

Kauri Kokko

Asunto Oy Nurmijärven Harjun putkisaneeraus

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Rakennusmestari, LVI (AMK)

Rakennusalan työnjohto

Opinnäytetyö

2.12.2015

Tekijä Otsikko	Kauri Kokko Asunto Oy Nurmijärven harjun putkisaneeeraus
Sivumäärä Aika	28 sivua + 1 liite 2.12.2015
Tutkinto	rakennusmestari, LVI (AMK)
Koulutusohjelma	rakennusalan työnjohto
Suuntautumisvaihtoehto	LVI-tekniikka
Ohjaaja	Lehtori Jyrki Viranko
<p>Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli selvittää, miksi Asunto-osakeyhtiö Nurmijärven Harjun kupariset vesijohdot jouduttiin vaihtamaan jo 12 vuoden jälkeen, kun putket yleensä kestävät noin 40–50 vuotta. Työssä selvitettiin, mitkä asiat vaikuttavat kuparisten vesijohtojen käyttöikään, miten ne kuluvat ja mistä syystä. Työssä seurattiin miten vesijohtojen uusiminen käytännössä tapahtuu.</p> <p>Tätä työtä tehdessäni olin työmaalla aloituskokouksesta työmaaparakkien pois kuljetukseen saakka ja osallistuin itse myös melkein kaikkiin työsuoritteisiin. Seurasin muiden työskentelyä ja työvaiheita omien töitteni ohessa. Keskustelin putkiasentajien kanssa siitä, mitä he milloinkin tekivät ja tutkiskelin asennustapoja. Keskustelin vastaavan mestarin kanssa työkohteesta ja urakan etenemisestä. Olin seuraamassa, kun valvoja tarkasti asennuksia, läpivientejä ja teetti painekokeita. Luin työmaapäiväkirjaa ja kävin mukavia keskusteluja asukkaiden kanssa.</p> <p>Työn tuloksena saatiin selville, että vesivahingot olivat aiheutuneet kupariputken pistekorroosiosta, jonka pystyi silmin näkemään. Parhaan käsityksen mukaan ne aiheutuivat veden teknisestä laadusta, eivät puutteellisesta asennustavasta tai liian suurista virtausnopeuksista.</p>	
Avainsanat	putkiremontti, putkisaneeeraus, linjasaneeeraus

Author Title	Kauri Kokko Housing company Nurmijärven Harjun, pipe renovation
Number of Pages Date	28 pages + 1 appendice 2 December 2015
Degree	Bachelor of Construction Management
Degree Programme	Construction Site Management
Specialisation option	HVAC Engineering
Instructor	Jyrki Viranko, Senior Lecturer
<p>The aim of this final year project was to find out why the copper piping of the housing company Nurmijärven Harju had to be replaced after only 12 years, when pipes usually last about 40–50 years. Factors that affect the service life of copper pipes, how they wear and for what reason were investigated. Furthermore, the practical execution of the renovation project of the pipes was monitored as a part of the project.</p> <p>The project data was gathered through personal observation by working on the site from the start to the end of the project, participating in virtually all phases of the project, observing each stage. Plumbers were interviewed about what they did at any given time, and their installation methods were recorded. Site supervisors were interviewed about the work site and the progress of the site. Also, the supervisor checking the installations, through holes, and commissioning the pressure tests was observed. Furthermore the site log was studied, and conversations with the residents were conducted.</p> <p>As a result, it was established that the water damages were caused by pitting corrosion in the copper pipe, which could be seen by the naked eye. The cause seemed to be the technical quality of the water, not so much on the installation methods or too high water flow rates.</p>	
Keywords	pipe repair, pipe renovation

Sisällys

Lyhenteet	6
1 Johdanto	1
2 Putkiremontin vaiheet	2
2.1 Hankesuunnittelu	2
2.2 Hankkeeseen valmistautuminen	2
2.3 Asbestikartoitus	3
2.4 Suunnittelu	3
2.5 Valvoja	4
2.6 Tarjouspyyntö	4
2.7 Aloituskokous	5
2.8 Urakkasopimus	5
2.9 Käyttäjäinfo	6
2.10 Urakan vastaanotto	6
2.11 Takuu aika	6
3 Työn toteutus	7
3.1 Suojaus	7
3.2 Valmistelevat työt	9
3.3 Purku	9
3.4 Putkityöt	10
4 Vesijohdot	11
4.1 Muoviputket	12
4.2 Komposiittiputket	13
4.3 Kupariputket	14
4.4 Kupariputken liitostavat	15
4.5 Kupari talousvedessä	16
5 Korroosio	16
5.1 Yleinen korroosio	16
5.2 Kupariputken korroosio	17
5.2.1 Eroosikorroosio	17
5.2.2 Piilokorroosio	18

5.2.3	Korroosioväsyminen	18
5.2.4	Yleinen korroosio	18
5.2.5	Jännityskorroosio	18
5.2.6	Pistekorroosio	19
6	Veden tekninen laatu	19
6.1	pH	20
6.2	Kloridi	22
6.3	Sulfaatti	22
6.4	Sähkönjohtavuus	22
6.5	Alkaliteetti	22
6.6	Kovuus	23
6.7	Silikaatti	23
6.8	Happi	23
6.9	Hiilidioksidi	24
7	Talousvesiasetus	24
8	Yhteenveto	27
	Lähteet	28
	Liite 1. LVI-työseloste, ote.	

Lyhenteet

bikarbonaatti	HCO_3^-
Cu	kupari
Hst	haponkestävä teräs
nitraatti	NO_3^-
PB	polybuteeni
PE-RT	polyeteeni-(Raised Temperature Resistance)
PEH	kova polyeteeni, korkeatiheyksinen polyeteeni
PEL	matalatiheyksinen polyeteeni
PEM	keskikova polyeteeni
PEX	ristisilloitettu polyeteeni
pH	happamuus (positiivisten vetyionien aktiivisuus)
PP	polypropeeni
PVC	polyvinyylikloridi
rst	ruostumaton teräs
sulfaatti	rikkihapon suola
suola	Yhdiste, joka kiinteänä koostuu ionisidosten koossa pitämistä kiteistä

1 Johdanto

Osakeyhtiö Kiinteistösaneeraus on vuonna 1973 perustettu, pääasiassa Helsingissä ja pääkaupunkiseudulla toimiva korjausrakentamiseen keskittynyt yritys. Varasto ja toimistotilat sijaitsevat Vantaan Petikossa. Asiakkaita ovat julkiset laitokset, yritykset, asunto-osakeyhtiöt sekä yksityiset henkilöt. Yrityksen kohteita ovat esimerkiksi vanhojen kerrostalojen vesivahinkojen korjaukset ja muut julkiset liike- ja asuinhuoneistojen korjaustyöt. Oy Kiinteistösaneeraus tekee myös runsaasti töitä isommille rakennusyhtiöille aliurakkana.

Työn kohteena oli Asunto-osakeyhtiö Nurmijärven Harju. Kohde on vuonna 2002 rakennettu rivitalo, jossa on 2 asuinkerrosta ja 9 huoneistoa. Kuusi huoneistoa on kokoa 115 m² ja kolme 99 m². Kaikissa huoneistoissa on parveke, sauna, varasto ja takapiha. Vain 12 vuotta vanhassa taloyhtiössä oli esiintynyt useita vesivahinkoja. Kupariputkien käyttöikäksi on yleisesti arvioitu noin 40–50 vuotta, joten taloyhtiön putket olivat kestäneet huomattavasti vähemmän aikaa. Taloyhtiössä päädyttiin vaihtamaan kaikki kupariset vesijohdot komposiittiputkiin vesivahinkojen välttämiseksi. Muutamassa asunnossa oli jo vesivahinkoa korjattaessa vaihdettu kuparin tilalle muoviputki. (liite 1)

Tämän mestarityön tavoitteena on selvittää, mitkä asiat vaikuttavat kupariputkien käyttöikään, mitä eri korroosion muotoja kupariputkissa ilmenee ja mistä ne aiheutuvat. Mitä tarkoittaa veden tekninen laatu ja miten se vaikuttaa kupariputkien korroosioon? Mitä vaiheita putkiremonttiin kuuluu ja miten se käytännössä toteutetaan?

2 Putkiremontin vaiheet

2.1 Hankesuunnittelu

Hankesuunnittelun- käynnistää kiinteistön omistaja tai taloyhtiön hallitus. Siinä kartoitetaan yksityiskohtaisesti hankkeen laajuus. Maankäyttö- ja rakennuslaissa 132/199 määritetään rakennuttajalle huolehtimisvelvoite seuraavasti:

Rakentamiseen ryhtyvän tulee huolehtia siitä, että rakennus suunnitellaan ja rakennetaan rakentamista koskevien säännösten ja määräysten sekä myönnetyn rakennusluvan mukaan.

Taloyhtiön rakennushankkeessa tästä asiasta huolehtii yleensä taloyhtiölle palkattu valvoja. Hankesuunnittelussa laaditaan tavoiteaikataulu ja alustava kustannusarvio, jotka tarkentuvat hankkeen edetessä, lisäksi määritellään alustavasti urakan laajuus. (1, s. 4-7.)

2.2 Hankkeeseen valmistautuminen

Hanke valmistellaan ja siitä tiedotetaan asukkaille avoimesti. Asioista tiedotetaan kirjallisesti hyvissä ajoin ennen päätöksentekoa. Hanke esitellään ja hyväksytetään yhtiökokouksessa. Hallitus esittelee yhtiökokouksessa hankkeen teknistaloudelliset perustelut, tarvekartoituksen tulokset, yleiskuvauksen hankkeen kulusta, alustavan tavoiteaikataulun, alustavan kustannusarvion. Paikalle on hyvä kutsua asiantuntija vastaamaan asukkaiden kysymyksiin. Putkiremontin kokoisessa hankkeessa on hyvä valita hankkeelle pääsuunnittelija, joka vastaa suunnittelun kokonaisuudesta. Suunnittelusta kannattaa pyytää tarjoukset ja valita suunnittelija tarjouspyyntömenettelyn kautta. Hankkeesta on hyvä tehdä vakuutusyhtiöön ilmoitus, josta käy ilmi hankkeen pääasiallinen sisältö, urakoitsija, urakkasumma ja -aika. (1, s. 4-7.)

2.3 Asbestikartoitus

Asbesti on kuitumaista silikaattimineraalia, joka on terveydelle erittäin haitallista. Sitä käytettiin ennen vanhaan rakentamisessa mm. eristeenä.

Rakennuttajan tai muun, joka ohjaa tai valvoo rakennushanketta, on ennen rakennusten tai rakenteiden purkamista varmistuttava siitä, ettei purettavissa rakenteissa ole asbestia tai huolehdittava siitä, että purkutyö tehdään asbestipurkutyönä. Asbestia sisältävien rakennusten ja rakenteiden purku on tehtävä asbestipurkutyönä siten, että asbesti ja asbestipitoiset materiaalit poistetaan ennen kuin rakenteet muuten hajotetaan, jollei poistamisesta aiheudu työntekijöille suurempaa altistumista kuin asbestin jättäminen rakenteisiin heille aiheuttaisi. Valtioneuvoston asetus (318/2006)

2.4 Suunnittelu

Pääsuunnittelijana toimii LVI-suunnittelija, jolla tulee olla Rakennusmääräyskokoelman mukainen riittävä koulutus ja kokemus aiheesta. Yleensä putkiremontin yhteydessä tehdään myös sähkötöitä, joten tarvitaan myös sähkösuunnittelija ja mahdollisesti myös rakennesuunnittelija, jos esimerkiksi yleisiä- tai kellaritiloja muokataan eri käyttötarkoitukseen. Putkiremonttia suunniteltaessa kannattaa harkita muiden remonttien toteuttamista samanaikaisesti, esimerkiksi sähkö-, puhelin-, antenni- ja tietoliikennejärjestelmien päivittäminen voi olla järkevää tehdä samalla, kun rakenteita avataan ja muutetaan. Yleensä vanhoissa asunnoissa kylpyhuoneet ovat pieni, joten putkiremontin yhteydessä voi harkita mahdollisuutta samalla suurentaa kylpyhuonetta. Sellaisen lisätyön suunnittelussa tarvitaan mahdollisesti rakennesuunnittelijan apua.

Hankkeen alussa kannattaa päivittää kohteen piirustukset ajan tasalle ja mieluiten sähköiseen muotoon, tämä helpottaa huomattavasti suunnittelutyötä ja vähentää virheiden riskiä. Työn toteutuksen aikana on myös hyvin tärkeää toimittaa urakoitsijoille uudet kuvat aina, jos suunnitelmissa tapahtuu muutoksia.

Ennen suunnittelijoiden valintaa tilaajan tulee selvittää urakan tavoitteet mahdollisimman tarkasti. Suunnittelutoimistoille lähetetään tarjouspyyntöasiakirjat, joita ovat tarjouspyyntökirje, suunnitteluohjelma, tarjoustaulukko ja laatuksiteerit. Tarjouspyyntöjä kannattaa lähettää 3–5 suunnittelijalle ja laskenta-aikaa varata noin kuukausi. Valitulle suunnittelijalle toimitetaan kaikki suunnitteluaineisto, raportit putkiston kuntotutkimuksista ja tiedossa olevat lisä- ja muutostyöt.

Suunnitelma-asiakirjat sisältävät piirustukset, hankkeen sisältöä, laatua, laajuutta ja suoritusta koskevat asiakirjat. Lisäksi suunnittelija laatii urakkatarjouskilpailua varten urakkatarjouspyyntökirjeen, urakkaohjelman, tarjoustaulukon, yksikköhintaluettelon ja urakoitsijan laatujärjestelmää, referenssejä ja muita valintaan mahdollisesti vaikuttavia asioita sisältävän esitietolomakkeen. Lopuksi suunnitelmat hyväksytetään kunnan rakennusvalvontaviranomaisilla, jonka jälkeen suunnittelija voi laskuttaa viimeisen maksuerän. (1, s. 4–7.)

2.5 Valvoja

Jokaisessa korjaus- ja rakennushankkeessa on oltava tarpeeksi pätevä ja kokenut LVI-tekniikan tunteva valvoja. Valvojan tehtäviin kuuluu muun muassa varmistaa, että työsuoritukset, työmenetelmät ovat ohjeiden ja määräysten mukaisia ja että työn tulos vastaa teknisesti ja laadullisesti hyvää rakennustapaa ja urakkasopimusta. Valvoja varmistaa, että tavarantoimittajien ja valmistajien antamia asennus- ja työohjeita noudatetaan ja urakoitsijoille kuuluva laadunvalvonta toteutuu. Valvoja hyväksyy malliasennukset ja tekee asennustapatarkastuksia. Valvoja huolehtii piiloon jäävien asennuksien tarkastuksista ennen rakenteen peittämistä. Hän varmistaa, että rakentamisen aikaiset materiaalit ja pintojen suojaukset toteutetaan. Valvoja huolehtii tärkeiden rakennusvaiheiden riittävästä dokumentoinnista yleensä valokuvaamalla ne. Valvoja teettää tarvittavat kokeet ja mittaukset, esimerkiksi putkiston koepaineistuksen. (2, s. 1–2.)

2.6 Tarjouspyyntö

Tarjouspyyntöasiakirjoilla tarkoitetaan tarjouspyyntökirjettä, jonka laatii suunnittelija. Tarjouspyyntöasiakirjat on laadittava täsmällisiksi, yksityiskohtaisiksi ja yksiselitteisiksi. Niiden tulee olla rakennusalan mallien mukaisia. Tarjouspyynnössä on syytä mainita sen voimassaoloaika, ja siihen kannattaa sisällyttää varaus tilaajan oikeudesta hylätä tai hyväksyä saamansa tarjous, tai jättää kaikki hyväksymättä. Tarjouspyyntöön tulee merkata määräaika, johon mennessä urakoitsijan tulee siihen vastata. Valittaessa urakoitsijoita, joille tarjouspyyntö lähetetään, kannattaa ottaa selvää urakoitsijan kyvykkyydestä hoitaa kyseinen urakka. Tarjouksia kannattaa pyytää 5–10 urakoitsijalta.

Tarjousten avaustilaisuudesta laaditaan pöytäkirja. Pöytäkirjaan tehdään vertailutaulukko, jossa on tarjousten ja osatarjousten hinnat selkeästi luettavissa. Urakoitsijaa ei tule valita pelkästään halvimman hinnan perusteella, vaan myös laadun, suoritustavan ja kyvykkyden perusteella.

Urakkaneuvottelussa varmistetaan, että kummatkin osapuolet ovat ymmärtäneet urakkasuorituksen samalla tavalla ja selvitetään käytännön järjestelyjä sekä urakoitsijan mahdollisia vaihtoehtoisia toteutustapoja tai materiaaleja. Urakkaneuvottelussa tehdyt päätökset kirjataan neuvottelupöytäkirjaan tai suoraan urakkasopimukseen.

Kun päätös valitusta urakoitsijasta on tehty, ilmoitetaan asiasta urakoitsijalle tarjouksen voimassaoloaikana, sekä myös kaikille tarjouskilpailuun osallistuneille. Kun työhön valittu urakoitsija on saanut tiedon tarjouksensa hyväksymisestä, katsotaan urakkasopimuksen syntyneen. Näin ollen myös muut tarjoukset raukeavat. (1, s. 4–7.)

2.7 Aloituskokous

Rakennushankkeeseen ryhtyvän on järjestettävä aloituskokous hyvissä ajoin ennen rakennustöiden aloitusta. Rakennusluvan vaativassa kohteessa kokouksessa on oltava paikalla rakennushankkeeseen ryhtyvän lisäksi ainakin rakennusvalvontaviranomainen, pääsuunnittelija ja vastaava työnjohtaja. Kokouksessa todetaan ja merkitään pöytäkirjaan hankkeelle määrätyt velvoitteet, hankkeen keskeiset osapuolet, vastuu henkilöt ja työvaiheiden tarkastuksia tekevät henkilöt. (1, s. 4–7.)

2.8 Urakkasopimus

Urakkasopimus laaditaan kirjallisesti käyttäen yleisesti hyväksytyjä sopimus pohjia. Siihen liitetään yleiset sopimusehdot kuten YSE 1998 ja muut tarvittavat asiakirjat. Rakentamisen toteutuksessa eri osapuolten vastuut ja velvoitteet määräytyvät pääosin sopimusvastuun perusteella. Kunkin osapuolen on täytettävä ne velvollisuudet ja vastuut, joihin tämä on sopimuksessa sitoutunut. Kaikki rakentamista koskevat ja siihen liittyvät sopimukset tulee tehdä kirjallisina ja riittävän yksityiskohtaisina. Suullinenkin sopimus on pätevä, mutta suullinen sopiminen ei ole suositeltavaa, koska epäselvyyss- tai riitatilanteessa on vaikea näyttää toteen, mitä on suullisesti sovittu. (1, s. 4–7.)

2.9 Käyttäjäinfo

Kun urakoitsija on valittu ja työt ovat valmiina alkamaan, pidetään tiedotustilaisuus johon kutsutaan: yhtiön osakkaat, kiinteistön käyttäjät, kiinteistöhoitajat, valvojat, suunnittelijat ja urakoitsijat. Tilaisuudessa kerrotaan käytännön asioita työn toteutuksesta ja sen vaikutuksesta kiinteistön käyttämiseen. Käsiteltävä aineisto lähetetään kutsun mukana, jotta kutsutulla on aikaa tutustua siihen ja esittää mahdollisesti mieleen tulleita kysymyksiä tilaisuudessa. Tilaisuudessa esitellään mallikappaleet asennettavista kalusteista ja rakennusmateriaaleista. (1, s. 4–7.)

2.10 Urakan vastaanotto

Putkisaneerauksen kokoisessa urakassa tehdään asennustapatarkastuksia sitä mukaa kuin työvaiheita saadaan valmiiksi. Näin ollen tila voidaan luovuttaa asukkaan käyttöön heti kun se on valmis, eikä tarvitse odottaa lopullista vastaanottotarkastusta. Käyttöönoton yhteydessä annetaan käytönopastusta ja laaditaan huoltokirjaa. Käyttöönotosta tehdään merkintä tarkastusasiakirjaan. Päävalvoja yhdessä muiden valvojien ja urakoitsijan kanssa tarkastaa urakkasuorituksen. Tarkastuksesta laaditaan virheluettelo ja asukkaita pyydetään täyttämään vikalista mahdollisista rakennusvirheistä. Ennen vastaanottotarkastusta virheet korjataan ja sen jälkeen urakkasuoritus otetaan vastaan. Jälkitarkastuksessa tarkastetaan pienten virheiden korjaus, jotka eivät ole estäneet kohteen vastaanottoa. (1, s. 4–7.)

2.11 Takuu aika

Takuu aika on yleensä kaksi vuotta. Jos takuu aikana ilmenee urakan jäljiltä virheitä tai puutteita, on tilaajalla velvollisuus ilmoittaa niistä urakoitsijalle mahdollisimman pian, ettei esimerkiksi vuotava vesijohto aiheuta suurempaa vahinkoa. Takuutarkastuksia tehdään yleensä ensimmäisen ja toisen vuoden jälkeen. Tarkastuksista laaditaan pöytäkirja ja tarvittaessa virheluettelo. (1, s. 4–7.)

3 Työn toteutus

3.1 Suojaus

Rakennusurakoitsijan tulee suojata huoneistoissa työpisteen välittömässä läheisyydessä olevat osakkaan/asukkaan irtaimistoon kuuluvat esineet. Lisäksi asukkaalle toimitetaan suojamuovia ja teippiä, jotta asukas voi itse huolehtia muun irtaimen esineistön suojauksesta. Tarvittaessa tehdään pölyseiniä tms. rakenteita, joilla irtaimisto suojataan. Mikäli jokin rakennusosa tai irtainomaisuus on vahingoittunut riittämättömän suojauksen takia, on urakoitsija velvollinen korjaamaan heti vahingoittuneen rakennusosan tai korvaamaan sen uudella. Urakoitsijan tulee huolehtia siitä, että asukas ei säilytä työmaa-alueen läheisyydessä pölylle arkoja laitteita, esim. tietokoneita, televisioita tai muita arkoja elektronisia laitteita. (3, s. 14.)

Putkiremonttikohteen huoneistot olivat kaksikerroksisia. Työt aloitettiin ylä- ja alakerran välisten portaiden huolellisella suojaamisella. Portaisiin laitettiin portaan muotoon leikatut suojamatot ja kovalevyn palat. Suojat teipattiin portaisiin kiinni, ja ne olivat paikoillaan koko remontin ajan. Kulkuväylät suojattiin matoilla, etteivät asuntojen parketit likaantuisi tai naarmuuntuisi. Ahtaissa paikoissa kuten portaissa olleet taulut ja hyllyt siirrettiin remontin ajaksi pois edestä. Työnkentelytilat suojattiin matoilla ja kovalevyillä. Vessassa pesuallaiden, wc-istuimen ja mahdollisten lasisten suihkuseinien päälle laitettiin myös matot ja kovalevyt.

Kaakeloidun lattian päällä huolehdittiin, että kovalevyt peittivät sen mahdollisimman tarkasti. Vasaran tippuessa kaakeli helposti halkeaa ja aiheuttaa lisää töitä. Täysin saman värisen kaakelin löytäminen ja vaihtaminen on hankalaa. Koska asunnot olivat samanaikaisessa käytössä, piti kaikki suojat laittaa joka aamu uudestaan ja päivän päätteeksi ottaa pois. Kun tilassa purettiin kipsilevyä, suojattiin ympäristö suojamuovilla kauttaaltaan (kuva 1), koska levyn sahaus aiheutti paljon kipsipölyä, joka leijaili ympäriinsä. Maalaustöitä tehdessä tarpeen vaatiessa huonekaluja siirrettiin ja suojattiin suojamuovilla. Pistorasiat ja valokatkaisimet suojattiin teipillä, portaikon kaide purettiin pois, jos seinä sen takaa täytyi maalata. Työpäivän päätteeksi kovalevyt imuroitiin ja nostettiin asunnon ulkopuolelle, matot rullattiin laatikoihin ja ravisteltiin roskalavalle, lattiat imuroitiin ja pestiin puhtaksi.



Kuva 1. Suojattu pesuhuone.

3.2 Valmistelevat työt

Työmaalle tilattiin kontti sosiaalityöille ja toinen työkaluille ja rakennusmateriaaleille. Konttiin vedettiin sähkö ja vedet, jätevesille järjestettiin säiliö. Asukkaille jaettiin 20 muuttolaatikkoa, joihin heidän tuli tyhjentää allaskaappien sisällöt ja muut irtotavarat wc:stä. Jos wc:hen oli itse asennettu kaappi tai hylly, se tuli tyhjentää ja purkaa, tai jättää asentajan purettavaksi. Eteisen vaatekaappi ja alaosan kenkäteline piti tyhjentää vaatteista ja kengistä. Keittiön allaskaapit piti tyhjentää vain, jos pesuallassekoittajalle tulevat putket olivat kuparia ja näin ollen tulitaisiin vaihtamaan. Alakerran kodinhoitohuoneesta tuli siirtää tavarat pois ja tyhjentää vain allaskaappi, muut tavarat saivat jäädä paikoilleen.

3.3 Purku

Kun työnkentelytilat oli tyhjennetty ja suojattu, aloitettiin kattojen ja seinien purku. Ylä- ja alakerran kylpyhuoneista purettiin ensin suihkuverhon kisko. Sen jälkeen irroitettiin suihkuseinä. Ilmastointiventtiili irroitettiin ja auki jäävä ilmastoitikanava teipattiin umpeen, ettei rakennuspöly likaisi ilmanvaihtokanavia. Katossa ollut pyöreä paneeliin upotettu valaisin irroitettiin ja kiinnitettiin nippusiteellä alakaton tukipuuhun, jotta tilassa näki työskennellä. Kattolistat purettiin niitä säästelemättä, koska tilalle oli tulossa uudet. Paneeleista jääneet naulat nypittiin irti tukipuista. Seinät kiertävästä 2x2 tuuman koolingista sahattiin putkimiehen merkitsemistä kohdista pois palat, joista putket menivät alas kalusteille. Vanhoja putkireittejä ei voitu käyttää, koska ne kulkivat seinän sisällä. Kodinhoitohuoneessa olleeseen kipsilevykattoon leikattiin putkitöiden vaatimat aukot tai katto purettiin kokonaan, riippuen siitä halusiko asukas tilalle kipsilevykaton vai paneelikaton. Eteisen vaatekaappi purettiin pois ja kipsiseinään leikattiin aukko, josta päästiin vetämään välipohjan läpi menevät vesijohtot. Uusien vesijohtojen liitoskohtien alle seinän sisään jäävälle osuudelle tehtiin kitistä vedenohjain (kuva 2), joka putkivuodon sattuessa ohjaisi veden vaatekaapin alta parketille asukkaan havaittavaksi.



Kuva 2. Vuotokaukalo.

3.4 Putkityöt

Putkityöt päästiin aloittamaan, kun kaikki tarvittavat katot, seinät ja kaapit oli purettu. Putkityöt tehtiin niin, että yhden päivän aikana vaihdettiin yläkerran putket ja toisena päivänä alakerran putket. Näin asukkaat eivät joutuneet olemaan päivääkään ilman vettä. Vedet olivat asunnosta poikki vain työpäivän ajan ja kello neljältä kaikki toimi kuten aamulla. Jakotukilta katkaistiin huoneisto kerrallaan vedet putkien vaihdon ajaksi. Vanhat kupariputket purettiin pois siltä osin kun se oli mahdollista. Seinien sisäiset putket ja alakerrasta yläkertaan tuleva jakojohdo jätettiin paikoilleen. Työn toteutuksesta on kerrottu tarkemmin liitteessä 1. Taloyhtiön jakotukilla kuvassa 3 oleva painemittari oli mennyt rikki ja korvattiin uudella mittarilla.



Kuva 3. Taloyhtiön jakotukki.

4 Vesijohdot

Vesijohdot tehtiin Suomessa 1970-luvulle asti yleensä metallista. Muovia alettiin käyttää kylmävesijohdoissa 70-luvulla ja lämminvesijohdoissa 90-luvulla. Metalliputket kestävät normaalisti noin 40–50 vuotta. Muoviputkien kestosta ei ole vielä tarpeeksi tietoa, mutta niiden oletetaan kestävän yhtä kauan kuin kupariputket. Vesijohtojen käyttöikä vaihtelee erittäin paljon. Siihen vaikuttavat muun muassa suunnittelu, asennus, ulkoiset olosuhteet ja vedenlaatu. Kuvassa 4 on esitetty lisää käyttöikään vaikuttavia tekijöitä. Joissakin tapauksissa vesijohto on syöpynyt puhki jo neljässä vuodessa, toisessa tapauksessa vesijohto on kestänyt 70 vuotta. Tämän takia niiden kuntoa olisi järkevää seurata aika ajoin. Uuteen kiinteistöön kuntoarvio olisi hyvä tehdä viimeistään, kun kiinteistö on kymmenen vuotta vanha. Vuonna 1999 voimaan tulleen maankäyttö- ja rakennuslain mukaan asuinrakennukselle pitää laatia huolto- ja käyttöohje, jonka tulee sisältää mm. laitteiden käyttöä. Kiinteistön vesivahinkohistoria tulisi kirjata huoltokirjaan, siitä tulisi kirjata ylös ajankohta, kustannukset, vaurioiden syyt, työselostus, urakoitsijat, suunnittelijat, valvojat, piirustukset. (5, s. 34.)



Kuva 4. Jakeluverkostoissa materiaalien käyttöikään vaikuttavat tekijät (4, s. 2).

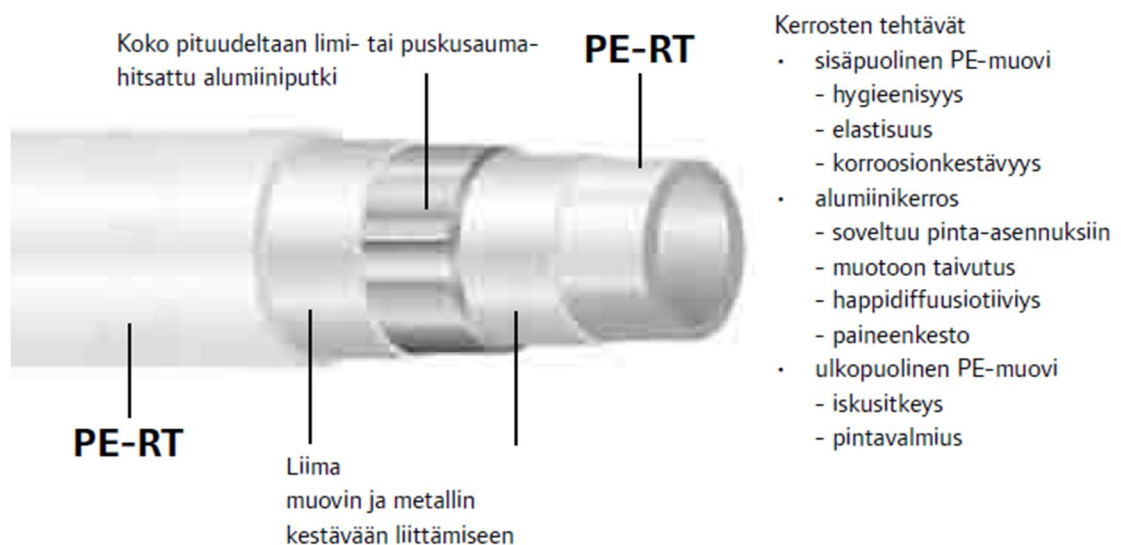
4.1 Muoviputket

Muovit ovat orgaanisia yhdisteitä, jotka koostuvat polymeereistä eli pienistä toisiinsa kemiallisin sidoksin liittyneistä molekyyleistä ja lisäaineista. Vesijohdoissa käytettäessä muoviputkien etuna on se, ettei muovissa tapahdu korroosiota, mutta niitä heikentävät mikrobiologinen toiminta, lämpötila ja liukeneminen, lisäksi muoviputket ovat herkkiä UV-säteille. Suomessa muoviputkien käyttö osana vedenjakeluverkostoa alkoi 1960-luvun loppupuolella. Muovi on edelleen käytetyin materiaali jakeluverkoston putkistoissa, yleensä se on valmistettu joko polyeteenistä (PE) tai polyvinyylikloridista (PVC). Muoviputkien käyttö talotekniikassa lisääntyy jatkuvasti. Kuparin ohella vesijohtojen materiaalina käytetään ristosilloitettua polyeteeniä (PEX) ja komposiittiputkia (PE-RT). Muoviputkissa ääni etenee heikosti muovin kimmoisuuden ansiosta esimerkiksi verrattuna kupariputkiin. Muoviputkien lämpölaajeneminen on 10-kertaista verrattuna kupariputkiin, mikä tulee ottaa huomioon putkivetoja suunniteltaessa.

Muoviputket vaimentavat putkiston paineiskuja metalliputkia tehokkaammin. PEX-putkia asennetaan pääsääntöisesti rakenteiden sisään. Niitä on saatavana valmiiksi suoja-putkessa, joka vaaditaan Suomen rakentamismääräyksissä piiloon jääviltä putkilta vuotojen havaitsemisen helpottamiseksi. Lisäksi suoja-putkessa oleva vaurioitunut putki on helppo vaihtaa. Saatavilla on myös suoja-putkella ja eristyksellä varustettu putki. (5, s. 55–63; 6, s. 18–19.)

4.2 Komposiittiputket

Komposiitti tarkoittaa kahden tai useamman materiaalin yhdistelmää, jossa materiaalit eivät ole toisiinsa liuenneena, vaan toimivat yhtenäisenä kokonaisuutena (kuva 5). Komposiittiputkista puhuttaessa tarkoitetaan putkia joiden sisä- ja ulkokerros on polyeteeni muovina ja keskikerros alumiinia, kerrokset ovat liitetty yhteen erikoisliimalla. Komposiittiputken alumiinikerros tekee putkesta happitiiviin. Komposiittiputkia käytetään käyttövesi-, lämmitys-, lattialämmitys-, jäädytys- ja sammutusjärjestelmissä. Putkia liitetään yhteen puristusliitoksilla. Taivuttaminen ja katkaisu tehdään tarkoituksen mukaisella työkalulla ilman tulitöitä. Komposiittiputkia myydään suorina kankina, ja ne soveltuvat pinta-asennuksiin sellaisenaan, erona kupariputkiin komposiittiputket ovat paksumpia sisähalkaisijan ollessa samat. Komposiittiputkia on saatavana ainakin valkoisena ja kyllävänä metallivärinä. (9, s. 9.) Taulukossa 5 on esitetty erään valmistajan komposiittiputken teknisiä ominaisuuksia.



Kuva 5. Komposiittiputken rakenne (9, s. 9).

Taulukko 5. Komposiittiputken ominaisuuksia (7, suunnitteluohje).

Komposiittiputki	LK universalputki A
Lämpölaajenemiskerroin	0,00003 m/m °C
Lämmönjohtavuus	0,43 W/m °C
Murtovenymä	> 500 %
Iskusitkeys +40...+70 °C	Ei murtoa
Pehnemispiste	n. 130 °C
Hapenläpäisevyys	< 0,01 g/m ³ x d
Suurin sallittu käyttöpaine	1,0 MPa
Korkein sallittu jatkuva käyttölämpötila	+70 °C
Korkein sallittu tilapäinen lämpötila (noin kuukauden)	+95 °C
Alin sallittu lämpötila	-20 °C

4.3 Kupariputket

Kuparia on alettu käyttää Suomessa lämpimän käyttöveden putkimateriaalina 1940-luvulla. Nykypäivän tapaan, jossa kylmä ja lämmin käyttövesiputki ovat molemmat kuparia, siirryttiin 1970-luvulla. Vielä 1950–1960-luvuilla lämmin käyttövesi oli yleensä kuparia ja kylmä käyttövesi sinkittyä terästä. Kupariputkea alettiin valmistaa Suomessa 1940-luvulla, sitä valmisti ainakin Outokumpu, jonka toiminta on nykyään siirtynyt Cuporinille. Nykypäivän kupariputkien raaka-aineena on käytetty 99,9 %:n kuparia, josta loput on fosforia. Oikein asennetun ja oikeissa olosuhteissa kupariputken käyttöiäksi arvioidaan 50 vuotta. Kupari on hivenaine, jota ihmisen elimistö tarvitsee, siksi vähäinen vesijohdoista veteen liuennut kupari ei ole vaaraksi. (5, s. 70–71.)

Kupari on kemiallisen määritelmän mukaan jalometalli, eli melko passiivinen. Se ei reagoi veden eikä useimpien happojen kanssa. Hapen kanssa kupari reagoi hitaasti eli hapettuu, muodostaen pinnalleen hyvin ohuen kuparioksidikerroksen. Hiilidioksidin vaikutuksesta kuparioksidikerros muuttuu kuparikarbonaatiksi, joka on väriltänsä vihreää, kuten esimerkiksi jotkut kirkkojen kupolit. Kuparin pinnalle muodostuva kerros suojaa kuparia hapettumiselta. (10, s. 62.)

Kupariputkia on saatavilla perinteisen kiillotetun lisäksi myös kromatuksi päällystettyinä, maalattuina ja valmiiksi vuotovesisuojuina tai eristettyinä. Kupariputkia voidaan asentaa pintaan, koteloon tai rakenteisiin. Kaikki asennukset tulee tehdä siten, että mahdolliset vesivuodot ovat helposti havaittavissa ja korjattavissa. Rakenteisiin asennettavien putkien tulee olla vuotovesisuojuja.

Kupariputken katkaisussa ja jäysteitä poistaessa on huolehdittava, ettei putken sisään jää lastuja tai mitään muuta, joka voisi tukkia verkoston venttiileitä tai vesikalusteita. Kupariputkia taivutettaessa käytetään taivutustyökaluja riippumatta siitä onko putki hehkutettua kieppiputkea tai kovaa suoraa putkea. Kovaa perinteistä kupariputkea voidaan taivuttaa kylmänä 18 mm:n kokoon asti, suurempia putkikokoja tulee lämmittää. (16, s. 1.)

4.4 Kupariputken liitostavat

Kovajuotus on yleisin kupariputkien liitostapa Suomessa. Siinä kupariputket liitetään toisiinsa fosforikuparijuotteella, sula juote täyttää kapillaarivoiman vaikutuksesta liitettävien osien välisen raon.

Ennen käytettiin myös pehmeäjuotosta, mutta siitä ollaan luopumassa, koska pehmeäjuotos on kovajuotosta heikompi, lisäksi siinä pitää käyttää juoksutetta, joka on syövyttävää ja voi putken sisään päästessään aiheuttaa pistekorroosiota.

Puristusliitos on tällä hetkellä yleistymässä. Yksi syy siihen on se, ettei liitostapa vaadi tulitöitä, joita työmailla nykyään vältetään. Se soveltuu sekä koville että pehmeille kupariputkille. Sillä voidaan tehdä liitoksia pintaan ja piiloon jääviin asennuksiin.

Puristusliitoksessa putket liitetään yhteen liittimellä, jonka sisällä on tiivisterengas. Liitin puristetaan paikalleen puristustyökalulla, joka puristaa liittimen ja putken metallit kiinni toisiinsa, näin ollen mekaaniset voimat eivät kohdistu tiivisterenkaaseen. Puristustyökalun koko saattaa aiheuttaa haasteita ahtaissa paikoissa.

Puserusliitoksessa putki työnnetään liitinosan sisään ja kartiorengas, ns. helmi, puserretaan tiiviiksi putken ympärille kiristysmutterilla. (16, s. 1.)

4.5 Kupari talousvedessä

Uusista kupariputkista on havaittu liukenevan kuparia veteen noin 0,4–0,5 mg/l. Talousvesiverkostoissa kupari voi aiheuttaa väri- ja hajuhäiriöitä pitoisuuksilla yli 1 mg/l. Terveydelle vaarallisena pidetään pitoisuutta yli 100 mg/l. Näin korkea pitoisuus on kuitenkin havaittavissa aistein, joten sellaisen veden juominen on epätodennäköistä. Talousvesiasetuksen mukaan kuparin enimmäispitoisuus vedessä saa olla 2 mg/l. Kuparin pitoisuus talousvedessä mitataan sellaisesta näytteestä, joka on käyttäjän vesihanasta ja pitoisuus vastaa viikoittaista keskiarvoa. EAS-tuotehyväksyntäjärjestelmän ehdotuksen mukaisesti metallituotteista saisi testauksessa liueta kuparia 90 % raja-arvosta 2 mg/l eli 1,8 mg/l. WHO:n suositus kuparin maksimipitoisuudelle vedessä on myös 2 mg/l. Jo alhaisemmillakin pitoisuuksilla voi olla vesikalusteita ja pyykkiä värjääviä vaikutuksia. (11, s. 1–2.)

5 Korroosio

5.1 Yleinen korroosio

Korroosio on materiaalin syöymistä eli hapettumista ympäristön vaikutuksesta. Hapettava materiaali liukenee tai muuten reagoi ympäristön aineiden kanssa. Monet metallit esiintyvät luonnossa epäpuhtaina, eli yhdisteinä, joka on niiden luonnollinen olomuoto. Jalostettu metalli pyrkii takaisin luonnolliseen vähäenergiseempään muotoonsa eli termodynaamisesti stabiiliin tilaan. Korroosion taustalla on joko kemiallinen tai sähkökemiallinen ilmiö. Tutuin metallin korroosion muoto lienee raudan hapettuminen, eli ruostuminen, jossa rauta reagoi hapen ja veden kanssa luovuttamalla elektroneja ja muodostaen rauta-ioneja. Elektronit muodostavat veden ja hapen kanssa hydroksidi-ioneja, jotka sitten reagoivat rauta-ionien ja hapen kanssa muodostaen rautaoksideja, mm. hydratoitunutta rauta(III)-oksidia jota kutsutaan ruosteeksi.

Sähkökemiallinen korroosio tarkoittaa korroosioparin eli galvaanisen parin syntymistä sähköä johtavassa väliaineessa. Kun kaksi metallia ovat kosketuksissa sähköä johtavaan liuokseen eli elektrolyyttiin, pyrkii epäjalompi metalli syöpymään. Korroosiota voi tapahtua myös saman metallin pinnalla potentiaaliltaan eri kohdissa siten, että syöpyvä metalli eli anodi hapettuu luovuttaen elektroneja ympäröivään liuokseen. Tätä kutsutaan myös anodiseksi reaktioksi. Vastaavasti katodi vastaanottaa elektronit ja pelkistyy, tätä taas kutsutaan katodiseksi reaktioksi. Merkittävin vaikuttaja galvaanisen parin syntymiseen on metallien ja elektrolyytin keskinäinen potentiaaliero. (12, s. 25–31.)

5.2 Kupariputken korroosio

Kupariputki kestää yleensä erittäin hyvin korroosiota, sen pinnalle hapen vaikutuksesta muodostuvan oksidikerroksen, eli passiivikalvon ansiosta. Veden laatu vaikuttaa merkittävästi passiivikalvon muodostumiseen putken sisäpinnalle ja tätä kautta putken kestävyys. Muita vaurioitumiseen vaikuttavia tekijöitä ovat asennustekniikka ja sen laatu, putkiston suunnittelu, veden virtausnopeus ja veden lämpötila. Kuparin syöpymisnopeus vedessä joidenkin tutkimusten mukaan on 5–10 $\mu\text{m/a}$, mutta happamissa ja pehmeissä vesissä se voi olla huomattavasti enemmän. Korroosion ehkäisemiseksi veden pH-arvon tulisi olla yli 7,5 ja alle 9,0. (14, s. 65–66.)

5.2.1 Eroosiokorroosio

Eroosiokorroosiolla tarkoitetaan virtaavan veden ja materiaalin välisen kitkan aiheuttamaa materiaalin kulumista. Vesi kuluttaa esimerkiksi kupariputken pinnan passiivikalvoa, jolloin korroosio pääsee paremmin putkeen käsiksi. Virtaava aine voimistaa korroosiota käyttövesiputkissa ainakin siten, että se saa aikaan turbulenttisen virtauksen, joka vaikuttaa kitkaan ja painehäviöihin, sen kuljettamat partikkelit aiheuttavat eroosiota ja virtaavan nesteen ilmakuplat aikaansaavat korroosiota. Voimakkain vaikutus eroosiokorroosiolla on putkiston mutkiin ja liitoksiin, koska niissä nesteen virtaus muuttuu. Suomen rakentamismääräyksissä on asetettu raja suurimmasta virtausnopeudesta kupariputkissa, muun muassa eroosiokorroosion ehkäisemiseksi. (15, s. 146–150.)

5.2.2 Piilokorroosio

Piilokorroosio, joka tunnetaan myös nimellä rakokorroosio, on paikallista korroosiota, joka tapahtuu esimerkiksi putkiliitoksissa, joissa vesi on päässyt kahden metallin väliin, tai metallin pinnalla olevien epäpuhtauksien alla. Piilokorroosiossa ”piiloon” päässyt vesi ei pääse vaihtumaan, vaan jää paikoilleen ja yleensä happamoituu ja näin ollen nopeuttaa korroosiota. (15, s. 138–141.)

5.2.3 Korroosioväsyminen

Korroosioväsyminen on korroosion ja metallin vetojännityksen aiheuttamien murtumien yhteisvaikutusta. Putken väsymistä tapahtuu lämminvesijohdoissa, jotka on asennettu virheellisesti, niin ettei putki pääse lämpölaajenemaan vaan joutuu jännityksen alaiseksi. (10, s. 68–69.)

5.2.4 Yleinen korroosio

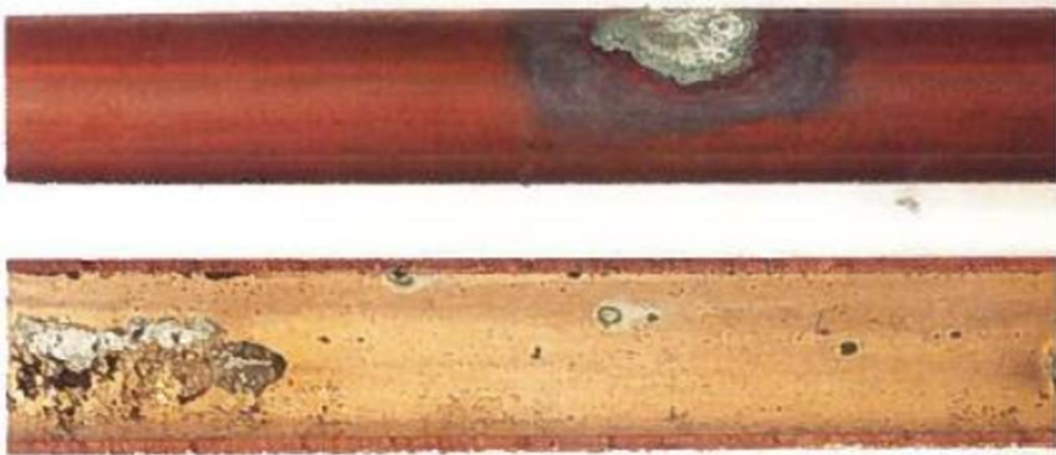
Yleinen korroosio on tasaista korroosiota, jossa koko putki syöpyy kauttaaltaan, ei vain paikallisesti. Mitä paremmat olosuhteet passiivikerroksen kannalta on, sitä vähemmän kuparia veteen liukenee. Kuparin liukenemista nopeuttaa mm. veden matala pH, vapaan hiilidioksidin määrä, kloridipitoisuus, bikarbonaattipitoisuus, sulfaattipitoisuus ja näiden kahden edellisen välinen suhde. (10, s. 68–69.)

5.2.5 Jännityskorroosio

Korroosio saa aikaan olosuhteet, joissa putkeen tulee särö ja lopulta kappale murtuu mekaanisesti, koska ainevahvuus ei kestä jännitystä. Jännityskorroosioon vaikuttavia tekijöitä ovat epätäydellinen passivoituminen, pinnan valikoiva liukeneminen, epätavallisten pintakerrosten muodostuminen, kloridien aikaansaama paikallinen korroosio ja aktiivialueella tapahtuva liukeneminen. (15, s. 151–156.)

5.2.6 Pistekorrosio

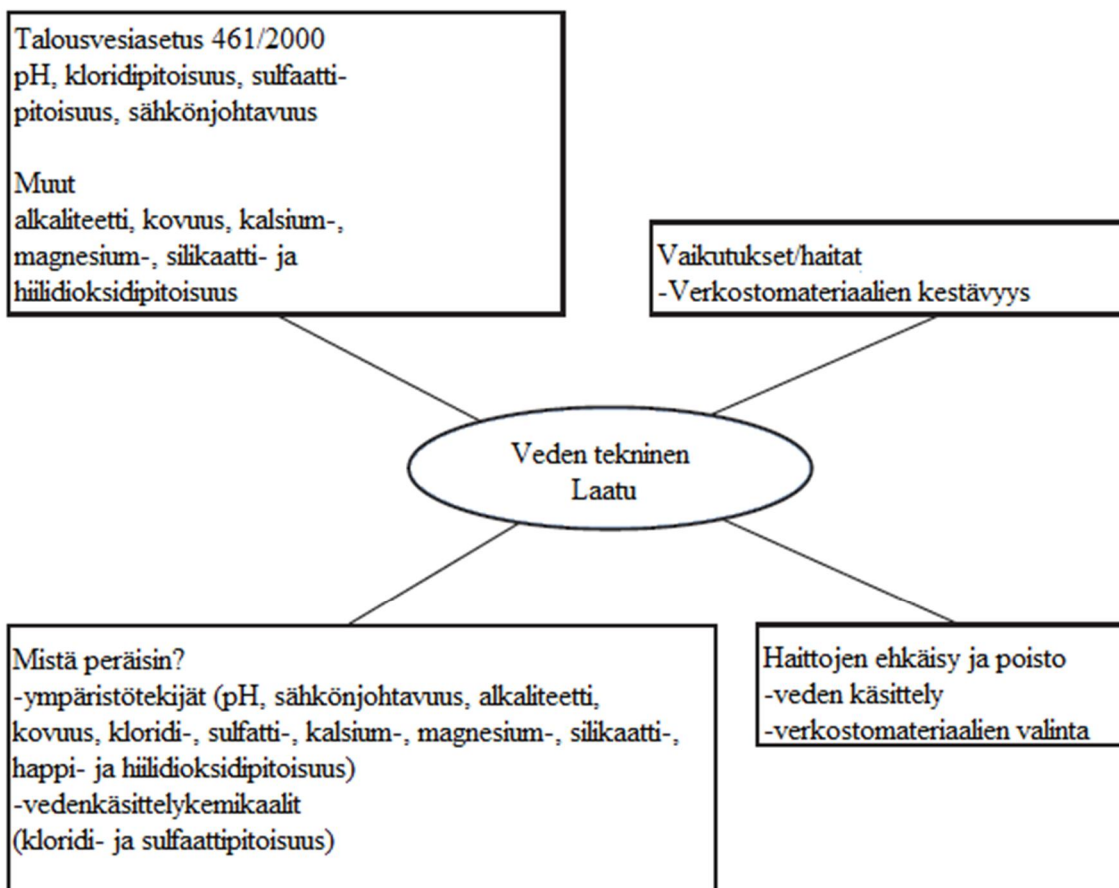
Pistekorrosio on yleisin korroosiomekanismi kupariputkissa Suomessa. Se on paikallista korroosiota, joka aiheuttaa materiaaliin pistemäisiä kuoppia. Pistekorrosiota pidetään usein passivoituvien metallien kuten kuparin, alumiinin ja korkeissa veden kloridipitoisuuksissa myös ruostumattoman teräksen ongelmana. Kuvassa 6 on esimerkki kupariputken pistekorrosiosta putken sisä- ja ulkopuolelta. Kupariputken pistekorrosio johtuu yleensä epäpuhtauksien saostumisesta putken sisäpinnalla tai putkea suojaavan passiivikalvon paikallisesta vaurioitumisesta. Veden lämpötilalla on merkittävä vaikutus pistekorrosioon, siksi sitä esiintyy yleisemmin lämpimän kuin kylmän veden putkissa. Muita pistekorrosioon vaikuttavia tekijöitä ovat veden pH, veteen liunneen hiilidioksidin, kloridin, sulfaatin, natriumin, bikarbonaatin ja nitraatin pitoisuus. (15, s. 135–138.)



Kuva 6. Kupariputken pistekorrosio (Outokumpu copper).

6 Veden tekninen laatu

Suomessa talousveden laatuvaatimukset ja -suositukset määritellään sosiaali- ja terveysministeriön asetuksessa talousveden laatuvaatimuksista ja valvontatutkimuksista. Talousveden laatua mitataan eri muuttujilla, joita on selitetty tarkemmin edempänä. Teknisen laadun lisäksi vettä arvioidaan myös yleisen laadun eli hajun, maun, sameuden ja värin perusteella. Veden laatu vaihtelee paljon alueittain, riippuen miltä puhdistamolta vesi tulee. Talousveden laadulla on merkittävä vaikutus vesijohtoverkoston materiaalien kestävyys. Huonolaatuinen vesi edistää korroosiota ja materiaalien liukenemista. (8, s. 11–12.) Kuvassa 7 on esitetty veden tekniseen laatuun eli syövyttävyyteen vaikuttavia tekijöitä.



Kuva 7. Veden tekniseen laatuun vaikuttavia tekijöitä (4, s. 3).

6.1 pH

pH eli happamuus on lyhenne sanoista power of hydrogen, potenz H^+ tai pondus hydrogenii, kaikki tarkoittavat kuitenkin vetyionien vahvuutta eli aktiivisuutta. pH määritetään vetyionin negatiivisena logaritminä $pH = -\log_{10}(aH^+)$. pH-arvo ei siis kasva lineaarisesti vaan kymmenkertaistuen. Tarkka pH-arvo mitataan aineesta mittarilla, mutta pH-indikaattorilla, eli paperilla voidaan mitata suuntaa antavia arvoja. Vetyioni (H^+) ei ole vesiliuksissa vapaana, vaan sitoutuneena vesimolekyyliin muodostaen oksoniumionin (H_3O^+). Sidos ei ole kuitenkaan kovin vahva ja vetyioni irtoaa siitä helposti. Arvo 7 on neutraali, eli liuksessa on yhtä paljon oksonium- ja hydroksidi-ioneja (OH^-). Hapan liuos sisältää enemmän oksoniumioneja, kuin hydroksidi-ioneja, emäs päinvastoin. (8, s. 69.) Taulukossa 1 on esitetty pH-arvoja arkipäiväisiä aineita esimerkkinä käyttäen.

Taulukko 1. Esimerkki pH-arvoista (19).

Aine	pH
Akkuhappo	<1,0
Vatsahappo	2,0
Sitruunamehu	2,4
Kolajuoma	2,5
Etikka	2,9
Appelsiini-ja omenamehu	3,5
Olut	4,5
Kahvi	5,0
Tee	5,5
Happosade	<5,6
Maito	6,5
Tislattu vesi	7,0
Sylki	6,5-7,4
Veri	7,34-7,45
Merivesi	8,0
Saippua	9,0-10,0
Ammoniakki	11,5
Pyykinpesuaine	12,5
Lipeä	13,5

6.2 Kloridi

Talousveden korkea kloridipitoisuus aiheuttaa vesijohtojen korroosiota. Kloridi eli Cl^- on anioni, joka muodostaa yleensä metallin kanssa ioniyhdisteen. Yleisin tällainen on NaCl eli ruokasuola, joka on yksi suolahapon (vetykloridihappo, vetykloridi, kloorivety) suola. Kloridin määrästä ei ole vaatimusta, mutta laatusuositus on alle 250 mg/l, sekä vesijohtomateriaalien syöpymisen ehkäisemiseksi kloridipitoisuuden tulisi olla alle 25 mg/l talousvesiasetuksen mukaisesti. Pohjavesien kloridipitoisuuteen voi vaikuttaa teiden reipas suolaus talvisin. (8, s. 70.)

6.3 Sulfaatti

Talousveden korkeaa sulfaattipitoisuutta pidetään yhtenä merkittävimmistä kupariputken pistekorroosion aiheuttajista. Sulfaatti eli SO_4^{2-} on anioni ja rikkihapon suola. Sulfaatin pitoisuudesta talousvedessä ei ole määräästä, mutta vesijohtomateriaalien syöpymisen ehkäisemiseksi sulfaattipitoisuuden tulisi olla alle 150 mg/l ja laatusuositus alle 250 mg/l talousvesiasetuksen mukaan. Pohjavesiin sulfaatteja päätyy rikkipitoisten mineraalien rapautuessa. (8, s. 71.)

6.4 Sähkönjohtavuus

Veden sähkönjohtavuus kertoo sen yleislaadusta. Se kertoo veteen liuenneiden suolojen määrästä. Talousvesiasetuksen mukainen laatusuositus on alle 250 mS/m. Mitä korkeampi on arvo, sitä syövyttävämpää vesi on. (8, s. 72.)

6.5 Alkaliteetti

Alkaliteetti tarkoittaa veden kykyä vastustaa pH:n muutosta. Veden happamoituminen näkyy ensiksi alkaliteetin muutoksessa, sen jälkeen vasta pH:ssa. Mitä korkeampi alkaliteetti on, sitä enemmän vesi voi neutralisoida happoja. Alkaliteetin muodostavat anionit eli bikarbonaatit (HCO_3^-), karbonaatit (CO_3^{2-}) ja hydroksidit (OH^-).

Liian korkea alkaliteetti edistää metallien liukenemistä ja liian matala edistää metallien korroosiota. (8, s. 76.)

6.6 Kovuus

Veden kovuudella tarkoitetaan veteen liuenneiden kalsium- ja magnesiumsuolojen määrää. Veden kovuus vaikuttaa tarvittavaan pesuaineen määrään pyykkiä pestäessä, veden makuun ja veden syövyttävyyteen. Kovuus ilmoitetaan joko saksalaisina asteina (°dH) tai millimoolleina (mmol/l), 1 °dH = 0,18 mmol/l. (8, s. 77.) Taulukossa 2 on esitetty veden kovuuden arvot.

Taulukko 2. Veden kovuus (18, muokattu).

Kovuus	Mmol/l	°dH
Hyvin pehmeä	0 – 0,38	0 – 2,1
Pehmeä	0,38 – 0,88	2,1 – 4,9
Keskikova	0,88 – 1,77	4,9 – 9,8
Kova	1,77 – 3,80	9,8 - 21
Erittäin kova	3,80 <	21 <

6.7 Silikaatti

Silikaatiksi kutsutaan piihapon suoloja. Silikaatti on useimpien kivilajien rakennusaine ja pohjavesiin sitä liukenee maaperästä. Silikaatin on osoitettu aiheuttavan kuparin korroosiota tietyillä pitoisuuksilla. (8, s. 80.)

6.8 Happi

Happi on alkuaine (O). Ilmakehässä happea on kaasuna (O₂) 21 %. Talousvedessä happi vaikuttaa metalleihin positiivisella että negatiivisella tavalla. Kupariputkissa sitä tarvitaan suojaavan passiivikalvon muodostumiseen.

Teräksisissä lämmitysverkostoissa ja lämpöpattereissa happi edistää korroosiota ja heikentää lämpöpatterin tehoa rajoittamalla veden virtaamista lämpöpatterin yläosaan. Hapettomuuden aiheuttama happamuusero on yksi rakokorroosion aiheuttaja. (8, s. 81.)

6.9 Hiilidioksidi

Hiilidioksidi (CO_2) on kemiallinen yhdiste, jota liukenee veteen ilmasta. Vedessä se muodostaa heikkoa happoa, hiilihappoa (H_2CO_3). Korkea hiilidioksidipitoisuus tekee vedestä aggressiivista eli syövyttävää. (8, s. 82.)

7 Talousvesiasetus

Suomessa talousveden laatuvaatimukset ja -suositukset määritellään sosiaali- ja terveysministeriön asetuksessa talousveden laatuvaatimuksista ja valvontatutkimuksista.

Talousvesiasetus koskee kaikkea vettä, jota 1) toimitetaan käytettäväksi vähintään 10 m^3 päivässä tai 50 henkilön tarpeisiin, 2) käytetään elintarvikealan yrityksessä ihmisten käyttöön tarkoitettujen tuotteiden tai aineiden valmistukseen, jalostukseen, säilytykseen ja markkinoille saattamiseen, paitsi sellaisissa tapauksissa, joissa kunnan terveydensuojeluviranomainen on varmistanut, ettei veden laatu heikkene valmiiden elintarvikkeiden terveydellistä laatua sekä 3) sellaista vettä, jota jaetaan talousvetenä käytettäväksi osana julkista tai kaupallista toimintaa. Laatuvaatimukset koskevat talousvettä toimittavan laitoksen jakeluverkossa toimittamaa talousvettä siinä kohdassa, jossa vesi otetaan käyttäjän vesihanasta. Talousvettä toimittava laitos on vastuussa laatuvaatimusten täytymisestä kiinteistön vesijohtoon liittämiskohtaan saakka. Kiinteistön omistaja vastaa siitä, että veden laatu ei heikkene kiinteistön verkostoissa siinä määrin, ettei se enää laadultaan täytä määräyksiä. (17.)

Taulukoissa 3 ja 4 on esitetty talousvesiasetuksen mikrobiologiset ja kemialliset laatuvaatimukset talousvedelle.

Taulukko 3. Mikrobiologiset laatuvaatimukset (enimmäistiheys)(17).

Escherichia coli	0 pmy/100 ml
Enterokokit	0 pmy/100 ml

Taulukko 4. Kemialliset laatuvaatimukset (enimmäispitoisuus)(17, muokattu).

		Huomautus
Akryyliamidi	0,10 µg/l	(1)
Antimoni	5,0 µg/l	
Arseeni	10 µg/l	
Bentseeni	1,0 µg/l	
Bentso(a)pyreeni	0,010 µg/l	
Boori	1,0 mg/l	
Bromaatti	10 µg/l	(2)
Kadmium	5,0 µg/l	
Kromi	50 µg/l	
Kupari	2,0 mg/l	(3)
Syanidit	50 µg/l	
1,2-dikloorietaani	3,0 µg/l	
Epikloorihydrini	0,10 µg/l	(1)
Fluoridi	1,5 mg/l	
Lyijy	10 µg/l	(3)
Elohopea	1,0 µg/l	
Nikkeli	20 µg/l	(3)
Nitraatti (NO ₃ ⁻)	50 mg/l	(4)
Nitraattityppi (NO ₃ -N)	11,0 mg/l	
Nitriitti (NO ₂ ⁻)	0,5 mg/l	(4)
Nitriittityppi (NO ₂ -N)	0,15 mg/l	
Torjunta-aineet	0,10 µg/l	(5 ja 6)
Torjunta-aineet yhteensä	0,50 µg/l	(5)
Polysykliset aromaattiset		
Hiilivedyt	0,10 µg/l	(7)
Seleeni	10 µg/l	

Tetrakloorieteeni ja		
trikloorieteeni yhteensä	10 µg/l	
Trihalometaanit		
yhteensä	100 µg/l	(2 ja 8)
Vinyylikloridi	0,50 µg/l	(1)
Kloorifenolit yhteensä	10 µg/l	(9)

Huomautukset

1. pitoisuus lasketaan käytetystä polymeeristä tuoteselosteen mukaan enimmillään irtoavasta tai liukenevasta määrästä; vedessä todetun aineen raja-arvona sovelletaan havaitsemisrajaa
2. desinfiointitehoa vaarantamatta on pyrittävä mahdollisuuksien mukaan tätä alempaan pitoisuuteen
3. näyte otetaan käyttäjän vesihanasta siten, että pitoisuus vastaa viikoittaista keskiarvoa
4. nitriitin enimmäispitoisuus vesilaitokselta lähtevässä vedessä on 0,10 mg/l; nitraattipitoisuus/50 + nitriittipitoisuus/3 ei saa ylittää arvoa 1
5. tarkoitetut yhdisteet orgaanisia hyönteis-, rikkaruoho-, sieni-, ankerois-, punkki-, levä- ja jyrsijämyrkkijä, orgaanisia limantorjunta-aineita sekä muita vastaavia tuotteita sekä yhdisteiden metabolia-, hajoamis- ja reaktiotuotteita
6. aldiinin, dieldriinin, heptakloorin ja heptaklooriepoksidin raja-arvo on 0,030 µg/l
7. tarkoitetut yhdisteet bentso(b)fluoranteeni, bentso(k)fluoranteeni, bentso(ghi)peryleeni, indaani-(1,2,3-cd)-pyreeni
8. tarkoitetut yhdisteet kloroformi, bromoformi, dibromikloorimetaani, bromidikloorimetaani
9. tarkoitetut yhdisteet tri-, tetra- ja pentakloorifenoli
(17, liite 1).

8 Yhteenveto

Kohteessa vesivahinkoja oli aiheuttanut kupariputkeen muodostunut pistekorrosio. Putken läpi oli syöplynyt pieni reikä, josta vesi pääsi tippa kerrallaan vuotamaan ulos. Epäselväksi kuitenkin jäi, mikä kupariputkien pistekorrosion oli aiheuttanut. Todennäköisesti se oli monen asian summa, mutta suurin aiheuttaja oli kuitenkin veden tekninen laatu. Veden laatua tarkemmin tutkiakseen olisi pitänyt vesinäytteitä viedä laboratorioon tutkittavaksi, mutta siihen eivät resurssit opinnäytetyön puitteissa riittäneet.

Taloyhtiössä ongelma ratkaistiin vaihtamalla kupariputket komposiittiputkiin, jotka eivät kärsi korroosiosta. Putkien vaihto sujui ongelmitta, ilman mitään yllätyksiä. Aukkaat suhtautuivat remonttiin pääsääntöisesti hyvin, mutta joitakin häiritsi komposiittiputkien paksuus ja väri verrattuna edeltäviin putkiin. Kaikki asunnot pitivät koepaineen, eikä vuotoja ilmennyt. Aukkaille jaettuihin vikalistoihin tuli huomautuksia vain putkiläpivientien peitelevyjien puuttumisesta allaskaapeissa.

Lähteet

- 1 Asuntoyhtiön korjaushankkeen kulku KH 90-00466. 2010. Rakennustietosäätiö RTS.
- 2 Talotekniikkatöiden valvonnan tehtäväluettelo RT 16-11123. 2013. Rakennustietosäätiö RTS.
- 3 Asunto Oy Nurmijärven Harju LVI-työselitys. 2014. TeknoPlan.
- 4 Rakennustieto. 2008. Talousveden laatu ja verkostomateriaalit LVI-20-40075.
- 5 Kekki, Keinänen-Toivola, Kaunisto, Luntamo. 2007. Talousveden kanssa kosketuksissa olevat verkostomateriaalit Suomessa. Turku. Vesi-instituutti.
- 6 Uponor PEX-putkituotteet ja niiden ominaisuudet. 2008. Esite.
- 7 LK-Universal suunnitteluohje. Verkkodokumentti. LK-systems. [<http://www.lksystems.fi/fi/LK-Systems-Suomi/Dokumentointi/LK-Universal/Suunnitteluohje/>]. Luettu 11.1.2015
- 8 Keinänen-Toivola, Ahonen, Kaunisto. 2007. Talousveden laatu Suomessa vuosina 1984–2006. Turku. Vesi-instituutti.
- 9 Uponor-komposiittijärjestelmän suunnittelu ja asennus. 2010. Uponor komposiittijärjestelmä käsikirja.

- 10 Kekki, Keinänen-Toivola, Kaunisto, Luntamo. 2008. Vesijohtomateriaalien vauriot ja käyttöikä Suomessa. Turku. Vesi-instituutti.
- 11 Juomaveden kuparipitoisuus. 2009. Verkkodokumentti. SCDA.
[http://www.kupari.com/files/2009-04_Juomaveden_kuparipitoisuus.pdf].
Luettu 24.1.2015
- 12 Korroosiokäsikirja. 2004. Rajamäki. Korroosioyhdistys.
- 13 Kupari. 2015. Verkkodokumentti. Wikipedia. Luettu 25.1.2015
- 14 LVV-kuntotutkimusopas 2013. Suomen LVI-liitto.
- 15 Aromaa Jari. 2013. Korroosion ja korroosioneston historia. Helsinki. Aalto-yliopisto.
- 16 Cupori asennusopas. Verkkodokumentti. Cupori Oy.
[<http://www.cupori.com/kupariputkien-asennus/asennus-asennusopas>].
Luettu 27.1.2015
- 17 Sosiaali- ja terveysministeriön asetus talousveden laatuvaatimuksista ja valvontatutkimuksista 461/2000. Sosiaali- ja terveysministeriö.
- 18 Veden kovuus. Verkkodokumentti. Tuusulan seudun vesilaitos kuntayhtymä. [<http://www.tsvesi.fi/veden-laatu/veden-kovuus/>]. Luettu 16.1.2015
- 19 Happamuus. 2015. Verkkodokumentti. Wikipedia. Luettu 27.1.2015

ASENNUSTYÖ (liite 1)

03.0 Asennustyön perusvaatimukset

Asennustöissä tulee huomioida, että talo on kaikin osin käytössä koko urakan ajan. Täten tulee järjestelmien käyttökatkoksista sopia kiinteistön edustajan kanssa hyvissä ajoin ennen katkoksia. Muutenkin työjärjestyksessä pitää ottaa huomioon, että tämä on mahdollista. Katkosten kestosta ja mahdollisesta normaalin työajan ulkopuolisesta ajankohdasta on sovittava erikseen. Tarvittaessa käytetään väliaikaisia syöttöjä ja tulppauksia.

03.1 Peittyvät työsuoritukset

Peittyvät työsuoritukset tarkastutetaan rakennuttajalla.

Rakennuttajalle ilmoitetaan ajankohta, jolloin käytettävien materiaalien laatu ja asennustyön oikea suoritustapa voidaan todeta.

03.11 Purettavat LVIS -järjestelmät ja -tuotteet (laitteistot, koneet, varusteet ja tarvikkeet)

Urakoitsija purkaa uusien vesijohtojen kytkennän jälkeen vanhat käytöstä poisjäävät johdot näkyvin osin. Näkyviin jäävät putkien päät peitetään rakenteisiin.

Vesipisteellisissä tiloissa käyttämättömiksi jäävät vesijohtojen päät tullaan suunnitelmien mukaisesti.

Ennen vesijohtojen purkutöihin ryhtymistä on ko. järjestelmät tyhjennettävä.

03.2 Selvitykset

Työn suoritukseen vaikuttavien putkien, kanavien ja kaapelien täsmällinen sijainti sekä tarkoituksenmukainen asennusjärjestys selvitetään ennen töihin ryhtymistä.

05.1 Mallit ja malliasennukset

Korjaustyössä tehdään yhdestä huoneistosta mallihuone, joka hyväksytetään rakennuttajalla. Malliasennusta käytetään muiden huoneistojen laatutason vaatimuksena.

Mallihuoneen rakentamisen yhteydessä katselmoidaan kaikkien työvaiheiden malliasennukset. Malliasennukset muista asennustöistä tehdään ja tarkastetaan jokaisen työvaiheen alussa rakennuttajan esittämässä laajuudessa.

07 LVI-MERKINNÄT

07.2 Putket ja venttiilit

Huoneistokohtaiset kylmävesisulut teknisessä tilassa merkitään kaiverretuilla venttiilikilvillä, joista selviää ao. huoneistojen numerot joita venttiili palvelee.

09 TARKASTUKSET JA KÄYTTÖÖNOTTO

09.0 Tarkastusten ja käyttöönoton perusvaatimukset

Urakoitsija laatii kaikista käyttöönottoon liittyvistä tarkastuksista, mittauksista, kokeista ym. pöytäkirjat, jotka hyväksytetään valvojalla.

Mikäli tarkastuksissa todetaan niin paljon puutteita, ettei tarkastusta voida hyväksyä, korvaa urakoitsija rakennuttajalle ja valvojalle aiheuttamansa uusintatarkastusten kustannukset.

09.31 Tiiviys- ja painekokeet

Vesijohtoverkostojen painekokeet suoritetaan valvojan läsnä ollessa. Painekokeiden ajankohdat sovitaan ennen kokeita. Kokeiden aikana on liitosten oltava näkyvissä. Paine- ja tiiviyskokeissa on putkien pintojen oltava kuivia, jotta vuodot voidaan helposti paikallistaa.

Painekokeessa käytettävän nesteen tulee olla puhdasta.

Paineen mittaus

Koepaine on mitattava tarkistusmittarilla tarkistetulla painemittarilla.

Valvonta ja vuotojen tarkistus

Paineen pysyvyyttä tarkkaillaan jatkuvasti. Vuodot todetaan silmämääräisesti, ellei asianomaisia putkistoja käsittelevissä kohdissa toisin määrätä.

Pöytäkirja

Mittauspöytäkirjasta on ilmentävä seuraavat tiedot:

- suurin verkostossa esiintyvä suunnittelupaine
- koepaine
- havainnot kokeen aikana

- kokeen suorituspaikka ja -aika
- kokeen suorittaja
- verkosto tai verkoston osa, joka on koestettu.

09.34 Tarkistusmittaukset

Tarkistusmittaukset tehdään rakennuttajan määräämässä laajuudessa.

09.4 Urakan luovutusmateriaali

Urakoitsija merkitsee yhteen piirustussarjaan kaikki työaikana tapahtuneet muutokset ja ylläpitää itselleen työkuvia. Näistä "punakynäsarjoista" suunnittelija tekee urakoitsijan kustannuksella toteutusta vastaavat loppupiirustukset. Tarvittaessa työn aikana tehtävät suunnitelmamuutokset tulee hyväksyttävä suunnittelijalla ennen työvaiheen toteuttamista.

Urakoitsijan on luovutettava ennen hankkeen vastaanottoa seuraavan luettelon mukainen materiaali. Luovutusmateriaalin hankintaan ja kopiointiin liittyvät kustannukset kuuluvat ao. urakkaan.

Kansio

- kaksi (2) sarjaa toteutusta vastaavia piirustuksia seläkkeellä kansioihin nidottuna viralliset rakennusvalvonnan hyväksymät piirustukset ja tarkastustodistukset kansioihin nidottuna
- laitteiden ja tuotteiden kelpoisuustodistukset Ympäristöministeriön julkaiseman "Asuinkerrostalotyömaan tarkastusasiakirja" kirjan esittämässä laajuudessa

Kaikki piirustukset tulee varustaa yhdenmukaisella otsikoinnilla ja numeroinnilla riippumatta siitä, onko piirustus kuulunut suunnitelma-aineistoon tai teetetty alihankintana. Piirustuksissa tulee olla merkintä "Loppupiirustus". Piirustusten laatimisessa ja kopioinnissa on käytettävä arkistokelpoisia välineitä.

09.5 Käyttöönotto

09.7 Viranomaistarkastukset

Urakoitsija huolehtii kustannuksellaan kaikki tarvittavat viranomaistarkastukset.

09.8 Vastaanottotarkastus

Ennen vastaanottotarkastusta urakoitsija on velvollinen tekemään nk. itselleluovutuksen, josta on laadittava pöytäkirja.

Vastaanottotarkastus suoritetaan, kun kaikki työt ovat täysin valmiina ja siinä todetaan, että työsuoritus on asiakirjojen mukainen.

09.92 Takuuaika

Takuuaika kaksi (2) vuotta hyväksytystä vastaanottotarkastuksesta.

2 VESIJOHDOT

Kiinteistön tonttivesijohto on alkuperäinen (muoviputkea), eikä sille kohdisteta korjaustoimenpiteitä tässä urakassa. Päätöksen vesimittarin uusimisesta tekee vesilaitos.

Rakennuksen rungon ulkopuolella ulkoseinän vieressä sijaitsevasta teknisestä tilasta huoneistoihin menevät muoviset kylmävesijohdot jäävät ennalleen (putket kulkevat huoneistojen lattioiden alla). Samoin ennalleen jäävät huoneistokohtaiset alavesimittarit, mikäli ne ovat toimintakuntoiset.

Asennustöissä noudatetaan rakennusvalvontaviraston ja SRakMK:n osien C1, C2 ja D1 määräyksiä ja ohjeita soveltuvin osin.

Rakennus on käytössä koko remontin ajan, joten korjaustyöt tulee tehdä siten, että käyttökatkokset häiritsevät asumista mahdollisimman vähän.

Mahdolliset vesivuodot tulee käyttäjän pystyä havaitsemaan helposti. Vesijohdot ja kalustekytkenät sijoitetaan näkyville tai koteloon, josta vesi ei pääse vuodon sattuessa tunkeutumaan rakenteisiin, vaan ohjautuu huoneeseen ja vuoto voidaan siten helposti havaita

Vesijohdot niihin liittyvin laitteineen on rakennettava siten, että mahdollinen vesivuoto voidaan havaita niin aikaisin, ettei se ehdi aiheuttaa laajaa vesi- ja kosteusvahinkoa.

Vesijohtojen nousulinjojen kerroskohtaisten vuotovesikaukaloiden tai -suppiloiden asentaminen kuuluu urakkaan. Asennetaan välipohjan yläpuolelle.

Märkätilassa lattian vedeneristystä ei saa lävistää vesijohdon putkiläpiviennillä. Seinien läpivientejä tehtäessä on huomioitava kiinteiden suihkusekoittimien sijainti niin, että roiskevesi ei pääse kastelemaan läpivientiä. Läpiviennit tiivistetään huolellisesti.

Lähtökohtaisesti kaikki vanhat vesi- ja viemärikalusteet säilytetään ennallaan, kaluste-sulut ja hanakulmarasiat uusitaan.

21.0 Talousvesiverkoston perusvaatimukset

Käyttövesiverkoston vesijohdot uusitaan suunnitelma-asiakirjojen osoittamalla tavalla.

21.1 Talousvesiverkoston putket

21.10 Talousvesiverkoston putkien perusvaatimukset

Vesijohdot tehdään monikerrospotkesta (komposiittiputkesta). Näkyvissä asennuksissa, mm. kalusteiden kytkentäjohdot, käytetään salkotavarana myytävää putkea, piiloon jäävissä asennuksissa voidaan käyttää kieppeinä myytävää putkea. Näkyviin jäävistä putkista poistetaan valmistajan merkinnät valmistajan ohjeen mukaan esim. asetonilla.

Vesijohdot asennetaan kaikkialla siten, että ne pääsevät laajenemaan vapaasti ääniä synnyttämättä.

Putkistoihin on järjestettävä tarpeellisiin kohtiin avattavia liitoksia siten, että kaikkien laitteiden, venttiileiden yms. irrottaminen on mahdollista. Rakenteeseen asennettavat putket eristetään huolellisesti siten, etteivät rakenne ja putket kosketa toisiaan.

Vanhat vesijohdot poistetaan käytöstä. Rakenteiden pinnalla olevat vanhan putkiston osat puretaan ja peitetään rakenteisiin. Märkätiloissa huolehditaan, että vesieristys tulee purettavan vesijohdon läpiviennin kohdalta kuntoon. Kaikki näkyvillä olevat käytöstä poisjäävät vanhat vesijohdot puretaan kannakkeineen ja katkaistaan rakenteiden pintaan.

21.11 Putkimateriaalit ja liitostavat

21.110 Putkimateriaalien ja liitostapojen perusvaatimukset

Uudet vesijohdot tehdään komposiittiputkista puristus- ja kierreliittimin (esim. Unipipe/ Uponor). Liitokset on tehtävä ainoastaan ko. putkille ja muulle järjestelmälle tarkoitetuilla osilla ja työkaluilla. Asennustöissä on noudatettava valmistajan antamia ohjeita.

Kalusteiden kytkentävesijohtojen putkikannaketyyppi on hyväksyttävä tilaajalla.

Pinta-asennuksessa on kiinnitettävä erityistä huomiota putkien ulkonäköön. Suunnitelun yhteydessä huoneistoja ei ole kierretty, joten vesijohtoreittien paikat (eritoten näkyvät asennukset) tulee tarkastaa huoneistoittain. Osakkaiden kanssa tehdään yhteistyötä

21.2 Venttiilit

21.20 Venttiilien perusvaatimukset

Vesijohtoverkoston asennettavien venttiileiden materiaali on sinkkikadon kestävää messinkiä tai punametallia.

21.21 Sulkuventtiilit, säätöventtiilit

Kaikkiin piirustuksissa merkittyihin kohtiin asennetaan tyyppihyväksytty palloventtiili tai täysaukkosulkuventtiilit. Sulkuventtiilit asennetaan putkiin avattavin liittimin sekä sellaisiin paikkoihin, että niitä voi helposti huoltaa.

Venttiilit varustetaan kahvoin.

Sulkuventtiilit, palloventtiilit:

- DN 10... 37 10 tai 37 13	1 Mpa
- DN 50... 38 11...	1 Mpa

Käyttöveden yksisuuntaventtiilit:

- kylmä 39 11...	1 Mpa
- lämmin 39 11 102	1 Mpa

Kalustekohtaisina sulkuventtiileinä käytetään palloventtiilejä tai sulkuyhdistäjiä

21.24 Varoventtiilit

Nykyisten lämminvesivaraajien varoventtiilien avautumispaine ja toiminta tarkistetaan. Venttiilien irrotus vanhasta verkostosta, sekä asennus uuteen verkostoon kuuluu urakkaan. Mahdollisista rikkinäisistä venttiileistä on ilmoitettava tilaajalle, jolloin niiden asennustyö kuuluu urakkaan

21.4 Talousvesiverkoston kytkettävät laitteet

Talousvesiverkoston liitettävät laitteet varustetaan laitekohtaisin sulku- ja takaiskuventtiilein ja imusuojin.

Mikäli pyykin- tai astianpesukoneita joudutaan irrottamaan, kuuluu niiden takaisin-asennus urakkaan.

21.5 Vesimittarit

Päätöksen tonttivesimittarin uusimisesta tekee vesilaitos.

21.51 Huoneistokohtainen vedenmittaus

Huoneistokohtainen vedenkulutus on mitattu kylmänvedensyöttöjohtoihin asennetuilla vesimittareilla, jotka sijaitsevat teknisessä tilassa (talossa huoneistokohtaiset vedenlämmittimet). Nykyinen vedenmittaus jää ennalleen, mittareiden toiminta tarkistetaan.

Mittareiden irrotus ja asennus uusiin vesijohtoihin kuuluu urakkaan. Mahdollisista rikki- näisistä mittareista on ilmoitettava tilaajalle, jolloin niiden vaihtotyö kuuluu urakkaan.

22 TALOUSVESILAIT-

TEET

Vesijohdot

Käyttövesiverkoston vesijohdot uusitaan suunnitelma-asiakirjojen osoittamalla tavalla.

22.4 Talousveden lämmittimet

Lämmin käyttövesi tuotetaan huoneistokohtaisilla sähkötoimisilla lämminvesivaraajilla, joiden tilavuus on 300 l.

Varaajien irrotus ja takaisin-asennus uusien vesijohtojen asennuksen helpottamiseksi kuuluu urakkaan.

Varaajien täyttö- ja varolaitteiden toiminta on tarkistettava. Venttiilien irrotus vanhasta verkostosta, sekä asennus uuteen verkostoon kuuluu urakkaan. Mahdollisista rikki- näisistä venttiileistä on ilmoitettava tilaajalle, jolloin niiden asennustyö kuuluu urakkaan.

2.6 VESI- JA VIEMÄRIKALUSTEET

Lähtökohtaisesti nykyiset vesi- ja viemärikalusteet jäävät käyttöön. Niiden irrotus ja uudelleen-asennus kuuluu urakkaan. Mahdollisista rikki- näisistä kalusteista on ilmoitettava tilaajalle.

2.6.0Vesi- ja viemärikalusteiden perusvaatimukset

Kalusteita, hajulukkoja, allaskaappeja yms. irrotetaan tarvittaessa asennustyön ajaksi ja asennetaan työn jälkeen takaisin. Vesikalusteiden sulut uusitaan.

3 ILMASTOINTI

Rakennuksessa on koneellinen ilmanvaihto. Uusien sekä uudelleen rakennettavien alakattojen ja koteloiden tielle osuvat ilmanvaihtoventtiilit siirretään uuden alakaton pintaan. Venttiilien säätöä ei saa muuttaa.

5 LVI-ERISTYKSET

5.0LVI-eristysten yleiset vaatimukset

Näkyvä tila

Näkyvällä tilalla tarkoitetaan eristyksen paikkaa, joka on siellä toimivien henkilöiden nähtävissä. Tällaisia ovat kellaritilat, autohallit, yhdyskäytävät ja muut tilat, joissa putkia ja/tai kanavia ei ole rakenteilla peitetty.

Ei-näkyvä tila

Ei-näkyvällä tilalla tarkoitetaan eristyksen paikkaa, jossa tapahtuu käyntejä vain poikkeuksellisesti tai jossa putket on kiinteästi rakenteilla peitetty, esim. alustatila, käyttämätön tai kylmä ullakko, hormi, roilo ja alakatto sekä erilliset kotelot. Huonetilan käyttötarkoitusta selvitettäessä käytetään arkkitehdin nimitystä tai sen puuttuessa huonetilan ilmeisen ja pääasiallisen käytön mukaista nimitystä.

Eristystyön tekijän tulee olla ammattitaitoinen ja työhönsä perehtynyt. Eristystyö tehdään aina siten, että se täyttää eristämisen tarkoituksen. Eristystyössä otetaan huomioon työvaiheet ja muiden töiden vaikutukset eristämiseen.

5.1 PUTKIERISTYKSET

51.1Eristyskohteet, eristeet ja eristyspaksuudet

Teknisessä tilassa uudet vesijohdot eristetään mineraalivillakourulla. Eristepaksuudet ovat oheisen taulukon mukaiset, ellei piirustuksissa ole muuta merkitty. Eristetyt näkyviin jäävät putkistot pinnoitetaan paloluokitetulla PVC-muovipinnoitteella.

Eristysten päät vahvistetaan peltimansetein.

Venttiilejä, laitteiden arvokilpiä ja näkyville jääviä kalusteiden kytkentäjohtoja ei eristetä (kaikki koteloihin asennettavat putket eristetään).

Putkisto, osa	Eriste tyyppi, sarja tai paksuus mm		Päällyste	Huom		
Lämmitys- ja lämminvesiputket	Aa	23	6	näkyvät eristykset ei-näkyvät eristykset, pystylinjat koteloidissa ja alakatoissa, pohjajohdot asunnoissa		
	Ac	23	-			
	Ef	13mm	-			
Kylmävesiputket	Aa	23	6K	näkyvät eristykset ei-näkyvät eristykset, pystylinjat koteloidissa ja alakatoissa, pohjajohdot asunnoissa		
	Ac	22	K			
	Ef	13 mm				
Eristyspaksuusarja mineraalivillakourujen nimelliset eristepaksuudet mm						
Sisäläpimita	(21)	22	23	24	25	26
10...49	2	30	40	50	60	80
50...89	3	40	50	60	80	100

Aa Mineraalivillakouru PV-E tai KK. Käyrät tehdään käyräkappaleista, kouruista leikatuista välikappaleista tai DN 50:een asti irtovillasta sullomalla, mikäli eriste päällystetään metallilevyillä.

Ac Alumiinikartongilla tehtaalla päällystetty mineraalivillakouru PV-AE tai KK-AI. Käyrät tehdään käyräkappaleista ja päällystetään erikseen tai kouruista leikatuista välikappaleista.

Ef Umpisoluinen solukumikouru esim. AF/Armaflex, saumat liimataan

Päällysteet

6 Paloluokiteltu PVC-muovilevy

6K Paloluokiteltu PVC-muovilevy + höyrysulku

Päällysteen saumat tiivistetään 30 mm PVC- teipillä, tyyppi Jotyn. Kannakkeiden reiät, päätteet ym. tiivistetään värittömällä silikonikitillä siten, että päällyste kokonaisuutena muodostaa höyrösulun.

K Höyrösulku

Höyrösulut tehdään tiiviiksi kauttaaltaan (myös kannakkeiden reiät, mutkat, haarat ja päätteet).