

Jesse Pekkinen

Putkistojen pinnoitus vaihtoehtona perinteiselle saneeraukselle

Metropolia Ammattikorkeakoulu
Insinööri (AMK)
Talotekniikan koulutusohjelma
Insinöörityö
23.5.2011

Tekijä(t) Otsikko	Jesse Pekkinen Putkistojen pinnoitus vaihtoehtona perinteiselle saneeraukselle
Sivumäärä Aika	27 sivua 23.5.2011
Tutkinto	insinööri (AMK)
Koulutusohjelma	talotekniikka
Suuntautumisvaihtoehto	LVI, suunnittelupainotteinen
Ohjaaja(t)	LVI-insinööri Olli Honkavaara lehtori Jyrki Viranko
<p>Insinöörityön tavoitteena oli tehdä Insinööritoimisto Olli Honkavaara Ohotek Oy:lle tietopaketti asiakkaita varten putkistojen moderneista pinnoitusmenetelmistä vaihtoehtona perinteiselle linjasaneeraukselle. Valmiin työn on tarkoitus auttaa, antaa neuvoa ja osoittaa tärkeät asiat, jotka täytyy ottaa huomioon, kun mietitään, millä tavalla putkistojen uusinta kannattaisi toteuttaa. Työssä käsitellään käyttövesijohtojen sekä viemäreiden pinnoituksia erilaisilla epoksi- ja polyesterimassoilla.</p> <p>Työn tavoitteena ei ole päätyä suoranaiseen lopputulokseen siitä, onko putkistojen kunnostus parempi toteuttaa perinteisesti vai pinnoittamalla, vaan verrata pinnoitusten hyviä ja huonoja puolia suhteessa perinteisiin työtapoihin. Edellä mainittuun vertailuun sisällytetään muun muassa rakennuslupa-asiat, töiden laajuus, sekatkaisuiden mahdollisuudet, tuoteturvallisuus, vakuutusyhtiöiden korvauskäytännöt vuotovahinkotilanteissa, investointikustannukset, pinnoitusmenetelmäkuvaukset ja menetelmien työvaiheet pääpiirteittäin.</p>	
Avainsanat	pinnoitus, linjasaneeraus, sekatkaisut, hybridiratkaisut

Author(s) Title	Jesse Pekkinen Pipeline coating
Number of Pages Date	27 pages 23 May 2011
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Building Services Engineering
Specialisation option	HVAC Engineering, design oriented
Instructor(s)	Olli Honkavaara, Bachelor of Engineering Jyrki Viranko, Senior Lecturer
<p>The purpose of this Bachelor's thesis was to gather together an information package about modern methods to renovate water and sewerage piping. The modern coating methods were compared with the common method, i.e. when all the pipelines are renewed. The thesis aimed at giving advice about and demonstrating the important things that need to be taken into account when making a decision about how the old pipelines should be renovated. The final year project only discussed two of the new pipeline coating methods, epoxy and polyester resins.</p> <p>The goal of the project was not to conclude which would be the best way to renovate old pipelines, but to compare the advantages and disadvantages of old and new methods. The comparison included the building permit matters, the contents of the project, possible hybrid solutions, the product safety aspects, reimbursements from insurance companies if the coated pipelines leak and damage the building, investment costs, descriptions of coating methods, and the main stages of coating.</p> <p>The thesis shows that there are so many different shareholders and opinions that more comparisons of alternative methods are needed. Moreover, those who make the comparisons must have a wide knowledge about old buildings.</p>	
Keywords	coating, pipeline renovation, hybrid solutions

Sisällys

1	Johdanto	1
2	Teoria	2
2.1	Ajankohtaisuus	2
2.2	Putkistoissa esiintyviä vauriotyyppejä	3
2.3	Pinnoitusmateriaalit ja -menetelmät	4
2.3.1	Käyttövesijohtojen pinnoitus	5
2.3.2	Viemäreiden pinnoitus	6
2.4	Tuoteturvallisuus	6
3	Työvaiheet	8
3.1	Rakennuslupa-asiat	11
3.2	Käyttövesijohtojen pinnoitustyövaiheet LSE-menetelmällä	12
3.3	Käyttövesijohtojen pinnoitustyövaiheet DonPro-menetelmällä	14
3.4	Viemäreiden pinnoitustyövaiheet DaKKI-menetelmällä	16
3.5	Viemäreiden pinnoitustyövaiheet Tubus-menetelmällä	17
3.6	Verkoston sekä tilojen kunto ja sekaratkaisut	18
3.7	Pinnoitetun verkoston kunnan ylläpito ja muutostyöt	19
4	Elinkaaritarkastelu ja kustannukset	20
4.1	Investointikustannukset	20
4.2	Käyttöikä	21
4.3	Vakuutusyhtiöiden kannat	22
4.4	Hyvät ja huonot puolet	22
5	Käytännön kokemukset	25
6	Yhteenveto	25
	Lähteet	26

1 Johdanto

Kymmenen viime vuoden aikana perinteinen linjasaneerauksien putkistouusinta on saanut rinnalleen vaihtoehtoisia menetelmiä putkistojen saattamiseksi uudestaan käyttötarkoitustaan vastaavaan kuntoon. Yksi uusista menetelmistä on viemäreiden ja vesijohtojen pinnoitus. Suomessa pinnoitusmenetelmät ovat varsin uusia ja toistaiseksi harvinaisia, mutta muualla Euroopassa, Pohjois-Amerikassa ja Japanissa niitä on käytetty jopa kymmenien vuosien ajan.

Tarve vaihtoehtoisille menetelmille on koko ajan lisääntymässä. 1960- ja 1970-luvulla rakennetut elementtitalot ovat tulossa, tai ovat jo tulleet, putkistojen osalta elinkaarensa päähän. Osassa Suomen kuntia vesijohtovesi on ominaisuuksiltaan erityisen kuluttavaa kupariputkelle, jolloin pinnoitus tarpeeksi aikaisin toteutettuna voisi olla hyvä vaihtoehto putkien uusimiselle.

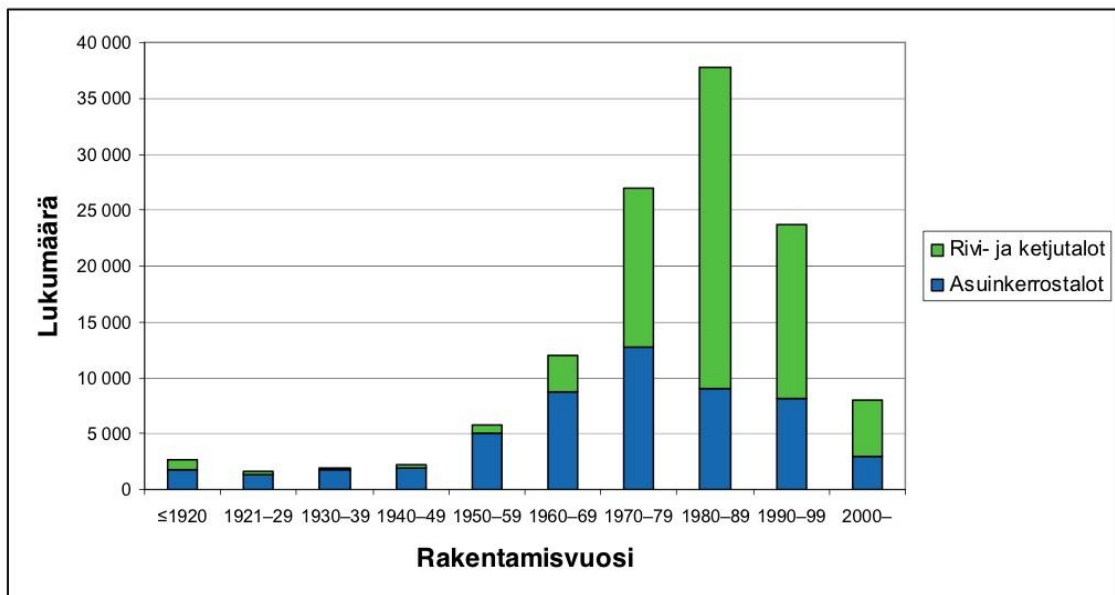
Pinnoitus tapahtuu puhdistamalla johdot sisäpinnoiltaan, jonka jälkeen sisäpintaan levitetään varsinainen pinnoitusmateriaali, epoksi- tai polyesterimassa. Käytetyt menetelmät asettavat kuitenkin putkistojen yleiskunnolle tietyn vähimmäistason, jotta toimenpide voidaan suorittaa (etenkin epokseilla pinnoitettaessa). Pinnoitus on useissa tapauksissa erittäin varteenotettava vaihtoehto verrattuna huomattavasti raskaampaan perinteiseen linjasaneeraukseen. Myös erilaisten menetelmien ja työtapojen, sekä uusien että vanhojen, yhdistäminen mahdollistaa tehokkaaseen ja toimivaan lopputulokseen pääsemisen.

Tässä työssä käsitellään vain putkien pinnoitusta erilaisilla maaleiksi luokiteltavilla aineilla, eli lähinnä epoksimassoilla ja muutamissa menetelmissä käytetyillä polyesterimuovimassoilla. Erilaisia sujutuksia, joissa johtoihin asennetaan sisäputki, ei tässä työssä käsitellä. Työssä käydään pintapuolin läpi erilaisia pinnoitusmenetelmiä ja niiden toteutustapoja. Lisäksi käsitellään pinnoitusaineisiin liittyviä turvallisuusnäkökulmia sekä vakuutusyhtiöiden tämänhetkisiä korvauskäytäntöjä vuotovahinkotilanteissa, kun vuotaneen verkoston kunnostus on suoritettu pinnoittamalla.

2 Teoria

2.1 Ajankohtaisuus

Suomen rakennuskannasta merkittävä osa on rakennettu 1960-luvulla ja sitä seuraavana parina vuosikymmenenä (kuva 1). Etenkin asuinkerrostalojen rakentaminen oli tuolloin korkeimmillaan. [1]



Kuva 1. Rakennusten ikäjakautuma [1].

Suomalaisen rakennuskannan valtaosa on näin ollen tulossa tai on jo tullut siihen vaiheeseen, että käyttövesi- ja viemäriverkosto on otettava korjaukseen. Käyttövesijohdoissa kuparin käyttöikä on noin 50 vuotta ja valurautaviemäreillä suunnilleen sama (taulukko 1). Näin ollen suurin huippu putkistojen uudistuksen tai kunnostuksen osalta saavutetaan 2010–2020-luvulla. [1]

Suuret rakennusikäluokat eivät ole kuitenkaan ainoita kohteita, jotka kaipaavat putkistojen kunnostusta. Tietyillä Suomen alueilla, esim. Länsi- ja Keski-Uudellamaalla, veden kemialliset ominaisuudet ovat haasteellisia etenkin kuparista valmistetuille vesijohdoille. Vedessä on runsaasti mm. silikaatteja, jotka edellä mainituilla alueilla aiheuttavat laadukkaaseenkin kupariin voimakkaasti pistesyöpymiä ja putket voivat tulla kestoiltaan tiensä päähän jo alle kymmenessä vuodessa. Keski-Uudenmaan alueella suositellaan kuparisten käyttövesijohtojen korvaamista muovisilla putkilla (esim. komposiitti). Putki-

en pinnoitukseen ei olla otettu suoranaisesti kantaa. Ajoissa suoritettuna kupariputkien pinnoitus muodostaisi putken sisäpinnalle kuparia korroosiolta suojaavan epoksikerroksen ja näin ollen jatkaisi putkien käyttöikä lähemmäksi normaalia tapausta. [2]

Taulukko 1. Putkistojen normaalit käyttöiät [3].

Järjestelmä/laatu	Arvioitu käyttöikä vuosina
Käyttövesijohdot	
- kupari yleisesti (kv/lv)	40...50
- kupari sisätiloissa vapaasti	40...50
- kupari betonissa paljaana	40...
- kupari vedeneristämättömän märkätilan alapohjarakenteessa	20
- kupari muovipinnoitettuna betonissa	50...
- galvanoitu teräsputki (kv)	30...50
- muoviputki (PEX + suojaputki)	50...
- muoviputki (komposiitti)	50...
Viemärit	
- valurautaviemäri lyijyjuotosliitoksin	50
- valurautaviemäri pantaliitoksin	50
- muoviviemärit (1965 - 1975)	40
- muoviviemärit (1975...)	50
- RSt-viemärit	50
- HSt-viemärit	50
Lämmitysputket	
- teräs	Rakennuksen/järjestelmän käyttöikä

2.2 Putkistoissa esiintyviä vauriotyyppejä

Sinkityissä teräsputkissa yleisin vahinkoja aiheuttava syy on putken sisäpinnan yleinen tai paikallinen korroosio. Putken syöpyminen alkaa, kun terästä suojaava sinkkikerros vahingoittuu tai syöpyy. Sinkkikerroksen syöpymistä edistävät muun muassa veden suuri lämpötila, happamuus ja pehmeys sekä korkea kloridipitoisuus. Sinkityt teräsputket syöpyvät yleisesti ottaen kierreosien, mutkaosien ja muiden putkiosien läheisyydestä johtuen kyseisten kohtien rasittavammasta veden virtauksesta sekä todennäköisemmästä sinkkikerroksen rikkoontumisesta. Sinkityn putken kierteitys alkaa syöpyä, koska sinkitys rikkoontuu kierrekoneessa. [4]

Kupariputkissa yleisin vaurioitumismuoto on pistekorrosio, joka vaivaa etenkin lämpimän käyttöveden putkia. Toinen merkittävä syy on eroosikorrosio. Lämminvesijohtojen pistekorrosiota edistää veden

- korkea kloridipitoisuus
- korkea lämpötila
- pieni virtausnopeus
- alhainen kovuus
- matala pH-arvo
- alhainen bikarbonaatti/sulfaattisuhde
- korkea alumiinipitoisuus.

Suomessa ei kylmävesijohdoissa juurikaan pistekorrosiota tavata, koska käytetty kupari on pääsääntöisesti ollut laadukasta. Kuparin eroosikorrosiosta johtuvia vaurioita on lähinnä lämpimän veden kiertojohtojen johtuessa korkeista virtausnopeuksista. PVC-suojaputkin suojatut kupariputket aiheuttivat yksittäisiä vuototapauksia 1980-luvulla, jotka aiheutti suojamuovista vapautunut kloorikaasu. Kloorikaasu syövytti kuparin ulkoapäin. Kupariputken messinkijuotokset (käyttö kielletty nykyisin) aiheuttavat myös vuotoja sinkinkadon seurauksena. Sinkinkato haurastuttaa juotosliitoksen. [4]

Valurautaviemäreiden yleisin vaurioituminen johtuu grafitoitumisesta. Grafitoitumisessa valuraudan ferriitti syöpyy, jolloin materiaaliin jää jäljelle ainoastaan hauras grafiittisuomurunko. Erityisesti vaakaviemäreiden yläpinta syöpyy huomattavasti voimakkaammin viemärikaasujen vaikutuksesta kuin nestevirtausalueella oleva alapinta. Grafitoitumisen seurauksena viemäri haurastuu ja saattaa alkaa vuotaa. Viemäriin seinämäpaksuus ei grafitoitumisen seurauksena muutu, mutta siitä katoaa esimerkiksi kunnossa olevasta valurautaviemäristä lyötäessä kuuluva helähdys. Läpi asti grafitoitunut valurautaputki on helppo rikkoa terävästi kopauttamalla. [4]

2.3 Pinnoitusmateriaalit ja -menetelmät

Putkistojen pinnoituksessa käytettävät materiaalit ovat erilaisia epoksi- tai polyesterimassoja, joiden koostumus vaihtelee menetelmäkohtaisesti. Epoksien kohdalla pinnoiteaine koostuu epoksihartsista ja kovetteesta. Tässä työssä käsitellään menetelmiä jotka soveltuvat käytettäväksi perinteisissä linjasaneerauskohteissa. Luvuissa 2.3.1 ja 3.2.2 esitellään yleisimmät pinnoitusmenetelmät.

2.3.1 Käyttövesijohtojen pinnoitus

Käyttövesiputkien pinnoittamisen pioneeri Suomessa on Sveitsistä lähtöisin oleva LSE-menetelmä (kehitetty vuonna 1987 insinööritoimisto LSE-SYSTEM AG:n toimesta). Menetelmää on käytetty Keski-Euroopan maissa pitkään ja LSE:llä pinnoitettuja asuntoja, liiketiloja ja julkisia rakennuksia on satojatuhansia. Suomeen menetelmä on rantautunut vuonna 2005, ja pinnoitettuja asuntoja on tuhansia. [1; 5.]

LSE-menetelmällä pinnoittaminen ei vaadi putkien ympärillä olevien rakenteiden kuten hormien ja kuilujen avaamista tai rikkomista. Menetelmä soveltuu halkaisijaltaan 5–150 millimetrin kokoisille käyttövesi-, viemäri-, ja lämmitysputkille. Pinnoitettavat putket voivat olla materiaaliltaan lyijyä, kuparia, galvanoitua terästä tai valurautaa. Jo kertaalleen menetelmällä pinnoitettu putkisto voidaan pinnoittaa myöhemmin uudestaan, mutta putken sisähalkaisijan pieneneminen ja näin ollen putken pienentynyt virtauskapasiteetti täytyy ottaa huomioon. LSE-menetelmällä voidaan pinnoittaa myös putkia joissa on pistesyöpyymiä, mutta täytyy ottaa huomioon, että menetelmän epoksimassa ei vahvista huonokuntoista putkea (mm. paineenkesto). Näin ollen huonosti mekaanisia ja muita ulkoisia rasitteita kestäneet putket ovat heikkoja niiltä osin myös pinnoitustyön jälkeen. [5; 6.]

LSE-menetelmässä käytetystä epoksimassasta käytetään nimitystä LSE-001 NA [7].

DonPro-pinnoitusmenetelmä on Donauer & Probst GmbH & Co:n jatkokehittelyn tuloksena syntynyt LSE-menetelmän pohjalta vuonna 1994. Menetelmällä on saneerattu kymmeniä tuhansia kohteita mm. Euroopassa, Yhdysvalloissa ja Kanadassa. Suomessa menetelmä otettiin käyttöön vuonna 2007. [7]

DonPro-menetelmällä voidaan pinnoittaa halkaisijaltaan 6–100 millimetrin lämmitys- ja käyttövesiputkia, jotka ovat valmistettu kuparista, teräksestä tai lyijystä. LSE-menetelmän tapaan putket ovat pinnoitettavissa myöhemmin uudestaan, mutta samat rajoitukset koskien virtauskapasiteettia ovat myös DonPro-menetelmän kohdalla huomioitava. Myöskään tämä menetelmä ei vahvista putkistoa kestävämpään vanhaa paremmin ulkoisia voimia. [7]

DonPro-menetelmässä käytetty epoksihartsiseos on nimetty Tubeprotect-B:ksi [7].

Muita Suomessa käytössä olevia vesijohtojen pinnoitusmenetelmiä ovat

- Sveitsistä lähtöisin oleva NeoVac AG:n AquaSan-teknologia.
- Kanadassa kehitetty ePipe-pinnoitusmenetelmä.
- Kanadasta lähtöisin oleva NuFlow-pinnoitusmenetelmä. [8]

2.3.2 Viemäreiden pinnoitus

Viemäreiden pinnoituksessa Ruotsissa kehitetty DaKKI-menetelmä on pioneeri Suomessa, ja sitä on käytetty vuodesta 2004 lähtien. Ruotsissa ensimmäiset työt on tehty jo vuonna 1991. DaKKI-menetelmä soveltuu sisähalkaisijaltaan 32–160 millimetrin kokoisille putkille. Parhaiten menetelmä soveltuu valuraudalle, mutta myös muut materiaalit (PVC- ja betoniviemärit) käyvät, kunhan viemäri on pinnaltaan kuiva ja puhdas. VTT-sertifikaatti kattaa valurautaviemäriputkienpinnoituksen pois lukien maanvaraiset viemärit (ei itsekantava rakenne). DaKKI-menetelmä ei sovellu polyolefiinista valmistetuille viemäriosille. Polyolefiineihin kuuluvat mm. polyeteeni (PE) ja polypropeeni (PP). Pinnoitus voidaan uusia myöhemmin ja puhdistaa painehuuhtelemalla sekä perinteisellä mekaanisella puhdistuksella PVC-putkien tavoin. [1; 9.]

Tubus System -menetelmä on ollut käytössä Suomessa vuodesta 2005 asti. Osassa Euroopan maista menetelmä on ollut käytössä vuodesta 1998 asti. Pinnoitukseen käytettävällä kovalla lasikuituvahvisteisella polyesterimuovimassalla voidaan pinnoittaa kaikki kiinteistön viemärit, joiden sisähalkaisija on välillä 50–150 mm. Pinnoitettavaksi sopivia materiaaleja ovat mm. valurauta, teräs, muovi ja lasikuitu, joten linjasaneerauksessa kaikki viemäriputkilaadut ovat pinnoitettavissa. Menetelmä sopii myös rakennuksien pohjaviemäreille, koska polyesterimuovimassa on kuivuttuaan kovaa ja rakenteeltaan itsekantava. Kuivuttuaan pinnoitekerroksen paksuus on 2–6 mm. [1; 9.]

2.4 Tuoteturvallisuus

Koska putkistojen pinnoitus on Suomessa verrattain uusi työtapa vesijohtojen ja viemäreiden saattamiseksi käyttötarkoitustaan vastaavaan kuntoon, on työssä käytettävien

epoksimassojen terveysvaikutuksista varsin vähän ollut puhetta. Juomavesiputkien pinnoitteen turvallisuus on erityisen tärkeää, koska juomavesi on ensin suorassa yhteydessä pinnoitemateriaalin ja siitä seuraavana ihmiselimistön kanssa. Varsinaisia viranomaismääräyksiä ei ole vielä pinnoituksia koskien. Suomalaiset pinnoituslisenssien haltijat ovat suorittaneet useita asiantuntija-arvioita VTT:lla, joissa on todistettu pinnoiteaineen soveltuvuus käytettäväksi talousveden johtamiseen. VTT:llä on tämän työn tekoheikellä menossa myös laajempia testejä pinnoitusaineille, joissa testataan muun muassa pinnoiteaineiden lämpötilavaihteluiden, paineen, lujuuden, kovuuden jne. kestoa perusteellisesti. Tässä perusteellisemmässä testissä on tällä hetkellä mukana useita eri pinnoitusaineita lisenssinhaltijoiden tai urakoitsijoiden toimesta, mutta tuloksia ei ollut vielä saatavissa tämän insinööriyön aikana. [10; 11.]

Koska menetelmät ovat kuitenkin olleet jo pitkään käytössä Keski-Euroopan maissa, on niitä ehditty testata muissa Euroopan maissa varsin monipuolisesti (taulukko 2).

Taulukko 2. LSE-menetelmän hyväksynyt ja testit [1].

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

Taulukossa 2 olevassa VTT:n tutkimusselostuksessa (numero VTT-S-06-00134) erikois-tutkija Helena Liukkonen-Lilja toteaa, ettei pinnoitteen käytölle ole esteitä käytettäväksi kylmän talousveden johtamiseen annettujen koostumustietojen eikä tehtyjen kemialli-sen ja aistinvaraisen tutkimuksen tulosten puolesta.

LSE-menetelmällä pinnoitetusta putkesta on tehty myös pidemmän aikavälin kestä-vyyskokeita. Yksi niistä on toteutettu tunnetussa sveitsiläisessä tutkimuslaitoksessa

(EMPA Materials Testing and Research Institute). Tehdyssä kokeessa tutkittiin vuonna 1988 pinnoitetun putken ominaisuuksia 15 vuoden käyttöajanjakson jälkeen. Pinnoitekerroksen todettiin olevan ehjä ja rikkoontumaton. Epoksimassaa oli edelleen tasaisesti putken sisäpinnalla. Pinnoitteen sisäpinnalle oli kertynyt ohut sinkkikerros, ja pinnoitteen tartuntavoiman putken pintaan todettiin olevan hieman heikko. Sinkkikerros oli kuitenkin poistettavissa huuhtelemalla. Tartuntavoiman todettiin olevan tyyppillinen pitkään putkessa olleelle pinnoitteelle. EMPA totesi pinnoitteen täyttäneen tehtävänsä putken sisäpuolisena orgaanisena korroosiosuojana tutkimusajankohtaan saakka. 15 vuoden testausjakson jälkeisestä käyttöiästä tutkimuslaitos ei voinut antaa lausuntoa. Pinnoitteen todettiin kuitenkin todennäköisesti täyttävän tehtävänsä seuraavan 5 – 10 vuoden ajan. Yhteenvetona voidaan todeta kyseisellä aineella pinnoittamalla saatavan 15 – 20 vuotta lisääikää. [1; 6.]

DonPro-menetelmän soveltuvuutta juomavesiputkistoihin on tutkittu myös tarkasti Keski-Euroopassa, muun muassa saksalaisen Hygiene-Institut:n ja sveitsiläisen terveystieteiden laitoksen toimesta. Suomessa menetelmää on testattu VTT:llä, ja tavoitteena oli ottaa selvää, sopiiko epoksimassa kosketuksiin talousveden kanssa. Testissä käytettiin kuutta 32 mm halkaisijaltaan olevaa pinnoitettua teräsputkea, jotka oli valmistettu kyseistä tutkimusta varten. Kappaleet eivät siis olleet varsinaisen pinnoitustyön yhteydessä kerättyjä kappaleita. Testissä todettiin pinnoiteaineen täyttävän Euroopan parlamentin ja neuvoston asetuksen (EY) N:o 1935/2004 yleiset laatuvaatimukset ja näin ollen pinnoitteen soveltuvan käytettäväksi kylmän talousveden johtamiseen. [6]

DonPro-menetelmää on testattu myös kuumien vesien kanssa NSF Internationalin toimesta ja pinnoite läpäisi testit ilman huomautuksia [6].

3 Työvaiheet

Ennen kuin päätetään pinnoitustyön suorittamisesta, täytyy käyttövesi- ja viemäriverkostolle tehdä perusteellinen kuntoarvio, jossa on selvitetty putkistojen yleinen kunto. Putkiston yleiskunto osoittaa, onko kyseiseen verkostoon tai verkoston osaan järkevää suorittaa pinnoitustyötä. Kuntoarviota tehdessä tulisi kiinnittää huomiota myös

putkien ulkopuoliseen kuntoon, sillä pelkkä sisäpuolelta tapahtuva putken kuvaaminen ei paljasta esimerkiksi putkien ulkopuolista korroosiota tai huonoa kannakointia. Liian huonokuntoiseen putkistoon epoksimassapinnoitusta ei voi tehdä, koska pinnoiteaine tarvitsee ympärilleen tukevan putken, johon kiinnittyä. Suurin osa massoista ei ole myöskään rakenteeltaan itsekantavia vaan elastisia, joten pinnoitettavan putken täytyy olla kohtuullisessa kunnossa. Toisin sanoen olemassa olevan putken täytyy vielä pinnoituksen jälkeenkin kestää siihen ympäristöstä kohdistuvat voimat. Eritoten pohjaviemäreissä edellä mainittu seikka on varsin oleellinen ja tämän takia pohjaviemäriä ei voi pääsääntöisesti pinnoittaa (pois lukien muutamat itsekantavat epoksinpinnoitteet). Vanhat maahan sijoitetut valurautaiset pohjaviemärit ovat usein niin huonokuntoisia, että niiden uusiminen kokonaisuudessaan on kannattavinta (kuva 2).



Kuva 2. Uusimiskunnossa oleva valurautainen pohjaviemäri.

Jos pohjaviemäriin seinämävahvuus on kuitenkin riittävä eikä se ole vaurioitunut esimerkiksi ympäröivän aineen paineesta on viemäriin sukittaminen hyvä vaihtoehto (sukittamalla saavutetaan kantava rakenne). Markkinoilla on myös viemäreiden pinnoitukseen soveltuvia pinnoitteita, jotka ovat kuivuttuaan rakenteeltaan itsekantavia (Tubus). Jos putkisto muuten täyttää pinnoituksen asettamat vaatimukset, ei yksittäinen huo-

noppi kuntainen osuus ole pinnoitusta pois sulkeva tekijä. Tällöin voidaan päätyä sekatkaisuiden käyttöön, joista lisää luvussa 3.6.

Pinnoittaminen ei kuitenkaan aina välttämättä ole kannattavaa, vaikka verkoston yleiskunto sen mahdollistaisikin. Vanhemman rakennuskannan kohdalla tulee useitakin seikkoja esiin, jotka puoltavat putkistojen uusimista perinteisin menetelmin. Linjasaneeraus on oiva ajankohta saattaa rakennuksen tilat vastaamaan paremmin nykyisten määräysten ja asukkaiden asettamia tai toivomia vaatimuksia. Jos rakennuksen märkätiloihin ja keittiöihin ei ole tehty merkittävässä määrin muutostöitä viime vuosien aikana, saadaan perinteisen putkiremontin ohella tilojen ulkonäkö paremmin vastaamaan nykyaikaa tai entisöityä alkuperäistä vastaavaksi. Myös vanhojen vesi- ja viemärikanalusteiden uusiminen tapahtuu samalla (kalusteet on toki mahdollista uusia myös pinnoitustyön yhteydessä), ulkonäön parantuessa ja vedenkulutuksen pienentyessä. Lisäksi vanhoissa rakennuksissa saattaa olla nykyajan vaatimuksille liian ahtaita putkikokoja sekä viemäreissä että käyttövesijohdoissa. Muun muassa astian- ja pyykinpesukoneiden lisääntyminen on saattanut jättää vanhat vesijohtoringot liian pieniksi.

Vanhoissa rakennuksissa palokatkot eivät useinkaan ole toimivia, ja ne saadaan kuntoon vain putket uusimalla.

Vedeneristys vanhoissa asunnoissa on usein huono verrattuna nykyisiin vaatimuksiin. Rakentamismääräyskokoelman osa C2 määrittää vaatimukset märkätilojen vedeneristykselle:

Vedeneristys tarkoittaa ainekerrosta, joka saumoineen kestää jatkuvaa kastumista ja jonka tehtävä on estää nestemäisen veden haitallinen tunkeutuminen rakenteeseen painovoiman vaikutuksesta tai kapillaarivirtauksena, kun rakenteen pinta kastuu. [12]

Käytännössä edellä mainittu tarkoittaa sitä, että märkätilan lattiapäällysteen ja seinäpinnoitteen täytyy toimia vedeneristeenä. Jos näin ei kuitenkaan ole, on lattiapäällysteen ja seinäpinnan taakse tehtävä erillinen vedeneristys. Vedeneristyksen on oltava, niin sitkeä että se kestää ulkoiset rasitukset repeilemättä. Lisäksi märkätilojen suihkut suositellaan varusteltavaksi suihkuseinämin, jotka rajaavat veden roiskumisen mahdollisimman pienelle alueelle. Märkätiloihin suositellaan myös erillistä tai lämmitysjärjes-

telmään liitettävää lattialämmitystä, joka toimii tehokkaana rakenteiden kuivattajana. [12]

Perinteisen linjasaneerauksen yhteydessä märkätilojen rakenteet revitään auki ja vanhat pinnat uusitaan kokonaisuudessaan (pois lukien mahdollisesti äskettäin asianmukaisesti remontoituidut tilat), jolloin myös vedeneristys toteutetaan nykyisten vaatimusten mukaisesti. Vanhoissa rakennuksissa etenkin lattiakaivot ovat ongelmakohtia. Ne ovat usein rakenteeltaan huonossa kunnossa ja saattavat vuotaa lattiarakenteisiin.

Luvuissa 3.2–3.5 on annettu yksityiskohtaisempia tietoja kahdesta yleisesti käytössä olevasta käyttövesijohtojen pinnoitusmenetelmästä sekä kahdesta yleisesti käytössä olevasta viemäreiden pinnoitusmenetelmästä. Menetelmien työvaihe-esimerkit selventävät pinnoitustöiden kulkua. Muut käytössä olevat menetelmät eivät pääpiirteittäin eroa suuresti esimerkkitapauksista. Eroja on lähinnä massojen levitystavoissa ja työhön liittyvissä käytännöissä.

3.1 Rakennuslupa-asiat

Pääsääntöisesti pinnoitustyöt eivät tämän työn tekohetkellä vaadi minkäänlaista rakennuslupaa, pois lukien pääkaupunkiseutu. Espoon rakennusvalvonta otti ensimmäisenä kantaa pinnoitustöiden rakennuslupakäytäntöihin, ja loput PK-seudun kaupungit seurasivat perässä. [13]

Pääkaupunkiseudulla pelkkien viemäreiden pinnoitustyö vaatii Z-lausunnon, joka on tarkoitettu vähäisille rakennus- ja taloteknisille toimenpiteille. Z-lausunto perustuu viranomaisen arvioon, että tehdyllä muutos/korjaustyöllä ei ole vaikutusta rakennuksen käyttäjien turvallisuuteen tai terveydellisiin oloihin. Lisäksi kyseisen lausunnon alla kulkeviin muutos/korjaustöihin ei edellytetä viranomaiskatselmuksia eikä vastuullisen työnjohtajan hyväksyntää. [14; 15.]

Vesijohtojen pinnoittaminen pääkaupunkiseudulla taasen aina on rakennusluvan alaista työtä. Perusteluna rakennusluvan vaatimiselle mainittiin muun muassa terveyteen vaikuttavat seikat eli se, että pinnoitusmateriaali on käyttövesiputkistossa suorassa yhteydessä ihmisten käyttämään veteen. [14]

Keski-Uudenmaan alueella ei ole ollut yhtenäisiä lupakäytäntöjä, vaan kunnat määrittelevät itse rakennuslupakäytäntönsä koskien pinnoitustöitä. Järvenpäässä pinnoitustöille ei vaadita rakennuslupaa pinnoitusmenetelmien rakennusteknisten syiden vuoksi. Tämä tarkoittaa lähinnä sitä, ettei pinnoitustyössä esimerkiksi kajota rakenteisiin niitä mahdollisesti heikentävällä tavalla. Järvenpään rakennusvalvonnan lupainsinööri Ulla Harpila tosin toteaa, ettei rakennusvalvontaan ole edes oltu yhteydessä rakennuslupiin liittyen, kun pinnoitustöitä on toteutettu. [16]

Yhteenvedona todettakoon, että pinnoitustyön toteuttamisesta päätettyä pitää kyseisen kunnan rakennusvalvontavirastosta tiedustella heidän rakennuslupakäytäntöjään koskien putkistojen pinnoitusta, koska kannat eroavat hyvin paljon keskenään.

3.2 Käyttövesijohtojen pinnoitustyövaiheet LSE-menetelmällä

Käytettävät laitteet

- Paineilmakompressori
 - Käytetään kaikissa työvaiheissa
 - Ovat isokokoisia (ulos sijoitettavia ja ajoneuvolla siirreltäviä)
- Ilmankuivain
 - Käytetään ilman lämmitykseen
 - Sijoitetaan kompressorin läheisyyteen
- Jakosäiliö
 - Sijoitetaan porraskäytäväoven läheisyyteen ja liitetään ilmankuivaimeen
 - Toimii vakiopaineen säätäjänä
 - Toimii jakotukkina
 - Puhdistuksen ajaksi liitetään hiekkapuhalluslaitteeseen
- Jälkilämmitin
 - Kytetään jakosäiliöön
 - Mahdollistaa tarkan lämpötilan säädön
 - Käytetään kuivatuksen ja pinnoituksen aikana
 - Poistetaan puhdistuksen aikana
- Erotin
 - Erottaa puhdistusjätteestä puhdistukseen käytettävän hiekan ja corundumin

- Suodatin
 - Suodattaa pölyn, joka tulee erottimesta puhdistustyön jäljiltä
- Mikseri
 - Käytetään epoksimassan komponenttien sekoittamiseen (epoksi + kovete)
 - Sijoitetaan tilaan, joka on riittävän lämmin epoksihartsille (kellari tms.)
- Hiekkapuhalluslaite
 - Sijoitetaan jakosäiliön läheisyyteen
 - Käytetään hioma-aineen puhallukseen [5]

Valmistelu

Pinnoitusurakka aloitetaan valmistelemalla työn alle joutuvat alueet:

1. Huoneistojen ja muiden varsinaisella työalueella olevien tilojen lattia- ja seinäpinnat suojataan mekaanisten vaurioiden ja likaantumisen varalta tarvittavin osin.
2. Työn alle päätyvän nousulinjan vesijohdot suljetaan ja putkisto tyhjennetään.
3. Vesikalusteet ja venttiilit irrotetaan, jotta pinnoitettavan linja putkisto saadaan yhdistettyä pinnoituksessa tarvittavaan laitteistoon. [1; 6]

Verkoston kuivatus ja puhdistus

Käyttövesiputkien varsinaisen pinnoitustyön ensimmäinen vaihe on verkoston kuivaaminen. Kuivauskone yhdistetään letkulla kytkentäjohtoihin, joista kalusteet on irrotettu. Kuivaus tapahtuu paineilmakompressorilla öljyttömällä ja kuivalla instrumentti-ilmalla, jonka lämpötila on noin 70–80 °C. Yhden nousulinjan kuivaamiseen kuluu aikaa noin puolesta tunnista tuntiin riippuen putkiston likaisuudesta, nousulinjan koosta sekä vesipisteiden määrästä. [5]

Seuraavaksi verkosto puhdistetaan puhaltamalla se sisäpuolelta corundum-ilma-seoksella (puhallusaineen joukossa käytetään hiekkaa, pähkinänkuoria ja teräslastuja tilanteesta riippuen). Putkiston ”hiekkapuhallus” aloitetaan nousulinjan ylimmästä ja lähimmästä vesipisteestä edeten nousulinjaa alaspäin. Puhdistus kohdistuu vain putkiston sisäpintaan ja se poistaa putken sisäpinnalta ruosteen ja muut epäpuhtaudet. Nousulinjan alapäähän yhdistetään erotin/suodatin. Erottimeen jäävät putkistosta irtoavat isot kappaleet ja pöly pysähtyy suodattimeen. Ongelmaksi muodostuu ”hiekkapuhalluksessa” putkistomutkien sisäkulmat (esimerkiksi nousulinjan ylämutka), joihin hioma-

aine ei kovin herkästi pääse puremaan. Mutkaosan sisäkulman puhdistuksessa auttaa kuitenkin käytössä oleva tapa, jossa hioma-ainesta imetään putkiston toisesta päästä ja puhalletaan toisesta. Tällöin hionta kohdistuu tasapuolisemmin putkiosuuden eri kohtiin. [5]

Tarkastus ja kunnan arviointi

Kun putket on saatu puhdistettua, tutkitaan kaikki putkiston osat endoskoopilla ja arvioidaan verkoston kunto. Puhdistuksen jälkeen nähdään mitkä osuudet putkistosta täytyy korvata täysin uudella putkella. [1]

Pinnoitus

LSE-menetelmässä pinnoittaminen tapahtuu maalaamalla putki lämmitetyn (30–40 °C) paineilman avulla. Käytettävä pinnoituspainne riippuu putkimateriaalista. Kuparilla käytetään 2 barin painetta ja sinkityllä teräspankella 4 barin painetta. Pinnoitteena on ANSI/NSF Standard 61:n mukainen epoksihartsiseos, joka täyttää kaikki juomavesiputkistoille asetetut vaatimukset (ks. luku 2.4). Epoksit tarvitsevat kovettuakseen aina kovetteen. Epoksi ja kovete sekoitetaan toisiinsa mikseriksi kutsutulla laitteella, joka sekoittaa epoksin ja kovetteen oikeassa suhteessa keskenään.

Pinnoitustyön jälkeen verkosto on valmis kuvattavaksi 12 tunnin ja täytettäväksi vedellä 24 tunnin päästä. [5]

3.3 Käyttövesijohtojen pinnoitustyövaiheet DonPro-menetelmällä

Käytettävät laitteet

- Paineilmakompressori
 - Käytetään kaikissa työvaiheissa
 - Ovat isokokoisia (ulos sijoitettavia ja ajoneuvolla siirreltäviä)
 - Tuottaa oikean lämpöistä paineilmaa kutakin työvaihetta varten
- Pääjakotukki
 - Paineilmakompressorilta paineilma tuodaan pääjakotukille paineletkuja pitkin
 - Painemittari on pääjakotukin yhteydessä
- Asuntojakotukit

- Paineilma tuodaan pääjakotukilta
- Paineilma jaetaan työn alla olevan nousulinjan vesipisteille
- Alipaineimuri
 - Tuottaa putkiston ja kaluston välille alipaineen (1 – 2 bar)
- Hiekkapuhalluslaite
 - Käytetään puhallettaessa hioma-ainesta putkistoon
 - Toiminta tapahtuu yhdessä alipaineimurin kanssa → putkisto alipaineinen
- Mikseri
 - Käytetään epoksimassan komponenttien sekoittamiseen (epoksi + kovete)
- Kamerateerit
 - Käytetään putkiston sisäpinnan kuvaamiseen työn eri vaiheissa. [6]

Valmistelu

Pinnoitusurakka aloitetaan valmistelemalla työn alle joutuvat alueet:

1. Huoneistojen ja muiden varsinaisella työalueella olevien tilojen lattia- ja seinäpinnat suojataan mekaanisten vaurioiden ja likaantumisen varalta tarvittavin osin.
2. Työn alle päätyvän nousulinjan vesijohdot suljetaan ja putkisto tyhjenetään.
3. Vesikalusteet ja venttiilit irrotetaan, jotta pinnoitettavan linja putkisto saadaan yhdistettyä pinnoituksessa tarvittavaan laitteistoon. [1; 6.]

Verkoston kuivatus ja puhdistus

Kuivaaminen aloitetaan yhdistämällä työn alle joutuva nousulinja avoimista päistä paineletkuilla saneerauksessa käytettävään laitteistoon. Kuivaamiseen käytetään lämmitettyä paineilmaa, joka kiertää saneerattavassa linjassa suljetusti. Putkistosta poistetaan kosteus.

Seuraavaksi on vuorossa putkiston puhdistaminen, joka tapahtuu myös suljetun kierron avulla. Toisin kuin LSE-metelmässä, ei DonPro-menetelmässä puhalleta hioma-ainesta verkostoon vaan puhdistaminen tapahtuu alipaineen avulla (alipaineimuri). Menetelmän kehittäjien mukaan alipaineella tapahtuva puhdistus on putkelle hellävaraisempi eikä vaurioita putkistoa yhtä herkästi kuin ylipaineella toteutettava puhdistus. Puhdistusprosessi voidaan toteuttaa putkistossa molempiin suuntiin (imusuunta ylhäältä alaspäin ja

alhaalta ylöspäin), joka parantaa puhdistustulosta. Puhdistusprosessissa irtoava jäteaines johdetaan omaan säiliöön, joka on joko erillinen säiliönsä tai alipaineimurissa sijaitseva keräysastia. [6]

Kuvaaminen ja kunnan arviointi

Kun putket on saatu puhdistettua, kuvataan kaikki putkiston osat kameralla ja arvioidaan verkoston kunto sekä puhdistusprosessin onnistuneisuus. Puhdistuksen jälkeen nähdään, mitkä osuudet putkistosta täytyy korvata täysin uudella putkella. [6]

Pinnoitus

Itse pinnoitusprosessi tulisi aloittaa aina kahden tunnin sisällä verkoston puhdistamisen jälkeen, koska putken sisäpinnalle alkaa muodostua nopeasti kosteutta ja oksidaatiota. DonPro-menetelmässä epoksihartsia johdetaan putken läpi erityiskäsittelyllä ilmalla ja tyhjiöllä. Tällä tavalla pinnoite jakautuu tasaisesti putken sisäpinnalle. Myös tämän menetelmän tapauksessa käytettävä epoksi ja kovete sekoitetaan keskenään mikserillä ennen kuin pinnoiteaine valutetaan ns. annostelupatruunaan. Annostelupatruuna kiinnitetään kytkentäjohdon päässä olevaan saneerausadapteriin ja tämän jälkeen annostelu-patruunan läpi johdetaan paineilmaa, joka saa epoksimassan liikkeelle. Verkoston toisessa päässä oleva alipaineimuri helpottaa massan kulkua ja levittäytymistä putkessa. Lämminvesiputkistot pinnoitetaan vain yhteen kertaan, mutta kylmävesiverkostot kahteen kertaan. Näin tehdään, koska yleensä kylmävesiputket ovat halkaisijaltaan suurempia kuin lämminvesijohdot, mikä monessa tapauksessa mahdollistaa paksumman pinnoitekerroksen. Pinnoitekerroksen vahvuuden tulee valmiina olla vähintään 0,3 mm ja enimmillään 4,0 mm. Pinnoitteen levittämisen jälkeen annetaan levitetyn massan kuivua käyttäen apuna putkistossa kiertävää lämmintä paineilmaa. Pinnoituksen kuivumiseen menee aikaa noin 6–8 tuntia.

Viimeiseksi putket kuvataan ja pinnoitetulle putkistolle tehdään painekoe. Tämän jälkeen voidaan kiinnittää vanhat vesikalusteet ja venttiilit takaisin paikoilleen tai korvata ne mahdollisesti uusilla. [6]

3.4 Viemäreiden pinnoitustyövaiheet DaKKI-menetelmällä

Valmistelu

Pinnoitusurakka aloitetaan valmistelemalla työn alle joutuvat alueet:

1. Huoneistojen ja muiden varsinaisella työalueella olevien tilojen lattia- ja seinäpinnat suojataan mekaanisten vaurioiden ja likaantumisen varalta tarvittavin osin.
2. Kalusteet irrotetaan ja vesilukot irrotetaan töiden ajaksi.
3. Lattiakaivon puhdistusaukko avataan tai mahdollisesti porataan lattiakaivon väliseinään reikä puhdistustöitä varten. [1; 9.]

Puhdistaminen

Työt aloitetaan puhdistamalla keittiön ja kylpyhuoneiden viemäriinlinjat. Myös lattiakaivot puhdistetaan kuonasta ja kunto tarkastetaan. Viemärien sisäpinnalle muodostuneet kerrostumat puhdistetaan jysimällä ja painehuuhtelemalla. Tämän jälkeen putkien kunto tarkistetaan kuvaamalla se sisäpuolelta videokameralla. Viemärit kuivataan pinnoitustyötä varten. [1; 9.]

Pinnoittaminen

Itse pinnoitus tapahtuu putken sisään ujutettavalla harjaosalla, joka levittää epoksimassan peittämään koko putken sisäpinnan. Pinnoittaminen tapahtuu alhaalta ylöspäin ja työ aloitetaan paksuimmasta rungosta. Myös lattiakaivot pinnoitetaan samalla massalla. Pinnoitustyön jälkeä seurataan koko ajan videokameran välityksellä. Epoksimassa on kuivuttuaan elastinen ja kiiltävä pintainen eikä kerää likaa. Lopuksi työn laatu ja pinnoitteen peittävyys vielä tarkistetaan ja taltioidaan videokameralla. [1; 9.]

3.5 Viemäreiden pinnoitustyövaiheet Tubus-menetelmällä

Valmistelu

Valmistelu tapahtuu samalla tavoin kuin DaKKI-menetelmässä [1; 9].

Puhdistaminen

Työt aloitetaan puhdistamalla keittiön ja kylpyhuoneiden viemäriinlinjat. Myös lattiakaivot puhdistetaan kuonasta. Viemärien sisäpinnalle muodostuneet kerrostumat puhdistetaan pyörivällä työkalulla ja samalla huuhtelemalla irronnut jäte pois vedellä. Tämän jälkeen

putkien kunto tarkistetaan kuvaamalla se sisäpuolelta videokameralla. Viemärit kuivataan pinnoitustyötä varten. [1; 9.]

Pinnoittaminen

Tubus-menetelmässä käytetään polyesterimassaa. Polyesteri sekoitetaan kiihdytin-aineeseen, joka käynnistää prosessin, jonka seurauksena massa kovettuu. Menetelmässä käytettävä polyesterimassa eroaa epoksimassoista siten, että se muodostaa kuivussa itsekantavan rakenteen. Vanha putki toimii käytännössä vain muottina pinnoitteen teineelle, jota ruiskutetaan 2–3 kertaa putken pinnalle tunnin välein (yhden kerroksen vahvuus noin 1 mm). Ruiskutusta valvotaan koko ajan kameran avulla. Pinnoituksen kuivumisen jälkeen ympärillä oleva vanha putki ei enää vaikuta Tubus-metelmällä tehdyn pinnoituksen ulkoisten rasitteiden keston. Täytyy kuitenkin huomioida palomääräykset, sillä polyesterimassa ei korvaa valurautaa osastoivana materiaalina. [1; 9.]

Pinnoituksen lopputulos tarkistetaan videokameralla kuvaamalla ja samalla taltioimalla [1; 9].

3.6 Verkoston sekä tilojen kunto ja sekaratkaisut

Pinnoitus- ja sukitusmenetelmien sekä perinteisten työtapojen yhdistäminen keskenään mahdollistaa valtavan määrän erilaisia ratkaisuja, joilla rakennusten vesi- ja viemäriputkistot voidaan palauttaa tarkoitustaan vastaavaan kuntoon.

Aina putkiverkostot eivät esimerkiksi ole siinä kunnossa, että pinnoitustyö voitaisiin suorittaa putkistolle kokonaisuudessaan. Siinä tapauksessa vaihtoehdoksi voi tulla sekaratkaisuiden käyttö. Tällöin putkistot pinnoitetaan epoksimassalla niiltä osin, joille pinnoitus soveltuu. Huonompi kuntoiset putkisto-osuudet voidaan uusia perinteisellä menetelmällä eli käyttämällä käyttövesijohdoissa ja viemäreissä nykyisen putken korvaavaa putkimateriaalia (huomioitava palomääräysten täyttyminen).

Erilaisia työtapoja yhdistelemällä päästään putkiremontissa samalla sekä joustavaan että yleistä laatutasoa nostavaan lopputulokseen. Seuraava kuvitteellinen esimerkki havainnollistaa sekaratkaisuja:

- Vanhoissa märkätiloissa ei ole vedeneristystä ollenkaan tai se on puutteellinen, joten tilan pinnat päätetään uusia kokonaisuudessaan ja toteuttaa nykyajan vaatimukset täyttävä vedeneristys ja vaihtaa vesikalusteet. Lisäksi suuri osa huoneistojen märkätiloista voi olla uusittu muutamien vuosien sisällä perusteellisesti vedeneristystä myöten, joten niiden uusiminen on aiheetonta (aiemmin uusitut vedeneristeet vaativat dokumentoinnin, joka kelpaa myös rakennusvalvonnalle). Tässä tapauksessa huoneistokohtaiset vesijohdot voidaan uusia pinna-asennetuilla kromatuilla kuparivesijohdoilla. Täysin uutta putkea tässä tapauksessa tulisi vain huoneistoissa nousulinjasta otettavista haaroista eteenpäin.
- Rakenteita, kuten putkikuiluja ja hormeja, ei kuitenkaan haluta muualla rikkoa turhaan. Vesijohtojen nousulinjat, joista lähtee haarat huoneistoihin ovat riittävän hyvässä kunnossa, joten niiden kohdalla katsotaan parhaimmaksi hoitaa kunnostaminen pinnoittamalla. Näin vältetään rakenteiden purkamiselta.
- Vanhat rakenteissa kulkevat valurautaviemärit ovat siinä kunnossa (ei reikiä tai isoja halkeamia), että ne voidaan sukittaa. Näin vältetään lattiarakenteiden ja kuilujen isommalta auki repimiseltä, jota ei esimerkiksi märkätiloja uusiessa muuten tarvitsisi tehdä.
- Maassa sijaitsevaan valurautaiseen pohjaviemäriin on ajan saatossa päässyt korroosio niin voimakkaasti, että viemäri on täysin käyttökelvoton. Tässä tapauksessa viemäriin uusiminen kokonaisuudessaan muoviviemärillä on järkevin ratkaisu.

3.7 Pinnoitetun verkoston kunnan ylläpito ja muutostyöt

Pinnoitustyö asettaa etenkin käyttövesiverkostolle tiettyjä rajoituksia myöhempiä muutos- ja korjaustöitä ajatellen. Tietyt työtavat ovat kokonaan pois suljettuja, koska ne eivät sovellu käytettäväksi pinnoitettujen putkien yhteydessä. Esimerkiksi kupariosien juottaminen pinnoitettuihin putkiin ei onnistu, koska epoksinpinnoite sulaa kuumentuessaan kelvottomaksi. Sen sijaan kupariputkien kohdalla voidaan käyttää nykyään muutenkin hyvin yleistä puristettavaa liitosta ilman ongelmia liitettäessä putkia toisiinsa tai ottamalla haaroja. Puristettavassa liitoksessa kupariosa puristetaan putkeen kiinni omalla työkalullaan, jolloin osassa oleva kumitiiviste puristuu putkea vasten.

Pinnoitettuja valurautaviemäreitä voidaan jatkossa korjata ja muokata pantaliitoksien avulla. Viemäriin katkaisua ei saa suorittaa kulmahiomakoneella, koska putken lämpeneminen voi vahingoittaa pinnoitetta.

Pinnoitustöiden jälkeen onkin erityisen tärkeää taloyhtiön ja isännöitsijän seurata mahdollisia osakkaiden/asukkaiden teettämiä muutostöitä, jotta käytetty urakoitsija tekee työnsä pinnoitetun putken asettamien vaatimusten mukaisesti.

4 Elinkaaritarkastelu ja kustannukset

4.1 Investointikustannukset

Hintaeroa perinteisin menetelmin ja pinnoittamalla toteutettujen töiden välillä on vaikeaa sanoa tarkkaan, koska kustannukset vaihtelevat suuresti rakennuskohteen luonteen ja ominaisuuksien mukaan. Jonkinlaisena nyrkkisääntönä voisi kuitenkin pitää sitä, että pinnoittamalla tapahtuva putkistojen kunnostus maksaa noin puolet perinteisin menetelmin toteutettuun työhön verrattuna. [17]

Myös TM Rakennusmaailma on päässyt vertailuissaan hyvin lähelle edellä mainittua eroa koko remontin hinnasta. Vertailun kohteena oli 52 neliömetrin kokoinen kerrostalo-huoneisto. Perinteiselle linjasaneeraukselle saatiin hinnaksi pääkaupunkiseudulla noin 600–750 €/m². Edellä mainittu hinta-arvio sisältää käyttövesi- ja viemäriputkistojen uusimisen tonttiliittymästä alkaen, sähkönousut kellarista huoneistokeskuksille, uuden antenniverkon ja kylpyhuoneen vedeneristämisen, laatoituksen, sähköistämisen sekä uudelleen kalustamisen. [18]

Vaihtoehtoisin menetelmin toteutetulle putkistojen kunnostukselle saadaan vastaavasti hinnaksi noin 200 €/m². Edellä mainittuun neliöhintaan sisältyy käyttövesijohtojen pinnoittaminen, viemäreiden sujuttaminen tonttiliittymältä kellaritiloihin sekä viemäreiden pinnoittaminen pystylinjoissa ja huoneistojen vaakalinjoissa. Koska pinnoittamalla tehtyyn putkistojen uusintaan ei kuitenkaan sisälly märkätilojen remontointia sekä linjasaneerausten yhteydessä usein toteutettavaa sähkö-, antenni- ja tietoliikenne-remontteja, täytyy ne huomioida hintaeroa laskiessa. Rakennusmaailma on saanut 52 neliö-

metrin kokoisen huoneiston kylpyhuoneremontille yksikköhinnaksi 3000–4000 €, joka sisältää purkutyöt, vedeneristyksen, kaakeloinnin ja uudelleen kalustamisen. Sähkö-, antenni- ja tietoliikenneverkkoihin liittyviin töihin on saatu kustannusarvioksi noin 100 €/m². [18]

Näitä arvoja käyttäen on perinteiselle linjasaneeraukselle saatu vertailuhuoneistossa hinnaksi 36 400 € ja vastaavasti vaihtoehtoisin menetelmin 19 100 €. Näin ollen Rakennusmaailman vertailu osoittaa myös vaihtoehtoisia menetelmiä käyttäen kokonaishinnan jäävän noin puoleen verrattuna perinteiseen linjasaneeraukseen. [18]

Vertailua tehtäessä tulisi huomioida myös perinteisen menetelmän käyttöikä verrattuna pinnoituksiin (40–50 vuotta vs. 20–25 vuotta) sekä näkymättömät parannukset kuten äänitekniikka ja paloturvallisuus.

4.2 Käyttöikä

LSE-menetelmällä on pitkät perinteet Euroopassa ja etenkin Sveitsissä, jossa menetelmä on kehitetty, käyttökatestejä on toteutettu jonkin verran. Arvostettu sveitsiläinen tutkimuslaitos EMPA on todennut 15 vuotta vanhan käytössä olleen pinnoitteen kestäneen tehtävässään tarkoituksen mukaisesti (ks. luku 1.3.)

DonPro-menetelmän käyttöiän on menetelmän edustaja maininnut käytännössä olevan 20–40 vuotta. [19]

DaKKI-menetelmän käyttöikä on testannut muun muassa Ruotsin valtion testauslaitos (SP Sveriges Provnings- och Forskningsinstitut) tartunta sekä ikääntymisominaisuuksien osalta. Laitoksen testien tuloksena on todettu, että tartunta oli aivan yhtä hyvä ennen kokeita sekä niiden jälkeen. Testien olosuhteet vastasivat 15 vuotta vedessä tai 30 vuotta ilmassa. Testeissä ei havaittu mainittavaa ikääntymistä pinnoituksen osalta. Testit on suoritettu Ruotsissa jo vuonna 1992–1993. [20]

Myös Tubus-menetelmällä vanhan viemärin sisään valetut polyesterimassaputket on testattu ja hyväksytty Ruotsin valtion testauslaitoksen (SP) toimesta. Testeihin perustuva kestoikäoletus on vähintään 50 vuotta. [21]

4.3 Vakuutusyhtiöiden kannat

Pinnoitustöiden alkuvuosina yhtenä epävarmuustekijänä oli vakuutusyhtiöiden suhtautuminen pinnoitettuun putkistoon. Nykyään ovat yhtiöt kuitenkin jo ottaneet kantaa pinnoitetun putkiston ikävähennyksiin.

Pohjola Vakuutus Oy korvaa mahdollisessa vesivuotovahingossa tapahtuneet vauriot perinteisillä menetelmillä uusitun putkiston kohdalla niin, että vuotovahingon korvaussumma palautuu täyteen arvoonsa. Vastaavasti pinnoittamalla kunnostetun putkiston katsotaan vastaavan iältään puolta alkuperäisen, pinnoittamattoman, verkoston iästä. Siten korvaussumma määräytyy puolta nuoremman putkiston mukaan. [22]

If Vahinkovakuutusyhtiö Oy on hyväksynyt moderneilla saneerausmenetelmillä tehtävät viemärisaneeraukset kevyemmän ikävähennyslaskennan mukaiseen menettelyyn kevästä 2010 alkaen. Ikävähennystä annetaan vuotovahinkotilanteessa 25 vuotta (putkiston alkuperäisestä iästä vähennetään 25 vuotta). Tämä menettely on voimassa vain If:n erikseen hyväksymien putkistosaneerausyritysten kohdalla, joista löytyy listaus muun muassa If:n Internet-sivuilla. Listauksessa mainitaan ikävähennysten koskevan viemäri-saneerauksia eikä näin ollen koske vesijohtojen pinnoitusta. If:n rakentamisen ja kiinteistövuokuttamisen asiantuntija Anssi Varpe toteaa, ettei pinnoittaminen ole heidän mielestään kovinkaan usein järkevää, koska porrashuoneeseen saa helposti uudet nousut ja jaon asunnoissa eteisen alaslaskettuun kattoon. [23]

Vakuutusyhtiö Tryg ei vakuuta yli 50 vuotta vanhoja kohteita laajalla turvalla, ellei täydellistä linjasaneerausta ole tehty (käyttövesi-, lämmitys- ja viemäriputket). Käytännössä edellä mainittu tarkoittaa sitä, ettei putkiston pinnoittamista tai sukutusta rinnasteta linjasaneeraukseen. Trygin tuotepäällikkö Thomas Hacklin mainitsee kuitenkin, että vuotovahingon sattuessa suoritetulla pinnoituksella saattaa olla merkitystä korvausmäärää arvioitaessa, ikävähennysten merkeissä. [24]

4.4 Hyvät ja huonot puolet

Putkistojen pinnoituksella on seuraavia etuja ja hyviä puolia:

- Rakennus on perinteiseen linjasaneeraukseen verrattuna hyvin vähän aikaa työn alla, ja tilat ovat lyhyitä työajanjaksoja lukuun ottamatta käytettävissä koko remontin ajan.
- Työtoimenpiteet eivät vaadi ollenkaan tai vain hyvin vähän rakenteiden aukomista, minkä ansiosta melu-, pöly- ja äänihaitat sekä suojaukset jäävät hyvin pieneksi. Perinteisessä putkistousinnassa edellä mainitut ongelmat ovat hyvin merkittäviä asukkaan näkökannalta (kuva 3).
- Mahdollisuus toteuttaa vesijohtojen ja viemäreiden saattaminen tarkoitustaan vastaavaan kuntoon merkittävästi pienemmillä kustannuksilla mitä perinteisillä ratkaisuilla.
- Jos suurin osa huoneistojen märkätiloista on uusittu vedeneristysten, pintojen ja kalusteiden osalta lähivuosina, on niiden uusiminen perusteetonta. Tällöin pinnoittaminen voisi olla järkevä vaihtoehto.
- Pinnoitusmenetelmät mahdollistavat paljon erilaisia sekaratkaisuja, joissa jokainen kunnostettava osa-alue voidaan toteuttaa parhaaksi nähdyllä tavalla kunnostus- ja tutkimuksen pohjalta (ks. luku 3.6)
- Putkistojen kunnostukseen luvussa 2.1 mainituilla ongelmallisen vesijohtoveden alueilla. Putket voivat olla kunnostamisen tarpeessa jo alle 10 vuoden iässä, jolloin muiden (linjasaneerauksissa uusittavien) osa-alueiden kunnostaminen tai uusiminen ei ole vielä ajankohtaista vuosiin.



Kuva 3. Työn alla oleva kylpyhuone perinteisessä linjasaneerauksessa.

Putkistojen pinnoituksen haitat ja huonot puolet:

- Vain kohteen putket mahdollisesti kunnostetaan (sisäpinnoiltaan). Märkätilojen vedeneristyksen, pinnat ja mahdollisesti myös kalusteet jäävät vanhoiksi. Lisäksi suurimassa osassa menetelmiä pinnoittaminen ei paranna vanhan putken mekaanista kestävyyttä, koska massat ovat elastisia. Putkien vanha kannakointi voi olla huteraa ja vanhat liitokset sinkinkadon haurastuttamia.
- Vakuutusyhtiöt eivät katso pinnoitetun putkiston vastaavan kunnoltaan uutta toisin kuin perinteisin menetelmien uusittujen putkien tapauksessa.
- Pinnoitustyön jälkeisten muutostöiden rajalliset käytettävissä olevat työmenetelmät. Lisäksi osakkaiden/asukkaiden tulevaisuudessa teettämiin vesijohtomuutoksiin täytyy kiinnittää entistä tarkemmin huomiota, jotta putkiurakoitsija suorittaa työt pinnoitetun putkiston asettamien vaatimusten mukaisesti.
- Töiden valvonta on osittain puutteellista. Suuressa osassa kunnista ei vaadita minkäänlaisia viranomaislupia pinnoitustöiden toteuttamiseen, joten töiden laadun valvonta jää lähinnä pinnoitusurakoitsijan vastuulle. Pinnoitustöiden tulisi-kin perustua yksinomaan ulkopuolisen ja puolueettoman laadunvarmistajan tutkimuksiin.
- Asuntokohtaisten sulkuventtiilien ja vesimittareiden (tai vesimittarivarausten) asentaminen on pääsääntöisesti mahdotonta, koska vesijohdot saattavat syöttää useita asuntoja.

- Paloturvallisuuteen liittyvät ongelmat eivät parane tai tule kuntoon vanhoissa rakennuksissa.

5 Käytännön kokemukset

Koska putkipinnoituksia on tehty jo useamman vuoden ajan, löytyy pinnoituksista kokemuksia sekä isännöitsijöiltä että asukkailta.

Isännöitsijä Terttu Virtala (ITS-TEK isännöitsijä) on teettänyt putkistojen peruskorjauksen pinnoitusmenetelmää käyttäen jo useampaan taloyhtiöön. Hän toteaa asukkaiden arvostavan työtavan edullisuutta sekä sitä, että asunnossa pystyy asumaan pinnoitustöiden ajan. Etenkin silloin pinnoitustyö tulee asukkaan kannalta reilusti halvemmaksi, jos kylpyhuoneet on hiljattain uusittu ennen putkiremonttia. Virtala toteaa hyväksi säännöksi, että pinnoittaminen on kannattavaa, kun yli puolet talon kylpyhuoneista on jo kunnostettu ja vedeneristykset kunnossa. Sen sijaan, jos kaikki kylpyhuoneet vaatisivat peruskorjausta, tulisi putkiremontti teettää perinteisin menetelmin. Virtalan isännöimissä kohteissa, joihin on putkistojen kunnostus teetetty pinnoittamalla, ei ole ilmennyt ongelmia töiden jälkeen. Virtalan mielestä pinnoitustyön yhteydessä, ennen remonttia kartoittaa, onko hanat uudistamisen tarpeessa. Koska hanat irrotetaan joka tapauksessa pinnoitustöiden yhteydessä, ne olisi helppoa uusida samalla. Virtala toteaa myös, että vanhat hanat samalla uusimalla voitaisiin säästää sekä vettä että kustannuksia tulevaisuudessa tapahtuvista huoltotöistä. [25]

6 Yhteenveto

Loppuyhteenvetona on todettava, että kiinteistöt ovat yksilöitä ja niitä on käsiteltävä yksilöinä. Ennen tarjouspyyntöjä on kohde tutkittava huolellisesti. Tutinnan jälkeen on asiantuntijoiden tehtävä taloyhtiöiden päättävillä elimillä perusteelliset teknistaloudelliset vertailut osakaskyselyineen.

Perinteisiin putkiremontteihin liittyy usein pieniä tilamuutoksia, käytettävyyden parannuksia ja keittiöuusintoja; siksi tarvitaan osakaskyselyt. Asiolla on niin paljon eri intressipiirejä (osakkaita), että vaihtoehtovertailuihin on panostettava nykyistä enemmän ja vaihtoehtovertailujen tekijöillä täytyy olla kokemusta vanhoista kiinteistöistä.

Lähteet

- 1 Markelin-Rantala, Lina; Rautiainen, Liisa. 2008. Asuinrakennusten viemäri- ja käyttövesiputkistojen pinnoitusmenetelmät – esiselvitys. PDF-dokumentti. VTT: 10.1.2008.
- 2 Putkiremontti ja vakuutukset. Kiinteistölehti 9/2008. Verkkodokumentti. <www.kiinteistolehti.fi/artikkelit/?id=618>. Luettu 28.4.2011.
- 3 Kiinteistön tekniset käyttöiät ja kunnossapitajaksot. RT-kortti: LVI 01-10424. 2008. Rakennustieto.
- 4 Karjalainen, Jyrki. Vesi- ja viemäriputkistojen kuntoarvio. Nettopaino Oy. Joutsa 1995.
- 5 Roth, Miika. 2010. Vesijohtopinnoitusyksikön perustamiskustannukset ja investointilaskelmat. Insinööriyö. Metropolia ammattikorkeakoulu. 19.5.2010.
- 6 Merikallio, Matti. 2011. Käyttövesiputkistojen pinnoitus. Opinnäytetyö. Mikkelin ammattikorkeakoulu. 26.4.2011.
- 7 Yhteenveto testeistä ja lausunnoista LSE-001 NA -materiaalilla tehdyistä käyttövesiputkien pinnoituksista. Verkkodokumentti. Poxytec. <www.poxytec.fi/tiedostot/Yhteenveto%20testeista%20ja%20lausunnoista.pdf>. Luettu 28.4.2011.
- 8 Lappeteläinen, Timo. 2010. Uusien linjasaneerausmenetelmien riskianalyysi. Insinööriyö. Metropolia ammattikorkeakoulu. 22.11.2010.
- 9 Isoaho, Aleks. 2006. LVI-putkistosaneerausten uudet menetelmät. Insinööriyö. Evttek-ammattikorkeakoulu. 27.4.2006.
- 10 Kaunisto, Tuija. 2011. Kehittämispäällikkö, Vesi-Instituutti WANDER Prizztech Oy. Puhelinkeskustelu 19.5.2011.
- 11 Holmström, Karl. 2011. Tutkimusinsinööri, VTT Expert Services Oy. Puhelinkeskustelu 19.5.2011.
- 12 Suomen rakentamismääräyskokoelma. C2, Kosteus. 1998. Ympäristöministeriö, Asunto- ja rakennusosasto. Helsinki 9.9.1998.
- 13 Pajanne, Kari. 2011. Rakennepäällikkö, Espoon Rakennusvalvonta. Puhelinkeskustelu 12.5.2011.
- 14 Lampinen, Jussi. 2011. Tarkastusinsinööri, Helsingin Rakennusvalvonta. Puhelinkeskustelu 12.5.2011.
- 15 Z-lausunto vähäisille rakennus- ja taloteknisille toimenpiteille. Ohje. Helmikuu 2008. Helsingin Rakennusvalvonta.

- 16 Harpila, Ulla. 2011. Lupainsinööri, Järvenpään Rakennusvalvontatoimisto. Puhelinkeskustelu 12.5.2011.
- 17 Lammi, Mikael. 2011. Projektipäällikkö, Are Oy. Puhelinkeskustelu 11.5.2011.
- 18 Perinteisen putkiremontin haastajat. TM Rakennusmaailma 2008. Verkkodokumentti. <<http://www.rakennusmaailma.fi/artikkelit/perinteisen-putkiremontin-haastajat>>. Luettu 13.5.2011.
- 19 Hyödyt. Verkkodokumentti. Pipeliner Systems Oy. <www.pipeliner.fi>. Luettu 16.5.2011.
- 20 Testit, hyväksynät ja seuranta. Verkkodokumentti. Oy DaKKI Suomi Ab. <www.dakki.fi>. Luettu 12.5.2011.
- 21 Tubus System, EW-Liner Oy – Viemäriremontti ruiskutusmenetelmällä. RT-kortti: RT 37989. 2010. Tarvike tieto.
- 22 Tubus System, EW-Liner Oy – Viemäriremontti ruiskutusmenetelmällä. RT-kortti: RT 37989. 2010. Tarvike tieto.
- 23 Varpe, Anssi. 2011. Rakentamisen ja kiinteistövuokuttamisen asiantuntija, If Vahinkovakuutusyhtiö Oy. Sähköpostikeskustelu 17.5.2011.
- 24 Hacklin, Thomas. 2011. Tuotepäällikkö, Tryg Forsikring A/S:n Suomen sivuliike. Sähköpostikeskustelu 13.5.2011.
- 25 Asiantunteva isännöitsijä tarjoaa vaihtoehtoja. Verkkodokumentti. Poxytec Oy. <www.poxytec.fi> Asiakaskokemukset. Luettu 13.5.20