

Jetro Väisänen

# PUTKISTOJEN SISÄPUOLISEN SANEERAUKSEN LAADUNVARMISTUS

Opinnäytetyö

Insinööri (AMK)

Talotekniikka (LVI)

2021



**Kaakkois-Suomen  
ammattikorkeakoulu**

Tutkintonimike	Insinööri (AMK)
Tekijä/Tekijät	Jetro Väisänen
Työn nimi	Putkistojen sisäpuolisen saneerauksen laadunvarmistus
Toimeksiantaja	Rakennuttajatoimisto Valvontakonsultit Oy
Vuosi	2021
Sivut	30 sivua, liitteitä 1 sivua
Työn ohjaaja	Johanna Arola

## TIIVISTELMÄ

Tässä opinnäytetyössä käsitellään putkistojen sisäpuolista saneerausta ja luodaan LVI-valvonta- ja laadunvarmistustyökalu Rakennuttajatoimisto Valvontakonsultit Oy:n käyttöön. Valvontatyökalu käsittelee LVI-valvonnan tehtäviä sekä laadunvarmistustoimenpiteitä linjasaneerattavissa kohteissa.

Linjasaneerausten määrä Suomessa on kasvanut viime vuosina ja laadunvarmistus on yksi tärkeimpiä asioita, johon tulee keskittyä, kun kyseessä on saneerattava kohde. Nykypäivänä erilaisia saneerausmenetelmiä on useita ja oikea menetelmän valinta on tärkeää. Putkistojen saneeraus tulee aiheelliseksi, kun kohteiden LVI-tekniikka on elinkaarensa päässä ja huonokuntoista. Jotta voidaan varmistua, että saneeraus on onnistunut, tulee laadunvarmistus olla toteutettu asianmukaisesti.

Opinnäytetyössä käytettiin kvalitatiivista tutkimusmenetelmää ja pyrittiin etsimään mahdollisimman laajasti tietoa eri saneerausmenetelmistä, materiaaleista ja ominaisuuksista sekä eri menetelmien eroista. Menetelmien lisäksi työssä selvitettiin rakennushankkeeseen osallistuvien tahojen laadunvarmistuksen toimenpiteitä ja vastuualueita.

Opinnäytetyön tuloksena syntyi LVI-valvonta- ja laadunvarmistus työkalu linjasaneerauskohteisiin. Työkalun avulla LVI-valvonnan suorittaja pystyy seuraamaan tehtyjä sekä tulevia laadunvarmistustoimenpiteitä ja näin ollen varmistamaan riittävän valvonnan ja laadunvarmistuksen hankkeessa. Työkalu on toimeksiantajayrityksen käytettävissä.

**Asiasanat:** Linjasaneeraus, Putkiremontti, Laadunvarmistus, Valvonta

Degree	Bachelor of Engineering
Author (authors)	Jetro Väisänen
Thesis title	Pipelines internal renovation quality assurance
Commissioned by	Rakennuttajatoimisto Valvontakonsultit Oy
Time	2021
Pages	30 pages, 1 pages of appendices
Supervisor	Johanna Arola

## ABSTRACT

This thesis deals with internal renovation of pipelines. In this thesis a supervision and quality assurance tool is created for pipe renovation projects. Supervision tool includes HVAC tasks and quality assurance measures at pipe renovation projects.

The number of pipe renovations in Finland has increased in recent years. Quality assurance is one of the most important things to focus on when it comes to pipe renovation or plumbing repair. Nowadays there are several different renovation methods and choosing the right method is important. In order to ensure that the renovation has been successful, quality assurance must be carried out properly.

In this thesis, information was sought about different renovation methods and the differences and properties of the methods. In addition, quality assurance measures were investigated.

As a result of the thesis, a HVAC supervision and quality assurance tool was created for pipe renovation projects. The tool enables the HVAC inspector to monitor the quality assurance measures taken. This enables the HVAC inspector to ensure adequate control and quality assurance in the project.

**Keywords:** Pipe renovation, plumbing repair, quality assurance, supervision

## SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	6
2	LINJASANEERAUKSEN MENETELMÄT .....	6
2.1	Putkistojen saneeraus .....	8
2.2	Viemäreiden sisäpuolinen saneeraus.....	8
2.2.1	Sukitusmenetelmä .....	9
2.2.2	Sujutusmenetelmät .....	10
2.2.3	Ruiskuvalumenetelmä.....	12
2.3	Vesiputkien sisäpuolinen saneeraus.....	13
2.3.1	Sementtilaastivuorausmenetelmä.....	14
2.3.2	Epoksinnoitusmenetelmä .....	14
2.4	Kokonaisvaltainen linjasaneeraus.....	16
3	SANEERAUSMENETELMIEN VERTAILU .....	16
3.1	Aikataululliset erot.....	17
3.2	Kustannukset.....	17
4	LINJASANEERAUKSEN MENETELMÄN VALINTA.....	18
5	LAADUNVARMISTUS .....	20
5.1	Vastuualueet.....	20
5.1.1	Viranomainen.....	21
5.1.2	Rakennuttaja/Tilaaaja .....	21
5.1.3	Urakoitsija .....	21
5.1.4	Suunnittelija .....	22
5.2	Valvonnan tehtävät .....	22
5.2.1	Yleisvalvonta.....	23
5.2.2	Laadunvalvonta .....	23
5.2.3	Ajallinen valvonta.....	23
5.2.4	Taloudellinen valvonta .....	24
5.2.5	Dokumentointi.....	24

6	VALVONNAN TYÖKALUN KOONTI JA MENETELMÄ .....	24
7	TULOKSET.....	25
8	YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSET.....	26
	LÄHTEET.....	28
	LIITTEET .....	31

Liite 1. LVI-valvonnan ja laadunvarmistustyökalun peruspohja

## 1 JOHDANTO

Suomessa linjasaneerauksien määrä kasvaa jatkuvasti, kun vanhojen talojen LVI-tekniikan käyttöikä tulee päätökseen. Tässä opinnäytetyössä tutustutaan putkistojen eri saneerausmenetelmiin sekä vertaillaan niiden menetelmiä, niin viemäreiden kuin vesijohtojenkin osalta. Useimmat raportit ja selvitykset sisäpuolisista saneerauksista keskittyvät viemäreihin, mutta tässä työssä käydään läpi myös vesijohtojen saneeraustapoja. Työssä selvitetään eri menetelmien eroja, valvontaa ja valvonnan tehtäviä sekä vastualueita ja laadunvarmistusta.

Opinnäytetyön tavoitteena on tehdä Rakennuttajatoimisto Valvontakonsultit Oy:lle LVI-valvonnan työkalu, jota yritys voisi käyttää linjasaneerauskohteissa. Työkalu toimii LVI-valvojan apuna hankkeissa, joissa linjasaneeraus tai sen osa toteutetaan putkistojen sisäpuolisella saneerauksella. Itse työkalu on tarkastuslista LVI-valvonnan laadunvarmistamisen toimenpiteistä. Työkalun avulla valvoja pystyy seuraamaan tärkeimpien ja paljon valvontaa vaativien asennusten ja töiden aikataulua ja järjestystä.

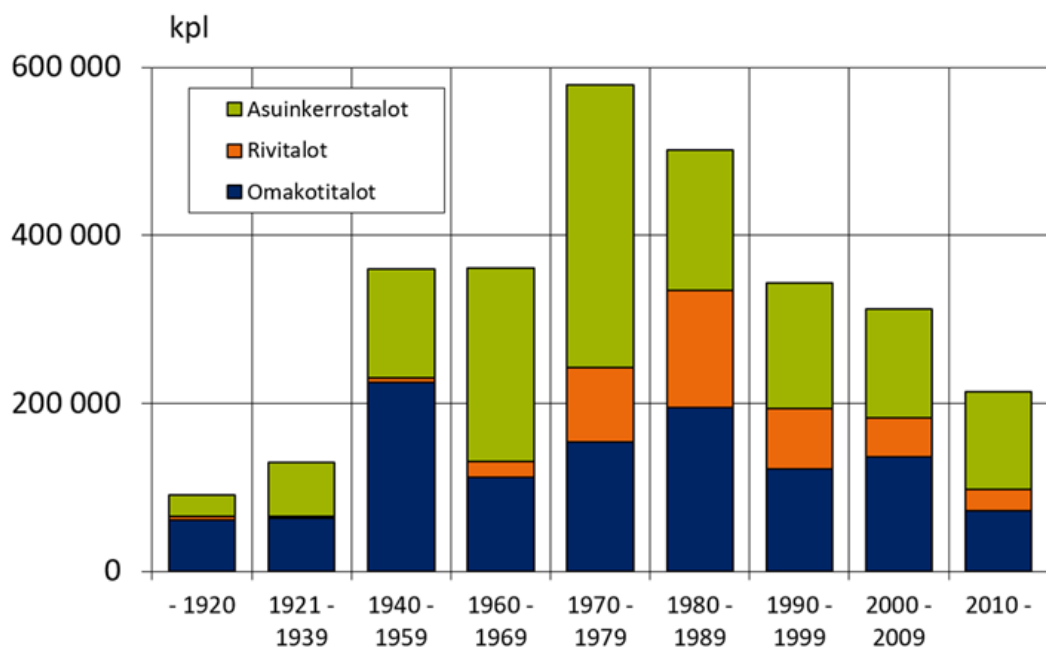
Toimeksiantajayrityksellä ei ole yhtenäistä ohjetta LVI-valvojille kohteisiin, joissa linjasaneeraus tai sen osa toteutetaan putkistojen sisäpuolisella saneerauksella. Työkalun on tarkoitus toimia tukena hankkeissa, joissa linjasaneeraus toteutetaan sisäpuolisella saneeraustavalla. Työkalun tavoite on helpottaa ja nopeuttaa LVI-valvojan työtä saneerauksen eri vaiheissa sekä nopeuttaa ja varmentaa laadunvarmistusta ja dokumenttien arkistointia. Lisäksi työkalulta vaaditaan helppokäyttöisyyttä ja muokattavuutta, jotta sitä voitaisiin soveltaa mahdollisimman moneen eri hankkeeseen. Lisäksi työkalun tulisi olla sellaisessa muodossa, että sen voisi liittää jonkin toisen valvojaa avustavan työkalun rinnalle.

## 2 LINJASANEERAUKSEN MENETELMÄT

Linjasaneerauksella eli putkiremontilla tarkoitetaan kiinteistön vesi- ja viemärilaitteiden uusimista tai kunnostusta. Linjasaneeraus sisältää useasti myös sähkö- ja tietoliikennejärjestelmien uusimisen. Linjasaneeraus tehdään yleisesti, kun LVI-tekniikka on noin 40 - 60 vuotta vanhaa tai jos ilmenee

ongelmia. Linjasaneerauksen voi toteuttaa eri tavoin ja toteutustavaksi pyritään valitsemaan aina sopivin ja kustannustehokkain tapa. /1./

Vuonna 2017 Suomessa linjasaneerauksia tehtiin noin kahteen tuhanteen taloyhtiöön ja niiden kustannukset olivat noin 900 miljoonaa euroa. Linjasaneerausten määrä Suomessa on kasvanut koko ajan, josta kertoo myös kustannukset, jotka olivat vuonna 2013 noin 300 miljoonaa euroa pienemmät kuin 2017. Linjasaneerausten määrää selittää Suomen asuntokannan ikäjakauma, joka on esitetty kuvassa 1. /3; 27./



Kuva 1. Asuntokannan ikäjakauma Suomessa /27/

Linjasaneeraustavan valintaan vaikuttavat monet asiat, joista suurin on nykyisten putkistojen kunto. Ennen kuin saneeraustapa päätetään, rakennukseen tehdään kuntotutkimus, jossa pyritään havaitsemaan mahdolliset ongelmat ja putkiston kunto. Saneeraustapa valitaan aina rakennuskohtaisesti. /2./

Kuntotutkimuksessa selvitetään putkistojen yleinen kunto muun muassa röntgenkuvien ja videokuvan avulla. Näin saadaan tietoon putkiston seinämävahvuus ja tieto siitä, voidaanko putkistoja ylipäätään saneerata sisäisesti, vai toteutetaanko putkiremontti perinteisesti eli avaamalla rakenteita

ja purkamalla vanhat putkistot pois ja asentamalla kokonaan uudet, joko vanhojen paikoille tai uuteen sijaintiin. /5, s.65./

## **2.1 Putkistojen saneeraus**

Linjasaneeraus voidaan toteuttaa usealla eri tavalla tai niiden yhdistelmällä. Suomessa yleisin tapa on putkien vaihtaminen. Tällöin taloyhtiön vanhat putkistot puretaan ja tilalle asennetaan uudet putket. Vaihtoehtoja tälle perinteiselle menetelmälle on kuitenkin useita, kuten pinnoitus, sukitus tai sujutus, jossa vain vanhojen putkien sisäpinta uusitaan. Näiden menetelmien käyttöikä ei kuitenkaan välttämättä ole yhtä pitkä kuin uudella putkella ja näiden menetelmien käyttöön liittyy paljon rajoitteita, kuten putkiston nykyinen kunto, materiaali ja sijainti. /2./

Vuonna 2013 Suomen kiinteistöliiton ja Kiinteistölehdessä tekemässä kyselyssä Suomessa tehdyistä linjasaneerauksista tehtiin perinteisellä menetelmällä noin 50 % ja jopa 37 % kohteista oli saneerannut putket sisäisesti. Loput 13 % olivat muita saneeraustapoja tai niiden yhdistelmiä. /14/.

## **2.2 Viemäreiden sisäpuolinen saneeraus**

Viemäreiden sisäpuolisella saneerauksella tarkoitetaan viemäreiden kunnostusta, jossa putki tai putkisto kunnostetaan rakenteita rikkomatta. Koska rakenteita ei tarvitse purkaa, luonnollisesti saneeraus on nopeampaa ja halvempaa kuin perinteisellä menetelmällä, jossa putkistot uusitaan kokonaan. /5, s. 64./

Viemäreiden sisäpuoliseen saneeraukseen sisältyy myös lattiakaivojen saneeraus, mikäli kyseessä on valurautainen lattiakaivo. Jos kohteessa on muovinen lattiakaivo, se jätetään ennalleen ja viemäriputki saneerataan vain lattiakaivolta eteenpäin. Kun lattiakaivotkin saneerataan sisäisesti, syntyy huomattava kustannussäästö, koska tilan vedeneristyksiä ei tarvitse purkaa. /32./

Haittapuolena putkistojen sisäpuoliselle saneeraukselle on pinnoiteaineiden käyttöikä, jota ei vielä varmaksi tiedetä. Harkittaessa putkistojen sisäpuolista saneerausta perinteisen putkisaneerauksen sijaan, on selvítettävä, voidaanko

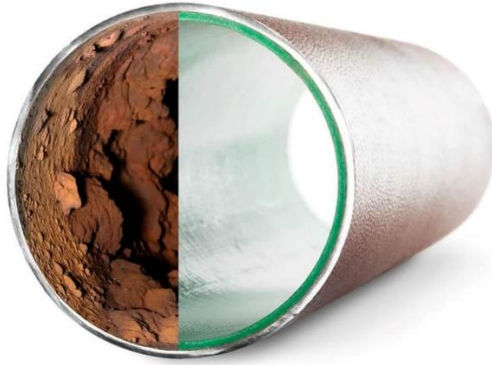


kyseistä menetelmää käyttää ja mitkä ovat kyseisen menetelmän riskit. /5, s. 64 - 65./

Viemäreiden sisäpuolisen saneerauksen markkinat ovat huomattavasti suuremmat kuin käyttövesiputkiston puolella, koska käyttövesiputkistoissa on huomattavasti enemmän haasteita kuin viemäreissä. Haasteita käyttövesiputkien sisäpuoliseen saneeraukseen tuo paineen alaiset järjestelmät ja vesijohtojen pienempi sisähalkaisija. /6, s. 58 - 59./

### **2.2.1 Sukitusmenetelmä**

Viemärit voidaan saneerata sisäisesti sukittamalla. Sukitusmenetelmää käytetään yleisesti rakennuksen sisäpuolisten putkistojen saneeraukseen. Sukitus tarkoittaa vanhan putken sisään asennettavaa uutta putkea. Uusi putki on epoksilla kyllästetty, pehmeä yleensä polyesteristä valmistettu putki, joka kovettuu kuivuessaan. Näin ollen vanhan putken sisään saadaan uusi ehjä putki. Sukitusmenetelmä ei kuitenkaan sovellu kaiken kokoisille putkille, koska sukittaessa vanhan putken sisähalkaisija pienenee. Sukitusmenetelmää käytetään yleisesti 50 - 300mm putkistoihin. Sukitusmenetelmä aloitetaan vanhan putkiston kuvaamisella ja puhdistamisella. Puhdistus toteutetaan yleisesti jyrsimällä, jonka jälkeen putkisto vielä huuhdellaan. Kun putkisto on puhdistettu, voidaan aloittaa sukittaminen. Epoksilla kyllästetty sukka mankeloidaan, jonka jälkeen se asennetaan olemassa olevan putken sisään paineilman avulla. Paineilma takaa sen, että asennusvaiheessa joustava sukka muotoutuu ja venyy olemassa olevan putkiston sisäseinämää vasten. Kun sukka on asennettu, sen annetaan kuivua ja kovettua. Sukan kuivumisaika riippuu monesta eri tekijästä, ja se voi olla yhdestä kahteentoista tuntiin. Valmis, sukitettu putkisto-osuus kuvataan laadunvarmistamiseksi. Kuvassa 2 on esitetty vanhan ja sukitetun putken sisäpinta ja niiden ero. /7./



Kuva 2. Sukittamaton ja sukitettu putken sisäpinta /15/

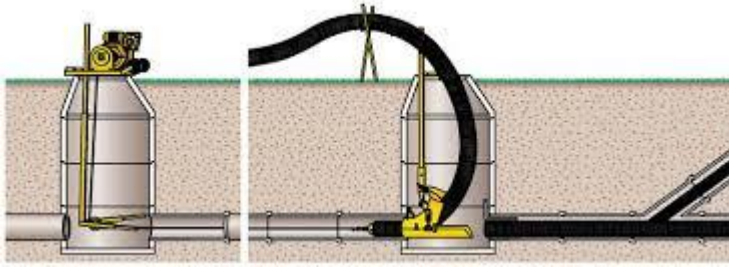
### 2.2.2 Sujutusmenetelmät

Viemäreitä voidaan saneerata sisäisesti myös sujuttamalla.

Sujutusmenetelmää käytetään yleensä rakennuksen ulkopuolisten putkistojen saneeraukseen. Sujutusmenetelmiä ovat pitkä-, pätkä-, pakkosujutus ja muotoputkisujutus. Pitkä- ja pätkäsujuutuksessa asennetaan saneerattavan putken sisään uusi putki, joko vetämällä tai työntämällä. Työntömenetelmässä sujutettavan putken työntö tapahtuu hydraulisella työntölaitteella.

Vetomenetelmässä sujutus tapahtuu vinssin avulla. Sujutusmenetelmissä käytetään yleisesti PVC-, PEH- tai PP-putkia. Sujutusmenetelmät ovat olleet käytössä 1960-luvulta alkaen. Kuten sukituksessakin, vanhat putkistot tulee puhdistaa, huuhdella ja kuvata ennen sujutusta, paitsi pakkosujutuksessa, jos vanha putkisto rikotaan. Koska sujutusmenetelmällä saneerattaessa vanhan putken ja sujutetun putken seinämät eivät ole aina tiiviit, tulee tämä tyhjä väli tiivistää. Tiivistykseen käytetään usein vaahbetonia, hiekkaa tai kevytbetonia. /8, s. 24 - 31./

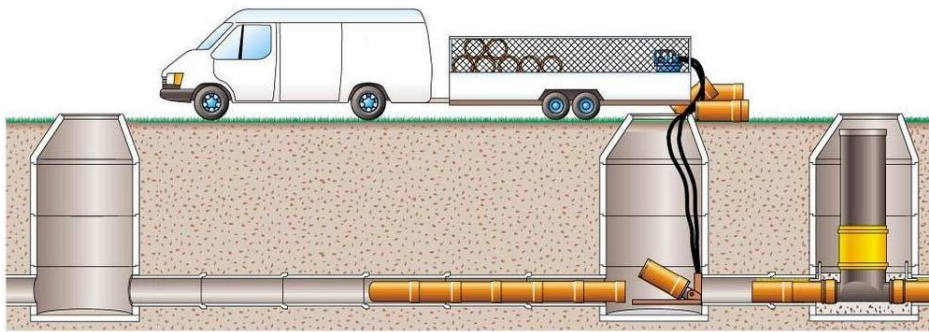
Pitkäsujuutuksessa uusittavan putkilinjan sisään sujutetaan uusi putki ja mahdolliset putkiliitokset toteutetaan sähkömuhvihitsauksella tai puskuhitsauksella. Pitkäsujuutusmenetelmää on kuvattu kuvassa 3. Pitkäsujuutettavien viemäreiden putkikoko tulee olla halkaisijaltaan minimissään 100 mm. /8, s. 24 - 27./



Kuva 3. Pitkäsujutusmenetelmä /16/

Kuten pitkäsujutuksessa myös pätkäsujutuksessa saneerattavan putken sisään asennetaan uusi putki. Erona pitkäsujutukseen asennettavat putket ovat yleisesti noin 0,5m mittaisia putkielementtipätkiä.

Pätkäsujutusmenetelmää on avattu kuvassa 4. Pätkäsujutuksessa käytettävät putkielementit ovat halkaisijaltaan 90 - 560 mm. /8, s. 28./



Kuva 4. Pätkäsujutusmenetelmä /16/

Pakkosujutusmenetelmä eroaa pätkä- ja pitkäsujutuksesta siten, että saneerattava putki rikotaan ja uusi putki voi olla halkaisijaltaan jopa isompi, kuin alkuperäinen putki. Tätä saneerausmenetelmää käytetään useimmin huonokuntoisille vesijohdoille kuin viemäreille. Pakkosujutusmenetelmässä vanha putki rikotaan kärkikappaleen avulla ja kärkikappaleen perässä vedetään uusi putki vanhan tilalle. Tämä menetelmä sopii betoni-, muovi- ja valutautaputkille. Pakkosujutusmenetelmää on avattu kuvassa 5. /8, s. 32 - 34./



Kuva 5. Pakkosujutus ja kärkikappaleet /17/

Muotoputkisujutusmenetelmässä vanhan viemäriputken sisään työnnetään tai vedetään U-muotoon painettu putki. Sen etuna muihin sujutusmenetelmiin verrattuna on yhtenäinen ja ehjä putki kaivojen välillä. Usein putkea lämmitetään, jotta sen käsiteltävyys olisi parempi. Kun putki on saatu asennettua halutulle putkiosuudelle, sen alkuperäinen muoto palautetaan paineilman ja höyryn avulla. Näin uuden ja vanhan viemäriputken seinämän väliin ei jää rakoa, vaan uusi putki tiivistyy vanhan putken seinämään kiinni. Tässäkin menetelmässä viemäriin sisähalkaisija pienenee sujutettavan putken seinämäpaksuuden verran. Kuvassa 6 on esitelty muotoputken asennusmenettely ja vaiheet. /30, s. 41./



Kuva 6. Muotoputkisujutuksen vaiheet /31, s.10/

### 2.2.3 Ruiskuvalumenetelmä

Vanhat viemärit voidaan myös saneerata sisäisesti ruiskuvalamalla. Ruiskuvalumenetelmä sopii niin omakotitaloihin kuin kerrostalokohteisiin ja erityisesti tämä menetelmä sopii linjoihin, jotka sisältävät paljon haarakohtia. Kuten muissa putken sisäisissä saneeraustavoissa, myös

ruiskuvalumenetelmässä vanha viemäri putsataan ja kuvataan ennen pinnoitusta. Ruiskuvalumenetelmässä viemärin sisäpintaan ruiskutetaan lasivahvisteista polyesterimuovia, joka kovettuu putken sisäpintaan antaen putkelle uuden, itsekantavan ja kulutusta kestävän pinnan. Pinnoite ruiskutetaan suutinkärjen avulla, joka on esitetty kuvassa 7. Ruiskuvalu on paksuudeltaan noin 3 - 5 mm riippuen saneerattavan viemärin halkaisijasta. Ruiskuvalumenetelmä sopii 40 - 150 mm viemäriputkille. /11./



Kuva 7. Ruiskuvalumenetelmässä käytetty työkalu /18/

### 2.3 Vesiputkien sisäpuolinen saneeraus

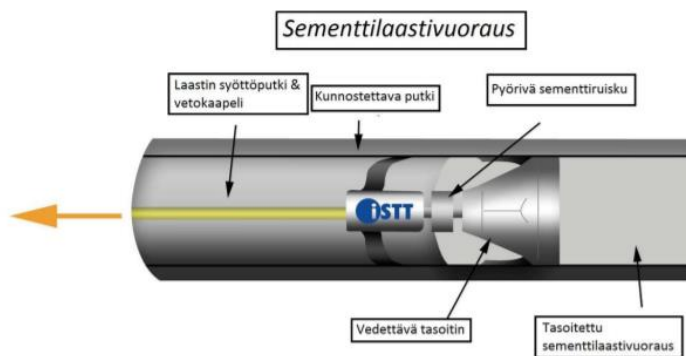
Vesiputkien sisäpuolista saneerausta toteutetaan pinnoitusmenetelmiä käyttäen. Vesiputkien pinnoituksia tehdään sementtilaastivuorauksella ja epoksinpinnoitteilla. /8, s. 37 - 38; 9, s. 5./

Vesiputkien pinnoituksia tehdään lyijy-, kupari- sekä rautaputkille. Pinnoitusmenetelmä soveltuu DN10-DN80 kokoisille putkille. Pinnoitusmenetelmää voidaan käyttää, vaikka alkuperäisessä putkessa olisi pistevuotoja, mutta suuremmat vuotokohdat on korjattava perinteisin menetelmin, eli vaihtamalla putken vuotava osuus uuteen. Pinnoitettua putkea ei voi puhdistaa mekaanisesti, vaan puhdistus tulee tapahtua alipainetta hyödyntäen, jotta pinnoite ei vaurioidu. Suomessa vuonna 2011 vesijohtojen sisäpuolisia pinnoituksia rakennuksien sisälle tehtiin pääasiassa pääkaupunkiseudulla yksittäistapauksia lukuun ottamatta. /12; 4, s. 53./

### 2.3.1 Sementtilaastivuorausmenetelmä

Sementtilaastivuorauksessa käytetään vain metalliputkille eli pääasiassa vesijohtojen sisäpuoliseen saneeraukseen.

Sementtilaastivuorausmenetelmässä ei uusita vanhaa putkea, vaan vanhan putken sisäpinta pinnoitetaan uudestaan. Tällä menetelmällä pyritään pidentämään vanhan putken käyttöikä ja valmistajat ilmoittavat sementtilaastivuoraukselle noin 30 - 50 vuoden käyttöiän. Menetelmä ei kuitenkaan sovellu todella huonokuntoisten putkien saneeraukseen. Tässä menetelmässä vanhan putken sisäpinnalle ruiskutetaan sementtilaastikerros. Sementtilaastivuorausmenetelmässä saneerattavan putken sisähalkaisija pienenee laastikerroksen verran, joka on noin 5 - 8 mm. Kuvassa 8 on esitetty sementtilaastivuorauksen menetelmä. /8, s. 37./

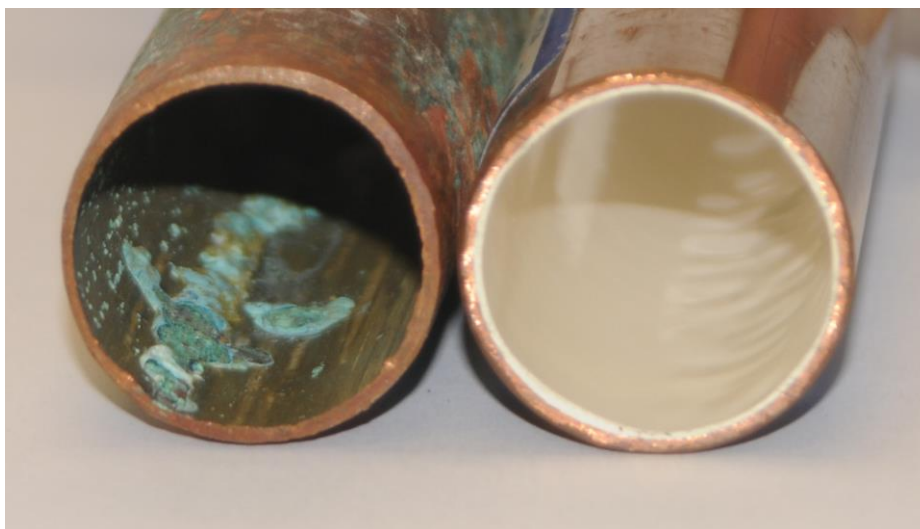


Kuva 8. Sementtilaastivuorausmenetelmä /10, s. 39/

### 2.3.2 Epoksinnoitusmenetelmä

Epoksinnoitusmenetelmässä saneerattavan putken sisäpinta käsitellään epoksinnoitteella. Epoksinnoite, joka koostuu epoksihartsista ja kovetteesta, ruiskutetaan putken sisäpintaan. Epoksinnoite ruiskutetaan putken sisäpinnalle pyörivästä suuttimesta ja pinnoitteen paksuutta säädellään ruiskutus koneen etenemisnopeudella, sekä tarkastelemalla ruiskutettavan aineen määrää tietyllä putkiosuudella. Epoksinnoitteen paksuus vaihtelee 1 - 1,5 mm välillä. Kuten sementtilaastivuorauksella, tälläkin menetelmällä pyritään pidentämään saneerattavan putken käyttöikä. Ajoissa suoritettu epoksinnoite suojaa kupariputken sisäpintaa korroosiolta. Tässäkin menetelmässä tulee ottaa huomioon saneerattavan putken alkuperäinen kunto, joka määrittelee, voidaanko kyseistä saneerausmenetelmää käyttää.

Kuvassa 9 on esitetty pinnoittamaton ja pinnoitettu kupariputki. /8, s.38; 9, s. 3 - 5; 10, s. 40; 35./



Kuva 9. Pinnoittamaton ja epoksinnoitettu kupariputki /19/

Vesijohtoa pinnoitettaessa epoksinnoitteella, tulee kaikki venttiilit ja hanat poistaa käsittelyn ajaksi. Koska johdoissa kulkee juomavettä, laadunvarmistuksena pinnoitettavalle putkelle tehdään vesianalyysi ennen pinnoitusta ja pinnoituksen jälkeen, jotta voidaan varmistua veden laadusta ja sen terveellisyydestä. Epoksinnoitteiden materiaaleista on teetetty tutkimuksia ja asiantuntija-arvioita VTT:llä. Epoksinnoitusmenetelmää on käytetty Euroopassa huomattavasti pidempään kuin pelkästään Suomessa. Sen käyttöturvallisuudesta on annettu useita lausuntoja eri tahoilta, kuten taulukosta 1 on nähtävissä. /35; 37, s. 15./

Taulukko 1. LSE-pinnoitustekniikan testit ja hyväksynät /37, s. 15/

Ominaisuus	Testaaja/ hyväksyjä
Juomavesikelpoisuus - mikro-organismien kasvu - reseptin turvallisuus - ei sisällä bentsyylialkoholia - hyväksyntä 5 vuotta	Hygiene-Institut, Saksa, 23.4.2002 /9/ Hygiene-Institut, Saksa, 16.8.2004 /10/ Hygiene-Institut, Saksa, 30.5.2005 /11/ Hygiene-Institut, Saksa, 6.9.2005 /12/ VTT 14.9.2005: tutkimusraportti No BEL308/05 /13/ VTT 20.2.2006: tutkimusselostus No VTT-S-06-00134 /14/ Helsingin kaupungin ympäristökeskuksen lausunto, 22.12.2005 /15/ Institut Pasteur de Lille, Ranska, 9.4.2002 hyväksyntä /16/
Pitkäaikaiskestävyys	LPM AG, Sveitsi, 25.8.1998 /17/ EMPA, 29.7.2004 /18/
Raskasmetallit (lyijypitoisuus) ANSI/NSF 61	NSF International, USA, 20.12.2000, hyväksyntä /19/
	Vakuutusyhtiö Provinzialin lausunto 14.3.1995, Saksa

## 2.4 Kokonaisvaltainen linjasaneeraus

Suomessa yleisin tapa toteuttaa linjasaneeraus on niin sanottu perinteinen ja kokonaisvaltainen putkiremontti. Tässä menetelmässä uusitaan kaikki viemäri- ja vesijohdot, sekä lähes poikkeuksetta myös kylpyhuoneiden pinnat uusitaan. Jos putkiremontin valinnassa päädytään kokonaisvaltaiseen linjasaneeraukseen, sen laajuus vaihtelee kohteittain. Yleisesti ottaen linjasaneeraus sisältää sekä vesijohtojen että viemäreiden uusimisen. Lisäksi se voi sisältää yleisten tilojen peruseräparannuksen, ilmanvaihdon korjauksen ja lämmitysjärjestelmän parannuksen. Näin taloyhtiö ja asukas voivat säästää kustannuksissa, kun kaikki remontoitavat kohdat korjataan kerralla. Kokonaisvaltaisen linjasaneerauksen ansiosta usein asuntojen energiatehokkuus paranee ja asuntojen arvo kasvaa. Perinteinen putkiremontti kestää ajallisesti huomattavasti pidempään kuin muilla menetelmillä toteutettaessa, koska rakenteita joudutaan avaamaan ja vanhat putket poistamaan uusien tieltä. /2; 28./

## 3 SANEERAUSMENETELMIEN VERTAILU

Saneeraustapa tulee aina valita kohde kohtaisesti. Valittaessa saneerausmenetelmää, tulee ottaa huomioon monta eri tekijää. Tällaisia tekijöitä ovat kustannukset, aikataulu, resurssit, nykyisten putkistojen kunto ja suunnittelutarve. Perinteistä linjasaneerausta ja putkistojen sisäpuolista saneerausta on verrattu taulukossa 2. /8, s. 22./

Taulukko 2. Kiinteistön sisäpuolisten saneerausmenetelmien hyvät ja huonot puolet

Perinteinen linjasaneeraus	Putkistojen sisäpuolinen saneeraus
+ Pidempi käyttöikä	+ Aikataulu
+ Tilamuutokset	+ Kustannukset
+ Muut mahdolliset remontit samalla	+ Rakenteita ei tarvitse purkaa
- Työmäärä	- Ei sovellu huonokuntoisille putkille
- Rakenteita pitää purkaa	- Laadunvalvonta on haastavaa
- Kustannukset	- Varma käyttöikä ei tiedossa
- Aikataulu	- Virhealttius



### 3.1 Aikataululliset erot

Perinteinen eli kokonaisvaltainen linjasaneeraus kestää kohteesta riippuen noin 10 - 13 viikkoa. Pitkä remonttiaika selittyy sillä, että kohteessa joudutaan avaamaan paljon rakenteita ja projektiin liittyy monen eri alan osaajia ja ammattilaisia. Tarkkaa kestoä saneeraukselle on vaikea arvioida, koska aika riippuu paljolti saneerattavan kohteen suuruudesta ja uusittavien putkien ja putkistojen määrästä. Jos linjasaneeraus toteutetaan perinteisellä menetelmällä, tulee asukkaiden muuttaa evakkoon, koska remontin aiheuttamat haitat ovat niin suuret. /13./

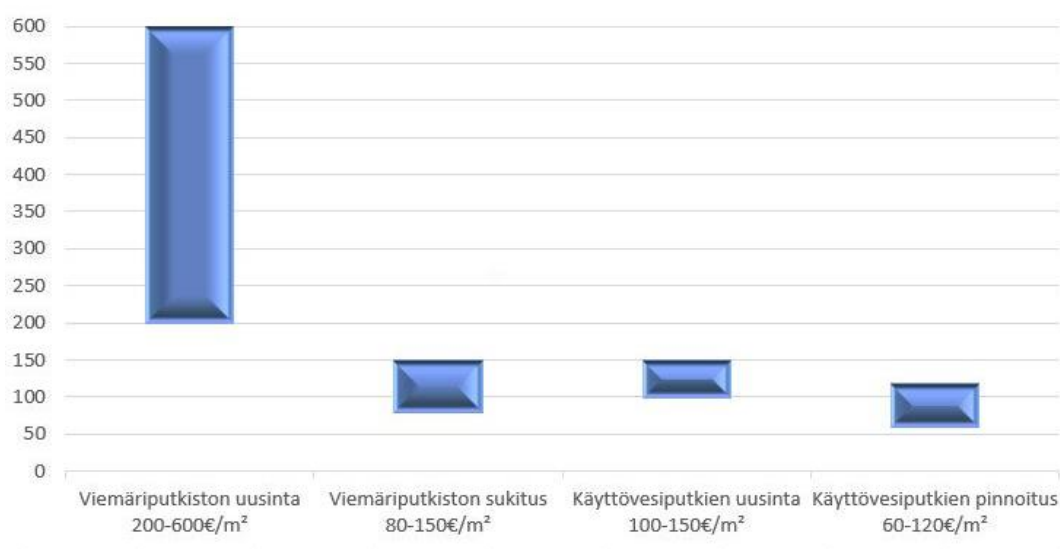
Pintavetona tehty käyttövesiremontti on kestoaltaan noin 2 - 5 päivää. Tässäkin saneerausmenetelmässä remontin kesto riippuu saneerattavasta kohteesta ja sen koosta. Tällä saneeraustavalla rakenteita ei tarvitse avata tai purkaa, vaan vanhat putket jätetään alkuperäisille paikoilleen tyhjennettyinä ja tulpattuina. Remontin aikana voi asua kotona, koska työstä ei aiheudu niin paljon haittoja, kun rakenteet pidetään ehjinä. /13./

Viemäreiden pinnoitukset ja sukitykset ovat myös aikataulullisesti huomattavasti nopeampia ja siistimpiä toteuttaa, kuin perinteinen linjasaneeraus. Viemärit voidaan pinnoittaa tai sukittaa lyhyelläkin aikataululla. Yleisesti muutamasta päivästä viikkoon. Niin pinnoituksissa kuin sukitysmenetelmässäkään rakenteita ei pureta, vaan putket saneerataan sisäisesti. Kotona asuminen remontin aikana on näissäkin saneeraustavoissa mahdollista. /13./

### 3.2 Kustannukset

Perinteisen linjasaneerauksen hinta on Suomessa noin 770 €/huoneistoneliö. Pääkaupunkiseudulla on huomattavasti kalliimpi neliöhinta linjasaneeraukselle kuin muualla Suomessa. Jos otantana on vain pääkaupunkiseudun linjasaneeraukset, niin hinnaksi tulee noin 1053 €/huoneistoneliö. Linjasaneerauksen hintaan vaikuttaa siis myös asunnon sijainti. Hinnan suuruus pääkaupunkiseudulla voidaan selittää asuntojen pienellä koolla. Pääkaupunkiseudulla on paljon pieniä asuntoja, joka itsessään kasvattaa linjasaneerauksen neliöhintaa. Pääkaupunkiseudulla on myös paljon vanhoja

taloja, joihin tehdään linjasaneerauksen yhteydessä muitakin korjauksia. Myös yleinen kustannustaso on pääkaupunkiseudulla korkeampi kuin muualla Suomessa. Vesijohtojen osalta pinnoitus tulee myös usein halvemmaksi kuin niiden uusiminen kokonaan, koska rakenteita ei tarvitse purkaa tai rikkoa. Kuvassa 10 on esitetty putkistoremonttien kustannusarvioita. Kuvassa olevat palkit esittävät kustannuksien hintahaitaria, joka koskee vain putkistojen osuutta linjasaneerauksessa. /14; 29./



Kuva 10. Putkistoremonttien kustannukset

Linjasaneerauksen hintaan vaikuttavat monet asiat, kuten mitä se pitää sisällään ja mitä materiaaleja ja menetelmiä käytetään. Tehdäänkö linjasaneerauksen yhteydessä esimerkiksi myös sähköremontti tai uusitaanko märkätilat? Linjasaneerauksen hinta määräytyy siis useiden osien summasta. /14./

#### 4 LINJASANEERAUKSEN MENETELMÄN VALINTA

Linjasaneerauksen menetelmää valittaessa tulee kiinnittää erityistä huomiota kuntotutkimuksessa saatuun tietoon. Suurin linjasaneerauksen menetelmän valintaan vaikuttava tekijä on olemassa olevien putkien ja putkistojen kunto. Mikäli vanhat putket ovat huonokuntoisia tai vuotavia, tulisi vanhat putket uusia kokonaan. Pinnoitusmenetelmä on tarkempi vanhan putken kunnosta, verrattuna sujutusmenetelmiin. Pienet pistesyöpymät pinnoitettavassa putkistossa ovat vielä hyväksyttäviä, mutta suurempien reikien osalta

putkistoa joudutaan uusimaan. Sujutusmenetelmien hyötynä on käytännössä uusi vanhan putken sisään asennettu putki, joka kestää myös ulkoista painetta. Näin ollen vanhan alkuperäisen putken kunto ei ole niin ratkaisevassa asemassa kuin pinnoitusmenetelmää käytettäessä. Jos kuntotutkimuksesta nähdään, että putkistot ovat suhteellisen hyvässä kunnossa, eikä niissä ole vakavia ongelmia, voidaan harkita kevyempää saneerausmenetelmää. Menetelmän valinnassa ei aina ole yhtä oikeaa ratkaisua, vaan aina menetelmän valinta on rakennuskohtainen. /2; 36./

Menetelmän valintaan vaikuttaa myös olemassa olevien putkistojen materiaalit. Myös eri valmistajien tuotteissa ja materiaaleissa on laadullisia eroja. Vanhojen talojen viemärimateriaalina on yleisesti käytetty valurautaa, kun taas nykypäivänä jätevesiviemäreiden materiaalina käytetään muovia. Muovi kestää paremmin kemikaaleja sekä kaasuja, mitä putkistossa syntyy, kun taas edellä mainitut voivat syövyttää ja haurastuttaa valuraudasta valmistettua viemäriä. Jos saneerattavassa kohteessa viemärit ovat valurautaisia, niin nykypäivänä suositellaan niiden vaihtamista muoviputkiin. /20./

Myös käyttövesiputkien materiaali vaikuttaa saneeraustavan valintaan. Käyttövesiputkistojen materiaaleina käytetään kupari-, muovi- tai komposiittiputkea. Käyttövesiputken materiaali riippuu paljolti rakennuksen tyypistä ja käyttötarkoituksesta. Vanhemmissa taloissa käyttövesiputkiston materiaalina on käytetty yleisesti kuparia, joka on asennettu rakenteiden sisään, kun taas nykypäivänä vesijohdot asennetaan pintavetona. /21./

Suunnittelussa ja menetelmän valinnassa tulee ottaa huomioon myös mahdolliset rajoitteet, jotka voivat tulla ilmi LVI-asetusten ja määräysten muodossa tai kohdekohtaisesti. Erilaisia rajoitteita menetelmän valintaan tuovat mm. suojellut kohteet ja rakennukset. Museovirasto ja ELY-keskukset valvovat suojeltuja rakennuksia. Kohteen suojelumääräyksessä on määritelty, miten laajasti ja mitä aluetta suojelu koskee, mutta jo yleinen määräys kieltää rakennuksen purkamisen. Suojellun kohteen entisöinti ja korjaustyöt ovat aina tapauskohtaisia ja ne on suoritettava siten, että kohteen suojeltu osuus säilyy ennallaan. /22./

Suojeltu rakennus tai ei, tulee menetelmää valittaessa ottaa huomioon myös asetukset ja määräykset sekä niiden tuomat vaatimukset. Usein asetukset ja suojelumääräykset risteävät ja suunnitteluryhmän haasteeksi jää keksiä perusteltu ratkaisu, jolla kaikki vaatimukset toteutuvat. /23, s.1./

## **5 LAADUNVARMISTUS**

Laadunvarmistus tarkoittaa yleisesti kaikkia toimenpiteitä, joita tulee tehdä ja suorittaa, jotta vaadittava laatutaso saavutetaan. Laadunvarmistukseen sisältyy laadun mittaamista sekä vertaamista olemassa oleviin vaatimuksiin. Laadunvalvonnalla tarkoitetaan kaikkia erilaisia laaduntarkastustoimenpiteitä, joita hankkeen aikana tehdään. Laadunvarmistuksella ei pelkästään tarkoiteta asennusten tarkastamista ja vertaamista olemassa oleviin asetuksiin ja suunnitelmiin, vaan myös niiden selvitys ja jakaminen hankkeen eri osapuolille kuuluu laadunvarmistukseen. Myös hyvä informaation kulku hankkeen eri osapuolten välillä kuuluu laadunvarmistukseen. Informaation kulku edistää ja kehittää yhteistoimintaa ja näin ollen helpottaa hankkeen loppuun viemistä. Kun hankkeen eri osapuolten vastuut ja velvollisuudet ovat selkeät ja yhdessä tehdyt päätökset palvelevat korjaavaa toimintaa, voidaan todeta, että laadunvarmistus toimii oikein. /25, s.1./

### **5.1 Vastuualueet**

Rakennushankkeen eri osapuolilla on erilaiset vastuut laadunvarmistuksessa, joista jokaisen osapuolen tulee omalta osaltaan pitää kiinni. Laadunvarmistus ja sen erilaiset toimenpiteet kaikilta osapuolilta ovat yhteinen asia. Hankkeelle laaditun laatusuunnitelman tarkoitus on toimia apuvälineenä kaikille hankkeeseen osallistuville. Näin pyritään täyttämään hankkeelle asetetut vaatimukset. Laatusuunnitelmalla pyritään tehostamaan hankkeeseen liittyvien asioiden hoito ja sujuminen. Laadunvarmistusta toteuttaa työmaalla monet eri tahot. Näitä tahoja ovat viranomainen, rakennuttaja, urakoitsija sekä suunnittelija. Jokaisella eri taholla on omat vastualueensa hankkeen laadunvarmistuksessa. /25, s.1 - 7./

### **5.1.1 Viranomainen**

Rakentaminen ja sen yleinen ohjaus perustuvat rakentamismääräysten säännöksiin, erilaisiin lakeihin ja asetuksiin. Edellä mainitut asiakirjat pitävät sisällään ne minimivaatimukset, joita rakentamiselta vaaditaan. Viranomaisen ensisijainen tehtävä on huolehtia siitä, että rakennushanke täyttää sille asetetut toimintavelvoitteet. Viranomaisen tulee myös varmistaa hankkeeseen kuuluvien tahojen asiantuntemus. Tärkeimpiä viranomaisen toimenpiteitä laadunvarmistamiseksi ovat mm. aloituskokous, erinäiset tarkastusasiakirjat sekä laadunvarmistusselvitys. Viranomaisen tulee hyväksyä työtä ja työvaiheita koskevat selvitykset ennen niiden aloittamista. /25, s.1 - 2./

### **5.1.2 Rakennuttaja/Tilaaja**

Rakentamisvaiheessa rakennuttajan tärkein laadunvarmistustoimenpide on yksinkertaisesti työmaavalvonta. Valvontaa suorittaa usein ulkopuolinen konsultti, jonka rakennuttaja on palkannut. Valvoja varmistaa työn suunnitelmienmukaisuuden sekä urakoitsijan tekemät työsuoritukset. Valvoja ohjaa urakoitsijan työsuorituksia antamalla ohjeita sekä ennaltaehkäisee virheiden ja mahdollisten ongelmien syntyä. /25, s.3./

Rakennuttajan laadunvarmistukseen vaikuttavat myös viranomaisen vaatimukset. Rakennuttaja laatii jokaiselle hankkeelle hankekohtaisen laatusuunnitelman sekä laadunvalvontasuunnitelman. Nämä suunnitelmat palvelevat ensisijaisesti rakennuttajan toimintaa. Rakennuttajan laadunvarmistustoimenpiteisiin kuuluvat myös myötävaikutusvelvoitteet. Myötävaikutusvelvollisuus sisältää suunnitelmien ja erinäisten asiakirjojen toimittamisen urakoitsijan käyttöön. /25, s.3./

### **5.1.3 Urakoitsija**

Urakoitsijan laadunvarmistustoimenpiteet ovat sopimusperusteisia. Urakoitsija vastaa omalta osaltaan työnsä laadusta. Urakoitsijan tulee noudattaa YSE 1998:ssa edellytettyä laadunvarmistusta ja laadunvarmistustoimenpiteitä. Lisäksi urakoitsijan tulee noudattaa TalotekniikkaRYL 2002-käsikirjaa, ympäristöministeriön ohjeita, maankäyttö ja rakennuslakia sekä rakentamismääräyksiä. Jos rakennuttaja esittää urakkaohjelmassa

urakoitsijan laatusuunnitelmaa, tulee urakoitsijan tällainen tehdä. Urakoitsijan laadunvalvontaan sisältyy erilaisia tarkastuksia ja mittauksia sekä asiakirjojen tarkastuksia ja arkistointia hankkeesta riippuen. Urakoitsijan laadunvarmistustoimenpiteisiin kuuluu myös itselleluovutukset ennen luovutusta rakennuttajalle. Näin urakoitsija varmistaa omalta osaltaan tehdyn työsuorituksen ja sen laadun. Mikäli vakavia virheitä tai puutteita ilmenee hankkeen edetessä, on urakoitsija velvollinen ilmoittamaan niistä tilaajalle. Hankkeen sopimusasiakirjoissa on mainittu, kuka kustantaa erinäiset laatukselut, joita hankekohtaisesti tehdään. /25, s.4./

#### **5.1.4 Suunnittelija**

Kun puhutaan suunnittelun laadusta, tarkoitetaan sillä yleensä suunnitelman ristiriidattomuutta ja oikeellisuutta. Suunnittelijan laadunvarmistukseen liittyviin tehtäviin kuuluu huolehtia suunnitelmien oikeellisuudesta ja hankkeelle määritettyjen vaatimusten täyttymisestä suunnitelmien osalta. Suunnittelijan tulee huolehtia aikataulun riittävydestä sekä mahdollisista yhteensovituksista. Suunnittelijan laadunvarmistustoimenpiteisiin sisältyy niin suunnitelmien yhteensovittamista, yhteistyötä kuin valvontaa. Suunnittelijan tulee tuntee lainsäädäntöä ja sen asettamia reunaehtoja, jotta se voi varmistua suunnitelmien oikeellisuudesta. Suunnittelija siis ohjaa omalta osaltaan hankkeeseen ryhtyvää. /26./

#### **5.2 Valvonnan tehtävät**

Rakennushankkeelle nimetyn LVI-valvojan tehtävänä on toimia tilaajan edustajana ja valvoa hankkeen toteutusta sekä toimia yhteyshenkilönä urakoitsijan ja tilaajan välillä. Valvojan tehtäviä ohjaa talotekniikkatöiden valvonnan tehtäväluettelo, määräykset ja asetukset, sopimusasiakirjat ja suunnitelmat. Valvojan pääasiallinen tehtävä on varmistaa, että työnlaatu on hyvän rakennustavan ja suunnitelmien mukaista, sekä ennaltaehkäistä virheitä ja mahdollisia ongelmia. Valvonnan erinäiset tehtävät vaativat tarkkuutta, taitoa ja tilannetajua. Valvojan tulee osata tulkita erinäisiä tilanteita hankkeen edistymisen kannalta. Kun valvonta suoritetaan asianmukaisesti, sillä voidaan ennakoivasti vaikuttaa hankkeen onnistumiseen. /24./

### 5.2.1 Yleisvalvonta

Valvoja suorittaa yleisvalvontaa kohteessa ja varmistaa täten, että työvaiheet on tehty ja tehdään, kuten suunnitelmissa ja asiakirjoissa on määrätty, sekä varmistaa suunnitelmien toteutumisen työmaalla. Valvontaa suoritetaan yleisesti työmaavalvontana. Tämä tarkoittaa sitä, että valvoja käy työmaalla tarkastamassa työsuorituksia sekä asennuksia. Valvontakäyntien määrä riippuu niiden tarpeesta ja sopimuksessa määritetyistä ehdoista. Tyypillinen käyntimäärä valvojalla on 1 - 2 kertaa viikossa, mutta määrä voi vaihdella kohteittain. Valvontakäynnillä valvoja dokumentoi tehtyä työtä ja sen edistymistä muun muassa valokuvin ja listauksin. Yleisvalvonnan osalta tärkeimpinä valvonnan kohteina ovat piiloon jäävät asennukset ja järjestelmät. Valvontakäynniltä saatujen tietojen ja dokumenttien perusteella valvoja raportoi tilaajaa työn edistymisestä tai mahdollisista ongelmista. Mikäli valvoja havaitsee valvontakierroksellaan virheitä tai puutteita, tulee näistä ilmoittaa viipymättä urakoitsijalle, jotta asia korjataan. Valvojan tehtäviin kuuluu lisäksi valvoa, että korjaukset tehdään. Isompien virheiden osalta valvojan tulee pitää myös työn tilaaja tietoisena työmaantilanteesta. /24./

### 5.2.2 Laadunvalvonta

Valvojan tulee seurata, että työmaalla tehdyt työt ovat tehty ja tehdään laadukkaasti, hyvän rakennustavan mukaisesti ja suunnitelmien mukaan. Työssä käytetyt materiaalit tulee olla suunnitelmien mukaisia ja valvojan yksi tehtävistä, joka liittyy laadunvarmistukseen, on tarkastaa työssä käytettävät materiaalit. Valvoja seuraa myös urakoitsijan laatimaa laatusuunnitelmaa ja sen toteutumista. Oikeanlaisella laadunvarmistuksella voidaan myös varmistua työn tekijöiden ja materiaalien jäljityksestä, mikäli jokin menee vikaan. /24; 38./

### 5.2.3 Ajallinen valvonta

Valvojan osalta ajallinen valvonta tarkoittaa yleisaikataulun tarkastamista ja sen vertaamista työmaan töiden etenemiseen. Hyvä ajallinen valvonta helpottaa myös valvojan tehtävää toteuttaa tarkastukset oikea-aikaisesti. Ajalliseen valvontaan kuuluu myös urakoitsijan toimittamien

materiaali hyväksyntien oikea-aikainen hyväksyntä, jotta työt eivät viivästy valvonnan takia. /34, s. 2; 24./

#### **5.2.4 Taloudellinen valvonta**

Taloudellinen valvonta pitää sisällään urakoitsijan taloudellisen tilanteen tarkastamisen ja maksuerätaulukon tarkastamisen sopimusvaiheessa. Töiden edetessä urakoitsija toimittaa maksuerät valvojalle, jonka toimenkuvaan kuuluu niiden maksukelpoisuuden tarkastaminen. Lisäksi valvojan toimenkuvaan kuuluu lisä- ja muutostöiden tarkastaminen ja kommentointi niin tilaajalle, kuin urakoitsijallekin. Taloudellinen valvonta on iso osa valvojan työtä, koska lisä- ja muutostöistä tulee hyvin helposti iso osa kokonaiskustannuksista. /24./

#### **5.2.5 Dokumentointi**

Dokumentointi pitää sisällään kaiken laadittavan ja tarkastettavan materiaalin koko hankkeen ajalta. Valvontakäynneiltä tehdyt raportit, tarkastukset sekä valokuvat kuuluvat hankkeen dokumentointiin. Valvojan tehtäviin kuuluu myös työmaakokouksien pöytäkirjojen ja esityslistojen laadinta sekä tarkastukset. Kaikki kohteesta kasatut dokumentit tulee tallentaa kohteella käytössä olevaan projektipankkiin. Kun dokumentointi on toteutettu asiallisesti koko hankkeen ajalta, voidaan varmistua ja varmentaa, että sovitut työt on tehty oikein ja hyvän rakennustavan mukaisesti. /24./

## **6 VALVONNAN TYÖKALUN KOONTI JA MENETELMÄ**

Opinnäytetyön tutkimusmenetelmä oli laadullinen eli kvalitatiivinen tutkimus. Kvalitatiivisella tutkimuksella tarkoitetaan menetelmäsuuntausta. Kvalitatiivinen tutkimusmenetelmä tarkoittaa käytännössä sitä, että pyritään ymmärtämään kohteen laatua sekä ominaisuuksia. Opinnäytetyöhön tarvittavaa tietoa kerättiin eri lähteistä ja aineistoa tarkasteltiin yksityiskohtaisesti eri saneerausmenetelmiä vertailemalla. /33./

Aineiston keruu alkoi luotettavien ja mahdollisimman monipuolisten lähteiden etsinnällä. Aineiston etsinnässä tärkeää oli rajata juuri tarvittava aineisto tätä opinnäytetyötä varten. Aineistoa on kerätty eri internetlähteistä,



kirjallisuudesta, urakoitsijoilta sekä toimeksiantajayrityksen tietopankista. Aineiston keruu oli osittain hyvin haastavaa, koska vesiputkien saneerauksia ei Suomessa usein tehdä, eikä vesiputkisaneerauksia tekeviä urakoitsijoita ole montaa. Taustatiedoksi pyrittiin etsimään tietoa ja valitsemaan sellaisia lähteitä, joista saisi mahdollisimman laajan kuvan koko saneerausprosessista ja näin ollen se tekisi itse työkalun valmistelusta ja teosta helpompaa.

Kun aineistoa oli kerätty ja tutkittu, alkoi itse valvontatyökalun laadinta. Työkalu oli käytettävyydeltään helppo kasata ja tehdä excel-muotoon. Näin työkalua voidaan räätälöidä eri hankkeiden ominaisuuksien mukaan tai muokata jonkin toisen valvontatyökalun rinnalle myös myöhemmin. Työkalun luominen alkoi rungon kasauksella. Rungon kasaamisessa tuli miettiä, mitä työkalun tulisi sisältää ja millä tavoin asiat voisi esittää siten, että ne olisivat helposti ymmärrettävissä taulukkomaisesta työkalusta. Kun työkalun runko oli kasassa, seuraava vaihe oli valvonta- ja laadunvarmistustehtävien kasaus ja järjestäminen niin, että ne olisivat loogisessa järjestyksessä projektin etenemisen kannalta. Lopuksi työkalu visualisoitiin mahdollisimman selkeäksi ja helposti ymmärrettäväksi.

## **7 TULOKSET**

Opinnäytetyön tuloksena syntyi valmis LVI-valvonnan ja laadunvarmistuksen työkalu Valvontakonsulttien käyttöön. Opinnäytetyön edetessä moni asia on muuttunut tai muuttanut muotoaan, jotta itse aihe on pysynyt asiallisena ja tarkoituksenmukaisena. Haasteena on ollut materiaalin rajaaminen niin, että se palvelee valvonnan työkalua. Valvoja voi käyttää työkalua sekä itselle muistillistana, että liittää sen osaksi laajempaa valvontaa avustavaa pohjaa.

Itse valvonnan työkalu on Excel-pohjainen tarkastuslista, jonka valvoja voi ottaa osaksi kohteen valvonnan prosessia tai liittää sen muihin toimeksiantajayrityksen valvontaa avustaviin pohjiin. Työkalun pohjaksi valikoitui Excel-työkirja, koska sitä on helpoin muokata ja siihen on helppo lisätä tietoa rikkomatta itse pohjan järjestystä. Työkalussa on käyty läpi ja listattu asioita, jotka LVI-valvojan työnkuvaan ja laadunvarmistus tehtäviin kuuluu, kun putkistoja saneerataan sisäisesti.

Työkalussa tarkastettavat kohteet on jaettu neljään osaan. Ensin käydään läpi tehtävät ja hyväksynät, jotka tulee olla tehtynä ennen varsinaisen saneerauksen aloitusta. Seuraavassa kohdassa on listattuna ne tarkastettavat asiat, mitä vaaditaan itse saneerauksen aikana. Kolmantena listassa on valvojan tehtävät saneerauksen jälkeen. Viimeisenä tarkastuslistalla on takuuaikaiset tehtävät.

Työkalussa käydään läpi seuraavat asiat:

- Eri toimenpiteet, laadunvarmistus ja niiden valvonta
- Hankkeeseen osallistuvien tiedot
- Valvottavan kohde ja sen sijainti
- Tarkastuksen ja valvonnan tyyppi
- Dokumentin arkistointi
- Päivämäärä, jolloin asia on tarkastettu tai todettu
- Valvonnan suorittaja, sekä osallistujat

Näin ollen toimeksiantajayrityksen kaikki kyseiselle hankkeelle työskentelevät pystyvät helposti seuraamaan, millaisia tarkastuksia on tehty ja mitä vielä tekemättä. Työkalun avulla valvoja pystyy jo hankkeen aikana sekä loppuvaiheella tarkastamaan, onko kaikki välttämättömät asiat tarkastettu ja onko kyseiset dokumentit olemassa ja minne ne on tallennettu. Tämä helpottaa osaltaan loppumateriaalin tarkastusta ja näin ollen laadunvarmistusta kokonaisuudessaan. Koska yksikään hanke ei ole samanlainen ja valvottavien asioiden määrä vaihtelee, myös valvonnan pohja on muokattavissa jokaisen hankkeen mukaan, vaikka peruspohja pysyy samana. Valmiin työkalun peruspohja on esitetty liitteessä 1.

## **8 YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSET**

Opinnäytetyön tavoitteena oli luoda Rakennuttajatoimisto Valvontakonsultit Oy:lle LVI-valvonnan ja laadunvarmistuksen työkalu. Valmis valvonnan työkalu on yrityksen käytettävissä. Vaikka työn aihe oli suhteellisen suppea, oli käytettävää materiaalia haastava rajata palvelemaan juuri tätä opinnäytetyötä. Materiaalia viemäreiden sisäpuolisesta saneerauksesta on valtavasti, mutta vesijohtojen saneerauksesta ei niinkään. Pelkästään luotettavien lähteiden etsintä vaati paljon aikaa ja tutkimista.

Itse opinnäytetyön aihe on mielestäni mielenkiintoinen, ja opin tätä työtä tehdessäni valtavasti. Koko rakennus- ja LVI-ala kehittyy jatkuvasti, ja uusia saneeraustapoja keksitään lisää. Opinnäytetyötä tehdessäni kiinnitin huomiota, että urakoitsijat ilmoittavat internet sivuillaan sisäpuolisissa saneerausmenetelmissä käytettävien materiaalien käyttöikäksi jopa yli 50 vuotta, mutta tätä ei ole käytännössä ikinä varmistettu, koska menetelmät ovat niin uusia. Tämä pistää miettimään, tuleeko sisäpuolinen saneeraustapa sittenkään jokaisessa kohteessa halvemmaksi, vaikka näin on alun perin suunniteltu. Työn aihetta ja tutkimuksia voisi jatkaa syvemmin perehtymällä lisää rakennuspaikkakohtaisiin vaatimuksiin eri saneeraustapojen osalta sekä erilaisten laatututkimusten ja käytännön kokeiden avulla. Lisäksi ongelmakohtien tutkiminen ja mahdollisten ongelmien ratkaisu voisi olla hyvä jatkotutkimusaihe.

Mielestäni opinnäytetyön haluttu tulos saavutettiin ja toimeksiantajayrityksellä on nyt käytössään valmis valvonnan ja laadunvarmistuksen työkalu, joka on muokattavissa hankekohtaisesti. Työkalua tehdessä piti ajatella työkalun käytettävyyttä ja sitä, ettei siitä tule liian raskas tai monimutkainen. Tavoitteena oli luoda mahdollisimman kevyt ja helposti käytettävä pohja, joka soveltuisi mahdollisimman moneen kohteeseen. Tässä mielestäni onnistuin. Työkalu on selkeä, helppolukuinen ja mielestäni hyvin muokattavissa hankekohtaisesti. Työkalu mahdollistaa valvojalle nopeamman työskentelyn ja lisää tiedonkulkua hankkeeseen osallistuvien kesken, koska nyt tiedot ovat koottuna pohjaan, eivätkä ne ole vain yhden henkilön takana. Työkalua voi myös käyttää hyväksi esimerkiksi tuuraajan tai sijaisen perehdyttämiseen, koska sieltä on nähtävissä meneillä oleva työvaihe sekä tieto, mihin materiaalit on tallennettu.

## LÄHTEET

1. Putkiremontti eli linjasaneeraus. Suomen Talokeskus Oy. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://www.talokeskus.fi/putkiremontti/> [viitattu 30.11.2020].
2. Putkiremontti vaihe vaiheelta. Ympäristöministeriö. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://www.ymparisto.fi/putkiremontti/> [viitattu 30.11.2020].
3. Toivanen, E. Putkiremontit ovat lisääntyneet vauhdilla-onko buumin huippu jo saavutettu. WWW-dokumentti. 2018. Päivitetty 19.10.2018. Saatavissa: <https://www.stat.fi/tietotrendit/artikkelit/2018/putkiremontit-ovat-lisaantyneet-vauhdilla-onko-buumin-huippu-jo-saavutettu/> [viitattu 30.11.2020].
4. Pelto-Huikko, A & Kaunisto, T. Vesijohtojen saneerauspinnoitus. Vesi-Instituutti WANDER. PDF-dokumentti. 2012. Saatavissa: [https://www.samk.fi/wp-content/uploads/2016/06/Vesijohtojen\\_saneerauspinnoitus\\_raportti.pdf](https://www.samk.fi/wp-content/uploads/2016/06/Vesijohtojen_saneerauspinnoitus_raportti.pdf) [viitattu 30.11.2020].
5. Laksola, J & Palsala, A. Onnistunut putkiremontti. Päijät-Paino Oy. 2006.
6. Nykyaikaiset putkiremonttimenetelmät Suomessa 2011. Suomen Lehtiyhtymä Oy/Kirjapaino Uusimaa. 2011.
7. Tietoa putkiston sukituksesta, mitä sukitus tai sujutus tarkoittaa? WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://www.urakkamaailma.fi/tietoa-putkiston-sukituksesta-mita-sukitus-tai-sujutus-tarkoittaa> [viitattu 1.12.2020].
8. Kivivuori, T. Vesijohtojen ja viemäreiden saneeraus kaivamatta. Metropolia Ammattikorkeakoulu. Insinööriyö. 2015. WWW-dokumentti. Saatavissa: [https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/90161/Vesijohtojen\\_ ja\\_viemareiden\\_saneeraus\\_kaivamatta\\_KivivuoriTeemu.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/90161/Vesijohtojen_ ja_viemareiden_saneeraus_kaivamatta_KivivuoriTeemu.pdf?sequence=1&isAllowed=y) [viitattu 1.12.2020].
9. Pekkinen, J. Putkistojen pinnoitus vaihtoehtona perinteiselle saneeraukselle. Metropolia Ammattikorkeakoulu. Insinööriyö. 2011. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/33817/putkisto.pdf?sequence=1> [viitattu 1.12.2020].
10. Inkinen, K. Kaivamattoman teknologian käsitteiden määrittely. Turun Ammattikorkeakoulu. Opinnäytetyö (AMK). 2016. WWW-dokumentti. Saatavissa: [http://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/114379/Inkinen\\_Kari.pdf?sequence=1](http://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/114379/Inkinen_Kari.pdf?sequence=1) [viitattu 1.12.2020].
11. Ruiskuvalu. Liner Express Oy. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://linerexpress.fi/viemarisaneeraus/ruiskuvalu/> [viitattu 7.12.2020].
12. Pinnoittaminen ja menetelmän sopivuus. Pipeliner Coating Oy. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://www.pipeliner.fi/vesiputkien-pinnoitus/kysymyksia-ja-vastauksia/> [viitattu 7.12.2020].
13. Kuinka kauan putkiremontti kestää. Taloturva. WWW-dokumentti. 2019. Saatavissa: <https://www.taloturva.fi/blogi/kuinka-kauan-putkiremontti-kestaa/> [viitattu 15.12.2020].
14. Suomela, J. Paljonko putkiremontti maksaa. Urakkamaailma. WWW-dokumentti. 2019. Saatavissa: <https://www.talokummi.fi/paljonko-putkiremontti-maksaa/> [viitattu 15.12.2020].

15. Sukitusvalvonta Pro Oy. Sukittamaton ja sukitettu putken sisäpinta. Kuva. Saatavissa: <https://sukitusvalvonta.com/> [viitattu 15.12.2020].
16. Suomen kaivamattoman tekniikan yhdistys ry. Pitkäsujutusmenetelmä. Pätöksujutusmenetelmä. Kuva. Saatavissa: <https://www.fistt.net/wp-content/uploads/2020/03/FISTT-No-dig-menetelmät-2020.pdf> [viitattu 15.12.2020].
17. Fourwest. Pakkosujutus ja kärkekappaleet. Kuva. Saatavissa: <https://www.fourwest.ca/water-line-replacement-calgary.php> [viitattu 28.2.2021].
18. Relino Pipe Oy Ab. Ruiskuvalumenetelmässä käytetty työkalu. Kuva. Saatavissa: <http://www.relino.fi/putkiremontti/viemarin-pinnoitus> [viitattu 15.12.2020].
19. Trenchless Pipe Lining. Pinnoittamaton ja epoksinpinnoitettu kupariputki. Kuva. Saatavissa: <http://www.craftsmanpipelining.com/epoxy-pipe-lining/> [viitattu 15.12.2020].
20. Vinkkejä putkiremontin suunnitteluun. Kiinteistölehti. WWW-dokumentti. Julkaistu 2.2.2018. Saatavissa: <https://www.kiinteistolehti.fi/vinkkejä-putkiremontin-suunnitteluun/> [viitattu 7.1.2021].
21. Käyttövesiremontti. 2017. Suomen vesiturva. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://suomenvesiturva.fi/kayttovesiremontti/> [viitattu 7.1.2021].
22. Rakennusperintölailla suojele. Museovirasto. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://www.museovirasto.fi/fi/kulttuuriymparisto/rakennettu-kulttuuriymparisto/rakennusperintölailla-suojele> [viitattu 7.1.2021].
23. Linjasaneerauksen rakennuslupamenettely. Helsingin kaupunki. WWW-dokumentti. Saatavissa: [https://www.hel.fi/static/rakvv/ohjeet/Linjasaneerauksen\\_rakennuslupamenettely.pdf](https://www.hel.fi/static/rakvv/ohjeet/Linjasaneerauksen_rakennuslupamenettely.pdf) [viitattu 7.1.2020].
24. Pursiainen, J. Mitä rakennushankkeen valvoja tekee ja mikä on hänen roolinsa? 2020. Vahanen. Logi. Saatavissa: <https://blog.vahanen.com/mita-rakennushankkeen-valvoja-tekee> [viitattu 11.1.2021].
25. Junnonen, J-M. Rakennushankkeen laadunvarmistus. 2001. Rakennustieto Oy. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://www.rakennustieto.fi/Downloads/RK/RK020202.pdf> [viitattu 14.1.2021].
26. Nieminen, O. Rakennuttamisen ja suunnittelun laadunhallinta. Arkkitehtitoimisto ON Oy. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://www.rakennusteollisuus.fi/globalassets/koulutus--ja-esitysaineistot/2015/paasuunnittelijan-laadunvarmistus.pdf> [viitattu 18.1.2021].
27. Asuntokanta. 2019. Rakennusteollisuus. Kuva. Saatavissa: <https://www.rakennusteollisuus.fi/Tietoa-alasta/Talous-tilastot-ja-suhdanteet/Kuviopankki/Asuntomarkkinat/Asuntokanta/> [viitattu 21.1.2021].
28. Mikä on linjasaneeraus? TeknoPlan. WWW-dokumentti. 2020. Saatavissa: <https://teknoplan.fi/mika-on-linjasaneeraus/> [viitattu 21.1.2021].
29. Hämäläinen, T. Vesijohtojen pinnoitus säästää aikaa ja vaivaa. Poxytec Oy. WWW-dokumentti. 2020. Saatavissa: <https://newspool.fi/vesijohtojen-pinnoitus-saastaa-aikaa-ja-vaivaa/> [viitattu 21.1.2021].

30. Vesihuoltoverkoston saneeraustarpeen selvittäminen. 2017. Sweco ympäristö Oy, Turku. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://www.doria.fi/bitstream/handle/10024/134074/Raportteja%2010%202017.pdf?sequence=2> [viitattu 21.1.2021].
31. Mutkala, M. Linjasaneeraus. Hämeen ammattikorkeakoulu. Opinnäytetyö. 2016. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/122097/Linjasaneeraus.pdf?sequence=1> [viitattu 21.1.2021].
32. Lattiakaivot s.a. Picote Oy. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://picote.fi/sukitus/lattiakaivo/> Viitattu [17.2.2021].
33. Laadullinen tutkimus. 2015. Jyväskylän yliopisto. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://koppa.jyu.fi/avoimet/hum/menetelmapolkuja/menetelmapolku/tutkimusstrategiat/laadullinen-tutkimus> [viitattu 17.2.2021].
34. LVI 03-10323. Talotekniikkatöiden valvonnan tehtäväluettelo. 2001. WWW-dokumentti. Saatavissa: [https://www.rakennustieto.fi/kortistot/rane/material/attachments/5ecztM8oF/5efG02ujD/Files/CurrentFile/LVInayte\\_0310323.pdf](https://www.rakennustieto.fi/kortistot/rane/material/attachments/5ecztM8oF/5efG02ujD/Files/CurrentFile/LVInayte_0310323.pdf)
35. Peltonen, T. Vastuuhenkilö. Puhelinhaastattelu. 26.2.2021. Poxytec Oy.
36. Hietala, P. 2008. Perinteisen putkiremontin haastajat. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://rakennusmaailma.fi/perinteisen-putkiremontin-haastajat/> [viitattu 28.2.2021].
37. Markelin-Rantala, L & Rautiainen, L. Asuinrakennusten viemäri- ja käyttövesiputkistojen pinnoitusmenetelmät – esiselvitys. 2008. VTT. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://docplayer.fi/1547351-Asuinrakennusten-viemari-ja-kayttovesiputkistojen-pinnoitusmenetelmät-esiselvitys.html> [viitattu 28.2.2021].
38. Quality assurance. 2021. Inpipe Sweden AB. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://www.inpipe.com/quality-assurance/> [viitattu 28.2.2021].

