

Matti Merikallio

KÄYTTÖVESIPUTKISTOJEN PINNOITUS

Opinnäytetyö
Talotekniikka


Huhtikuu 2011




MIKKELIN AMMATTIKORKEAKOULU

Mikkeli University of Applied Sciences

KUVAILULEHTI

 MIKKELIN AMMATTIKORKEAKOULU Mikkeli University of Applied Sciences	Opinnäytetyön päivämäärä 26.4.2011				
Tekijä(t) Matti Merikallio	Koulutusohjelma ja suuntautuminen Talotekniikka				
Nimeke Käyttövesiputkistojen pinnoitus					
Tiivistelmä <p>Opinnäytetyön tavoitteina oli nostaa käyttövesiputkistojen pinnoitukseen liittyvät asiat ihmisten tietoisuuteen, tarkastella käyttövesiputkistojen pinnoituksen vaikutusta vesikalusteista saataviin vesivirtoihin ja teettää tyytyväisyyskysely työntilaaajan tekemiin saneerauskohteisiin.</p> <p>Teoriaosuuteen haettiin tietoa sekä Internetistä että työntilaaajan saneerauskohteesta Etelä-Suomesta. Teoriaosuudessa käsitellyt aiheet olivat pinnoittamisen osalta tärkeimpiä. Käytettävistä laitteista otettiin kuvia, jotka osaltaan selkeyttivät tarkasteltua aihetta. Vesivirtamittaus tehtiin työntilaaajan saneerauskohteessa Helsingin Puotilassa. Mittauksessa käytettiin painemittareita sekä Oraksen virtaamamittaria. Mittausajankohta oli maaliskuussa 2011. Tyytyväisyyskysely lähetettiin kohderyhmälle postissa maaliskuussa 2011. Tyytyväisyyskysely koostui kahdestatoista kysymyksestä, joiden avulla kerättiin palautetta saneerauskohteiden onnistumisista.</p> <p>Teoriaosuudesta tehtiin kattava sekä ehjä kokonaisuus. Vesivirtamittauksen tulokset olivat positiivisia eli pinnoitus vaikutti vesikalusteiden vesivirtoihin parantavasti. Parhaimmassa tapauksessa kalusteen vesivirta lisääntyi melkein 90 prosenttia.</p> <p>Tyytyväisyyskyselyn osanottoprosentti jäi 56 prosenttiin, mutta esimerkiksi kysytyjen saneerausurakoitten kokonaisarvosanojen keskiarvo oli 3,6, mikä tarkoittaa, että keskiarvo oli hyvän ja kiitettävän välissä. Kyselyn vastausten perusteella voitiin siis todeta, että työntilaaaja on onnistunut tekemissään pinnoitusurakoissaan varsin hyvin.</p>					
Asiasanat (avainsanat) LVI-tekniikka, putkiremontti, vesijohdot, pinnoitus					
Sivumäärä 39+4	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%;">Kieli</td> <td style="width: 50%;">URN</td> </tr> <tr> <td>Suomi</td> <td></td> </tr> </table>	Kieli	URN	Suomi	
Kieli	URN				
Suomi					
Huomautus (huomautukset liitteistä)					
Ohjaavan opettajan nimi Jukka Räisä	Opinnäytetyön toimeksiantaja Pipeliner Systems Oy				

DESCRIPTION

 <p>MIKKELIN AMMATTIKORKEAKOULU Mikkeli University of Applied Sciences</p>		Date of the bachelor's thesis 26/4/2011
Author(s) Matti Merikallio	Degree programme and option Building Services Engineering	
Name of the bachelor's thesis Pipe renovation by coating		
Abstract The first goal of this thesis was to highlight main methods about pipe renovation by coating. The second goal was to make water flow measurement examining the effect of coating. The last goal was to get feedback from customers relating to pipe renovation by coating. The purpose of theoretical part was to tell principal facts about coating equipment and the used methods to the reader of this thesis. Water flow measurement was put into practice by measuring the volume of the water flow (l/min) before and after coating. The measurements were made in a renovation target in Helsinki in March 2011. Water flows were measured with Oras water flow meter. Simultaneously, the water pressure was measured with the pressure indicators. Customers` feedback was asked by sending the inquiry forms containing twelve questions to nine pipe renovation customers by mail in March 2011. The results of the water flow measurements showed that the volume of flow increased in almost every measurement point, which means that the coating improved the water flow in renovated pipes. Only 5 of 9 customers (56%) replied the feedback form, most of them were satisfied with the process of renovation.		
Subject headings, (keywords) HVAC-engineering, pipe repair, mains, coating		
Pages 39+4	Language Finnish	URN
Remarks, notes on appendices		
Tutor Jukka Räisä	Bachelor's thesis assigned by Pipeliner Systems Ltd	

SISÄLLYSLUETTELO

1	JOHDANTO	1
2	KÄYTTÖVESIPUTKISTOJEN PINNOITUSMENETELMÄT.....	2
2.1	LSE-menetelmä	3
2.1.1	LSE-menetelmän työvaiheet.....	3
2.1.2	LSE-menetelmässä käytettävä pinnoiteaine	4
2.2	DonPro-menetelmä	5
2.2.1	DonPro-menetelmän käyttökohteet	6
2.2.2	DonPro-menetelmässä käytettävä pinnoiteaine	6
3	DONPRO-PINNOITUSMENETELMÄN PÄÄVAIHEET.....	7
3.1	Kuivaaminen.....	8
3.2	Puhdistaminen.....	8
3.3	Pinnoittaminen.....	9
3.4	Pinnoitusprosessin viimeistelevät työt.....	11
4	MENETELMÄSSÄ KÄYTETTÄVÄT LAITTEET SEKÄ AINEET	11
4.1	Paineilmakompressori.....	12
4.2	Pääjakotukki	13
4.3	Asuntokohtaiset jakotukit ja saneerausadapterit.....	15
4.4	Alipaineimuri.....	16
4.5	Hiekkapuhalluslaite, käyttökohteet ja käytettävä materiaali	19
4.6	Mikseri.....	20
4.7	Tallenteisiin käytettävät kamerat	21
4.8	Puhdistamaton, puhdistettu ja pinnoitettu putki	23
5	VIRTAAMAMITTAUKSET ENNEN JA JÄLKEEN PINNOITUKSEN.....	23
5.1	Mittauksen lähtötiedot sekä alkuvalmistelut	24
5.2	Mittausvälineet ja käytetyt menetelmät	25
5.3	Mittaustulokset	27
5.4	Mittaustulosten analysointi.....	29
5.5	Yhteenvedo mittauksista.....	31
6	TYTYTYVÄISYYSKYSELY SANEERATUISTA KOHTEISTA	32
6.1	Tyytyväisyyskyselyn kohderyhmä	33
6.2	Tyytyväisyyskyselyn tulokset.....	33

6.3	Yhteenveto tyytyväisyyskyselyn vastauksista sekä onnistumisesta.....	35
7	LOPPUSANAT.....	36
	LÄHTEET.....	39

LIITTEET

- 1 Tyytyväisyyskyselylomake
- 2 Saatekirje tyytyväisyyskyselyyn
- 3 Painemittareiden sijoituspaikat

1 JOHDANTO

Opinnäytetyössä on tutkittu Suomessa käytettäviä käyttövesiputkistojen pinnoitusmenetelmiä. Tarkemmin on keskitytty työntilaaajan Pipeliner Systems Oy:n käyttämään pinnoitusmenetelmään, tutkittu pinnoitusmenetelmään liittyviä laitteita sekä tekniikoita. Kiinnostus käyttövesiputkistojen pinnoitusmenetelmien tutkimiseen syntyi kesällä 2010, jolloin työskentelin opinnäytetyön tilaajan palveluksessa Etelä-Suomessa. Pipeliner Systems Oy tekee putkisaneerauksia pinnoittamalla. Pipeliner Systems Oy käyttää käyttövesiputkistojen saneerauksessa DonPro-pinnoitusmenetelmää.

Käyttövesiputkistojen pinnoitusmenetelmät ovat vielä monelle suomalaiselle tuntematon aihealue, joten haluan tuoda opinnäytetyöni avulla kyseisen aiheen ihmisten tietoisuuteen, koska pinnoitus on yksi ns. uusista vaihtoehdoista, kun puhutaan käyttövesiputkistojen saneerauksesta.

Työssä tutkitaan myös pinnoituksen vaikutusta putkistojen vesivirtoihin, koska käyttövesiputkistojen sisäpuolinen pinnoittaminen saattaa vaikuttaa putkistojen vesivirtoihin joko parantavasti tai heikentävästi. Tutkittavana kohteena on kerrostalokohde Helsingin Puotilassa, jossa mittaukset tehdään maaliskuussa 2011. Mittauksessa tutkitaan tietyn käyttövesiputkiston nousulinjan virtaamia ennen sekä jälkeen pinnoittamisen. Mittauksen tarkoituksena on saada tieto työntilaaajalle siitä, miten käyttövesiputkistojen pinnoittaminen vaikuttaa vesikalusteista saataviin vesivirtoihin.

Työn yhtenä osa-alueena on myös pienimuotoisen tyytyväisyyskyselyn teettäminen. Tyytyväisyyskysely teetetään yhdessä työntilaaajan kanssa. Tyytyväisyyskyselyn kohteena ovat isännöitsijät sekä hallituksen puheenjohtajat. Tarkemmin sanottuna kohdeyhmä koostuu siis työntilaaajan tekemistä saneerauskohteiden isännöitsijöistä sekä taloyhtiöiden hallituksen puheenjohtajista. Tyytyväisyyskyselyn tarkoituksena on saada palaute siitä, miten työntilaaaja on onnistunut omissa pinnoitusurakoissaan.

2 KÄYTTÖVESIPUTKISTOJEN PINNOITUSMENETELMÄT

Japania ja Iso-Britanniaa voidaan kutsua käyttövesiputkistojen pinnoituksen aloittajiksi, koska juuri kyseiset valtiot ovat käyttäneet pinnoitusta jo 1970-luvulta lähtien. Käyttövesiputkistojen epoksinnoittaminen sai kyseisissä valtioissa hyväksynnät vuosina 1981 ja 1985. Uuden käyttövesiputkistojen pinnoitusmenetelmän aloittaminen sai alkunsa 1987, jolloin virallisesti alettiin käyttää pinnoitusmenetelmää nimeltä LSE-SYSTEMTM. Kyseistä uutta käyttövesiputkistojen pinnoitusmenetelmää käytettiin vuodesta 1987 alkaen mm. Sveitsissä, Itävallassa sekä Saksassa. Perinteisen putkisaneerauksen kilpailijana tunnettu käyttövesiputkistojen saneeraus pinnoittamalla on ollut käytössä Suomessa vuodesta 2005, eli kyseessä on vielä suhteellisen uusi saneerausmenetelmä käyttövesiputkistoille. /1; 2./

Perinteiseen käyttövesiputkisaneeraukseen verrattuna putkistojen pinnoittaminen on nopea sekä kustannustehokas vaihtoehto. Esimerkiksi kun kyseessä on kerrostalosaneerauskohde, yhden kerrostaloasunnon käyttövesiputkistojen pinnoittamiseen kuluu aikaa ainoastaan noin yksi työpäivä. Pinnoittaminen voidaan myös toteuttaa ilman raskaita sekä laaja-alaisia purkutöitä, koska käyttövesiputkistot pystytään pinnoittamaan putkistojen ympäröiviä rakenteita rikkomatta. Kun laajoja purkutöitä ei tarvita, myöskään purkutöistä aiheutuvat melu- ja pölyhaitat eivät ole suuria. Perinteiseen putkisaneeraukseen verrattuna yksi tärkeimmistä eduista pinnoittamisen kannalta on se, että saneerattavan kohteen asukkaat voivat asua koko saneerauksen ajan omissa asunnoissaan. /1; 3./

Käytännössä käyttövesiputkistojen pinnoittaminen tehdään nousulinja kerrallaan, joka usein tarkoittaa, että asukkailla on käytettävissä jatkuvasti omassa asunnossaan yksi vesipiste, josta asukas saa tarvitsevansa käyttöveden. Jos näin ei ole, käyttövedensaanti turvataan erikseen asennettavilla vesipisteillä, kuten esimerkiksi kerrostalosaneerauskohteiden jokaiseen kerrokseen asennettavilla väliaikaisilla käyttövesihanoilla. Kun kyseessä on ainoastaan käyttövesiputkistojen saneeraus, saneerauksen ajan viemäreitä voidaan käyttää normaalisti. /3./

Käyttövesiputkistojen saneeraus pinnoittamalla on myös ympäristöystävällinen vaihtoehto, koska saneerauksessa hyödynnetään olemassa olevat käyttövesiputkistot, joten samalla pystytään säästämään luonnonvaroja sekä energiaa. Myös edellä mainittu laa-

jojen purkutöiden poisjänti minimoi purkujätteen syntymisen, joten ympäristön kuormitus on huomattavasti pienempi. Käyttövesiputkistojen pinnoittaminen ei ole pelkästään ns. kertakäyttöistä, vaan pinnoittaminen voidaan suorittaa tulevaisuudessa uudelleen, kun käyttövesiputkisto on tullut jälleen saneerausikään. /3./

2.1 LSE-menetelmä

Käyttövesiputkistojen LSE-pinnoitusmenetelmän (LSE-SYSTEM™) on kehittänyt sveitsiläinen insinööritoimisto LSE-SYSTEM AG vuonna 1987. Pinnoitusmenetelmä on ollut käytössä Suomessa vuodesta 2005. Pinnoitusmenetelmällä on saneerattu jo tuhansia asuntoja Suomessa sekä satojatuhansia asuntoja, liiketoimitiloja sekä julkisia rakennuksia varsinkin Sveitsissä ja Saksassa. LSE-menetelmällä voidaan kunnostaa vaurioituneet putkistot rikkomatta niitä ympäröivää rakennetta. LSE-menetelmässä putkistot kuivataan, puhdistetaan sekä lopuksi pinnoitetaan sisäpuolisesti tietyllä pinnoitusaineella. Putkistojen sisäpuolinen pinnoite estää korroosion uudelleen muodostumisen sekä epäpuhtauksien ja haitallisten hiukkasten kulkeutumisen käyttövesiputkistoverkostoon. /1; 2./

LSE-pinnoitusmenetelmällä voidaan kunnostaa käyttövesi-, viemäri- ja lämmitysputkistot soveltaen pinnoitustekniikka. LSE-menetelmällä voidaan pinnoittaa lyijy-, kupari-, galvanoituja teräs- ja valurautaputkia. Saneerattavien putkien halkaisija voi olla aina 5 millimetristä 150 millimetriin, eli menetelmällä pystytään pinnoittamaan myös todella kookkaita putkistoja. Myöskään putkistojen mahdolliset pistesyöpymät, liitokset ja mutkat eivät ole esteenä pinnoitusmenetelmän käytölle. /1; 2./

LSE-pinnoitusmenetelmän avulla pystytään parantamaan vanhojen putkistojen käyttöikää huomattavasti. Pinnoitusprosessi voidaan myös suorittaa uudelleen, kun putkistot ovat tulevaisuudessa saneerausikässä. /1./

2.1.1 LSE-menetelmän työvaiheet

Ensimmäisenä työvaiheena on putkiston kuivaaminen. Saneerattavasta käyttövesiputkiston nousulinjasta suljetaan vesi sekä putkisto tyhjennetään. Seuraavaksi saneerattavasta linjasta irrotetaan sekoittajat sekä venttiilit, minkä jälkeen irrotettuihin hanakulmiin yhdistetään letkut, joiden kautta putkisto on yhteydessä kuivauskoneeseen eli

paineilmakompressoriin. Putkiston sisäpinta kuivataan öljyttömällä sekä kuivalla instrumentti-ilmalla. /1; 4; 5./

Toisena työvaiheena on saneerattavan putkiston puhdistaminen. Puhdistaminen tapahtuu corundum-ilma-seoksella, jolla saneerattavasta putkistosta poistetaan sisäpintaan kertynyt ruoste sekä muut ajansaatossa kertyneet epäpuhtaudet. Puhdistaminen tapahtuu siis putkiston sisäpuolelta, joten puhdistusprosessi ei aiheuta haittaa ympäristölle. Puhdistuksen jälkeen saneerattava nousulinja tähytetään tarkoitukseen sopivalla kameralla, jotta putkiston kunto pystytään arvioimaan. Pienehköt pistesyöpymät eivät ole este sisäpuoliselle pinnoitukselle, mutta suuremmat reiät putkissa tarvitsevat korjausta eli tarvittaessa vaurioituneet putkistonosat vaihdetaan uusiin ennen sisäpuolisen pinnoittamisen aloittamista. /1; 4./

Kolmantena työvaiheena on saneerattavan putkiston sisäpuolinen pinnoittaminen. Putkisto pinnoitetaan epoksihartsilla paineilmaa hyväksikäyttäen. Pinnoitettavan putkiosuuden hanakulmaan liitetään pinnoiteainetta eli epoksihartsia sisältävä patruuna, minkä jälkeen epoksihartsia puhalletaan paineilmalla pinnoitettavalle putkistosuudelle. Tämän jälkeen kiinnitetään epoksi patruuna seuraavaan hanakulmaan ja näin edetään eteenpäin siten, että pinnoiteaine kattaa aina edellisestä hanakulmasta tehdyn pinnoitteen. Putkiston sisäpuolisen pinnoitteen ansiosta putkiston sisäpinnasta tulee sileä ja pinnoiteaine estää myös korroosion uudelleen muodostumisen. /1; 5./

Pinnoitteen kuivumisen jälkeen suoritetaan saneeratulle putkisto-osuudelle painekoe sekä tarkistuskuvaus, jotta varmistutaan pinnoiteaineen täydellisestä levittymisestä putkiston sisäpinnoille. Varmistuksen jälkeen sekoittajat kiinnitetään takaisin paikoilleen ja saneerattu nousulinja on valmis otettavaksi käyttöön. /5./

2.1.2 LSE-menetelmässä käytettävä pinnoiteaine

LSE-menetelmässä käytettävä pinnoiteaine eli epoksiharts on ANSI/NFS Standard 61:n (raskasmetallit: lyijypitoisuus) mukainen epoksihartsiseos, joka koostuu juuri pinnoitusta varten kehitetyistä aineista. Tutkimuksien mukaan pinnoitusaineessa käytetyt valmistusaineet täyttävät kaikki käyttövesiputkistoille asetetut laatuvaatimukset.

Kyseistä epoksihartsiseosta on käytetty Euroopassa jo vuodesta 1987 lähtien, joten pinnoiteaineen kestävyyttä on arvioinut sekä tutkinut mm. Sveitsin arvostettu tutkimuslaitos EMPA. Tutkimuslaitoksen teettämässä tutkimuksessa tarkasteltiin 15 vuotta vanhaa pinnoitusmateriaalia, sen tartuntaa metalliseen pinnoitusalustaan sekä pinnoitusmateriaalin paksuutta ja tasaisuutta pinnoitetuissa putkistoissa. Tehtyjen testien perusteella epoksihartsiseos eli pinnoiteaine todettiin ehjäksi metalliputken sisäpinnassa. Pinnoitusmateriaalin havaittiin olevan myös tasaisen paksu joka puolella pinnoitettua putkea. Pinnoiteaineen tutkitut tartunta-arvot metalliseen alustaan todettiin tutkimuksessa hieman mataliksi, mutta hyvin tavanomaisiksi pitkän käyttöajan jälkeen. Tutkimuslaitoksen loppulausunnossa pinnoituksen todettiin täyttäneen tarkoituksensa orgaanisena korroosiosuojana tutkimusajanjakson pituisena aikavälinä eli 15 vuoden aikana. /1; 2./

Myös VTT on tutkinut LSE-menetelmässä käytettävää pinnoiteainetta eli epoksihartsiseosta. VTT:n tutkimuksessa tutkittiin pinnoiteaineen soveltuvuutta käytettäväksi talousvesiputkistoissa. Tutkimuksen perusteella todettiin, että epoksihartsiseos (LSE-001 NA-pinnoiteaine) soveltuu kylmän talousveden johtamiseen eli putkiston pinnoittaminen kyseisellä pinnoiteaineella on mahdollista. Tutkimuksessa tutkittiin ainoastaan pinnoitteen soveltuvuutta kylmän talousveden johtamiseen, joten tutkimustuloksien perusteella ei voi arvioida pinnoitteen soveltuvuutta muihin putkistoihin. /1; 2./

2.2 DonPro-menetelmä

Käyttövesiputkistojen DonPro-pinnoitusmenetelmän on kehittänyt saksalaisen Donauer & Probst GmbH & Co. KG:n perustaja Pirmin Donauer vuonna 1994. Vuonna 1994 hän perusti oman yrityksen sekä jatkoi kehitystyötä liittyen käyttövesiputkistojen pinnoittamiseen luoden uuden pinnoitusmenetelmän nimeltään DonPro. Menetelmä on ollut käytössä Suomessa vuodesta 2007. Pinnoitusmenetelmällä on saneerattu kymmeniä tuhansia kohteita Euroopassa, Yhdysvalloissa, Kanadassa sekä myös Brasiliassa. DonPro-menetelmä pohjautuu aiemmin mainittuun LSE-menetelmään. DonPro-menetelmässä putkistot kuivataan, puhdistetaan hiekkapuhallusta muistuttavalla tavalla sekä lopuksi pinnoitetaan epoksihartsiseoksella. Putkistojen sisäpuolinen rakentaminen eli pinnoittaminen estää korroosion uudelleen muodostumisen. /2; 3./

2.2.1 DonPro-menetelmän käyttökohteet

DonPro-menetelmällä pystytään pinnoittamaan lämmitys- ja käyttövesiputkistoja. Menetelmällä voidaan pinnoittaa kupari-, teräs- sekä lyijyputkistoja. Saneerattavien putkien halkaisijat voivat olla aina 6 millimetristä 100 millimetriin, joten myös tällä pinnoitusmenetelmällä pystytään kunnostamaan eli pinnoittamaan melko kookkaita putkia. Myöskään tässä pinnoitusmenetelmässä mahdolliset putkistoissa esiintyvät pistesyöpymät eivät ole este pinnoitustekniikan käytölle. /3./

Putkiston sisäpuolinen pinnoittaminen DonPro-menetelmällä muodostaa vanhan putkiston sisäpuolelle uuden saumattoman sekä elastisen putkistokokonaisuuden. Myös kyseisen pinnoitusmenetelmän voi uusia, kun pinnoitettu putkisto on uudelleen saneeraus- ja korjauksessa. /3./

2.2.2 DonPro-menetelmässä käytettävä pinnoiteaine

DonPro-menetelmässä käytettävä pinnoiteaine eli epoksihartsiseos on nimeltään Tubeprotect-D. Pinnoiteaineen soveltuvuutta käyttövesiputkistojen pinnoittamiseen on tutkinut saksalainen Hygiene-Institut, sveitsiläinen terveystieteiden tutkimuskeskus sekä myös VTT. VTT:n tekemässä tutkimuksessa selvitettiin, soveltuuko pinnoiteaine kosketukseen talousveden kanssa. Tutkimuksessa tutkittiin yhteensä kuutta näytekappaletta, jotka olivat sisäpuolisesti pinnoitettuja halkaisijaltaan 32 millimetrisiä teräsputkia. Kyseiset näytekappaleet olivat kyseistä tutkimusta varten valmistettuja, joten niitä ei ollut otettu kenttäolosuhteista. /3./

Tutkimuksen loppulausunnon perusteella todettiin, että kyseinen pinnoiteaine eli Tubeprotect-D täyttää tutkituilta osin Euroopan parlamentin ja neuvoston asetuksen (EY) N:o 1935/2004 yleiset laatuvaatimukset. Voidaan siis todeta, että pinnoiteaine soveltuu käytettäväksi kylmän talousveden johtamiseen. Tutkimuksessa tarkasteltiin ainoastaan pinnoitteen soveltuvuutta kylmän talousveden johtamiseen, joten VTT ei ole tutkinut pinnoiteaineen soveltuvuutta muihin putkistoihin. /3./

Kyseistä pinnoiteaineen (Tubeprotect) soveltuvuutta kuumien vesien kanssa on tutkinut NSF International. Tutkimuksen loppulausunnon perusteella voidaan päätellä, että pinnoiteaine on läpäissyt tutkimuksessa testatut laatuvaatimukset. Käyttövesiputkisto-

jen sisäpuolista pinnoittamista kyseisellä pinnoiteaineella on siis tutkittu suhteellisen laajasti, niin muissa maissa kuin myös Suomessa. /3./

3 DONPRO-PINNOITUSMENETELMÄN PÄÄVAIHEET

DonPro-pinnoitusmenetelmässä on myös kolme päävaihetta, jotka ovat putkistojen kuivaaminen, puhdistaminen sekä lopuksi sisäpuolinen pinnoittaminen Tubeprotect-D pinnoiteaineella. Käyttövesiputkistojen pinnoitukseen liittyy vielä lisäksi sekä valmistelevia että pinnoituksen jälkeen tehtäviä toimenpiteitä.

Ennen käyttövesiputkistojen saneerauksen aloittamista urakoiva yritys tutustuu saneerattavaan kohteeseen. Kohteeseen tutustumisen tarkoituksena on kerätä tietoa käyttövesiputkiston kunnosta, venttiilien mahdollisesta vaihtotarpeesta sekä putkistoiden ns. vuotohistoriasta. Usein myös kartoitetaan asuntokohtaisesti esimerkiksi sekoittajien vaihtotarvetta sekä mahdollisia rakenneaukaisujen kohteita, kuten vanhoissa putkistoissa esiintyviä vuotokohtia tai tukkeutuneita putkisto-osuuksia. Kohteeseen tutustutaan myös siksi, koska halutaan varmistua käyttövesiputkistojen nykytilanteesta verrattuna saatavilla oleviin putkiinrakennuksiin. /3./

Ennen pinnoitusurakan aloittamista urakoiva yritys suunnittelee käytännön järjestelyjä, kuten pinnoituslaitteiden sijoittamista työmaalle. Pinnoituslaitteiden eli saneerauskaluston sijoittamista työmaalle on tärkeää miettiä, jotta pystytään turvaamaan mahdollisten pelastusteiden avoimeksi jääminen ja varmistamaan, että saneeraustyö aiheuttaisi mahdollisimman vähän esteitä esimerkiksi kerrostalokohteiden piha-alueella liikkumiselle. Urakoivan yrityksen tulee myös huolehtia asuttavuuden turvaamisesta, tarvittavasta lattioiden sekä käytävien suojaamisesta, saneeraustyön aikaisesta käyttöveden saannista sekä tietenkin muihinkin putkisaneerausmenetelmiin liittyvistä viranomaisluvista. Urakoiva yritys huolehtii myös saneerauskohteen asukkaiden riittävästä tiedonsaannista liittyen pinnoitusurakan aikatauluihin sekä muihin käytännön asioihin. /3./

3.1 Kuivaaminen

Ensimmäisenä kolmesta pinnoitukseen liittyvästä päätyövaiheesta on pinnoitettavan putkisto-osuuden kuivaaminen. Kuivausprosessi aloitetaan siten, että pinnoitettavasta putkisto-osuudesta katkaistaan vesi eli suljetaan tarvittavat sulut. Jos kyseessä on esimerkiksi kerrostalosaneerauskohte, usein kyseiset sulut löytyvät kerrostalon pohjakerroksesta. Veden katkaisun jälkeen saneerattavasta linjasta tyhjennetään vesi aukaisemalla sekoittajat, jotta vesi pystytään valuttamaan pois, esimerkiksi suoraan viemäriin. Linjan tyhjentämisen jälkeen saneerattavasta putkisto-osuudesta irrotetaan sulut, venttiilit sekä sekoittajat, jotta pystytään asentamaan linjaosuuksien päihin tarvittavat saneerausadapterit. Saneerausadaptereihin liitetään tarvittavat paineletkut, jotta saadaan aikaiseksi suljettu kierto saneerattavan putkisto-osuuden sekä saneerauslaitteiston välille. /3./

Kun edellä mainitut toimenpiteet on tehty, voidaan aloittaa putkisto-osuuden varsinainen kuivaamisprosessi. Kuivaaminen tapahtuu lämpimällä paineilmalla, joka johdetaan saneerattavan putkisto-osuuden läpi suljetussa kierrossa. Tällöin putkien sisäpuolella oleva kosteus poistuu ja likakerrostumat putkisto-osuuden sisällä kuivuvat. Kyseinen työvaihe tulee tehdä huolellisesti, jotta varmistutaan saneerattavan putkisto-osuuden täydellisestä kuivumisesta. Putkisto-osuuden tulee olla kuiva, jotta putkien sisäpuoliset likakerrostumat saadaan puhdistettua seuraavassa työvaiheessa riittävän tarkasti. Kuivaamisessa käytettävää lämmintä paineilmaa saadaan aikaiseksi saneerauskalustoon kuuluvalta paineilmakompressorilta. /3./

3.2 Puhdistaminen

Kuivaamisprosessin jälkeen on vuorossa toinen saneeraukseen liittyvä päätyövaihe eli kuivatun putkisto-osuuden sisäpuolinen puhdistaminen. Putkien sisäpuolinen puhdistaminen tehdään hiekkapuhallusta muistuttavalla tavalla siten, että puhdistukseen tarkoitettua hiovaa hiekkamateriaalia imetään saneerattavan putkisto-osuuden läpi suljetun kierron piirissä. Puhdistamisessa käytetään apuna siis alipainetta, joka on huomattavasti hellävaraisempi kuin perinteinen hiekkapuhallus, jossa putkiin muodostuu ylipaine, joka saattaa vahingoittaa saneerattavaa putkisto-osuutta. Alipaine suljettuun kiertoon saadaan aikaiseksi ns. alipaineimurilla. /3./

Putkien sisäpuolinen puhdistaminen voidaan tehdä kahteen eri suuntaan, jolloin tataan haluttu puhdistustulos. Jos saneerauskohteena on esimerkiksi kerrostalokohde, alipaineen muodostamiseen tarvittava alipaineimuri voidaan liittää ensin saneerattavan nousulinjan alapäähän ja puhdistaa putkisto imemällä hiekkamateriaalia eri kerroksien asuntojen vesipisteistä. Tämän jälkeen alipaineimuri voidaan liittää kerrostalon ylimmän kerroksen valittuun vesipisteeseen/vesipisteisiin ja puhdistaa putkisto myös toiseen suuntaan. /3./

Puhdistettavista putkista irtoava lika sekä puhdistava hiekkamateriaali johdetaan saneerattavan kohteen ulkopuolella olevaan likasäiliöön (erillinen säiliö tai alipaineimurissa oleva keräysastia). Puhdistustulosta tarkastellaan putkistojen kuvaamiseen tarkoitetuilla kameroilla, jotta varmistutaan putkien riittävästä puhtaudesta. Puhdistusprosessia jatketaan kunnes likakerrostumat ovat puhdistuneet täydellisesti. Kameroiden käyttö puhdistusprosessin aikana on järkevää, koska näin pystytään varmistumaan myös, että puhdistettava putkisto on täysin ehjä puhdistamisen jälkeen. Jos kameralla havaitaan, että puhdistetun putkisto-osuuden tietty kohta ei ole riittävän kestävä pinnoitusta varten, tällöin kyseinen kohta vaihdetaan uuteen. Puhdistetuista putkista otetaan myös kuvatalenteita, jotka myöhemmin luovutetaan saneerauskohteen tilaajalle. /3./

Puhdistusprosessin aikana on muistettava, että saneerattava putkisto voi olla myös todella huonossa kunnossa, joten puhdistamisen on tapahduttava erityisen hellävaraisesti, jotta putket pysyvät kunnossa. Edellä mainittu alipaineinen puhdistustapa on tämän takia huomattavasti parempi verrattuna ylipaineiseen, koska putkistoihin syötettävä ylipaine voi todella herkästi vahingoittaa puhdistettavaa putkisto-osuutta. Ylipaineeseen puhdistukseen liittyy myös ylipainetesti, joka tässä tapauksessa voidaan jättää suorittamatta, koska puhdistukseen käytetään alipainetta. /3./

3.3 Pinnoittaminen

Puhdistamisen jälkeen on vuorossa viimeinen päätyövaihe eli saneerattavan putkisto-osuuden sisäpuolinen rakentaminen eli pinnoittaminen. Pinnoittaminen on aloitettava aina kahden tunnin kuluessa puhdistusprosessin päättymisestä, koska saneerattavaan putkisto-osuuteen alkaa muodostua kosteutta hyvin lyhyessä ajassa. Pinnoittaminen tehdään jo edellä mainitulla epoksihartsiseoksella, joka on tarkoitettu käytettäväksi

käyttövesiputkistojen pinnoituksessa. Pinnoiteaine koostuu kahdesta eri komponentista (epoksista ja kovetteesta), joten pinnoiteaineen valmistaminen vaatii ns. sekoitus-koneen eli mikserin, jolla komponentit A ja B saadaan sekoitettua haluttuun suhteeseen. /3./

Mikserin sekoittama pinnoiteaine valutetaan annostelupatruunaan ja patruuna viedään pinnoitettavan linjan tiettyyn vesipisteeseen, josta pinnoittaminen aloitetaan. Pinnoiteaine saadaan annostelupatruunasta putkiston sisäpuolelle siten, että annostelupatruuna liitetään saneerausadapteriin ja tämän jälkeen annostelupatruunan läpi syötetään paineilmaa, jolloin pinnoiteaine lähtee liikkeelle. Tarvittava paineilma saadaan asunto-kohtaisista jakotukeista. Myös alipaineimurin aikaansaama alipaine helpottaa pinnoiteaineen kulkua putkistossa. /3./

Pinnoittamista jatketaan vesipisteestä toiseen niin kauan, kunnes koko saneerattava putkisto-osuus on sisäpuolisesti pinnoiteaineen peitossa. Jos pinnoitettavana putkisto-osuutena on lämminvesiputkisto, pinnoitus tehdään ainoastaan yhden kerran. Kylmävesiputkistot pinnoitetaan aina kahteen kertaan, koska usein kylmävesiputkistot ovat kooltaan suurempia kuin lämminvesiputkistot. Paineilmaa käytetään pinnoitusvaiheessa siksi, että saadaan pinnoiteaine levittymään tasaisesti putkien sisäpintoihin. Pinnoiteainetta on oltava koko saneerattavalla putkisto-osuudella ja pinnoiteaineen paksuuden tulee olla putken sisäpuolella minimissään 0,3 millimetriä ja maksimissaan 4,0 millimetriä. Pinnoiteaineen paksuus vaihtelee siis pinnoitettavien putkien kokojen mukaan. /3./

Kun pinnoiteaine on saatu levittymään tasaisesti, pinnoitettu putkisto-osuus jätetään kuivumaan, jotta saadaan aikaiseksi pinnoiteaineen oikea sidostus. Kuivumisessa apuna käytetään lämmintä paineilmaa, joka kiertää pinnoitetussa putkisto-osuudessa kuivattaen pinnoiteainetta. Pinnoitetun putkisto-osuuden kuivuminen vie aikaa kuudesta kahdeksaan tuntia. Kuivumisen jälkeen pinnoiteaine on saavuttanut lopullisen kovuuden, joten seuraavina työvaiheina ovat vuorossa pinnoitusprosessin viimeistelevät työt. /3./

3.4 Pinnoitusprosessin viimeistelevät työt

Pinnoiteaineen kuivumisen jälkeen suoritetaan pinnoitusprosessin viimeistelevät työt. Pinnoituksen onnistuminen tarkistetaan kuvaamalla pinnoitettu putkisto-osuus sisäpuolisesti. Kuvaamiseen käytetään putkien kuvaamiseen sopivia kameroita. Pinnoitetuista putkista otetaan kuvatalenteita, jotka myöhemmin luovutetaan saneerauskohteeseen. Tarkistuskuvauksen jälkeen voidaan asentaa vesipisteisiin tarvittavat sulut, jotta seuraavaksi tehtävä painekoe olisi mahdollinen. Pinnoitetulle putkisto-osuudelle tehdään painekoe, jotta varmistutaan pinnoituksen onnistumisesta sekä putkisto-osuuden tiivyydestä. /3./

Painekokeen onnistumisen jälkeen voidaan asentaa irrotetut sekoittajat/kalusteet takaisin paikoilleen. On myös mahdollista, että vanhoja kalusteita kuten suihkusekoittajia ei asenneta enää takaisin. Saneerauskohteessa on voitu sopia uusien vesikalusteiden hankinnasta, jolloin urakoiva yritys asentaa uudet kalusteet paikoilleen ja tekee kalusteasennuksiin tarvittavat putkityöt. /3./

Kalusteasennuksien jälkeen varmistetaan, että kaikki tarvittavat toimenpiteet on suoritettu, jotta voidaan kytkeä käyttövesi saneerattuun linjaan. Veden kytkemisen jälkeen tarkistetaan vielä, ettei missään pinnoitetulla putkisto-osuudella esiinny vuotoja. Vesipisteiden sulut aukaistaan ja kaikista saneeratun linjan vesipisteistä juoksetetaan vettä, jotta varmistutaan pinnoituksen onnistumisesta sekä linjan toimivuudesta. Toimenpiteiden jälkeen saneerattu putkisto-osuus on valmis käytettäväksi, joten urakoiva yritys siirtyy seuraavaan saneerauslinjaan, jossa tehdään jälleen samat työvaiheet kuin edellisessä saneerauslinjassa. /3/

4 MENETELMÄSSÄ KÄYTETTÄVÄT LAITTEET SEKÄ AINEET

Käyttövesiputkistojen sisäpuolinen pinnoittaminen vaatii suhteellisen paljon erilaisia laitteita sekä aineita, joista kerron seuraavassa osiossa lisää. Keskityn pinnoituksen kannalta tärkeimpiin laitteisiin sekä aineisiin, jotta opinnäytetyön lukija saa hyvän käsityksen siitä, mitä kaikkia laitteita liittyy käyttövesiputkistojen sisäpuoliseen pinnoittamiseen. Käytettävistä laitteista kerron peruserätyt. Kuvien avulla pyrin selkeyttämään ajatusta käyttövesiputkistojen pinnoituksen kokonaisprosessista. Käytettä-

vien laitteiden teknisiä tietoja en tule julkaisemaan, koska kyseiset asiat ovat opinnäytetyön tilaajan kannalta epäedullisia.

4.1 Paineilmakompressori

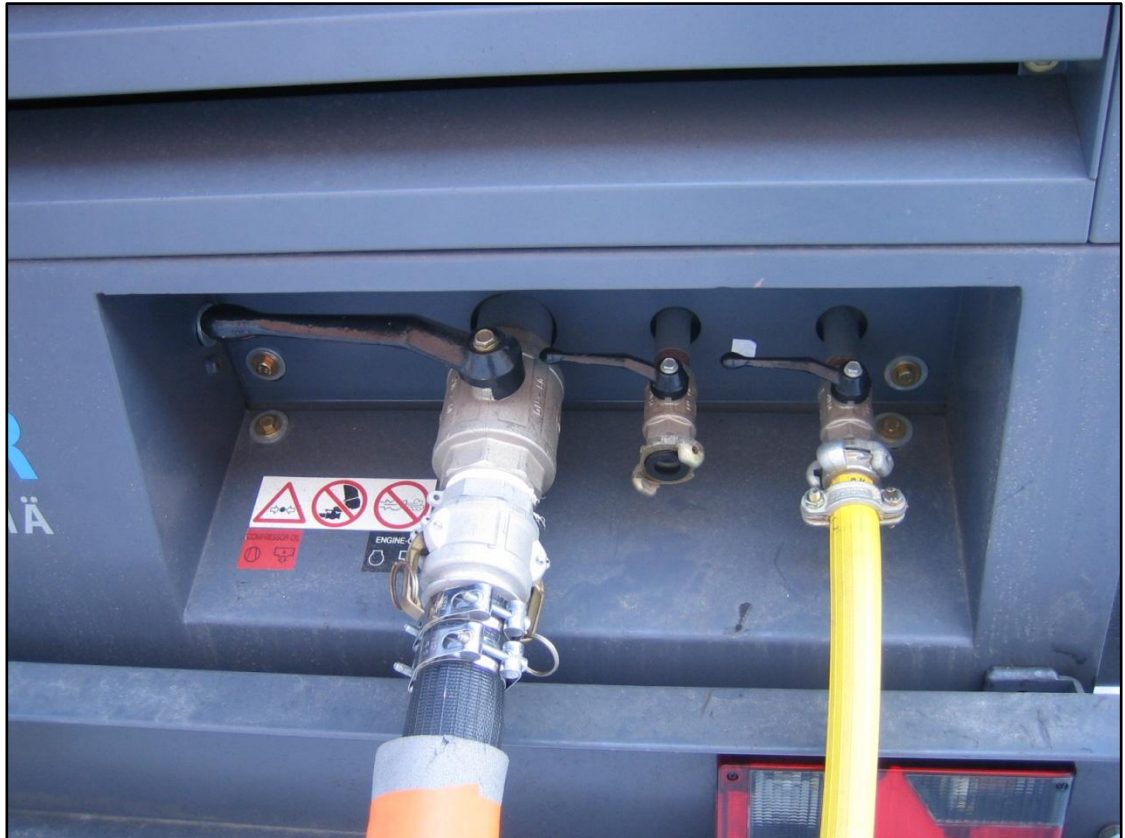
Paineilmakompressori (kuva 1) on yksi tärkeimmistä laitteista, jota käytetään käyttövesiputkistojen pinnoittamisessa. Paineilmakompressori tuottaa käydessään lämmintä paineilmaa, jota käytetään pinnoituksen jokaisessa työvaiheessa. Paineilmakompressori sijoitetaan saneeraustyömaalle siten, että paineilmakompressorista saadaan johdettua lämmin paineilma (25–35 celsiusasteinen) haluttuun pisteeseen eli käytännössä pääjakotukille, joka sijaitsee saneerattavan putkisto-osuuden lähetyvillä.

Paineilmakompressoreita on lukuisia erilaisia, koska myös niiden valmistajia löytyy useita. Paineilmakompressorit painavat muutamia tonneja, joten niiden liikutteluun tarvitaan suhteellisen voimakkaat ajoneuvot. Paineilmakompressorista saatavan lämpimän paineilman lämpötilaa voidaan säätää kompressorin säätölaitteistosta, jotta saadaan jokaiseen pinnoituksen eri työvaiheeseen haluttu paineilman lämpötila.



KUVA 1. Paineilmakompressori /6/

Paineilmakompressorista saatava lämmin paineilma johdetaan erilaisia paineletkuja pitkin haluttuun kohteeseen. Paineilmaletkut liitetään kompressorin takaosassa sijaitseviin liittimiin. Kompressorin käynnistetään virtanappulasta, joka sijaitsee kompressorin sivussa. Kompressorin käynnistettäessä on muistettava sulkea kompressorin takaosassa sijaitsevat sulkuventtiilit (kuva 2), jotta tarvittava paine saadaan aikaiseksi kompressorin sisällä.



KUVA 2. Paineilmakompressorin sulkuventtiilit /6/

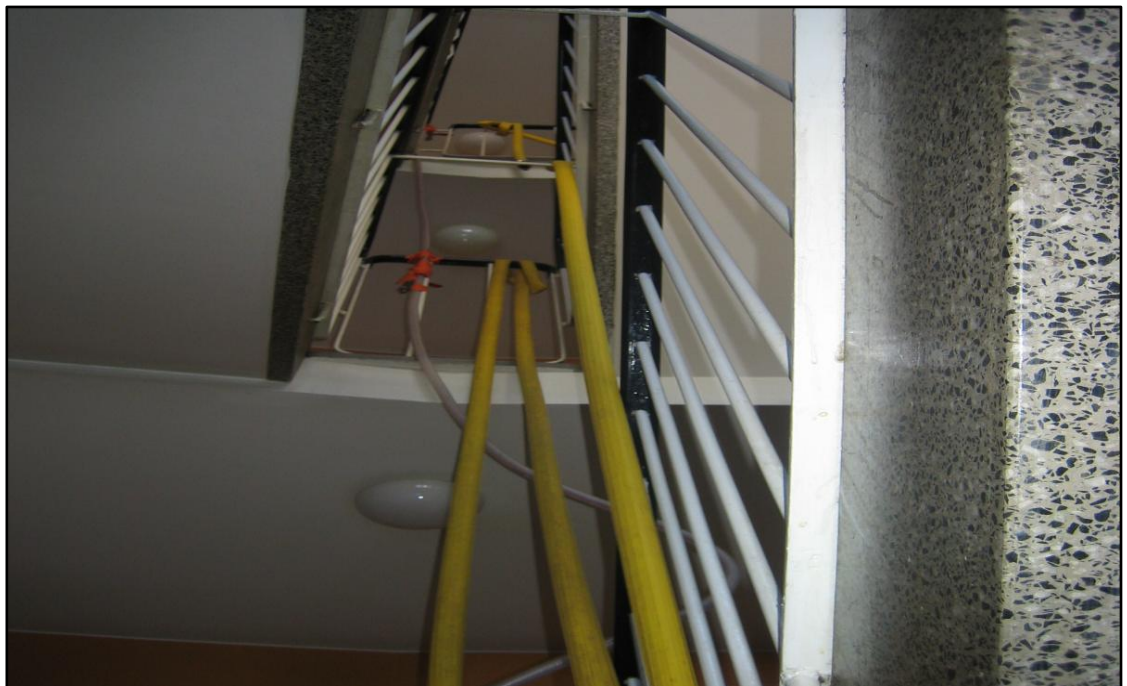
4.2 Pääjakotukki

Paineilmakompressorista saatava lämmin paineilma johdetaan paineletkua pitkin pääjakotukille (kuva 3), joka sijaitsee saneerattavan putkisto-osuuden läheisyydessä. Pääjakotukin tehtävänä on jakaa lämmin paineilma saneerattaviin vesipisteisiin. Jos saneerauskohteena on esimerkiksi kerrostalokohde, pääjakotukilta paineilma jaetaan kerrostaloasuntoihin käyttämällä erilaisia paineletkuja, jotka vievät kerrostalon rappukäytävässä jokaiseen asuinkerrokseen (kuva 4).

Pääjakotukista pystytään säätämään saneerauspuisteisiin kulkevaa paineilman määrää kääntämällä pääjakotukin sulkuventtiilejä haluttuun asentoon. Pääjakotukin yhteydessä sijaitsee myös painemittarit, joista voidaan tarkkailla pääjakotukilla olevaa paineilman määrää.



KUVA 3. Pääjakotukki /6/



KUVA 4. Paineletkut rappukäytävässä /6/

4.3 Asuntokohtaiset jakotukit ja saneerausadapterit

Pääjakotukilta paineletkuja pitkin tuleva lämmin paineilma johdetaan asuntokohtaisiin jakotukkeihin (kuva 5), jotka sijaitsevat saneerattavien asuntojen sisällä. Asuntokohtaisten jakotukkien tehtävänä on jakaa lämmin paineilma saneerattaviin vesipisteisiin. Lämmin paineilma saadaan johdettua vesipisteisiin erilaisten paineletkujen avulla, jotka kiinnitetään sekä asuntokohtaiseen jakotukkiin että saneerausadaptereihin. Saneerausadapterit (kuva 6) asennetaan hanakulmarasioihin/muihin tarvittaviin pisteisiin, jotta pinnoitusprosessi pystytään suorittamaan.



KUVA 5. Asuntokohtainen jakotukki /6/



KUVA 6. Saneerausadapterit /6/

4.4 Alipaineimuri

Alipaineimuri (kuva 7) on myös yksi tärkeimmistä laitteista, jota käytetään käyttövesiputkistojen pinnoitusprosessissa. Alipaineimurin yläosasta löytyy suodatin, joka poistaa pölyä imuriin tulevista aineista. Suodatin puhdistaa itse itseään sekä sähkön avulla paineilman avulla. Alipaineimurin oikeassa reunassa näkyvä keltainen paineletku tuo tarvittavan paineilman alipaineimurille. Paineilmaa siis käytetään sekä suodatinosan putsauksessa että alipaineimurin toiminnassa. Alipaineimurin alaosassa oleva oranssi sähköjohto kytketään pistorasiaan, jolloin alipaineimuri saa tarvitsevänsä sähkön alipaineen muodostamiseen sekä suodatinosan putsaukseen.

Alipaineimuri saa saneerattavan putkiston sekä saneerauskaluston välille aikaiseksi alipaineen (1-2 bar), jota käytetään pinnoitusprosessin eri työvaiheissa. Alipaineimurin alaosassa näkyvä sininen paineletku on liitettynä saneerattavaan putkisto-osuuteen. Alipaineimurin alaosa on irrotettavissa oleva likasäiliö, jonne alipaineimuri imee saneerattavan putkisto-osuuden sisäpuolisen lian sekä puhdistusprosessissa käytettävän

hiekkamateriaalin. Alipaineimurilla saadaan siis aikaiseksi suljettu kierto, jota käytetään apuna käyttövesiputkistoiden pinnoittamisessa.



KUVA 7. Alipaineimuri /6/

Alipaineimuriin tuleva sininen paineletku on liitettyä saneerattavan putkisto-osuuden haluttuun pisteeseen/pisteisiin. Alipaineimuri tuottaa suhteellisen voimakkaan imun, joten alipaineimuri pystytään liittämään useaan eri pisteeseen siten, että jaetaan imu moneen paineletkuun esimerkiksi T-haaroilla (kuva 8). Tämän jälkeen paineletkut liitetään saneerattavan putkisto-osuuden haluttuihin pisteisiin (kuva 9), jolloin saadaan aikaiseksi edellä mainittu suljettu kierto.



KUVA 8. Alipaineen jakaminen T-haaroilla /6/



KUVA 9. Alipaineen liittäminen saneerattavaan putkistoon /6/

4.5 Hiekkapuhalluslaite, käyttökohteet ja käytettävä materiaali

Saneerattavan putkiston puhdistaminen toteutetaan sekä hiekkapuhalluslaitteella että alipaineimurilla. Kun saneerattava putkisto-osuus on saatu kuivaksi, aloitetaan seuraava työvaihe eli puhdistaminen. Esimerkiksi jos kyseessä on kerrostalokohde, yleensä lämminvesiputket ovat kuparia, jolloin puhdistamisessa käytetään ainoastaan alipainetta sekä hiekkamateriaalia. Kupariputkien puhdistaminen tapahtuu siten, että saneerausadapteriin (vesipisteeseen) liitetään paineletku, jonka toinen pää jätetään avoimeksi. Tämä tarkoittaa sitä, että alipaineimuri imee jatkuvasti saneerattavaa putkistoa, jolloin kytketyn paineletkun avoimesta päästä syötetään puhdistettavaan putkistoon hienojakoista hiekkaa, joka puhdistaa putkiston sisäpuoliset likakerrostumat hyvin tehokkaasti. Putkiston sisäpuolelta irtoava lika johdetaan alipaineimurin likasäiliöön, josta kerroin jo aikaisemmin.

Teräsputkien sisäpuolisessa puhdistamisessa käytetään apuna hiekkapuhalluslaitetta (kuva 10) sekä alipaineimuria. Hiekkapuhalluslaite toimii paineilman avulla, joka tuodaan hiekkapuhalluslaitteelle esimerkiksi pääjakotukkiin/asuntokohtaiseen jakotukkiin kytkettävällä paineletkulla. Hiekkapuhalluslaitteen käyttämää paineen määrää voidaan säätää sulkuventtiileillä, jotka ovat kiinni hiekkapuhalluslaitteessa. Hiekkapuhalluslaitteen yhteydessä on myös erilliset painemittarit.

Hiekkapuhalluslaitteen käyttö on varsin yksinkertaista. Laitteen alaosaan liitetään paineletku, joka yhdistetään haluttuun saneerausadapteriin (vesipisteeseen). Laitteen yläosa muodostuu melkein kokonaan hiekkasäiliöstä, jonne puhdistukseen käytettävä hiekkamateriaali laitetaan aukeavan kannen kautta, joka sijaitsee laitteen päällä. Laitteen alaosassa sijaitsee ns. annosteluvipu, jolla säädellään puhdistettavaan putkistoon menevää hiekkamateriaalin määrää. Yksinkertaisesti ilmaistuna laite toimii seuraavalla tavalla: Laitteeseen tuodaan paineletkua pitkin käyttöpaine ja se yhdistetään haluttuun vesipisteeseen paineletkulla. Laite täytetään puhdistukseen soveltuvalla hiekkamateriaalilla ja annosteluvivusta päästetään pieniä määriä hiekkamateriaalia puhdistettavaan putkistoon. Puhdistuksessa käytetään siis sekä alipaineimurin tuottamaa alipainetta että hiekkapuhalluslaitteelta saatavaa painetta. Putkistoihin ei kuitenkaan pääse syntymään putkistoja rasittavaa ylipainetta.



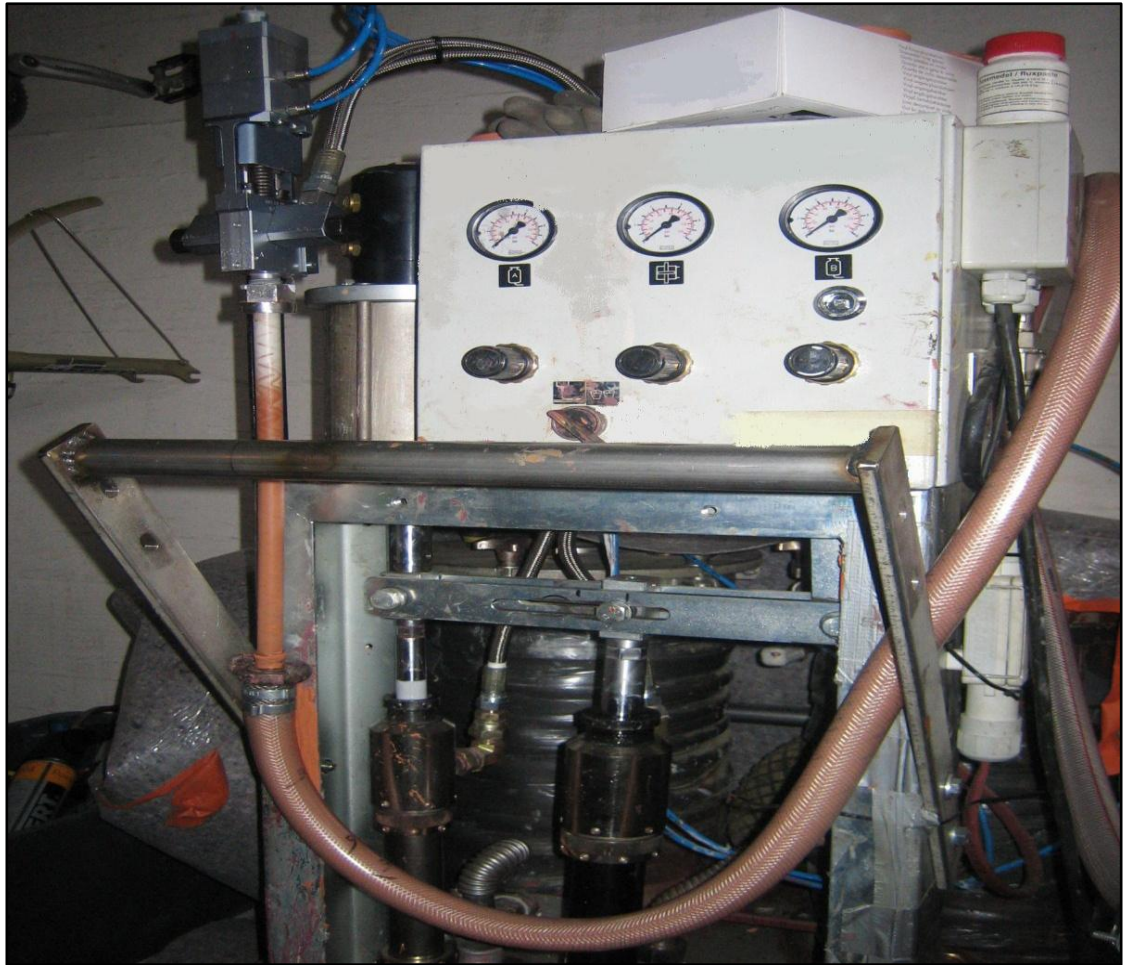
KUVA 10. Hiekkapuhalluslaite /6/

Puhdistuksessa käytettävä hiekkamateriaali on hienojakoista hiekkaa. Raekoko vaihtelee 1 millimetristä 5 millimetriin. Käytettävä raekoko valitaan putkiston koon mukaan, jotta saadaan aikaiseksi mahdollisimman tarkka puhdistustulos. Jos puhdistettava putkisto on sisäpuolelta todella likainen, puhdistuksen alkuvaiheessa voidaan käyttää todella hienojakoista hiekkaa tai jopa minimaalisen pieniä lasikuulia, jotta puhdistaminen pystytään toteuttamaan. Puhdistustulos tarkistetaan tarkistuskuvauksella, johon käytetään tietynlaisia kameroita.

4.6 Mikseri

Mikseri (kuva 11) on laite, joka sekoittaa pinnoitusaineen komponentit keskenään. Mikseri tarvitsee toimiakseen sekä paineilmaa että sähköä. Paineilman avulla laitteisto pumppaa pinnoitusaineen annostelupatruunaan. Sähkön avulla mikseri lämmittää käytettävät aineet A ja B oikeaan lämpötilaan, jotta saavutetaan pinnoiteaineen/massaseoksen oikeat tarttuvuus- ja viskositeettiarvot. Mikseri sekoittaa kaksi

komponenttia keskenään tiettyyn suhteeseen, jonka jälkeen pinnoiteaine pumpataan annostelupatruunaan. Annostelupatruunassa pinnoiteaine saadaan vietyä pinnoitettavaan vesipisteeseen.



KUVA 11. Mikseri /6/

4.7 Tallenteisiin käytettävät kamerat

Puhdistus- ja pinnoitustulosta tarkastellaan kameroilla (kuva 12), jotka sopivat kyseiseen tarkoitukseen. Kameroiden valmistajia löytyy monia, joten myös kameramalleja on olemassa lukuisia erilaisia. Käyttövesiputkistoiden kuvaamiseen tarkoitettut kamerat ovat kalliita, joten niitä tulee käyttää varovasti, jottei vahingoita kameran optiikkaa. Kameroiden peruseräiteenä ovat pitkät sekä suhteellisen ohuet kaapelit, jotka mahdollistavat putkistoiden sisäpuolisen kuvaamisen. Kameroiden optiikat ujutetaan käyttövesiputkistoiden sisäpuolelle (esimerkiksi hanakulmista), jolloin kameroiden näytöstä nähdään kuvaa putkistoiden sisältä. Kuvatallenteita otetaan sekä puhdistus-

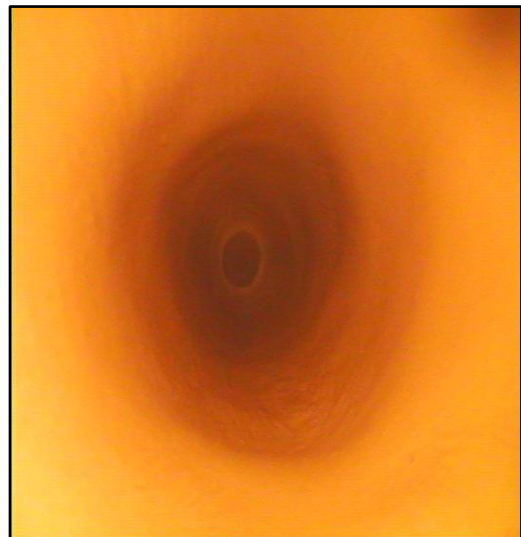
sen (kuva 13) että pinnoittamisen (kuva 14) jälkeen, jotta varmistutaan työn onnistumisesta.



KUVA 12. Esimerkki käytettävästä kamerasta /6/



KUVA 13. Puhdistettu putki



KUVA 14. Pinnoitettu putki

4.8 Puhdistamaton, puhdistettu ja pinnoitettu putki

Hyvän kokonaiskuvan saamiseksi on myös hyvä nähdä yksi esimerkki siitä, miltä voi näyttää puhdistamaton, puhdistettu ja pinnoitettu putki, kun niitä tarkastellaan vierekkäin samassa kuvassa (kuva 15). Vasemmalla on esimerkki puhdistamattomasta putkesta, keskellä on puhdistettu putki ja oikealla on esimerkki pinnoitetusta putkesta. Kyseinen kuva on ainoastaan suuntaa antava.



KUVA 15. Puhdistamaton, puhdistettu ja pinnoitettu putki /6/

5 VIRTAAMAMITTAUKSET ENNEN JA JÄLKEEN PINNOITUKSEN

Vesivirtamittaukset olivat yksi opinnäytetyöni aihealueista. Vesivirtamittausten tarkoituksena oli tarkastella käyttövesiputkistojen sisäpuolisen pinnoittamisen vaikutusta vesikalusteista saataviin vesivirtoihin. Mittauksessa siis tarkasteltiin, vaikuttaako vanhojen putkistojen puhdistaminen sekä sisäpuolinen pinnoittaminen vesikalusteiden vesivirtoihin heikentävästi vai parantavasti. Mittaukset suoritettiin työtilaajan saneerauskohteessa, joka sijaitsi Helsingin Puotilassa. Mittaukset tehtiin viikolla 12 eli maaliskuun loppupuolella vuonna 2011.

5.1 Mittauksen lähtötiedot sekä alkuvalmistelut

Vesivirtamittauksen onnistumisen edellytyksinä olivat alkuvalmistelut, jotka tehtiin siksi, että mittauksien tulokset olisivat todenmukaisia. Ensimmäisenä valittiin mittauskohde, joka sijaitsi siis Helsingin Puotilassa. Valittu kohde oli kerrostaloista muodostuva taloyhtiö, johon kuului yhteensä arviolta 70 kerrostaloasuntoa. Kohteen valitseminen oli suhteellisen helppoa, koska kyseinen saneerauskohde oli tavallinen kerrostalo, joten mittauksien tekeminen onnistuisi melko helposti. Varsinaiseksi mittauskohteeksi valittiin tietyn kerrostalorapun nousulinja/nousulinjat eli kylmävesi, lämminvesi sekä lämminvesikierto.

Mittauskohteeksi valittu nousulinja oli hyvin tavanomainen, kun mietitään kerrostaloa saneerauskohteena. Kerrostalon kellarissa kulkevista käyttövesiputkistojen runkolinjoista haarautuivat nousulinjat, jotka jakoivat käyttöveden asuinkerroksiin. Valittu mittauskohde sijaitsi kerrostalon G rapussa, jossa nousulinjoja oli yhteensä kolme kappaletta, mutta mittauksen kohteena oli ainoastaan yksi nousulinja, joka koostui kolmen asuinkerroksen käyttövesiputkistoista. Tarkasteltava nousulinja jakautui asuinkerroksiin siten, että mittauksessa tarkasteltiin yhteensä seitsemää vesipistettä, joista virtaamia mitattiin sekä ennen että jälkeen nousulinjan sisäpuolisen pinnoittamisen.

Ennen mittauksien aloittamista asuinkerroksissa tuli tehdä valmistelevia toimenpiteitä. Työntilaaaja aloitti saneeraustyön juuri valitusta nousulinjasta, joten ennen mittauksia kerrostaloasunnoiden lattiat suojattiin, jotta asunnoiden siisteys pystyttiin takaamaan. Ensimmäisenä varsinaisena työvaiheena oli nousulinjan huuhtelevminen, jotta mittaus-tuloksiin pystyttäisiin luottamaan. Huuhtelevmisen tarkoituksena oli putsata tarkastelun kohteena olevaa nousulinjaa siten, että mahdollinen irtoava lika huuhtoutuisi pois. Huuhtelevmisen tarpeellisuudesta en ollut varma, mutta ajattelin kuitenkin, että toimenpide voisi olla hyödyksi.

Nousulinjan huuhtelevminen tapahtui siten, että kävin kerroksittain laskemassa sekä kylmää että lämmintä vettä vesikalusteista. Sainkin huomata, että huuhtelevminen tuli todella tarpeeseen, koska useasta vesikalusteesta tuli todella sameaa jopa likaista vettä, joten jo tämän perusteella pystyin päättelevmään, että käyttövesiputkistojen saneeraus oli ajankohtainen tässä kerrostalokohteessa.

Huuhtelua jatkoin niin kauan, että vesikalusteista tuli mielestäni riittävän puhdasta vettä, jolloin nousulinjasta irtoava lika oli poistunut tarkasteltavasta putkisto-osuudesta. Huuhtelun jälkeen kävin jokaisen vesipisteen läpi ja irrotin tarkasteltavista vesikalusteista poresuuttimet. Irrotetut poresuuttimet putsasin huolellisesti, jottei poresuuttimissa oleva lika vääristäisi vesikalusteiden todellisia vesivirtoja. Poresuuttimien puhdistaminen oli siis mielestäni hyvin tärkeää ajatellen mittauksia.

Jo ennen pinnoitusurakan aloittamista kerrostalojen runkolinjat oli uusittu, mutta nousulinjoihin ei ollut koskettu lainkaan, joten jo tämän perusteella mittauksien kohteen valitseminen oli onnistunut hyvin. Mittauksien tulosten perusteella siis pystyttiin analysoimaan pinnoituksen vaikutusta vesivirtoihin.

5.2 Mittausvälineet ja käytetyt menetelmät

Mittauslaitteisto oli hyvin yksinkertainen, koska kyseessä ei ollut vaikea eikä pitkäkestoinen mittaus. Vesikalusteista saatavia vesivirtoja mitattiin Oraksen virtaamamittarilla (kuva 16). Virtaamamittari asetettiin vesikalusteeseen alle ja vesikalusteesta laskettiin virtaamamittarin läpi vettä, jolloin mittarin kyljessä olevalta mitta-asteikolta pystyttiin lukemaan vesivirran määrä, joko litroina minuutissa tai litroina tunnissa. Mitta-asteikoksi valitsin ensin mainitun eli vesikalusteiden vesivirtoja tarkastelin litroina minuutissa.



KUVA 16. Oras virtaamamittari

Mittauksissa käytettiin myös kahta erillistä painemittaria, joilla mitattiin sekä runkolinjojen paineita että vaikeimman vesikalusteen painetasoa. Painemittareiden sijoituspaikat löytyvät liitteestä 3. Mittareina käytettiin normaaleja painemittareita, joita työntilaaajalta löytyi työmaalta. Vaikeimman vesikalusteen painetason mittaamisessa käytettiin painemittaria, jonka mitta-asteikko oli 0-6 barin välillä, koska kyseisen mittarin oletettiin riittävän vaikeimmalle vesikalusteelle. Runkolinjojen paineen mittaamisessa käytettiin painemittaria, jonka mitta-asteikko oli 0-10 barin välillä, koska oletettavasti runkolinjojen paineet ovat suuremmat kuin vaikeimman vesikalusteen paine.

Mittaukset aloitettiin siten, että ennen vesien katkaisua käytiin jokainen vesipiste yksitellen läpi. Mitattiin Oraksen virtaamamittarilla vesikalusteista saatavat vesivirrat. Mittaukset aloitettiin ensimmäisen kerroksen keittiöhanasta, josta mitattiin ensin kylmän veden virtaama ja seuraavaksi lämpimän veden vesivirta. Näin edettiin jokainen vesipiste läpi, jotta saatiin mittaustulokset kaikista mittauspisteistä. Jo ennen vesikalusteiden virtaamatarkastelun aloittamista olin mitannut runkolinjojen eli kylmän sekä lämpimän veden runkopaineet siten, että asensin painemittarit runkolinjojen yhteyteen ja luin painemittareista runkopaineiden määrän, jotta pystyisin mittausten jälkeen analysoimaan mittaustuloksia.

Yksittäisten vesikalusteiden virtaamatarkastelun jälkeen tein seuraavan mittauksen, jonka tarkoituksena oli tarkastella vaikeimman vesikalusteen painetta sekä vesivirran määrää. Vaikein vesikaluste oli kolmannen kerroksen suihkusekoittaja, josta mittaukset suoritin. Ensin tarkastelin kylmää vettä eli kävin kääntämässä kaikki tarkasteltavat vesikalusteet kylmälle, maksimivirtaamalle. Mittasin vaikeimman vesikalusteen eli kolmannen kerroksen suihkusekoittajan vesivirran virtaamamittarilla. Mittauksen yhteydessä luin myös vaikeimman vesikalusteen paineen painemittarista, jonka olin kytkenyt kiinni vaikeimpaan vesikalusteeseen.

Mittaustulosten kirjaamisen jälkeen kävin kääntämässä kaikki tarkasteltavat vesikalusteet lämpimälle ja jälleen maksimivirtaamalle. Mittasin kolmannen kerroksen suihkusekoittajasta vesivirran virtaamamittarilla sekä luin painemittarista vaikeimman vesikalusteen paineen määrän. Näin olin saanut mitattua tarvittavat vesivirrat sekä painetasot, joten työntilaaaja pääsi aloittamaan varsinaisen pinnoitusurakan.

Edellä mainitut mittaukset tein ennen pinnoittamista yhden kerran, koska en nähnyt tarpeelliseksi tarkastella virtaamia kahteen eri kertaan. Uskoisin myös, että nousulinjan huolellinen huuhteleminen ennen mittauksien aloittamista auttoi mittaustulosten tarkkuudessa. Alun perin olin suunnitellut, että mittausten kannalta olisi hyvä, jos ainoastaan tarkasteltavassa linjassa olisi vesi kytkettynä. Tämä ei kuitenkaan ollut mahdollista, koska käyttövesiputkistojen pinnoitus tehdään aina nousulinja kerrallaan, joten jo saneeratuissa tai saneeraukseen tulevilla linjoilla on aina vesi kytkettynä.

Loppuviikosta mittasin jälleen uudelleen vesivirtoja sekä paineita. Työntilaja oli saanut pinnoituksen onnistumaan sekä painekokeen tehtyä, joten vedet kytkettiin takaisin tarkasteltavaan putkisto-osuuteen. Mittasin jälleen runkopaineet putkistoista ja yllätyksekseni huomasin, etteivät ne olleet muuttuneet edellisestä mittauksesta. Ennen mittausten aloittamista vesikalusteet asennettiin paikoilleen sekä pinnoitettu putkistosuus huuhdeltiin, jotta varmistuttiin nousulinjan toimivuudesta.

Kävin jälleen läpi tarkasteltavat vesikalusteet ja mittasin yksittäisistä kalusteista sekä kylmän että lämpimän veden virtaamat. Mittaustulosten kirjaamisen jälkeen käänsin kaikki vesikalusteet kylmälle, maksimivirtaamalle. Mittasin vaikeimman vesikalusteen virtaaman sekä kirjasin ylös painemittarin näyttämän lukeman. Lämpimälle vedelle tein samat toimenpiteet, jotta mittaukset olisivat olleet samat kuin ennen pinnoittamista.

5.3 Mittaustulokset

Ennen mittausten aloittamista tein itselleni mittauspöytäkirjat, jotta mittaustulosten kirjaaminen olisi nopeaa sekä selkeää. Mittaustulokset sekä varsinaiset mittaamiset tein yksin, jotta pystyin varmistumaan mittaustarkkuudesta sekä mittaustulosten helpposta käsittelystä. Ensimmäisenä tarkastelun kohteena olleet vesikalusteiden vesivirrat (taulukko 1) kirjasin ylös erilliseen mittauspöytäkirjaan, jotta mittauspöytäkirjan pohjalta olisi helppo tehdä yhteenveto mittaustuloksista.

TAULUKKO 1. Yksittäiset virtaamat vesikalusteista

Vesipiste	Ennen KV (l/min)	Ennen LV (l/min)	Jälkeen KV (l/min)	Jälkeen LV (l/min)	Erotus KV (l/min)	Erotus LV (l/min)	Vaikutus KV (%)	Vaikutus LV (%)
3. krs suihku	15	13	18	14	+3	+1	20,0	7,7
3. krs keittiöhana	10	8	18	15	+8	+7	80,0	87,5
2. krs suihku	12	10	17	14	+5	+4	41,7	40,0
2. krs pesuallas	12	10	14	12	+2	+2	16,7	20,0
2. krs keittiöhana	22	20	22	20	±0	±0	0,0	0,0
1. krs suihku	22	20	23	20	+1	±0	4,5	0,0
1. krs keittiöhana	22	22	22	22	±0	±0	0,0	0,0

Ennen sekä jälkeen pinnoittamisen vesikalusteista saatuja vesivirtoja vertasin keskenään toisiinsa, jotta pystyin havainnoimaan sekä arvioimaan mittauksen tarkoituksena olevaa aihealuetta eli pinnoittamisen vaikutusta vesikalusteista saataviin vesivirtoihin.

Toisesta mittauskohteesta eli vaikeimman vesikalusteen vesivirrasta sekä painetasosta (taulukko 2) tein erillisen mittauspöytäkirjan, johon tulokset oli hyvin yksinkertainen kirjata ylös. Kyseiseen mittauspöytäkirjaan merkitsin myös runkopaineiden arvot, jotka mittasin ennen sekä jälkeen pinnoittamisen. Mittauspöytäkirjan pohjalta laadin yksinkertaisen sekä selkeän taulukon, josta tuloksia on helppo vertailla sekä tarkastella.

TAULUKKO 2. Vaikein vesikaluste ja runkopaine

Vaikein vesipiste	Ennen KV (l/min)	Ennen LV (l/min)	Ennen KV paine (bar)	Ennen LV paine (bar)	Jälkeen KV (l/min)	Jälkeen LV (l/min)	Jälkeen KV paine (bar)	Jälkeen LV paine (bar)
3. krs suihku	17	15	4,4	4,5	19	16	4,7	4,8
	Vaikutus KV (%)	Vaikutus LV (%)	Vaikutus KV paine (bar)	Vaikutus LV paine (bar)	Runkopaine ennen KV (bar)	Runkopaine ennen LV (bar)	Runkopaine jälkeen KV (bar)	Runkopaine jälkeen LV (bar)
3. krs suihku	11,8	6,7	0,3	0,3	6,0	6,0	6,0	6,0

Vaikka runkopaine on merkitty samalle riville kuin kolmannen kerroksen suihkun tulokset, runkopainetta ei ole mitattu suihkulta. Runkopaine on mitattu kellarista, jossa mittauksen kohteena olevat runkolinjat sijaitsivat.

5.4 Mittaustulosten analysointi

Tulosten analysoinnin avulla on tarkoitus antaa selkeä käsitys työntilajalle siitä, miten käyttövesiputkistojen sisäpuolinen pinnoittaminen vaikuttaa vesikalusteiden vesivirtoihin. Analysoinnin tarkoituksena on pohtia erilaisia vaihtoehtoja, jotka saattavat vaikuttaa käyttövesiputkistojen vesikalusteiden vesivirtoihin sekä mitattuihin paineen määriin.

Ensimmäisenä tarkastelen yksittäisten vesikalusteiden vesivirtojen määrää ennen sekä jälkeen pinnoittamisen. Tulokset on koottu jo edellä mainitussa taulukossa 1, jossa mittaustulokset ovat helposti näkyvillä. Taulukkoon on myös laskettu vesikalusteista saatavien vesivirtojen erotukset, niin kylmälle kuin myös lämpimälle vedelle. Lopuksi on laskettu pinnoittamisen vaikutus vesikalusteista saataviin virtaamiin. Vaikutus on merkittynä prosentteina, jotka tarkoittavat sitä, kuinka paljon parempaan suuntaan vesivirrat ovat menneet pinnoituksen ansiosta.

Tulosten perusteella on helppo huomata, että pinnoittaminen on vaikuttanut vesikalusteista saataviin vesivirtoihin yleisesti katsoen parantavasti. Missään vesipisteessä pinnoituksella ei ole ollut vesivirtoihin alentavaa vaikutusta. Tuloksista voi päätellä, että kauempana runkolinjasta olevat vesipisteet ovat vesivirtojen vaikutuksen suhteen hieman parempia eli kyseisissä vesipisteissä virtaamat ovat kasvaneet enemmän kuin lähempänä runkolinjaa olevissa vesipisteissä.

Suurin vaikutus vesivirtoihin oli kolmannen kerroksen keittiösekoittajassa, jossa sekä kylmän että lämpimän veden virtaamat paranivat yli kahdeksankymmentä prosenttia. Mielestäni kyseinen mittaustulos kertoo sen, että nousulinjasta keittiösekoittajalle haaraavat putket ovat olleet todella likaisia sisäpuolelta. Kylmävesiputkien sisäpuolelle kertynyt lika sekä ruoste ovat vaikuttaneet vesivirtoihin huomattavasti. Myös lämminvesiputkiston sisäpuolelle kertynyt kalkki on hidastanut veden virtausta. Pinnoitusprosessin puhdistaminen on poistanut lian ja sisäpuolinen pinnoite on tehnyt putkien sisäpuolesta liukkaan, jolloin veden virtaus putkissa on parantunut merkittävästi.

Kalusteista saatavat vesivirrat eivät juuri muuttuneet ensimmäisen kerroksen vesipisteissä eikä myöskään toisen kerroksen keittiösekoittajassa. Yksi syy tähän voisi mielestäni olla se, että kyseiset vesipisteet ovat suhteellisen lähellä runkolinjaa, jossa

käyttöveden paine on suuri, jolloin myös kyseisiin vesipisteisiin menevät putkisto-osuudet ovat pysyneet ns. puhtaina suhteellisen kovan paineen ansiosta. Nousulinjan sisäpuolinen likaisuus on tietenkin vaikuttanut siten, että putkistot eivät ole olleet taiseksi lian sekä ruosteen peitossa, jolloin eivät pinnoituksen vaikutuksetkaan ole samanlaisia jokaisessa vesipisteessä.

Yleisesti katsottuna kylmävesiputkiston tulisi olla likaisempi kuin lämminvesiputkiston, koska tarkastelun kohteena olleessa nousulinjassa kylmävesi oli terästä ja lämminvesi kuparia. Voisi siis ajatella, että kylmän veden virtaamat olisivat parantuneet puhdistuksen ja pinnoituksen vaikutuksesta enemmän kuin lämpimän veden, mutta näin ei kuitenkaan tapahtunut vaan virtaamien vaikutukset olivat keskimäärin yhtä suuret molemmissa putkistoissa.

Toisena tarkastelen pinnoituksen vaikutusta vaikeimman vesipisteen vesivirtoihin sekä paineeseen. Mittaustulokset on koottu edellä olevaan taulukkoon (taulukko 2), jonka pohjalta analysoin sekä pohdin pinnoituksen vaikutusta vaikeimman vesipisteen vesivirtoihin sekä paineisiin. Taulukkoon on laskettu vaikutus kylmän ja lämpimän veden virtaamiin sekä vaikutukset vaikeimman vesikalusteen paineen määriin.

Nousulinjan vaikeimman vesikalusteen vesivirrat ovat parantuneet pinnoituksen vaikutuksesta. Kylmän veden virtaama on kasvanut likimain yksitoista prosenttia ja lämpimän veden virtaama noin seitsemän prosenttia. Mielestäni kyseiset tulokset ovat luotettavuudeltaan melko todenmukaisia, koska vesivirtojen suhteellinen kasvaminen on pysynyt järkevissä mitoissa. Vaikeimman vesikalusteen virtaaman kasvaminen ei ollut kovinkaan suuri yllätys, koska myös yksittäisten vesikalusteiden vesivirrat kasvoivat melkein jokaisessa tarkastellussa vesipisteessä.

Vaikeimmalle vesipisteelle käytössä olevat paineiden määrät kasvoivat myös pinnoituksen vaikutuksesta. Jo ennen pinnoitusta kylmän sekä lämpimän veden vaikeimman vesipisteen paineiden määrät olivat hyvin lähellä toisiaan (KV 4,4 bar ja LV 4,5 bar). Pinnoituksen jälkeen kylmän veden paine vaikeimmasta vesipisteestä oli 4,7 baria ja lämpimän veden 4,8 baria, joten molemmat lisääntyivät 0,3 baria.

Vaikeimman vesipisteen vesivirtoja mitatessani huomasin, että vesikalusteesta saatavat vesivirrat olivat suurempia kuin yksittäin mitattuna. Vaikka kaikki tarkasteltavat

vesikalusteet olivat maksimivirtaamalla, silti vaikeimman vesipisteen vesivirrat olivat suuremmat kuin yksittäismittauksessa, jolloin tarkasteltiin yhtä vesipistettä kerrallaan.

Runkopaineen määrä oli sama ennen sekä jälkeen pinnoittamisen. Molemmissa tapauksissa sekä kylmän että lämpimän veden painemittarit näyttivät tasan 6,0 baria. Ennen sekä jälkeen pinnoittamisen vaikeimmalle vesikalusteelle oli käytettävissä tietyt painemäärät, jotka löytyvät edellä mainitusta taulukosta 2. Kyseisten lukujen perusteella voidaan siis laskea, että ennen pinnoitusta kylmän veden painehäviöt olivat 1,6 baria ja lämpimän veden 1,5 baria. Pinnoituksen jälkeen kyseiset painehäviöt olivat kylmälle 1,3 baria ja lämpimälle 1,2 baria. Molemmissa tapauksissa painehäviöt ovat laskeneet 0,3 baria eli, käytännössä tämä tarkoittaa, että pinnoitettujen putkisto-osuuksien painehäviöt ovat vähentyneet 0,3 baria.

Kokonaispainehäviön määrään vaikuttaa niin tarkasteltavassa putkisto-osuudessa syntyvät painehäviöt kuin myös korkeuseroista johtuvat staattisen paineen muutokset. Mittasin mielenkiinnosta myös korkeuseron vaikeimman vesipisteen sekä runkolinjan suhteen. Mittaustulokseksi sain tasan seitsemän metriä, joka tarkoittaa, että korkeuserosta johtuva painehäviö on 0,7 baria, koska 10 mvp (metriä vesipatsasta) vastaa 1 barin painehäviötä. Staattisen paineen vaikutuksen ollessa 0,7 baria, putkistoissa aiheutuvat painehäviöt ennen pinnoitusta ovat 0,9 baria kylmälle ja 0,8 baria lämpimälle. Pinnoituksen jälkeen putkistoissa aiheutuvat painehäviöt ovat 0,6 baria kylmälle ja 0,5 baria lämpimälle.

5.5 Yhteenveto mittauksista

Mittaukset onnistuivat mielestäni melko hyvin, koska olin etukäteen perehtynyt siihen, miten mittaukset pystyn sekä aion toteuttaa. Mittaukset oli suhteellisen helppo toteuttaa, koska kohteeksi valitsin yhden nousulinjan. Mielestäni yhden nousulinjan valitseminen oli tässä tapauksessa asianmukaista, koska kyseisessä saneerauskohteessa nousulinjat olivat pääpiirteittäin samanlaisia.

Ongelmana mittauksissa voisin pitää vesikalusteiden suhteellisen suuria vesivirtoja, joita oli välillä hieman vaikea mitata, koska Oraksen virtaamamittarin mitta-asteikko oli tiettyyn vesimäärään rajattu. Vesivirtamittarin lukemataarkkuus oli kuitenkin jokaisessa mittauksessa sama, koska mittarin käyttäjä oli ainoastaan yksi.

Mittaustulosten perusteella ainakin tarkasteltavan nousulinjan vesikalusteista saatavat virtaamat lisääntyvät pinnoituksen vaikutuksesta. Käyttövesiputkistojen sisäpuolinen pinnoite tekee putkistojen sisäpuolet liukkaiksi, jolloin veden on helpompi virrata putkistoissa vaikka pinnoite hieman pienentääkin putkien sisähalkaisijoita.

Mittaustuloksien perusteella on myös syytä miettiä, että ylittääkö vaikeimman vesikalusteen mitatut vesivirrat Suomen rakentamismääräyskokoelman D1 määräyksiä. Suihkulle D1:ssä on määrätty normivirtaama (q_N) 0,2 litraa sekunnissa eli 12 litraa minuutissa sekä kylmälle että lämpimälle vedelle. Vaikeimmalle vesikalusteelle D1:ssä on määräys, joka määrittää vaikeimmasta vesikalusteesta saatavan virtaaman (q) siten, että kalusteen vesivirran tulee olla paineolosuhteista riippuen: $0,70 q_N \leq q \leq 1,5 q_N$. Tämä tarkoittaa, että kalusteen vesivirran tulee olla korkeintaan 150 % ja vähintään 70 % kalusteen normivirtaamasta.

Vaikeimman kalusteen kylmän veden vesivirta pinnoituksen jälkeen oli 19 litraa minuutissa. Edellisen ehdon mukaan tämä tarkoittaa sitä, että vaikeimmasta vesikalusteesta saadaan 158 prosenttinen normivirtaama. Määritetty normivirtaama ylittää sallitun ylärajan. Kyseinen ongelma voidaan korjata siten, että asennetaan paineenalennusventtiili, jolla vesikalusteen paine saadaan pidettyä halutulla tasolla. Asentamalla paineenalennusventtiili vältetään ylisuuresta paineesta johtuva veden hukkakulutus.

6 TYYTYVÄISYYSKYSELY SANEERATUISTA KOHTEISTA

Tyytyväisyyskyselyn tarkoituksena oli kerätä palaute siitä, miten työntilaaaja on onnistunut vuosien varrella tekemissään saneerauskohteissa. Tyytyväisyyskyselyn kysymyslomake (liite 1) laadittiin yhdessä työntilaaajan kanssa, jotta varmistuttiin tyytyväisyyskyselyn oikeasta sisällöstä. Tyytyväisyyskysely toimitettiin kohderyhmälle kirjepostina. Ajatuksena oli myös, että kysely olisi lähetetty sähköpostilla, mutta lopulta tulimme siihen tulokseen, että varmemman vastauksen kohderyhmäläisiltä saa perinteisellä kirjepostilla. Tyytyväisyyskyselystä tehtiin mahdollisimman yksinkertainen, jotta kohderyhmäläisten olisi helppo vastata tehtyihin kysymyksiin.

Tyytyväisyyskyselylomake toimitettiin vastaanottajille kirjekuoressa yhdessä saatekirjeen sekä palautuskuoren kanssa. Saatekirjeessä (liite 2) kerrottiin kyselyn tarkoituksesta sekä ohjeistettiin kysymyksien vastaustapoihin. Saatekirjeen tarkoituksena oli lähestyä kohderyhmää mahdollisimman mukavalla tavalla, jotta kohderyhmäläiset ottaisivat osaa kyselyyn ja lähettäisivät vastaukset takaisin kyselyn tekijälle.

6.1 Tyytyväisyyskyselyn kohderyhmä

Tyytyväisyyskysely lähetettiin vastaanottajille maaliskuun 2011 alussa ja kyselyyn annettiin vastausaikaa kolme viikkoa, joka mielestäni on riittävä ajatellen kyselyn suhteellisen suppeaa laajuutta. Kyselyn kohderyhmä koostui työntilaajan tekemien saneerauskohteiden isännöitsijöistä tai taloyhtiöiden hallituksen puheenjohtajista. Kyselyn kohderyhmä valittiin edellä mainituksi, koska kyseisiltä henkilöiltä oletimme saavamme vastauksen tyytyväisyyskyselyyn.

Tyytyväisyyskysely lähetettiin yhteensä yhdeksälle eri henkilölle. Taloyhtiöiden hallituksen puheenjohtajia kohderyhmässä oli yhteensä kuusi ja isännöitsijöitä kolme kappaletta. Suurin osa työntilaajan valmistuneista saneerauskohteista sijaitsee pääkaupunkiseudulla, joten myös suurin osa kyselyistä toimitettiin Etelä-Suomeen. Tarkemmin sanottuna tyytyväisyyskyselyitä toimitettiin kuusi Helsinkiin, yksi Tampereelle, yksi Kotkaan sekä yksi Jyväskylään.

6.2 Tyytyväisyyskyselyn tulokset

Tyytyväisyyskyselyyn vastasi yhteensä viisi henkilöä, joten osanottoprosentti jäi kuitenkin ainoastaan **56 prosenttiin**, vaikka oletin, että useampi kohderyhmäläinen olisi vastannut kyselyyn. Toisaalta myös ymmärrän sen, että erilaiset tyytyväisyyskyselyt eivät ole kaikkien mieleen, joten olen kuitenkin suhteellisen tyytyväinen osanottoprosenttiin. Tyytyväisyyskyselyn varsinaiset tulokset olen koonnut yhteen, jotta työntilaajan olisi mahdollisimman helppo nähdä, mitä mieltä kyselyyn vastaajat ovat olleet kysytyistä aihealueista.

Tyytyväisyyskyselyssä vastattiin yhteensä kahteentoista erilaiseen kysymykseen, joista yhdeksään vastattiin numeroilla ja kolmeen vapaalla tyylillä. Kysymyksien sisällön voi nähdä varsinaisesta tyytyväisyyskyselylomakkeesta (liite 1). Vastaukset olen eri-

tellyt siten, että numerokysymyksistä (1-8) olen laskenut vastauksien keskiarvon (taulukko 3) sekä prosenttiosuudet (taulukko 4), joita analysoin yhteenvedossa. Taulukosta 3 voi tarkastella vastauksien jakautumista eri sektoreihin eli, esimerkiksi ensimmäisessä kysymyksessä vastauksia on tullut viisi kappaletta, joista kaksi kappaletta on ollut vastausvaihtoehdossa numero 3 ja kolme kappaletta on ollut vaihtoehdossa numero 4. Taulukosta 4 voi nähdä vastausten prosentuaalisen jakautumisen eri vastausvaihtoehtoihin. Kysymyksen numero 10 vastaukset (taulukko 5) käsittelem erikseen, koska kyseisessä kysymyksessä vastausvaihtoehdot olivat erilaiset. Vapaista vastauksista kerron joitain esimerkkejä.

TAULUKKO 3. Kysymysten 1-8 vastaukset ja keskiarvot

Kysymyksen numero	1 (täysin eri mieltä)	2 (jonkun verran eri mieltä)	3 (jonkun verran samaa mieltä)	4 (täysin samaa mieltä)	5 (en osaa sanoa)	Keskiarvo
1	0	0	2	3	0	3,6
2	0	1	3	1	0	3,0
3	0	0	1	4	0	3,8
4	0	0	2	3	0	3,6
5	0	0	1	4	0	3,8
6	0	0	1	4	0	3,8
7	0	0	4	1	0	3,2
8	5	0	0	0	0	1,0

TAULUKKO 4. Kysymysten 1-8 prosenttiosuudet

Prosentteina (%)						Yhteensä (%)
1	0	0	40	60	0	100
2	0	20	60	20	0	100
3	0	0	20	80	0	100
4	0	0	40	60	0	100
5	0	0	20	80	0	100
6	0	0	20	80	0	100
7	0	0	80	20	0	100
8	100	0	0	0	0	100

TAULUKKO 5. Kysymys 10 keskiarvo ja prosenttiosuudet

Kysymyksen numero	1 (välttävä)	2 (tyydyttävä)	3 (hyvä)	4 (kiitettävä)	5 (erinomainen)	6 (en osaa sanoa)	Keskiarvo
10	0	0	2	3	0	0	3,6
Prosentteina (%)							Yhteensä (%)
10	0	0	40	60	0	0	100

6.3 Yhteenveto tyytyväisyyskyselyn vastauksista sekä onnistumisesta

Tyytyväisyyskyselyn vastaukset olivat mielestäni hyviä, koska lähes jokaisessa kysymyksessä vastaukset ylittivät ns. kultaisen keskitien. Kysymyksissä 1-7 keskiarvot liikkuvat kolmen ja neljän välissä, joka käytännössä tarkoittaa, että kyselyyn vastaajat ovat olleet tyytyväisiä kysymyksiä aihealueissa. Jos keskiarvo on kolmen ja neljän välissä, se tarkoittaa, että vastaajat ovat olleet kysytystä asiasta jonkun verran samaa mieltä ja täysin samaa mieltä.

Otetaan esimerkkinä kysymys numero viisi, jossa kohderyhmäläisiltä kysyttiin, olivatko he tyytyväisiä käyttövesiputkistojen saneerauksen lopputulokseen. Keskiarvo tässä kysymyksessä oli 3,8, mikä tarkoittaa, että suurin osa vastaajista on ollut kysymyksestä täysin samaa mieltä.

Kysymyksessä numero kahdeksan kohderyhmäläisiltä kysyttiin, onko saneerausurakan jälkeen ilmennyt ongelmia. Vastauksien keskiarvoksi muodostui 1,0, mikä tarkoittaa, että vastaajat ovat olleet asiasta täysin eri mieltä. Edellä mainitusta on siis melko helppo päätellä, että kyselyyn vastaajien taloyhtiöissä/isännöimissä taloyhtiöissä ongelmia ei ole esiintynyt pinnoitusurakan jälkeen. Kysymys numero yhdeksän liittyy suoraan kysymykseen numero kahdeksan, joten yksiselitteisesti sanottuna kysymykseen yhdeksän ei tullut ainuttakaan vastausta.

Kyselyn kohokohtana oli kysymys numero kymmenen, jossa kohderyhmäläisiltä kysyttiin arvosanaa pinnoitusurakalle. Kyseisen kysymyksen vastausten keskiarvo oli 3,6, joka tarkoittaa, että kokonaisarvosana liikkui hyvän ja kiitettävän arvosanan välissä. Mielestäni kysymyksen keskiarvo ei ole lainkaan huono vaan todella hyvä.

Vapaiden vastauksien osuus jäi suhteellisen suppeaksi, koska osa vastaajista ei kirjoittanut mitään kysyttyihin kysymyksiin (numerot 11 ja 12). Otetaan esimerkkinä muutama vastaus, jotka esiintyivät kysymyksessä numero kaksitoista. Kysymyksessä tiedusteltiin vastaajilta esimerkiksi sanallista palautetta saneeraustyön onnistumisesta. Työntilaaajan kannalta nostan esille vastaukset, joissa työntilaaajaa keuhuttiin miellyttäväksi yhteistyökumppaniksi sekä urakan työnjohdollista tavoitettavuutta pidettiin erinomaisena. Kaikkiaan olin hieman pettynyt vapaiden vastausten vähäisyydestä.

Muutamia seikkoja haluan nostaa esille, jotka liittyvät kyselyyn. Ensimmäisenä mieleen tulee se, olisiko kyselyyn saatu parempi osanotto prosentti, jos kysely olisi lähetetty kohderyhmäläisille sähköpostilla kirjepostin sijaan. Jos mietin omalla kohdallani kirjepostin ja sähköpostin vastausmahdollisuuksia, niin itse vastaisin mieluummin sähköpostilla. Kirjepostiin olisi kuitenkin huomattavasti helpompi vastata, koska tällöin ei tarvitsisi omistaa tietokonetta tai sähköpostia. Tällä haluan sanoa sitä, että uskon kirjepostin toimineen parhaiten ainakin tämän tyytyväisyyskyselyn osalta.

Toisena asiana haluan puuttua ns. numerokysymyksiä vastauksiin. Kyselyyn vastajilta ei tullut ainuttakaan ”en osaa sanoa”-vastausta, joka mielestäni on aivan loistava asia. Kyseinen asia korvaa sen, että kaikki kyselyyn vastaajat eivät kirjoittaneet vapaita vastauksia. Edellä mainitusta on suhteellisen helppo arvioida, että mahdolliset ”en osaa sanoa”-vastauksien vastaajat eivät ottaneet osaa tyytyväisyyskyselyyn minkä toisaalta myös varsin hyvin ymmärrän.

Viimeisenä asiana totean, että kaikkiaan tyytyväisyyskysely onnistui varsin hyvin, vaikka osanotto prosentti ei ollut täydellinen. Vastaukset olivat yleisesti ottaen varsin positiivisia, joten rakentavaa palautetta ei tässä tyytyväisyyskyselyssä tullut. Onnistuin tekemään mielenkiintoisen kyselyn, josta työntilaaaja saa tarvitsemansa palautteen tekemistään pinnoitusurakoistaan.

7 LOPPUSANAT

Jo aiemmin mainitut opinnäytetyön tavoitteet on hyvä nostaa esille kun mietitään opinnäytetyöni onnistumista. Ensimmäisenä tavoitteenani oli tutustuttaa opinnäytetyön lukijat Suomessa käytettäviin käyttövesiputkistojen pinnoitusmenetelmiin, tarkemmin työntilaaajan käyttämään DonPro-menetelmään. Edellä mainituissa asioissa onnistuin mielestäni varsin hyvin, koska ns. teoriaosuus muodostui kattavaksi kokonaisuudeksi, jonka pohjalta tämän opinnäytetyön lukijan on suhteellisen helppo tutustua käyttövesiputkistojen pinnoittamiseen, käytettäviin menetelmiin sekä tarvittaviin laitteisiin sekä aineisiin. Varsinkin pääpainona olleen DonPro-menetelmän laaja-alainen käsittely sekä esittely ovat onnistuneet hyvin.

Tiedon kerääminen liittyen käyttövesiputkistojen pinnoittamiseen lisäsi myös omaa tietoisuuttani kyseistä aihetta kohtaan. Toivon myös, että lukijat pystyvät sisäistämään opinnäytetyöni pohjalta käyttövesiputkistojen pinnoituksen kokonaisprosessin. Opinnäytetyöni ns. teoriaosuudesta voi olla hyötyä myös esimerkiksi LVI-tekniikan opettajille mikäli he haluavat kartuttaa omaa tietämystään käyttövesiputkistojen pinnoitusmenetelmistä.

Toisena tavoitteenani oli tehdä työntilajalle vesivirtamittaus, jossa tarkasteltiin käyttövesiputkistojen pinnoittamisen vaikutusta vesikalusteista saataviin vesivirtoihin. Kyseinen mittaus oli mielestäni suunnattu sekä opinnäytetyöni tilaajalle että myös muille tahoille, jotka mahdollisesti haluaisivat tarkastella pinnoituksen vaikutusta vesikalusteiden vesivirtoihin.

Vesivirtamittaus onnistui mielestäni hyvin, koska myös tulokset olivat kauttaaltaan luotettavia. Ongelmana vesivirtamittauksissa oli työntilajan suhteellisen kiireellinen aikataulu, joten mittausten tekeminen oli aikataulutettava siten, että työntilajalle ei aiheutunut ylimääräisiä viivästyksiä. Mielestäni onnistuin myös kyseisessä asiassa hyvin, koska olin etukäteen suunnitellut vesivirtamittauksen sisällön. Vesivirtamittauksesta eniten hyötyä oli kuitenkin työntilajalle, koska mittaustulosten perusteella voidaan arvioida käyttövesiputkistojen pinnoittamisen vaikutuksia sekä hyödyllisyyttä.

Kolmantena tavoitteenani oli teettää tyytyväisyyskysely, jolla kerättiin palautetta työntilajan saneerauskohteista. Tyytyväisyyskyselystä eniten hyötyä oli työntilajalle, mutta mielestäni myös muille ihmisille, joita mahdollisesti arveluttaa käyttövesiputkistojen pinnoitukseen liittyvät seikat. Tyytyväisyyskyselyn tekeminen oli todella mielenkiintoista, koska teetetty kysely oli minulle ensimmäinen, jonka toteutin kokonaisuudessaan.

Kyselyn kysymysten sisällön miettiminen oli jokseenkin haastavaa, koska kysymysten sisällön tuli antaa paras mahdollinen hyöty opinnäytetyön tilaajalle. Kokonaiskuvaa katsottaessa voin todeta, että tyytyväisyyskysely onnistui myös hyvin vaikka osanottoprosentti ei ollut kovin hyvä. Kysymysten sisältö saatiin työntilajan kannalta varsin hyväksi sekä kattavaksi, vaikka tyytyväisyyskysely ei ollut kovin laaja.

Opinnäytetyöni tavoitteet siis täyttyivät varsin hyvin, joten saan olla melko tyytyväinen omaan panokseeni ajatellen opinnäytetyöprosessia. Opinnäytetyön kirjoittaminen lisäsi omaa osaamistani kirjoittamisen sekä ilmaisun osalta. Lopuksi haluan kiittää kaikkia, jotka ottivat osaa lähettämääni tyytyväisyyskyselyyn sekä jaksoivat postittaa vastaukset takaisin minulle. Toivon, että tämän opinnäytetyön lukijat saavat riittävästi tietoa käyttövesiputkistojen pinnoittamisesta.

LÄHTEET

/1/ Poxytec Oy 2005. Yrityksen WWW-sivut. <http://www.poxytec.fi/>. Ei päivitystietoa. Luettu 14.2.2011.

/2/ VTT 2007. Raportti nro VTT-S-05086-08. PDF-dokumentti. http://linjasaneeraus.vtt.fi/hankkeen_aineistoa/PutketPinnoitus_14.04.08.pdf. Päivitetty 15.4.2008. Luettu 14.2.2011.

/3/ Pipeliner Systems Oy 2010. Työn suorittaminen ja laadunvalvonta. Powerpoint. Päivitetty 25.5.2010. Luettu 15.2.2011.

/4/ Lemminkäinen Talotekniikka Oy 2011. WWW-dokumentti. <http://www.lemminkainentalotekniikka.fi/WebRoot/10005434/page.aspx?id=1001752>. Ei päivitystietoa. Luettu 14.2.2011.

/5/ TM Rakennusmaailma 2008. Perinteisen putkiremontin haastajat. WWW-dokumentti. <http://www.rakennusmaailma.fi/artikkelit/perinteisen-putkiremontin-haastajat,2>. Ei päivitystietoa. Luettu 14.2.2011.

/6/ Kuvat otettu 9.3.2011 Helsingin Puotilassa.

Tyytyväisyyskyselylomake

Tyytyväisyyskyselylomake Pipeliner Systems Oy:n tekemiin saneerauskohteisiin

1. Olitteko tyytyväinen yrityksen työntekijöihin? _____
2. Olitteko tyytyväinen urakoinnin aikaiseen tiedottamiseen? _____
3. Olitteko tyytyväinen käytännön järjestelyihin? _____
4. Olitteko tyytyväinen työhön yleisesti? _____
5. Olitteko tyytyväinen työn lopputulokseen? _____
6. Jääkö putkistosaneerauksen jälkeen hyvä mieli? _____
7. Pysyikö työt annetussa aikataulussa? _____
8. Onko pinnoituksen jälkeen ilmennyt ongelmia? _____
9. Jos on, niin minkälaisia? (vapaasti kertoen)

10. Minkä kokonaisarvosanan antaisit koko urakalle? _____
11. Jos tekisit jotain toisin, niin mitä se olisi? (vapaasti kertoen)

12. Vapaa sana (yritykselle risuja & ruusuja...)

Saatekirje tyytyväisyyskyselyyn

TIETOJA TYYTYVÄISYYSKYSELYSTÄ

Opiskelen Mikkelin ammattikorkeakoulussa talotekniikan koulutusohjelmaa neljättä eli viimeistä vuotta. Tarkoitukseni olisi valmistua LVI-insinööriksi keväällä 2011. Teen parhaillaan omaa opinnäytetyötäni yritykselle nimeltä Pipeliner Systems Oy, joka on keskittänyt toimintansa käyttövesiputkistojen sekä viemärien saneeraukseen pinnoittamalla. Lähestyn Teitä liitteenä olevan tyytyväisyyskyselyn merkeissä, koska taloyhtiöönne/isännöimään taloyhtiöönne on tehty aikanaan käyttövesiputkistojen saneeraus pinnoittamalla Pipeliner Systems Oy:n toimesta. Tyytyväisyyskysely on yksi osa opinnäytetyötäni ja kyselyn tarkoituksena on saada Teiltä palautetta käyttövesiputkistojen saneeraukseen liittyvistä aihealueista.

Tyytyväisyyskysely sisältää muutamia yksinkertaisia kysymyksiä, joihin voitte vastata haluamallanne tavalla. Kysymyksissä **1-8** Teidän tarvitsee laittaa vastausviivalle ainoastaan vastaamanne numero. Vastauksien tulee olla väliltä **1-5**. Numerot tarkoittavat seuraavaa:

- 1 = täysin eri mieltä
- 2 = jonkun verran eri mieltä
- 3 = jonkun verran samaa mieltä
- 4 = täysin samaa mieltä
- 5 = en osaa sanoa

Kysymyksiin **9, 11 ja 12** voitte vastata vapaasti kirjoittaen. Kysymykseen numero **12** voitte kirjoittaa kaikkea mitä mieleen tulee, myös kommentteja liittyen esimerkiksi tämän tyytyväisyyskyselyn sisältöön. Kysymykseen numero **10**, voitte vastata väliltä **1-6**, jossa numerot tarkoittavat seuraavaa:

- 1 = välttävä
- 2 = tyydyttävä
- 3 = hyvä
- 4 = kiitettävä
- 5 = erinomainen
- 6 = en osaa sanoa

Saatekirje tyytyväisyyskyselyyn

Olisin hyvin tyytyväinen, jos viitsisitte vastata kaikkiin kysymyksiin, jotta saisin kattavan kokonaiskuvan liittyen antamaanne palautteeseen. Vastaamianne vastauksia käsittelen opinnäytetyössäni tyytyväisyyskyselyn loppuanalysoinnissa. Jos mieleenne tulee jotain kysyttävää liittyen kyselyyn, niin otattehan minuun yhteyttä. Avaamastanne kirjekuoresta löydätte myös kyselyn palautuskuoren, joka on varustettu postimerkillä sekä minun osoitteellani. Pyytäisin Teitä vastaamaan kyselyyn ja laittamaan vastauspaperin palautuskuoreen sekä lähettämään kirjekuoren takaisin minulle viimeistään **25.3.2011**, jotta ehtisin kokoamaan vastauksenne yhteen. Jos siis kysyttävää ilmenee, niin ottakaa yhteyttä allekirjoittaneeseen. Kiitän jo näin etukäteen vastauksistanne ja toivotan Teille aurinkoista kevään jatkoa!

Ystävällisin terveisin

Matti Merikallio

Painemittareiden sijoituspaikat

