

Timo Lappeteläinen

Uusien linjasaneerausmenetelmien riskianalyysi

Insinööritö 22.11.2010

Ohjaaja: diplomi-insinööri Heikki Pesu
Ohjaava opettaja: lehtori Hanna Sulamäki

Tekijä Otsikko	Lappeteläinen Timo Uusien linjasaneerausmenetelmien riskianalyysi
Sivumäärä Aika	63 sivua + 7 liitesivua 22.11.2010
Koulutusohjelma	talotekniikan koulutusohjelma, tuotantopainotteinen
Tutkinto	insinööri (AMK)
Ohjaaja Ohjaava opettaja	diplomi-insinööri Heikki Pesu lehtori Hanna Sulamäki
<p>Insinööriyön aiheeksi valittiin uusien linjasaneerausmenetelmien riskianalyysi. Tähän aiheeseen päädyttiin, koska Lemminkäinen Talotekniikka Oy oli perustamassa yksikköä, joka erikoistuu tekemään linjasaneerauksia vaihtoehtoisilla menetelmillä.</p> <p>Työllä oli kaksi päätavoitetta. Ensimmäinen tavoite oli kartoittaa markkinoilla olevat vaihtoehtoiset linjasaneerausmenetelmät sekä niihin liittyvät riskit. Toinen tavoite oli kehittää arviointimenetelmä, jota yritys voi käyttää riskianalyysin tekemiseen halutuille linjasaneerausmenetelmille.</p> <p>Kartoitus tehtiin tutustumalla alalla käytettäviin linjasaneerausmenetelmiin korjauskentämismessuilla. Lisäksi tietoa hankittiin yritysten kotisivuilta ja tekemällä opintoretkeä linjasaneeraustyömaalle. Riskien kartoituksessa ja arviointimenetelmän valinnassa käytettiin apuna alan kirjallisuutta.</p> <p>Uusia linjasaneerausmenetelmiä löydettiin seitsemäntoista ja niihin liittyviä riskejä seitsemän. Havaitut riskit ovat henkilöriski, putkistoriski, menetelmäriski, markkinariski, viranomaisriski, taloudellinen riski ja maineriski. Riskien arviointityökalu toteutettiin Excel-tilukkolaskentaohjelmalla.</p> <p>Riskien arviointia varten perustettiin asiantuntijaryhmä, jonka tehtävä on arvioida insinööriyössä esille tulleiden riskien vakavuus ja toteutumisen todennäköisyys. Asiantuntijaryhmä koottiin yhdeksästä Lemminkäinen-konsernin henkilöstä. Tulevaisuudessa arviointimenetelmää käytetään yritykselle soveltuvien linjasaneerausmenetelmien riskien analysointiin.</p> <p>Lisäksi kehitettiin yleisluontoinen riskienhallintaohjeistus, joka helpottaa työssä esille nostettujen riskien hallintaa ja auttaa pienentämään riskien mittakaavan sekä minimoimaan niiden vakavuuden.</p>	
Hakusanat	linjasaneeraus, uudet linjasaneerausmenetelmät, pinnoitus, sukkasujutus, sukitus, riskianalyysi

Helsinki Metropolia University of Applied Sciences Abstract

Author Title	Timo Lappeteläinen Risk analysis of new pipeline renovation methods
Number of Pages Date	70 22 November 2010
Degree Programme	Building Services Engineering
Degree	Bachelor of Engineering
Instructor Supervisor	Heikki Pesu, Master of Science in Technology Hanna Sulamäki, Senior Lecturer
<p>The subject for this thesis arose from the launching of a new pipeline renovation unit. The company also needed more information about the risks that are part of new pipeline renovation techniques.</p> <p>The purpose of the project was to map the new techniques for pipeline renovation and to identify and define the risks involved in using them. The aim was also to produce information to help selecting the operation models that can be used for preventing, avoiding and controlling the risks.</p> <p>The first step was to study the theory of risk analysis and collect information about the pipeline renovation companies and new techniques. The next step was to summon a group of experts to evaluate the risks. Risk evaluation was done by estimating both the gravity of the impact and the odds of occurring.</p> <p>The project discovered seventeen new pipeline renovation methods and seven risks. The three most prominent techniques were chosen for the evaluation. The risk analysis application was also made. In the future company can use it to select novel techniques for pipeline renovation.</p> <p>Risk analysis gives a major assistance when choosing the most suitable methods for the company. Furthermore, the risks identified by the project can now be dealt with.</p>	
Keywords	pipeline renovation, new renovation methods, pipe coating, pipe sliplining, risk analysis

Sisällys

Tiivistelmä

Abstract

1 Johdanto	6
2 Riskianalyysin teoriaa	7
2.1 Riskin määritelmä	7
2.2 Riskianalyysi	10
3 Vanhat putket ja uudet menetelmät	14
3.1 Vesijohtomateriaalit	14
3.2 Viemärimateriaalit	14
3.3 Mihin tarvitaan vaihtoehtoisia linjasaneerausmenetelmiä?	15
3.4 Miksi valita uusi linjasaneerausmenetelmä?	16
3.5 Tutkimustietoa putkiremonteista	20
4 Putkistojen vauriotyypit	25
4.1 Korroosio	25
4.2 Vesijohdoissa esiintyvät vauriotyypit	26
4.3 Viemäreissä esiintyvät vauriotyypit	27
5 Uudet linjasaneerausmenetelmät	29
5.1 Linjasaneeraus	29
5.2 Sujutusmenetelmät	29
5.3 Pinnoitusmenetelmät	30
5.4 Ruiskutusmenetelmät	30
5.5 Viemäriputkistojen sujutusmenetelmät	31
5.5.1 Korjausta edeltävät työvaiheet	31
5.5.2 Sukkasujutus	33
5.5.3 Aarsleff-sukkasujutus	36
5.5.4 BrawoLiner-sukkasujutus	37
5.5.5 Kuristussujutus	38
5.5.6 Omega Liner -muotoputkisujutus	39
5.5.7 Flexoren-pitkäsujutus	40
5.5.8 MaxiLine-pätkäsujutus	40
5.5.9 Paikkasujutus	41
5.5.10 Pakkosujutus	41
5.5.11 Pitkäsujutus	42
5.5.12 Saertex-Liner-menetelmä	42
5.5.13 NuFlow Epox -sukkasujutusmenetelmä	42

5.6 Viemäriputkistojen pinnoitusmenetelmät	43
5.6.1 Työvaiheet	43
5.6.2 DaKKI-pinnoitusmenetelmä	44
5.6.3 LSE-SYSTEM [®] -pinnoitusmenetelmä	45
5.6.4 Repipe-kaksoispinnoitus	45
5.7 Ruiskutusmenetelmät	45
5.7.1 Tubus-ruiskutus	45
5.7.2 Putkitusmenetelmä	46
5.8 Vesijohtojen pinnoitusmenetelmät	46
5.8.1 Työvaiheet	46
5.8.2 LSE-SYSTEM [®] -pinnoitusmenetelmä	47
5.8.3 ePipe-pinnoitusmenetelmä	47
5.8.4 NuFlow Epox -pinnoitusmenetelmä	48
5.8.5 DonPro-pinnoitusmenetelmä	48
5.9 Vesijohtojen sujutusmenetelmä Neofit Liner	49
6 Uusien linjasaneerausmenetelmien riskit	50
6.1 Riskit ja tutkimusongelmat	50
6.2 Henkilöriski	51
6.3 Tekniset riskit	51
6.4 Markkinariski	52
6.5 Viranomaisriski	53
6.6 Alkeisriski	53
6.7 Taloudellinen riski	54
6.8 Maineriski	54
7 Riskien arviointityökalu	55
8 Menetelmät riskien hallintaan	56
8.1 Henkilöriski	56
8.2 Putkistoriski	56
8.3 Menetelmäriski	57
8.4 Markkinariski	57
8.5 Viranomaisriski	57
8.6 Taloudellinen riski	58
8.7 Maineriski	58
9 Yhteenveto	60
Lähteet	61
Liite 1: Uusia linjasaneerausmenetelmiä käyttävät yritykset	64

1 Johdanto

Insinööriyön tavoite on tunnistaa uusien linjasaneerausmenetelmien riskit ja luoda arviointimenetelmä, jota voidaan käyttää riskianalyysin tekemiseen. Työssä kehitetään toimintamalleja riskeiltä suojautumiseen sekä riskien ennaltaehkäisyyn, minimoimiseen ja hallintaan.

Tähän aiheeseen päädyttiin, koska tulevaisuudessa linjasaneerausten tarve lisääntyy voimakkaasti eikä kasvavaan kysyntään pystytä vastaamaan perinteisellä putkiremontilla vaan tarvitaan uusia menetelmiä. Toinen syy on uusiin linjasaneerausmenetelmiin liittyvien riskien huono tunnettuus. Tämän takia menetelmiin suhtaudutaan usein epäillen ja vältellen. Työllä on myös uutuusarvoa Lemminkäinen Talotekniikka Oy:lle, joka on lähdössä tekemään putkiremontteja uusilla linjasaneerausmenetelmillä. Työn perusteella yrityksen linjasaneerausmenetelmien valinta yksinkertaistuu, kun riskit tiedostetaan ja niiden hallinta on järjestelmällistä. Lukija saa työn luettuaan peruskäsityksen, minkälaisia menetelmiä linjasaneerauksen tekemiseen on tarjolla, mitkä yritykset niitä tarjoavat ja minkälaisia riskejä uudet menetelmät pitävät sisällään.

Työ jakautuu teoria- ja tutkimusosaan. Teoriaosassa käydään läpi riskianalyysiteoria sekä riskien arviointiin käytetyt menetelmät, esitellään uudet linjasaneerausmenetelmät ja niitä Suomessa käyttävät yritykset. Teoriaosassa tarkastellaan myös käytetyn materiaalin vaikutusta korjausmenetelmän valintaan ja vastataan kysymykseen: Miksi uusia linjasaneerausmenetelmiä tarvitaan? Tulevaisuudessa linjasaneerausten määrä kasvaa, joten työssä käydään läpi tämän hetkinen markkinatilannetta ja kurkistetaan tulevaisuuden näkymiin.

Tutkimusosassa määritellään riskit ja kehitetään työkalu, jonka avulla asiantuntijaryhmä tulee arvioimaan riskit. Tutkimusosan lopussa esitetään toimintamallit riskienhallintaan sekä johtopäätökset.

Koska vesi- ja viemärijärjestelmät poikkeavat suuresti toisistaan, näitä järjestelmiä ja niiden korjausmenetelmiä käsitellään omina kokonaisuuksinaan.

2 Riskianalyysin teoriaa

2.1 Riskin määritelmä

Riskillä on monia määritelmiä. Arkikielessä riskillä tarkoitetaan uhan tai epäonnistumisen todennäköisyyttä. Yleisesti riskillä tarkoitetaan epävarman tapahtuman ei toivottua lopputulosta. Tässä työssä riski määritellään olosuhteeksi, joka seuraa ei halutun tapahtuman lopputuloksesta. [1, s. 27–28; 2.] Riskin määrittelyssä lopputulos on epävarma. Kun riski määritellään tarkasti, tulee sen toteutumiselle arvioida todennäköisyys sekä vaikutuksille vakavuus. Mitä suurempi todennäköisyys ja mitä vakavammat vaikutukset, sitä suurempi on riski.

Riskit jaetaan perinteisesti liike- ja vahinkoriskeihin (kuva 1). Jakaminen on usein hankalaa ja joissain tapauksissa sama riski voidaan sijoittaa molempiin kategorioihin. [1, s. 152–153.] Tekniset riskit ovat merkittävä uhkatekijä käytettäessä uusia linjasaneerausmenetelmiä, joten ne nostetaan tässä työssä omaksi ryhmäkseen.

Vahinkoriskit (vakuutettavissa)	Liikeriskit (otettava tai hallittava)
Henkilöriskit	Taloudelliset riskit
Omaisuuksiriskit	Tekniset riskit
Vastuuriskit	Sosiaaliset riskit
Keskeytysriskit	Poliittiset riskit
Verkosto- ja riippuvuusriskit	
Kuljetusriskit	
Tietoriskit	
Yhteiskunnalliset riskit	
Turvallisuusriskit	

Kuva 1. Liike- ja vahinkoriskien jaottelu [3, s. 3].

Vahinkoriskit

Vahinkoriskit ovat ulkoisten tekijöiden tai tapahtumien aiheuttamia. Niitä voidaan suojautua vakuuttamalla. Vahinkoriskeihin ei ikinä sisälly voiton mahdollisuutta. Tyypillisiä vahinkoriskejä ovat tulipalo ja murto.

Liikeriskit

Liikeriskeillä tarkoitetaan riskejä, jotka toteutuessaan häiritsevät yrityksen liiketoimintaa. Liikeriskeille on ominaista, että ne muuttuvat yrityksen liiketoiminnan muuttuessa. Liikeriskejä ei voida vakuuttaa, mutta niiden onnistunut hallinta tarjoaa yritykselle menestymisen mahdollisuuden. Esimerkiksi tulipaloriski ei ole liikeriski, koska tulipalon varalta voidaan vakuuttaa, ja riski pysyy samana, vaikka yrityksen toimintakenttä muuttuisikin. Liikeriskit liittyvät esimerkiksi henkilöstön, tuotannon, myynnin, kysynnän ja tarjonnan, alihankintasopimuksien, markkinoinnin, investointien tai talouden toimintaan. [1, s. 152–153; 5.]

Tekniset riskit

Teknisistä riskeistä puhuttaessa tarkoitetaan riskejä, jotka liittyvät uusissa linjasaneerausmenetelmissä käytettyihin tekniikoihin sekä vanhojen vesi- ja viemäriputkistojen teknisiin ominaisuuksiin tai teknisten ominaisuuksien vajavaisuuteen.

Päätöksenteko, tulevaisuuden ennustaminen ja epätietoisuus

Riskit ovat pahimmillaan täysin odottamattomia. Näin ei kuitenkaan tarvitse olla, sillä pystymme itse vaikuttamaan ottamiimme riskeihin. Tämän työn tarkoitus on kartoittaa vaihtoehtoiisiin linjasaneerausmenetelmiin liittyvät riskit, niin ettei täysin odottamatonta riskiä jää jäljelle.

Törmäämme riskeihin arkielämässä joka päivä. Kävelemmekö päin punaisia? Valitsemmeko vaihtoehtoisen linjasaneerausmenetelmän putkiremontin toteutustavaksi? Riskit liittyvät siis päätöksiin, joita teemme, ja juuri päätöksenteon kautta voimme vaikuttaa riskeihin. Teemme päätökset aikaisempia kokemuksia ja aiemmin hankkimaamme tietoa apuna käyttäen. Pyrimme arvioimaan tulevaisuutta menneisyyden avulla. Tähän liittyy se ongelma, että tulevaisuus ei aina peilaa menneisyyttä. Näin ollen emme tiedä tulevaisuudesta mitään todella varmaa. Tämän takia päätöksentekoon liittyy muuttujia, tietämättömyyttä ja epävarmuutta [1, s. 16 ja

27]. Tämä on yksi työn tutkimusongelma. Kuinka voimme arvioida tulevaisuutta luotettavasti? Epätarkka tulevaisuuden arviointi on huono perusta riskiarvioille.

Voimme kuitenkin ehkäistä päätöksentekoon liittyvää epätietoisuutta hyvällä etukäteissuunnittelulla. Näin tulevaisuuden ennustaminen helpottuu ja riski pienenee. Vaikka riskien ottamista yleensä kartetaan, joutuu yritys usein ottamaan riskejä menestyäkseen. Yrityksen tuleekin ottaa vain harkittuja riskejä ja tähdätä niiden kokonaisvaltaiseen hallintaan. [1, s. 15 ja 35.]

Riskiin liittyy aina epätietoisuus tulevaisuuden tapahtumista ja siitä seuraava onnettomuuden mahdollisuus. Tämän takia riski koetaan usein uhkana, joka sisältää myös menetyksen mahdollisuuden. Riskit koetaan usein myös pelottavina. Tämä johtuu puolestaan siitä, ettei riskiä tunneta tarpeeksi hyvin vaan sitä pidetään hallitsemattomana, tuntemattomana ja katastrofin ainekset sisältävänä. [1, s. 17.] Riskianalyysin tarkoitus on tuottaa riskeistä tietoa päätöksenteon tueksi, jolloin riski tunnetaan mahdollisimman hyvin ja sen hallinta helpottuu.

Ihmiset suhtautuvat riskeihin erilailla ja heidän riskinottokykynsä on erilainen. Eri ihmiset myös arvioivat riskejä eri tavoin [1, s. 23]. Riski on ihmisen henkilökohtainen näkemys jonkin asian lopputuloksesta, joten eri henkilöt saattavat arvioida saman riskin aivan erilaiseksi. [1, s. 29.] Tätä voidaan selittää sillä, että ihmiset käsittelevät tietoa eri tavalla ja tekevät siitä erilaisia johtopäätöksiä [1, s. 73]. Esimerkiksi saman pörssitiedotteen luettuaan yksi sijoittaja myy omistamansa osakkeet ja toinen ostaa lisää yrityksen osakkeita. Tämä on toinen työn tutkimusongelmista, johon tulee kiinnittää erityistä huomiota riskejä analysoidessa. Kuinka varmistumme riskiarvion luotettavuudesta?

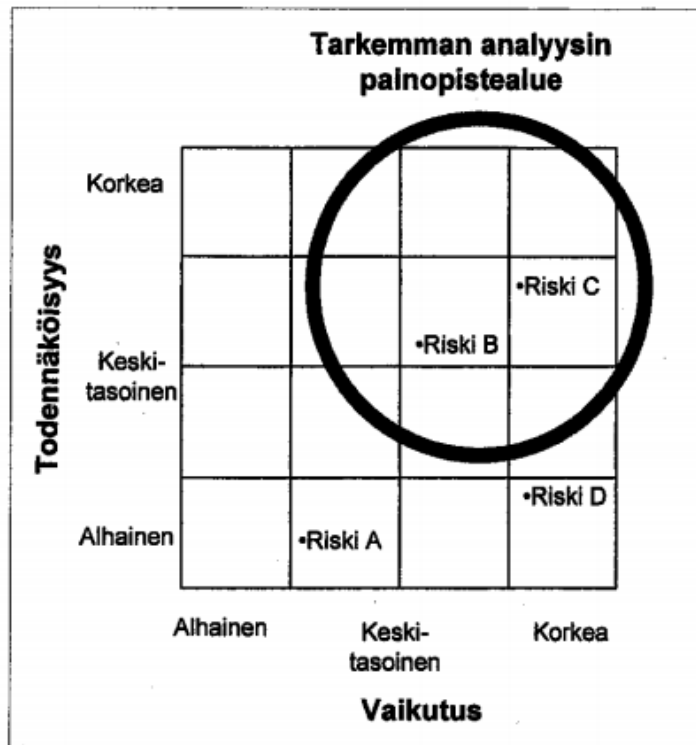
2.2 Riskianalyysi

Riskianalyysi voidaan jakaa kolmeen osaan: riskien kartoittamiseen, riskihallintaan, ja riskiviestintään [4]. Työn ohjaajan kanssa käytyjen keskustelujen perusteella päädyimme rajaamaan riskiviestinnän pois tämän työn aihepiiristä. Teoriaosuudessa riskiviestintä käydään kuitenkin lyhyesti läpi, koska se kuuluu osana riskianalyysiin.

Riskianalyysin tarkoituksena on tunnistaa riskit, pienentää riskien mittakaava ja minimoida niistä aiheutuvat kustannukset [1, s. 66; 4]. Tavoitteena on tarkastella riskejä monesta eri näkökulmasta, määritellä riskien vakavuus, toteutumisen todennäköisyys ja vaikutusalue [1, s. 16]. Jotta riskianalyysiä voidaan pitää onnistuneena, tulee sen aina johtaa käytännön toimenpiteisiin. Toimenpiteiden kontrollointia ja rahoitusta koskevat päätöksen jäävät yritysjohdon harteille [1, s. 156].

Riskien kartoittaminen

Kaikki alkaa riskien määrittelemisestä. Eri riskivaihtoehdot käydään läpi järjestelmällisesti. Tavoitteena on helpottaa johdon päätöksentekoprosessia, tuottamalla riskeistä luotettavaa tietoa päätöksenteon tueksi [4]. Kun riskit on määritelty, arvioidaan riskien vakavuus ja toteutumisen todennäköisyys. Arviointiin riittää yleensä karkea menetelmä. [1, s. 138.] Karkealla arviointimenetelmällä määritellään olemassa olevien riskien vaikeusaste. Tämän jälkeen voidaan avainriskit, joilla on korkea toteutumistodennäköisyys ja vakavat vaikutukset, ottaa vielä tarkempaan tarkasteluun, jossa niille määritellään taloudellinen vaikutus [1, s. 139 ja 145]. Taloudellinen vaikutus voidaan esittää prosentteina liikevaihdosta. Tässä työssä keskitytään riskien karkeaan arviointiin. Menetelmäksi valittiin nelitasoinen matriisimalli (kuva 2), jota käytetään yleisesti yritysten riskianalyyseissä.



Kuva 2. Riskien arviointiin käytetty matriisi [1, s. 143].

Riskienhallinta

Riskien hallinnalla pyritään luomaan mahdollisuudet yritystoiminnan jatkamiseksi riskin toteutumisesta huolimatta [1, s. 155; 5]. Riskienhallinnan perustana pidetään tilanteen säilyttämistä muuttumattomana, jolloin riskien uhkakuvat eivät toteudu.

Riskien hallintaprosessissa valitaan keinot riskeiltä suojautumiseen sekä riskien seurauksien minimointiin ja toteutumisen ennalta ehkäisyyn [1, s. 35].

Hallintaprosessissa määritellään myös, kuinka suuria rahallisia uhrauksia yrityksen on järkevää tehdä riskiltä suojautuakseen. Riittävä maksuvalmius ja vakuutus sopimukset ovat hyvä keino suojautua riskeiltä [1, s. 27]. Suojautumiseen kuluu pääomaa ja resursseja, joten suojautumiskeinojen tulee olla kattavia ja kustannustehokkaita [1, s. 35 ja 155]. Riskienhallinta antaa parhaan suojan yritykselle, kun se toteutetaan systemaattisesti ja kustannustehokkaasti [1, s. 13 ja 16].

Riskien hallintaan on olemassa useita keinoja. Yleisimmät keinot on listattu alla:

- riskin poistaminen
- riskialttiin toiminnan välttäminen
- riskin todennäköisyyden tai vaikutuksen pienentäminen
- riskin siirtäminen
- riskin jakaminen
- riskin hyväksyminen
- tietoinen riskinotto. [1, s. 16; 5.]

Riskillä on aina toteutuessaan seurauksia. Seuraukset ovat riippuvaisia riskin laajuudesta. Hyvällä riskinhallinnalla voidaan vaikuttaa riskin seurauksiin. Toteutuneesta riskistä seuraa joko kriisi, toimintahäiriö tai hallittu tilanne. On sanomattakin selvää, että riskistä seuraava kriisi ei ole onnistunutta riskinhallintaa.

Riskienhallintaan kuuluu myös yrityksen riskinkantokyvyn määrittäminen. Tällä varmistetaan, ettei yrityksen omalle vastuulle jää kohtuuttoman suuria riskejä, jotka toteutuessaan olisivat kohtalokkaita yrityksen toiminnalle [1, s. 158]. Kirjassa Riskit ja riskienhallinta [1] esitetään myös toimintamalleja ja annetaan ohjeita siitä, miten yritysten tulisi toimia vakavuudeltaan erilaisten riskien kanssa (kuva 3).

		RISKIN TODENNÄKÖISYYS	
		Suuri	Vähäinen
RISKIN VAKAVUUSASTE	Suuri	Riskejä <i>tulisi pienentää</i> parempien hallintatoimien avulla tai <i>tekemällä strategisia muutoksia</i> . Vakuuttamista ja vaihtoehtoisia suunnitelmia harjittava.	Riskit syytä <i>siirtää vakuuttamalla</i> tai vaihtoehtoisten suunnitelmien avulla. Riskien todennäköisyyttä ei juuri pystytä alentamaan lisätoimien avulla.
	Pieni	Riskit voidaan hyväksyä otettavaksi <i>omalle vastuulle</i> . Tehostetut riskienhallintatoimet voivat olla oikeutettuja vahinkojen todennäköisyyden alentamiseksi.	Riskit hyväksytään otettavaksi <i>omalle vastuulle</i> . Kustannusmielessä on harvoin tuottavaa lisätä näiden riskien kontrolloita.

Kuva 3. Riskien hallintamenetelmät nelikentässä [1, s. 159].

Riskiviestintä

Riskiviestinnällä tarkoitetaan riskeistä raportointia sekä ulkoisille että sisäisille sidosryhmille [1, s. 139–140]. Ulkoisilla sidosryhmillä tarkoitetaan yritysten ulkopuolisia toimijoita, kuten asiakasta tai sijoittajaa. Sisäisillä sidosryhmillä tarkoitetaan puolestaan yhtiön johtoryhmää tai hallitusta.

Riskiviestintä vaikuttaa siihen, miten ihminen näkee ja kokee tietyn riskin. On oleellista, kuka riskistä kertoo ja miten siitä kerrotaan. [1, s. 16.] Kerrotaan sama asia kahdella eri tavalla. Tapa yksi: yrityksen johto järjestää tiedotustilaisuuden ja kertoo tuotteessa olevasta virheestä avoimesti. Tapa kaksi: Media riepottelee asiaa kohuotsikoissa. Kumpi herättää enemmän luottamusta? Hyvä riskiviestintä pitää sisällään riskeistä tiedottamisen, jonka perusteella ihmiset valitsevat heille parhaiten sopivan vaihtoehdon [1, s. 58].

3 Vanhat putket ja uudet menetelmät

3.1 Vesijohtomateriaalit

Eri vuosikymmeninä putkiasennuksissa on käytetty erilaisia materiaaleja. Materiaalien ominaisuudet asettavat erilaisia rajoituksia saneerauksissa käytettäville tekniikoille. Seuraavissa luvuissa esitellään erilaiset putkimateriaalit, joihin törmätään, kun vanhoihin taloihin tehdään linjasaneerauksia.

Vesijohdot on perinteisesti tehty 1970-luvulle asti metallista. Lämpimässä käyttövedessä käytettiin kupariputkesta. Kylmässä käyttövedessä puolestaan käytettiin sinkittyä teräsputkea. 1970-luvun alussa kuparin käyttö putkimateriaalina rupesi lisääntymään myös kylmässä vedessä. Muovia käytettiin jonkin verran kylmässä käyttövedessä jo 1970-luvulla, mutta sen käyttö yleistyi vasta myöhemmin, eikä sitä liiemmin löydy nyt saneerausiässä olevista taloista. Lämpimässä käyttövedessä muoviputken käyttö alkoi vasta 1990-luvulla. 2000-luvulla saneerauksia on toteutettu paljon muovi- ja komposiittiputkella. [6, s. 35–37.]

Metalliputket kestävät normaalioloissa 30–50 vuotta. On kuitenkin tapauksia, joissa kupariputki on kestänyt lämpimässä käyttövedessä vain 4 vuotta, toisaalta joissain kohteissa kylmässä käyttövedessä samanlainen putki on kestänyt 70 vuotta ilman ongelmia. Käyttöikä eri kohteissa vaihtelee paljon. Käyttöikään vaikuttavia tekijöitä ovat esimerkiksi veden laatu, suunnittelutapa sekä asennustekniikka. Muovi- ja komposiittiputkien käyttöikää ei vielä tarkasti tunneta, mutta niiden arvioidaan kestävän ainakin 50 vuotta. [7, s. 6.]

3.2 Viemärimateriaalit

Viemärit on Suomessa tehty perinteisesti valurautaputkesta ja 1930-luvulle asti käytettiin raskasta valurautaviemäriä. Raskaan valurautaputken seinämät ovat paksumpia kuin nykyään käytössä olevan muhmittoman valurautaviemäriin seinämät. 1930-luvulla raskaan valurautaviemäriin rinnalla ruvettiin käyttämään kevyttä valurautaputkea. Keskiraskas valurautaviemäri syrjäytti kuitenkin raskaan ja kevyen

valurautaviemärin 1960-luvulla. Vuonna 1972 perinteiset muhviliset valurautaviemärit korvattiin nykyisellä punaiseksi maalatulla suoralla valurautaputkella. Samalla putkien liitostapa vaihtui muhviliiitoksesta kumitiivisteiseen metallipantaliitokseen. Vuodesta 1995 eteenpäin valurautaviemäri on pinnoitettu sisäpuolelta epoksilla, joka suojaa putken sisäpintaa korroosiolta. Epoksisuojattua putkea käytetään viemäriasennuksissa vieläkin [8 s. 4; 9, s. 24.]

Vuonna 1965 Suomessa alettiin tehdä viemäreitä myös PVC PE -muovista. Tämä muovityyppi haurastui ajan myötä eikä kestänyt korkeita lämpötiloja. Se korvattiin PVC HT -muovilla, josta alettiin valmistaa viemäreitä vuonna 1975. Tämän jälkeen PVC HT -viemäreiden käyttö rupesi yleistymään. Nykyään muoviviemäreitä tehdään myös PP-muovista. [7, s. 6 ja 101.]

3.3 Mihin tarvitaan vaihtoehtoisia linjasaneerausmenetelmiä?

Korjausrakentamisen määrä on viime vuosina kasvanut nopeasti rakennuskantamme ikääntyessä. Tällä hetkellä korjausrakentamisessa liikkuvat lähes yhtä suuret euromäärät kuin uudisrakentamisessa (kuva 4) [10, s. 12]. Pian saatammekin olla tilanteessa, jossa korjausrakentamisen volyymi kasvaa uudisrakentamista suuremmaksi. Tämä tekee korjausrakentamisen erittäin houkuttelevaksi, ja alalle onkin viime aikoina tullut paljon uusia toimijoita.



Kuva 4. Korjaus- ja uudisrakentamisen jakautuminen Suomessa [10, s. 12].

Merkittävää roolia korjausrakentamisessa näyttelee linjasaneeraustarpeen voimakas kasvu. Kuvasta 5 nähdään, että seuraavan 15 vuoden aikana linjasaneerausten määrä tulee kasvamaan 18 000:sta 32 000:een. Pelkästään perinteisiä linjasaneerausmenetelmiä käyttämällä ei kasvavaan saneeraustarpeeseen pystytä vastaamaan. Tämä johtuu siitä, että perinteinen linjasaneeraus on huomattavasti pidempikestoinen kuin uusilla menetelmillä tehty putkiremontti. Voimakas kysynnän lisääntyminen näkyy jo hinnoissa, erityisesti perinteisellä tavalla tehtävien putkiremonttien hinnat ovat nousussa. Vaihtoehtoisten menetelmien käyttö on kasvussa ja markkinoille tullut voimakas kilpailu painaa alas uusilla menetelmillä tehtävien remonttien hintoja. [11, s. 14]. Edullisempi hinta lisää vaihtoehtoisten menetelmien houkuttelevuutta verrattuna perinteisiin menetelmiin.



Kuva 5. Putkiremonttien tarpeen kasvu vuosina 2010–2035 [10, s. 12].

3.4 Miksi valita uusi linjasaneerausmenetelmä?

Uusista menetelmistä puhuttaessa törmätään usein kielteisiin mielikuviin, joita niihin liitetään. Lehdissä on ollut paljon kriittisiä artikkeleita, jotka käsittelevät vaihtoehtoisia menetelmiä. Lisäksi osa urakoitsijoista, jotka toteuttavat saneerauksia perinteisellä tavalla, pitävää uusia menetelmiä uhkana ja pelkää, että niiden tulo markkinoille saattaa viedä leivän pöydästä.

Vaihtoehtoisten menetelmien houkuttelevuus perustuu pienempään asumishaittaan, nopeampaan remontin läpivientiaikaan sekä pienempiin kustannuksiin kuin käytettäessä perinteisiä menetelmiä. Hälytyskellojen pitäisi soida, jos kaksi urakoitsijaa tarjoaa samaa kohdetta samalla menetelmällä, mutta hinnat ovat eri suuruusluokkaa. Tällöin työnlaatu tai sisältö saattaa poiketa suuresti toisistaan. Tämän takia urakoitsijaa valitessa kannattaa kiinnittää erityistä huomiota yrityksen aikaisempiin kohteisiin, eikä halvinta urakoitsijaa kannata välttämättä valita varsinkaan, jos referenssit ovat puutteelliset tai puuttuvat kokonaan.

Korjausrakentaminen eroaa uudisrakentamista tuoden mukanaan erilaisia haasteita ja vaatii erilaista ammattitaitoa. Tästä syystä urakoitsijat, jotka siirtyvät tai laajentavat liiketoimintaansa uudispuolelta korjausrakentamiseen, saattavat törmätä ensimmäisissä kohteissa vaikeuksiin. Tämä korostaa referenssien tärkeyttä. Ennen urakoitsijan valintaa on hyvä tutustua urakoitsijan aikaisempiin kohteisiin käymällä kohteessa ja kysymällä työn tilaajan kokemuksia urakoitsijasta [12, s. 22.]

Lyhyempi kesto aika

Verrataan linjasaneerauksen kestoja vaihtoehtoisella sekä perinteisellä menetelmällä kerrostalossa, jossa saneerataan sekä vesi- että viemärijärjestelmät. Jos saneeraus toteutetaan perinteisellä menetelmällä, jossa kaikki vesi- ja viemäriputket vaihdetaan uusiin, on yhden porraskäytävän työaika kahdeksasta viikosta ylöspäin. Mikäli viemärit kunnostetaan vaihtoehtoisilla menetelmillä ja vesijohdot perinteisellä menetelmällä, on remontin kesto aika 6–8 viikkoa porraskäytävää kohti. [12, s. 22–23.] Mikäli molemmat järjestelmät saneerataan vaihtoehtoisilla menetelmillä, lyhenee työaika entisestään.

Halvempi hinta

Vaihtoehtoisten menetelmien halvempi hinta johtuu rakennusteknisten töiden pienemmästä määrästä, ja lisäksi säästytään uusien putkilinjojen rakentamiselta. Kun runkolinjoja kunnostetaan vaihtoehtoisilla menetelmillä, ei olemassa olevia putkistoja tarvitse purkaa eikä valmiita rakenteita avata. Pienemmästä rakennustöiden määrästä johtuen vaihtoehtoisilla menetelmillä saavutetaan noin 25 % edullisemmat urakkahinnat verrattuna perinteisiin menetelmiin. [12, s. 22–23.]

Takuuaika ja vakuutusyhtiökäytäntö

Perinteisellä tavalla uusituille putkille annetaan yleisten sopimusehtojen (YSE 98) mukainen 2 vuoden takuu. Vaihtoehtoisilla menetelmillä tehtyyn korjaukseen tarjotaan urakoisijasta riippuen jopa 10 vuoden takuuta. Vakuutusyhtiöt suhtautuvat vielä penseästi vaihtoehtoisilla linjasaneerausmenetelmillä korjattuihin putkistoihin. Osa vakuutusyhtiöistä ei huomioi uusilla menetelmillä tehtyä korjausta ollenkaan, osa antaa vakuutusmaksusta ikälennusta. Lähivakuutus puolestaan suhtautuu vaihtoehtoisilla menetelmillä korjattuihin viemäreihin kuin uusiin, tietyin ehdoin [13].

Putkirikoista johtuvien vesivahinkojen korvaussummat liikkuvat vuositasolla 150 miljoonassa eurossa, ja summa on nousussa [14, s. 4–5]. Tulevaisuudessa muutkin vakuutusyhtiöt tulevat tarkistamaan suhtautumistaan vaihtoehtoisilla menetelmillä korjattuihin viemäreihin ja vesijohtoihin. Tämä lupaa valoisaa tulevaisuutta uusille menetelmille. Saman vakuutusyhtiön sisällä saattaa olla eroavaisuuksia siinä, miten viemäreiden ja vesijohtojen korjaamiseen suhtaudutaan vaihtoehtoisia menetelmiä käytettäessä. Asia on parasta tarkistaa omasta vakuutusyhtiöstä ennen remonttiin ryhtymistä.

Käyttöikä

Vaihtoehtoisilla menetelmillä korjattujen vesi- ja viemärijohtojen käyttöikä riippuu käytetystä menetelmästä. Eri menetelmien käyttöikäarviot vaihtelevat suuresti, ja niitä on vaikea vertailla, koska alalle ei vielä ole muodostunut vakiintunutta käytäntöä, jolla arvioita voitaisiin vertailla keskenään. Vaihtoehtoisten menetelmien käyttöikäarviot vaihtelevat 20 ja 50 vuoden välillä. Uusille valurauta- ja kupariputkille annetaan 50 vuoden käyttöikäarvio. Silti on tullut esiin tapauksia, joissa uusien putkien käyttöikä on jäänyt reilusti alle arvioidun 50 vuoden. [12, s. 22–23.]

Ongelmat

Tehtiinpä putkiremontti sitten uudella tai perinteisellä menetelmällä, on kaikkien osapuolten etu, että remontti sujuu ilman ongelmia. Viime kädessä putkiremontin onnistumista voidaan mitata teettämällä remontin valmistumisen jälkeen asukaskysely, jossa kysytään asukkaiden mielipiteitä remontin onnistumisesta. Suurimmat ongelmat putkiremontin aikana, toteutustavasta riippumatta, johtuvat asentajien tekemistä virheistä ja siitä, että asukkaiden odotukset ja toteutuksen laatu eivät kohtaa. Putkiremontin onnistumisen määrittelee käyttäjä, tässä tapauksessa asukas.

Ratkaisu

Putkiremontin sujuvuutta ja onnistumista voidaan parantaa ottamalla etukäteen selvää, mikä asukkaiden mielestä on tärkeää onnistuneessa putkiremontissa. Seuraavassa on listattu Putkireformi Oy:n asukaskyselyn [15] pohjalta asukkaiden mielestä tärkeimmät kriteerit onnistuneen putkiremontin kannalta:

- Työ on sovitun laatuista.
- Asukkaat saavat hyvän tiedotuksen toimenpiteistä, aikatauluista ja muutoksista.
- Saneerauksen lopputulos on hyvä hintaansa nähden.
- Tarjoukset ovat selkeitä ja vertailukelpoisia.
- Annettu kustannusarvio pitää.
- Remontin rahoitus järjestyy kohtuuhintaisena.

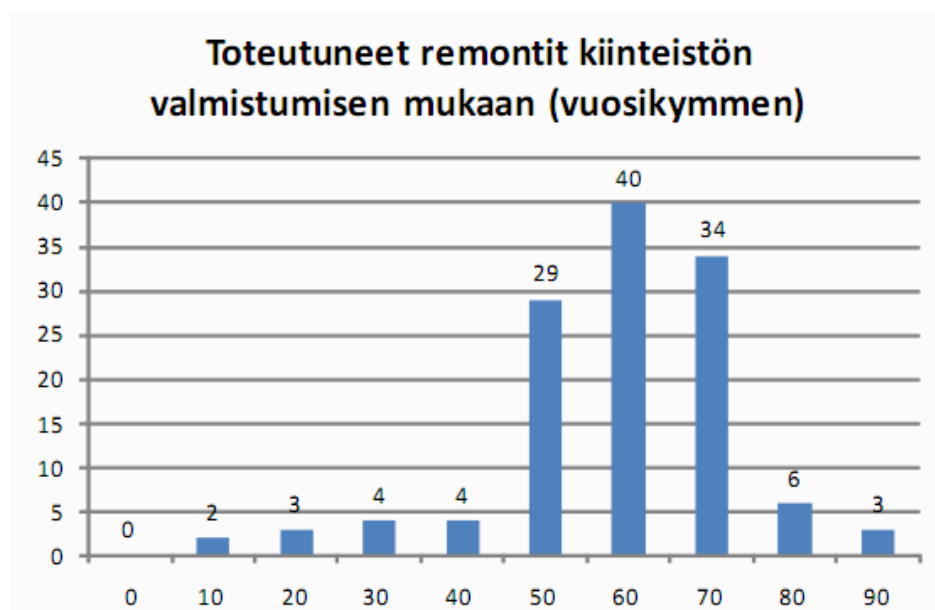
3.5 Tutkimustietoa putkiremonteista

Isännöintiliiton putkiremonttibarometri

Suomen isännöintiliitto ry on julkaissut vuosittain putkiremonttibarometrin. Tutkimus on toteutettu kyselytutkimuksena, joissa vastaajina toimivat remontoitavan taloyhtiön isännöitsijät. Tässä luvussa peilataan vuosien 2008 ja 2009 tutkimustuloksia, jotka antavat varsin hyvän kuvan linjasaneerausmarkkinoista.

Isännöintiliiton Putkiremonttibarometristä 2010 (kuva 6) käy ilmi, että putkiremonttien painopiste on tällä hetkellä 1960-luvulla valmistuneissa taloissa, vaikka 1970-luvulla valmistui 18 000 kerrostaloasuntoa enemmän [10, s. 12]. Remonttien painopisteen siirtyessä 1970-luvun kerrostaloihin, tulee linjasaneerausten tarve kasvamaan huomattavasti. Rakennuslehti on Isännöintiliiton barometrin kanssa samoilla linjoilla. [10, s. 23.]

Putkiremonttibarometrin 2010 mukaan kaksi yleisintä syytä linjasaneerauksen aloittamiseen olivat putkiston vuodot sekä toimintahäiriöt. Seuraavaksi yleisin syy oli vesi- ja viemäriverkoston kuntotutkimukset, joiden pohjalta päädyttiin tekemään linjasaneeraus. Kuntotutkimus tehtiin vain 47 %:ssa kyselyyn osallistuneista taloyhtiöistä. [16, s. 8–9.] Kuntotutkimuksen perusteella voidaan putkiston vuotoja ja toimintahäiriöitä ennakoida tekemällä linjasaneeraus ennen varsinaisten ongelmien alkamista. Tekemällä linjasaneeraus ennen ongelmien alkamista, saadaan aikaan kustannussäästöjä etenkin, jos käytetään vaihtoehtoisia linjasaneerausmenetelmiä. Näin vältetään huonokuntoisten putkisto-osuuksien uusimiselta sekä vuotojen ja toimintahäiriöiden aiheuttamilta korjauskustannuksilta ja pidennetään olemassa olevan putkiston elinkaarta.



Kuva 6. Putkiremonttien jakautuminen kiinteistön valmistumisvuoden perusteella putkiremonttibarometrin 2010 mukaan [16, s. 6].

Urakoitsijan valintaperusteet

Tutkimuksessa urakoitsijan valintaa ajatellen merkittävimmät tekijät olivat

1. Putkiremontin hinta
2. Urakoitsijan osaaminen
3. Putkiremontin aikataulu
4. Urakoitsijan referenssit.

Valintakriteerit ovat pysyneet samoina vuosina 2009 ja 2010. [16, s. 14; 17, s. 17.]

Vaihtoehtoisten linjasaneerausmenetelmien käytössä on tapahtunut huomattavaa kasvua vuosien 2008 ja 2009 välillä. Tutkimustulosten mukaan vuonna 2008 vaihtoehtoisia linjasaneerausmenetelmiä käytettiin 14 %:ssa tutkimukseen osallistuneista taloyhtiöistä. Vuonna 2009 vastaava luku oli 21 %. [16, s. 19; 17, s. 22–23.] Tämä tutkimustulos tukee Putkireformin tutkimustulosta, jonka tuloksia esitellään tämän luvun lopussa. Pitää kuitenkin huomioida, että kyseiset prosentit pitävät sisällään pelkästään viemäriverkoston korjaukset. Voimakasta kasvua uusien menetelmien käytössä voidaan selittää alalla toimivien urakoitsijoiden lisääntyneellä määrällä.

Tutkimuksissa kysyttiin myös linjasaneerauksen kestoa. Remonttien pituudet vaihtelivat yhdestä viikosta yli kuuteen kuukauteen porraskäytävää kohti. Hintahaarukka oli 100–900 €/m². [17, s. 23 ja 25.] Remonttien sisältö vaihteli suuresti, yhdessä remontissa korjattiin vain pohjaviemärit käyttäen vaihtoehtoisia menetelmiä, toisessa puolestaan uusittiin perinteisellä menetelmällä koko talotekniikka sekä keittiö ja kylpyhuone. Remonttien sisällön keskinäisistä eroavaisuuksista ja tulosten suuresta hajonnasta johtuen remonttien kestoista tai hinnoista ei voida tämän tutkimuksen perusteella tehdä luotettavia johtopäätöksiä. Tuloksia voidaan pitää ainoastaan suuntaa-antavina urakan hinta- ja kestohaarukoina.

Vuosien 2008 ja 2009 toteutuneita hintoja tarkastelemalla huomataan, että halvimmissa hintaluokissa (alle 100 €/m² ja 101–150 €/m²) olevan remonttien määrä on kasvanut 50 %. Tutkimuksia vertailemalla selviää myös, että samasta taloyhtiöstä tehdyn kalleimman ja halvimman tarjouksen keskimääräinen hintaero on laskenut 7,5 % vuosien 2008 ja 2009 välillä. [16, s. 25; 17, s. 28.] Hintojen laskua voidaan selittää markkinoiden supistumisella. Alalle tuli uusia toimijoita, jotka käyttävät sekä perinteisiä että uusia menetelmiä. Myös lisääntynyt kilpailu painoi hintoja alas. Vuosien 2008 ja 2009 välillä vaihtoehtoisten linjasaneerausmenetelmien käyttö lisääntyi ja putkiremonttien kustannukset laskivat.

Putkireformin asukaskysely

Putkireformi Oy on myös teettänyt kyselytutkimuksen, jossa arvioidaan putkiremontin sujumista taloyhtiössä. Tämän kyselyn vastaajina toimivat taloyhtiöiden asukkaat sekä hallituksen jäsenet. Tutkimuksessa ei erotella, millä menetelmällä putkiremontit oli vastaajien taloyhtiöissä toteutettu. Suurin osa vastaajista piti perinteistä putkiremonttia parhaiden soveltuvana taloyhtiössä tehtävän linjasaneerauksen toteutustavaksi. Tästä voidaan päätellä, että huomattava osa tehdyistä remonteista on toteutettu perinteisellä linjasaneerausmenetelmällä [15].

Tutkimustuloksista, jotka sisältävät sekä vaihtoehtoiset että perinteiset menetelmät, voidaan vetää varsin huolestuttava johtopäätös: joka kolmas asukas kokee, että putkiremontti on epäonnistunut kokonaan tai osittain. Lisäksi lähes joka kolmas on tyytymätön putkiremonttiin liittyvään päätöksentekoon taloyhtiössä. Myös isännöitsijöiden toiminta sai tutkimuksessa kritiikkiä osakseen. Riviasukkaiden mielipiteet ovat selvästi kriittisempiä kuin isännöitsijöiden tai taloyhtiön hallituksen jäsenten mielipiteet. [20, s. 10–11; 21.]

Suurimpia pettymyksen aiheita asukkaille olivat

- vaihtoehtojen riittävä tarjoaminen, 60 % asukkaista oli tyytymättömiä
- remontin haitta-ajan pituus, 46 % asukkaista oli tyytymättömiä
- asunnon suojaus remontin aikana, 45 % asukkaista oli tyytymättömiä.

Tyytyväisyyttä asukkaiden keskuudessa herätti seuraavat seikat:

- saneeraus nosti asunnon arvoa, 89 % asukkaista oli tyytyväisiä
- toteuttavan yrityksen pitkäaikainen kokemus, 83 % asukkaista oli tyytyväisiä
- kohtuuhintaisen rahoituksen järjestyminen, 80 % asukkaista oli tyytyväisiä.

Kyselystä käy myös ilmi, että kiinnostus vaihtoehtoisiin linjasaneerausmenetelmiin on kasvanut. Remontin jo toteuttaneista vastaajista vain 18 % oli sitä mieltä, että sekamenetelmä olisi paras vaihtoehto linjasaneerauksen toteuttamiseksi heidän taloyhtiössään. Sekamenetelmässä osa putkista vaihdetaan uusiin ja osa korjataan vaihtoehtoisilla menetelmillä. Linjasaneerausta vasta suunnittelevissa taloyhtiöissä 40 % vastaajista piti sekamenetelmää parhaiten sopivana menetelmänä. [20, s. 10–11.] Vastausten perusteella voidaan olettaa, että tulevaisuudessa vaihtoehtoisten linjasaneerausmenetelmien käyttö lisääntyy.

Vesijohtopuolella vaihtoehtoisia linjasaneerausmenetelmiä käytetään Suomessa vähän, vuonna 2009 vesijohtoverkostojen korjauksista tehtiin vaihtoehtoisilla menetelmillä vain 5 %. Luku tulee kasvamaan tulevaisuudessa. [18.] Sveitsissä vastaava luku on 60 % [19]. Myös sekamenetelmän käytön linjasaneerauksissa odotetaan lisääntyvän.

4 Putkistojen vauriotyypit

4.1 Korroosio

Korroosio on yleisin vauriotyyppi putkistoissa. Korroosiolla tarkoitetaan metallin ruostumista ja syöpymistä. Seuraavissa luvuissa esitellään yleisimmät korroosiotyypit, joihin saneerauskohteissa törmätään.

Kirjassa Kiinteistön lämmitys- ja vesiputkistojen kunnossapito [6, s. 9] kerrotaan, että normaalikokoisen olohuoneen pattereista on löydetty korroosion irrottamaa ruostetta jopa puolitoista kiloa. Määrä vaikuttaa uskomattomalta, koska keskikokoisessa olohuoneessa on kahdesta kolmeen patteria. Esimerkkinä 60 vuotta vanhasta 16-metrisestä valurautaisesta sadevesiviemäristä saatiin puhdistuksen aikana irrotettua noin 3 kiloa ruostetta (kuva 7).



Kuva 7. Sadevesiviemäristä puhdistuksessa irronnutta ruostetta [22].

Korroosio on vakava ongelma vanhoissa putkistoissa. Suurin osa vesivahingoista on korroosion aiheuttamia. [6, s. 9.] Jos korroosiota ei tapahtuisi, voisimme lopettaa putkiremonttien tekemisen.

4.2 Vesijohdoissa esiintyvät vauriotyypit

Vanhoissa vesijohdoissa esiintyy erilaisia vaurioita, jotka asettavat rajoituksia käytettävälle saneerausmenetelmälle. Pinnoitusmenetelmiä käytettäessä täytyy muistaa, ettei pinnoitus vahvista vanhoja liitoksia. Vanhojen liitosten rikkoontumista on tapahtunut pinnoituksen jälkeen [23]. Tältä ongelmalta voidaan kuitenkin välttyä tekemällä asianmukainen kuntotutkimus. Seuraavassa käydään läpi tyypillisiä vaurioita, joita esiintyy saneerattavissa vesijohdoissa.

Sinkityt teräspuutket

Sinkittyjen teräspuutkien yleisin korroosimuoto on putken sisäpuolinen korroosio (kuva 8), jota kutsutaan myös valikoivaksi liukenemiseksi. Sen aiheuttaa putken sisäpuolella olevan suojaavan sinkkikerroksen syöpyminen. Eniten syöpymistä esiintyy mutkien ja kierreosien lähellä. Varsinkin suurissa putkihalkaisijoissa kierteet ovat virheellisen asennustavan takia jääneet usein liian lyhyiksi. Tämä lisää kierreosien vuotoriskiä.



Kuva 8. Sinkityn teräspuutken sisäpuolinen korroosio [24].

Myös putkien pitkittäissaumojen sinkkisuojauksessa on esiintynyt laatuvariaatioita. Erityisesti 1970-luvun alussa rakennetuissa taloissa syöpymää esiintyy pitkittäissaumoissa. Toinen yleinen vauriotyyppi on putkien sisäpuolinen sakkakertymä. Sakkakertymä pienentää putken sisähalkaisijaa ja vaikuttaa näin putken virtauskapasiteettiin. Sakkakertymiä esiintyy erityisesti 1950- ja 1960-luvulla rakennetun putkiston kohdissa, jossa suuresta runkoputkesta on otettu pieni kytkentähaara. Myös sinkittyjen teräspuutkistojen sulkuventtiilit ovat usein

huonokuntoisia. Näkyviin asennettujen sinkittyjen teräsputkien kuntoa voidaan tutkia ultraäänimittauksella sekä röntgenkuvauksella. Kuntotutkimuksia tekee esimerkiksi VTT Asiantuntijapalvelut. [23, s. 14; 25, s. 7–8.]

Kupariputket

Kupariputkissa yleisen vaurio on pistesyöpymä. Korkea veden lämpötila nopeuttaa pistesyöpymän etenemistä [6, s. 22]. Tämän takia kuntotutkimukset kannattaa keskittää lämpimän käyttöveden putkistöihin. Pistesyöpymää esiintyy yleensä suoralla putkiosuudella, ja sen syntymistä edesauttaa putken halkaisijan ahdas mitoitus, joka kasvattaa virtausnopeuden liian suureksi. Suuri veden virtausnopeus kuluttaa putken sisäpintaa suojaavan oksidikerroksen pois, jonka jälkeen syöpyminen alkaa. Toinen yleinen riskipaikka on 1960- ja 1970-lukujen taitteen asennuksissa käytetyt messinkijuotokset, joissa sinkkikato on yleinen vuotojen aiheuttaja. [25, s. 10–13; 23.]

Putkien ulkopuolista pintakorroosiota esiintyy paikoissa, joissa putki joutuu alttiiksi kosteudelle ja on kosketuksissa betoniin, lekasoraan tai kivivillaeristeeseen. Lisäksi 1950–1960-luvulla asennettujen putkistöjen sulkuventtiileissä havaitaan sinkkikatoa, joten venttiilien kunnon tarkistamista pidetään suositeltavana. [25].

4.3 Viemäreissä esiintyvät vauriotyypit

Valurautaviemärit

Valurautaviemäreissä yleisin vauriomuoto on grafitoituminen. Siinä valurautaan sitoutunut hiili syöpyy pois ja jättäen jäljelle vain hauraan grafiittirungon. Ilmiönä grafitoitumista voidaan verrata messingin sinkkikatoon. Grafitoitumista on vaikea huomata, koska valuraudasta on saattanut syöpyä pois 90 % ennen kuin se vaikuttaa putken muotoon tai seinämäpaksuuteen. Parhaiten grafitoitumisen voi havaita ottamalla putkesta koepala. [6, s. 19 ja 33.] Etenkin 1990-luvulla asennettujen muhvitomien valurautaviemäreiden heikkolaatuinen korroosiosuojaus on johtanut tilanteisiin, joissa viemäri on syöpynyt puhki 5–6 vuodessa [25, s. 14–16].

Toinen yleinen valurautaviemäriin vaurioihin johtava ongelma on saostuminen. Saostumisella tarkoitetaan viemäriin pintaan kerrostuvia epäpuhtauksia. Nämä epäpuhtaudet nopeuttavat grafitoitumista ja korroosiota. Saostumat aiheuttavat viemäreihin tukoksia, jotka johtavat vesivahinkoihin. Viemäristä kuuluva pulputtava ääni on merkki saostumasta. Saostumat ovat yleisimpiä viemäreissä, joiden halkaisija on 60–80 millimetriä. [25, s. 14–16.]

Kylpyhuoneen puutteellinen vedeneristys päästää välipohjaan kosteutta, mikä aiheuttaa valurautaisille viemäreille ulkopuolista syöpymistä ja viemäri saattaa romahtaa kasaan.

Valurautaisissa vaakaviemäreissä esiintyy putken yläosan syöpymistä, jossa putken yläpuolisko ”häviää”. Tämä johtuu huonosti toimivasta viemäriin tuuleuksesta tai viemäriin kaadetuista pesuaineista tai muista kemikaaleista. [25, s. 14–16.]

Muoviviemärit

Vanhoissa vuosina 1965–1974 valmistetuissa muoviviemäreissä sekä viemäriosissa on havaittu materiaalin lasittumista, joka johtaa halkeilu- ja lohkeiluvaurioihin. Nämä vauriot voidaan kuitenkin havaita röntgenkuvauksella ennen niiden laukeamista. Vuonna 1975 viemäreissä alettiin käyttää erilaista muoviseosta, joka ei lasitu. Uudemmat muoviviemärit ovat kestäneet hyvin, eikä merkkejä elinkaaren päättymisestä ole havaittu. [26 s. 90; 26 s. 17.]

Lattiakaivot

Kylpyhuoneessa lattiakaivon ja vesieristeen liitoskohta on yleinen syy kosteusvaurioihin, ja VTT suosittelee kaikkien ennen vuotta 1991 asennettujen lattiakaivojen uusimista putkiremontin tai kylpyhuoneen vesieristeiden uusimisen yhteydessä. [8, s. 4].

5 Uudet linjasaneerausmenetelmät

5.1 Linjasaneeraus

Linjasaneerauksella tarkoitetaan rakennuksen vesi- ja/tai viemärijohtojen uusimista tai kunnostamista. Kansanomaisempi nimitys on putkiremontti. Putkiremontti voidaan toteuttaa, joko perinteisesti uusimalla putket tai vaihtoehtoisella menetelmällä, jota käytettäessä vanha putki jätetään paikoilleen ja kunnostetaan. Vaihtoehtoisia menetelmiä on lukuisia erilaisia. Eri menetelmät soveltuvat eri käyttötarkoituksiin. Uusia menetelmiä käytettäessä vältetään vanhojen putkien purkamiselta. Purkutyöt muodostavat huomattavan osan putkiremonttien kustannuksista. Pystyputkien sijoittelusta riippuen purkutyöt voivat olla 50–80 % perinteisen remontin kokonaiskustannuksista.

Uusia menetelmiä käytettäessä vanhan putken sisään joko sujutetaan uusi putki (sujutusmenetelmät) tai vanha putki pinnoitetaan harjaamalla, ruiskuttamalla tai valamalla. Sujutus- ja pinnoitusmenetelmien eroavaisuuksiin syvennyttään tarkemmin seuraavissa luvussa. Liitteeseen 1 on koottu Suomessa toimivat yritykset, jotka käyttävät uusia linjasaneerausmenetelmiä.

5.2 Sujutusmenetelmät

Sujutusmenetelmillä tarkoitetaan menetelmiä, joissa vanhan viemäriputken sisään työnnetään uusi putki esimerkiksi paineilmaa apuna käyttäen. Vanhaa putkea käytetään ainoastaan muottina. Näin vanhan putken sisään muodostuu uusi putki, joka on tarpeeksi vahva kestämään siihen kohdistuvat rasitukset, eikä uusi putki näin ollen tarvitse tuekseen vanhaa putkea [8, s. 2]. Tällaista putkea kutsutaan itsekantavaksi. Sujuttamalla ei tällä hetkellä korjata sisähalkaisijaltaan 50 millimetriä pienempiä putkia, mutta tekniikka kehittyy koko ajan. Koska sujutusmenetelmä ei sovellu pienikokoisten putkien korjaamiseen, käytetään sitä pääasiassa viemärijärjestelmien korjauksissa.

Markkinoilla on monia erilaisia sujutusmenetelmiä. Menetelmissä käytettävät materiaalit ja tekniikat vaihtelevat eri yritysten käyttäessä toisistaan poikkeavia toimintatapoja. Käytettävät tekniikat esitellään tarkemmin luvussa 5.5 Viemäriputkistojen sujutusmenetelmät.

5.3 Pinnoitusmenetelmät

Pinnoitusmenetelmässä vanhan putken sisään ei työnnetä uutta putkea kuten sujutusmenetelmissä, vaan putken sisään ruiskutetaan tai harjataan uusi pintakerros. Tämä parantaa putken virtausominaisuuksia. Pintakerros on niin ohut, että vanha putki toimii yhä kuormaa kantavana osana [8, s. 2]. Toisin sanoen pinnoitus ei vahvista olemassa olevan putken rakennetta. Tämä asettaa tiettyjä rajoituksia menetelmän käytölle. Esimerkiksi pohjaviemäreitä, joihin maan paino kohdistuu, ei kannata kunnostaa pinnoitusmenetelmillä. Jos vanha putki ruostuu pinnoituksen ympäriltä, ei pinnoitus yksinään jaksa kantaa maan kuormaa vaan aiheuttaa pohjaviemäriin sortumisen. Näin ollen vanhan putken huono kunto asettaa pinnoitusmenetelmien käytölle suurempia rajoituksia kuin käytettäessä sujutusmenetelmiä. Pinnoitettavan putken pitää olla pääpiirteittäin ehjä.

5.4 Ruiskutusmenetelmät

Ruiskutusmenetelmällä vanhan putken sisälle tehdään uusi itsekantava putki, kuten sujutusmenetelmässä. Sujutusmenetelmästä poiketen putki ruiskutetaan vanhan putken sisälle käyttämällä keskipakomenetelmää. Ruiskutusmenetelmää käyttävät ainakin Picote ja EW-liner. Ruiskutusmenetelmä poikkeaa oleellisesti pinnoitus- ja sujutusmenetelmistä, joten sitä ei voida luokitella kumpaankaan edellä mainittuun kategoriaan. Pinnoitusmenetelmässä putken sisäpinnalle muodostuu korroosiolta suojaava ohut pintakerros, joka tarvitsee vanhan putken tuekseen.

Ruiskutusmenetelmässä kerros on itsekantava ja huomattavasti paksumpi kuin pinnoitusmenetelmässä. Sujutusmenetelmässä vanhan putken sisälle ”työnnetään” uusi itsekantava putki. Ruiskutusmenetelmässä uusi putki muodostetaan vanhan putken sisälle kuitenkin vasta paikan päällä, kuten pinnoitusmenetelmässä.

Alan julkaisuissa ruiskutusmenetelmä kuitenkin luokitellaan usein virheellisesti pinnoitusmenetelmäksi. Näistä syistä tässä insinööriyössä pinnoitus- ja sujutusmenetelmien parhaita puolia yhdistävistä menetelmistä käytetään nimeä ruiskutusmenetelmät ja niitä käsitellään omana ryhmänään. Menetelmien työvaiheet muistuttavat pinnoitusmenetelmää ja lopputulos on itsekantava runkojäykkä putki, joka ei tarvitse vanhaa putkea tuekseen.

5.5 Viemäriputkistojen sujutusmenetelmät

5.5.1 Korjausta edeltävät työvaiheet

Viemäriputkien pinnoitusta, sujutusta ja ruiskutusta edeltävät työvaiheet eivät juuri eroa toisistaan, joten seuraavat työvaiheet ovat kaikille menetelmille yhteisiä.

Kuntokartoitus

Vanhon putkien huono kunto voi olla este vaihtoehtoisen menetelmän käytölle, esimerkiksi viemäriin painuminen, profiilin negatiivisuus tai putkessa oleva reikä voi estää vaihtoehtoisen menetelmän käytön. Tämän takia vanhalle viemärielle on aina ensimmäiseksi tehtävä kuntokartoitus. Kuntokartoitus tehdään kokemuseräisesti, aistihavaintoja hyväksikäyttäen, eikä siinä rikota materiaaleja [13].

Kuntokartoituksessa vanhat viemärit kuvataan kamerarobotilla, jolloin varmistutaan vanhojen viemäreiden korjauskelpoisuudesta. Koska sujutusmenetelmissä vanhan putken sisään ”työnnetään” uusi putki, ei menetelmän käyttö vaadi vanhalta putkelta yhtä virheetöntä kuntoa kuin esimerkiksi pinnoitusmenetelmän käyttö. Putkessa voi olla halkeamia tai vaikka nyrkin kokoinen reikä, ja se voidaan silti korjata sujuttamalla. Jos käytetään pinnoitusmenetelmää, suuret reiät ja halkeamat pitää korjata uusimalla rikkinäiset putken osat ennen pinnoitusta.

Kuntotutkimus

Kuntotutkimus on kuntokartoitusta laajempi, ja siinä arvioidaan putken seinämäpaksuus. Kuntotutkimus tehdään, mikäli kuntokartoituksen avulla ei saada riittävän luotettavaa kuvaa viemäreiden kunnosta. Kuntotutkimuksessa käytetään videokuvauksen lisäksi röntgen- ja ultraäänimittauksia, joiden avulla viemäriin seinämäpaksuus saadaan mitattua. Mittauksia voidaan käyttää vain putken näkyvillä osilla. Rakenteiden sisällä olevien viemäreiden seinämäpaksuutta ei näillä menetelmillä voida mitata. Tarvittaessa viemäristä leikataan koepala, josta seinämäpaksuus voidaan todeta mittaamalla. Näin varmistutaan, että vanha putkisto kestää puhdistuksen.

Puhdistus

Viemärien virtausominaisuudet huonontuvat ajan myötä, kun putken pintaan muodostuu epäpuhtauksia ja sisähalkaisija pienenee. Samalla tukosten ja vuotojen riski kasvaa. Jotta viemäriin virtausominaisuudet paranisivat korjauksen jälkeen mahdollisimman paljon, pitää vanha viemäri puhdistaa. Puhdistuksesta aiheutuva riski on syytä ottaa huomioon, jotta vältetään vesivahingoilta ja kalliilta kuivausoperaatiolta.

Puhdistusmenetelminä käytetään korkeapainepesua sekä mekaanista märkä- ja kuivajyrsintää [27; 28; 13]. Mekaanista jyrsintää käytetään valurautaviemäreiden seinämien puhdistamiseen. Putken sisään työnnetään kovametalliterä (kuva 9), jonka pyörivä liike irrottaa viemäriin pintaan muodostuneen ruosteen ja muut epäpuhtaudet. Jyrsinnan jälkeen viemäri huuhdellaan yleensä vedellä. Jos linja on huonossa kunnossa tai jyrsin on tehnyt putkeen reiän, voidaan vesivahingoilta välttyä käyttämällä paineilmahuuhtelua. Puhdistuksen ja huuhtelun jälkeen viemärit voidaan korjata sopivalla menetelmällä.



Kuva 9. Valurautaviemärin puhdistuksessa käytettävä kovametalliterä [29].

5.5.2 Sukkasujutus

Suurin osa uusia linjasaneerausmenetelmiä Suomessa käyttävistä yrityksistä korjaa viemäreitä sukkasujutusmenetelmällä. Korjausmenetelmä tunnetaan myös nimellä sukitus. Eri yritysten käyttämät sukkasujutusmenetelmät poikkeavat vain vähän tai eivät ollenkaan toisistaan. Menetelmän työvaiheet ovat pääosin samat. Tämän takia menetelmä ja sen työvaiheet esitellään tässä luvussa yleisesti. Tarkempi kuvaus sukkasujutuksessa käytetyistä materiaaleista ja sujutettavista putkivaihtoehdoista on esitetty seuraavissa luvuissa.

Sukkasujutusta käytetään pääasiassa tontti-, pohja- ja nousuviemäreiden kunnostamiseen. Viimeaikainen tekninen kehitys on mahdollistanut sukkasujutuksen käytön halkaisijaltaan 70-millimetrinen viemäreiden korjaamiseen, joten menetelmällä voidaan korjata myös huoneistokohtaisia viemäreitä. Huoneistokohtaisia viemäreitä korjattaessa sukituksen metrihinta nousee kuitenkin moninkertaiseksi verrattuna suoran putken sukkasujuttamiseen. Tämä johtuu huoneistokohtaisissa viemäreissä olevien kulmien ja haarojen suuresta määrästä. Varsinkin haarat nostavat metrihintaa, koska niiden auki poraaminen on työlästä.

Sukkasujutuksessa käytetään muovipinnoitteista huopa- tai kuitusukkaa, joka työnnetään putken sisälle paineilman avulla [13]. Tämän jälkeen sukka kyllästetään epoksihartsilla, joka kovetetaan esimerkiksi kuumalla höyryllä tai vedellä. Näin saadaan aikaiseksi uusi yhtenäinen putki vanhan viemäriin sisään. Tämän jälkeen viemärihaarat porataan auki putken sisäpuolelta rakenteita rikkomatta. Poraaminen tapahtuu putken sisälle ajettavan kauko-ohjatun kameralla varustetun porarobotin avulla (kuva 10).



Kuva 10. Haarojen aukiporaamiseen käytettävä porarobotti [30].

Kun haara on porattu auki, käytetään haaran sukittukseen kahta erilaista menetelmää: limisukitusta (kuva 11) ja muotoon ommeltua haaraprofiilia (kuva 12).

Limisukituksessa haarakohta sujutetaan haarasta runkoviemäriin päin, jolloin sukat menevät toistensa päälle limittäin. Kun sukat kovettuvat päällekkäin, saadaan aikaan yhtenäinen ja tiivis liitos. Haaraprofiili puolestaan nostetaan paikoilleen vetonarujen ja kuljetuslaitteen avulla. Kun haaraprofiili on oikealla paikalla, täytetään sen sisällä oleva ilmapallo ilmalla. Ilmanpaine työntää profiilin auki porattuun haaraan, ja se asettuu tiiviisti vanhan viemäriin seinämiä vasten. Profiili on käsitelty epoksilla, joka kovettuu itsestään. Profiilin asennuksen jälkeen voidaan haaran sujutusta jatkaa normaalisti.



Kuva 11. Sukkasujutuksessa käytettävän limisukituksen periaate [28].



Kuva 12. Sujutuksessa käytettävä haaraprofiili [31].

Kun sukka on kovettunut, tarkistetaan työnlaatu kuvaamalla viemärit kamerarobotilla. Tallenne dokumentoidaan ja toimitetaan työn tilaajalle. Viemäreitä ei voida käyttää sujutuksen aikana.

5.5.3 Aarsleff-sukkasujutus

Sukkasujutusmenetelmästä käytetään lyhennettä CIPP (cured in place pipe) ja sitä on käytetty Suomessa vuodesta 1993 lähtien. Menetelmä on kehitetty Tanskassa. Työvaiheet ovat samat kuin edellisessä luvussa. Materiaalina käytetään muovipintaista huopasukkaa. Menetelmä sopii talon ulkopuolisten sekä pohja- ja pystyviemäreiden korjaukseen. Korjattavat putkikoot vaihtelevat välillä 100–2 500 millimetriä.

Menetelmä vaatii rakenteiden avaamista pohjaviemärin haarakohdissa sekä jyrkissä mutkissa. Lopputuloksena on uutta vastaava muoviputki, joka täyttää standardin SFS EN 13566–4 vaatimukset. Menetelmällä on VTT:n sertifikaatti. Huopasukan kovettamiseen käytetään kolmea eri ainetta, jotka ovat polyesterihartsia, vinyylihartsia ja epoksihartsia. Aineen kovettamiseen käytetään joko kuumaa vettä, paineilmaa tai höyryä. Menetelmä on testattu Tanskassa (Danish control scheme for pipe rehabilitation) [32]. Suomessa VTT on testannut materiaalin kestävyyttä. Testien perusteella Aarsleff-sukkasujutusputki täyttää kestävyysvaatimukset ainakin 50 vuoden käyttöikänsä asti [33]. Tanskalainen Pipe Technologies on määritellyt sujutusputkelle kestävyysarvot aina 100 vuoden ikään asti [34].

5.5.4 BrawoLiner-sukkasujutus

BrawoLiner on Suomessa yleisimmin käytössä oleva sukitusmenetelmä. Se on samantapainen kuin Aarsleffin menetelmä vaikka käytettävä sukka ja epoksiseos ovat erilaisia. Menetelmän yleisyys johtuu BrawoLinerin käyttämän sukan taipuisuudesta ja liukkaudesta, jotka takaavat helpon asennuksen. BrawoLinerilla on useita erikoissukkatyyppejä. Näitä ovat esimerkiksi venyvä sukka, joka mahdollistaa saman sukan käyttämisen halkaisijaltaan 150–185 millimetriin putkiin, sekä 3D-sukka, joka sopii halkaisijaltaan 100–150-millimetrinen viemäreiden korjaamiseen. Erikoissukkaan käyttämällä vältetään sukan vaihtamiselta putkikoon muuttuessa. Erikoiset sukat ovat hinnaltaan huomattavasti perussukkaa kalliimpia, ja niillä on helpompi korjata paljon mutkia ja haaroja sisältäviä viemäriinjoja. Perussukkaa on monilla valmistajilla, ja niitä käytetään suorien haarattomien viemäreiden korjaamiseen. [22.]

Brawoliner-menetelmän työvaiheet ovat samat kuin muissa sukitusmenetelmissä. Asennukseen käytetään inversiorumpua (kuva 13). Inversiorummun sisällä on kela, johon sukka asennetaan. Tämän jälkeen kela laitetaan inversiorummun sisään ja sukan toinen pää kiinnitetään inversiorummun suulakkeeseen nurinpäin, ja sukan toinen pää solmitaan umpeen. Seuraavaksi rumpuun kytketään paineilma. Ilmanpaine pakottaa sukan ulos suulakkeen kautta kääntäen sukan samalla ympäri. Asentaja ohjaa sukan korjattavaan viemäriinjoon, jossa epoksilla kyllästetty sukka painautuu ilmanpaineen ansiosta tiukasti vanhan putken seinämää vasten ja kovettuu.

BrawoLiner-sukitusmenetelmällä voidaan korjata halkaisijaltaan 70–250-millimetrisiä viemäriputkia. Kovettimena käytetään erilaisia epoksihartseja. Menetelmä tulee Saksasta, jossa sen on sertifioinut ja testannut German Institute for Constructional Engineering (DIBt). Materiaalin kestoikäksi on arvioitu 50 vuotta, ja sillä voidaan korjata sekä muovisia että valurautaisia viemäreitä. Lopputuloksena on runkojäykkä haponkestävä uusi putki, joka täyttää viemäriputkelle asetetut vaatimukset. Uuden putken seinämäpaksuus vaihtelee 2–4 millimetriin. [8; 22.]



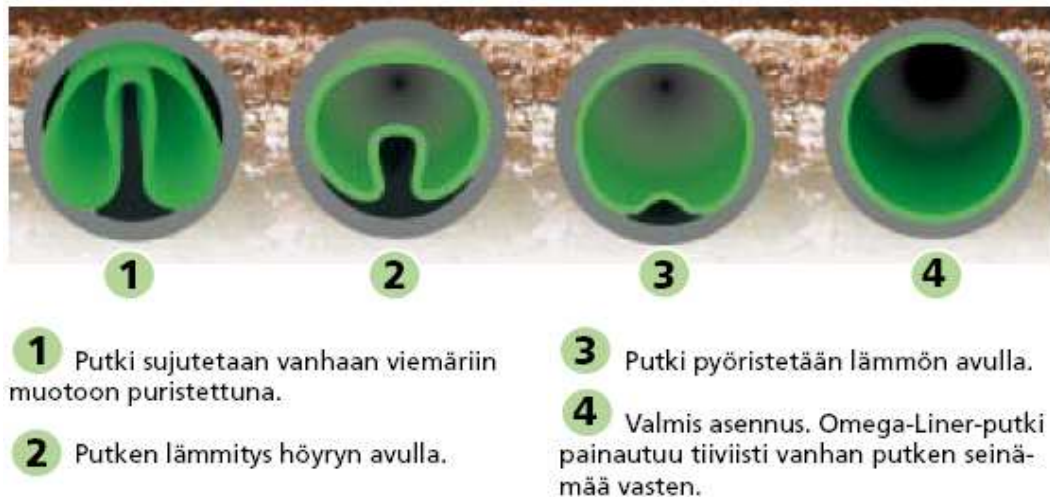
Kuva 13. Sukan asennuksessa käytettävä inversiorumpu [30].

5.5.5 Kuristussujutus

Menetelmää käytetään pääasiassa maanvaraisten viemäreiden korjaamiseen. Kuristussujutuksessa vanha viemäri kaivetaan auki sujutuksen aloitus- ja lopetuskohdista. Menetelmä soveltuu halkaisijaltaan 150–500 millimetrinen paineettomien sekä paineellisten viemärien korjaukseen. Menetelmässä käytetään PEH-muoviputkea, joka vastaa ominaisuuksiltaan normaalia muoviviemäriä. Muoviputkeen kiinnitetään metallinen kuristin, joka puristaa putken kasaan samalla pienentäen sen halkaisijaa 8–12 prosenttia. Näin putki voidaan työntää korjattavan viemäriin läpi. Tämän jälkeen kuristin poistetaan, ja muovin muotomuisti palauttaa putken alkuperäiseen kokoonsa ja putki asettuu tiukasti vanhan viemäriputken seinämiä vasten. Käyttöikä on sama kuin tavallisella muoviviemärillä 30–50 vuotta. [8.]

5.5.6 Omega Liner -muotoputkisujutus

Muotoputkisujutusta käytettiin ensimmäisen kerran vuonna 1989, ja se perustuu Uponor Suomi Oy:n valmistamaan Omega Liner -putkeen. Menetelmänä se muistuttaa kuristussujutusta. Myös tässä menetelmässä korjattavan viemäriinjan aloitus- ja lopetuskohdat kaivetaan auki. Menetelmällä voidaan korjata halkaisijaltaan 70–500-millimetrisiä viemäreitä. Sitä käytetään piha-, pohja-, pysty- ja sadevesiviemäreiden kunnostamiseen. Vanhan viemäriin sisään sujutetaan muotoon puristettu muoviputki, jonka materiaalina on muunneltu PVC-muovi. Putki lämmitetään ennen sujutusta. Näin siitä tulee taipuisa ja sujuttaminen on helpompaa. Kun putki on vedetty korjattavan linjan läpi, se pyöristetään tiiviisti vanhan putken seinämiä vasten lämmön ja paineen avulla. Sujutuksen työvaiheet on esitetty alla (kuva 14). Haarakohdat porataan auki putken sisäpuolelta robottitekniikalla. Menetelmää voidaan käyttää, vaikka vanhassa putkessa olisi halkeamia, murtumia tai pieniä siirtymiä. [35; 8, s. 9.] Käyttöikä vastaa tavallisen muoviviemäriin käyttöikää 30–50 vuotta.



Kuva 14. Omega liner -muotoputkisujutuksen asennusvaiheet [35].

5.5.7 Flexoren-pitkäsujutus

Pitkäsujutus on Uponor Oy:n kehittämä ja patentoima menetelmä. Se on otettu käyttöön vuonna 1990. Menetelmä sopii paineettomien viettoviemäreiden korjaamiseen ja sitä käytetään piha- ja tonttviemäreiden kunnostamiseen. Uusi putki sujutetaan vanhan sisälle tarkastuskaivojen kautta. Korjattavan putken halkaisija voi vaihdella välillä 100–300 millimetriä. Menetelmä soveltuu hyvin mutkaisille putkiosuuksille taipuisuutensa ansiosta. Materiaalina käytetään polyeteeni- ja elastomeerimuovista tehtyä putkea. Haarat porataan auki putken sisäpuolelta porarobotin avulla ja korjataan haarayhteellä. Putkimateriaalilla on kuusi kertaa parempi kulutuskestävyys kuin betoniviemärillä. Valmistajan tekemien testien perusteella putki kuluu vain 0,5 millimetriä 100 vuodessa. [35.]

5.5.8 MaxiLine-pätkäsujutus

MaxiLine-pätkäsujutus poikkeaa muista sujutusmenetelmistä. MaxiLinessa vanhan viemäriin sisään työnnetään hydraulisen asennustyökalun avulla puolen metrin pituisia putkielementtejä (kuva 15). Näin voidaan korjata jopa satojen metrien pituisia linjoja yhdellä sujutuksella. Sujutus tehdään kaivojen kautta. Menetelmän etuna on se, että viemäriä voidaan käyttää sujutuksen aikana normaalisti. Putkielementillä saavutetaan SN40 rengasjäykkyys, kun tavallisen maanvaraisen viemäriin rengasjäykkyys on luokkaa SN4–SN8. Materiaalina käytetään polypropeenimuovia. Sujutettavat putkikoot vaihtelevat välillä 110–500 millimetriä. Putki kestää hyvin korkeita lämpötiloja eikä haurastu pakkasessa. Valmistaja ilmoittaa putken käyttöikäksi vähintään 100 vuotta. [35.]



Kuva 15. MaxiLine-pätkäsujutuksessa käytettävä putkielementti [35].

5.5.9 Paikkasujutus

Paikkasujutuksessa käytetään samanlaista sukkaa kuin sukkasujutuksessa. Sukan kovettamiseen käytetään kaksikomponenttiepoksiseosta. Menetelmää voidaan käyttää viemärin vaurioituneen osan korjaamiseen. Aine alkaa kovettua, kun epoksi ja kiihdytinaine sekoitetaan keskenään. Kovettumisaikaa voidaan säädellä käyttämällä eri kiihdytinaineita. Kun sukka on kyllästetty epoksiseoksella, se nostetaan paikoilleen ilmapallon, kameran sekä vetonarujen avulla ja painetaan paineilmalla putken pintaa vasten. Kun epoksi on kovettunut, poistetaan ilmapallo ja korjaustulos tarkastetaan kuvaamalla.

5.5.10 Pakkosujutus

Pakkosujutus soveltuu huonokuntoisten viemärilinjojen kunnostukseen. Pakkosujutusta käytetään, mikäli muut menetelmät eivät sovellu viemärin korjaamiseen esimerkiksi kulkuesteiden takia. Tällä sujutusmenetelmällä voidaan myös suurentaa putkikokoja. Menetelmässä korjattavan linjan pää kaivetaan auki ja viemärin sisään työnnetään pakkosujutuskone, jonka etupuolella oleva terä leikkaa vanhan viemärin auki ja tekee väylän uudelle putkelle. Koneen takapuolelle kiinnitetään uusi viemäriputki, jonka kone vetää perässään paikalleen. Menetelmällä korjataan etupäässä talon ulkopuolisia maaviemäreitä. Korjattavien viemäreiden putkikoot ovat 40–400 millimetriä. Menetelmällä voidaan korjata myös paineellisia viemäreitä. Putkimateriaaleina käytetään PEX-, HDPE- ja PE-muoviputkia. Menetelmää on käytetty Suomessa vuodesta 1989, ja se soveltuu miltei kaikkien putkimateriaalien korjaamiseen. [35.]

5.5.11 Pitkäsujutus

Vanha viemäri korjataan vetämälle sen sisälle uusi halkaisijaltaan pienempi putki. Pitkäsujutuksella voidaan kunnostaa paineettomia sekä paineellisia tonttviemäreitä. Menetelmä vaatii kaivamista haaroitus- ja aloituskohdassa. Materiaaleina käytetään PEX-, ProFuse- ja HDPE-muoviputkia. Korjattavat putkikoot ovat 40–400 millimetriä. Pitkäsujutusta on käytetty vuodesta 1989 lähtien. [35].

5.5.12 Saertex-Liner-menetelmä

Työvaiheet ovat samat kuin muissa sukkasujutusmenetelmissä. Materiaalina käytetään ommelvahvisteista lasikuidusta tehtyä monikerrossukkaa, joka koetetaan joko polyesteri- tai vinyylihartsilla. Hartsin kovettamiseen käytetään vesihöyryä tai UV-valoa. Menetelmää voidaan käyttää halkaisijaltaan 100–1250-millimetrisien viemäreiden korjaamiseen. Uuden putken seinämäpaksuus vaihtelee 3–15 millimetrin välillä. Saertex-Lineria on käytetty Euroopassa vuodesta 2004 lähtien. Sukka asettuu tiiviisti vanhan putken pinnalle, joten menetelmällä voidaan korjata myös ovaalin tai nelikulmion muotoisia viemäriinjoja. [35; 8.]

5.5.13 NuFlow Epox -sukkasujutusmenetelmä

NuFlow Epox -menetelmä on kanadalainen. Asennus tehdään kuitenkin eri lailla eikä siinä hyödynnetä inversiotekniikkaa. NuFlow Epox -sukituksessa korjattava linjan molemmat päät avataan ja sukka vedetään paikoilleen. Tämän jälkeen sukka täytetään paineilmalla, jolloin sukka painautuu vanhaa putkea vasten. Painetta pidetään yllä kymmenen minuuttia, jonka jälkeen epoksi on kovettunut uudeksi jäykäksi putkeksi. NuFlow'n erikoisuutena on menetelmän soveltuminen halkaisijaltaan jopa 20-millimetrisien putkien korjaamiseen, ja sillä voidaan korjata betoni- valurauta-, PVC- ja lasikuituviemäreitä. Sukan taipuisuuden johdosta menetelmällä on helppo korjata myös paljon haaroja ja mutkia sisältävät putkiosuudet. Menetelmä on vasta tulossa Suomeen. [40.]

5.6 Viemäriputkistojen pinnoitusmenetelmät

5.6.1 Työvaiheet

Aluksi vanhan viemärin kunto selvitetään kuntotutkimuksen tai kuntokartoituksen avulla. Yleiset työvaiheet on esitelty tarkemmin tekstin luvussa 5.5.1 Korjausta edeltävät työvaiheet.

Koska pinnoitus aloitetaan useimmiten kylpyhuoneesta, on tila suojattava suojapahveilla. Tämän jälkeen irrotetaan pesuallaiden vesilukot sekä wc-istuimet ja avataan lattiakaivot.

Seuraavaksi aloitetaan viemäreiden puhdistaminen ruosteesta pyörivällä jyrsimellä. Viemärit kuvataan robottikameralla ensimmäisen puhdistuksen jälkeen ja tarvittaessa viemäreitä puhdistetaan lisää. Näin varmistetaan puhdistuksen onnistuminen ja laatu. Puhdistuksen jälkeen viemärit huuhdellaan, minkä jälkeen niiden annetaan kuivua. Kuivumisaika vaihtelee 10–15 tunnin välillä käytettävästä pinnoitteesta riippuen. Kuivumisen jälkeen viemärit pinnoitetaan, pinnoituksen laatu tarkistetaan kuvaamalla, ja video tallennetaan DVD-levylle. Tämän jälkeen pinnoitteen annetaan kovettua. Kovettumisaika vaihtelee käytetyn pinnoitteen mukaan 10–24 tuntiin. Kuivumisen jälkeen kalusteet voidaan asentaa paikoilleen ja suojaukset poistaa. [13.]

5.6.2 DaKKI-pinnoitusmenetelmä

Menetelmä on kehitetty Ruotsissa vuonna 1991. Suomessa sitä on käytetty ensimmäinen kerran vuonna 2004. Pinnoitettavat putkikoot ovat 32–160 millimetriä. Menetelmää voidaan käyttää esimerkiksi PVC-, valurauta- ja betoniviemäreiden sekä lattiakaivojen pinnoittamiseen. Pinnoite ei kuitenkaan tartu PE- tai PP-muoviin. Menetelmällä ei voi korjata maanvaraisia viemäreitä.

Pinnoitusmateriaalina käytetään elastista epoksimuovia, joka harjataan vanhan puhdistetun ja kuivan putken pintaan erikoistyökalulla (kuva 16). Työkalussa oleva kamera helpottaa pinnoituksen etenemisen ja työn laaduntarkkailua. Pinnoituksen paksuus vaihtelee välillä 0,5–1 millimetriä. Menetelmällä on VTT:n ja Ruotsin valtion tarkastuslaitoksen (Sveriges Provnings- och Forskningsinstitut) sertifikaatit.

Menetelmälle on määritelty vähintään 15 vuoden käyttöikä valurautaisten viemäreiden pinnoituksessa. 15 vuoden kuluttua viemärit voidaan pinnoittaa uudelleen. [26 s. 73; 8, s. 5–6.]



Kuva 16. DaKKI-pinnoituksessa käytettävä erikoistyökalu [29].

5.6.3 LSE-SYSTEM[®]-pinnoitusmenetelmä

LSE-SYSTEM[®]-pinnoitusmenetelmällä voidaan pinnoittaa myös viemäreitä, mutta Suomessa sitä käytetään lähinnä vesijohtojen pinnoitukseen. Työvaiheet ovat samantapaiset kuin DaKKI-pinnoituksessa. Tarkempi kuvaus menetelmästä on esitetty luvussa 5.8 Vesijohtojen pinnoitusmenetelmät.

5.6.4 Repipe-kaksoispinnoitus

Repipe-kaksoispinnoituksella voidaan korjata metalli-, muovi- ja betoniviemäreitä. Vanha putki pinnoitetaan kahdessa vaiheessa, joiden välillä tarkistetaan pinnoituksen laatu. Repipe Oy:n kotisivuilla oli varsin niukasti tietoa käytettävästä menetelmästä. Käyttöikä on 30 vuotta [36].

5.7 Ruiskutusmenetelmät

5.7.1 Tubus-ruiskutus

Tubus-menetelmä on ruotsalainen, ja sitä on käytetty Ruotsissa vuodesta 1998 ja Suomessa vuodesta 2005 lähtien. Työvaiheet ovat pääosin samat kuin DaKKI-pinnoituksessa. Menetelmää voidaan käyttää pysty-, vaaka- ja pohjaviemäreiden sekä lattiakaivojen korjaukseen. Lasikuituvahvisteinen polyesterimuovimassa ruiskutetaan erikoistyökalulla vanhan putken seinämille kolmessa vaiheessa. Massan annetaan kuivua tunnin ajan ennen seuraavan kerroksen ruiskuttamista. Näin vanhan putken sisäpinnalle muodostuu 3–5 millimetrin paksuinen itsekantava pinnoitekerros. Menetelmällä korjattavat putkikoot vaihtelevat halkaisijaltaan 50–150 millimetrin välillä. Ruiskutus soveltuu valurauta-, teräs-, muovi- ja lasikuituviemäreiden korjaamiseen. Valmistaja antaa materiaalille 10 vuoden takuun. [37; 26 s. 79.]

5.7.2 Putkitusmenetelmä

Picoten Suomessa kehittämän putkitusmenetelmän valmistelevat työvaiheet ovat samat kuin pinnoituksessa. Menetelmällä voidaan korjata valurauta-, betoni-, sekä muoviviemäreitä. Korjattavien putkien halkaisijat vaihtelevat välillä 32–150 millimetriä. Vanhan putken sisään valetaan tietokoneohjatusti uusi runkojäykkä putki. Uuden putken seinämäpaksuus vaihtelee 1,5–4 millimetriin riippuen muottina toimivan putken halkaisijasta. Koska uusi viemäri on itsekantava, voidaan putkitusmenetelmää käyttää myös pohjaviemäreiden kunnostamiseen. Materiaalina käytetään kaksikomponenttipolyuretaanimassaa, joka on ollut käytössä 30 vuoden ajan. Materiaalia on testattu paljon ja sillä on elintarvikekelppoisuus. Lisäksi se on hyvin elastista ja kestää viemäriin lämpövaihtelut ongelmitta. Valmistajan ilmoittama simuloitu käyttöikä on 40 vuotta. [26 s. 80; 28.]

5.8 Vesijohtojen pinnoitusmenetelmät

5.8.1 Työvaiheet

Vesijohtojen pinnoitus poikkeaa viemäreiden pinnoituksesta lähinnä työvälineiden osalta. Vesijohtojen pienet halkaisijat sekä järjestelmän paineellisuus aiheuttavat erityisvaatimuksia työmenetelmiin ja -välineisiin. Myös vesi- ja viemäriputkien korjaustarpeet eroavat toisistaan putkistojen erilaisuudesta johtuen.

Aivan ensimmäiseksi pitää tarkistaa, että pinnoitusmenetelmä soveltuu putkiston korjaukseen. Putken kunto tarkistetaan tekemällä kuntotutkimus tai kuntokartoitus. Tämän jälkeen korjattavalle verkostolle tehdään painekoe, jotta putkiston kestävyyydestä varmistutaan. Mikäli verkostossa havaitaan hauraita liitoksia, ne pitää korjata ennen putkien pinnoittamista. Kun menetelmän soveltuvuudesta on saatu varmuus, irrotetaan putkistosta kaikki hanat ja venttiilit. Venttiilien paikalle asennetaan kumiletkut, jotta putkistosta saadaan yhtenäinen. Tämän jälkeen putkisto kuivataan ja puhdistetaan hiekkapuhallusta muistuttavalla menetelmällä. Puhdistus tapahtuu putken sisällä ja kaikki puhdistusjäte imuroidaan talteen putkiston toisesta päästä. Tämän jälkeen putkisto kuvataan ja pinnoitetaan. Lopuksi, kun pinnoitusaine on kovettunut, varmistetaan työnlaatu kuvaamalla.

5.8.2 LSE-SYSTEM[®]-pinnoitusmenetelmä

LSE-SYSTEM[®]-pinnoitusmenetelmä on kehitetty Sveitsissä vuonna 1987, ja sitä on käytetty vuodesta 1989 alkaen. Menetelmällä on saneerattu yli 600 000 kohdetta eri puolella maailmaa. [38.] Pinnoitettavien vesijohtojen halkaisijat vaihtelevat 5–150 millimetriin. Ennen putkien kuivausta ja puhdistusta venttiilit, hanat ja vesimittarit irrotetaan. Kun putket on kuivattu, puhdistetaan ne hiekkapuhallusta muistuttavalla menetelmällä. Puhdistuksen jälkeen epoksihartsipinnoite ruiskutetaan vanhan putken seinämille paineilman avulla. Käytettävä epoksihartsiseos on elintarvikekelppoinen, ja sillä voidaan pinnoittaa myös lämpöjohtoja ja viemäreitä. Pinnoitteen kestävyyttä on tutkittu Sveitsissä ottamalla näyte 15 vuotta vanhasta pinnoitetusta putkesta, joten käyttöikä on ainakin 15 vuotta. Tutkimuksen perusteella pinnoitteen käyttöikäksi arvioitiin 20–25 vuotta. Saksassa vakuutusyhtiö Provinzial on antanut lausunnon, jossa LSE-pinnoitusmenetelmällä korjatut putket voidaan rinnastaa uusiin. [26 s. 72–73; 8 s. 13–15.]

5.8.3 ePipe-pinnoitusmenetelmä

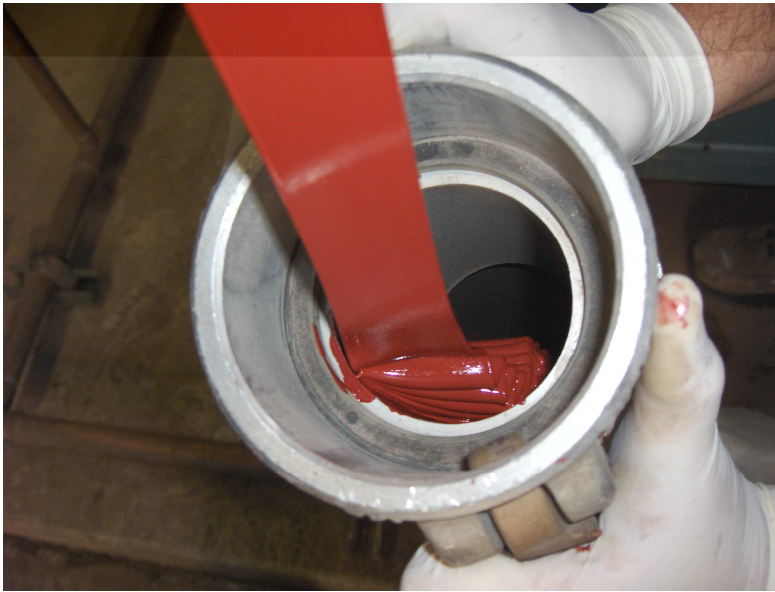
ePipe-pinnoitusmenetelmä on kehitetty Kanadassa, ja työvaiheet ovat samat kuin pinnoitusmenetelmissä: putkisto kuivataan, puhdistetaan ja pinnoitetaan [39]. Kuvassa 17 on esitetty eri työvaiheet.



Kuva 17. ePipe-pinnoitusmenetelmän eri työvaiheet alkaen vasemmalta, kuivattu, puhdistettu ja pinnoitettu putki [39].

5.8.4 NuFlow Epox -pinnoitusmenetelmä

NuFlown pinnoitusmenetelmä on kehitetty Kanadassa. Menetelmä muistuttaa LSE-SYSTEM[®]-pinnoitusmenetelmää, mutta käytettävä epoksiseos on erilainen. Menetelmä sopii putkille, joiden halkaisija on 15–250 millimetriä. Epoksiseos kaadetaan puhdistettuun ja kuivattuun putkeen (kuva 18), minkä jälkeen se puhalletaan paineilman avulla putken seinämille. [40.]



Kuva 18. Epoksia kaadetaan pinnoitettavaan putkeen [40].

5.8.5 DonPro-pinnoitusmenetelmä

DonPro-pinnoitusmenetelmä on insinööritoimisto Donauer & Probst GmbH & Co:n kehittämä menetelmä, jota on käytetty Saksassa jo 18 vuotta. Menetelmä on syntynyt LSE-SYSTEM[®]-pinnoitusmenetelmästä alkaneen kehitystyön tuloksena. Suomessa menetelmää on käytetty vuodesta 2007. Työvaiheet ovat samat kuin muissa pinnoitusmenetelmissä, vain käytettävä epoksiseos on erilainen. [8.]

5.9 Vesijohtojen sujutusmenetelmä Neofit Liner

Suomessa asuintalojen vesijohtoja ei toistaiseksi sujuteta, koska kukaan ei ole tuonut sopivaa menetelmää maahan. Tonttijohtoja korjataan samoilla menetelmillä kuin pohjaviemäreitä. Tonttijohtojen sujutusta ei tässä työssä esitellä, mutta sitä sujutusta käyttää Suomessa esimerkiksi Nordic Renovation Group.

Neofit Liner on kanadalainen vesijohtojen sujutusmenetelmä, joka muistuttaa Omega Liner -muotoputkisujutusta. Materiaalina käytetään muotoon puristettua taipuisaa PET-muoviputkea, joka työnnetään vanhan putken sisälle. Putki laajenee muotomuistinsa avulla tiukasti vanhan putken seinämiä vasten, kun sitä lämmitetään. Neofit Linerilla voidaan sujuttaa halkaisijaltaan 15–25-millimetrisiä putkia, ja se soveltuu lyijy-, teräs-, kupari- ja sinkityille teräsputkille. Toistaiseksi menetelmää ei käytetä Suomessa.
[40.]

6 Uusien linjasaneerausmenetelmien riskit

6.1 Riskit ja tutkimusongelmat

Työssä tutkitaan vaihtoehtoisten linjasaneerausmenetelmien seitsemää merkittävintä riskiä. Riskit on kartoitettu alan kirjallisuuden pohjalta. Ne esitellään seuraavissa luvuissa. Riskien joukosta erotellaan alkeisriskit. Alkeisriskillä tarkoitetaan riskiä, joka toteutuessaan laukaisee ketjureaktiota muistuttavan tapahtumaketjun. Tapahtumaketjun lopputuloksena syntyy uusi riski, jossa alkeisriskin vakavuus ja vaikutusalue on moninkertaistunut. Alkeisriski on pieni ja helposti hallittavat riski, mutta sitä on usein vaikea tunnistaa. Työssä keskitytään alkeisriskien torjuntaan. Alkeisriskien hyvällä hallinnalla pystytään torjumaan suurimmat ja vakavimmat riskit jo ennen niiden syntymistä.

Työtä kirjoitettaessa törmättiin kahteen tutkimusongelmaan. Kuinka arvioidaan tulevaisuutta luotettavasti? Kuinka varmistutaan riskiarvion luotettavuudesta? Yhden ihmisen näkemys riskin vakavuudesta on suppea ja voi sisältää virheen mahdollisuuden. Arvion luotettavuuteen vaikuttaa tietysti paljon henkilön yksilölliset ominaisuudet kuten ammattitaito, asiantuntemus ja kokemus. Jos arvion suorittaa asiantuntijoista koostuva ryhmä, voidaan riskejä arvioida paljon laaja-alaisemmin ja useammasta näkökulmasta. Tämän takia riskejä arvioimaan kootaan asiantuntijaryhmä. Asiantuntijaryhmän arvioista tehdään arviointityökalun avulla laskennallinen yhteenveto, jossa lopulliset riskiarviot perustuvat asiantuntijaryhmän arvioiden painotettuun keskiarvoon. Painotukset päätetään insinööriyön ohjaajan ja tekijän välisissä keskusteluissa. Vastauksia käsitellään luottamuksellisesti, eikä lopputuloksista pysty erittelemään yksittäisen vastaajan arvioita. Asiantuntijaryhmään valitaan yhdeksän henkilöä Lemminkäinen-konsernin henkilöstöstä.

6.2 Henkilöriski

Henkilöriskillä tarkoitetaan riskejä, jotka työntekijä omalla toiminnallaan aiheuttaa tai jotka johtuvat työntekijästä. Henkilöriskin aiheuttamat pahimmat uhkakuvat ovat työntekijän tekemät virheet tai se, ettei työvoimaa saada ollenkaan. Riskiin vaikuttavat työvoiman saatavuus, ammattitaito, osaaminen, motivaatio ja käytettyjen menetelmien tunteminen. Työntekijällä tarkoitetaan tässä tapauksessa putkimiestä, työnjohtajaa, tai tarjouslaskijaa, joka on hinnoitellut kohteen.

6.3 Tekniset riskit

Teknisillä riskeillä tarkoitetaan riskejä, jotka ovat olemassa jo ennen korjaustoimenpiteisiin ryhtymistä ja vaikuttavat vielä korjaustoimenpiteiden jälkeen. Nämä riskit eroavat henkilöriskeistä siinä, että ovat työvoimasta riippumattomia.

Teknisiä riskejä on tässä työssä kaksi. Ensimmäinen on **putkistoriski**, jonka aiheuttaa korjattava putki. Tämän riskin pahin uhkakuva on putken rikkoontuminen ennen kuin korjaustoimenpiteet voidaan aloittaa. Toinen on **menetelmäriski**, joka aiheutuu käytettävästä menetelmästä. Tämän riskin uhkakuva on korjauksen epäonnistuminen joko osittain tai kokonaan.

Kun teknisiä riskejä tarkastellaan tarkemmin, huomataan, että niiden toteutumiseen vaikuttavia tekijöitä olevan useita. Osa vaikuttaa molempien riskien esiintymistodennäköisyyteen. Seuraavassa on listattu asiat, jotka on otettu huomioon teknisiä riskejä arvioidessa:

Putkistoriski

- putkiston huono kunto
- liitosten hauraus
- putkisto ei kestä raskasta puhdistusprosessia
- kuntotutkimuksen puutteellisuus
- kuntotutkimuksen virheellinen tulkinta
- virheellinen asennustekniikka.

Menetelmäriski

- korjaus epäonnistuu
- pinnoite ei tartu putkeen
- materiaalin kestävyys
- putkisto rikkoontuu korjauksen jälkeen
- putkisto alkaa vuotaa korjauksen jälkeen
- korjaus ei pidennä putken käyttöikää
- työn laatu
- valvonnan puutteellisuus.

6.4 Markkinariski

Markkinat kasvavat jatkuvasti – miten varaudumme kysynnän rajuun kasvuun?

Vaihtoehtoisista linjasaneerausmenetelmistä puhuttaessa pitää ottaa huomioon, että ala on Suomessa nuori ja kehittyä jatkuvasti. Alalle tulee uusia tekniikoita ja menetelmiä, joilla putkikorjauksia toteutetaan. Samalla kun uusia yhä parempia tekniikoita tulee markkinoille, joutuu osa vanhoista menetelmistä väistymään sivuun. Muutospaineet ovat kovat esimerkiksi vesijohtojen pinnoituksissa. On odotettavissa, että talon sisäpuolisten vesijohtojen sujutukset tulevat pienentämään vesijohtopinnoitusten markkinaosuuksia, kunhan tarvittava tekniikka saadaan tuotua Suomeen.

Vaihtoehtoisia linjasaneerausmenetelmiä käytettäessä on yleistä, että yritys solmii lisenssin tekniikan kehittäjän kanssa. Lisenssi antaa yritykselle luvan käyttää vaihtoehtoisia korjaustekniikkaa putkistosaneerauksiin lisenssin voimassaolon ajan. Lisenssiä solmittaessa kannattaakin harkita tarkkaan, kuinka pitkäksi ajaksi lisenssin solmii.

Uhkakuva markkinariskin toteutumisesta: Yritys A omistaa lisenssin, joka oikeuttaa tekniikan C käyttöön putkiston korjauksissa. Lisenssi on hintava, ja se on voimassa 20 vuotta. Markkinoille tulee uusi tekniikka X, joka on ylivertainen tekniikkaan C verrattuna. Yritys A ei enää pärjää markkinoilla tekniikalla C, vaan joutuu hankkimaan lisenssin uudelle tekniikalle X. Vanha lisenssi jää käyttämättömäksi.

6.5 Viranomaisriski

Tätä riskiä arvioidessa otetaan huomioon määräysten muuttuminen. Määräykset voivat muuttua joko Suomessa tai laajemmin EU-tasolla. Vaihtoehtoisista linjasaneerausmenetelmistä saadaan koko ajan lisää tutkittua tietoa, käyttökokemuksia, ja alalle yritetään luoda yhteisiä pelisääntöjä. Voimme yhtäkkiä olla tilanteessa, jossa tiettyjä menetelmiä ei suositella käytettäväksi tai ne kielletään kokonaan. Riskin luonne korostuu erityisesti käyttövesipuolella, koska vesijohdoissa käytetyillä materiaaleilla täytyy olla elintarvikehyväksyntä. Tämä rajoittaa materiaalien käyttöä vesijohtopuolella. Suurin osa käytetyistä materiaaleista on alun perin kehitetty teollisuuden käyttöön.

6.6 Alkeisriski

Edellä mainituista riskeistä voimme nostaa esille tekniset riskit sekä henkilöriskin, jotka ovat alkeisriskejä. Toteutuessaan ne eivät aiheuta suurta vahinkoa yritykselle, mikäli toimenpiteisiin ryhdytään välittömästi. Jos alkeisriskit sivuutetaan olankohautuksella, voi yritykselle koitua huomattavia vahinkoja seuraavien riskien muodossa, jolloin riskien vakavuus moninkertaistuu.

6.7 Taloudellinen riski

Taloudellinen riski on aina olemassa. Taloudellisen riskin toteutuminen tuo yrityksille ylimääräisiä kustannuksia. Mikäli riski toteutuu, se johtuu huonosta alkeisriskien hallinnasta. Lisäkustannuksia voi aiheuttaa henkilöriskin tai teknisten riskien toteutuminen. Työntekijän tai työnjohdon tekemät virheet, vanhojen putkien aiheuttamat ongelmat tai korjauksen epäonnistuminen vaihtoehdoisella linjasaneerausmenetelmällä voivat aiheuttaa lisäkustannuksia.

Riskin toteutumiseen vaikuttavat aikataulun pettäminen, valvonnan puute, informaation huono kulku. Uhkakuvina yritys joutuu maksamaan sakkoja, jos kohteen valmistuminen viivästyy tai tekemään huonosti tehdyt asennukset uudestaan. Taloudellinen riski korostuu myös, jos työ on alun perin hinnoiteltu väärin perustein.

6.8 Maineriski

Yrityksen maineen suojelu on todella tärkeää. Hyvämaineisen yrityksen riskit vaikuttavat ulkopuolisen tarkastelijan silmissä pieniltä. Jos yrityksen maine on huono, arvioidaan riskit suuremmiksi [41, s. 16]. Tämä johtuu luottamuspulasta, josta huonomaineiset yritykset kärsivät. Maineriskin toteutumiseen vaikuttavat huonosti menneet projektit sekä projektit, joiden lopputulokseen asiakas ei ole tyytyväinen.

Maineriskin toteutuessa yritys menettää kasvonsa ja maineensa. Tämä vaikeuttaa markkinoilla toimimista ja uusia tilauksia on vaikeampi saada. Pahimmassa tapauksessa yritys joutuu vaihtamaan nimeä tai ajautuu jopa konkurssiin. Varoittavia esimerkkejä on olemassa [41, s. 162–163].

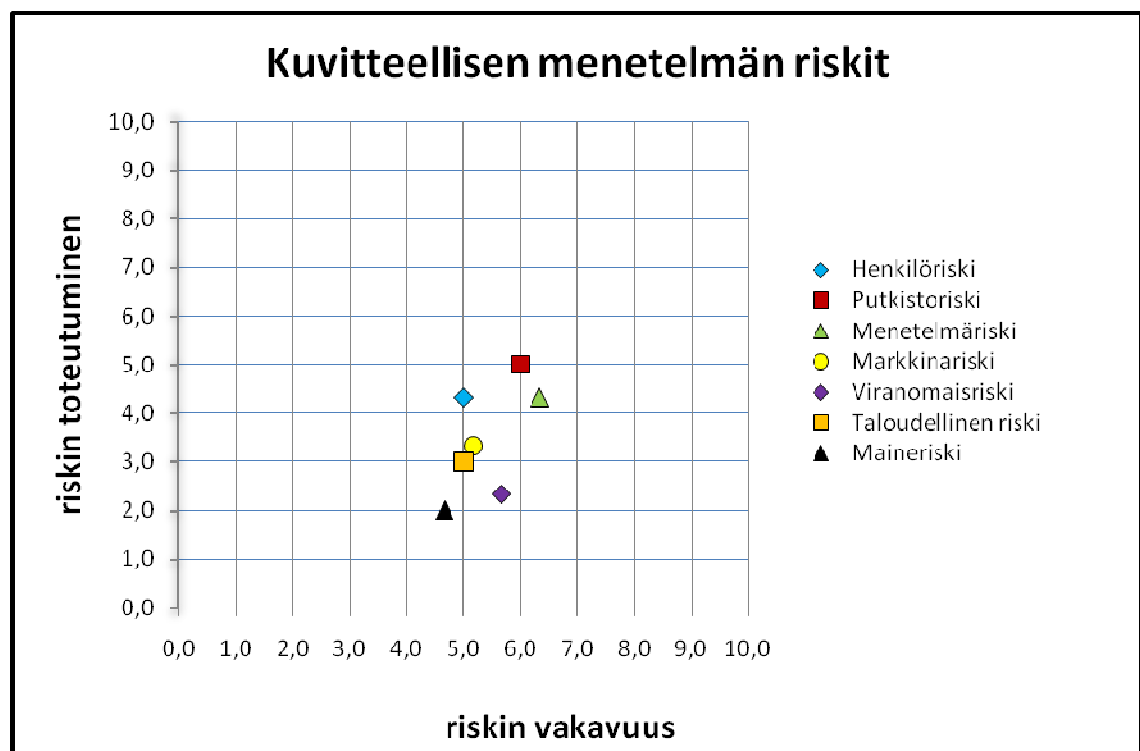
7 Riskien arviointityökalu

Riskien arviointia varten tehtiin Excel-työkalu, jossa asiantuntijat arvioivat riskien vakavuuden ja toteutumisen todennäköisyyden. Kun toteutumiselle ja vakavuudelle on syötetty numeeriset arvot (taulukko 1) Excel-taulukkolaskentaohjelma piirtää arvoja vastaavan kaavion (kuva 19).

Taulukko 1. Riskien vakavuus ja toteutumisen todennäköisyys

Kuvitteellisen menetelmän riskit	Toteutuminen	Vakavuus
Henkilöriski	4,3	5,0
Putkistoriski	5,0	6,0
Menetelmäriski	4,3	6,3
Markkinariski	3,3	5,2
Viranomaisriski	2,3	5,7
Taloudellinen riski	3,0	5,0
Maineriski	2,0	4,7

Taulukossa 1 on esitetty kuvitteellisen menetelmän riskiarvio ja kuvassa 19 taulukon 1 pohjalta piirretty kuvaaja.



Kuva 19. Kuvitteellisen menetelmän riskiarvio.

8 Menetelmät riskien hallintaan

8.1 Henkilöriski

Henkilörisktiin on varauduttava. Riski hyväksytään otettavaksi yrityksen omalle vastuulle. Riskin toteutumisen todennäköisyyttä voidaan pienentää tehostamalla riskinhallintatoimenpiteitä.

Palkattavat työntekijät seulotaan tarkasti. Alalle koulutetaan myös nuoria, joista tulee tulevaisuudessa alan rautaisia ammattilaisia. Koulutukseen panostetaan tarpeeksi resursseja, koulutuksen pituutta ja laatua unohtamatta. Koulutuksen vetäjä hankitaan sieltä, missä ammattitaito on korkeimmalla tasolla, eli Suomen ulkopuolella.

Seuraavaksi tutustutaan tekniikkaan ulkomailla, minkä jälkeen koulutus jatkuisi saman vetäjän kanssa Suomessa, kunnes tarvittava tietotaito on saavutettu. Työn laatua pitää tarkkailla jatkuvasti. Kun huomataan virheitä työn laadussa, on ryhdyttävä toimenpiteisiin ongelman ratkaisemiseksi, jonka jälkeen luodaan toimintamalli ongelman toistumisen ehkäisemiseksi.

8.2 Putkistoriski

Putkistoriski hyväksytään otettavaksi yrityksen omalle vastuulle. Riskiltä voidaan suojaautua reagoimalla siihen ennen sen toteutumista. Selvitetään putkiston kunto sisäpuolisella kuvauksella, röntgen- ja ultraäänimittauksilla sekä tarvittaessa ottamalla koepaloja ennen toimenpiteisiin ryhtymistä. Uusitaan huonokuntoiset putkiston osat perinteisellä tekniikalla ennen korjaamista. Käytetään puhdistuksessa kuivajyrsintää, niin vältetään vesivahingoilta.

8.3 Menetelmäriski

Menetelmäriski kiteytyy kysymykseen: kuinka paljon uusi menetelmä pidentää putken käyttöikää? Kaikki alalla toimivat yritykset eivät pysty antamaan suoraa vastausta tähän kysymykseen. Tietämättömyys herättää epäilyjä asiakkaiden keskuudessa.

Tietämättömyys johtuu tehtyjen tutkimusten vähäisestä määrästä. Suomessa tutkimuksia on tehty muutamia. Jos tahtoa riittää, asia on helposti ratkaistavissa. Alan toimijat tilaavat tutkimuksen yhteisvastuullisesti VTT:ltä tai vastaavalta ulkomaalaiselta taholta, jossa selvitetään eri menetelmissä käytettävän materiaalin käyttöikä. Tämä vaatii suuria taloudellisia panostuksia. Tutkimus hyödyttää kaikkia osapuolia, eikä vähiten alla toimivia yrityksiä.

Menetelmäriskin aiheutuvan riskin toteutumisen todennäköisyyttä saadaan kuluttajan näkökulmasta pienennettyä tarjoamalla takuuta käytetylle menetelmälle. Osa alalla toimivista yrityksistä tarjoaa huoltosopimusta, joka takaa putkien moitteettoman toiminnan sopimuksen voimassaoloaikana.

8.4 Markkinariski

Markkinariski jätetään johdon vastuulle. Johdon tehtävä on seurata markkinoilla tapahtuvia muutoksia ja reagoida niihin tarvittavilla toimenpiteillä. Tämän riskin hallintaa voidaan helpottaa jakamalla riskin kontrollointi ja markkinoiden seuraaminen kahdelle henkilölle, jolloin arviot eivät muodostu liian subjektiivisiksi.

8.5 Viranomaisriski

Viranomaisriskin toteutumistodennäköisyyttä ei voida pienentää, koska sen toteutuminen on yrityksen omasta toiminnasta riippumatonta. Ainoa vaihtoehto on ottaa tämä riski huomioon päätöksentekoprosessissa. Päätöksenteko on johdon vastuulla, joten suuret päätökset on hyvä kierrättää hallituksen kautta. Kannattaa myös seurata tarkkaan muualla Euroopassa tehtyjä viranomaispäätöksiä, koska ne heijastuvat Suomeen viiveellä. Näin voimme varautua tuleviin muutoksiin etukäteen.

8.6 Taloudellinen riski

Taloudellista riskiä ei voida vakuuttaa, mutta siihen voidaan varautua takaamalla yrityksen riittävä maksuvalmius. Tätä riskiä pyritään hallitsemaan hyvän alkeisriskihallinnan avulla ja ylläpitämällä riittävää maksuvalmiutta.

8.7 Maineriski

Maineriskin mittakaava on jo valmiiksi pieni, eikä sen pienentäminen onnistu, joten riskin hallintaan on keksittävä muita keinoja. Tärkeää on rakentaa hyvää mainetta heti, kun vaihtoehtoisia linjasaneerausmenetelmiä aletaan käyttää. Hyvän maineen perusta on tyytyväiset asiakkaat.

Kuten edellä on mainittu, huono maine johtuu huonosti sujuneista projekteista. Asiakaspalautteen saanti päättyneistä projekteista tuo yritysjohdolle korvaamattoman tärkeää tietoa päätöksenteon tueksi. Palaute kertoo yritysjohdolle, miten projekti on sujunut ja millä osa-alueilla pitää parantaa, jotta yrityksen maine voi kehittyä entistä paremmaksi. Toinen tärkeä keino hyvän maineen ylläpitämiseksi on hyvä tiedottaminen. Tulevasta putkiremontista pitää tiedottaa etukäteen paljon ja laadukkaasti. Tiedotusta tulee tehdä ainakin käytettävästä tekniikasta, sen sisältämistä riskeistä, remontin kestosta, tulevista vesikatkoista ja eri työvaiheista.

Hyvään tiedottamiseen liittyy kolme haastetta:

1. Tiedotuksen pitää olla kansanomaista, jotta tavallinen maallikko ymmärtää, mistä puhutaan.
2. Kuulijat ja tiedottaja pitää saada ymmärtämään asia samalla tavalla, jotta asioista syntyy yhteisymmärrys.
3. Tiedotuksessa on tärkeää ymmärtää kuulijoiden näkökulma ja kertoa asiat heidän näkökulmastaan, jotta asia menee varmasti perille. [41, s. 53.]

Kolmas keino maineriskin hallintaan on medianäkyvyys. Median luoma käsitys muodostuu nopeasti yleiseksi mielipiteeksi, jota on jälkeinpäin todella vaikea muuttaa. [41, s. 17.] Huono medianäkyvyys saattaa laskea yrityksen osakekurssia, vaikka yritys tekisi koko ajan voitokasta tulosta.

9 Yhteenveto

Insinööriyön toteutuksessa saavutettiin alussa asetetut tavoitteet. Uusien linjasaneerausmenetelmien riskit saatiin kartoitettua ja yrityksen sisäiseen käyttöön luotiin menetelmä riskien arvioimiseksi. Lisäksi listattiin toimintamalleja, joilla löydettyjä riskejä on helpompi hallita ja ennaltaehkäistä. Samalla koottiin yksiin kansiin suuri määrä tietoa vaihtoehtoisista linjasaneerausmenetelmistä.

Tulevaisuudessa riskien arviointimenetelmää käytetään vaihtoehtoisten linjasaneerausmenetelmien valinnassa. Yrityksen johto saa uutta tietoa vaihtoehtoisista linjasaneerausmenetelmistä sekä niihin liittyvistä riskeistä. Tämä tieto helpottaa päätöksentekoprosessia. Asiantuntijaryhmän käyttäminen riskejä arvioitaessa osoittautui toimivaksi ideaksi, koska arvioiden luotettavuus parani. Jatkossa samaa asiantuntijaryhmää ja arviointimenetelmää voidaan käyttää myös tulevissa menetelmävalinnoissa.

Arviointimenetelmää voisi kehittää ottamalla avainriskit tarkempaan tarkasteluun, jolloin ne purettaisiin 4–6 erilliseksi riskiksi. Asiantuntijaryhmän arvion pohjalta voitaisiin listata yksityiskohtaisemmat strategiat näiden riskien hallintaan ja ennaltaehkäisyyn. Tarkempi avainriskien arviointi vaatisi myös asiantuntijaryhmältä enemmän ammattitaitoa ja parempaa perehtymistä aiheeseen.

Työn aihe oli laaja ja vaati paljon taustatyön tekemistä. Aihe oli todella haasteellinen, koska uudet linjasaneerausmenetelmät ja riskianalyysi eivät olleet allekirjoittaneelle entuudestaan tuttuja. Tuntematon aihe vaikeutti tiedon hankintaa sekä hankitun tiedon soveltamista. Linjasaneerausmenetelmät piti tuntea ja riskianalyysiteoria sisäistää ennen kuin työn kirjoittaminen voitiin aloittaa. Jälkeenpäin ajatellen haastava aihe palkitsee enemmän ja laittaa koulussa opitut asiat todelliseen testiin.

Lopuksi haluan kiittää ohjaavan opettajan ja työn ohjaajan lisäksi kaikkia, jotka tekivät tämän insinööriyön tekemisen mahdolliseksi.

Lähteet

- 1 Kuusela Hannu ja Ollikainen Reijo. Riskit ja riskienhallinta. Tampere: Juvenes Print, 2005.
- 2 Definition of Risk. (WWW-dokumentti.) Stanford Encyclopedia of Philosophy. <<http://plato.stanford.edu/entries/risk/>>. 13.3.2007. Luettu 8.2.2010.
- 3 Riskienhallintaopas. (WWW-dokumentti.) Suunnittelu- ja konsulttitoimistojen liitto Ry. <<http://www.skolry.fi/easydata/customers/skolry/files/riskienhallinta/riskienhallintaopas1s.pdf>>. 2004. Luettu 14.2.2010.
- 4 Riskianalyysi. (WWW-dokumentti.) Kuopion yliopisto. <http://www.uku.fi/avoin/ymp_terveys/oppimateriaali/riski/riski.html>. 20.2.2002. Luettu 8.2.2010.
- 5 Ahteensuu Marko. Riskianalyysi ja ennalta varautumisen periaate. (WWW-dokumentti.) <<http://filosofia.fi/node/4062>>. 12.11.2008. Luettu 8.2.2010.
- 6 Kapanen Jaakko. Kiinteistön lämmitys- ja vesiputkistojen kunnossapito. Hakapaino Oy. Helsinki 1995.
- 7 Pietikäinen Anita & Strand Tiina. Hallittu Putkiremontti. Rakennustieto Oy. Esa Print Oy. Tampere 2008.
- 8 Markelin-Rantala Lina & Rautiainen Liisa, VTT. Asuinrakennusten viemäri- ja käyttövesiputkistojen pinnoitusmenetelmät -esiselvitys. (www-dokumentti.) <<http://www.kiinteistoliitto.fi/attachements/2007-06-01T10-45-2167.pdf>>. 1.6.2007. Luettu 15.1.2010.
- 9 Lindberg Ralf & Soimakallio Helena. Asuinkerrostalojen linjasaneeraus: Osa 1. Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL Ry. Saarijärven Offset Oy. Saarijärvi 2009
- 10 Korjaaminen kasvamassa ohi uudistalonrakentamisen. Rakennuslehti, korjausrakentaminen, numero 5/2010, s. 12.
- 11 Putkiremonttien hinnoissa nousupaineita. Kauppalehti 3.2.2010, s. 14.
- 12 Vaihtoehtojen viidakko taloyhtiön putkistoissa. Suomen Kiinteistölehti, numero 5/2010, s. 22–27.
- 13 Putkireformi Oy. Kotisivu. (WWW-dokumentti.) <<http://www.putkireformi.fi>>. Luettu 19.2.2010.
- 14 Vuotovahinkojen korvauspotti paisuu. Kauppalehti 12.1.2010. s. 4–5.

- 15 Asukaskyselytutkimus. Putkireformi Oy. 20.3.2010.
- 16 Putkiremonttibarometri 2010. Isännöintiliitto Ry. 2.2.2010.
- 17 Putkiremontti 2008 -tutkimus. Isännöintiliitto Ry. 22.1.2009.
- 18 Falk Tapio, ARE Oy. Puheenvuoro korjausrakentamismessuilla. 2.2.2010. F-sali, klo 14:10 – 14:30.
- 19 Chirstian N. Kläusler, ARE Oy. Puheenvuoro korjausrakentamismessuilla. 2.2.2010. B-plaza, klo: 18:00–18:15.
- 20 Suomen Kiinteistölehti, Talotekniikka, numero 4/2010.
- 21 Taloussanomat, 23.3.2010. (WWW-dokumentti.)
<<http://www.taloussanomat.fi/asuminen/2010/03/23/putkiremonteissa-vain-vahan-kehuttavaa/20104237/139>>. Luettu 26.6.2010.
- 22 Kuikka Tomi, Lokargo Oy. Sukkasujutus DEMO. 12.7.2010. Laivurinkatu, Helsinki.
- 23 Tuomi Taisto, Teknoplan Oy. Sulvi/Veku-kuntotutkimus. Suomen LVI-liitto Ry. Saatu käyttöön 4/2010.
- 24 Poxytec Oy. Kotisivu. (WWW-dokumentti.) <<http://www.poxytec.fi>>. Luettu 3.9.2010.
- 25 Saarenpää Jukka, VTT Asiantuntijatpalvelut. Kiinteistöjen putkistojen kuntotutkimukset. Korjausrakentamisen seminaari, Oulu 29.5.2008.
- 26 Laksola Jaakko. Onnistunut Putkiremontti Osa 2: tekniset vaihtoehdot. Gummerus Kirjapaino Oy. Jyväskylä 2007.
- 27 Putkistouudistus. (WWW-dokumentti.) ARE Oy.
<<http://www.putkistouudistus.fi/index.html>>. Luettu 18.2.2010.
- 28 Picote Oy. Kotisivu. (WWW-dokumentti.) <www.picote.fi>. Luettu 18.2.2010.
- 29 Hietala Pekka. Perinteisen putkiremontin haastajat. (WWW-dokumentti). TM Rakennusmaailma. <<http://www.rakennusmaailma.fi/artikkelit/perinteisen-putkiremontin-haastajat>> Luettu 3.6.2010.
- 30 RSM Lining Supplies. Kotisivu. (WWW-dokumentti). <<http://www.rsm-web.com>>. Luettu 31.8.2010.
- 31 Suomen Putkisto Palvelu Oy. Kotisivu. (WWW-dokumentti.) <www.spo.fi>. Luettu 6.7.2010.

- 32 Aarsleff Oy. Kotisivu. (WWW-dokumentti.) <<http://www.aarsleff.fi>>. Luettu 20.2.2010.
- 33 Aarsleff-sujutusputki. (WWW-dokumentti). Valtion teknillinen tutkimuskeskus. <[http://www.aarsleff.com/internet/acmsfi.nsf/webpages/87DB57622ED75DF2C12575470045F2AA/\\$file/Aarsleff%20C_3933_09.pdf](http://www.aarsleff.com/internet/acmsfi.nsf/webpages/87DB57622ED75DF2C12575470045F2AA/$file/Aarsleff%20C_3933_09.pdf)> Luettu 18.8.2010.
- 34 Pipe technologies. Aarsleff sukkasujutusputken kestävyysarvot. Helmikuu 2005 Tanska. (WWW-dokumentti.) <[http://www.aarsleff.com/internet/acmsfi.nsf/Webpages/87DB57622ED75DF2C12575470045F2AA/\\$file/100%20v.%20sertifikaatti.pdf](http://www.aarsleff.com/internet/acmsfi.nsf/Webpages/87DB57622ED75DF2C12575470045F2AA/$file/100%20v.%20sertifikaatti.pdf)>. Luettu 20.2.2010.
- 35 Nordic Renovation Group. Kotisivu. (WWW-dokumentti.) <<http://www.nrgroup.fi/main.php?id=84&palvelut>>. Luettu 15.2.2010.
- 36 Repipe Oy. Kotisivu. (WWW-dokumentti.) <<http://www.repipe.fi/>>. Luettu 2.9.2010.
- 37 EW-liner Oy. Kotisivu. (WWW-dokumentti.) <<http://www.ew-liner.fi/>>. Luettu 5.6.2010.
- 38 LVI kortti nro 29-40071. Putkistojen vaihtoehtoisia kunnostusmenetelmiä. 1.6.2007.
- 39 ACE Duraflo Finland. Kotisivu. (WWW-dokumentti.) <<http://www.aceduraflo.fi/>>. Luettu 10.8.2010.
- 40 Nu Flow Technology. Kotisivu. (WWW-dokumentti.) <<http://www.nuflowtech.com/>>. Luettu 31.8.2010.
- 41 Lehtonen Jaakko. Ettei pahin tapahtuisi: Riski ja kriisiviestinnän perusteet. Mainostajien liitto. Helsinki 2009.

Tässä liitteessä esitellään alalla toimivat yritykset. Tiedot on koottu yritysten kotisivuilta sekä Suomen kiinteistölehdessä numerosta 5/2010 [12].

Aarsleff Oy

- Tanskalainen Aarsleff CIPP -sukkasujutusmenetelmä
- Kotipaikkakunta Nurmijärvi
- Suomessa vuodesta 1993
- Suomessa on korjattu yli 250 putkikilometriä
- Kymmenittäin referenssejä Suomessa

Korjaa vaihtoehtoisilla menetelmillä

- tonttviemäreitä
- tonttivesijohtoja
- pohjaviemäreitä
- nousuviemäreitä.

Ace Duraflo Finland

- Kanadalainen ePipe-pinnoitusmenetelmä
- Kotipaikkakunta: Vantaa
- Suomessa vuodesta 2009
- Ei vielä referenssejä Suomessa

Korjaa vaihtoehtoisilla menetelmillä

- vesijohtoja.

Antium Oy

- Kanadalainen NuFlow Epox -sukkasujutusmenetelmä (samantapainen kuin BrawoLiner)
- Kotipaikkakunta: Turku
- Suomessa vuodesta 2008
- Toistakymmentä referenssiä Suomessa

Korjaa vaihtoehtoisilla menetelmillä

- viemäreitä.

ARE Oy

- Kanadalainen NuFlow Epox sukkasujutusmenetelmä (samantapainen kuin BrawoLiner)
- Kanadalainen NuFlow Epox pinnoitusmenetelmä
- Kotipaikkakunta: Vantaa
- Suomessa vuodesta 2009
- 10 vuoden takuu

Korjaa vaihtoehtoisilla menetelmillä

- viemäreitä
- vesijohtoja.

EW-liner Oy

- Ruotsalainen Tubus-ruiskutusmenetelmä
- Kotipaikkakunta: Espoo
- Suomessa vuodesta 2006
- Kymmenittäin referenssejä Suomessa

Korjaa vaihtoehtoisilla menetelmillä

- viemäreitä
- vesijohtoja.

Oy KHW Pipe Ab

- Vipliner-moduuliputkisujutus
- VipPeh-muotoputkisujutus
- Kotipaikkakunta: Vaasa

Korjaa vaihtoehtoisilla menetelmillä

- viemäreitä
- tonttivilmäreitä
- kaivoja.

NewLiner Oy

- Ruiskuvalumenetelmä (samantapainen kuin Tubus)
- Sukitusmenetelmä (samantapainen kuin BrawoLiner)
- Kotipaikkakunta: Turku
- 10 vuoden takuu

Korjaa vaihtoehtoisilla menetelmillä

- viemäreitä.

Nordic Renovation Group

- Omega Liner -muotoputkisujutus (samantapainen kuin VipPeh)
- Saertex-Liner-sujutus
- Flexoren-sujutus
- Kotipaikkakunta: Lahti
- Suomessa vuodesta 1994
- Kymmenittäin referenssejä Suomesta

Korjaa vaihtoehtoisilla menetelmillä

- pihaviemäreitä
- pohjaviemäreitä
- pystyviemäreitä
- sadevesiviemäreitä
- tonttivesijohtoja
- ilmanvaihtokanavia
- kaivoja.

Picote Oyj

- Putkitusmenetelmä (samantapainen kuin Tubus)
- Saksalainen BrawoLiner sukitusmenetelmä
- Kotipaikkakunta: Porvoo
- Suomessa vuodesta 2008
- Kymmeniä referenssejä Suomessa
- 10 vuoden takuu

Korjaa vaihtoehtoisilla menetelmillä

- pohjaviemäreitä
- ystyviemäreitä.

Pipeliner Systems Oy

- Vesi- lämpöjohtojen pinnoitusmenetelmä DonPro
- Viemäreiden putkitusmenetelmä (samantapainen kuin Tubus)
- Kotipaikkakunta: Ii
- Suomessa vuodesta 2007
- Toistakymmentä referenssiä Suomessa
- 10 vuoden takuu viemäreille ja viiden vuoden takuu vesijohdoille

Korjaa vaihtoehtoisilla menetelmillä

- käyttövesijohtoja
- lämmitysjohtoja
- pohjaviemäreitä
- pystyviemäreitä.

Poxytec Oy

- Sveitsiläinen LSE-SYSTEM[®]-pinnoitusmenetelmä vesi- lämpö- ja viemäriputkien pinnoitukseen
- Kotipaikkakunta: Helsinki
- Suomessa vuodesta 2005
- Toistakymmentä referenssiä Suomessa

Korjaa vaihtoehtoisilla menetelmillä

- käyttövesijohtoja
- lämmitysjohtoja
- pystyviemäreitä.

Putkireformi Oy

- Saksalainen BrawoLiner sukitusmenetelmä
- Ruotsalainen Reliner sukitusmenetelmä (samantapainen kuin BrawoLiner)
- Ruotsalainen DaKKi pinnoitusmenetelmä
- Kotipaikkakunta Porvoo
- Suomessa vuodesta 2004
- Kymmenittäin referenssejä Suomessa
- 10 vuoden takuu

Korjaa vaihtoehtoisilla menetelmillä:

- viemäreitä.

Prolinesystems Relining Oy

- Viemäreiden putkitusmenetelmä (samantapainen kuin Tubus)
- Kotipaikkakunta Helsinki
- Suomessa vuodesta 2009
- 10 vuoden takuu

Korjaa vaihtoehtoisilla menetelmillä

- viemäreitä.

RePipe Oy

- Viemäreiden kaksoispinnoitusmenetelmä (samantapainen kuin Tubus)
- Sukitusmenetelmä (samantapainen kuin BrawoLiner)
- Kotipaikkakunta Helsinki
- Suomessa vuodesta 2009
- 10 vuoden takuu
- Noin kymmenen referenssiä Suomessa

Korjaa vaihtoehtoisilla menetelmillä

- viemäreitä
- lattiakaivoja.

Sewerex Oy

- Viemäreiden kaksoispinnoitusmenetelmä
- Sukitusmenetelmä mm. BrawoLiner
- Kotipaikkakunta Vantaa
- Useita kymmeniä referenssejä Suomessa

Korjaa vaihtoehtoisilla menetelmillä

- viemäreitä.

Suomen Putkipinnoitus Oy

- Suomalainen New Tube -pinnoitusmenetelmä (samantapainen kuin Tubus)
- Sukitusmenetelmä (Aarsleff CIPP)
- Kotipaikkakunta Helsinki
- Suomessa vuodesta 2008
- Useita kymmeniä referenssejä Suomessa

Korjaa vaihtoehtoisilla menetelmillä

- pystyviemäreitä
- pohjaviemäreitä
- lattiakaivoja.

Suomen Putkisto Palvelu Oy

- Saksalainen BrawoLiner sukitusmenetelmä
- Kotipaikkakunta Rajamäki
- Suomessa vuodesta 2007
- Kymmenittäin referenssejä Suomessa

Korjaa vaihtoehtoisilla menetelmillä

- pystyviemäreitä
- pohjaviemäreitä
- sadevesiviemäreitä
- pihaviemäreitä
- tonttiliittymiä
- tuuletusputkia.

Lemminkäinen Kiinteistötekniikka Oy

- LSE-SYSTEM[®]-pinnoitusmenetelmä vesijohtojen pinnoitukseen
- Viemäreiden sukitusta ja pinnoitusta alihankintana
- Kotipaikkakunta Espoo

Korjaa vaihtoehtoisilla menetelmillä

- viemäreitä
- vesijohtoja.