannusarvio
1.	Kömöntie	160 000 €
2.	Tarkantie-Tarkankuja	115 000 €
3.	Neuletie	90 000 €
4.	Oripohjantie	240 000 €
5.	Nihuantie-Kellomäki	105 000 €
6.	Notkotie	315 000 €
7.	Pohjoiskaari	270 000 €
8.	Ahteentie	235 000 €
9.	Enonkunnantie	140 000 €
		Yhteensä 1 670 000 €

10 KESTÄVÄN KEHITYKSEN MUKAISET TAVOITTEET

10.1. Kokonaistaloudellisuus

Kokonaistaloudellisuuden osalta tärkeää on pyrkiä edulliseen, mutta kestävään saneeraukseen. Taloudellisuuteen vaikuttaa sekä saneerausmenetelmät että mitoitukset. Toimintatapojen valinnassa hyödynnetään myös muualla hyväksi havaittuja menetelmiä.

10.2. Kokonaisuuden hallinta

Kokonaisuudenhallinnan kannalta suositellaan saneeraamaan kaikki tarvittava. Katuremontin yhteydessä uusitaan kadun alle jäävät vesihuollon talohaarat ja tehdään tarvittavat varaukset hulevesiliittymille. Hankkeesta tiedotetaan sähkö- ja kaukolämpöyhtiöitä sekä tietoliikenneoperaattoreita. Operaattorien kanssa tehdään yhteistyötä ja rakennetaan kaikille tarvittavat varaukset mahdollisten tulevaisuudessa asennettavien kaapeleiden vuoksi.

10.3. Elinkaari

Saneerauksessa otetaan huomioon koko kohteen elinkaari ja tavoitellaan pitkäikäisiä ratkaisuja. Elinkaariajattelun kannalta on tärkeää käyttää rakentamisessa laadukkaita materiaaleja ja komponentteja. Työn toteutus tehdään laadukkaasti oikeilla työmenetelmillä, jotta voidaan varmistua rakenteiden korkeasta eliniästä.

10.4. Ympäristö

Ympäristönäkökohdat otetaan huomioon työaikana suosimalla vähäpäästöisiä työmenetelmiä. Vähäpäästöisyyden kannalta tärkeää on minimoida kuljetusten ja ylijäämämaiden määrä. Ylijäämämaista pidetään seuranta, jonka avulla kuljetuksia voidaan optimoida. Ympäristön, viihtyvyyden ja turvallisuuden kannalta huolehditaan työnaikaisista järjestelyistä, kuten hulevesien hallinnasta ja liikenejärjestelyistä. Ennen työmaan aloitusta pidetään katselmuksia asukkaiden kanssa ja asukkaita tiedotetaan riittävästi koko hankkeen aikana. Työmaan ollessa käynnissä minimoidaan työmaasta johtuvia häiriöitä, kuten melua, pölyämistä ja mahdollisia käyttökatkoja. Luonnonvarojen säästämiseksi on olennaista käyttää rakenteissa uusiomateriaaleja aina kun se on järkevää.

11 POHDINTA

Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli määrittää saneerausohjelma Orivedellä sijaitsevaan vesihuollon saneerauskohteeseen. Saneerausohjelman teossa pohdittiin saneeraukseen vaikuttavia tekijöitä. Saneeraustavoitteiden kautta oli tarkoitus selvittää taloudellisesti ja teknisesti toimiva saneerausohjelma kyseiselle kohteelle. Opinnäytetyön lähtöaineistojen ja niiden pohjalta toteutetun saneerausohjelman on suunniteltu toimivan ajankohtaisena materiaalina Orivedellä toteutettaville vesijohto- ja jätevesiverkostojen saneerauksille.

Koottujen lähtötietojen ja niihin pohjautuvien suunnitelmien perusteella pystyttiin luomaan saneerausohjelma, joka sisältää kustannusarviot ja saneerauskohteiden ajalliset priorisoinnit. Saneerauskohteiden kiireellisyys määriteltiin vesihuoltolinjojen saneerauskriittisyyksien pohjalta. Saneerauskohteisiin valittiin saneerausmenetelmä kaivamattoman ja kaivamalla tehtävän välillä perustuen kohteen ominaisuuksiin. Tehdyt kustannusarviot pohjautuvat metrimääräisiin hintoihin, jotka on määritelty kustannuslaskentaohjelmiston avulla.

Työn teossa korostui lähtötietojen tärkeys. Puuttuvat tiedot putkista aiheuttavat haasteita saneerauksien suunnittelussa, mikä johtaa epävarmuuksiin saneerauksien kohdistamiseen ja oikea-aikaisuuteen. Ajantasaiset lähtötiedot ovat tärkeitä kustannuslaskennassa ja helpottavat investointien kohdistamista oikeisiin osaluaisiin.

Saneerattavia vesihuoltoverkostoja on Orivedellä useita kilometrejä, mitkä vaativat tulevaisuudessa mittavia investointeja, jotta saneerausvelkaa saadaan vähennettyä. Viime aikoina rakentamiskustannukset ovat nousseet, mikä vaikeuttaa tulevien kustannusten arviointia. Tämä opinnäytetyö toimii apuna Oriveden vesihuollon suunnitelmalliseen saneeraukseen. Suunnitelmallisen saneerauksen kautta pystytään hillitsemään saneerauksesta aiheutuvia kustannuksia sekä selvittämään soveltuvimmat saneerausmenetelmät kohdekohtaisesti.

LÄHTEET

Arcgis. 2023. Viitattu 7.6.2023. <https://www.arcgis.com/apps/webappviewer/index.html?id=460c11932a864426b351fe1c83eb9a1b>

Honkaharju, R. 2016. Kaivamattomat tekniikat infrarakentamisessa. Oulun yliopisto. Diplomityö. Viitattu 2.9.2023. http://3.72.176.9/wp-content/uploads/2016/06/Kaivamattomat-tekniikat-kunnallisrakentamisessa_10052016-1.pdf

Kainulainen, J., Kinnunen, J., Nikkola, A., Puustinen, V & Ström, K-J. 2003. Muoviputkijärjestelmät. Helsinki. Chemas Oy. Viitattu 5.8.2023

Kaunisto, T., Keinänen-Toivola M., Kekki T., Luntamo, M. 2008. Vesijohtomateriaalien vauriot ja käyttöikä Suomessa. Vesi-instituutin julkaisuja 3. Pdf-dokumentti. Viitattu 7.6.2023. <https://www.samk.fi/wp-content/uploads/2016/06/Vesijohtomateriaalien-vauriot-ja-k%C3%A4ytt%C3%B6ik%C3%A4-Suomessa.pdf>

Keskiväli, J. 2017. Keravan jätevesipumppaamoiden saneerausohjelman määrittäminen. Rakentamisen koulutusohjelma. Hämeen ammattikorkeakoulu. Ylemmän ammattikorkeakoulututkinnon opinnäytetyö. Viitattu 14.6.2023. https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/127964/Opinnaytetyo_Jaakko_Keskivali%20final.pdf?sequence=1

Konttinen, M. 2017. Maakaapeloinnin asennustekniikat. Lappeenranta University of Technology. Kandidaatintyö. Viitattu 15.8.2023. https://lut-pub.lut.fi/bitstream/handle/10024/144015/Kandidaatintyo_Max_Konttinen.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Kuivanen, M. Kunnallistekniikan päällikkö, Orivesi. 2023. Etähaastattelu 9.8.2023. Haastattelija Hytönen, M. Tampere.

Lämpöoptimi. n.d. Onko muoviviemärin sukitus järkevää. Verkkosivu. Viitattu 14.6.2023. <https://lampooptimi.fi/onko-muoviviemarin-sukitus-jarkevaa/>

Openstreetmap. 2023. Viitattu 7.6.2023. <https://www.openstreetmap.org/>

Oriveden kaupunki. 2023. Oriveden Kuntakortti. Verkkosivu. Viitattu 26.5.2023. <https://orivesi.fi/kaupunkimme/kaupunki/orivesi-tieto/tilastotietoa-orivedesta-kuntakortti/>

Oriveden kaupunki. n.d. Jätevesi. Verkkosivu. Viitattu 5.6.2023. <https://orivesi.fi/asukkaalle/asuminen-rakentaminen-ja-ymparisto/vesihuolto/jatevesi/>

Oriveden kaupunki. n.d. Talousvesi. Verkkosivu. Viitattu 5.6.2023. <https://orivesi.fi/asukkaalle/asuminen-rakentaminen-ja-ymparisto/vesihuolto/talousvesi/>

Pipelife Finland Oy. n.d. Vesihuollon saneerauskohde Oulussa. Verkkosivu. Viitattu 28.7.2023. <https://www.pipelife.fi/tietoa-meista/pipelife-finland-oy/referenssit/infra-referenssit/vesihuollon-saneerauskohde-oulussa.html#imageGallery-root-imagegallery-2>

Putkistosaneeraus Eerola Oy. n.d. Kunnat, kaupungit ja teollisuus. Verkkosivu. Viitattu 28.7.2023. <https://pseoy.fi/kunnat-kaupungit-ja-teollisuus/>

Rapal. n.d. Fore ohjelmistokokonaisuus. Verkkosivu. Viitattu 30.6.2023. <https://www.rapal.com/fi/fore-ohjelmistokokonaisuus>

Renos Oy. n.d. Bioliner muotoputkisujutus. Verkkosivu. Viitattu 6.6.2023. <https://renos.fi/menetelmat/muotoputkisujutus/>

Renos Oy. n.d. SPR PE -spiraalinauhasujutus. Verkkosivu. Viitattu 28.7.2023. <https://renos.fi/menetelmat/spr-pe-spiraalinauhasujutus/>

Suomen Alitustekniikka Oy. Pätksujutus. Verkkosivu. Viitattu 28.7.2023. <https://alitustekniikka.fi/patkasujutus/>

Suomen ympäristökeskus. 2022. Pohjavesien tila ja riskit. Vesi.fi 25.1.2022. Viitattu 12.8.2023. <https://www.vesi.fi/vesitieto/pohjavesien-tila-ja-riskit/>

Sweco Ympäristö Oy. 2017. Vesihuoltoverkoston saneeraustarpeen selvittäminen. ELY-keskus. Raportteja 10. Pdf-dokumentti. Viitattu 13.6.2023. <https://www.doria.fi/bitstream/handle/10024/134074/Raportteja%2010%202017.pdf?sequence=2>

Syrjä, E. 2023. Yhteenveto Oriveden Tähtiniemen keskuspuhdistamon vesistö-tarkkailusta vuodelta 2021. KVVY Tutkimus Oy. Tutkimusraportti nro 119/23. Viitattu 5.6.2023. https://orivesi.fi/wp-content/uploads/2023/01/Oriveden-Tahtiniemen-keskuspuhdistamon-vesistotarkkailu-2021-KVVY_final.pdf

Tampereen Vesi. n.d. Veden kovuus ja muut ominaisuudet. Verkkosivu. Viitattu 5.6.2023. <https://www.tampereenvesi.fi/tietoa-vedesta/veden-kovuus-ja-muut-ominaisuudet/>

Tukiainen Group. n.d. TG-Suuntaporaus. Verkkosivu. Viitattu 15.8.2023. <https://www.tukiainengroup.fi/suuntaporaus/>

Uponor Infra Oy. 2021. Putkistojen saneeraus- ja kenttätyöt. Esite. Viitattu 6.6.2023

Uponor Suomi Oy. n.d. Saneeraiis tulevaisuuden kestäväenä valintana. Verkkosivu. Viitattu 28.7.2023. <https://www.uponor.com/fi-fi/infra/tuotejarjestelmat/putkistosaneeraus#profuse>

Varjola, S. 2019. Putkilinjojen vesistöasennukset. VSMV 21.08.2019. Viitattu 12.8.2023. <https://www.vmsv.fi/fi/artikkelit/putkilinjojen-vesistoasennukset/>

Virtanen, J. 2022. Kaivamattomien menetelmien vaikutus infrarakentamisen hiilidioksidipäästöihin. Novia ammattikorkeakoulu. Opinnäytetyö. Viitattu 15.8.2023. <https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/787186/Kaivamattomien%20menetelmien%20vaikutus%20infrarakentamisen%20hiilidioksidipäästöihin.pdf?sequence=2>

Väylävirasto. 2022. Hallinnollinen luokka (Digiroad) -karttatason metatiedot.
Verkkosivu. Viitattu 1.6.2023. <https://paikkatieto.vaylapilvi.fi/suomen-vaylat/>

LIITTEET

Liite 1. Kömöntien saneerauskortti.

Kömöntie						
<u>Kuvaus</u> Ok kunnossa oleva sorapäälysteinen katu, pientä reunapainumaa paikoittain. Kadun alussa n. 20 metriä huonokuntoista asfalttia. Valaisinpylväät ovat puuta, valaisimet ok kunnossa. Osa valaisinpylväistä kauempana tiestä tontin puolella. Valaistuksessa ilmajohdot. Osassa katua kuivatus järjestetty syvin ojantein, osassa matalat ojanteet. Pumppaamon yleisilme hyvä, yksi laitekaappi vinossa. Katualueen ulkopuolella n. 880 m asbestisementtivesijohtoa (1960) ja katualueen läheisyydessä PVC ja PEH jätevesijohtoa (1984–1988).						
<u>KORJAUSEHDOTUS</u> Katu on ok normaalilla kunnossapidolla. Valaistus uusitaan. Tarkastetaan kuivatuksen toimivuus. Asfaloitu osuus muutetaan soratieksi. Lähistöllä oleva vesijohto uusitaan sujuttamalla.						
				<u>KUSTANNUSARVIO</u>		
				Katu	10 000 €	
				Valaistus	30 000 €	
				Kuivatus	0 €	
				Jätevesiviemäri	0 €	
				Vesijohto	160 000 €	
				Yhteensä	200 000 €	
<u>VESIHUOLLON SANEERAUSVELKA</u>						
	Koko	Mat.	Rak.vuosi	Käyttöikä ohitettu	Saneerausvelka (m)	Saneerausvelka (€)
Vesijohto	200	Asbestisementti	1960	2010	880	160 000

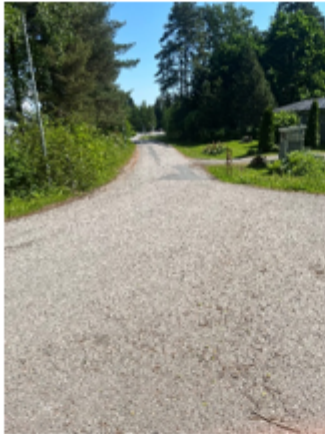
Liite 2. Ahteentien saneerauskortti.

Ahteentie						
<u>Kuvaus</u>						
Katu on hyväkuntoinen. Valaistus puupylväissä ilmajohdoilla. Alueella vanhaa valurautaista vesijohtoa sekä jätevesiviemäriä, jossa rakennusvuosi oletettavasti sama kuin vesijohdolla.						
<u>KORJAUSEHDOTUS</u>						
Uusitaan vesihuolto kaivamalla. Katua joudutaan uusimaan vesihuoltotöiden vuoksi. Valaistus uusitaan. Kuivatus uusitaan rakentamalla hulevesiviemäri.						
				<u>KUSTANNUSARVIO</u>		
				Katu	195 000 €	
				Valaistus	50 000 €	
				Kuivatus	225 000 €	
				Jätevesiviemäri	130 000 €	
				Vesijohto	105 000 €	
				Yhteensä	705 000 €	
<u>VESIHUOLLON SANEERAUSVELKA</u>						
	Koko	Mat.	Rak.vuosi	Käyttöikä ohitettu	Saneerausvelka (m)	Saneerausvelka (€)
Vesijohto	150	Valurauta	1960	2010	330	105 000
Jätevesi	160/225	PVC/Betoni	n. 1960	2010	330	130 000

Liite 3. Enonkunnantien vesihuoltolinjan saneerauskortti.

Enonkunnantie vesihuoltolinja						
<u>Kuvaus</u>						
Tien läheisyydessä 1964 rakennettua betonista 225 mm jätevesiviemäriä n. 280 m ja 1982 rakennettua muovista 160 mm vesijohtoa.						
<u>KORJausehdotus</u>						
Uusitaan jätevesiviemäri ja vesijohto kaivamalla.						
					<u>KUSTANNUSARVIO</u>	
					Katu	
					Valaistus	
					Kuivatus	
					Jätevesiviemäri	80 000 €
					Vesijohto	60 000 €
					Yhteensä	140 000 €
<u>VESIHUOLLON SANEERAUSVELKA</u>						
	Koko	Mat.	Rak.vuosi	Käyttöikä ohitettu	Saneerausvelka (m)	Saneerausvelka (€)
Jätevesi	225	Betoni	1964	2014	280	80 000 €

Liite 4. Tarkantie-Tarkankuja saneerauskortti

Tarkantie-Tarkankuja						
<u>Kuvaus</u>						
<p>Kadun päällysteessä on kulumaa, painumaa ja halkeamia. Kuivatus on toteutettu sekä matalin että syvin ojantein. Valaistuksen kunto on kohtuullinen. Tarkantien alueella n. 55 m asbestisementtiviesijohtoa (1961) ja Tarkankujan suuntaisesti n. 85 m. Alueella oletettavasti vanhaa jätevesiviemäriä n. 160 m.</p>						
<u>KORJAUSEHDOTUS</u>						
<p>Katu uusitaan vesihuoltotöiden yhteydessä. Kuivatus uusitaan rakentamalla hulevesiviemäri. Vesijohto ja jätevesiviemäri uusitaan kaivamalla.</p>						
				<u>KUSTANNUSARVIO</u>		
Katu		70 000 €				
Valaistus		0 €				
Kuivatus		50 000 €				
Jätevesiviemäri		75 000 €				
Vesijohto		40 000 €				
Yhteensä		235 000 €				
<u>VESIHUOLLON SANEERAUSVELKA</u>						
	Koko	Mat.	Rak.vuosi	Käyttöikä ohitettu	Saneerausvelka (m)	Saneerausvelka (€)
Vesijohto	100	Asbestisementti	1961	2011	55	20 000
Vesijohto	100	Asbestisementti	1961	2011	85	20 000
Jätevesi	225	Flexoren	n. 1961	2001	160	60 000

Liite 5. Neuletien saneerauskortti.

Neuletie						
<u>Kuvaus</u>						
<p>Katu on kohtuullisessa kunnossa, paikoin verkkohalkeamaa päällysteessä. Kadusta noin puolet sorapäällysteellä ja puolet asfaltilla. Valaistus on puupylväissä ilmajohdoilla. Kadun läheisyydessä vanhaa vesijohtoa (1964) ja jätevesiviemäriä, jossa rakennusvuosi tuntematon. Jätevesiviemärin rakennusvuosi oletettavasti sama kuin vesijohdon.</p>						
<u>KORJausehdotus</u>						
<p>Vanha vesihuolto saneerataan kaivamalla. Valaistus uusitaan ja vaihdetaan maakaapeloiduksi. Uusitaan päällyste ja kantava kerros päällysteen alta.</p>						
					<u>KUSTANNUSARVIO</u>	
					Katu	20 000 €
					Valaistus	35 000 €
					Kuivatus	0 €
					Jätevesi	55 000 €
					Vesijohto	35 000 €
<u>VESIHUOLLON SANEERAUSVELKA</u>						
	Koko	Mat.	Rak.vuosi	Käyttöikä ohitettu	Saneerausvelka (m)	Saneerausvelka (€)
Vesijohto	100	Asbestisementti	1964	2014	115	35 000
Jätevesi	200/225	Muovi/Betoni	n. 1964	2014	145	55 000

Liite 7. Nihuantie-Kellomäki saneerauskortti

Nihuantie-Kellomäki vesihuoltolinja**Kuvaus**

Alueella vanhaa asbestisementtivesijohtoa n. 475 m. Vesijohto kulkee radan ali Nihuan alueelle.

KORJausehdotus

Uusitaan vesijohto joko sujuttamalla.

KUSTANNUSARVIO

Vesijohto	105 000 €

VESIHUOLLON SANEERAUSVELKA

	Koko	Mat.	Rak.vuosi	Käyttöikä ohitettu	Saneerausvelka (m)	Saneerausvelka (€)
Vesijohto	100	Asbestisementti	1969	2019	475	105 000

